

OBSERVATORIO ASTRONOMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

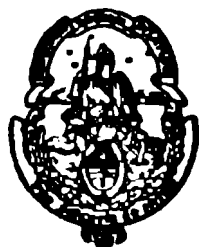
SERIE GEOFISICA - TOMO VII Nº 3

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LAS VARIACIONES MAGNETICAS

OBSERVADAS EN LAS PROVINCIAS DE BUENOS AIRES Y CHUBUT

Por

LEONIDAS SLAUCITAJA



LA PLATA
OBSERVATORIO ASTRONOMICO

1 9 6 2

Presidente

Dr. José Peco

Vicepresidente

Dr. Constantino Brandariz

Secretario General y del Consejo Superior

Lic. César Amilcar Dumm

Guardasellos

Dr. José Méndez

Decanos Ing. Agron. Edgardo N. Camugli; Ing. Roberto A. Cubillo; Dr. Santi
tiago C. Fassi; Dr. Enrique M. Barba; Dr. Constantino Brandariz; Dr. Humber
to Giovambattista; Dr. Roberto Ciafardo; Dr. Sebastián Guarrera; Cont. Ricar
do L. Rosso. Director del Observatorio Astronómico. Dr. Reynaldo P. Cesco.
Delegados de los profesores: Ing. Julio J. Mulvany; Dr. Enrique Loedel Palum-
bo, Dr. Bartolomé A. Fiorini; Ing. Luis A. Bonet. Dr. Edilberto Fernández
Ithurrat, Dr. José A. Catoggio, Dr. Ricardo R. Rodriguez, Dr. Raul A. Rin
guelet, Dr. Raul A. Granoni, Delegados de los graduados: Ing. Agron. Julio
César Ocampo, Ing. Rafael R. De Luca, Dr. César M. García Puente, Prof
José María Chinchurreta, Dr. Néstor Bacigalupo. Dr. Epifanio Rozados, Dr
Raul Cafrune, Geól. Jorge Rafael, Cont. Mariano Rivas, Delegados de los
alumnos: Sr. José V. García Abriles, Sr. José G. Alderete, Sr. Alberto D.
Tettamanti, Sr. Jorge Crespi, Sr. Juan C. Alvarenga Gaona. Sr. Ernesto Sil-
ber, Sr. Victor A. Berón, Sr. Eduardo J. González Doglia, Sr. Omar Delvi
Porfirio.

ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LAS VARIACIONES MAGNETICAS OBSERVADAS EN LAS

PROVINCIAS DE BUENOS AIRES y CHUBUT

Por

LEONIDAS SLAUCITAJA*

Summary. The studies of magnetic diurnal variation at the stations in Buenos Aires Province (Morea and Las Acacias) and those of the Magnetic Observatory of Trelew, Chubut Province, Argentina, are presented. To show the situation of Argentine stations relatively to other ones, the world map and the list of observatories, both for the system of geomagnetic coordinates, are added. The variations of Trelew Observatory for 1958 are presented by graphs and the $S_q - H$ is analyzed harmonically. The geographical situation of this observatory, in relation to the vortex route of electrical currents, gives interesting features, which can be seen from two-maximums' $S_q - H$ curves on different months of a year and from the results of harmonic analysis.

I. Introducción

Los registros de tres observatorios magnéticos argentinos dependientes del Servicio Meteorológico Nacional: La Quiaca (en Jujuy); Pilar (en Córdoba) e Islas Orcadas del Sur (en la Antártida), que vienen funcionando desde antes del Año Geofísico Internacional 1957/1958, y están situados entre 10° y 50° de latitud geomagnética sur, indican a los dos tipos de variación geomagnética solar-tranquila S_q : al tipo "ecuatorial", La Quiaca y Pilar; y al tipo "polar", Islas Orcadas del Sur.

Al proyectarse por parte del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata, la ubicación de un nuevo observatorio magnético en la zona intermedia entre 20° y 50° de latitud geomagnética (que tienen Pilar e Islas Orcadas del Sur, respectivamente), se esperó por supuesto la posibilidad de investigar, además de otros problemas, el carácter de S_q , probablemente

*) Jefe del Departamento de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica en el Observatorio Astronómico y profesor titular en la Escuela Superior de Astronomía y Geofísica de la Universidad Nacional de La Plata.

"mezclado" que es, como todo S_q en sus partes exteriores, producido por corrientes ionosféricas y caracterizadas por la situación de sus focos y vórtices.

Se ha podido realizar la instalación del nuevo observatorio magnético en el Año Geofísico Internacional de 1957/58, en Trelew, Chubut, en la latitud geomagnética $31^{\circ}2$ S (Sidoti, Hartmann, Slaucitajs, 1959).

La situación geomagnética y geográfica de los cuatro observatorios mencionados es la siguiente:

	La Quiaca	Pilar	Trelew	Islas Orcadas del Sur
Latitud geomagnética S	$10^{\circ}6$	$20^{\circ}3$	$31^{\circ}7$	$50^{\circ}0$
" geográfica S	$22^{\circ}06'2$	$31^{\circ}40'1$	$43^{\circ}14'9$	$60^{\circ}44'$
Longitud geomagnética E	$3^{\circ}2$	$4^{\circ}6$	$3^{\circ}2$	$18^{\circ}2$
" geográfica E	$294^{\circ}23'7$	$296^{\circ}07'0$	$294^{\circ}4'1$	$315^{\circ}16'$

Del mapamundi de coordenadas geomagnéticas (fig.1) se ve la situación de estos observatorios magnéticos respecto a los alrededores y al ecuador geomagnético. El mapa fué construído especialmente en proyección cilíndrica "cuadrática", donde el largo del meridiano dibujado es igual a πR y el ecuador a $2\pi R$. El área incluida dentro de la red de grados iguales de las coordenadas es, entonces, un cuadrado; toda la superficie terrestre entra en el cuadro del mapa, de donde se ve bien la situación de los observatorios polares.

La tabla de las pág. 16-19 que es un complemento del mapa - da la posibilidad de ver también el orden simétrico de los observatorios de ambos hemisferios geomagnéticos, que funcionaban durante y después del Año Geofísico Internacional 1957/58 (Comité des Observatoires, "AIGA", 1957-1959; Geomagnetic Data 1957, Bull. "AIGA" 12 1, 1961).

Además de los registros del observatorio de Trelew, el Departamento de Magnetismo y Electricidad Atmosférica del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata, acumuló algunas observaciones visuales y registros en breve tiempo en Morea, Provincia de Buenos Aires, y durante el Año Geofísico Internacional 1957/58 se realizaron algunas observaciones previas en la estación magnética experimental "Las Acacias", situada en las cercanías de La Plata.

II. Análisis de datos recogidos en Morea y Las Acacias, Provincia de Buenos Aires

El observador señor Oscar Sidoti, desde el 24 de abril de 1950, instaló durante dos semanas el juego de magnetógrafos Ruska en el sótano de un edificio común de la Escuela Inchausti, en Morea, Provincia de Buenos Aires, tomando los registros. El lugar tiene coordenadas geográficas: 35.6° S, la longitud 299.5° E; las respectivas coordenadas geomagnéticas son: la latitud 25° S, la longitud 8° E.

Reproducimos aquí como ejemplos los registros de D, H, Z, de dos días relativamente tranquilos. Comparando los registros con los datos del observatorio de Pilar, Córdoba, reducidos a su tiempo local (la diferencia en la latitud es alrededor de 5°), notamos que las curvas son muy parejas.

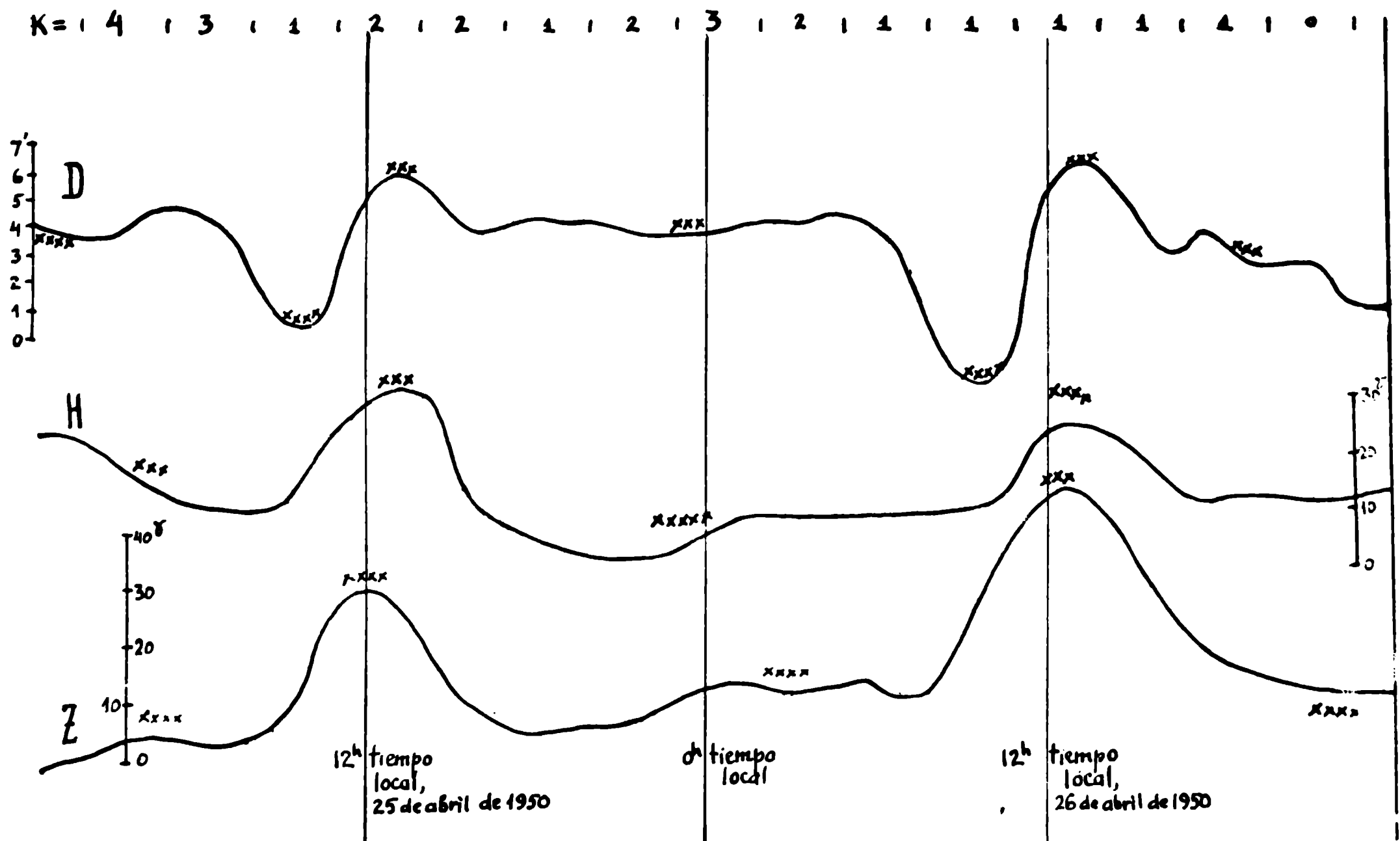


Fig. 2 Registros en Morea, Prov.de Buenos Aires, 1950

Las cruces en la fig. 2, cerca de las fases características, indican el curso o la ordenada de Pilar: se nota una diferencia muy pequeña en la declinación, sea en intensidades algo mayores, pero siempre S_q de la Estación Moorea es del tipo ecuatorial. Con las escalas indicadas se puede leer la amplitud diurna que es en este caso en D de 8' y las intensidades de 30-40 gamas para algunas fechas de los meses de otoño y del año de post-maximum de la actividad solar.

