

CARACTERISTICAS DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE EN EL PALEOZOICO TARDIO

DANIEL ALBERTO VALENCIO

Departamento de Ciencias Geológicas
Universidad de Buenos Aires

Las características del campo magnético terrestre en el Paleozoico tardío y el Mesozoico temprano han quedado registradas en una secuencia de sedimentitas y rocas ígneas aflorantes en las cercanías de la localidad de Paganzo, Provincia de la Rioja, Argentina.

En el Pérmico, el campo magnético terrestre se comportó como un oscilador estable y presentó predominantemente una polaridad opuesta a la actual (Intervalo Magnético Kiaman); este comportamiento se vió temporariamente interrumpido en el Pérmico Medio (262 m.a.) por un lapso de corta duración en el cual el campo magnético terrestre tuvo polaridad normal (Evento Quebrada del Pimiento). Los datos paleomagnéticos de rocas de América del Sur indican que el campo terrestre fue, en promedio, dipolar y geocéntrico en el Pérmico Medio y Superior.

Un neto cambio en el comportamiento del campo magnético terrestre se define hacia fines del Pérmico. Este cambio está netamente registrado en la secuencia citada: el campo deja de ser estable, se presentan frecuentes excursiones y cambios en su polaridad y se tornan importantes otros campos componentes diferentes del dipolar y geocéntrico.

The characteristics of the geomagnetic field in the late Palaeozoic and early Mesozoic are recorded within a sequence of red beds and igneous rocks which crop out close to the Paganzo Village, Province of La Rioja, Argentina.

The geomagnetic field acted as a stable oscillator and had predominant reversed polarity in Permian times (Kiaman Magnetic Interval); this behaviour was interrupted in Middle Permian times (262 m.y.) by a short event of normal polarity (Quebrada del Pimiento Event). Palaeomagnetic data for South America indicate that the geomagnetic field was, on average, dipolar and geocentric in the Middle and Upper Permian.

A neat change in the behaviour of the geomagnetic field is defined at the end of the Permian. This change is clearly recorded in the sequence of Paganzo rocks: the geomagnetic field became unstable, had frequent excursions and reversals and the dipolar and geocentric field became less predominant.

INTRODUCCION

El estudio de la remanencia magnética de ciertas rocas de la corteza terrestre ha permitido definir características del campo magnético terrestre no definidas previamente por la observación directa. De ellas la más notable es la de sus cambios de polaridad con el tiempo.

Estudios paleomagnéticos realizados en rocas de diferentes orígenes han permitido realizar análisis de reversiones de polaridad del campo magnético terrestre ocurridos en el tiempo geológico. Así ha sido sugerido que la duración del proceso durante el cual este pasa de una polaridad a la otra es del orden de un par de miles de años (4.000, Dunn et al, 1971; 2.000, Larson et al, 1971; y 1.000 años Kawai et al, 1975a, b). Si bien existe coherencia en el orden de magnitud de estas cifras, no es posible definir si la discrepancia en las mismas se debe a que el comportamiento del campo magnético terrestre no ha sido el mismo durante sus reversiones de polaridad o a una incertidumbre en la valoración de las edades relativas de las rocas empleadas. Cox, 1969, ha demostrado que la intensidad del momento dipolar ha tenido una variación cíclica en la última decena de miles de años, con un período del orden de los 10.000 años. Luego la duración del proceso durante el cual el campo magnético terrestre cambia su polaridad es menor que el período de oscilación del momento dipolar.

Por otra parte, estudios paleomagnéticos realizados en rocas en las cuales se ha registrado una reversión en la polaridad del campo magnético terrestre han indicado que, en la gran mayoría de los casos, su intensidad disminuye durante tales procesos (Curary, 1968, Goldstein et al, 1969; McElhinny, 1970). Ello condujo a pensar que ésta era una característica intrínseca del campo magnético terrestre durante los mismos. Sin embargo Shaw, 1975, encontró que el campo fue estable e intenso durante una reversión de polaridad registrada en lavas de Islandia, lo que sugiere que el mismo puede tener un tercer estado metaestable el que sería menos frecuente que aquellos correspondientes a sus períodos de polaridad normal y reversa.

