

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Director Interino: Prof. Ing. SIMÓN GERSHANIK

SERIE GEOFÍSICA — TOMO VII N° 4

PERIODICIDAD DE LA VARIACIÓN SECULAR GEOMAGNÉTICA

DE LOS OBSERVATORIOS SUDAMERICANOS Y VECINOS

PRÓXIMOS

Por

L. SLAUCITAJŠ y H. R. AFFOLTER



LA PLATA

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

1966

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Director Interino: Prof. Ing. SIMÓN GERSHANIK

SERIE GEOFÍSICA — TOMO VII N° 4

*A mi Director: Ing. Simón Gershanik
domiceramente.
Cecy Affolter
27-4-67*

PERIODICIDAD DE LA VARIACIÓN SECULAR GEOMAGNÉTICA

DE LOS OBSERVATORIOS SUDAMERICANOS Y VECINOS

PRÓXIMOS

Por

L. SLAUCITAJA y H. R. AFFOLTER



LA PLATA

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

1966

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

PRESIDENTE

DR. SANTIAGO GOROSTIAGUE

VICEPRESIDENTE

DR. CÉSAR A. BUSTOS

SECRETARIO TÉCNICO

ABOGADO ALBERTO D. TETTAMANTI

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

SR. ELIOSER CIRO ROSSOTTI

GUARDASELLOS

DR. HERBERTO PRIETO DÍAZ

PERIODICIDADES DE LA VARIACION SECULAR GEOMAGNETICA EN LOS
OBSERVATORIOS SUDAMERICANOS Y VECINOS PROXIMOS

Por
(*) (*)
L. SLAUCITAJA y H. R. AFFOLTER

Resumen. El método de filtración con promedios movidos es aplicado a los datos de la variación secular geomagnética (VS) de 5 observatorios: San Juan, Huancayo, Vassouras, Pilar, Islas Orcadas del Sur, con el fin de separar pulsos cortos de 3-5 años y luego el ciclo solar de 11 años. La curva restante de VS aparece muy alisada. Son discutidas las características de los mencionados pulsos, que conservan en general su período. Es realizada una intención de separar períodos muy cortos de 3 y principalmente de 6 meses en VS, según los datos de Trelew, que confirma la existencia de variación análoga en la actividad magnética.

Summary. The method of filtering with moving averages is applied to geomagnetic secular variation data of 5 observatories: San Juan, Huancayo, Vassouras, Pilar, Islas Orcadas del Sur, in order to separate the short pulses of 3 and 5 years, later that of solar cycle of 11 years. The remaining curve becomes smoothly undulatory. The characteristics of mentioned pulses which in general conserve in satisfactory manner their periods, are discussed. An intention to separate very short periods, as of 3 and principally of 6 months in secular variation after Trelew Observatory data is realised, which confirms the existence of a variation analogous to that of magnetic activity.

I. Introducción.

Hace mucho tiempo se realizaron las primeras investigaciones sobre periodi-

(*) Profesor y Jefe del Departamento de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

(**) Geofísico Investigador en el Departamento de Magnetismo Terrestre y Electricidad Atmosférica del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

tidades en la variación secular geomagnética, VS. Sin mencionar los trabajos del siglo pasado (Bauer, Carlheim-Gyllenskjöld y otros) recordaremos aquí la idea de A. Schmidt de 1916 (1), según la cual se elimina la influencia del ciclo solar de 11 años sobre VS.

L. Slaucitajs, en 1948, indicó la existencia de un pulso o período semicentenario en la VS (2). Le siguieron después varios trabajos, que son mencionados en la bibliografía de otra publicación del mismo autor (3). Los análisis de la VS para los observatorios sudamericanos aparecieron en los trabajos (3,4,5,6,7). La tarea del presente trabajo es ampliar el análisis, tomando un mayor número de observatorios sudamericanos e introducir en el proceso del mismo la investigación sobre la probabilidad de existencia de otros períodos. Recientemente apareció una publicación sobre VS en Honolulu (8), donde se tomó en cuenta, además del ciclo solar de 11 años, los períodos de 3 y 5 años, que se mostró como práctico en un previo trabajo sobre estaciones europeas y asiáticas (9). Dos publicaciones recientes de 1963-1965 (10,11) muestran los análisis de la influencia del ciclo de 11 años.

