

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS ARQUEOMAGNÉTICAS MEXICANAS DESDE EL AÑO 1999 AL 2012

Ana María Soler Arechalde

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, México D.F.

RESUMEN

Desde el año 2000 se ha venido trabajando con el registro de la variación secular para el Centro de México en muestras de estucos quemados y no quemados. Como se evidencia algunos registros muestran excelentes resultados $\alpha_{95} < 3^\circ$, lo que conlleva a errores en la datación de 10 años o menos, sin embargo otros muestran $\alpha_{95} > 10^\circ$ y no siempre se puede dar una razón para ello. Con esta premisa se realiza el siguiente análisis estadístico de diferentes propiedades magnéticas con el fin de obtener una mejor comprensión de las fuentes de error y por tanto lograr mejores resultados.

Palabras clave: estucos, arqueomagnetismo, México

ABSTRACT

Since year 2000 we have been working with the secular variation record from Mexico Center in samples of burned and unburned stucco. As it is presented, some excellent results of records show $\alpha_{95} < 3^\circ$, which leads to errors in the dating task of about 10 years or less, though others show $\alpha_{95} > 10^\circ$ and cannot always give a reason. With this premise a statistical analysis of different magnetic properties was carried out in order to obtain a better understanding of the sources of error and hence to achieve better results.

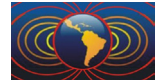
Keywords: stucco, arqueomagnetism, Mexico

Introducción

Desde el año 2000 con la tesis de Hueda (2000) y el artículo de Hueda *et al.* (2004), donde se proponía que una magnetización remanente de tipo detrítico, es adquirida por los estucos no quemados del centro de México, debido a la inclusión de ceniza y escoria volcánica molida; más de 91 muestras de estucos no quemados han sido analizados y procesados mediante técnicas paleomagnéticas con el fin de obtener su magnetización característica. Durante el mismo período se han colectado también 88 muestras quemadas. En la Figura 1 se muestran los sitios muestreados.



Figura 1.
Sitios de
muestreo
arqueomagnético
en México.



Análisis estadísticos efectuados

El primer análisis realizado fue la comparación entre el número de muestras de las que se pudo determinar una dirección característica y de las que no fue posible, esto se hizo por sitio. En la Figura 2 se muestran los resultados en porcentaje de muestras que guardan un buen registro de la magnetización contra las que no lo hacen. El análisis se efectuó por sitio, vemos que fueron analizados 15 sitios y que el porcentaje de éxito es del 70% independientemente de que fuesen quemadas o no quemadas. Podemos observar que en los sitios donde hay muestras tanto quemadas como no quemadas, tales como Guachimontones, La Joya, Xalla y Xochicalco, son las no quemadas con buen registro las que dominan. Pero también se debe notar que en general es mayor el número de muestras no quemadas.

