

ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA

VOLUMEN 35 • SEPTIEMBRE 2017 • AÑO IX • ISSN 1989-4104



Reconstrucciones virtuales del patrimonio arqueológico. El espacio convivial de la villa romana de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). *Virtual Reconstructions of Archaeological Heritage. The Convivial Space of the Roman Villa of El Saucedo, Talavera la Nueva, Toledo* (pp. 3-9).

Evaluación del patrimonio arqueológico en la costa del lago Fagnano, Parque Nacional Tierra del Fuego, Argentina. *Assessment of the Archaeological Heritage on the Coast of Lake Fagnano, Tierra del Fuego National Park, Argentina* (pp. 10-15).

Las tablillas en la cultura Bolaños y su probable función. *Tablets in the Bolaños Culture and their Probable Function* (pp. 16-22).

Coercivity and Vector Magnetization Analysis of Obsidian Samples from the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Coercitividad y análisis de magnetización vectorial de muestras de obsidianas de la faja volcánica transmexicana* (pp. 23-28).

Aportes a la cronología absoluta de la estancia jesuítica de Alta Gracia (Córdoba, Argentina): estudio arqueomagnético de la baldosa de la parroquia Nuestra Señora de la Merced. *Contributions to the Absolute Chronology of the Jesuit Mission of Alta Gracia (Cordoba, Argentina): An Archaeomagnetic Study of a Tile from the Parish of Nuestra Señora de la Merced* (pp. 29-36).

A Peer-Reviewed Open Access Journal of World Archaeology

<http://www.laiesken.net/arqueologia/> - <http://purl.org/aia>

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea in Graus, Spain

© De esta edición, Pascual Izquierdo Egea, 2017. Licencia/License CC BY 3.0 ES.

Correo/Mail: <http://purl.org/aia/info>. Impresa en España/Printed in Spain.

ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA

VOLUMEN 35 • SEPTIEMBRE 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), Kirby E. Farah (University of California, Riverside, 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.^a 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.^a Teresa Cabrero García (UNAM, MX), Prof.^a Dra. M.^a Cruz Cardete del Olmo (Univ. Complutense de Madrid, ES), Prof. Dr. Pedro A. Carretero (Univ. Nacional de Chimborazo, EC), Prof.^a Dra. Teresa Chapa Brunet (Univ. Complutense de Madrid, ES), 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.^a 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.^a Dra. María Lazarich González (Univ. de Cádiz, ES), Dr. Jesús Carlos Lazcano Arce (UNAM, MX), Dr. Alexandra Legrand-Pineau (Maison René-Ginouès 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.^a Dra. Vera Tiesler (Univ. Autónoma de Yucatán, MX), Prof.^a 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), LATINDEX, 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. Licencia (*License*) *Creative Commons Reconocimiento/Attribution 3.0 España/Spain (CC BY 3.0 ES).* Impresa en España. *Printed in Spain.*

RESEARCH ADVANCE

RECONSTRUCCIONES VIRTUALES DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO. EL ESPACIO CONVIVAL DE LA VILLA ROMANA DE EL SAUCEDO (TALAVERA LA NUEVA, TOLEDO)

Virtual Reconstructions of Archaeological Heritage. The Convivial Space of the Roman Villa of El Saucedo, Talavera la Nueva, Toledo

Gonzalo García Vegas, Raquel Castelo Ruano, Ana María López Pérez

UAM, España¹

RESUMEN. *A través de la documentación obtenida en las diversas campañas de excavaciones sistemáticas, los paralelos arqueológicos existentes y los análisis realizados de manera interdisciplinar, presentamos la reconstrucción virtual del espacio convivial documentado en la villa romana de El Saucedo, villa sobre la que ya publicamos en esta misma revista un avance de investigación acerca del análisis arqueométrico de las teselas procedentes de los pavimentos musivarios del espacio convivial. Con el objetivo de ambientar las estancias y poder reconocer fácilmente su funcionalidad, se han modelado y colocado diferentes elementos muebles: stibadium, lecti, mensae, lampadaria, lucernas de pie, cerámicas y vidrios.*

PALABRAS CLAVE: villa, Bajo Imperio, espacio convivial, reconstrucción virtual.

ABSTRACT. *Based on evidence obtained through diverse systematic excavation campaigns, interdisciplinary and comparative analysis, we present a virtual reconstruction of the convivial space of the Roman villa of El Saucedo. This is a follow-up to research we already published in this journal concerning advances in the archaeometrical analysis of the floor tiles of convivial space. With the objective of decorating the rooms, so that the viewer may easily recognize their function, several pieces of furniture have been included in the models. These include: lecti, mensae, lampadaria, standing lucernes, ceramics and glass.*

KEYWORDS: Villa, Lower Empire, Convivial space, Virtual reconstruction.

INTRODUCCIÓN

La virtualización del patrimonio tiene como objetivo mejorar cualitativamente el desarrollo y resultado de las actividades y trabajos relacionados con diferentes procesos de investigación, documentación, interpretación y difusión de aquellos bienes que se presten a su estudio. Según los Principios de Sevilla, la reconstrucción virtual *comprende el intento de recuperación visual, a partir de un modelo virtual, en un momento determinado de una construcción u objeto fabricado por el ser humano en el pasado a partir de las evidencias físicas existentes sobre dicha construcción u objeto, las inferencias comparativas científicamente razonables y en general todos los estudios llevados a cabo por los arqueólogos y demás expertos vinculados con el patrimonio arqueológico y la ciencia histórica.* Para dotar de rigurosidad a esta disciplina, es necesario, por tanto, establecer una serie de criterios de intervención: interdisciplinariedad, finalidad, complementariedad, autenticidad, rigor, eficiencia, transparencia científica y formación. La reconstrucción virtual del espacio convivial constituye un paso más dentro de la gran variedad de técnicas y herramientas que se pueden emplear para la puesta en valor de la villa. El desarrollo de infografías y de modelos fotogramétricos, junto con otras herramientas y técnicas como la realidad aumentada o virtual, facilitan su comprensión y son un foco de atracción para los visitantes. Además, su uso también hace posible la restauración o restitución de algunos elementos sin alterar físicamente el estado del material.

Recibido: 16-6-2017. Aceptado: 30-6-2017. Publicado: 7-7-2017.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para acometer la reconstrucción virtual del espacio convivial se resume así:

1. Búsqueda de información arqueológica. Sin un minucioso proceso de investigación, el trabajo solo tendría un interés meramente estético, cuando el objetivo es plasmar de la manera más rigurosa posible las hipótesis reconstructivas.

2. Realización de la planimetría 2D en *Autocad*® obtenida a través del trabajo de campo.

3. Exportación del modelo vectorial al *software Blender*.

4. “Extrusión” de las caras para la creación del modelo tridimensional.

5. Modelado de aquellos objetos, piezas o zonas que no aparecen en la planimetría, y de las cuales se han encontrado restos, o deberían formar parte de los elementos funcionales del espacio.

6. Texturizado de los modelos mediante imágenes o por algoritmos matemáticos (texturas *procedurales*) que permiten emular las propiedades y el comportamiento físico de un material según el contexto en el que se encuentre.

7. Iluminación: imprescindible para la creación de un modelo realista.

8. *Renderizado* de la escena. Se trata de tomar una instantánea virtual de lo que queremos mostrar.

9. Posproceso del *render*. Mediante programas de diseño gráfico o edición de imágenes como *Adobe Photoshop*® con el fin de mejorar factores como saturación o brillo.

La mejora de las herramientas de trabajo no ha sido la única evolución de la Arqueología Virtual: al igual que en una excavación arqueológica es necesario mostrar y documentar todo el proceso realizado, con la finalidad de tener las pruebas necesarias que demuestren la veracidad del trabajo y den credibilidad a una hipótesis realizada a partir de lo estudiado, en la virtualización del patrimonio es necesario que se pueda contras-

tar y verificar la labor de reconstrucción virtual mediante una serie de herramientas de documentación que hagan el trabajo lo más científico posible. Por esta razón, a día de hoy se están llevando a cabo una serie de proyectos (algunos de ellos desde la óptica del ejercicio colectivo), que pretenden hacer más transparente y riguroso el trabajo de reconstrucción virtual. Se busca determinar la escala de evidencia histórico-arqueológica en las reconstrucciones virtuales, de tal manera que, además de mostrar el modelo estéticamente apropiado según las hipótesis seguidas, se realizará otro basado en diferentes colores según sea el grado de evidencia, explicando el valor de cada tonalidad.

RECONSTRUCCIÓN DEL ESPACIO CONVIVIAL

El espacio convivial de la *villa* de El Saucedo formó un cuerpo escénico al servicio del fasto del *dominus* y su familia. Como ya indicamos en estudios anteriores, este ámbito se compuso de cuatro estancias que dieron cabida a un mínimo de 27 comensales (fig. 1).

Dado que no disponemos de la decoración y cromatismo de todas las estructuras que conforman el espacio convivial, se ha optado por utilizar una serie de texturas neutras para cubrir las zonas medias y altas de las paredes exteriores e internas del espacio sobre las que no tenemos información. El mismo recurso se ha utilizado para pavimentar aquellos suelos de los que no tenemos datos sobre su composición original, y para marcar aquellos espacios aledaños al conjunto convivial que no hemos representado por no ser objeto de este trabajo de reconstrucción virtual.

Las imágenes exteriores. Para representar el aspecto exterior del espacio convivial se han tenido en cuenta los siguientes datos. A) zócalo, conservado *in situ* y decorado con un enlucido que cubre las juntas de las piedras de mampostería y sobre el cual se aplicó una capa de pintura de color blanco y una línea negra que reproduce la forma de los mampuestos utilizados en su aparejo. Por encima de esta secuencia, se pintó una franja de color rojo que marcaría el inicio del alzado de los paramentos. B) Para la altura del espacio, nos hemos basado en la obra de Vitrubio (*Los Diez Libros de Arquitectura*) que nos dice: *La longitud de los triclinios será dupla de su latitud. La altura en general de salones y salas oblongas se hará sumando la longitud y la latitud, y dando a la altura la mitad de la suma; pero siendo cuadrados se dará a la altura ancho y medio.* Por tanto, hemos res-

¹ Este artículo ha sido realizado en el marco del proyecto *Las villae bajoimperiales. Nuevos escenarios de la aristocracia. Análisis arqueométrico del espacio convivial. Anastilosis virtual (Fase II)*. Estudios de Territorio y Dominio (Fase I). Proyectos de Investigación del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de Castilla-La Mancha para el año 2015 de la Orden de junio de 2015 de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Se enmarca en la línea de investigación *Arqueología de la arquitectura y de la construcción en Hispania romana (Bética y Lusitania)* englobada en la Unidad Asociada ANTA/CSIC-UAM.



Figura 1. Planimetría de la villa de El Saucedo. Se resalta en color amarillo el espacio convivial.
© Proyecto de investigación El Saucedo.



Figura 2. Reconstrucción virtual del exterior del espacio convivial. Dibujo: Gonzalo García Vegas.
© Proyecto de investigación El Saucedo.

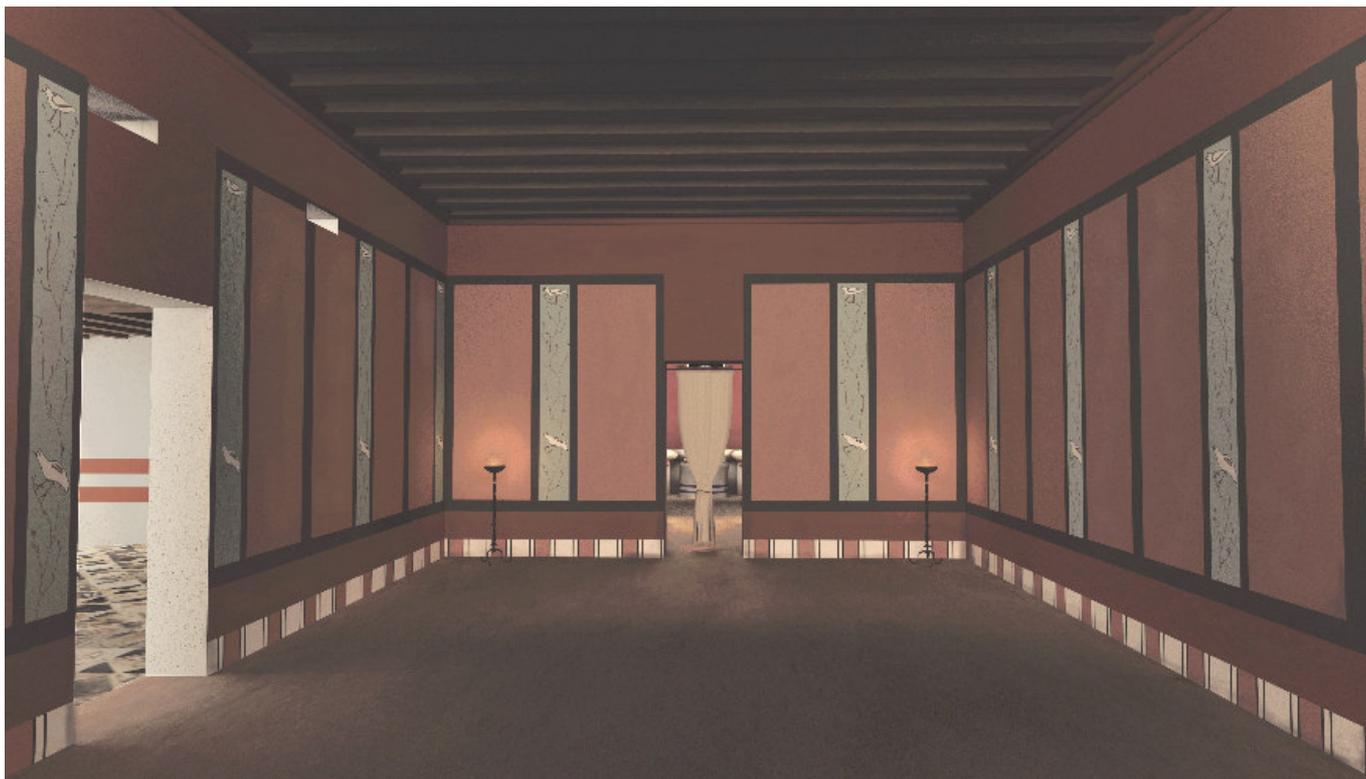


Figura 3. Reconstrucción virtual de la antesala del *triclinium* con *stibadium* (habitación n.º 14).
Dibujo: Gonzalo García Vegas. © Proyecto de investigación El Saucedo.



Figura 4. Reconstrucción virtual del *triclinium* con *stibadium* (habitación n.º 21).
Dibujo: Gonzalo García Vegas. © Proyecto de investigación El Saucedo.

