



## DATACIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE DOS HOGARES PROCEDENTES DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO MEDIEVAL LA PUDIA (BURGOS, CASTILLA Y LEÓN, ESPAÑA)

N. García-Redondo<sup>1\*</sup>, A. Goguitchaichvili<sup>2</sup>, Á. Carrancho<sup>3</sup>, J. Morales<sup>2</sup>,  
M. Calvo-Rathert<sup>1</sup>, A. Palomino<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Paleomagnetismo, Dpto. Física, Universidad de Burgos, Burgos, España.

<sup>2</sup> Servicio Arqueomagnético Nacional y Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA), Instituto Geofísica, Campus Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

<sup>3</sup> Área de Prehistoria, Departamento de Historia, Geografía y Comunicación, Universidad de Burgos, Burgos, España.

<sup>4</sup> Patrimonio Inteligente S.L. Valladolid, España.

\*e-mail: [ngredondo@ubu.es](mailto:ngredondo@ubu.es)

### ABSTRACT

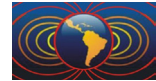
We present a full archaeomagnetic vector and rock-magnetic study carried out on two hearths excavated in the medieval archaeological site of La Pudia (Burgos, Castilla y León, Spain). The main aim of this study is to archaeologically date both hearths to know when the archaeological site was abandoned. The archaeomagnetic direction was analyzed through thermal and stepwise alternating field demagnetization. Mean direction of hearth 1 is declination = 19.8°; inclination = 56.5°; (N = 21; k = 391;  $\alpha_{95} = 1.6^\circ$ ) and for hearth 2 is declination = 20.5°; inclination = 52.6°; (N = 21; k = 763;  $\alpha_{95} = 1.1^\circ$ ). Archaeointensity experiments with the Thellier-Coe protocol, which included an anisotropy correction, were carried out on 48 samples. The anisotropy-corrected mean intensity values obtained are  $53.7 \pm 8.9 \mu\text{T}$  in hearth 1 and  $53.9 \pm 4.6 \mu\text{T}$  in hearth 2. The archaeomagnetic dating was carried out comparing the mean full-vector values obtained from each hearth with the SCHA.DIF.14k geomagnetic model. Only one possible interval was obtained for each hearth: 852 – 1063 AD (hearth 1) y 866 – 1048 AD (hearth 2), both at the 95% confidence level. These results are archaeologically and historically coherent with the context of the archaeological site, indicating that the site's abandonment occurred during the 11<sup>th</sup> century AD.

**Key Words:** Archaeointensity, Geochronology, Middle Ages, Iberian Peninsula

### RESUMEN

Presentamos un vector arqueomagnético completo y un estudio de magnetismo de las rocas realizado en dos hogares excavados en el yacimiento arqueológico medieval de La Pudia (Burgos, Castilla y León, España). El objetivo del trabajo es datar arqueomagnéticamente ambos hogares para conocer en qué momento se produjo el abandono del yacimiento arqueológico. La dirección arqueomagnética ha sido analizada a través de las técnicas de desmagnetización térmica y de desmagnetización por campos alternos decrecientes. La dirección media del hogar 1 es declinación = 19.8°; inclinación = 56.5°; (N = 21; k = 391;  $\alpha_{95} = 1.6^\circ$ ) y la del hogar 2 es: declinación = 20.5°; inclinación = 52.6°; (N = 21; k = 763;  $\alpha_{95} = 1.1^\circ$ ). Los experimentos de arqueointensidad de tipo Thellier-Coe y de la posterior corrección del efecto de la anisotropía se realizaron en 48 muestras. Los valores medios de paleointensidad corregida obtenidos son  $53.7 \pm 8.9 \mu\text{T}$  para el hogar 1 y  $53.9 \pm 4.6 \mu\text{T}$  para el hogar 2. La datación arqueomagnética se realizó comparando los valores medios del vector completo de ambos hogares con el modelo geomagnético SCHA.DIF.14k. Se obtuvo un único posible intervalo de edad para cada hogar: 852 – 1063 AD para el hogar 1 y 866 – 1048 AD para el hogar 2, ambos con un 95 % de probabilidad. Estos resultados son coherentes con el contexto arqueológico e histórico del yacimiento, indicando que su abandono se produjo durante el siglo XI AD.

