



# EL BAJAREQUE EN TECHOS DE LA JOYA, MÉXICO, Y SANT JAUME, ESPAÑA

Marta Mateu Sagués<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, mmateusa@gmail.com

**Palabras clave:** técnicas constructivas, micromorfología, arqueología

## Resumen

El bajareque es una técnica constructiva con tierra muy usada por todo tipo de sociedades, para elaborar paredes, muros, techos, cubiertas y otros tipos de elementos estructurales, en distintas áreas climáticas y períodos cronológicos. A pesar de esta ubicuidad, los casos arqueológicos han sido poco investigados. En el presente trabajo, se quiere hacer una comparación concreta entre el uso de esta técnica para techos en dos contextos distintos, en los sitios arqueológicos de La Joya (Veracruz, México, 400 d.C.) y Sant Jaume (Tarragona, España, 650-550 a.C.). Se pretende identificar las diferencias en los embarros, así como los tipos de armazones vegetales a partir de sus improntas. En toda esta investigación se tiene en cuenta el distinto conocimiento tecnológico de las dos sociedades que los elaboraron. Este trabajo se basa en un primer análisis morfotipológico de fragmentos encontrados en los dos contextos específicos, seguido de un análisis micromorfológico de unas muestras escogidas. Este análisis consiste en su estudio, a escala microscópica, pudiendo diferenciar en los materiales, fenómenos y procesos antrópicos de los procesos propiamente naturales, edáficos. Para ello, las muestras se impregnaron y se elaboraron las láminas delgadas pertinentes para poder estudiarlas y describirlas usando el microscopio petrográfico. Con esta investigación se pretende observar las diferencias entre las composiciones de los materiales usados e interpretado su puesta en obra. Por un lado, se ha podido concretar la procedencia de las materias primas (para Sant Jaume un material carbonatado principalmente dolomítico, para La Joya un material volcánico con unas características determinadas) y que se mezclaron con una gran cantidad de componentes vegetales. Por otro lado, se ha observado la técnica de construcción de estos techos de bajareque, aplicando la mezcla sobre un armazón vegetal. Por último, se ha podido constatar la destrucción de los edificios por un incendio gracias al estudio de estos fragmentos.

## 1 INTRODUCCIÓN

Con este trabajo se compara una misma solución arquitectónica, los techos de tierra (bajareque), en dos sitios arqueológicos completamente distantes en cultura, tradición, ambiente, geomorfología, etc. Pese a las múltiples diferencias existentes entre ellos, es posible buscar los rasgos comunes en la técnica constructiva que sean de utilidad para estudiar esta arquitectura en cualquier sitio arqueológico y poder afianzar y mejorar la técnica de análisis, como es específicamente la micromorfología.

En este artículo se describen cuatro fragmentos de bajareque, correspondientes a lo que arqueológicamente se ha interpretado como partes de los techos de los edificios (2 muestras de cada sitio). Aunque no es una muestra que estadísticamente se pueda determinar como significativa, será útil para evaluar el potencial de la técnica y mejorar el registro de rasgos diagnósticos de las técnicas constructivas.

### 1.1 Sitios arqueológicos

Los dos sitios arqueológicos tienen una larga trayectoria investigadora y cuentan con una amplia bibliografía de referencia. Para los fines de este trabajo, solo se resumirán las características principales.

La Joya (Veracruz, México) pertenece a la cultura Remojadas, de las Culturas del Golfo de Mesoamérica, y se sitúa en la planicie costera del Golfo, en un ambiente de trópico húmedo (Daneels; Vernucci, 2017) (figura 1). Fue la capital de un territorio de unos 120 km<sup>2</sup> entre

100 a.C. y 1000 d.C., con todo un programa de construcción monumental. El material constructivo es local, obtenido de la tierra limosa de las terrazas aluviales, de arenas de paleodunas y de tierra con arcillas expansivas, tanto de horizonte B de paleodunas como de gleyes de estanques de agua artificiales. Las muestras analizadas provienen del techo de una residencia palaciega, incendiado hacia el 400 d.C. (Daneels, 2007).

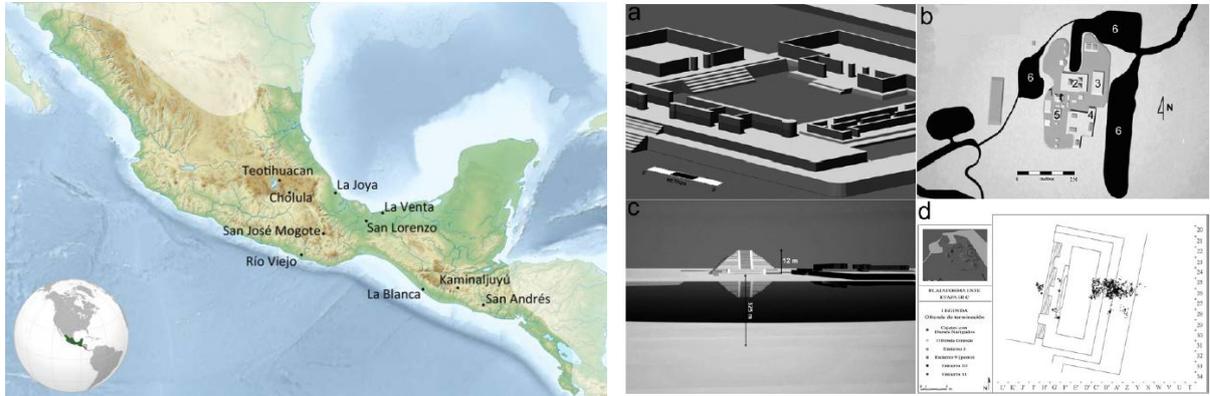


Figura 1. Situación del sitio arqueológico de La Joya. Reconstrucción y planimetría del sitio (Daneels, 2016; Daneels; Love; Ávalos, 2018)

