

# ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA

VOLUMEN 36 • DICIEMBRE 2017 • AÑO IX • ISSN 1989-4104



INTERVENCIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DEL HORNO DE LA HACIENDA SAN PEDRO CHOLUL (MÉRIDA, YUCATÁN). *Archaeomagnetic Dating of a Kiln from the San Pedro Cholul Hacienda (Merida, Yucatan)* (pp. 3-9).

MATERIAS PRIMAS, CONTEXTO Y PROCEDENCIA DE CUENTAS DE COLLAR EN LOS SITIOS ALAMITO (DEPTO. ANDALGALÁ, CATAMARCA). *Raw Materials, Context, and Provenance of Necklace Beads at Alamito Sites (Andalgalá Department, Catamarca)* (pp. 10-22).

ALGUNAS CONTROVERSIAS ACERCA DEL LUGAR DE ARRIBO DE SEBASTIÁN CABOTO EN ITATÍ, CORRIENTES (ARGENTINA). UNA APROXIMACIÓN DESDE LA ARQUEOLOGÍA HISTÓRICA. *Some Controversies Regarding the Arrival Place of Sebastian Cabot in Itati, Corrientes (Argentina): A Historical Archaeological Approach* (pp. 23-28).

TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 3D EN LA CATEDRAL DE MORELIA, MÉXICO. *3D Electrical Resistivity Tomography in Morelia Cathedral, Mexico* (pp. 29-35).

CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-MINERALÓGICAS DE FONTES DE PIGMENTOS MINERAIS EM DEPÓSITOS NATURAIS DO ENTORNO DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO CANTAGALO I, EM PIRIPIRI, PIAUÍ, BRASIL. *Chemical-Mineralogical Features of Mineral Pigments Sources in Natural Deposits Surrounding the Pedra do Cantagalo I Archaeological Site, in Piripiri, Piauí, Brazil* (pp. 36-42).

ANÁLISIS DE PAISAJES ARQUEOLÓGICOS DE CUENCA VISUAL (VIEWSHED) EN EL SITIO PURUHÁ DE COLLAY. *Archaeological Landscapes Analysis of Basin Viewshed at the Puruha Site of Collay* (pp. 43-47).

ESPÉCIES FERRUGINOSAS EM PIGMENTOS MINERAIS DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO ATLAS. *Ferruginous Species in Mineral Pigments from the Pedra do Atlas Archaeological Site* (pp. 48-53).

ARCHAEOMAGNETIC STUDY OF THE EDIFICIO DE LAS COLUMNAS COMPLEX, EL TAJIN, MESOAMERICA. *Estudio arqueomagnético del complejo del Edificio de las Columnas, El Tajín, Mesoamérica* (pp. 54-59).

ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA EN PUERTO COLOMBIA. AVANCES SOBRE EL VAPOR PRINZ AUGUST WILHELM. *Underwater Archaeology in Puerto Colombia. Advances on the Prinz August Wilhelm Steamship* (pp. 60-65).

EL ESPACIO DOMÉSTICO EN LAS OCUPACIONES ALDEANAS DEL VALLE CALCHAQUÍ NORTE (SALTA, ARGENTINA). *Domestic Space in Village Occupations in the North of the Calchaqui Valley (Salta, Argentina)* (pp. 66-78).

MONUMENTO JEROGLÍFICO MAYA DE XKOMBEC, CAMPECHE: UNA REVISIÓN. *Maya Hieroglyphic Monument from Xkombec, Campeche: A Revision* (pp. 79-86).

CORINTO Y LAS FLUCTUACIONES DE LA ECONOMÍA GRIEGA DURANTE EL SIGLO V ANTES DE NUESTRA ERA. *Corinth and the Fluctuations of Greek Economy during the 5th Century BC* (pp. 87-96).

METODOLOGÍA ARQUEOLÓGICA DE EXCAVACIÓN EN BRECHA DE UN YACIMIENTO DEL PLEISTOCENO INFERIOR: EL CHAPARRAL (VILLALUENGA DEL ROSARIO, CÁDIZ, ESPAÑA). *Excavating in Breccia in an Early Pleistocene Site: El Chaparral (Villaluenga del Rosario, Cádiz, Spain)* (pp. 97-106).

*A Peer-Reviewed Open Access Journal of World Archaeology*  
<http://www.laiesken.net/arqueologia/> - <http://purl.org/aia>

*Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea*

© Pascual Izquierdo Egea, 2017. Licencia CC BY 3.0 ES.

Correo: <http://purl.org/aia/info>. Printed in Spain.

# ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA

VOLUMEN 36 • DICIEMBRE 2017 • AÑO IX • ISSN 1989-4104

REVISTA CIENTÍFICA DE ACCESO ABIERTO REVISADA POR PARES Y DOBLE CIEGO  
(A PEER-REVIEWED OPEN ACCESS JOURNAL OF WORLD ARCHAEOLOGY)

## CONSEJO EDITORIAL (*Editorial Board*)

**Editor y Director (*Editor & Publisher*)**

*Dr. Pascual Izquierdo-Egea (Laboratorio de Arqueología Teórica, ES)*

**Ayudantes Editoriales (*Editorial Assistants*)**

*Prof. Dr. Emily Lena Jones (University of New Mexico, US), Dr. Shannon Dugan Iverson (Rice University, US), Michelle Young (Yale University, US), Jessica MacLellan (University of Arizona, US), Valerie E. Bondura (Columbia University, US), Dr. Kirby Farah (University of Southern California, US), Rachel Egan (University of Colorado Boulder, US), Dr. Daryn Reyman-Lock (University of New Haven, US).*

## CONSEJO ASESOR (*Advisory Board*)

*Dra. Silvia Alfayé Villa (Univ. de Zaragoza, ES), Prof. Dr. Armando Anaya Hernández (Univ. Autónoma de Campeche, MX), Prof.<sup>a</sup> Dra. Bárbara Arroyo de Pieters (Univ. del Valle de Guatemala, GT), Prof. Dr. Javier Baena Preysler (Univ. Autónoma de Madrid, ES), Prof. Dr. Andrew K. Balkansky (Southern Illinois University at Carbondale, US), Prof. Dr. Marshall Joseph Becker (West Chester University of Pennsylvania, US), Dr. Gustavo Bujalesky (CONICET, AR), Dra. M.<sup>a</sup> Teresa Cabrero García (UNAM, MX), Prof.<sup>a</sup> Dra. M.<sup>a</sup> Cruz Cardete del Olmo (Univ. Complutense de Madrid, ES), Prof. Dr. Pedro A. Carretero (Univ. Nacional de Chimborazo, EC), Prof.<sup>a</sup> Dra. Teresa Chapa Brunet (Univ. Complutense de Madrid, ES), Prof. Dr. Luis Carlos Duarte Cavalcante (Universidade Federal do Piauí, BR), Prof. Dr. José d'Encarnação (Universidade de Coimbra, PT), Prof. Dr. Marcelo Fagundes (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, BR), Dra. Valeria Franco Salvi (CONICET, AR), Prof.<sup>a</sup> Dra. Magdalena A. García Sánchez (El Colegio de Michoacán, MX), Dra. Heidi Hammond (CONICET, AR), Dr. Guillermo N. Lamenza (CONICET, AR), Prof. Dr. Francisco Javier Jover Maestre (Univ. de Alicante, ES), Prof.<sup>a</sup> Dra. María Lazarich González (Univ. de Cádiz, ES), Dr. Jesús Carlos Lazcano Arce (UNAM, MX), Dr. Alexandra Legrand-Pineau (Maison René-Ginouvès d'Archéologie et Ethnologie, FR), Prof. Dr. Antonio Lezama (Univ. de la República, UY), Dra. María Laura López (CONICET, AR), Dr. José Antonio López Sáez (CSIC, ES), Dra. Julieta Lynch (CONICET, AR), Prof. Dr. Joyce Marcus (University of Michigan, US), Dr. Simon Martin (University of Pennsylvania, US), Dr. Matías E. Medina (CONICET, AR), Dr. Joan Negre (UAB, ES), Dr. Marcos Plischuk (CONICET, AR), Prof. Dr. John W. Rick (Stanford University, US), Prof. Dr. Daniel Schávelzon (CONICET, AR), Prof. Dr. G. Richard Scott (University of Nevada, Reno, US), Dr. Osvaldo Sironi (CONICET, AR), Prof. Dr. Charles Stanish (Cotsen Institute of Archaeology at UCLA, US), Prof.<sup>a</sup> Dra. Vera Tiesler (Univ. Autónoma de Yucatán, MX), Prof. Dr. Alexandre Tokovinine (The University of Alabama, US), Prof.<sup>a</sup> Dra. Gabriela Uruñuela y Ladrón de Guevara (Univ. de las Américas Puebla, MX), Prof. Dr. Lidio M. Valdez (MacEwan University, CA), Prof. Dr. Mary Van Buren (Colorado State University, US), Prof. Dr. Desiderio Vaquerizo Gil (Univ. de Córdoba, ES).*

<http://www.laiesken.net/arqueologia/>

Revista científica arbitrada de acceso abierto, trimestral, distribuida a través de Internet en formato electrónico PDF. *Online open access journal published quarterly in PDF electronic format.* ISSN 1989-4104. Tit. abreviado: *Arqueol. Iberoam. SPARC Europe Seal for Open Access Journals.* Indexada en *Directory of Open Access Journals (DOAJ), LATININDEX, Scopus, European Reference Index for the Humanities and Social Sciences (ERIH PLUS), Emerging Sources Citation Index (Web of Science), Anthropological Literature, Academic Search Premier, Fuente Académica Plus, Regesta Imperii, REDIB, DICE, WorldCat, Library of Congress, Google Académico (Google Scholar), DULCINEA, ISOC-Arqueología y Revistas de Ciencias Sociales y Humanidades del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).* © De esta edición, Pascual Izquierdo Egea, 2017. Graus, ES. Licencia *Creative Commons Attribution 3.0 Spain (CC BY 3.0 ES).* Printed in Spain. Correo: <http://purl.org/aia/info>.

RESEARCH ADVANCE

## INTERVENCIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DEL HORNO DE LA HACIENDA SAN PEDRO CHOLUL (MÉRIDA, YUCATÁN)

### *Archaeomagnetic Dating of a Kiln from the San Pedro Cholul Hacienda (Merida, Yucatan)*

**Héctor Hernández Álvarez,<sup>1</sup> Soledad Ortiz Ruiz,<sup>2</sup>  
Avto Goguitchaichvili,<sup>3</sup> Juan Morales,<sup>3</sup> Miguel Cervantes-Solano<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán, México; <sup>2</sup> Posgrado de Estudios Mesoamericanos, Universidad Nacional Autónoma de México; <sup>3</sup> Servicio Arqueomagnético Nacional, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, México

**RESUMEN.** En el presente trabajo se reportan los resultados de un estudio arqueomagnético realizado en un horno para la quema de cal encontrado en la hacienda henequenera de San Pedro Cholul, localizada al noroeste de la ciudad de Mérida en el estado de Yucatán, México. La finalidad del estudio es establecer una cronología confiable y analizar las posibles consecuencias sociales, económicas y ambientales de este asentamiento, el cual existió posiblemente desde mediados del siglo XIX hasta los años sesenta del siglo pasado. Para la determinación de la cronología, se utilizó el método de datación arqueomagnética a estructuras pirotecnológicas de estas características. Las muestras estudiadas provienen de rocas y ladrillos del horno y arrojan una edad entre 1835 y 1896, la cual concuerda con la información histórica disponible y se interpreta como el periodo de producción más importante de la región.

**PALABRAS CLAVE:** Yucatán, Mérida, horno de cal, arqueomagnetismo.

**ABSTRACT.** This paper presents the results of an archaeomagnetic study carried out on a lime burning kiln at the henequen hacienda of San Pedro Cholul (northwest of the city of Merida in the state of Yucatan, Mexico). The purpose of the study is to establish a reliable chronology and to estimate the possible social, economic and environmental implications of this settlement, which may have existed from the middle of the nineteenth century until the 1960s. Archaeomagnetic dating was carried out on samples obtained from rocks and bricks from the kiln and give an



Figura 1. Vista general del horno de quema de cal ubicado en San Pedro Cholul y detalles del muestreo.

age between 1835 and 1896. This date range agrees with available historical information and is interpreted as the most important production period of the region.

Recibido: 28-9-2017. Aceptado: 2-10-2017. Publicado: 9-10-2017.

**KEYWORDS:** *Yucatan, Merida, Lime kiln, Archaeomagnetism.*

## INTRODUCCIÓN

La datación arqueomagnética está basada en el hecho de que el material de los artefactos arqueológicos de barro horneado contiene pequeñas cantidades de minerales magnéticos que, bajo ciertas condiciones, pueden registrar la dirección y la intensidad del campo magnético de la Tierra en el pasado. Cuando se dispone de una curva de referencia de variación secular (VS) bien establecida para un área geográfica determinada, el registro arqueomagnético que se obtiene de los artefactos arqueológicos de barro puede compararse con las curvas VS y proporcionar así una datación precisa del último calentamiento del material estudiado. La precisión de la fecha arqueomagnética dependerá directamente de la disponibilidad y precisión de la curva de VS de referencia para un territorio determinado.

La datación de material arqueológico es un tema clave en la investigación arqueológica ya que puede contribuir significativamente a su mejor entendimiento y al rescate de nuestro pasado y herencia cultural. En la actualidad se ha vuelto muy significativo el obtener tanta información del pasado como sea posible, incluyendo dataciones precisas de los sitios arqueológicos. Esto es debido a la rápida expansión de las ciudades y el desarrollo de nuevas construcciones, que inevitablemente inciden en la destrucción de estructuras arqueológicas en áreas urbanas, ocasionando la pérdida de un conocimiento muy importante sobre nuestro pasado. En el caso de excavaciones de rescate, la datación arqueomagnética puede ser una herramienta valiosa para fechar artefactos hechos de barro horneado, en particular cuando los hallazgos arqueológicos no incluyen alguna estimación de la edad o no hay material útil para emplear otras técnicas. En el caso del salvamento arqueológico, el paleomagnetismo puede resultar de gran utilidad para obtener dataciones precisas que alienten la conservación de los bienes culturales y otorguen un valor agregado a las interpretaciones de los sitios intervenidos.

En este sentido, la presente investigación se enmarca dentro de un proyecto arqueológico cuyo objetivo principal es salvaguardar la mayor cantidad de información acerca de un asentamiento hacendero producto de la llamada Edad de Oro de Yucatán (1875-1925). El asentamiento referido es la hacienda San Pedro Cholul, un

sitio de producción henequenera emplazado en la región noreste de la ciudad de Mérida, cuya época de auge se dio hacia la segunda mitad del siglo XIX y que fue ocupado ininterrumpidamente hasta la década de 1960 (Hernández Álvarez y Zimmermann 2016).

La investigación arqueomagnética en San Pedro Cholul tuvo como objetivo determinar la cronología del uso de un horno para producción de cal que formaba parte de las múltiples instalaciones de producción de esta hacienda henequenera yucateca. Los vestigios arquitectónicos, espaciales y materiales de esta hacienda se encuentran actualmente abandonados y en proceso de quedar integrados dentro de un moderno complejo habitacional. Por esta razón, desde el año 2009, la zona que sería afectada por el nuevo desarrollo urbano fue sometida a un proceso de investigación arqueológica intensiva que tuvo como principal objetivo indagar sobre la vida cotidiana de los operarios que allí trabajaron desde finales del siglo XIX (Hernández Álvarez *et al.* 2012; Hernández Álvarez 2014b; Hernández Álvarez y Zimmermann 2016). Sin embargo, en el año 2015 el enfoque del proyecto se centró en los procesos de industrialización y las consecuencias socioambientales de la explotación henequenera durante la época dorada. El propósito de este proyecto fue entonces investigar los diversos procesos de industrialización de la hacienda San Pedro Cholul y sus referentes materiales, entre ellos la producción de cal, para conocer las consecuencias tanto socioeconómicas como medioambientales del desarrollo de esta empresa henequenera en la región noreste de Mérida hacia finales del siglo XIX y principios del XX (Hernández Álvarez 2015).

## EL HORNO DE LA HACIENDA SAN PEDRO CHOLUL

A partir de las múltiples investigaciones efectuadas desde 2009, nos percatamos de que los principales edificios del casco de la hacienda (casa principal, casa de máquinas, capilla, bodega y administración) fueron construidos principalmente con roca caliza de la región y un mortero de cal que presenta muchas impurezas (restos de carbón vegetal principalmente). Igualmente, el enlucido de cal que se usó tanto para los muros de los edificios como para los pisos de las habitaciones parecía de manufactura propia. Además, la presencia de diversos bancos de material (*sascaberas*) en el interior del asentamiento y de una estructura, cuyas características son las de un horno probablemente para pro-

ducción de cal, nos sugerían que hacia la segunda mitad del siglo XIX, dentro de la hacienda ya se estaban llevando a cabo distintos procesos para la obtención de materiales constructivos.

El supuesto horno de la hacienda San Pedro Cholul se encuentra dentro de un terreno que se ubica en el costado suroeste de los principales edificios (casco), a unos 70 m de la casa principal. La estructura que sirvió probablemente como horno en dicha hacienda es una construcción de mampostería de piedra caliza, de poco más de 5 m de alto (fig. 1a), con un recubrimiento enlucido de cal. El horno es de tipo cilíndrico en el interior, con apertura en la parte superior, mientras que en el exterior su base es cuadrangular y su cuerpo de forma octagonal. Presenta dos escalinatas, con diez escalones cada una, localizadas en el este y el oeste, para acceder a la parte superior de la estructura. En su base, al norte, se observa otra apertura o boca, que permite introducirse en el interior por la parte baja. La presencia de dicho acceso, correspondiente a una cámara de

combustión, nos sugirió en un primer momento que pudiera tratarse de un horno, aunque no sabíamos exactamente qué es lo que se estaba horneando en su interior.

Algunos habitantes descendientes de San Pedro, que actualmente residen en el pueblo de Cholul y trabajaron en los últimos momentos de ocupación de la hacienda en el siglo XX (Hernández Álvarez y Martín Medina 2016), nos señalaron que no tenían idea de qué se estuvo produciendo allí. Hubo quienes incluso mencionaron que se pudo haber tratado de un horno para cocer pan, mientras que otros señalaron que pudo servir para elaborar carbón o cal. Cabe destacar que las paredes internas del horno están recubiertas con ladrillos refractarios (de diferentes marcas y procedencia) y roca sedimentaria.

Hacia finales de septiembre de 2016, la estructura fue intervenida por los expertos del Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN) de la UNAM, quienes acudieron a San Pedro Cholul para extraer muestras del horno con la finalidad de realizar dataciones por arqueomagnetismo (fig. 1b). Esta técnica nos puede permitir conocer cuándo fue la última vez que una estructura fue expuesta al fuego. Para lograr tal objetivo, se hicieron perforaciones en algunas rocas y ladrillos refractarios del interior del horno a fin de extraer las muestras y determinar sus orientaciones magnéticas *in situ* (fig. 1c).

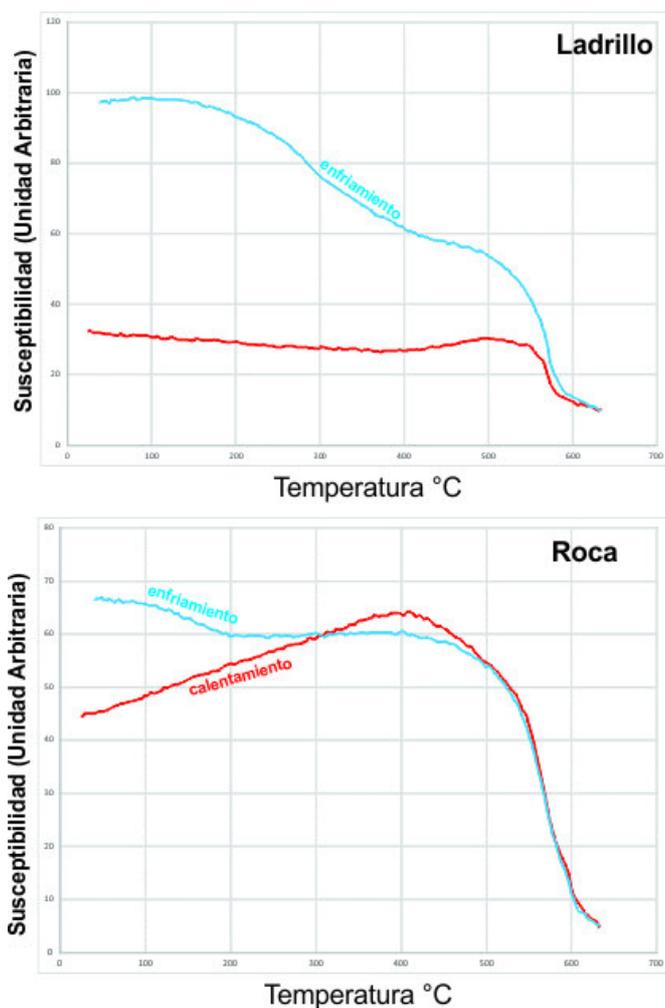


Figura 2. Registro de la susceptibilidad magnética en función de la temperatura para estimar la temperatura de Curie de los minerales portadores de la magnetización remanente.

## EXPERIMENTOS ARQUEOMAGNÉTICOS

Con la finalidad de determinar la naturaleza y la estabilidad térmica de los minerales responsables de la magnetización, se procedió a registrar las curvas de susceptibilidad vs. temperatura hasta 630 °C (fig. 2) mediante un puente de susceptibilidad MFK1A de AGICO. En el caso particular de las muestras de ladrillos, se observa una marcada inestabilidad térmica debido a la total irreversibilidad de las curvas de calentamiento y enfriamiento. Detectamos dos fases ferrimagnéticas durante el calentamiento (titanomagnetita pobre en titanio y posible presencia de maghemita) mientras la curva de enfriamiento solo evidencia la fase cercana a la magnetita pura. Mientras tanto, las muestras de rocas muestran mayor estabilidad y la evidencia de una sola fase magnética en ambos segmentos. Las curvas son razonablemente reversibles entre 400 y 600 °C.

Se realizaron los tratamientos magnéticos mediante las desmagnetizaciones por campos alternos para defi-

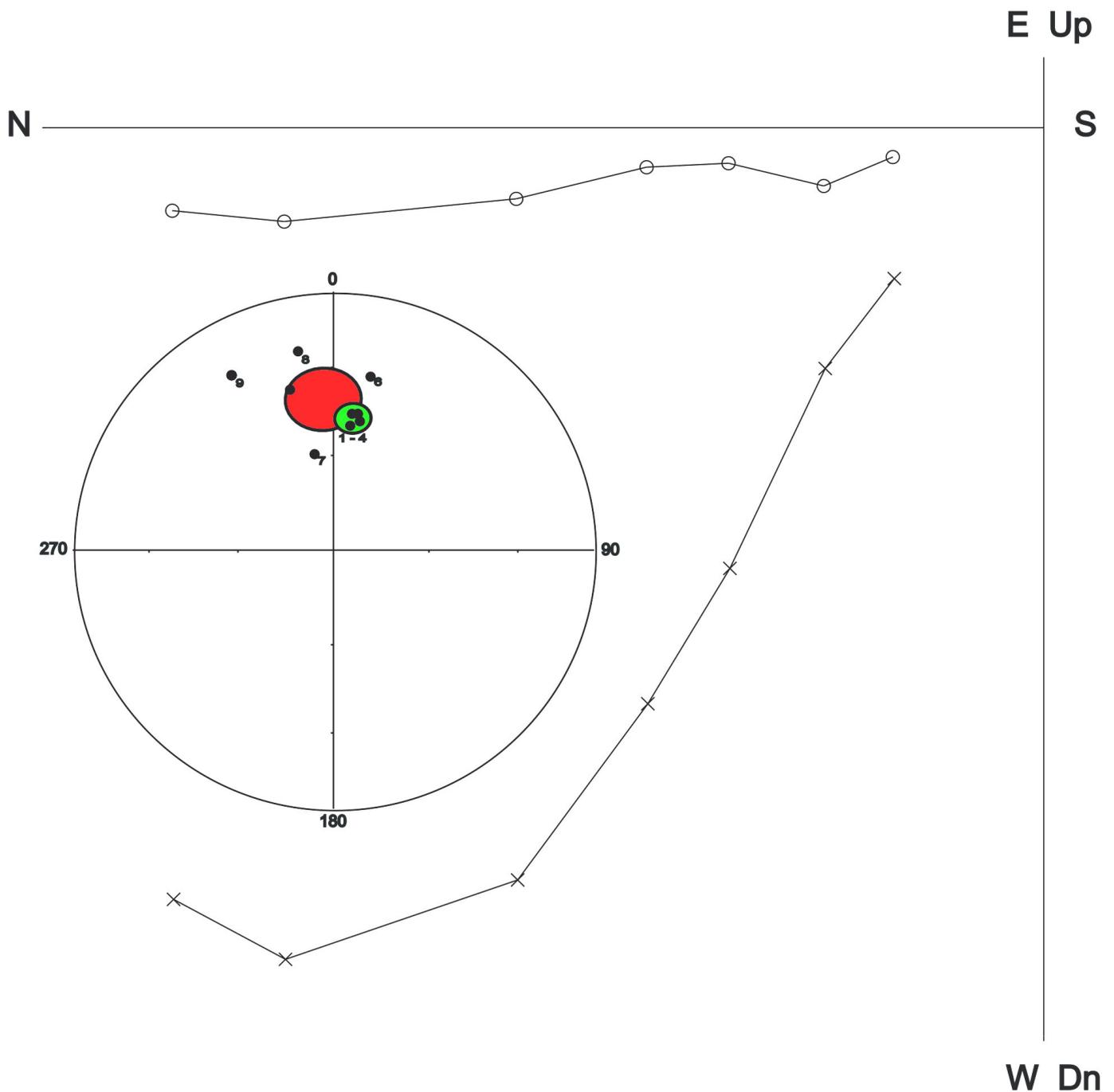


Figura 3. Diagrama de iguales áreas para proyectar las direcciones características (declinación e inclinación) por muestra (ver texto para mayores detalles) junto con la curva ortogonal de desmagnetización por campos alternos hasta 90  $\mu\text{T}$ .

nir las direcciones (declinación e inclinación) arqueomagnéticas mediante un desmagnetizador *LDA3* hasta 85  $\mu\text{T}$ , mientras que las remanencias magnéticas fueron medidas usando un magnetómetro *JR6A*. Aquí también las muestras de roca mostraron mejor comportamiento y agrupamiento satisfactorio en el diagrama de iguales áreas (círculo de confianza al 95 % en color verde en la fig. 3). Las direcciones arqueomagnéticas obtenidas de las muestras de ladrillos muestran una marcada dispersión (círculo de confianza en color rojo) y alejamiento importante de las direcciones medias de

las rocas. Este comportamiento está ligado a la inestabilidad térmica mostrada en los experimentos de la susceptibilidad en función de la temperatura.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Debido a un comportamiento no idóneo, observado en los experimentos de la mineralogía magnética, no es factible determinar la intensidad geomagnética absoluta mediante el método de Thellier (1959) de

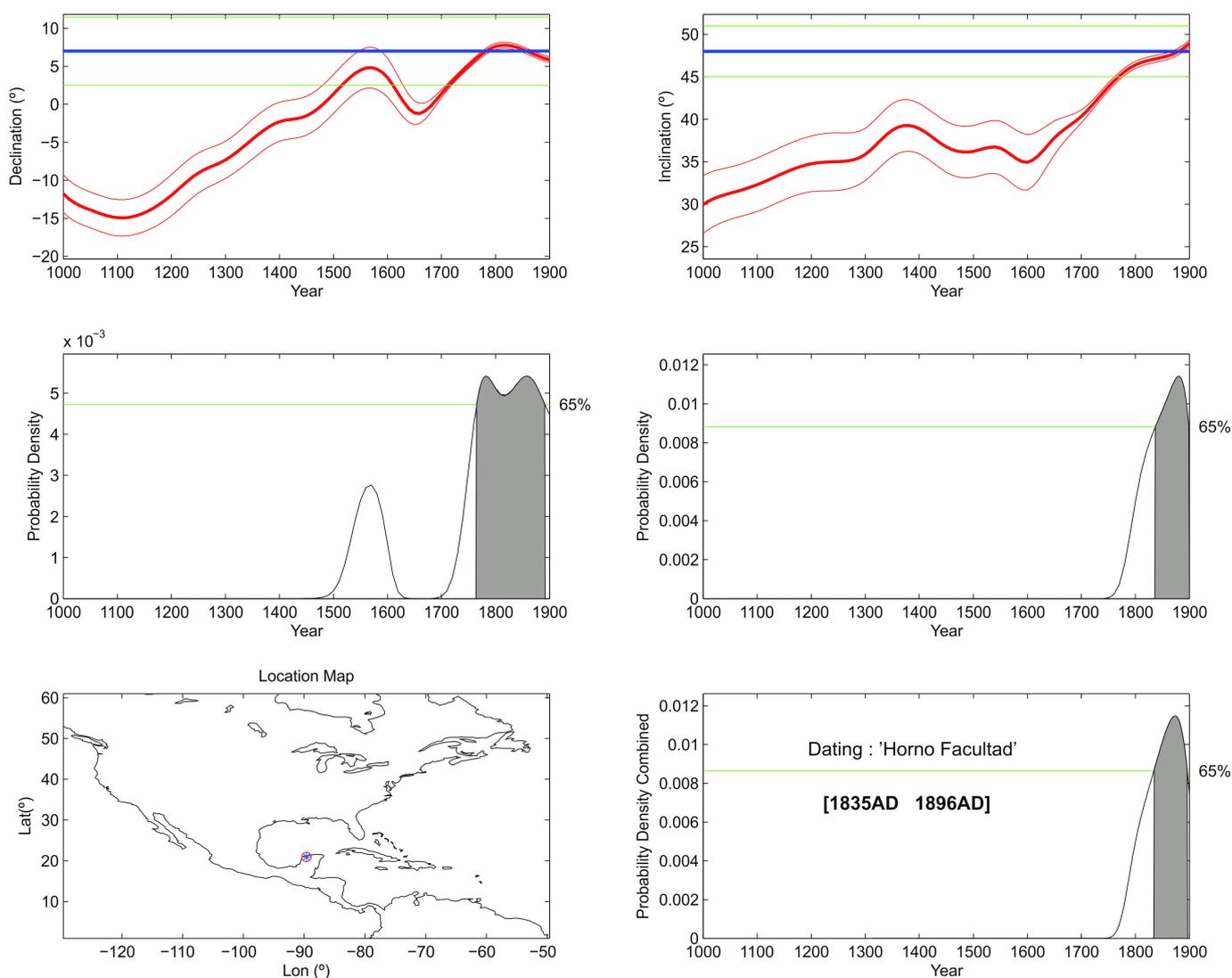


Figura 4. Datación arqueomagnética basada en las direcciones (declinación e inclinación) características de 4 muestras (en rojo en la fig. 3) mediante el modelo SHA.DIF.14K empleando el programa *MATLAB archaeo\_dating* (Pavón-Carrasco *et al.* 2014).

doble calentamiento. Por lo tanto, se efectuó el ejercicio de datación magnética usando dos elementos: la inclinación y la declinación magnética (fig. 4). Con la finalidad de realizar una datación absoluta (fig. 4), recurrimos al modelo geomagnético SHA.DIF.14k (Pavón-Carrasco *et al.* 2014), considerado el de mayor resolución en la variación del campo geomagnético en los últimos 3000 años para la región mesoamericana. Usando las arqueodirecciones (Inc =  $7.06^\circ$ ; Dec =  $47.89^\circ$ ) con los parámetros de confianza de la estadística de Fisher  $\kappa = 1332$  y  $\alpha_{95} = 2.5^\circ$ ) determinadas para las 4 muestras, se obtuvo un único intervalo probable entre 1835 y 1896 como la fecha de funcionamiento del horno de la hacienda San Pedro Cholul.

La datación por arqueomagnetismo del horno de la hacienda San Pedro Cholul tiene una marcada importancia en la región, al ser la primera de su tipo para estructuras pirotecnológicas de tales características. La idea

de obtener fechas absolutas sobre el momento en el cual se realizaron quemas en el horno de San Pedro era obtener certeza acerca de cuándo la hacienda diversificó su producción, desarrolló su infraestructura e intensificó la labor de sus trabajadores.

El intervalo obtenido por datación arqueomagnética, que va de 1835 a 1896, es coherente con la información histórica referente a la época de auge de la hacienda San Pedro Cholul; igualmente lo es con respecto al momento de desarrollo de la industria henequenera en la península de Yucatán. Hacia 1834, la invención de la engavilladora de trigo *McCormick* en los Estados Unidos demandó grandes cantidades de hilo de *sosquil* peninsular. Esto detonó la industria de explotación de henequén a partir de la adopción de nuevas tecnologías para la producción como la máquina raspadora, así como la adopción de los ferrocarriles y la creación de un moderno puerto para la exportación de la fibra (Bar-

celó Quintal 2011; Hernández Álvarez 2014a; Wells 1985). Además, el crecimiento de la infraestructura de las haciendas henequeneras fue un evento sin precedentes (Paredes Guerrero 2006). Por lo tanto, dichas transformaciones requirieron gran cantidad de material constructivo que, al parecer, fue provisto por las mismas fincas rurales.

La historia de la finca San Pedro nos señala que esta se transformó de una modesta estancia ganadera a una hacienda henequenera hacia 1875, cuando su nuevo dueño, Juan José Herrera, decidió invertir en la construcción de una serie de instalaciones tendientes a explotar comercialmente el henequén (Medina Suárez y Cámara Gutiérrez 2016). A él se debe la construcción de la casa de máquinas, la casa de la prensa, la capilla, además de la inversión en maquinaria para raspar el henequén y un moderno sistema *Decauville* para transportar las hojas de dicha planta, el producto terminado, disponer los desechos y conducir a los trabajadores del campo a la finca.

Es muy probable que a esta época corresponda el horno de cal de la hacienda. La necesidad cada vez mayor de material de construcción, piedra, *sascab* y cal para los edificios de la hacienda, así como para construir nuevas viviendas que albergaran a la creciente población de trabajadores, incentivó el establecimiento de dicha instalación para obtener cal a partir de los recursos naturales disponibles en los alrededores de la finca: piedra para quemar y leña de los montes cercanos. Sin embargo, en el avalúo realizado a la hacienda San Pedro hacia 1898, debido a la muerte de su propietario, el horno no figura como una de las estructuras descritas. Si ahora sabemos, a partir de la datación arqueomagnética, que la fecha final del horno fue 1896, es muy probable que dicha instalación ya se encontrara abandonada para la época en la que se realizó dicho registro. Otro dato interesante es que, cuando entrevistamos a un grupo de los últimos pobladores de la hacienda para recuperar su memoria histórica (Hernández Álvarez y Medina Martín 2016), que vivieron hacia las décadas de 1950-1960, estos manifestaron no saber para qué se utilizó dicha estructura y dijeron que nunca vieron dicho horno en funcionamiento.

La obtención de fechas arqueomagnéticas de la estructura que sirvió para quemar cal de una hacienda henequenera ha resultado útil para los objetivos del proyecto que pretende documentar los procesos de explotación agroindustrial y los cambios socioeconómicos y ambientales sucedidos durante la llamada Edad de Oro de Yucatán. La datación nos sirve para corroborar las

etapas de intensificación de la producción tanto de cal como de fibra de henequén y la época de mayor auge constructivo de la hacienda. Además, cabe señalar que al tratarse este del primer estudio sobre datación arqueomagnética en contexto histórico en la península de Yucatán, nos ofrecerá la posibilidad de comparar los resultados con otros sitios similares a nivel local, nacional e internacional.

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto CONACyT Ciencia Básica n.º 258270. AG agradece apoyo parcial de proyecto CONACyT n.º 252149.

## REFERENCIAS CITADAS

- BARCELÓ QUINTAL, R. 2011. Los ferrocarriles en Yucatán y el henequén en el siglo XIX. *Mirada Ferroviaria* 15: 5-16.
- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H.
- 2014a. Un ruidoso litigio en materia de máquinas: el cambio tecnológico en la explotación del henequén, siglos XIX y XX. En *Estética y poder en la ciencia y la tecnología: acercamientos multidisciplinarios*, editado por S. Ayora Díaz y G. Vargas Cetina, pp. 85-106. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
  - 2014b. Corrales, chozas y solares: estructura de sitio residencial de la hacienda San Pedro Cholul, Yucatán. *Temas Antropológicos* 36/2: 129-152.
  - 2015. *Proyecto San Pedro Cholul: geoarqueología, historia e industrialización de una hacienda henequenera yucateca de principios del siglo XX*. México, D. F.: Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología. Manuscrito en posesión del autor.
- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H., G. MARTÍN MEDINA. 2016. Arqueología colaborativa y recuperación de la memoria histórica: hacienda San Pedro Cholul, Yucatán. *Temas Antropológicos* 38/2: 109-127.
- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H., G. MARTÍN MEDINA, A. CU PÉREZ. 2012. La arqueología histórica y el estudio de las haciendas henequeneras de la región noreste de Mérida. En *Estrategias en arqueología: memorias del III Simposio de Arqueología de la UAEMex*, editado por V. Palma Linares, R. de la Peña Virchez y J. Mejía Carranza, pp. 76-97. México, D. F.: Universidad Autónoma del Estado de México.

- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H., M. ZIMMERMANN, EDS. 2016. *Sendas del henequén: un estudio arqueológico de la hacienda San Pedro Cholul, Yucatán*. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- PAREDES GUERRERO, B. 2006. *Arquitectura de las haciendas de Yucatán*. Mérida: Fomento Cultural Banamex, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán.
- PAVÓN-CARRASCO, F. J., M. L. OSETE, J. M. TORTA, A. DE SANTIS. 2014. A geomagnetic field model for the Holocene based on archaeomagnetic and lava flow data. *Earth and Planetary Science Letters* 388: 98-109.
- THELLIER, E., O. THELLIER. 1959. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Annales de Geophysique* 15: 285-376.
- WELLS, A. 1985. *Yucatán's Gilded Age: Haciendas, Henequen, and International Harvester, 1860-1915*. Albuquerque: University of New Mexico Press.

## RESEARCH ARTICLE

# MATERIAS PRIMAS, CONTEXTO Y PROCEDENCIA DE CUENTAS DE COLLAR EN LOS SITIOS ALAMITO (DEPTO. ANDALGALÁ, CATAMARCA)

## *Raw Materials, Context, and Provenance of Necklace Beads at Alamito Sites (Andalgalá Department, Catamarca)*

*María Soledad Gianfrancisco*

Instituto de Antropología de Córdoba (IDACOR), CONICET, Argentina

**RESUMEN.** *En este trabajo se presentan los resultados de análisis físicos y químicos efectuados sobre un conjunto de bienes ornamentales procedentes de los sitios Alamito. La identificación de materia prima alóctona empleada para su manufactura y la ausencia de elementos sustanciales que den cuenta de una producción local de los mismos nos permiten plantear la hipótesis de que fueron adquiridos mediante mecanismos de intercambio, como otros de los tantos productos que circularon en el flujo interregional de bienes en el contexto macrorregional del área surandina.*

**PALABRAS CLAVE:** *intercambio, cuentas de collar, Alamito.*

**ABSTRACT.** *This paper presents the results of physical and chemical analyses carried out on a set of ornamental goods from Alamito sites. The identification of allochthonous material used for their manufacture and the absence of substantial elements that would indicate local production allow us to put forward the hypothesis that these ornamental goods were acquired through trade, like many other products that circulated through the interregional flow of goods in the macro-regional context of the southern Andes.*

**KEYWORDS:** *Exchange, Necklace beads, Alamito.*

## INTRODUCCIÓN

Desde momentos tempranos, los grupos cazadores-recolectores establecieron prácticas vinculadas a la circulación y tráfico de bienes en el sur andino. Dichas prácticas fueron creciendo orgánicamente al ritmo de los cambios en la vida social (Nielsen 2011), sumando nuevos productos para su intercambio.

Durante el periodo Formativo,<sup>1</sup> se han registrado evidencias de una alta variabilidad de bienes que circula-

ron entre la puna, los valles mesotérmicos, los yungas y la costa del pacífico. La «prueba» de esta interacción se basa en el hallazgo de artefactos, materias primas, objetos ornamentales y cultivos hallados a considerable distancia de su área de proveniencia. El abordaje de la problemática vinculada al intercambio interregional en el área andina ha suscitado numerosas reflexiones y modelos explicativos que tratan de dar cuenta del qué, el cómo, por dónde y hacia dónde fueron transportados los bienes, tales como el modelo de «archipiélagos verticales» (Murra 1972) y el tráfico caravanero (Núñez y Dillehay 1979, Yacobaccio *et al.* 1999). Otros modelos reflexionan, además, sobre la naturaleza de las transacciones y los agentes involucrados en los procesos de intercambio, como el modelo de polos de desarrollo

<sup>1</sup> El periodo Formativo, en la terminología arqueológica tradicional más aceptada, incluye algunos rasgos de economía productora de alimentos, vida sedentaria en aldeas pequeñas, sistemas extendidos de intercambio y alta variabilidad en la organización social (Olivera 2001).

*Recibido: 16-9-2017. Modificado: 10-10-2017. Aceptado: 17-10-2017. Publicado: 24-10-2017.*

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Valerie Elizabeth Bondura.  
Arqueol. Iberoam. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/362>.

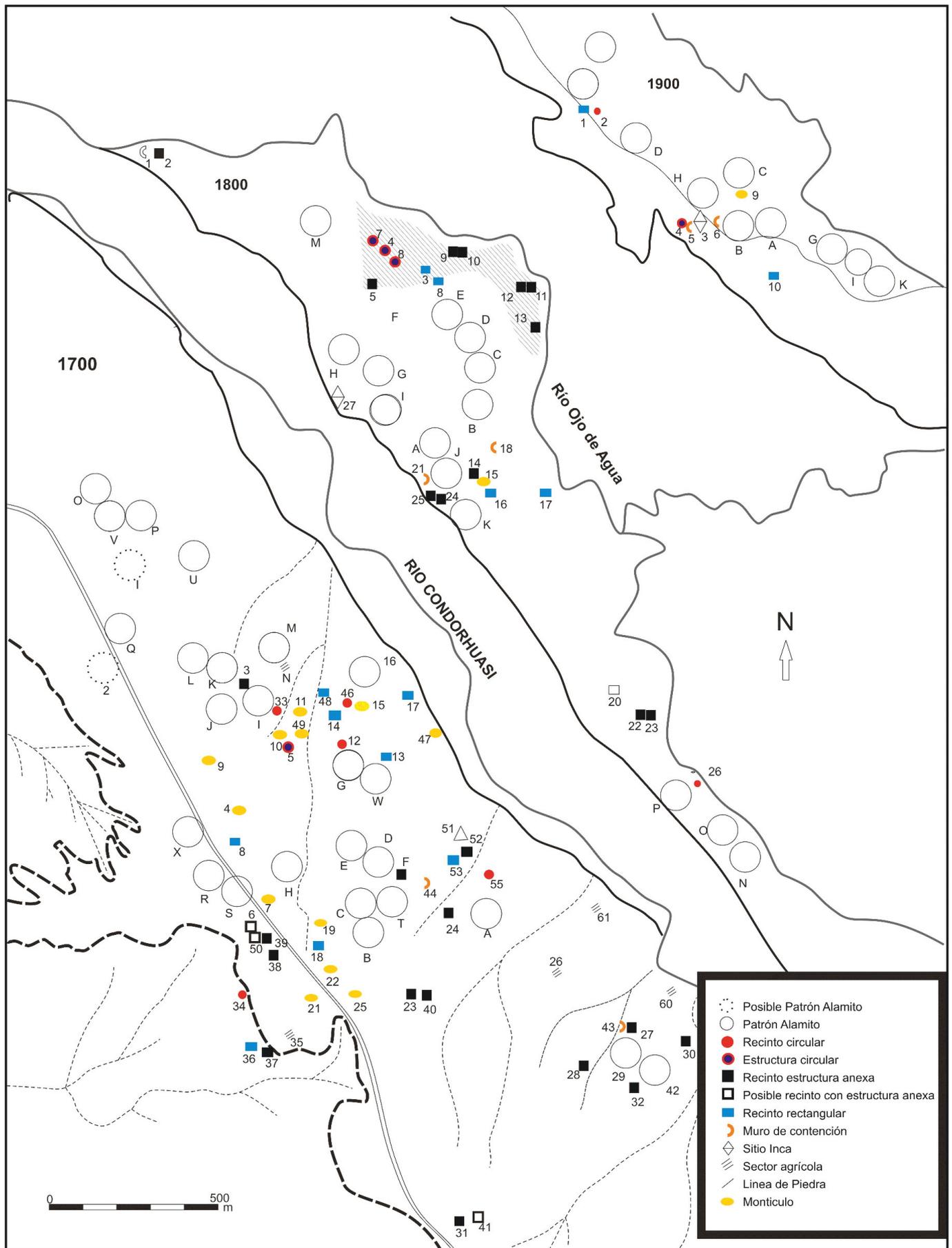


Figura 1. Yacimiento arqueológico «El Alamito» (tomado de Gianfrancisco 2011).

(Tartusi y Núñez Regueiro 1993) y el modelo interno-dal (Nielsen 2004, 2006, 2011; Berenguer 2004).

En las explicaciones generadas a partir de estos modelos suele ser común asignar un papel de *principio estructurante* de las relaciones de intercambio a la *complementariedad económica* establecida a partir de la distribución diferencial de recursos (Lazzari 1999). Si bien esto es válido, creo que no solo dan cuenta del proceso de intercambio material en sí mismo sino que, además, ponen en evidencia un proceso social más complejo en el que las demandas materiales estuvieron ligadas a distintos lazos sociales, algunas de ellas relacionadas con la legitimación de relaciones de poder, construcción de identidades personales y mecanismos de resistencia. De este modo, el valor del intercambio no está en el objeto en sí mismo sino en las relaciones sociales establecidas a través de ellos. Más bien, es el hecho de ser adquiridos a través de determinados canales de intercambio —con independencia de su naturaleza— lo que les confiere valor, por lo que los objetos no tienen valor social hasta que entran en estrategias de reproducción social (Lazzari 1999).

En nuestro caso particular, se ha constatado la existencia de estrategias de interacción social como indicador de intercambio a larga distancia a partir del registro material de bienes ornamentales. El mismo corresponde a un conjunto de cuentas que fueron recuperadas en contextos de habitación, entierros y estructuras vinculadas con uso ceremonial (Gianfrancisco *et al.* 2008-2010). En este trabajo se darán a conocer nuevos datos procedentes del sitio H-1, que se integrarán con la información producida en investigaciones preliminares en otros sitios «Patrón Alamito» (sitios H-0 y S-0) que darían cuenta de la participación de sus pobladores en un circuito macrorregional de movilidad (Gianfrancisco *et al.* 2008-2010).

## CONTEXTO DEL HALLAZGO DE OBJETOS ORNAMENTALES: LOS SITIOS ALAMITO

El yacimiento arqueológico «El Alamito» o los sitios «Alamito» toman su nombre de la pequeña población homónima ubicada a unos 8 km al NO de los mismos (fig. 1). Los sitios «Alamito» se distribuyen en tres zonas, situadas en las cotas de 1700, 1800 y 1900 m s.n.m. al SE de la población de La Alumbra. En total se hallaron 136 sitios que, de acuerdo con su patrón arquitectónico, se identificaron como sitios «Patrón Alamito» (N = 51), Recintos con Estructuras Anexas (N =

29), Recintos Circulares (N = 8), Recintos Rectangulares (N = 15), Montículos con material cultural en superficie (N = 12) y estructuras agrícolas (fig. 1).

Concretamente, los sitios «Patrón Alamito» son considerados un caso excepcional dentro de la arqueología del Noroeste Argentino, sobre todo si los pensamos como la expresión material particular de formas de vida. La configuración espacial de las unidades constructivas, que se repiten en el paisaje como módulos independientes, les confieren ciertas características únicas para su tiempo y región (Gianfrancisco 2011). En un nivel general de síntesis parecen en parte semejantes a las de otras comunidades contemporáneas de la región (i. e. Tafí, Cerro El Dique, Campo Colorado, Saujil, altiplano boliviano) (Raffino y Togo 1975; Raffino 1988; Ruiz 1995-96; Tarragó 1996; Palamarczuk 2001; Olivera 2001; Scattolin *et al.* 2007; Michel López 2008; Salazar *et al.* 2008; Franco Salvi *et al.* 2014; Lazzari *et al.* 2015; López Campeny *et al.* 2015, Olivera *et al.* 2015; Basile y Ratto 2016; Gianfrancisco y Fernández 2016; Balesta *et al.* 2015; entre otros).

El conocimiento sobre la cronología de los sitios del Campo del Pucará deriva de la seriación cuantitativa realizada con fragmentos de cerámica y de fechas radiocarbónicas procedentes de diferentes sitios «Patrón Alamito». Ambas formas de datación han sido las bases sobre las cuales se ha organizado en la década de 1970 el esquema cronológico vigente, diferenciando dos grandes bloques temporales: Alamito I (240-360 d. C.) y Alamito II (360-480 d. C.) (Tartusi y Núñez Regueiro 1993; Núñez Regueiro 1998). Sin embargo, las dataciones realizadas por Gianfrancisco, desde el año 2002, en dos sitios identificados como Recintos con Estructuras Anexas y la calibración de las fechas existentes para los sitios «Patrón Alamito» han permitido replantear la secuencia de ocupación del área desde inicios de la era cristiana hasta mediados del siglo VI (Gianfrancisco 2011). Los datos aportados recientemente por nuevas dataciones (efectuadas en el Recinto A del sitio H-1) permiten extender más aún la ocupación de esta zona hasta mediados del siglo VII.

Los materiales analizados en este trabajo proceden de los siguientes sitios con características afines al denominado «Patrón Alamito»:

*El sitio H-1* se sitúa a 1800 m s. n. m. Consta de 9 montículos y 2 plataformas ceremoniales. El recinto excavado corresponde a lo que Tartusi y Núñez Regueiro (1993) y Núñez Regueiro (1998) definen como Recinto A. Esta categoría de recintos son considerados «espacios multifuncionales» donde se desarrolló una



Figura 2. Vista de la excavación completa del Recinto A.

gran cantidad de actividades domésticas, tales como cocina, depósito de alimentos, depósito ocasional de herramientas, actividades metalúrgicas, actividades vinculadas a producción de pigmentos minerales, etc., con una mayor preponderancia de alguna de ellas en determinados momentos (Núñez Regueiro 1998; Gianfrancisco 2011) (fig. 2). Los análisis efectuados hasta el momento permitieron identificar tres niveles —o pisos— de ocupación. El conjunto del material analizado corresponde a 22 cuentas y 1 colgante de metal. Del primer piso de ocupación se recuperaron 4 cuentas elaboradas con valva de molusco; en el segundo piso de ocupación se identificaron 2 cuentas minerales completas, 1 cuenta elaborada con valva de molusco y un fragmento de valva de molusco pulido; y en el tercer piso de ocupación (280-349 cal A. D.) se hallaron 13 cuentas —de ellas, 11 integraban un conjunto en asociación con un colgante de metal—. Las dataciones mediante  $^{14}\text{C}$  efectuadas sobre material faunístico,<sup>2</sup> en contexto de fogón recuperado en cada piso, dan cuenta de una ocupación de casi 350 años (280-645 d. C.).

*Sitio H-0.* Emplazado a 1700 m s. n. m., consta de 7 montículos. Las excavaciones fueron efectuadas por

<sup>2</sup> Las muestras de material corresponden a material óseo de camélidos que poseen evidencias de haber sido procesados para su consumo. Las mismas fueron efectuadas en el *Accelerator Mass Spectrometry Laboratory* de la Universidad de Arizona (EE. UU.).

Núñez Regueiro y colaboradores durante la década de 1990. Las cuentas integradas en el análisis general realizado en este artículo proceden del Montículo Mayor (N = 30), el Recinto B (N = 4) y el Recinto A (N = 5) (Gianfrancisco *et al.* 2008-2010). La datación efectuada sobre colágeno fija un momento de ocupación para el  $350 \pm 70$  d. C. (Angiorama 1996).

*Sitio S-0.* Emplazado a 1700 m s. n. m., consta de 8 montículos. Como ocurre con el caso anterior, este sitio fue trabajado por Núñez Regueiro y colaboradores durante la década de 1990; las excavaciones se efectuaron en el Montículo Mayor y el Recinto 4 (posible Recinto A). Las cuentas integradas en el análisis general realizado en este artículo proceden del Montículo Mayor (N = 21) (Gianfrancisco *et al.* 2008-2010). Para este sitio no existen aún fechas radiocarbónicas. Sin embargo, en base a los elementos en él recuperados, se supone que ha sido ocupado uno o dos siglos después que el sitio H-0 (Angiorama 1996).

## ANÁLISIS DE LOS MATERIALES

### *Colgante de metal*

El colgante de metal posee forma subrectangular y mide 3,5 cm de longitud y 2,1 cm de ancho (fig. 3).



Figura 3. Vista del colgante de metal recuperado en el Recinto A, sitio H-1.

Los datos de la composición del mismo fueron obtenidos a través de la técnica de *espectroscopia de plasma inducida por láser* (LIBS).<sup>3</sup> Se obtuvieron espectros LIBS de la placa en diferentes zonas de la superficie y del sustrato. En este caso, retirando la deposición superficial mediante ablación láser. La identificación espectral de las líneas de emisión (fig. 4) permite observar superficialmente la presencia de calcio, sodio y potasio, elementos ubicuos propios de la corrosión ambiental. El sustrato está compuesto mayoritariamente por cobre con la presencia minoritaria de hierro y trazas de plomo.

### **Cuentas: características morfológicas y clasificación**

En este apartado se integrará la información procedente de los sitios H-0 y S-0, analizados en trabajos anteriores (Gianfrancisco *et al.* 2008-2010), en el estudio

efectuado recientemente sobre los materiales procedentes del sitio H-1, por lo que el estudio global corresponde a 87 cuentas. En ambos se aplicaron idénticas técnicas de análisis.

En la clasificación de los materiales se tuvieron en cuenta cuatro variables: forma, color, tipo de perforación y materia prima. Se detalla cada una de ellas a continuación.

– *Forma*: poseen un perímetro más o menos circular y simétrico con su eje, a excepción de 2 de forma hexagonal, 2 prismáticas, 1 trapezoidal y 1 ovalada. Su altura es similar a su diámetro. Presentan caras planas y bordes más o menos rectos que les dan un perfil convexo en ángulo. Sus diámetros presentan gran variación, que va de 1 a 10 mm, por lo que se decidió clasificarlos en 8 grupos según su diámetro máximo (mm), indicando entre paréntesis el número de ítems: 1 (1), 2 (11), 3 (13), 4 (31), 5 (15), 6 (10), 7 (3), 10 (3). El espesor de las cuentas de tamaño pequeño (1 a 3 mm de diámetro) y mediano (4 a 7 mm de diámetro) varía de 1,2 a 1,7 mm. Las cuentas de tamaño grande (10 mm de diámetro) poseen espesores mayores que oscilan entre 2,2 y 2,5 mm.

– *Color*: fueron registrados cinco tonos de coloración que corresponden a celeste claro (18), turquesa (43), verde (16), negro (4) y blanco (6). Las cuentas no presentan decoración; algunas de ellas exhiben superficies erosionadas.

– *Tipo de perforación*: presentan perforaciones circulares con tendencia cónica (48 %) y bicónica (52 %) en una posición central. El diámetro de la perforación está comprendido entre 1/4 y 1/3 del diámetro total de la cuenta.

– *Materia prima*: con el objetivo de conocer la composición química de las cuentas, se efectuaron análisis mediante técnicas no destructivas y destructivas correspondientes a:

- 1) Reconocimiento mineralógico macroscópico.
- 2) Microscopía electrónica de barrido<sup>4</sup> (SEMEDX). Se utilizó un equipo ZEISS SUORA 55VP con dispersador de energía (EDS), marca OXFORD, modelo INCA.
- 3) Difracción de rayos X (DRX). Se utilizó un equipo PANalytical X'Pert PRO.

El reconocimiento mineralógico se realizó con el propósito de identificar las diferentes clases de minera-

<sup>3</sup> El análisis fue realizado por el Lic. Gabriel Bilmes en el Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET-CIC) de la ciudad de La Plata.

<sup>4</sup> Las cuentas fueron analizadas en el Centro Integral de Microscopía Electrónica (CIME), Universidad Nacional de Tucumán-CONICET.