**Palabras Clave:** Arqueointensidad, Geocronología, Edad Media, Península Ibérica



## 1. Introducción

El yacimiento arqueológico de La Pudía se encuentra en el pueblo de Caleruega, en la provincia de Burgos (Castilla y León, España). Durante las excavaciones arqueológicas se descubrieron los restos de tres estructuras de habitación; dos de ellas conservaban dos hogares en su interior. De acuerdo con la información arqueológica, ambos hogares se consideraron contemporáneos y, con toda probabilidad, estarían relacionados con el abandono de la aldea. La mayor parte del material arqueológico encontrado son restos cerámicos vinculados a una producción local. La tipología de estos grupos cerámicos data el yacimiento en la Alta Edad Media. Debido a la ausencia de otros materiales susceptibles de ser datados, el yacimiento únicamente cuenta con la información cronológica aportada por los restos cerámicos. Por ello, el objetivo principal de nuestro trabajo es aportar una datación arqueomagnética para cada uno de los dos hogares y poder así conocer de forma más precisa en qué momento se produjo el abandono del yacimiento.

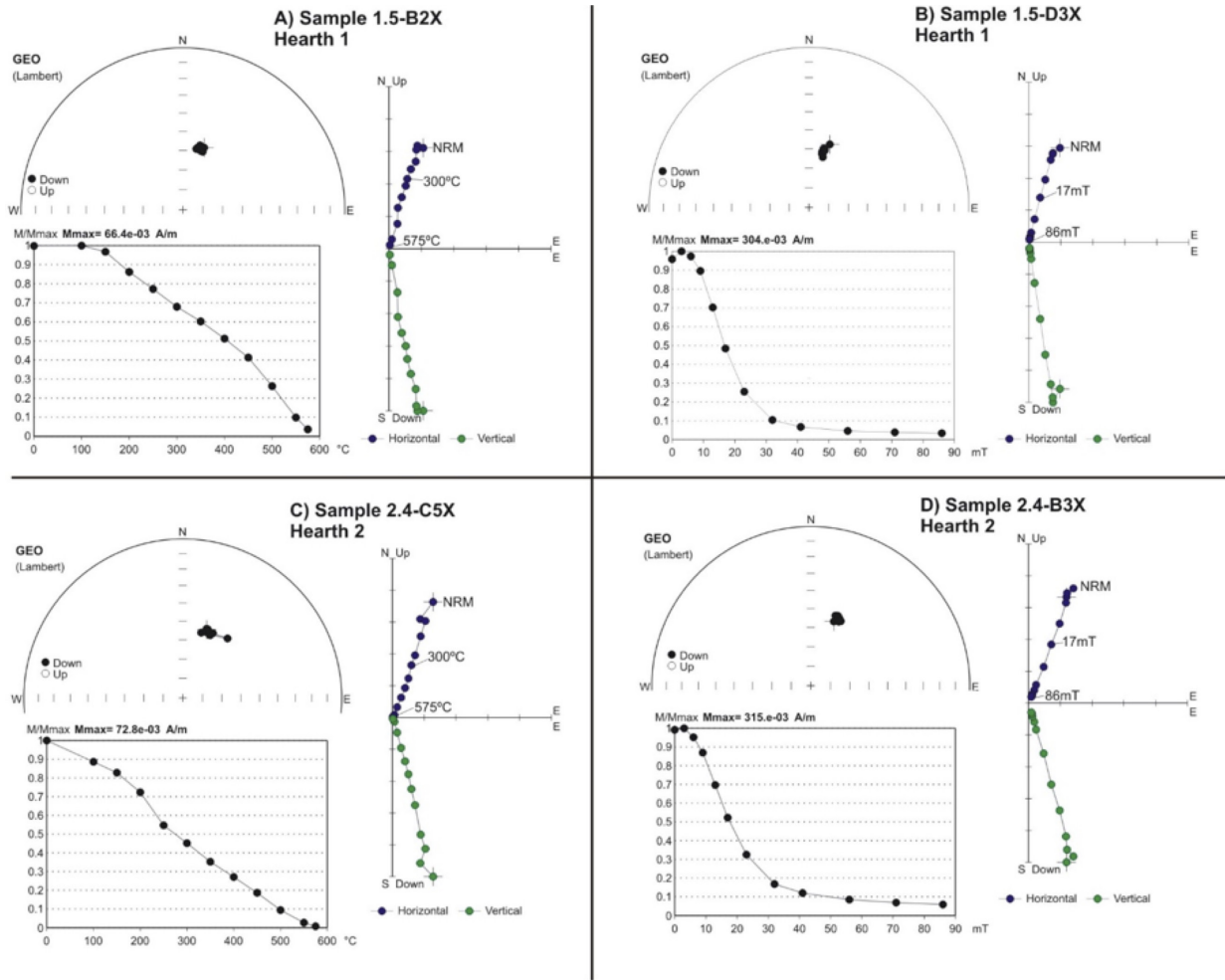
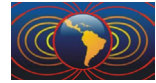
## 2. Metodología

