



MICROMORFOLOGÍA: UN RECURSO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RASGOS TECNOLÓGICOS EN LA ARQUITECTURA DE LA JOYA, VERACRUZ, MÉXICO

Juan Salvador Piña Guido¹, Héctor Víctor Cabadas Báez²

¹Escuela Nacional de Antropología e Historia, México. chava.guido@gmail.com

²Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México, hvcabadasb@uaemex.mx

Palabras Clave: Micromorfología de suelos y sedimentos, Adobe, Golfo de México, Cultura de Remojadas, Periodo Clásico.

Resumen

Este documento presenta los resultados preliminares de una investigación pionera en México, que tiene como objetivo el desarrollo de una metodología de análisis con base en la observación microscópica de láminas delgadas, aplicada a muestras estructurales de La Joya, Veracruz, un sitio arqueológico en la costa del Golfo de México que alcanzó su apogeo durante el periodo Clásico. Tal análisis permite la caracterización mineralógica de las muestras que ayudan a comprender el origen de la materia prima; además, el análisis micromorfológico permite la identificación de rasgos relacionados a la técnica de manufactura de los materiales constructivos. Este tipo de análisis se abre paso dentro de la arqueología como una herramienta de análisis tecnológico en materiales de origen geológico que no son sometidos a algún proceso de cocción.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Micromorfología

La micromorfología se describe como el estudio con microscopio petrográfico de muestras de suelo inalteradas¹. Este tipo de estudio resulta muy útil en el análisis, por ejemplo, de la cerámica, para conocer el tipo de suelo que se usó como materia prima, sus características mineralógicas y sus técnicas de manufactura (Castañeda, 2015; García Zeferino, 2017); en la arquitectura, para identificar el origen de la materia prima en la construcción de edificios (Murakami 2015; Murakami; Boulanger; Glascock, 2018) o de superficies agrícolas descubiertas por excavaciones, para conocer el potencial que éstas tenían (Gonzales López, 2016). Hablando específicamente de la arquitectura de tierra, los estudios micromorfológicos se han limitado a la caracterización mineralógica de los materiales; partiendo de esto, White (1996) logró identificar diferentes etapas constructivas de una misión en Nuevo México; por medio de la micromorfología, se logró determinar si la arquitectura de dos sitios en el Centro de México fue construida con materiales locales (Gama Castro et al., 2012) y para hacer comparaciones entre los materiales constructivos de sitios en condiciones ambientales totalmente diferentes (Liberotti; Daneels, 2012).

Los estudios micromorfológicos que abordan aspectos tecnológicos referentes a materiales constructivos no son tan comunes. En Europa hay un grupo de autores que están haciendo aportaciones teóricas y metodológicas importantes (Pastor Quiles, 2018), pero en América, a pesar de contar con importantes sitios arqueológicos con arquitectura de tierra monumental, casi no se encuentran estudios de este tipo. En 2003, un estudio en la acrópolis de Kaminaljuyú en Guatemala hace una descripción sobre los pisos encontrados en ella, en los que menciona el término “microcapa” (*microlayer*), sin profundizar más allá de su descripción (Houston et al., 2003).

¹ edafologia.ugr.es/micgraf/quees.htm

El presente estudio propone describir rasgos tecnológicos, observables en la tierra como material de construcción, resultantes del proceso de manufactura de los mismos (selección de materia prima, procesos de compactación y de acabados de superficie).

1.2 El sitio

El sitio arqueológico de La Joya de San Martín Garabato se encuentra situado sobre la terraza aluvial de los ríos Jamapa y Cotaxtla a 14 km al sur de la actual ciudad de Veracruz, en el poblado El Tejar, perteneciente al municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, México. Le corresponden las coordenadas geográficas 19° 04' 00"N y 96° 09' 00"E (Aguilar; Morales, 2011). En la región impera un clima tropical húmedo, con precipitaciones que oscilan los 1500 mm al año; esto es importante, ya que se considera que el éxito de la arquitectura de tierra de la región, radica en la calidad de los acabados (Daneels; Guerrero Baca, 2011) que protegen a los edificios monumentales de la intemperie, permitiéndoles un intercambio de humedad entre éstos y el entorno natural.

El sitio pertenece a la Cultura del Clásico del Centro de Veracruz conocida como "Cultura de Remojadas". Presenta una ocupación constante de cerca de un milenio, comenzando como la capital de una pequeña entidad en épocas tempranas que alcanzó su auge durante el periodo Clásico (100-1000 d.C), mientras que su abandono está registrado cerca del año 1000 de esta era (Daneels, 2008).