El conocimiento del comportamiento del campo magnético terrestre durante una reversión de polaridad es de singular importancia para valorar los modelos básicos que han sido propuestos para explicar sus causas. Uno de éstos supone que el campo dipolar se mantiene predominantemente axial pero decrece en intensidad alcanzando intensidades del mismo orden que el no dipolar, el cual en ciertos momentos puede incluso superarlo (Cox, 1969 y Larson et al, 1971). Otro de los modelos postula que durante una reversión de polaridad el campo no dipolar mantiene su relación respecto al campo total (Creer, 1970 y Creer e Ispir, 1970). De acuerdo al primero de los modelos es de esperar que los caminos polares registrados durante una misma reversión de polaridad en diferentes lugares geográficos deben ser diferentes. Por el contrario de acuerdo al segundo modelo, los caminos polares registrados durante una misma reversión en diferentes lugares deben ser similares. Luego los estudios paleomagnéticos pueden aportar datos para valorar estos modelos. Para ello bastaría con comparar los registros paleomagnéticos de rocas de igual edad provenientes de localidades suficientemente alejadas entre sí en las cuales se haya grabado una misma reversión de polaridad del campo magnético terrestre. Dagley y Lawley, 1974, han estudiado los valores paleomagnéticos obtenidos durante más de veinte reversiones de polaridad; los autores concluyen que ninguno de los modelos básicos puede explicar los valores observados durante las reversiones en cuestión y que para ello es necesario combinar las características de ambos. Sin embargo es de destacar aquí que la comparación de registros no es siempre segura pues se corre el riesgo de cotejar reversiones diferentes, riesgo que es tanto

más grande cuanto mayor sea la frecuencia de las reversiones en el lapso comparado. Recientemente Hillhouse y Cox, 1976, han encontrado que los caminos polares correspondientes a sendos registros de la transición de polaridad ocurrida hace 700.000 años (Epoca Reversa de Matuyama a Epoca Normal de Brunhes) obtenidos en Japón y América del Norte son completamente diferentes.

El estudio paleomagnético de rocas cuyas edades están bien definidas permite conocer la cronología de las reversiones del campo magnético terrestre a lo largo del tiempo geológico. Así ha sido posible definir con suficiente detalle el cuadro de reversiones de polaridad en el Cenozoico Superior (0-4,5 millones de años, Figura 1, Valencio, 1976a) y en el Paleozoico Superior (225-315 millones de años, Figura 2, Valencio y Mitchell, 1972 a y b y Valencio, 1976 b). La cronología indicada en la Figura 1 es básicamente la sugerida por Cox, 1969, en la cual se han introducido las modificaciones sugeridas por la información publicada con posterioridad (Valencio et al, 1975). El análisis de la misma indica que las características más notables del campo magnético terrestre en los últimos 4,5 millones de años, en lo que a su polaridad se refiere, son: i) la duración de los períodos en los cuales el mismo mantuvo predominantemente una polaridad (Épocas) es del orden de un millón de años; ii) los períodos de breve duración (Eventos, del orden de los 50.000 años), durante los cuales el campo terrestre tuvo polaridad opuesta a la correspondiente a la Epoca magnética respectiva, son numerosos (13) y iii) la duración promedio de un período de igual polaridad es del orden de 150.000 años. La Figura 2 muestra que las características del campo magnético terrestre en el Paleozoico tardío han sido sensiblemente diferentes a las del Cenozoico Superior. Los datos disponibles sugieren que el mismo tuvo predominantemente polaridad reversa durante un período del orden de los 60 millones de años (Intervalo Magnético Kiaman); dentro de este intervalo sólo se han definido dos breves lapsos en los cuales el campo magnético terrestre tuvo polaridad normal: en la transición permo-carbónica (Evento Oak Creek) y en el Pérmico Medio (Evento Quebrada del Pimiento, Valencio, 1970, y Valencio y Mitchell, 1972 a y b). Este diferente comportamiento del campo magnético terrestre en lo que a sus polaridades se refiere indica que las condiciones que rigen su origen han cambiado a través del tiempo geológico. El Intervalo Magnético Kiaman finaliza hacia el fin del Pérmico (Tatariano alto) o el inicio del Triásico (Sintiano bajo), con el inicio de un período de frecuentes cambios de polaridad (Zona Illawarra).

El cuadro de reversiones del campo magnético terrestre en el Paleozoico tardío ha sido compuesto sobre la base de estudios paleomagnéticos individuales realizados con rocas provenientes de diferentes países. Por ello es de singular importancia la realización de estudios en secciones geológicas individuales que abarquen sino todo, una buena parte de la escala de tiempo cubierta por el Intervalo Magnético Kiaman. Ello permitirá tener un registro continuo del campo magnético terrestre en el cual se podrá observar con detalle sus variaciones en el tiempo y definir su comportamiento con más fundamento y sin introducir hipótesis adicionales. En el Noroeste de la República Argentina se presentan secuencias de sedimentitas y magnatitas aptas para el estudio paleomagnético, las que han sido asignadas al Paleozoico tardío y Mesozoico temprano. En este trabajo se discuten los resultados obtenidos del estudio de una secuencia de unos 600 metros de estas rocas dando particular énfasis al aporte de los mismos a la definición de las características del campo magnético terrestre en ese entonces.