El material de observaciones visuales, recogido durante el AGI 1957/58 en la estación magnética experimental "Las Acacias" indica que la variación S_q de la estación es de tipo ecuatorial. Las amplitudes promedias (12 meses de observaciones) en el invierno llegan a 20 y en el verano a 50 gamas. La Z muestra amplitudes promedias de 25 gamas en el invierno y 40 gamas en el verano.

En casos muy raros aparecen vestigios de la componente "polar" de S_q .

Se confirma la característica del vortice S_q , sobre el movimiento de este vortice hacia latitudes bajas del verano al invierno.

III. Variaciones diurnas en la estación Trelew.

1. Morfología de la variación diurna

Por la latitud geomagnética se puede esperar ya de antemano, que Trelew sea posiblemente una estación del lado polar del vórtice S_q .

Si el vórtice en su curso de traslado latitudinal durante las estaciones del año toca una estación de los dos lados, la variación S_q en H aparece muy complicada. En un año de poca actividad solar, como la del II Año Polar Internacional 1932/33, la curva S_q de H en estas latitudes aparece con amplitud muy pequeña, pero en forma de varios puntos singulares.

Reunidos los datos de los valores promedios horarios registrados durante el año 1958 (año de máxima actividad solar) se puede dar el conjunto de curvas de la variación diurna para todos los días, días Q, promedios de estaciones del año y anuales. Las curvas aquí reproducidas representan las variaciones sin corrección por cambio no cíclico.

El autor ha elegido el modo de construirlas en forma de escalera y su representación se ve en las figs. 3-5. Por medio de escalas se pueden ver las

amplitudes; la abscisa representa la fase.

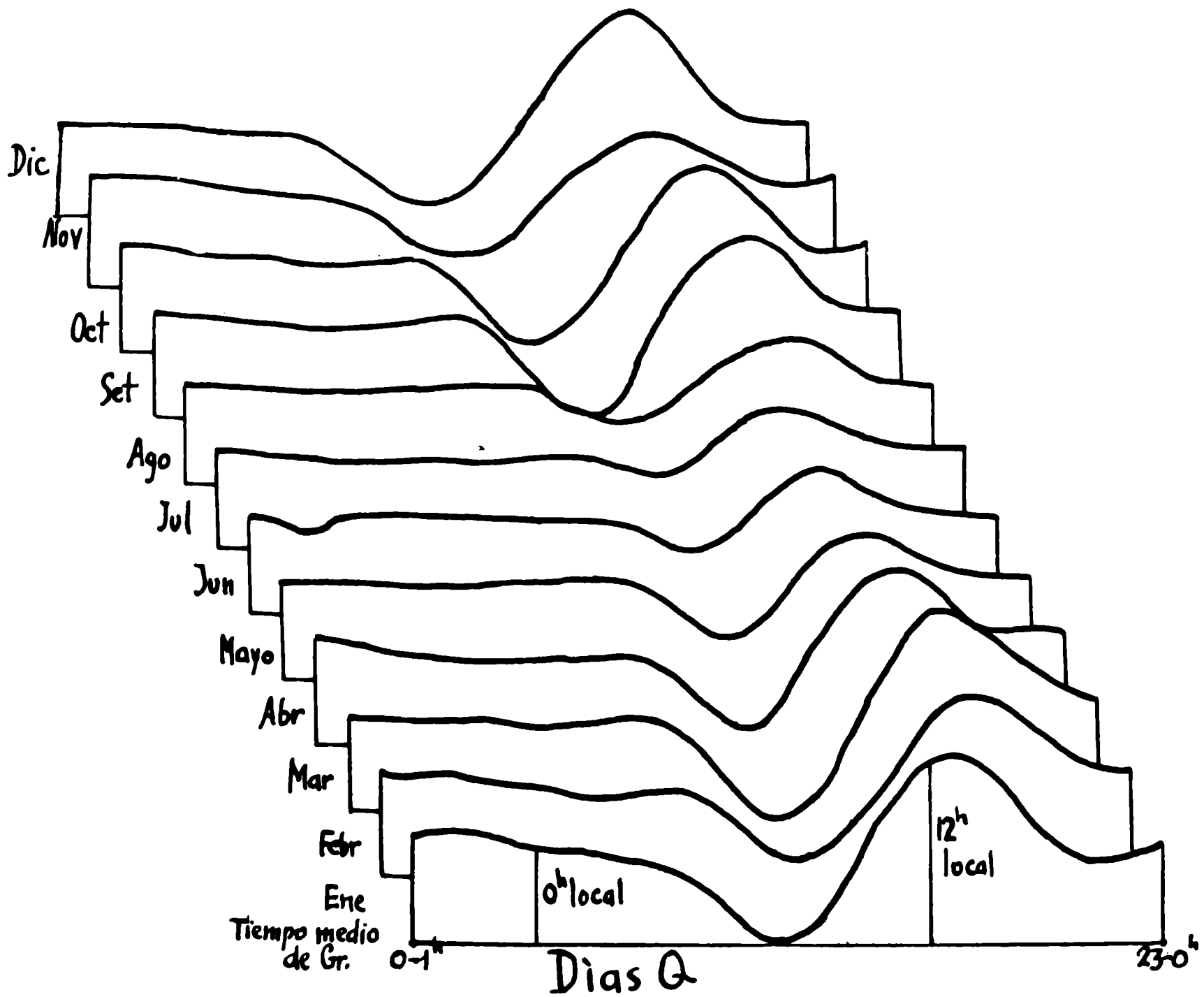
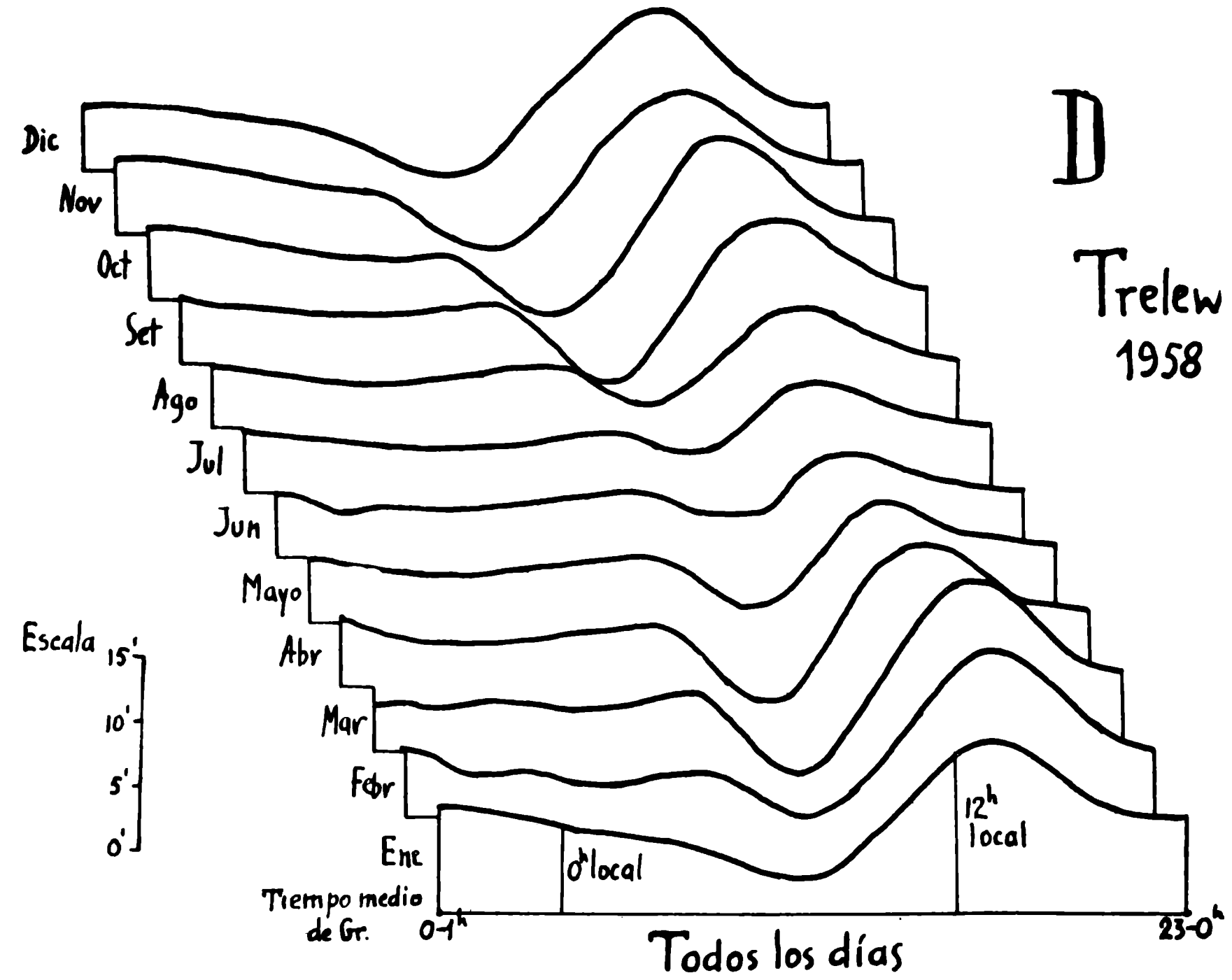