2 METODOLOGÍA

Las secciones o láminas delgadas, consisten en cortes del material a analizar de un grosor de 30 micras. Éstas se observan, a diferentes aumentos, sobre la platina de un microscopio petrográfico. Entre otras características que tienen este tipo de microscopios, es importante señalar que usa dos filtros (nícoles) de luz, el primero, llamado polarizador, está por debajo de la lámina delgada y tiene la función de permitir el paso de los haces de luz que inciden en la muestra generando un ángulo de 90° este tipo de luz se le llama "luz polarizada". El segundo filtro, o analizador, se ubica por encima de la lámina delgada, este tiene la función de impedir el paso de los haces de luz que tienen una trayectoria de 90° con respecto a la posición de la lámina y permite el paso de todos aquellos que fueron desviados por los elementos cristalinos de la muestra. Cuando se usa solo el polarizador, se dice que se usa luz polarizada (LP); cuando se usan los dos se ve "con nícoles cruzados" (NX). Observar desde distintos ángulos de la platina, con uno o dos filtros, permite reconocer por el color y la refringencia, los cristales, poros y edaforasgos presentes en la lámina.

Para identificar rasgos tecnológicos en las muestras estructurales arqueológicas, se hicieron cortes transversales en repellos y pisos, transversales y longitudinales en adobes (para evaluar diferencias entre testas² y cantos³) y se compararon con cortes de muestras de sedimentos locales. Con este tipo de cortes en los materiales arqueológicos, se esperaba poder identificar la orientación de los acabados de superficie, rasgos de compresión en húmedo (en adobes) y observar las características de los acabados, entre otros indicadores tecnológicos.

Las muestras fueron sometidas a un proceso de impregnación con resina epóxica que tiene un índice de refracción de 1.54; posteriormente fueron montadas en un portaobjetos y pulidas con carburo de silicio hasta lograr el espesor de 30 micras (controlando la calidad de fabricación observando al microscopio petrográfico). Para el presente análisis se usó un microscopio marca OLYMPUS modelo BX51 equipado con una cámara marca RS Photometrix mientras que la obtención de imágenes se llevó a cabo con el software

² Nombre con el que se le conoce a la cara más corta de un adobe o ladrillo, normalmente asociada con el ancho del bloque.

³ Nombre con el que se le conoce al lado largo de un adobe o ladrillo, asociado al largo del bloque.

ImagePro 7.0. Las descripciones se realizaron siguiendo las recomendaciones de Bullock et al. (1985) y Stoops (2003).

Particular interés se tuvo en identificar rasgos distintivos de porosidad, microestructura, composición mineralógica y morfología de componentes gruesos, así como la fábrica que denotara orientaciones preferentes de partículas, incluyendo laminaciones o microcapas.

3 MUESTRAS ANALIZADAS

Las muestras fueron proporcionadas por el proyecto arqueológico “Exploraciones en el centro de Veracruz⁴”, provienen de la Plataforma Norte (6) y de la Plataforma Este (2); además de una muestra de paleoduna, sobre la que se encuentra el sitio, una de arena del río Jamapa (el más cercano al sitio) y una de limo tomada del lecho mayor del mismo río. La tabla 1 relaciona las muestras por su origen; el número en la primera columna es la clave de referencia para identificar la procedencia de las imágenes de las láminas delgadas.

Tabla 1: Obtención y origen de las muestras arqueológicas.

ID	Muestra	Objeto	Temporada	Sitio	Edificio	Etapas constructiva
1	M6-A	adobe	XI	La Joya	Plataforma Norte	I
2	M6-B	adobe	XI	La Joya	Plataforma Norte	I
3-A	s/n	adobe	XIII	La Joya	Plataforma Norte	III
3-B	s/n	adobe	XIII	La Joya	Plataforma Norte	III
4-A	2188	adobe	X	La Joya	Plataforma Este	III-A Superior
4-B	2188	adobe	X	La Joya	Plataforma Este	III-A Superior
5	28	repello	XV	La Joya	Plataforma Norte	III
6	17	repello	XV	La Joya	Plataforma Norte	III
7	18	piso	XV	La Joya	Plataforma Norte	III
8	16	repello	XV	La Joya	Plataforma Norte	III
9	--	paleoduna	XVIII	La Joya	Noreste de la pirámide	--
10	--	arena	XVIII	La Joya	Río Jamapa	--
11	--	limo	XVIII	La Joya	Lecho mayor del río	--

⁴ Proyecto bajo la dirección de la antropóloga y arqueóloga Annick Daneels

4 RESULTADOS

4.1 Componentes de la fracción gruesa (tamaño arena)

Todas las muestras presentan una mineralogía tamaño arena muy similar entre sí; ésta se compone principalmente de cuarzo, plagioclasas, minerales ferromagnesianos (anfíboles, piroxenos, y en menor cantidad, micas) y vidrio. Esta serie de minerales puede estar emparentada con los sedimentos provenientes del río Jamapa y Cotaxtla (los más cercanos al sitio), los cuales se originan en el volcán Pico de Orizaba, que se encuentra a 150 km (en línea recta) del sitio (Daneels, Guerrero 2011).