Sant Jaume (Tarragona, España), sitio de reducidas dimensiones (640 m<sup>2</sup> aproximadamente), está ubicado sobre una pequeña colina con altitud de 224 m a 2 km de la costa y a una veintena de kilómetros al sur de la desembocadura del Ebro (nordeste de la Península Ibérica) en un clima temperado (Garcia i Rubert; Gracia; Moreno, 2016) (figura 2). Presenta una única fase de ocupación, finalizada con un incendio generalizado alrededor del 600 a.C., en el marco de la primera Edad del Hierro (Garcia i Rubert; Gracia; Moreno, 2016; Gómez-Paccard et al., 2019). Geológicamente se encuentra con un substrato de rocas calcáreas y margas que forman suelos calcáreos. Existe cerca del sitio un banco de arenas dolomíticas (Mateu, 2016).

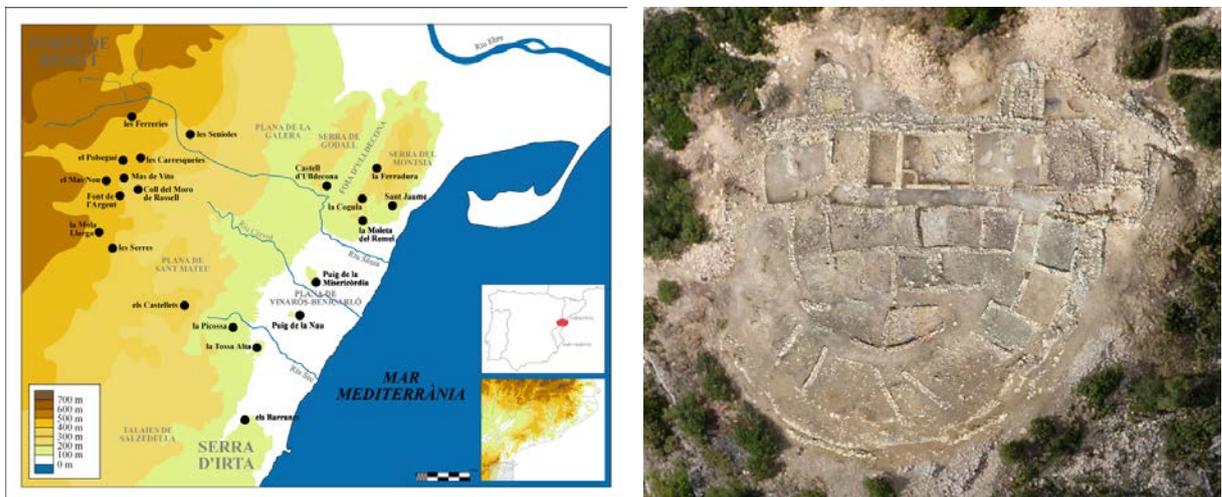


Figura 2. Situación geográfica y ortofotografía del sitio arqueológico de Sant Jaume (Garcia i Rubert; Gracia; Moreno, 2016)

## 1.2 Metodología

La aplicación de las técnicas de la geoarqueología, y especialmente la micromorfología de suelos, a estos materiales constructivos ayudan a la identificación de los distintos componentes (minerales, orgánicos, antrópicos, etc.), su proporción y distribución, así como su posible origen y procedencia. También sirven para interpretar las posibles técnicas de manufactura de estos sedimentos antrópicos y su uso en la construcción, así como los procesos postdeposicionales (Mateu, 2016).

En cada sitio se está realizando el estudio macroscópico, sedimentario y de clasificación de todos los fragmentos de bajareque y de tierra cruda que se han ido levantando en los distintos estratos y niveles. Una vez hecho el estudio, se realiza el muestreo de esos fragmentos característicos y entendidos como necesarios para poder estudiar su composición<sup>1</sup>. Para un estudio más avanzado, será necesario comparar estas muestras con otras de palesuelos y fragmentos de muros, aplanados y pisos.

En el laboratorio se procede a la elaboración de las láminas delgadas de los fragmentos<sup>2</sup>. Para realizar las láminas se encuentra una extensa literatura, pero básicamente las muestras son consolidadas a través de la total impregnación por capilaridad con resina de poliéster, para después realizar secciones de 30 µm de grosor que son colocadas en portaobjetos de 5 x 7 cm y 13,5 x 5,5 cm (Fitzpatrick, 1984; Loaiza et al., 2015).

Una vez realizadas las láminas delgadas se observan con un microscopio óptico petrográfico con aumentos entre 25x y 400x con luz polarizada plana (PPL), luz polarizada cruzada (XPL) y luz oblicua incidente (LOI). Para su descripción e interpretación se sigue los criterios utilizados por Bullock et al. (1985), Courty et al. (1989), Bergadà (1998) y Stoops (2003). En este trabajo en concreto, para comprender todas las descripciones es necesario tener en cuenta:

- La microestructura de cada muestra es descrita a escala semimacroscópica de 25 a 40x.
- La proporción de poros en cada muestra se ha estimado, en el microscopio, a 40x.
- La relación entre fracción gruesa (FG) y fracción fina (FF), en el microscopio, así como la distribución relacionada entre estas fracciones se ha evaluado a 40x. El límite entre las dos fracciones se ha situado a 0,063 mm (que es la separación entre limos y arenas).
- En la fracción gruesa (FG) se encuentran los componentes mineralógicos y litológicos (de los que se registran medidas, morfología, distribución y se estima porcentaje).
- También se encuentran componentes orgánicos. En estos casos, los más comunes son los componentes vegetales (CV), que son inclusiones intencionales en la misma mezcla del material.
- La fracción fina (FF) se caracteriza por su color, en PPL y por su birrefringencia en XPL (se determina su textura de birrefringencia).
- Por último, los edaforrasgos (unidades de textura distintas al material adyacente) también son descritos, tanto su morfología, su abundancia como su distribución.