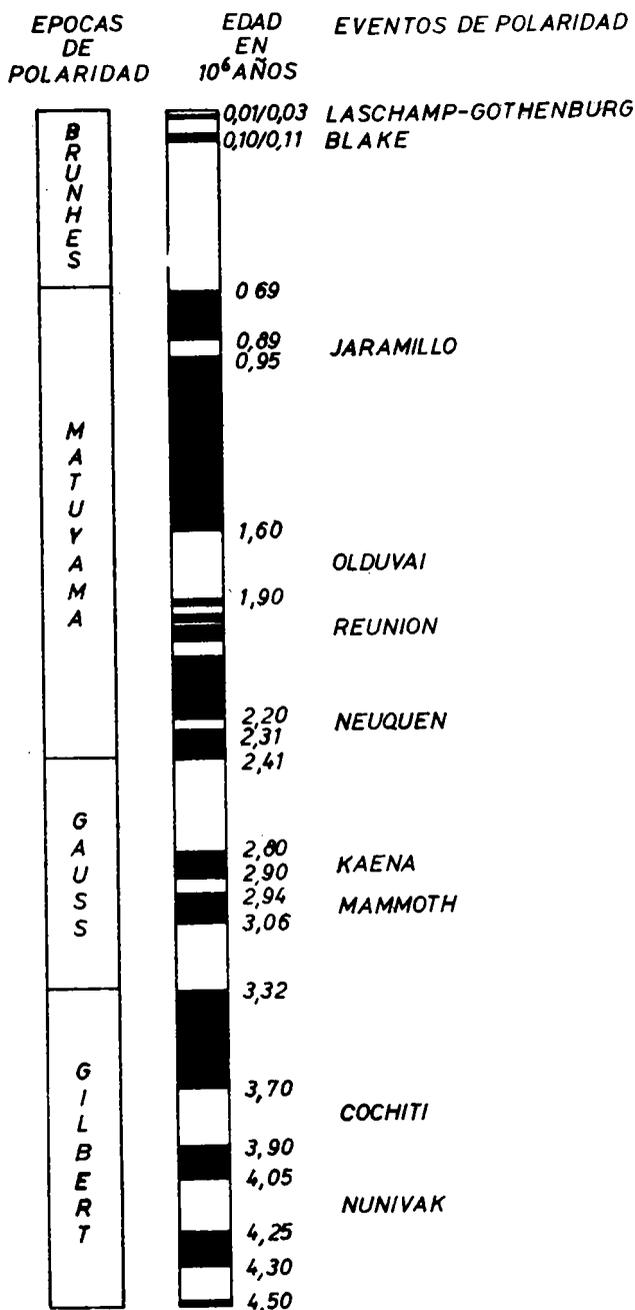


Figura 1: Cronología de las reversiones de polaridad del campo magnético terrestre en el Cenozoico tardío (Valencio, 1976a). Los períodos de polaridad normal y reversa han sido individualizados por blanco y negro respectivamente.

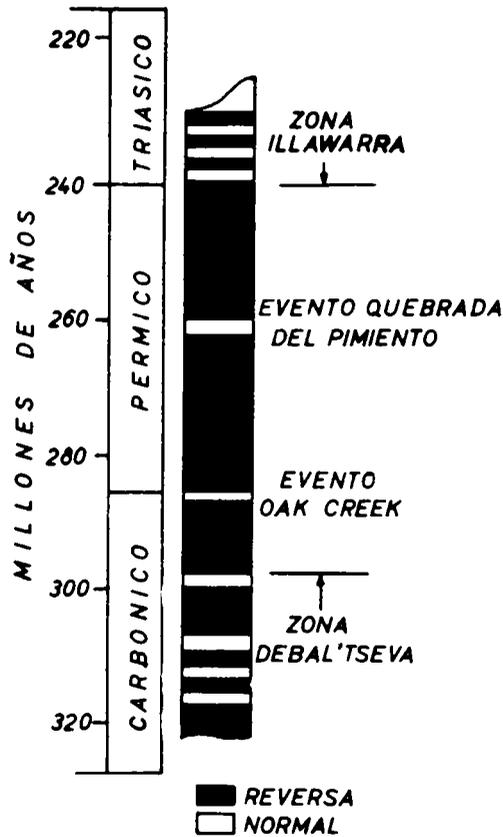


Figura 2: Cronología de las reversiones de polaridad del campo magnético terrestre en el Paleozoico tardío y Mesozoico temprano (Valencio, 1976b). Los períodos de polaridad normal y reversa han sido individualizados por blanco y negro respectivamente.

RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION

El estudio paleomagnético cubrió una secuencia de sedimentos rojos y un cuerpo intrusivo basáltico aflorantes en las cercanías de la población de Paganzo, en la Provincia de la Rioja, los cuales han sido incluidos en la Sección Media (Paganzo II) y Sección Superior (Paganzo III) del Grupo Paganzo. Hay consenso en aceptar que las sedimentitas de la Sección Superior se apoyan discordantemente sobre la Sección Superior. Sin embargo en la secuencia estudiada esta discordancia no es visible.

Evidencias geológicas indican que la sedimentación de la Sección Inferior (Paganzo I) del Grupo Paganzo se inició en el Carbónico. Sobre la base de datos paleomagnéticos Valencio, 1972, y Valencio y Mitchell, 1972 b, han sugerido una edad carbónica tardía para sedimentitas de la Sección Media aflorantes en Huaco y Los Colorados y una edad más joven que carbónica tardía pero más vieja que pérmica media, para sedimentitas de la misma sección aflorantes en las cercanías de la localidad de Paganzo. Determinaciones radiométricas realizadas en diferentes laboratorios han indicado una edad potasio-argón media de 266 ± 7 millones de años (Pérmico Medio) para el cuerpo ígneo intrusivo presente en la base de la secuencia aquí estudiada. Ello sugiere una edad mínima pérmica media para la sección sedimentaria asociada; se considera razonable entonces admitir una edad pérmica media baja o pérmica temprana alta para los estratos inferiores de la Sección Media aflorantes en las cercanías de la localidad de Paganzo. En cuanto a la Sección Superior del Grupo Paganzo hay consenso general en asignarle una edad triásica más vieja que triásica media.

Se recolectaron 182 muestras de mano orientadas a lo largo de un perfil de unos 600 metros de las Secciones Media y Superior del Grupo Paganzo. Los mejores afloramientos en esta secuencia se presentan en su parte superior; puede decirse que el muestreo se realizó sistemáticamente con un intervalo de 2 metros en los últimos 300 metros de la misma. Un estudio paleomagnético detallado permitió aislar el magnetismo remanente estable (primario) de la gran mayoría de estas muestras (Valencio et al, 1976). En la Figura 3a se han representado los valores medios de la declinación (D) e inclinación (I) de la magnetización remanente estable de cada una de las muestras en función de su posición estratigráfica en la sección estudiada; en ella puede observarse el comportamiento totalmente diferente de estos parámetros por debajo y encima del nivel correspondiente a las muestras individualizadas con los números 6203-6204. Obsérvese que para los niveles inferiores a éste los valores medios de D indican una orientación del campo magnético terrestre predominantemente Sur y los de I son positivos; nótese también que los mismos presentan oscilaciones menores alrededor de los valores medios de 190° y 55° , respectivamente. Ello sugiere que el campo magnético terrestre tuvo polaridad reversa y se comportó como un oscilador estable durante el período en el cual las sedimentitas presentes en dichos niveles adquirieron su magnetización remanente primaria. Este comportamiento sólo se vió alterado por una desviación del campo hacia orientación Norte e inclinaciones negativas en el intervalo definido entre las muestras números 6158 y 6164. Por el contrario por encima del nivel estratigráfico correspondiente a las muestras 6203-6204 el campo magnético terrestre sólo tuvo comportamiento estable durante el intervalo definido entre los niveles estratigráficos correspondientes a las muestras 6214 y 6223. Fuera de él son frecuentes los cambios bruscos de D desde valores correspondientes a una orientación de campo Sur a Norte y viceversa y de I de valores negativos a positivos y viceversa.

El campo magnético terrestre, además de sus cambios de polaridad, puede verse afectado por colapsos en su componente dipolar los cuales no lle-