Fig. 3a. Variación diurna de D

D Trelew 1958

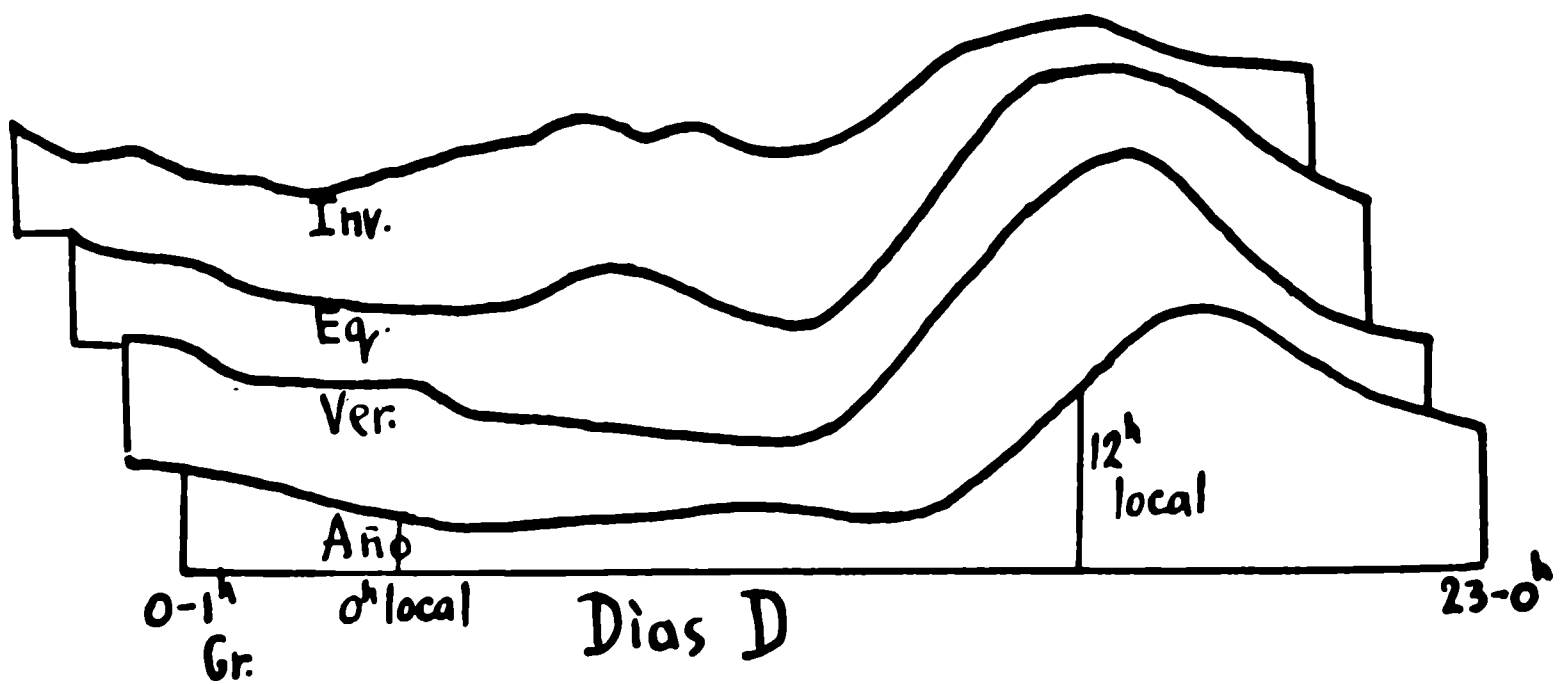
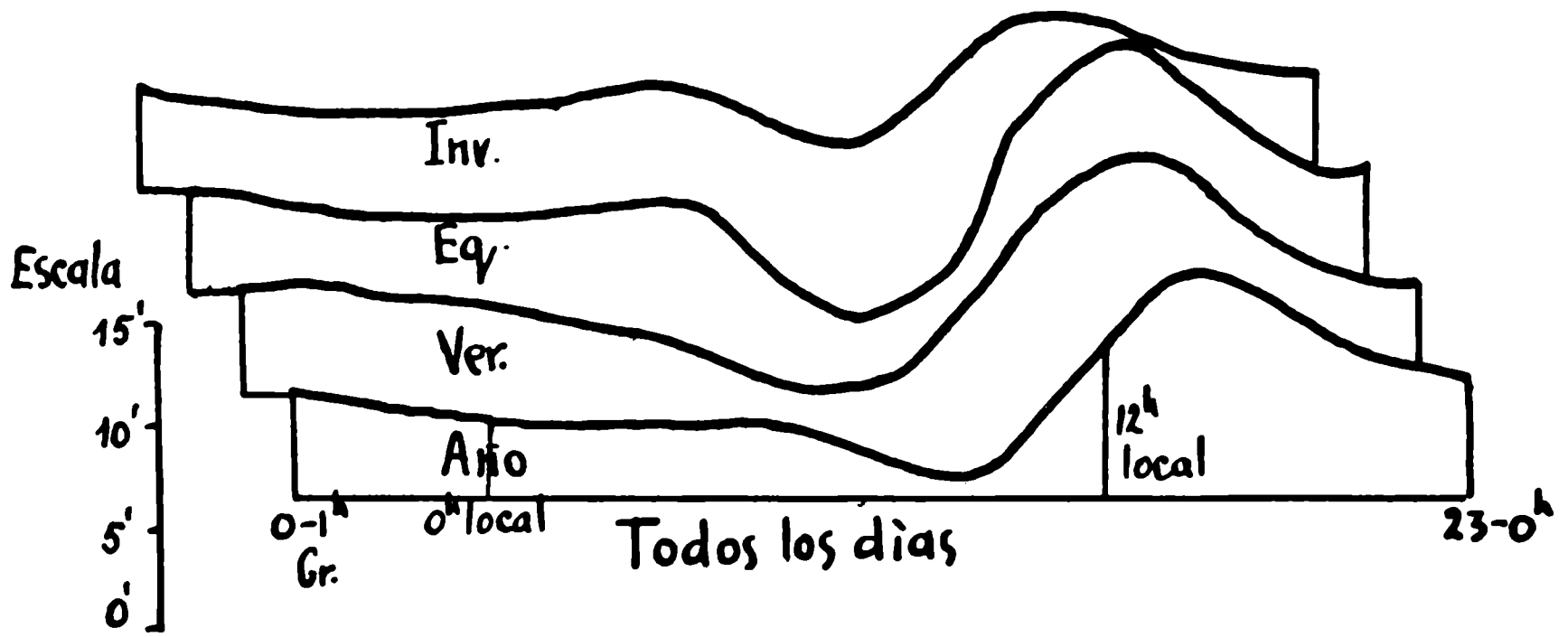
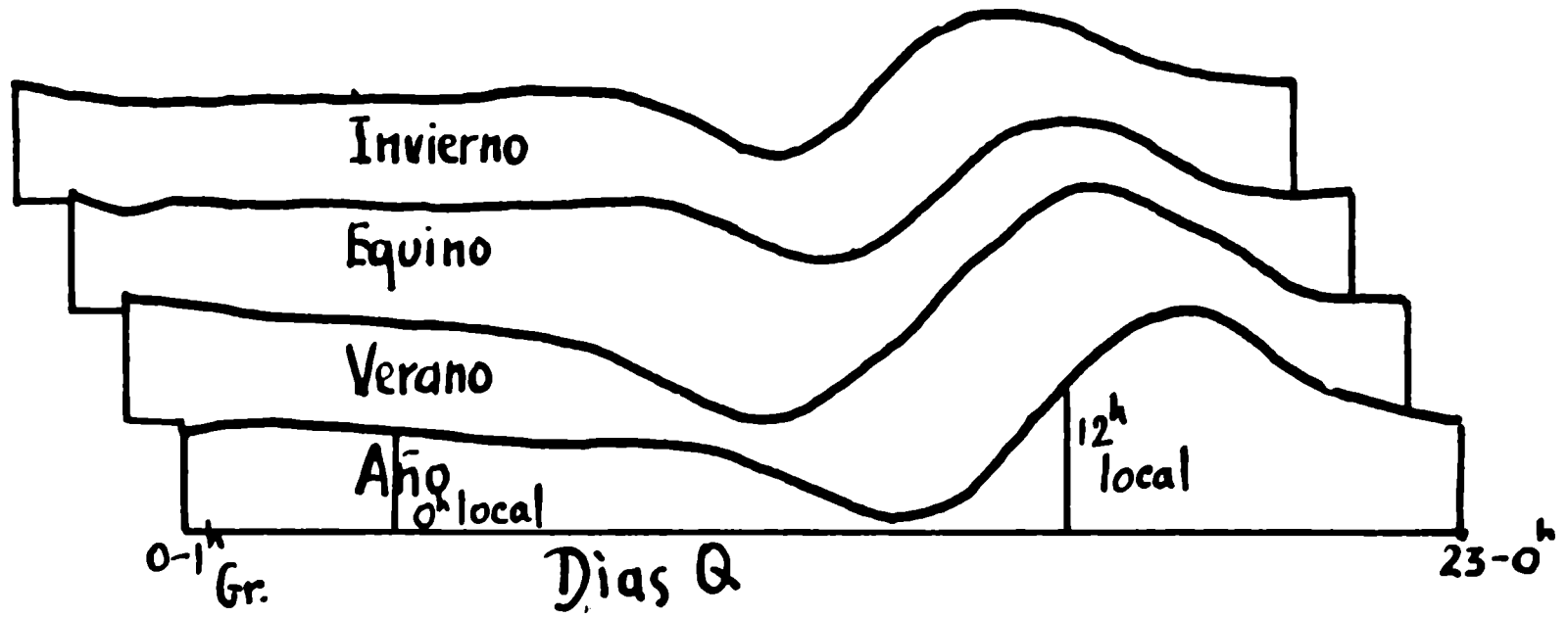


Fig. 3b Variación diurna de D

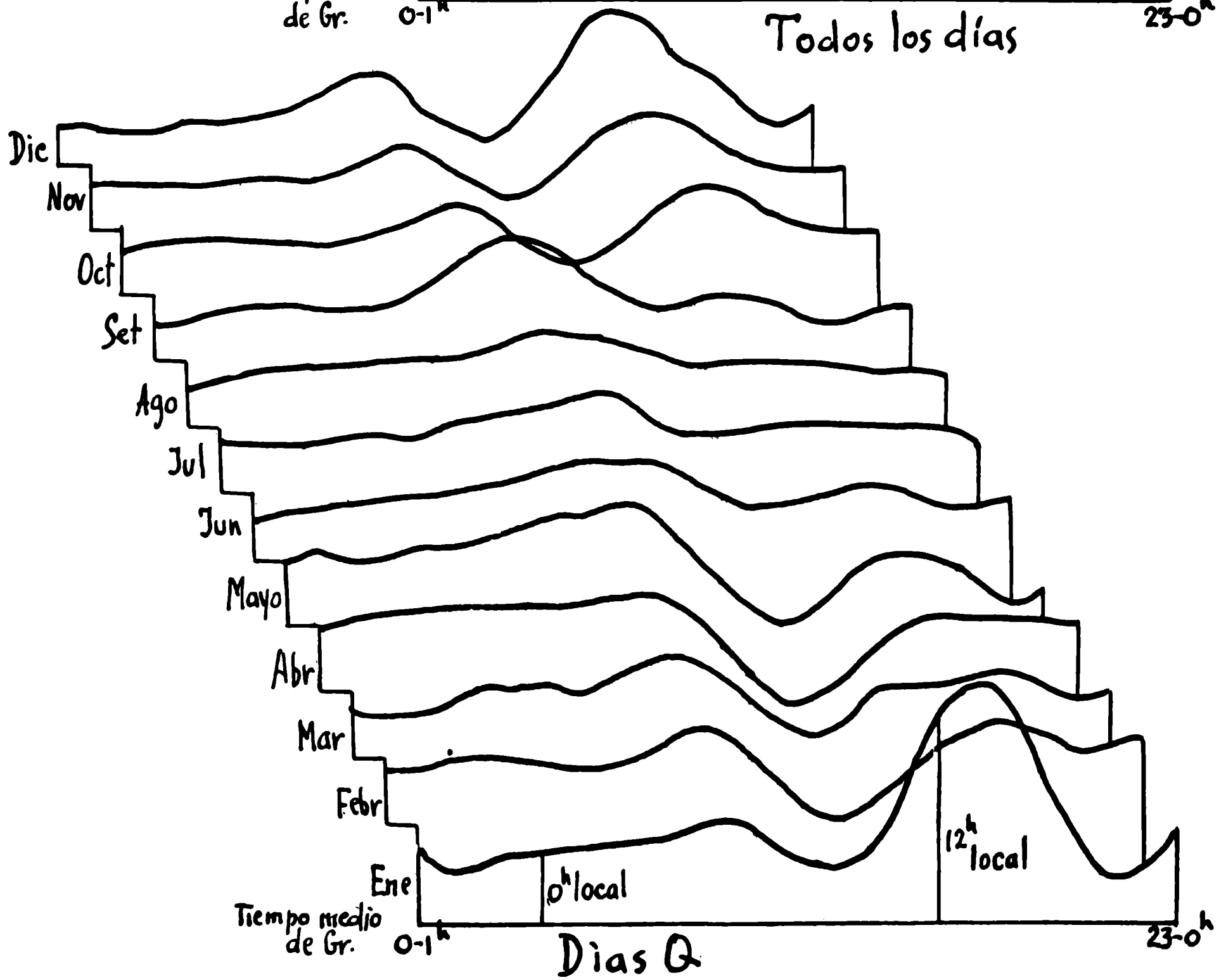
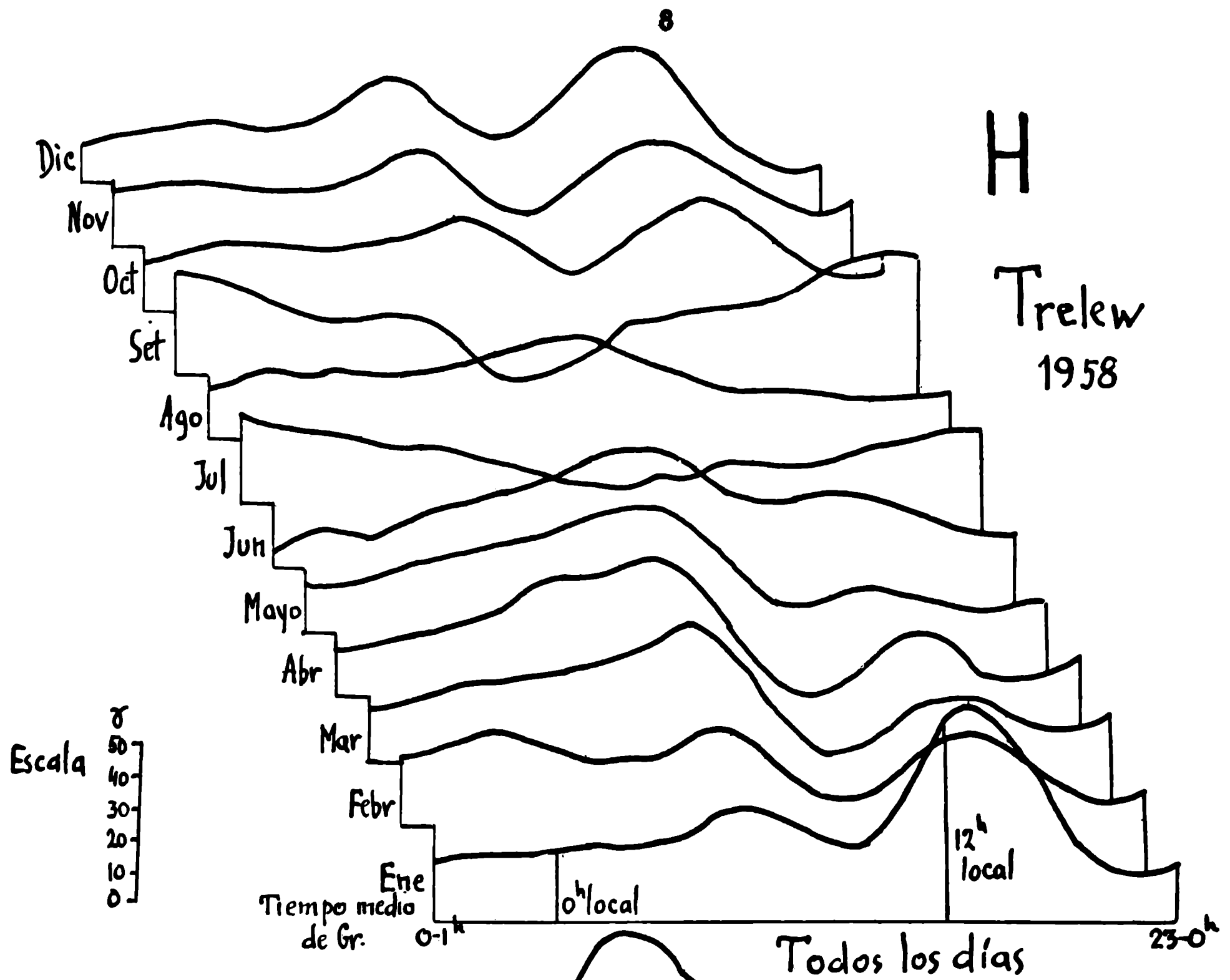


