

MICROMORFOLOGÍA E INTERPRETACIÓN ARQUEOLÓGICA: APORTES DESDE EL ESTUDIO DE LOS RESTOS CONSTRUCTIVOS DE UN YACIMIENTO ARGÁRICO EN EL ALTO GUADALQUIVIR, PEÑALOSA (BAÑOS DE LA ENCINA, JAÉN)*

Micromorphology and Archeological Interpretation: Contributions from constructive remains of a high Guadalquivir valley Argaric site, Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)

JUAN MIGUEL RIVERA GROENNOU**

RESUMEN: El estudio sistemático de los restos constructivos basados en tierra procedentes del yacimiento de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), mediante técnicas de microscopía óptica, ha dado como resultado un amplio corpus de datos referentes a las técnicas y formas constructivas empleadas en una comunidad del Grupo Argárico del Alto Guadalquivir. Abordado desde la Micromorfología de Suelos, el análisis de láminas delgadas de muestras de morteros de barro nos ha permitido plantear hipótesis acerca de las relaciones de producción que giraron en torno a la construcción de un poblado argárico cuatro mil años atrás.

Palabras clave: Materiales de construcción basados en tierra, morteros de barro, Micromorfología de Suelos, Edad del Bronce, Alto Guadalquivir, Cultura del Argar

ABSTRACT: The systematic study of earth-based constructive remains from the Bronze Age site of Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), by optical microscopy techniques, has resulted in a large body of data concerning the constructive forms and techniques employed in an Argaric community of the Upper Guadalquivir. Approached from a Soil Micromorphology perspective, analysis of thin sections from samples of mud mortars has allowed us to make hypotheses about the relations of production that focused on building a village Argar four thousand years ago.

Key words: Earth-based building materials, mud mortars, Soil Micromorphology, Bronze Age, Upper Guadalquivir, Argaric Culture

* Este trabajo se inserta dentro del Proyecto Peñalosa (Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía) y del Proyecto de Investigación I+D *Minería y Metalurgia en las comunidades del Bronce del Sur peninsular* (Ministerio de Educación y Ciencia, HUM2005-07508).

** Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada, juanmi2734@hotmail.com

Fecha de recepción: 11-12-09. Fecha de aceptación: 18-12-09.

INTRODUCCIÓN: LOS MORTEROS COMO OBJETO DE ESTUDIO EN ARQUEOLOGÍA

Para la Arqueología la importancia del estudio sistemático de los restos constructivos recae en que éstos fueron los materiales producidos y utilizados por hombres y mujeres en la creación de espacios donde desenvolverse socialmente y por tanto sujetos a un entramado de relaciones de producción determinadas. Estas relaciones productivas se van a definir a partir de los distintos niveles de expresión de estos artefactos, atendiendo a su dimensión como recurso natural apropiado y como materia prima transformada por los seres humanos para sus propósitos (Castro Martínez *et al.*, 1999)

El uso del barro como material de construcción tiene sus antecedentes en épocas remotas y ha sido una técnica constructiva constante en la arquitectura prehistórica hasta nuestros días. Desde este punto de vista los morteros se entienden como un elemento producto del ingenio humano y de la evolución de sus conocimientos técnicos, siendo en muchas ocasiones distintivos de cada yacimiento y, en muchos casos, de la época o periodo cultural en el que se elaboraron (Rodríguez Gordillo, 2005; Vela Cossío, 2003).

Técnicamente se conoce como mortero de albañilería a aquel material compuesto por materiales aglomerantes con capacidad ligante (limos y arcillas, yeso o cal), agregados inertes o áridos (arena), aditivos (orgánicos o inorgánicos) y agua, que, mezclados en proporciones adecuadas, resulta en un amasijo pastoso empleado como material de construcción en el alzado y acabado de diversas fábricas o elementos arquitectónicos. Su función fundamental es la de agarre o unión, permitiendo consolidar las unidades de albañilería en una masa monolítica, rellenando las grietas y espacios vacíos de los diversos tipos de fábricas, además de actuar como una barrera impermeable que evita la entrada de agua a la fábrica proporcionando una mejor resistencia frente a los agentes de alteración externos (Alejandre Sánchez, 1998; Álvarez Galindo y Ontiveros Ortega, 2006).

La calidad de los morteros va a depender en gran parte de la materia prima utilizada en su fabricación, sin embargo es en las proporciones en que se han mezclado los distintos componentes o dosificación y en cómo éstos se han estructurado dentro de la mezcla donde se determinan sus propiedades físico-mecánicas. En función del estado en que se encuentre la mezcla, plástico o endurecido, la proporcionalidad entre áridos, conglomerantes y agua debe ser la adecuada con el objetivo de lograr ciertas propiedades idóneas para sus fines. En estado plástico, la mezcla debe resultar una masa trabajable que permita al albañil asegurar su aplicabilidad y adherencia satisfactoria con el soporte, mientras que en estado endurecido, la resistencia a la compresión y a la flexión son las propiedades buscadas, propiedades que dependerán a su vez de la capacidad de retención de agua del producto (Álvarez Galindo y Ontiveros Ortega, 2006).

La caracterización de los morteros de carácter arqueológico implica el establecimiento de la formulación original, indicando las materias primas utilizadas y su posterior tratamiento (Álvarez Galindo y Ontiveros Ortega, 2006). Por otra parte se hace necesario poder determinar las características de los distintos componentes de la mezcla (áridos, aglomerantes y aditivos), su comportamiento una vez mezclados en

estado plástico, el control de las alteraciones a través del proceso de endurecimiento y su comportamiento una vez el mortero es endurecido (Álvarez Galindo y Ontiveros Ortega, 2006).

Las publicaciones relacionados con el estudio sistemático de los morteros como material de construcción en el contexto de la Península Ibérica, y que han servido como antecedentes para la realización del presente trabajo, han estado dedicadas a la investigación científica mediante el empleo de técnicas de laboratorio para la determinación de la composición y propiedades físicas de los morteros, la recopilación de información sobre los procesos de elaboración, su evolución en el tiempo y la investigación sobre las formas tradicionales de elaboración (Alejandre Sánchez, 1998; Álvarez Galindo *et al.*, 1995; Álvarez Galindo y Ontiveros Ortega, 2006; Ayala Juan y Ortiz González, 1995; Capel, 1977, 1986; Hernández Pérez, 1996; Rodríguez Gordillo, 2005; Serna Serrano, 1996; Vela Cossío, 2003; entre otros).

El objetivo primordial del presente trabajo es el de presentar una metodología de estudio que permita la recopilación de datos que ayuden a dilucidar todo el entramado de relaciones de producción que giraron en torno a la construcción, tomando como punto de partida el estudio de los restos constructivos procedentes del yacimiento de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). Basándonos en la aplicación de la Micromorfología de Suelos en la investigación arqueológica, se pretende plantear pautas que permitan desarrollar ideas acerca de las dinámicas sociales que se dieron en una sociedad en la que se documenta una mayor intensificación y control de la producción y una acentuada jerarquización social.

EL YACIMIENTO ARGÁRICO DE PEÑALOSA

El yacimiento arqueológico de Peñalosa es un importante asentamiento de la Edad del Bronce (1770/1700 - 1500 a.C.) ubicado a orillas del ahora inundado Río Rumblar en el municipio de Baños de la Encina, provincia de Jaén (lám. Ia y b). Situado en las estribaciones más meridionales de la Sierra Morena, este poblado se enmarca dentro del Grupo Argárico del Alto Guadalquivir, en el marco de la expansión argárica que desde los altiplanos granadinos fue ocupando estos nuevos territorios, a través del Guadiana Menor, a partir del primer tercio del II milenio a.C. con la intención de controlar los filones metalíferos (Contreras *et al.*, 2000).

El poblado argárico de Peñalosa ha sido excavado y estudiado sistemáticamente desde mediados de la década de los '80 por parte del Grupo de Estudios de la Prehistoria Reciente de Andalucía (GEPRAN) del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. Como resultado de siete campañas intensivas de excavaciones arqueológicas sistemáticas se ha logrado sacar a la luz un rebuscado urbanismo basado en complejas soluciones arquitectónicas (lám. IIa).

