



## **DETERMINACION DE ARQUEOINTENSIDADES SOBRE VESTIGIOS DE CERÁMICA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE CAPACHA (OCCIDENTE DE MEXICO): EN BUSCA DE AFINIDAD CON OTRAS CULTURAS MESOAMERICANAS.**

Modesto Pineda Durán\*, Juan Morales, Bertha Aguilar Reyes, Avto Gogichaishvili

Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán,  
Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.

### **Abstract**

We report the results of a detailed rock magnetic and archeointensity study performed on pottery fragments belonging to the archeological site of Capacha. This site seems to be contemporaneous with other important cultural developments in Mesoamerica. Six out of the seven analyzed fragments yielded reliable absolute intensity determinations. The mean archeointensity value obtained in this study of  $(33.6 \pm 1.2) \mu\text{T}$  agree well with two other Pre-Classic Mesoamerican mean archeointensity values obtained:  $(34.3 \pm 1.1) \mu\text{T}$  and  $(32.7 \pm 11.3) \mu\text{T}$  for El Opeño and Guatemalan Pottery respectively. Very similar rock magnetic parameters found for El Opeño and Capacha shreds appear to be related to common clay sources. Ancient trade and interexchange between El Opeño and other locations from the state of Colima (namely Capacha Culture) and eastern Mesoamerica proposed seems to be supported by our data.

### **Resumen**

Reportamos los resultados de un estudio de magnetismo de rocas y arqueointensidad sobre siete fragmentos de cerámica del sitio arqueológico de Capacha, contemporáneo de otros importantes desarrollos culturales en Mesoamérica. Seis de los siete fragmentos analizados dieron determinaciones de intensidad confiables. El valor medio de arqueointensidad obtenido en este estudio de  $(33.6 \pm 1.2) \mu\text{T}$  es comparable con otros dos valores medios de arqueointensidad obtenidos, del Pre-Clásico Mesoamericano:  $(34.3 \pm 1.1) \mu\text{T}$  y  $(32.7 \pm 11.3) \mu\text{T}$  para cerámicas de El Opeño y Guatemala, respectivamente. Los parámetros similares de magnetismo de rocas, encontrados en fragmentos de El Opeño y Capacha, parecen relacionarse con una fuente común de arcilla. El comercio e intercambio antiguos entre El Opeño y otros lugares del estado de Colima (Cultura Capacha) y el este de Mesoamérica, propuesto, parecen estar apoyados por nuestros datos.

### **Introducción**

Se conoce con el nombre de cultura Capacha a un complejo arqueológico de Colima, en el occidente de Mesoamérica (Figura 1). La cultura Capacha fue la primera con características complejas que se desarrolló en la región, aproximadamente entre los años 2000 aC y 1200 a. C. Fue estudiado y descubierto por Isabel Trusdell-Kelly, arqueóloga estadounidense que realizó excavaciones en la zona de Colima en el año de 1939.

El sitio de entierro (una pequeña colina cerca de dos arroyos) alcanzó una superficie de  $156 \text{ m}^2$  en el que 61 cuerpos fueron recuperados.



Es preciso señalar que sólo cinco de los diez sitios mencionados por Kelly (1980) pertenecen al Valle de Colima. Desde el rescate arqueológico de los últimos 15 años, ha sido posible documentar otros cuatro sitios con materiales de Capacha, el más reciente de ellos, Puertas de Rolón, ha sido uno de los más importantes.

Las similitudes entre las piezas de esta cultura y la cerámica contemporánea de la región de Ecuador sugieren que había una relación muy temprana entre el Occidente de Mesoamérica y las culturas andinas. Capacha fue contemporánea de otros importantes desarrollos culturales de Mesoamérica, como el de El Opeño, en Michoacán, y la primera fase de Tlatilco, en el valle de México. La extensión geográfica de las piezas de cerámica de Capacha incluye toda la costa del Océano Pacífico, entre los estados mexicanos de Sinaloa, en el norte, y Guerrero, en el sur.