Figura 5. Cuentas de turquesa (tomado de Gianfrancisco *et al.* 2008-2010).



Figura 6. Cuentas de cuarzo azulado (tomado de Gianfrancisco *et al.* 2008-2010).

muestras se irradiaron con un anticátodo de Co entre  $3^\circ 2\theta$  y  $130^\circ 2\theta$  de rayos X. Las secuencias de picos obtenidas en los diferentes diagramas permitieron identificar las siguientes sustancias minerales (ver tabla I): a) cuenta 1: aragonito, formada a partir de una conchilla de mar (figs. 7 y 8); b) cuentas 2 y 3: corresponden a carbonato de calcio transformado, siendo posible que provengan de caracol fosilizado parcialmente (Galván, comunicación personal). El resto de las cuentas con porcentajes elevados de Ca, C y O corresponden a aragonito mineral (N = 9).

Quisiera aclarar que el aragonito tiene un origen biológico, desarrollado a partir de conchas de los moluscos y los esqueletos de las formaciones de arrecifes de coral; y un origen mineral originado en depósitos de baja temperatura, en grutas, zonas de oxidación de yacimientos mineros y fuentes calientes, también en algunas rocas sedimentarias y metamórficas y en muchas

minas de galena. En la tabla I se analiza la representación de las diferentes materias primas en cada nivel de ocupación de los sitios H-1, H-0 y S-0.

Por otra parte, el hallazgo de cuentas elaboradas en valvas de moluscos fue registrado en el sitio D-1. Las mismas poseen forma oval o circular, tienen agujero central y miden hasta 27 mm de diámetro (Núñez Regueiro 1970, 1998).

## CONTEXTOS DE PROCEDENCIA DE LAS CUENTAS

Las cuentas elaboradas en material malacológico (N = 11) no se pueden clasificar taxonómicamente ya que poseen un grado muy alto de alteración tafonómica y modificación antrópica. Solo en uno de los tres casos identificados mediante difracción de rayos X fue posi-

Materia Prima	Sitio H-1			Sitio H-0			Sitio S-0
	Piso 1	Piso 2	Piso 3	Montículo	Recinto A	Recinto B-Entierro	Montículo
Crisocola	-	-	1		1		1
Turquesa	-	2	8	16	4	6	8
Aragonita				6		2	1
Material malacológico	4	2	3				2
Lizardita				2			3
Cuarzo verde y turquesa				7		2	5
Calcedonia							1

Tabla I. Variedades de materias primas discriminadas por unidad de procedencia.



Figura 7. Cuenta de aragonito (conchilla de mar).  
Recinto A, sitio H-1.

ble adscribir una de ellas a molusco marino, mientras que en las otras (N = 2) resultó imposible diferenciar si corresponden a especímenes de origen terrestre, dulceacuícola o marino. El registro del uso de dicho material para la confección de elementos utilitarios, ornamentales o simbólicos ha sido ampliamente documentado en numerosos contextos arqueológicos de Argentina, tanto en grupos de cazadores-recolectores (Fernández 2009; Bonomo y Aguirre 2009; entre otros) como en sociedades agroalfareras (Palma 1997-98; Tarragó 2000; Leonard 2014; Lagiglia 2004; Sampietro *et al.* 2017; entre otros).

Respecto a los yacimientos minerales, en los alrededores de Campo de Pucará se ha registrado una gran cantidad de minas cupríferas —Capillitas (Dpto. Andalgalá), Bajo de La Alumbra (Dpto. Belén), Bajo del Durazno, Bajo de San Lucas, Filo Colorado, Cerro Blanco, Cerro Rico y Farallón Negro (Núñez Regueiro 1998)—, en las que es posible hallar minerales como la malaquita. Si bien la turquesa no ha sido un mineral identificado hasta el momento en las mismas, es posible que se encuentre presente (Dr. Julio Ávila, comunicación personal)<sup>5</sup> (Gianfrancisco *et al.* 2008-2010). El área de proveniencia más cercana de turquesa se localiza en minas de cobre que se encuentran en la Puna de Atacama (Chile) y en distintos sectores de la Puna Argentina.

<sup>5</sup> Cátedra de Geología de Minas, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.

El aragonito de coloración verde-azulada y el cuarzo celeste han sido identificados en la microrregión de Antofagasta de la Sierra, en los sitios Punta de la Peña 9 I y III (PP9 I y III) y Casa Chávez Montículos, asociados a un complejo *artefactual* que se relaciona con la producción de cuentas minerales (López Campeny y Escola 2007). Las autoras exponen que la única fuente conocida de procedencia es Cerro Peinado, ubicado a 100 km al SO de Antofagasta. Por último, no se han registrado en el área de Campo de Pucará yacimientos minerales que contengan crisocola.

Si bien el hallazgo de cuentas manufacturadas con minerales y material malacológico es frecuente en los sitios Alamito, no se han recuperado elementos como nódulos de mineral, fragmentos en bruto, objetos en proceso de elaboración o artefactos utilizados para la manufactura de cuentas que permitan proponer la existencia de una producción local de las mismas.

En este contexto, y ante la falta de indicios de una producción local de cuentas y la ausencia de materia prima en la zona, considero válida la hipótesis de que dichos bienes pudieron obtenerse mediante prácticas de intercambio interregional, a través de unas redes de interacción a larga distancia que pusieron en contacto a poblaciones asentadas en distintos lugares del área andina. Esta hipótesis adquiere fuerza si tenemos en cuenta que gran parte de los recursos estilísticos y tecnológicos presentes en Alamito manifiestan una distribución muy amplia a nivel regional, la cual llevaría a considerar que los mismos actuaron como centros, desempeñando un papel significativo en la distribución de bienes hacia otras regiones (Tartusi y Núñez Regueiro 1993; Núñez Regueiro 1998; Núñez Regueiro y Tartusi 2003). Además de ello, la presencia en los sitios Alamito de rocas alóctonas a la región, como son la obsidiana y los basaltos, así como la existencia de artefactos de metal y alfarería propia del área en otras zonas, nos remiten a vínculos con otras regiones.

Por otra parte, el hallazgo de cuentas elaboradas en minerales cupríferos ha sido documentado en distintos sitios residenciales y contextos funerarios del Noroeste Argentino (Domínguez y Sampietro 2002; Ventura 1994; Maldonado *et al.* 2011; entre otros). En general, su presencia ha sido interpretada como una prueba de la integración entre comunidades tempranas de ambas vertientes cordilleranas a través del comercio caravanero. Esto se debe a que en el norte de Chile se concentran numerosos yacimientos cupríferos en los que la producción y el consumo de estas cuentas estaban orientados al mercado externo. En este senti-

## Muestra Cuenta 1

## Quantitative Analysis - Rietveld

Phase 1 : Aragonite

100.000 %

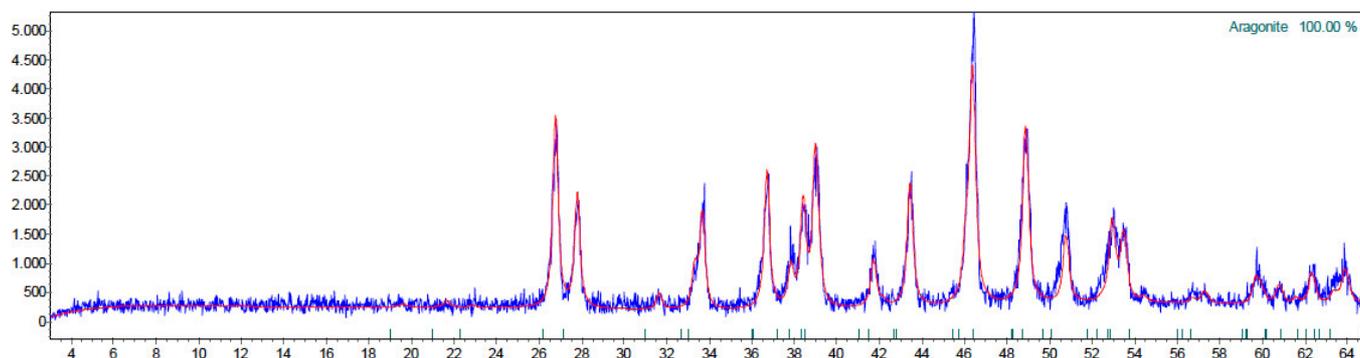


Figura 8. Diagrama de DRX de cuenta de aragonito (conchilla de mar).

do, existe una asociación clara entre cuentas de collar y contextos asociados al tráfico de larga distancia, agrupando espacios geográficos lejanos en el ámbito del área andina (Ress 1999; Berenguer 2004; Nielsen 2004).

La elaboración de modelos destinados a explicar el intercambio interregional de bienes, productos e información da cuenta de la compleja red en la que las sociedades aldeanas del área surandina estuvieron integradas. Estas redes fueron la continuación de antiguísimas vías que, en esta parte de los Andes, unían zonas con diferentes características ecológicas, muchas de ellas utilizadas desde tiempos de los cazadores-recolectores. Con el surgimiento de las sociedades agropastoriles, las redes se volvieron más complejas y empezaron a articularse los múltiples espacios ocupados por diferentes grupos aldeanos (Albeck 2000).

Del norte de Chile provenía parte de la malaquita y la turquesa, minerales utilizados para la manufactura de objetos ornamentales. El registro geológico de turquesa más cercano se localiza en yacimientos del norte de Chile, particularmente del desierto de Atacama, minas de El Salvador y Chuquicamata, las cuales tienen evidencias de explotación prehispánica (Berón 2013). Por su parte, Rees Holland (1999) da cuenta de la existencia de una decena de yacimientos geológicos de crisocola y malaquita durante el Formativo en la Vega de Turi (Norte de Chile), e interpreta que la producción y el consumo de estas cuentas estaban orientados al mercado externo. En otras partes del ámbito surandino, como San Pedro de Atacama, estas piedras semipreciosas (turquesa, malaquita, crisocola) aparecen como incrustaciones en objetos de madera. De acuerdo con lo que expone Albeck (2000), a través de los

oasis del norte chileno también llegaban al Noroeste Argentino cuentas elaboradas sobre valvas de moluscos marinos. Uno de los nudos de intercambio fue el oasis de San Pedro de Atacama, punto de convergencia obligado para las caravanas que articulaban el Noroeste Argentino con el desierto de Chile y la costa pacífica.

Uno de los primeros modelos explicativos utilizados por los arqueólogos que da cuenta de prácticas de intercambio interregional ha sido el modelo archipiélago o de control vertical (Murra 1972). Sin embargo, el que cobró mayor popularidad fue el modelo de «movilidad giratoria» (Núñez y Dillehay 1979), en el que los autores proponen un mecanismo de movilidad basado en el intercambio de bienes e ideas mediante el tráfico caravanero con llamas, lo que permitiría el traslado a distancia de grandes cantidades de carga (según el tamaño y número de caravanas), ofreciendo una posibilidad de distribución masiva de numerosos bienes por grandes territorios. Debido a la gran diversidad de contextos en los que se aplicó este modelo explicativo, se planteó la necesidad de restringir y constreñir su uso reconociendo variantes. Sobre la base de esta propuesta, Berenguer (2004) aborda la problemática de la interacción interregional y su relación con procesos sociopolíticos y culturales partiendo del concepto de movilidad giratoria como plataforma para una nueva propuesta. Dicha propuesta se basa en el concepto de espacialidad —el espacio y las relaciones sociales se constituyen recíprocamente— en la que los *espacios internodales* («elongados» en los términos de la movilidad giratoria) actúan como nudos del tráfico en los sistemas de interacción interregional y en los procesos sociales relacionados. De este modo, Berenguer (2004)

señala que, desde 1500 a. C., la explotación de yacimientos de turquesa, malaquita y crisocola para la manufactura de cuentas de abalorio da lugar a una próspera economía de intercambio de bienes suntuarios que se incrementa durante el Formativo. Cerca del 950 d. C. se registra un periodo de extrema aridez (de unos 400 años) que origina grandes movimientos poblacionales, por lo que el eje del poder regional parece trasladarse a la cuenca superior del río Loa, en Chiu Chiu y el Alto Salado.

Por su parte, Nielsen (2004) señala que en sitios de la frontera tripartita Bolivia-Chile-Argentina se registran cuentas de collar de diferentes minerales de cobre (entre ellos turquesa) asociadas con el tráfico a larga distancia. Fundamenta su explicación en la existencia de materias primas propias de un área que era utilizada por comunidades distantes, a ambos lados de los Andes. Estos minerales procederían de la región atacameña como resultado de un acceso directo a microambientes diferenciados y de prácticas de intercambios recíprocos que confluían en enclaves multiétnicos. El autor considera que las comunidades situadas en los extremos de la red podrían no haber tenido contacto directo; esta relación se construiría a través de la intermediación de múltiples poblaciones. El encadenamiento de estas prácticas podría desarrollarse en contextos de actividad regidos por otras demandas (por ejemplo, caza, pastoreo), en los que no serían necesarios desplazamientos de personas a grandes distancias ni especialistas en tráfico. En este escenario, ciertos bienes podrían trasladarse desde el litoral pacífico hasta la selva sin contacto directo entre las comunidades situadas en los extremos de la red, a través de la intermediación de múltiples poblaciones relativamente especializadas en la explotación de zonas productivas particulares dentro del perfil circumpuneño, v. g. oasis atacameños-altiplano-quebradas altas-valles del piedemonte (Nielsen 2004).

Sobre la base de las evidencias presentadas, y siendo conscientes de que solo estamos abordando el análisis de los contextos arqueológicos que podríamos llamar «terminales» o «finales» de las rutas de interacción entre diferentes zonas geográficas, creo que es lícito pensar que los pobladores de los sitios Alamito participaron en interacciones sociales, como habrían sido las relaciones que se establecieron con las comunidades puneñas, ya sea en forma directa o a través de nodos situados en el área andina. Esto nos lleva a la necesidad de integrar en nuestro análisis evidencias vinculadas a contextos de producción de estos bienes y a contextos

de interacción probables (rutas, sitios de paso o refugios caravaneros).

## CONCLUSIONES

Los datos aportados en este trabajo se integran en las investigaciones efectuadas por Núñez Regueiro y Tartusi (1988), Tartusi y Núñez Regueiro (1993) y Núñez Regueiro (1998) acerca del papel de los sitios Alamito en la dinámica cultural del área andina. Desde hace tres décadas, los autores dan cuenta de la existencia de una extensa red de intercambio muy temprana en la que los sitios Alamito participaron; lo que estaría atestigüado por la amplia distribución de elementos de carácter específicamente ritual, como los «ídolos suplicantes», y de cerámica Condorhuasi registrada en lugares tan distantes como San Pedro de Atacama, en el norte de Chile.

En este sentido, la existencia de cuentas manufacturadas en material malacológico y minerales ausentes en el área de Campo de Pucará, sumado a la ausencia de elementos sustanciales que den cuenta de una producción local de las mismas, sugiere que estos bienes pudieron obtenerse a través de su participación en circuitos de interacción interregional que habrían operado a lo largo del tiempo y con intensidades variables.

Tal como plantean Núñez Regueiro y Tartusi (2003), el avance en el conocimiento de aspectos económicos, sociales, culturales y simbólicos de las poblaciones prehispanicas solo es posible si aumentamos la base de información sustantiva disponible respecto al pasado prehispanico a través de prospecciones, excavaciones y análisis de laboratorio; ya que los modelos pueden ser útiles para estructurar hipótesis pero no sustituyen a la contrastación de estas ni a los datos que se requieren para ello. Por ello considero que las evidencias presentadas en este trabajo dan fuerza a la hipótesis de que los sitios Alamito se integraron en una amplia red de intercambios que puso en contacto a poblaciones de diferentes zonas del área andina.

## Sobre la autora

MARÍA SOLEDAD GIANFRANCISCO es Arqueóloga por la Universidad Nacional de Tucumán (2002) y Doctora en Ciencias Naturales por la Universidad Nacional de La Plata (2011). Actualmente, desempeña sus investigaciones en el Instituto Superior de Estudios Sociales (ISES) del

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Correo electrónico: solegianfrancisco@yahoo.com.ar.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBECK, M. E. 2000. La vida agraria en los Andes del Sur. En *Nueva Historia Argentina*, ed. M. N. Tarragó, t. I pp. 187-228. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- ANGIORAMA, C. 1996. Nuevos aportes a la cronología de Condorhuasi-Alamito. *Palimpsesto* 5: 100-105. Buenos Aires.
- BALESTA, B., N. ZAGORODNY, F. WYNVELDT. 2015. El Formativo en el Valle de Hualfín, una revisión crítica desde la funebria. En *Crónicas materiales precolombinas. Arqueología de los primeros poblados del Noroeste Argentino*, eds. M. A. Korstanje, M. Lazzari, M. Basile, F. Bugliani, V. Lema, L. Pereyra Domingorena y M. Quesada, pp. 575-602. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- BASILE, M. 2017. El aporte de las colecciones privadas al estudio de la arqueología regional: el caso de Saujil en la región de Fiambalá (Dpto. Tinogasta, Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 41/2: 423-430.
- BERENGUER, J. 2004. *Tráfico de caravanas, interacción interregional y cambio en el desierto de Atacama*. Santiago: Ediciones Sirawi.
- BERÓN, M. A. 2012. Cuentas de collar verdes: materias primas, contextos y significación en un cementerio de cazadores-recolectores de La Pampa (Argentina). En *El jade y otras piedras verdes. Perspectivas interdisciplinarias e interculturales*, eds. W. Wiesheu y G. Gussy. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- BONNIN M., A. LAGUENS. 2000. Esteños y algarrobales. Las sociedades de las Sierras Centrales y la llanura santiagueña. En *Nueva Historia Argentina*, ed. M. N. Tarragó, t. I, pp. 147-186. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- BONOMO, M., M. AGUIRRE. 2009. Holocene molluscs from archaeological sites of the Pampean Region of Argentina: Approaches to past human uses. *Geoarchaeology* 24/1: 59-85.
- DOMÍNGUEZ BELLA, S., M. M. SAMPIETRO VATTUONE. 2002. Collar vedas from the Tafí culture, Tucumán (Argentina) (I millennium AD). Raw materials characterization and provenance. En *33rd International Symposium on Archaeometry = Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies* 3: 75-78. Amsterdam: Vrije Universiteit.
- FERNÁNDEZ, M. 2009. Los adornos personales en el noroeste patagónico: contexto y cronología. En *VI Congreso de Americanistas*, t. II, pp. 125-150. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Americanistas.
- FRANCO SALVI, V., J. SALAZAR, E. BERBERIÁN. 2014. Paisajes persistentes, temporalidades múltiples y dispersión aldeana en el valle de Tafí (provincia de Tucumán, Argentina). *Intersecciones en Antropología* 15: 307-322.
- GIANFRANCISCO, M. S.  
— 2003. *Análisis preliminar de cuentas minerales de Campo de Pucará*. Manuscrito en posesión del autor.  
— 2011. *Prácticas materiales y espaciales en Campo de Pucará (0 al 550 d. C.)*. Tesis doctoral en Ciencias Naturales inédita. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- GIANFRANCISCO, M. S., J. DLUGOSZ, V. NÚÑEZ REGUEIRO. 2008-2010. Contexto y procedencia de cuentas minerales de los sitios de Alamito (Campo de Pucará, provincia de Catamarca). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 22: 91-99. Buenos Aires.
- GIANFRANCISCO, M. S., D. FERNÁNDEZ. 2016. Aplicación de GIS a los modelos de ocupación en Alamito (Campo de Pucará, Catamarca). *Arqueoweb* 17: 24-49.
- LAGIGLIA, H. A. 2009. Indicadores Arqueológicos de Movilidad Cultural en el Centro-Oeste Argentino y Aledaños. *Sociedades de Paisajes Áridos y Semi-Áridos* 1: 17-46. Río Cuarto, Córdoba.
- LAZZARI, M. 1999. Objetos viajeros e imágenes espaciales: las relaciones de intercambio y la producción del espacio social. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, Suplemento 3: 371-385. Sao Paulo.
- LAZZARI, M., J. GARCÍA AZCÁRATE, C. SCATTOLIN. 2015. Imágenes y memoria: las presencias ancestrales en el Formativo. En *Crónicas materiales precolombinas. Arqueología de los primeros poblados del Noroeste Argentino*, eds. M. A. Korstanje, M. Lazzari, M. Basile, F. Bugliani, V. Lema, L. Pereyra Domingorena y M. Quesada, pp. 603-634. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- LEONARD, S. 2014. Producción local de cuentas de valva en el bosque del noroeste de Patagonia. Una aproximación desde la arqueología experimental. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 39/2: 463-482.
- LÓPEZ CAMPENY, S. M. L., P. S. ESCOLA. 2007. Un verde horizonte en el desierto: producción de cuentas minerales en ámbitos domésticos de sitios agropastoriles, Antofagasta de la Sierra (Puna Meridional Argentina). En

- Producción y circulación prehispánicas de bienes en el sur andino*, eds. A. Nielsen, C. Rivolta, V. Seldes, M. Vázquez y P. Mercolli, t. 2, pp. 225-258. Córdoba: Editorial Brujas.
- LÓPEZ CAMPENY, S. M. L., A. S. ROMANO, C. A. ASCHERO. 2015. Remodelando el Formativo. Aportes para una discusión de los procesos locales en las comunidades agropastoriles tempranas de Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Argentina). En *Crónicas materiales precolombinas. Arqueología de los primeros poblados del Noroeste Argentino*, eds. M. A. Korstanje, M. Lazzari, M. Basile, F. Bugliani, V. Lema, L. Pereyra Domingorena y M. Quesada, pp. 313-354. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- MALDONADO, M. G., L. NEDER, J. ROLDÁN, M. M. SAMPIETRO VATTUONE. 2011. Caracterización geoambiental y cultural del período formativo en las selvas occidentales meridionales: sitio «Horco Molle» (Dpto. Yerba Buena, Tucumán). *Comechingonia* 14/1: 115-131.
- MICHEL LÓPEZ, M. R. 2008. *Patrones de Asentamiento Precolombino del Altiplano Boliviano. Lugares Centrales de la Región de Quillacas, Departamento de Oruro, Bolivia*. Uppsala, Suecia: Instituto de Investigaciones Antropológicas y Arqueológicas, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia & African and Comparative Archaeology, Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala University.
- MURRA, J. 1972. El «control vertical» de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas. En *Visita de la Provincia de León de Huanuco en 1562*, vol. 2, pp. 429-476. Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- NIELSEN, A. E.  
— 1997. El tráfico caravanero visto desde La Jara. *Estudios Atacameños* 14: 339-371.  
— 2004. Aproximación a la arqueología de la frontera tripartita Bolivia-Chile-Argentina. *Chungara* 36: 861-878.  
— 2006. Estudios internodales e interacción interregional en los Andes Circumpuneños: teoría, método y ejemplos de aplicación. En *Esféras de interacción prehistóricas y fronteras nacionales modernas en los Andes sur centrales*, ed. H. Lechtman, pp. 29-62. Lima: Instituto de Estudios Peruanos/Institute of Andean Research.  
— 2011. El tráfico de caravanas entre Lípez y Atacama visto desde la Cordillera Occidental. En *Ruta: arqueología, historia y etnografía del tráfico sur andino*, eds. L. Núñez A. y Axel E. Nielsen, pp. 83-110. Córdoba: Editorial Brujas.
- NÚÑEZ, A. L., T. D. DILLEHAY. 1979. *Movilidad giratoria, armonía social y desarrollo en los Andes meridionales: patrones de tráfico e interacción económica*. Antofagasta: Dirección General de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad del Norte.
- NÚÑEZ REGUEIRO, V. A. 1998. *Arqueología, historia y antropología de los sitios de Alamito*. Tucumán: Ediciones IN-TERDEA.
- NÚÑEZ REGUEIRO, V. A., M. R. A. TARTUSI.  
— 1988. El área pedemontana y su significado para el desarrollo del Noroeste Argentino en el contexto sudamericano. En *46.º Congreso Internacional de Americanistas*. Amsterdam: Vrije Universiteit.  
— 2003. Mecanismos de control y la organización del espacio durante los periodos Formativo y de Integración Regional. *Cuadernos FHyCS-UNJu* 20: 37-50. Jujuy.
- OLIVERA, D. E. 2001. Sociedades agropastoriles tempranas: el Formativo Inferior del Noroeste Argentino. En *Historia argentina prehispánica*, ed. E. Berberían y A. E. Nielsen, pp. 83-126. Córdoba: Editorial Brujas.
- OLIVERA, D. E., P. ESCOLA, A. M. ELÍAS, S. PÉREZ, P. TCHILINGUIRIAN, P. SALMINCI, M. PÉREZ, L. G. GRANA, J. GRANT, A. VIDAL, V. KILLIAN GALVÁN, P. MIRANDA. 2015. El Formativo en la Puna Meridional: de la opción productiva a las sociedades agropastoriles plenas. En *Crónicas materiales precolombinas. Arqueología de los primeros poblados del Noroeste Argentino*, eds. M. A. Korstanje, M. Lazzari, M. Basile, F. Bugliani, V. Lema, L. Pereyra Domingorena y M. Quesada, pp. 663-694. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- PALAMARCZUK, V. 2016. Investigaciones arqueológicas en El Colorado, sur de Yocavil, Catamarca, Argentina. *Andes* 27/2. Salta.
- PALMA, J. 1997-98. Ceremonialismo mortuario y registro arqueológico: apuntes sobre complejidad social. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 22-23: 179-202.
- RAFFINO, R. A. 1988. *Poblaciones indígenas en Argentina. Urbanismo y proceso social precolombino*. Buenos Aires: Tipográfica Editora Argentina.
- RAFFINO, R. A., J. TOGO. 1975. El yacimiento arqueológico de «Cerro El Dique» (Quebrada del Toro, Salta). Nota preliminar. En *Actas y Trabajos del Primer Congreso de Arqueología Argentina (Rosario de Santa Fe, 1970)*, pp. 113-124. Buenos Aires.
- REES HOLLAND, C. 1999. Elaboración, distribución y consumo de cuentas de malaquita y crisocola durante el período Formativo en la Vega de Turi y sus inmediaciones, subregión del Río Salado, Norte de Chile. En *Los tres reinos: prácticas de recolección en el Cono Sur de América*, eds. C. Aschero, M. A. Korstanje y P. Vuoto, pp. 83-93. Tucumán: Instituto de Arqueología y Mu-

- seo, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.
- RUIZ GARCÍA, M. 1995-96. Prehistoria y arqueología regional: el Noroeste Argentino. *Anales de Prehistoria y Arqueología* 11-12: 163-173.
- SALAZAR, J., V. FRANCO SALVI, E. BERBERIÁN. 2008. Contextos domésticos del Valle de Tafí, Tucumán, Argentina. *Werken*: 30-50. Santiago de Chile.
- SAMPIETRO VATTUONE, M. M., S. MARTÍNEZ STAGNARO, R. GARCÍA GIMÉNEZ, J. L. PEÑA MONNÉ, J. ROLDÁN, M. G. MALDONADO. 2017. Graves, beads, and trade in Northwest Argentina: a first ED-XRF characterization of very well-formed Objects. *Arqueología* 23/1: 27-43. Buenos Aires.
- SCATTOLIN, M. C. 2007. Santa María antes del año mil. Fechas y materiales para una historia cultural. En *Sociedades precolombinas surandinas: temporalidad, interacción y dinámica cultural del NOA en el ámbito de los Andes Centro-Sur*, eds. V. Williams, B. Ventura, A. Callegari y H. Yacobaccio, pp. 203-220. Buenos Aires.
- TARRAGÓ, M. N.  
— 1996. El Formativo en el Noroeste Argentino y el Alto Valle Calchaquí. *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael* 23: 103-119. Mendoza.  
— 2000. Chacras y pukara. Desarrollos sociales tardíos. En *Nueva Historia Argentina*, t. I, ed. M. N. Tarragó, pp. 257-300. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- TARTUSI, M. R. A., V. A. NÚÑEZ REGUEIRO. 1993. *Los centros ceremoniales del NOA*. San Miguel de Tucumán: Instituto de Arqueología, Universidad Nacional de Tucumán.
- VENTURA, B. 1994. Un verde horizonte de sucesos. En *Taller de Costa a Selva. Producción e intercambio entre los pueblos agroalfareros de los Andes Centro-Sur*, pp. 301-325. Tilcara.
- YACOBACCIO, H. D., P. ESCOLA, F. PEREYRA, M. GLASCOCK, M. LAZZARI. 1999. Desde dónde y hacia dónde: localización de fuentes y distribución de obsidias en el NOA. Ponencia presentada en el *XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina (Córdoba, 1999)*. Cabildo Histórico de la Ciudad de Córdoba.

## RESEARCH ADVANCE

# ALGUNAS CONTROVERSIAS ACERCA DEL LUGAR DE ARRIBO DE SEBASTIÁN CABOTO EN ITATÍ, CORRIENTES (ARGENTINA). UNA APROXIMACIÓN DESDE LA ARQUEOLOGÍA HISTÓRICA

*Some Controversies Regarding the Arrival Place of Sebastian Cabot in Itati, Corrientes (Argentina): A Historical Archaeological Approach*

**Fabián Bognanni**

ProArHEP, UNLu-CONICET, Argentina

**RESUMEN.** *Al renunciar a su destino original, Sebastián Caboto se dirige al río Paraná en búsqueda de la mítica Sierra de la Plata. Tras fundar el fuerte Sancti Spiritus en 1528, remonta el río Paraná deteniéndose al norte de Corrientes (Argentina). Allí, Caboto permaneció un mes conviviendo con el pueblo del cacique Yaguarón. Aquí se discute la posibilidad de que este evento se produjera en el actual Departamento de Itatí. El trabajo indaga críticamente sobre las fuentes primarias (Sebastián Caboto y Luis Ramírez) y otras secundarias. La información histórica se confrontó con evidencias materiales obtenidas del trabajo arqueológico. Se presenta el hallazgo de cerámicas con estilos decorativos que se asocian con los pueblos guaraníes históricos.*

**PALABRAS CLAVE:** *Sebastián Caboto, Itatí, río Paraná, guaraní, arqueología histórica.*

**ABSTRACT.** *After giving up on his original destination, Sebastian Cabot headed towards the Parana River seeking the mythical Sierra de la Plata. After founding the Sancti Spiritus fort in 1528, he sailed the Parana River and stopped in north of Corrientes, Argentina. It was here that Cabot remained for a month living with cacique Yaguaron and his people. This work explores the possibility that this event occurred at the township of Itati. This work is a critical analysis of primary sources (including Sebastian Cabot and Luis Ramirez) as well as secondary sources. Historical information is contextualized with material evidence obtained from the archaeological research. In particular, the discovery of ceramics which contain decorative styles associated with the historical Guarani people is presented.*

**KEYWORDS:** *Sebastian Cabot, Itati, Parana River, Guarani, Historical Archaeology.*

## INTRODUCCIÓN

Luego de fundar el fuerte *Sancti Spiritus* (1527), el primer asentamiento español en la actual Argentina, Sebastián Caboto emprendió un viaje al norte, remontando el río Paraná en búsqueda de oro y plata de la mítica *Sierra de la Plata*.<sup>1</sup> En marzo de 1528, los expedicionarios cruzan la bifurcación del río Paraguay y se detienen, supuestamente, sobre la margen izquierda del Paraná para reabastecerse y descansar. En este lugar existía una aldea indígena que respondía al cacique *Yagua-*

*ron*, el cual recibió amablemente a los expedicionarios. A este puerto natural lo llamaron Santana o Santa Ana

---

<sup>1</sup> El mito de la *Sierra de la Plata*, más allá de la existencia de oro y plata en Potosí (actual Bolivia) u otros lugares de la cordillera de los Andes, se construye en base al relato de uno de los sobrevivientes de la expedición en que murió Juan de Solís, de nombre Jorge Gómez (Fitte 1980). Gómez, en la costa de Brasil, le comenta a Caboto la existencia de fabulosas riquezas de oro y plata en un imperio gobernado por un rey blanco que se ubicaba en las *Sierras de la Plata*. A este lugar se accedía a través del río de Solís —luego llamado río de la Plata— (De Gandía 1939).

*Recibido: 7-10-2017. Modificado: 20-10-2017. Aceptado: 26-10-2017. Publicado: 2-11-2017.*



Figura 1. Mapa de Itatí y alrededores con la ubicación de los parajes de *Tabacué* y *Yaguari* (imagen: *Google Earth* 2017).

(De Moussy 1867) y actualmente se encontraría al oeste de la ciudad de Itatí, provincia de Corrientes (Gómez 1944; Núñez Regueiro y Núñez Regueiro 1973; Roch 2015), o incluso en dicha ciudad (Madero 1939).

Teniendo a la arqueología histórica como un método de investigación (Orser y Fagan 1995; Ramos 2006, 2008), se presentan los primeros trabajos de campo realizados en el paraje *Tabacué* (fig. 1), posible lugar del contacto entre Caboto y *Yaguarón*.

### CONTROVERSIAS ACERCA DE LA UBICACIÓN DEL «PUERTO SANTANA»

Un interrogante que se presentó durante el trabajo de campo fue si el lugar de arribo de Caboto en 1528 era el mismo en que, varios años más tarde, se instauraría la primera iglesia franciscana y luego el asiento de la actual Itatí (1615). Posiblemente, un autor que contribuyó a la confusión fue Eduardo Madero, quien plantea en la primera edición del libro *Historia del puerto de Buenos Aires...*, impreso en 1892, que «*Santa Ana nombraron a aquel lugar (actual Itatí), que debieron llamar Yaguarón, como recuerdo al cacique que los había favorecido*» (Madero 1939: 105). Mayor confusión

aportó el uso del nombre en idioma guaraní de *Tabacué*<sup>2</sup> en un paraje ubicado a 10 km al oeste de Itatí. La tradición oral asocia actualmente este lugar con la ubicación del primer oratorio franciscano y, en menor medida, con el lugar de un asentamiento indígena —¿los caseríos de *Yaguarón*?

Núñez Regueiro y Núñez Regueiro plantean que el puerto Santana «*haya sido la región de Yaguari, situada al oeste de Itatí*» (1973: 30). Allí, a orillas del arroyo El Atajo, a 5,5 km al oeste de la ciudad de Itatí, dichos autores hallaron un sitio correspondiente a la tradición tupí-guaraní (subtradición corrugada). La denominación de la región, junto con el nombre del cacique (*Yaguarón*), les permite suponer que el primitivo puerto pudo estar en ese lugar.

Recientemente, Roch propone que «*La expedición, habiendo partido el 23 de diciembre de 1527, recién arribó soportando necesidades y penurias a la población o “Taba” del cacique Yaguarón, o Caserías de Yaguarón, según la carta de Ramírez,<sup>3</sup> el 26 de febrero de 1528. Esta aldea*

<sup>2</sup> Traducido al español como «*que fue pueblo*» (De Moussy 1867; Núñez Regueiro y Núñez Regueiro 1973).

<sup>3</sup> Luis Ramírez fue un tripulante de la expedición que escribió una carta a su padre, el 10 de julio de 1528, contando la travesía.

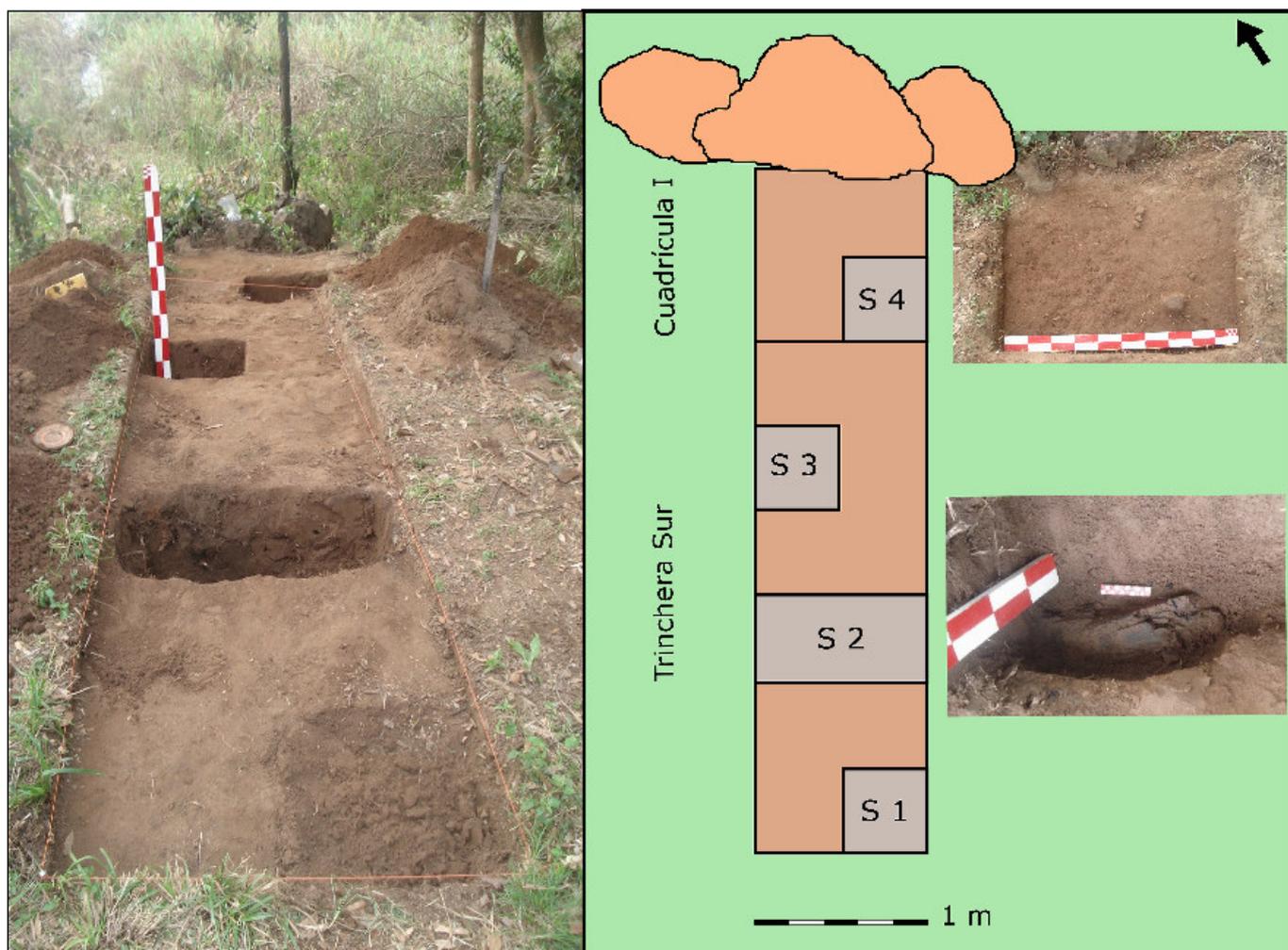


Figura 2. Fotografía y planta de la excavación de la cuadrícula I y la trinchera Sur con sus sondeos (S1, S2, S3, S4). A la derecha, hallazgos *in situ*: un leño quemado y una acumulación de cerámicas.

*guaraní estaba situada sobre la margen occidental de la desembocadura del arroyo Yaguary, a unos siete kilómetros al oeste del actual pueblo de Itatí*» (2015: 88-89). Según la Carta Topográfica Itatí 2757-19 (1994), solo existen dos arroyos al oeste de Itatí: El Atajo, a 5,5 km, y Tosca Cuá, a unos 10 km. Por lo tanto, se torna confusa la ubicación planteada, aunque posiblemente haga referencia al primer arroyo.

Respecto a la ubicación de Santana, Ramírez [1528] plantea que «*pasamos. la boca del paraguay. vn Rio muy cabdaloso que ba a la dha. sierra. de la plata en que ya no nos quedaban mas de quinze o beynte leguas. asta allegar. a las dichas caserías*» (Madero 1939: 388). Por su parte, el propio Caboto señala en una declaración ante los oficiales reales que se encontraba a «*solo veinte leguas para esa distancia*» (Medina 1908: 166). Sin embargo, las distancias presentadas en ambos casos son exageradas. Esto queda en evidencia cuando Ramírez pretende establecer el ancho del río Paraná: «*este Rio. el qual*

*tiene. de anchura doze yeguas [leguas] e catorze e por lo más angosto, cinco leguas*» (Madero 1939: 387). Cabe aclarar que en este momento se utilizaban dos leguas distintas: la legua legal y la castellana, equivalentes a 4,19 km y 5,5 km, respectivamente (Garza Martínez 2012). Por lo tanto, podemos estimar que: a) 15 leguas legales = 62,8 km y 20 leguas = 83,8 km; b) 15 leguas comunes = 82,5 km y 20 leguas = 110 km. Sin embargo, la distancia entre la boca del río Paraguay y la actual ciudad de Itatí es de unos 38 km.

Existen dos argumentos que hacen creer que las distancias referenciadas, tanto por Ramírez como por Caboto, son erróneas. Por un lado, como se planteó, Ramírez dice que el río Paraná tiene un ancho de entre 5 y 14 leguas. Sin embargo, actualmente —y seguramente en el siglo XVI no haya sido distinto— el ancho máximo es de aproximadamente una legua (entre 4 y 5,5 km). Por otro lado, la existencia de saltos en la zona cercana a las islas de Apipé (Departamento de Ituzaingó,

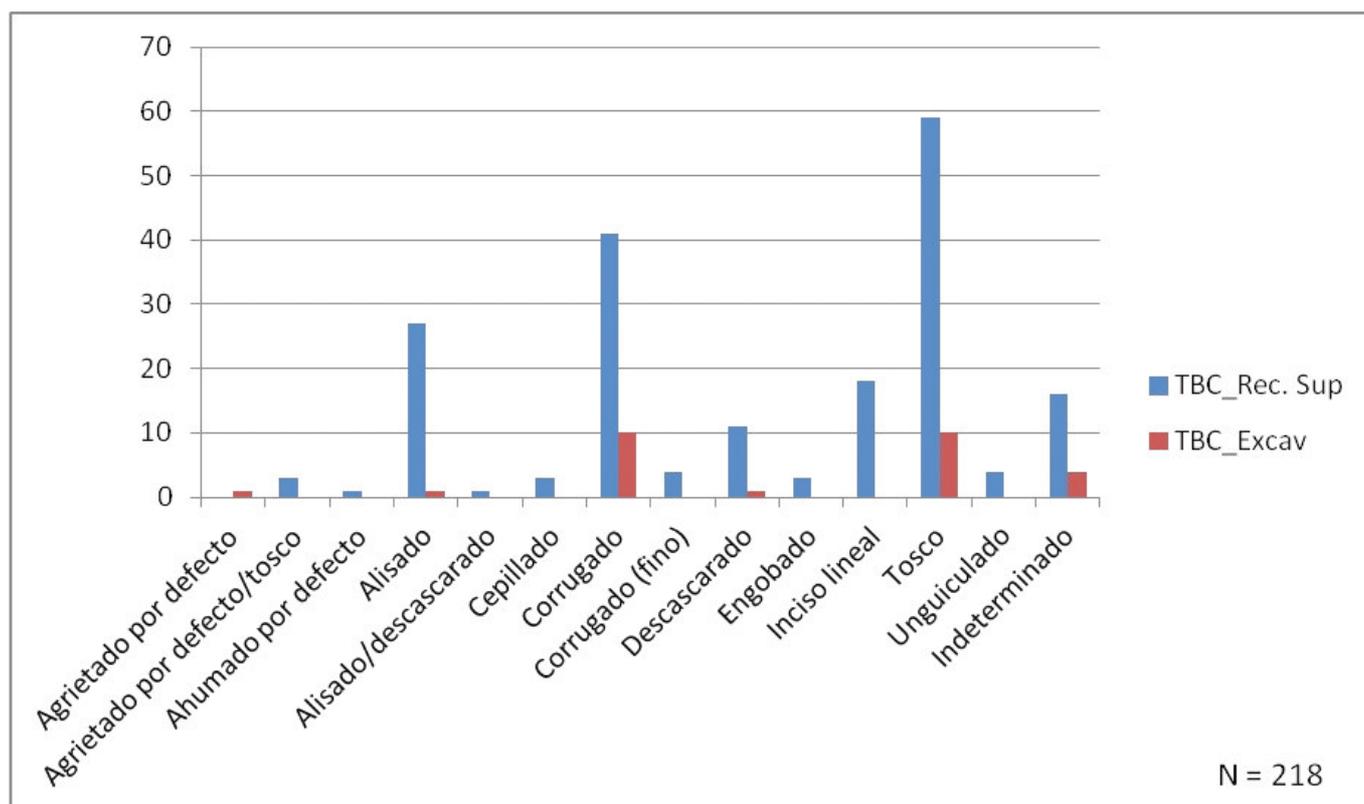


Figura 3. Frecuencias de acabados de superficie y decoración de las cerámicas recuperadas en *Tabacué* (TBC).

Corrientes), ubicadas al este Itatí, habría constituido un obstáculo para continuar remontando el río Paraná.

### PROSPECCIONES Y EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En total, se prospectaron 7,5 ha —1,5 ha en el paraje *Tabacué*, propiamente dicho, y unas 6 ha en la arrocera ubicada en la margen «continental» del arroyo Tosca Cuá (a 1 km al sur del citado paraje)— y se realizaron sondeos y excavaciones. Todas estas acciones estuvieron condicionadas por las características del terreno y la frondosa vegetación. En el *Tabacué* se encontraron restos materiales cerámicos en superficie y, por lo tanto, se planteó una cuadrícula de 1 x 1 m, que luego se extendió con una transecta de 3 x 1 m (ver fig. 2). A su vez, a unos 40 m al este de la zona excavada, se hallaron abundantes fragmentos cerámicos en superficie.

En excavación y recolección superficial, se recuperaron 218 fragmentos cerámicos en total: 191 en superficie y 27 en excavación (ver fig. 3). Teniendo en cuenta la propuesta terminológica establecida por la *Primera Convención Nacional de Antropología* (Instituto de Antropología 1966), con algunas modificaciones, se iden-

tificaron los acabados de superficie y decoración más representados en las cerámicas: tosca (31,65 %, fig. 4 izq. b), corrugada —tanto en la versión *gruesa* como la variante más delicada o *fin*a— (24,87 %, fig. 4 izq. c), alisada (12,84 %), inciso lineal (8,25 %, fig. 4 izq. a), descascarada (5,5 %) y unguiculada (1,83 %). Cabe destacar que se hallaron cuatro fragmentos con pintura roja en su superficie (dos alisadas, una tosca y otra con posible engobe) y otros tres fragmentos que podrían tener similar pintura (una sobre superficie alisada, una descascarada y otra posiblemente tosca). Entre estos fragmentos, una pieza está totalmente pintada en su exterior (fig. 4 izq. d) y, en los demás casos, la pintura forma parte de un diseño decorativo —o posible diseño, ya que únicamente en un solo resto se identifica de forma fehaciente un esquema geométrico (fig. 4 izq. e)—. En la figura 4 (izquierda), se observan algunos de los restos cerámicos.

Como plantean Loponte y Acosta (2013), es Ambrosetti (1895) quien reconoce inicialmente que tres estilos decorativos —corrugado, unguiculado y pintado con motivos geométricos— pueden utilizarse como una unidad arqueológica reconocible con los guaraníes históricos. La asociación entre la evidencia material (basada en los estilos cerámicos) y la atribución cultural es muy importante. Si bien no lo explicita claramente,

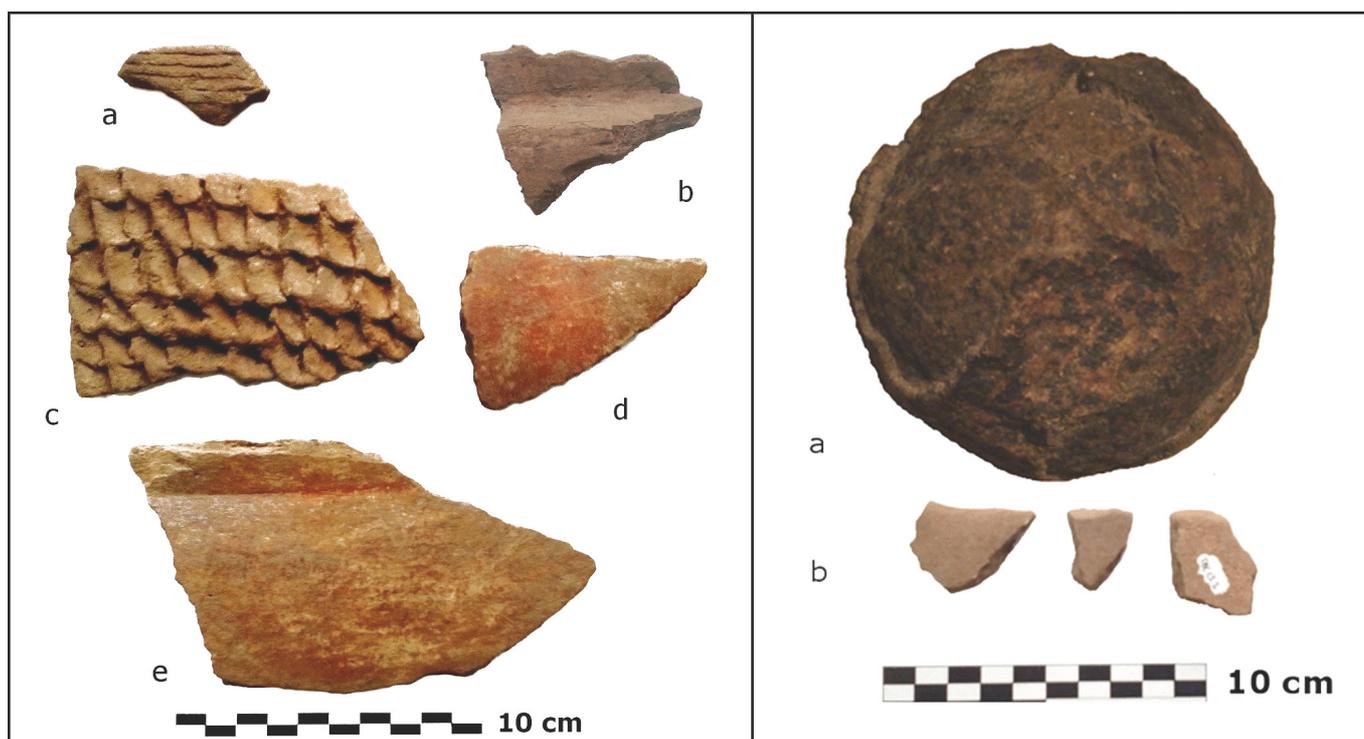


Figura 4. Izquierda: acabados de superficie y decoración: a) inciso lineal, b) tosco, c) corrugado, d) pintado rojo, e) diseños geométricos rojo sobre ante. Derecha: a) supuesto proyectil de piedra, b) posible artefacto de molienda.

Ramírez, en su carta, establece que el pueblo de las *ca-serías* del cacique *Yaguarón* son de la misma nación de otros grupos ubicados río arriba y que están en guerra con ellos. A estos los denomina *chandules*. Al respecto, Roch, citando a Bartomeu Meliá, plantea que «*la isla estaba habitada por guaraníes a los que llamaron carijos, que eran de la misma identidad de los carios del Paraguay; los también denominados chandules (guaraníes de las islas paranaenses) y la gente del cacique Yaguarón (Yaguarö) de la región itatiana de Corrientes*» (2015: 32).

También se hallaron tres fragmentos de, posiblemente, un mismo artefacto lítico de molienda (fig. 4 dcha. b), realizados en arenisca alisada y que presenta estrías. Además, hay otro fragmento de arenisca alisada que podría ser un borde de un metate. Cabe destacar que, en la zona de la arrocera, el hijo de la dueña del campo halló hace unos años lo que parecen ser dos proyectiles o bolaños de cañón pedrero de unos 15 cm de diámetro (fig. 4 dcha. a). Estos objetos son, hasta el momento, la única evidencia material vinculada con la presencia temprana de europeos en el *Tabacué*.

## CONSIDERACIONES FINALES

La información ofrecida por los informantes de primera mano, Luis Ramírez y Sebastián Caboto —en Ma-

dero (1939) y Medina (1908), respectivamente—, son ambiguas e imprecisas en cuanto a las distancias registradas. Si bien no queda claro sobre qué margen del río arribó la expedición, el argumento del lado argentino tiene a favor la tradición oral local (manifestada en reiteradas ocasiones, incluso por el escritor Gonzalo Roch en 2016), las características topográficas más propicias y el hallazgo de evidencias materiales vinculadas a una posible aldea guaraní de considerables dimensiones. Además, en el *Tabacué* se hallaron dos posibles proyectiles de cañones pedreros que, si bien están descontextualizados, constituyen una prueba de presencia europea temprana en la zona. Pero este argumento tiene en contra que se construyó históricamente apelando a una falacia lógica no formal, denominada *ad verecundiam*, basada en el criterio de autoridad; en nuestro caso, Eduardo Madero en el año 1892. El trabajo sistemático desarrollado en el campo de la arqueología podrá arrojar luz sobre estas controversias.

## Acerca del autor

FABIÁN BOGNANNI (*fabianbogn@hotmail.com*) es Licenciado en Ciencias Antropológicas por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina), Doctor en Ciencias Naturales por la

*misma universidad y maestrando en Epistemología e Historia de la Ciencia de la Universidad Nacional de Tres de Febrero (Argentina). Actualmente es Becario Posdoctoral del Programa de Arqueología Histórica y Estudios Pluridisciplinarios, Universidad Nacional de Luján-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (ProAR-HEP, UNLu-CONICET), y Jefe de Trabajos Prácticos de la Universidad Nacional de Lanús (UNLa). Su trabajo se desarrolla en el campo de la arqueología histórica, la teledetección, la arqueología espacial y la epistemología.*

## BIBLIOGRAFÍA

- AMBROSETTI, J. 1895. Los cementerios prehistóricos del Alto Paraná (Misiones). *Boletín del Instituto Geográfico Argentino* 16: 227-263.
- CARTA TOPOGRÁFICA ITATÍ. 1994. *Hoja 2757-19*. Instituto Geográfico Militar.
- DE GANDÍA, E. 1939. Descubrimiento del Río de la Plata, del Paraguay y del Estrecho de Magallanes. En *Historia de la Nación Argentina (desde los orígenes hasta la organización definitiva en 1862)*, ed. R. Levene, vol. II, cap. III. Buenos Aires: Academia Nacional de la Historia, Editorial El Ateneo (2.ª edición).
- DE MOUSSY, M. 1867. *Antigüedades Correntinas. Documentos oficiales referentes al descubrimiento del lugar en donde se construyó la primera fortaleza española en el año 1588, seguidos de una relación histórica sobre Nuestra Señora de Ytatí*. Buenos Aires: Imprenta Coni.
- FITTE, E. 1980. *Hambre y desnudeces en la conquista del Río de la Plata*. Buenos Aires: Academia Nacional de la Historia.
- GARZA MARTÍNEZ, V. 2012. Medidas y caminos en la época colonial: expediciones, visitas y viajes al norte de la Nueva España (siglos XVI-XVIII). *Fronteras de la Historia* 17/2: 191-219.
- INSTITUTO DE ANTROPOLOGÍA. 1966. *Primera Convención Nacional de Antropología. Primera Parte*. Publicaciones Nueva Serie 1. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- LOPONTE, D., A. ACOSTA. 2013. La construcción de la unidad arqueológica guaraní en el extremo meridional de su distribución geográfica. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Series Especiales* 1/4: 193-235.
- MADERO, E. 1939 [1892]. *Historia del Puerto de Buenos Aires. Tomo I. Descubrimiento del Río de la Plata y de sus principales afluentes, y fundación de las más antiguas ciudades, en sus márgenes*. Buenos Aires: Ediciones Buenos Aires. 3.ª edición.
- MEDINA, J. 1908. *El veneciano Sebastián Caboto al servicio de España y especialmente de su proyectado viaje a las Molucas por el Estrecho de Magallanes y al reconocimiento de la costa del Continente hasta la Gobernación de Pedrarias Dávila*. Santiago de Chile: Imprenta y Encuadernación Universitaria.
- NÚÑEZ REGUEIRO, V., B. NÚÑEZ REGUEIRO. 1973. Arqueología histórica del norte de la provincia de Corrientes (I). *Revista del Instituto de Antropología* 4: 23-68.
- ORSER, C., B. FAGAN. 1995. *Historical Archaeology*. Nueva York: HarperCollins College Publishers.
- RAMOS, M.
- 2006. Cuestiones antropológicas y la denominada arqueología histórica. Reproducción de las ideologías dominantes. En *Estudios de Arqueología Histórica. Investigaciones argentinas pluridisciplinarias*, eds. A. Tapia, M. Ramos y C. Baldasarre, pp. 21-36. Museo Municipal de la ciudad de Río Grande.
- 2008. *Investigación sobre las estructuras líticas de Tandilia*. Tesis doctoral presentada en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Ms.
- ROCH, G. 2015. *Viaje de Caboto al Yaguary Itatiano*. Corrientes: Editorial de la Universidad Nacional del Noroeste.