Peñalosa presenta el patrón de asentamiento típico de los poblados argáricos ubicados en cerro. Asentado sobre un gran promontorio de difícil acceso y abruptas pendientes, se trata de un emplazamiento “encastillado” donde el sistema de construcción de los diversos espacios está en función del aterrazamiento artificial del cerro y en el

cual los espacios de habitación se encuentran protegidos por un complejo sistema de amurallamiento (Contreras *et al.*, 2000)

Una vez construidas las terrazas, lo que en algunos casos implicó el recorte del substrato rocoso, se levantaron potentes muros de mampostería que recorriendo longitudinalmente las laderas revistieron la cara vertical de las terrazas (Contreras *et al.*, 2000). El amplio espacio resultante se compartimentó a través de muros de menor potencia, también de mampostería, dispuestos perpendicularmente y chocando con los muros maestros de aterrazamiento, lo que dio origen a una serie de estancias, algunas veces de varias habitaciones, comunicadas a través de diversos espacios de circulación (puertas, escaleras, rampas, pasillos, vestíbulos). Estos últimos espacios se observan especialmente estrechos en los accesos desde el exterior y en el camino hacia el área más elevada del asentamiento dónde se situaron las zonas más fortificadas del poblado (Contreras *et al.*, 2000).

La materia prima empleada en las construcciones de Peñalosa es aquélla que ofrece el entorno geológico local, entorno dominado por los afloramientos de pizarras y areniscas metamórficas. Para el levantamiento de las estructuras murarias, construidas en mampostería, se utilizaron lajas de pizarra de mediano a gran tamaño, más o menos escuadradas, trabadas con un mortero de barro de color rojizo a marrón rojizo de textura limo arenosa (Contreras *et al.*, 2000; Rivera Groennou, 2007). Los paramentos, tanto de los muros de aterrazamiento como de los muros medianeros, se encontrarían revocados y enlucidos, al menos en su cara interior, con el mismo tipo de mortero de barro rojizo (Contreras *et al.*, 2000; Rivera Groennou, 2007).

Morteros de barro de iguales características se emplearon en la construcción de las estructuras de techumbres amalgamando un armazón de cañas y ramaje, como se intuye a partir de los restos de barro endurecidos con improntas vegetales recuperados durante las excavaciones de los contextos sedimentarios asociados al derrumbe de las estructuras de barro (lám. IIb) (Contreras *et al.*, 2000). Este esqueleto de maderas se encontraría sostenido por un sistema de postes de madera distribuidos longitudinalmente a lo largo del eje central de las habitaciones, como se demuestra en los restos de hoyos de poste documentados durante las excavaciones. Según estudios previos, contrariamente a los morteros de fábrica utilizados en la construcción y acabado de los muros de mampostería, aquéllos empleados en las techumbres consisten más en una matriz limo arcillosa que garantizaría una mejor adherencia al soporte vegetal (Rivera Groennou, 2007).

La importancia de este yacimiento recae en la documentación de una planificación concienzuda del espacio en el asentamiento, rasgo que se ha utilizado para sugerir no sólo la dirección de la comunidad por una serie de individuos sino la relación de estos rectores con un proyecto de colonización (Contreras *et al.*, 2000). Si esto último es cierto, tal nivel de planificación debe verse reflejado igualmente en las técnicas constructivas y en el cuidado tenido en la elaboración de los distintos materiales de construcción.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente estudio se seleccionó una pequeña muestra dentro de los abundantes restos constructivos recuperados durante la campaña de excavación del

año 2005 en el yacimiento argárico de Peñalosa. Relacionados con morteros de fábrica y de revestimientos, estos elementos fueron empleados en el alzado y acabado de las estructuras murarias y el revoco de estructuras de techumbre. Dichas muestras fueron recuperadas durante el proceso de excavación de las unidades sedimentarias formadas a partir del derrumbe de dichas estructuras hacia el interior de distintos Complejos Estructurales (CE) y, gracias a su exposición al fuego, se apelmazaron y conservaron a pesar de la potencia de los derrumbes de las estructuras de piedra. Los materiales que analizamos en el presente trabajo pertenecen a la denominada Fase IIIA, momento de mayor auge del poblado de Peñalosa y última fase de ocupación argárica del yacimiento fechada entre 1770/1700 a.C. y el 1500 a.C. (Contreras *et al.*, 2004).

Contextualización de las muestras estudiadas

En primer lugar se eligieron algunas muestras de morteros de barro endurecido provenientes de la zona de ocupación localizada en la parte más alta del yacimiento, en la denominada Acrópolis Este, Grupo Estructural X, en la zona más fortificada del poblado (lám. IIa). De este GE se tomaron muestras de algunos fragmentos de morteros de fábrica y de enfoscado/revoco hallados en los derrumbe de las estructuras de piedra al interior de los Complejos Estructurales Xc (BE-25092 y BE-25096) y Xd (BE-9789).

El CE Xc se asocia a una gran espacio de circulación y almacenaje en forma de pasillo, de unos 18 m², posiblemente descubierto y delimitado por dos potentes muros de mampostería dispuestos paralelamente, orientados sureste-noroeste y en muy buen estado de conservación (Contreras *et al.*, 2000, 2004). Este espacio, que hacia el este conecta con los CE Xd, Xa y Xg supone el acceso desde las estructuras de fortificación hacia los espacios y estructuras de fortificación en el extremo occidental de la cima del cerro o Acrópolis Oeste (Contreras *et al.*, 2000). Las muestras estudiadas correspondientes a este CE se asocian directamente a un suelo de ocupación en el cual se documentó una gran acumulación de grandes vasijas de almacenamiento que posiblemente se encontrarían recostadas en el muro de mampostería que delimita el espacio al sur (Contreras *et al.*, comunicación personal).

Por su parte el CE Xd es un espacio, de forma triangular y de unos 7 m² ubicado en la parte más elevada de la Acrópolis Este. En un primer momento se le concedió un carácter defensivo, ya que desde tal lugar se tiene un control visual del poblado desarrollado en la ladera norte del cerro y por tanto de las zonas de paso y entrada al poblado (Contreras *et al.*, 2000). En campañas recientes el hallazgo de restos de cultura material asociados a una vasija de cocina junto a un cuenco de reducidas dimensiones y un vaso que presenta sendos mamelones (Contreras *et al.*, 2004) y la documentación de una sepultura de inhumación bajo los niveles de suelo alterado, tal vez de la fase IIIA, excavados en 2001, hace pensar que se trate de un espacio de habitación/producción (Contreras *et al.*, en prensa). Este espacio se vio altamente alterado por la acción del incendio generalizado que afectó toda la zona a finales de la última fase de ocupación argárica del poblado de Peñalosa (fase IIIA).

Por último se tomaron otras muestras procedentes de algunos complejos ubicados en la Terraza Superior del yacimiento, Grupo Estructural IX (lám. IIa). En primer lugar se estudió una muestra de mortero de revestimiento empleado en la construcción del techo del CE IXb (BE-26384) (lám. IIb). Este complejo está asociado a un espacio de circulación de unos 18 m², de forma abocinada y con una orientación sureste-norte. El CE IXb, que formó parte del sistema de acceso al poblado y, por consiguiente, del sistema defensivo. Se define como la prolongación del acceso, entre sendos bastiones macizos, que por un lado daría paso al CE IXa y a espacios superiores y por el otro a los complejos ubicados en la zona oeste de la Terraza Superior (Contreras *et al.*, 2000).

Asociados al CE IXa se seleccionaron sendas muestras de mortero de revestimiento, el primero empleado en el acabado de alguna estructura muraria y el segundo en la construcción de la estructura de techo (BE-28297 y BE-28667 respectivamente). Este último complejo es un amplio espacio de habitación/producción de forma oval, orientado de este-sureste a oeste-noroeste y de unos 47 m² (Contreras *et al.*, 2000; Contreras *et al.*, 2004). El CE IXa, erigido al comienzo de la vida del poblado, pertenece a la fase IIIA cuando, junto a la puerta original del poblado en la zona progresivamente reforzada, empezaron a construirse habitaciones mediante el alzado de muros paralelos al cierre y el acondicionamiento de pasillos laterales que comunicaran por un lado con la zona occidental y por otro con el CE X al sur de los afloramientos rocosos (Contreras *et al.*, 2000).