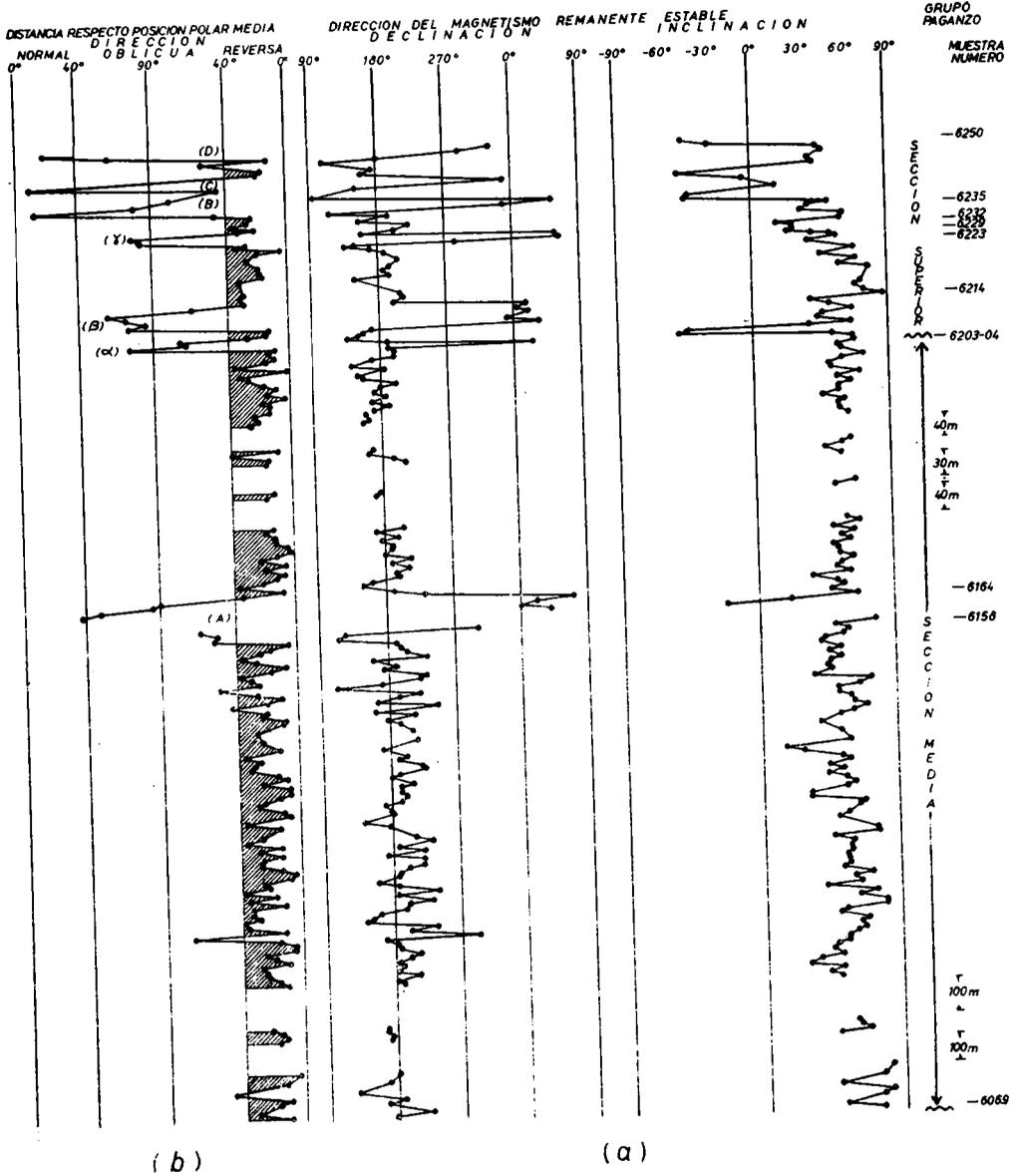


Figura 3 (a): Dirección del magnetismo remanente estable de las muestras de las Secciones Media y Superior del Grupo Paganzo recogidas en las cercanías de la localidad homónima en función de las posiciones estratigráficas de las mismas.

(b) Clasificación de dichas direcciones de acuerdo al criterio de McElhinny et al, 1974. Ambos gráficos han sido obtenidos de Valencio et al, 1976.

gan a una reversión de su polaridad y son seguidos por una resurrección de dicha componente en el sentido que tenía antes del mismo (Lawley, 1970). Luego es de esperar que las direcciones intermedias registradas en las sedimentitas del Grupo Paganzo (aquéllas que se alejan de las correspondientes a un campo magnético terrestre de polaridad normal o reversa en el Paleozoico tardío) pueden corresponder a un proceso durante el cual el campo cambió su polaridad (direcciones transicionales) o bien estar asociadas a desviaciones bruscas (excursiones) asociadas a colapsos en el campo dipolar (desviaciones sistemáticas). En la Figura 3b las direcciones de la remanencia estable de las muestras de las Secciones Media y Superior del Grupo Paganzo han sido clasificadas como intermedias (oblicuas) cuando la posición de los polos geomagnéticos virtuales, calculados a partir de las mismas, dista más de 40° respecto de las respectivas posiciones polares promedio de todas las muestras de cada Sección (McElhinny et al, 1974). De la comparación de los gráficos a y b de la Figura 3 surge que las direcciones intermedias registradas en las muestras 6158 a 6164 (A) y 6235 a 6250 (B, C y D) son transicionales y aquellas correspondientes a las muestras números 6203 a 6214 (α , β) y 6229 a 6232 (γ) son desviaciones sistemáticas. Particularmente la transición A debe correlacionarse con el Evento Quebrada del Pimiento, de polaridad normal, (Pérmico Medio 262 m.a., Figura 2) definido a partir del magnetismo remanente estable de la Formación homónima aflorante en la Provincia de Mendoza; las transiciones B, C y D deben correlacionarse con los frecuentes cambios de polaridad que definen la Zona Illawara (Pérmico Superior tardío-Triásico Inferior temprano). Luego el neto cambio en el comportamiento del campo magnético terrestre definido a partir del nivel correspondiente a las muestras 6203-6204 permite definir la transición entre la Sección Media (Pérmica) y la Sección Superior (Triásica) del Grupo Paganzo no visible en la localidad estudiada.