RESEARCH ADVANCE

**TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 3D  
EN LA CATEDRAL DE MORELIA, MÉXICO**

*3D Electrical Resistivity Tomography in Morelia Cathedral, Mexico*

*Gerardo Cifuentes-Nava,<sup>1</sup> Roberto Cabrer-Torres,<sup>2</sup>  
Andrés Tejero-Andrade,<sup>3</sup> Esteban Hernández-Quintero,<sup>1</sup>  
Alejandro García-Serrano,<sup>3</sup> René Chávez-Segura,<sup>1</sup>  
Avto Goguitchaichvili,<sup>1</sup> Miguel Cervantes-Solano<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Instituto de Geofísica, UNAM, México; <sup>2</sup> Escuela Nacional de Estudios Superiores-Morelia, UNAM, México; <sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

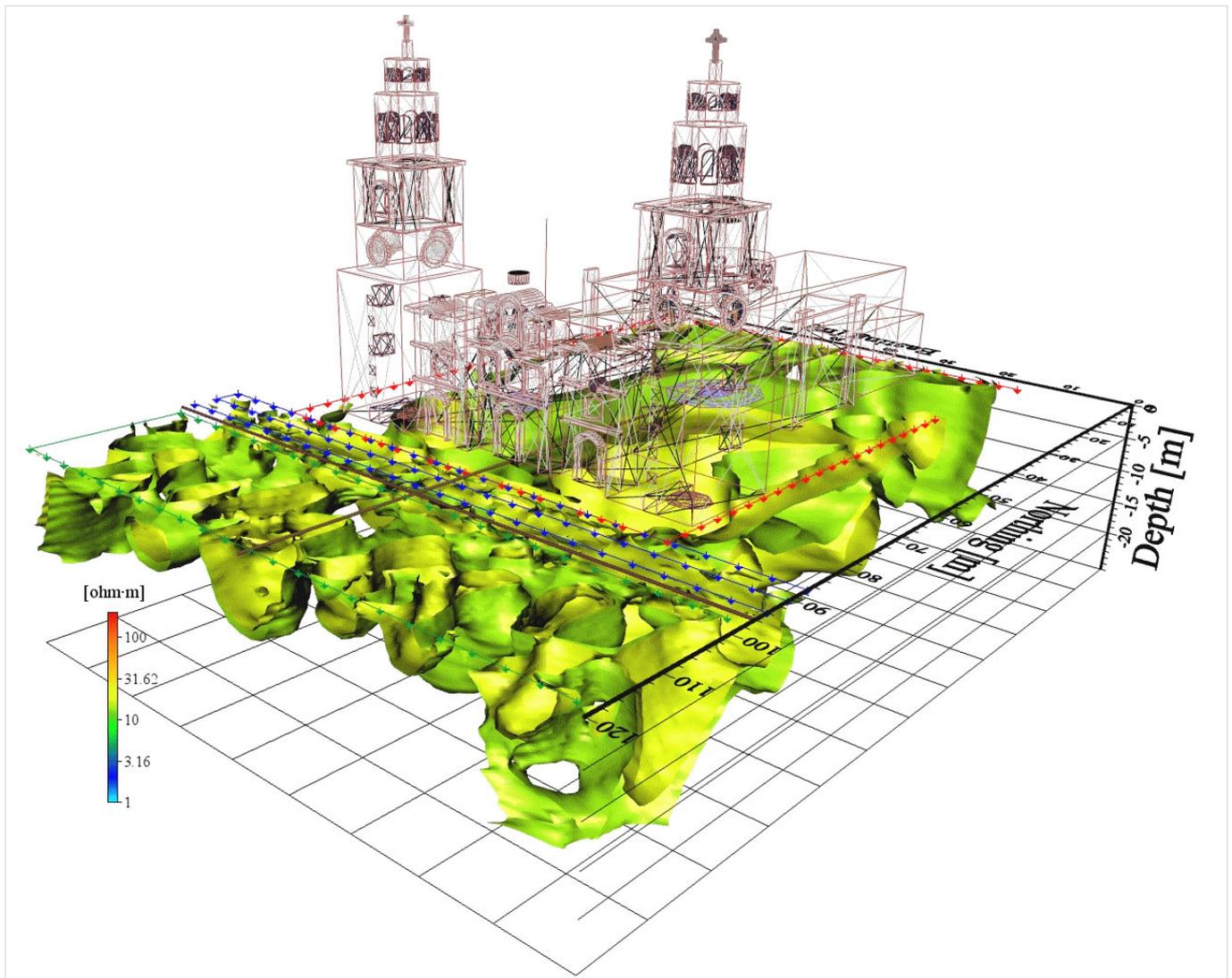


Figura 1. Anomalía en colores falsos mostrando superficies de isoresistividad de la TRE-3D, en una vista NW de la Catedral de Morelia.

*Recibido: 21-10-2017. Aceptado: 26-10-2017. Publicado: 4-11-2017.*

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Emily Lena Jones. Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/364>.

**RESUMEN.** *La tradición oral en la ciudad de Morelia, México, así como evidencias parciales en algunos edificios, han llevado a la creencia de la existencia de túneles subterráneos en el centro de esta ciudad, los cuales pertenecerían a la época colonial de nuestro país. Dicho centro fue declarado patrimonio cultural de la humanidad en 1991 por la UNESCO, por lo que es poco factible la excavación o perforación directa destructiva con la intención de explorar. En este contexto, la implementación de técnicas no invasivas es perfecta para localizar zonas de interés, de tal forma que los métodos de exploración geofísica son adecuados, al no ser destructivos y proporcionar una imagen del subsuelo para corroborar la existencia indirecta de estructuras en profundidad. Se presentan los estudios con tomografía de resistividad eléctrica tridimensional (TRE-3D) llevados a cabo en 2014, 2016 y 2017 en la Catedral de Morelia y su frente norte, en donde se pueden ubicar estructuras organizadas no acordes con el entorno geológico del sitio, los cuales pueden suministrar indicios de la existencia de diversas estructuras de origen antrópico. La TRE-3D aplicada para este estudio es una combinación entre metodologías convencionales y no convencionales; ofrece una imagen de la distribución de estructuras en profundidad que muestran características concordantes con tradiciones orales y hechos históricos documentados referentes al desarrollo de la Catedral de Morelia a través del tiempo.*

**PALABRAS CLAVE:** *Catedral de Morelia, exploración geofísica, tomografía de resistividad eléctrica tridimensional, estructuras subterráneas.*

**ABSTRACT.** *Oral traditions, as well as partial evidence in some buildings, have led to a belief in the existence of underground tunnels dating to the colonial period in downtown Morelia, Mexico. The city of Morelia was declared a UNESCO World Heritage Site in 1991, making excavation impossible. Nondestructive geophysical exploration methods, however, can provide an image of the subsoil to test for existence of tunnels or other subterranean structures. This paper reports results from survey using three-dimensional electrical resistivity tomography (TRE-3D) carried out in 2014, 2016 and 2017, in Morelia Cathedral and along its northern front. The survey identified the location of deep structures which cannot be explained by geological context, suggesting the existence of a variety of subterranean structures of anthropogenic origin. The TRE-3D used in this study combines conventional and unconventional methodologies to offer insights into the distribution of subterranean structures at Morelia Cathedral, in accordance with both oral traditions and documented history.*

**KEYWORDS:** *Morelia Cathedral, geophysical exploration, three-dimensional electrical resistivity tomography, subterranean structures.*

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Valladolid (actual Morelia) fue fundada en el año 1541, sin embargo no cobró importancia hasta 1580 con el traslado de poderes eclesiásticos de Pátzcuaro a Valladolid (Ramírez-Romero 1985). La catedral actual comenzó a construirse en 1660 y fue terminada en 1744 con un proyecto original de Vicente Barroso; cabe mencionar que existió un primer proyecto que inició su construcción poco antes de la versión actual y que los cimientos de dicha estructura se encuentran en el sitio pero se desconoce su posición exacta (Ramírez-Montes 1987).

De los personajes y documentos descritos por Ramírez-Montes (1987) no existe ningún indicio de la construcción de túneles o drenajes en el subsuelo del edificio actual. Por otro lado, el desarrollo de los componentes interiores sí está bien documentado, ya que en 1897 se renovó completamente el interior del edifi-

cio y resalta el desplazamiento del altar mayor y el coro de los canónigos del centro hacia el ábside. La cripta original de los obispos se encontraba por debajo del altar mayor original y se construyó una nueva, en el proceso de esta remodelación, por debajo del altar actual.

La exploración geofísica con el objetivo de buscar estructuras en profundidad no es nueva. Asociaciones civiles y entidades gubernamentales, como Morelia Patrimonio de la Humanidad A. C. y el Instituto Nacional de Antropología e Historia, entre otros, han participado y solicitado estudios a particulares y especialistas en el tema, como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En particular, esta última, a través del Instituto de Geofísica y la Facultad de Ingeniería, ha llevado a cabo estudios de *radar de penetración terrestre* (GPR) y *tomografía de resistividad eléctrica tridimensional* (TRE-3D) en 2006 y 2009. Los resultados han sido bastante alentadores, sobre todo en

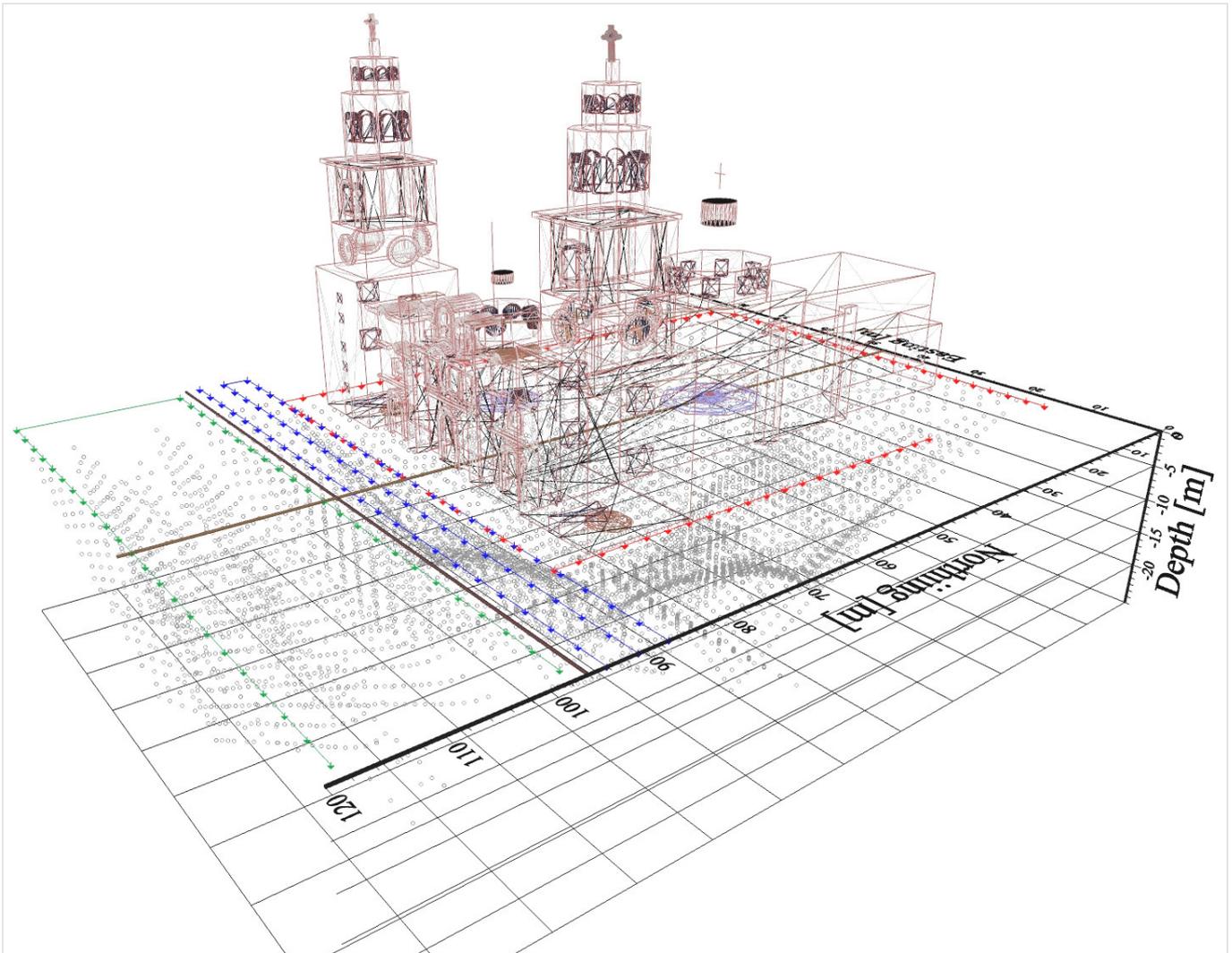


Figura 2. Emplazamiento de los electrodos para los años 2014, 2016 y 2017 (flechas verdes, azules y rojas, respectivamente) y los puntos de atribución de cada medición para la TRE-3D.

2009, donde se localizaron al menos 4 estructuras de interés en cada uno de los costados del edificio de la catedral (Chávez *et al.* 2010). Los estudios TRE-3D que se presentan para los años de 2014, 2016 y 2017 se llevaron a cabo empleando metodologías convencionales de adquisición (2014 y 2016) y no convencionales (2017), este último basado en los arreglos diseñados y analizados por Tejero-Andrade *et al.* (2015).

## METODOLOGÍA

La TRE-3D es una técnica de prospección ampliamente usada para explorar el subsuelo con objetivos muy diversos, como geotécnicos, arqueológicos y de recursos naturales, entre otros (Chávez *et al.* 2015; Argote *et al.* 2013). Este método determina la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo, indicando

la capacidad de los materiales para conducir electricidad, de tal forma que, conociendo el comportamiento del parámetro físico de estos y de estructuras geológicas, se puede hacer una interpretación de la imagen obtenida después de un proceso de adquisición e inversión matemática. La propiedad física dependerá en gran medida no solo de su composición química sino también de su tamaño de grano, porosidad y contenido de humedad (Loke 2010). Es muy importante conocer que los valores de resistividad de cada material tienen un rango, de tal forma que usualmente existe traslape de valores y, como consecuencia, hay interpretaciones ambiguas bajo determinadas circunstancias. La adquisición depende de los arreglos de los electrodos que se empleen, existiendo convencionales, con perfiles paralelos de electrodos instalados en superficies libres de obstáculos (Loke y Barker 1996), o no convencionales, diseñados para cuando se tiene un obstáculo como es

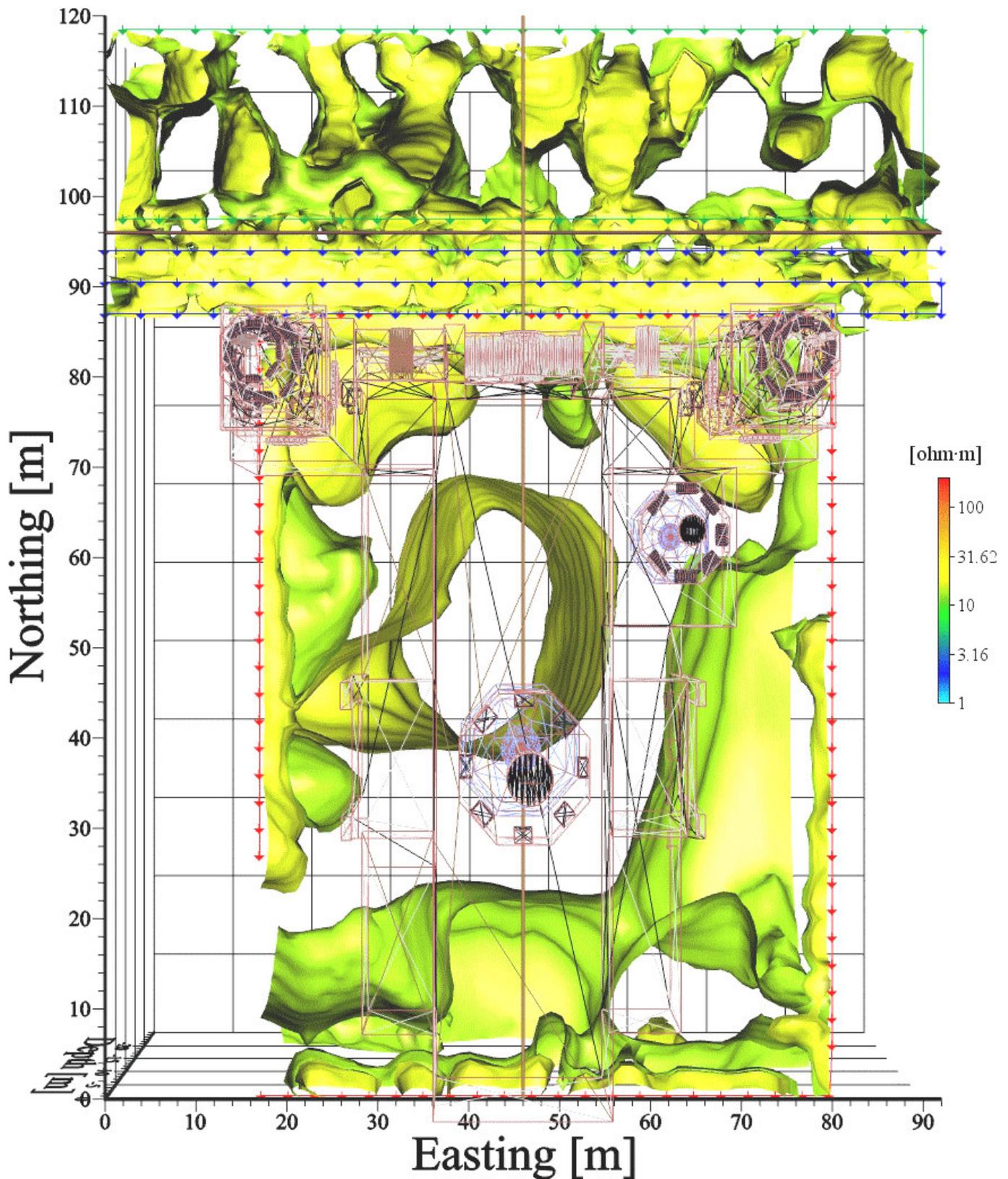


Figura 3. Vista superior de las superficies de isorresistividad de TRE-3D, donde se aprecian las estructuras tubulares del norte en la avenida Madero y el atrio, así como la estructura tubular oeste, la forma de olla central y la cuadrada en el ábside del subsuelo.

el edificio de la Catedral de Morelia (Tejero-Andrade *et al.* 2015). En los estudios realizados en la avenida Madero y el atrio de la Catedral (2014 y 2016) fueron usados arreglos de electrodos convencionales de TRE-

3D, ya que no se presentaban obstáculos que impedirían la instalación de los mismos; en 2017, empleando metodologías no convencionales, se estudió el edificio de la catedral. Las tres etapas se realizaron en la tempo-

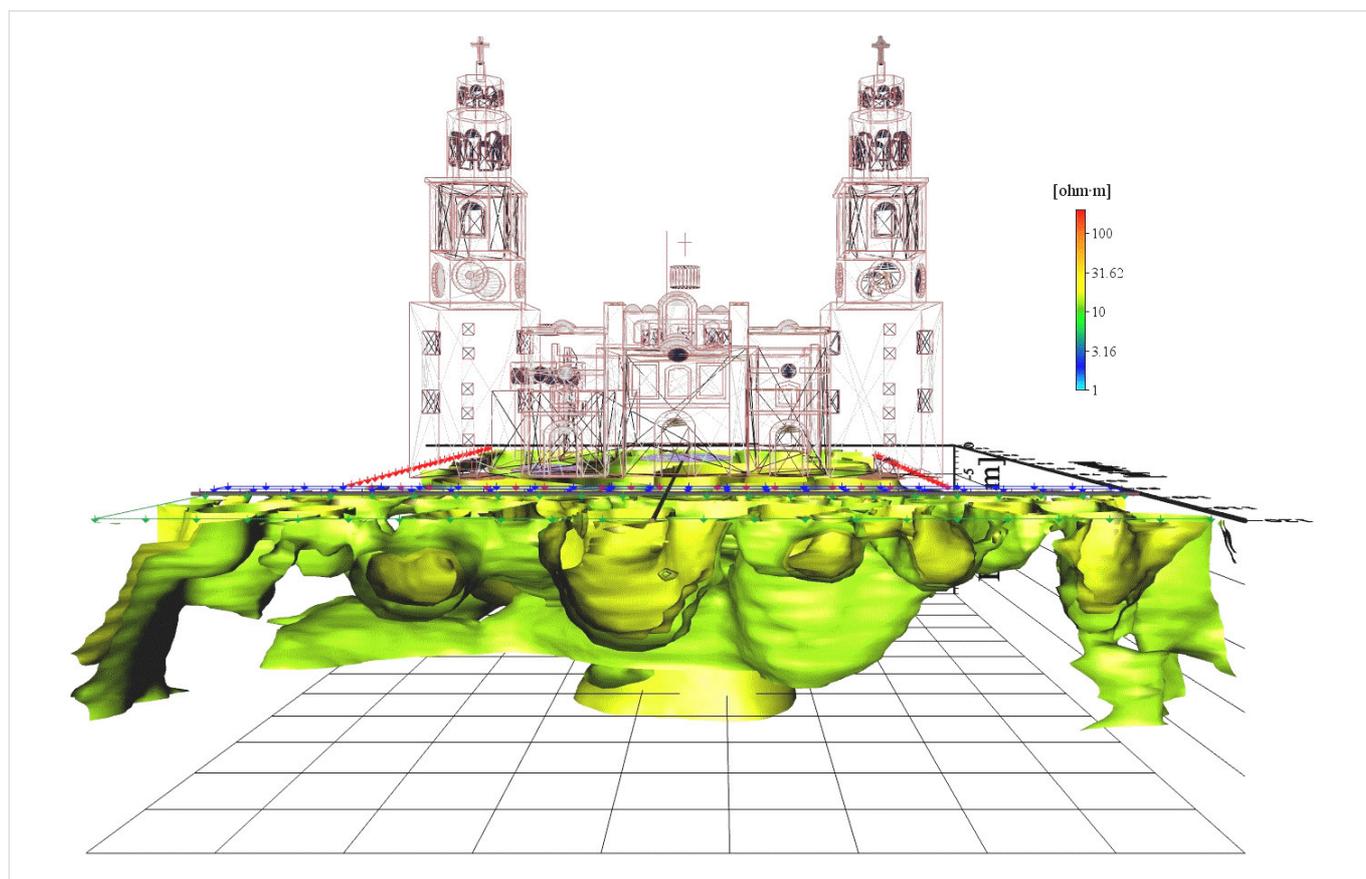


Figura 4. Vista frontal del lado norte, donde las superficies de isorresistividad definen al menos 3 estructuras tubulares con continuidad.

rada de estiaje para la zona de estudio, concretamente en el periodo de diciembre a enero. Los arreglos convencionales empleados fueron Wenner-Schlumberger (WS), ecuatorial (Eq) y mínimo acoplamiento (MA); mientras que los no convencionales fueron los arreglos en L para WS y Centroides desarrollados por Tejero-Andrade *et al.* (2015).

La combinación del uso de todos los arreglos forma un mapeo del subsuelo donde, para cada medición, existe un punto de atribución en profundidad. Para la Catedral de Morelia, la composición de 2014, 2016 y 2017 posee una densidad muy detallada de la información que proporcionará el estudio TRE-3D, teniendo en total 6477 mediciones del subsuelo, cubriendo un volumen en profundidad de 47,797 m<sup>3</sup> (fig. 2). Para los arreglos usados, la separación entre electrodos fue de 4 m para 2014 y 2016, mientras que para 2017 fue de 3 m.

## RESULTADOS

La imagen de TRE-3D obtenida del subsuelo de la Catedral de Morelia, su atrio y la avenida Madero, re-

presentada a través de una escala de colores falsos, muestra un subsuelo complejo, con un valor de fondo de la resistividad cercano a los 20 [ohm·m], representativo de los materiales geológicos de origen volcánico, ignimbritas principalmente (Garduño-Monroy *et al.* 2001), que componen el subsuelo con cierto grado de humedad por lo bajo de su valor de resistividad. Sin embargo, se pueden diferenciar claramente superficies de isorresistividad que determinan estructuras organizadas, elementos que pueden pertenecer a formas tubulares por un lado y, por el otro, a elementos que corresponden a modificaciones realizadas a la catedral a finales del siglo XIX (fig. 1), descritas por Ramírez-Montes (1987).

En la figura 1, perspectiva noroeste de la anomalía TRE-3D de la catedral, se pueden apreciar, en lo que corresponde a la avenida Madero y el atrio, estructuras tubulares con una dirección preferencial norte-sur que se dirigen hacia la catedral; al menos una de estas, en la porción central, se puede conectar con una estructura similar en el subsuelo del edificio, coincidiendo perfectamente con la puerta central de acceso. Otra estructura tubular se puede apreciar muy bien definida en el

costado oeste del edificio, por debajo del acceso respectivo, cuyo centro está a 10 m de profundidad, donde lo más importante es que tiene continuidad con una estructura mayor en forma de olla, que se aprecia mucho mejor en la figura 3 y que aparenta cubrir toda la altura de la anomalía de TRE-3D. Esta estructura se corresponde muy bien con la cripta original de los obispos, desplazada en 1897 al ábside, donde se observa una estructura cuadrangular que coincide con la posición de la cripta actual, donde incluso se denota el acceso a la superficie, al este de la misma, y una posible conexión hacia el sur que no ha sido posible verificar, pero que algunas personas piensan que es una conexión con el templo de San Agustín, localizado a dos calles de la Catedral de Morelia. Asimismo, parece que la estructura que corresponde a la primera cripta de los obispos solo tiene una estructura de entrada y es la que se mencionó en la parte oeste de la misma (fig. 3).

La parte norte de la catedral, particularmente lo que corresponde a la avenida Madero y el atrio (fig. 4), como se mencionó, muestra al menos tres estructuras tubulares muy bien definidas y que, sobre todo, tienen continuidad. De las tres, la única que presenta en la anomalía de TRE-3D una prolongación hacia el subsuelo de la catedral es la central, las otras dos tienen una desviación que las lleva hacia la estructura central, pareciendo que se unen justo antes de llegar al edificio. Las profundidades del centro de las mismas van de los 5 hasta los 10 m.

## DISCUSIÓN

Las anomalías de TRE-3D descritas en los resultados parecen confirmar al menos la existencia de estructuras organizadas que pueden corresponder a túneles por su geometría y continuidad. Se confirma la presencia de al menos 3 estructuras en la porción norte, que parecen unirse y continuar en una sola hacia el subsuelo del edificio, y una cuarta muy bien definida en la parte oeste, comunicada con la estructura en forma de olla. El diámetro de cualquiera de estas estructuras no debe confundirse con las dimensiones reales de lo que se define, por dos motivos: el primero porque la técnica define los contrastes entre materiales en profundidad pero de forma progresiva en todo el rango de valores de resistividad que definen las estructuras; el segundo se debe a la resolución del estudio, la cual tiene que ver con la separación entre los electrodos, que establece la detectabilidad de un objeto y su definición en la ima-

gen final. Por lo tanto, la dimensión real de los objetos seguramente es más pequeña que la imagen que los representa, aunque el valor de la profundidad o localización del centro de la estructura es completamente válido para cualquier cuerpo.

En la estructura en forma de olla y la cuadrada en el ábside del edificio hay que tomar en cuenta un aspecto importante, además de lo que se ha mencionado con respecto a la separación entre electrodos. En ambos casos parecen ser estructuras que abarcan toda la altura de la anomalía. Esto, como lo demostraron Tejero-Andrade *et al.* (2015), es una extrapolación matemática del proceso de inversión debido a la ausencia de puntos de observación por debajo y por encima de la estructura detectada, que es común para los arreglos no convencionales de TRE-3D; sin embargo, la detectabilidad horizontal es muy buena y, por lo tanto, es mejor para localizar estructuras lateralmente.

En el siguiente paso, una vez localizadas estructuras de interés, asociadas no solo a la tradición oral sino además a registros históricos de la construcción y modificaciones de la Catedral de Morelia, debe llevarse a cabo la verificación directa de estas a través de excavaciones arqueológicas, con la certeza en la posición del lugar de búsqueda que nos indicó el resultado de la TRE-3D.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a los alumnos y profesores de Ingeniería Geofísica participantes, de la Facultad de Ingeniería y Licenciatura en Geociencias de la Escuela Nacional de Estudios Superiores-Morelia, ambas de la UNAM, así como a la Asociación Civil Morelia Patrimonio de la Humanidad y la Gerencia del Patrimonio Cultural de la Ciudad de Morelia por su ayuda en el desarrollo de este proyecto. El financiamiento fue aportado con proyectos personales y grupales del Instituto de Geofísica y la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

## Contacto

GERARDO CIFUENTES-NAVA ([gercifue@geofisica.unam.mx](mailto:gercifue@geofisica.unam.mx)).  
AVTO GOGUITCHAICHVILI ([avto.gogichai@gmail.com](mailto:avto.gogichai@gmail.com)).

## REFERENCIAS CITADAS

- ARGOTE-ESPINO, D., A. TEJERO-ANDRADE, G. CIFUENTES-NAVA, L. IRIARTE, S. FARIAS, R. E. CHÁVEZ, F. LÓPEZ. 2013. 3D electrical prospection in the archaeological site of El Pahñú, Hidalgo State, Central Mexico. *Journal of Archaeological Science* 40/2: 1213-1223.<sup>1</sup>
- CHÁVEZ, R. E., A. TEJERO, G. CIFUENTES, E. HERNÁNDEZ. 2010. *Localización de túneles en los alrededores de la Catedral de Morelia mediante el método de tomografía eléctrica*. Instituto de Geofísica, UNAM (inédito).
- CHÁVEZ, R. E., A. TEJERO, G. CIFUENTES, E. HERNÁNDEZ, D. AGUILAR. 2015. Imaging Fractures beneath a Residential Complex Using Novel 3-D Electrical Resistivity Arrays. *Journal of Environmental & Engineering Geophysics* 20/3: 219-233.<sup>2</sup>
- GARDUÑO-MONROY, V. H., E. ARREYGUE-ROCHA, I. ISRADE-ALCÁNTARA, G. M. RODRÍGUEZ-TORRES. 2001. Efectos de las fallas asociadas a sobreexplotación de acuíferos y la presencia de fallas potencialmente sísmicas en Morelia, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 18/1: 37-54.
- LOKE, M. H. 2010. *2-D and 3-D electrical imaging surveys*. Tutorial. <http://www.geotomosoft.com/>.
- LOKE, M. H., R. D. BARKER. 1996. Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion. *Geophysical Prospecting* 44/3: 499-523.
- RAMÍREZ-MONTES, G. 1987. *La escuadra y el cincel: documentos sobre la construcción de la Catedral de Morelia*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- RAMÍREZ-ROMERO, E. 1985. *Morelia en el espacio y en el tiempo*. Morelia: Gobierno del Estado de Michoacán.
- TEJERO-ANDRADE, A., G. CIFUENTES, R. E. CHÁVEZ, A. E. LÓPEZ-GONZÁLEZ, C. DELGADO-SOLÓRZANO. 2015. L and CORNER arrays for 3D electric resistivity tomography: an alternative in urban zones. *Near Surface Geophysics* 13/4: 355-367.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440312003858>.

<sup>2</sup> <https://doi.org/10.2113/JEEG20.3.219>.

<sup>3</sup> <https://doi.org/10.3997/1873-0604.2015015>.

RESEARCH ADVANCE

# CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-MINERALÓGICAS DE FONTES DE PIGMENTOS MINERAIS EM DEPÓSITOS NATURAIS DO ENTORNO DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO CANTAGALO I, EM PIRIPIRI, PIAUÍ, BRASIL

## *Chemical-Mineralogical Features of Mineral Pigments Sources in Natural Deposits Surrounding the Pedra do Cantagalo I Archaeological Site, in Piripiri, Piauí, Brazil*

*Heralda Kelis Sousa Bezerra da Silva,<sup>1</sup>  
Luis Carlos Duarte Cavalcante,<sup>1</sup>  
José Domingos Fabris<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí (UFPI), Brasil; <sup>2</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Brasil; <sup>3</sup> Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil



Figura 1. Localização do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I e das jazidas de pigmentos minerais do seu entorno. Crédito dos mapas: Adolfo Y. Okuyama.

**RESUMO.** Pigmentos minerais de jazidas existentes no entorno do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I, localizado em Piripiri, Piauí, Brasil, foram investigados por fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF), difratometria de raios X (DRX) pelo método do pó, análise elementar CHN e espectroscopia Mössbauer do  $^{57}\text{Fe}$ . O teor de ferro, determinado por EDXRF, expresso na forma de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , é de ~15 massa% no pigmento cinza, ~12 massa% no amarelo e de ~19 a ~21 massa% no vermelho. Espectros Mössbauer mostram sextetos atribuíveis à hematita e dupletos de  $\text{Fe}^{3+}$  para os pigmentos cinza e vermelho. Alguns campos magnéticos hiperfinos relativamente baixos para a hematita sugerem que frações desse óxido de ferro têm pequenos tamanhos de partículas. O espectro Mössbauer para o pigmento amarelo mostrou apenas dois dupletos de  $\text{Fe}^{3+}$ , atribuíveis a espécies superparamagnéticas, muito provavelmente incluindo goethita,

Recibido: 5-11-2017. Aceptado: 8-11-2017. Publicado: 15-11-2017.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Rachel Egan.  
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/365>.

de pequenos tamanhos de partículas, ou a ferro paramagnético na estrutura cristalina de aluminossilicatos. Os padrões de DRX mostram reflexões características de quartzo, muscovita, caulinita, illita, albite, hematita, rutilo e anatásio.

**PALAVRAS-CHAVE:** pigmentos minerais, óxidos de ferro, MIMOS II, arqueometria.

**ABSTRACT.** Mineral pigments from deposits surrounding the Pedra do Cantagalo I archaeological site, in the municipality of Piripiri, Piauí-Brazil, were investigated by energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF), powder X-ray diffractometry (XRD), CHN elemental analysis and  $^{57}\text{Fe}$  Mössbauer spectroscopy. The iron contents, as determined by EDXRF, expressed as  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , is -15 mass% for the gray, -12 mass% for the yellow and from -19 to -21 mass% for the red pigment. Mössbauer spectra show sextets attributed to hematite and  $\text{Fe}^{3+}$  doublets, for the gray and red pigments. Even appearing as relatively low values, the hyperfine magnetic fields are assignable to hematite occurring in fractions of small particle sizes. The Mössbauer spectrum for the yellow pigment showed only two  $\text{Fe}^{3+}$  doublets, which are assignable to superparamagnetic species, more likely including goethite, of small particle sizes, or the paramagnetic iron in the crystalline structure of aluminosilicates. The XRD patterns show characteristic reflections of quartz, muscovite, kaolinite, illite, albite, hematite, rutile and anatase.

**KEYWORDS:** mineral pigments, iron oxides, MIMOS II, archaeometry.

## INTRODUÇÃO

No baixo vale do riacho Corrente, no povoado Jardim, município de Piripiri, Piauí, Brasil, contornado por uma densa vegetação típica de cerrado, encontra-se o sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I (Fig. 1), um majestoso abrigo sob-rocha arenítica, cujas paredes, saliências e reentrâncias estão decoradas com mais de 1950 pinturas rupestres (Cavalcante e Rodrigues 2010). Nas partes mais baixas das paredes e sobretudo no piso e nas plataformas rochosas que dão acesso às partes mais elevadas do abrigo, encontram-se dezenas de gravuras rupestres e mais de uma centena de pilões, os quais se presume tenham sido usados para preparar pigmentos minerais, embora se considere também a função de maceração de ervas e vegetais. Nos sedimentos superficiais, já bastante revolvidos pelo pisoteio de animais, foram evidenciados fragmentos cerâmicos, líticos e pigmentos minerais (Cavalcante e Rodrigues 2010).

Uma pequena escavação realizada no sítio pré-histórico, em 2014, evidenciou vestígios arqueológicos também em estratigrafia, nomeadamente dezenas de fragmentos de ocre avermelhados e amarelados, diversos cacos cerâmicos oriundos de diferentes artefatos, além de raros líticos e três estruturas de combustão, contendo abundantes concentrações de carvão. Uma amostra de carvão, da base de uma estrutura de combustão, foi datada pelo método  $^{14}\text{C}$  AMS, no *Beta Analytic* (Beta – 420913). Os resultados indicam uma idade de  $1180 \pm 30$  anos antes do presente (BP; dados

calibrados, com 95% de probabilidade, apontando que a fogueira foi acesa de 1070 a 960 anos BP) (Cavalcante *et al.* 2017).

Ocre contendo espécies ferruginosas são citados como os pigmentos minerais mais frequentemente encontrados em sítios arqueológicos (Mortimore *et al.* 2004; Marshall *et al.* 2005).

Dada a ocorrência de ocre avermelhados e amarelados, tanto na superfície quanto na subsuperfície, do sítio Pedra do Cantagalo I, a prospecção de fontes de matéria-prima mineral nas proximidades do abrigo rochoso tornou-se um aspecto importante para possibilitar correlações arqueológicas ou arqueométricas consistentes. Das expedições de campo realizadas, foram encontradas cinco jazidas desses materiais (Fig. 1):

- Jazida de pigmentos próxima da Casa da Dona Neci: jazida em morro erodido, nas proximidades da moradia de dona Neci de Lousa da Costa Ribeiro, no povoado Corrente. Afloram pigmentos nas tonalidades vermelha, rosa, branca e cinza.
- Jazida de pigmentos Morro da Dona Maria Alves: a jazida denominada Morro da Dona Maria Alves localiza-se no povoado Campestre, nos perfis marginais do solo que ficaram expostos quando a estrada de acesso ao povoado foi construída. Nesta jazida afloram pigmentos nas cores branca, vermelha e rosa.
- Jazida de pigmentos próxima ao Olho d'Água do Severo. Como o próprio nome denuncia, a jazida mineral situa-se próxima de um olho d'água existente no povoado Corrente. Afloram pigmentos em diversas tonalidades, entre as quais vermelha e branca.

Tabela 1. Composição química elementar, determinada por EDXRF, expressa em proporção em massa, na forma do óxido mais comum do elemento correspondente. Os números entre parênteses são incertezas sobre o último dígito significativo, como fornecido pelo espectrômetro.

	Teor de óxidos/massa%			
	PJ.2015.08	PJ.2015.19	PJ.2015.20	PJ.2015.22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,84(6)	12,16(5)	18,92(6)	21,55(2)
SiO <sub>2</sub>	37,84(9)	44,0(2)	44,24(1)	59,26(1)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,02(9)	21,92(1)	17,74(1)	14,89(1)
SO <sub>3</sub>	4,49(6)	4,16(5)	4,20(5)	0,76(2)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	17,24(6)	11,38(1)	10,94(1)	
K <sub>2</sub> O				1,424(9)
CaO	1,06(8)	2,13(9)	0,92(6)	
TiO <sub>2</sub>	1,02(6)	1,48(6)	0,83(5)	1,96(1)
ZrO <sub>2</sub>	0,187(7)	1,279(9)	0,778(8)	0,149(1)
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				0,008(1)
ZnO	0,92(1)	1,10(1)	1,15(2)	
CuO	0,22(2)	0,40(1)	0,29(2)	
Rb <sub>2</sub> O	0,156(6)			

- Jazida de pigmentos Lambedor: esta jazida mineral é conhecida nos povoados vizinhos como Lambedor, em decorrência dos nichos contendo sais minerais, que ficam expostos e que são utilizados pelos gados bovinos, ovinos e caprinos, para consumo dos sais de que necessitam em sua dieta. Nos nichos mencionados, ocorrem veios de pigmentos nas cores amarela, rosa e branca.

- Jazida de pigmentos Caminho da Pedra do Cantagalo: esta jazida de pigmentos situa-se no caminho de acesso ao sítio Pedra do Cantagalo I e é a mais próxima do abrigo arenítico. Consiste de uma trilha erodida em que afloram pigmentos nas cores vermelha, amarela e branca.

O objetivo primordial deste trabalho é apresentar os resultados da análise químico-mineralógica de amostras representativas dos pigmentos minerais cinza, amarelo e vermelho coletados das jazidas do entorno do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I. O interesse arqueológico centra-se na busca por evidências de preparação dos pigmentos dessas jazidas, presumidamente utilizados para a obtenção dos ocre correspondentes empregados na confecção das inscrições rupestres que decoram o abrigo arenítico.

## METODOLOGIA

Quatro amostras representativas dos pigmentos minerais cinza, amarelo e vermelho, coletados em março e junho de 2015 diretamente das jazidas identificadas no entorno do sítio Pedra do Cantagalo I, foram investigadas neste trabalho: PJ.2015.08 (pigmento cinza; jazida próxima da Casa da Dona Neci), PJ.2015.19 (pigmento amarelo; jazida Caminho da Pedra do Cantagalo), PJ.2015.20 e PJ.2015.22 (pigmentos vermelhos; jazida Caminho da Pedra do Cantagalo).

No laboratório, as amostras foram investigadas por fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF), difração de raios X (DRX) pelo método do pó, análise elementar por CHN e espectroscopia Mössbauer do <sup>57</sup>Fe.

A determinação da composição química elementar das amostras foi feita por fluorescência de raios X por dispersão de energia, usando um espectrômetro *Shimadzu EDX-720*, sob vácuo de 40 Pa e colimador de 10 mm.

Os dados de carbono foram coletados em um analisador elementar *LECO TruSpec Micro*. Utilizou-se um padrão *CHN Soil LECO* com teor de carbono de

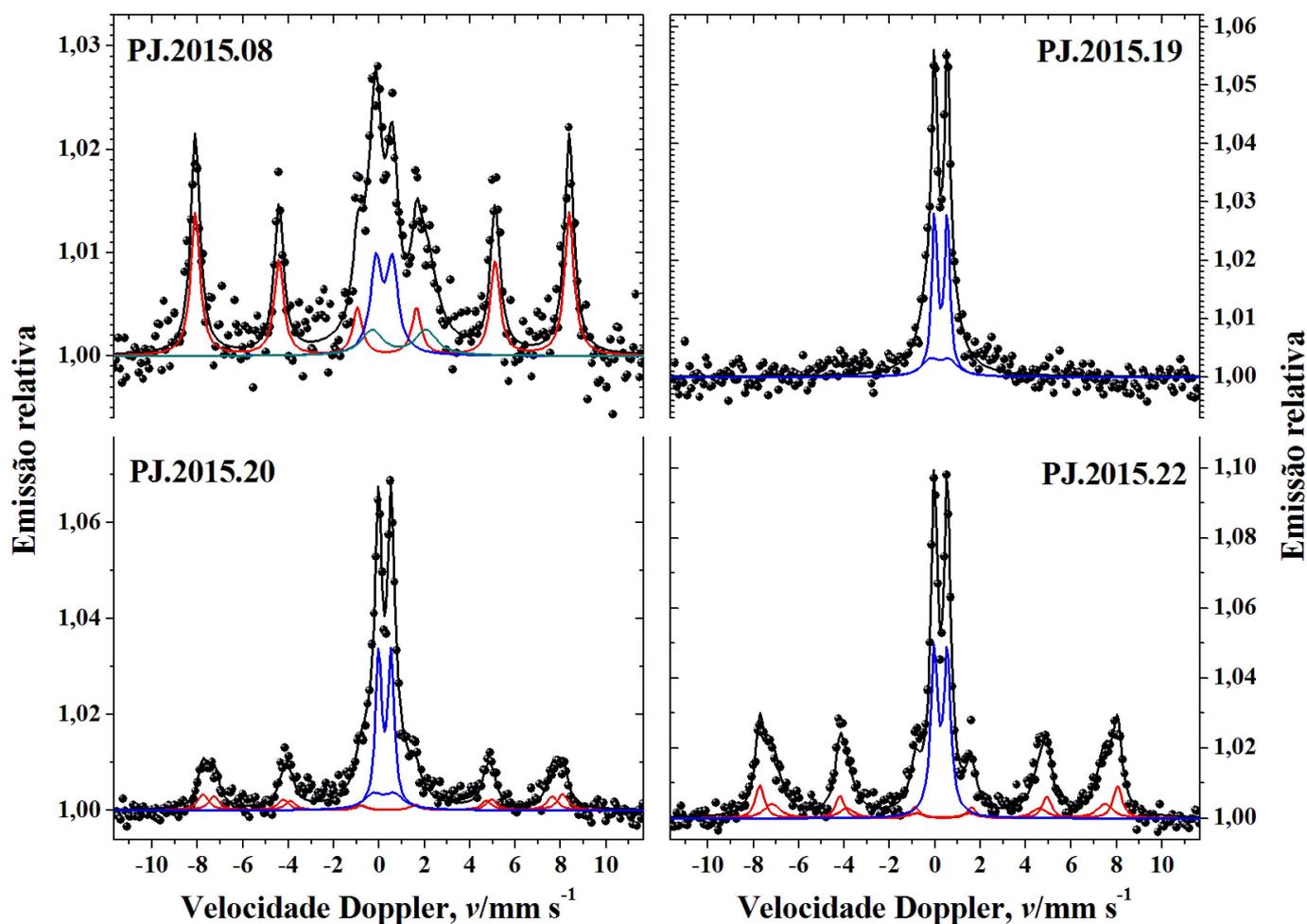


Figura 2. Espectros Mössbauer obtidos por retroespalhamento da radiação gama de 14,4 keV para as amostras em 298 K.

2,35 ± 0,07%, de nitrogênio de 0,183 ± 0,010% e de enxofre de 0,028 ± 0,002%.

A identificação das fases cristalinas presentes nas amostras foi realizada com um difratômetro *Shimadzu*, modelo *RXD6000*, com tubo de cobre, tensão de 40,0 kV e corrente de 30,0 mA. A varredura foi feita no intervalo de 5 a 70° (2θ), com velocidade de 1° (2θ) min<sup>-1</sup>; uma amostra de silício foi utilizada como padrão externo. A identificação das fases foi efetuada comparativamente em relação a fichas cristalográficas JCPDS (1980).

As espécies ferruginosas foram investigadas por espectroscopia Mössbauer do <sup>57</sup>Fe usando-se um espectrômetro miniaturizado *MIMOS II*, em geometria de retroespalhamento de raios gama de 14,4 keV, com aceleração constante de uma fonte de <sup>57</sup>Co em matriz de Rh, ~6 mCi de atividade e as amostras na temperatura ambiente, ~298 K. Os deslocamentos isoméricos são expressos em relação ao αFe na temperatura ambiente, padrão também usado para a calibração da escala de velocidade Doppler. Os dados coletados foram ajustados

por um algoritmo pelo método dos mínimos quadrados com o programa de computador *WinNormos™ for Igor™ Pro 6.1*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de ferro nos pigmentos minerais coletados das jazidas, determinado por EDXRF e expresso na forma de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, é de 14,84(6) massa% na amostra PJ.2015.08 (cinza); 12,16(5) massa% na PJ.2015.19 (amarela); 18,92(6) massa% na PJ.2015.20 (vermelha) e 21,55(2) massa% na PJ.2015.22 (vermelha) (Tabela 1). A proporção de carbono, obtida por CHN, é de 0,7(2) massa% na PJ.2015.08, 0,97(2) massa% na PJ.2015.19, 0,79(1) massa% na PJ.2015.20 e 0,98(9) massa% na PJ.2015.22.

Espectros Mössbauer (Fig. 2; parâmetros hiperfinos correspondentes na Tabela 2), obtidos com as amostras a ~298 K, mostram sextetos com campos magnéticos hiperfinos atribuíveis à hematita (αFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e dupletos

Tabela 2. Parâmetros hiperfinos do ajuste numérico dos espectros Mössbauer do  $^{57}\text{Fe}$  obtidos para as amostras em 298 K.

Amostra	Sítio do Fe	$\delta/\text{mm s}^{-1}$	$2\varepsilon, \Delta/\text{mm s}^{-1}$	$\Gamma/\text{mm s}^{-1}$	$B_{\text{hf}}/\text{T}$	$AR/\%$
PJ.2015.08	Hematita	0,35(1)	-0,21(2)	0,49(3)	51,08(7)	52,0(1)
	$\text{Fe}^{3+}$	0,33(3)	0,72(4)	0,60(8)		23,6(3)
	$\text{Fe}^{2+}$	0,98(7)	2,4(1)	1,1(2)		24,4(4)
PJ.2015.19	$\text{Fe}^{3+}$	0,30(4)	0,8(2)	0,9(1)		51,2(9)
	$\text{Fe}^{3+}$	0,38(1)	0,56(1)	0,29(4)		48,8(9)
PJ.2015.20	Hematita	0,38(2)	-0,19(3)	0,56(4)*	49,1(2)	20,2(3)
	Hematita	0,42(2)	-0,22(4)	0,56(4)*	46,2(2)	17,5(3)
	$\text{Fe}^{3+}$	0,37(4)	0,55(1)	0,32(3)		31,4(9)
	$\text{Fe}^{3+}$	0,32(2)	0,9(1)	1,04(7)		30,9(9)
PJ.2015.22	Hematita	0,38(1)	-0,21(5)	0,45(1)	48,9(1)	25(1)
	Hematita	0,37(1)	-0,20(3)	0,83(6)	45,5(2)	36(1)
	$\text{Fe}^{3+}$	0,37(1)	0,57(1)	0,36(1)		39(1)

$\delta$  = deslocamento isomérico relativo ao  $\alpha\text{Fe}$ ;  $2\varepsilon$  = deslocamento quadrupolar;  $\Delta$  = desdobramento quadrupolar;  $\Gamma$  = largura de linha à meia altura;  $B_{\text{hf}}$  = campo magnético hiperfino;  $AR$  = área subspectral relativa.

Os números entre parênteses são incertezas representadas sobre o último algarismo significativo do valor correspondente, estimadas para cada parâmetro, como resultado do ajuste de funções lorentzianas aos dados das linhas de ressonância, por algoritmo não-linear de minimização da soma dos quadrados dos desvios experimentais.

\* parâmetro restringido durante o ajuste não-linear pelo método dos mínimos quadrados.

típicos de  $\text{Fe}^{3+}$  para os pigmentos cinza (PJ.2015.08) e vermelho (PJ.2015.20 e PJ.2015.22). O espectro da amostra PJ.2015.08 também apresenta um duplete característico de  $\text{Fe}^{2+}$ .

Alguns campos magnéticos hiperfinos relativamente baixos para a hematita sugerem que frações desse óxido de ferro têm pequenos tamanhos de partículas, característica provavelmente também relacionada à substituição isomórfica do ferro por outros cátions na estrutura cristalina. O espectro Mössbauer para o pigmento amarelo (PJ.2015.19) mostrou apenas dois dupletos de  $\text{Fe}^{3+}$ , atribuíveis a espécies superparamagnéticas, muito provavelmente incluindo goethita ( $\alpha\text{FeOOH}$ ), de pequenos tamanhos de partículas, ou a ferro paramagnético na estrutura cristalina de aluminossilicatos.

A análise das fases cristalinas por DRX (Fig. 3) evidenciou reflexões características de quartzo ( $\text{SiO}_2$ ; ficha JCPDS # 46-1045), muscovita ( $\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ ; ficha # 7-25), caulinita ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ; ficha # 29-1488), hematita (ficha # 33-664), rutilo ( $\text{TiO}_2$ ; ficha # 21-1276) e anatásio ( $\text{TiO}_2$ ; ficha # 21-1272) para o pigmento cinza (PJ.2015.08); quartzo, caulinita, rutilo, albita ( $(\text{Na}, \text{Ca})\text{Al}(\text{Si}, \text{Al})_3\text{O}_8$ ; ficha # 41-1480) e ilita ( $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$ ; ficha # 26-

911) para o pigmento amarelo (PJ.2015.19); quartzo e caulinita para o pigmento vermelho (PJ.2015.20).

Considerando os resultados preliminares aqui apresentados, relativos aos pigmentos minerais coletados das jazidas do entorno do sítio Pedra do Cantagalo I, e os dados previamente obtidos, sobre a composição dos ocres avermelhados e amarelados coletados nos sedimentos superficiais e na estratigrafia do mesmo sítio arqueológico, e assumindo que os ocres avermelhados e amarelados encontrados no sítio pré-histórico foram obtidos a partir dos pigmentos minerais das jazidas existentes no entorno desse abrigo arenítico; verifica-se que foi promovido um enriquecimento significativo dos materiais precursores, em termos dos óxidos de ferro, tendo em conta que Cavalcante *et al.* (2017) encontraram uma proporção de ferro de ~60 a ~68 massa% (composição expressa como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) nos ocres avermelhados coletados desse mesmo sítio arqueológico, comparativamente aos ~19-21 massa% nos pigmentos coletados diretamente das jazidas (Tabela 1). Em alguns casos, a proporção de ferro (expressa como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) encontrada nos ocres avermelhados da Pedra do Cantagalo I foi de ~72 massa% (Cavalcante *et al.* 2014). A proporção de ferro nos ocres amarelados, também expressa como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , foi de ~34 massa% (Cavalcante *et*

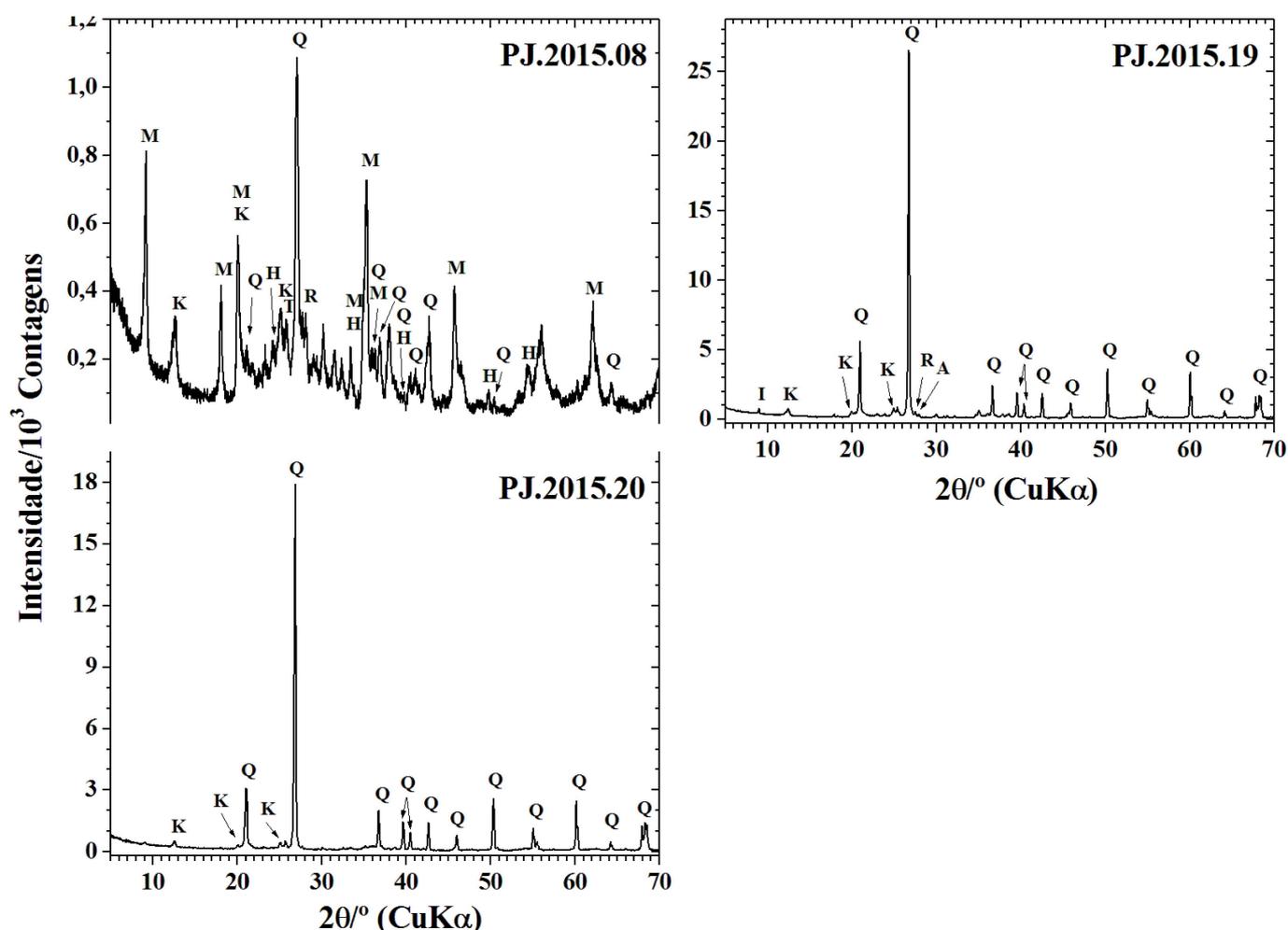


Figura 3. Padrões de DRX para as amostras PJ.2015.08, PJ.2015.19 e PJ.2015.20. Q = quartzo, K = caulinita, M = muscovita, I = ilita, A = albita, R = rutilo, T = anatásio, H = hematita.

al. 2017) contra ~12 massa% nos pigmentos correspondentes coletados diretamente das jazidas (Tabela 1).

