

## PALEOINTENSIDAD DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO DETERMINADA DE ROCAS ÍGNEAS DE MÉXICO

JAIME URRUTIA F.\*

### RESUMEN

Se presentan los resultados preliminares de un estudio encaminado a determinar la paleointensidad del CGM en rocas ígneas extrusivas ( $N = 7$ ) de cuatro distintas localidades. La técnica adoptada es similar a la descrita por Von Zijl *et al.* (1962) con las modificaciones de Smith (1976b) y Strangway *et al.* (1968). Los valores obtenidos son para el Morro de Moyotepec, Sierra de Santa Catarina, 0.22 Oe ( $N = 2$ ) y carretera SLP-Qro. (ver texto) de 0.46 Oe ( $N = 2$ ) y 0.33 Oe ( $N = 1$ ).

### ABSTRACT

Preliminary paleointensity determinations on igneous rocks ( $N = 7$ ) of four different sites of Mexico are presented. The method was essentially the method elaborated by Van Zijl *et al.* (1962) with the modifications given by Smith (1967b) and Strangway *et al.* (1968). The measurements yield a value of 0.22 Oe ( $N = 2$ ), Morro de Moyotepec, Sierra de Santa Catarina, 0.46 Oe ( $N = 2$ , carretera SLP-Qro.) and 0.33 Oe ( $N = 1$ , Carretera SLP-Qro., see text).

### INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de las investigaciones en el campo del paleomagnetismo están relacionadas con el estudio de las direcciones del campo geomagnético (CGM) en diferentes lugares a través del tiempo; dichas investigaciones son de gran interés y en los últimos años han alcanzado un progreso considerable. Por otro lado, el estudio de la intensidad del CGM ha recibido relativamente poca atención y durante mucho tiempo estuvo confinado a muestras arqueológicas y rocas de edades recientes (Thellier y Thellier, 1959;

\*Instituto de Geofísica, UNAM.

Aitken y Weaver, 1965). Dentro de los problemas en que el conocimiento de la paleointensidad es requerido se tienen; estudio del origen y evolución del núcleo, valoración de las teorías sobre el CGM, comportamiento del CGM durante los cambios de polaridad y excursiones, fluctuaciones del CGM en tiempo, etc.

Las dificultades inherentes a la medición de paleointensidades son mayores que en la determinación de paleodirecciones, las más importantes son, el decaimiento del MR primario y la adición de MR secundarios y las alteraciones de las muestras durante los ensayos de laboratorio en las mediciones. En un esfuerzo para reducirlas se han propuesto una gran cantidad de técnicas (Smith, 1967a), en este trabajo se empleó la desarrollada por Van Zijl *et al.* (1962) con las modificaciones dadas por Smith (1967b) y Strangway *et al.* (1968).

#### FUNDAMENTOS Y MÉTODOS EXPERIMENTALES

Nagata (1943) mostró que para una gran variedad de rocas, la MR térmica adquirida al enfriarse desde temperaturas superiores al punto de Curie de sus minerales ferromagnéticos bajo la acción de un campo magnético es proporcional a su intensidad si ésta es menor de un oersted. De aquí que una relación sencilla.

$$F = C \frac{J_F}{J_a} \quad (1)$$

donde  $J_F$  es el MRN adquirido en el CGM antiguo  $F$  y  $J_a$  el adquirido en un campo conocido  $C$ , proporcione la intensidad del campo paleomagnético ( $F$ ), única incógnita en dicha relación.

No obstante, en la práctica, al ser calentadas las muestras en el laboratorio, pueden surgir dificultades tales como cambios de fases y de composición (comúnmente debidos a oxidación) y cambios en la textura magnética de las componentes. Esto anula la relación antes mencionada (1) e implica la necesidad de contar con pruebas adicionales que indiquen si dichos fenómenos han ocurrido o no (criterios de estabilidad).

El método empleado en este trabajo es similar al descrito por Van Zijl *et al.* (1962) con las modificaciones introducidas por Smith (1967a) y Strangway *et al.* (1968). Para seleccionar las muestras adecuadas para el estudio se siguió a Mendía (1972) y se escogieron de acuerdo con la estabilidad durante el lavado por campos magnéticos alternos decrecientes, considerando además de cambios en intensidad, cambios en dirección.

## DETERMINACIÓN DE LA PALEOINTENSIDAD

En este trabajo se reportan los resultados de 7 muestras de rocas ígneas extrusivas; éstas forman parte de una colección mayor y cuyo análisis paleodireccional y otros detalles serán presentados posteriormente (Urrutia *et al.*, en preparación).