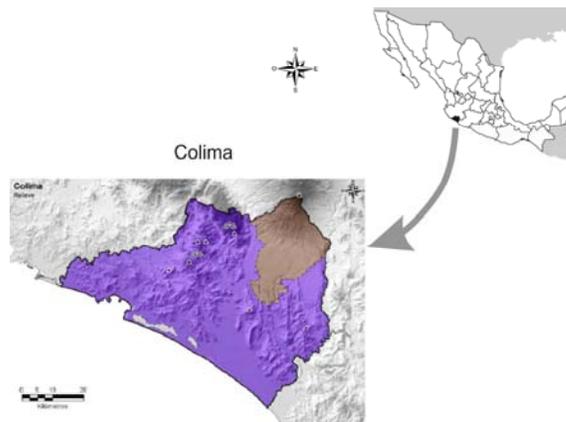


Figura 10.1. Mapa de localización del municipio de la Capacha, Colima.

## Metodología

Los siete fragmentos bajo estudio se dividieron en al menos siete piezas y se incrustaron en pastillas de sal para facilitar su tratamiento como muestras paleomagnéticas estándar. Las muestras individuales (pertenecientes al mismo fragmento) fueron incrustadas en las pastillas de sal en seis posiciones diferentes ( $\pm X$ ,  $\pm Y$ ,  $\pm Z$ ) en relación a una dirección arbitraria seleccionada a priori en el fragmento de origen.

Los sub-fragmentos prensados y marcados se sometieron a la metodología Thellier-Coe (Thellier y Thellier, 1959, Coe, 1967). Los experimentos se llevaron a cabo utilizando un horno TD48-SC. Todas las corridas de calentamiento/enfriamiento se realizaron en aire. Se distribuyeron diez pasos de temperatura en todo el rango de temperaturas (desde temperatura ambiente hasta 540 °C). La intensidad de campo de laboratorio se estableció en  $(30 \pm 0,1) \mu\text{T}$ . Se realizaron chequeos de pTRM, cada tercer paso de temperatura, se añadieron también a la metodología los llamados *tail checks*, los cuales se determinaron en dos temperaturas intermedias (350 °C y 450 °C).

Se llevaron a cabo mediciones de susceptibilidad con campo bajo en aire, utilizando un susceptibilímetro Bartington MS2 equipado con horno. Una muestra de cada uno de los siete fragmentos se calentó hasta unos 650 °C a una velocidad de calentamiento de 10 °C / min y luego se enfrió al mismo ritmo.

Las mediciones del ciclo de histéresis y la magnetización remanente isotérmica (IRM) se realizaron en todas las muestras utilizando un *Alternating Force Magnetometer* en el *Laboratoire des Sciences du*



*Climat et de l'Environnement Gif-sur-Yvette, Francia.* La magnetización remanente de saturación (Mrs), la magnetización de saturación (Ms) y el campo coercitivo (Hc) se calcularon después de la corrección de la contribución paramagnética. La coercitividad de remanencia (Hcr) se determinó aplicando incrementos progresivos de *backfield* después de la saturación. La dependencia en el grado de enfriamiento de la TRM se investigó aquí siguiendo un procedimiento modificado descrito por Chauvin et al., 2000 (ver Morales et al., 2009), empleando un tiempo de enfriamiento lento de 6,5 horas desde 540 ° C hasta la temperatura ambiente.

### Resultados y análisis

Seis de los siete fragmentos analizados dieron determinaciones fiables de intensidad. Para estos fragmentos el factor de fracción *f* osciló entre 0,4 y 0,8, mientras que el factor de calidad *q* estuvo entre 4.1 y 15.2.

Los chequeos de pTRM fueron positivos en todas las muestras analizadas (remanencias de *cola* pTRM ≤ 3% en ambas temperaturas seleccionadas) lo que concuerda con los resultados de FORC, y soporta la idoneidad de estos materiales magnéticos como portadores de la intensidad del campo antiguo presente en su elaboración. El procedimiento de ritmo de enfriamiento seguido hasta aquí produjo un factor de corrección del 7% para la mayoría de las muestras. Cabe señalar que esta corrección se aplicó solamente cuando el cambio correspondiente en la capacidad de adquisición de TRM fue inferior al 15% (Chauvin et al, 2000).