Fig. 4a. Variación diurna de H.

H Trelew 1958

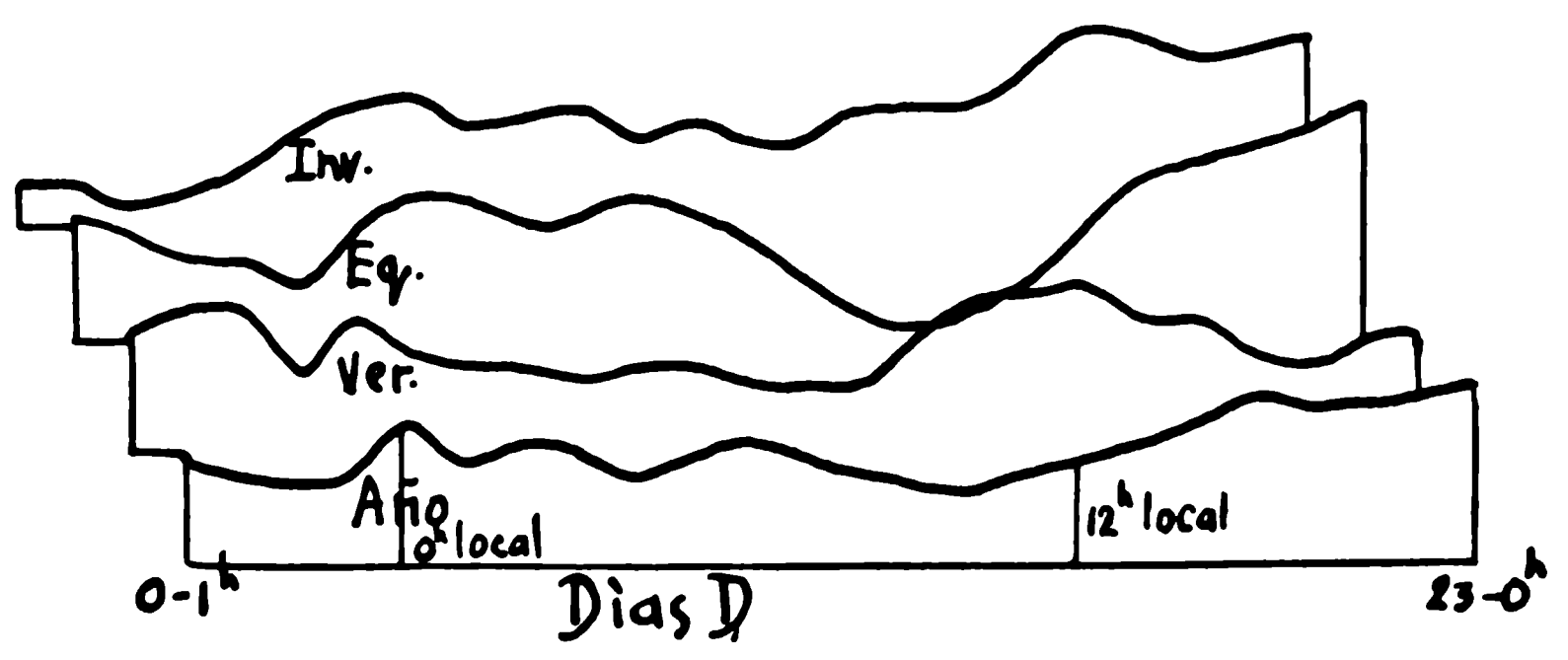
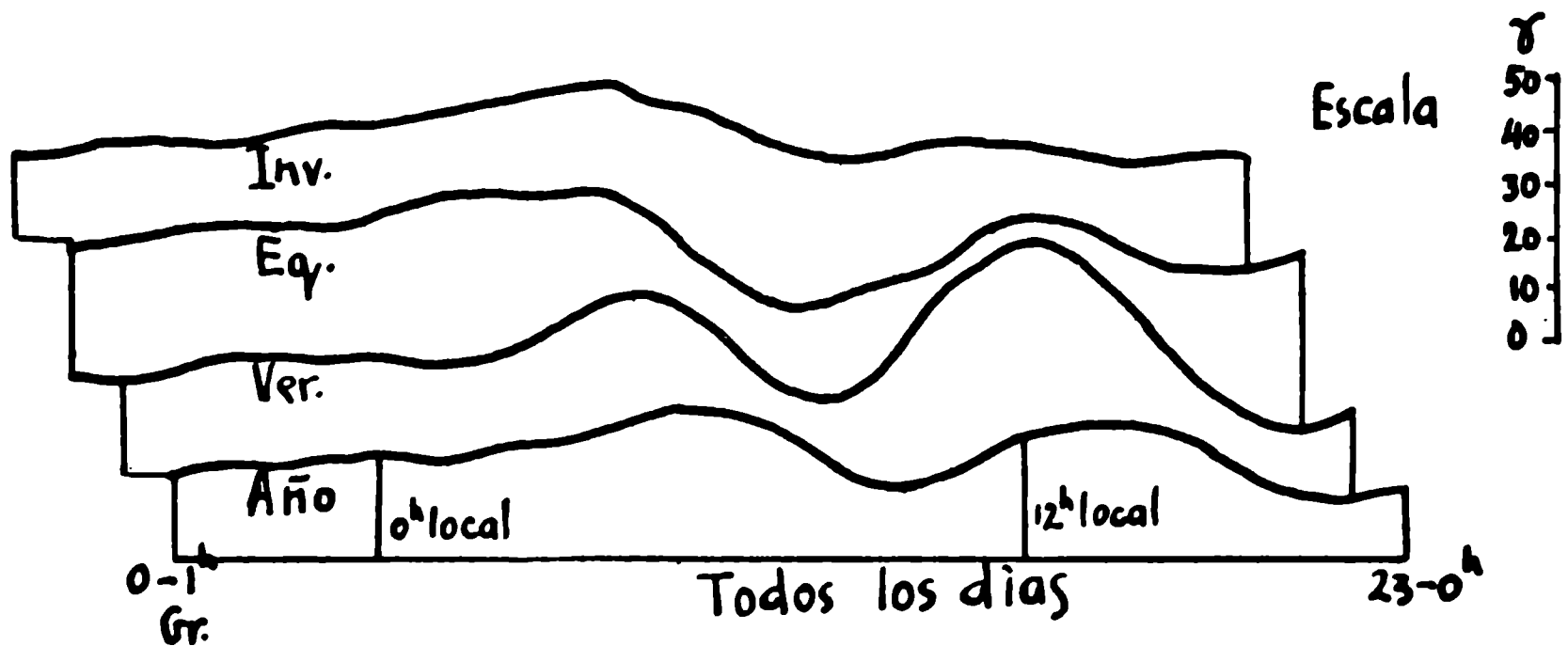
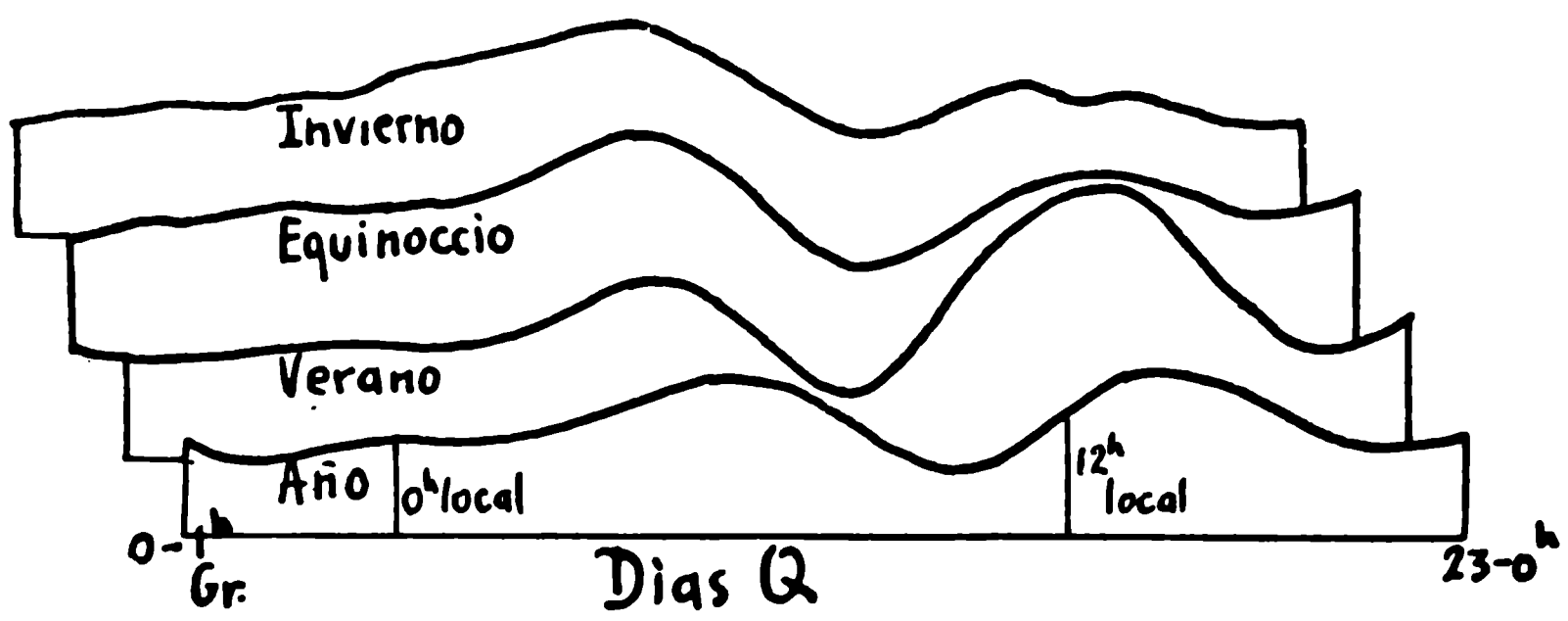