Teores de ferro, expressos como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , em ocres avermelhados coletados de outros sítios arqueológicos do Piauí têm sido reportados com valores muito próximos dos que foram encontrados para os ocres correspondentes da Pedra do Cantagalo I, como na Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada, no Parque Nacional Serra da Capivara, com ~52 massa% (Lage *et al.* 2016), e na Toca do Alto da Serra do Capim, situada no Parque Nacional Serra das Confusões, com ~71 massa% (Cavalcante 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise químico-mineralógica de pigmentos minerais de jazidas existentes no entorno do sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I revelou que a proporção de ferro nesses materiais, expressa na forma de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , é de

~15 massa% no pigmento cinza, de ~12 massa% no amarelo e de ~19 a ~21 massa% no pigmento vermelho.

- O pigmento cinza contém quartzo, muscovita, caulinita, hematita, rutilo e anatásio.

- O pigmento amarelo contém quartzo, caulinita, rutilo, albita e ilita. Dados Mössbauer sugerem que o  $\text{Fe}^{3+}$  presente neste material pigmentante pode ser atribuído a espécies superparamagnéticas, muito provavelmente incluindo goethita com pequenos tamanhos de partículas, ou a ferro paramagnético na estrutura cristalina de aluminossilicatos.

- O pigmento vermelho contém hematita, quartzo e caulinita. Alguns campos magnéticos hiperfinos relativamente baixos para a hematita sugerem que frações desse óxido de ferro têm pequenos tamanhos de partículas, aspecto provavelmente relacionado à substituição isomórfica do ferro por outros cátions na estrutura cristalina.

O conjunto geral de dados obtidos neste trabalho para os pigmentos minerais avermelhados e amarela-

dos das jazidas do entorno da Pedra do Cantagalo I, confrontado com os dados prévios obtidos sobre a composição dos ocres de cores correspondentes coletados desse sítio arqueológico, indicam que os materiais pigmentantes das jazidas foram submetidos a um processo de preparação que resultou no enriquecimento significativo em termos dos óxidos de ferro presentes nos pigmentos.

A formulação de um modelo para explicar o processo de preparação dos ocres encontrados no sítio arqueológico Pedra do Cantagalo I, a partir dos pigmentos minerais das jazidas existentes em suas imediações, está em consideração por nosso Grupo de Pesquisa.

### Agradecimentos

Ao CNPq (processo # 305755/2013-7), FINEP, UFPI e FAPEMIG (# CEX - PPM-00412-15) pelo financiamento do trabalho. HKSBS é bolsista de mestrado/CAPES na UFPI. JDF é bolsista PVNS/CAPES na UFVJM. A Luiz Carlos da Silva (CDTN) pelas medidas de EDXRF, Abraão JS Viana (UFVJM) pelas medidas de CHN, e ao LMMA-UFVJM (FAPEMIG: CEX-112-10, SECTES/MG e RQ-MG (FAPEMIG: CEX-RED-00010-14)) pelas medidas de DRX.

### REFERÊNCIAS

- CAVALCANTE, L. C. D., H. K. S. B. SILVA, J. D. FABRIS, J. D. ARDISSON. 2017. Red and yellow ochres from the archaeological site Pedra do Cantagalo I, in Piripiri, Piauí, Brazil. *Hyperfine Interactions* 238/1: 1-7.<sup>3</sup>
- JCPDS-JOINT COMMITTEE ON POWDER DIFFRACTION STANDARDS. 1980. *Mineral Powder diffraction files data book*. Pennsylvania: Swarthmore.
- MARSHALL, L. J. R., J. R. WILLIAMS, M. J. ALMOND, S. D. ATKINSON, S. R. COOK, W. MATTHEWS, J. L. MORTIMORE. 2005. Analysis of ochres from Clearwell Caves: the role of particle size in determining colour. *Spectrochimica Acta A* 61/1-2: 233-241.<sup>4</sup>
- MORTIMORE, J. L., L. J. R. MARSHALL, M. J. ALMOND, P. HOLLINS, W. MATTHEWS. 2004. Analysis of red and yellow ochre samples from Clearwell Caves and Çatalhöyük by vibrational spectroscopy and other techniques. *Spectrochimica Acta A* 60/5: 1179-1188.<sup>5</sup>
- CAVALCANTE, L. C. D. 2012. *Caracterização arqueométrica de pinturas rupestres pré-históricas, pigmentos minerais naturais e eflorescências salinas de sítios arqueológicos*. Tese de Doutorado, Ciências (Química). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.<sup>1</sup>
- CAVALCANTE, L. C. D., A. A. RODRIGUES. 2010. Arte rupestre e problemas de conservação da Pedra do Cantagalo I. *International Journal of South American Archaeology* 7: 15-21.
- CAVALCANTE, L. C. D., A. A. RODRIGUES, E. N. L. COSTA, H. K. S. B. SILVA, P. R. A. RODRIGUES, P. F. OLIVEIRA, Y. R. V. ALVES, J. D. FABRIS. 2014. Pedra do Cantagalo I: uma síntese das pesquisas arqueológicas. *Arqueología Iberoamericana* 23: 45-60.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/SFSA-8U6R88>.

<sup>2</sup> <http://www.laiesken.net/arqueologia/archivo/2014/23/3>.

<sup>3</sup> <http://doi.org/10.1007/s10751-017-1402-1>.

<sup>4</sup> <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386142504001994>.

<sup>5</sup> <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386142503003767>.

## RESEARCH ADVANCE

# ANÁLISIS DE PAISAJES ARQUEOLÓGICOS DE CUENCA VISUAL (VIEWSHED) EN EL SITIO PURUHÁ DE COLLAY

## *Archaeological Landscapes Analysis of Basin Viewshed at the Puruha Site of Collay*

Danilo Fabián Mejía Calderón,<sup>1</sup> Pedro A. Carretero Poblete<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Gestión de Patrimonio, GAD Municipal de Riobamba, Riobamba, Ecuador (dannymej26@yahoo.com);

<sup>2</sup> Facultad de Educación, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador (pcarretero@unach.edu.ec)

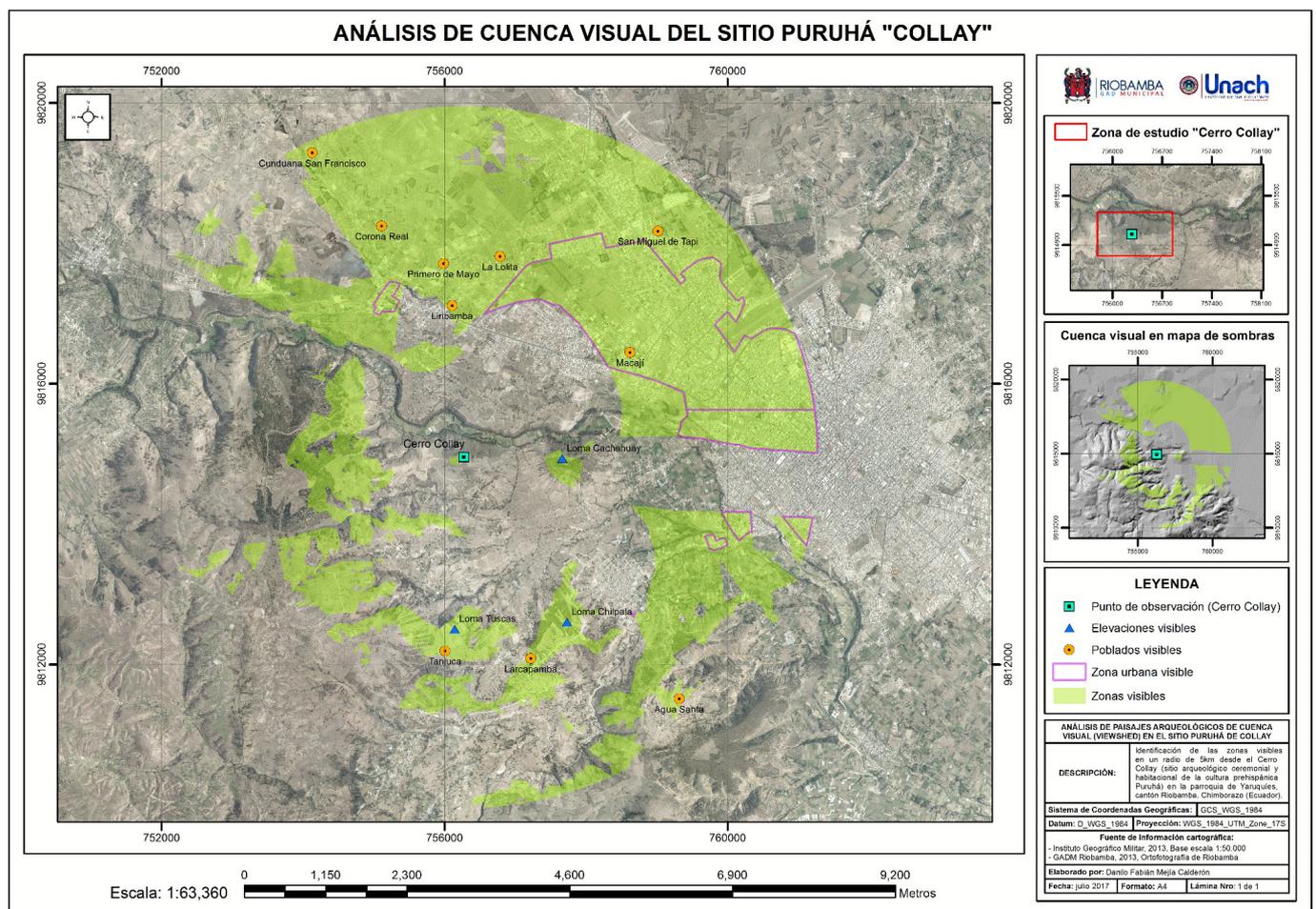


Figura 1. Análisis de cuenca visual desde el sitio Puruhá de Collay (Riobamba).

**RESUMEN.** El análisis de paisajes arqueológicos mediante la técnica de cuenca visual (viewshed) es una aplicación SIG que ha supuesto un punto de inflexión en el estudio de sitios arqueológicos mediante la arqueología del paisaje. En el caso de Ecuador, este tipo de estudios está en una fase incipiente. Para el caso que nos ocupa, surge como trabajo inicial para la realización de otros más específicos, como la distribución espacial de los sitios arqueológicos Puruhá en la región de Chimborazo. En este paso previo de la investigación, se ha pretendido corroborar la influencia del sitio

Recibido: 5-11-2017. Aceptado: 10-11-2017. Publicado: 17-11-2017.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Michelle Young.  
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/366>.

ceremonial/ritual de Collay sobre otros sitios de su entorno y los alrededores de la ciudad de Riobamba, así como el acceso a fuentes de aprovisionamiento y rutas de acceso.

**PALABRAS CLAVE:** Collay, Riobamba, arqueología, SIG, cuencas visuales.

**ABSTRACT.** *The study of archaeological landscapes using viewshed analysis is a GIS application that has been a turning point in the study of archaeological sites through landscape archaeology. In the case of Ecuador, this type of study is in an incipient phase. For the case that concerns us, it emerges as an initial work for the realization of more specific ones, such as the spatial distribution of Puruhá archaeological sites in the Chimborazo region. In this prior investigation step, we have attempted to corroborate the influence of the ceremonial/ritual site of Collay on other sites of its environment and the surroundings of the city of Riobamba, as well as access to supplies and access routes.*

**KEYWORDS:** Collay, Riobamba, Archaeology, GIS, Viewshed.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación comprende la metodología de análisis de cuenca visual para identificar las zonas que estarían bajo control visual, en un radio de 5 km, desde el cerro Puruhá de Collay, en Riobamba (Ecuador). Es un pequeño avance a una investigación más amplia sobre arqueología del paisaje en territorio Puruhá. El análisis se realizó desde un punto de la zona más alta del citado cerro, considerado como sitio ar-

queológico según las investigaciones recientes (Carretero y Samaniego 2017). Hasta ahora, se desconocían espacialmente las elevaciones de terreno y poblados que son visibles desde Collay (fig. 1), cuya característica de visibilidad fue influyente para ser ocupado, muy posiblemente y como señalan los datos arqueológicos, como importante centro ceremonial o ritual que tenía adjunto su espacio habitacional.

Según los datos obtenidos en la primera prospección superficial sistemática realizada en el sitio Collay, ya

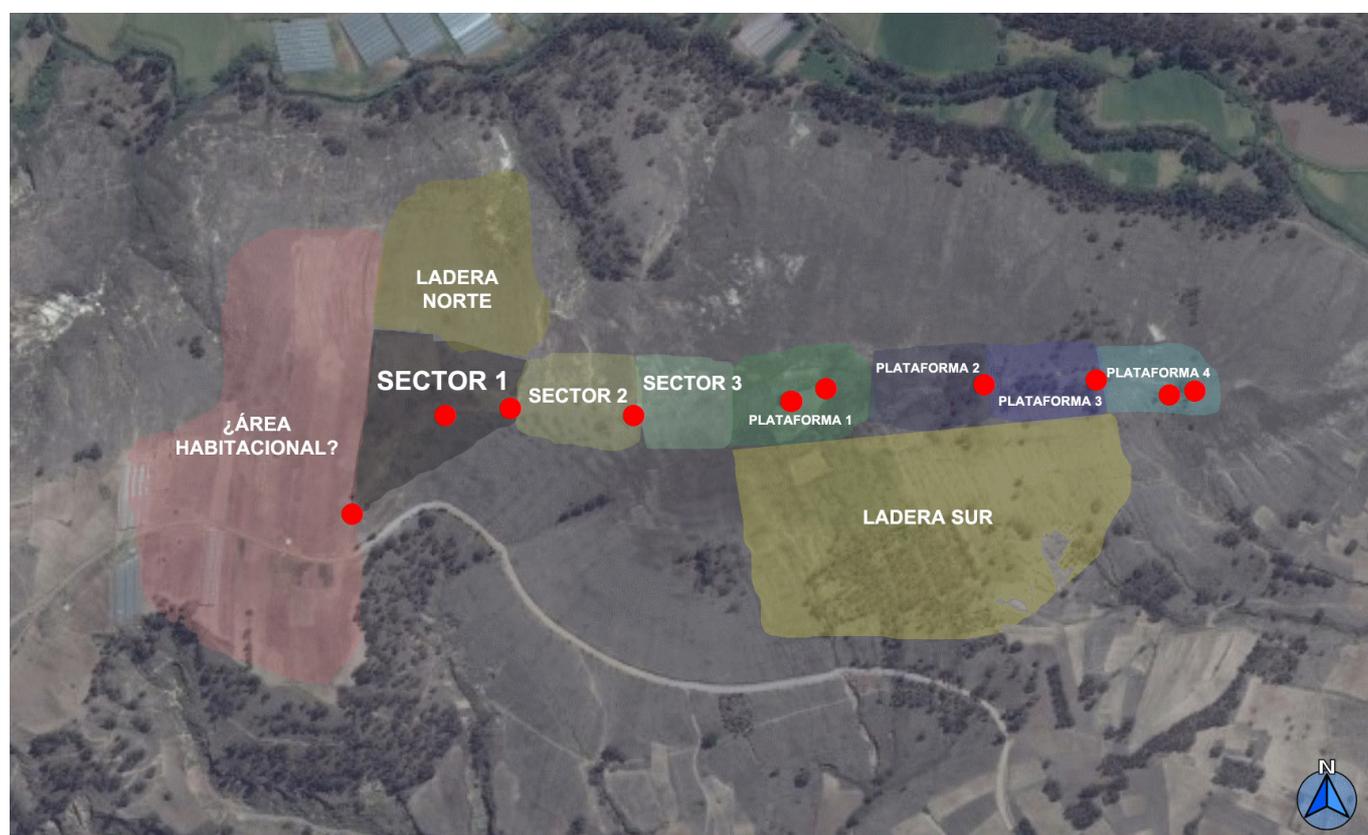


Figura 2. Mapa de Collay con división por sectores de prospección.

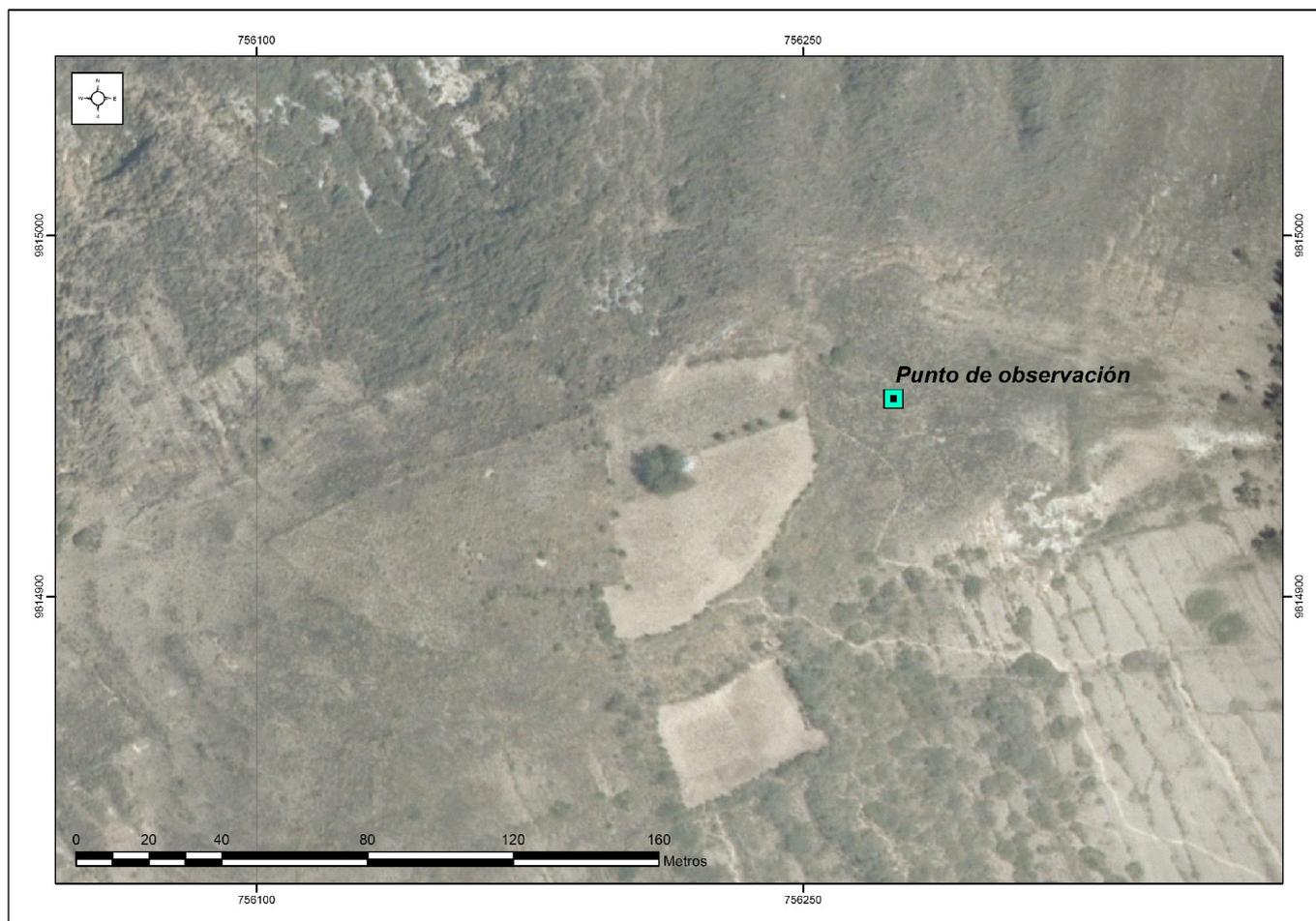


Figura 3. Punto más alto y de observación en el cerro Collay.

publicada, el lugar parece que fue ocupado, como poco, desde el Formativo Tardío (1000-500 a. C.) según indican los fragmentos de cerámica Cañari.

En los estudios arqueológicos realizados, en base a los restos materiales documentados (cerámica de almacenamiento y uso cotidiano), se deduce que en la zona más occidental del sitio, y por debajo del punto máximo de visualización, se situaría una zona habitacional y de obtención de recursos (Carretero y Samaniego 2017: 20). Al este de esta zona comienza una pequeña subida pronunciada hacia la parte alta del cerro que se encuentra repleta de restos cerámicos y obsidiana; son las zonas señaladas como sectores 1, 2 y 3 (fig. 2), donde se recuperaron numerosos fragmentos de cerámica Puruhá, Cañari y posiblemente costeñas, de transición entre el Formativo Tardío y el periodo de Desarrollo Regional con el cambio de era. Esta inclinación da acceso al área principal del yacimiento, la denominada Plataforma 1, el lugar más alto del mismo desde donde se tomaron las referencias para la realización del presente estudio preliminar. La Plataforma 1 se encuentra expoliada desde época moderna; en la ortofoto se apre-

cia una pequeña delimitación de la misma, realizada a modo de muro y de forma intencionada (figura 3). Es el lugar donde se encuentra el punto más alto. Yendo hacia el este, se suceden otras tres pequeñas plataformas en descenso, terminando en una última que presenta rocas con orificios circulares a modo de calendario o espejos estelares (Carretero y Samaniego 2017: 20).

Las cerámicas documentadas en todo el sitio arqueológico corresponden al período Puruhá y se pueden fechar gracias a la cerámica Cañari que aparece asociada. La adscripción a la cultura Puruhá es incuestionable, ya que está en territorio de esta nacionalidad y de los fragmentos recogidos, el 74,01% pertenecían a esta cultura (Carretero y Samaniego 2017: 22). El intenso contacto comercial y la importancia de este cerro se deduce del gran número de cerámica Cañari de las fases Tacalshapa y Cashaloma (Collier y Murra 2007) que se documentaron (23,29%), fruto sin duda del intenso contacto comercial realizado por el pueblo Puruhá con las comunidades de la Sierra Central del Ecuador. Esta cerámica es similar a la documentada en Challuabamba (Gomis 2007) y Pirincay (Olsen 2007: 367).

El objetivo principal del presente procedimiento es conocer la visibilidad teórica que tuvo el sitio ceremonial de Collay sobre sitios arqueológicos, productivos y comunicacionales del entorno de Riobamba.

## METODOLOGÍA

La herramienta *viewshed* o *cuenca visual* permite a los usuarios identificar las superficies de un *ráster* que son visibles desde ciertos parámetros establecidos, como lo señala ESRI (2016: 2) en su página web de consulta, donde menciona que «una cuenca visual identifica las celdas de un *ráster* de entrada que pueden visualizarse desde una o más ubicaciones de observación». Este análisis de visibilidad entre áreas que pueden ser vistas desde uno o más puntos y viceversa genera como resultado un *ráster* que incluye dos valores para cada píxel *visible/no visible* (Alonso 2016), que es el equivalente en valores de 1 y 0. El análisis de cuenca visual es generado mediante sistemas de información geográfica basándose en la información de un MDT (modelo digital del terreno) para generar los respectivos cálculos con mayor precisión (Tévar 1996).

Para que la herramienta *viewsher* se pueda ejecutar adecuadamente, la tabla de atributos del archivo de entrada debe incluir campos con los nombres y respectivos valores de parámetros como *OFFSET* (A, B), *AZIMUTH* (1,2), *VERT* (1,2) y *RADIUS* (1,2), que el *software* reconocerá automáticamente (Temes y Moya 2015). La aplicación del análisis de cuenca visual es múltiple gracias a que facilita la identificación de ubicaciones visibles u ocultas desde una o varias posiciones, siendo así que áreas como la arqueología, el turismo y la comunicación han aprovechado esta herramienta para los estudios y la toma de decisiones (Strobl *et al.* 2015). El análisis de cuencas visuales se puede realizar en *software* comercial y libre. Un caso de investigación en arqueología fue el estudio realizado en el yacimiento arqueológico de Villasviejas del Tamuja (Botija, Cáceres), en el que se utilizó el *software GRASS* para comprender diversos aspectos sobre la función del sistema defensivo de un poblado amurallado de la II Edad del Hierro, centrado especialmente en el análisis de cuencas visuales. Como conclusiones, Cazorla *et al.* (2015: 10) mencionan que *GRASS* facilitó «un entorno más versátil para llevar a cabo los análisis de cuencas visuales, prominencia y caminos óptimos, con una inversión de tiempo considerablemente menor que la que emplearía una solución propietaria».

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el sitio Puruhá denominado Collay. Es un cerro de aproximadamente 700 m de altura y 28.186,13 m<sup>2</sup> de extensión, ubicado en la parroquia de Yaruquíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Ecuador). Este espacio es una elevación natural de terreno que probablemente fue usada como sitio ceremonial y habitacional por la cultura Puruhá. En el lugar se han encontrado gran cantidad de cerámica Puruhá y ciertos elementos Cañari y costeños, lo que indica la interacción entre estas tres culturas, al menos desde un punto de vista comercial.

Para esta investigación se emplearon los archivos de curvas de nivel, poblados, zonas urbanas y elevaciones de las cartas topográficas a escala 1:50.000, formato *.shp*, correspondientes a Riobamba y Guano, de la información geográfica básica de libre acceso del Instituto Geográfico Militar. Además, se utilizaron las coordenadas X, Y de un punto en la zona más alta del cerro Collay.

## PROCESO DE ANÁLISIS

En primer lugar, se delimitó la zona de estudio. Considerando que desde el sitio se pueden observar con gran facilidad ciertos nevados de la cordillera de los Andes, que se encuentran a varios kilómetros de distancia y por lo tanto el trabajo se extendería exageradamente, se optó por trabajar en un radio de 5 km, ya que a esta distancia se encuentran elevaciones naturales de terreno importantes (en especial lomas), poblados y zonas urbanas que tienen mayor relación con el cerro.

Esta determinación se realizó para apreciar en los resultados el cerro Collay y el punto del que parte el análisis. Pero, sobre todo, para concentrar en un espacio concreto el estudio realizado, tomando como referencia que dentro de este radio se encuentran lomas con potencialidad arqueológica que probablemente fueron ocupadas por el mismo pueblo prehispánico Puruhá, estableciendo así un sistema de interrelación y posible dominio entre los sitios ocupados, además de la zona de aprovisionamiento de recursos naturales o vías de comunicación y acceso.

Posteriormente, se generó un modelo digital de elevación (MDE) en base a las curvas de nivel. Después, se añadió el archivo *.shp* del punto de la zona más alta del cerro Collay y, en su tabla de atributos, se agregó un campo denominado *OFFSETA* con un valor de 1,70

m tomando en cuenta la altura media de una persona que observa el entorno desde este lugar. Además, se añadió otro campo denominado *RADIUS2* con un valor de 5000 m que es el determinado para este estudio. Con estos archivos se utilizó la herramienta *viewshed* para obtener el resultado del análisis. Por último, se convirtió a polígono el *raster* generado en la operación, para seleccionar mediante localización las elevaciones naturales del terreno (lomas), poblados y zonas urbanas que son visibles desde el sitio arqueológico Puruhá de Collay. Es importante mencionar que todo este proceso se realizó con *ArcMap*.

## CONCLUSIONES

En el mapa (fig. 1) se aprecian las zonas visibles desde el punto de análisis ubicado en la parte más alta del Cerro Collay que se encuentran dentro del radio de 5

km. De manera puntual, son visibles 3 lomas: *Chachahuay*, *Chilpata* y *Tuscas*; y los siguientes 10 poblados: *Cunduana San Francisco*, *Corona Real*, *Primero de Mayo*, *La Lolita*, *San Miguel de Tapi*, *Liribamba*, *Macají*, *Agua Santa*, *Larcapamba* y *Tanjuca*; todos ellos con restos de presencia Puruhá aún por determinar. Además, se identifica que los sectores noroeste, oeste y suroeste de la ciudad de Riobamba son visibles desde este punto.

Por tanto, se lograron identificar las zonas que son visibles en un radio de 5 km desde un punto en la parte más alta del sitio de estudio. En estas zonas de visibilidad se encuentran 3 lomas de importante referencia arqueológica Puruhá, 10 poblados y parte de la ciudad de Riobamba. Estos resultados fortalecen la determinación acometida por anteriores investigadores (Carretero y Samaniego 2017), que consideran al cerro Collay como un sitio destinado especialmente para uso ceremonial por el control que realiza sobre el entorno, los otros lugares arqueológicos y las vías de acceso.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, D. 2016. *Cómo realizar un análisis de visibilidad con QGIS*. Mappinggis.<sup>1</sup>
- CARRETERO POBLETE, P. A., W. M. SAMANIEGO ERAZO. 2017. Prospección arqueológica en el sitio Puruhá de Collay, Riobamba, Ecuador. *Arqueología Iberoamericana* 33: 18-26.
- CAZORLA, R., E. CERRILLO, V. MAYORAL, J. A. SALGADO. 2015. El sistema defensivo de Villasviejas de Tamuja (Botija, Cáceres): una aplicación de *software* libre en el análisis de paisajes arqueológicos. En *II Jornada de SIG libre*. Universidad de Gerona, España.<sup>2</sup>
- COLLIER, D., J. V. MURRA, EDS. 2007. *Reconocimiento y excavaciones en el Austro ecuatoriano*. Cuenca: Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- ESRI. 2016. *Usar cuenca visual y puntos de observador para el análisis de visibilidad*. ArcGIS Desktop.<sup>3</sup>
- GOMIS, D. 2007. El territorio austral durante el Formativo Tardío: una tentativa de reordenamiento espacial a partir de la arqueología. En *Reconocimiento y excavaciones en el Austro ecuatoriano*, eds. D. Collier y J. V. Murra, pp. 291-346.
- JIJÓN Y CAAMAÑO, J. 1929. *Puruhá. Contribución al conocimiento de los aborígenes de la provincia de Chimborazo de la República del Ecuador*. Quito: Tipografía y Encuadernación Salesianas.
- OLSEN, K. 2007. Cerro Narrío, Pirincay y el Formativo ecuatoriano. En *Reconocimiento y excavaciones en el Austro ecuatoriano*, eds. D. Collier y J. V. Murra, pp. 351-398.
- STROBL, J., S. KLEBER, R. RESL, L. COLLET. 2015. Visualización de superficie. Módulo de cartografía y visualización. UNIGIS.
- TEMES, R., A. MOYA. 2015. *Análisis de soleamiento y visibilidad*. Universidad Politécnica de Valencia.
- TÉVAR, G. 1996. La cuenca visual en el análisis del paisaje. *Serie Geográfica* 6: 99-113.

<sup>1</sup> <https://mappinggis.com/2016/02/como-realizar-un-analisis-de-visibilidad-con-qgis/>.

<sup>2</sup> [https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/1138/Villasviejas\\_Art.pdf?sequence=1](https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/1138/Villasviejas_Art.pdf?sequence=1).

<sup>3</sup> <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/using-viewshed-and-observer-points-for-visibility.htm>.

RESEARCH ADVANCE

**ESPÉCIES FERRUGINOSAS EM PIGMENTOS MINERAIS  
DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO PEDRA DO ATLAS**

*Ferruginous Species in Mineral Pigments from  
the Pedra do Atlas Archaeological Site*

*Luis Carlos Duarte Cavalcante, Victor Hugo Gomes Tostes*

Laboratório de Arqueometria e Arte Rupestre (LabAAR), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Brasil  
(cavalcanteufpi@gmail.com)



Figura 1. Vista parcial das pinturas rupestres do sítio arqueológico Pedra do Atlas (L. C. D. Cavalcante, agosto de 2017).

**RESUMO.** O sítio arqueológico Pedra do Atlas constitui-se de um abrigo sob-rocha arenítica, localizado na área rural do município de Piripiri, Piauí, Brasil, decorado com 423 pinturas rupestres, além de algumas gravuras rupestres. Recentemente, fragmentos cerâmicos, pigmentos minerais e alguns líticos foram encontrados na superfície do solo abrigado.

*Recibido: 6-11-2017. Aceptado: 12-11-2017. Publicado: 20-11-2017.*

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Rachel Egan.  
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/367>.

*Amostras dos pigmentos minerais avermelhados foram analisadas por fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF), espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e espectroscopia Mössbauer do  $^{57}\text{Fe}$ , visando determinar a composição química elementar e identificar as espécies ferruginosas desses materiais pictóricos. O teor de ferro nos ocre, como determinado por EDXRF, expresso como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , é ~56 a ~60 massa%. Dos espectros Mössbauer, a hematita ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) foi inequivocamente identificada como o óxido de ferro responsável pela cor vermelha dos ocre. Dupletos de  $\text{Fe}^{3+}$ , atribuíveis a espécies superparamagnéticas, provavelmente incluindo hematita ou goethita de partículas muito pequenas, ou a ferro paramagnético na estrutura cristalina de aluminossilicatos, também foram encontrados.*

**PALAVRAS-CHAVE:** ocre, óxido de ferro, espectroscopia Mössbauer, FTIR, EDXRF, arqueometria.

**ABSTRACT.** *The Pedra do Atlas archaeological site is a sandstone shelter, located in the rural area of the municipality of Piripiri, Piauí, Brazil, decorated with 423 rupestrian paintings, as well as some engravings. Recently, ceramic fragments, mineral pigments and some lithic artifacts were found on the surface of the sheltered soil. Samples of the reddish mineral pigments were analyzed by energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and  $^{57}\text{Fe}$  Mössbauer spectroscopy, aiming to determine the elemental chemical composition and to identify the ferruginous species of these pictorial materials. The iron contents for the ochres, as determined by EDXRF, expressed as  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , is ~56 to ~60 mass%. From the Mössbauer spectra, the hematite ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) was unequivocally identified as the iron oxide responsible for the red color of the ochres.  $\text{Fe}^{3+}$  doublets, which are assignable to superparamagnetic species, more likely including hematite or goethite of very small particles, or the paramagnetic iron in the crystalline structure of aluminosilicates, were also found.*

**KEYWORDS:** Ochre, Iron oxide, Mössbauer spectroscopy, FTIR, EDXRF, Archaeometry.

## INTRODUÇÃO

A área rural do município de Piripiri, norte do Piauí, no nordeste brasileiro, tem um considerável acervo arqueológico, essencialmente de abrigos sob-rocha ou blocos areníticos com inscrições rupestres pré-históricas. Desse acervo, destaca-se, aqui, o sítio arqueológico Pedra do Atlas, também conhecido como Pedra dos Bruxos, situado no povoado Buriti dos Cavalos, um abrigo sob-rocha arenítica da Formação Cabeças, cujas paredes, saliências e reentrâncias rochosas encontram-se decoradas com 423 pinturas rupestres de diversas cores (Fig. 1), além de algumas, poucas, gravuras (Cavalcante e Rodrigues 2009). O bloco rochoso em que o abrigo foi esculpido por erosão diferencial é circundado por uma densa vegetação típica de cerrado, e em suas proximidades o riacho Corrente serpenteia pelo vale verdejante, no qual o sítio Pedra do Atlas está inserido. Mais recentemente, vestígios cerâmicos, ocre avermelhados e amarelados e alguns líticos foram encontrados no solo da área abrigada desse sítio arqueológico.

Supõe-se que os pigmentos minerais usados nas tintas das pinturas rupestres desse abrigo rupestre foram obtidos a partir de jazidas desses materiais, virtualmen-

te existentes em suas proximidades, os quais, depois de coletados, devem ter sido concentrados em um mineral específico para obter a cor de interesse.

O pigmento antigo mais encontrado na arqueologia é o ocre, termo que comumente se refere a pigmentos minerais que variam da cor amarela até a púrpura, a depender do óxido/oxidróxido de ferro dominante em sua composição, como a hematita,  $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ , para a cor vermelha, ou a goethita,  $\alpha\text{FeOOH}$ , para a amarela, por exemplo (Mortimore *et al.* 2004). Outras cores de tintas de pinturas rupestres pré-históricas também eram obtidas da natureza, como a preta, a partir de carvão vegetal e de ossos queimados ou de óxido de manganês (Lage 1996).

Uma ousada estratégia investigativa (Cavalcante 2015, 2016) tem sido empreendida nos sítios arqueológicos da área rural do município de Piripiri, abordando diversos aspectos como: i) levantamento e análise das inscrições rupestres pré-históricas e dos principais problemas de conservação envolvidos; ii) exames físicos e caracterizações química, mineralógica, hiperfina e magnética de tintas de pinturas rupestres, de pigmentos minerais, de materiais cerâmicos e de paleossedimentos; e iii) aferições das condições ambientais como temperatura dos substratos rochosos em áreas com ins-

Tabela 1. Composição química elementar, determinada por EDXRF, expressa em proporção em massa, na forma do óxido mais comum do elemento correspondente.

	Teor de óxidos/massa%	
	PA.2013.15	PA.2013.18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	56,35(4)	59,89(4)
SiO <sub>2</sub>	39,76(9)	39,52(9)
SO <sub>3</sub>	2,00(5)	0,40(3)
TiO <sub>2</sub>	0,82(1)	
MnO	0,046(4)	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,021(4)	0,133(4)
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,398(4)	
ZrO <sub>2</sub>	0,019(1)	0,060(1)
CuO	0,019(2)	
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,549(8)	
MoO <sub>3</sub>	0,019(1)	

Os números entre parênteses são incertezas sobre o último dígito significativo, como fornecido pelo espectrômetro.

crições rupestres e imediatamente adjacentes mas sem motivos gráficos, temperatura e umidade relativa do ar ambiente e monitoramento das correntes de ar que atingem diretamente os sítios arqueológicos.

Neste trabalho, o objetivo principal é identificar as espécies ferruginosas constituintes dos pigmentos minerais coletados dos sedimentos superficiais do sítio arqueológico Pedra do Atlas, situado no povoado Buriti dos Cavalos, área rural do município de Piripiri, Piauí, no Nordeste do Brasil. Busca-se, mais especificamente: i) determinar a composição química elementar desses materiais pictóricos, ii) realizar a especiação química do ferro e iii) determinar as fases minerais correspondentes.

## METODOLOGIA

As amostras de pigmentos minerais foram coletadas *in situ*, diretamente do solo superficial abrigado do sítio Pedra do Atlas, acondicionadas em sacos plásticos limpos e secos, etiquetadas e armazenadas no Laboratório de Arqueometria e Arte Rupestre, na Universidade Federal do Piauí. No laboratório, porções das amostras foram pulverizadas em um almofariz e pistilo de ágata. Os pós assim obtidos foram analisados por i) fluo-

rescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF), ii) espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier e iii) espectroscopia Mössbauer do <sup>57</sup>Fe.

A determinação da composição química elementar das amostras foi realizada por fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF) usando um espectrômetro *Shimadzu EDX-720*, sob vácuo de 40 Pa e um colimador de 10 mm. Os espectros na região do infravermelho foram obtidos em um espectrômetro *FTIR Perkin Elmer Spectrum BX* no modo de transmissão. As amostras foram dispersas em KBr e prensadas na forma de pastilhas. As medidas foram realizadas na faixa de 4500 a 370 cm<sup>-1</sup>, com 64 varreduras.

Os espectros Mössbauer do <sup>57</sup>Fe foram obtidos com as amostras na temperatura ambiente, ~298 K, em um espectrômetro miniaturizado *MIMOS II* em geometria de retroespalhamento de raios gama de 14,4 keV (Klingelhöfer *et al.* 2002; Lage *et al.* 2016), com aceleração constante de uma fonte de <sup>57</sup>Co em matriz de Rh e ~5 mCi de atividade. Os deslocamentos isoméricos são expressos em relação ao  $\alpha$ Fe em temperatura ambiente, padrão também usado para a calibração da escala de velocidade Doppler. O ajuste numérico dos dados experimentais obtidos foi feito com funções Lorentzianas pelo método dos mínimos quadrados, usando o *software WinNormos™ Igor Pro versão 6.1*.

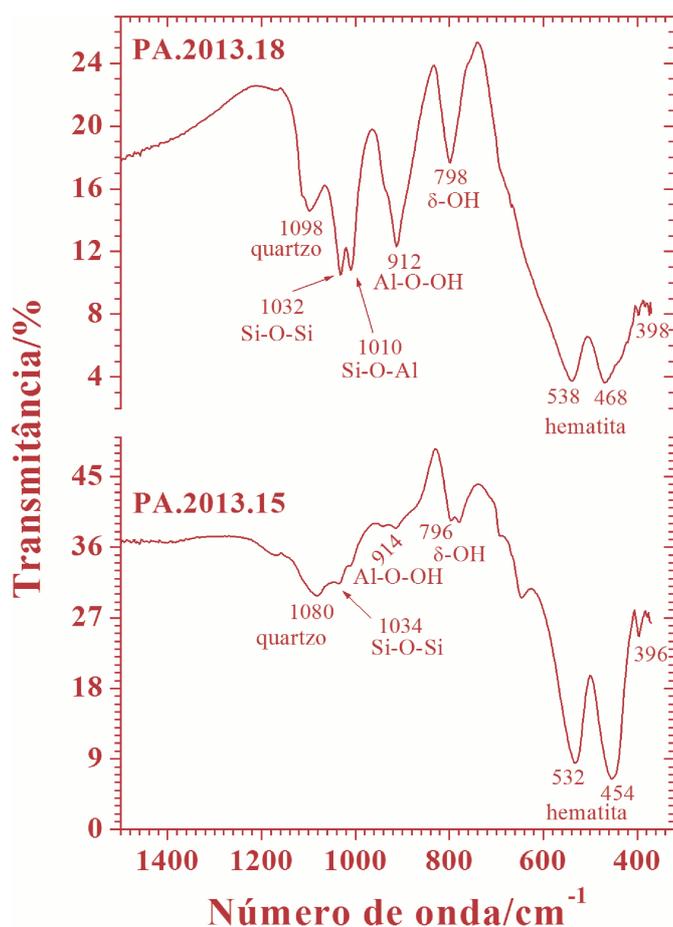


Figura 2. Espectros FTIR obtidos para as amostras de ocre avermelhados.

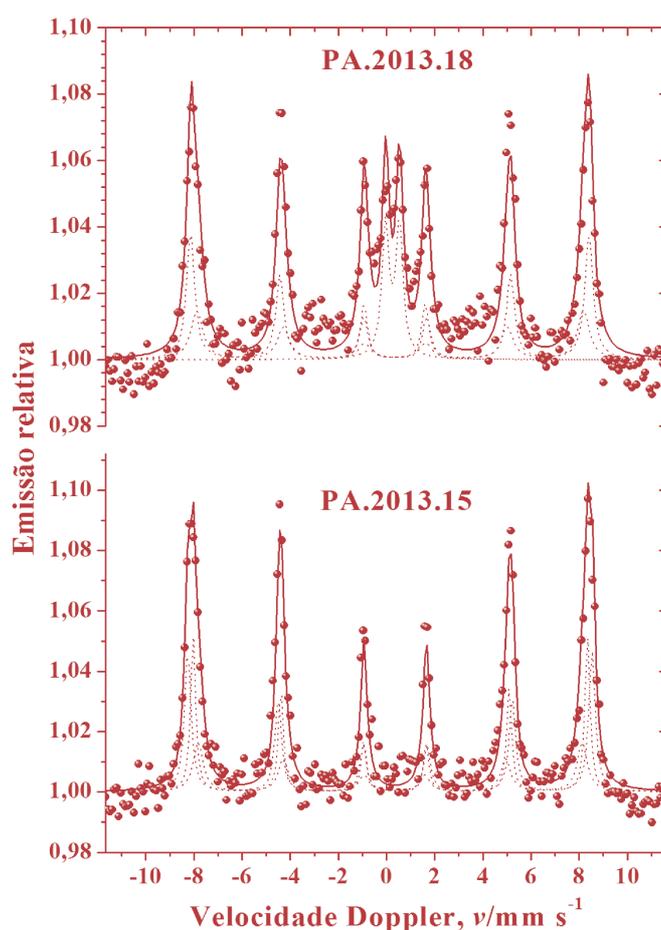


Figura 3. Espectros Mössbauer do  $^{57}\text{Fe}$  obtidos para as amostras em temperatura ambiente,  $\sim 298\text{ K}$ .

## RESULTADOS

São apresentados aqui os dados obtidos para duas amostras representativas dos ocre avermelhados coletados do solo superficial do sítio Pedra do Atlas.

Os dados de composição química elementar dos ocre avermelhados, conforme determinada por EDXRF, expressa em proporção em massa na forma do óxido mais comum do elemento correspondente, encontram-se sumarizados na Tabela 1. Os espectros obtidos na região do infravermelho para as amostras investigadas encontram-se na Figura 2. Os espectros Mössbauer do  $^{57}\text{Fe}$  obtidos para as amostras PA.2013.15 e PA.2013.18 na temperatura do ambiente,  $\sim 298\text{ K}$ , estão representados na Figura 3 e os parâmetros hiperfinos correspondentes estão listados na Tabela 2.

## DISCUSSÃO

A composição química elementar (Tabela 1) das amostras, conforme determinada por EDXRF, sugere

uma constituição predominante por minerais ferruginosos e silicatados. O teor de ferro nesses ocre, aqui expresso como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , varia de 56,35(4) massa% na PA.2013.15 a 59,89(4) massa% na PA.2013.18. Esses dados são compatíveis com as proporções de ferro, expressas como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , encontradas em ocre avermelhados dos sítios arqueológicos Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada (situada no Parque Nacional Serra da Capivara; Lage *et al.* 2016), Toca do Alto da Serra do Capim (situada no Parque Nacional Serra das Confusões; Cavalcante 2012) e Pedra do Cantagalo I (da região arqueológica de Piripiri, no norte do Piauí; Cavalcante *et al.* 2017a).

Os espectros no infravermelho para as amostras de ocre avermelhados mostram bandas intensas de absorção em  $\sim 470$  e  $\sim 540\text{ cm}^{-1}$ , atribuíveis às vibrações transversais Fe–O da hematita, além de um sinal relativamente mais fraco em  $\sim 398\text{ cm}^{-1}$ , também devido a vibrações da hematita (Fig. 2). A banda alargada em  $\sim 1080\text{ cm}^{-1}$  é decorrente de vibrações do quartzo e os demais sinais de absorção identificados são atribuíveis a vibrações de minerais silicatados.

Tabela 2. Parâmetros hiperfinos do ajuste numérico dos espectros Mössbauer do  $^{57}\text{Fe}$  obtidos com as amostras na temperatura do ambiente,  $\sim 298\text{ K}$ .

Amostra	Sítio do Fe	$\delta/\text{mm s}^{-1}$	$2\varepsilon, \Delta/\text{mm s}^{-1}$	$\Gamma/\text{mm s}^{-1}$	$B_{hf}/\text{T}$	$AR/\%$
PA.2013.15	$\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,378(6)	-0,22(1)	0,32(3)	52,1(1)	40(2)
	$\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,380(6)	-0,19(2)	0,25(5)	50,8(1)	26(3)
	$\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,37(1)	-0,17(2)	0,50(7)	49,5(3)	34(3)
PA.2013.18	$\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,37(1)	-0,23(2)	0,40(6)	51,3(2)	41,3(9)
	$\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,38(1)	-0,21(2)	0,60(6)	49,8(4)	34,5(9)
	$\text{Fe}^{3+}$	0,375(8)	0,58(1)	0,36*		17,1(2)
	$\text{Fe}^{3+}$	0,46(2)	2,54(5)	0,36*		7,1(2)

$\delta$  = deslocamento isomérico relativo ao  $\alpha\text{Fe}$ ;  $2\varepsilon$  = deslocamento quadrupolar;  $\Delta$  = desdobramento quadrupolar;  $\Gamma$  = largura de linha à meia altura;  $B_{hf}$  = campo magnético hiperfino;  $AR$  = área subspectral relativa.

Os números entre parênteses são incertezas representadas sobre o último algarismo significativo do valor correspondente, estimadas para cada parâmetro, como resultado do ajuste de funções lorentzianas aos dados das linhas de ressonância, por algoritmo não-linear de minimização da soma dos quadrados dos desvios experimentais.

\* parâmetro restringido durante o ajuste não-linear pelo método dos mínimos quadrados.

Comparativamente, os dados de vibrações de absorção no infravermelho aqui encontrados para a hematita são totalmente concordantes com os valores reportados na literatura para esse óxido de ferro (Cornell e Schwertmann 2003; Mortimore *et al.* 2004; Marshall *et al.* 2005; Cavalcante *et al.* 2011; Salama *et al.* 2015; Cavalcante *et al.* 2017b).

O espectro Mössbauer da amostra PA.2013.15 (Fig. 3; parâmetros hiperfinos correspondentes na Tabela 2), coletado a 298 K, exibiu três sextetos atribuíveis à hematita (fórmula ideal  $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), com campos magnéticos hiperfinos,  $B_{hf}$ , de 52,1(1), 50,8(1) e 49,5(3) tesla e deslocamentos quadrupolares,  $\varepsilon$ , correspondentes de  $-0,22(1)$ ,  $-0,19(2)$  e  $-0,17(2)$   $\text{mm s}^{-1}$ . Comparativamente, a hematita com  $B_{hf} = 52,1(1)$  tesla e área subspectral relativa,  $AR$ , de 40(2)% deve ter partículas maiores e melhor cristalinidade do que as outras frações com  $B_{hf}$  menor (Cornell e Schwertmann 2003).

O espectro Mössbauer obtido para a PA.2013.18 apresentou dois sextetos devidos a hematita, com campos magnéticos hiperfinos de 51,3(2) e 49,8(4) tesla, respectivamente, e deslocamentos quadrupolares correspondentes de  $-0,23(2)$  e  $-0,21(2)$   $\text{mm s}^{-1}$ . A hematita com  $B_{hf} = 51,3(2)$  tesla e  $AR = 41,3(9)\%$  também apresenta, comparativamente, maior tamanho de partícula e melhor cristalinidade do que a fração com  $B_{hf} = 49,8(4)$  tesla. Dois dupletos centrais devidos a  $\text{Fe}^{3+}$  também foram identificados, com  $\delta_{(\alpha\text{Fe})} = 0,375(8)$  e 0,46(2)  $\text{mm s}^{-1}$ , atribuíveis a espécies superparamagnéticas,

provavelmente incluindo hematita ou goethita (fórmula ideal  $\alpha\text{FeOOH}$ ), de pequeno tamanho de partículas, ou a ferro paramagnético na estrutura cristalina de aluminossilicatos.

## CONCLUSÃO

Realizou-se a análise arqueométrica de pigmentos minerais avermelhados encontrados no sítio arqueológico Pedra do Atlas, situado no município de Piripiri. A hematita foi inequivocamente identificada como o óxido de ferro responsável pela cor vermelha desses ocres. Campos magnéticos hiperfinos relativamente baixos sugerem que algumas frações de hematita têm pequeno tamanho de partícula, provavelmente causado por substituição isomórfica do ferro por outros cátions na estrutura cristalina.

A espectroscopia Mössbauer do  $^{57}\text{Fe}$  foi utilizada como uma técnica analítica central neste trabalho, mostrando-se uma poderosa ferramenta para a identificação detalhada de espécies ferruginosas em materiais do patrimônio cultural brasileiro.

A investigação de materiais arqueológicos revela múltiplos desafios experimentais, em especial pela sua reconhecida complexidade, além das restrições como da convencional quantidade crítica de amostras disponíveis para análise, exigindo preferencialmente o uso de técnicas analíticas não-destrutivas. Ainda assim, as

informações obtidas das medidas experimentais são animadoras, com alguns dados ineditamente detalhados e de grande importância para a arqueologia.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de IC a VHGT (processo 142658/2017-0); à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Universidade Federal do Piauí (UFPI) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pelo apoio financeiro; e em especial a Luiz Carlos da Silva, do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) pelas medidas de EDXRF.

## REFERÊNCIAS

- CAVALCANTE, L. C. D.  
— 2015. Arqueometria em sítios de arte rupestre da região arqueológica de Piripiri, Piauí, Brasil. *Cadernos do CEOM* 28/43: 7-19.<sup>1</sup>  
— 2012. *Caracterização arqueométrica de pinturas rupestres pré-históricas, pigmentos minerais naturais e efluorescências salinas de sítios arqueológicos*. Tese de Doutorado, Ciências (Química). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.<sup>2</sup>  
— 2016. Sítios arqueológicos do vale do Buriti dos Cavalos: uma breve revisão. *Arqueologia Iberoamericana* 30: 16-22.<sup>3</sup>
- CAVALCANTE, L. C. D., J. D. FABRIS, M. C. S. M. LAGE.  
2017b. Archaeometric analysis of prehistoric rupestrian paintings from the Toca do Estevo III site, Piauí, Brazil. *Journal of Archaeological Science: Reports*.<sup>4</sup> [In press.]
- CAVALCANTE, L. C. D., M. F. LUZ, N. GUIDON, J. D. FABRIS, J. D. ARDISSON. 2011. Ochres from rituals of prehistoric human funerals at the Toca do Enoque site, Piauí, Brazil. *Hyperfine Interactions* 203/1-3: 39-45.<sup>5</sup>
- CAVALCANTE, L. C. D., P. R. A. RODRIGUES. 2009. Análise dos registros rupestres e levantamento dos problemas de conservação do sítio Pedra do Atlas, Piripiri, Piauí. *Clio Arqueológica* 24/2: 154-173.
- CAVALCANTE, L. C. D., H. K. S. B. SILVA, J. D. FABRIS, J. D. ARDISSON. 2017a. Red and yellow ochres from the archaeological site Pedra do Cantagalo I, in Piripiri, Piauí, Brazil. *Hyperfine Interactions* 238/1: 22.<sup>6</sup>
- CORNELL, R. M., U. SCHWERTMANN. 2003. *The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- KLINGELHÖFER, G., G. M. COSTA, A. PROUS, B. BERNHARDT. 2002. Rock paintings from Minas Gerais, Brasil, investigated by in-situ Mössbauer spectroscopy. In *Hyperfine Interactions (C)*, edited by M. F. Thomas, J. M. Williams & T. C. Gibb, pp. 423-426.<sup>7</sup>
- LAGE, M. C. S. M. 1996. Análise química de pigmentos de arte rupestre do sudeste do Piauí. *Revista de Geologia* 9: 83-96.
- LAGE, M. C. S. M., L. C. D. CAVALCANTE, G. KLINGELHÖFER, J. D. FABRIS. 2016. *In-situ* <sup>57</sup>Fe Mössbauer characterization of iron oxides in pigments of a rupestrian painting from the Serra da Capivara National Park, in Brazil, with the backscattering Mössbauer spectrometer MIMOS II. *Hyperfine Interactions* 237/1: 49.<sup>8</sup>
- MARSHALL, L. J. R., J. R. WILLIAMS, M. J. ALMOND, S. D. ATKINSON, S. R. COOK, W. MATTHEWS, J. L. MORTIMORE. 2005. Analysis of ochres from Clearwell Caves: the role of particle size in determining colour. *Spectrochimica Acta A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 61/1-2: 233-241.<sup>9</sup>
- MORTIMORE, J. L., L. J. R. MARSHALL, M. J. ALMOND, P. HOLLINS, W. MATTHEWS. 2004. Analysis of red and yellow ochre samples from Clearwell Caves and Çatalhöyük by vibrational spectroscopy and other techniques. *Spectrochimica Acta A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 60/5: 1179-1188.<sup>10</sup>
- SALAMA, W., M. EL AREF, R. GAUPP. 2015. Spectroscopic characterization of iron ores formed in different geological environments using FTIR, XPS, Mössbauer spectroscopy and thermoanalyses. *Spectrochimica Acta A* 136: 1816-1826.<sup>11</sup>

<sup>1</sup> <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc/article/view/2651/1697>.