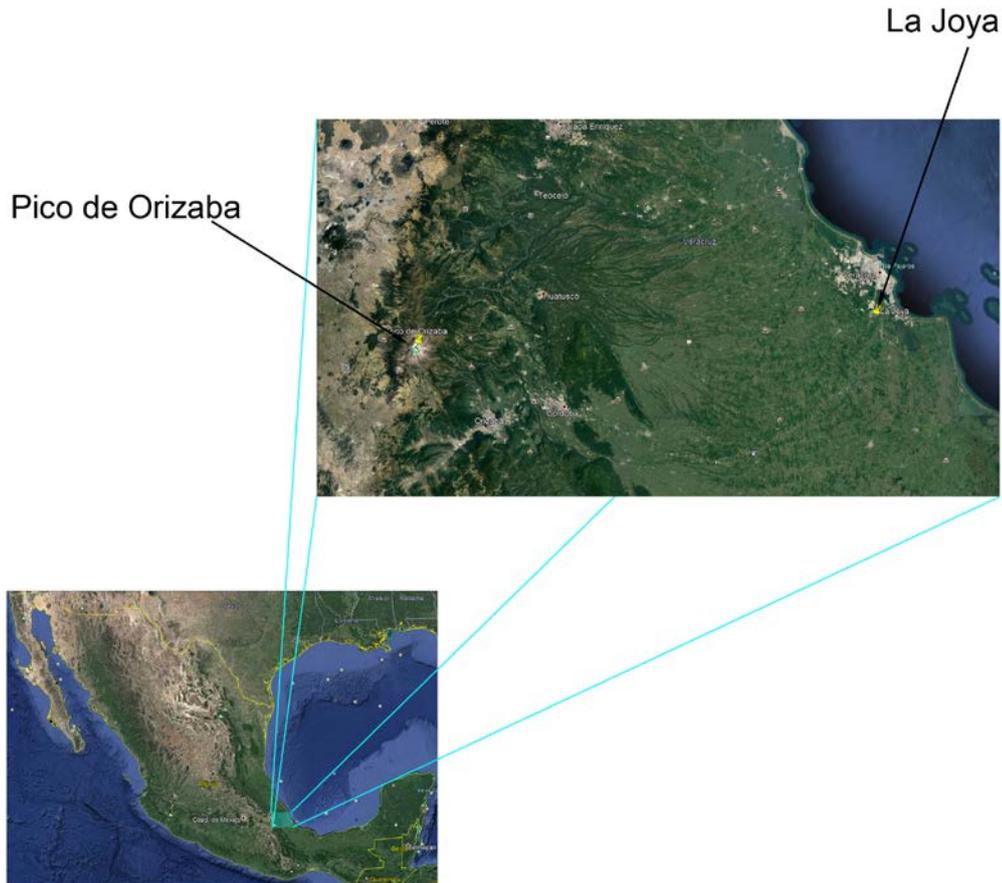


Figura 1. Localización del área de estudio (imagen tomada de Google Earth, 29 de agosto del 2018)

Los componentes orgánicos identificados en las muestras arqueológicas son: materia orgánica humificada y restos de raíces (figura 2A), hueso (figura 2B) y fragmentos de carbón (figura 2C). Adicionalmente, se encontraron fragmentos de concha (figura 2D).

Mención aparte merecen los cuerpos subredondeados a redondeados (presentes en las muestras arqueológicas) compuestos por una matriz arcillosa, como la posible evidencia de la mezcla deliberada de dos o más tipos diferentes de suelos o sedimentos arcillosos (denominados como *clay temper* por Quinn, 2013).