Fig. 4b. Variación diurna de H

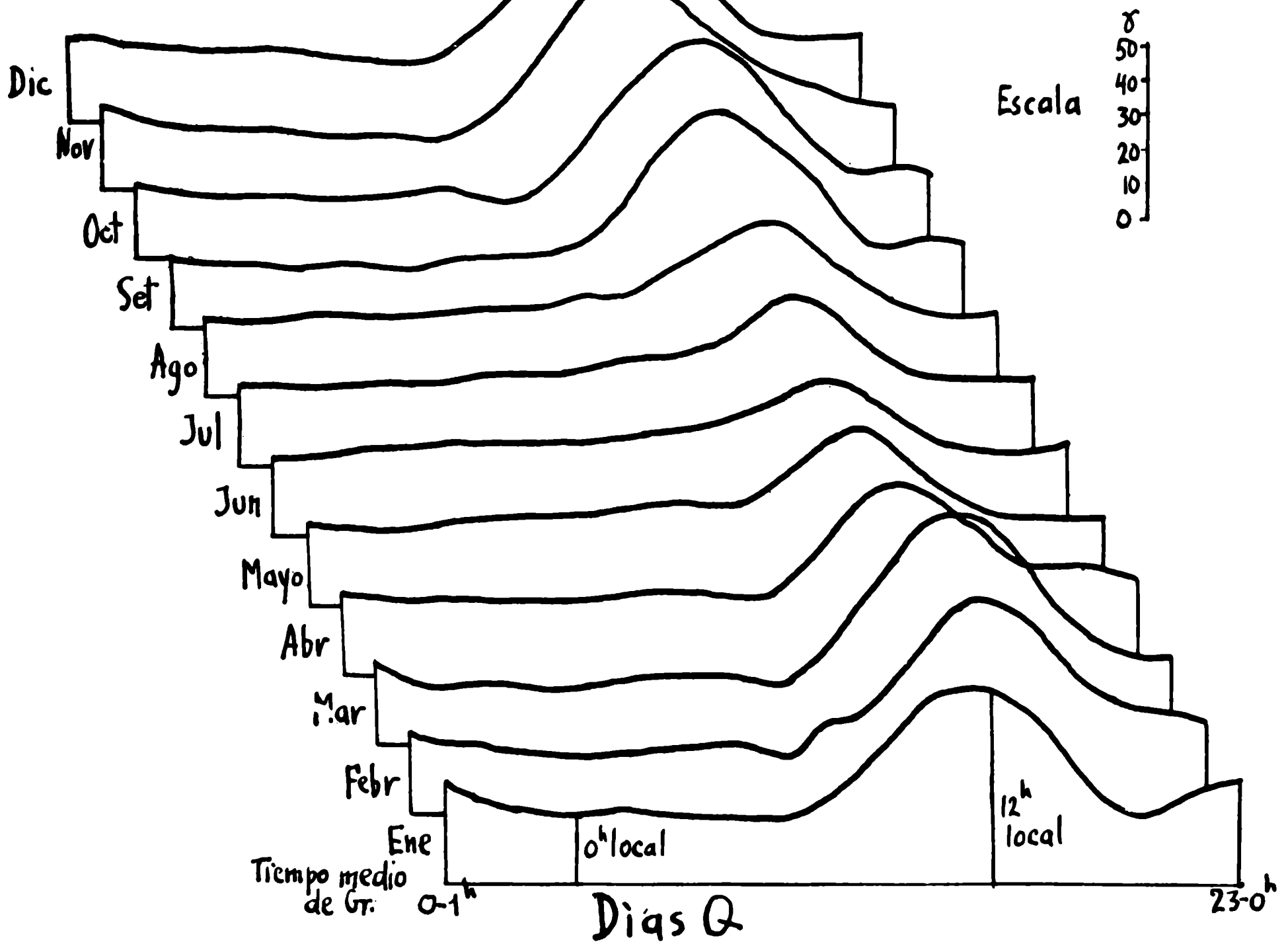
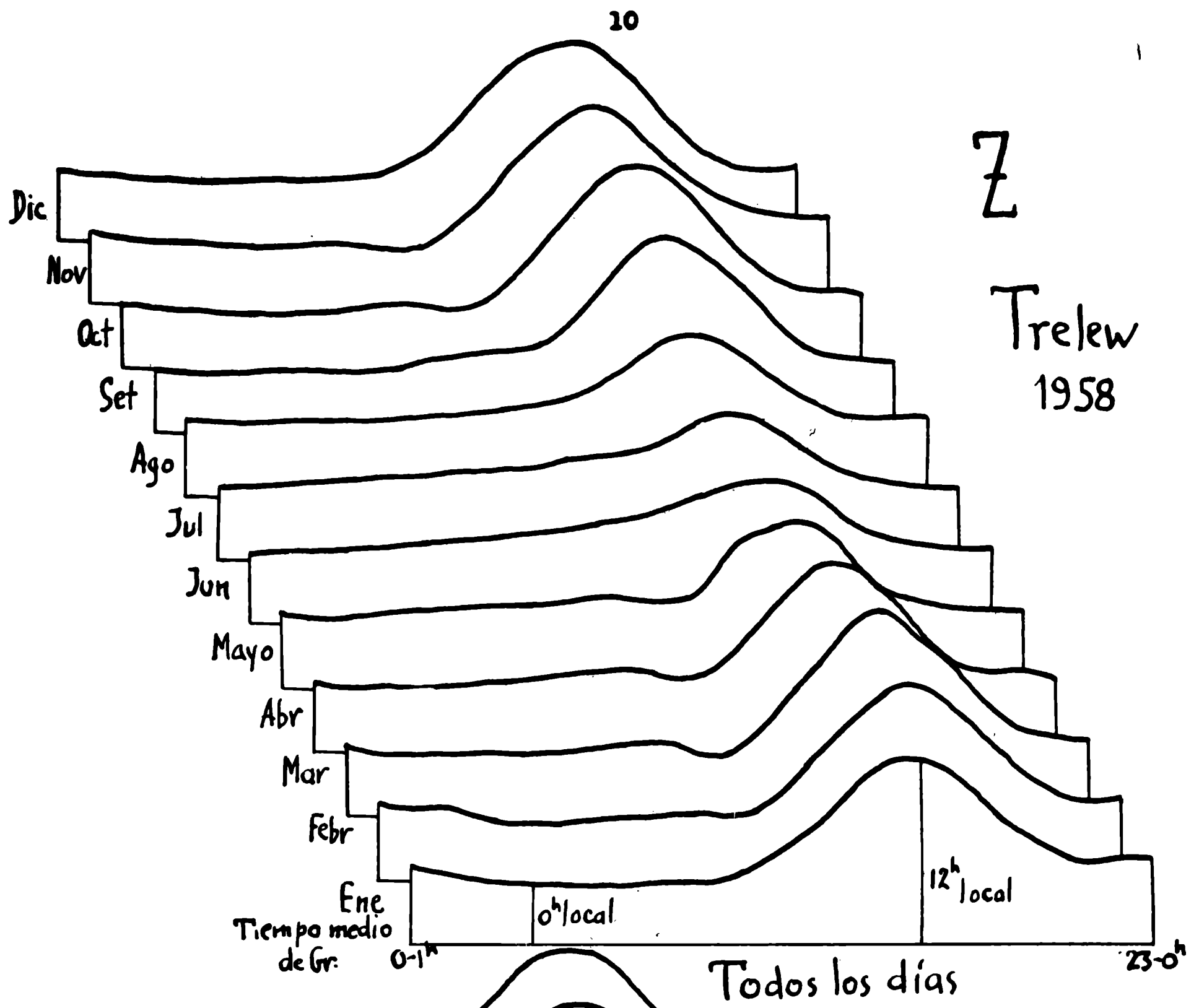
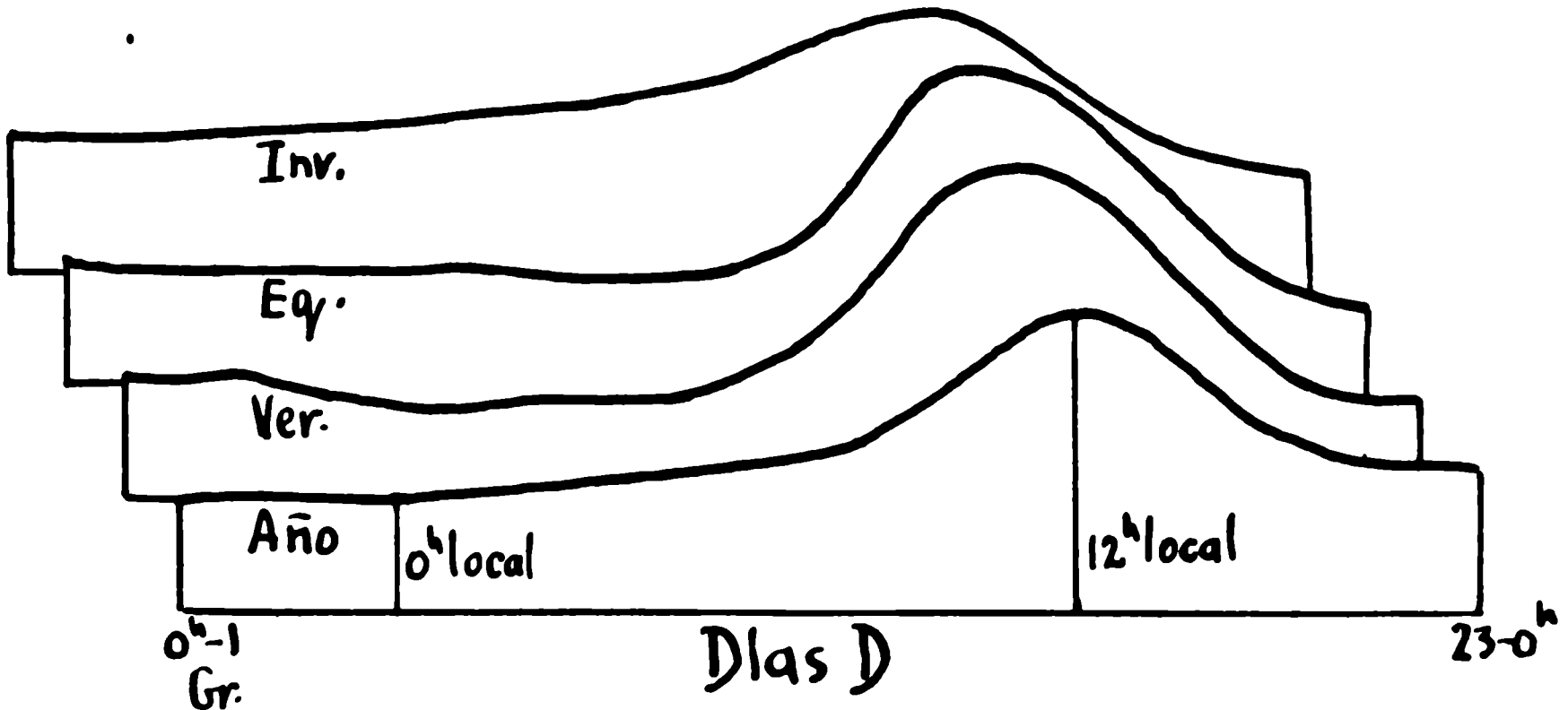
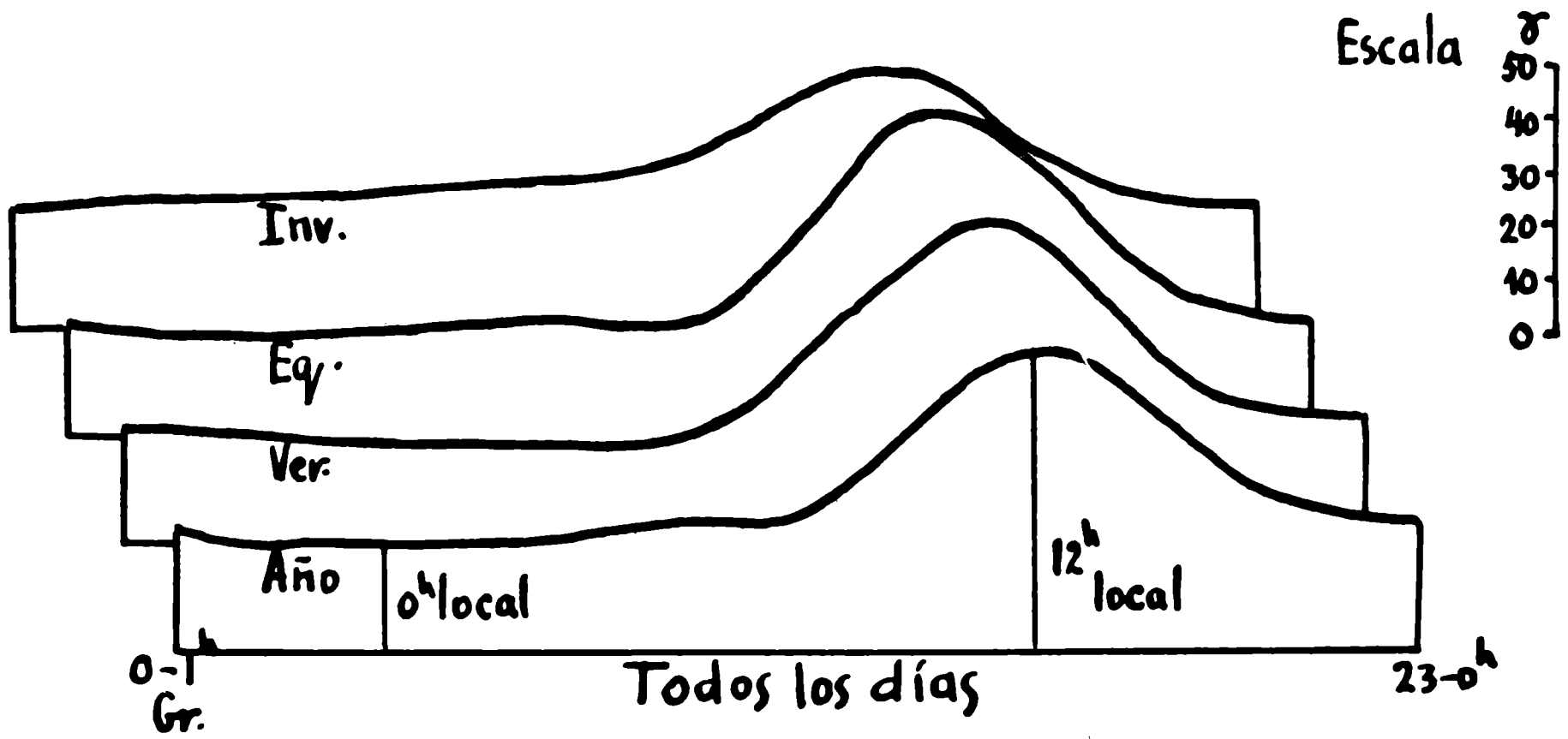
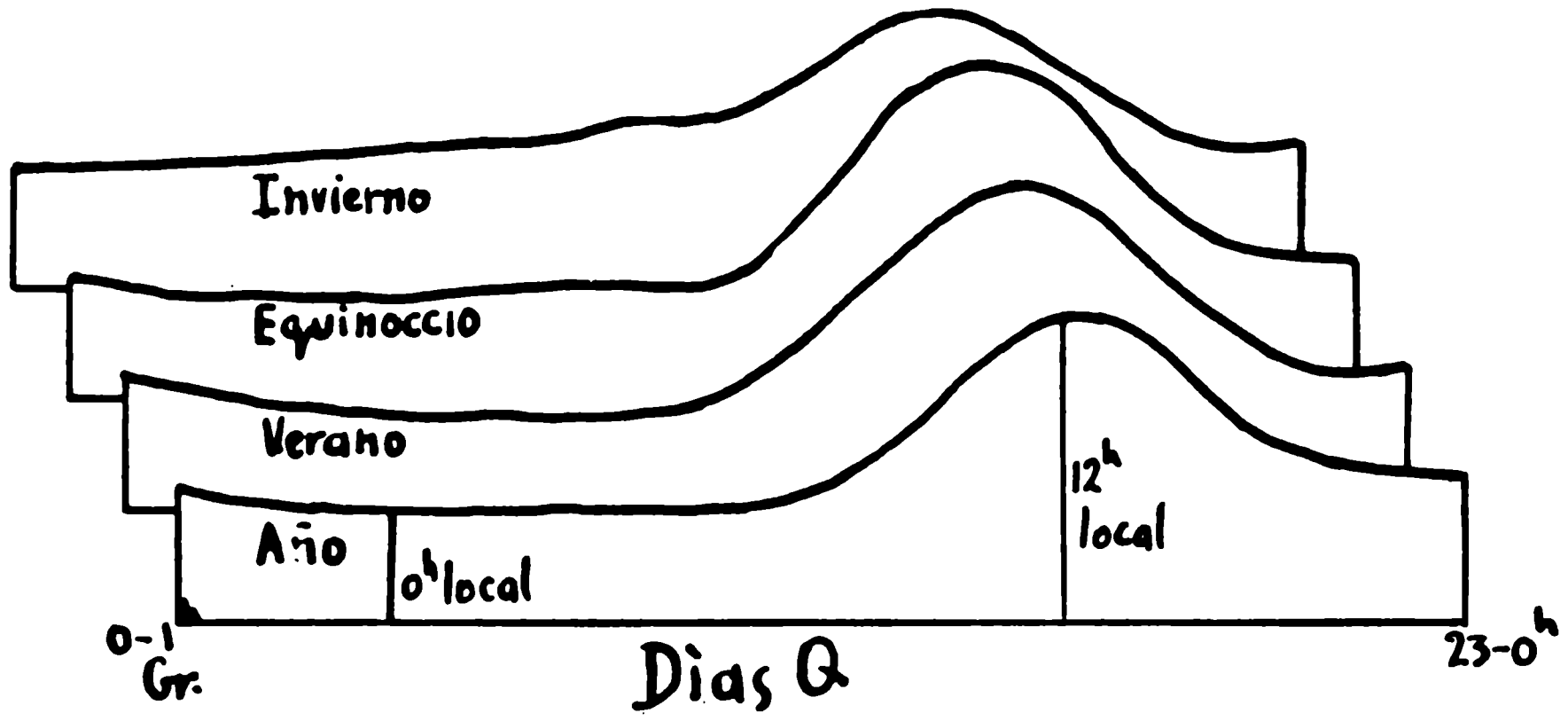