II. Datos y métodos usados

Como los estudios sobre la VS requieran, en lo posible, el mayor número de promedios anuales de los elementos magnéticos registrados, se ha podido elegir en el continente sudamericano y alrededores, cinco observatorios con actividad de 40 a 50 años. Los datos fueron obtenidos del catálogo de IAGA (12). En la Fig. 1, se muestra el mapa con la situación de estos observatorios, además está indicado el observatorio magnético de Trelew, de donde se sacaron los promedios mensuales, sea todavía del período corto (13).

Si llevamos sobre el eje de ordenadas los valores $\Delta D/\Delta t$, $\Delta H/\Delta t$, $\Delta Z/\Delta t$, $\Delta F/\Delta t$ y en las abscisas el tiempo, donde Δt es un año (o en el



Fig. 1

caso de Trelew, un mes), podemos observar en forma general ciertas periodicidades.

Es muy oportuno aplicar el método de análisis de energía de espectro, que puede indicar la existencia probable de períodos característicos.

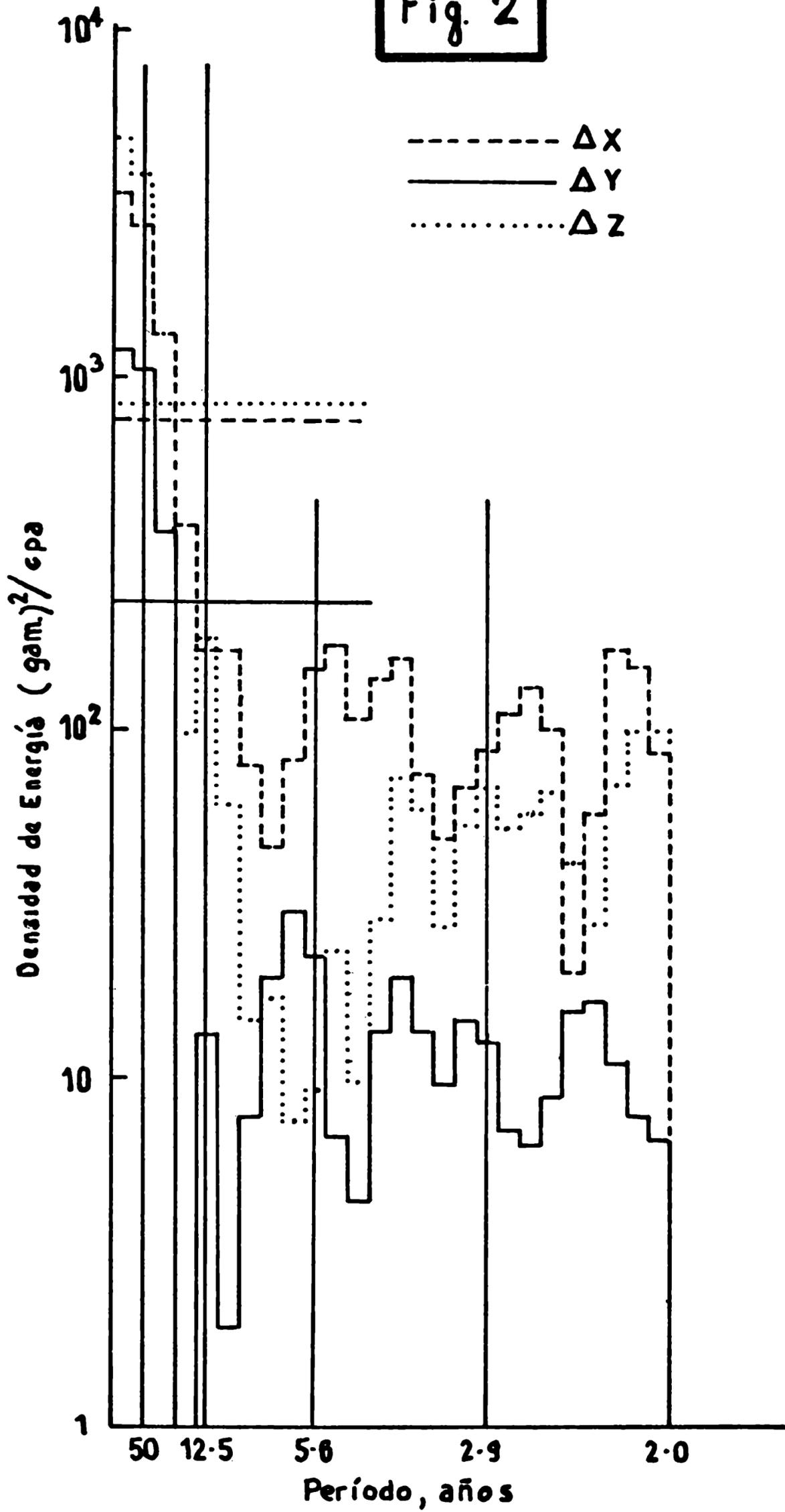
Según la fórmula:

$$P(f) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \left[\int_{-T/2}^{T/2} X(t) \cdot e^{-i2\pi ft} \cdot dt \right]^2$$

donde $X(t)$, es una función del tiempo, generada por un proceso estocástico, se calcula la función de frecuencia $P(f)$.

Los datos de un observatorio sudamericano, (Pilar, Argentina), han sido sometidos dos veces al proceso de este análisis (6,3) y los resultados son reproducidos aquí, en Fig. 2, siendo este gráfico tomado de la publicación (3), pag. 1108.

Fig. 2



Como se puede ver, las variaciones pronunciadas parecen ser del tipo: 2 - 3 años, 5 años, de aproximadamente una década y hasta el período de alrededor de 50 - 60 años.

Para separar los efectos de las variaciones de corto período, se comenzó con el proceso de filtración de 3 años, con el cálculo de los llamados promedios movidos. Separadas las oscilaciones de 3 años, se siguió a partir de lo restante el filtrado de 5 años, luego en forma análoga el de 11 años.

Para el estudio de periodicidades largas (los datos del observatorio de Pilar cubren mas de 50 años) un análisis del tipo "modelo de regresión"

$$y = a_0 + \sum_{k=1}^4 a_k \text{ sen } mkt + \sum_{k=1}^4 b_k \text{ cos } mkt$$

donde $m = 2\pi/50$, es aplicado, conduciendo a ecuaciones normales de donde se obtiene un "período mejorado". Lo mencionado, fue hecho para Pilar, como se desprende del trabajo (3), pag. 1103.