Micromorfología de suelos aplicada al estudio de los restos constructivos basados en tierra

La *Micromorfología de Suelos* supone el método de estudio de muestras de suelos con la ayuda de técnicas de microscopía óptica. Desarrollada en el seno de las Ciencias de la Tierra durante el primer tercio del siglo XX ésta tiene como objetivo identificar la naturaleza de los constituyentes de los diversos horizontes edáficos, determinar sus mutuas relaciones en espacio y tiempo, e interpretar sus condiciones de formación (Stoops, 2003). No mucho tiempo después la micromorfología se comenzó a utilizar como metodología de estudio en trabajos relacionados con sedimentos, depósitos y restos constructivos de carácter arqueológico, siendo en nuestros tiempos un procedimiento de estudio ampliamente utilizado en la arqueología (Cornwall, 1953; Courty *et al.*, 1989; Goldberg and Macphail, 2006; Kubiena, 1938). De esta forma se pueden encontrar diversas publicaciones dedicadas en parte o exclusivamente a la caracterización de los restos constructivos basados en tierra procedentes de yacimientos arqueológicos de diversas características y enmarcados en diferentes épocas (Courty *et al.*, 1989; Goldberg and Macphail, 2006; Macphail, 1990; Matthews, 1995; Matthews *et al.*, 2004; Matthews, 2006).

La presente investigación se basa en la observación y estudio de láminas delgadas, extraídas de fragmentos de morteros de barro endurecidos consolidados con algún tipo de resina artificial, recuperadas durante las excavaciones arqueológicas del yacimiento de Peñalosa. Vistas a través del microscopio petrográfico dichas observaciones se

realizaron empleando la Luz Polarizada Plana (PPL), Luz Polarizada más Analizador de Nícoles Cruzados (XPL) y Luz de Incidencia Oblicua (OIL) (Courty *et al.*, 1989; Goldberg and Macphail, 2006; Stoops, 2003).

Las observaciones microscópicas de las muestras de morteros de barro no difieren mucho de las que se realizan para suelos y sedimentos arqueológicos en cuanto a los diferentes niveles descriptivos a tomar en consideración (Courty *et al.*, 1989; Stoops, 2003). De esta manera se definen los siguientes niveles asociados a los diferentes elementos que componen los morteros:

1. *Microestructura*: Los diferentes componentes que constituyen los morteros, al igual que en los suelos, no se encuentran aislados sino que se encuentran unidos entre sí. En este nivel de descripción se atiende a la relación geométrica y organización espacial, *arreglo*, de todos los componentes de la fábrica entre sí. La microestructura de la fábrica cobra una especial importancia ya que mayormente refleja la intencionalidad humana en el proceso de producción y puesta en obra de estos productos (Courty *et al.*, 1989).
2. *Patrón de huecos y porosidad*: Los huecos y/o poros representan el vacío de la masa. Aunque generalmente pueden ser indicadores de procesos de manufactura y puesta en obra de los morteros, la importancia de este aspecto en los morteros recae en que es la porosidad la que condiciona la facilidad de circulación de agua y aire en su interior, es decir el grado de permeabilidad o impermeabilidad (Álvarez Galindo *et al.*, 2006; Courty *et al.*, 1989).
3. *Componentes minerales gruesos*: Asociados a los agregados o áridos dentro de la mezcla, generalmente son reconocibles e identificables mediante la observación a través del microscopio petrográfico y se presentan como granos individuales (Stoops, 2003). El árido es el componente granular que sirve para estabilizar el volumen de la mezcla, hacer de relleno y disminuir la retracción del mortero durante el secado. Sin embargo no contribuye de manera activa al endurecimiento del mortero (Álvarez Galindo *et al.*, 2006).
4. *Componentes minerales finos o micromasa*: Se refiere a los conglomerantes o aglomerantes del mortero, se trata de la masa de componentes finos utilizado para unir el conjunto de las partículas sólidas de manera que formen una masa coherente. Igualmente este componente dota a la mezcla la capacidad de fragüe a la vez que hacerlo trabajable y plastificante (Álvarez Galindo *et al.*, 2006; Gaspar Tebas, 1996; Roth, 2005).
5. *Distribución relacionada C/F (Coarse/fine = grueso/fino)*: Expresa la distribución de partículas individuales en relación con el material más fino y huecos asociados (Stoops, 2003) El límite entre las unidades gruesas y finas es arbitrario y depende en cada muestra de sus características particulares. Para el desarrollo del presente estudio valoramos el límite en 20 μ , establecido entre las fracciones de tamaño limo y arena (Stoops, 2003) asociadas a los materiales aglomerantes y áridos respectivamente.
6. *Edaforrasgos*: Se definen como unidades de contextura discretas, presentes en suelos y distinguibles del material adyacente por una diferencia en concentración en uno o más de sus componentes (por ejemplo, una fracción granulométrica,

materia orgánica, cristales, componentes químicos) o por una diferencia en la organización interna (Stoops, 2003). Característicos de los ambientes naturales en el que se formaron los suelos, en algunos casos son reorganizaciones de los materiales del suelo que no pueden ser atribuidas a una herencia del material original, por lo que son principales indicadores de procesos posdeposicionales (Matthews, 1995; Stoops, 2003).

Los objetivos de los análisis micromorfológicos no recaen solamente en la descripción estricta de los restos constructivos, sino que permiten aportar información para el entendimiento de los procesos y técnica de manufactura, y sobre lo que representan acerca de las actividades y procesos de formación del yacimiento (Courty *et al.*, 1989; Goldberg and Macphail, 2006).

CARACTERIZACIÓN MICROMORFOLOGICA DE LOS MORTEROS DE BARRO DE PEÑALOSA

Al tratarse de materiales manufacturados las características o atributos que presentan los morteros de barro empleados en Peñalosa responden a tres aspectos fundamentales:

- 1.—Elementos heredados de los depósitos naturales explotados por los albañiles argéricos de los que obtuvieron la materia prima.
- 2.—Rasgos formados a partir de los procesos de manufactura y puesta en obra de los productos.
- 3.—Componentes asociados a procesos posdeposicionales, relacionados a procesos de formación de suelos, formados a través del tiempo una vez abandonado/destruido el poblado.

Tanto los distintos atributos seleccionados para el presente estudio como la terminología descriptiva asociada a estos se tomaron de aquellos publicados por la Soil Science Society of America (Stoops, 2003) y que han sido aplicados al estudio de depósitos y restos constructivos basados en tierra de carácter arqueológico (Courty *et al.*, 1989).

COMPONENTES BÁSICOS

Componentes minerales gruesos.

La materia prima empleada en la manufactura de los morteros de barro utilizados en la construcción del poblado de Peñalosa, y su posible procedencia, pudo ser identi-

ficada, en un primer lugar, atendiendo a la naturaleza, tamaño, forma y nivel de alteración de los componentes minerales gruesos, siendo éstos comparados con las cartas geológicas regionales y locales, y con los estudios ambientales previamente realizados (Jaramillo, 2004; Stoops, 2003).

A nivel de naturaleza los componentes minerales hallados en los morteros de Peñalosa son aquellos derivados del entorno geológico local, dominado por afloramientos de pizarras y areniscas metamórficas, estando representados principalmente por cuarzos y micas (moscovitas), aunque se hallan también escasos ejemplos de feldespatos (plagioclasas), y fragmentos de rocas detríticas cuarzo-micáceas y esquistos y mica-esquistos. En general son dominantes las fracciones de tamaño “arena” aunque en la muestra asociada al mortero de fábrica utilizado en la construcción del CE Xd (BE-9789) (lám. IIIc) se han encontrado abundantes fragmentos de roca de tamaño “grava” (la fracción más gruesa alcanza 24 mm de longitud) representando el 25% de la matriz, porcentaje mucho mayor si atendemos al que ocupan las unidades de igual tamaño en el material empleado en el alzado y acabado de los muros de mampostería que delimitan el CE Xc (BE-25092 —lám. IIIa— y BE-25096) en las cuales forman el 3.5 y 8.9% respectivamente.

Otra diferencia evidente se documentó comparando las muestras de los morteros de revestimiento empleados en la construcción de las techumbres de los CE IXb y IXa. En el primer caso (BE-26384) (lám. III d) se encuentran fragmentos de roca de tamaño “grava” a “grava gruesa” (la fracción más gruesa alcanza los 15 mm de longitud) ocupando un 20% del total de la masa basal vista en la lámina delgada, mientras que en el último (BE-28667) las fracciones de mismo tamaño solo ocupan el 10% del total de la matriz vista en la lámina delgada.