Fig.5a Variación diurna de Z

Z Trelew 1958



Es importante constatar (fig.4a y 4b) que S_q en H tiene dos máximos; el mínimo, como característica polar, cae en tiempo en forma diferente, según la estación del año que tengamos. En general, el observatorio de Trelew se encuentra hacia el lado polar, pero muy cerca del camino del vórtice S_q . Comparando las curvas S_q de H de otros observatorios, como los de Pilar, Hermanus, Watheroo, Apia, Amberley, debemos inclinarnos al concepto primeramente declarado por Hasegawa y Ota (1948) que el ecuador geomagnético es la línea de simetría general.

Según observaciones de Trelew y de otros observatorios podría mencionarse el ecuador magnético ($I = 0$) como línea más adecuada de simetría. S.Kazmí (1959) hizo el análisis para algunas estaciones, pero los datos de Trelew se podrían usar en el futuro para un trabajo aún más completo.

En la fig. 6 el autor presenta un diagrama de S_q , de donde se ve la marcha anual de amplitudes y cambio estacional morfológico en general.

2.- Representación analítica de S_q de H

Por medio de series de Fourier:

$$\sum_{n=1}^{n=4} c_n \text{ sen } (nx + \alpha_n)$$

donde c es la amplitud, n la frecuencia, x la hora en arco, α el ángulo de fase.

Se analizó S_q de H por valores promedios-horarios de cada mes de 1958, ya corregidos por la variación no cíclica.