Los valores de arqueointensidad de los fragmentos principales obtenidos en este estudio van desde (26,1 ± 2,2) μT hasta (60,8 ± 3,6) μT. Se pueden reconocer tres grupos de intensidad: el grupo principal que comprende los valores (32,5 ± 2,3, 33,4 ± 3,7 y 34,8 ± 1,2) μT que corresponde al 50% de los valores obtenidos. Un grupo de valores (26,1 ± 2,2 y 28,8 ± 3,5) μT que representa el 33% de los resultados, y un grupo menor (único resultado: 60,8 ± 3,6 μT) que contribuyen con el 17%. El valor medio de arqueointensidad del grupo principal (33,6 ± 1,2) μT se compara bien con otros dos valores medios de arqueointensidad del Preclásico obtenidos: (34,3 ± 1,1) μT para fragmentos de El Opeño (Pineda-Durán, 2010), y (32,7 ± 11,3) μT para Cerámica de Guatemala, reportado por de Alva-Vadivia (2010) del sitio arqueológico de Kaminaljuyú (800 aC-200 dC).

También, con base en valores de magnetismo de rocas (parámetros de histéresis), Pineda-Durán (2010) destacó la afinidad entre la cerámica de occidente (El Opeño, Michoacán) y el oriente (Kaminaljuyú, Guatemala) de Mesoamérica. Siguiendo este enfoque, esta hipótesis parece ser confirmada por los resultados obtenidos en este estudio.

El comercio antiguo o intercambio entre El Opeño y otros lugares de Colima (principalmente de la Cultura Capacha) y Jalisco, ha sido propuesto por varios autores (Oliveros, 1970; Kelly, 1972, entre otros). Harbottle (1975), sin embargo, no se encontraron pruebas para el comercio de vasijas ya sea de Capacha a El Opeño, o viceversa, ni de una tercera fuente de ambos, por medio del análisis por activación de neutrones de fragmentos de cerámica estilísticamente similares de ambas fases.

### Conclusiones

Valores similares de magnetismo de rocas entre fragmentos de cerámica de El Opeño y Capacha parecen estar relacionados por las fuentes de arcilla compatibles. Valores comparables de arqueointensidad entre la cerámica de El Opeño y Capacha y entre estos con los de Kaminaljuyú podría sugerir: (1) un autóctono e independiente origen de las piezas correspondientes, o por el contrario, (2) un activo comercio entre estas culturas, que también es apoyado por similitudes estilísticas.



Considerando, por un lado, la proximidad entre las fases de El Opeño y Capacha (200 km), y por otro lado, la gran distancia entre El Opeño / Capacha y Kaminaljuyú, es difícil creer en culturas contemporáneas aisladas (el caso de sitios vecinos) y explicar las similitudes magnéticas de la composición de la arcilla y valores casi idénticos de intensidad entre provincias contemporáneas muy distantes (en el caso de las culturas del occidente y oriente Mesoamericano). Cualquiera que sea la hipótesis más probable, la necesidad de más estudios interdisciplinarios es bastante evidente.