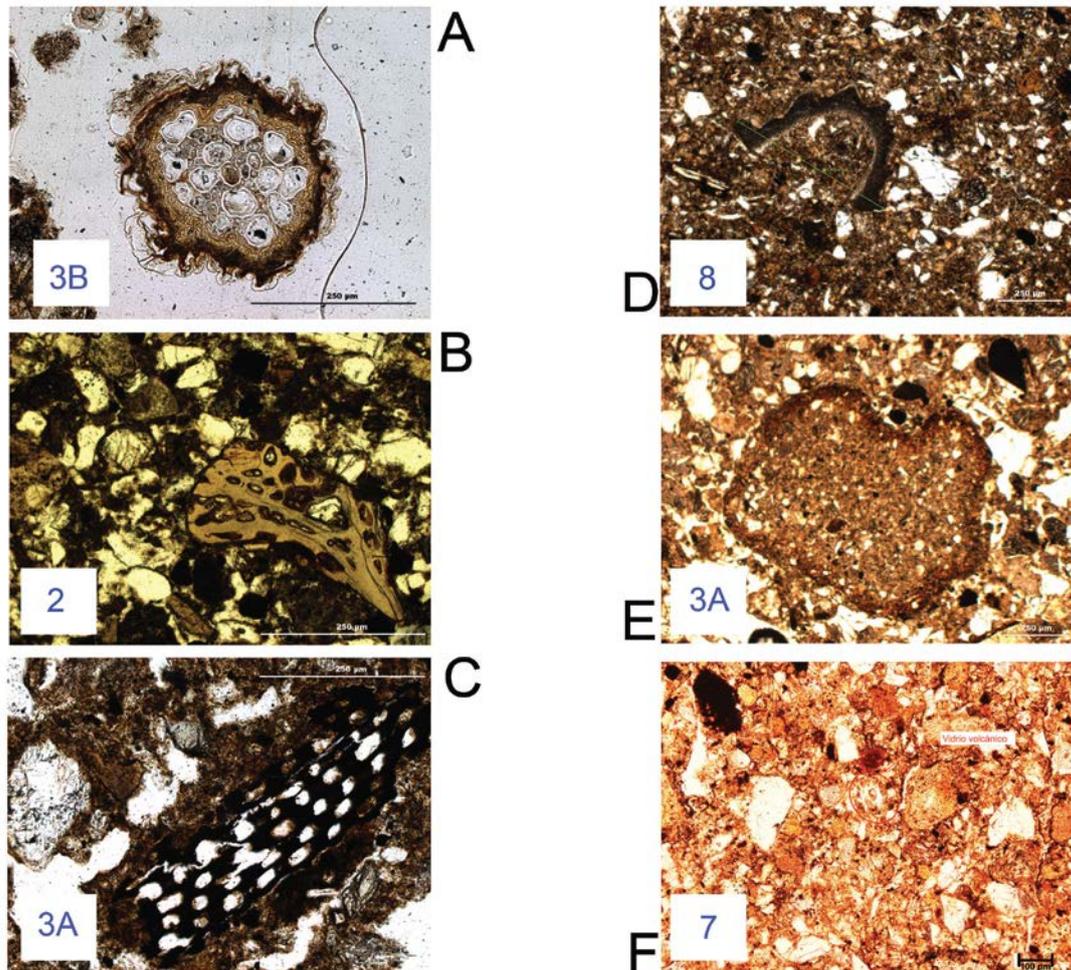


Figura 2. A: Sección transversal de raíz en muestra de adobe (Muestra #3B); B: Fragmento de hueso inserto en la matriz de un adobe (Muestra #2); C: Carbón mezclado en la matriz de un adobe (Muestra #3A); D: Fragmento de concha encontrado en un repello (Muestra #3D); E: Ejemplo de *clay temper* en adobe (Muestra #3A); F: Vidrio volcánico en muestra de piso (Muestra #7).

4.2. Indicadores de preparación de la mezcla constructiva

Se observaron rasgos heredados de ciertos tipos de horizontes de suelo, por ejemplo, evidencias de procesos naturales como la iluviación de arcilla con la presencia de recubrimientos o cutanes. Los cutanes son deposiciones microlaminares de arcilla que se acumulan en los poros del suelo, una vez que ésta se pone en suspensión con el agua y migran hacia horizontes más profundos. Cuando los cutanes son fragmentados y removidos de su posición original se denominan pápulas (Brewer, 1960). La presencia de cutanes de diferentes tonalidades en una misma muestra constructiva podría sugerir que el material se compone de suelos que provienen de distintos bancos de material. La mezcla de distintos sedimentos es una práctica común al momento de seleccionar la materia prima necesaria y así obtener un buen lodo para la construcción.

Un rasgo adicional es otro tipo de recubrimiento de arcilla: cutanes de estrés, generados por procesos de expansión-contracción de los minerales arcillosos debido a cambios en la humedad del suelo, estas fluctuaciones pueden deberse a condiciones estacionales, en cierto tipo de suelos como los llamados Vertisoles.

La muestra del horizonte de enriquecimiento de arcilla de la paleoduna (horizonte Bt) presenta cutanes de estrés, que coincide con algunas secciones de muestras arqueológicas.

La presencia de ambos tipos de cutanes en las muestras arqueológicas sugiere que el material geológico de la paleoduna puede haber sido aprovechado para la fabricación de la

mezcla constructiva (figura 3). Aunque, es posible que en las muestras arqueológicas puede haber una incipiente iluviación como proceso de formación de suelo natural.

