




# **Aplicaciones geocronológicas del paleomagnetismo: Magnetoestratigrafía**



***Definición:*** La magnetoestratigrafía divide y correlaciona los paquetes de rocas usando sus propiedades magnéticas, en particular el registro de sucesión de polaridades durante su formación

Esta herramienta permite la correlación entre secciones marinas y continentales

## Escalas geomagnéticas

### Geomagnetic behavior

Pulsations or short term fluctuations	minutes
Daily magnetic variations	hours
magnetic storms	hours to days
Secular variation	$10^2 - 10^3$ yr
Magnetic excursions	$10^3 - 10^4$ yr
Reversal transitions	$10^3 - 10^4$ yr
Subchrons	$10^5 - 10^6$ yr
Chrones	$10^6 - 10^7$ yr
Superchrons	$10^7 - 10^8$ yr

**Table 1** Nomenclature for polarity intervals and excursions

Magneto-stratigraphic polarity zone	Geochronologic (time) equivalent	Chronostratigraphic equivalent	Duration (yr)
Polarity megazone	Megachron	Megachronozone	$10^8$ – $10^9$
Polarity superzone	Superchron	Superchronozone	$10^7$ – $10^8$
Polarity zone	Chron	Chronozone	$10^6$ – $10^7$
Polarity subzone	Subchron	Subchronozone	$10^5$ – $10^6$
Polarity microzone	Microchron	Microchronozone	$<10^5$
Excursion zone	Excursion		Brief departure from normal secular variation
Polarity cryptochron	Cryptochron	Cryptochronozone	Uncertain existence



## **CRON:**

➤ Unidad de polaridad en las rocas  
(como una Formación en estratigrafía)

➤ Periodos de polaridad normal o  
reversa

- Intervalo normal
  - Como el actual
  - Negro
- Intervalo reverso
  - Opuesto al actual
  - Blanco

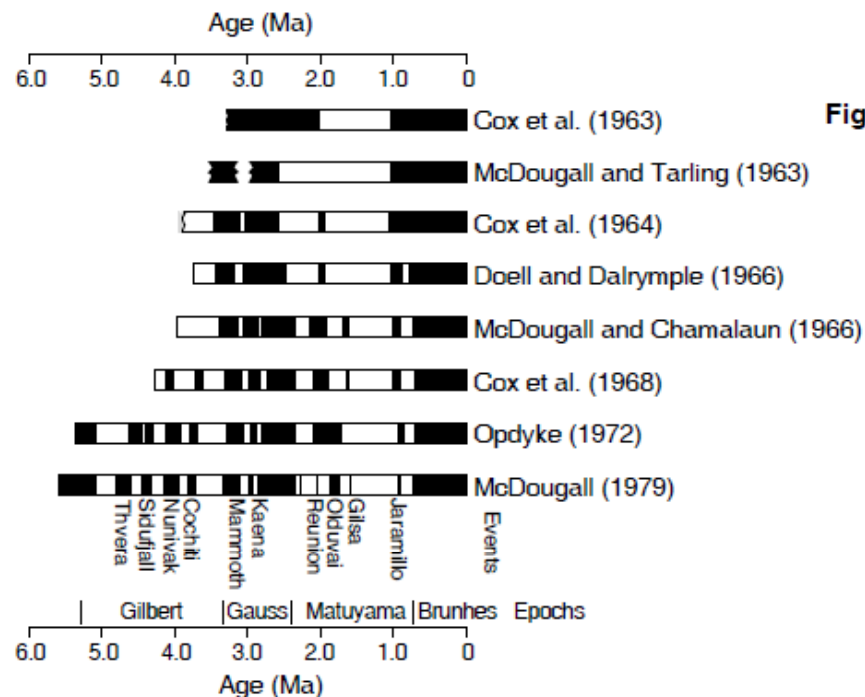
## **Algunas consideraciones**

- La unidad básica formal en magnetoestratigrafía es la ZONA DE POLARIDAD
- La zona de polaridad se puede dividir en Subzonas o agrupar en Superzonas
- Las zonas de polaridad pueden estar conformadas por cuerpos de rocas que pueden presentar:
  - 1) Una sola polaridad
  - 2) Alternancia compleja de polaridades normal y reversa
  - 3) Una polaridad dominante, con intervalos menores de la polaridad opuesta

## Plioceno-Pleistoceno

Las escalas de polaridades geomagnéticas (GPTS) aparecieron en la década del 60, como consecuencia de los avances en la técnica del k-Ar.

A partir de estas edades y polaridades obtenidas en un número creciente de rocas ígneas, se construyeron las primeras GPTS para el intervalo 0-5 Ma