## Referencias.

- Aitken, M. J. (1964). Archaeomagnetic results: some geophysical implications. *Archaeometry*, 7, 43-6.
- Aitken, M. J. (1990). Science-based dating in archaeology. Longman Archeology Series: Longman, 225-259.
- Alva-Valdivia, L. M., Morales, J., Goguitchaichvili, A., Hatch, M. P., Hernández-Bernal, M. S., y Mariano-Matías (2010). Absolute Geomagnetic Intensity Data from Pre-Classic Guatemalan Pottery. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 180, 41-51.
- Bucha, V., Tylor, R. E., Berger, R., y Haury, E. W. (1970). Geomagnetic Intensity: Changes during the past 3000 years in the western hemisphere. *Science*, 168, 111-114.
- Chauvin, A., Garcia, A., Lanos, Ph., & Laubenheimer, F. (2000). Paleointensity of the geomagnetic field recovered on archaeomagnetic sites from France. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 120, 111-136.
- Coe, R. S. (1967). Paleo-Intensities of the Earth's Magnetic Field Determined from Tertiary and Quaternary Rocks, *J. Geophys. Res.*, 72, No. 12, 3247-3262.
- Coe, R. S., S. Grommé, and E. A. Mankinen (1978). Geomagnetic paleointensities from radiocarbon-dated lava flows on Hawaii and the question of the pacific nondipole low, *J. Geophys. Res.*, 83, No. B4, 1740 – 1756.
- Dar, R., Fuller, M., and Schmidt, V. A., 1977. Hysteresis properties of titanomagnetites: grain-size and compositional dependence. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 13, 206 – 267.
- Fox, J. M. W. and M. J. Aitken (1980). Cooling rate dependence of the thermoremanent magnetization. *Nature*, 283, 462-463.
- Genevey, J., & Gallet, Y. (2002). Intensity of the geomagnetic field in western Europe over the past 2000 years: New data from ancient French pottery. *Journal of Geophysical Research*, 107, B11, 2285, doi:10.1029/2001JB000701.
- Kelly, I. (1972). Vasijas de Colima con boca de estribo. Instituto Nacional de Antropología eHistoria, Boletín 42, 26-31.
- Kosterov, I. and Prévot M., 1998. Possible mechanism causing failure of Thellier paleointensity experiments in some basalts. *Geophys. J. Int.*, 134, 554-572.
- Levi, S. (1977). The effect of magnetite particle size on paleointensity determinations of the Geomagnetic Field. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 13, 245-259.



McCabe, C., Jackson, M., & Ellwood, B. (1985). Magnetic anisotropy in the Trenton limestone: results of a technique, anisotropy of anhysteretic susceptibility. *Geophysical Research Letters*, 12, 333-336.

McClelland- Brown, E. (1984). Experiments on TRM intensity dependence on cooling rate. *Geophysical Research Letters*, 11, No. 3, 205-208. Morales et al. 2010.

Morales, J., Goguitchaichvili A., & Urrutia-Fucugauchi, J. (2007). Cooling rate effect as a cause of systematic overestimating of the absolute Thellier paleointensities: A cautionary note. *Studia Geophysica and Geodaetica*, 51, 315-326.

Morales, J., Goguitchaichvili, A., Acosta, G., González-Morán, T., Alva-Valdivia, L., Robles-Camacho, J. y Hernández-Bernal, M. S. (2009). Magnetic properties and archeointensity determination on Pre-Columbian pottery from Chiapas, Mesoamérica *Earth Planets & Space*, doi:10.19EPS2364.10.29.

Nagata, T., K. Kobayashi, and E. J. Schwarz (1965). Archeomagnetic intensity studies of South and Central America, *J. geomagn. Geoelectr.*, 17, 399-405.

Oliveros (1970). Excavación de dos tumbas en El Opeño, Michoacán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de de Antropología e Historia y Universidad Nacional Autónoma de México.

Pineda-Duran, M., Gogichaisvili, A., Morales, J., Aguilar Reyes, B., Oliveros-Morales, A., Calvo Rathert M., y Robles-Camacho, J. (2010). Archaeointensity of Earth's Magnetic Field Recovered from El Opeño, Earliest Funeral Architecture Known in Western Mesoamerica. *Studia Geophysica and Geodaetica*, 54, 4, 575-593.

Riisager, P. & Riisager, J. (2001). Detecting multidomain magnetic grains in Thellier palaeointensity experiments. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 125, 111–117.

Roberts, A.P., Pike, C.R., y Verosub, K.L. (2000). FORC diagrams: a new tool for characterizing the magnetic properties of natural samples. *Journal of Geophysical Research*, 100, 17909—17924.

Selkin, P.A., Gee, J. S., Tauxe, L., Meurer, W.P., & Newell, A.J. (2000). The effect of remanence anisotropy on paleointensity estimates: a case study from the Archean Stillwater Complex. *Earth and Planetary Science Letters*, 183, 403-416.

Thellier, E. and O. Thellier (1959). Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Ann. Géophysique*. 15, pp. 285 – 376.