Tanto las formas, generalmente redondeadas a subredondeadas de los granos de cuarzos y de los fragmentos de roca, como el alto nivel de alteración de las micas y el nivel de oxidación de los esquistos y de algunos de los fragmentos de rocas detríticas nos permiten plantear que las zonas de explotación de la materia prima corresponden a aquellas asociables al ambiente sedimentario aluvial propio de la cuenca del Río Rumblar (Goldberg and Macphail, 2006). Estas alteraciones fueron el producto de procesos de meteorización geoquímica (hidrólisis, oxidación/reducción) sufridos por los componentes minerales debido a las fluctuaciones estacionales del caudal del río (Courty *et al.*, 1989; Goldberg and Macphail, 2006).

La mayor concentración de arenas y limos puede ser indicativa del ambiente de sedimentación aluvial propuesto como la zona explotada para la extracción de la materia prima (Goldberg and Macphail, 2006). Sin embargo, teniendo en cuenta el nivel técnico y tecnológico alcanzado por esta sociedad en el resto de las producciones (alfarera, metalúrgica, etc.), cabe pensar que la experiencia humana tuvo mucho que ver en este sentido, ya sea por la selección y explotación intencionada de estos ambientes sedimentarios específicos o mediante la segregación mecánica de la materia prima obtenida con el fin de eliminar todos los granos más gruesos, tal vez por decantación.

Componentes antropogénicos

Los escasos componentes de carácter antropogénico que encontramos en las muestras de morteros de barro estudiados corresponden a restos o desechos de ocupación. Como ejemplo encontramos una esquirla de hueso altamente calcinado (4.7 x 0.2 mm = 0.4%) en la muestra de revoco/enlucido del CE IXa (BE-28297, lám. IVd) y algunos restos de carbón tamaño “arena fina a media” (< 2%) como en la muestra de mortero de fábrica del CE Xd (BE-9789).

Al tratarse de porcentajes mínimos y al no ser inclusiones comunes en todas las muestras entendemos que se trata de inclusiones no intencionales debido a la manufactura *in situ* de los morteros. Estos elementos quedarían incluidos en la mezcla durante el proceso de amasado a pie de obra de los morteros, previo a su aplicación.

Componentes minerales finos y micromasa

La diferencia en color de los componentes minerales finos de las distintas muestras de morteros de barro se debe principalmente a la naturaleza de las mismas y a los procesos de alteración sufridos. Mientras que la tonalidad marrón a marrón oscuro se debe principalmente a la cantidad de materia orgánica contenida en la micromasa, las tonalidades rojizas indica la presencia de compuestos de hierro finos diseminados en la masa basal (BE-28297 —lám. IVa—, BE-28667 —lám. IVc—). Estos compuestos son formados a partir de la descomposición de la materia orgánica amorfa contenida en la materia prima gracias a alteraciones químicas sufridas por las alternancias de ambientes reductores y oxidantes producidos por las fluctuaciones estacionales del caudal del Río Rumblar (Stoops, 2004).

El carácter estacional de las aguas del Río Rumblar explicaría igualmente la presencia de nódulos de impregnación de hierro y magnesio incluidos en la matriz de los morteros de barro utilizados en Peñalosa (lám. IIIb, IVc y IVb). Estas impregnaciones se forman a partir de las condiciones anaeróbicas habidas en un contexto de fuerte presencia de agua o inundación, como se puede hallar en las épocas de mayor caudal del Rumblar, al igual que gracias a la respiración por plantas y microorganismos que resulta en la liberación de oxígeno (Courty *et al.*, 1989; Goldberg and Macphail, 2006). La frecuencia en que se encuentran (menos del dos por cien del total de la micromasa en todas las muestras) es típica de los climas mediterráneos semiáridos como en el que se encuentra enmarcado el poblado argárico de Peñalosa (Courty *et al.*, 1989).

En las muestras de morteros empleados en la construcción y acabado de los potentes muros de mampostería que delimitan el CE Xc (BE-25092 —lám. IIIa— y BE-25096) se han encontrado una serie de elementos laminares moderadamente orientados alternando capas, de menos de un milímetro de grosor, de materiales finos de color marrón rojizo a marrón oscuro. Estas laminaciones, que, en algún caso, pueden ocupar un 2-5% del total de la micromasa, sugieren el vertido o aplicación en diferentes capas de la mezcla en estado fresco (Matthews, 1995).

Diferencias encontradas en las muestras de morteros empleados en la construcción de la techumbre en los CE IXa y IXb (BE-28667 —lám. IVa—, y BE-26384 —lám.

IVd— respectivamente) se asocian a procesos de alteración in situ de los morteros. En el caso del mortero de revestimiento utilizado en la construcción de la techumbre del CE IXa las tonalidades marrones rojizas a rojizas intensas que cubren de 30% a 35% del total de la masa basal corresponden a la rubificación del material fino a causa del fuerte incendio que provocó la destrucción de esta estructura. Por otra parte el color marrón oscuro que se observa en aquel material empleado en el CE IXb puede ser debido a los restos finos de material carbonizado habiéndose incluido intencional o casualmente en la mezcla durante su manufactura (Macphail, 1990; Matthews, 1995). En todo caso esta diferencia estaría asociada a diferencias en los ambientes, oxidante en el primer caso y reductor en el segundo, formados durante el proceso de destrucción de ambos complejos estructurales, a la intensidad del mismo y a la naturaleza de los componentes finos de las distintas mezclas.

MASA BASAL

Microestructura y patrón de huecos

La fábrica masiva que se observa en la generalidad de las muestras, sin agregados separados, es el resultado de la mezcla de la materia prima con cierta proporción de agua mediante procesos de amasado previo, a la aplicación del producto final. Durante este proceso, seguramente realizado a pie de obra, la estructura original o natural de la materia prima en bruto se pierde removiendo el aire atrapado en ésta y permitiendo que al fraguarse la microestructura de la mezcla se torne masiva (Goldberg and Macphail, 2006). Dentro de esta microestructura masiva se hallan huecos vesiculares, pequeños poros de forma circular o elipsoidal, producto la puesta en obra del mortero en estado fresco. Estos tipos de huecos son las huellas o improntas de restos de humedad atrapada y evaporada en el momento del fragüe durante la aplicación de los morteros (Courty *et al.*, 1989; Matthews, 1995).

Normalmente la microestructura compacta de los morteros se halla rota por huecos con forma de grietas. Estas grietas son el resultado de la puesta en obra del producto y proceso de expansión y contracción, típico de los minerales de la arcilla, durante el fragüe del mortero, como se puede observar por ejemplo en las muestras de revocos de los CE IXa y Xc (BE-28297 y BE-25096 respectivamente) o en aquella asociada al mortero de fábrica recuperado en CE Xd (BE-9789). En todos los casos la frecuencia de estas grietas es escasa por lo que se entiende debió de haber existido un cuidado en la dosificación de los componentes de los morteros con tal de prevenir el agrietamiento excesivo de la mezcla durante el proceso de fragüe de la misma.

En el caso de los morteros empleados para el revestimiento y acabado de las estructuras de techumbre del CE IXa y IXb se hallan huecos pseudomórficos de materia vegetal descompuesta por oxidación evidenciando la utilización de la paja como aditivo en la mezcla (láms. IIIe y IVb) (Macphail, 1990; Matthews, 1995; Goldberg and Macphail, 2006). Posiblemente obtenida como descarte durante la realización de actividades subsistenciales (procesos de trillado del trigo y cebada por ejemplo), la paja

utilizada como aditivo en los morteros sirvió para prevenir que la mezcla se expandiera y contrajera excesivamente durante su aplicación y fragüe, al igual que para garantizar una mejor adherencia al soporte de ramas y cañizos (Matthews, 1995).

Por último la observación de canales y cámaras, sobre todo en las muestras BE-9789, BE-28667 y BE-26384, nos informa acerca de la acción de microfauna sobre los morteros (láms. IIIc, IIIId, IVa, IVc y IVd) (Courty *et al.*, 1989; Matthews, 1995). Aunque generalmente se asocia a procesos posdeposicionales, en algunos casos, como en las muestras asociadas a los morteros de revestimiento utilizados en la construcción de techumbre, seguramente se trate también de actividad biológica *in situ*. En el caso de la muestra extraída del mortero de revestimiento utilizados en el CE IXb (BE-26384, lám. IIIId) la horadación del mortero por parte de microfauna conllevó el aumento de la porosidad (15.76%) y por tanto debió de afectar a su durabilidad, sin embargo parece ser que fue el fuego lo que al final incidió en su destrucción.

