

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,<sup>1</sup> Carlos A. Page,<sup>2</sup> Avto Goguitchaichvili,<sup>3</sup>  
Catriel Greco,<sup>4</sup> Juan Morales,<sup>3</sup> Augusto Rapalini<sup>5</sup>***

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, UNCPBA-CICPBA-CONICET), Tandil, Argentina; <sup>2</sup> 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); <sup>3</sup> Servicio Arqueomagnético Nacional y Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, México; <sup>4</sup> Universidad de San Luis, CONICET, Argentina; <sup>5</sup> 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

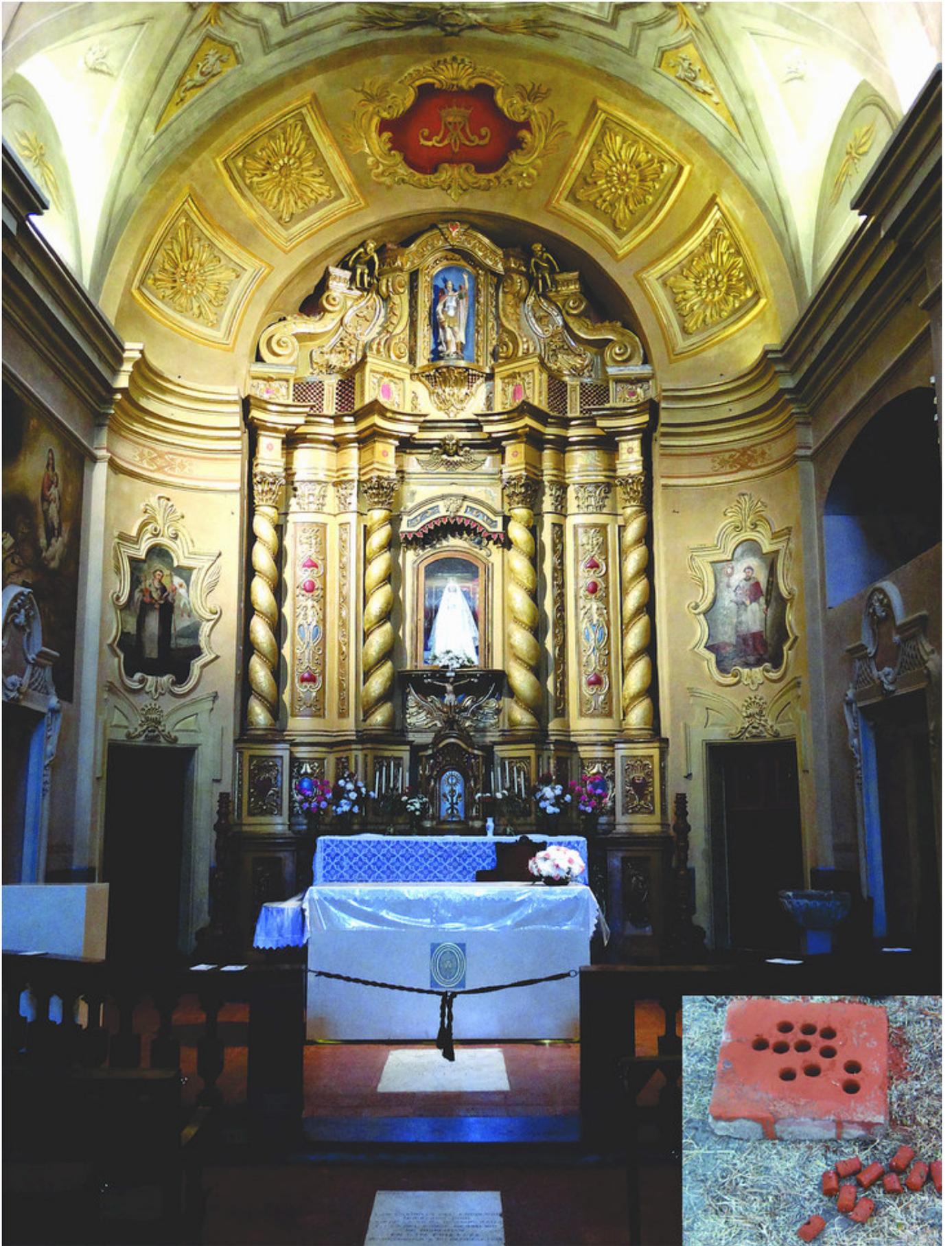


Figura 2. Interior de la parroquia Nuestra Señora de la Merced con la fotografía de la baldosa analizada.