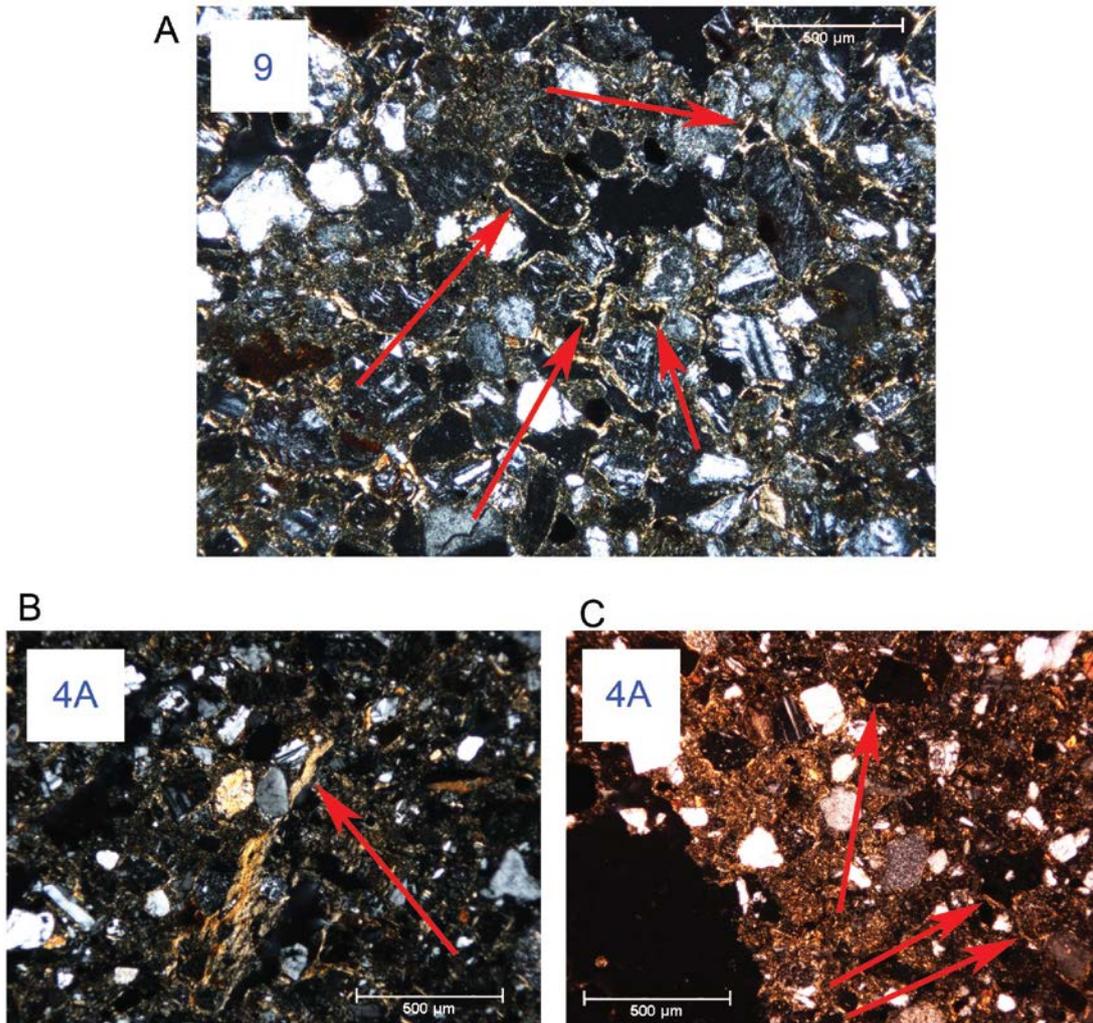


Figura 3. A: Muestra de paleoduna. Las flechas señalan arcilla que recubre a los minerales (Muestra #9). B: ejemplo de cután de arcilla en el mismo adobe (Muestra #4A). C: Se observa la arcilla distribuida de la misma manera que en la paleoduna, pero en una muestra de adobe (Muestra #4A).

4.3. Indicadores de manufactura y alisado

En las muestras estructurales se observaron concentraciones de material fino alineado, se infiere que estas estructuras se producen mientras la mezcla constructiva se encuentra húmeda; resulta interesante que en las partes internas, tanto de adobes como de repellos y pisos, no se observan orientaciones preferentes (figura 4A), mientras que en las superficies presentan una orientación paralela a ellas (figura 4B y 4C).

Por otro lado, es importante señalar que las muestras presentan una porosidad diferencial; esto se hace evidente de manera clara en la intersección entre el adobe y restos de cementante conservado por algunas muestras (figura 5A); en menor medida, este fenómeno también se puede notar si se comparan las muestras de pisos y repellos contra las muestras de adobes, en este caso, los pisos y repellos muestran una porosidad menor. Si bien, lo anterior está relacionado con el tamaño de partícula usada para los diferentes elementos estructurales, también es posible que la diferencia en la porosidad se deba a la aplicación de diferentes técnicas de compactación.