Dosificación y distribución relacionada C/F

Los morteros de fábrica utilizados en el levantamiento y acabado de las estructuras murarias presentan una textura areno-arcillo-limosa donde cada parte del agregado se mezcló con una parte y media a dos partes de áridos (1:1,5 – 1:2).

El mortero de barro empleado como revestimiento en la construcción de la estructura de techo del CE IXa (BE-28667, lám. IVa) presenta una textura arcillo-limosa, donde el dominio de limos y arcillas llega a ocupar un 70-75% del total de la mezcla (2,3:1 a 3:1). Esta dosificación representaría una mezcla que aseguraría una mejor adherencia al soporte de ramas y cañizos que forman el esqueleto de la estructura (Capel, 1977, 1986; Rivera Groennou, 2007). Aunque las mezclas más ricas en aglomerante son de difícil manejo en estado fresco y pueden presentar fisuras en estado endurecido, debido a la contracción natural de los minerales de la arcilla, el añadido de aditivos vegetales funcionaría como estabilizador previniendo precisamente estos procesos.

Por el contrario el mortero de revestimiento utilizado en la techumbre del CE IXb (BE-26384, lám. IIIId) presenta una textura fundamentalmente arenosa. Esta dosificación dominada por fracciones de tamaño arena representa una mezcla más pobre en aglomerante, o sea con mayor volumen de agregados, por lo que posiblemente debió resultar en una masa de difícil trabajabilidad y no hubiese tenido resistencia ni adherencia suficiente en estado endurecido.

En cuanto a la relación entre los componentes minerales gruesos y los componentes finos la totalidad de los morteros estudiados se caracteriza por mostrar una distribución relacionada de tipo *porfírica* donde el material más fino llena todos los espacios intersticiales entre los componentes gruesos. Mientras que en algunos casos se observa una distribución relacionada porfírica de simple espacio donde los granos están separados a una distancia equivalente a su tamaño, en otros presentan una distribución cerrada en la cual los granos están en contacto entre sí (Stoops, 2003; Aguilar *et al.*, 2009). Este aspecto es otra evidencia del amasado de la materia prima con cierta proporción de agua como proceso de elaboración previo a su aplicación.

Contextura birrefringente del material fino

Aunque se entiende que la materia prima procede de depósitos formados a partir del mismo ambiente sedimentario aluvial propio del Rumblar, se pueden observar diferencias en cuanto a la contextura birrefringente de la masa basal entre las muestras estudiadas. Estas diferencias responden fundamentalmente a la naturaleza de los componentes minerales finos y a la posible acumulación diferencial de materia orgánica amorfa en los distintos depósitos formados por las aguas del Rumblar.

La acumulación de materia orgánica amorfa altamente alterada deriva en la pérdida de birrefringencia por parte del material original observándose una micromasa *indiferenciada*, caracterizada por la ausencia de colores de interferencia de la micromasa o por colores de interferencia bajos marrón rojizo-oscuro y causada por la absorción sobre los minerales de arcilla de compuestos de hierro de nueva formación enmascarando el arreglo anterior de las partículas de arcilla (Courty *et al.*, 1989; Stoops, 2004).

En casos diferentes la masa basal de los morteros presenta una contextura birrefringente cristalítica donde los colores de interferencia de ésta se deben al dominio de minerales de tamaño “arena fina” o “muy fina” y limos de naturaleza cuarzo-micácea. Tanto en el caso de los morteros empleados en el alzado y acabado de los muros del CE Xc (BE-25092 y BE-25096, lám. IIIb) como en aquél empleado en el revestimiento de la estructura de techo del CE IXa (BE-28667) la contextura cristalítica se halla gracias a que la oxidación de la materia orgánica amorfa incluida en la matriz no llegó a ocultar la birrefringencia de los componentes minerales finos y porque el fuego no llegó a afectar directamente a los componentes minerales finos.

Edaforrasgos

Los edaforrasgos observados en las muestras de morteros de barro estudiados representan una serie de atributos formados durante la manufactura de la mezcla o característicos de procesos posdeposicionales (Courty *et al.*, 1989; Macphail, 1990). Se trata de rasgos de naturaleza textural reconocidos por una concentración de una fracción granulométrica, relacionada al transporte mecánico de materiales finos, arcillas y limos principalmente, definidos morfológicamente en el revestimiento de los distintos tipos de huecos hallados en la matriz (Stoops, 2003).

Revestimientos de arcillas impuras hallados en los huecos vesiculares principalmente sugieren el apagado de la mezcla durante el proceso de manufactura previo a su aplicación (Courty *et al.*, 1989; Macphail, 1990). En aquellos materiales altamente alterados por el fuego estos revestimientos se encuentran enrojecidos debido a la rubificación de los minerales de la arcilla (Courty *et al.*, 1989; Macphail, 1990).

Estos últimos se van a diferenciar de aquellos revestimientos de arcillas transparentes y bien orientadas hallados en cámaras, canales y grietas producto de procesos de iluviación que afectaron a los sedimentos en los que los restos constructivos se encontraron (Courty *et al.*, 1989). En ocasiones se observan revestimientos en capas compuestas superponiéndose a los de arcillas e intercalándose distintos revestimientos

de limos y arenas muy finas evidenciando diversos momentos de deposición de estos materiales a causa del movimiento del agua a través de los huecos.

Normalmente estos edaforrasgos texturales se hallan escasamente representados, menos del 2%, aspecto que hace pensar tanto en el nivel de masificación y compactación de la microestructura de los morteros debido a los procesos de manufactura empleados, como en el régimen de pluviosidad típico de los climas semiáridos mediterráneos.

CONSIDERACIONES FINALES

El estudio sistemático de muestras extraídas de fragmentos de morteros de barro endurecidos procedentes del poblado argárico de Peñalosa ha permitido (1) la identificación de la naturaleza de los distintos componentes y las posibles zonas de obtención de la materia prima, (2) la caracterización de diferentes técnicas de fabricación relacionadas a la construcción de estructuras específicas y (3) la evaluación sobre las propiedades físicas y mecánicas originales de estos materiales arquitectónicos.

Los morteros de barro empleados en las construcciones de Peñalosa fueron manufacturados a partir de materiales locales. Materia prima que, si atendemos a las formas generalmente subredondeadas de los componentes minerales gruesos y la abundancia de limos y arcillas empleadas en la mezcla, comparadas con los suelos poco desarrollados característicos del cerro escarpado donde se encuentra asentado el yacimiento, seguramente provenga de los sedimentos aluviales aportados por el Río Rumblar.

La hipótesis de la naturaleza aluvial de la materia prima es apoyada por las evidencias en relación con alto grado de alteración geoquímica sufrida por los materiales sedimentarios en sus depósitos originales que quedó plasmada en la oxidación de los componentes minerales gruesos, en la alteración de la materia orgánica amorfa contenida en los sedimentos y en la presencia de nódulos de impregnación de hierro incluidos en la matriz. La formación de estos procesos estaría asociada a las fluctuaciones estacionales del caudal del Río Rumblar, alternando momentos de saturación y desecación del suelo, típicas de los climas mediterráneos.

Según el sistema de fabricación estamos ante morteros hechos *in situ*. Durante la elaboración de la mezcla a pie de obra quedaron incluidos casualmente distintos desechos de ocupación. Este sistema implica el transporte de la materia prima desde las zonas de extracción hasta el lugar de la obra, posiblemente dentro de algún tipo de cesta. Dificultad añadida cuando hablamos al respecto de la construcción de los Grupos Estructurales IX y X (Terraza Superior y Acrópolis Este respectivamente), ubicados en las partes más altas del poblado y donde se tendría que recorrer, sobre 200 metros de distancia, más de 75 metros de desnivel.

Si bien es cierto que el dominio de arenas y limos representado en la matriz de las muestras de los morteros se puede obtener naturalmente de los depósitos sedimentarios aluviales, entendemos que la experiencia humana tuvo mucho que ver en el cuidado de la selección intencionada de materiales que presentaran esta granulometría específica

o en conseguirla mediante la segregación mecánica de las fracciones excesivamente gruesas, posiblemente mediante decantación.

Las diferencias halladas en las formas de elaboración de los morteros se pueden explicar tanto desde el punto de vista del nivel de experiencia técnica de los albañiles argáricos como desde la funcionalidad e importancia social de los espacios a construir.