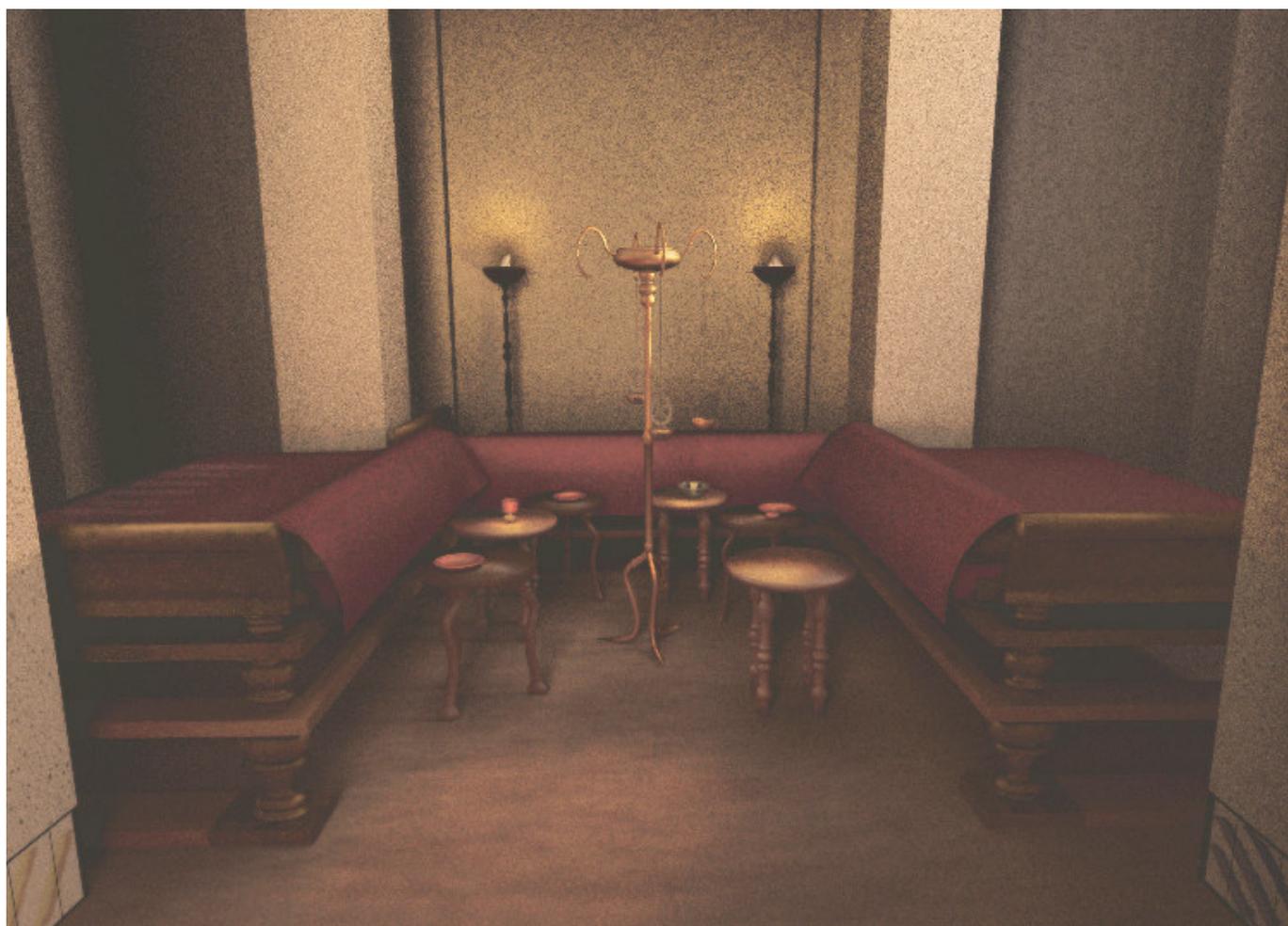


Figura 5. Reconstrucción virtual de la habitación n.º 13. Dibujo: Gonzalo García Vegas.
© Proyecto de investigación El Saucedo.

tituido una altura del complejo convivial cercana a los 11 metros. C) Para la restitución de las ventanas nos hemos basado en los hallazgos de varios fragmentos de aspas o cruces de San Andrés, elementos que se acoplaban a las rejas (*clatri*) por medio de un remache, un tipo de reja muy común en el Imperio romano. D) Hemos reconstruido las cubiertas basándonos en paralelos y en la observación de la arquitectura tradicional, así como en los restos obtenidos en el proceso de excavación: vigas de madera de pino y abundantes clavos de diversa tipología para sujetar los pares, tirantes, listones y tejas. Creemos que, debido a la gran altura del edificio, es muy posible que tras las bajocubiertas (formadas por vigas horizontales y tablones de madera), hubiese una cámara intermedia. E) En el jardín que circundaría el edificio convivial se han representado algunas de las especies que fueron cultivadas en los *horti* romanos: albahaca, amapolas, jazmín, lavanda, orégano, narcisos, tomillos, violetas y rosales. También en-

contramos setos de boj, enredaderas y chopos (fig. 2) (Castelo Ruano *et al.* 2012-2013: 173-232).

Las imágenes interiores. La reconstrucción virtual de la estancia denominada antesala del *triclinium* con *stibadium* (habitación n.º 14) se ha realizado a partir de la conservación *in situ* de la pintura mural del zócalo, que simularía placas de mármol a base de paneles blancos e interpaneles rojos delimitados por líneas negras en vertical. Para la reconstrucción de la zona media y superior de las paredes, nos hemos basado en los numerosos fragmentos de pintura mural recuperados a lo largo de los trabajos de excavación, que nos permiten plantear la hipótesis de una decoración realizada a base de interpaneles en fondo azul, con motivos zoomorfos (palomas) y vegetales, así como por paneles rojos con marco negro y una zona superior rematada con molduras estucadas en rojo (fig. 3). La estancia interpretada como *triclinium* con *stibadium* (habitación n.º 21) presentó un programa decorativo parietal organizado,

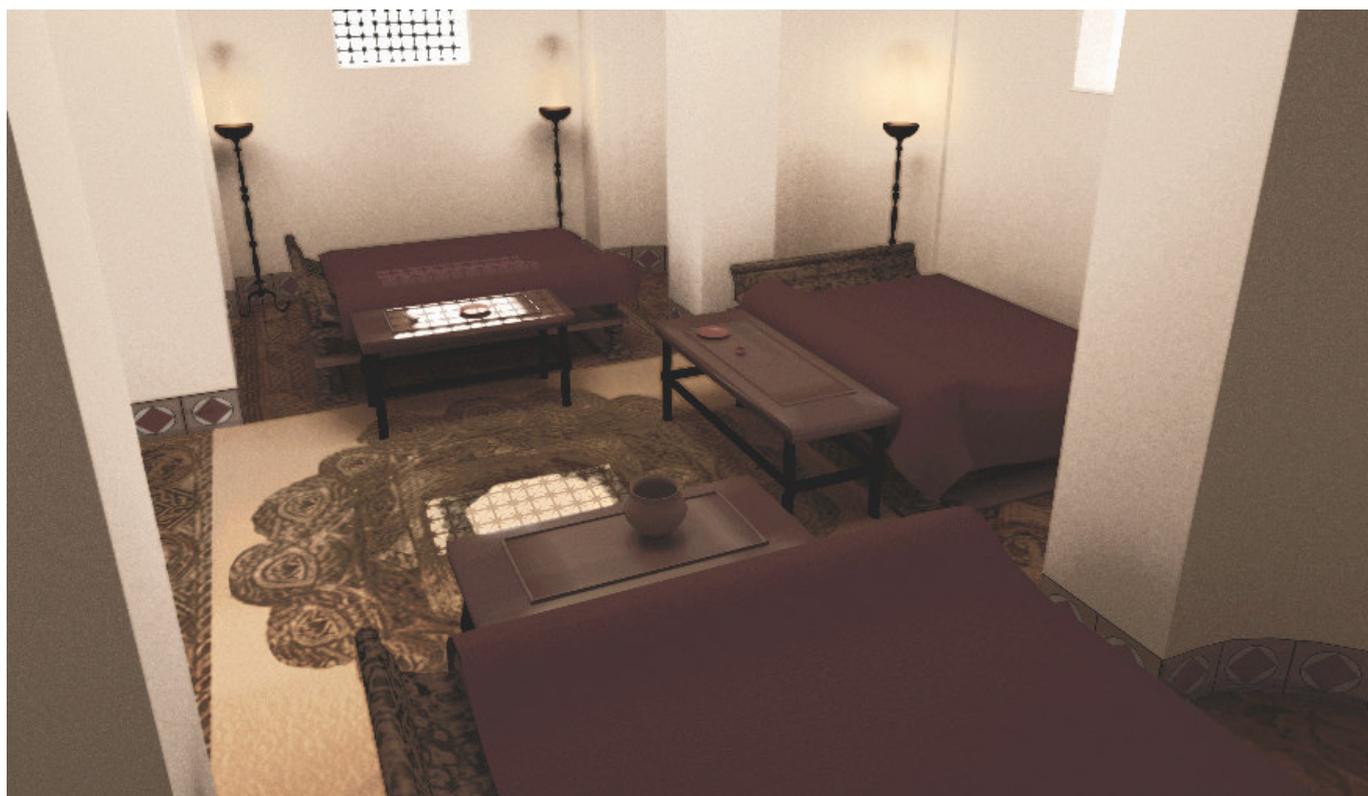


Figura 6. Reconstrucción virtual de la habitación n.º 15. Dibujo: Gonzalo García Vegas.
© Proyecto de investigación El Saucedo.

una vez más, según un esquema tripartito. Se documentaron dos decoraciones diferentes en los zócalos; el ábside, donde estaría el *stibadium*, es de color negro salpicado por un moteado rojo irregular. En el resto de la estancia, el zócalo se decora a base de casetones de color blanco, trazados con una línea negra, sobre un fondo rojo. La zona media presentaría pinturas murales integradas por paneles anchos con predominio del color granate, e interpaneles estrechos en los que se han figurado motivos florales realizados en blanco sobre fondo granate, quizás en sucesión vertical. Esta decoración pictórica se alternó con pilastras de estuco moldurado rematadas por capiteles de orden corintio, pilastras que pudieron estar dispuestas bien a lo largo de toda la pared o tan solo en las esquinas; dichas pilastras se han podido restituir a partir del hallazgo de varios fragmentos de hojas de acanto que formarían parte de los capiteles. En la zona superior se dispuso una sucesión de estucos moldurados que han permitido restituir un entablamento de orden jónico (fig. 4) (Castelo Ruano *et al.* 2015: 145-160). La restitución del programa decorativo de la denominada habitación n.º 13, la hemos realizado a través del hallazgo *in situ* de la decoración pictórica conservada en el zócalo del muro

de cierre norte (aunque sin lugar a dudas debió extenderse por el resto de la habitación), en donde se imitan placas de mármol veteado. Respecto a la habitación n.º 15, esta se encuentra muy arrasada, apenas conserva el alzado de sus muros, que debieron de estar decorados con pinturas murales ya que, si bien no se conservan *in situ*, sí se han recogido numerosos fragmentos. Como en el resto de habitaciones, se empleó gran variedad de colores; aunque es difícil identificar los motivos por el estado fragmentario de los restos, hemos podido identificar la figuración de *crustae*, que muy probablemente debieron de formar parte del zócalo. La estancia estuvo pavimentada con *opus tessellatum*. Para la representación del mosaico se llevó a cabo un proceso de anastilosis, restauración y reconstrucción virtual 2D, pues el mosaico fue sacado a la luz en el transcurso de las intervenciones realizadas por técnicos del Museo de Santa Cruz en el año 1982 y tan solo contábamos con un croquis realizado en el momento de su extracción, momento en el que fue fragmentado, colocado sobre soportes de cemento y depositado en el Museo de Santa Cruz (Toledo) (fig. 6).

Para la reconstrucción ambiental, hemos propuesto que la separación entre los distintos ámbitos y come-

dores se realizara a través de cortinajes; para su modelado se han tomado como ejemplo los cortinajes representados en los mosaicos de San Apolinar el Nuevo (Rávena). En las diferentes salas que configuraron el espacio convivial se han representado algunas piezas del mobiliario. Para ello nos hemos basado en hallazgos realizados tanto en el yacimiento como procedentes de otros contextos arqueológicos de igual cronología (III-IV d. C.), así como en paralelos iconográficos: *stibadium*, ubicado en la estancia n.º 21 correspondiente a la posición del *dominus* y de los huéspedes más selectos; *lecti* ubicados en las estancias 13 y 15 dispuestos en cada uno de los espacios biabsidados, a excepción, lógicamente, del espacio que se sitúa en la puerta de entrada (desde la habitación 21). Con esta distribución se aseguraba la disposición en «U» y el espacio central sería usado por los sirvientes encargados de servir la comida y el vino a los comensales, llevar cuencos de agua para que pudieran lavarse las manos y cuidar que las lámparas estuvieran encendidas durante las celebraciones, además de proporcionar un espacio adecuado para amenizar los banquetes mediante actuaciones de músicos y danzarines. Ambos tipos de lechos (*stibadia* y *lecti*) debieron de estar cubiertos por telas de diferentes texturas. Para completar la ambientación de las estancias que nos ocupan, se han reproducido otros elementos muebles, como *mensae* (circulares y rectangulares), *lampadaria*, lucernas de pie, así como parte de la vajilla de mesa constituida por cerámicas y vidrios (figs. 3-6).

Sobre los autores

RAQUEL CASTELO RUANO (raquel.castelo@uam.es) es Profesora Titular de Arqueología en la Universidad Autónoma de Madrid y Secretaria del Departamento de Prehistoria y Arqueología, además de Secretaria Académica del Máster Arqueología y Patrimonio dirigido por el Profesor Blánquez Pérez. Forma parte de la línea de investigación Arqueología de la Arquitectura y de la construcción romana (Bética y Lusitania), englobada en la Unidad Asociada ANTA/CSIC-UAM. Ha formado parte de diversos proyectos de investigación competitivos, tanto de ámbito nacional como regional, así como de sendos proyectos de cooperación universitaria UAM-Santander. Es directora de los trabajos arqueológicos que se llevan a cabo en la villa romana de El Saucedo.

ANA MARÍA LÓPEZ PÉREZ es Licenciada en Historia, especialidad de Prehistoria y Arqueología. Es codirectora de las excavaciones que se realizan en la villa romana de El

Saucedo y ha dirigido los trabajos de gabinete llevados a cabo en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UAM. Ha trabajado en el Museo Arqueológico Nacional, concretamente en el Departamento de Numismática.

GONZALO GARCÍA VEGAS es Licenciado en Historia. Es arqueólogo profesional y especialista en Virtualización del Patrimonio y en Restauración Virtual. Ha participado en numerosas campañas de excavaciones y en varios proyectos de investigación concedidos por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, cuyo investigador principal es Raquel Castelo Ruano.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTELO, R., I. DONATE, A. M. LÓPEZ, M. C. MEDINA, A. I. PARDO. 2016. Villa romana de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). Análisis arqueométrico de las teselas procedentes de los pavimentos musivarios del espacio convivial. *Arqueología Iberoamericana* 31: 3-8.
- CASTELO RUANO, R., I. DONATE CARRETERO, A. M. LÓPEZ PÉREZ, A. I. PARDO NARANJO, M. C. MEDINA. 2016. Las pinturas murales del espacio convivial de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* 34: 167-182.
- CASTELO RUANO, R., A. M. LÓPEZ PÉREZ, P. GONZÁLEZ. 2012-2013. Las *villae* romanas entre el *negotium* y el *otium*. Los textos literarios como transmisores del modelo de vida de las aristocracias terratenientes. *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología* 47: 173-232.
- CASTELO RUANO, R., A. M. LÓPEZ PÉREZ, P. GONZÁLEZ, A. I. PARDO NARANJO. 2015. El espacio convivial de la villa tardorromana de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). A propósito de las cornisas de estuco con frisos ornamentales de orden jónico halladas en el *triclinium* con *stibadium*. En *Homenaje a la profesora Catalina Galán Saulnier = Anejos a Cuadernos de Prehistoria y Arqueología UAM 1*, pp. 145-160.
- CASTELO RUANO, R., A. M. LÓPEZ PÉREZ, P. GONZÁLEZ, A. I. PARDO NARANJO (en prensa). Nuevos escenarios de la aristocracia. El espacio convivial de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). En *La Meseta Sur entre la Tardía Antigüedad y la Alta Edad Media*. Reunión Científica (Almadén, 4, 5 y 6 de marzo de 2015).

RESEARCH ADVANCE

EVALUACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LA COSTA DEL LAGO FAGNANO, PARQUE NACIONAL TIERRA DEL FUEGO, ARGENTINA

Assessment of the Archaeological Heritage on the Coast of Lake Fagnano, Tierra del Fuego National Park, Argentina

*María Celina Alvarez Soncini, Hernán H. De Angelis,
María E. Mansur, Vanesa E. Parmigiani*

Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina



Figura 1. Área prospectada y tramos evaluados.