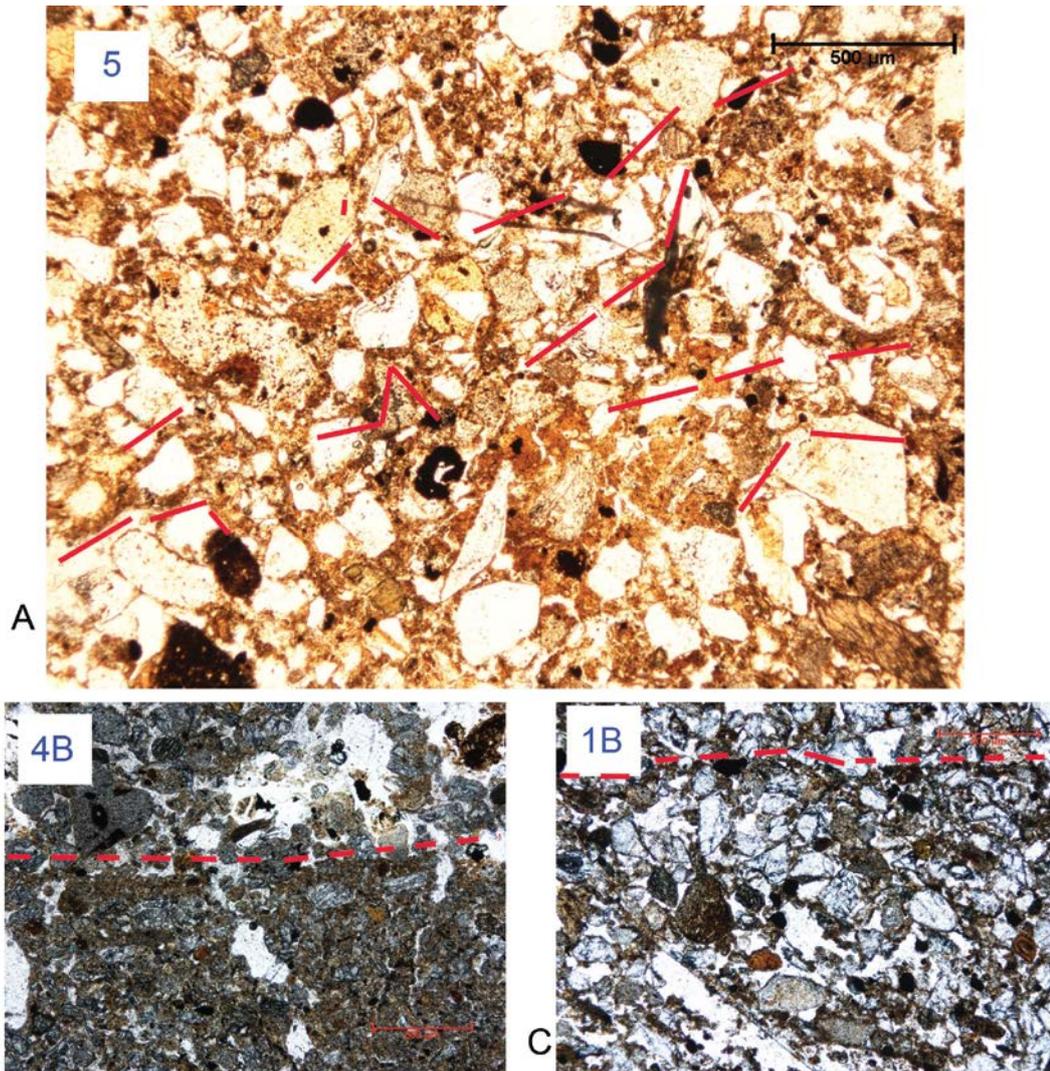


Figura 4. A: En rojo se muestran algunas acumulaciones de material fino sin orientación preferente (Muestra #5); B y C: En rojo se marcó la acumulación de material fino paralelo a la superficie en adobes arqueológicos (Muestra #4B y Muestra #1B). En las tres imágenes, la superficie se encuentra en la parte baja de ellas.