La posición del polo paleomagnético calculado para la Sección Media del Grupo Paganzo, a partir de las muestras que en este estudio presentan remanencias magnéticas reversas o normales, es: 78° Sur 249° Este ($N = 120$, $\alpha_{95} = 3^\circ$, SAP_7 , Valencio et al, 1976). La Figura 4 muestra la proximidad de SAP_7 con los polos paleomagnéticos de edad pérmica media bien definida (SAP_5 , Valencio, 1969, y SAP_6 , Vilas 1969) de América del Sur; estos polos fueron calculados en estudios realizados con rocas provenientes de la Provincia de Mendoza. Ello indica que el campo magnético terrestre durante el Pérmico Medio fue predominantemente dipolar y geocéntrico en América del Sur y que desde ese entonces no ha habido movimientos relativos entre las áreas en las cuales se recolectaron las muestras utilizadas en esos estudios.

La Figura 4 muestra que las posiciones de los polos paleomagnéticos de edad pérmica media ya mencionados son muy próximos a aquella correspondiente a la del polo paleomagnético de edad pérmica tardía de América del Sur (SAP_1 , Creer et al, 1970) calculado a partir de la remanencia estable de sedimentitas de Provincia de Buenos Aires. Ello sugiere que la dipolaridad y geocentricidad del campo magnético terrestre en el Pérmico Medio se extendió hasta el Pérmico Superior e incluye a la Provincia de Buenos Aires entre las zonas de América del Sur que no tuvieron movimientos relativos entre sí desde ese entonces. Además indica que América del Sur no tuvo movimientos respecto del polo geográfico entre el Pérmico Medio y el Superior, manteniendo básicamente su posición latitudinal (período casi estático).

La transición de polaridad correspondiente al Evento Quebrada del Pimiento puede ser utilizada para definir el comportamiento del campo magné-

tico terrestre durante un proceso de tal naturaleza. Su ubicación en la escala de tiempo (Figuras 2 y 3), en medio de un largo intervalo en el cual el campo magnético terrestre mantuvo polaridad reversa, facilita su individualización. Ello posibilita la comparación de registros paleomagnéticos de este Evento obtenidos en diferentes áreas geográficas y disminuye a un mínimo, sino evita, la probabilidad de comparar erróneamente transiciones no exactamente coetáneas. La Figura 5 muestra el camino definido por los polos geomagnéticos virtuales durante las transiciones del campo magnético terrestre registradas en las sedimentitas del Paganzo y correspondientes al Evento Quebrada del Pimiento, desde su estado de polaridad reversa (6160) al de polaridad normal (6161-6162) y regreso nuevamente a su estado reverso original (6165). La comparación del mismo con los caminos definidos del estudio sistemático de otras secuencias de rocas de edad pérmica media de otros lugares geográficos permitirá conocer cual ha sido el comportamiento del campo magnético terrestre durante la transición que nos ocupa.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Universidad de Buenos Aires y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por la ayuda brindada, merced a la cual fue posible la realización del presente trabajo.

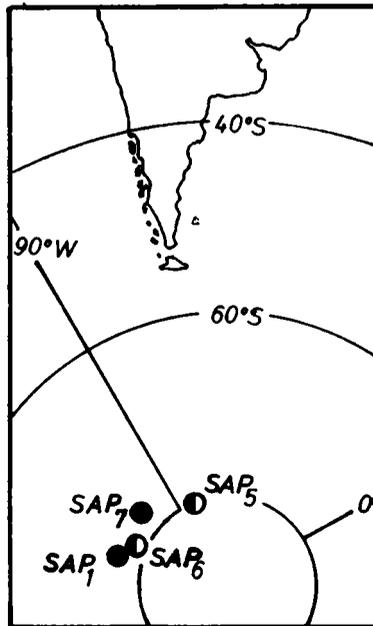


Figura 4: Comparación de la posición polar obtenida para la Sección Media del Grupo Paganzo aflorante en las inmediaciones de la localidad homónima (SAP₇) con las correspondientes a otros polos paleomagnéticos de edad pérmica bien definida de América del Sur. Referencias en el texto.