RESUMEN. *El presente trabajo se refiere a las prospecciones y análisis de materiales recuperados en la costa sur del lago Fagnano, dentro del Parque Nacional Tierra del Fuego, durante las campañas del año 2016. Los trabajos de campo permitieron efectuar un registro del patrimonio cultural del área prospectada, en la que se detectaron importantes evidencias arqueológicas. Los resultados de esta primera aproximación permiten ampliar nuestros conocimientos sobre la dinámica de ocupación humana en el área central de la Isla Grande de Tierra del Fuego, al incorporar una nueva zona en el tramo occidental del lago Fagnano.*

PALABRAS CLAVE: *patrimonio, prospecciones, paisaje cultural, cazadores-recolectores.*

ABSTRACT. *This article presents the results of surveys and analysis of archaeological materials discovered on the southern coast of Lake Fagnano within the Tierra del Fuego National Park, during the 2016 field season. The fieldwork allowed us to register cultural heritage in the survey area in which important archaeological evidence was detected. The results of this first approach allow us to expand our knowledge about the dynamics of human occupation in the central region of the Great Island of Tierra del Fuego*

Recibido: 30-6-2017. Aceptado: 10-7-2017. Publicado: 17-7-2017.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Rachel Egan.
Arqueol. Iberoam. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/352>.

by incorporating a new zone in the western section of Lake Fagnano.

KEYWORDS: *Heritage, Surveys, Cultural landscapes, Hunter-gatherers.*

INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos los resultados de las primeras prospecciones sistemáticas en la costa sur del lago Fagnano, en la porción que pertenece al Parque Nacional Tierra del Fuego (PNTDF) (fig. 1). Fueron llevadas a cabo durante el año 2016, en el marco del proyecto 051-CPA-2016 *Evaluación del patrimonio arqueológico en el Parque Nacional Tierra del Fuego. Las costas meridional y septentrional del lago Fagnano.*

AMBIENTE Y OCUPACIÓN HUMANA

La faja central de la Isla Grande de Tierra del Fuego presenta una serie de características que permiten considerarla como zona clave para comprender la dinámica de ocupación humana en todo el territorio insular. Se desarrolla alrededor del paisaje montañoso de la cordillera fueguina, a ambos lados del lago Fagnano. Sus rasgos geográficos más importantes son los valles de altura, turbales y el bosque subantártico, que generan ambientes con una diversidad de recursos explotables para sociedades cazadoras-recolectoras (Mansur y De Angelis 2013). La mayor parte de los ambientes está interconectada por valles perpendiculares que hacen factible la comunicación dentro del ámbito serrano o de su pie. La costa sur del Fagnano es un corredor directo hacia los bosques orientales y hasta la costa atlántica; asimismo, hacia el oeste, alcanza hasta el estrecho de Magallanes (Olivero *et al.* 2007; Martinioni 2010).

Estas posibilidades de desplazamiento fueron aprovechadas por los grupos cazadores-recolectores de la región. En el registro etnográfico se mencionan desplazamientos de grupos *Selk'nam* desde esta zona hacia el sur y este de la isla (Bridges 1978 [1951]; Gusinde 1982; Chapman 1986). En cuanto al registro arqueológico, desde hace años se vienen llevando a cabo investigaciones en el área en el marco del *Proyecto Arqueológico Corazón de la Isla*. Ellas permitieron localizar una diversidad de sitios en distintas situaciones geográficas, con un rango temporal que se extiende a lo largo de los últimos 3000 años, hasta sitios de comienzos del s. XX

correspondientes a los *Selk'nam* (Mansur *et al.* 2012; De Angelis 2013; Mansur y De Angelis 2013). Por todo ello, se puede considerar que la zona central de Tierra del Fuego constituye una zona clave para comprender la dinámica de movilidad en todo el territorio insular.

Sin embargo, por la dificultad de acceso, existen importantes sectores que recién ahora comienzan a ser prospectados. El área de estudio a la que nos referiremos aquí, en el sector occidental del lago, es un área de bosque mixto con importante desarrollo de vegetación arbustiva (Tuhkanen 1992). A causa de la vegetación y de la gran cantidad de árboles caídos, la visibilidad arqueológica es nula. Sin embargo existen algunos parches de bosque más abierto y pastizales.

Las costas que acompañan este sector del lago son variadas. Hay playas que son únicamente de guijarros muy pequeños, aunque las hay de elementos de diversos tamaños hasta grandes bloques. Además, la costa se encuentra cortada en diferentes lugares por acantilados abruptos en cuya base se desarrollan pequeñas playas de guijarros generalmente sumergidas. En general, en estos casos, el bosque llega hasta el borde de los acantilados.

METODOLOGÍA DE PROSPECCIÓN

El registro del patrimonio arqueológico en una zona con topografía irregular y cobertura boscosa, como es el caso del área de estudio, presenta una serie de dificultades derivadas principalmente de la falta de visibilidad arqueológica y de los múltiples factores de alteración que entran en juego. Por ello, se decidió abordarlo mediante la realización de prospecciones con registro sistemático de datos, recolección de materiales y sondeos donde el terreno lo permitió, principalmente donde los materiales corrieran riesgo de perderse tanto por acción erosiva como por alteración antrópica.

La metodología adoptada, a fin de reconocer áreas extensas que nunca han sido exploradas, es la prospección sistemática para evaluar la densidad de material arqueológico en el paisaje mediante un enfoque *distribucional* (Thomas 1975; Dunnell y Dancey 1983; Ebert 1992). Este enfoque asume al registro arqueológico como una distribución continua pero con picos en su densidad, con lo cual se considera que la variabilidad en la densidad de los artefactos arqueológicos refleja el carácter y la frecuencia de utilización del espacio (Bellardi 2005). En este caso se utilizó el método de transectos dirigidos, ya aplicado en otros sectores del área

Figura 2. Ubicación y cantidad de material arqueológico por tramo.

Tramos	Ubicación	Extensión en Km	Hallazgos Aislados	Conjuntos	Asociación de conjuntos	Asociación en la costa
I	Hito I-XXIII	5,42	4	10	0	Directa
II	Ba. San Rafael / Ba. Grande	2,59	2	0	1	Directa
III	Ba. San Rafael / Punta Amarilla	6	9	4	0	Acantilado sin playa guijarros
IV	Punta Amarilla / Laguna interior	3,9	1	0	2	Directa
V	Este del Parque / Isla Martínez	6,35	8	10	1	Directa

Corazón de la Isla a fin de evaluar el uso diferencial del paisaje (Mansur *et al.* 2010; De Angelis 2013; De Angelis *et al.* 2013).

Para un óptimo cumplimiento de los objetivos de trabajo planteados, se decidió dividir la zona a prospectar en una serie de tramos o sectores de costa (fig. 1). En estos se efectuaron recorridos en 4 transectos paralelos a la costa, separados entre sí por una distancia de 3 metros, es decir cubriendo una superficie de 12 metros. Las prospecciones se llevaron a cabo en la línea de costa hacia el interior, pero también se incluyeron la isla Martínez y una laguna interna.

Finalmente, se realizaron análisis de materiales y se elaboró un mapa de distribución. A partir de la abundancia y el modo de distribución de los materiales arqueológicos, se establecieron unidades de recolección según dos categorías: *hallazgos aislados* y *concentraciones* (conjuntos). Una vez volcada la información en el mapa, se definió una tercera categoría que denominamos *asociación de concentraciones* (fig. 2). Esta categoría, más que un pico en la densidad de hallazgos, se refiere al sumatorio de concentraciones en un determinado *locus*.

RESULTADOS PRELIMINARES

Siguiendo la línea de costa, se prospectaron 29 km, más 3 km correspondientes a la isla Martínez. Se delimitaron 24 hallazgos aislados, 67 conjuntos y 4 asociaciones de conjuntos. Si discriminamos la densidad de materiales arqueológicos en relación con los tramos recorridos, vemos que las principales densidades corresponden a los tramos IV y V, que son aquellos en los que aparecen las principales asociaciones de conjuntos

(fig. 2). En cuanto a la distribución de los materiales, estos fueron descubiertos en una diversidad de situaciones y estados de conservación. Desde el punto de vista del registro arqueológico, la visibilidad no es homogénea. Si bien existen espacios con poca vegetación e incluso zonas denudadas por procesos erosivos donde la visibilidad arqueológica es alta, hay otros en los cuales la densidad del bosque o sotobosque es muy importante, impidiendo la observación directa de superficies.

Durante las prospecciones se recolectaron 1376 piezas que incluyen material lítico y restos de fauna asociada (fig. 3). El material lítico consta de 1005 piezas: 552 corresponden a materiales que superan los 2 cm de largo máximo y 453 piezas que tienen un largo menor a 2 cm. En el primer grupo, se identificaron 205 lascas, 283 fragmentos, 23 núcleos, 3 percutores y 38 piezas retocadas. Entre estas últimas hay 7 filos largos retocados, 12 raspadores, 12 raederas y 7 elementos correspondientes a puntas de proyectil (1 pedúnculo, 1 punta fracturada y 4 fragmentos de punta que remontan formando una punta entera). En el grupo que incluye las piezas menores a 2 cm se clasificaron 167 lasquitas, 284 *debris* y 2 microlascas (fig. 3).

Los restos de fauna recolectados durante las prospecciones se encontraban en clara asociación con otros materiales arqueológicos como el lítico o carbones. Hasta el momento se contabilizaron 371 elementos, que fueron clasificados dimensionalmente en menores y mayores de 2 cm, y por su potencial para ser identificados anatómicamente. El grupo de los menores de 2 cm consta de 366 elementos que corresponden en su gran mayoría a restos óseos de *Lama guanicoe*. El grupo de los mayores de 2 cm es pequeño, dadas las condiciones particulares de conservación del material orgánico en

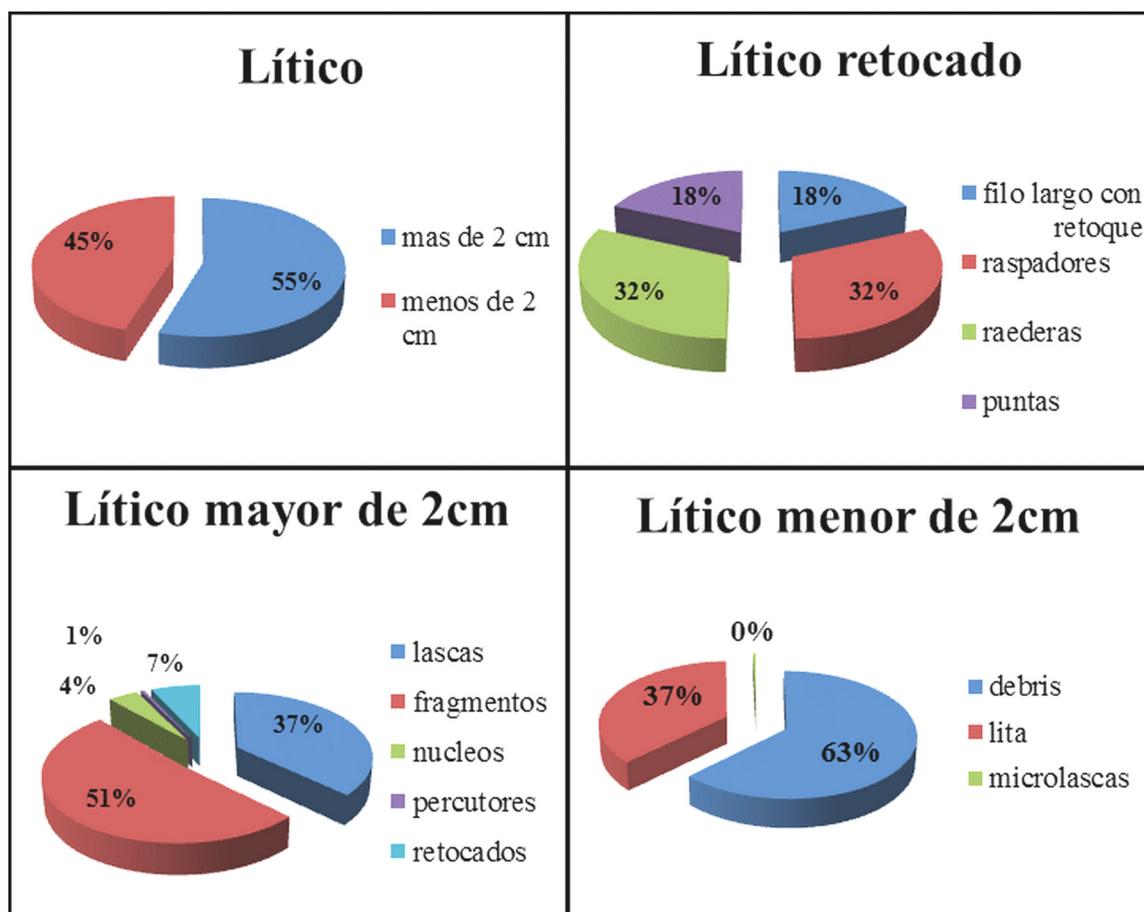


Figura 3. Detalle de la diversidad de los artefactos líticos.

suelos de bosque; consta de 5 elementos, 4 de ellos pertenecen a *Lama guanicoe* y el otro es un gasterópodo. Por el momento lo hemos identificado como perteneciente a la familia *Fasciolariidae*. En cuanto a la conservación de su superficie, el color de las líneas de crecimiento, como el de su superficie en general, se ha vuelto blanquecino (fig. 4).

Sobre el estado de conservación de los materiales, se deben mencionar dos aspectos. A escala del sitio arqueológico, hasta ahora se han detectado los mismos problemas de conservación que afectan a todos los sitios arqueológicos de la zona costera del lago Fagnano, que están dados por la exposición del material previamente enterrado (Mansur y De Angelis 2013). A escala de los materiales, se detectaron diferentes estados de alteración superficial sobre el material lítico, que varían en relación con la materia prima de los artefactos. Hay piezas con pátinas generalizadas, otras parciales y adherencias como líquenes *crustosos*. Sin embargo, la mayor parte no tiene alteración superficial a nivel macroscópico. En cuanto al material óseo, se encuentra alterado por la acidez del suelo y por los factores de exposición. Otro factor de alteración a tener en cuenta es la acción

antrópica, ya que sí se observó presencia humana en zonas cercanas a los sitios o materiales arqueológicos.

CONCLUSIONES

Las prospecciones realizadas hasta el momento nos han permitido confirmar la existencia de un rico registro arqueológico a lo largo de la zona costera sur del Fagnano y, en particular, dentro de los límites del parque. Esto podría confirmar nuestras hipótesis iniciales sobre la ocupación del área en tiempos pasados en función de su diversidad y riqueza ambiental, así como de su situación geográfica como zona de vinculación entre las vertientes atlántica y pacífica a través del estrecho de Magallanes. De hecho, esto ha sido además confirmado por el hallazgo de un caracol marino que procede de una de las costas.

El descubrimiento de numerosos y diversos sitios arqueológicos pone en evidencia una riqueza cultural y patrimonial que hay que proteger. En este sentido, creemos que es importante en el futuro poder completar todo el mapa *distribucional* de las costas del Fagnano y



Figura 4. Izquierda: vista del tramo Punta Amarilla. Derecha: material lítico (arriba), malacofauna (centro), restos óseos de fauna (abajo).

ampliar la información arqueológica llevando a cabo excavaciones sistemáticas en el área del Parque Nacional Tierra del Fuego que nos permitan estudiar las ocupaciones del área y confrontarlas con las del resto de la región.

Agradecimientos

A la Administración de Parques Nacionales-Tierra del Fuego (Proyecto n.º 051-CPA-2016).