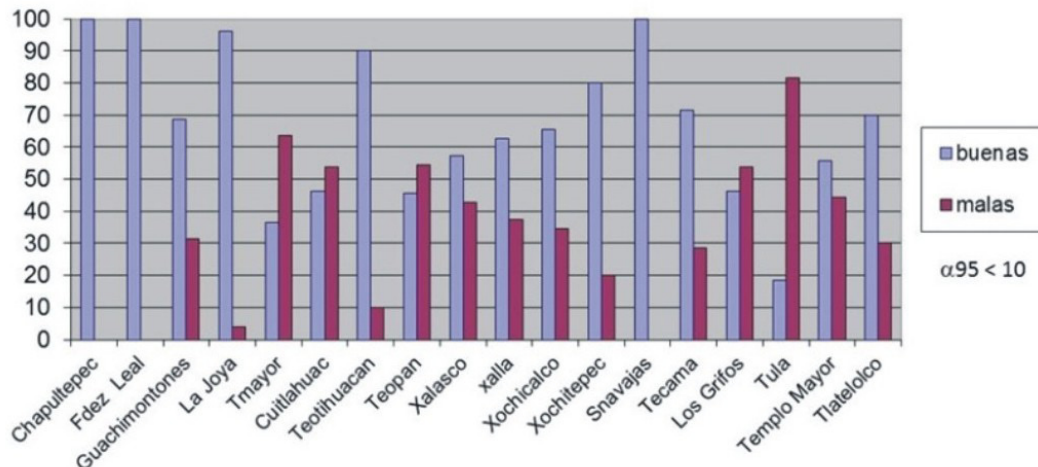


Figura 2. Porcentaje de muestras con resultados satisfactorios – buenas ($\alpha_{95} < 10$) y malas ($\alpha_{95} > 10$) por sitio de muestreo.

En la Figura 3 se muestran igualmente los resultados pero separados de acuerdo con el hecho de si el estuco es quemado o no quemado. En promedio el 38% de las muestras quemadas da buenos resultados así como el 30% de las muestras no quemadas. Por tanto el porcentaje de éxito es mayor en las quemadas pero no tan significativo como se hubiese esperado, pues un 62% de muestras quemadas no da buenos registros de la variación secular del campo geomagnético.

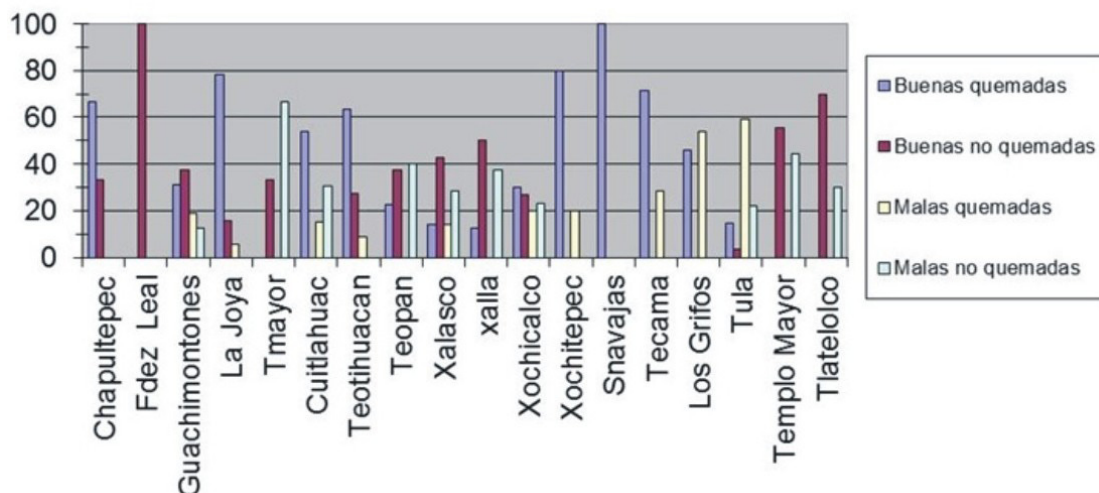
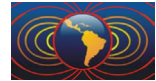


Figura 3. Porcentaje de muestras con resultados satisfactorios – buenas ($\alpha_{95} < 10$) y malas ($\alpha_{95} > 10$), separadas en expuestas al fuego – quemadas y no expuestas – no quemadas por sitio de muestreo.



En la Figura 4 analizamos el valor del α_{95} , parámetro que empleamos como determinante de un buen o mal registro de la magnetización. La distribución es muy similar a una distribución normal o campana, tanto en el caso de muestras quemadas como no quemadas. Con un valor medio entre 10° y 11° . En el caso de las muestras quemadas se observa un pico en 9° , pero la distribución es más bien plana entre 4° y 10° .