Las evidencias apuntan a una diferencia en la dosificación de las mezclas dependiendo del tipo de estructura a construir asociada directamente a la funcionalidad de la misma. Mientras que para los morteros de fábrica utilizados en el alzado y acabado de los muros de mampostería les interesa más un material con granulometría de tipo areno arcillo limosa, generalmente para los morteros de revestimiento empleados en la construcción de las estructuras de techo, que a forma de mateados recubrieron el armazón de ramas soportado por una serie de postes de madera, les convino una mezcla de carácter limo arcillosa atenuada con paja, mezcla que garantizaría una mejor adherencia al soporte vegetal.

Los morteros de fábrica usados en la construcción del CE Xc presentan una mayor intención de refinamiento de la mezcla y por tanto una mejor calidad. La diferencia entre el 3.5 a 8.9% de unidades de tamaño “grava” dentro de los áridos en las mezclas del CE Xc y el 25% observado en el material recuperado en el CE Xd se puede explicar desde un punto de vista funcional. Así el mortero empleado en la construcción del CE Xd resulta un material mucho más pesado por lo que posiblemente se utilizó en el levantamiento de las estructuras macizas que sirvieron de límite entre éste y el CE Xa al sur. Por su parte la granulometría más cuidada y la menor porosidad (< 5%) de los materiales procedentes del CE Xc garantizarían una mayor impermeabilidad y resistencia a los agentes exteriores, de ahí su uso en el alzado y revestimiento de los paramentos interiores de los muros de mampostería del pasillo descubierto.

Se ha documentado un cierto “descuido granulométrico” existente entre el material empleado en la construcción de la techumbre del complejo estructural IXa y aquel elaborado para la construcción del mismo tipo de estructura en el espacio de circulación constituido por el complejo estructural IXb. Este descuido se evidencia si se compara el 8.9% de fragmentos de rocas tamaño “grava”, asociado a un 6% aproximado total de porosidad hallado en el primer caso, y el 20% que ocupan las fracciones de iguales características, incluidas en una matriz fundamentalmente arenosa y con un 15% de porosidad como se observa en el segundo. Mientras que el mortero de revestimiento del CE IXa ofrecería una mayor resistencia mecánica y contra los agentes climáticos, este descuido pudo ser debido a que con la construcción de las estructuras de fortificación exteriores durante la última fase de ocupación (IIIA) el CE IXb perdió importancia al quedar eliminado su carácter de acceso al poblado desde el exterior.

Aunque la diferencia en la dosificación y en el cuidado puesto en la elaboración del revoco/enlucido del CE IXa, en el que se encuentra un 18.6% de áridos gruesos y un 5% total de porosidad, contrario a aquél de misma funcionalidad utilizado en el CE Xc, se podría explicar gracias al carácter cubierto del primer espacio donde los agentes medioambientales no afectarían directamente, cabe preguntarse si tal diferencia responde más a factores de índole social.

En conclusión, el análisis de láminas delgadas de materiales arquitectónicos basados en tierra ha demostrado ser una técnica de análisis muy sensitiva y ha producido un marco para evaluar la importancia de las variaciones observadas en la micromorfología de las distintas muestras seleccionadas. La importancia de cada atributo micromorfológico al estudio de los restos constructivos se ha discutido e ilustrado en referencia a una selección de características observadas en las láminas delgadas del yacimiento de la Edad del Bronce de Peñalosa.

Se ha puesto de manifiesto el alto nivel de conocimiento alcanzado por los albañiles argáricos en cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales disponibles y aptos para estos fines, reflejado en la explotación intensiva de canteras específicas, y sobre las propiedades físicas y mecánicas a buscar a la hora de la elaboración de los morteros. Aunque en este momento no se puede hablar de una regularización o normalización de los procesos de elaboración de los morteros durante la Edad del Bronce en el Alto Guadalquivir, se entiende que la gran acumulación de experiencias, mediante procesos de ensayo y error, por parte de la sociedad argárica permitió la ampliación de estos saberes. Si bien es cierto que la calidad de los morteros debió depender directamente del nivel de experiencia de los albañiles de Peñalosa, tanto la entidad de las construcciones como las complejas soluciones arquitectónicas sugieren la existencia de una gran capacidad organizativa.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece encarecidamente a los directores del Proyecto Peñalosa, Dr. Francisco Contreras Cortés y Dr. Juan Antonio Cámara Serrano, que amablemente han cedido los materiales y las informaciones contextuales utilizadas en el desarrollo del presente trabajo. A la Dra. Auxilio Moreno Onorato por el constante e incondicional apoyo a esta investigación. Al Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada por permitirme hacer uso de sus espacios donde se elaboró el estudio que aquí les presentamos. Al Dr. Richard Macphail del Instituto de Arqueología de la Universidad de Londres por la amplia orientación ofrecida en cuanto al tema de la micromorfología de suelos y por la gran ayuda brindada en la fabricación de las láminas delgadas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, J., DORRONSORO FERNÁNDEZ, C., FERNÁNDEZ, J., DORRONSORO DIAZ, C., MARTÍN, F., y DORRONSORO, B. (2009): *Micromorfografía de suelos: Programa interactivo multimedia para el autoaprendizaje de la descripción de láminas delgadas de suelos*. Página web <http://edafologia.ugr.es/index.htm>.
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, F.J. (1998): "Los morteros en la antigüedad". *La técnica de la arquitectura*

en la antigüedad, Amparo Graciani (Ed.), Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 79-96.

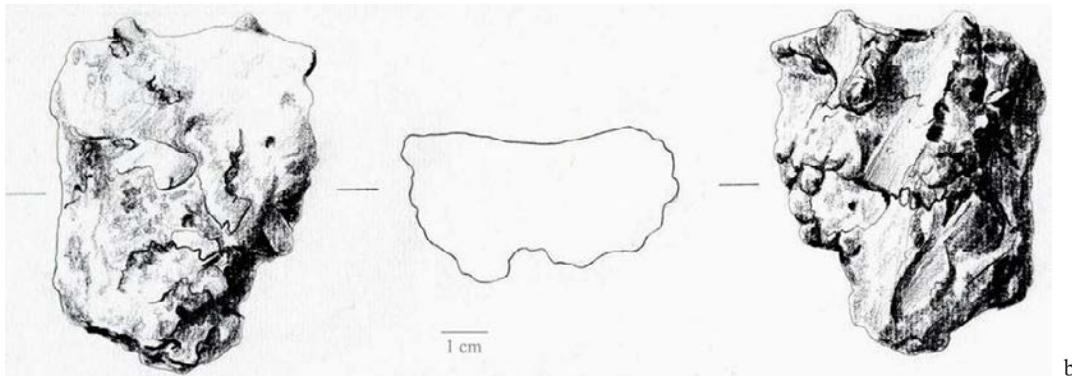
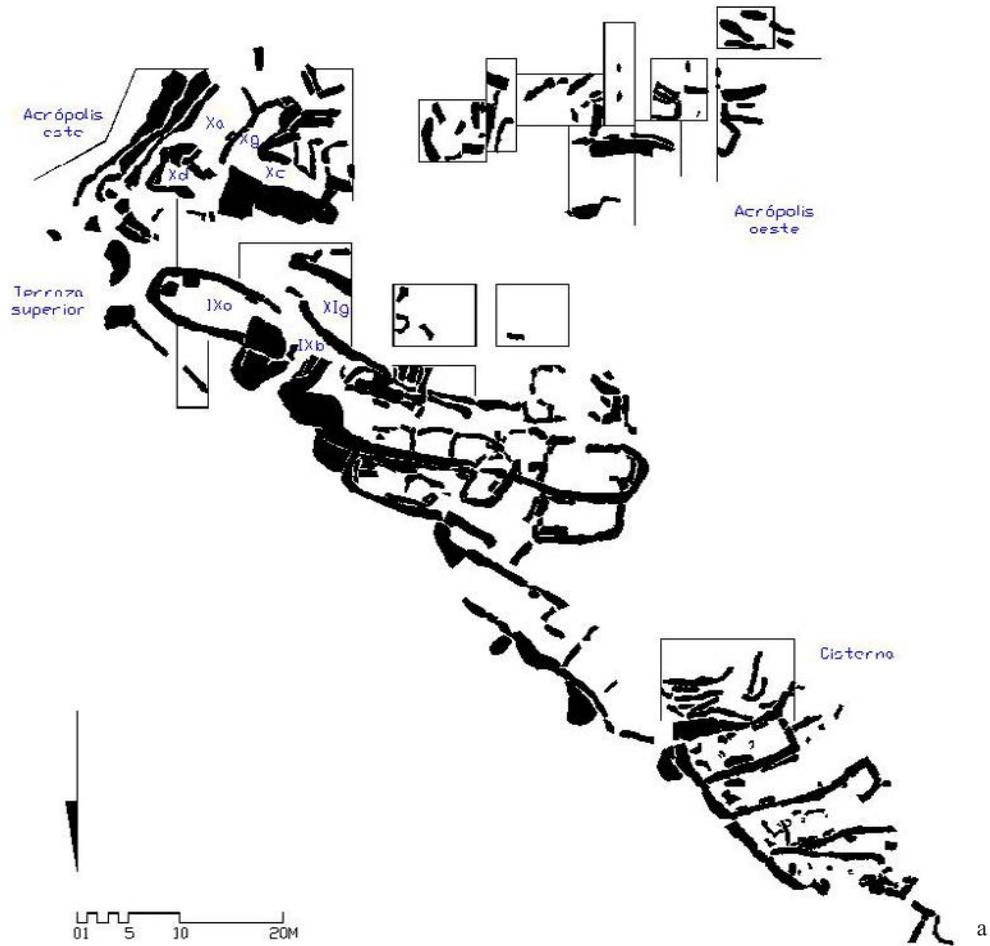
- ÁLVAREZ GALINDO, J.I. y ONTIVEROS ORTEGA, E. (2006): "Morteros". *PH cuadernos 19: Programa de normalización de estudios previos aplicado a bienes inmuebles*, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 92-144.
- ÁLVAREZ GALINDO, J.I., MARTÍN PÉREZ, A. y GARCÍA CASADO, P.J. (1995): "Historia de los morteros". *Boletín Informativo Instituto Andaluz*