<sup>2</sup> <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/SFSA-8U6R88>.

<sup>3</sup> <http://www.laiesken.net/arqueologia/archivo/2016/30/3>.

<sup>4</sup> <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.01.018>.

<sup>5</sup> <https://doi.org/10.1007/s10751-011-0346-0>.

<sup>6</sup> <http://doi.org/10.1007/s10751-017-1402-1>.

<sup>7</sup> [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0281-3\\_104](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0281-3_104).

<sup>8</sup> <https://doi.org/10.1007/s10751-016-1298-1>.

<sup>9</sup> <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386142504001994>.

<sup>10</sup> <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386142503003767>.

<sup>11</sup> <https://doi.org/10.1016/j.saa.2014.10.090>.

## RESEARCH ADVANCE

# ARCHAEO-MAGNETIC STUDY OF THE EDIFICIO DE LAS COLUMNAS COMPLEX, EL TAJIN, MESOAMERICA

## *Estudio arqueomagnético del complejo del Edificio de las Columnas, El Tajín, Mesoamérica*

**Jaime Urrutia-Fucugauchi,<sup>1</sup> Arturo Pascual-Soto,<sup>2</sup>  
Daniel Flores-Gutiérrez,<sup>3</sup> Ligia Pérez-Cruz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Paleomagnetismo y Paleoambientes, Instituto de Geofísica, UNAM, México;

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM, México; <sup>3</sup> Instituto de Astronomía, UNAM, México  
(juf@geofisica.unam.mx)

**ABSTRACT.** *We report the initial results of an archaeomagnetic study on ceramic samples from the Edificio de las Columnas architectural complex, located in the northern sector of El Tajin, an archaeological site. Measurements of magnetic properties include low-field susceptibility, direction and intensity of natural remanent magnetization, magnetic hysteresis, temperature-dependent susceptibility, isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curves and back-field demagnetization of saturation IRM. We studied the vectorial composition and stability of remanent magnetization using alternating field and thermal demagnetization. Magnetic carriers are fine-grained titanomagnetites and magnetite with pseudo-single domain states. Characteristic magnetizations are determined from the high-temperature unblocking spectra. Determinants of paleointensity, which meet quality criteria, have high and low values. Possible explanations include alterations during thermal treatments and secondary overprints. The influence of alterations and the multivectorial magnetizations of overlapping spectra require detailed analysis to estimate the paleointensities.*

**KEYWORDS:** *Archaeomagnetism, magnetic properties, Mesoamerica, Edificio de las Columnas, Tajin Chico, El Tajin.*

**RESUMEN.** *Reportamos resultados del estudio arqueomagnético en muestras de cerámicas en el complejo arquitectónico del Edificio de las Columnas, localizado en el sector norte de El Tajín. Las mediciones de propiedades*



Figure 1. Partial view of excavation in Building 40, Edificio de las Columnas architectural complex, El Tajin.

*Recibido: 5-11-2017. Aceptado: 14-11-2017. Publicado: 24-11-2017.*

*magnéticas incluyen susceptibilidad magnética, dirección e intensidad de la magnetización remanente natural, histéresis, variación de la susceptibilidad con temperatura, curvas de adquisición de magnetización isoterma y desmagnetización por campos directos de la magnetización isoterma de saturación. La composición vectorial y estabilidad de la magnetización remanente se investigaron por desmagnetización por campos magnéticos alternos y por temperatura. Las magnetizaciones muestran dos componentes que residen en titanomagnetitas y magnetita, con traslape en los espectros de temperaturas de bloqueo. Las determinaciones de paleointensidad, que cumplen con los criterios de calidad, presentan valores altos y bajos. Posibles factores involucrados son alteraciones durante los tratamientos térmicos y la presencia de magnetizaciones secundarias. La influencia de alteraciones y de magnetizaciones multivectoriales que residen en arreglos con espectros que traslapan requiere de análisis detallados para la estimación de paleointensidades.*

**PALABRAS CLAVE:** *arqueomagnetismo, propiedades magnéticas, Mesoamérica, Edificio de las Columnas, Tajín Chico, El Tajín.*

## INTRODUCTION

The archaeological site El Tajin flourished in the northeastern sector of Mesoamerica from about ~200 to 900–1250 AD. The site has attracted considerable interest, with several studies undertaken over the years since the eighteenth century, particularly in the past decades (Pascual-Soto 1990, 2006; Piña-Chan and Castillo-Peña 1999). El Tajin is distinguished by its architecture and location, with the use of terraces and impressive building complexes. Here we present initial results of an archaeomagnetic study of the Edificio de las Columnas (Palace of Columns) in El Tajin Chico. The architectonic complex was built on a terraced platform at the northern zone of the archaeological site. It underwent several constructive phases, which were completed in the 10th century. The building is characterized by a central patio and the remains of several columns with representations of scenes and persons, including one representing the Ruler 13 Rabbit.

Archaeomagnetic studies have been successfully used for characterization and provenance studies and for dating and correlation of archaeological remains. The success of archaeomagnetism depends on the wide range of magnetic properties spanning several orders of mag-

nitude and on remanent magnetization records of the direction and intensity of the Earth's magnetic field. Recent developments on the directional and intensity reference curves and fitting/correlation methods have been reported. These are coupled with newly developed laboratory techniques, which improve the resolution and precision of archaeomagnetic dating (e.g. Pavón-Carrasco *et al.* 2014; Terán-Guerrero *et al.* 2016).

As part of the archaeological projects in El Tajin (Pascual-Soto 2013), paleointensity studies using the double-heating Thellier method are being carried out on samples from the Edificio de las Columnas building complex. The Thellier experiments give high-quality analytical data, but with distinct high 52.6  $\mu\text{T}$  and low 37.2  $\mu\text{T}$  paleointensities. This study on the magnetic properties and vectorial nature of the remanent magnetization record grew from the need to evaluate the contrasting results. We focus on magnetic properties and the paleodirectional record of the archaeomagnetic samples.

## SAMPLES AND METHODS

Description of the archaeological excavation projects in El Tajin is given in Pascual-Soto (1990, 2006, 2013). The Edificio de las Columnas consists of four platforms built on a larger platform. The inner patio of the complex has stairs with sculptures and mural paintings. The ceramic samples were collected from the K3/2012 excavation unit at the II-III layer-contact in Building 40 (substructure 2) of the Edificio de las Columnas complex (Fig. 1).

The low-field magnetic susceptibility was measured with the Bartington susceptibility MS2 system equipped with the MS2E sensor. Additional measurements were made with the MS2B dual-frequency sensor. The intensity and direction of the natural remanent magnetization (NRM) were measured with the RS-6 spinner magnetometer. Samples are unoriented and NRM directions are plotted in sample coordinates. The vectorial composition was analyzed using alternating field (AF) and thermal demagnetization. AF demagnetization was carried out up to maximum fields of 100 mT in a Molspin demagnetizer. Thermal demagnetization was carried out in 10–12 steps up to maximum temperatures of 600 °C in a Schonstedt thermal demagnetizer. Directions are analyzed using Zijdeveld vector plots and end-point analysis. The variation of magnetic susceptibility with temperature was deter-

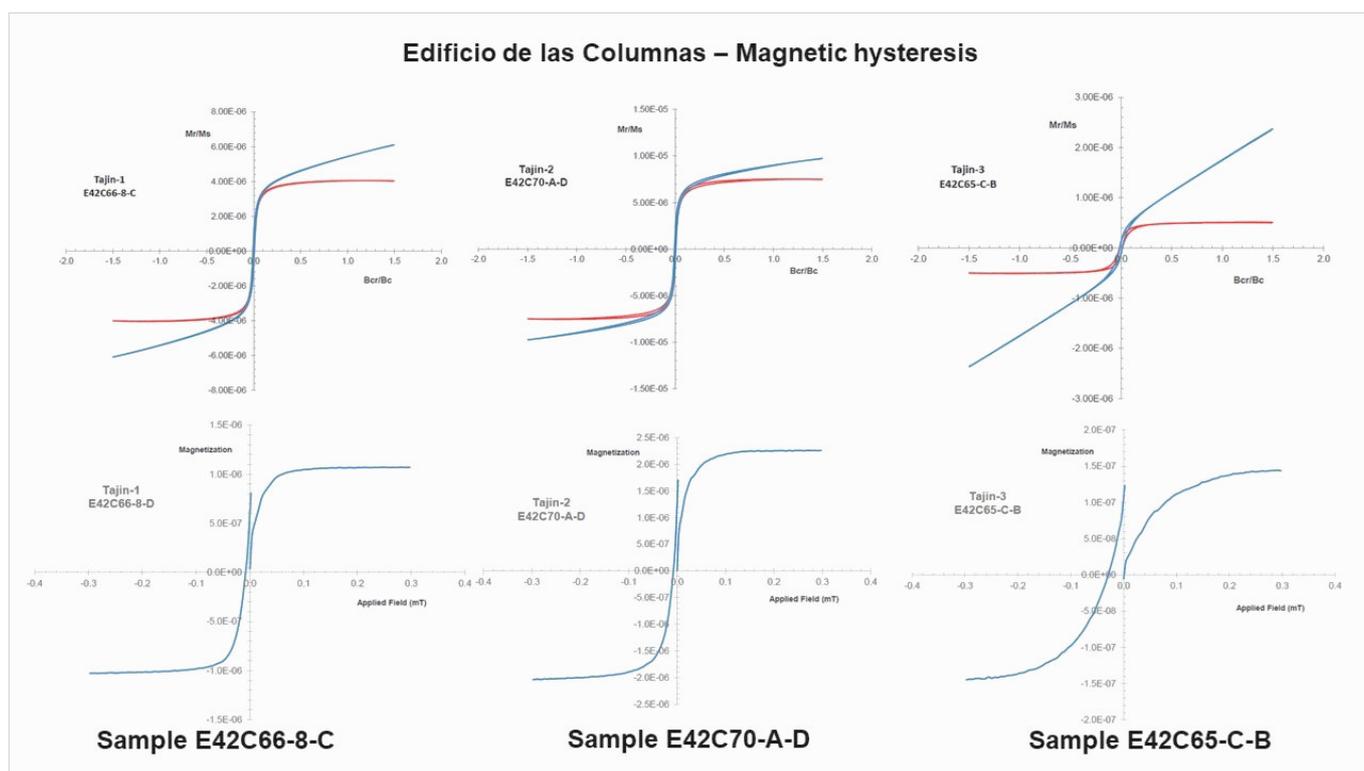


Figure 2. Magnetic hysteresis data, with hysteresis loops shown before (blue) and after (red) the slope correction. The relative contributions of paramagnetic minerals can be estimated from the slope of the hysteresis loops before correction (blue curve). The acquisition curves of isothermal remanent magnetization (IRM) and the back-field demagnetization of saturation IRM are included in the bottom diagrams.

mined using the Bartington high-temperature unit. Susceptibility-temperature curves were measured continuously from room temperature up to 600 °C or 700 °C during heating and cooling. The magnetic hysteresis loops and the isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curves and back-field demagnetization of saturation IRM were determined with the MicroMag system in fields up to 1.5 tesla. Domain states are investigated using the magnetization (Mr/Ms) versus coercivity (Bcr/Bc) ratio plots (Day *et al.* 1977; Dunlop 2002).

## MAGNETIC PROPERTIES

The low-field magnetic susceptibility ranges from 20 up to 1430  $10^{-4}$  SI. The NRM intensity varies from 2.2 A/m to 2-4 mA/m. High Koenisberger Q ratios indicate dominance of remanent magnetizations with respect to induced magnetizations.

The hysteresis loops show variable contents of paramagnetic minerals, as indicated on the varying slopes in the loops (Fig. 2). The hysteresis loops show saturation in low fields, suggesting fine grained titanomag-

netites. Samples plot in the pseudo-single domain field in the Day magnetization vs. coercivity ratios plot. The Mr/Ms and Bcr/Bc ratios after paramagnetic correction vary from  $\sim 0.15$  to  $\sim 0.23$  and from  $\sim 1.23$  to  $\sim 2.14$ , respectively. Remanent Mr intensities range from  $\sim 70$  to  $\sim 1450$  nA/m<sup>2</sup> and Bcr coercivities range from  $\sim 6$  to  $\sim 14$  mT. In the magnetization vs. coercivity ratio plot, samples fall in the pseudo-single domain field (Fig. 3a). Magnetization and coercivity ratios are plotted for measurements taken before and after the thermal treatment for the paleointensity determinations.

Changes of magnetic susceptibility as a function of temperature indicate a Curie temperature of  $\sim 545$  °C, with distributed spectra above 300 °C (Fig. 3b). The susceptibility-temperature curves for the samples show varying magnetic susceptibilities, with most samples showing weak susceptibilities. The Curie temperature and distributed spectra indicate poor-titanium titanomagnetites and magnetite.

Thermal demagnetization documents multi-vectorial magnetizations, with secondary components and a high-temperature component interpreted as the characteristic remanence (Fig. 4). The magnetization components reside in fine-grained iron-titanium oxide

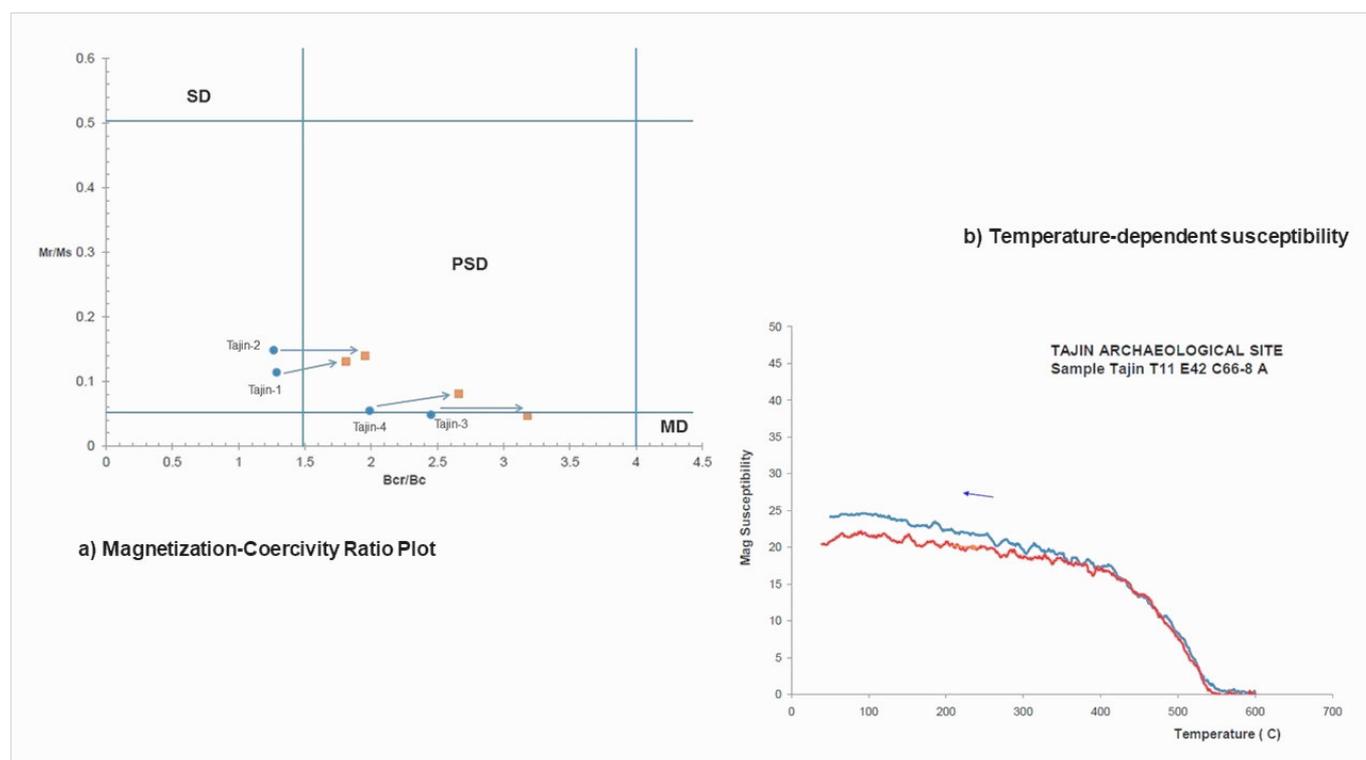


Figure 3. (a) Day diagram of domain states, with magnetization  $Mr/Ms$  ratios plotted as a function of coercivity  $Bcr/Bc$  ratios. Domain fields correspond to: SD, single domain, PSD, pseudo-single domain and MD, multidomain. Samples fall in the pseudo-single domain field. Hysteresis ratios are plotted for samples before and after the thermal treatment for the paleointensity determination double-heating cycles. (b) Variation of magnetic susceptibility as a function of temperature (red curve is the heating cycle and blue curve is the cooling cycle).

minerals with overlapping unblocking temperature ranges. The characteristic component is defined by linear fits going through the vector plot origin, with the unblocking spectra distributed towards high temperatures.

## DISCUSSION

El Tajin is characterized by its architectural development, with the building complexes and sculptures (Pascual-Soto 1990, 2006; Piña-Chan and Castillo-Peña 1999). The Morgadal Grande project investigates urban development and construction stages, with studies on the Edificio de las Columnas architectonic complex focusing on the late constructive phases. The archaeomagnetic study is intended to provide further constraints on the chronology, using the paleointensity method, which on burned clays generally provide reliable chronologies. In the Tajin study, despite the high-quality analytical results, high  $52.6 \mu\text{T}$  and low  $37.2 \mu\text{T}$  values were obtained. The differences do not permit us to constrain the chronology from correlation to the reference curve (Korte *et al.* 2009; Pavón-

Carrasco *et al.* 2014). Accurate paleointensity determinations depend on a number of factors, including the stability and vectorial composition of the remanent magnetization. Evaluation of the analytical results prompted this study, aimed to characterize the rock magnetic properties and the nature of the paleodirectional record.

Thermal demagnetization shows two component magnetizations, with overlapping unblocking temperature spectra. Characteristic components are isolated in the high-temperature range, above  $450^\circ\text{C}$  (Fig. 4). The unblocking temperature spectra are distributed, indicating a range in iron-titanium composition. The variation of magnetic susceptibility with temperature shows a Curie temperature around  $545\text{--}550^\circ\text{C}$ , indicating poor-Ti titanomagnetites with no other major phases (Fig. 3b). The temperature-dependent susceptibility curves up to  $600^\circ\text{C}$  indicate generation of small amounts of magnetite upon heating and cooling. Temperature treatment required for the paleointensity determination, with the double-heating Thellier method, results in chemical alteration, with formation of magnetite. The domain states as inferred from the magnetization vs. coercivity ratio plot fall in the pseudo-single

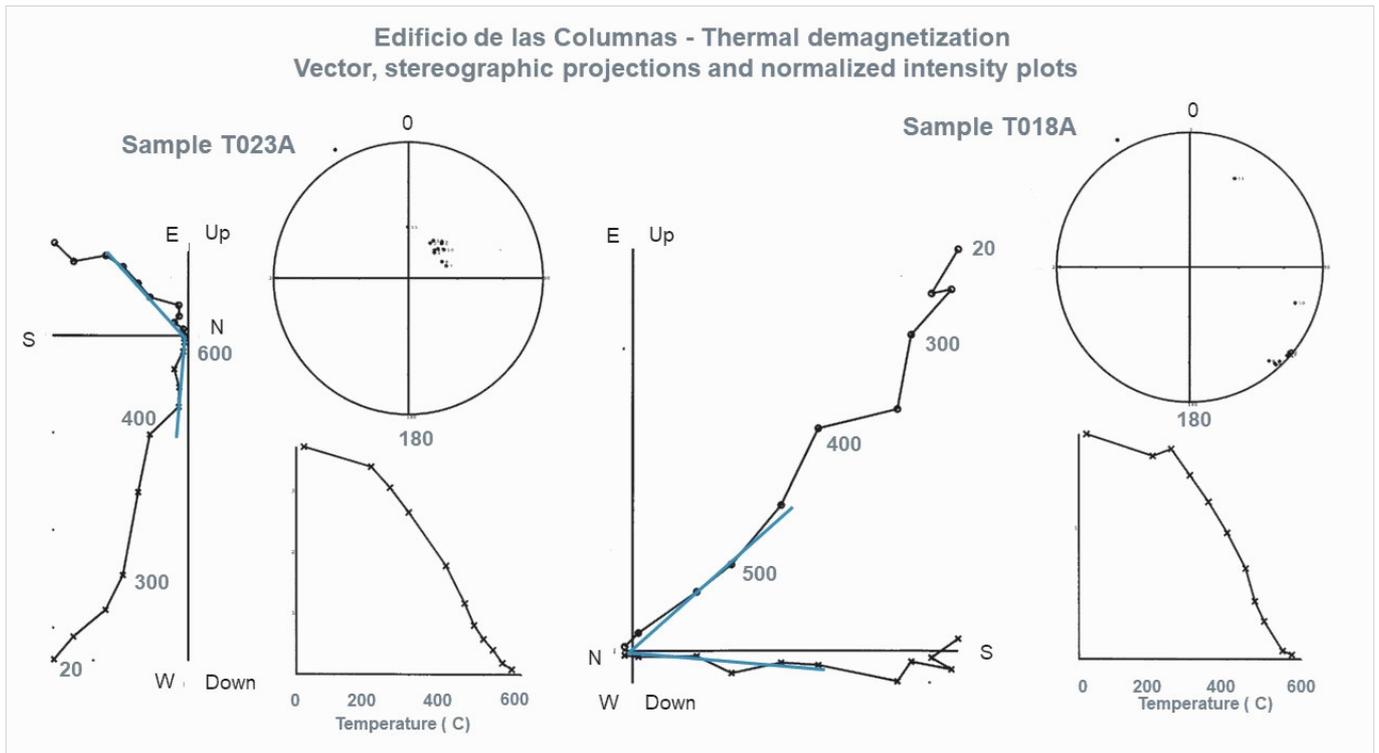


Figure 4. Thermal demagnetization of ceramic samples. The changes in direction and intensity of the remaining magnetization are plotted in stereographic projections, Zijderveld vector plots and normalized intensity diagrams. The characteristic magnetization, estimated by least-square fitting of demagnetization data points going through the plot origin is indicated in the diagrams.

domain field, with low magnetization ratios (Fig. 3a). After heating to 600 °C, the coercivity ratios increase, with little change in the magnetization ratios. The changes are associated with increase in the remanent coercivity and influence of multidomain particles. Magnetic hysteresis and temperature-dependent susceptibility indicate samples had not been stabilized during previous heating/cooling cycles. The magnetic hysteresis loops indicate variable contents of paramagnetic minerals (indicated by the differences in the loops before and after paramagnetic slope corrections). Saturation is reached at low coercivities, compatible with fine-grained titanomagnetites (Fig. 2). Samples with high paramagnetic mineral contents show saturation at higher coercivity values.

Archaeomagnetism has been successfully applied to provenance and characterization, and for dating and correlation of Mesoamerican archaeological remains (e.g. Urrutia Fucugauchi *et al.* 2016; Terán-Guerrero *et al.* 2016). Archaeomagnetic sourcing and dating depend on the wide range of magnetic properties and on the accuracy of remanent magnetization records (Kostadinova-Avramova and Kovacheva 2013; Schnepf *et al.* 2016). Analysis of Tajin ceramic samples highlight the difficulties in interpretation.

The construction phases for the Edificio de las Columnas expanded the building over time, to conform to plans of Tajin Rulers and/or to adapt the construction according to astronomical orientations. The Tajin Chico presents a distinct orientation that contrasts with the other constructions constrained by topographic relief. The complex has an orientation of  $\sim 105^{\circ} 25'$ , associated with the beginning of the Mesoamerican year (Flores-Gutiérrez 2013). The expansion of El Tajin took place between 850 to 1250 AD, with the construction stages of Edificio de las Columnas in the interval between 850 to 950 AD. For the first and second millennia, reference curves are less well constrained, which limit accurate correlations. Improved paleointensity determinations from Tajin samples are required to constrain the chronology.

## CONCLUSIONS

Archaeomagnetic studies have been undertaken on the Edificio de las Columnas complex, one of the most emblematic in El Tajin archaeological site. The complex was built on several stages on a large terraced platform overlooking the site. Demagnetization results

indicate that ceramics preserve characteristic remanent magnetizations, residing in fine-grained titanomagnetites. Secondary overprints show overlapping unblocking temperature spectra. Alterations during thermal treatment and the two-component nature of remanent magnetization may explain the range in archaeointensity values obtained. Magnetic susceptibility, NRM and IRM intensities and micromagnetic hysteresis data show varying contents of paramagnetic minerals and fine-grained poor-Ti titanomagnetites with pseudo-single domain states. These results highlight the importance of detailed rock magnetic mea-

surements for sample selection and interpretation of paleointensity data. Further analyses on a wider sample collection are needed to expand the paleomagnetic characterization and constrain the chronology of the building complex.

### Acknowledgments

Study forms part of the UNAM projects in El Tajin archaeological site. We acknowledge the technical assistance of Víctor Macías, Miguel Ángel Díaz, Mariana Marca and Martín Espinosa.

### REFERENCES

- DAY, R., M. FULLER, V.A. SCHMIDT. 1977. Hysteresis properties of titanomagnetites: grain size and compositional dependence. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 13: 260–267.
- DUNLOP, D.J. 2002. Theory and application of the Day plot ( $M_{rs}/M_s$  versus  $H_r/H_c$ ) 1. Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 107/B3: EPM 4-1–EPM 4-22.
- FLORES-GUTIÉRREZ, D. 2013. Significantes astronómicos desde edificios orientados. *Revista Digital Universitaria* 14/6. <http://revista.unam.mx/vol.14/num6/art13/>.
- KORTE, M., F. DONADINI, C.G. CONSTABLE. 2009. Geomagnetic field for 0-3 ka: 2. A new series of time-varying global models. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 10: Q06008. <https://doi.org/10.1029/2008GC002297>.
- KOSTADINOVA-AVRAMOVA, M., M. KOVACHEVA. 2013. The magnetic properties of baked clays and their implications for past geomagnetic field intensity determinations. *Geophysical Journal International* 195/3: 1534–1550.
- PASCUAL-SOTO, A.
- 1990. El Tajín: la evolución de una antigua ciudad mesoamericana. *Revista de la Universidad de México* 469–470: 46–49.
- 2006. *El Tajín: en busca de los orígenes de una civilización*. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM, INAH, 407 pp.
- 2013. *El Tajín. Memoria de Excavaciones. Proyecto Arqueológico Morgadal Grande 2002-2004*. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM, México, 212 pp.
- PAVÓN-CARRASCO, J., M. OSETE, J.M. TORTA, A. DE SANTIS. 2014. A geomagnetic field model for the Holocene based on archaeomagnetic and lava flow data. *Earth and Planetary Science Letters* 388: 98–109.
- PIÑA-CHAN, R., P. CASTILLO-PEÑA. 1999. *Tajín: la ciudad del dios Huracán*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 85 pp.
- SCHNEPP, E., R. LEONHARDT, M. KORTE, J. KLETT-DRECHSEL. 2016. Validity of archaeomagnetic field recording: an experimental pottery kiln at Coppengrave, Germany. *Geophysical Journal International* 205: 622–635.
- TERÁN-GUERRERO, A., A. GOGUITCHAICHVILI, R. ESPARZA, J. MORALES, J. ROSAS-ELGUERA, A. SOLER, E. CÁRDENAS, J. URRUTIA-FUCUGAUCHI. 2016. A detailed rock-magnetic and archaeomagnetic investigation on wattle and daub building (Bajareque) remains from Teuchitlan tradition (NW Mesoamerica). *Journal of Archaeological Science: Reports* 5: 564–573.
- URRUTIA-FUCUGAUCHI, J., A. GOGUITCHAICHVILI, L. PÉREZ-CRUZ, J. MORALES. 2016. Archaeomagnetic dating of the eruption of Xitle volcano, basin of Mexico: Implications for the Mesoamerican centers of Cuicuilco and Teotihuacan. *Arqueología Iberoamericana* 30: 23–29.

RESEARCH ADVANCE

**ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA EN PUERTO COLOMBIA.  
AVANCES SOBRE EL VAPOR *PRINZ AUGUST WILHELM* \***

*Underwater Archaeology in Puerto Colombia.  
Advances on the Prinz August Wilhelm Steamship*

*Juan Guillermo Martín,<sup>1</sup> José Manuel Espinosa,<sup>1</sup>  
Eduardo Roa,<sup>2</sup> Elías Blanco,<sup>3</sup> Julián Blanco<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia; <sup>2</sup> Fundación Apalaanchi; <sup>3</sup> Bathymetric Solutions S. A. S.  
([jgmartin@uninorte.edu.co](mailto:jgmartin@uninorte.edu.co))

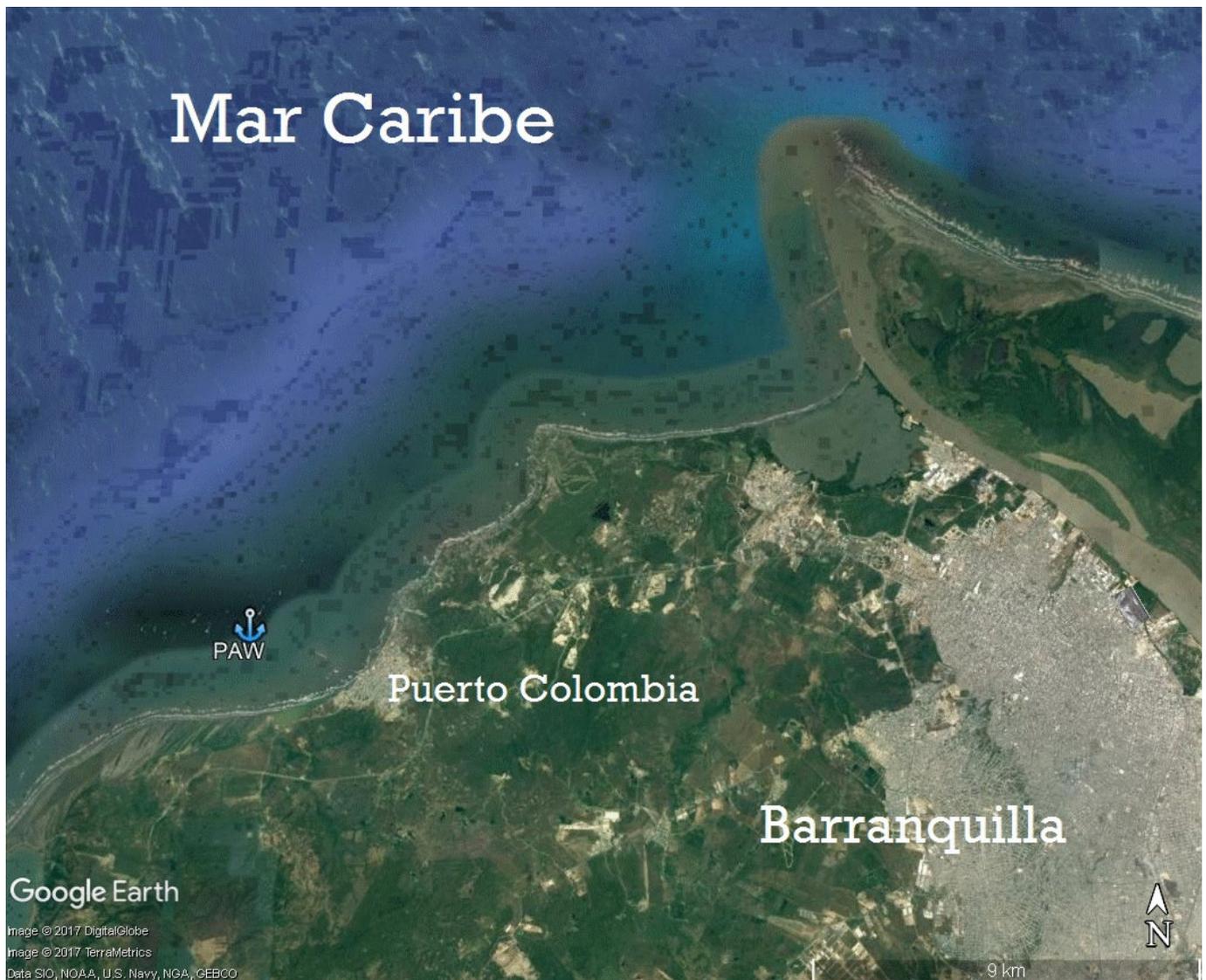


Figura 1. Localización del naufragio en las inmediaciones de Puerto Colombia (tomado de *Google Earth* 2017).

*Recibido: 19-11-2017. Aceptado: 20-11-2017. Publicado: 27-11-2017.*

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Jessica MacLellan.  
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/369>.

**RESUMEN.** Este proyecto intenta llenar vacíos en el incipiente desarrollo de la arqueología subacuática colombiana, tomando como caso de estudio un contexto amenazado: el pecio del *Prinz August Wilhelm*, hundido en 1918. Confluyen en él varios factores que lo hacen vulnerable: su antigüedad, que lo deja fuera de la consideración de sitio arqueológico según la normativa colombiana vigente; las condiciones marinas a las que se ve sometido, pues en la bahía de Puerto Colombia se presentan unas fuertes dinámicas oceánicas que aceleran su deterioro; y su accesibilidad, ya que su cercanía a la costa, a poca profundidad, lo hacen expoliable. Se trata de un ejemplo de inventario y documentación que podría implementarse en esta bahía y, en general, en las aguas del Caribe colombiano.

**PALABRAS CLAVE:** arqueología subacuática, Puerto Colombia, Prinz August Wilhelm.

**ABSTRACT.** This project aims to fill gaps in the incipient development of Colombian underwater archaeology, taking as a case study a threatened context: the wreck of the *Prinz August Wilhelm*, sunk in 1918. Multiple factors make the steamship vulnerable: its age, which prevents it from being considered an archaeological site under the current Colombian regulations; the marine conditions to which it is subjected, because strong ocean dynamics in the bay of Puerto Colombia accelerate its destruction; and its accessibility, near the coast and at a shallow depth, which facilitates its plunder. This work is an example of inventory and documentation that could be implemented throughout the bay and, more generally, in the waters of the Colombian Caribbean.

**KEYWORDS:** Underwater archaeology, Puerto Colombia, Prinz August Wilhelm.

## ANTECEDENTES

La práctica de la arqueología subacuática en Colombia es incipiente y se ha visto enrarecida por la controvertida Ley 1675 de 2013, que deja de considerar patrimonio los objetos que hayan tenido valor de cambio, las cargas comerciales hundidas y las piedras preciosas en su estado bruto, abriendo por tanto la puerta a su comercialización y expolio. Hasta ahora, los proyectos de investigación que se han ido desarrollando en el país se han centrado en la localización y documentación de restos y especies náufragas (García y Del Cairo 2002; Romero y Pérez 2005; Del Cairo 2006; Martín *et al.* 2015; Martín *et al.* en prensa).

El proyecto de investigación del que se da cuenta en este avance pretende llenar vacíos, tomando como caso de estudio, además, un contexto especialmente amenazado: el pecio del *Prinz August Wilhelm*. Confluyen en él una serie de factores que lo hacen estar particularmente expuesto: su antigüedad, inferior a los 100 años y que lo deja fuera de la consideración de sitio arqueológico según la normativa colombiana vigente; las condiciones marinas a las que se ve sometido, pues en la bahía de Puerto Colombia, donde está localizado, se generan unas fuertes dinámicas oceánicas que aceleran la erosión y, por tanto, su deterioro (Rangel 2009); y

su accesibilidad, ya que su cercanía a la costa y la poca profundidad a la que se encuentra lo hacen fácilmente expoliable (Yidi y Mendoza 2014) (fig. 1).

## EL PECIO Y SU CONTEXTO

El *Prinz August Wilhelm* —PAW— se hundió la noche del 22 de abril de 1918 en la bahía de Puerto Colombia (fig. 1). Fue su propia tripulación quien lo incendió y echó a pique. El buque pertenecía a la compañía alemana *Hamburg Amerikanische Packetfahrt Actien Gesellschaft* (HAPAG) y había hecho su primer viaje en 1903. Se trataba de un vapor con una capacidad de 5000 t y en el que podían viajar hasta 791 pasajeros; tenía 117.3 m de eslora, 13.7 m de manga y 13.4 m desde la parte superior de la quilla a la cubierta de paseo (Yidi y Mendoza 2014: 90) (fig. 2). El PAW había pasado toda la Primera Guerra Mundial refugiado en aguas colombianas; primero en Santa Marta y luego en Puerto Colombia desde el 12 de noviembre de 1915. Antes de la guerra, conectaba Nueva York con distintos puertos del Caribe, en servicios de línea y recreativos (*ibidem*: 94). El estallido del conflicto lo sorprendió en alta mar y, siguiendo las directrices del gobierno alemán, buscó el amparo de un puerto seguro. Colombia fue neutral incluso después de 1917, cuando la entrada de Estados Unidos en la contienda llevó a muchos países americanos a seguir el ejemplo del poderoso vecino

\* Proyecto financiado por la Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad del Norte (2015-022).



Figura 2. Postal del *Prinz August Wilhelm* (colección Enrique Yidi).

del norte (Rausch 2014). Se daba el caso, además, de que en la costa colombiana del Caribe había asentada una importante comunidad alemana, sobre todo en Barranquilla; de ahí su traslado a Puerto Colombia que, en realidad, era el puerto marítimo barranquillero (Meisel y Vilorio 1998).

El hundimiento del PAW, como el mismo capitán declaró, se realizó siguiendo órdenes del gobierno alemán, transmitidas directamente por el cónsul de Alemania en Barranquilla.<sup>1</sup> El fin de la acción era evitar que el PAW pasara a manos enemigas, pues ya había sido vendido a la compañía norteamericana *USS Shipping Board* (Yidi y Mendoza 2014: 197). Se quería impedir que el vapor sirviera en un futuro para desplazar tropas norteamericanas hasta Europa, donde proseguía la guerra. Así lo confirmó el propio embajador alemán en Bogotá al ministro de Relaciones Exteriores colombiano.<sup>2</sup>

Obviamente, la actuación alemana en lo referente al PAW trajo sus consecuencias. Las relaciones diplomáticas se tensaron, en tanto el gobierno colombiano entendía que, con su acción, Alemania había violentado la neutralidad colombiana.<sup>3</sup> El debate público entre

germanófilos y aliadófilos, presente desde los inicios del conflicto (Rausch 2014), se encendió aún más, abundando las expresiones públicas y publicadas de uno y otro signo en relación a los acontecimientos de Puerto Colombia (Yidi y Mendoza 2014: 211-231). Y lo que es más importante para lo que aquí nos ocupa, el hundimiento del PAW generaría un problema logístico en el puerto.

A principios de 1919, Federico Castro Rodríguez formula un derecho de petición dirigido al ministro de Relaciones Exteriores. Se quejaba de que, casi un año después de su hundimiento, los restos del buque alemán siguieran aún donde quedaron, sin que nadie se hubiera hecho cargo de ellos: «el buque ocupa un lugar inadecuado en la bahía de Puerto Colombia, con daño del puerto, y con detrimento de la policía del mismo [...] la situación de ese vapor en las aguas de la bahía [...] es un obstáculo para la navegación...».<sup>4</sup> Poco después del siniestro ya se había puesto una demanda en Barranquilla pidiendo que sus restos se declararan bien mostrenco perteneciente a la nación. Sin embargo, la causa relativa a su incendio seguía aún *sub iudice* y, en cierto modo, lo que quedaba del PAW representaba el cuerpo del delito, por eso no se había tomado todavía

<sup>1</sup> «Habla el capitán August de Wall. Cómo y por qué llevó a cabo el incendio del “Prinz August Wilhelm”», *El Día*, 24 de abril de 1918.

<sup>2</sup> El ministro alemán en Bogotá al ministro de Relaciones Exteriores, 19 de octubre de 1918. AGN: Ministerio de Relaciones Exteriores, sección segunda, caja 88, 00336, t. 7.

<sup>3</sup> *Ibíd.*

<sup>4</sup> Derecho de petición de Federico Castro Rodríguez dirigido al ministro de Relaciones Exteriores, Bogotá, 11 de febrero de 1919. AGN: Ministerio de Relaciones Exteriores, sección segunda-reclamaciones, Alemania, 1915, 1925, caja 88, 00336, t. 7.

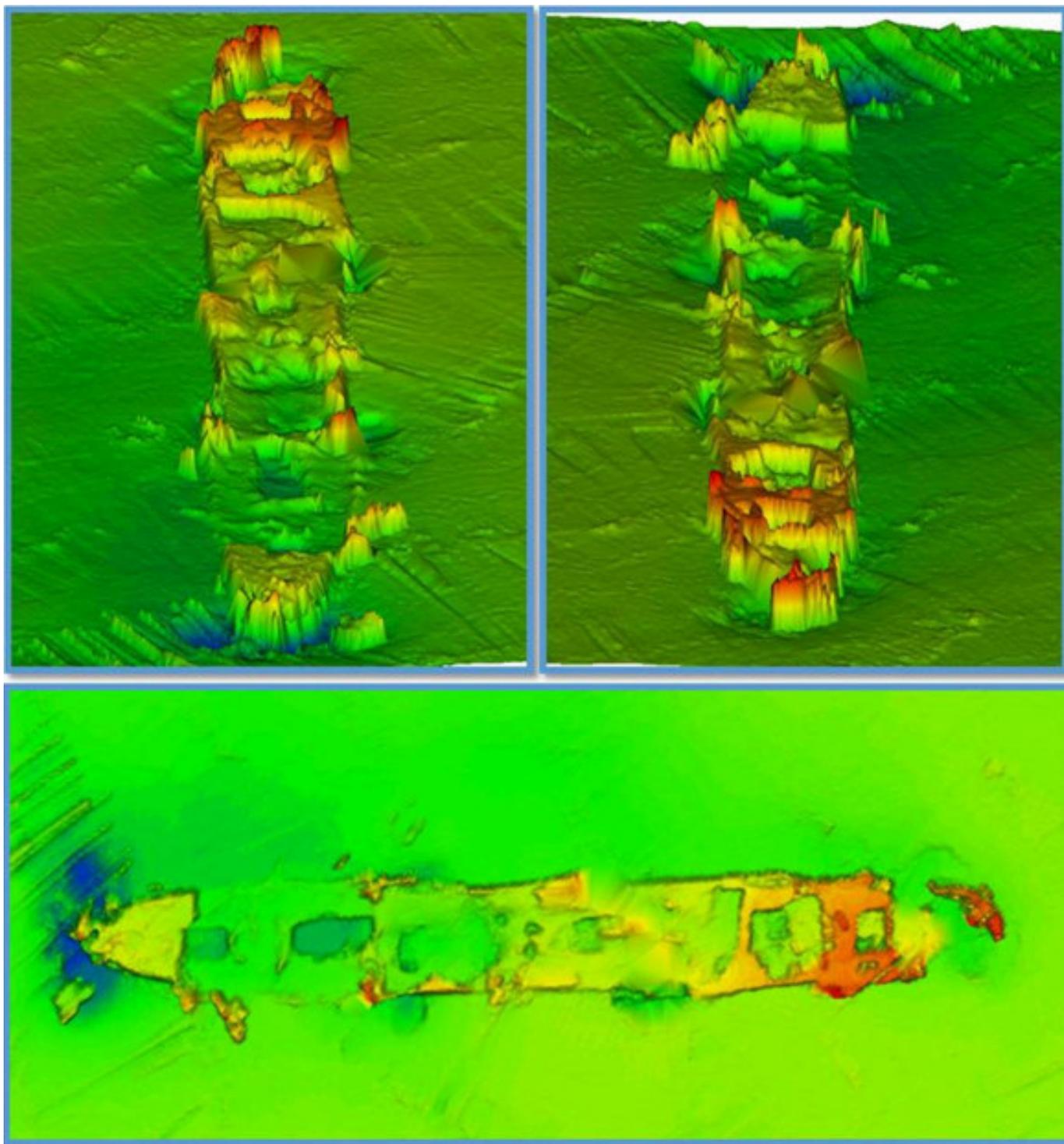


Figura 3. Levantamiento del PAW con multihaz.

ninguna decisión al respecto. No obstante, Castro consideraba que los restos del PAW debían ser removidos si se quería evitar un mal mayor, debido a las peculiares características del mar que le servía de lecho.

Para entonces, la bahía ya venía sufriendo problemas por la sedimentación proveniente del río Magdalena. Los buques ya estaban teniendo dificultades para fondear, por lo que en 1913 el muelle ya había tenido que

ser extendido 50 metros mar adentro. Si el PAW, con sus enormes dimensiones, se dejaba en el fondo de la bahía: «su casco servirá de base a un gran banco de arena que acabará por inutilizar el puerto».<sup>5</sup> Y de hecho es lo que terminó pasando. La construcción del tajamar en la desembocadura del río en 1936, buscando garan-

<sup>5</sup> Véase n. 4.

tizar su navegabilidad hacia Barranquilla, agudizó los problemas de erosión marino-costera hacia el suroeste de Bocas de Ceniza, generando un sinnúmero de dinámicas que afectan aún hoy a la línea de costa y la navegación del Magdalena (Rangel 2009; Restrepo 2014).

## LA DOCUMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA

En nuestro caso, el levantamiento arqueológico se adelantó mediante el uso de un sistema multihaz, haciendo uso de un equipo sondeador hidrográfico (ecosonda) multihaz de alta frecuencia (170 a 220 KHz) con resolución de 3.6 cm, 120 grados de cobertura y capacidad de medición de 250 m de profundidad (*MBI Multibeam Echo Sounder*). Es un sistema equipado con posicionamiento diferencial y corrección de rumbo (DGPS y compás *Hemisphere VS 111*), así como sensor de movimientos de la embarcación (oleaje, balanceo y cabeceo) (*DMS 05 Teledyne*) y perfilador de velocidad del sonido superficial (*Digibar V*)<sup>6</sup> y en la columna de agua (*Digibar S*).

Teniendo en cuenta la información disponible (Yidi y Mendoza 2014), se delimitó un área de búsqueda que permitió localizar el pecio. Más tarde, se efectuaron 11 barridos en distintos sentidos, con el fin de asegurar el máximo de información. Los barridos se realizaron logrando un traslape de la información entre ellos. Posteriormente, se adelantaron buceos de verificación que permitieron complementar los datos de integridad y conservación del naufragio (Bowens 2009). La visibilidad en el área de estudio es baja. Durante las inmersiones osciló entre 0.3 y 1.5 m. De igual forma, la corriente incide en el pecio, sobre todo en la proa, en donde las condiciones de buceo se hacen difíciles por esta situación. Los buceos sistemáticos comenzaron desde la proa, siguiendo la borda por estribor hacia el sur hasta la popa, para luego regresar por babor hacia el norte. En estos transectos, los buzos se ubicaron en paralelo, cubriendo en cada recorrido la cubierta principal. Posteriormente, se adelantaron buceos siguiendo el mismo orden pero a la altura de la sección más profunda del casco. Toda la actividad se documentó fotográficamente con el fin de analizar el estado de conservación y evaluar los

deterioros sufridos por el tiempo, las condiciones ambientales y los agentes antrópicos.

## EL FUTURO DEL PAW

Como resultado del levantamiento arqueológico, se logró cubrir toda el área del naufragio, un total de 8400 m<sup>2</sup> (fig. 3). El PAW se encuentra adrizado (sentado sobre la quilla) a 500 m de la costa de Puerto Colombia. La zona que presenta mayor erosión por las corrientes es la ubicada en la proa, cuya tonalidad es azul y donde la profundidad alcanza 10.7 m. La borda de la proa tiene una profundidad media de 5.5 m. El fondo marino al oeste del pecio se encuentra a una profundidad media de 8.0 m, mientras que al este solo tiene 6.0 m. Por su parte, la zona que más sobresale del vapor es la popa, en donde la profundidad llega a tan solo 2.2 m.

Desde una perspectiva arqueológica, se logró cubrir toda el área que abarca el pecio, verificando sus condi-



Figura 4. Estado actual de la propela del PAW (foto: Santiago Estrada).

<sup>6</sup> La velocidad del sonido fue determinada mediante el equipo *SVP Digibar S* de *Odom*, con el cual se obtuvieron los datos de este parámetro en la columna de agua del área de trabajo, y se aplicó durante el levantamiento para direccionar los haces de la ecosonda y corregir los datos obtenidos. La velocidad del sonido se determinó con promedio de 1546 m/s.

ciones y estado de conservación (fig. 4). Aunque en términos generales el antiguo vapor se encuentra preservado, la inspección visual pudo verificar el debilitamiento del casco hacia la proa, debido a las corrientes marinas. A ello se ha sumado la actividad de expolio a la que ha estado expuesto. Durante décadas ha sido sistemáticamente utilizado para extraer materiales de bronce y cobre, así como diversos objetos que se comercializan en el puerto (Yidi y Mendoza 2014).

De igual forma, el levantamiento con multihaz confirma el efecto que se ha generado con las corrientes, un aumento de la sedimentación en el oeste y un avanzado proceso erosivo hacia el este, en torno a la proa. Esta situación, sumada al estado actual del casco, supone un riesgo para la integridad del pecio, por lo que

se hace necesaria la implementación de medidas para su conservación. No cabe duda del potencial que tiene la bahía de Puerto Colombia para adelantar un estudio completo de paisaje cultural marítimo y patrimonio cultural sumergido, dada su intensa actividad portuaria desde finales del siglo XIX y principios del XX. Un proyecto integral en la bahía que incluya un inventario completo de este patrimonio, así como un estudio oceanográfico detallado, permitirá diseñar una alternativa ambientalmente sostenible que redunde en la preservación de los restos arqueológicos que allí se encuentran y en paliar los severos procesos erosivos que sufre la línea de costa, los cuales se han venido combatiendo, durante décadas y de forma equivocada, con espolones (Rangel 2009).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWENS, A., ED. 2009. *Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice*. Chichester, West Sussex: John Wiley and Sons.
- DEL CAIRO, C. 2006. Documentos escritos y representaciones bélicas en Cartagena de Indias: la historia sumergida de una construcción militar del siglo XVIII. En *Historias sumergidas. Hacia la protección del patrimonio cultural subacuático en Latinoamérica*, eds. C. del Cairo y C. García, vol. 1, pp. 117-142. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- GARCÍA, C., C. DEL CAIRO, EDS. 2002. *Curso de protección y conservación del patrimonio cultural sumergido*. Ministerio de Cultura, Museo Naval del Caribe y Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla, Colombia.
- MARTÍN, J. G., J. M. ESPINOSA, F. HANSELMANN, J. F. PÉREZ. En prensa. El paisaje cultural marítimo de la bahía de Cartagena de Indias-Colombia. En *Protección Patrimonial. Encuentro Arqueológico III*. Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- MARTÍN, J. G., J. M. ESPINOSA, A. SARCINA. 2015. ¿El primer puerto español en Tierra Firme? Arqueología en Bahía La Gloria, Colombia. *Arqueología Iberoamericana* 28: 62-69.
- MEISEL, A., J. VILORIA. 1998. Los alemanes en el Caribe colombiano: el caso de Adolfo Held, 1880-1927. *Boletín Cultural y Bibliográfico* 35/49: 49-100.
- RANGEL, N. 2009. Contribución antropogénica a los cambios geomorfológicos y evolución reciente de la costa caribe colombiana. *Gestión y Ambiente* 12/2: 43-56.
- RAUSCH, J. 2014. *Colombia and World War I: The Experience of a Neutral Latin American Nation During the Great War and Its Aftermath, 1914-1921*. Lanham: Lexington Books.
- RESTREPO, J. C. 2014. *Dinámica sedimentaria en deltas micromareales-estratificados de alta descarga: delta del río Magdalena (Colombia-Mar Caribe)*. Tesis doctoral en Ciencias del Mar. Barranquilla: Universidad del Norte.
- ROMERO, L. R., J. F. PÉREZ. 2005. *Nafragios y puertos marítimos en el Caribe colombiano*. México: Siglo XXI.
- YIDI, E., A. MENDOZA. 2014. *De la gloria al olvido: el hundimiento del vapor Prinz August Wilhelm en Puerto Colombia, 1918*. Puerto Colombia: Fundación Puerto Colombia.

RESEARCH ARTICLE

# EL ESPACIO DOMÉSTICO EN LAS OCUPACIONES ALDEANAS DEL VALLE CALCHAQUÍ NORTE (SALTA, ARGENTINA)

## *Domestic Space in Village Occupations in the North of the Calchaqui Valley (Salta, Argentina)*

*María Clara Rivolta,<sup>1</sup> Jorge Esteban Cabral Ortiz<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta; CUT-Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina ([rivoltaclara@gmail.com](mailto:rivoltaclara@gmail.com)); <sup>2</sup> ICSOH, CONICET-Universidad Nacional de Salta, Argentina

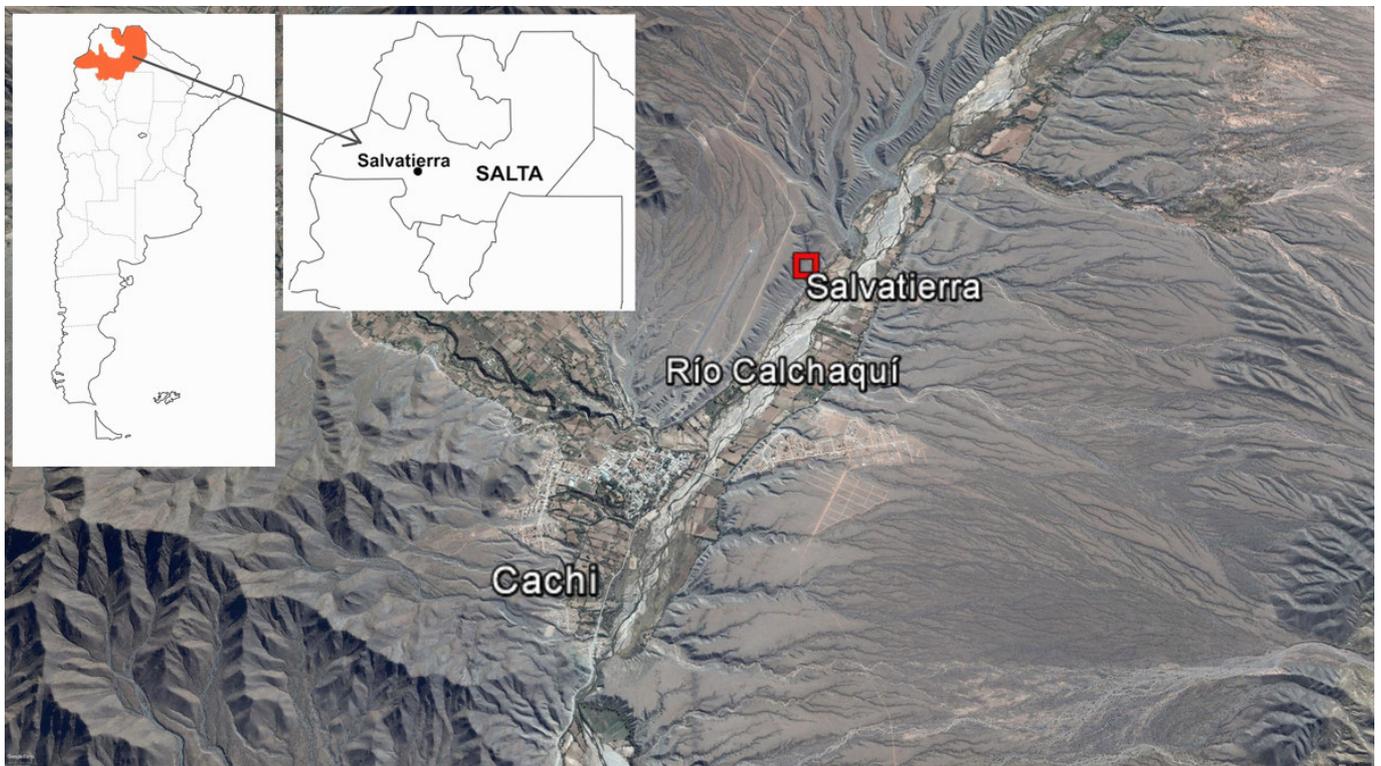


Figura 1. Imagen satelital con la localización del sitio Salvatierra, localidad de Cachi (provincia de Salta, Argentina).