BIBLIOGRAFÍA

- BELARDI, J. B. 2005. *Paisajes arqueológicos: un estudio comparativo de diferentes ambientes patagónicos*. BAR International Series 1390. Oxford: Archaeopress.
- BRIDGES, L. 1978 [1951]. *El último confín de la Tierra*. Buenos Aires: Marymar.
- CHAPMAN, A. 1986. *Los Selk'nam. La vida de los onas*. Buenos Aires: Emecé Editores.
- DE ANGELIS, H. 2013. *Arqueología de la faja central de Tierra del Fuego: una aproximación funcional-espacial*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- DE ANGELIS, H., V. PARMIGIANI, M. C. ALVAREZ SONCINI. 2013. Prospecciones en el corazón de la Isla Grande de Tierra del Fuego. En *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de Patagonia*, pp. 577-586.
- DE ANGELIS, H., V. PARMIGIANI, M. E. MANSUR, R. PIQUÉ. 2013. Investigaciones arqueológicas en la faja central de la Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. *Quaderni di Thule: rivista italiana di studi americanistici* 12: 297-310.
- DUNNELL, R., W. DANCEY. 1983. The siteless survey: a regional scale data collection strategy. *Advances in Archaeological Method and Theory* 6: 267-287. Ed. M. Schiffer. Nueva York: Academic Press.
- EBERT, J. 1992. *Distributional Archaeology*. University of New Mexico Press.
- GUSINDE, M. 1982 [1937]. *Los indios de Tierra del Fuego. Tomo 1: Los Selk'nam*. 2 vols. Buenos Aires: Centro Argentino de Etnología Americana.
- MANSUR, M., H. DE ANGELIS. 2013. Ambiente, recursos y dinámica poblacional en la faja central de Tierra del Fuego: el bosque subantártico. En *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de Patagonia*, pp. 587-599.
- MANSUR, M. E., H. DE ANGELIS, V. PARMIGIANI. — 2010. Explotación de materias primas y circuitos de movilidad en la zona central de Tierra del Fuego. En *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo = Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, eds. R. Bárcena y H. Chiavazza, pp. 1935-1940. Mendoza: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.
- 2012. Human occupations in the mountains of central Tierra del Fuego: an archaeological approach. *Preistoria Alpina* 47: 13-21.
- MARTINIONI, D. R. 2010. *Estratigrafía y sedimentología del Mesozoico superior-Paleógeno de la sierra de Beauvoir y adyacencias, isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 195 pp.
- OLIVERO, E. B., N. MALUMIÁN, D. R. MARTINIONI. 2007. *Mapa Geológico de la Isla Grande de Tierra del Fuego e Isla de los Estados. Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. República Argentina. Escala 1: 500.000*. Buenos Aires: SEGEMAR.
- THOMAS, D. H. 1975. Nonsite sampling in archaeology: up the creek without a site? En *Sampling in Archaeology*, ed. J. Muller, pp. 61-81. University of Arizona Press.
- TUHKANEN, S. 1992. The climate of Tierra del Fuego from a vegetation geographical point of view and ecoclimatic counterparts elsewhere. *Acta Botanica Fennica* 145: 1-64. Department of Botany, University of Helsinki.

RESEARCH ARTICLE

LAS TABLILLAS EN LA CULTURA BOLAÑOS Y SU PROBABLE FUNCIÓN

Tablets in the Bolaños Culture and their Probable Function

María Teresa Cabrero G.

Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México

RESUMEN. Las tablillas son objetos cuya función se desconoce. Su forma es rectangular, de distintas dimensiones. La gran mayoría son planas pero hay ejemplares ligeramente curvos. Las primeras se recuperaron en el interior de unidades habitacionales y, en Bolaños, se tiene un solo ejemplar curvo asociado a un entierro. Este tipo de objetos muestra una amplia diversidad decorativa; puede ser pintada, punzonada, incisa o esgrafiada, pero siempre alrededor de un centro cuadrangular con líneas entrecruzadas. La distribución abarca los principales sitios de Zacatecas y Jalisco con variantes locales.

PALABRAS CLAVE: Occidente, México, Bolaños, tablillas.

ABSTRACT. Tablets are objects whose function is unknown. Their shape is rectangular with variable dimensions. The great majority are flat, but there are slightly curved specimens; the former were recovered inside housing units and, in Bolaños, there is a single curved specimen associated with a burial. These types of objects have a wide diversity of decoration; they can be painted, punctured, incised or engraved, but always around a quadrangular center with crossed lines. The distribution of the tablets encompasses the main sites of Zacatecas and Jalisco with local variants.

KEYWORDS: Western Mexico, Bolaños, Tablets.

INTRODUCCIÓN

Unos de los objetos recuperados durante las excavaciones en la región de Bolaños, Jalisco, fueron las denominadas «tablillas», cuya función es desconocida. Se

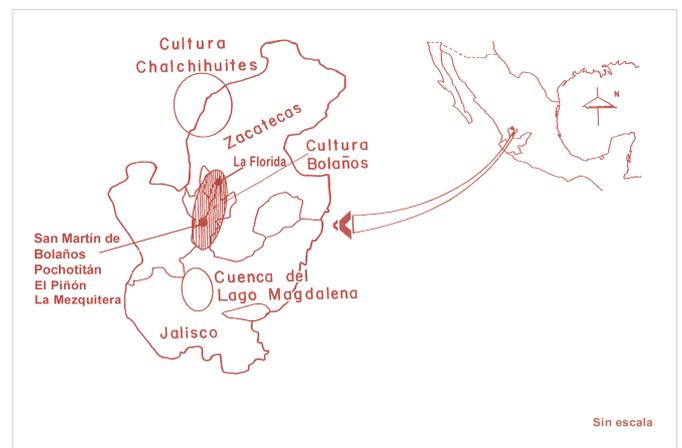


Figura 1. Localización geográfica del cañón de Bolaños.

han reportado en algunos sitios de Zacatecas y Jalisco, sin embargo no se ha logrado conocer su función. En todos ellos se describen como objetos planos o ligeramente cóncavos con tamaños variables. La decoración varía: pueden ser motivos diversos pintados en color rojo o café sobre crema, o motivos esgrafiados alrededor de la parte central cuya decoración son rayas entrecruzadas.

Kidder (1932), en el sitio de Pecos, situado en el suroeste de los Estados Unidos, ha sido el único que mencionó la existencia de objetos de piedra cuya función fue la de soportar vasijas calientes; de este principio considero la posibilidad de que las tablillas rectas de Bolaños (elaboradas sobre barro cocido) hayan desempeñado una función similar. Para reforzar la propuesta, se tiene la ausencia de comales como intermediarios con el fuego directo y ello explicaría la presencia de fogones pequeños, delimitados con piedras, donde los contenedores serían expuestos directamente al fuego; al retirarse tendrían la necesidad de colocarlos sobre algún

Recibido: 25-7-2017. Aceptado: 31-7-2017. Publicado: 7-8-2017.

aditamento, y este sería sobre una tablilla recta gruesa capaz de soportar cualquier tipo de contenedor (olla o vasija). En el caso de las tablillas ligeramente cóncavas, sería una función diferente ya que la forma no permitiría soportar ningún tipo de contenedor caliente o frío. En Bolaños se tiene una sola evidencia de su posible función y está relacionada con un ritual funerario.

LA CULTURA BOLAÑOS

Esta cultura abarca el cañón del mismo nombre situado en el norte de Jalisco. Empieza en el valle de Valparaíso, en el suroeste de Zacatecas, y corre hacia el sur hasta la desembocadura con el río Grande de Santiago en los límites de Jalisco y Nayarit (fig. 1).

El proyecto arqueológico dio inicio en el valle de Valparaíso y terminó en el valle de San Martín de Bolaños, donde se excavaron los sitios más importantes de la región. Con base en la problemática ambiental y sociocultural que presentó la zona durante más de 20 años de investigación, se propuso que la base económica de esta cultura fue la existencia de una ruta de intercambio comercial que les permitió alcanzar una complejidad social a nivel de cacicazgo, cuyo control estaría en el sitio de El Piñón, donde residiría el gobernante y su grupo de poder; y Pochotitan, situado sobre la margen del río, frente al sitio anterior, sería el lugar donde se efectuarían las transacciones comerciales de las caravanas, que utilizarían el río como vía de comunicación.

El establecimiento de la ruta comercial sería por el interés de establecer contacto con la zona de Chalchihuites (en el suroeste de Zacatecas), donde se explotaba la preciada piedra verde (malaquita) para los pueblos prehispánicos. Considero que las sociedades establecidas en el centro de Jalisco fueron las interesadas en colonizar el cañón de Bolaños y así controlar la redistribución de la piedra verde. La selección de este cañón se debería, posiblemente, a la facilidad de llegar desde el centro de Jalisco a la desembocadura del río Bolaños con el río Grande de Santiago; un segundo factor sería que dicho río se prestaba a navegarlo ya que era manso y navegable a contracorriente.

La ocupación de los sitios arqueológicos El Piñón y Pochotitan abarca tanto el periodo de tumbas de tiro como el posterior. Sin embargo, las tablillas aparecen únicamente durante el segundo periodo, que se inicia a partir de 500 d. C. Lo anterior es significativo, ya que durante este segundo periodo se nota una apertura de los contactos comerciales tanto hacia el norte (Zacate-

cas) como hacia el sur, continuando con el intercambio con las áreas de Nayarit y Jalisco. Las evidencias arqueológicas que se lograron identificar durante este segundo periodo (cambio en el patrón de asentamiento, en la técnica constructiva y aparición de nuevos tipos cerámicos) denotan la presencia de una posible migración proveniente del norte, probablemente de Durango, con integrantes de la cultura Loma San Gabriel (Foster 2000) y estos, a su vez, con reminiscencias del suroeste de los Estados Unidos (Kelley 1953; Foster 1982).

Ya otros investigadores han descubierto los nexos que existieron entre las culturas del norte de México y las del suroeste de los Estados Unidos (Weigand 2004; Braniff 1993; Kelley 1953; Beals 1944 entre otros).

Me atrevo a proponer esta hipótesis ya que el patrón de asentamiento de varios cuartos unidos es característico de los integrantes de Loma San Gabriel, de varios sitios de origen Mogollón y sus parientes culturales cercanos Anasazi y Hohokam (Haurly 1976). En el sitio de El Piñón y en la ladera del valle de Mezquitic (Cabrero 2010) se descubrió una zona de cuartos unidos que recuerdan el patrón de los integrantes de la cultura Loma de San Gabriel y de los asentamientos del suroeste de los Estados Unidos (Foster 2000; Kidder 1932; Haurly 1976).

LAS TABLILLAS

Se designó el nombre de tablillas a un artefacto cuya función se ignora. Estas pueden ser totalmente planas o ligeramente curvas con extremos redondeados. Son gruesas, con un lado alisado y el otro presenta una decoración esgrafiada, *punzonada*, con motivos geométricos incisos o motivos pintados en rojo sobre blanco o café sobre crema. La gran mayoría de los fragmentos recuperados muestran una decoración con líneas esgrafiadas ondulantes formando una especie de olas o líneas entrecruzadas constituyendo rombos; pueden ser de color negro o café rojizo. De acuerdo con los fragmentos, se tienen tablillas de grandes dimensiones y muy gruesas (1.5 cm); hay también de tamaño menor, pero la gran mayoría tiene un grosor de 1 cm.

Su distribución en El Piñón y Pochotitan abarca todas las unidades habitacionales. También se descubrieron 2 en el sitio de La Florida (situado en el inicio del cañón), 5 en Cerro Colotlán (situado en la parte central y al fondo del cañón) y 4 en Mamatla (situado al sur de El Piñón y Pochotitan), donde presentan el tamaño y grosor mayor. El total de los fragmentos co-



Figuras 2 y 3. Tablilla encontrada en el cañón de Bolaños.

responde a tablillas planas a excepción de un fragmento proveniente de Mamatla y otro de El Piñón que muestran una ligera curvatura.

La única tablilla completa recuperada, ligeramente curva, proviene de un entierro descubierto en Chimaltitán (pueblo situado en el extremo norte del valle de San Martín de Bolaños). El sitio estaba destruido por la siembra y entre los surcos sobresalía parte del cráneo; al excavarlo descubrimos que este descansaba sobre la tablilla a manera de almohada. Este rasgo no se volvió a encontrar ya que la colección completa proviene del interior de las habitaciones revuelto con fragmentos de cerámica y artefactos líticos.

La tablilla completa mide 22.5 cm de largo por 9.5-10 cm de ancho y 1 cm de grosor; muestra el borde pintado de color rojo oscuro sobre un fondo crema. La decoración se presenta solo en el lado convexo; consiste en 4 franjas anchas con motivos geométricos en

ambos extremos en color rojo oscuro, dejando un cuadrado al centro con rayas esgrafiadas entrecruzadas; el lado contrario, con un acabado pulido, carece de decoración (figs. 2 y 3).

DECORACIÓN DE LAS TABLILLAS

Este tipo de objetos muestra una gran variedad de decoraciones que incluyen grecas, *punzonados*, incisos, pintados; pero todas presentan una zona de rayas ondulantes o rayas entrecruzadas esgrafiadas al centro.

En El Piñón se recuperaron 1072 fragmentos, de los cuales 979 mostraron decoración esgrafiada (fig. 4) y 93 decoración geométrica (fig. 5), 7 con decoración *punzonado* (fig. 6), 9 pintada en rojo sobre blanco y 11 en café sobre crema (fig. 7). En Pochotitan se recuperaron 180 fragmentos, de los cuales 175 mostraron



Figura 4. Decoración esgrafiada.



Figura 5. Decoración geométrica.

Figura 6. Decoración *punzonado*.

Figura 7. Decoración rojo/blanco y café/crema.

decoración esgrafiada, pero 5 destacan por lo complejo de la decoración geométrica (fig. 8). En Cerro Colotlán se recuperaron 5 fragmentos, de los cuales 4 presentan la decoración esgrafiada, pero hay uno con decoración geométrica que representa una serie de rombos con el interior de cuadros y un punto en la parte central; todo ello se colocó dentro de un panel de líneas esgrafiadas formando rombos (fig. 9). Este sitio se encuentra al fondo del cañón y al norte de los sitios antes mencionados; mostró dos ocupaciones: la más antigua corresponde a la cultura Bolaños (500-1120 d. C.), pero la tardía corresponde a los tepecanos, grupo descendiente de los tepehuanes del sur (Mason 1912) que ocuparon el lugar alrededor de 1100 d. C. Habrá que señalar que Mason consideró que el grupo tepehuane muestra una filiación lingüística con los grupos del suroeste de los Estados Unidos y explicó que el abandono de dichos grupos se debió a una sequía intensa que sufrió el área, obligándolos a emigrar hacia los estados del norte de México (Mason 1916).

En La Florida, situada al principio del cañón, se recuperaron dos fragmentos; el primero, ligeramente cóncavo, tiene borde pintado en rojo y un panel de líneas entrecruzadas. El segundo es plano, muy grueso, con una franja de rayas pequeñas y verticales hechas posiblemente con un punzón (fig. 10). En los alrededores de la rancharía de Mamatla se recolectaron en superficie varios fragmentos de tablillas que se distinguieron por su gran tamaño, aun cuando su decoración es sencilla del tipo esgrafiado (fig. 11). Según la clasificación por decoración, se notó que las tablillas con decoración esgrafiada dominan sobre las que muestran decoración geométrica incisa y las decoradas con pintura.

PROBABLE FUNCIÓN DE LAS TABLILLAS Y SU DISTRIBUCIÓN REGIONAL

Como ya se mencionó, el contexto en que se encontraron es habitacional y, por ello, pienso que las tabli-



Figura 8. Decoración geométrica compleja.



Figura 9. Decoración geométrica de Cerro Colotlán.



Figura 10. Decoración geométrica de La Florida.

llas rectas podrían haber tenido la función de sostener contenedores calientes. Me atrevo a proponer que la decoración que presentan se podría comparar con las vajillas actuales, las cuales comprenden una enorme variedad de motivos decorativos.

En otras palabras, sus creadores elaboraron este tipo de artefactos, de acuerdo con el gusto del momento, como parte del ajuar cotidiano, conservando el tamaño y grosor necesario para cumplir a satisfacción la función de sostener contenedores calientes. En la región de Bolaños, las formas dominantes son las ollas, tecomates y cajetes sin soportes; curiosamente, la presencia de cazuelas es muy baja, por lo que considero que las formas antes mencionadas las suplieron.

Por otra parte, la ausencia de comales como dispositivo intermediario de la lumbre del fogón sugiere que ollas, tecomates y cajetes se utilizaron para cocinar los alimentos directamente a la lumbre del fogón y, al momento de retirarse del fuego, se depositaron sobre algo plano y que mejor que una tablilla gruesa resistente al calor.

Los ejemplares curvos difícilmente soportarían una olla o cajete caliente; además, su baja presencia sugiere la posibilidad de haber tenido una función distinta,



Figura 11. Decoración esgrafiada de Mamatla.

posiblemente relacionada con el ritual mortuorio, como fue el caso de la tablilla completa encontrada en los alrededores de Chimaltitan, Bolaños.

La presencia de este tipo de artefacto se extiende al valle de Tlaltenango (tablillas planas y curvas) (Jiménez y Darling 2000; Jiménez 2014), Las Ventanas (Mozillo 1990) y La Quemada (al norte de Bolaños) (tablillas planas) (Torvinen 2016).