En cada uno de los dos hogares del yacimiento arqueológico se recogieron seis bloques de mano orientados con la ayuda de escayola. Posteriormente, y respetando las marcas de orientación, estos bloques de mano fueron submuestreados en el laboratorio hasta obtener especímenes cúbicos regulares ( $\sim 2.2 \times 2.2$  cm). Tras las labores de submuestreo obtuvimos un total de 52 especímenes para los análisis paleomagnéticos, 22 para el hogar 1 y 30 para el hogar 2. Por otra parte, también se recogió muestra suelta para los experimentos de magnetismo de las rocas y de arqueointensidad, ya que para estos no es necesario que la muestra esté orientada.

Los experimentos de magnetismo de las rocas y los análisis paleomagnéticos se realizaron en el laboratorio de Paleomagnetismo de la Universidad de Burgos (España). Los experimentos de magnetismo de las rocas que hemos realizado han sido: curvas de adquisición progresiva de la magnetización remanente isoterma (IRM), ciclos de histéresis ( $\pm 1$  T), curvas *backfield* y curvas termomagnéticas (magnetización vs. temperatura) hasta  $700^\circ\text{C}$  en aire. Para obtener la dirección de la magnetización remanente característica (ChRM) hemos utilizado las técnicas de desmagnetización térmica y desmagnetización por campos alternos decrecientes (Figura 1). Los experimentos de arqueointensidad se realizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de México (Morelia, México). Las determinaciones de arqueointensidad absoluta se obtuvieron utilizando el método de doble calentamiento de tipo Thellier (Thellier y Thellier., 1959) modificado por Coe (1978).

## 3. Resultados

Los valores del ratio Königsberger (Stacey, 1969) obtenidos indican que la magnetización remanente natural tiene un origen térmico. El principal mineral portador de la termorremanencia es magnetita en estado de pseudo-monodominio y todas las curvas termomagnéticas presentan un alto grado de reversibilidad. Las direcciones medias se han obtenido a partir de 21 muestras en el hogar 1 y 22 muestras en el hogar 2. La dirección media del hogar 1 es: Declinación =  $19.8^\circ$ ; Inclinación =  $56.5^\circ$ ; ( $k = 391$ ;  $\alpha_{95} = 1.6^\circ$ ). La dirección media del hogar 2 es: Declinación =  $20.5^\circ$ ; Inclinación =  $52.6^\circ$ ; ( $k = 763$ ;  $\alpha_{95} = 1.1^\circ$ ). Más del 80% de las muestras procesadas durante los experimentos de arqueointensidad han proporcionado determinaciones técnicamente aceptables (Figura 2). Tras realizar las correcciones del parámetro de anisotropía el valor medio de arqueointensidad obtenido para el hogar 1 es  $53.7 \pm 8.9 \mu\text{T}$  y para el hogar 2 es  $53.9 \pm 4.6 \mu\text{T}$ . La comparación de las direcciones medias y de los valores medios de arqueointensidad de cada hogar con el modelo geomagnético SCHA.DIF.14k (Pavón Carrasco *et al.*, 2014) ha aportado un posible intervalo de edad para