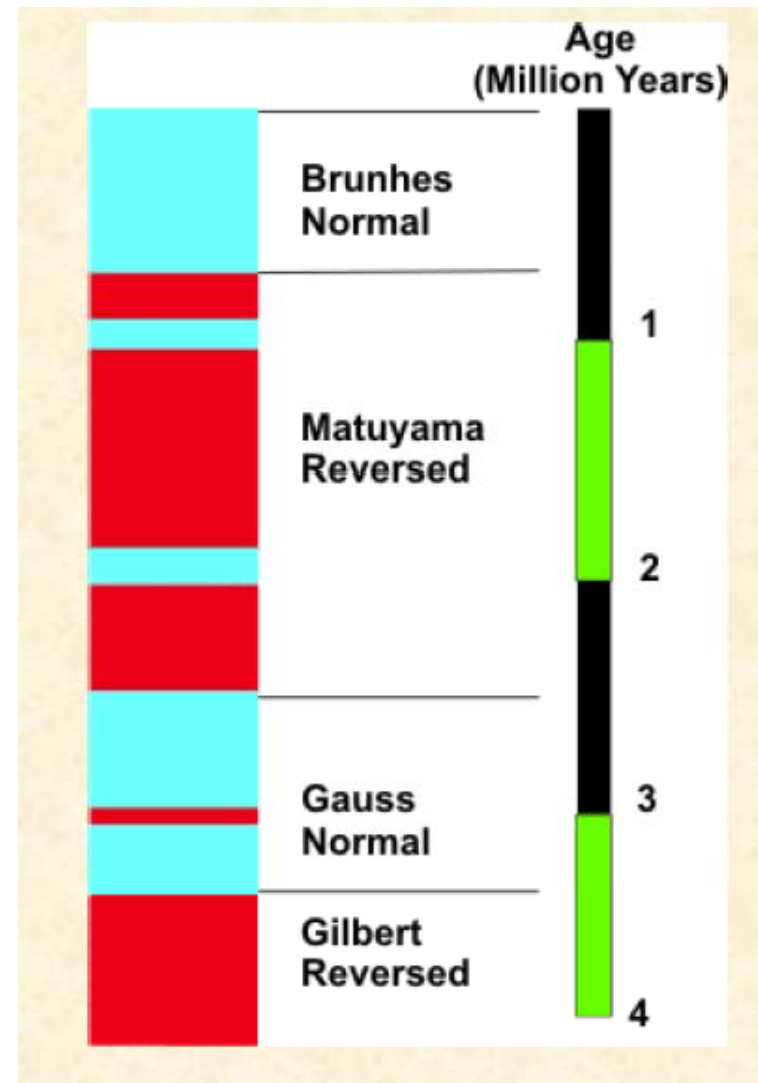
**Figure 9.1** Evolution of the Pliocene–Pleistocene geomagnetic polarity time scale between 1963 and 1979. On this and all subsequent polarity columns or time scales, black intervals indicate normal polarity and white intervals indicate reversed polarity; references are given at the right of each time scale; the “event” and “epoch” nomenclature applied to this portion of the time scale is given at the bottom. Adapted from McDougall (1979).



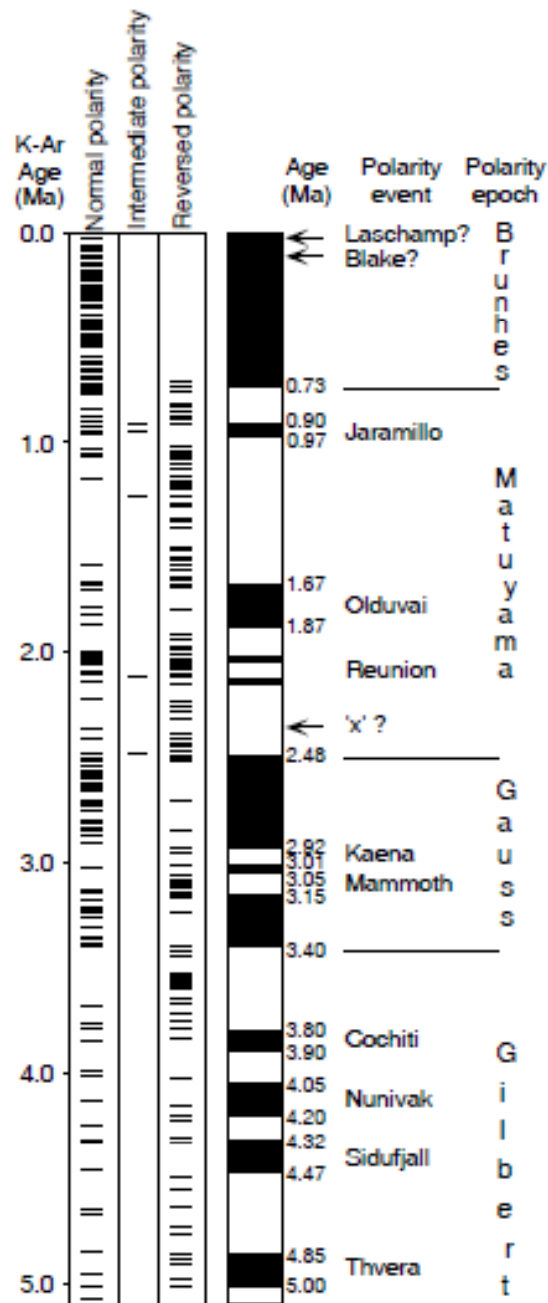
Allan Cox (1926-1987)

**Epocas:** nombres de importantes científicos del geomagnetismo (se pensaba que duraban c.1 m.y)

**Eventos:** intervalos menores dentro de las Epocas con polaridad contraria, con nombre de localidades







## Consideraciones importantes

- 1) La duración promedio de los intervalos de polaridad es de c. 0,25 m.y. con intervalos menores
- 2) 1,5% de las observaciones corresponderían a polaridades intermedias ocurridas durante una transición (5000 años)
- 3) Las reversiones están espaciadas en el tiempo al azar, no son predecibles. Pero los intervalos cortos y largos determinan una "huella dactilar" de un intervalo de tiempo geológico particular. Este tipo de patrón es el fundamento para trabajar en magnetoestratigrafía

## **Vine y Matthews (1963): interpretación de las anomalías de fondo oceánico debidas a remanencia magnética**



Fred Vine (1939)