## 2 DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LOS BAJAREQUES

### 2.1 La Joya

Como se puede encontrar en las distintas descripciones de este sitio, los techos únicamente son conocidos a través de vestigios colapsados en los pisos de algunos edificios, después de incendios intencionales (Daneels, 2007). Estos vestigios fueron endurecidos por el fuego, con las improntas paralelas de juncos o ramas (según los diámetros) normalmente en una de las superficies. Según Daneels y Vernucci (2017, p.29) los techos se caracterizan como:

Plastas de tierra con alto contenido de fracción fina y con zacate sin cortar en un 50%, trabajada en húmedo y colocado en una capa de 4 a 10 cm de espesor sobre un soporte horizontal de varas delgadas de 1 a 1,5 cm de diámetro (¿juncos?), probablemente apoyadas en travesaños colocados en vigas.

<sup>1</sup> En este caso, como aún no se ha terminado el estudio (específicamente en la Joya), se han escogidos pocos fragmentos para realizar esta prueba.

<sup>2</sup> Las láminas delgadas de las muestras de Sant Jaume se realizaron en el Servicio de Micromorfología y Análisis de Imágenes de los Servicios Científico-técnicos de la Universidad de Lleida (a cargo de la Dra. R.M. Poch). Las de las muestras de la Joya en el Laboratorio de paleosuelos y taller de laminación del Instituto de Geología de la UNAM (a cargo del Dr. S. Sedov y el Mtro. J. Díaz).

Para este estudio se hicieron láminas delgadas de dos fragmentos (1 lámina por cada fragmento) procedentes de la Plataforma Este, concretamente el fragmento 26 de la bolsa 1752 de la esquina SE (M1) y el fragmento 63 de la bolsa 1737 del cuarto NE (M2) (figura 3). A continuación, se presenta su descripción sedimentaria/macros cópica.



Figura 3. Muestras de bajareque de la Joya. M1 y M2.

La M1 tiene una cara exterior de superficie alisada con muchas evidencias de los componentes vegetales (CV) usados. No sería una cara lisa, con un acabado (o falta el acabado o a lo mejor revestía una madera o una piedra). Tiene unos 2 cm de grosor (pero es irregular). Muy poroso como consecuencia de los CV usados. Poca fracción gruesa (FG), todo muy fino con alguna arena gruesa redondeada. La cara opuesta tiene las improntas de lo que sería tallos o juncos de unos 8 mm de diámetro. Todo ello está afectado por el fuego, la parte más alisada con un ambiente reductor (o que ha afectado la materia vegetal y tiene un color negro). La opuesta de las improntas con un color rojizo anaranjado (combustión oxidante intensa).

La M2 es un fragmento muy informe con una impronta de un tallo o junco muy marcado, pero sin ninguna cara lisa. Toda la pieza es de color muy homogéneo, marrón con algo de negro resultado de la combustión que los afectó. Parece bastante arenoso, con poca FG, pero con una alta proporción de poros de componentes vegetales.

## 2.2 Sant Jaume

En este sitio se encuentran también las evidencias de los techos a través de su colapso en los pisos de la mayoría de los espacios excavados. En este caso son fragmentos de bajareque de mayor tamaño que en el anterior sitio, pero se tiene el inconveniente que el sitio es interpretado como un gran edificio con dos plantas. Debido a estas circunstancias excepcionales, resulta una tarea muy difícil diferenciar entre los niveles del primer piso (techos de la planta baja) y las cubiertas de los edificios (García i Rubert; Gracia; Moreno, 2016; Mateu, 2016). No obstante, con las evidencias excavadas se cree que el sistema

constructivo también sería de un manteado de tierra de entre 8 y 20 cm sobre un entramado horizontal de cañas paralelas que descansarían encima de unas vigas/travesaños apuntaladas en las paredes de piedra, eventualmente sostenidas con pilares de piedra (García i Rubert et al., 2016; Mateu, 2016).

Los fragmentos estudiados en este trabajo son dos de la UE 10004 del A4: la M3 (MM0024 en Mateu, 2016) y M4 (MM0007 en Mateu, 2016) (figura 4). La descripción macroscópica es la siguiente.