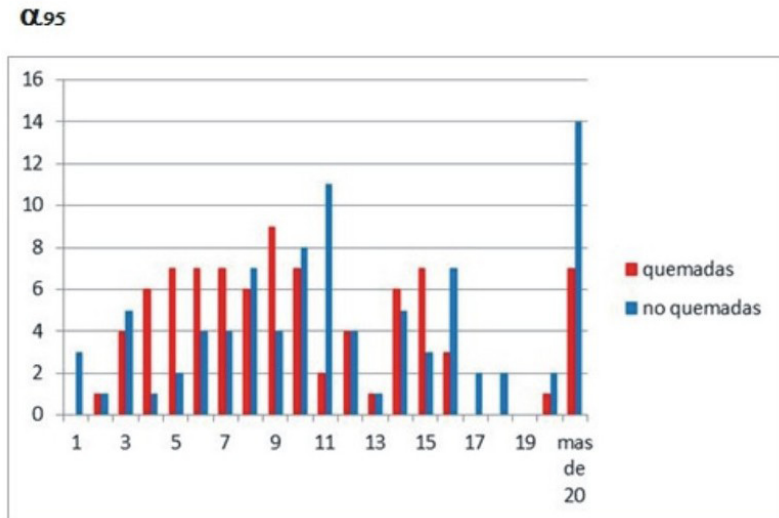


Figura 4. Frecuencia de número de muestras tanto quemadas como no quemadas contra α_{95}

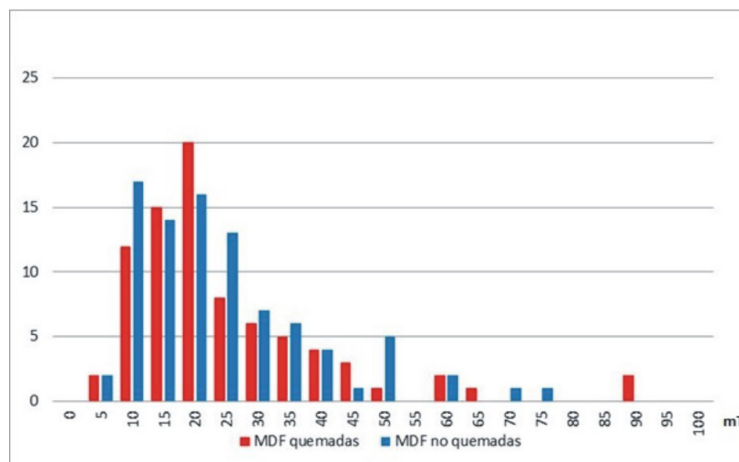


Figura 5. Frecuencia del campo medio destructivo en mT, tanto de muestras quemadas como no quemadas.

En la Figura 5 se muestran los campos destructivos medios (MDF) tanto de muestras quemadas como no quemadas. Las muestras quemadas en su mayoría están en 20 mT y en el caso de las no quemadas, en 10 mT; o sea campos bajos en ambos casos, lo que junto con experimentos de IRM, muestran saturaciones alrededor de 400 mT (no reportados en este trabajo, Soler *et al.*, 2006), y muestran que los portadores de la magnetización en la mayoría de los estucos son Titanomagnetitas pobres en Titanio.

Las muestras son tomadas mediante la adhesión de un testigo cilíndrico de madera con pegamento epóxico de secado rápido (fig. 6). En particular en las muestras no quemadas la parte del estuco que guarda la señal magnética es el enlucido fino, parte exterior del mismo y que cuenta con la más fina granulometría. Por ello el espesor es otro factor que contribuye a las fuentes de error.



Figura 6. Muestra de estuco preparada entre dos discos de madera adheridos con pegamento epóxico para poder ser medida.