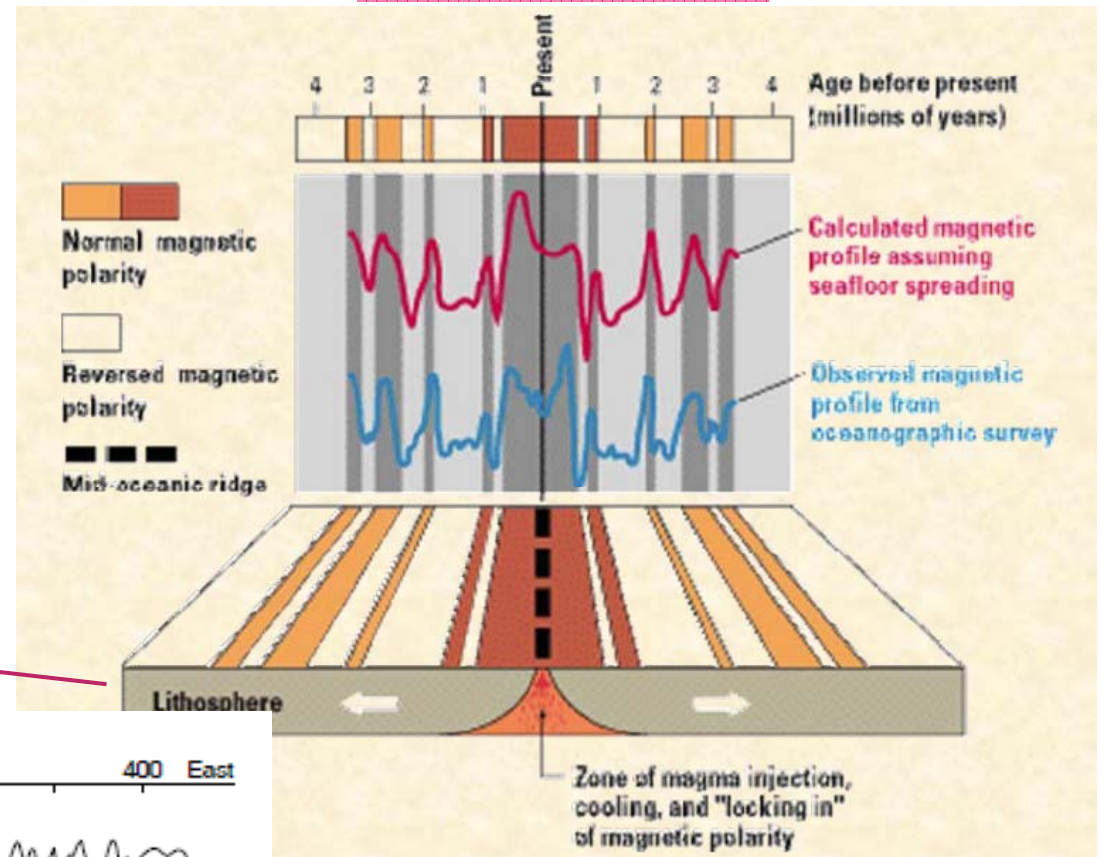


Drummond Matthews (1931-1997)

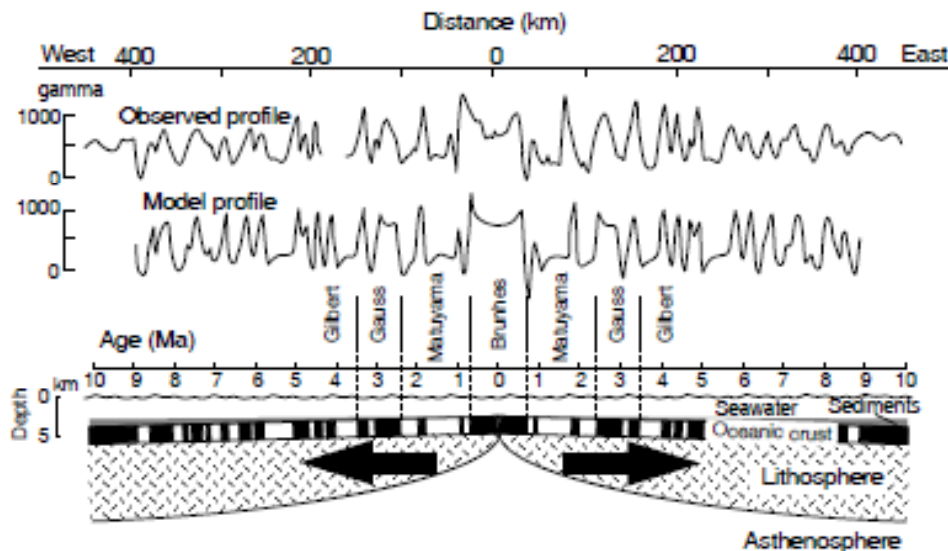
Usaron la expansión del fondo oceánico para explicar el origen de las anomalías magnéticas de fondo oceánico