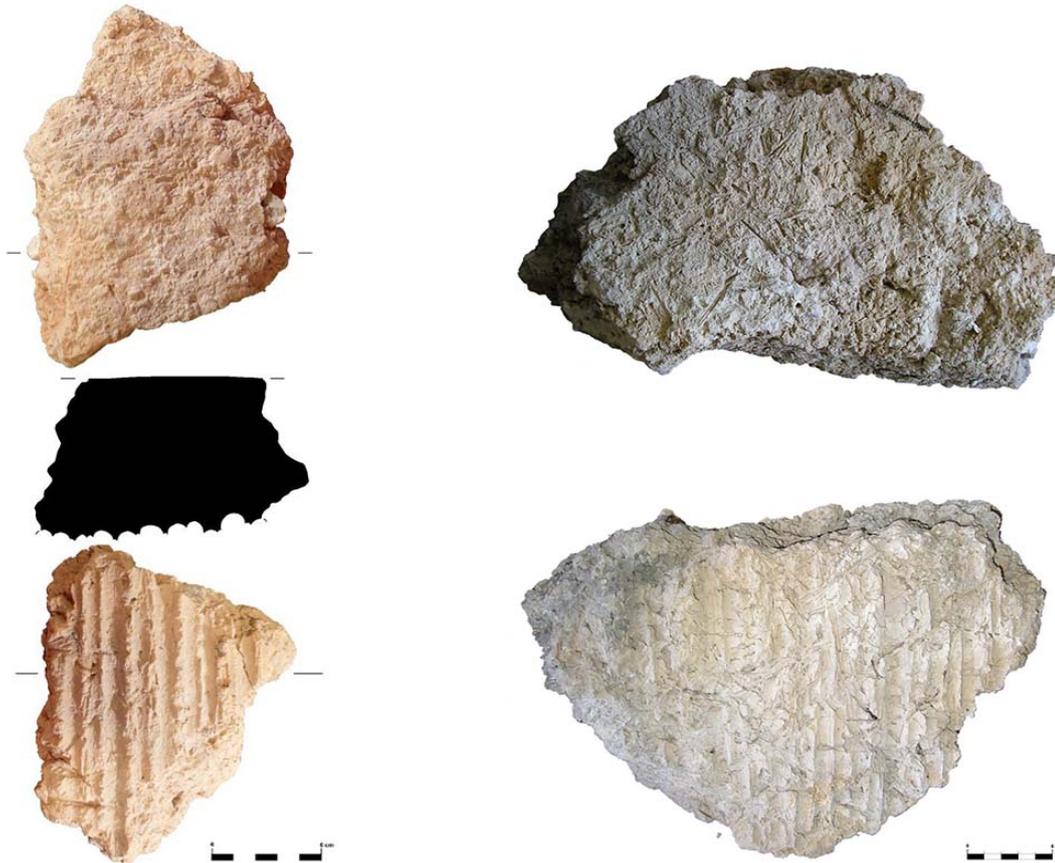


Figura 4. Muestras de Sant Jaume. M3 y M4.

La M3 dispone de una superficie superior alisada y la inferior con improntas de encañizado (cañas de unos 10 mm). Tiene unos 8 cm de espesor con un 25 % porosidad (mayor parte poros de CV). La relación entre la fracción gruesa y la fracción finas es de 2/1 (FG/FF), teniendo una FG compuesta de alguna gravilla y grava redondeada de caliza y cuarzo. No se observa un color homogéneo, de amarillo pálido a rosado (10YR 6/6 y 7/4). Parece que sí que hay un alisado intencional en la cara superior.

La M4 tiene una cara superior con una tendencia lisa y la opuesta con improntas de encañizado (cañas de unos 10 mm). Entre 8 y 10 cm de espesor con un 30% porosidad (mayor parte de poros de CV). La relación entre fracción gruesa y fracción fina es de 2/1, siendo la FG compuesta de gravillas y gravas redondeadas de caliza y cuarzo. No tiene un color homogéneo: entre el blanco y beige-amarillo (10YR 8/1-10YR 8/8). Se observan concreciones postdeposicionales de carbonato cálcico alrededor de la pieza.

### 3 DESCRIPCIÓN MICROMORFOLÓGICA

Se ha elaborado una lámina delgada del grosor de cada muestra, orientándolas como sería su posición original, con las improntas de cañas/juncos en la parte inferior (figura 5) que describimos e interpretamos a continuación.



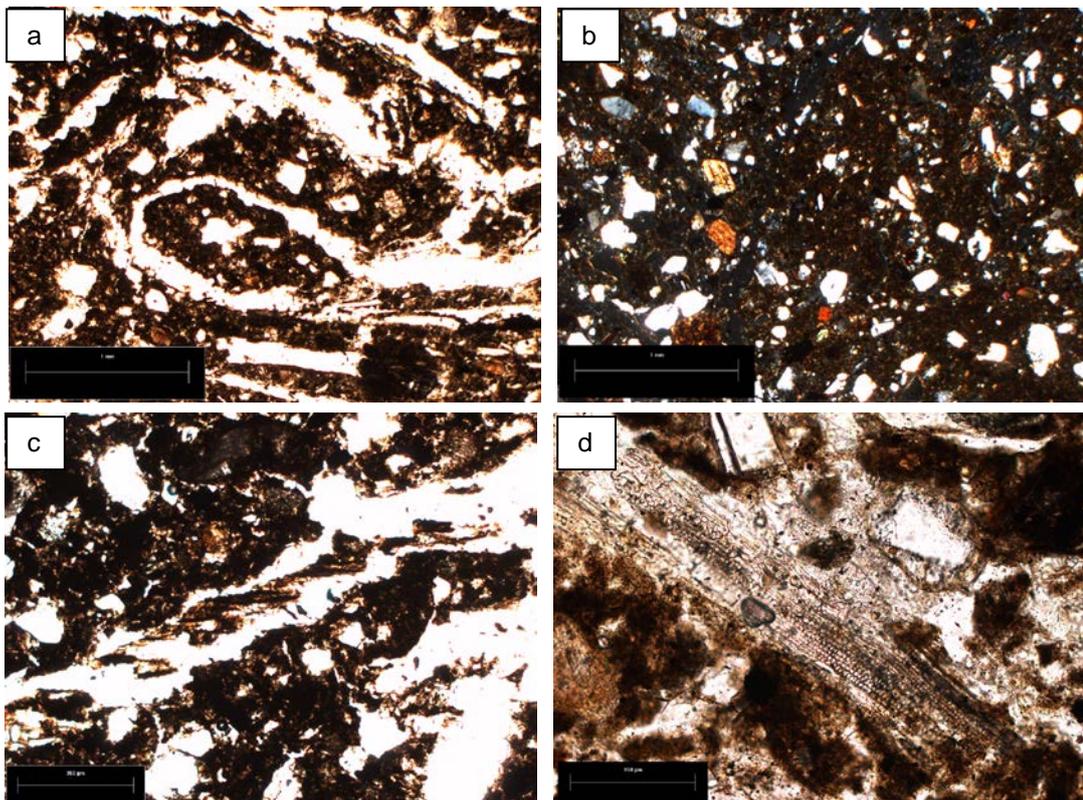
Figura 5. Escaneo de las láminas delgadas elaboradas a partir de las muestras de bajareque, presentadas en lo que se asume fue su posición original. De izquierda a derecha: M1 y M2 (La Joya), M3 y M4 (Sant Jaume).