En el sitio de El Teúl se han encontrado fragmentos planos y tablillas completas curvas presentando una amplia variedad decorativa, siempre en rojo sobre blanco o rojo sobre crema; sin embargo, se desconoce el contexto en el que fueron halladas (Jiménez 2014).

De acuerdo con la presentación fotográfica del *Informe al Consejo de Arqueología de La Quemada*, la autora muestra ejemplares provenientes de Las Ventanas, El Teúl y Bolaños en comparación con los de La Quemada, a los cuales denomina Huanusco rojo sobre blanco, tipo cerámico que incluye solo tablillas planas (Torvinen 2016: 32).

Al parecer, las tablillas (planas o curvas) recuperadas en Bolaños muestran una variedad mayor a las de los sitios mencionados, siendo probable que se elaboraran como una mercancía de intercambio. Si se estuviera en lo correcto, las tablillas se distribuyeron a través de la ruta de intercambio comercial planteada como la fuente económica que dio sustento al desarrollo de la zona.

Habrá que notar la preferencia de la decoración rojo sobre crema o rojo sobre blanco en los sitios externos al cañón de Bolaños, por lo que se podría proponer que



Figura 12. Tablilla encontrada en el cerro de El Teúl, sur de Zacatecas (Jiménez Betts 2014).



Figura 13. Tablillas encontradas en el cerro de El Teúl, sur de Zacatecas (Jiménez Betts 2014).



Figura 14. Tablillas encontradas en el cerro de El Teúl, sur de Zacatecas (Jiménez Betts 2014).



Figura 15. Tablillas Huanusco rojo/crema de La Quemada (Torvinen 2016).



Figura 16. Tablillas de Las Ventanas (Torvinen 2016).

este tipo de decoración debe de estar relacionado con la ideología de las culturas mencionadas. Si fuera cierta esta hipótesis, la cultura Bolaños elaboraría las tablillas de acuerdo con la petición de los pueblos participantes en el intercambio comercial.

En el centro de Jalisco, en el sitio El Grillo Tabachines y en Tala, se descubre este tipo de artefacto en gran tamaño, de forma curva y sin ninguna decoración; Galván las denominó «bateas» (Galván 1976; López Mestas y Montejano 2003). En ambos casos, se encon-

traron asociadas a entierros de «caja», costumbre funeraria (600 d. C. aproximadamente) que sustituyó a las tumbas de tiro. Sin embargo, dentro de la tumba, las bateas solo formaron parte de la ofrenda.

Lo anterior muestra una función mortuoria diferente a la de las tablillas curvas de Bolaños, aun cuando coinciden en una misma temporalidad; cabe la posibilidad de representar una variante regional dentro de un ritual funerario que surgió en la costumbre funeraria posterior a las tumbas de tiro.

CONCLUSIONES

La presencia de este tipo de artefactos señala claramente los límites que tiene la arqueología para dilucidar el comportamiento y las costumbres de los pueblos prehispánicos hoy desaparecidos; sin embargo, constituye un reto para el investigador, además de tener la oportunidad de penetrar someramente en el horizonte social e ideológico de la cultura bajo estudio.

Por otra parte, indica claramente los movimientos de gente que entraña la convivencia entre ellos. Ya se han postulado hipótesis sobre la comunicación existente entre el área del suroeste de los Estados Unidos y los pueblos del norte y occidente de México con base en la presencia de materiales diversos muy semejantes en ambas zonas. Lo anterior ratifica la inquietud del hombre por conocer ámbitos distintos y a veces muy distantes; esto no es nuevo, la historia constata los movimientos pacíficos o bélicos del hombre a través de todas las épocas en todas las manifestaciones del mundo.

Lo interesante en este ejemplo (las tablillas) es penetrar, aun cuando sea superficialmente, en la dinámica social y cultural del mundo prehispánico a nivel regional, entre zonas tan lejanas como lo son el norte y occidente de México y el suroeste de los Estados Unidos.

BIBLIOGRAFÍA

- BEALS, R. 1944. Relations between Mesoamerica and the Southwest. En *El norte de México y el sur de Estados Unidos*, pp. 245-252. México: Sociedad Mexicana de Antropología.
- BRANIFF, B. 1993. The Mesoamerican Northern Frontier and the Gran Chichimeca. En *Culture and Contact: Charles Di Peso's Gran Chichimeca*, eds. A. I. Woosley y J. C. Ravesloot. Albuquerque: University of New Mexico Press.
- FOSTER, M. S.
— 1982. Loma San Gabriel-Mogollon continuum. En *Mogollon Archaeology: Proceedings of the 1980 Mogollon Conference*, eds. P. H. Beckett y K. Silverbird, pp. 251-261. Ramona: Acoma Books.
— 2000. The Archaeology of Durango. En *Greater Mesoamerica: The Archaeology of West and Northwest Mexico*, eds. M. S. Foster y S. Gorenstein, pp. 197-219. Salt Lake City: University of Utah Press.
- GALVÁN VILLEGAS, J. 1976. *Rescate arqueológico en el fraccionamiento Tabachines, Zapopan, Jalisco*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- JIMÉNEZ BETTS, P. 2014. Cerámicas diagnósticas del Epiclásico en el valle de Tlaltenango, sur de Zacatecas. Presentada en *Ceramic Metatypology for Northwest Mexico*.
- JIMÉNEZ BETTS, P., A. DARLING. 2000. Archaeology of Southern Zacatecas: The Malpaso, Juchipila and Valparaíso-Bolaños Valleys. En *Greater Mesoamerica: The Archaeology of West and Northwest Mexico*, eds. M. S. Foster y S. Gorenstein, pp. 155-180. Salt Lake City: University of Utah Press.
- KELLEY, J. C.
— 1953. Some geographic and cultural factors involved in Mexican-Southwestern contacts. En *Proceedings of the 29th International Congress of Americanists*, ed. S. Tax, pp. 139-144. Chicago: University of Chicago Press.
— 1966. Mesoamerica and the Southwestern United States. En *Handbook of Middle American Indians, vol. 4: Archaeological Frontiers and External Connections*, eds. G. F. Ekholm y G. R. Willey, pp. 95-110. Austin: University of Texas Press.
- LÓPEZ MESTAS, L., M. MONTEJANO. 2003. Investigación arqueológica en La Higuera, Tala. *Revista del Seminario de Historia Mexicana* 4/1. Universidad de Guadalajara.
- MASON, A.
— 1912. The Tepehuan Indians of Azqueltán. En *Proceedings of the 18th International Congress of Americanists*, pp. 344-351. Londres.
— 1916. Tepecano, a Piman Language of Western Mexico. *Annals of the New York Academic of Sciences* 25: 309-416.
- MOZILLO, E. 1990. Proyecto arqueológico en Las Ventanas, Zacatecas. *Boletín del Consejo de Arqueología*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- TORVINEN, A. 2016. *Proyecto arqueológico de la cerámica de La Quemada, Zacatecas*. Informe técnico parcial 2009-2016 entregado al Consejo de Arqueología del Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- WEIGAND, P. 2004. Los antecedentes mesoamericanos de los murales kiva de los Hopi de Awatovi, norte de Arizona: análisis y escenario. *Relaciones* 25/100: 313-340. El Colegio de Michoacán, México.
- WILCOX, D. 1986. A Historical Analysis of the Problem of Southwestern-Mesoamerican Connections. En *Ripples in the Chichimec Sea*, eds. F. J. Mathien y R. H. McGuire, pp. 9-44. Carbondale: Southern Illinois University Press.

RESEARCH ADVANCE

COERCIVITY AND VECTOR MAGNETIZATION ANALYSIS OF OBSIDIAN SAMPLES FROM THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT

Coercitividad y análisis de magnetización vectorial de muestras de obsidianas de la faja volcánica transmexicana

Jaime Urrutia-Fucugauchi, Ligia Pérez-Cruz

Laboratorio de Paleomagnetismo y Paleoambientes, Instituto de Geofísica, UNAM, Coyoacán, México



Figure 1. Schematic map of obsidian outcrop localities in the eastern, central and western sectors of the Trans-Mexican volcanic belt. Basemap: courtesy of NASA, JPL, Landsat Thematic Mapper.

ABSTRACT. *This note presents initial results of a paleomagnetic study of obsidian from twenty localities in the eastern, central and western sectors of the Trans-Mexican volcanic belt in central Mexico. We focus on the coercivity and vector composition of the remanent magnetization, which are critical for paleodirectional and paleointensity*

studies. Alternating field demagnetization shows that obsidians carry single and two-component magnetizations residing in low- and high-coercivity magnetic minerals, with discrete and overlapping coercivity spectra. Magnetic minerals are likely iron-titanium oxides with fine-grain sizes characterized by pseudo-single domain states.

Recibido: 29-7-2017. Aceptado: 3-8-2017. Publicado: 10-8-2017.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Emily Lena Jones.
Arqueol. Iberoam. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/354>.

KEYWORDS: *Mesoamerica, Obsidians, Magnetic properties, Paleomagnetic record.*

RESUMEN. *Se presentan los resultados preliminares del estudio de obsidianas de veinte localidades en los sectores este, central y oeste de la faja volcánica transmexicana. Los análisis se concentran en la coercitividad y la composición vectorial de la magnetización remanente, que son propiedades claves para evaluar los registros de direcciones e intensidades. La desmagnetización por campos alternos revela la presencia de magnetizaciones de una y dos componentes, que residen en minerales con baja y alta coercitividad con espectros que traslapan y discretos. Los minerales magnéticos son óxidos de hierro-titanio con grano fino y estados de dominio pseudosencillo.*

PALABRAS CLAVE: *Mesoamérica, obsidianas, propiedades magnéticas, registro paleomagnético.*

INTRODUCTION

Archaeological research relies on different chemical, mineralogical and physical techniques, which are then incorporated into archaeological analyses. Archaeomagnetic studies provide information useful for dating and correlation, sourcing, site characterization and manufacturing techniques. Magnetic minerals can acquire a remanent magnetization under a range of conditions, including heating and cooling of volcanic rocks, ceramics and kilns, which record the direction and magnitude of the ambient magnetic field.

Lithic materials have been characterized using a wide range of analytical techniques over the past years. Magnetic properties show wide ranges over several orders of magnitude and have been successfully used for sourcing and characterization of obsidians (e.g. McDougall *et al.* 1983; Urrutia-Fucugauchi 1999; Vazquez *et al.* 2001; Frahm *et al.* 2013, 2014). Studies show that magnetic methods support the characterization of volcanic glasses in cases where they display similar macroscopic features, textures and chemical composition (Frahm *et al.* 2014).

Rapid cooling results in aphanitic textures with small grain sizes. Fine grained single domain and pseudo-single domain iron-titanium oxide particles are the most stable remanence carriers and are reliable recorders of the ambient magnetic field. Obsidians are potentially ideal recorders for paleodirectional and paleointensity studies (Ferk *et al.* 2011). Recent developments in the

reference secular variation curves, curve matching and statistical analyses and use of full-vector data are improving the resolution and precision of archaeomagnetic dating (e.g. Pavon-Carrasco *et al.* 2014; Urrutia-Fucugauchi *et al.* 2016). Incorporation of new materials like lime plasters, copper slags, mural paintings and obsidians opens new possibilities.

In this note we present results from an ongoing rock magnetic and paleomagnetic study of archaeological and geological obsidians from central Mexico (Fig. 1). Our study focuses on the magnetic properties and vectorial composition of the remanent magnetization, which are critical for assessing the paleodirectional and paleointensity records.

SAMPLES AND METHODS

We analyzed thirty-eight obsidian samples from twenty sites in central Mexico, representing different geological settings and ages in the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB). Samples, selected from the laboratory collection (Urrutia-Fucugauchi 1999), originate from the following regions: eastern sector (Jacal, Pico de Orizaba, Altotonga, Veracruz, Guadalupe Victoria, Puebla, Zaragoza, Puebla and Atempa, Puebla), central sector (San Jose El Rincon, Zinapécuaro, Ucareo, Zinaparo, Los Azufres, Michoacan, Zacualtipan, Hidalgo, Cerro de las Navajas, Hidalgo and Buena Vista, Mexico) and western sector (Jocotepec Chapala, Jalisco, Volcan Colima 4 km and 8 km Magdalena, Tequila, Jalisco, Mesa de las Salvias, Jalisco, Primavera, Jalisco and Teuchitlan, Nayarit).

The samples display different macroscopic properties, ranging from the green obsidians from the Cerro de las Navajas, Hidalgo to the gray (Zaragoza, Puebla), dark gray (Zinaparo, Michoacan), dark brown (Altotonga, Veracruz) and black (Zacualtipan, Hidalgo) of other sites. They appear macroscopically fresh, although further analyses are underway to identify alterations. Major and trace element chemistry of obsidian has been investigated in different studies, which have focused on similarities and differences for characterization and sourcing (Jimenes-Reyes *et al.* 2001).

In this study, we used the alternating field (AF) demagnetization technique. AF demagnetization involved 10–12 steps up to maximum fields of 100 mT in a Molspin AF tumbling demagnetizer. The intensity and direction of the natural remanent magnetization (NRM) were measured with a spinner magnetometer.

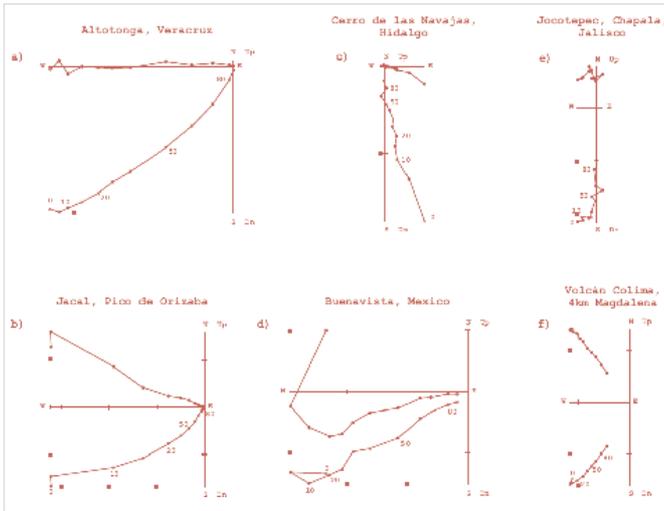


Figure 2. Alternating field demagnetization of natural remanent magnetization plotted in Zijderveld vector diagrams. Symbols: circles indicate horizontal plane and crosses indicate vertical plane. Numbers indicate some of the applied fields in mT.

Samples were unoriented and NRM directions were plotted in sample coordinates. Directions were analyzed using Zijderveld vector plots and great-circle and end-point analysis. NRM intensities were displayed in normalized intensity diagrams. The Median Destructive Field (MDF), an applied field that results in a reduction of 50% of the initial NRM intensity, was used as

a rough estimate of the coercivity. MDF is biased in the case of low coercivity overprints, which here resulted in a sharp initial decay of remanent intensity. Other estimates of coercivity were provided by the percentage intensity remaining after 100 mT demagnetization step or the applied field required to reduce the intensity to 10% of the initial NRM intensity.

Magnetic susceptibility was measured in low-fields with the Bartington MS2 meter equipped with the laboratory dual-frequency sensor at low and high frequencies. Further analyses of the coercivity and magnetization involved measuring the magnetic hysteresis, acquisition of isothermal remanent magnetization (IRM) and back-field demagnetization of saturation IRM using the Micromag instrument. Domain states were analyzed using the magnetization (M_r/M_s) versus coercivity (B_{cr}/B_c) ratio plot (Day *et al.* 1977; Dunlop 2002).