# Formación de anomalías magnéticas de fondo oceánico

La corteza oceánica adquiere MRT

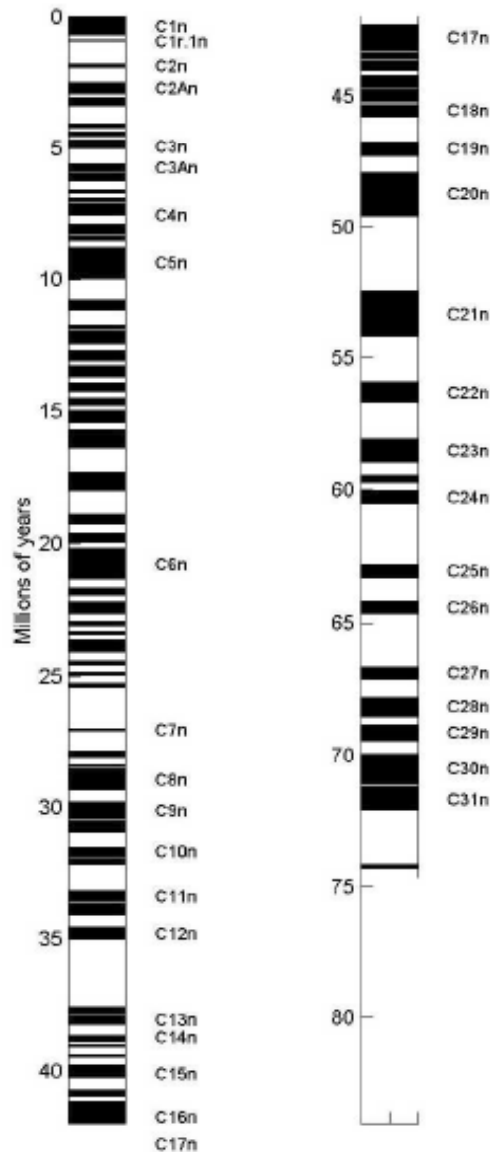


**Blanco: polaridad reversa**  
**Negro: polaridad normal**



Para conocer la edad de las anomalías, es preciso conocer la vel. expansión del fondo oceánico

Heirtzler et al., 1968



Heirtzler et al. (1968) y otros: extrapolación de la edad de reversiones a partir de anomalías de fondo oceánico. Numeración de anomalías

A partir de 1970: refinamiento sucesivo del cuadro Patrón de reversiones de polaridad

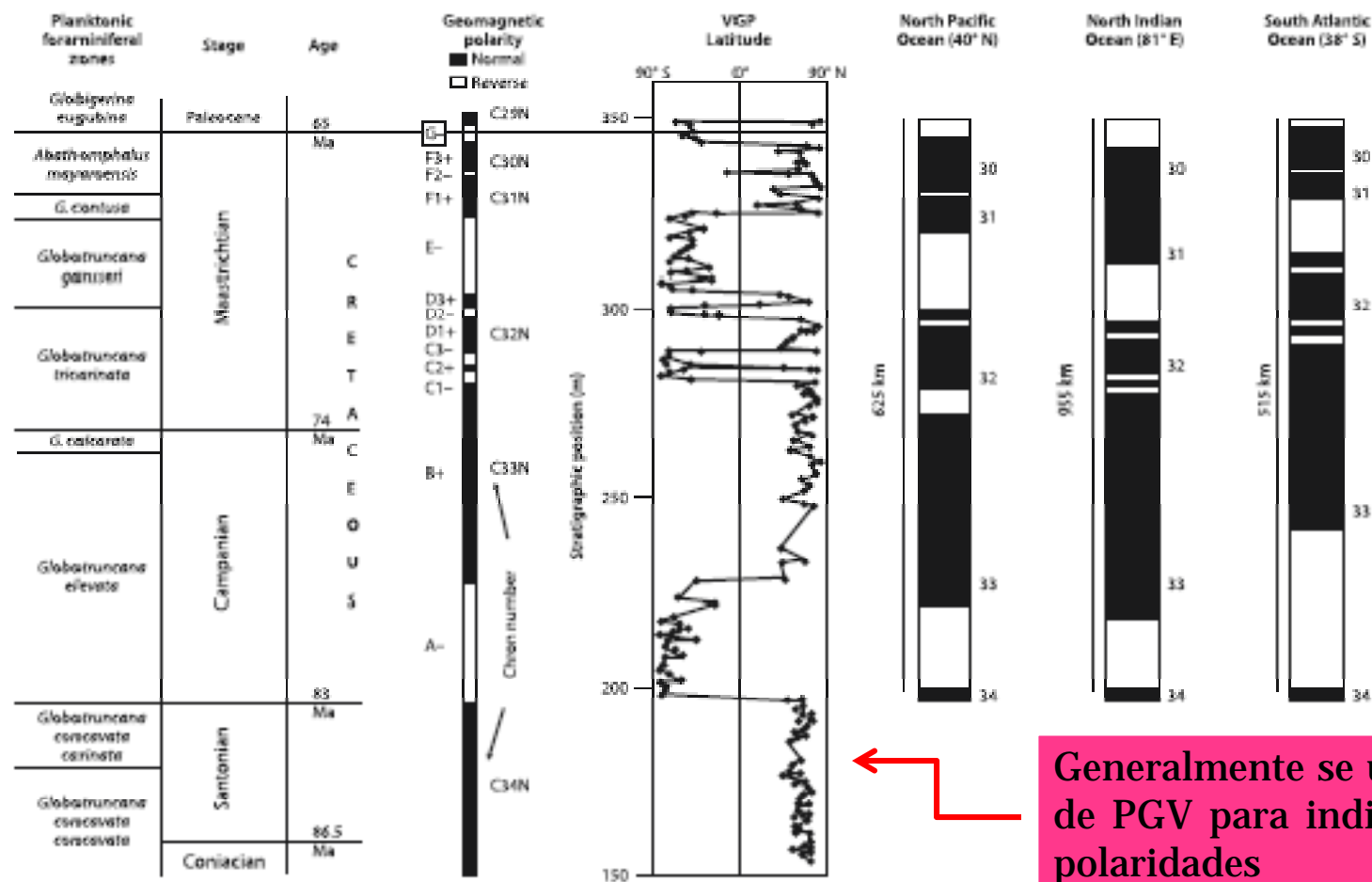
El sistema de Epocas se extendió en el Terciario con otra nomenclatura: números que definen CRONES de polaridad