**RESUMEN.** El objetivo de la presente contribución es dar a conocer la problemática del sitio Salvatierra, localizado en Cachi, partiendo de las investigaciones arqueológicas desarrolladas en el contexto doméstico. En referencia a este, se describen las condiciones de hallazgo, sumado a los elementos materiales recuperados y aproximaciones a las estructuras arquitectónicas presentes, considerando que se trata de una de las primeras evidencias a cielo abierto para el Formativo Temprano (3500-2400 AP). Finalmente, se brinda el detalle de los resultados radiocarbónicos

obtenidos y se discute la correlación del sitio en el marco de la perspectiva regional.

**PALABRAS CLAVE:** contexto doméstico, Formativo, Cachi.

**ABSTRACT.** The purpose of this work is to provide an understanding of the Salvatierra site, located in Cachi, Argentina, based on archaeological investigation of domestic contexts. Considering this research to provide some of

Recibido: 2-11-2017. Modificado: 18-11-2017. Aceptado: 22-11-2017. Publicado: 1-12-2017.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Valerie Elizabeth Bondura.  
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/3610>.

*the earliest evidence of open-air sites in the Early Formative Period (3500-2400 BP), we describe the process of discovery, as well as the recovered material elements and approaches to interpreting the architectural structures present at the site. Finally, we provide the results of radiocarbon analysis and discuss the correlation of the site to a broader regional perspective.*

**KEYWORDS:** Households, Formative Period, Cachi.

## INTRODUCCIÓN

El Formativo en el noroeste argentino constituye un intervalo cuyas investigaciones se han intensificado notablemente durante las últimas décadas (Olivera 2001; Laguens 2006; Gordillo 2007; Scattolin 2007; Rivolta y Ledesma 2009; Korstanje *et al.* 2015). En el valle Calchaquí Norte, particularmente en las localidades de Cachi y La Poma, se generó un corpus de información acerca de las primeras ocupaciones agroalfareras (Díaz 1974, 1977, 1992; Tarragó 1980, 1996; Tarragó y Díaz 1972, 1973; Baldini 2007), avanzando en la caracterización de los grupos asentados en la región. No obstante, y a pesar de esta circunstancia, las evidencias arqueológicas siguen siendo escasas para la comprensión de la problemática regional referida al intervalo definido como Formativo Temprano (3500-2400 AP) (Núñez y Santoro 2011), teniendo en cuenta la complejidad inherente a la transición de las sociedades del Arcaico al Formativo, proceso que aún debe ser profundizado.

Las investigaciones referidas a este intervalo reconocen como característica la diversidad que ofrecen los contextos arqueológicos analizados para el área andina y la particularidad propia de cada región, haciendo que el proceso que define el paso hacia el Formativo sea diversificado y dependa de cada ámbito de estudio (Lumbreras 2006). Sin embargo, parece existir un consenso entre los autores acerca de las condiciones de surgimiento del mismo sustentadas en la conformación de espacios aldeanos, una economía de tipo agropastoril y determinados logros que incluirían la alfarería y la metalurgia entre otros (Olivera 2001; Núñez 2006; Scattolin 2007; Núñez y Santoro 2011). Más recientemente, las prácticas de las sociedades de la época, centradas en el monumentalismo y la ritualidad, entraron en juego en la valoración de estos grupos al igual que la naturaleza y constitución del poder (Hastorf 2003; Dillehay y Kaulicke 2007). El objetivo de la presente

contribución apunta a ofrecer las primeras evidencias para la región sobre las ocupaciones que se encuadran en el intervalo mencionado a partir de las excavaciones realizadas en el contexto doméstico del sitio Salvatierra, emplazado en el valle Calchaquí Norte.

## LAS EXCAVACIONES EN SALVATIERRA

Este sitio se encuentra localizado sobre la margen derecha del río Calchaquí, aproximadamente a 2 km al norte del poblado de Cachi y a una altitud de 2384 m s. n. m. (fig. 1). Las evidencias arqueológicas comprenden un sector con ocupación dispuesto sobre una antigua terraza fluvial nivelada que, en época de precipitaciones, se ve afectada por eventos de escurrimiento. Los depósitos sobre los que se asientan estas terrazas antiguas corresponden a la Formación Mealla que, litológicamente, está representada por areniscas rojas finas y medianas. Se identifican principalmente en ambas márgenes del río Calchaquí, tratándose de depósitos desarrollados por un sistema de cauces menores y medianos que drenan desde los frentes montañosos, convergiendo rápidamente para formar las bajadas aluvia-

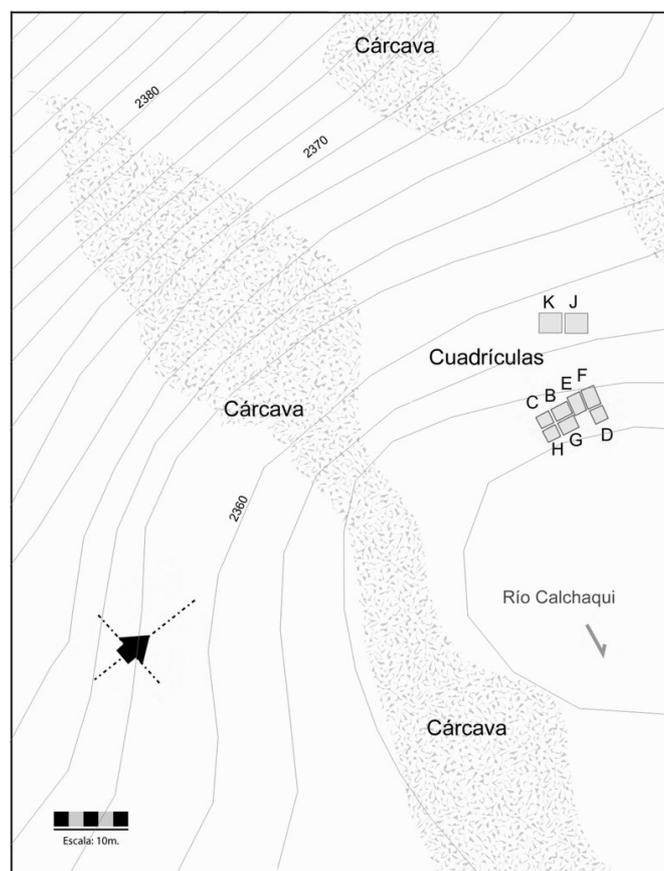


Figura 2a. Sitio Salvatierra, Sector 2. Cuadrículas trazadas en el sector habitacional.

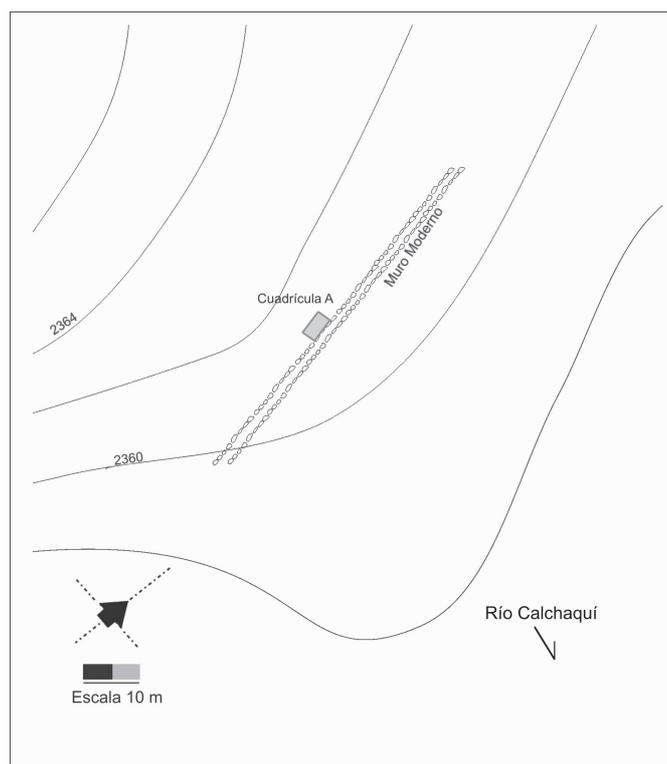


Figura 2b. Sitio Salvatierra, Sector 1, Cuadrícula A.

les o sistema fluvial proximal, que constituyen densos depósitos de flujo del tipo *debris* o *mud flow*. A raíz de estos procesos, en la década de 1970, personal técnico del Museo de Cachi rescató unos 64 entierros; hallazgos a partir de los cuales se decidió avanzar en la investigación con el objetivo de registrar contextos domésticos vinculados. Las excavaciones llevadas a cabo cubren hasta el momento 68 m<sup>2</sup> sobre una superficie que no presenta evidencia arquitectónica de ningún tipo y que cuenta con escasos y reducidos fragmentos cerámicos dispersos.

De este modo, se plantearon 10 cuadrículas, de las cuales 9 se localizaron en el Sector 2 (fig. 2a), denominadas B, C, D, E, F, G, H, J y K y, en el Sector 1 se trazó la cuadrícula A (figura 2b); como en este último caso no se registraron restos materiales, las investigaciones se centraron en el Sector 2.

La metodología de excavación se efectuó por niveles naturales siguiendo la secuencia estratigráfica, con el reconocimiento de un único evento de ocupación a partir de los 30 cm desde el nivel de superficie hasta alcanzar una profundidad de 80 cm, en la cual se registró el sedimento estéril. Hasta el momento, las investigaciones desarrolladas en el sitio permitieron localizar espacios de vivienda en el conjunto de cuadrículas denominadas B-H y en las trazadas en el interior de la terraza, designadas como J-K.

En el primer conjunto de cuadrículas, se hallaron estructuras elaboradas en arcilla consolidada conformando muros perimetrales como el tipo constructivo principal de las unidades habitacionales (fig. 3 h). Así como se identificaron los muros de arcilla también se confeccionaron otros muros con bloques y cantos rodados sin preparación de la materia prima o con modificaciones menores, dando cuenta de que los ocupantes del sitio utilizaron ambas técnicas combinadas a fin de organizar el ámbito cotidiano. En el caso de los muros en piedra, se distinguen muros perimetrales (fig. 3 i), para los que se emplearon bloques medianos, de otros que funcionaron como tabiques internos (fig. 3 j) elaborados con cantos rodados más pequeños, ambos en general sin argamasa.

En la cuadrícula E, asociado al tabicado interno, se registró un rasgo negativo constituido por un hoyo de aproximadamente 50 cm de profundidad por 80 cm de diámetro, conteniendo un numeroso conjunto de bloques sin sedimento (fig. 3 j). Durante el relevamiento del rasgo y al remover los bloques de su posición original, las caras ventrales se encontraban cubiertas por una sustancia grasosa (fig. 3 c); así como también en uno de los casos presentaba impregnaciones en ocre rojo. Asociados a esta acumulación, se recuperaron instrumentos de molienda deteriorados (fig. 7 d), fragmentos cerámicos y torteros confeccionados en el mismo material (fig. 5 d). No se registraron evidencias de combustión, solo escasos restos óseos animales en estado muy fragmentario. Dada la particularidad del rasgo, podría resultar un evento de carácter ritual que formó parte de algunas de las actividades desarrolladas por los ocupantes.

Además de los muros en arcilla, fue posible identificar superficies ocupacionales con presencia de rasgos y desechos de carácter primario y secundario. Entre las características comunes, el registro de manchas de combustión y acumulación de ceniza constituyen las más frecuentes. Estos rasgos (fig. 3 g) se componen de una abundancia de cenizas y partículas de carbón que contienen fragmentos cerámicos y escasos restos óseos. En proximidad al perfil sur de la cuadrícula C, se identificó un episodio conformado por acumulación de cenizas y fragmentos cerámicos dispersos dentro de un perímetro delimitado por un anillo de cantos rodados pequeños, a modo de *sectorización* (fig. 3 a-g).

Entre los muros de piedra, el localizado en la cuadrícula D (fig. 3 D-i) es el de mayor extensión hallado en el sector excavado; en el extremo del mismo y a nivel superficial, se registraron únicamente dos bloques alar-

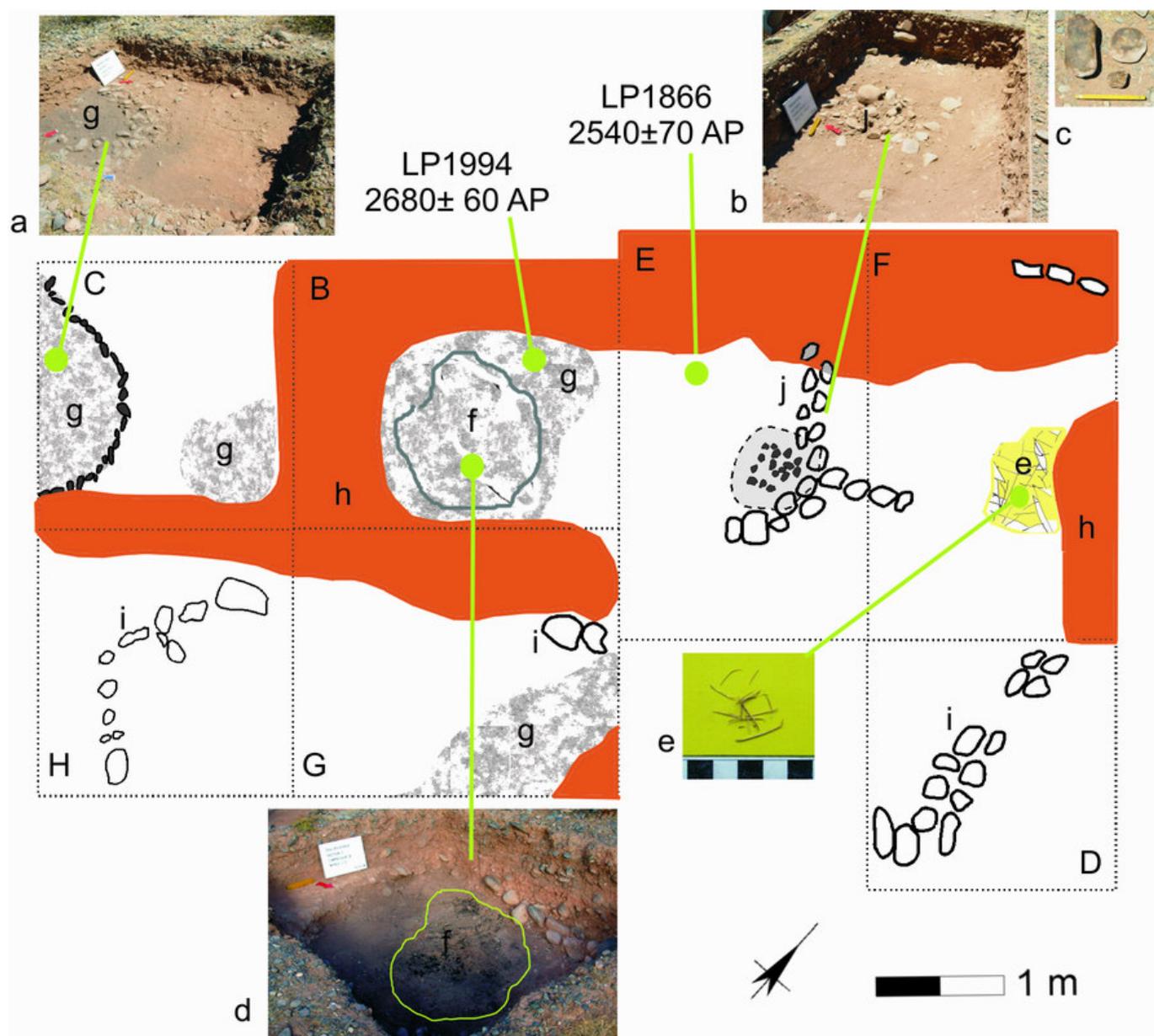


Figura 3. Cuadrículas B-H: a) rasgo de ceniza con perímetro de cantos rodados; b) acumulación de bloques con restos materiales; c) bloques procedentes del rasgo con impregnaciones; d) concentración de cenizas; e) restos presumiblemente de gramíneas; f) rasgo con restos vegetales; g) concentración de cenizas, carbón y restos materiales; h) muros de arcilla; i) muros de piedra; j) rasgo con bloques, torteros y escasos restos óseos.

gados de considerables dimensiones, clavados con su eje mayor en posición vertical, lo que podría interpretarse como un posible marcador de acceso a la vivienda, circunstancia que visualizamos durante el proceso de excavación.

En referencia a los registros del interior de las unidades habitacionales, también se identificaron diferentes elementos vinculados con el uso de vegetación. En la cuadrícula F (fig. 3 e) se hallaron pequeños tallos dispersos por la superficie que no pudieron ser identificados debido al mal estado de preservación, pudiendo asociarse a un tipo de gramínea. Asimismo, en el rasgo

negativo localizado en la cuadrícula B por debajo del sector de acumulación de cenizas (fig. 3 f), se identificaron restos de vegetales carbonizados, pero que conservaban segmentos reconocibles dentro de la especie *Cucurbita*. El rasgo está constituido por un hoyo de 1 x 0.80 m conteniendo el producto de la cocción de los mismos.

La matriz sedimentaria en la que se registraron los hallazgos estaría compuesta por sedimento arenoso-arcilloso poco consolidado, que se mantiene hasta alcanzar el nivel estéril, mayormente constituido por un sedimento arenoso con bloques medianos que muestran

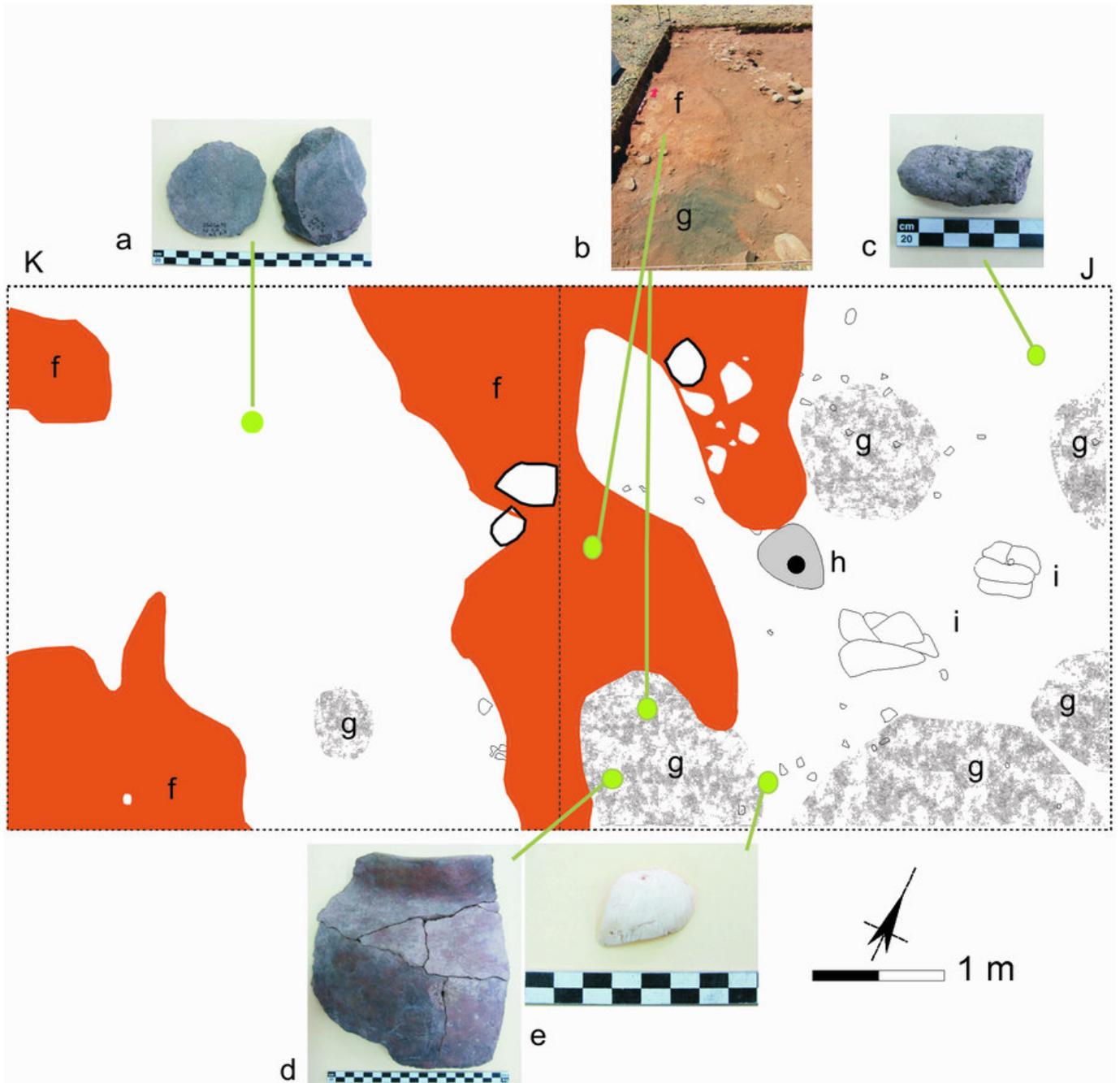


Figura 4. Cuadrículas J-K: a) material lítico (derecha: cepillo, izquierda: *lito* subcircular); b) muro de arcilla y concentración de ceniza; c) rollo de arcilla; d) fragmento de olla globular; e) fragmento de valva de molusco terrestre; f) muros de arcilla; g) concentración de cenizas, carbón y restos materiales; h) molde de poste; i) acumulación de bloques.

impregnaciones de carbonatos. Las cuadrículas J y K se trazaron a 11 metros al oeste respecto del conjunto anterior, a fin de explorar la ocupación en el interior de la terraza (fig. 2a).

Las diferencias encontradas con las unidades previamente mencionadas se relacionan con una mayor profundidad de excavación y algunas particularidades constitutivas del sedimento. En este grupo se constata un menor número de bloques incluidos en el sedimento, situación que debe ser evaluada en referencia a las es-

tructuras que pudieran estar presentes y a la composición sedimentaria original de la terraza fluvial. Las profundidades alcanzadas en ambas cuadrículas resultan disímiles en virtud del estado de avance de la excavación; sin embargo, el interés por incorporar la cuadrícula K se remite a la presentación de los rasgos que, al igual que en el conjunto anterior, dan cuenta de posibles recintos con muros arcillosos (fig. 4 f). Tal como ocurre con las estructuras del conjunto B-H, se incorporaron bloques a la matriz arcillosa, registrándose en



Figura 5. Cerámica recuperada en Salvatierra: a) C.H-N.1.2: fragmento de olla alisada; b) C.J: fragmento de borde; c) C.B, C, F, H: tipos de bordes; d) diversos torteros en proceso de elaboración, obtenidos de ambos conjuntos de cuadrículas.

la cuadrícula J (fig. 4 i), además, bloques acumulados que pudieron formar parte del evento de acondicionamiento del espacio.

Las evidencias recuperadas en ambas cuadrículas muestran estrechas similitudes con el grupo B-H, es decir, rasgos esencialmente conformados por dispersión de carbón y cenizas asociados a fragmentos cerámicos (fig. 4 d) y restos óseos animales. Entre otros, se identificó en el sector central de la cuadrícula J un molde de poste utilizando como base una plataforma arcillosa consolidada (fig. 4 h). En relación con los restos materiales, se recuperaron rollos confeccionados en arcilla cerca del ángulo noroeste (fig. 4 c), los cuales podrían estar relacionados con la manufactura cerámica, aunque no se localizaron hasta el momento otros indicadores que permitieran definir el área con mayor precisión. Entre los hallazgos específicos, se encontraron 4 *litos* circulares chatos (fig. 7 f) de diámetros semejantes y los desechos de talla asociados, para los cuales aún no fue posible establecer un uso específico. En esta misma

línea, en la cuadrícula K se recuperó un *lito* subcircular realizado con materia prima lítica local (figs. 4 a y 7 c); tiene los bordes trabajados y su uso es desconocido. Asimismo, se recuperó un adorno realizado a partir de un fragmento de caracol terrestre, con dos orificios de suspensión en proceso de elaboración (fig. 4 e).

## CONTEXTO MATERIAL

### *Cerámica*

Resulta llamativo destacar la abundancia de fragmentos cerámicos recuperados, por encima de otros elementos del contexto, aunque no fue posible registrar piezas completas. El total de fragmentos asciende a 1679, los cuales corresponden mayormente a segmentos de cuerpo y bordes, sin la identificación, hasta el momento, de asas ni bases *formatizadas* (tabla 1). Posiblemente, las bases fueron convexas dada la localización de algu-

Tabla 1. Cantidad de fragmentos cerámicos totales discriminados por cuadrícula y por partes diagnósticas.

Cuadrículas	Bordes	Cuerpo	Bases	TOTAL
B	14	243	1	258
C	5	402	-	407
D	-	12	-	12
E	12	233	-	245
F	10	114	2	126
G	1	45	-	46
H	5	94	1	100
J	20	437	-	457
K	-	28	-	28
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>1608</b>	<b>4</b>	<b>1679</b>

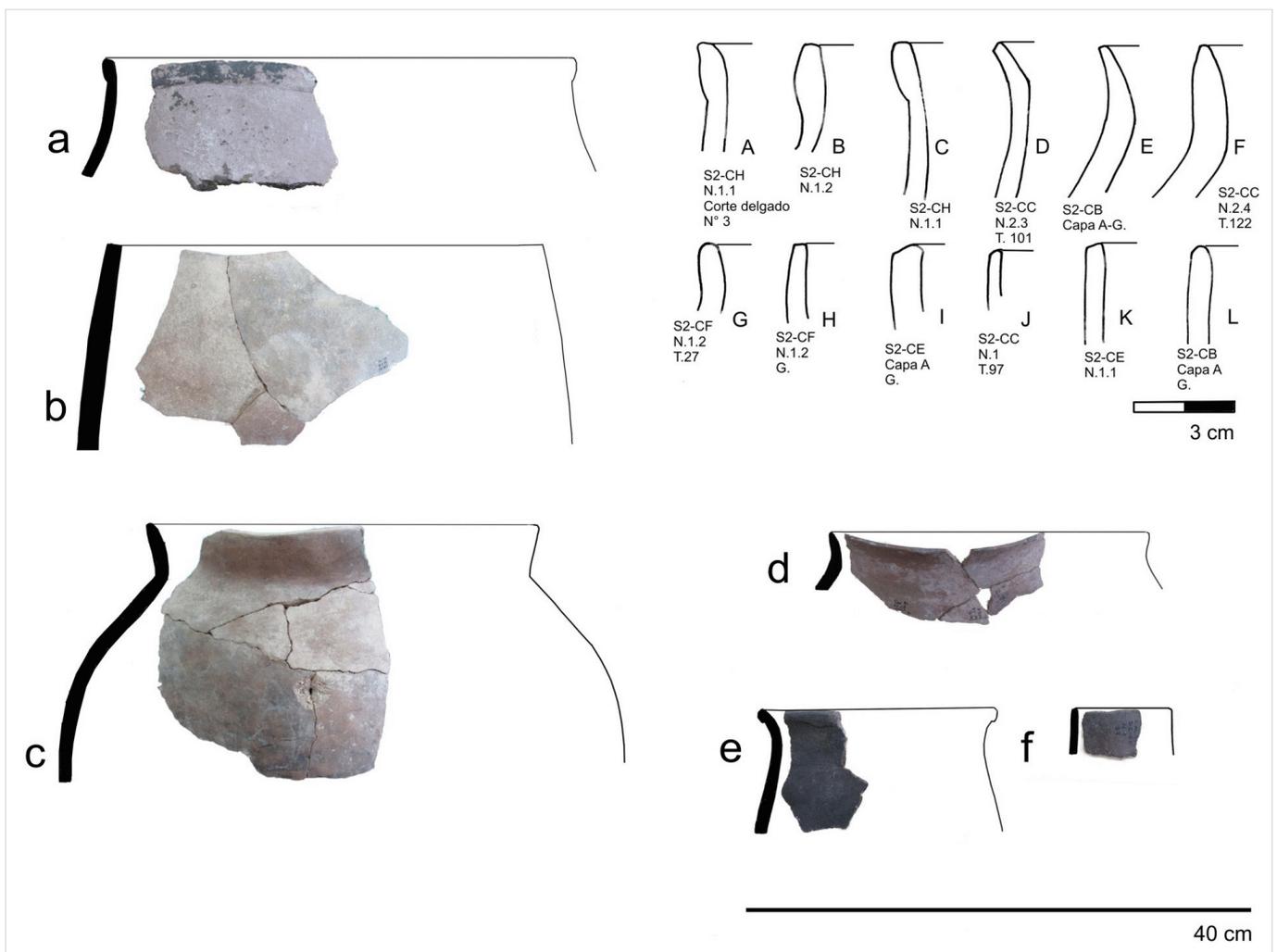


Figura 6. Reconposición parcial de piezas cerámicas a partir de bordes: a) cuadrícula H-N.1.1, borde engrosado externo; b) cuadrícula B-N.1, borde directo; c) cuadrícula J-N.1, borde evertido; d) cuadrícula B-C.A, borde evertido; e) cuadrícula E-N.2.3, borde evertido engrosado externo; f) cuadrícula C-N.1, borde directo posiblemente de botellón. Ángulo superior derecho: tipos de bordes recuperados de las diferentes unidades de excavación.



Figura 7. Material lítico y vegetal obtenido en las cuadrículas: a) lascas y desechos de talla; b) lascas; c) C.K-N.1-L.7 (*lito* subcircular, izquierda), C.K-N.1-L.9 (cepillo, derecha); d) C.E-N.1.2, fragmento de mano de moler; e) C.C-N.1, fragmento de instrumento; f) C.J-C.A, *litos* circulares; g) C.C-C.A, fragmento de instrumento para labranza (?); h) C.B-C.A, mano para molienda; i) diversos restos vegetales carbonizados recuperados en ambos conjuntos de cuadrículas.

nos fragmentos de curvatura dudosa, aunque el espesor de las mismas (aproximadamente 2 cm) pudo contribuir a mantener la estabilidad de la pieza durante su uso. En cuanto a la carencia de asas en el conjunto, podría interpretarse como un atributo que no se encuentra presente; sin embargo, la falta de piezas completas o colecciones de referencia para el contexto doméstico no permite avanzar en mayores inferencias. En algunos casos fue posible, a partir de los bordes, efectuar determinaciones parciales de formas debido a la presencia de algunos fragmentos de cuerpos relativamente grandes. Esta particularidad estaría indicando que las ollas presentan en general boca amplia, tamaño mediano y grande, con bases convexas, al menos en algunos casos (fig. 6).

Las características morfotécnicas remiten en su mayoría a fragmentos ordinarios con aplicación de engobes o sin ellos, de coloraciones rojizas y negras, exhibiendo superficies externas y/o internas alisadas. Solo algunos fragmentos de reducidas dimensiones, que probable-

mente correspondan a piezas pequeñas, se encuentran pulidos con superficies desgastadas negras, rojas y ante. Los bordes, por otra parte, se definen por la diversidad que presentan, registrándose tipos evertidos, invertidos, engrosados externamente, con puntos angulares próximos al labio, entre otros (fig. 6). Los labios también exhiben variación, siendo redondeados, planos, regularizados y en bisel. Los torteros confeccionados en cerámica, hallados en las cuadrículas en diferentes instancias de fabricación (fig. 5 d), fueron elaborados en fragmentos de tipo ordinario.

### Restos vegetales

La evidencia arqueobotánica suministró valiosa información respecto a la base de subsistencia de estos grupos. En diversas cuadrículas se obtuvieron muestras referidas al uso y consumo de vegetales, siendo el recuperado en la cuadrícula B el más significativo. La determinación de los restos hallados en un hoyo de pro-

Tabla 2. Grupos tipológicos y materias primas de los conjuntos líticos.

Materia Prima	pumicia	arenisca gris	arenisca m (g)	arenisca muy fina (o)	arenisca rosa	arenisca verde	conglomerado	cuarcita gris	cuarcita roja	metamórfica	TOTAL
Desechos de talla		74	8	16	1	7	2	3	1	23	135
Artefacto de formatización sumaria		2		1							3
Artefacto relacionado con tareas agrícolas										1	1
Pala							1				1
Cepillo+ artefacto de filo denticulado		1									1
Fragmento de artefacto formatizado		2								1	3
Fragmento de cuchillo denticulado				1							1
Instrumento circular chato		2	1								3
Lito no formatizado modificado por el uso	1						2			1	4
Muesca de lascado simple		1									1
Muesca formatizada						1					1
Punta entre muescas+raspador denticulado				1							1
Raspador denticulado			2								2
Raspador frontal								1			1
raspador lateral					1						1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>82</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>159</b>

cesamiento (fig. 3 d-f) fue realizada por la Dra. Verónica Lema (2012), quien identificó entre las especies *Cucurbita maxima* ssp. *maxima* (zapallo criollo) así como también formas híbridas entre esta subespecie y *Cucurbita maxima* ssp. *andreaana*; esta última constituye el antecesor silvestre de la forma domesticada. Asimismo, en el conjunto se encuentran restos de leños, posiblemente *Prosopis* sp. y monocotiledóneas. Los restos botánicos se hallaban incorporados en una matriz arenosa arcillosa con cenizas y restos de carbón, aunque no se registraron fogones y el evento fue cubierto con una capa de ceniza. De este mismo rasgo se obtuvieron algunos marlos y escasos granos de maíz carbonizados (fig. 7 i). Asimismo, en la cuadrícula F se registró una dispersión de restos vegetales (fig. 3 e) compuestos por pequeños tallos secos que posiblemente correspondan a algún tipo de gramínea.

### Arqueofauna

En cuanto a los restos óseos y a pesar de lo reducido de la muestra, se destaca una diversidad importante de recursos utilizados, entre los cuales se determinaron *Artiodactyla*, *Camelidae*, *Lagidium* sp. y aves. Asimismo, el fragmento de molusco terrestre recuperado (fig. 4 e), exhibiendo en un extremo dos intentos de perforación incompletos, corresponde al género *Megalobulimus*.<sup>1</sup>

Esta especie se encuentra difundida en los contextos arqueológicos de sitios del Formativo en el NOA, como en el caso de la cuenca del río San Francisco (Dougherty 1974; Ortiz 2003) y en Quebrada de Humahuaca, en el sitio Til. 22 (Rivolta y Albeck 1992; Rivolta 1996), ambos en la provincia de Jujuy. También existen registros en Perú (Craig 1992) y en contextos funerarios del norte chileno (Télez 1997; Soto Rodríguez 2010, 2015) con usos diversificados entre ellos, como cuentas de collar y receptáculos para contener ocre.

### Lítico

El análisis del material lítico<sup>2</sup> se efectuó sobre una muestra de 159 piezas procedentes de las cuadrículas H, I, J, K. La muestra se divide en 135 desechos de

<sup>1</sup> Determinación realizada por Nelly Vargas Rodríguez, Laboratorio de Limnología y Ecología Acuática, Cátedra de Ecología Acuática y Limnología Aplicada, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy.

<sup>2</sup> El análisis de los materiales líticos se encuentra a cargo de la Dra. Cecilia Mercuri, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. La confección de la tabla 3 se realizó en base al texto de CARLOS A. ASCHERO (1975): *Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos*. Informe al CONICET. Buenos Aires. Ms.

Tabla 3. Dataciones radiocarbónicas obtenidas de muestras procedentes de las cuadrículas B y E.

N°	Procedencia y código de laboratorio (LP: LATYR; AA: Arizona; GX Massachusetts)	Años C14 AP	Rango de años calibrados AC-DC 68,2% de probabilidad	Rango de años calibrados AC-DC 95,4% de probabilidad
LP- 1994	Cuadrícula B-N.2.3 (maíz)	2680± 60	895AC(8.0%)868AC 852AC(56.6%)760AC 682AC( 3.6%) 670AC	924AC(75.1%)728AC 693AC(20.3%)542AC
LP-1866	Cuadrícula E- N. 1.1 (carbón)	2540± 70	766AC(68.2%)517AC	784AC(95.4%)412AC

talla y 24 instrumentos (artefactos *formatizados*, filo natural con rastros complementarios y *litos no formatizados* modificados por el uso) confeccionados con materias primas locales (areniscas y cuarcitas de diversas coloraciones y granos, conglomerados y filitas), siendo predominantes la arenisca gris y la roca con alto grado de metamorfismo (fig. 7) (tabla 2). Los instrumentos son mayormente de tamaños grandes y relacionados con tareas de procesamiento (corte, raspado, etc.), y su factura tiende a la poca inversión de energía.

El desequilibrio en la frecuencia de materias primas entre desechos e instrumentos, así como el tamaño, hace suponer que el contexto de hallazgo no sería el contexto de producción. Los *litos no formatizados* modificados por el uso presentan pátinas grasosas y manchas rojizas, pudiendo haber sido utilizados como manos de moler. También se registraron 4 *litos* circulares chatos, de diámetros semejantes, y los desechos de talla asociados, así como la presencia de pátina rosada en los cantos, cuyo uso es difícil determinar (fig. 7 f). Asimismo, fueron hallados algunos instrumentos posiblemente utilizados para molienda, en especial fragmentos de mortero y algunas manos, las cuales por lo común suelen estar confeccionadas en roca granítica (fig. 7 h).

## DISCUSIÓN

Salvatierra constituye uno de los primeros sitios habitacionales a cielo abierto en el noroeste argentino, cuyas dataciones radiocarbónicas (tabla 3) lo sitúan en el Formativo Temprano (3500-2400 AP) (Núñez y Santoro 2011) e integrado en el intervalo mayor del Formativo (3200/3000-1500 AP) (Olivera *et al.* 2003). Si bien en el valle Calchaquí Norte se localizaron eviden-

cias de espacios de vivienda, estas remiten a una instancia más reciente cuyas ocupaciones datan del inicio de la era, como sería el caso del sitio Campo Colorado (La Poma), con una fecha radiocarbónica de 1895 ± 70 AP (Tarragó 1980: 33).

La ubicación de Salvatierra, en una antigua terraza fluvial en la que se registra un solo evento de ocupación, de algún modo permitiría comprender la ausencia de montículos, comunes en otras regiones para el Formativo (Cigliano *et al.* 1976; Tarragó 1980, 1996; Olivera *et al.* 2003; De Feo 2011a, 2011b), dado que estos son producto de la reocupación sistemática del espacio. La construcción de montículos pudo resultar una incorporación paulatina a lo largo del Formativo, como una marca identitaria que fue consolidándose a través del tiempo. Probablemente, las condiciones del medio, entre otras causas, determinaron que estos montículos fueran sistemáticamente ocupados, logrando esta organización espacial tan particular aunque no exclusiva del Formativo, al menos en lo referente al valle Calchaquí Norte.

Las investigaciones desarrolladas hasta el momento en el sitio permiten efectuar algunas consideraciones, entre las cuales destaca que Salvatierra formó parte de las primeras ocupaciones locales del Formativo, en las que los grupos comenzaron a consolidarse en la transición hacia el sedentarismo, con alternancia en la movilidad para la obtención de recursos. Las condiciones del contexto arqueológico, sumadas a los restos materiales y los resultados radiocarbónicos, permiten avanzar en esta hipótesis a pesar de la ausencia de sitios comparables para caracterizar un patrón común. Entre los materiales hallados, la vegetación da cuenta de prácticas de recolección y, probablemente, agricultura incipiente, no solo sostenida a partir de los restos recuperados

sino también de los instrumentos propios para su procesamiento, tales como morteros y manos. Los restos faunísticos, como soporte complementario del consumo, hasta el momento se encuentran representados en menor medida a partir de restos óseos de camélidos, roedores y aves. Estos mayormente son fragmentarios y no muestran evidencias de haber sido sometidos al fuego, pero sí se encuentran vinculados con las diferentes acumulaciones de ceniza localizadas en el interior de los espacios habitacionales.

Las comparaciones con sitios de otras áreas resultan necesarias para definir el contexto general de estas ocupaciones aldeanas iniciales y, en cuanto a las características de Salvatierra, resultaría ciertamente esperable que bajo estas circunstancias la definición de dichos espacios refleje la dinámica de un uso del sitio discreto y acotado en el tiempo; vale decir con escasa permanencia, como puede ser el caso de otros sitios de la región cronológicamente posteriores a Salvatierra pero dentro del rango temporal que comprende el Formativo.

Por otra parte, algunos aspectos relevantes de la materialidad permitieron avanzar en la caracterización de Salvatierra. En este sentido, la identificación parcial de formas alfareras posibilitó el reconocimiento de semejanzas con piezas recuperadas en sitios de regiones aldeanas o más distantes. En el caso del sitio Las Cuevas I, en la quebrada homónima, aproximadamente a 100 km al norte de Cachi, destacan formas alfareras semejantes a las de Salvatierra (De Feo 2011a: 192; 2011b), como también las piezas del tipo Loa Café Alisado (Uribe y Ayala 2004; Uribe y Vidal 2012; Uribe *et al.* 2015: fig. 14) en el norte de Chile. Asimismo, los torteros de Salvatierra señalan un parentesco con los recuperados en los túmulos de Wankarani (Ayala y Uribe 2003: fig. 14; Roddick 2013: fig. 5 d). Si bien aún restan estudios por realizar y avanzar en las excavaciones del sector, a partir del hallazgo de Salvatierra se abre la posibilidad de comprender la instancia de paso entre las sociedades cazadoras y la consolidación de aldeas en el valle Calchaquí Norte, como parte del proceso de configuración del paisaje regional, esperando poder registrar otras ocupaciones contemporáneas de carácter doméstico a fin de brindar un marco general para dicho proceso.

### Agradecimientos

Agradecemos el apoyo prestado por el Museo Arqueológico «Pío Pablo Díaz» de Cachi, así como tam-

bién a la comunidad local por el interés y respaldo brindados permanentemente durante la ejecución de las tareas de campo. El presente trabajo de investigación fue realizado con el financiamiento de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, proyecto UBACyT, Programación 2013-2016 (GC) 200201200100243BA, y del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, Programación 2011-2015 (Tipo A) n.º 2102/0.

### Sobre los autores

MARÍA CLARA RIVOLTA<sup>3</sup> es Doctora en Arqueología por la Universidad de Buenos Aires (2003); realiza investigaciones en el noroeste argentino desde 1989, en sitios de la Quebrada de Humahuaca (provincia de Jujuy) y del valle Calchaquí Norte (provincia de Salta). Es docente de las asignaturas Métodos y Técnicas de la Investigación II y Arqueología Argentina en la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Salta.

JORGE ESTEBAN CABRAL ORTIZ,<sup>4</sup> Licenciado en Antropología por la Universidad Nacional de Salta, es becario CONICET con lugar de trabajo en el Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta.

### REFERENCIAS CITADAS

- AYALA, P., M. URIBE. 2003. La cerámica Wankarani y una primera aproximación a su relación con el período Formativo del Norte Grande de Chile. *Textos Antropológicos* 14/2: 7-29. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- BALDINI, L. 2007. Cancha de Paleta, un cementerio del período Formativo en Cachi (valle Calchaquí, Salta). *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales* 32: 13-33. San Salvador de Jujuy.
- CIGLIANO, E., R. RAFFINO, H. CALANDRA. 1976. La aldea formativa de Las Cuevas (provincia de Salta). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* (N. S.) 10: 73-130.
- CRAIG, A. K. 1992. Archaeological Occurrences of Andean Land Snails. *Andean Past* 3: 127-135.

<sup>3</sup> rivoltaclara@gmail.com.

<sup>4</sup> jorgestebancabral@gmail.com.

- DE FEO, M. E.  
 — 2011a. *Organización y uso del espacio durante el período Formativo en la Quebrada del Toro (provincia de Salta)*. Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Naturales. Universidad Nacional de La Plata.<sup>5</sup>  
 — 2011b. Arqueología de la Quebrada de las Cuevas (Salta, Argentina) treinta años después: excavaciones en el sitio formativo Las Cuevas V. *Revista del Museo de Antropología* 4: 99-112. Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.
- DÍAZ, P. P.  
 — 1974. Notas sobre el sector septentrional del valle Calchaquí. *Actualidad Antropológica* 15: 2-4. Olavarría: Museo Etnográfico Municipal «Dámaso Arce».  
 — 1977. Sitios arqueológicos del valle Calchaquí (II). *Estudios de Arqueología* 2: 63-71. Museo Arqueológico de Cachi, provincia de Salta.  
 — 1992. Sitios arqueológicos del valle Calchaquí (IV). *Estudios de Arqueología* 5: 63-77. Museo Arqueológico de Cachi, provincia de Salta.
- DILLEHAY, T. D., P. KAULICKE. 2007. Reflexiones acerca del surgimiento del poder y orden tempranos. *Boletín de Arqueología PUCP* 11: 405-415. Perú.
- DOUGHERTY, B. 1974. Informe preliminar sobre un nuevo yacimiento arqueológico en Palpalá, provincia de Jujuy. Su ubicación dentro del Complejo San Francisco. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 8: 135-152.
- GORDILO, I. 2007. Detrás de las paredes... Arquitectura y espacios domésticos en el área de La Rinconada (Ambato, Catamarca, Argentina). En *Procesos sociales prehispánicos en el sur andino: la vivienda, la comunidad y el territorio*, eds. A. E. Nielsen, M. C. Rivolta, V. Seldes, M. M. Vázquez y P. Mercolli, vol. 1, pp. 65-98. Córdoba: Editorial Brujas.
- HASTORF, C. A. 2003. Community with the ancestors: ceremonies and social memory in the Middle Formative at Chiripa, Bolivia. *Journal of Anthropological Archaeology* 22: 305-332.
- KORSTANJE, A., M. LAZZARI, M. BASILE, F. BUGLIANI, V. LEMA, L. PEREYRA DOMINGORENA, M. QUESADA, EDS. 2015. *Crónicas materiales precolombinas. Arqueología de los primeros poblados del noroeste argentino*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- LAGUENS, A. 2006. Continuidad y ruptura en procesos de diferenciación social en comunidades aldeanas del valle de Ambato, Catamarca, Argentina (s. IV-X d. C.). *Chungara* 38/2: 211-222.
- LEMA, V. 2012. Nuevas Ideas sobre la domesticación ¿Nuevas ideas sobre el Formativo? Aportes para una relectura crítica. En *Taller Arqueología del Período Formativo en Argentina: un encuentro para integrar áreas y subdisciplinas, revisar significados y potenciar el impacto de las investigaciones en curso*. Ms. Tafí del Valle, Tucumán.
- LUMBRERAS, G. 2006. Un Formativo sin cerámica y cerámica preformativa. *Estudios Atacameños* 32: 11-34.
- MUÑOZ OVALLE, I. 2011. Formaciones aldeanas tempranas en el desierto de Atacama: nuevos indicadores bioculturales para el valle de Azapa. *Anales de la Reunión Anual de Etnología: Arqueología y Arte Rupestre* 1/22: 45-66.
- NÚÑEZ, L. 2006. Asentamientos formativos complejos en el centro-sur andino: cuando la periferia se constituye en núcleo. *Boletín de Arqueología PUCP* 10: 321-356. Perú.
- NÚÑEZ, L., C. SANTORO. 2011. El tránsito Arcaico-Formativo en la circumpuna y valles occidentales del centro sur andino: hacia los cambios neolíticos. *Chungara* 43, n.º especial 1: 487-530.
- OLIVERA, D. 2001. Sociedades agropastoriles tempranas: el Formativo Inferior del noroeste argentino. En *Historia Argentina Prehispánica*, eds. E. Berberían y A. Nielsen, t. I, pp. 91-133. Córdoba: Editorial Brujas.
- OLIVERA, D., A. VIDAL, L. GRANA. 2003. El sitio Cueva Cacao 1A: hallazgos, espacio y procesos de complejidad en la Puna meridional (ca. 3000 años A. P.). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 28: 257-270.
- ORTIZ, M. G. 2003. La aplicación de análisis químicos para la interpretación de áreas de actividad en la región subandina de Jujuy. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales* 20: 291-321. Universidad Nacional de Jujuy.
- RIVOLTA, M. C. 1996. Calle Lavalle y Sorpresa: aportes a la investigación arqueológica de la Quebrada de Humahuaca. En *XXV Aniversario del Museo Arqueológico «Dr. Eduardo Casanova»*, pp. 129-135. Instituto Interdisciplinario Tilcara, Facultad de Filosofía y Letras, UBA.
- RIVOLTA, M. C., M. E. ALBECK. 1992. Los asentamientos tempranos en la localidad de Tilcara: Sjuj Til. 22, provincia de Jujuy. *Cuadernos de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales* 3: 86-93. Universidad Nacional de Jujuy.
- RIVOLTA, M. C., R. E. LEDESMA, EDS. 2009. *Las sociedades formativas en el NOA: aportes, discusión y replanteo*. Andes 20/1. CEPIHA, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta.
- RODDICK, A. P. 2013. Temporalities of the Formative Period Taraco Peninsula, Bolivia. *Journal of Social Archaeology* 13/3: 287-309.

<sup>5</sup> <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/5327>.

- SCATTOLIN, M. C. 2007. Santa María antes del año mil. Fechas y materiales para una historia cultural. En *Sociedades Precolombinas Surandinas*, eds. V. I. Williams, B. N. Ventura, A. B. M. Callegari y H. D. Yacobaccio, pp. 203-220. Buenos Aires.
- SOTO RODRÍGUEZ, C.
- 2010. Restos malacológicos en un discurso ideológico: objetos como representación y símbolo de transformaciones sociales. En *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, t. II, pp. 691-695. Mendoza.
  - 2015. Distribución y significado de los restos malacológicos en la fase Tilocalar (3120-2380 AP), Quebrada Tulán (salar de Atacama, norte de Chile). *Estudios Atacameños* 51: 53-75.
- TARRAGÓ, M. N., P. P. DÍAZ.
- 1972. Sitios arqueológicos del valle Calchaquí. *Estudios de Arqueología* 1: 49-61. Salta: Museo Arqueológico de Cachi.
  - 1973. Sitios arqueológicos del valle Calchaquí (II). *Estudios de Arqueología* 2: 63-71. Salta: Museo Arqueológico de Cachi.
- TARRAGÓ, M. N.
- 1980. Los asentamientos aldeanos tempranos en el sector septentrional del valle Calchaquí, provincia de Salta, y el desarrollo agrícola posterior. *Estudios Arqueológicos* 5: 29-53. Antofagasta: Universidad de Chile.
  - 1996. El Formativo en el noroeste argentino y el alto valle Calchaquí. En *Actas y Memorias del XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, t. XXIII, pp. 103-119. San Rafael, Mendoza.
- TÉLLEZ, C. F. 1997. *Sthrophocheilus oblongus* Müll: restos de fauna malacológica tropical en contextos funerarios de San Pedro de Atacama; norte de Chile (informe preliminar). *Estudios Atacameños* 14: 95-120.
- URIBE, M., P. AYALA. 2004. La alfarería de Quillagua en el contexto formativo del Norte Grande de Chile (1000 a. C.-500 d. C.). *Chungara*, vol. especial, pp. 585-597.
- URIBE, M., E. VIDAL. 2012. Sobre la secuencia cerámica del período Formativo de Tarapacá (900 a. C.-900 d. C.). Estudios en Pircas, Caserones, Guatacondo y Ramaditas, norte de Chile. *Chungara* 44/2: 209-245.
- URIBE, M., C. AGÜERO, D. CATALÁN, M. J. HERRERA, F. SANTANA-SAGREDO. 2015. Nuevos fechados del sitio Tarapacá-40: recientes análisis y reflexiones sobre un cementerio clave del período Formativo del norte de Chile y Andes centro sur (1110 a. C.-660 d. C.). *Ñawpa Pacha: Journal of Andean Archaeology* 35/1: 57-89.

RESEARCH ARTICLE

# MONUMENTO JEROGLÍFICO MAYA DE XKOMBEC, CAMPECHE: UNA REVISIÓN

*Maya Hieroglyphic Monument from Xkombec, Campeche: A Revision*

*Philipp Galeev*

Centro de Estudios Mesoamericanos Yuri Knórozov, Universidad Estatal Rusa de Humanidades, Moscú, Rusia  
(f.galeev@gmail.com)

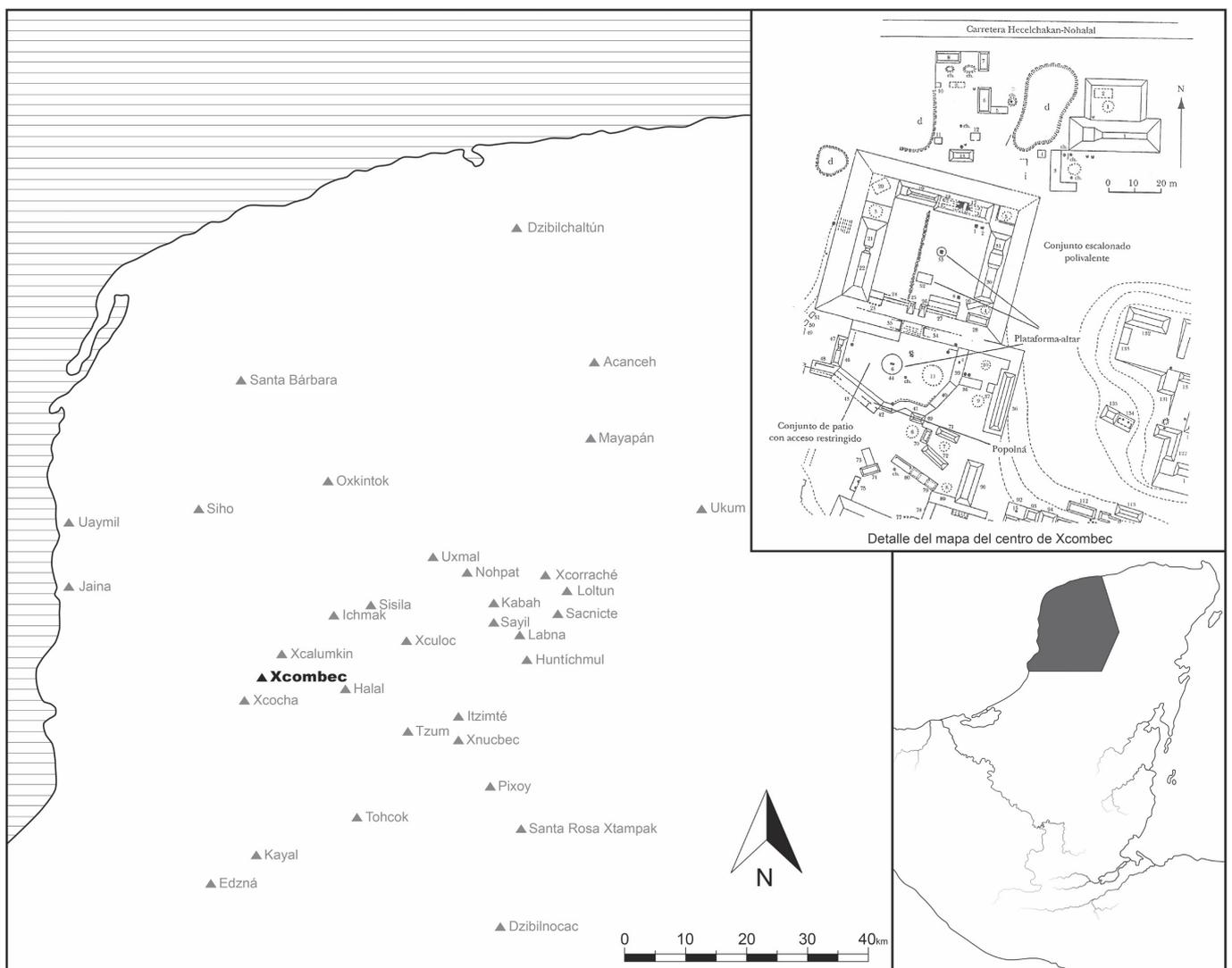


Figura 1. La región de Puuc y el complejo central de Xkombec. Mapas elaborados por Philipp Galeev.

**RESUMEN.** El reanálisis del Monumento 1 de Xkombec (Campeche, México), basado sobre su nueva documentación realizada en 2014 por los colaboradores del Proyecto

*Atlas Epigráfico de Yucatán*, permite descartar la datación de esta inscripción en 866 d. C. y ubicarla a mediados del siglo VIII d. C., contemporánea de los monumentos

Recibido: 10-11-2017. Modificado: 6-12-2017. Aceptado: 10-12-2017. Publicado: 20-12-2017.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Kirby Farah.  
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/3611>.

de Xcalumkín y otros sitios cercanos del Puuc campechano. De acuerdo con el texto, la organización política de Xkombecc era parecida a otros centros de Puuc. La ciudad contaba con su propia casa noble, cuyos miembros Xok Tun y B'ahlam eran de rango secundario y llevaban el título de b'ahkab y, probablemente, estaban relacionados con Xcalumkín.