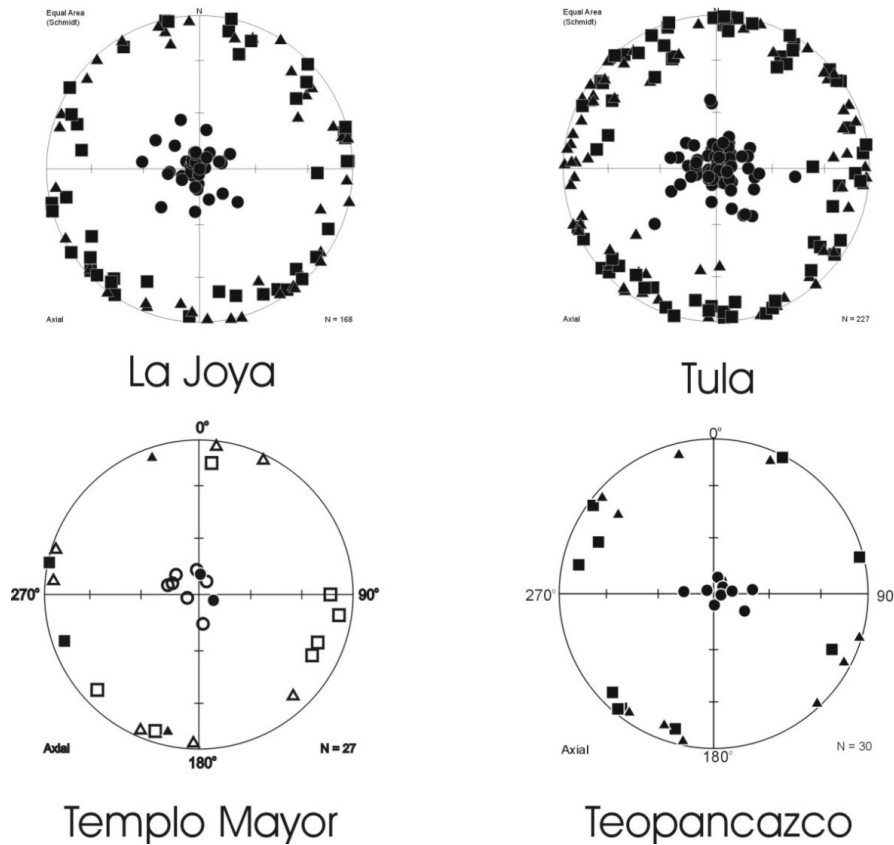
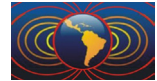


Figura 7. Anisotropía de susceptibilidad magnética de sitios con estudios arqueomagnéticos de México.

A todas las muestras se les ha determinado su anisotropía de susceptibilidad magnética y como se ilustra en la Figura 7 es de tipo detrítico; los ejes mínimos (k_3) concentrados alrededor del eje vertical y los k_1 y k_2 en el plano de depositación que es el plano horizontal.

La Figura 8 muestra que los espesores promedio están entre 0.4 cm y 1.3 cm. La Figura 9 muestra la distribución de espesor contra el α_{95} , tanto para muestras quemadas como no quemadas. Es claro que no existe relación alguna como lo muestran los factores de correlación de $r^2 = 0.166259$ para muestras no quemadas y $r^2 = 0.254176$ para quemadas.

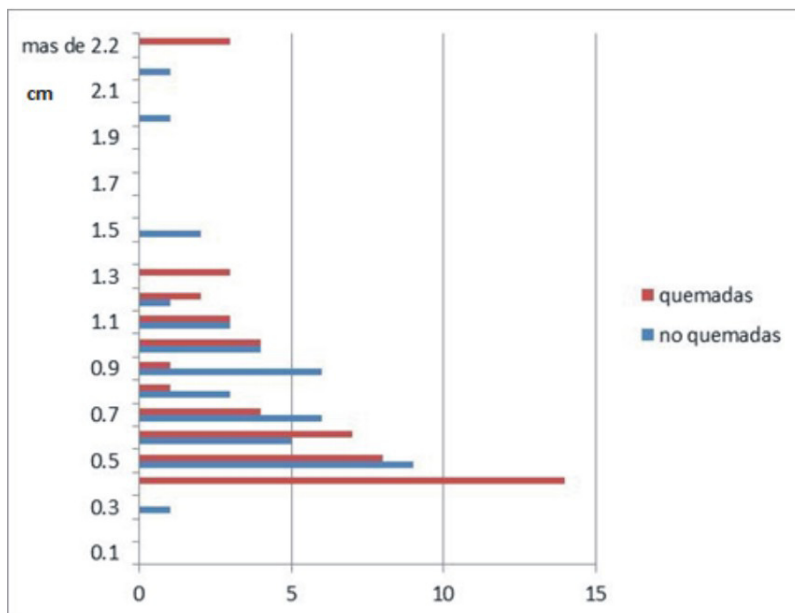


Figura 8. Espesores en cm de muestras quemadas y no quemadas.