MAGNETIC PROPERTIES

AF demagnetization results show mostly single-component magnetizations with low-coercivity secondary overlaps as well as two-component magnetizations with discrete or overlapping coercivity spectra. Examples of vector plots and normalized magnetization intensity diagrams for sites in eastern, central and western TMVB

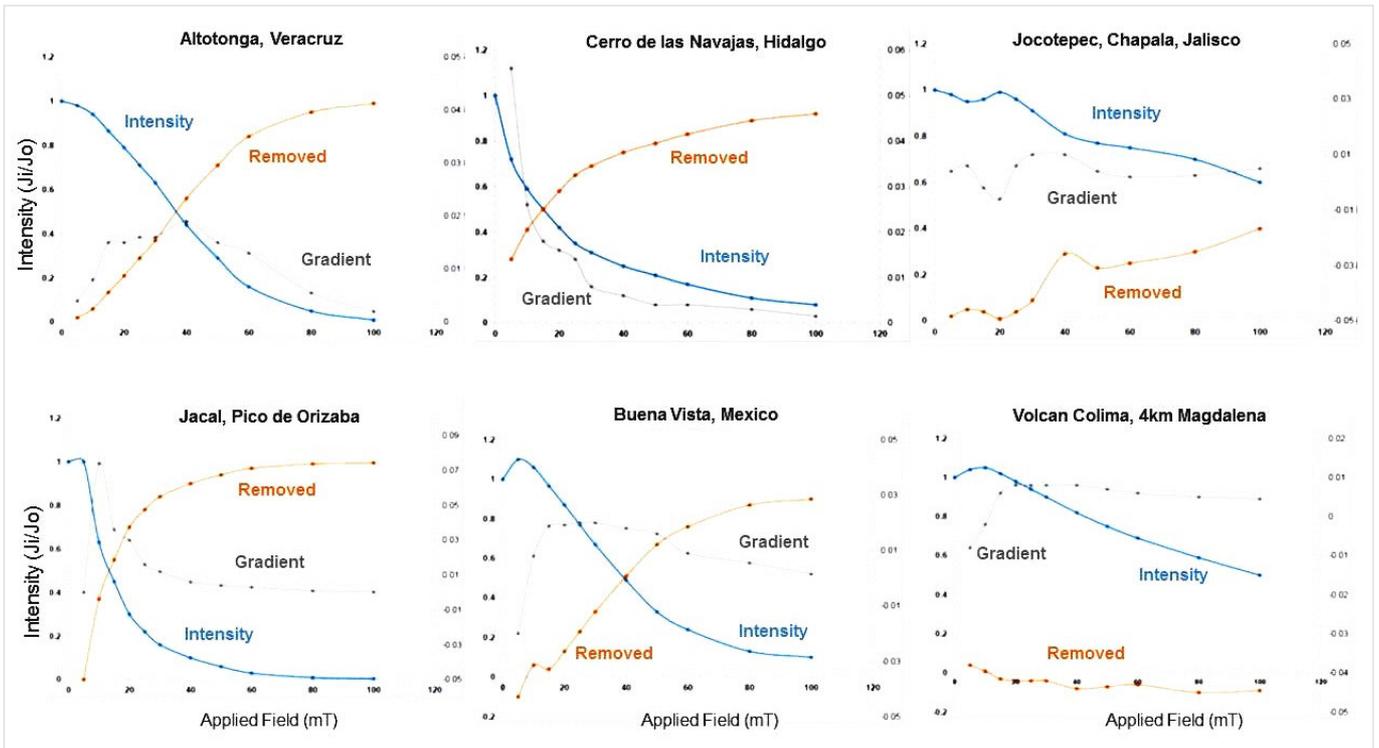


Figure 3. Normalized intensity diagrams for alternating field demagnetization. Curves indicate the intensity remaining after given applied field step, intensity removed and gradient of remaining intensity curve.

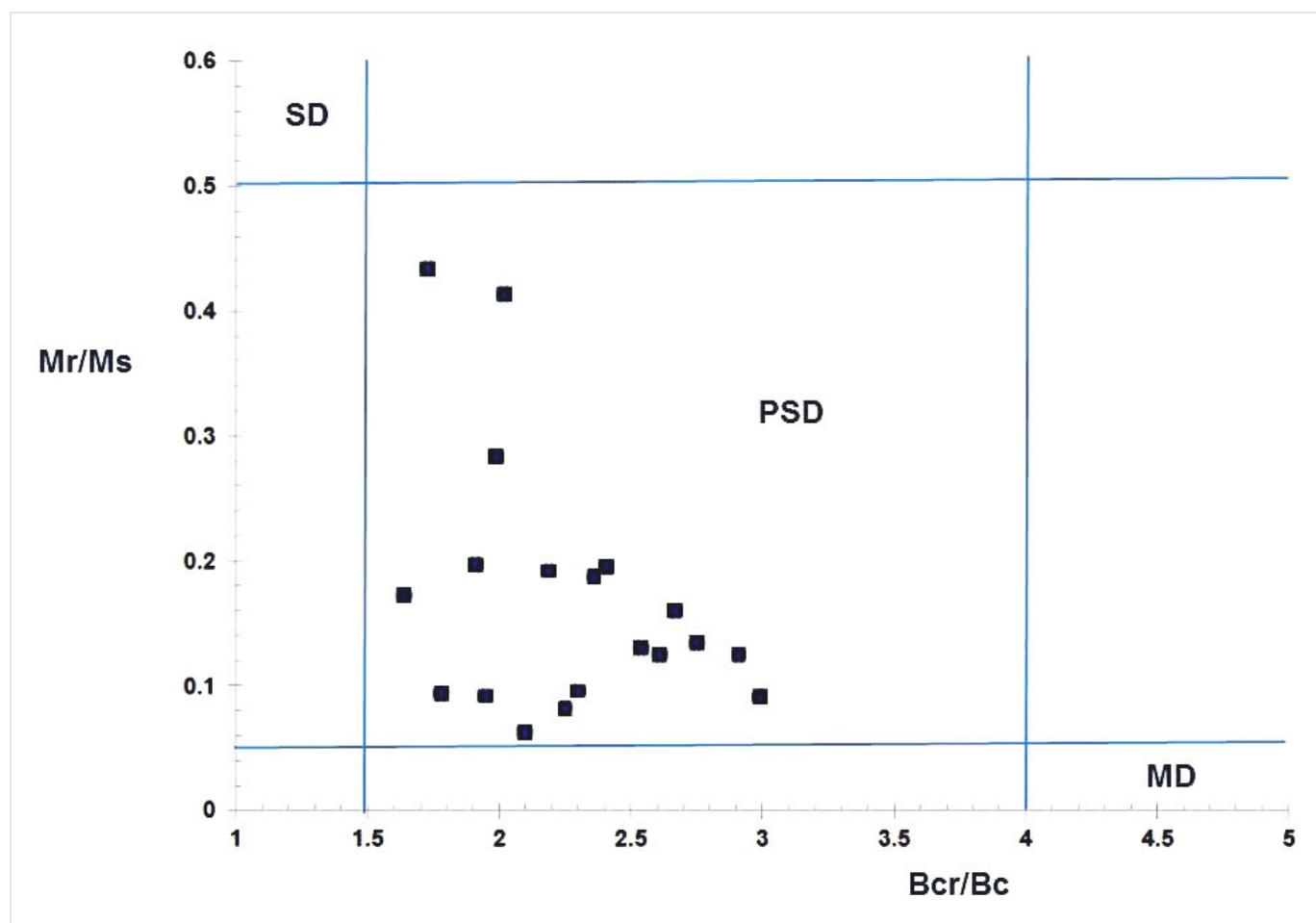


Figure 4 Magnetic hysteresis data plotted in the Mr/Ms versus Bcr/Bc ratios Day diagram with the domain state fields: SD (single domain), PSD (pseudo-single domain) and MD (multidomain).

sectors are shown in Figures 2 and 3, respectively. The obsidians from Jacal, Pico de Orizaba, Altotonga, Veracruz, Buena Vista, Mexico and Cerro de las Navajas, Hidalgo show magnetizations with low to intermediate coercivities. The obsidians from Jacal and Buena Vista are characterized by univectorial magnetizations with low-coercivity secondary components. Obsidians from Altotonga and Cerro de las Navajas show two-component magnetizations with partly overlapping coercivity spectra. Samples from Jocotepec, Chapala and Volcan Colima 4 km Magdalena show intermediate to high coercivities; though they are characterized by univectorial magnetizations with small secondary components. Obsidians from the Jocotepec and Volcan Colima localities show intermediate MDF fields around 40 mT and MDF fields above 100 mT.

Samples plot in the pseudo-single domain field in the Day plot (Fig. 4). The Mr/Ms and Bcr/Bc ratios vary from ~0.06 to ~0.4 and from ~1.64 to ~2.75, respectively. The low-field magnetic susceptibility ranges from diamagnetic up to $250 \cdot 10^{-5}$ SI. Remanent Mr

intensities range from ~0.3 to ~84 nA/m² and Hcr coercivities range from ~12 to ~80 mT.

DISCUSSION

Obsidians are ideal magnetic recorders due to their rapid cooling and the presence of fine-grained single domain iron-titanium oxide minerals in their glassy matrixes. Studies show that obsidians preserve accurate high-precision paleointensity records and that both cooling rate and anisotropy effects can be determined and corrected (Ferk *et al.* 2011). Alterations during hydration, devitrification and perlitization may affect the magnetic stability, grain size and domain states, resulting in overprinting of the paleomagnetic record.

The preliminary results presented here show a wide range of paleomagnetic behaviors, with presence of mostly single but also two-component magnetizations residing in low- and high-coercivity magnetic minerals (Figs. 2 and 3). Two-component magnetizations are

characterized by discrete and overlapping coercivity spectra. For sites with two or three samples, internal variability was examined. In some locations, the coercivity and vectorial composition of magnetization showed internal variability, with single and two-component magnetizations residing in intermediate and high coercivity minerals. In samples from Jocotepec, Chapala, MDF fields varied from intermediate 40 mT fields up to high coercivities with more than 50% of initial remanence remaining after 100 mT demagnetization. At Jacal, Pico de Orizaba, samples show single and two-component magnetizations with overlapping coercivity spectra.

Constraining the magnetic carriers of obsidians has not been easy, and detailed micromagnetic and microstructural analyses are needed to characterize the fine-grained magnetic fractions as well as impurities and alterations. Zanella *et al.* (2012) used magnetic susceptibility, anhysteretic susceptibility and room and liquid-nitrogen temperature IRM to determine grain size variations, showing the usefulness of these techniques for obsidian sourcing.

Ferk *et al.* (2011) documented alterations resulting from heating in the paleointensity experiments; in their study, high paramagnetic mineral contents made difficult the characterization of magnetic carriers, which were likely fine-grained single domain minerals. Obsidians are clearly reliable materials for paleointensity studies, as shown by the high experimental quality data and tests with synthetic materials under laboratory conditions.

CONCLUSIONS

Mesoamerican cultures made use of a wide range of lithic materials and developed extensive networks for resources procurement and trade. Studies have documented the developments in extraction and manufacturing techniques and the extent of trade networks across far-away regions. Mesoamerica is characterized by active volcanism: in the volcanic provinces of the TMVB, the Chiapanecan arc and the Central American arc, volcanic products were readily available and were used in construction, in monuments, and for tools. Among these products, obsidian became an important material with diverse uses, and was highly valued in trade. Characterization and sourcing of obsidian are thus critical components of Mesoamerican archaeology (Cobean 2002).

Alternating field demagnetization on a suite of obsidian samples from twenty localities in central Mexico shows single- and two-component magnetizations residing in low- and high-coercivity magnetic minerals, characterized by discrete and overlapping coercivity spectra. Magnetic minerals are likely iron-titanium oxide minerals with fine-grain sizes and pseudo-single domain states. The paleomagnetic record of obsidians appears more complex than expected from the rapid cooling, aphanitic textures and relatively homogeneous iron-titanium oxide mineral assemblages.

Acknowledgments

We acknowledge the technical assistance by Victor Macias, Miguel Angel Diaz, Mariana Marca and Martin Espinosa.

About the authors

JAI ME URRUTIA-FUCUGAUCHI (*juf@geofisica.unam.mx*), Professor, Geophysical Institute, UNAM, Mexico City.

LIGIA PÉREZ-CRUZ (*perezacruz@geofisica.unam.mx*), Professor and Chair, Department of Geomagnetism and Geophysical Exploration, UNAM, Mexico City.

REFERENCES

- COBEAN, R.H. 2002. *A World of Obsidian: The Mining and Trade of Volcanic Glass in Ancient Mesoamerica*. Mexico: INAH and University of Pittsburgh Press.
- 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: 260–7.
- DUNLOP, D.J. 2002. Theory and application of the Day plot (Mrs/Ms versus Hcr/Hc). 1. Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *Journal of Geophysical Research* 107/B3: EPM4-1-4-22.
- FERK, A., R. LEONHARDT, K.U. HESS, D.B. DINGWELL. 2011. Paleointensities on 8 ka obsidian from the Mayor Island, New Zealand. *Solid Earth* 2: 259–70.
- FRAHM, E., J.M. FEINBERG. 2013. From flow to quarry: magnetic properties of obsidian and changing scales of archaeological sourcing. *Journal of Archaeological Science* 40: 3706–21.

- FRAHM, E., J.M. FEINBERG, B. SCHMIDT-MAGEE, B. GASPARYAN, B. YERYTSYAN, S. KARAPETIAN, K. MELIKSE-TIAN, M. MUTH, D.S. ADLER. 2014. Sourcing of geochemically identical obsidian: multiscalar magnetic variations in the Gutansar volcanic complex and implications for Palaeolithic research in Armenia. *Journal of Archaeological Science* 47: 164–78.
- JIMENEZ-REYES, M., D. TENORIO, J.R. ESPARZA-LOPEZ, R.L. CRUZ-JIMENEZ, C. MANDUJANO, S. ELIZALDE. 2001. Neutron activation analysis of obsidians from quarries of the central Quaternary Trans-Mexican volcanic belt. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 250: 465–71.
- MCDUGALL, J.M., D.H. TARLING, S.E. WARREN. 1983. The magnetic sourcing of obsidian samples from Mediterranean and Near Eastern Sources. *Journal of Archaeological Science* 10: 441–52.
- PAVON-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.
- URRUTIA-FUCUGAUCHI, J. 1999. Preliminary results of a rock-magnetic study of obsidians from central Mexico. *Geofísica Internacional* 38: 83–94.
- 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.
- VAZQUEZ, C.A., H.G. NAMI, A.E. RAPALINI. 2001. Magnetic sourcing of obsidians in southern South America: Some successes and doubts. *Journal of Archaeological Science* 28: 613–8.
- ZANELLA, E., E. FERRARA, L. BAGNASCO, A. OLLA, R. LANZA, C. BEATRICE. 2012. Magnetite grain-size analysis and sourcing of Mediterranean obsidians. *Journal of Archaeological Science* 39: 1493–8.

RESEARCH ADVANCE

**APORTES A LA CRONOLOGÍA ABSOLUTA DE LA ESTANCIA
JESUÍTICA DE ALTA GRACIA (CÓRDOBA, ARGENTINA):
ESTUDIO ARQUEOMAGNÉTICO DE LA BALDOSA DE
LA PARROQUIA NUESTRA SEÑORA DE LA MERCED**
*Contributions to the Absolute Chronology of the Jesuit Mission of
Alta Gracia (Cordoba, Argentina): An Archaeomagnetic Study
of a Tile from the Parish of Nuestra Señora de la Merced*

***Claudia Gogorza,¹ Carlos A. Page,² Avto Goguitchaichvili,³
Catriel Greco,⁴ Juan Morales,³ Augusto Rapalini⁵***

¹ Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, UNCPBA-CICPBA-CONICET), Tandil, Argentina; ² Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (CIECS-CONICET/UNC); ³ Servicio Arqueomagnético Nacional y Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, México; ⁴ Universidad de San Luis, CONICET, Argentina; ⁵ Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales (IGEBA, UBA-CONICET)



Figura 1. Vista general de la parroquia Nuestra Señora de la Merced.

Recibido: 21-8-2017. Aceptado: 31-8-2017. Publicado: 7-9-2017.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Michelle Young.
Arqueol. Iberoam. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/355>.

RESUMEN. Este trabajo tiene como objetivo datar por medio del estudio magnético las baldosas de la parroquia Nuestra Señora de la Merced de la ciudad de Alta Gracia (Córdoba, Argentina), lamentablemente levantadas en 2012, con la finalidad de aportar a la cronología absoluta de la estancia jesuítica, declarada por la UNESCO Patrimonio de la Humanidad en 2000. El intervalo de edad obtenido (1780-1806) por medio del método arqueomagnético, usando el modelo global de predicción de campo geomagnético SHA.DIF.14k, corresponde a la etapa de administración de los Rodríguez (1772-1809), inclinándonos hacia el periodo de administración de José Rodríguez y su hijo Manuel, ya que el inmueble fue alquilado después. Es decir, que es improbable que la colocación de las baldosas se llevara a cabo durante el periodo jesuita ni tampoco que ocurriera durante la corta estadía del virrey Santiago de Liniers en los primeros meses de 1810.