**PALABRAS CLAVE:** Tierras Bajas, Puuc, Xkombecc, escultura monumental, epigrafía maya.

**ABSTRACT.** Recent analysis of the epigraphy on Monument 1 from Xkombecc indicates that the monument can be dated to A.D. 866, not to the mid-8th century as was previously argued. This new date marks Monument 1 as contemporary to the monuments at Xcalumkín and other neighboring Puuc sites. According to the text contained on Monument 1, political organization of Xkombecc was similar to that of other Puuc centers. The association between these two centers may indicate that members of the noble house at Xkombecc (Xok Tun and his son B'ahlam) may have been related to the nobility of Xcalumkín.

**KEYWORDS:** Maya Lowlands, Puuc, Xkombecc, monumental sculpture, Maya epigraphy.

## INTRODUCCIÓN

Xkombecc (Xcombecc) es un sitio maya del periodo Clásico Tardío de la región de Puuc (fig. 1). Fue descubierto por el explorador austriaco Teobert Maler en 1887 (Maler 1997: 80-82). La arqueóloga mexicana Renée Lorelei Zapata Peraza visitó Xkombecc en el trans-

curso de las investigaciones del *Atlas Arqueológico de Campeche*. En los años noventa del siglo pasado, durante los trabajos del proyecto arqueológico *Territorio y poder: estudio y análisis regional de la zona Camino Real Alto en Campeche*, Lorraine Williams-Beck, de la Universidad Autónoma de Campeche, investigó las ruinas de Xkombecc e identificó varios grupos arquitectónicos que formaban parte de una gran conurbación (Williams-Beck 1998: 97-110). En 2002, Karl Herbert Mayer y Stephan Merk visitaron un nuevo grupo de esta conurbación llamado Xkitche (Mayer y Merk 2003).

Xkombecc está ubicado en el valle del mismo nombre, a 6 km de Hecelchakán, Campeche (20° 09.88' de latitud norte y 90° 23.95' de longitud oeste). Su núcleo central está formado por una plataforma masiva (denominada Gran Plataforma por Edmundo López de la Rosa), sobre la cual se situaba una docena de estructuras. Al sur de la plataforma, se ubicaba un patio con acceso restringido (fig. 1). Al igual que otros sitios de la región de Puuc, Xkombecc contaba con varios monumentos esculpidos. Teobert Maler registró por lo menos siete fragmentos de relieves, dos de los cuales contenían los textos (véase la fotografía en Mayer 1987: Plate 23), pero se desconoce su ubicación actual. Varios investigadores sugerían que Xkombecc podría ser el lugar de procedencia de un par de pilastras cúbicas que actualmente se exhiben en el Museo del Camino Real, en Hecelchakán, Campeche (García Campillo 1995: 331; Grube 1994: 339; 2003: 368). Pero, de acuerdo con la información de Eric von Euw, provenían del sitio de Xcocha (Mayer 1984: 50-51).

En mayo de 1994, durante la primera temporada de campo del proyecto *Territorio y poder: estudio y análisis regional de la zona Camino Real Alto en Campeche*, los



Figura 2. Monumento 1 de Xkombecc (fotografías de Sergei Vepretskii y Guillermo Kantún Rivera).

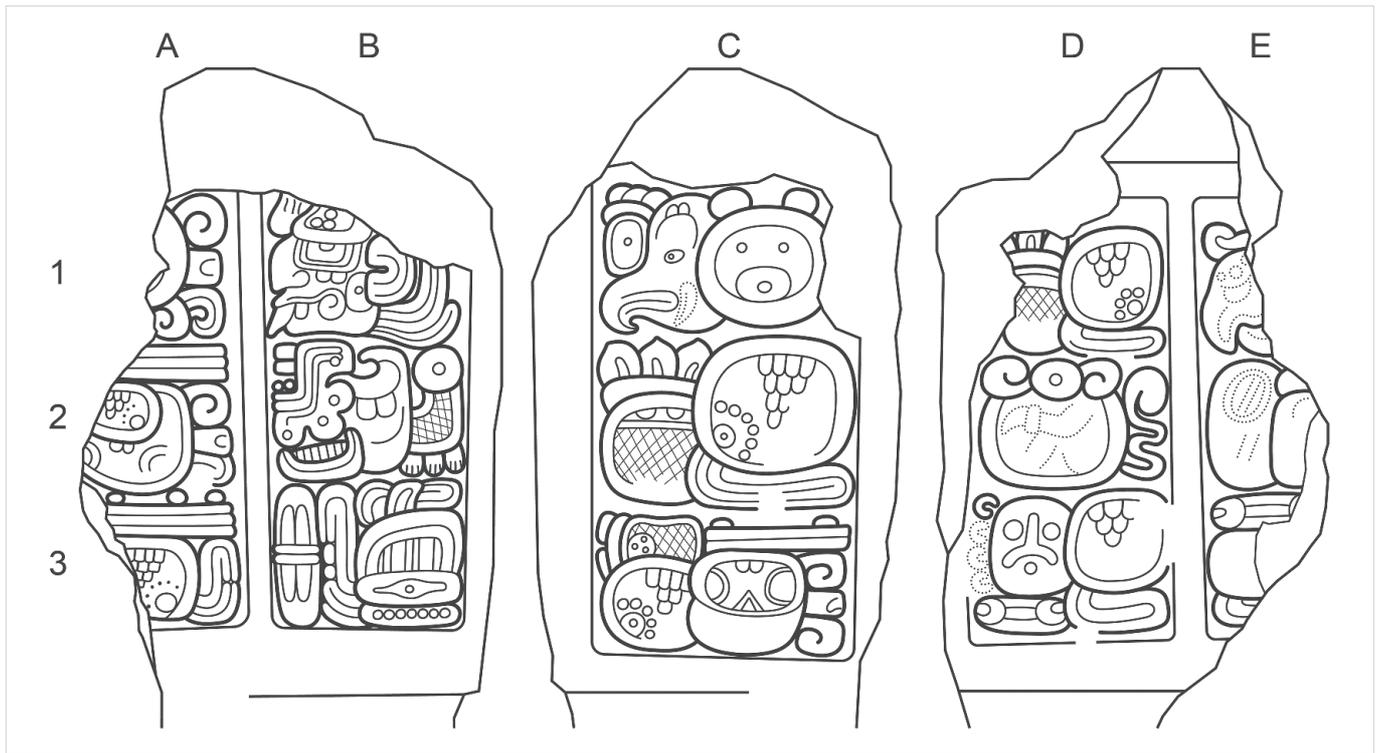


Figura 3. Texto jeroglífico del Monumento 1 (dibujo de Philipp Galeev).

arqueólogos registraron un nuevo monumento con texto jeroglífico. Constituye un monumento de fuste cuadrado alrededor, que medía 1.10 m de alto, 0.53 m de ancho y 0.46 m de grosor (fig. 2). Se ubicaba en la esquina sureste de la estructura 17 (López de la Rosa 2007: 25), pero más tarde fue trasladado al sitio arqueológico de Xcalumkín, donde actualmente se expone.

Las imágenes del monumento de Xkombec fueron publicadas por Edmundo López de la Rosa, quien realizó el primer dibujo de la inscripción (Williams-Beck 1998: 100; López de la Rosa 2007). Daniel Graña-Behrens reanalizó el texto en su tesis doctoral y sugirió su datación (2002). En 2014, en el transcurso del proyecto *Atlas epigráfico de Yucatán*, Sergei Vepretskii y Guillermo Kantún Rivera examinaron el monumento original y realizaron su nueva documentación fotográfica (fig. 2), que permitió elaborar un nuevo dibujo (fig. 3) y proponer un nuevo análisis epigráfico.

## REVISIÓN CRONOLÓGICA

La preservación deja que desear y muestra muchas fracturas, además de que uno de los lados está destruido completamente. El texto conservado consiste en 15 bloques jeroglíficos y contiene dos fechas calendáricas. La primera, que está distribuida entre los bloques C1-

C3, representa la rueda calendárica *2 Ajaw 13 Sek*: (C1) *ti-2-'AJAW*<sup>DÍA</sup> (C2) *tz'a-pa-TUUN-ni* (C3) *tu-12-ku-se-wa*, *ti ka'-'Ajaw tz'ap-tuun tu-lajka'-Kuse'w*. La construcción con el predicado compuesto *tz'aptuun* («hincamiento de piedra»), insertado entre las posiciones de *tzolk'in* y *haab*, refleja una figura retórica de hipérbaton, en la cual se altera la sintaxis habitual (Lacadena 2012). La estructura típica de los textos mayas es *datación-verbo-sujeto*, pero aquí el hipérbaton se usa para enfocar la importancia de la acción. El nombre del 5.º mes del calendario maya está escrito como *Kuse'w* en vez de *Kase'w* (Graña-Behrens 2002: 301-302, 401-402). Esta diferencia léxica parece representar un rasgo peculiar de la lengua de los textos jeroglíficos de Yucatán (véase también Grube 2003: 356-357).

Como muchas otras inscripciones de los sitios de Puuc, esta fecha muestra el cambio del coeficiente del mes del año solar, cuando la posición de *Haab* es un día menos del que debe ser (*12 Kuse'w* en vez de *13 Kuse'w*) (Proskouriakoff y Thompson 1947; Stuart 2004). Daniel Graña-Behrens propone tres opciones posibles para esta fecha: 9.16.0.0.0 (09.05.751), 10.1.5.8.0 (13.04.855) y 10.3.18.3.0 (01.04.907), favoreciendo la primera de ellas (Graña-Behrens 2002: 402). La elección de la primera variante no plantea dudas, ya que en el Clásico Tardío la erección de los monumentos, descrita como *tz'aptuun* o «hincamiento de

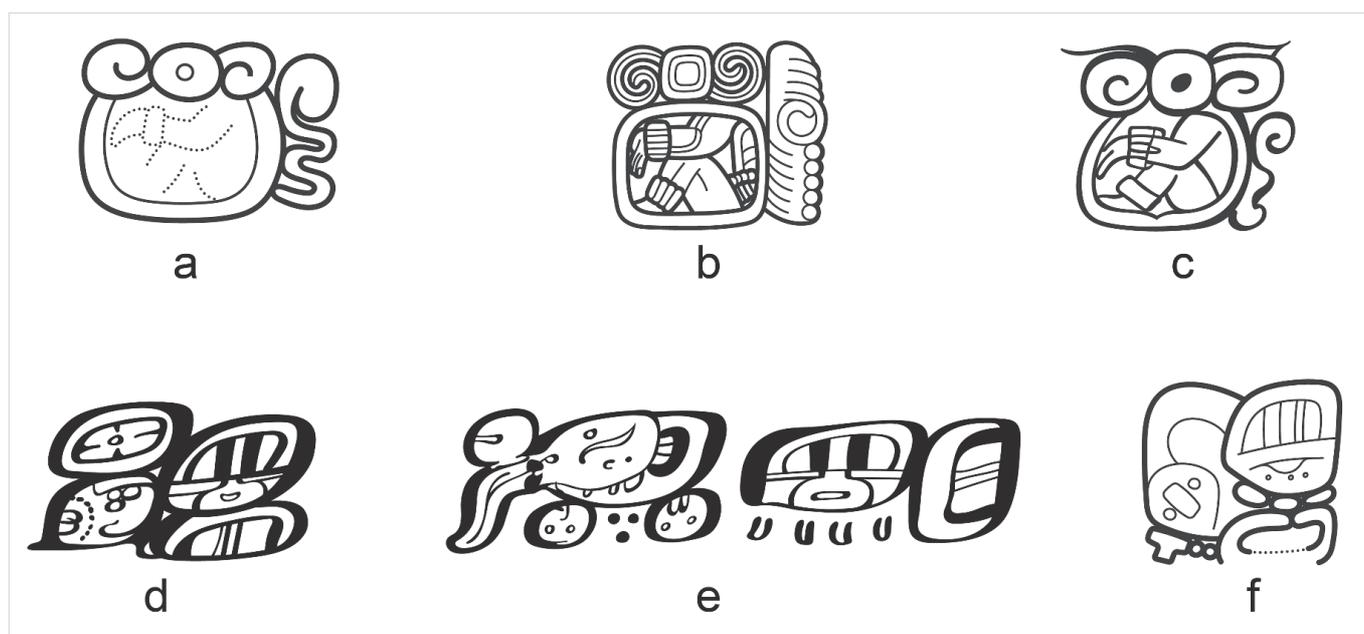


Figura 4. Paralelismos entre Xkombec y otros textos del norte de Yucatán: a) Xkombec, Monumento 1, bloque D2; b) Xcalumkín, Columna 1, bloque A3; c) Vasija K8017, bloque J1; d) Augurio K'IN-TUUN-HAAB'-li, *kin-tuun haab'il*, «la época de sequía» en el Códice de Dresde; e) Augurio KIMI-la HAAB'-li, *kimiil haab'il*, «la época de muerte» en el Códice de Dresde; f) Augurio KIMI-la HAAB'-li, «el tiempo de muerte» en inscripción de procedencia desconocida, Museo Nacional de Antropología, México, bloque A10 (dibujos de Philipp Galeev).

piedra», coincidía habitualmente con las fechas del fin del periodo que, en nuestro caso, sería el final del 16.º *katún*.

La segunda fecha es más controvertida: (A1) ...<sup>DÍA</sup> (B1) K'IN-ni (A2) 15?-ku-se-wa, ... *kin 15 Kuse'w*. Graña-Behrens, basándose en el dibujo de López de la Rosa, la identifica como 5 *ahaw* \*16 *sek* 17 *tun*, con la corrección de 16 *Sek* a 18 *Sek* (Graña-Behrens 2002: 401-402). Así, propone dos variantes de su ubicación cronológica: 10.1.16.11.0 (15.04.866) y 11.10.16.10.0 (28.11.1437). La segunda opción es, sin duda, imposible. La primera fecha fue aceptada por varios epigrafistas y el Monumento 1 de Xkombec fue considerado como uno de los monumentos más tardíos (Grube *et al.* 2009: 87; 2011: 263). Pero el nuevo análisis del mismo permite llegar a conclusiones diferentes.

En todos los dibujos publicados (Williams-Beck 1998: 100; Graña-Behrens 2002: *Tafel* 176; Grube *et al.* 2011: 355, fig. 11), la fecha de *tzolk'in* se presenta como 5 *Ajaw*. Sin embargo, esta reconstrucción no puede ser comprobada. El examen del monumento efectuado por S. Vepretskii y G. Kantún y las fotos tomadas por ellos demuestran que el fragmento superior de la izquierda, que debería contener el coeficiente numeral y el signo de *tzolk'in*, no se preservó. Eso podría ser debido al traslado de la escultura de su lugar original, pero en las fotografías de López de la Rosa

(2007: 25, fig. 3) se ve bien que esa parte del monumento estaba en el mismo estado y que la esquina superior ya había sido destruida en el momento de su descubrimiento. Así se entiende que el dibujo representa la visión del autor y que la reconstrucción basada en «la numerología ritual» debe ser cuestionada.

La diferencia de más de 100 años entre las dos fechas del mismo texto, sin escribir el número de distancia, es poco probable. Aún más, la primera rueda calendárica 2 *Ajaw* \*12 (13) *Sek* es la fecha del «hincamiento de piedra», es decir, de la dedicación del mismo monumento y, lógicamente, no podría ocurrir un siglo antes de la otra fecha. Además, el estilo paleográfico de la inscripción es demasiado temprano para la segunda mitad del siglo IX.

Igualmente, la identificación de la fecha de *tun* como 17 es dudosa. Si comparamos el coeficiente numeral «12» en C3, vemos que los dos puntos de «2» ocupan los lados opuestos de las barras de «10», mientras que, en la reconstrucción de López de la Rosa, en A3 ocupan el centro. Las fotografías muestran que había un punto en el extremo derecho de las barras y, para completar el patrón simétrico, debería haber estado uno más en el extremo izquierdo actualmente destruido. Por lo tanto, se sugiere que el número de los años era 19 y, en este caso, la fecha debería caer entre 9.15.18.0.0 y 9.15.19.0.0. Como consecuencia, aunque no conoce-

mos la posición de *tzolk'in*, la ubicación de *haab'* debe ser *15 Sek*. La mejor opción es 9.15.18.17.17 *3 Kaban 15 Sek* (11.05.750), tan solo un año y tres días antes de la segunda fecha registrada.

## ANÁLISIS EPIGRÁFICO

El texto del Monumento 1 de Xkombec contiene relativamente poca información no calendárica. La frase que sigue la fecha del fin del periodo (9.16.0.0.0 *2 Ajaw 13 Sek*) solo menciona brevemente al protagonista del monumento: (D1) **tz'a-pa-TUUN-ni** (E1) **B' AHLAM-...**, *tz'ap-tuun B'ahlam...*, «hincamiento de la piedra [de] *B'ahlam...*». Su nombre está escrito en el bloque E1 y representa una cabeza de jaguar (**B' AHLAM**), probablemente en la ligadura con otro signo que no se preservó.

El siguiente bloque D2 es muy peculiar (fig. 4a). Empieza con el signo silábico **yu** y acaba con el signo silábico **ne**, pero para la lectura del signo central se pueden sugerir dos variantes. Representa un cartucho con un hombre sentado dentro, con las pulseras de mano y pie, pero sin cabeza. La ausencia del marcador de las partes del cuerpo indica que no se trata de un hombre decapitado sino de un ser vivo. El motivo parecido del cuerpo humano sentado sin cabeza es bien conocido en el logograma **'UNEN**, usado en los nombres *'Unen K'awiil* e *'Ix 'Unen B'ahlam*, donde la cabeza es sustituida por la cabeza del dios *K'awiil* o de una mujer. El bloque puede ser transliterado como **yu-'UNEN-ne**. Pero también se puede proponer una interpretación diferente. El cartucho podría representar un espejo que refleja a un hombre y las pulseras indican su brillo. En este caso se trata del signo silábico **ne** formado por el principio acrofónico del logograma **NE'N**, «espejo».

Pero aun con dos posibles interpretaciones, está claro que el bloque D2 registra una relación de parentesco *y-unen*, «el hijo de padre», y los siguientes bloques E2-D3 contienen la referencia al padre de *B'ahlam*, cuyo gobierno puede ubicarse alrededor de los años 730-740 d. C. Su nombre era *Xok Tun* (**xo-ko-TUUN-ni**) y es denominado solamente *b'ahkab'* y no tiene otros títulos o un glifo emblema. Por eso, se puede concluir que Xkombec era una ciudad de rango secundario bajo el poder de un centro político más grande, tal vez Xcalumkín. A favor de esta hipótesis habla la forma única del glifo «el hijo de padre». El signo análogo se encuentra solamente en los textos de Xcalumkín (fig. 4b, c),

que puede ser una indicación de la influencia, por lo menos a nivel cultural.

La frase que sigue la segunda fecha es aún más lacónica: (B2) **cho-ka-ja-ch'a-je** (A3) **19?-TUUN-ni** (B3) **ta-wi-hi-HAAB'-le**, *cho[h]kaj ch'aj-e [tu-]15-tuun ta wih-haab'[i]l-e*. Sin embargo, es muy valiosa para entender el discurso de las inscripciones de Puuc en el Clásico Tardío.

El evento descrito en el bloque B2 (*chobkaj ch'aj-e*, «fueron esparcidas las gotas») es la única referencia a la ofrenda de copal en el corpus monumental de la región de Puuc. En las Tierras Bajas del sur, este ritual coincide con las fechas del fin de periodo y estaba relacionado con el culto real. Pero en Xkombec la fecha es un año más temprana que la terminación del 16.º *katún*, y parece que la ofrenda de copal tenía otra función. Esta última se esclarece en el próximo bloque, que se lee **ta-wi-hi-HAAB'-le**, *ta wih-haab'il-e*.

Alfonso Lacadena (2003) sugirió que la palabra *haab'*, además de su significado principal, «año», significaba «tiempo» en sentido figurado. Este término forma parte de los pronósticos que aparecen en los códices posclásicos. Por ejemplo, en el Códice de Dresde se usan frecuentemente *k'in-tuun haab'il*, «la época de sequía» (fig. 4d), y *kimiil haab'il*, «la época de muerte» (fig. 4e). La tradición de incluir este tipo de información en los textos jeroglíficos es más temprana y, probablemente, tiene su origen en Puuc. Por ejemplo, el mismo pronóstico *kimiil haab'il* se registró en el texto sobre una jamba de procedencia desconocida fechada en el Clásico Tardío-Terminal (fig. 4f).

Sugiero que la secuencia **wi-hi-** del bloque B3 se usa para escribir la palabra *wih*, «hambre». Esta raíz está ampliamente atestiguada en las lenguas yucatecas.<sup>1</sup> Pero aún más importante es que esta palabra se usara en los libros *Chilam Balam* para identificar los periodos de hambre, como por ejemplo *<tu kinil ukah, tu kinil uiih>*, «en el tiempo de sed, en el tiempo de hambre» (*Chilam Balam* de Tizimín, fol. 5v; Miram 1988: 86); *<uiilnom che uiilnom tunich chacmitan uih u cuch>*, «se comerán árboles, se comerán piedras, grandísima hambre será su carga» (*Chilam Balam* de Tizimín, fol. 15v;

<sup>1</sup> Véase en yucateco colonial *<uih>*, «hambre, hambriento» (Swadesh *et al.* 1970: 89); *<uiih>*, «hambre y falta de cualquier comida o bastimento» (Arzápolo 1995: 759); *<uiih>*, «hambre, necesidad de comer, escasez de granos» (Pío Pérez 1877: 380); en mopán, *wi'ij*, «tener hambre, hambriento», *wi'ijil*, «hambre, hambriento, tiempo de hambre» (Hofling 2011: 458); en itzaj, *wi'ij*, «hambriento» (Hofling y Tesucún 1997: 665); en lacandón, *wi'j*, «hambriento» (Hofling 2014: 384).

ibíd.: 100); <*tancochhom uiihi: tancochhom uahi*>, «será media hambre media abundancia» (Chilam Balam de Chumayel, fol. 40r; Roys 1967: 47); <*chetun cimil tumen uiih. oc na kuchil*>, «muertes por hambre, entrada de zopilotes en las casas» (Chilam Balam de Chumayel, fol. 51r; ibíd.: 57); <*u uiihi cimil: hoppel hab: do 1650 años do 1651 a[ños] do 1652 a[ños] do 1653 a[ños] do 1654 a[ños] Ca tz'oci uiih lae*>, «fue la muerte de hambre por cinco años, 1650, 1651, 1652, 1653, 1654. Y después se acabó el hambre» (Chilam Balam de Chumayel, fol. 35r; ibíd.: 47); etc.

Así, toda la oración *chohkaj ch'aj-e [tu-]15-tuun ta wih-haab'il-e* describe la ofrenda de copal durante la época de hambre. Posiblemente, se trata de un ritual o una ofrenda a los dioses como petición de abundancia. Otra mención de la hambruna, aproximadamente sincrónica, aparece en uno de los textos encontrados en 1998 en la urna funeraria n.º 26 de Comalcalco (Tabasco) (Armijo *et al.* 2000). Como sugirió Lacadena, la inscripción sobre la espina de mantarraya 3 contiene el paralelismo *wa'ij k'intuun wa'ij wi'naal*, que incluye los términos *k'intuun*, «sequía», y *wi'naal*, «hambre» (Lacadena 2009: 37-38).

La inscripción de Xkombec muestra importantes rasgos de la tradición regional del Yucatán noroccidental a nivel del sistema calendárico (el uso de la fecha de *tuun*), al mismo tiempo que a nivel lingüístico. Los elementos de la lengua vernácula yucateca identificados por Lacadena y Wichmann (2002: 282-291) son la enclítica *-e* (*ch'aa'j-e*, *haabil-e*) y el tipo particular de la sintaxis nominal cuando los títulos del rango y oficio preceden al nombre personal en la cláusula nominal (*b'ahkab'Xok Tuun*). Previamente, estos rasgos fueron atestiguados en las inscripciones del Clásico Tardío de Oxkintok, Sacnichte, Xcalumkín y Xcocha.

## CONCLUSIONES

El análisis del Monumento 1 de Xkombec demuestra que esta inscripción se ubica en el Clásico Tardío, en la primera mitad del siglo VIII d. C. y no en el Clásico Terminal como sugieren Graña-Behrens y Grube. El texto menciona el ritual de la ofrenda de copal relacionado con la hambruna de 750 d. C. y la posterior dedicación del monumento en 751 d. C. para conmemorar la terminación del 16.º *katún*. Por lo tanto, Xkombec debe ser considerado como uno de los centros del Puuc Temprano. Aunque no se puede descartar la posibilidad de que el sitio continuara existiendo has-

ta el Clásico Terminal, la actividad monumental es contemporánea de Xcalumkín y Xcocha.

Vemos que en Xkombec, entre 730 y 750, existía su propia línea dinástica, aunque de rango menor. La primera mitad del siglo VIII se caracteriza por la creciente complejidad política en la región de Puuc, que se refleja en la rápida difusión de los monumentos jeroglíficos. En los años 710-720, Oxkintok vivía la época de esplendor bajo el reinado del rey *Olis Chuwen Tok'*. En Kabah, la plataforma jeroglífica contiene evidencias de la casa real en la primera mitad del siglo VIII d. C. (Rubenstein y Galeev 2017). Otros sitios que erigían las estelas eran *Itzimte-Bolonch'en*, Pixoy, Tzum (Von Euw 1977; Graña-Behrens 2016). Al mismo tiempo, en Xcalumkín surgen dos dinastías de *sajales* (Galeev 2014) que dejaron sus textos en el Grupo de la Serie Inicial y en el Grupo Jeroglífico (Graham y Von Euw 1992; Grube 1994, 2003). Se mencionan otros *sajales* de la misma región en Xcocha y varios sitios medianos. Al parecer, el desarrollo de Xkombec era parte del mismo proceso.

## Agradecimientos

El estudio fue apoyado por la Fundación Científica de Rusia (proyecto n.º 15-18-30045, «Origen y desarrollo de las sociedades complejas de los mayas antiguos a la luz de las teorías modernas de la evolución social»). Agradezco ampliamente al Dr. Dmitri Beliaev, Sergei Vepretskii y Guillermo Kantún Rivera por las fotografías del Monumento 1.

## Sobre el autor

PHILIPP GALEEV (*f.galeev@gmail.com*) es Licenciado y Maestro en Historia por la Universidad Lomonosov de Moscú. Su línea de investigación se centra en la epigrafía maya y la aplicación de tecnologías 3D en arqueología. Actualmente, es investigador del Centro de Estudios Mesoamericanos Yuri Knórozov de la Facultad de Historia, Ciencia Política y Derecho de la Universidad Estatal Rusa de Humanidades.

## REFERENCIAS CITADAS

- ARMIJO, R., M. U. ZENDER, M. GALLEGOS GÓMORA. 2000. La urna funeraria y el diario de Aj Pakal Tahn, sacerdote de Comalcalco durante el Clásico. *Temas Antropológicos* 22/2: 242-254.

- ARZÁPOLO, R., ED. 1995. *Calepino de Motul: diccionario maya-español*. México: UNAM.
- HOFLING, C.
- 2011. *Mopan Maya-Spanish-English Dictionary*. Salt Lake City: University of Utah Press.
- 2014. *Lacandon Maya-Spanish-English Dictionary*. Salt Lake City: University of Utah Press.
- HOFLING, C., F. TESUCÚN. 1997. *Itzaj Maya-Spanish-English Dictionary*. Salt Lake City: University of Utah Press.
- GALEEV, P. 2014. Analiz kompleksa nadpisei “Zdania Nachalnoi Serii”, Xcalumkin (Yucatán, Meksika) [El análisis del complejo de las inscripciones del Edificio de la Serie Inicial, Xcalumkin (Yucatán, México)]. *Problemy istorii, filologii i kultury [Problems of History, Philology and Culture]* 46/4: 108-121.
- GARCÍA CAMPILLO, J. M. 1995. *Antroponimia y toponimia en las inscripciones mayas clásicas de Yucatán*. Tesis de doctorado. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Geografía e Historia, Departamento de Historia de América II (Antropología de América).
- GRAHAM, I., E. VON EUW. 1992. *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions. Volume 4, Part 3: Uxmal, Xcalumkin*. Cambridge (MA): Peabody Museum of Archaeology and Ethnology.
- GRAÑA-BEHRENS, D.
- 2002. *Die Maya-Inschriften aus Nordwestyukatan, Mexiko*. Unpublished Ph.D. dissertation. Bonn.
- 2016. The Hieroglyphic Inscriptions of Itzimte-Bolonchen, Campeche, Mexico: Rulers and Political Affairs from Burned Stone. En *The Long Silence. Volume 2. Itzimte and Its Neighbors: An Architectural Survey of Maya Ruins of Northeastern Campeche, Mexico*, ed. S. Merk, pp. 167-190. Norderstedt: Hersterung und Verlag.
- GRUBE, N.
- 1994. Hieroglyphic sources for the history of nordwest Yucatan. En *Hidden among the hills. Maya archaeology of the Northwest Yucatan peninsula. First Maler Symposium, Bonn 1989*, ed. H. Prem, pp. 316-358. Möckmühl: Von Flemming.
- 2003. Hieroglyphic Inscriptions from Northwestern Yucatán. An Update of Recent Research. En *Escondido en la selva. Arqueología en el norte de Yucatán (2.º Simposio Teoberto Maler, Bonn 2000)*, ed. H. Prem, pp. 339-370. Bonn & Mexico: Universidad de Bonn & INAH.
- GRUBE, N., C. PALLÁN, A. BENAVIDES.
- 2009. La Escalinata Jeroglífica 1 de Sabana Piletas: nuevos datos sobre el Epiclásico en la región Puuc. En *Memorias del XVIII Encuentro Internacional «Los Investigadores de la Cultura Maya»*, t. II, pp. 83-105. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche.
- 2011. The Hieroglyphic Stairway of Sabana Piletas, Campeche. En *The Long Silence. Sabana Piletas and its Neighbors: An Architectural Survey of Maya Puuc Ruins in Northeastern Campeche, Mexico*, ed. S. Merk, pp. 251-261. Markt Schwaben: Verlag Anton Saurwein.
- LACADENA, A.
- 2003. *El corpus glífico de Ek' Balam, Yucatán, México*. FAMSI.<sup>2</sup>
- 2009. Apuntes para un estudio sobre literatura maya antigua. En *Text and Context: Yucatec Maya Literature in a Diachronic Perspective*, eds. A. Gunsenheimer, T. Okoshi Harad, J. F. Chuchiak, pp. 41-52. Bonner Amerikanische Studien 47. Aachen: Sahker Verlag.
- 2012. Syntactic inversion (hyperbaton) as a literary device in Maya Hieroglyphic Texts. En *Parallel Worlds: Genre, Discourse, and Poetics in Contemporary, Colonial, and Classic Period Maya Literature*, eds. K. M. Hull, M. D. Carrasco, pp. 45-71. Boulder: University Press of Colorado.
- LACADENA, A., S. WICHMANN. 2002. The distribution of Lowland Maya languages in the Classic Period. En *La organización social entre los mayas prehispánicos, coloniales y modernos. Memoria de la Tercera Mesa Redonda de Palenque*, vol. II, eds. V. Tiesler, R. Cobos, M. Green Robertson, pp. 275-320. México.
- LÓPEZ DE LA ROSA, E. 2007. Can amay ocom tii xcombec, “una columna de cuatro esquinas en Xcombec”, Campeche. *Ketzalcalli* 1: 22-44.
- MALER, T. 1997. *Península de Yucatán*. Monumenta Americana 5. Berlín: Mann.
- MAYER, K. H.
- 1984. *Maya monuments III: sculptures of unknown provenance in Middle America*. Berlín: Verlag Karl-Friedrich von Flemming.
- 1987. *Maya monuments IV: sculptures of unknown provenance*. Supplement 1. Berlín: Verlag Karl-Friedrich von Flemming.
- MAYER, K. H., S. MERK. 2003. Maya Mural Paintings at Xkombec, Campeche. *Mexicon* 25/3: 67-69.
- MIRAM, H. M. 1988. *Transkriptionen der Chilam Balames. Vol. 2. Tekax. Chanchab. Tizimin*. Hamburgo: Toro Verlag.
- PFO PÉREZ, J. 1877. *Diccionario de la lengua maya*. Mérida: Imprenta Literaria de Juan F. Molina Solís.

<sup>2</sup> <http://www.famsi.org/reports/01057es/01057esLacadenaGarciaGallo01.pdf>.

- PROSKOURIAKOFF, T., E. J. THOMPSON. 1947. *Maya Calendar Round dates such as 9 Ahau 17 Mol*. Notes on Middle American Archaeology and Ethnology 79. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington.
- ROYS, R. L. 1967. *The Book of Chilam Balam of Chumayel*. Norman: University of Oklahoma Press.
- RUBENSTEIN, M., P. GALEEV. 2017. The Hieroglyphic Platform at Kabah. En *Recent Investigations in the Puuc Region of Yucatan*, ed. M. Rubenstein, pp. 110-121. Oxford: Archaeopress.
- STUART, D. 2004. *The Entering of the Day: An Unusual Date from Northern Campeche*.<sup>3</sup>
- SWADESH, M., M. C. ÁLVAREZ, J. R. BASTARRACHEA. 1970. *Diccionario de elementos del maya yucateco colonial*. México: UNAM.
- VON EUW, E. 1977. *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions. Volume 4, Part 1: Itzimte, Pixoy, Tzum*. Cambridge, MA: Peabody Museum of Archaeology and Ethnology.
- WILLIAMS-BECK, L. 1998. *El dominio de los batabob: el área Puuc occidental campechana*. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche.

---

<sup>3</sup> <http://www.mesoweb.com/stuart/notes/EnteringDay.pdf>.

## RESEARCH ADVANCE

# CORINTO Y LAS FLUCTUACIONES DE LA ECONOMÍA GRIEGA DURANTE EL SIGLO V ANTES DE NUESTRA ERA

## *Corinth and the Fluctuations of Greek Economy during the 5th Century BC*

*Pascual Izquierdo-Egea*

Laboratorio de Arqueología Teórica, Graus, ES



Figura 1. Mapa físico de la cuenca mediterránea indicando, de este a oeste, la localización de Corinto (Grecia) y Ampurias (España).

**RESUMEN.** *La aplicación del método de valoración contextual al análisis del registro funerario de Corinto, representado por Lequeo (Grecia), confirma una fluctuación de la economía similar a la inferida para la Ampurias griega e Iberia durante todo el siglo V antes de nuestra era; integrada por la etapa de expansión de la primera mitad y la de contracción de la segunda parte de dicha centuria.*

**PALABRAS CLAVE:** *Corinto, Lequeo, fluctuaciones, economía griega, siglo V a. C., registro funerario.*

**ABSTRACT.** *Mortuary analysis using the contextual valuation method at Corinth (represented by Lechaion, Greece) confirms economic fluctuations similar to that inferred for the Greek Ampurias and Iberia throughout the 5th century BC. These fluctuations were integrated by a stage of expansion in the first half and of contraction in the second part of that century.*

**KEYWORDS:** *Corinth, Lechaion, fluctuations, Greek economy, 5th century BC, Mortuary record.*

*Recibido: 8-12-2017. Aceptado: 15-12-2017. Publicado: 22-12-2017.*

## INTRODUCCIÓN

La necrópolis de *Lechaion* o Lequeo estaba junto al puerto homónimo —uno de los dos puertos antiguos— de Corinto, en la entrada a la península griega del Peloponeso. La trascendencia de este cementerio, según la evidencia aportada por los resultados obtenidos, se debe a la conexión inferida entre la dinámica económica de la Grecia del siglo V antes de nuestra era, observada en Corinto, y la del lejano Occidente durante ese mismo tiempo, en el otro extremo del Mediterráneo, representada por la colonia griega de Ampurias (Gerona, España) —la *Emporion* fundada por los focenses hacia el 575 a. C. (Domínguez 2010)— y la civilización ibérica (v. g. Izquierdo-Egea 2012b).

El propósito que guio la presente investigación fue el de arrojar luz sobre la probable relación entre la evolución económica de Grecia e Iberia a lo largo de la quinta centuria a. C., hipótesis formulada al confirmar anteriormente ese vínculo entre la Ampurias griega y la civilización ibérica en el siglo V antes de nuestra era (cf. Izquierdo-Egea 2012b).

## METODOLOGÍA Y SELECCIÓN DE MUESTRAS CRONOLÓGICAS

El presente estudio sigue las directrices de una nueva disciplina de indiscutible utilidad científica, la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* (Izquierdo-Egea 2015a), nacida en torno al *método de valoración contextual*. Este se centra en el análisis del gasto funerario midiendo la variabilidad de los componentes mortuorios muebles que acompañaron a los difuntos en función de una serie de parámetros.

Los principios teóricos de esta metodología y su formulación matemática, incluyendo las técnicas instrumentales que la desarrollan,<sup>1</sup> vienen siendo difundidos a través de una copiosa bibliografía, de la cual se citan aquí las referencias fundamentales (Izquierdo-Egea 1993: 33-42; 1996-97: 107-111; 2012a: 33-62; 2013; 2015b; 2016),<sup>2</sup> cuya consulta es obligada para aden-

trarse en el procedimiento analítico seguido. Gracias a la medición del gasto funerario invertido en los ajuares de cada tumba, calculado a partir del valor contextual de sus componentes, se pueden observar fenómenos sociales como las fluctuaciones de la economía o la evolución de la desigualdad, la conflictividad o el nivel de recursos disponibles en una escala temporal definida por la serie de muestras cronológicas seleccionadas. Esa valiosa información aparece codificada en el registro material y las técnicas empleadas sirven para descifrarla.

Entre las variables analizadas, la más destacada es el *valor contextual* de un bien mortuario, a partir del cual se determina el *gasto funerario* consumido en el ajuar de cada enterramiento y el valor económico medio amortizado en cada muestra cronológica evaluada (*gasto funerario medio* o *riqueza relativa*). Para medir la desigualdad o diferenciación social se utiliza otro estadígrafo fundamental: el *coeficiente de variación* (CV), contrastándolo con el *coeficiente de Gini*. Ambas magnitudes se expresan en porcentajes, es decir, como índices. También se emplearon las curvas de Lorenz para observar la evolución de la desigualdad social.

Como siempre, el procedimiento analítico seguido se inicia con la selección de muestras cronológicas que cumplan los habituales criterios referidos al estado de conservación de las tumbas (intactas o bien conservadas) y la datación segura o fiable de las mismas.

Los componentes de los ajuares funerarios se codificaron como categorías particulares. Siguiendo una regla básica,<sup>3</sup> se unificaron algunas de estas últimas como categorías intermedias o genéricas cuando el número de casos era reducido (Izquierdo-Egea 2012a: 58-62). A continuación, se introdujo la información obtenida en la base de datos del programa informático *NECRO* (Izquierdo-Egea 1991). Este fue el encargado de calcular tanto el valor contextual de las categorías de bienes como el gasto funerario medio invertido en los ajuares de las tumbas y en el conjunto temporal al cual pertenecían. Después se compararon los resultados proporcionados por las muestras analizadas, a fin de apreciar sus variaciones y aislar la tendencia de la serie cronológica para cada periodo. En concreto, las fluctuaciones económicas se aíslan al confrontar la riqueza relativa de cada muestra según su escala temporal. Posterior-

<sup>1</sup> Esta metodología nació hace más de veinticinco años. Es fácilmente accesible y ha sido ampliamente difundida. Se puede consultar libremente a través de la red de redes en cualquier momento. No hay excusa para no hacerlo.

<sup>2</sup> Además, todas esas publicaciones se encuentran compiladas en una sola obra para facilitar su lectura: el volumen *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I* (Izquierdo-Egea 2017).

<sup>3</sup> Se codifican los componentes de los ajuares mortuorios como categorías particulares, intermedias o genéricas en función del número de casos. Es decir, se procede a agrupar varias categorías cuando sus frecuencias absolutas apenas superen un efectivo. Es una regla empírica ampliamente probada que evita distorsiones indeseables en los resultados.

mente, con el concurso de otra herramienta auxiliar de cálculo estadístico, el programa *SYSTAT* (VV. AA. 2007; Wilkinson 1990), se determinó el coeficiente de variación (CV) de cada muestra para estimar la desigualdad social. De igual manera, se utilizó un recurso en línea para determinar el índice de Gini y las curvas de Lorenz (Wessa 2016a, 2016b).

Seguidamente, a partir de los datos suministrados por los anteriores parámetros, se procedió a calcular la conflictividad social y estimar el nivel de recursos disponibles para cada uno de los periodos estudiados en la serie cronológica de Corinto representada por Lequeo. La observación estadística de estas últimas variables culmina la efectividad del análisis económico y social del registro funerario. De hecho, cuantificar la conflictividad social en función del tamaño de la población y los recursos disponibles para sostenerla constituye una herramienta teórica de gran ayuda a la hora de estudiar fenómenos tan relevantes como el colapso de las civilizaciones antiguas (Izquierdo-Egea 2015b: 15).<sup>4</sup> En definitiva, la lectura de todos esos parámetros permite conocer a fondo las claves de los procesos sociales fosilizados en una parte esencial del registro material estudiado por los arqueólogos: los ajuares mortuorios.

### **Muestras cronológicas estudiadas**

El muestreo, basado en el inventario y cronología de las tumbas publicadas por Eliot y Eliot (1968: 351-365), arroja las siguientes agrupaciones temporales para la serie analizada:

1. *Segunda mitad s. VI* (c. 550-500 a. C., N = 3): C 8, C 14, C 15.
2. *Primera mitad s. V* (c. 500-450 a. C., N = 6): B 10, B 21, B 22, C 3, C 10, C 16.
3. *Segunda mitad s. V* (c. 450-400 a. C., N = 2): C 6, C 11.

A pesar del reducido tamaño de las muestras, los resultados obtenidos son plenamente significativos y en-

cajan perfectamente en el contexto histórico de la Grecia del siglo V a. C. conocido a través de otras fuentes antiguas.

### **RESULTADOS: FLUCTUACIONES ECONÓMICAS EN CORINTO DURANTE EL SIGLO V A. C.**

Según los parámetros analizados en la necrópolis de Lequeo (Corinto, Grecia), la primera mitad del siglo V antes de nuestra era registra un extraordinario incremento de la prosperidad económica indicado por el gasto funerario medio (472.76 %), el cual casi sextuplica su magnitud (véanse los resultados obtenidos en la tabla 1 y su ilustración gráfica en las figuras 2 y 3). Al mismo tiempo, desciende tanto la desigualdad social, estimada mediante el coeficiente de variación (-23.59 %) y el índice de Gini (-23.20 %),<sup>5</sup> como la conflictividad social (-86.72 %) —medida por la conflictividad estructural, muy elevada en el periodo precedente debido al contexto bélico del momento, sobre el cual se abundará al abordar las correlaciones de los resultados— y el riesgo de colapso (cf. n. 4) de la sociedad se mantiene bastante bajo. Además, el enorme aumento del nivel de recursos disponibles (1408.12 %), observado a través de estos datos, coincide plenamente con la especial pujanza de la economía en ese momento. En función de todas estas variables, cabe afirmar que el destacado incremento de la población representada en la muestra —que ahora se duplica (100 %)— obedece claramente a un aumento demográfico, el cual encaja perfectamente en este marco socioeconómico de la primera mitad del siglo V a. C. en Lequeo (Corinto, Grecia), Ampurias e Iberia, como veremos más adelante.

Por el contrario, la segunda mitad de la quinta centuria antes de nuestra era acusa una grave crisis económica y social cuya huella material quedó registrada en los ajuares de las tumbas de Lequeo. Disminuye hasta la mitad la actividad económica según muestra el abrupto descenso del gasto funerario medio o riqueza relativa (-46.08 %), aunque lo más grave es el alarmante aumento de la desigualdad social, la cual duplica su

<sup>4</sup> A principios de 2017 se alcanzó un nuevo hito metodológico al comprobar que la conflictividad dinámica (cf. Izquierdo-Egea 2015b: 11-12) es realmente *una medida del riesgo de colapso de la sociedad estudiada*. El hallazgo se produjo durante la primera fase de una investigación que tenía como objetivo establecer una ecuación estadística para medir el colapso maya, la cual verá la luz más adelante. Así pues, la *arqueología de los fenómenos sociales* o *arqueonomía* sigue avanzando con firmeza. Ahora suma el *colapso* a la lista de parámetros sociales estudiados a partir del registro funerario: fluctuación de la economía, desigualdad, conflictividad, evolución demográfica y nivel de recursos disponibles.

<sup>5</sup> La evolución de la desigualdad social expresada por las curvas de Lorenz (ver fig. 3) —obsérvese cómo cada curva se acerca o se aleja de la bisectriz según disminuyan o aumenten respectivamente las diferencias sociales— complementa los resultados obtenidos al calcular el índice de Gini y coincide plenamente con la oscilación del coeficiente de variación (ver fig. 2, 3).

Tabla 1. Resultados del análisis de la serie cronológica procedente de la necrópolis de Lequeo (Corinto, Grecia).

Periodo a. C.	GF	CV	Gini	B/T	N	CE	CD	RD
550/500	37,89	48,46	20,43	3,67	3	1,28		2,34
500/450	217,02	37,03	15,69	7,00	6	0,17	0,13	35,29
<b>450/400</b>	<b>117,01</b>	<b>84,68</b>	<b>29,94</b>	<b>6,50</b>	<b>2</b>	<b>0,72</b>	<b>4,24</b>	<b>2,78</b>

GF: gasto funerario medio, CV: coeficiente de variación (%), Gini: índice de Gini, B/T: bienes por tumba, N: tamaño de la muestra, CE: conflictividad estructural, CD: conflictividad dinámica, RD: recursos disponibles.

magnitud según indican el coeficiente de variación (128.68 %) y el índice de Gini (90.82 %). Asimismo, se dispara sobremanera la conflictividad social (323.53 %) y el riesgo de colapso de la sociedad (3161.54 %) (medidos respectivamente por la conflictividad estructural y la dinámica). La tremenda caída del nivel de recursos disponibles (-92.12 %) arroja más luz sobre la naturaleza de la gran depresión que asola Lequeo y Grecia en esa época (así como Ampurias e Iberia, como se verá seguidamente). Y la drástica reducción del tamaño de la población representada (-66.67 %) refleja un notorio descenso demográfico.

### Microeconomía

Aunque el propósito del presente avance de investigación no era abordar la microeconomía ni estudiar comparativamente el valor de cambio<sup>6</sup> de las cerámicas griegas de Ampurias (Iberia) y las de Corinto (Grecia) representadas por Lequeo, se efectuó una primera aproximación que deja entrever algunos datos relevantes, especialmente referidos a una lujosa pieza como es la *lekythos*, representante emblemática del repertorio vascular heleno.

La *lekythos* es el vaso más abundante tanto en Corinto como en Ampurias durante la etapa de prosperidad de la primera mitad del siglo V a. C. Exhibe la opulencia del momento. En ese mismo tiempo, esta mercancía importada se abarata drásticamente en Ampurias,<sup>7</sup>

<sup>6</sup> El valor de cambio de un bien funerario, equivalente al valor contextual relativo, se obtiene dividiendo su valor contextual por el valor medio de todos los bienes integrantes de la muestra cronológica considerada.

<sup>7</sup> Los datos empleados permanecían inéditos y proceden de un análisis funerario anterior, efectuado para estudiar las fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era (Izquierdo-Egea 2012b).

reduciendo su valor de cambio a menos de una tercera parte (0.42) del que tenía en la segunda mitad del siglo VI antes de nuestra era (1.37). Por su parte, el valor de cambio del *skyphos* se mantiene constante en Lequeo (Corinto) desde *c.* 550-500 a. C. (0.89) hasta *c.* 500-450 a. C. (0.87).

Ahora bien, durante la crisis de la segunda mitad de la quinta centuria antes de nuestra era, la *lekythos* se reduce de forma radical en Ampurias,<sup>8</sup> pero no tanto en Corinto. En esa época duplica su valor de cambio en la ciudad griega asentada en el extremo nororiental de Iberia (1.07), mientras en Corinto se mantiene prácticamente inalterable (pasa de 0.59 a 0.52). Contrariamente, el *skyphos* no solo se encarece sino que también duplica su valor de cambio en Corinto (1.57).

## CORRELACIONES: CORINTO, GRECIA, AMPURIAS E IBERIA EN EL SIGLO V ANTES DE NUESTRA ERA

### Corinto y Grecia

Las inferencias realizadas a partir de los parámetros analizados sostienen que los fenómenos sociales codificados en el registro funerario de Corinto, representado por Lequeo, coinciden con los acontecimientos históricos que afectaron a la Grecia del siglo V a. C.

La sociedad corintia de la segunda mitad del siglo VI a. C. (cf. tabla 1) es más pobre, desigual y conflictiva que la de la primera mitad de la siguiente centuria. La prosperidad de este último periodo se debe a la extraordinaria pujanza de la economía, el descomunal in-

<sup>8</sup> Es de suponer que como resultado de la guerra del Peloponeso que asola Grecia en ese tiempo, repercutiendo sobre el comercio a larga distancia hacia el lejano Occidente.

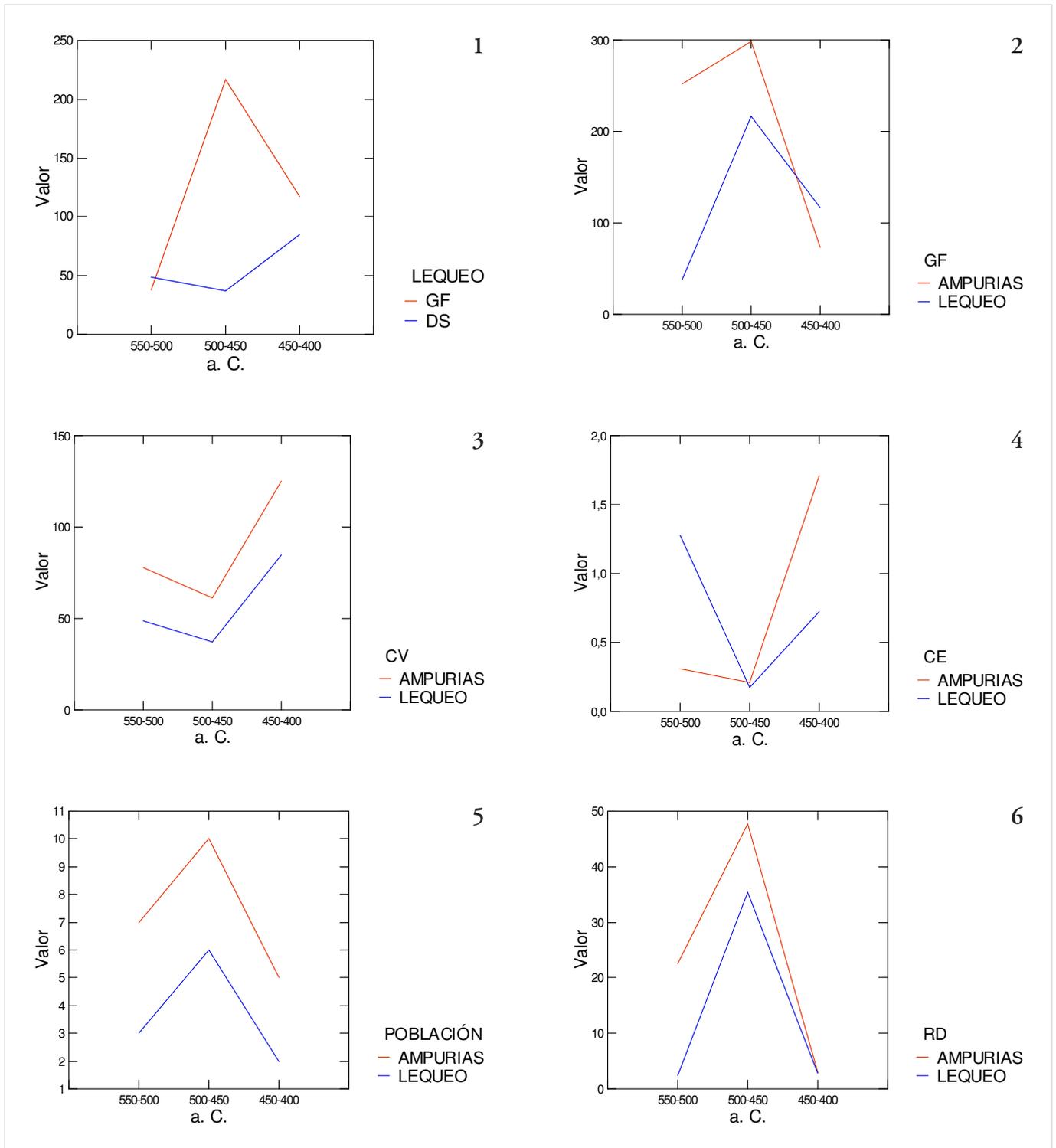


Figura 2. 1) Evolución del gasto funerario (GF) y la desigualdad social (DS) en Lequeo (Corinto, Grecia). 2) El gasto funerario (GF) en Ampurias (Gerona, España) y Lequeo. 3) La desigualdad social (CV) en Ampurias y Lequeo. 4) La conflictividad social (CE) en Ampurias y Lequeo. 5) Evolución de la población representada en Ampurias y Lequeo. 6) Oscilación del nivel de recursos disponibles (RD) estimado a partir del registro funerario de Ampurias y Lequeo.

crecimiento del nivel de recursos disponibles, el enorme crecimiento de la población, la disminución de la desigualdad social y la caída de la conflictividad interna. Todo ello confirma el notorio descenso del riesgo de colapso de la sociedad, a pesar de tener que soportar la

amenaza exterior entrañada por las guerras médicas que jalonan la primera parte del siglo V antes de nuestra era (Heródoto, V-IX). No ocurre lo mismo en la segunda mitad de dicha centuria, donde los indicadores materiales sí acusan el impacto de un contexto bélico

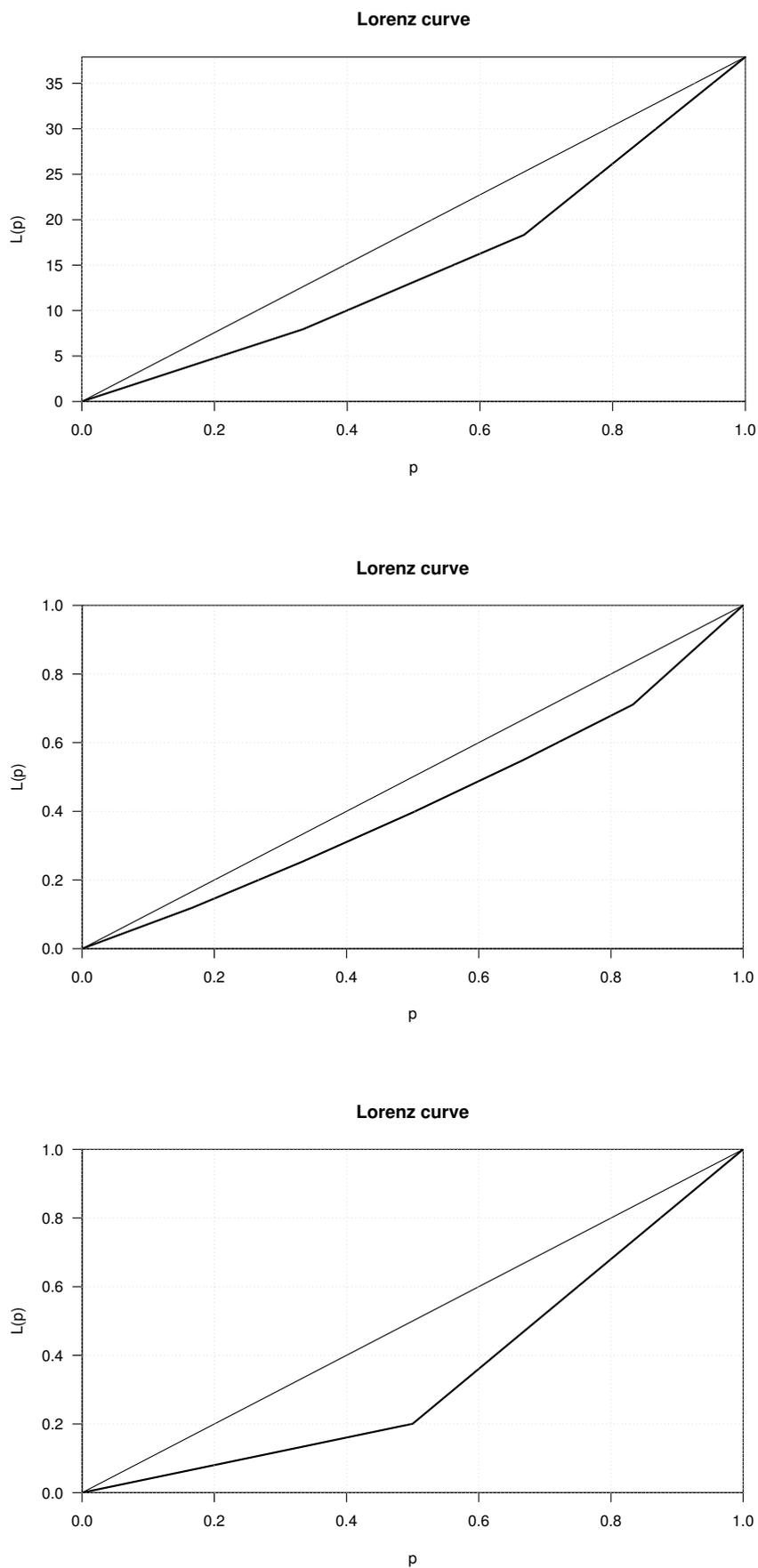


Figura 3. Curvas de Lorenz para los tres periodos analizados en la necrópolis de Lequeo (Corinto, Grecia):  
*c.* 550-500 a. C. (arriba), *c.* 500-450 a. C. (centro), *c.* 450-400 a. C. (abajo).