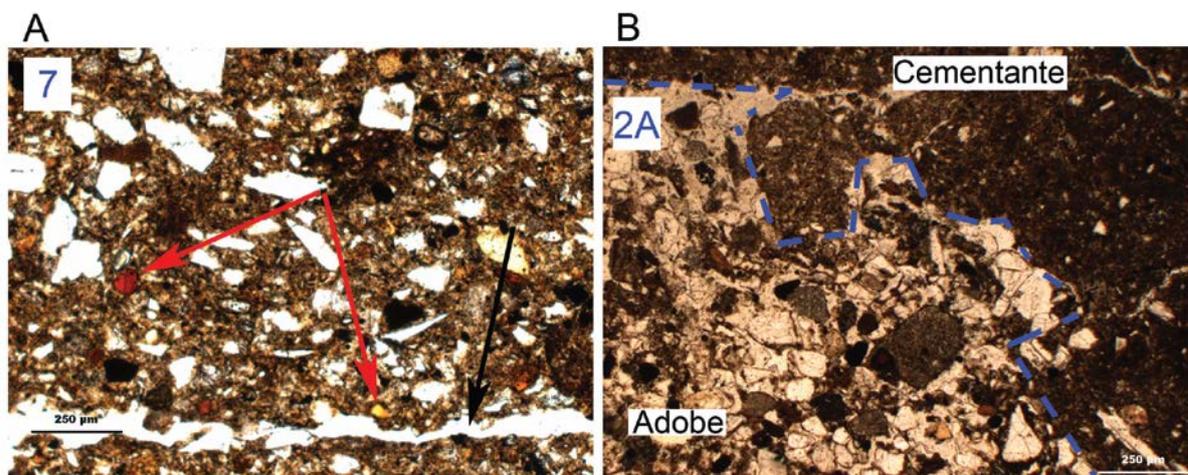


Figura 5. A: Imagen de piso, en la que se señalan con flechas rojas pápulas de varias tonalidades, un poro horizontal alargado (vermiforme) señalado por una flecha negra, (LP) (Muestra #7); B: Intersección entre la matriz de un adobe y la matriz del cementante señalada por una línea punteada; en la matriz del adobe se puede observar que el tamaño de los minerales es mayor al de las partículas que componen el cementante (LP) (Muestra #2A).

5 CONCLUSIONES

La composición mineralógica que se pudo identificar en las muestras de los elementos estructurales analizadas, coincide con la composición típica de los suelos de la zona central de México. La existencia de rasgos de paleoduna como la disposición de las arcillas y de pápulas de diferentes tonalidades nos indican una mezcla de suelos y/o sedimentos, que estuvieron expuestos a procesos de saturación hídrica y desecación alternados (condiciones reductomórficas) de diferente intensidad. Los cutanes y pápulas indican el uso de suelos de horizontes Bt, los cuales se caracterizan por su alto contenido de arcilla, que sirve como un factor de coherencia a la mezcla. Esto concuerda con la información etnográfica que describe el desecho del horizonte A superficial, rico en materia orgánica, para usar una selección de horizontes subsuperficiales.

Por otro lado, la baja frecuencia de elementos como el carbón, la concha y hueso descarta la idea que hayan sido usados como desgrasante; para el caso de los fragmentos redondeados de suelo (*clay temper*) parecen más bien ser secciones de mezcla que no se lograron incorporar de manera homogénea, debido a las grandes cantidades de materia prima que se emplean en la manufactura de arquitectura de tierra, ya sea para adobes como unidad de construcción o algún otro elemento arquitectónico. Por su parte, la baja frecuencia del vidrio volcánico se explica como herencia de la materia prima en un proceso de transporte natural.

Con respecto a la forma lineal de las aglomeraciones de material fino, es muy similar a las formaciones sedimentarias laminares que podrían ser heredadas de la materia prima, sin embargo, estas estructuras deben ser afectadas de manera severa durante el proceso en el que se incorporan el material geológico con la materia orgánica y el agua. Las observadas en los adobes tienen dos tendencias diferentes: en los extremos, son paralelas a la superficie, mientras en las partes internas no presentan una orientación preferente. Por lo tanto se infiere que los alineamientos de material fino en muestras estructurales arqueológicas, se formaron mientras la mezcla estaba húmeda, formando alineamientos paralelos a las superficies de la testa y tizón producto del proceso de compactación, formadas por la presión manual ejercida por el fabricante del adobe y la resistencia que oponen al material las paredes del molde, mientras que las formaciones sin orientación preferente al interior son producto del vaciado de la mezcla dentro del molde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Parra, L. I.; Morales Sánchez, R. (2011). Estudio arqueomagnético: Una aplicación a la cronología de la arquitectura de tierra en el sitio "La Joya", Veracruz. Tesis de Arqueología. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia
- Brewer, R. (1960). Cutans: Their definition, recognition and classification. *Journal of Soil Science*, 11: 280-292.
- Bullock, P.N., Fedoroff, A., Jongerius, G. Stoops, T. Tursina, and U. Babel. (1985). *Handbook for soil thin section description*. Wolverhampton, UK: Waine Research Publications.
- Castañeda, A. (2015). La cerámica Xajay: una aproximación tecnológica y cognitiva a través de cadenas operatorias. Tesis de Arqueología. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia
- Daneels, A. (2008). Propuesta para la temporada XVII del "Proyecto Exploraciones en el Centro de Veracruz: Propuesta para la preservación de la pirámide de La Joya, Municipio de Medellín de Bravo, Veracruz" In Cédula del Sitio La Joya de San Martín Garabato (adjunto). DRNMZA-INAH, México.
- Daneels, A.; Guerrero Baca, L. F. (2011). Earthen architecture in the tropical lowlands of México. *APT Bulletin* 42(1):11-18.
- Gama Castro, J.; Cruz y Cruz, T.; Pi Puig, T.; Alcalá Martínez, R.; Cabadas Báez, H.; Jasso Castañeda, C.; Díaz Ortega, J.; Sánchez Pérez, S.; López Aguilar, F.; Vilanova de Allende, R. (2012). Arquitectura de tierra: El adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 64(2):1077-1188.