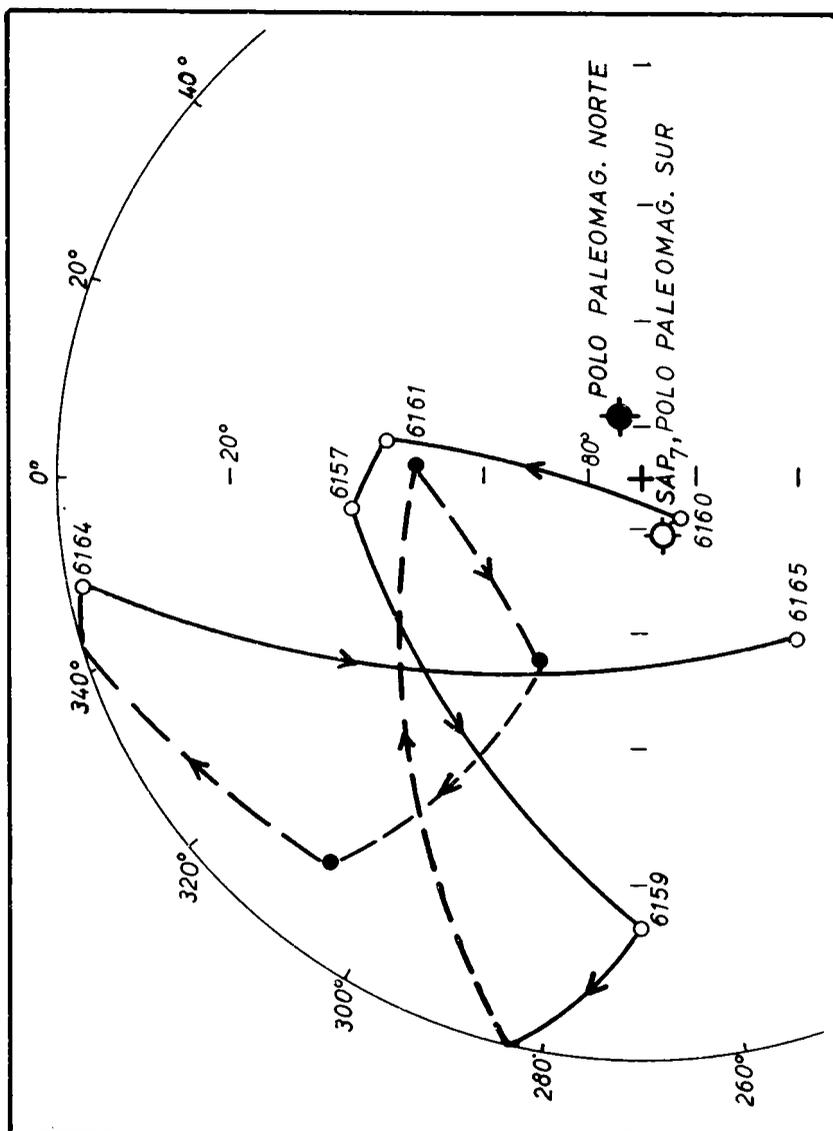


Figura 5: Camino polar correspondiente a las transiciones de polaridad del campo magnético terrestre registradas en rocas de la Sección Media del Grupo Paganzo y asignadas al Evento Quebrada del Pimiento (Pérmico Medio, 262 millones de años, Valencio et al, 1976). El mismo ha sido representado utilizando una proyección estereográfica; el tramo de trazo continuo corresponde al hemisferio superior de la proyección; el de trazo cortado al hemisferio inferior.