## **Calibración bioestratigráfica**

**Algunos fósiles marinos (nanoplancton, foramaníferos) permiten correlacionar secciones a nivel regional y con los testigos de fondo oceánico.**

**Bioestratigrafía: divide y correlaciona paquetes de rocas usando los fósiles**



Generalmente se usa lat. de PGV para indicar las polaridades

Fig.7.6. Magnetic stratigraphy in the Bottaccione section (Gubbio, Italy) and comparison with polarity sequence from marine magnetic anomalies; left biostratigraphy; center: magnetic zones at Gubbio (A to G) as derived from VGP latitude, and correlation to the GPTS (C34N to C29N); right: polarity sequences from three oceanic regions (re-scaled to the thickness of the Bottaccione section) (modified after Lowrie and Alvarez, 1977)



# **Cómo se construye una escala magnetoestratigráfica?**

**Un ejemplo del Jurásico de Cuenca Neuquina**

STANDARD ZONATION		NEUQUEN BASIN	
STAGES	ZONES	ASSEMBLAGE ZONES	
TOARCIAN	U	LEVESQUEI	Dumortieria Z20
			Phlyseogrammoceras (?) tenuicostatum Z19
	M	THOUARSENSE	Phymatoceras Z18
		VARIABILIS	Collina chilensis Z17
		BIFRONS	Paromoceras pacificum Z16
			Paromoceras largense Z15
	L	FALCIFERUM	Dactylioceras hoelderi Z14
		TENUICOSTATUM	Tenuicostatum Z13
PLIENSCHIAN	U	SPINATUM	Famminoceras disciforme Z12
		MARGARITATUS	Famminoceras fammini Z11
	L	DAVOEI	Agassioceras belvisi Z10
		IBEX	Dubariceras Z9
			Tropidoceras Z8
		JAMESONI	Miltoceras Z7
SINEMURIAN	U	RARICOSTATUM	"Epophioceras" Z6
		OXYNOTUM	
		OBTUSUM	
	L	TURNERI	"Agassioceras" Z5
		SEMICOSTATUM	
		BUCKLANDI	
HETTANGIAN	U	ANGULATA	"Verniceras" Z4
			Badouinea canadensis Z3
	M	LIASICUS	"Washroceras-Schlotheimia" Z2
			"Philoceras" Z1
	L	PLANORBIS	-----

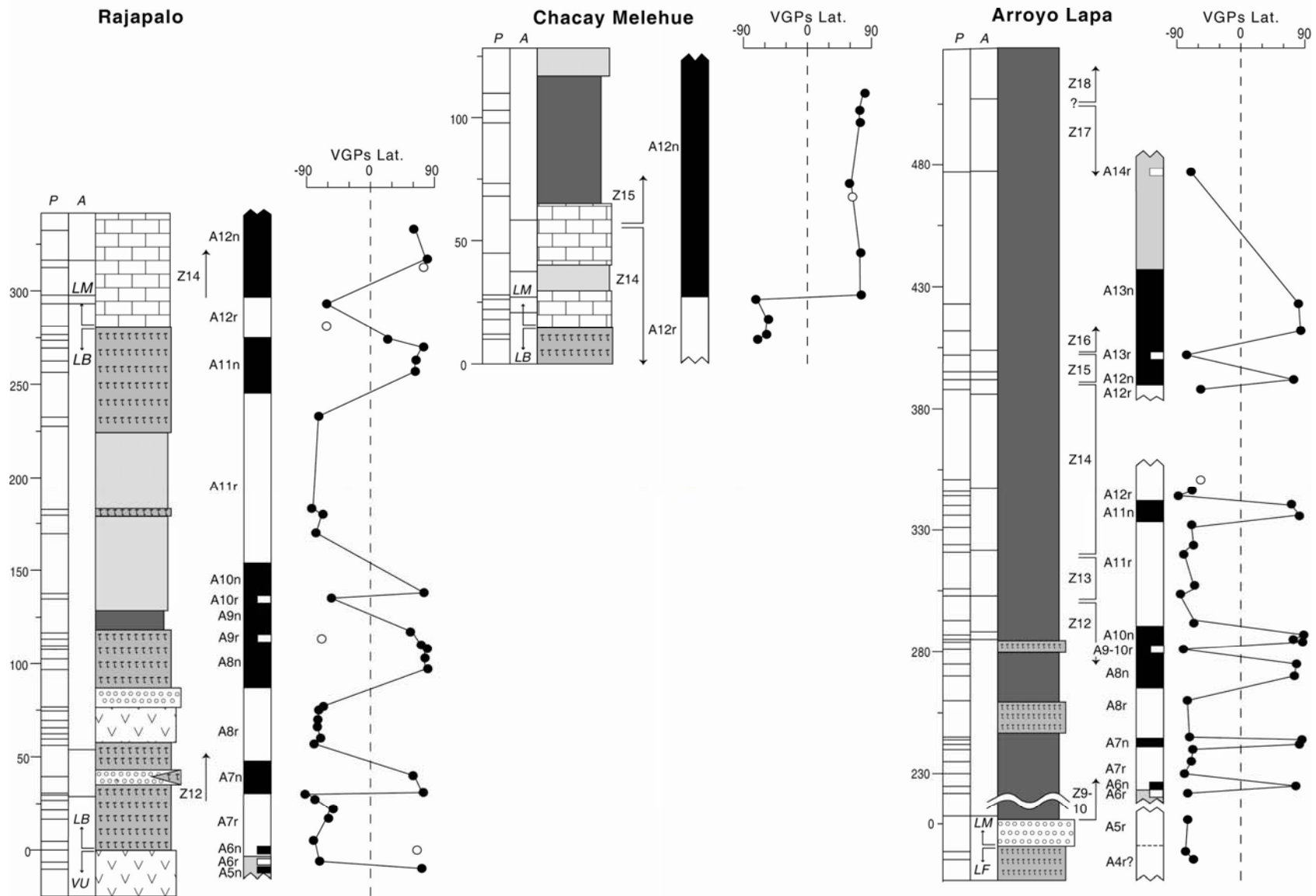
Correlación entre las biozonas de amonites de la Región Andina y del Tethys para el Jurásico Temprano según Riccardi (2008)