PALABRAS CLAVE: arqueomagnetismo, Argentina, estancias jesuíticas, Córdoba, datación absoluta.

ABSTRACT. This work aims to date the tiles of the parish of Nuestra Señora de la Merced in the city of Alta Gracia (Cordoba, Argentina) using a magnetic methodology. Our objective was to contribute to the absolute chronology of the Jesuit Mission in this region, declared a UNESCO World Heritage site in 2000. The age interval (1780–1806) was obtained by means of the archeomagnetism using the SHA.DIF.14k geomagnetic field prediction model. This age corresponds to the stage of the Rodriguez administration (1772–1809), in particular the period of Jose Rodriguez and his son Manuel, since later the property was rented out. In other words, it is unlikely that the tiles were laid during the Jesuit period or during the short stay of the viceroy Santiago de Liniers in the early months of 1810.

KEYWORDS: Archaeomagnetism, Argentina, Jesuit Missions, Cordoba, Absolute dating.

INTRODUCCIÓN

El arqueomagnetismo es el estudio de cambios y variaciones del campo magnético terrestre en el pasado histórico y geológico a partir de objetos, estructuras y materiales de construcción antiguos. Se trata de un trabajo multidisciplinario entre arqueólogos, historiadores y geofísicos. Para los geofísicos contribuye a la reconstrucción y el estudio de las variaciones globales y

locales del campo geomagnético, mientras que para los estudios históricos constituye fundamentalmente una herramienta de datación. Sin embargo, esta técnica va más allá de las aplicaciones cronológicas, pudiendo aportar información para los estudios paleoambientales y de procedencia de objetos. Los estudios de este tipo están muy desarrollados en Europa, donde se cuenta con registros desde el Medioevo y una enorme cantidad de análisis recientes, sin embargo, hasta el momento, los antecedentes en el hemisferio sur son muy escasos —según consta en las compilaciones de Genevey *et al.* (2008) y Korte *et al.* (2009)—, aunque se está progresando rápidamente con la colaboración de distintas instituciones latinoamericanas.

Algunos materiales como cerámicas, ladrillos, tejas, estucos o pinturas murales contienen partículas magnéticas —fundamentalmente óxidos de hierro como magnetita, maghemita y hematita— que, ante fenómenos como la combustión o el desecamiento registrarán las propiedades del campo magnético terrestre (Linford 2006). En ese sentido, a diferencia de otras técnicas como el radiocarbono, que permiten calcular una magnitud de tiempo, en el arqueomagnetismo se trata de una transferencia de cronología (Aitken 1990) o de un método correlacional que establece equivalencias de edad usando propiedades independientes del tiempo (Colman *et al.* 1987). Para ello es necesaria una curva de referencia de validez regional construida en base a otras mediciones. Es necesario tomar en cuenta que en el estudio de la termorremanencia, el evento datado es el de la última vez en que la muestra se calentó a una temperatura alta (Linford 2006), es decir que en el caso de una vasija de uso doméstico no necesariamente se trata del momento de su confección. Si la temperatura de calentamiento final del objeto fue más baja que la alcanzada anteriormente, se podrían datar las distintas exposiciones al fuego, aunque cuando la última temperatura es más alta borra las señales previas.

Si bien en América del Sur se cuenta con una larga tradición de estudios de paleomagnetismo, hasta el momento son muy pocos los que se dedicaron al ámbito del arqueomagnetismo. En Argentina se han analizado las propiedades magnéticas de objetos de obsidiana para establecer la procedencia de fuentes de aprovisionamiento (Vázquez *et al.* 2001) o se han estudiado perfiles sedimentarios lacustres cuyos niveles más tardíos corresponden a momentos de ocupación humana en el continente (Gogorza *et al.* 2011).

En cuanto a los estudios relacionados con la cronología, aunque se cuenta con antecedentes desde los años

sesenta del siglo XX, los resultados de las modernas y más confiables técnicas se limitan a menos de 60 determinaciones y a muy pocas localizaciones. En Perú (Shaw *et al.* 1996) y Ecuador (Bowles *et al.* 2002) se realizaron estudios de intensidad magnética en fragmentos de cerámica arqueológica prehispánica, aunque se trata de investigaciones que no tuvieron continuidad. Más recientemente, se reportaron los primeros resultados de intensidad en sitios históricos del noreste de Brasil (Hartmann *et al.* 2010) a partir de 14 grupos de ladrillos de la ciudad de Salvador de Bahía, abarcando una cronología que va desde mediados del siglo XVI hasta principios del XIX. La comparación de los distintos resultados y localizaciones ofrece patrones que no son necesariamente comparables, probablemente debido a componentes no dipolares del campo magnético o a la distancia entre las regiones (Goguitchaichvili *et al.* 2012).

En Argentina, desde hace unos años, se comenzó un programa de análisis de intensidad magnética de objetos históricos y arqueológicos dentro del Servicio Arqueomagnético Nacional del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, dirigido por uno de los autores (A. Goguitchaichvili). Actualmente ya se han publicado los primeros resultados y se encuentra en procesamiento nueva información de otras localizaciones.

Por un lado, para la región de humedales del Paraná Inferior se analizaron fragmentos de cerámica del Holoceno tardío (con dataciones radiocarbónicas asociadas entre los años 1640 y 730 antes del presente (AP)), con resultados similares a otros obtenidos en el sur de Brasil, pero que se alejan de lo esperado a partir de modelos globales, lo que muestra la necesidad de multiplicar los estudios en distintos sectores.

Por otro lado, del poblado prehispánico de Rincón Chico (valle de Santa María, Catamarca, Argentina), que fuera ocupado entre el siglo X y la conquista española, se obtuvieron resultados de intensidad para 25 fragmentos de cerámica, cuya cronología se contextualizó a partir del estudio tipológico y de 36 dataciones de radiocarbono (Goguitchaichvili *et al.* 2011). Estos resultados son una importante contribución a la conformación de una curva de variación secular de la intensidad magnética para la región. El presente trabajo tiene como objetivo datar por medio del estudio magnético la baldosa de la parroquia Nuestra Señora de la Merced de la ciudad de Alta Gracia (Córdoba, Argentina), con la finalidad de aportar a la cronología absoluta de la estancia jesuítica en la región.

LA ESTANCIA JESUÍTICA DE ALTA GRACIA Y SU IGLESIA

Los jesuitas tuvieron un rol protagónico en el desarrollo de la Argentina rural pero no exclusivo. De igual manera, consideramos que su labor fue importante, sobre todo en Córdoba donde surgió ese activo polo de irradiación cultural que significó la Universidad, quedando reflejada en una serie de monumentos de altos significados que modificó el ambiente natural. Una de las estancias de mayor importancia fue la de Alta Gracia, ubicada en la región del valle que los naturales llamaron Paravachasca, del actual departamento Santa María. Hoy es una pequeña y próspera ciudad frente a cuya plaza principal se eleva el casco de la histórica estancia, quedando ubicada a 40 kilómetros al sudeste de la ciudad de Córdoba.

La posesión de la tierra, incluyendo la actividad ganadera y la agrícola, aseguró a los jesuitas desde el siglo XVII un crecimiento sostenido hasta su expulsión. En Alta Gracia, de acuerdo con las observaciones que realizó el Dr. Daniel Schávelzon sobre las piezas recogidas en las excavaciones de algunos sectores de los edificios, es evidente la existencia de un horno para cocer cerámica. También se encontraban hornos de quemar tejas y ladrillos; mientras que «a distancia de media legua» —como se inscribe en el inventario de la expulsión— se hallaba un horno de quemar cal con sus paredes de adobe. Todos estos materiales, confeccionados y enfriados desde altas temperaturas (mayores a 600 °C, se convierten en excelentes candidatos para los estudios arqueomagnéticos.

Entre las primeras construcciones de la estancia de Alta Gracia, los documentos históricos mencionan la existencia de una capilla muy precaria, probablemente edificada hacia 1654. Para 1715 se efectuaron varias reparaciones edilicias de importancia. Otros documentos mencionan el edificio del obraje pero también que «en Alta Gracia se ha construido una hermosa capilla con bóvedas de cal y ladrillo». Después, las obras continuaban con lentitud, figurando en el *Libro de Cuentas* de la estancia, en el asiento del mes de setiembre de 1733, que se trajeron 600 ladrillos para la construcción de la sacristía. El Padre Contucci anotaba en un memorial de 1760 que se han hecho para la fábrica de la capilla ciento veintiocho mil ladrillos y 1.300 fanegas de cal. Sin duda, es incuestionable el enorme valor arquitectónico pero también artístico de la iglesia. Martín Noel, discurriendo sobre el barroco jesuítico, escribe: «La que mejor refleja precisamente en su reducida

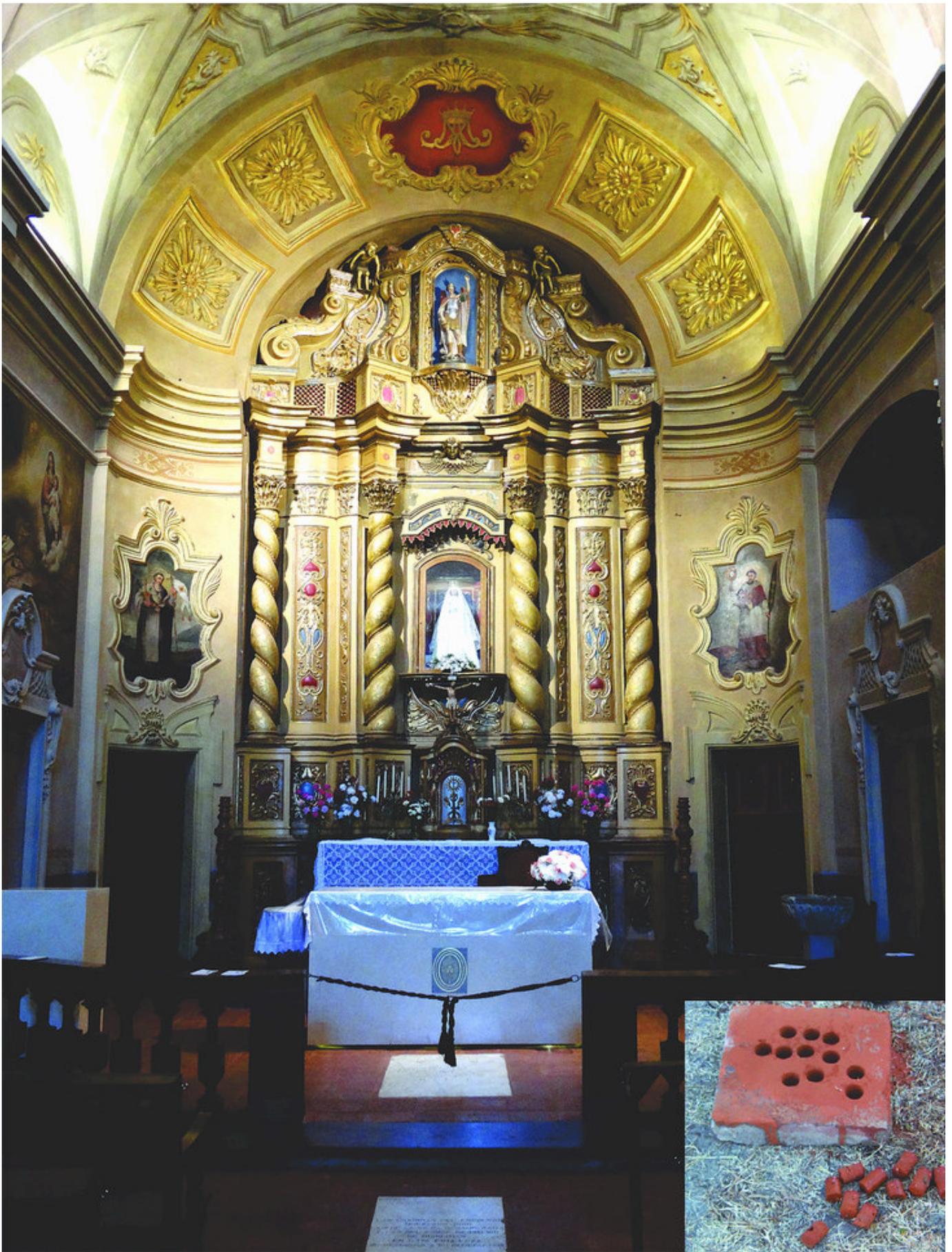


Figura 2. Interior de la parroquia Nuestra Señora de la Merced con la fotografía de la baldosa analizada.

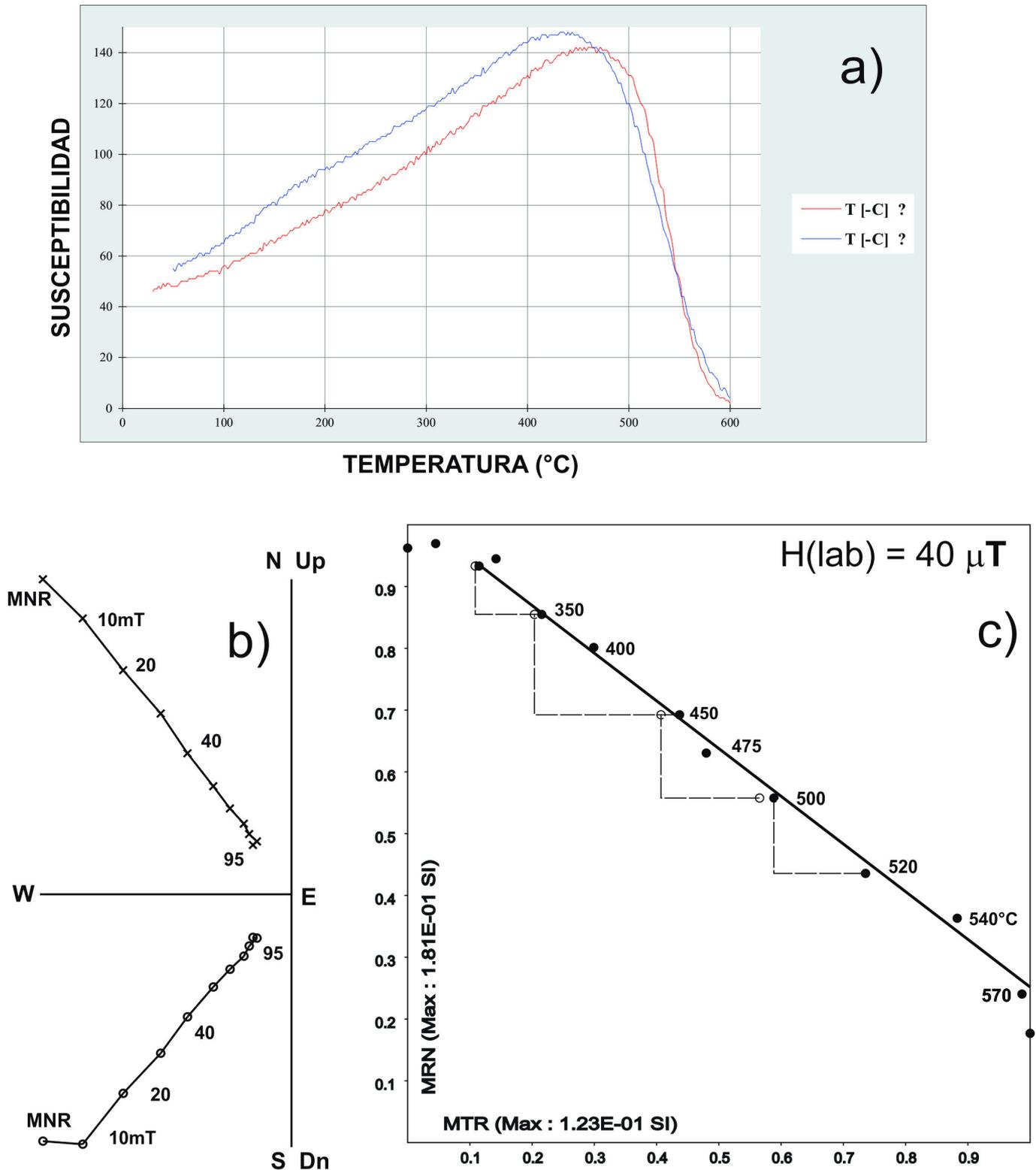


Figura 3. Experimentos magnéticos realizados: a) medición de la susceptibilidad en función de la temperatura, b) desmagnetización de las muestras mediante campos alternos, c) ejemplo del diagrama Arai-Nagata (ver texto para mayores detalles).

escala tales características es Alta Gracia». Muchos otros estudiosos se han referido a Alta Gracia (fig. 1), sobre todo Mario J. Buschiazzo, que la considera como «el más barroco y movido de los edificios de las estancias cordobesas». Después de la expulsión de los jesuitas, la

administración del lugar recae en las Juntas Provinciales y Municipales de Temporalidades. Este organismo tenía como obligaciones más importantes las de fiscalizar las administraciones y organizar las ventas de los bienes con el beneplácito de la Junta Provincial. Sin

embargo, la mayor decadencia del sitio es atribuible a la poca eficiencia y corrupción de la misma (Page 2000).