Una de las muestras (M513) proviene de un sitio localizado al margen de la carretera San Luis Potosí-Querétaro a  $\sim 30$  km de Santa María del Río hacia Gto.; otras tres (M515, M516 y M517) de  $\sim 25$  km antes de Qro. por la misma carretera; dos muestras (M303 y M304) son del domo volcánico Morro de Moyotepec, Sierra de Santa Catarina y la restante (M326) fue colectada en la localidad arqueológica de Teotihuacan.

Como primera prueba, las muestras se desmagnetizaron por campos magnéticos alternos decrecientes en etapas de 50 Oe hasta alcanzar los 300 Oe y se midió el MR residual; dos de las muestras disminuyeron en más

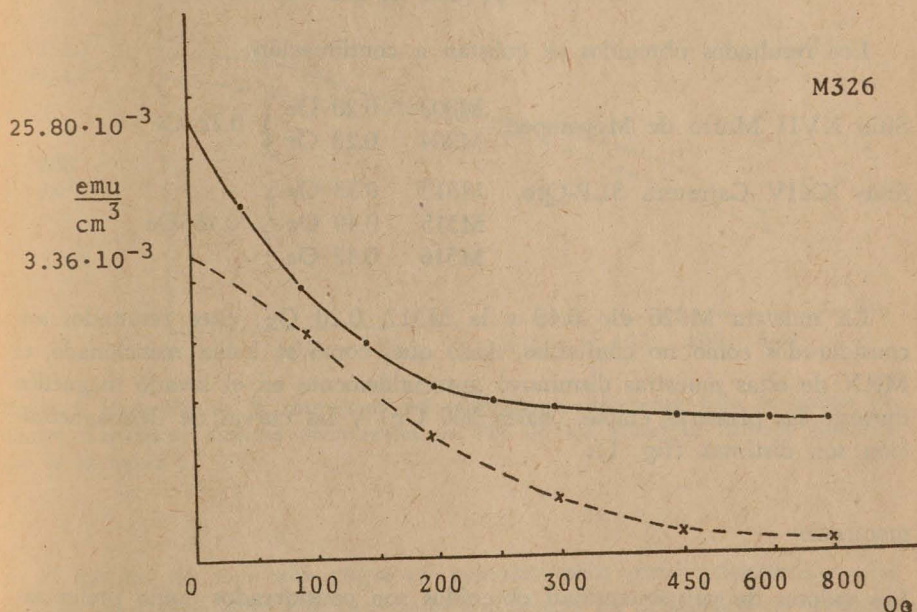


Figura 1. Variación de la intensidad del magnetismo remanente bajo la acción de campos magnéticos alternos decrecientes. (·) magnetismo remanente natural. (x) magnetismo remanente térmico.

del 50% del inicial (M326 y M517). El proceso se continuó con etapas de 450 600 y 800 Oe; la fig. 1 muestra los resultados de la muestra M326.

Posteriormente las muestras se calentaron hasta 650°C por un periodo de 6 minutos y se dejaron enfriar bajo la influencia de un campo magnético vertical de 0.2 Oe; cuando éstas alcanzaron la temperatura ambiental en el laboratorio, las muestras se desmagnetizaron nuevamente por campos magnéticos alternos decrecientes con etapas de 100, 200, 300, 450, 800 Oe. Las tendencias de las curvas MRN y MRT fueron similares en todas las muestras y las direcciones de la MRT no variaron significativamente. En la fig. 2 se muestran las curvas correspondientes a las muestras M303 y M304. La similitud en tendencias sugiere que no han ocurrido cambios apreciables, al menos en cuanto al comportamiento del MR en lo que al lavado magnético se refiere.

Los valores de intensidad del CGM se calcularon de la siguiente relación:

$$F = 0.2 \frac{J_F (200 \text{ Oe})}{J_A (650^\circ\text{C}, 200 \text{ Oe})}$$

Los resultados obtenidos se enlistan a continuación:

Sitio XVII Morro de Moyotepec	M303	0.20 Oe	} 0.22 Oe
	M304	0.23 Oe	
Sitio XXIV Carretera SLP-Qro.	M513	0.33 Oe	} 0.46 Oe
	M515	0.49 Oe	
	M516	0.42 Oe	

La muestra M326 dio 0.49 y la M517, 0.20 Oe; estos resultados son considerados como no confiables, dado que, como se había mencionado, el MRN de estas muestras disminuyó apreciablemente en el lavado magnético durante las primeras etapas (hasta 300 Oe) y las curvas de desmagnetización son distintas (fig. 1).

#### DISCUSIÓN

Los valores de paleointensidad obtenidos son considerados como preliminares, dado que se requiere hacer uso de una mayor cantidad de pruebas de estabilidad, además se planea aplicar métodos distintos al aquí usado, lo que permitirá valorar estos resultados.