La curva S_q de H entonces está representada por la fórmula

$$y = c_1 \text{ sen}(x + \alpha_1) + c_2 \text{ sen}(2x + \alpha_2) + c_3 \text{ sen}(3x + \alpha_3) + c_4 \text{ sen}(4x + \alpha_4)$$

La tabla que se verá a continuación da los valores numéricos obtenidos:

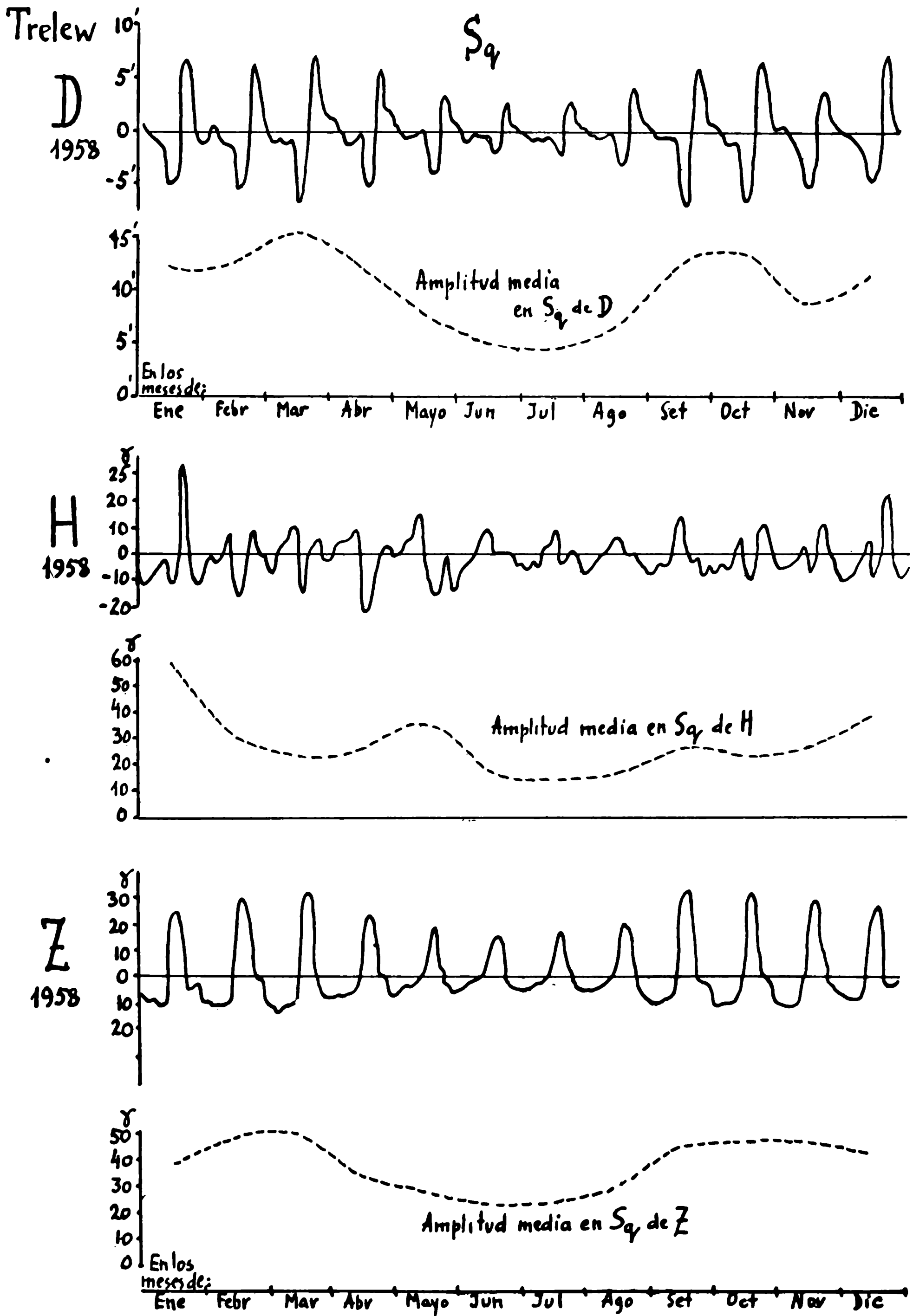


Fig. 6 Variación Sq, mes por mes.

	α_1	α_2	α_3	α_4	β_1	β_2	β_3	β_4
Enero	14.1	205.9	12.9	292.5	11.1	51.7	6.3	338.5
Febrero	2.9	104.8	7.8	210.8	6.2	13.3	2.8	179.1
Marzo	1.6	312.1	6.7	210.5	3.1	1.0	2.7	160.0
Abril	7.3	26.5	7.0	192.2	4.3	359.4	1.7	140.2
Mayo	9.9	337.5	5.7	190.9	6.2	357.6	3.0	102.4
Junio	5.5	282.6	2.9	169.8	2.1	324.2	0.8	80.2
Julio	4.2	260.2	2.8	167.4	1.9	311.9	0.5	172.0
Agosto	5.2	274.5	1.2	144.7	1.4	125.7	0.6	136.1
Setiembre	8.3	278.9	4.3	243.0	2.7	339.2	3.1	20.5
Octubre	3.6	197.4	5.0	225.8	5.2	14.0	2.8	160.6
Noviembre	5.4	198.5	4.3	255.6	4.8	46.2	2.9	197.3
Diciembre	4.3	104.0	8.1	263.2	4.4	105.1	4.0	181.2
Equinoccio	1.9	310.3	4.7	191.8	4.1	1.9	1.6	343.2
Verano	7.4	193.1	8.1	264.2	6.4	36.9	3.5	196.4
Invierno	4.5	307.3	3.1	177.1	2.6	341.4	1.3	86.8

Representamos los datos numéricos para las amplitudes y angulos de fases en las figuras 7 y 8, respectivamente.

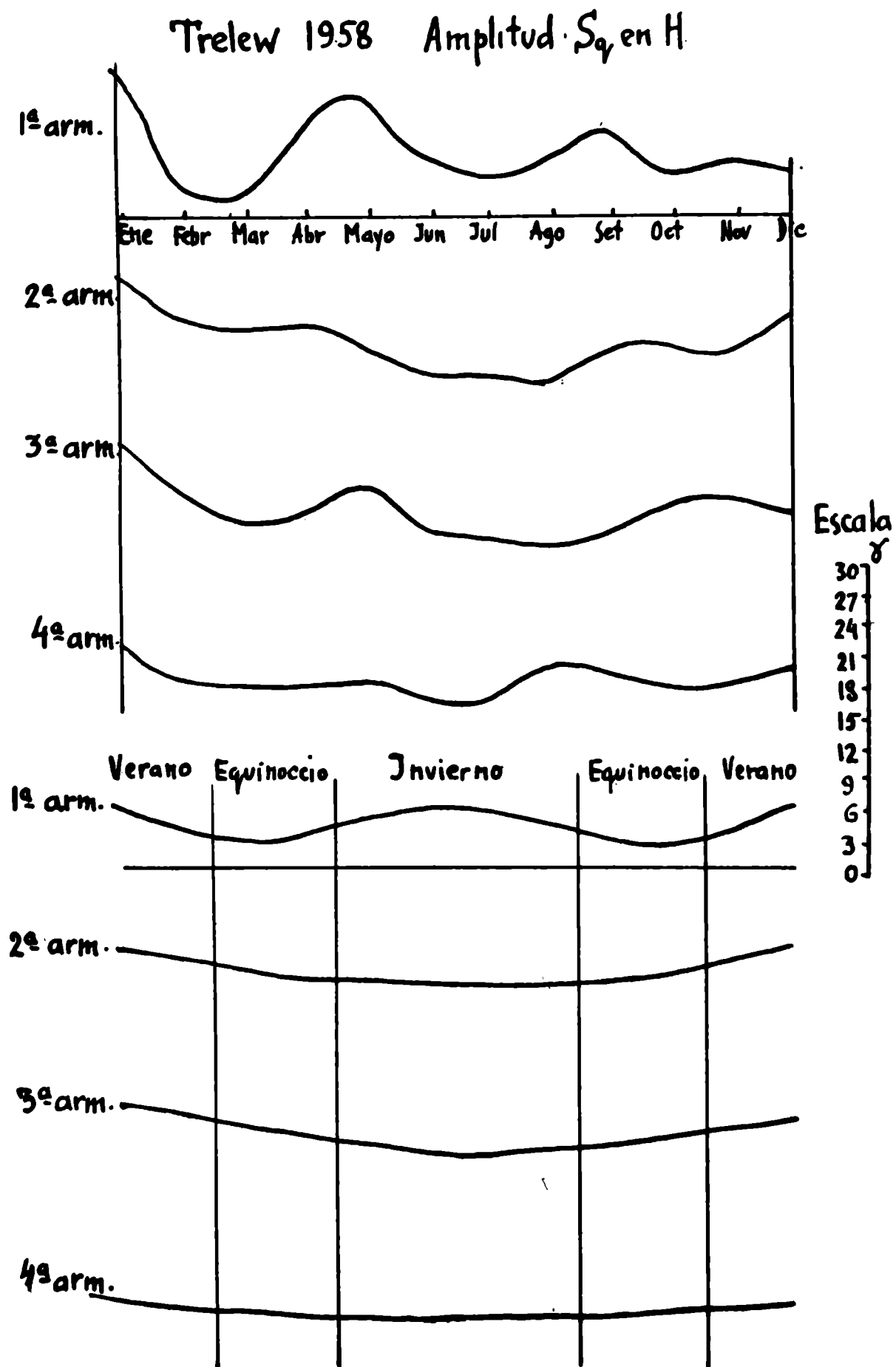


Fig.7 Marcha de amplitudes S_q en H

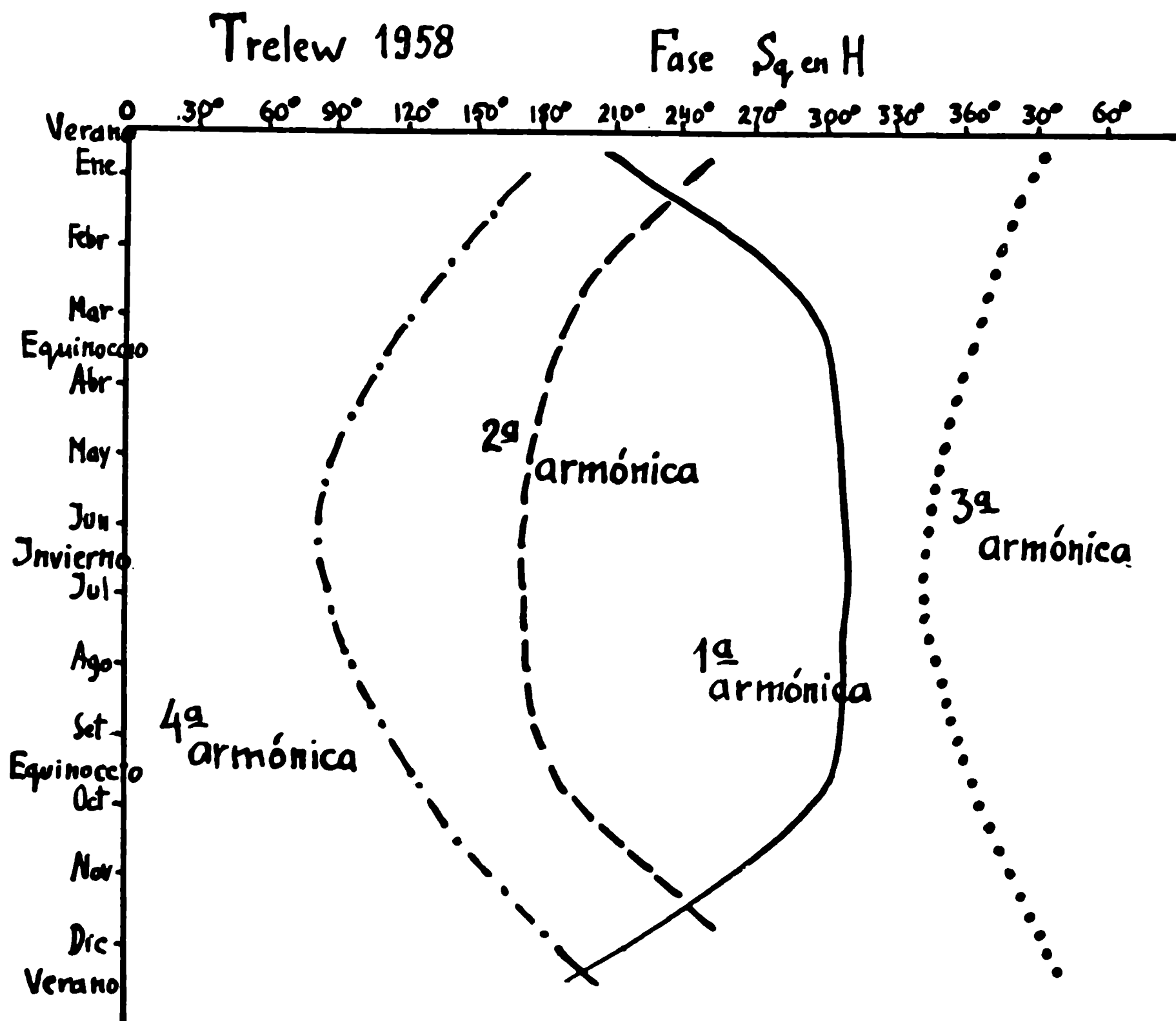


Fig.8 Angulos de fase S_q en el curso del año (curvas alisadas).