- del Patrimonio Histórico 13*. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 52-59.
- AYALA JUAN, M^a.M. y ORTIZ GONZALEZ, R. (1995): “Análisis por Difracción de Rayos X de enlucidos de las casas argáricas de los yacimientos El Rincón de Almendricos y El Cerro de las Viñas de Coy. Lorca”. *Congreso Nacional de Arqueología XIX: I (Castellón, 1987)*. Edita la Secretaria General de los Congresos Arqueológicos Nacionales, Universidad de Zaragoza, Seminario de Arqueología, Zaragoza, pp. 323-329.
- AYALA JUAN, M^a.M., RIVERA NUÑEZ, D. y OBON DE CASTRO, C. (1989): “Improntas vegetales de adobes procedentes de la Casa A del yacimiento argárico en llanura El Rincón de Almendricos. Lorca, Murcia”. *Congreso Nacional de Arqueología XIX: I (Castellón, 1987)*. Edita la Secretaria General de los Congresos Arqueológicos Nacionales, Universidad de Zaragoza, Seminario de Arqueología, Zaragoza, pp. 279-293.
- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G., and TURSINA, T. (1985): *Handbook of Soil Thin Section Description*. Waine Research Publishing, Albrighton.
- CAPEL, J (1977): “Aplicación de métodos analíticos al estudio de los sedimentos del yacimiento Cerro de la Encina (Monachil, Granada)”, *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada 2*, Granada, pp. 321-347.
- CAPEL, J. (1986): “Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos de algunos yacimientos de La Mancha”, *ORETVM II*, Ciudad Real, pp. 56-153.
- CASTRO MARTÍNEZ, P.V., CHAPMAN, R.W., GILI i SURIÑACH, S., LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE HERRADA, C., RISCH, R. y SANAHUJA YLL, M^a.E. (1999): *Proyecto Gatas. 2: La dinámica arqueológica de la ocupación prehistórica*. Arqueología Monografías 4, Dirección General de Bienes Culturales, Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico. Conserjería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CONTRERAS, F. CÁMARA, J.A., MORENO, A., ARANDA, G. (2004): “Las sociedades estatales de la Edad del Bronce en el Alto Guadalquivir (Proyecto Peñalosa. 2^a fase). Quinta campaña de excavaciones (2001)”. *Anuario Arqueológico de Andalucía 2001*, Sevilla, pp. 24-38.
- CONTRERAS, F., SÁNCHEZ RUIZ, M. y NOCETE CALVO, F (Dirs.) (2000): *Proyecto Peñalosa. Análisis Histórico de las Comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailen. Proyecto Peñalosa*. Arqueología Monografías 10, Dirección General de Bienes Culturales, Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Histórico, Conserjería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CORNWALL, I.W. (1953): “Soil Science and archaeology with illustrations from some British Bronze Age monuments”, *Proceedings Prehistoric Society 2*, pp.129-147.
- COURTY, M^a A. y FEDEROFF, N. (1999): “Análisis de micromorfología de suelos del yacimiento de Gatas (España). Resultados preliminares”. *Proyecto Gatas. 2: La Dinámica Arqueológica de la Ocupación Prehistórica*, AA.VV. Arqueología Monografías 4. Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 291-296.
- GOLDBERG, P. AND MACPHAIL, R.I. (2006): *Practical and Theoretical Geoarchaeology*, Blackwell Publishing, Oxford.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, M.S., FUMANAL, M^a.P., MARTINEZ, J., BATLLE-SALES, J., BORDÁS, V., FERRER, C. y SERNA, A. (1996): “Un modelo de estudio interdisciplinar: El Cabezo Redondo (Villena, Alicante) y su entorno”, *Congreso Nacional de Arqueología, (Elche 1995) XXXIII*, Elche, pp. 143-160.
- IGLESIAS MARTINEZ, M.C. (1996a): “Análisis de la variación de la composición de los morteros utilizados en los muros de fábricas tradicionales”, *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (en Madrid del 18 al 21 de septiembre de 1996), Instituto Juan de Herrera, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Madrid, pp. 271-276.
- JARAMILLO, A. (2004): “Una aproximación ambiental al yacimiento prehistórico argárico de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)”, *@rqueología y Territorio 1*, Granada, pp. 83-99.
- KUBIENA, W.L. (1938): *Micropedology*, Collegiate Press, Ames, Iowa.
- KUBIËNA, W.L. (1953): *The Soils of Europe*. Thomas Murby, London.
- MADOZ, P. (1988): (1845-1850) *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus alrededores*, Tomo I, Jaén, Madrid.
- MACPHAIL, R.I. (1990): “Micromorphological investigation of the soils and sediments”. *Archeologia*