Puedo correlacionar las magnetoestratigrafías obtenidas en Cuenca Neuquina con la patrón internacional

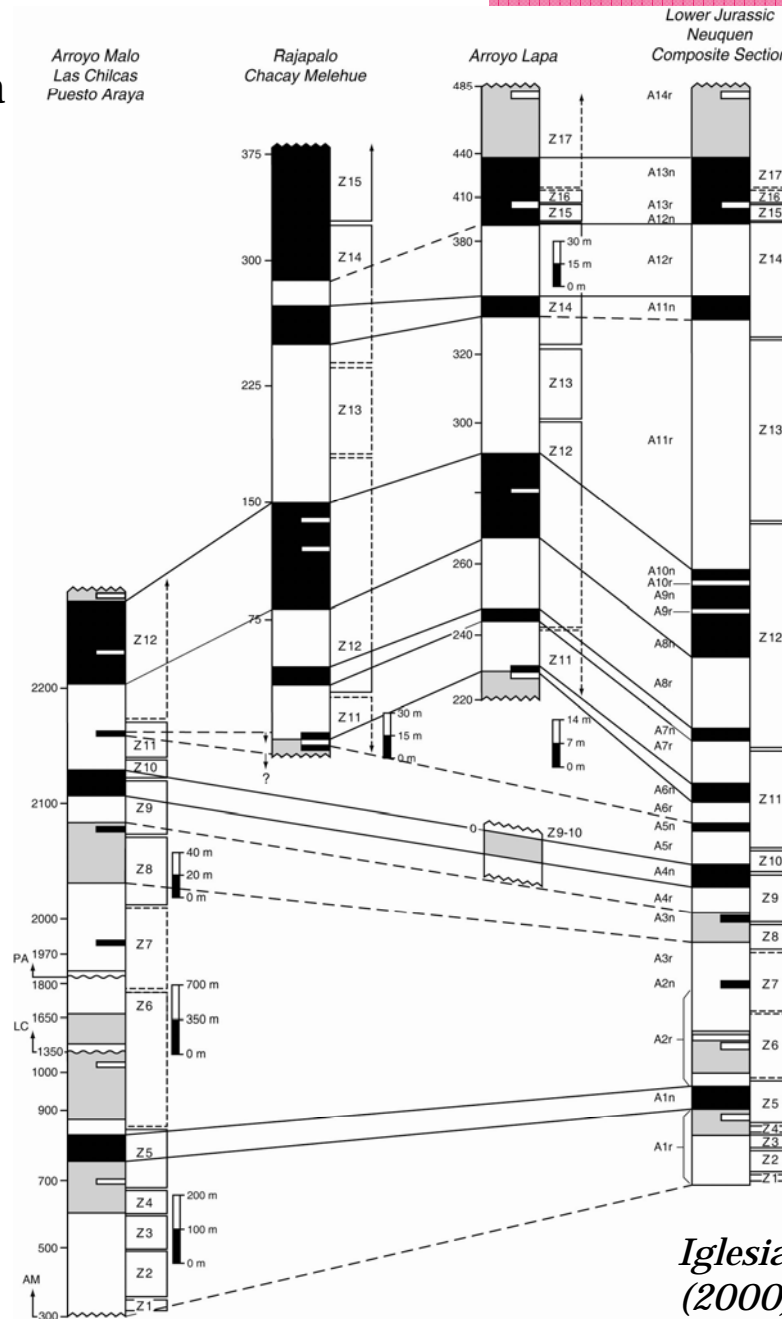


# 1) Obtención de la sucesión de polaridades



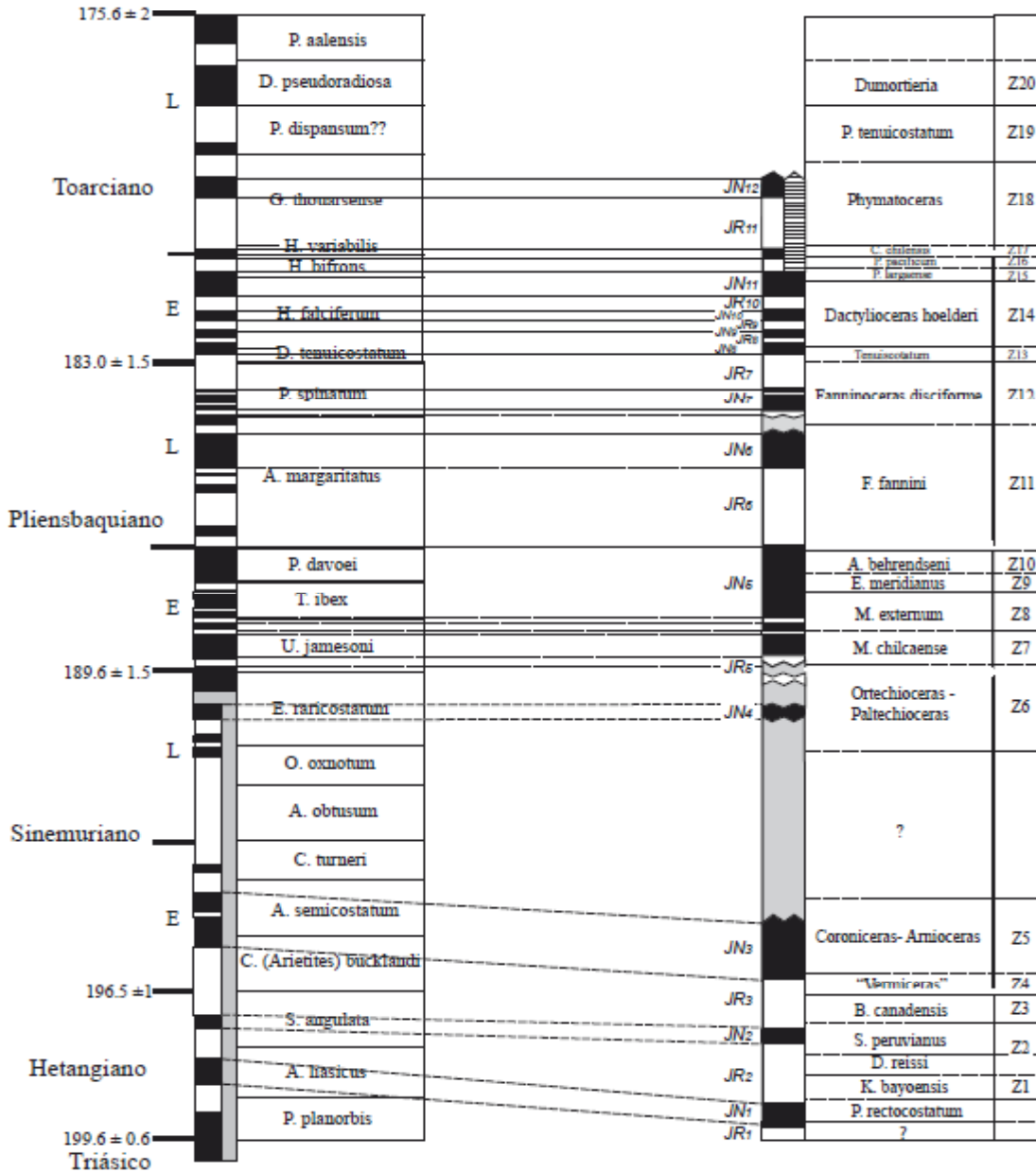
*Iglesia Llanos and Riccardi  
(2000)*

## 2) Construcción de una escala magnetoestratigráfica regional



*Iglesia Llanos and Riccardi  
(2000)*

### 3) Correlación de la escala local con la patrón internacional



- ✓ Se determinaron edades en niveles estériles/sin fósiles diagnósticos
- ✓ Se ajustaron las biozonas andinas
- ✓ Se plantea redefinir algunos intervalos de la escala patrón internacionañ