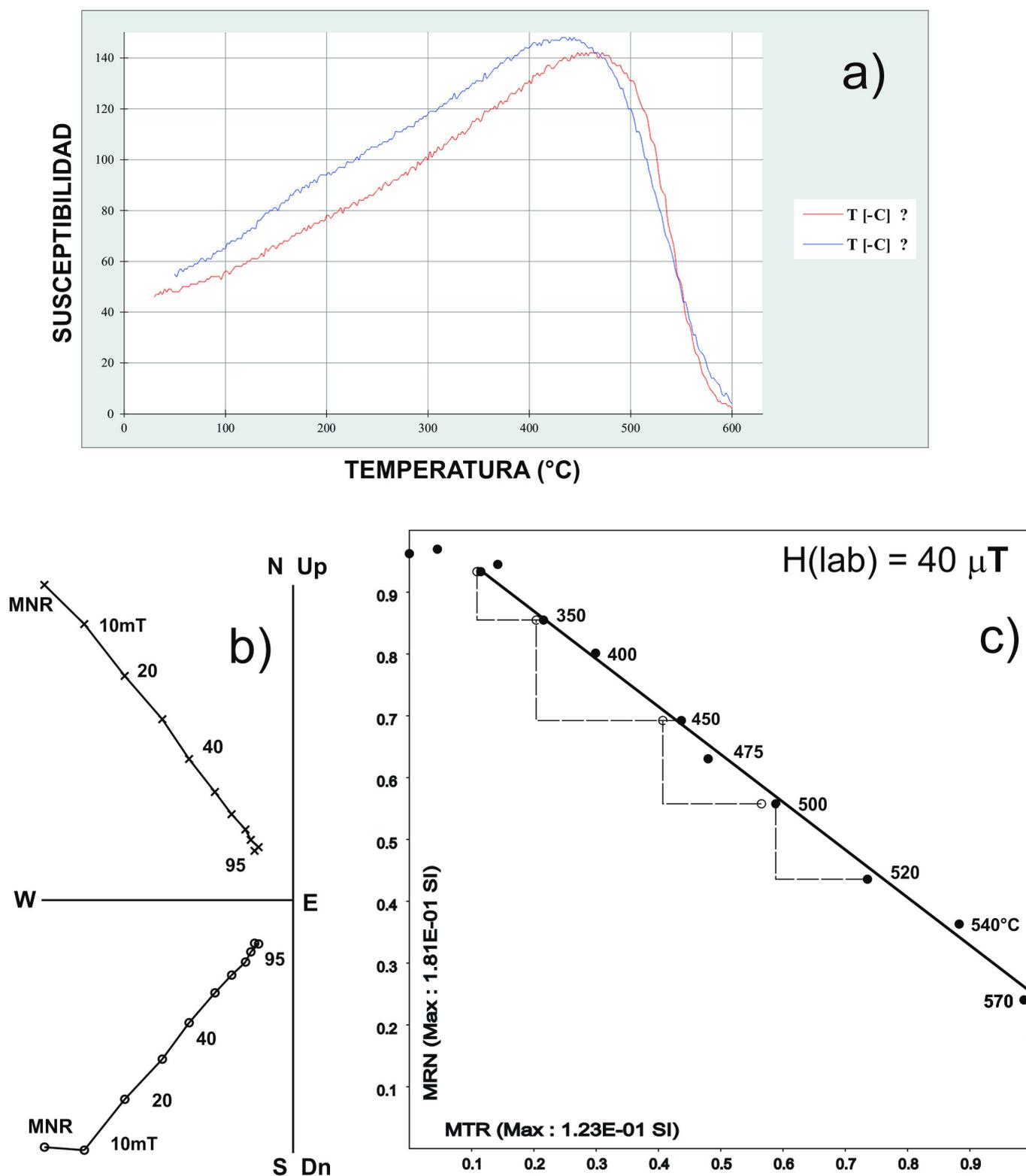


Figura 3. Experimentos magnéticos realizados: a) medición de la susceptibilidad en función de la temperatura, b) desmagnetización de las muestras mediante campos alternos, c) ejemplo del diagrama Arai-Nagata (ver texto para mayores detalles).