ANÁLISIS MAGNÉTICO

Previo a los experimentos de arqueointensidad, se determinó la naturaleza de portadores magnéticos a través del registro de la susceptibilidad en función de la temperatura hasta 600 °C, usando el puente de susceptibilidad *Bartington MS3* equipado con un horno. Todos los experimentos se realizaron sobre los 9 especímenes extraídos de la baldosa de la iglesia (fig. 2). Estos experimentos muestran que la fase dominante ferrimagnética es aquella que corresponde a una titanomagnetita muy pobre en titanio, debido a que las temperaturas de Curie oscilan entre 560 y 575 °C (fig. 3a). También es probable la presencia de hematita o titanohematita en su defecto. Sin embargo, su contribución en la magnetización remanente es menor. Las curvas de calentamiento y enfriamiento son razonablemente reversibles, lo cual indica una estabilidad térmica aceptable en miras de los experimentos de doble calentamiento tipo Thellier (Thellier y Thellier 1959).

Para analizar la estabilidad de la magnetización remanente natural, se realizaron desmagnetizaciones por campos alternos hasta un campo máximo de 95 mT (fig. 3b). Aunque se observa una pequeña componente viscosa menor en las primeras etapas de tratamiento, el resto de la magnetización es esencialmente lineal y apunta al origen. Se puede afirmar entonces que la magnetización adquirida es primaria o característica. Con respecto a las determinaciones de arqueointensidad (fig. 3c), los 8 especímenes analizados fueron exitosos mostrando un comportamiento casi ideal con un segmento lineal considerable, que abarca más de la mitad de la magnetización inicial, y chequeos de la termorremanencia parcial positivos.

Tratándose de material desplazado, tal es el caso del ladrillo o baldosa, es imposible obtener los tres elementos del campo magnético terrestre al momento de elaboración del objeto. Sin embargo, la forma de la baldosa y su espesor son factores que indican la posición horizontal durante la quema. Bajo esta premisa es factible obtener el valor de inclinación magnética dejando indeterminada la declinación. Por tales razones, se procedió a la datación magnética usando solo dos elementos: la inclinación y la intensidad absoluta geomagnética (fig. 4). Con la finalidad de realizar una datación absoluta, recurrimos al modelo geomagnético

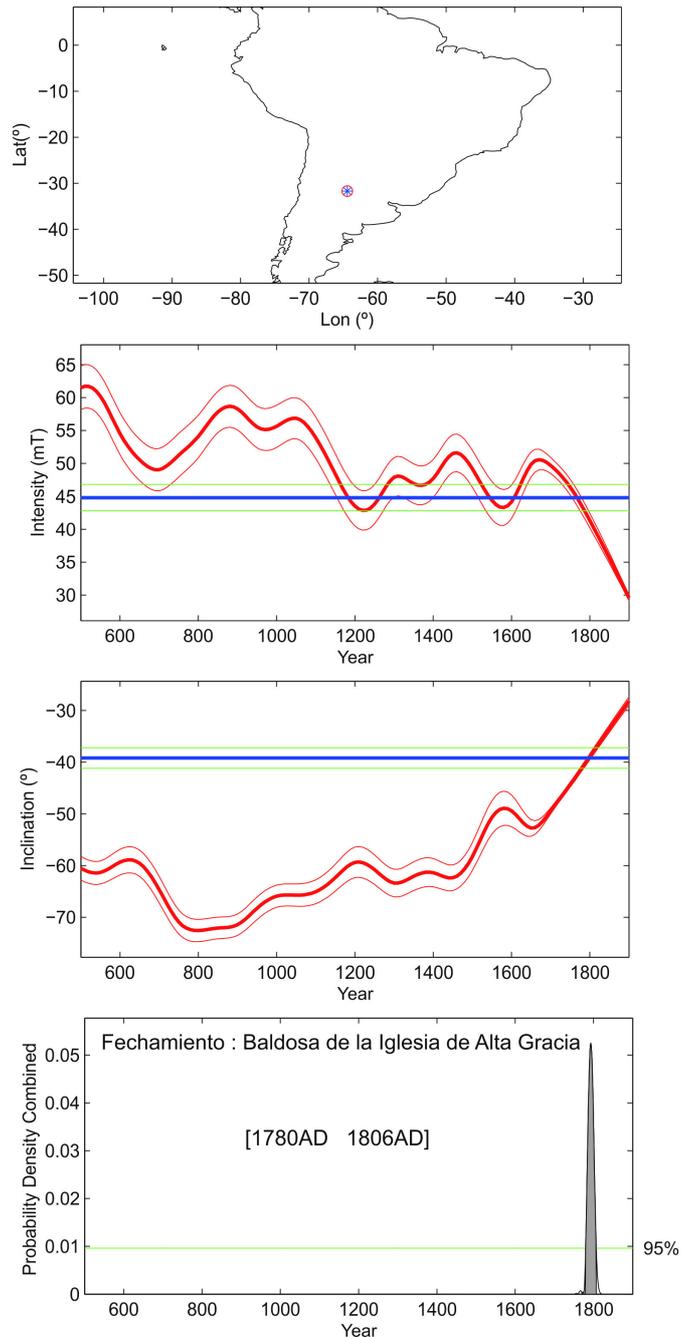


Figura 4. Datación arqueomagnética mediante el modelo SHA.DIF.14k empleando el programa *MATLAB archaeological dating* (Pavón-Carrasco *et al.* 2014).

SHA.DIF.14k (Pavón-Carrasco *et al.* 2014), considerado el de mayor resolución en la variación del campo geomagnético en los últimos 14.000 años. Este análisis apunta a un único intervalo probable entre 1780 y 1806 como la fecha de la elaboración de la baldosa; periodo en el cual se producen varias transferencias del inmueble desde que la Junta de Temporalidades la remata en 1772 a José Rodríguez (1708-1786), conspicuo funcionario de la Corona con inclinaciones a la construcción, que habitó la estancia pero nunca la pagó.

Luego de su muerte, sus hijos Victorino y Manuel solicitaron una moratoria para cumplir con la deuda, pero el monto era tan grande que les convenía que fuera rematada y adquirirla nuevamente por ellos mismos y a menor precio. Entre tanto, se designó a Manuel como administrador de la estancia por unos ocho años hasta que, al no poder cumplir con el pago, el gobernador Sobremonte decidió venderla. Pero he aquí que en 1789, durante el mandato del gobernador-intendente marqués de Sobremonte, se reglamentaron las medidas que debían tener los ladrillos, tejas, tejuelas y baldosas. Estas últimas pasarán a tener una longitud mucho mayor que las aquí datadas (Tissera 2012).

La estancia fue adquirida en 1796 por Juan del Sig-no, testaferro de Antonio de Arredondo, y el mencionado Victorino Rodríguez que se quedó con el edificio, siendo el primer catedrático de derecho en la Universidad, fusilado en 1810 con el virrey Liniers. La operación no pasó desapercibida y fue denunciada por algunos vecinos aunque sin consecuencias, y Victorino primero alquiló la estancia y luego la vendió a Liniers en 1809 (Page 2000).

A MODO DE CONCLUSIÓN

Esta investigación demuestra que la baldosa de la iglesia de Alta Gracia es apta para estudios arqueomagnéticos de alta resolución. Su mineralogía magnética es dominada por una fase ferrimagnética que puede considerarse «casi magnetita» debido a sus temperaturas de Curie cercanas a 575 °C. La magnetización portata por estos minerales es altamente estable, tal como atestiguan los experimentos de desmagnetizaciones por campos alternos y análisis de la arqueointensidad geomagnética absoluta, determinada por el método de Thellier (1959) modificado por Coe (1978).

La edad obtenida por medio de la datación arqueomagnética, usando el modelo global de predicción de campo geomagnético SHA.DIF.14k, corresponde a los años entre 1780 y 1806, es decir, la etapa de la administración de los Rodríguez (1772-1809), aunque nos inclinamos hacia antes de la reglamentación de Sobremonte de 1789. De tal manera, es improbable que los jesuitas hayan puesto el solado de ladrillos en una iglesia inconclusa de la cual sabemos fehacientemente que no se había terminado el revoque exterior ni su tejado. También es muy poco probable que la colocación de estas baldosas en particular ocurriera durante el arribo de Santiago de Liniers.

Agradecimientos

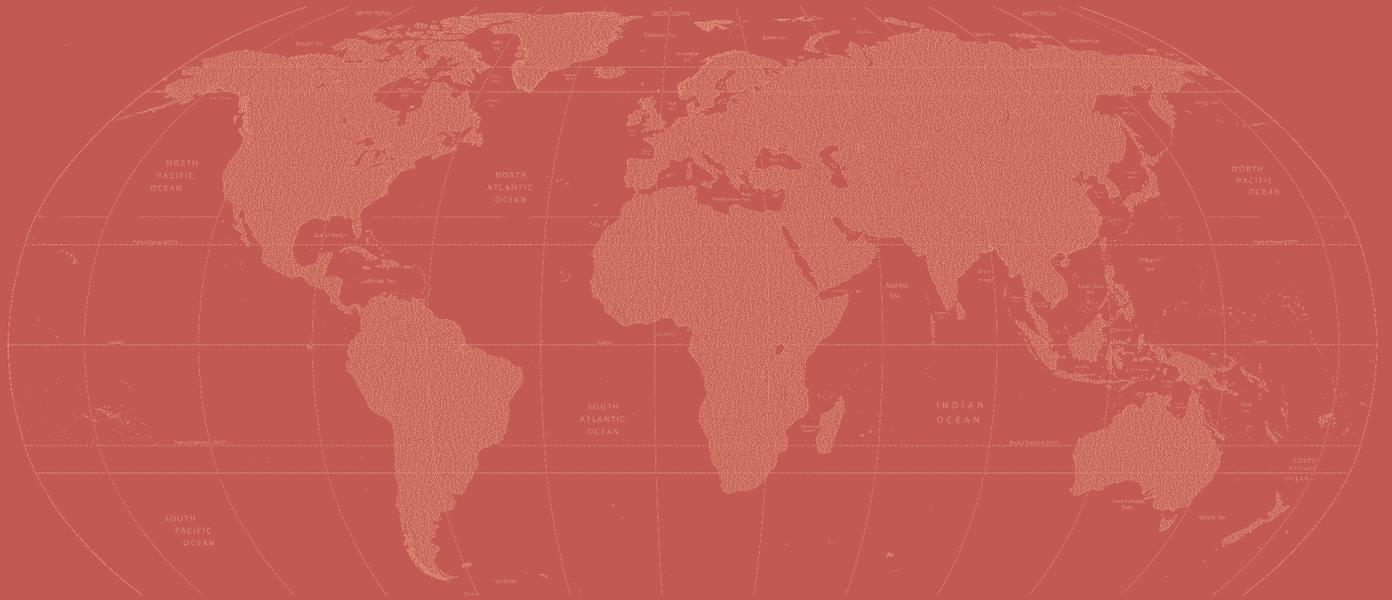
A. Goguitchaichvili agradece el apoyo financiero del proyecto CONACYT n.º 252149 y de UNAM-PA-PIIT IN101717. C. Gogorza agradece al Ministerio de Educación de la República Argentina-Secretaría de Políticas Universitarias, Programa REDES VI.

REFERENCIAS

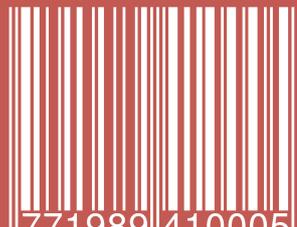
- AITKEN, M. J. 1990. *Science-Based Dating in Archaeology*. Londres: Longman. 274 pp.
- BOWLES, J., J. GEE, H. J. HILDEBRAND, L. TAUXE. 2002. Archaeomagnetic intensity results from California and Ecuador: evaluation of regional data. *Earth and Planetary Science Letters* 203/3-4: 967-981.
- COE, R. S. 1978. Paleointensities of the Earth's magnetic field determined from tertiary and quaternary rocks. *Journal of Geophysical Research* 72/12: 3247-3262.
- COLMAN, S. M., K. L. PIERCE, P. W. BIRKELAND. 1987. Suggested terminology for Quaternary dating methods. *Quaternary Research* 28/2: 314-319.
- GENEVEY, A., Y. GALLET, C. G. CONSTABLE, M. KORTE, G. HULOT. 2008. ArcheoInt: An upgraded compilation of geomagnetic field intensity data for the past ten millennia and its application to the recovery of the past dipole moment. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 9/4. DOI: 10.1029/2007GC001881.
- GOGORZA, C. S. G., A. M. SINIATO, C. OHLENDORF, S. KASTNER, B. ZOLITSCHKA. 2011. Paleosecular variation and paleointensity records for the last millennium from southern South America (Laguna Potrok Aike, Santa Cruz, Argentina). *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 184/1-2: 41-50.
- GOGUITCHAICHVILI, A., C. GRECO, J. MORALES. 2011. Geomagnetic field intensity behavior in South America between 400 DC and 1800 DC: First archeointensity results from Argentina. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 186/3-4: 191-197.
- GOGUITCHAICHVILI, A., D. LOPONTE, J. MORALES, A. ACOSTA. 2012. The archaeointensity of the Earth's magnetic field retrieved from Pampean ceramics (South America). *Archaeometry* 54/2: 388-400.
- HARTMANN, G., A. GENEVEY, Y. GALLET, R. TRINDADE, C. ETCHEVARNE, M. LE GOFF, M. C. AFONSO. 2010. Archeointensity in Northeast Brazil over the past five centuries. *Earth and Planetary Science Letters* 296/3-4: 340-352.

- 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* 10/6. DOI: 10.1029/2008GC002297.
- LINFORD, P. 2006. *Archaeomagnetic Dating. Guidelines on producing and interpreting archaeomagnetic dates*. Swindon: English Heritage.
- PAGE, C. A. 2000. *La estancia jesuítica de Alta Gracia*. Argentina: Universidad Nacional y Católica de Córdoba.
- 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.
- SHAW, J., D. WALTON, S. YANG, T. C. ROLPH, J. A. SHARE. 1996. Microwave archaeointensities from Peruvian ceramics. *Geophysical Journal International* 124/1: 241-244.
- THELLIER, E., O. THELLIER. 1959. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Annales de Geophysique* 15: 285-376.
- TISSERA, S. 2012. *Nota a la Comisión Nacional de Monumentos, Museos y Lugares Históricos del 6 de enero de 2012* (copia en nuestro poder).
- VÁZQUEZ, C. A., H. G. NAMI, A. E. RAPALINI. 2001. Magnetic Sourcing of Obsidians in Southern South America: Some Successes and Doubts. *Journal of Archaeological Science* 28/6: 613-618.

ACABÓSE DE IMPRIMIR
LA 35.^a EDICIÓN DE LA REVISTA
ARQUEOLOGÍA IBEROAMERICANA
EL DÍA 30 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2017
EN EL LABORATORIO DE ARQUEOLOGÍA TEÓRICA,
GRAUS, ESPAÑA.



ISSN 1989-4104



9 771989 410005