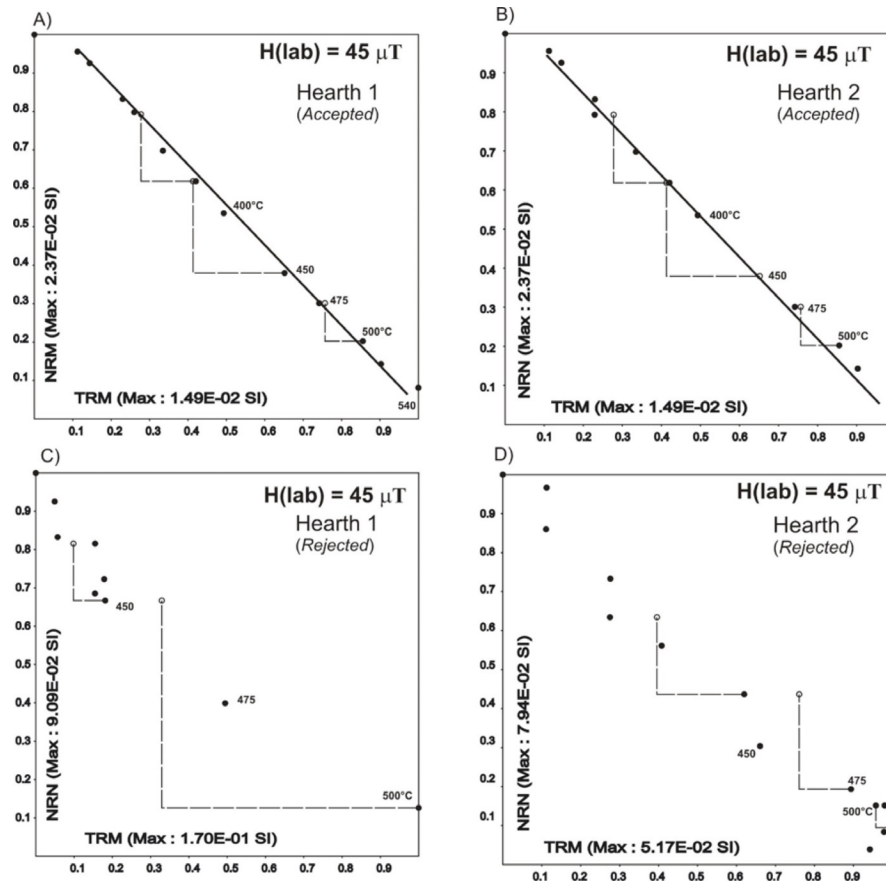
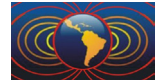


**Figura 1.** Diagramas ortogonales de desmagnetización térmica (a-c) y por campos alternos decrecientes (b-d) de la NRM indicando los principales pasos de desmagnetización.

cada hogar, correspondiendo cada intervalo con el posible último uso de cada hogar. Así, la última vez que se utilizó el hogar 1 fue entre 866 – 1048 AD (95%) y el hogar 2 entre 995 – 1067 AD (95%). Estos datos arqueomagnéticos concuerdan con el contexto arqueológico (Aratikos Arqueólogos, 2013), indicando que el último uso de ambos hogares y su abandono se produjo de forma simultánea o cercana en el tiempo, entre el siglo IX AD y la primera mitad del siglo XI AD.

#### 4. Conclusiones

Se ha realizado un estudio arqueomagnético en dos hogares procedentes del yacimiento arqueológico altomedieval de La Pudía (Burgos, Castilla y León, España). Se ha obtenido un valor medio de arqueointensidad absoluta y una dirección media para cada hogar. Estos valores han sido comparados con el modelo geomagnético SCHA.DIF.14k, determinando que la última vez que se utilizó el hogar 1 fue entre 866 – 1048 AD (95%) y el hogar 2 entre 995 – 1067 AD (95%). Por lo tanto, el abandono de ambos hogares se produjo entre el siglo IX AD y la primera mitad del siglo XI AD. Este estudio confirma la utilidad y la importancia que tiene el arqueomagnetismo en contextos arqueológicos en los que, además, no existen otros materiales susceptibles de ser datados con otras técnicas.



**Figura 2.** Diagramas de Arai para muestras de ambos hogares. Determinaciones aceptables (a-b) y determinaciones fallidas (c-d).

## Referencias

- Aratikos Arqueólogos, S.L., 2013. Intervención arqueológica previa al desarrollo del Proyecto de Puesta en Valor de los recursos del Patrimonio Arqueológico de Caleruega (Burgos). Excavación en el yacimiento de “La Pudía I”. Informe Técnico.
- Coe, R.S., 1967. Paleointensities of the earth’s magnetic field determined from Tertiary and Quaternary rocks. *J. Geophys. Res.* 72 (12), 3247–3262. <https://doi.org/10.1029/JZ072i012p03247>.
- Pavón-Carrasco, F.J., Osete, M.L., Torta, J.M., De Santis, A., 2014. A geomagnetic field model for the Holocene based on archaeomagnetic and lava flow data. *Earth Planet. Sci. Lett.* 388, 98–109. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2013.11.046>
- Stacey, F.D., 1967. The Koenigsberger ratio and the nature of thermoremanence in igneous rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.* 2, 67–68. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(67\)90174-4](https://doi.org/10.1016/0012-821X(67)90174-4)
- Thellier, E., Thellier, O., 1959. Sur l’intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Ann. Geophys.* 15, 285–376.