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

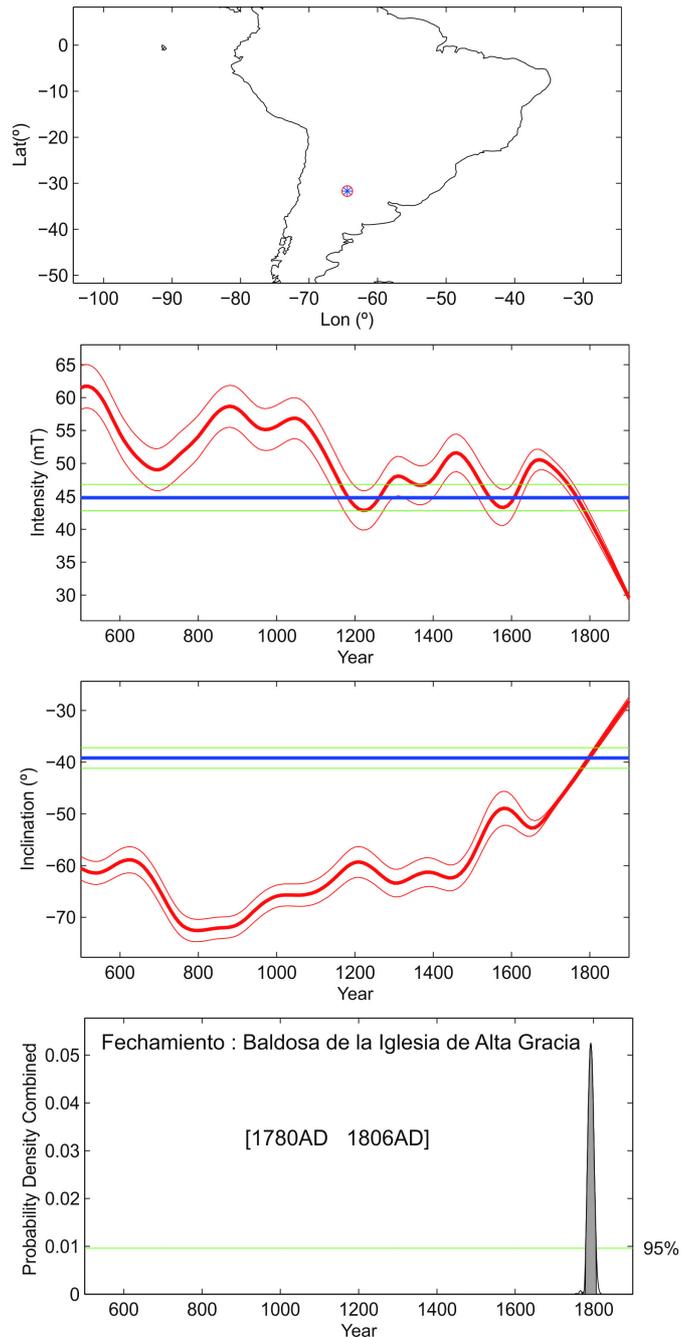


Figura 4. Datación arqueomagnética mediante el modelo SHA.DIF.14k empleando el programa *MATLAB archaeological dating* (Pavón-Carrasco *et al.* 2014).

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.