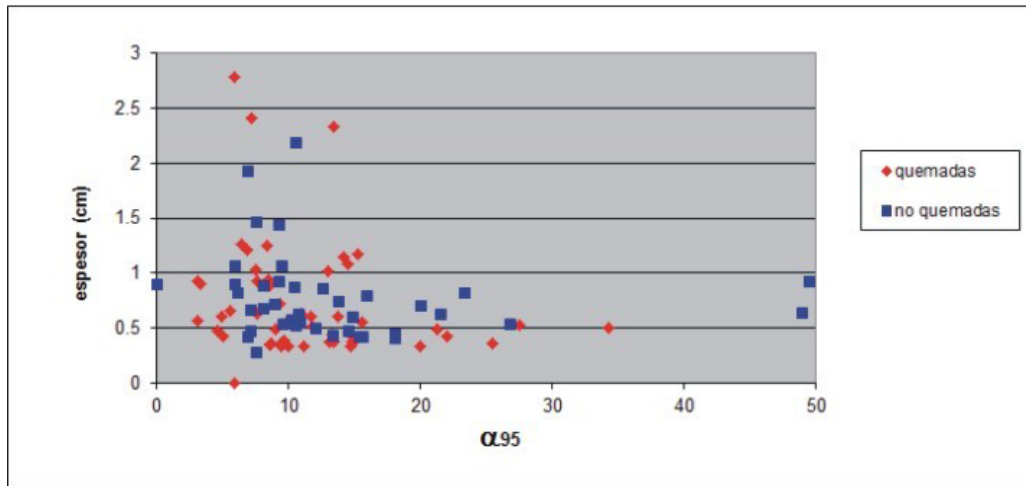


Figura 9. Espesor de las muestras quemadas y no quemadas contra α_{95}

Conclusiones

Se puede recomendar en general que las muestras quemadas como era de esperarse son mejores registros de la variación secular, pero dado que el momento que registran las muestras quemadas es el de la última exposición al fuego, muchas de las muestras registran el mismo momento, ya que muchas de las ciudades mesoamericanas terminaban sus temporadas de ocupación mediante un ritual de quema, donde prácticamente toda la ciudad era expuesta.

Por el contrario las muestras no quemadas con α_{95} mayores y mayores dificultades en su análisis registran el momento de fraguado del estuco y por tanto de construcción de la estructura y no de su exposición al fuego, proporcionando un mayor número de dataciones para un mismo sitio.

Bibliografía

- Hueda Tanabe Yuki, 2000. Fechamiento arqueomagnético de estuco de los sitios de Teopancazco, Teotihuacán y Templo Mayor, Tenochtitlan, tesis para optar por el título de licenciatura en arqueología, ENAH, México.
- Hueda, Y., A.M. Soler-Arechalde, J. Urrutia-Fucugauchi, L. Barba, L. Manzanilla, M. Rebolledo-Vieyra y A. Goguitchaichvili, 2004. Archaeomagnetic studies in central México – Dating of Mesoamerican lime-plasters. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 147, 269 – 283.
- Soler-Arechalde, A. M., F. Sánchez, M. Rodríguez, C. Caballero-Miranda, Goguitchaishvili, J. Urrutia-Fucugauchi, L. Manzanilla Y D.H. Tarling, 2006. Archaeomagnetic investigation of oriented pre-Columbian lime-plasters from Teotihuacan, Mesomaerica. *Earth Planets Space*, 58, 10, 1433-1439