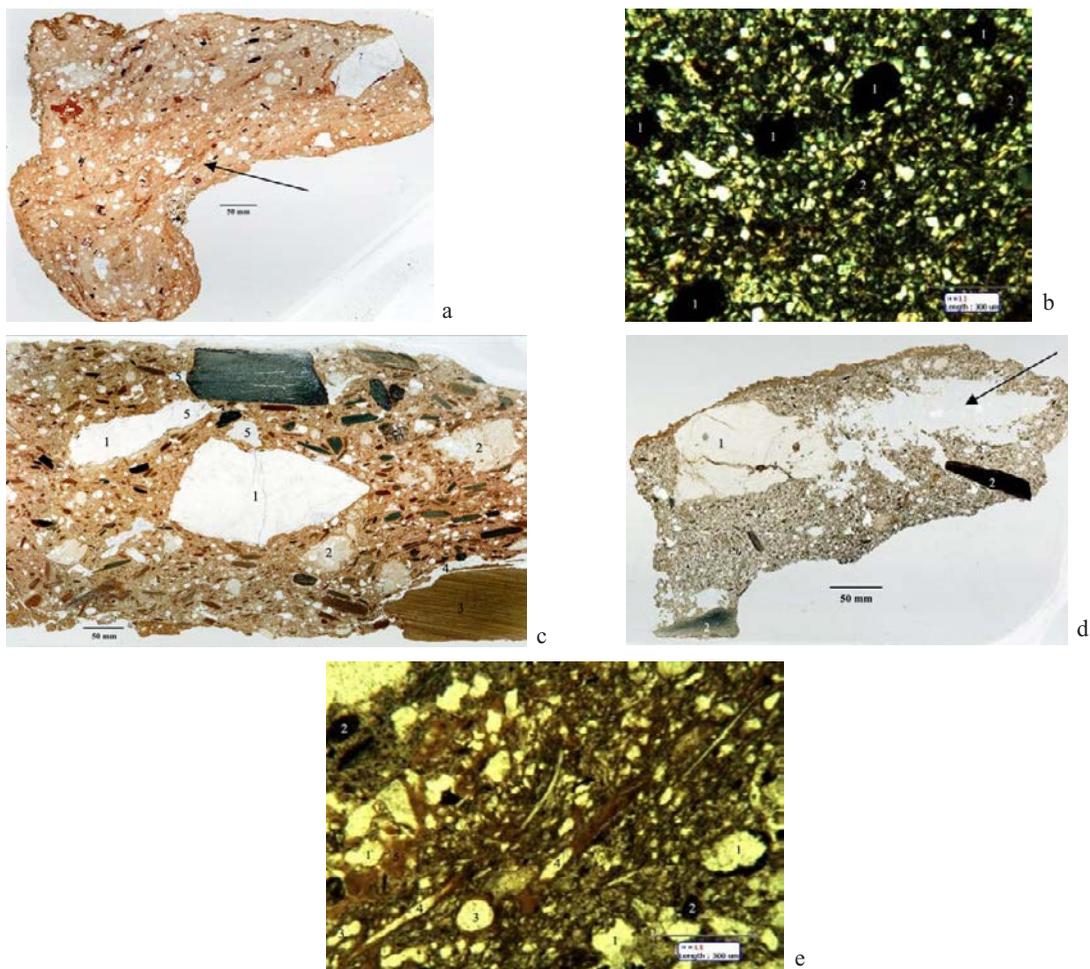
- dell'Appennino Ligure. Gli scavi del Castellaro di Uscio: Un insediamento di crinale occupato del neolitico alla conquista romana*, (R. Maggi, Dir.). Collezione di Monografie Preistoriche ed Archeologiche VIII. Istituto Internazionale di Studi Liguri, Bordighera, Sezione Tigullia – Chiavari, Bordighera, pp.179-197.
- MATTHEWS, W. (1995): "Micromorphological characterization and interpretation of occupational deposits and microstratigraphic sequences at Abu Salabikh, Southern Iraq". *Archaeological Sediments and Soils: Analysis, Interpretation and Management* (A.J. Barham & R.I. Macphail, Eds.) Institute of Archeology University College, London, pp. 41-74.
- MATTHEWS, W., SHILLITO, L.-M., AND ALMOND, M. J. (2004): "Micromorphology: investigation of Neolithic social and ecological strategies at seasonal, annual and life-cycle timescales", *Çatalhöyük 2004, Archive Report*, http://www.catalhoyuk.com/archive_reports/2004/ar04_22.html.
- MATTHEWS, W., WILES, J. and ALMOND, M. (2006): "Micromorphology and microanalysis of architectural surface materials and residues: investigation of source materials and the life-cycle of buildings", *Çatalhöyük 2006 Archive Report*, http://www.catalhoyuk.com/downloads/Archive_Report_2006.pdf.
- MELLAART, J (1969): *Çatal Höyük: A Neolithic Town in Anatolia*, Thames and Hudson, London.
- RIVERA GROENNOU, J.M. (2007): "Aproximación a las formas constructivas en una comunidad de la Edad del Bronce: el poblado argárico de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)", *@rqueología y Territorio 4*, pp. 5-21.
- RODRIGUEZ GORDILLO, J.F. (2005): "Morteros como elementos de estudio en arqueología-arqueometría medieval", *Arqueometría y Arqueología Medieval*. Colección Nakla, Editorial Al-Baraka, Granada, 171-192.
- ROTH, L.M. (2005): *Entender la arquitectura: sus elementos, historia y significado*. Editorial Gustavo Gill, SA, Barcelona.
- SERNA SERRANO, A. (1996): "De sedimentología y técnicas constructivas. A propósito de un poblado de la Edad del Bronce en el Vina-lopó: La Horna (Aspe, Alicante)", *Congreso Nacional de Arqueología (Elche 1995) XXXIII*, pp. 161-170.
- STOOPS, G. (2003): *Guidelines for Analysis and Description of Soils and Regolith Thin Sections*. Soil Science Society of America Inc., Wisconsin.
- VELA COSSÍO, F. (2003): "Investigación arqueológica y construcción con tierra en la Península Ibérica". *Actas del II Seminario Iberoamericano de construcción con tierra*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura (Madrid 18 y 19 de Septiembre de 2003), Ed. Mairea, Madrid.



Lám. I.—(a) Vista aérea del yacimiento arqueológico de Peñalosa tras la campaña de excavación del 2005. En el recuadro se señala la ubicación geográfica del poblado argárico; (b) Panorámica del asentamiento de la Edad del Bronce vista desde el noreste.



Lám. II.—(a) Planimetría general del poblado de Peñalosa con los Grupos Estructurales objetos de estudio del presente trabajo; (b) Fragmento de mortero de barro con improntas de ramas recuperado durante la excavación del contexto sedimentario asociado al derrumbe de la estructura de techo del CE IXa, BE-28667.



Lám. III.—(a) Mortero de fábrica areno-arcillo-limoso empleado en el alzado y acabado de los muros de mampostería de delimitan el CE Xc (BE-25092). Mortero de granulometría fina y de matriz sumamente compacta. Se puede observar algunos elementos laminares (flecha) resultado de la puesta en obra de la mezcla en estado plástico; (b) Ampliación muestra BE-25092 donde se muestran huecos vesiculares (1) en una microestructura masiva de contextura birrefringente cristalítica debido a la naturaleza cuarzo micácea de la matriz (XPL). La presencia de nódulos de impregnación de Fe/Mg (2) hace pensar en el carácter aluvial de la materia prima; (c) Mortero de fábrica de granulometría gruesa recuperado en el CE Xd (BE-9383). Mezcla de granulometría gruesa dominada por cuarzos (1) y fragmentos de rocas detríticas (2) y esquistos (3) de tamaño “grava” a “grava gruesa”, incluidos en una microestructura rota por algunos canales (4) y cámaras (5) debido a la acción de microfauna; (d) Mortero con cuarzo tamaño “grava gruesa” (1) y esquistos tamaño “grava” (2) empleado en el revestimiento del armazón de ramas que formaría la estructura de techumbre del CE IXb (BE-26384), espacio de circulación. Mortero en el que se observa un cierto descuido granulométrico y en el que abundantes cámaras y canales (flecha) evidencian una alta acción biológica; (e) Ampliación de una parte de la zona inferior de la muestra BE-26384 en donde se observan huecos pseudomorfo (4) y vesiculares (3) en una matriz dominada por cuarzos tamaño arena (1). Micromasa de color marrón oscuro debido a la carbonización de materia orgánica fina incluida en la mezcla y nódulos de impregnación de Fe/Mg (2) (PPL). Revestimientos de arcillas (5) evidencian procesos posdeposicionales.



Lám. IV.—(a) Mortero limo-arcilloso empleado en el revestimiento del armazón de ramas que formaría la estructura de techumbre del CE IXa (BE-28667), espacio de habitación/producción. Microestructura masiva rota por abundantes canales (1) producto de la horadación del material por parte de microfauna. Las flechas están indicando las zonas de mayor rubificación del material fino; (b) Ampliación de una parte de la zona inferior de la muestra BE-28667 en donde se observan huecos pseudomorfos (3) de la materia vegetal utilizada como estabilizador del mortero, huecos vesiculares (2) significativo de la puesta en obra del mortero en estado fresco y nódulos de impregnación de Fe/Mg (1) dentro de una matriz que presenta una alta rubificación de la micromasa debido al intenso fuego que incidió en la destrucción de la estructura. Revestimientos de arcilla (4) indican procesos posdeposicionales de iluviación de material fino hacia los estratos en el que quedaron incluidos los fragmentos de morteros al destruirse las estructuras (PPL); (c) Mortero de barro areno-limoso utilizado en el acabado de las estructuras murarias del CE IXa (BE-28297), en donde la microestructura masiva se halla rota por algunas cámaras y canales (flecha); (d) Muestra BE-28297, se muestra una pequeña esquirla de hueso altamente calcinado (1), y moderadamente impregnado por componentes de Fe (2), incluido en la mezcla casualmente debido a la manufactura a pie de obra de la mezcla (OIL). Adyacente a este se encuentra un canal (3).