De los mismos se evidencia lo siguiente:

- 1) El cambio estacional: verano, equinoccio, invierno, equinoccio.
- 2) El predominio de la primera armónica en algunos casos, cuando entonces es mayor la influencia ecuatorial y la importancia de la segunda armónica en casos de entrada del efecto polar.
- 3) Los desvios de los ángulos de fase son notables desde el verano hacia el invierno.

Concluyendo: de este primer análisis sobre las variaciones diurnas según los datos de Trelew, el autor quiere subrayar una vez más la importancia de los registros de esta estación por su situación geográfica.

Como calculista y dibujante colaboró con el autor de este trabajo, el señor José González, auxiliar en el Departamento a su cargo.

Zonas de lat. geomagn.	Hemisferio geomagnético N		Hemisferio geomagnético S	
	Observatorio	Lat. N Long. E geomagnética	Observatorio	Lat. S Long. E geomagnética
0° - 2°	Huancayo	0.6 353.8	Jarvis	0.5 269.0
	Kodaikenal	0.6 147.1	Trivandrum	0.9 146.3
	Chimbote	1.0 351.0		
	Annemalamagar	1.8 149.4		
2° - 4°	Muntinlupa	3.0 170.3	Koror	3.3 203.5
	Guam	3.9 212.8	Lwiro	4.0 98.2
4° - 6°	Chiclayo	4.5 349.0	Binza Yauca	5.3 86.0 5.5 354.0
	Banguí	4.8 88.5		
	Palmira	5.2 265.8		
	Addis Ababa	5.3 109.2		
	Moca	5.7 78.6		
6° - 8°	Talara	6.6 347.7	Luanda	7.1 80.5
8° - 10°	Alibag	9.5 143.8	La Quaica Vassouras	10.6 3.2 11.9 23.9
	Tatuoca	9.6 20.8		
10° - 12°	Cha-pa	11.0 173.4	Hollandia Karavia	12.5 210.3 12.7 94.1
	Ibadan	11.2 75.0		
12° - 14°			Apia	16.0 260.2
16° - 18°	Fuquene	16.9 355.1	Kuyper	17.2 174.8
	Paramaribo	17.0 14.5		
18° - 20°	Zo-Se	19.5 189.0	Isla de Pasoua P. Moresby	18.3 322.6 18.7 218.0
	20° - 22°	Kanoya	20.5 198.1	Pilar
Honolulu		21.1 266.5		
M'Bour		21.3 55.0		
Nankin		21.5 187.2		
Quetta		21.6 139.7		
22° - 24°	Aso	23.0 198.1	Tananarive	23.1 112.1
	Simosato	23.0 202.4	Las Acacias	23.8 10.2
24° - 26°	Kakioka	26.0 206.0	Mauritius Lourenco Marques	26.6 122.4 27.5 95.5
	Tananrasset	26.0 81.5		
26° - 28°	Helwan	27.2 106.4		
28° - 30°	Onagawa	28.3 206.8		
	Teheran Iran	29.3 126.4		
	San Juan	29.9 3.2		

Zonas de		Hemisferio geomagnético N		Hemisferio geomagnético S		
lat. geomagn.	Observatorio	Lat.N	Long.E geomagnética	Observatorio	Lat.S	Long.E geomagnética
30° -32°	Ksara	30.2	111.7	Trelew	31.7	38.2
	Ashkhabad	30.3	133.1			
	Teoloyucan	30.4	327.0			
32° -34°	Tashkent	32.4	143.7	Hermanus	33.3	80.5
	Vorshilev	32.9	198.0			
	Memambetsu	34.0	208.4			
34° -36°	S. Cruz de Tenerife	35.0	58.6	Brisbane	35.8	226.9
36° -38°	Pendeli	36.2	102.0			
	Tbilisi	36.7	122.1			
	Yuzhno Sakhalinsk	36.9	206.7			
38° -40°	Gibilmanna	38.5	92.2			
	Kandili	38.5	107.5			
40° -42°	Tucson	40.4	312.2			
	Almeria	40.6	75.3			
	Capri	40.9	93.2			
	San Fernando	41.0	71.3			
	Irkutsk	41.0	174.4			
	Simferopol	41.2	113.3			
42° -44°	Surlari	42.5	106.1			
	La Maddalena	42.7	88.5			
	L'Aquila	42.9	92.9			
	Toledo	43.9	74.7			
	Grooka	43.6	100.9			
	Stepanovka	43.8	111.1			
	Ebro	43.9	79.7			
44° -46°	Española	44.6	316.5			
	San Miguel	45.6	50.9			
	Castellacio	45.7	89.5			
	Monte Capellino	45.8	89.5			
46° -48°	Logroño	46.1	77.0			
	Coimbra	46.3	69.3			
	Tihany	46.3	99.1	Toolangi	46.7	220.8
	Hurbanovo	47.2	99.8			
	Price	47.6	310.2	Amberley	47.7	252.5
	Wien Kobenzl	47.9	97.8			
	Lvov	48.0	102.0			
48° -50°	Climax	48.1	315.5			
	Regensberg	48.1	88.0			
	Vysok. Dubrava	48.5	140.7			
	Burlington	48.5	319.9			
	Fürstenfeldbruck	48.9	92.4			
	Budkov	49.1	96.7			
	Beloit	49.2	324.8			
Zaimische	49.3	130.4				

Zonas de lat. geomagn.	Hemisferio geomagnético N			Hemisferio geomagnético S		
	Observatorio	Lat. N	Long. E geomagnética	Observatorio	Lat. S	Long. E geomagnética
50° - 52°	Fredericksburg	49.6	349.8	Islas Orcadas del S	50.0	18.2
	Carrolton	49.6	330.2			
	Prohonice	49.9	97.3			
	Chambon-la-Forêt	50.4	83.9			
	Belsk	50.4	104.0			
	Nantes	50.5	80.1			
	Swider	50.6	104.6			
	Hernhut	50.8	98.0			
	Krasnaya Pakhra	50.8	120.5			
	Yakutsk	51.0	193.8			
52° - 54°	Dourbes	51.1	88.1	Argentine Islands	53.6	3.6
	Casper	51.5	314.4			
	Manhay	52.0	88.9			
	Göttingen	52.3	93.9			
	Niemegk	52.3	96.6			
	Srednikan	53.2	210.6			
	Hël	53.4	103.7			
54° - 56°	Uckermünde	53.6	98.8			
	Weston	53.9	357.1			
	Victoria	54.2	293.0			
	Witteveen	54.2	91.0			
	Warnkenhagen	54.4	96.1			
	Wingst	54.5	94.0			
	Hartland	54.6	79.0			
	Agincourt	55.0	347.0			
56° - 58°	Rude Skov	55.8	98.5			
	Voelkovo	56.0	117.0			
58° - 60°	Valentia	56.1	73.1			
	Nurmijärvi	57.9	112.6			
60° - 62°	Lovö	58.1	105.8	Macquarie Islands	61.0	234.0
	Eskdalmuir	58.5	82.9			
	Sitka	60.0	275.4			
62° - 64°	Tixie	60.5	191.0			
	Anchorage	60.9	258.1			
	Meanook	61.8	301.0			
	Welen	61.8	237.0			
64° - 66°	Dombäs	62.3	100.1			
	Mo Kinley	62.4	255.5			
	Lerwick	62.5	88.6			
	Dikson	63.0	161.5			
	Kotzebue	63.4	242.4			
	Sodankylä	63.8	120.0			
64° - 66°	Murmansk	64.1	126.5			
	Northway	64.1	263.9			
	Big Delta	64.4	259.0			

Zonas de lat. geomagn.	Hemisferio geomagnético N		Hemisferio geomagnético S	
	Observatorio	Lat. N Long. E geomagnética	Observatorio	Lat. S Long. E geomagnética
	College	64.5 255.4		
	Matechkin Shar	64.8 146.5		
	Kiruna	65.3 115.7		
	Cape Chelyuskin	65.9 177.5	Halley Bay	65.8 24.3
	Abisko	66.0 115.0		
66° - 68°	Port Yukon	66.7 256.8		
	Tromsö	67.0 117.5	Base Belge R. Baudouin	67.0 63.0
	Point Barrow	68.6 241.2		
	Churchill	68.6 322.6		
68° - 70°	Yellowknife	69.0 293.3		
	Barker	70.0 253.1		
70° - 72°	Leivergur	70.2 71.0		
	Julienhaab	70.8 35.6	Byrd Station	70.4 336.0
	Bear Island	71.0 123.0		
	Tikhaya Bay	71.5 153.2		
72° - 74°	Baker Lake	73.8 315.2	Mawson	73.1 103.4
74° - 76°	Kap Tobin	75.6 81.8	Little America	74.1 312.0
			Scott Base	74.7 278.2
			Dumont d'Urville	75.5 230.9
			Wilkes	75.2 179.2
76° - 78°			Mirny	77.0 146.8
			Oasis	77.6 160.3
78° - 80°	Godhavn	79.9 32.5	Charcot	78.3 234.5
			Pole	78.5 0
			Hallett	79.0 294.4
80° - 82°			Pionerskaya	80.3 146.6
82° - 84°	Resolute Bay	83.0 289.6		
84° - 86°				
86° - 88°				
88° - 90°	Thule	89.0 357.8	Vostok	89.2 92.6
			Pole Geomagnétique	90 -

Bibliografía

- 1.- SIDOTI, HARTMANN, SLAUCITAJŠ (1959). Observatorio Magnético de Trelew: Valores horarios promedios 1958, extremos, variación diurna promedios mensuales y anuales de D,H,Z, valores de líneas de referencia, valores de escala 1958 y breve descripción del Observatorio Magnético de Trelew. La Plata.
- 2.- COMITÉ DES OBSERVATOIRES "A.I.G.A" (1957,1959) Description des observatoires geomagnetiques I,II,III. Uccle-Bruselles, Washington, D.C.
- 3.- ASSOCIATION OF GEOMAGNETISM and AERONOMY, I.U.G.G. (1961). Geomagnetic Data 1957 etc. Bull 12 1, Amsterdam.
- 4.- HASEGAWA M. y OTA M. (1950). The Representation of Magnetic Field of S_q with Potential calculated through a Method of Graphical Integration. Trans. of Oslo Meeting, ATME, Washington.
- 5.- OTA M. (1950). The Position and Motion of the Focus of the Electric Current Vortex equivalent to the variation Field of the Terrestrial Magnetism at Middle Latitude. Trans. of Oslo Meeting, ATME. Washington.
- 6.- KAZMI S. (1959). On the Geomagnetic S_q Variation of Horizontal Force in Middle Latitudes. Geophysica, Vol.7, N° 1, Helsinki.

Se terminó de imprimir en
la 2a. quincena de Julio de
1962 en Fotoplatex 12-750
La Plata Rep. Argentina.