### 3.1 Descripción M1 y M2 (La Joya)

Las dos muestras que se han estudiado tienen una masa basal principalmente arenosa, y una microestructura masiva sin agregados, con poros de CV (delgados, alargados, más forma tubular). Hay algún poro vesicular y alguna grieta. En este caso las dos muestras son bastante heterogéneas en cuanto a la porosidad y a la distribución de sus poros. No obstante, tienen una porosidad media alrededor del 30% (figura 6a).

En estos dos casos se encuentra una alta proporción de arenas (un 40%), aunque sin gravas ni gravillas. Las arenas (de diferentes tamaños) son subredondeadas y subangulares principalmente de cuarzos, feldespatos y plagioclasas (figura 6b).

La fracción fina es una masa limosa de color pardo-naranja en PPL y oscuro sin birrefringencia en XPL. La contextura de birrefringencia (*b-fabric*) es cristalítica pero muy cerca a indiferenciada. En la mayor parte de las dos muestras la distribución relacionada entre FG y FF es porfírica cerrada (la FG se encuentra inmersa en una masa densa de FF), pero en algún caso es casi quitónica (la FF se encuentra recubriendo la FG) (Stoops, 2003).



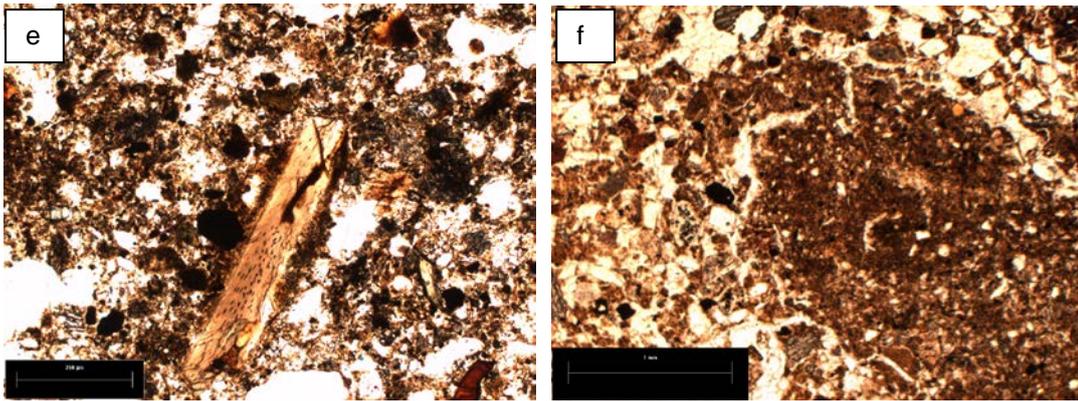


Figura 6. Microfotografías de las muestras M1 (columna izquierda) y M2 (columna derecha). a) porosidad donde se pueden observar los poros de CV. PPL a 20x; b) masa basal donde se aprecia la distribución FG/FF. XPL a 20x; c) componentes vegetales carbonizados en unos poros. PPL a 40x; d) fitolito en uno de los poros de CV. PPL a 100x; e) fragmento de hueso. PPL a 40x; f) agregado de tierra con una proporción más alta de FF que en el resto. PPL a 20x.

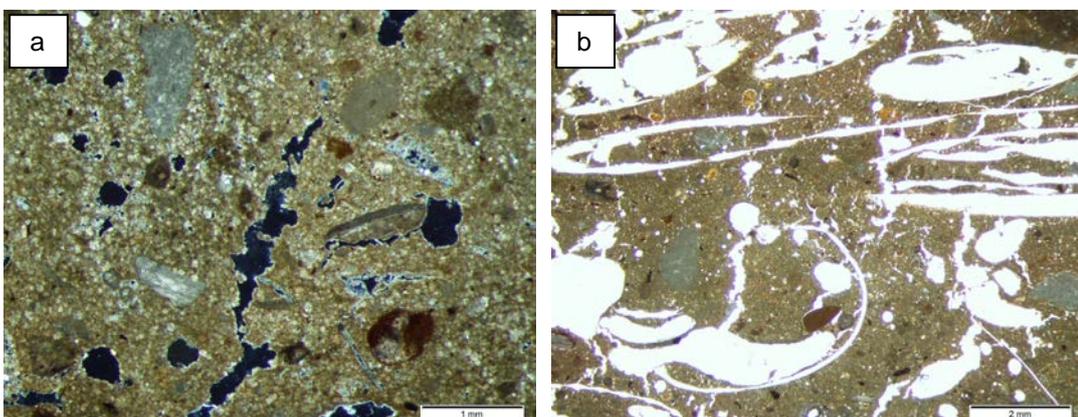
Como fracción orgánica se hallan fitolitos y restos de material vegetal en proceso de carbonización (figuras 6c y 6d). Esto es debido a los componentes vegetales usados en la mezcla de la masa (Matthews, 2010; Mateu, 2016). En una de las muestras hay varios fragmentos pequeños de huesos alterados por la combustión (figura 6e).