Tabla 2. Resultados del análisis de la serie cronológica 550-400 a. C. de las necrópolis de Ampurias (Gerona, España).

Periodo a. C.	GF	CV	Gini	B/T	N	CE	CD	RD
550/500	251,41	77,73	38,65	8,00	7	0,31		22,58
500/450	298,42	61,29	33,02	8,60	10	0,21	0,68	47,62
<b>450/400</b>	<b>73,04</b>	<b>125,20</b>	<b>56,91</b>	<b>4,40</b>	<b>5</b>	<b>1,71</b>	<b>8,14</b>	<b>2,92</b>

GF: gasto funerario medio, CV: coeficiente de variación (%), Gini: índice de Gini, B/T: bienes por tumba, N: tamaño de la muestra, CE: conflictividad estructural, CD: conflictividad dinámica, RD: recursos disponibles.

adverso que repercute directamente sobre la dinámica socioeconómica helena: un enfrentamiento civil entre griegos —Atenas y sus aliados contra Esparta y los suyos— conocido como la Guerra del Peloponeso (431-404 a. C.), bien documentado por Tucídides en su *Historia de la Guerra del Peloponeso* y Jenofonte en sus *Helénicas*. El registro funerario del puerto de Corinto muestra claramente los efectos negativos de esa lucha fratricida sobre la producción y el comercio.<sup>9</sup>

Como se ha visto antes, ahora se reduce a la mitad la actividad económica, se duplica la desigualdad social y se disparan la conflictividad y el riesgo de colapso. El drástico descenso del nivel de recursos disponibles y de la población representada confirman el desolador trance que atraviesa la civilización griega a lo largo del último tercio del siglo V antes de nuestra era.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Abundando sobre las diferencias entre la primera y la segunda mitad del siglo V a. C. en Grecia, las guerras médicas unen a los griegos contra los persas, se desarrollan en un tiempo de expansión y bonanza económica y se centran en determinadas zonas. Por el contrario, la Guerra del Peloponeso es una lucha civil entre griegos y acontece en un tiempo de contracción y crisis; afecta a la mayor parte de Grecia y, esta vez de forma directa, a Corinto.

<sup>10</sup> En lo que respecta a la Guerra del Peloponeso, además de las calamidades propias del enfrentamiento bélico (muerte, destrucción, hambre, enfermedad), es preciso considerar otras que se sumaron sorpresivamente para oscurecer todavía más el sombrío panorama que se cernía sobre la Grecia de ese tiempo. Por ejemplo, cuando la peste irrumpe en Atenas durante el segundo año de guerra (Tucídides, *Historia de la Guerra del Peloponeso*, II, 47). En el quinto año de la contienda, rebrota la epidemia en Atenas y acontecen terremotos en Grecia (III, 87). Nuevamente, al año siguiente, devienen más temblores de tierra, incluyendo letales maremotos y sunamis arrasando sectores de la costa (III, 89). Tucídides también relata la expedición ateniense contra Corinto en el séptimo año de guerra (IV, 42-45). Por su parte, Jenofonte destaca que Corinto estaba harta de estar en primera línea de combate y ser devastada por ello; para atajar el riesgo de una defecación, los atenienses y sus aliados masacraron a los descontentos (*Helénicas*, IV, 4, 1-2).

### *Ampurias e Iberia*

Las evidencias que aporta la presente investigación contribuyen a reforzar tanto la conexión socioeconómica entre Corinto y Ampurias como entre Grecia e Iberia a lo largo del siglo V antes de nuestra era.<sup>11</sup> De hecho, al comparar Corinto con la Ampurias griega situada en el lejano oeste, en el otro extremo del Mediterráneo, hay plena coincidencia en la evolución temporal de todas las variables analizadas: gasto funerario medio o riqueza relativa, desigualdad social, población representada, conflictividad social y nivel de recursos disponibles.

Se puede observar dicha coincidencia confrontando las tablas 1 y 2. Esta última muestra los parámetros medidos para Ampurias y amplía los resultados obtenidos en un estudio anterior (Izquierdo-Egea 2012b). En función de estos datos, se aprecia que la bonanza económica en la Ampurias de la primera mitad del siglo V a. C. (18.70 %) es muy inferior a la registrada en Corinto en esa misma época (472.76 %). El descenso de la desigualdad social según el coeficiente de variación (-21.15 %) y el índice de Gini (-14.57 %) es similar al de Lequeo. Asimismo, la disminución de la conflictividad social (-32.26 %) en Ampurias es bastante menor a la registrada en Corinto (-86.72 %). Por su parte, el nivel de recursos disponibles crece significativamente (110.89 %), aunque mucho menos que en Lequeo (1408.12 %), y el incremento demográfico emporitano (42.86 %) es inferior al corintio (100 %) según la población representada en las muestras funerarias analizadas.

<sup>11</sup> Estas evidencias son mucho más consistentes que los exóticos indicios materiales aportados por los broches de cinturón ibéricos hallados en la Grecia del siglo V, revelando la presencia de mercenarios íberos en tierras helenas (v. g. García y Bellido 1934: lámina V; 1974: 201, figs. 1-2).

El impacto de la crisis de la segunda mitad del siglo V a. C. en la Ampurias griega es mayor (-75.52 %) que en el puerto de Corinto (-46.08 %) según indica el gasto funerario medio. La desigualdad social, tal como ocurre en Lequeo, experimenta un incremento anormal —medido por el coeficiente de variación (104.27 %) y el índice de Gini (72.35 %)— en contexto adverso. Por su parte, la conflictividad social crece de forma desmesurada (714.29 %), superando con creces la medición efectuada en Corinto (323.53 %). El riesgo de colapso, estimado por la conflictividad dinámica, alcanza en la Ampurias griega un nivel muy elevado (1097.06 %), tal como ocurre en el puerto de Corinto, aunque en este último lugar es todavía mucho mayor como ya se vio anteriormente (*vide supra*). El nivel de recursos disponibles cae en picado en Ampurias a lo largo de la segunda mitad de dicha centuria (-93.87 %), siendo este resultado casi idéntico al mostrado por el puerto de Corinto (-92.12 %). En sintonía con todos esos datos, la drástica reducción de la población representada (-50 %) en las muestras refleja claramente un descenso demográfico al igual que en el otro extremo del Mediterráneo, donde Lequeo presenta un descenso similar (-66.67 %). En resumen, la crisis económica y la conflictividad social asociada a esta son mayores en Ampurias que en Corinto, aunque la desigualdad social es ligeramente superior en esta última ciudad griega, donde el riesgo de colapso supera notoriamente al registrado en la Ampurias griega.

En otro orden de cosas, hay dos fuentes fundamentales para abundar sobre la conexión entre Grecia e Iberia a lo largo de la quinta centuria a. C.: *Mailhac y las fluctuaciones económicas de la protohistoria ibérica arcaica (550-450 a. C.)* y *Fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era* (Izquierdo-Egea 2011, 2012b). Las limitaciones del presente estudio no permiten extenderse mucho más, aunque sí es obligado recordar que la civilización ibérica de la primera mitad del siglo V a. C. vive una etapa de prosperidad económica que no solo incluye la fachada levantina de la península ibérica sino que también alcanza la cuenca del Aude, más allá de los Pirineos, en la actual Francia, consecuencia de la expansión ibérica de fines de la centuria anterior. Durante la primera parte del siglo V antes de nuestra era, la civilización ibérica también se expande hacia el Bajo Guadalquivir y el valle medio del Ebro (Izquierdo-Egea 2011, 2012a). En ese tiempo, la escultura ibérica alcanza su apogeo, visible en Porcuna a comienzos de dicha centuria (Domínguez 2006: 461).

El colapso de la civilización ibérica antigua o arcaica acontece a lo largo de la segunda mitad del siglo V antes de nuestra era, coincidiendo con la etapa de retracción de su economía, con una fase de recesión fechada en el tercer cuarto y otra de depresión o crisis (c. 425-400 a. C.), aisladas ambas a partir del registro funerario de numerosos cementerios ibéricos: Mianes y Mas de Mussols en el Bajo Ebro (Maluquer 1984, 1987), Los Villares de Hoya Gonzalo en Albacete (Blánquez 1990), Cabezo Lucero en el Bajo Segura (Aranegui 1992; Aranegui *et al.* 1993), Cástulo (García-Gelabert y Blázquez 1988) y Gil de Olid en el Alto Guadalquivir (Ruiz *et al.* 1984). Dicho colapso coincide con la destrucción intencionada de los monumentos funerarios en el Sureste peninsular (Olmos y Rouillard 2002), símbolos representativos del poder de la aristocracia orientalizante en la civilización ibérica antigua.

## CONCLUSIONES

El registro funerario de Lequeo, puerto de Corinto, refleja el impacto de los avatares de aquel tiempo sobre la sociedad griega allí representada. Como colofón a esta contribución, se enumeran seguidamente los principales corolarios del presente estudio.

1. La primera mitad del siglo V antes de nuestra era confirma una etapa de prosperidad antes detectada en Ampurias y muchos otros lugares de la antigua Iberia. Frente a una sociedad más pobre, desigual y conflictiva durante el periodo precedente, ahora se infiere una inusitada pujanza económica sostenida por un extraordinario crecimiento de la población y de los recursos disponibles para sostenerla, todo ello en medio de un clima de fuerte cohesión social impulsado por el descenso de la desigualdad y la conflictividad interna. Estos indicadores materiales muestran la solidez de la civilización griega que se enfrentó exitosamente a la amenaza persa en esa época.

2. Por su parte, la segunda mitad del siglo V a. C. experimenta una drástica reducción de la actividad económica, el nivel de recursos disponibles y la población representada, en consonancia con un fuerte ascenso tanto de la desigualdad como de la conflictividad y el riesgo de colapso de la sociedad. En ese tiempo sí que repercute negativamente el enfrentamiento civil entre griegos conocido como Guerra del Peloponeso.

3. Las evidencias aportadas por esta investigación arrojan luz tanto sobre la conexión socioeconómica entre Corinto y Ampurias como entre Grecia e Iberia a lo

largo del siglo V antes de nuestra era. Al comparar Corinto con la Ampurias griega, hay plena coincidencia en la evolución temporal de todos los parámetros analizados: riqueza relativa, desigualdad social, población representada, conflictividad social y nivel de recursos disponibles. Es decir, dichos indicadores sociales siguen las mismas tendencias durante toda la quinta centuria a. C. En consecuencia, Corinto, Ampurias e Iberia comparten fluctuaciones económicas similares a lo largo del siglo V antes de nuestra era; lo cual permite sostener que hubo una clara conexión entre las economías de todas esas regiones mediterráneas durante aquel lejano tiempo.

4. Aunque los resultados obtenidos son hartos significativos, el reducido tamaño de las muestras analizadas aconseja contrastar y ampliar estas pruebas. Habrá que seguir buscando más evidencias en otros cementerios griegos del siglo V a. C. para confirmar lo observado en el registro material de este puerto de Corinto.

### Sobre el autor

PASCUAL IZQUIERDO-EGEA es director y editor de la revista *Arqueología Iberoamericana desde su fundación a principios de 2009*. Se doctoró con honores en la Universidad Autónoma de Barcelona (1993). Su principal línea de investigación se centra en el desarrollo de una nueva disciplina científica: la arqueología de los fenómenos sociales o arqueonomía, dedicada al estudio de las fluctuaciones económicas y los cambios sociales en la Antigüedad mediante el método de valoración contextual de los ajueres funerarios. Entre sus descubrimientos más relevantes se cuentan los ciclos económicos de la civilización ibérica o las fluctuaciones de la economía prehispanica en Mesoamérica. La presente investigación se inició en marzo de 2016.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

ARANEGUI GASCÓ, C. 1992. La necrópolis de Cabezo Lucero (Guardamar del Segura, Alicante). En *Congreso de Arqueología Ibérica: las necrópolis (Madrid, 1991)*, eds. J. Blázquez y V. Antona, pp. 169-188. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

ARANEGUI, C., A. JODIN, E. LLOBREGAT, P. ROUILLARD, J. UROZ. 1993. *La nécropole ibérique de Cabezo Lucero*

(Guardamar del Segura, Alicante). Madrid-Alicante: Casa de Velázquez-Diputación Provincial de Alicante.

BLÁZQUEZ PÉREZ, J. J. 1990. *La formación del mundo ibérico en el Sureste de la Meseta (estudio arqueológico de las necrópolis ibéricas de la provincia de Albacete)*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses.

DOMÍNGUEZ, A. J.

— 2006. Greeks in the Iberian Peninsula. En *Greek Colonisation. An Account of Greek Colonies and other Settlements Overseas*, ed. G. R. Tsetschkladze, vol. 1, pp. 429-505. Leiden-Boston.

— 2010. Greeks and the Local Population in the Mediterranean: Sicily and the Iberian Peninsula. En *Archaic Greek Culture: History, Archaeology, Art & Museology. Proceedings of the International Round-Table Conference (June 2005, St-Petersburg, Russia)*, ed. S. Solovyov, pp. 25-36. BAR International Series 2061.

ELIOT, C. W. J., M. ELIOT. 1968. The Lechaion cemetery near Corinth. *Hesperia* 37/4: 345-367 + figs. 102-109.

GARCÍA-GELABERT PÉREZ, M. P., J. M. BLÁZQUEZ MARTÍNEZ. 1988. *Castulo (Jaén, España): I. Excavaciones en la necrópolis ibérica del Estacar de Robarinas (s. IV a. C.)*. British Archaeological Reports International Series 425.

GARCÍA Y BELLIDO, A.

— 1934. *Factores que contribuyeron a la helenización de la España prerromana I. Los iberos en la Grecia propia y en el Oriente helenístico*. Publicaciones de la Cátedra y Becarios de la Fundación Conde de Cartagena II. Madrid: Real Academia de la Historia.

— 1974. Otro testimonio más de la presencia de mercenarios españoles en el Mediterráneo. En *Simposio Internacional de Colonizaciones (Barcelona-Ampurias, 1971)*, eds. E. Ripoll y E. Sanmartí, pp. 201-203.

HERÓDOTO.

— 1988. *Historia. Libros V-VI*. Trad. C. Schrader. Biblioteca Clásica Gredos 39. Madrid: Ed. Gredos.

— 1994. *Historia. Libro VII*. Trad. C. Schrader. Biblioteca Clásica Gredos 82. Madrid: Ed. Gredos.

— 1989. *Historia. Libros VIII-IX*. Trad. C. Schrader. Biblioteca Clásica Gredos 130. Madrid: Ed. Gredos.

— 1994. *Historias. Libros V-IX*. Ed. A. González Caballo. Madrid: Ed. Akal.

— 1999. *Historia*. Ed. M. Balasch. Madrid: Ed. Cátedra.

IZQUIERDO-EGEA, P.

— 1991. Un programa informático para el análisis funerario en Arqueología. En *I Reunión de Aplicaciones Informáticas en Arqueología (Madrid, 1990) = Complutum 1*: 133-142.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> <http://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/view/CMPL9191120133A>.

- 1993 [1994]. *Análisis funerario y reconstrucción histórica de las formaciones sociales ibéricas*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.
- 1996-97 [2000]. Fluctuaciones económicas y cambios sociales en la protohistoria ibérica. *Arx* 2-3: 107-138.<sup>13</sup>
- 2011. Mailhac y las fluctuaciones económicas de la protohistoria ibérica arcaica (550-450 a. C.). *Arqueología Iberoamericana* 11: 3-25. <http://purl.org/aia/111>.
- 2012a. *Economic Archaeology of Grave Goods*. *Advances in Archaeology* 1. Gaus.
- 2012b. Fluctuaciones económicas en la Ampurias del siglo V antes de nuestra era. *Arqueología Iberoamericana* 16: 3-10. <http://purl.org/aia/161>.
- 2013. On the Contextual Valuation Method and the Economic Archaeology of Grave Goods. *Advanced Archaeology* 1: 3-12. <http://purl.org/aa/011>.
- 2015a. Arqueología, arqueografía, arqueonomía. *Arqueología Iberoamericana* 25: 3-4.
- 2015b. Una técnica estadística para medir la conflictividad social a través del registro arqueológico. *Arqueología Iberoamericana* 25: 5-18. <http://purl.org/aia/251>.
- 2016. Calculando el nivel de recursos disponibles a partir del registro funerario mesoamericano. *Arqueología Iberoamericana* 29: 62-67. <http://purl.org/aia/2910>.
- 2017. *Fundamentos de la arqueología de los fenómenos sociales I*. *Advances in Archaeology* 3. Gaus.<sup>14</sup>
- JENOFONTE. 1989. *Helénicas*. Trad. D. Plácido. Madrid: Alianza Editorial.
- MALUQUER DE MOTES, J.
- 1984. *La necrópolis paleoibérica de «Mas de Mussols», Tortosa (Tarragona)*. Programa de Investigaciones Protohistóricas 8. Barcelona.
- 1987. *La necrópolis paleoibérica de Mianes en Santa Bàrbara (Tarragona)*. Programa de Investigaciones Protohistóricas 9. Barcelona.
- OLMOS, R., P. ROUILLARD. 2002. Sculpture préromaine de la Péninsule Ibérique. *Documents d'Archéologie Méridionale* 25: 269-283.
- RUIZ, A., F. HORNOS, C. CHOCLÁN, J. T. CRUZ. 1984. La necrópolis ibérica «Finca Gil de Olid» (Puente del Obispo-Baeza, Jaén). *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 9: 195-235.
- TUCÍDIDES.
- 1988. *Historia de la Guerra del Peloponeso*. Ed. L. M. Macía Aparicio. Madrid: Ed. Akal.
- 1990. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros I-II*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 149. Madrid: Ed. Gredos.
- 1991. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros III-IV*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 151. Madrid: Ed. Gredos.
- 1992. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros V-VI*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 164. Madrid: Ed. Gredos.
- 1992. *Historia de la Guerra del Peloponeso. Libros VII-VIII*. Trad. J. J. Torres Esbarranch. Biblioteca Clásica Gredos 173. Madrid: Ed. Gredos.
- VV. AA. 2007. *SYSTAT® 12. Statistics I II III IV*. Chicago: Systat Software, Inc.
- WESSA, P.
- 2016a. *Free Statistics Software*, Office for Research Development and Education, version 1.1.23-r7.<sup>15</sup>
- 2016b. Concentration and Inequality (v1.0.1) in *Free Statistics Software* (v1.1.23-r7), Office for Research Development and Education.<sup>16</sup>
- WILKINSON, L. 1990. *SYSTAT: The System for Statistics*. Evanston, IL: Systat, Inc.

<sup>13</sup> <http://laiesken.net/arxjournal/pdf/izquierdo.pdf>.

<sup>14</sup> <http://purl.org/aa/03>.

<sup>15</sup> <http://www.wessa.net/>.

<sup>16</sup> [http://www.wessa.net/rwasp\\_concentration.wasp/](http://www.wessa.net/rwasp_concentration.wasp/).

RESEARCH ARTICLE

# METODOLOGÍA ARQUEOLÓGICA DE EXCAVACIÓN EN BRECHA DE UN YACIMIENTO DEL PLEISTOCENO INFERIOR: EL CHAPARRAL (VILLALUENGA DEL ROSARIO, CÁDIZ, ESPAÑA)

*Excavating in Breccia in an Early Pleistocene Site: El Chaparral (Villaluenga del Rosario, Cádiz, Spain)*

*Diego Salvador Fernández-Sánchez,<sup>1</sup> Adolfo Moreno-Márquez,<sup>1</sup> José María Gutiérrez-López,<sup>2</sup> Francisco Giles-Pacheco<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Grupo de Investigación PAI-HUM 440, Universidad de Cádiz (España);

<sup>2</sup> Museo Histórico Municipal de Villamartín, Grupo de Investigación PAI-HUM 440 (Cádiz, España);

<sup>3</sup> Director emérito del Museo Arqueológico Municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz, España)  
([diego.fernandezsanchezuca@gmail.com](mailto:diego.fernandezsanchezuca@gmail.com))

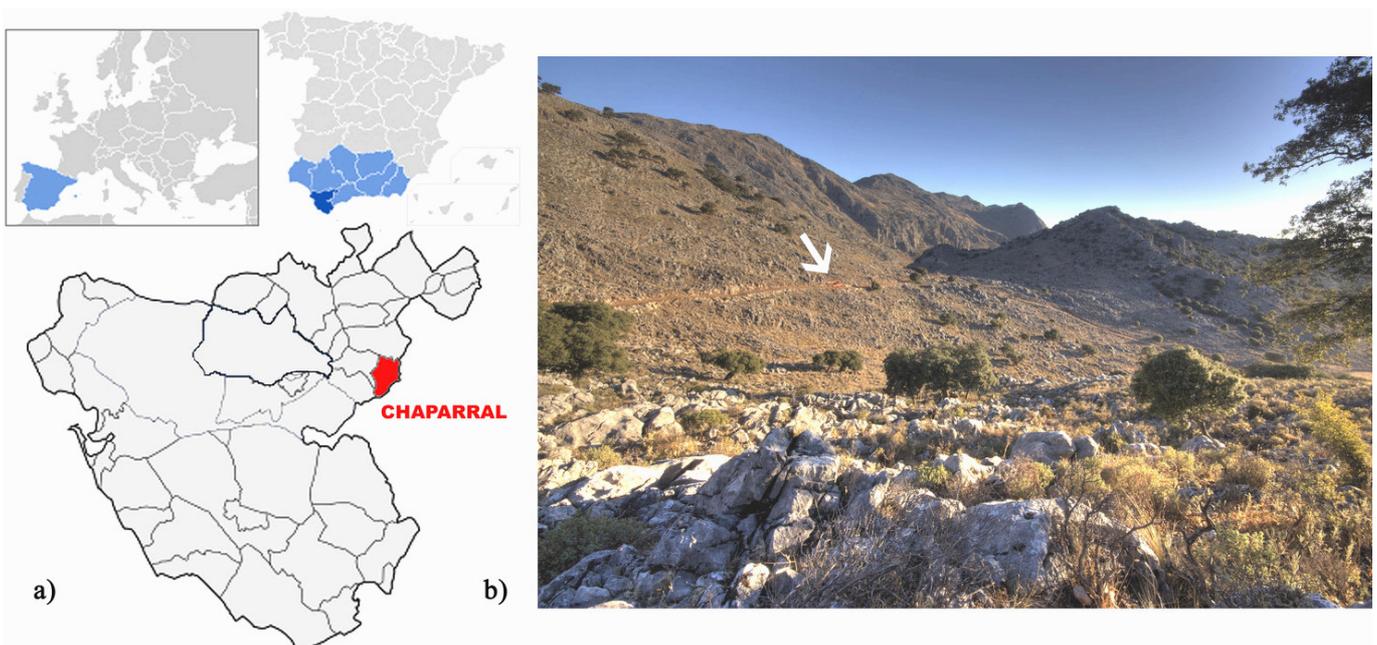


Figura 1. a) Ubicación del yacimiento de El Chaparral (Villaluenga del Rosario, Cádiz, España).  
b) Fondo de dolina y *terra rossa* en la que se inserta la brecha.

**RESUMEN.** *El Chaparral es un yacimiento ubicado en Villaluenga del Rosario (Cádiz, España), caracterizado por presentar un contexto sedimentológico propio de sistemas exokársticos. Su registro arqueológico está dominado por restos de macrofauna y microfauna cuyo análisis ha arrojado cronologías de entre 1-1,2 Ma, por tanto con ads-*

*cripción al Pleistoceno Inferior. Desde su descubrimiento en 2009, se vio la dificultad de su excavación por la gran presencia de bloques cementados en brechas de arcilla compacta. Esta problemática obligó a diseñar una metodología propia que permitiese la recuperación controlada de los bloques de brecha para su posterior tratamiento en la*

*Recibido: 6-12-2017. Modificado: 15-12-2017. Aceptado: 21-12-2017. Publicado: 28-12-2017.*

boratorio. En este trabajo presentamos la metodología desarrollada durante estos trabajos, así como los resultados obtenidos gracias a su aplicación.

**PALABRAS CLAVE:** metodología de excavación; sistema kárstico; Pleistoceno Inferior; brecha; terra rossa.

**ABSTRACT.** *El Chaparral is a paleontological site (Villaluenga del Rosario, Cádiz, Spain) characterized by a sedimentological context typical of exokarstic systems. Macro- and microfaunal analysis indicates a chronology between 1–1.2 Ma, placing this site on the Early Pleistocene. From its discovery, El Chaparral has presented an excavation challenge, as it contains cemented blocks of compact clay breccia. This forced us to design a methodology allowing controlled recovery of breccia blocks for subsequent treatment in the laboratory. In this paper, we describe the methodology and present the results of our analysis.*

**KEYWORDS:** Excavation methodology; Karstic system; Early Pleistocene; Breccia; Terra rossa.

## INTRODUCCIÓN

El Chaparral es un yacimiento ubicado en el extremo sur de Iberia (Giles *et al.* 2011; López-García *et al.* 2012), en el término municipal de Villaluenga del Rosario, provincia de Cádiz, e inserto en pleno Parque Natural y Reserva de la Biosfera de la Sierra de Grazalema (fig. 1). Tras su descubrimiento en 2009 por Diego Mendoza, del Grupo de Montaña Alta Ruta, parte de los firmantes (J. M. G. y F. G.) se desplazaron hasta la zona para elaborar un plan de excavación que sería autorizado administrativamente por el gobierno de la región. Tal y como se advirtió desde primera hora, la conservación de los restos arqueológicos se había visto afectada por los fuertes condicionantes kársticos y climáticos, generando una cementación casi total del sedimento. Esta compactación, motivada por la precipitación y cristalización de carbonatos, imposibilitaba la recuperación directa y «convencional» del material arqueológico, siendo necesario elaborar una metodología propia de excavación que se adaptase a la realidad del yacimiento.

De esta forma, se articularon los trabajos en dos fases que contemplasen primero la recuperación de los bloques de brecha y, luego, su reducción en laboratorio mediante el uso controlado de productos químicos

de baja abrasividad. Gracias a esta metodología se consiguió la recuperación casi total del material óseo. La metodología de recuperación que se presenta ha contribuido a que el yacimiento se consolide como el conjunto paleontológico más antiguo de los sistemas kársticos del sur de la península ibérica. El presente trabajo expone la metodología usada durante el procesamiento de la brecha así como los resultados obtenidos.

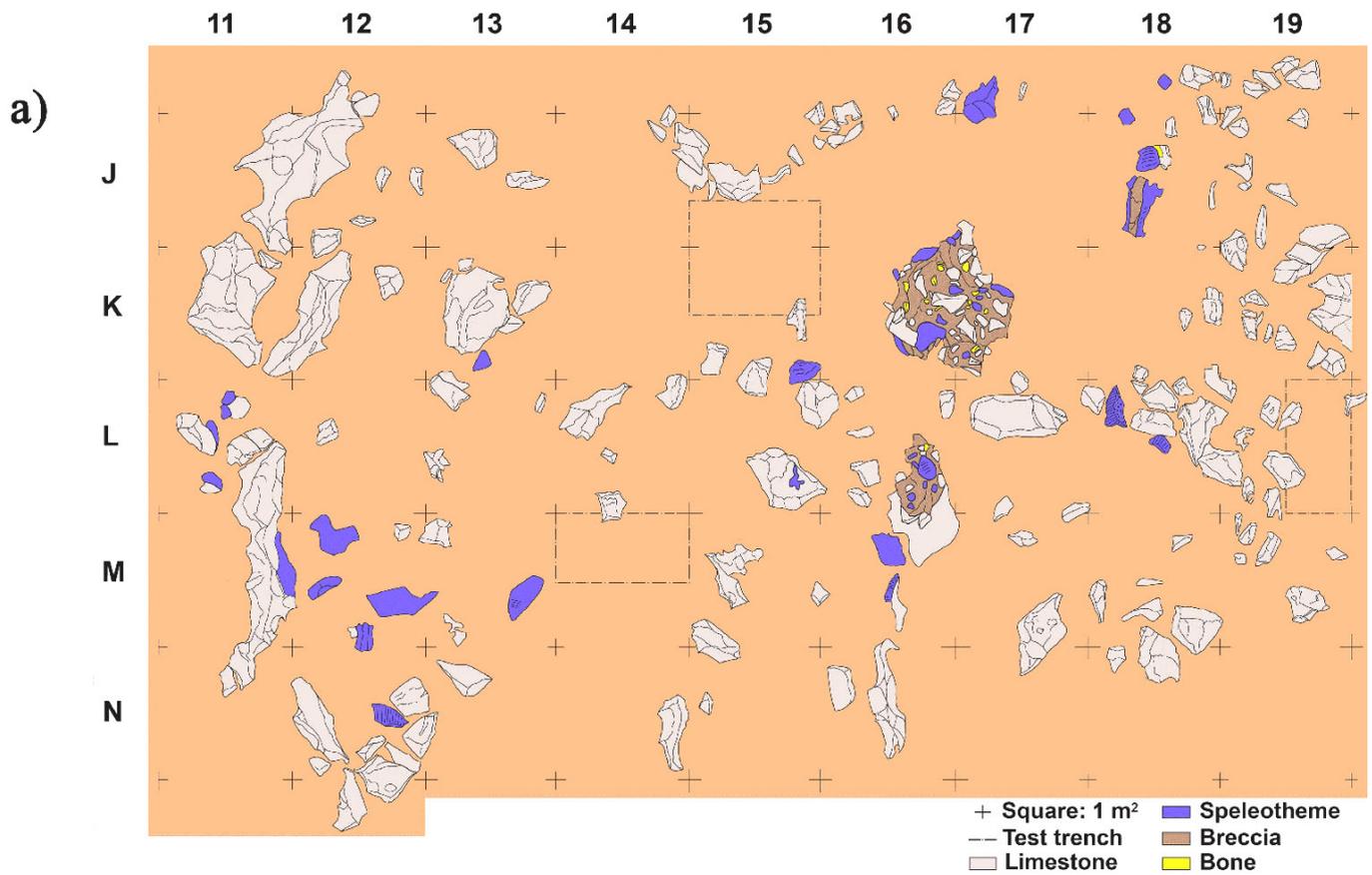
## ENTORNO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO: CONDICIONANTES PARA LA CONSERVACIÓN DEL REGISTRO

El yacimiento de El Chaparral se ubica en el extremo occidental de las cordilleras béticas (Lhénaff 1981), en la denominada Manga de Villaluenga. Dada su localización en cotas entre 1000-1080 m s. n. m., hasta el presente, el yacimiento ha estado sometido a rigurosos cambios climáticos marcados por veranos con altas temperaturas y escasas/nulas precipitaciones, e inviernos con gran pluviometría y fuertes nevadas. Estos contrastes han generado multitud de procesos diagenéticos (Blumenschine *et al.* 1996) que justifican un alto índice de rotura en el registro paleontológico.

Geológicamente, la zona se estructura en tres conjuntos litológicos. El primero aparece delimitado por dolomías grises del Muschelkalk y arcillas con evaporitas del Keuper. El segundo paquete viene representado por afloramientos de dolomías y calizas jurásicas. Por último, las margas y las margocalizas del Cretácico se manifiestan en diversos puntos de la Manga de Villaluenga. Esta particular composición litológica ha articulado un sistema kárstico de enormes proporciones con un impacto negativo sobre el conjunto óseo (Delannoy y Díaz del Olmo 1986).

La Manga es un *polje* largo y estrecho de paredes abruptas y fondo plano cuya geomorfología está marcada por la existencia de un sinclinal en cofre de buzamiento vertical (Pedroche y Mendoza 1992). Es precisamente en este contexto kárstico, correspondiente al relleno de fondo de una dolina, donde se encuentra el yacimiento. Esta dolina presenta un nivel de base formado por depósitos cuaternarios de arcillas rojas de descalcificación, *terra rossa*, y bloques calizos jurásicos.

Estos componentes, junto a la deposición paulatina de carbonato cálcico, han generado una brecha muy cementada que envuelve los fósiles. También destaca la formación de espeleotemas, en muchos casos adheridos a la propia brecha.



b)



Figura 2. a) Planimetría del yacimiento. b) Trabajos de extracción de los bloques de brecha.

Igualmente, este proceso de karstificación genera episodios agresivos para los restos óseos, como corrosión química, pigmentaciones por óxidos de manganeso, el concrecionamiento de los huesos, etc. Todo esto

ha provocado un gran debilitamiento de la estructura ósea, lo cual ha complicado el proceso de extracción, siendo en ciertas ocasiones imposible la extracción de los restos dada su fragilidad.

## **METODOLOGÍA ARQUEOLÓGICA DE RECUPERACIÓN DEL REGISTRO PLEISTOCENO BRECHIFICADO**

Como se ha descrito anteriormente, El Chaparral presenta unas características geográfico-geológicas con efectos negativos en el registro paleontológico. Una muestra de ello es el hecho de que solo el 13,5 % de los restos óseos haya sido recuperado por completo.

El resultado es un contexto pleistoceno formado principalmente por bloques de brecha imposibles de excavar *in situ* sin una metodología adaptada (Domínguez-Bella *et al.* 2012). Igualmente, la alta concentración de material óseo imposibilitaba la utilización de técnicas de urgencia cuya aplicación significase un desarrollo agresivo. Dicho factor se agrava aún más si tenemos en cuenta la riqueza en microfauna y su fragilidad intrínseca. Esto obligó a diseñar una metodología de excavación específica para la recuperación de los restos, atendiendo a sus particulares características de conservación y a criterios de bajo coste frente a otros métodos (Montilla 2015), debido al gran volumen de material a procesar en laboratorio. Para ello se trazó un sistema articulado en dos fases: recuperación individual de cada bloque mediante excavación en cuadrículas y tratamiento posterior de los bloques en laboratorio.

### **Fase 1. Trabajo de campo**

La primera fase de excavación se corresponde con la recuperación individual de cada bloque. El objetivo era evaluar el potencial paleontológico del yacimiento y calcular la densidad del registro fósil. Por ello se empleó la metodología habitual mediante coordenadas cartesianas y planimetría tridimensional X-Y-Z (Laplace 1971). Según esto, se usó la intersección de los ejes X e Y como referencia «0» desde la que situar cuadrículas de 1 m<sup>2</sup>. Solo así fue posible extraer los bloques individualmente en continua relación con el contexto sedimentario al que pertenecían.

Dentro de la extensión total del yacimiento, se eligieron las cuadrículas con mayor concentración de restos óseos brechificados, atendiendo además a aquellas zonas con bloques susceptibles de ser excavados *in situ*.

Con esto, lo que se pretendió fue reconstruir los procesos de karstificación que habían formado la brecha y comprender los procesos deposicionales. Por esto, se planteó una excavación en extensión con tres sondeos en las cuadrículas J-15, J-18 y M-16 respectivamente (fig. 2).

Gracias a estos sondeos, se estableció una estratigrafía articulada en 3 niveles. Se trata de capas típicas de fondo de dolina, originada por los procesos kársticos propios de cordilleras eminentemente calcáreas como las béticas. El nivel 1C, con una potencia de 10-15 cm, estaba formado por un estrato edafizado del depósito de *terra rossa*. Aquí ya se encuentran los primeros restos de macrofauna y microfauna. Bajo esta capa, el nivel C2 presenta un desarrollo de 50-60 cm con un depósito de arcillas rojas compactas cuya génesis se debe nuevamente a procesos kársticos de disolución. Por último, el nivel C3 no se correlaciona verticalmente con los anteriores sino que se corresponde en planta con el depósito brechificado. Destaca la presencia de fuertes acumulaciones de espeleotemas y cristales de calcita que forman grandes bloques junto a cantos y bloques de caliza, además de arcillas compactas. A su vez, este nivel presenta en esos bloques la mayor acumulación de restos óseos.

Conocida esta estratigrafía (Giles *et al.* 2011), los trabajos se centraron en las cuadrículas K-16, K-17 y K-18, donde la concentración de bloques era mayor. En este caso, la recuperación consistía en la individualización de bloques respecto al sedimento suelto y su posicionamiento dentro del contexto general de las cuadrículas. Para esta toma de referencia se inventariaron los bloques utilizando como criterios: la cuadrícula de pertenencia, el contexto sedimentario y el número de registro sobre el total de bloques recuperados (fig. 3, a). Una vez extraídos e inventariados, se procedió a su embalaje para protegerlos durante su transporte al Museo de Villamartín, donde se llevaría a cabo el procesamiento de la brecha. Todo el sedimento suelto obtenido en la excavación fue lavado y tamizado con mallas de 2 y 0,5 mm. El material cribado resultante fue recogido, triado y catalogado según taxones (López-García *et al.* 2012).

### **Fase 2. Trabajo de laboratorio**

Una vez llegado el material al laboratorio, el principal problema era encontrar una fórmula que permitiese la reducción de los bloques sin dañar el registro paleontológico. Descartamos la aplicación directa de



Figura 3. Proceso completo de tratamiento de los bloques: a) estado inicial del bloque en el yacimiento; b) reducción del bloque mediante baños de ácido y de recuperación de carbonatos; c) bloque reducido tras el tratamiento químico; d) extracción de los restos óseos mediante empleo de miniamoladoras eléctricas y micropercutores; e) uso de cubeta de ultrasonidos para registro con fines museográficos; f) ejemplo de epífisis tras todo el proceso de tratamiento.

técnicas micropercutoras o giratorio-abrasivas, ya que de partida la dureza de la matriz y dimensiones del ma-

terial imposibilitaban su trabajo. Además, al estar integrados en los bloques cantos y otros clastos de roca ca-

Tabla 1. Relación de especies recuperadas en El Chaparral.

Anfibios	Escamosos
<i>Salamandra salamandra</i> (Salamandra común) <i>Discoglossus</i> sp. (Sapillo pintojo sp.) <i>Pelodytes</i> sp. (Sapillo moteado sp.) <i>Bufo bufo</i> (Sapo común) <i>Bufo calamita</i> (Sapo corredor)	<i>Blanus cinerus</i> (Culebrilla ciega) <i>Lacertidae</i> indet. <i>Coronella girondica</i> (Culebra lisa meridional) <i>Malpolon monspessulanus</i> (Culebra bastarda) <i>Vipera latasti</i> (Víbora hocicuda)
Ungulados	Insectívoros y quirópteros
<i>Equus</i> cf. <i>Suessenbornensis</i> (Caballo cf. de Süssenborn) <i>Stephanorhinus etruscus</i> (Rinoceronte etrusco) <i>Bison</i> sp. (Bisonte sp.) Cf. <i>Hemitragus bonali</i> <i>Capreolus</i> sp. (Corzo sp.) <i>Dama</i> cf. <i>Vallonetensis</i> (Gamo cf. de Vallonet)	<i>Erinaceus</i> sp. (Erizo sp.) <i>Talpa</i> sp. (Topo sp.) <i>Crocivura</i> sp. (Musaraña sp.) <i>Sorex</i> sp. (Musaraña enana sp.) <i>Asoriculus gibberodon</i> <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Murciélago grande herradura)
Carnívoros	Roedores
<i>Puma pardoides</i> ssp. <i>Vulpes</i> cf. <i>Praeglacialis</i> <i>Canis</i> cf. <i>Mosbachensis</i> (Lobo cf. de Mosbach)	<i>Sciurus</i> sp. (Ardilla sp.) <i>Hystrix</i> sp. (Puerco espín sp.) <i>Apodemus</i> sp. (Ratón de campo sp.) <i>Pliomys episcopalís</i> <i>Allophaiomys lavocati</i> <i>Victoriamys chalinei</i> <i>Iberomys huescarensis</i> <i>Microtus (Terricola)</i> cf. <i>Arvalidens</i>

liza, era necesario extraer primero dichos cantos. De la misma manera, se descartó el uso de productos químicos de alta abrasividad ya que, si bien los resultados serían rápidos e intensos, los efectos sobre los huesos serían excesivamente destructivos.

Dada esta problemática, se plantearon cuatro procesos de tratamiento (fig. 3, b, c, d, e). En primer lugar, es necesaria la división de la brecha en porciones pequeñas fáciles de trabajar. Para esta primera fase se aplicó un baño químico de baja abrasividad, consistente en una solución de ácido acético o etanoico,  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) (en una presentación comercial de ácido acético glacial al 99 %, E-260), al 10 % rebajado con un 90 % de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (fig. 3, b). Dicho baño se prolonga durante 24-48 horas en función de las dimensiones del bloque a reducir. Tras este baño, se consigue en la mayoría de los casos una reducción superior al 80 % de la masa brechificada. Es necesario apuntar que en el proceso de manipulación de estos productos químicos se empleó un protocolo de seguridad con uso de guantes de PVC, gafas y mascarilla protectora para evitar daños oculares-respiratorios.

Debido al uso de sustancias químicas en esta fase inicial, los huesos pierden una parte de su composición de calcio, lo cual hace necesario someter el material a

una segunda fase de restitución del porcentaje de calcio inicial. Esto se lleva a cabo sumergiendo de nuevo los bloques en un baño de bicarbonato cálcico,  $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$ , que respetase las mismas proporciones del baño anterior, esto es, 10 % de bicarbonato cálcico y 90 % de agua. De nuevo, el baño se mantiene durante 24-48 horas según la volumetría del material tratado. Tras haber pasado por los dos baños, los bloques eran sacados de las cubetas y dispuestos en bandejas para pasar al laboratorio (fig. 3, c).

Antes de trabajar sobre los bloques reducidos, y protegidos nuevamente con mascarilla y gafas, el líquido resultante de los baños se pasa por un tamiz de 0,5 mm. Con este proceso se consiguen recuperar los huesos de tamaño milimétrico desprendidos de los bloques. Posteriormente, todos los restos de microfauna y esquirlas se depositan en bolsas individualizadas, inventariadas según su cuadrícula y contexto sedimentario.

La parte final del trabajo se centra en los bloques resultantes de los lavados. Para comenzar, se empleó un martillo de precisión y cincel de punta fina para retirar los pequeños cantos calizos y espeleotemas que aún pudieran quedar adheridos al sedimento. A continuación, se usaron micropercutores (*Chicago Pneumatic CP936*) y miniamoladoras eléctricas (*Dremel 200*)



Figura 4. a) Epífisis de *Equus suessenbornensis*. b) Fragmento de mandíbula de *Hemitragus bonali*.

para un trabajo más preciso sobre la arcilla ya debilitada (fig. 3, d). De esta manera, se reduce el volumen de

los bloques y los restos óseos afloran entre la brecha así eliminada. Cabe destacar en todo este proceso el uso

complementario de una cubeta de ultrasonidos (*P-Selecta Ultrasons*) para conseguir resultados óptimos en piezas con fines museográficos (fig. 3, e). De esta forma, se va recuperando la totalidad del registro óseo paleontológico contenido en los bloques, culminando el proceso con el almacenamiento del material previamente inventariado en bolsas de polietileno con cierre hermético (fig. 3, f).

## EL REGISTRO FÓSIL-PALEONTOLÓGICO

El registro arqueológico recuperado está constituido en su totalidad por restos de tipo paleontológico (fig. 4), careciendo hasta el momento de evidencias humanas tanto a nivel de registro como de indicios tafonómicos de acción antrópica. El estudio interdisciplinar ha permitido la identificación de restos óseos de todos los segmentos anatómicos, pertenecientes a una gran diversidad de taxones repartidos entre macrofauna (Azzaroli 1990; Spassov 1997; Van der Made 2005) y microfauna de roedores, anfibios y escamosos (Giles *et al.* 2011; López-García *et al.* 2012), cuya relación se adjunta en la tabla 1.

Los análisis paleontológicos arrojan importantes datos sobre el clima y la cronología del registro. Los datos más interesantes proceden de la valoración cronológica. El análisis de la macrofauna y la microfauna sugiere cronologías entre los 2 y los 0,99 Ma, aunque esta horquilla temporal ha podido ser precisada gracias al registro de los pequeños vertebrados. En este sentido, la combinación de roedores y anfibios ha delimitado la datación entre 1-1,2 Ma (López-García *et al.* 2012). Por tanto, El Chaparral aporta a la secuencia paleontológica regional un registro muy completo de la fauna del Pleistoceno Inferior.

En lo referente al marco climático, toda la fauna concreta la existencia de un entorno caracterizado por altas temperaturas y fuerte humedad. Estas condiciones climáticas parcialmente favorables nos llevan a pensar en El Chaparral como un refugio biológico ante los enfriamientos climáticos que se desarrollan en parte de Eurasia durante el Pleistoceno Inferior. Este contexto climático está en sintonía con otros registros de la península ibérica como Sima del Elefante, en Ibeas de Juarros, Burgos (Cuenca-Bescós y García 2007); Barranco León y Fuente Nueva 3, en Orce, Granada; o Quibas, en Abanilla, Murcia (Calero *et al.* 2006; Mancheño *et al.* 2009; Montoya *et al.* 2001).

## CONCLUSIONES

Como hemos apuntado a lo largo de este trabajo, la excavación del yacimiento pleistoceno de El Chaparral estuvo marcada por una serie de condicionantes karsológicos y sedimentológicos que limitaron el uso de la metodología arqueológica convencional. En este sentido, la cementación de la práctica totalidad del sedimento matriz obligó a desarrollar una estrategia de excavación que permitiese la recuperación contextualizada de los bloques y su posterior reducción de forma controlada e inocua para los materiales óseos.

En lo referido a la recuperación de los bloques, se trazaron cuadrículas de 1 m<sup>2</sup> en las que se definieron diversos estratos naturales, en base a los cuales se procedió a la extracción de los bloques siguiendo un inventario exhaustivo. Tras su extracción, se redujeron en laboratorio mediante la aplicación de baños con productos químicos poco abrasivos (ácido acético o etanoico y reintegración del carbonato de calcio), resultando bloques de menor tamaño susceptibles de ser tratados mediante el empleo de micropercutores y amoladoras eléctricas para la recuperación de una tasa mayor de registro óseo que el esperado con la aplicación de una metodología clásica.

El resultado fue la extracción total de los restos óseos, incluso la de aquellos pertenecientes al grupo de la microfauna, minimizando las posibles pérdidas por fractura o alteraciones. La aplicación en laboratorio de esta metodología ha puesto a disposición de los especialistas un registro de evidencias de mayor calidad que el procedimiento estándar de recuperación. Gracias al análisis interdisciplinar del conjunto paleontológico recuperado, se puede afirmar que hasta la fecha se trata del yacimiento más antiguo en medios kársticos de todo el Suroeste peninsular, con unas cronologías que oscilan entre 1-1,2 Ma.

## Agradecimientos

El procesamiento de laboratorio en el Museo Histórico Municipal de Villamartín ha sido efectuado gracias a la aportación de equipamiento técnico del Grupo PAI-HUM 440 y de la Unidad de Geoarqueología y Arqueometría Aplicadas al Patrimonio Histórico-Artístico y Monumental (UGEA-PHAM) del Departamento de Ciencias de la Tierra, ambos de la Universidad de Cádiz. El presente trabajo no hubiese sido posible sin Diego Mendoza López, del Grupo de Montaña Alta Ruta, al que debemos el descubrimiento del

yacimiento. De igual modo, agradecemos el apoyo de Lorenzo Perdigones, exarqueólogo de la Delegación Territorial de la Junta de Andalucía en Cádiz, por la ayuda prestada durante las tareas de campo. La sistemática paleontológica y el análisis tafonómico se debe a Hugues-Alexandre Blain, Isabel Cáceres, Gloria Cuenca-Bescós, Nuria García, Juan Manuel López-García y Jan van der Made, especialistas reunidos en torno al estudio de El Chaparral. Agradecemos los comentarios al manuscrito realizados por los doctores Eduardo Vijande Vila, de la Universidad de Cádiz, y Antonio M. Sáez Romero, de la Universidad de Sevilla, así como las apreciaciones de los evaluadores anónimos que indudablemente han mejorado el resultado final.

### Sobre los autores

DIEGO SALVADOR FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ<sup>1</sup> es doctorando en Historia y Arqueología Marítimas por la Universidad de Cádiz. Sus principales líneas de investigación se centran en el estudio de sociedades cazadoras-recolectoras prehistóricas en el marco del sur de la península ibérica, fundamentalmente en lo que respecta al conocimiento de las manifestaciones gráficas de dichas sociedades. Actualmente pertenece al grupo de investigación PAI-HUM 440.

ADOLFO MORENO-MÁRQUEZ<sup>2</sup> es Doctor en Historia y Arqueología Marítimas por la Universidad de Cádiz (2017), especializado en bioarqueología (Máster en Antropología Física y Forense por la Universidad de Granada, 2014) y en poblaciones antiguas a través de los restos óseos. Actualmente pertenece al grupo de investigación PAI-HUM 440.

JOSÉ MARÍA GUTIÉRREZ LÓPEZ,<sup>3</sup> arqueólogo formado en la Universidad de Cádiz, es Director del Museo Histórico Municipal de Villamartín (Cádiz, España) e investigador del PAI-HUM 440, Universidad de Cádiz. Sus principales líneas de investigación son las sociedades de cazadores-recolectores, la tecnología lítica y el megalitismo.

FRANCISCO GILES PACHECO,<sup>4</sup> arqueólogo y director de la intervención arqueológica en El Chaparral, es el creador del Museo Arqueológico Municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz, España) y director-conservador de la institución hasta su jubilación. También es codirector del Gibraltar Caves Project, que estudia la presencia de neandertales en las cavidades de Gibraltar.

<sup>1</sup> diego.fernandezsanchezuca@gmail.com.

<sup>2</sup> adolfomorenomarquez@gmail.com.

<sup>3</sup> museomunicipal@villamartin.es.

<sup>4</sup> pacogiles@hotmail.es.

### BIBLIOGRAFÍA

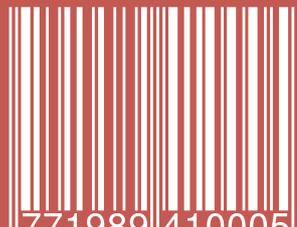
- AZZAROLI, A. 1990. The genus *Equus* in Europe. En *European Neogene Mammal Chronology*, eds. E. H. Lindsay, V. Fahlbusch y P. Mein, pp. 339-356. Nueva York.
- BLUMENSCHINE, R. J., C. W. MAREAN, S. D. CAPALDO. 1996. Blind Tests of Inter-analyst Correspondence and Accuracy in the identification of Cut Marks, Percussion Marks, and Carnivore Tooth Marks on Bone Surfaces. *Journal of Archaeological Science* 23/4: 493-507.
- CALERO, J. A. C., P. MONTOYA, M. A. MANCHEÑO, J. MORALES. 2006. Presencia de *Vulpes praeglacialis* (Kormos, 1932) en el yacimiento pleistoceno de la Sierra de Quibas (Abanilla, Murcia). *Estudios Geológicos* 62/1: 395-400.
- CUENCA-BESCÓS, G., N. GARCÍA. 2007. Biostratigraphic succession of the Early and Middle Pleistocene mammal faunas of the Atapuerca cave sites (Burgos, Spain). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 259: 99-110.
- DELANNOY, J. J., F. DÍAZ DEL OLMO. 1986. La Serranía de Grazalema (Málaga-Cádiz). En *Karst et Cavités d'Andalousie. Karstologia Mémoires*, eds. J. J. Delannoy y R. Lhénaff, pp. 54-70. Nimes.
- DOMÍNGUEZ-BELLA, S., J. RAMOS, D. BERNAL, E. VIJANDE, J. J. CANTILLO, A. CABRAL, M. PÉREZ, A. BARRENA. 2012. Excavating in breccia: new methods developed at the Benzú rockshelter. *Antiquity* 86: 1167-1178.
- GILES, F., A. SANTIAGO, J. M. GUTIÉRREZ, J. M. LÓPEZ-GARCÍA, H. A. BLAIN, G. CUENCA-BESCÓS, J. VAN DER MADE, I. CÁCERES, N. GARCÍA. 2011. The Early Pleistocene paleontological site in the Sierra del Chaparral (Villaluenga del Rosario, Cádiz, Southwestern Spain). *Quaternary International* 243/1: 92-104.
- LAPLACE, G. 1971. De l'application des coordonnées cartésiennes à la fouille stratigraphique. *Munibe* 23/2-3: 223-236.
- LHÉNAFF, R. 1981. *Recherches géomorphologiques sur les cordillères bétiques centro-occidentales, Espagne*. Thèse de doctorat. Lille.
- LÓPEZ-GARCÍA, J. M., G. CUENCA-BESCÓS, H. A. BLAIN, I. CÁCERES, N. GARCÍA, J. VAN DER MADE, J. M. GUTIÉRREZ, A. SANTIAGO, F. GILES-PACHECO. 2012. Biochronological data inferred from the Early Pleistocene Arvicolinae (Mammalia, Rodentia) of the El Chaparral Site (Sierra del Chaparral, Cádiz, Southwestern Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology* 32/5: 1149-1156.
- MANCHEÑO, M. A., J. AGUSTÍ, H. A. BLAIN, C. LAPLANA, P. SEVILLA. 2009. The small vertebrate association from Quibas (Murcia, Spain) and the environmental context of the early human dispersal in Western Europe. *Journal of Vertebrate Paleontology* 29/Supplement 1: 141A.

- MONTILLA JIMÉNEZ, E. 2015. Técnicas alternativas de conservación y restauración aplicadas en material paleontológico procedente de yacimientos del Pleistoceno Medio. Ensayos de aplicación en los yacimientos de Cueva del Ángel, Lucena (Córdoba). *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social* 17: 93-103.
- MONTOYA, P., M. T. ALBERDI, L. J. BARBADILLO, M. P. FUMANAL, J. VAN DER MADE, J. MORALES, X. MURELAGA, E. PEÑALVER, F. ROBLES, A. RUIZ-BUSTOS, A. SÁNCHEZ, B. SANCHIZ, D. SORIA, Z. SZYNDLAR. 2001. Une faune très diversifiée du Pléistocène inférieur de la Sierra de Quibas (province de Murcia, Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Series IIA, Earth and Planetary Science* 332/6: 387-393.
- PEDROCHE, A., D. MENDOZA. 1992. *Estudio descriptivo de cavidades kársticas de la Manga de Villaluenga (Cádiz)*. Jerez de la Frontera: AEQUA-GAC, Junta de Andalucía.
- SPASSOV, N. 1997. Villafranchian succession of mammalian megafauna from Bulgaria and the biozonation of South-East Europe. En *BiochronM'97*, eds. J. P. Aguilar, S. Legendre y J. Michaux, pp. 669-676. Montpellier.
- VAN DER MADE, J. 2005. La fauna del Pleistoceno europeo. En *Homínidos: las primeras ocupaciones de los continentes*, ed. E. Carbonell, pp. 394-432. Madrid.

ACABÓSE DE IMPRIMIR  
LA 36.<sup>a</sup> EDICIÓN DE LA REVISTA  
*ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA*  
EL DÍA 31 DE DICIEMBRE DEL AÑO 2017  
EN EL LABORATORIO DE ARQUEOLOGÍA TEÓRICA,  
GRAUS, ESPAÑA.



ISSN 1989-4104



9 771989 410005



36