- García Zeferino, T. A. (2017). Procedencia e identificación de rasgos tecnológicos de la cerámica Azteca II proveniente del sitio arqueológico Tenayuca, Estado de México. Tesis de Arqueología. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia
- Gonzales López, P. A. (2016). Desarrollo de una metodología para la identificación del suelo agrícola. Aplicación en el área de la Ciudadela, Teotihuacan. Tesis de Arqueología. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia
- Houston, S. D.; Nelson, Z.; Chiriboga, C.; Spensley, E. (2003). The Acropolis of Kaminaljuyú, Guatemala: recovering a "Lost Excavation". *Mayab* 16:49-64.
- Liberotti, G.; Daneels, A. (2012). Adobes en arquitectura monumental: análisis químico-físicos, arqueología y reconstrucción 3D para determinar las técnicas constructivas en los sitios de La Joya (México) y Arslantepe (Turquía). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 64(1):79-89.
- Macphail, R. I.; Goldberg, P. (2010). Archaeological materials. En G. Stoops, V. Marcelino y F. Meses (eds.) *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and regoliths*. Amsterdam: ELSEVIER
- Murakami, T. (2015). Replicative construction experiments at Teotihuacan, Mexico: Assessing the duration and timing of monumental construction. *Journal of Field Archaeology* 40(3):263-282.
- Murakami, T.; Boulanger, M. T.; Glascock, M. D. (2018). Petrographic and XRF analyses of andesitic cut stone blocks at Teotihuacan, Mexico: implications for the organization of urban construction. *Archaeological and Anthropological Sciences*:1-28. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0619-5>
- Pastor Quiles, M. (2018). La construcción con tierra en arqueología. Alicante: Universidad de Alicante
- Quinn, P. S. (2013). *Ceramic petrography*. Oxford: Archaeopress.
- Stoops, G. (2003). *Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections*. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America,
- White, C. (1996). Adobe typology and site cronology: A case study from Pecos National Historical Park. *KIVA* 61(4): 347-363.
- Yanninotto, V. (2007). Beneficios de la aplicación de la micromorfología de suelos en Arqueología. *Estrat Critic: Revista de Arqueología* 1:75-85.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones en el sitio arqueológico de la Joya, así como los análisis de las muestras de adobes presentados en este trabajo, se llevaron a cabo con los permisos del Consejo de Arqueología del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México y con los financiamientos de la Universidad Nacional Autónoma de México (PAPIIT IN400816, para las muestras de La Joya) y CONACyT (CB2015-254328, incluyendo la beca de licenciatura del autor).

A la Dra. Annick Daneels, directora del proyecto "Exploraciones en el centro de Veracruz" por proporcionarme las muestras a partir de las cuales se realizó esta investigación, su guía y apoyo, tanto en campo como en gabinete han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A Alejandra Jiménez por la edición de las fotomicrografías.

Al Dr. Sergey Sedov por su apoyo en la interpretación micromorfológica.

Al M. en C. Jaime Díaz por su asesoría en la manufactura de las láminas delgadas en las instalaciones del Taller de Laminación de Suelos y Sedimentos del Instituto de Geología de la UNAM, así como sus asesorías en el Laboratorio de Microscopía del Depto. de Edafología del Instituto de Geología de la UNAM.

Al Dr. Serafín Sánchez Pérez por sus comentarios y asesorías.

AUTORES

Juan Salvador Piña Guido, estudiante de arqueología en la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH), México, colaborador de los proyectos citados, a cargo de los análisis micromorfológicos de las muestras constructivas prehispánicas.

Héctor Víctor Cabadas Báez, doctor en geología ambiental, profesor-Investigador de la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México. Especialista en estudios de génesis de suelos en el Centro de México y la Península de Yucatán, particularmente en mineralogía y geoquímica del intemperismo. Participante en proyectos geoarqueológicos que contemplan al suelo como materia prima para la generación de artefactos.