Como edaforrasgos aparecen nódulos de óxido-hidróxido de hierro e impregnaciones. Se observan los efectos de la combustión en el color (matrices más oscuras), la FG (con algún rasgo de fisuras, de colores, etc.), y los restos de CV carbonizados. También encontramos algunos agregados de material más fino (figura 6f).

### 3.2 Descripción M3 y M4 (Sant Jaume)

En las dos muestras se observa una microestructura masiva sin agregados, con poros de CV (delgados, alargados, más forma tubular). También se encuentran algunos poros vesiculares de tamaños irregulares y grietas (figuras 7a y 7b).

En este caso las dos muestras son bastante heterogéneas, con alta proporción de FG y una porosidad de entre 30 y 40%. Para identificar la fracción de arenas, que es muy regular, se ha calculado la proporción entre Fracción Gruesa / Fracción Arenas / Fracción Fina: en estos casos la FA (entre 40 y 125  $\mu\text{m}$ ) se encuentra entre un 35 y un 40%. La FG (gravillas <3 mm y gravas de entre 1 y 2 cm de calcárea y dolomía) ocupa un 5% y está distribuida aleatoria y heterogéneamente; la mayoría son subredondeadas con rasgos de combustión (fisuras, brunificación, disolución). Sería una distribución 2/3/1. En la muestra M4 encontramos en alguna de las zonas una acumulación de fantasmas de dolomitas (partículas de la misma forma que las arenas de dolomita, pero de color oscuro y opaco, con las mismas características en PPL y XPL).



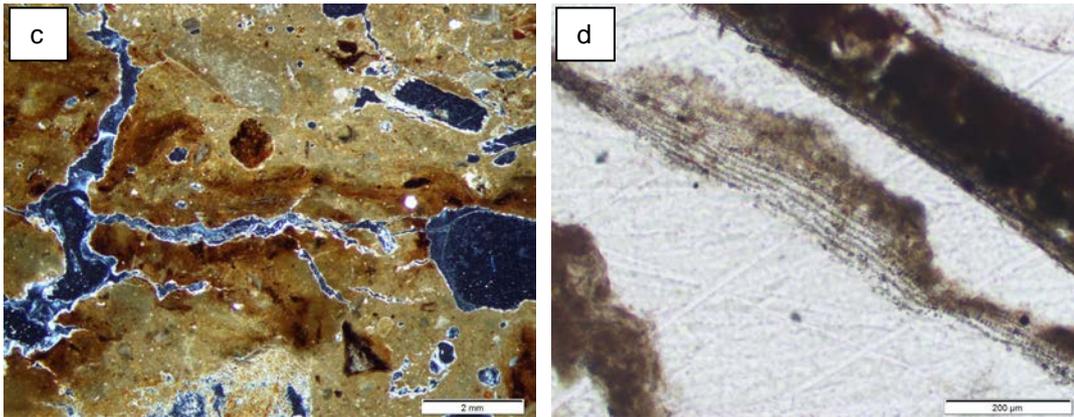


Figura 7. Microfotografías de las muestras M3 y M4. a) matriz heterogénea de la M3. XPL; b) porosidad donde se observan los poros de CV, en M4. PPL; c) intercalaciones de óxidos-hidróxidos de hierro en M4. XPL; d) fitolito en uno de los poros de M4. PPL.

La fracción fina es una masa arcillosa carbonatada con tonalidades de colores verdes-grises en PPL y en XPL con los mismos colores, pero más oscuros, y sin birrefringencia. Tiene una contextura cristalítica de birrefringencia (*crystallitic b-fabric*). Se observan intercalaciones de material más arcillosos (figura 7c), correspondientes a la elaboración del material (distintos grados de humedad) (Matthews, 1995; Cammas, 2018).

Como fracción orgánica se hallan fitolitos, la mayoría de los cuales son de gramíneas indeterminadas (no se ha podido determinar el cereal), aunque en algunos casos se ha podido discernir si se trataba de una hoja o un tallo (Mateu, 2016) (figura 7d).

En la muestra M3 se encuentra una capa en la parte superior de 1 cm de espesor. Esta capa, menos porosa y con una matriz más fina que el resto del fragmento correspondería a un acabado del material, del alisado y también nos indica cómo era la técnica de elaborar estas estructuras de techo en capas (Cammass, 2003: 41; Mateu, 2016).

### 3.3 Interpretaciones

En las cuatro muestras se encuentran rasgos característicos indicativos de la técnica de elaboración de estos bajareques.