B I B L I O G R A F I A

- COX, A., 1969: *Geomagnetic reversals*; *Science*, Vol. 163, pp. 237-245.
- CREER, K.M., 1970: *Dipole characteristics of reversing geomagnetic field*; *Amer. Geophys. Union, Annual Meeting, Washington, D.C., April, 1970*, GP 11.
- CREER, K.M. e ISPIR, Y., 1970: *An interpretation of the behavior of the geomagnetic field during polarity transitions*; *Phys. Earth Planet. Int.*, Vol. 2, pp. 283-293.
- CREER, K.M., EMBLETON, B.J.J. y VALENCIO, D.A. 1970: *Triassic and Permo - Triassic palaeomagnetic data from South America*; *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 8, pp. 173-178.
- DAGLEY, P. y LAWLEY, E., 1974: *Paleomagnetic evidence for the transitional behavior of the geomagnetic field*; *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, Vol. 36 pp. 577-598.
- DUNN, J.R., FULLER, M., ITO, H. y SCHMIDT, 1971: *Paleomagnetic study of a reversal of the Earth's Magnetic Field*; *Science*, Vol. 172, pp. 840-845.
- GOLDSTEIN, M.A., STRANGWAY, D.W. y LARSON, E.E., 1969: *Paleomagnetism of a Miocene transition zone in Southeastern Oregon*; *Earth Planet. Sci. Lett.* Vol. 7, n.3, pp. 231-239.
- GURARY, G.Z., 1969: *Some data on the character of the geomagnetic field at the time of an inversion*; *Adad. Nauk, S.S.R., Doklady*, Vol. 178, n.5, pp. 1065-1068.
- HILLHOUSE, J. y COX, A., 1976: *Brunhes-Matuyama polarity transition*; *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 29, pp. 51-64.
- KAWAI, N., NAKAJIMA, T., HIROOKA, K. y KOBAYASHI, K., 1973a: *The transition of field at the Brunhes and Jaramillo boundaries in the Matuyama geomagnetic epoch*; *Proc. Japan Acad.*, Vol. 49, pp. 820-824.
- KAWAI, N., NAKAJIMA, T., YASHAWA, K., HIROOKA, K., y KOBAYASHI, K., 1973b: *The oscillation of field in the Matuyama geomagnetic epoch*; *Proc. Japan Acad.*, Vol. 49, pp. 619-622.
- LARSON, E.E., WATSON, D.E. y JENNINGS, W., 1971: *Regional comparison of a Miocene geomagnetic transition in Oregon and Nevada*; *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 11, n.5, pp. 391-400.
- LAWLEY, E.A., 1970: *The intensity of the geomagnetic field in Iceland during Neogene polarity transitions and systematic deviations*; *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 10, pp. 145-149.
- McELHINNY, M.W., 1970: *Palaeomagnetism of the Cambrian Purple Sandstone from the Salt Range, West Pakistan*; *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 8, n.2 pp. 149-156.
- McELHINNY, M.W., EMBLETON, B.J.J. y WELLMAN, P., 1974: *A synthesis of Australian Cenozoic palaeomagnetic results*; *Geophys. J. Royal Astr. Soc.* Vol. 36, pp. 141-151.
- SHAW, J., 1975: *Palaeomagnetic studies of Cenozoic volcanic rocks in Iceland*; *Geophys. J. Royal Astr. Soc.*, Vol. 40, pp. 345-350.
- VALENCIO, D.A. 1969: *El paleomagnetismo de una formación magmática del Sur oeste de la Provincia de Mendoza*; *Actas IVas. Jornadas Geológicas Argentinas*, Vol. II, pp. 375-396.

- VALENCIO, D.A., 1970: *Correlación Intercontinental de algunas formaciones de América del Sur sobre la base de estudios paleomagnéticos*; Rev. Asoc.Geolog.Argent, Vol. 25, n.4, pp. 389-404.
- VALENCIO, D.A., 1972: *Intercontinental correlation of late Palaeozoic South American rocks on the basis of their magnetic remanences*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Vol. 44, Suplemento, pp. 357-364.
- VALENCIO, D.A., 1976a: *Paleomagnetismo, Tomo I, Universidad Nacional Autónoma de México*.
- VALENCIO, D.A., 1976b: *Edades de formaciones Neopaleozoicas y Eomesozoicas de América del Sur a partir de su magnetismo remanente*; VI Congreso Geológico Argentino, Bahía Blanca, Sept. 1975, en prensa.
- VALENCIO, D.A., y MITCHELL, J. 1972a: *Palaeomagnetism and K-Ar ages of Permian-Triassic igneous rocks from Argentina and the intercontinental correlation of Upper Palaeozoic-Lower Mesozoic Formations*; 24th Internat. Geolog.Congress, Section 3, pp. 189-195.
- VALENCIO, D.A., y MITCHELL, J. 1972b: *Edad Potasio Argón y paleomagnetismo de rocas ígneas de las formaciones Quebraaú del Pimiento y Las Cabras, Prov. de Mendoza*; Rev.Asoc.Geolog. Arg. Vol., 26. n.2, pp. 170-178.
- VALENCIO, D.A., VILAS, J.F., y MENDIA, J.E., 1975: *Palaeomagnetism of Quaternary rocks from South America*; Internat.Symp. on Quaternary, Curitiba, Brasil, en prensa.
- VALENCIO, D.A., VILAS, J.F., y MENDIA, J.E., 1976: *Palaeomagnetism of a sequence of red beds of the Middle and Upper Sections of the Paganzo Group (Argentina) and the correlation of late Palaeozoic-early Mesozoic rocks*; Geophys.J.Royal Astr.Soc., en prensa.
- VILAS, J.F., 1969: *Resultados preliminares del estudio paleomagnético de algunas formaciones triásicas del sud oeste de Mendoza*; Actas IVas. Jornadas Geológicas Argentinas, Vol. III.