*Iglesia Llanos (2012)*

## Se pueden calcular velocidades de sedimentación

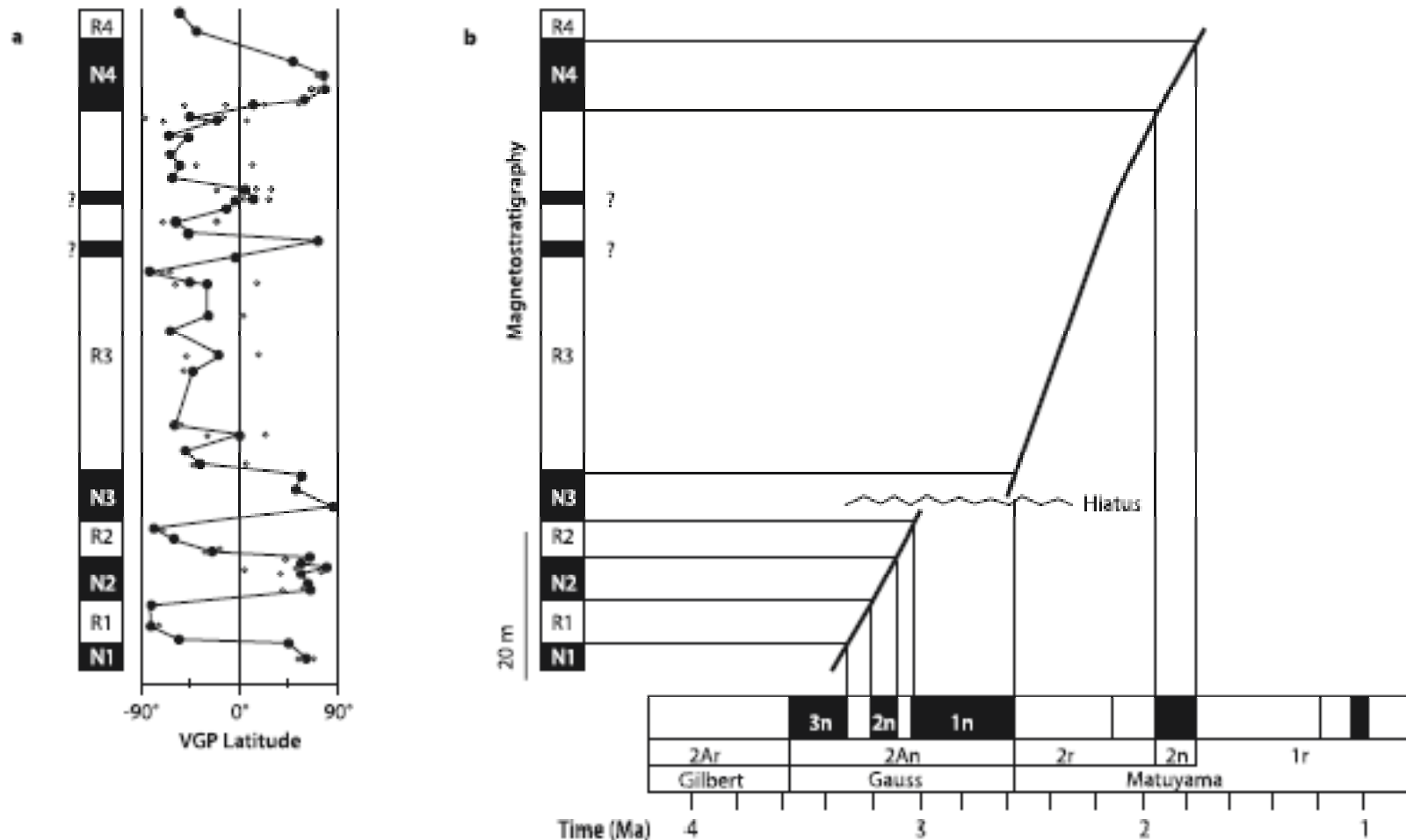


Fig. 7.7. Magnetic stratigraphy in the Galea section (Betic Ranges, Spain); a site VGP vs. stratigraphic height and magnetic zones. Symbols: open dot = individual