En primer lugar, se pueden identificar los componentes principales y su origen. En el caso de Sant Jaume, gracias al estudio previo de la autora (Mateu, 2016), se ha podido determinar que las dos muestras pertenecen a la fábrica 5, que en general está compuesta por unas matrices carbonatadas con una alta proporción de arenas de dolomitas y calcitas, y poca fracción más gruesa y microfósiles. La carbonatación de estas matrices aún está en proceso de estudio, pero una de las posibilidades es el uso del añadido de cal en las mezclas. En el caso de la Joya tenemos unas matrices también con alta proporción de arenas sin fracción más gruesa, con una matriz fina indiferenciada en XPL. Este último aspecto indica las características de la materia prima, también en proceso de estudio, por la posibilidad de la presencia de material amorfo (seguramente de tipo alófanos) (Pérez, 2016). No obstante, en los dos casos la materia prima procede de alrededor del sitio arqueológico (se encuentran las mismas problemáticas en el resto de materiales y de material geológico que están en curso de estudio), pero en esta técnica de bajareque se observa una atención especial en la cantidad de arenas incluidas (ya sea porque las tierras eran ricas en estas, o bien porque añadieron la cantidad adecuada).

Por otra parte, en las cuatro masas se observa que se les añade componentes vegetales, identificados tanto por la morfología de los poros como por los fitolitos (Matthews, 2010; Mateu, 2016) o los restos vegetales en proceso de carbonización. Respecto a los poros que se observan en todas las muestras también destacan los poros vesiculares de tamaños irregulares, que corresponden a la elaboración de los fragmentos (al agua cuando se elabora la masa) (Cammass, 2018).

Respecto más a la técnica de construcción se observa que las masas son arenosas con alto porcentaje en CV, aspectos que indican la intención de que el material no se fracturara en su puesta en obra (Doat et al., 1983; Matthews, 2010; Mateu, 2016). El hecho del uso elevado de CV (con una proporción estimada entre 30 y 40%) también procedería a la intención de dotar al material de más ligereza, aunque siguiera siendo un material compacto y seguramente impermeable para funcionar como techos, aspectos que vienen a reforzar la idea ya expuesta en el caso de la Joya por Daneels y Guerrero (2011).

Por otra parte, la orientación y distribución de los poros y de los distintos componentes, así como las intercalaciones de material más fino, indican el proceso de elaboración de estos fragmentos de posibles techos. Por un lado, se observa el trabajo del material, que en las zonas más heterogéneas no fue muy bien amasado, no obstante, se consiguió el objetivo de trabajarlo con la proporción correcta de arenas, CV y agua para aumentar la cohesión y disminuir la porosidad (Cammass, 2003, 2018; Mateu, 2016). También se observa la construcción en capas (Cammass, 2003), paralelas al entramado de cañas/juncos que se observa macroscópicamente. Estas capas se observan en las muestras de Sant Jaume; en las de La Joya no se observan las capas, pero la distribución y orientación de poros y componentes indican que existió una aplicación directa revistiendo un entramado vegetal (armazón de la estructura), con una presión del material encima de este entramado.

Por último, otro aspecto que se puede observar con el análisis micromorfológico es el incendio que afectó los espacios donde estuvieron estos techos. Sobre todo, en los de la Joya se encuentran unos colores más rojizos, rubificados en las zonas de contacto con el entramado vegetal. Pero también se hallan los componentes con efecto del fuego: los componentes vegetales, algún fragmento de hueso, alguna fracción gruesa en los de Sant Jaume.

#### 4 CONCLUSIONES

Como se ha intentado mostrar en este trabajo, aunque se están comparando unos fragmentos de sitios tan diametralmente distintos, se observan rasgos comunes que indican técnicas de construcción y procedencia de los materiales. Aun así, este estudio, sobre todo en el caso de La Joya es una de las primeras aproximaciones micromorfológicas que se ha de ir enriqueciendo con otros trabajos que están en curso como, entre otros, los de paleosuelos o de adobes del mismo sitio<sup>3</sup>.

Además, en particular de estos fragmentos de bajareque, tienen una dificultad añadida a sus interpretaciones, y es que los dos espacios en los que se encuentran se incendiaron y afectaron a los materiales modificando su estado original. Para esta problemática se tiene que seguir con la descripción macroscópica, específicamente para seguir entendiendo el material y como podrían funcionar los techos (como podrían ser los armazones, la posición y orientación de estos techos, etc.). A la vez, se debe mejorar los análisis micromorfológicos para diferenciar entre los materiales de tierra en crudo de los que tienen alguna afectación térmica.

No obstante, la micromorfología es útil para entender la elaboración de la construcción con tierra, sus materiales y sus componentes, así como sus técnicas. Por otra parte, con este tipo de análisis también se pueden determinar sus posibles usos y los procesos que afectaron a las estructuras después de su uso. Por todo esto, se cree necesario seguir con la investigación micromorfológica de la arquitectura en tierra y ampliar los ejemplos de rasgos característicos de las distintas técnicas.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bergadà, M. M. (1998). Estudio geoarqueológico de los asentamientos prehistóricos del Pleistoceno Superior y el Holoceno inicial en Catalunya. BAR International Series 742, Oxford, Gran Bretaña:

---

<sup>3</sup> Estudios llevados a cabo por Thania Alejandra García (paleosuelos) y Salvador Piña (adobes).

Archaeopress.

Bullock, P.; Fedoroff, N.; Jongerius, A.; Stoops, G.; Tursina, T. (1985). Handbook for soil thin section description. Wolverhampton, Gran Bretaña: Waine Research publ.

Cammas, C. (2003). L'architecture en terre crue à l'Âge du fer et à l'époque romaine: apports de la discrimination micromorphologique des modes de mise en oeuvre. En: Chazelles, C.-A. de; Klein, A. (Eds.), Terre modelée, découpée ou coffrée. Matériaux et modes de mise en oeuvre. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. (Montpellier 17-18 novembre 2001). Montpellier, Francia: Éditions de l'Espérou. p. 33–53.