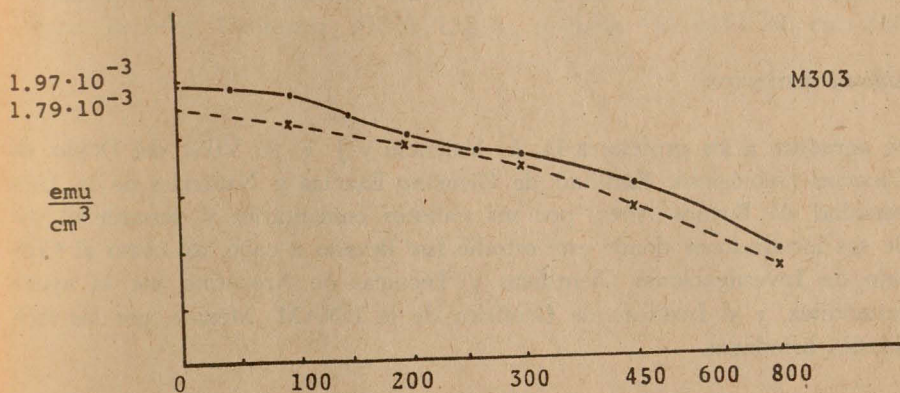
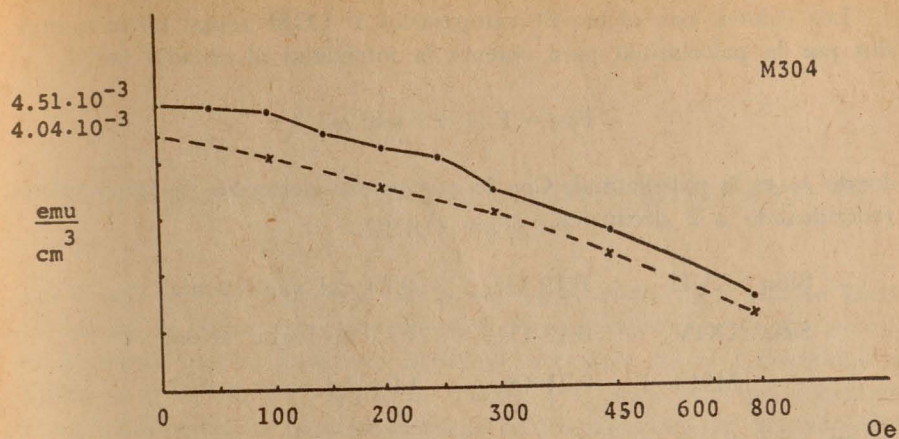


Figura 2. Variación de la intensidad del magnetismo remanente bajo la acción de campos magnéticos alternos decrecientes en dos de las muestras. Mismos símbolos que en la figura 1.

El empleo de una sola etapa de calentamiento puede representar una ventaja en comparación con las varias requeridas en el método de Thellier y Thellier (1959), sin embargo este último permite estudiar los posibles cambios en la muestra y su estabilidad.

Los valores, con objeto de compararlos al CGM actual fueron corregidos por la paleolatitud para obtener la intensidad al ecuador por:

$$F_{eq} = F (1 + 3 \text{sen}^2 \lambda_P)^{-1/2}$$

donde  $\lambda_P$  es la paleolatitud. Con lo que se obtuvieron los siguientes valores, redondeando a 2 decimales.

Sitio XVII	0.19 Oe	0.79 del valor actual
Sitio XXIV	0.42 Oe	1.75 del valor actual
M513	0.24 Oe	1.00 del valor actual

El valor actual se tomó como 0.24 Oe en el ecuador. La muestra M513 tiene dicho valor; esta muestra tiene inclinación magnética negativa y las otras positiva (lo que apoya el tratarla por separado), tanto del sitio XXIV como del XVII.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los profesores D. A. Valencio y J. F. A. Vilas, del Depto. de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, por sus valiosos comentarios y permitir el uso de sus instalaciones donde este estudio fue llevado a cabo, así como al Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina por la ayuda económica, y al Instituto de Geofísica de la UNAM, México, por las facilidades brindadas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AITKEN, M. J. and G. H. WEAVER, 1965. *J. Geomag. Geoelect.*, 17, 391.  
 MENDÍA, J. E., 1972. *Geoacta*, 6, 93.  
 NAGATA, T., 1943. *Bull. Earthq. Res. Inst.* 21, 1.  
 SMITH, P. J., 1967a. *Geophys. J. R. Astrn. Soc.*, 12, 321.  
 SMITH, P. J. 1967b. *Geophys. J. R. Astrn. Soc.* 12, 239.  
 STRANGWAY, D. W., B. E. McMAHON y LARSON, 1968. *J. Geophys. Res.*, 73, 7031.  
 THELLIER, E. y O. THELLIER, 1959. *Annis. Geophys.*, 15, 285.  
 VAN ZIJL, J. S. V., K. GRAHAM y A. L. HALES, 1962. *Geophys. J. R. Astrn. Soc.*, 7, 169.