sample VGP; full dot = mean site VGP; b correlation to the GPTS (from Garcés et al. 1997)

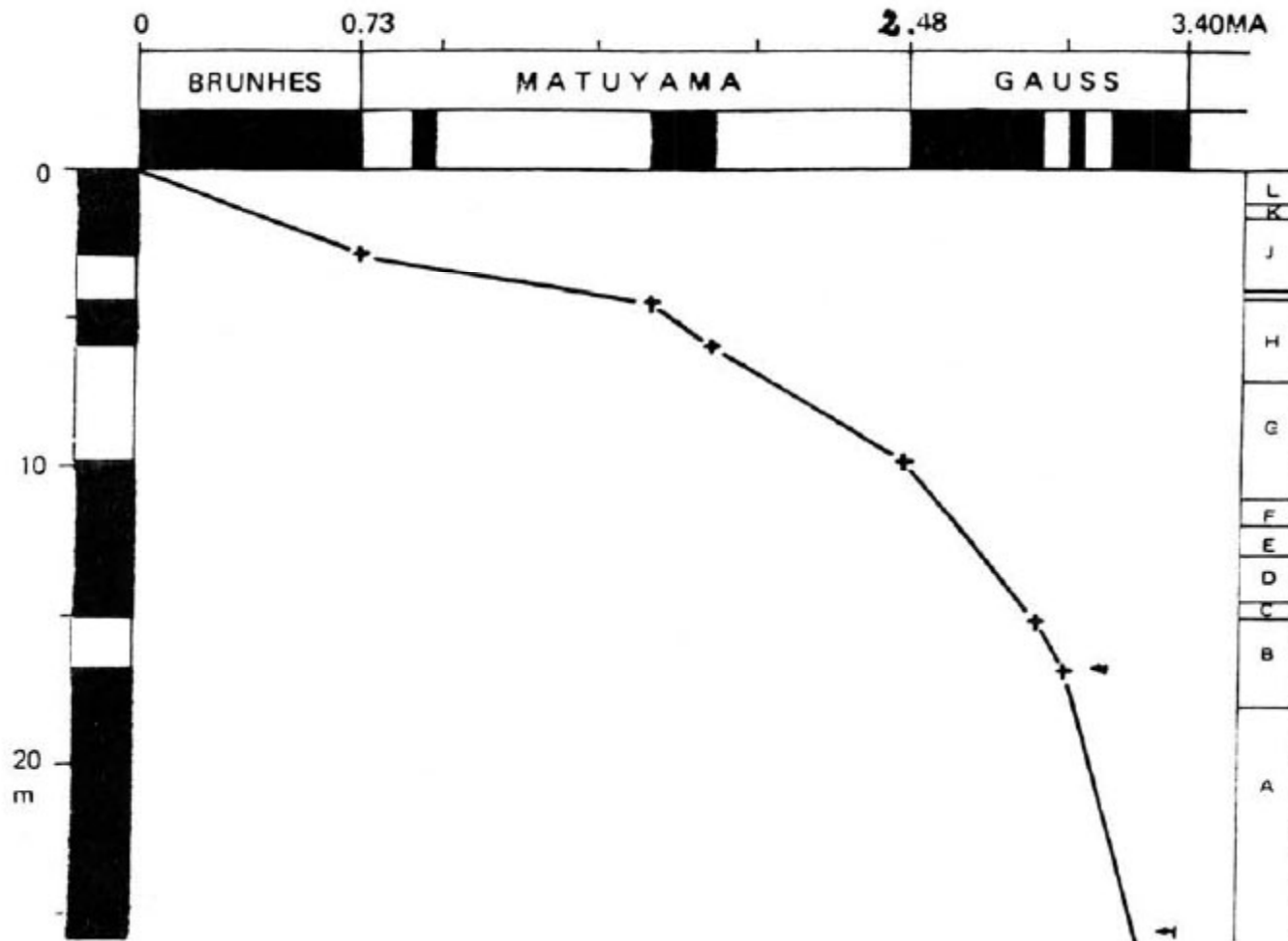


Figure 7 - Time/depth graph utilizing the magnetostratigraphy established (vertical column) and the International Polarity Time Scale (horizontal column).