Cammas, C. (2018). Micromorphology of earth building materials: Toward the reconstruction of former technological processes (Protohistoric and Historic Periods). *Quaternary International* 483: 160-179.

Courty, M.A.; Goldberg, P.; Macphail, R.I. (1989). Soils and micromorphology in archaeology. Cambridge, Gran Bretaña: Cambridge University Press.

Daneels, A. (2007). Monumental earthen architecture at La Joya, Veracruz, Mexico. Report 07021. Crystal River, Florida, Estados Unidos: Foundation for the Advancement of Mesoamerican Research. Disponible en <http://www.famsi.org/reports/07021/07021Daneels01.pdf>

Daneels, A. (2016). Political and technological significance of the monumental earthen architecture of La Joya, on the Tropical Gulf Coast of Mexico. En: Daneels, A. (Ed.). Monumental earthen architecture in early societies. Technology and power dispaty. Proceedings of the XVII UISPP World Congress (1-7 september, Burgos Spain). Volume 2. Oxford, Gran Bretaña: Archaeopress Publishing LTD. p. 13-20.

Daneels, A.; Guerrero, L. (2011). Millenary earthen architecture in the tropical lowlands of Mexico. *APT Bulletin* 42(1): 11-18.

Daneels, A.; Love, M.; Ávalos, E. (2018). Control de presión interna de rellenos en basamentos de la Mesoamérica Prehispánica. 18º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, La Antigua Guatemala, Guatemala: USAC-CII/PROTERRA. p. 36-46.

Daneels, A.; Vernucci, A. (2017). Experimento de construcción con materiales, herramientas y métodos prehispánicos en México. 17º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Memorias. La Paz, Bolivia: PROTERRA/FAADU-UMSA. p. 28-38.

Doat, P.; Alain Hays, A.; Houben, H.; Matuk, S.; Vitoux, F. (1983). Construire en terre. CRAterre. Paris, Francia: Editions Alternatives.

Fitzpatrick, E.A. (1984). Micromorphology of soils. New York, NY: Chapman and Hall.

Garcia i Rubert, D.; Gracia, F.; Moreno, I. (2016). L'assentament de la primera edat del ferro de Sant Jaume (Alcanar, Montsià). Els espais A1, A3, A4, C1, Accés i T2 del secto 1. Barcelona, España: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

Gómez-Paccard, M.; Rivero-Montero, M.; Chauvin, A.; Garcia i Rubert, D.; Palencia-Ortas, A. (2019). Revisiting the chronology of the Early Iron Age in the north-eastern Iberian Peninsula. *Archaeological and Anthropological Sciences*. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00812-9>

Loaiza, J.C.; Stoops, G.; Poch, R.M.; Casamitjana, M. (2015). Manual de micromorfología de suelos y técnicas complementarias. Medellín, Colombia: Fondo editorial Pascual Bravo.

Mateu, M. (2016). Estudi de la terra crua durant la primera edat del ferro al nord-est de la península Ibèrica des de les perspectives micromorfològica i tipològica els materials del jaciment de Sant Jaume (Alcanar, Montsià). Tesis doctoral. Barcelona, España: Universitat de Barcelona. Disponible en <http://hdl.handle.net/10803/397708>

Matthews, W. (1995). Micromorphological characterisation and interpretation of occupation deposits and microstratigraphic sequences at Abu Salabikh. En: Barham, T.; Bates, M.; Macphail, R.I. (Eds.), *Archaeological Sediments and Soils, Analysis, Interpretation and Management*. London, Gran Bretaña: Archetype Books, Southern Iraq, p. 41-76.

Matthews, W. (2010). Geoarchaeology and taphonomy of plant remains and microarchaeological residues in early urban environments in the Ancient Near East. *Quaternary International* 214: 98–113.

Stoops, G. (2003). Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin section. Madison, Estados Unidos: Soil Science Society of America.

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora agradece a la UNAM la concesión de la beca posdoctoral en el IIA que está permitiendo desarrollar, en esta institución, los estudios micromorfológicos de la arquitectura en tierra mesoamericana. Así mismo agradece a los proyectos y a las instituciones que han hecho posible las excavaciones en los dos sitios arqueológicos y sus posteriores investigaciones. Para Sant Jaume agradece a todo el equipo GRAP y los estudiantes que han colaborado con excavaciones y laboratorio, así como al Dr. David Garcia i Rubert y la Dra. Mercè Bergadà por la dirección de la tesis en la que se estudiaron las dos láminas delgadas del sitio presentadas en este trabajo. Para La Joya, a la Dra. Annick Daneels por la orientación de la investigación y el acceso a las muestras; a Salvador Piña, Hugo Fernández y Mtro. Jaime Díaz por la ayuda indispensable en la elaboración de las dos láminas delgadas correspondientes; y a Eder Alejandro Martínez y Martha Olivia López por la investigación macroscópica de los fragmentos de bajareque que están llevando a cabo.

## **AUTORES**

Marta Mateu Sagués, doctora en arqueología (Universidad de Barcelona), micromorfóloga, arqueóloga e historiadora; beneficiaria del Programa de Becas Posdoctorales, UNAM, como becaria del Instituto de Investigaciones Antropológicas, con la asesoría de la Dra. Annick Daneels; miembro del Grupo de Investigaciones Arqueológicas Protohistóricas (GRAP-UB) y codirectora de las excavaciones e investigaciones del sitio arqueológico de Sant Jaume (Alcanar, España).