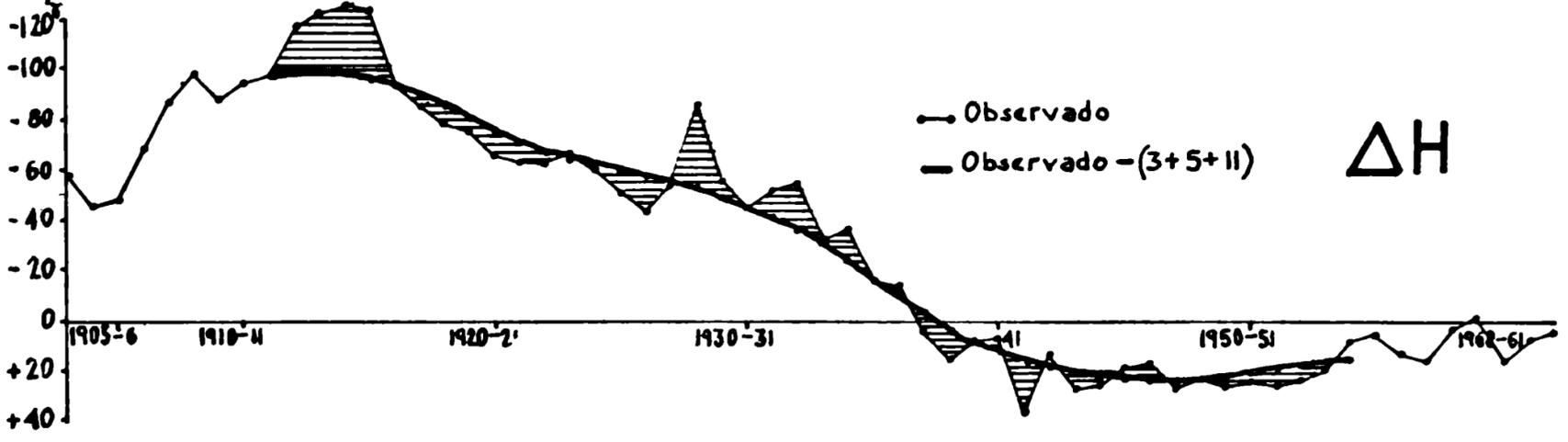
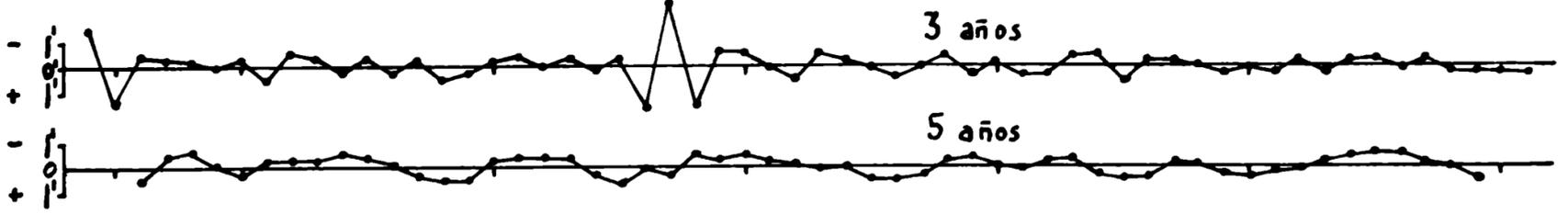
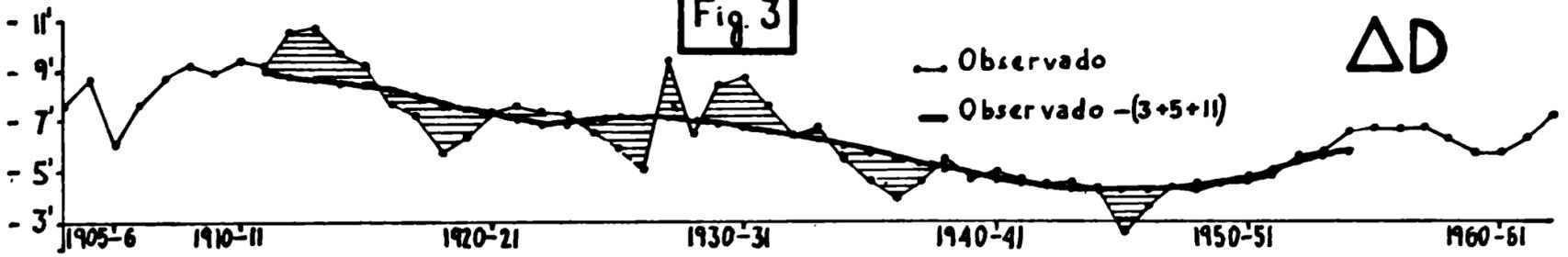
Todos los resultados de los cálculos son representados en los gráficos, Fig. 3 - 11 .

III. Discusión

Las curvas individuales de 3 y 5 años (Figs. 3,5,7,9 y 11) de ΔD , muestran amplitudes de aproximadamente 1.5 en promedio; siendo las curvas de " 3 años " mucho mas irregular, tanto en período como en amplitud, exhibiendo picos residuales. Las curvas de estos períodos, en intensidades (Figs. 3-11), indican amplitudes del orden de 20 a 30 gamas, generalmente;

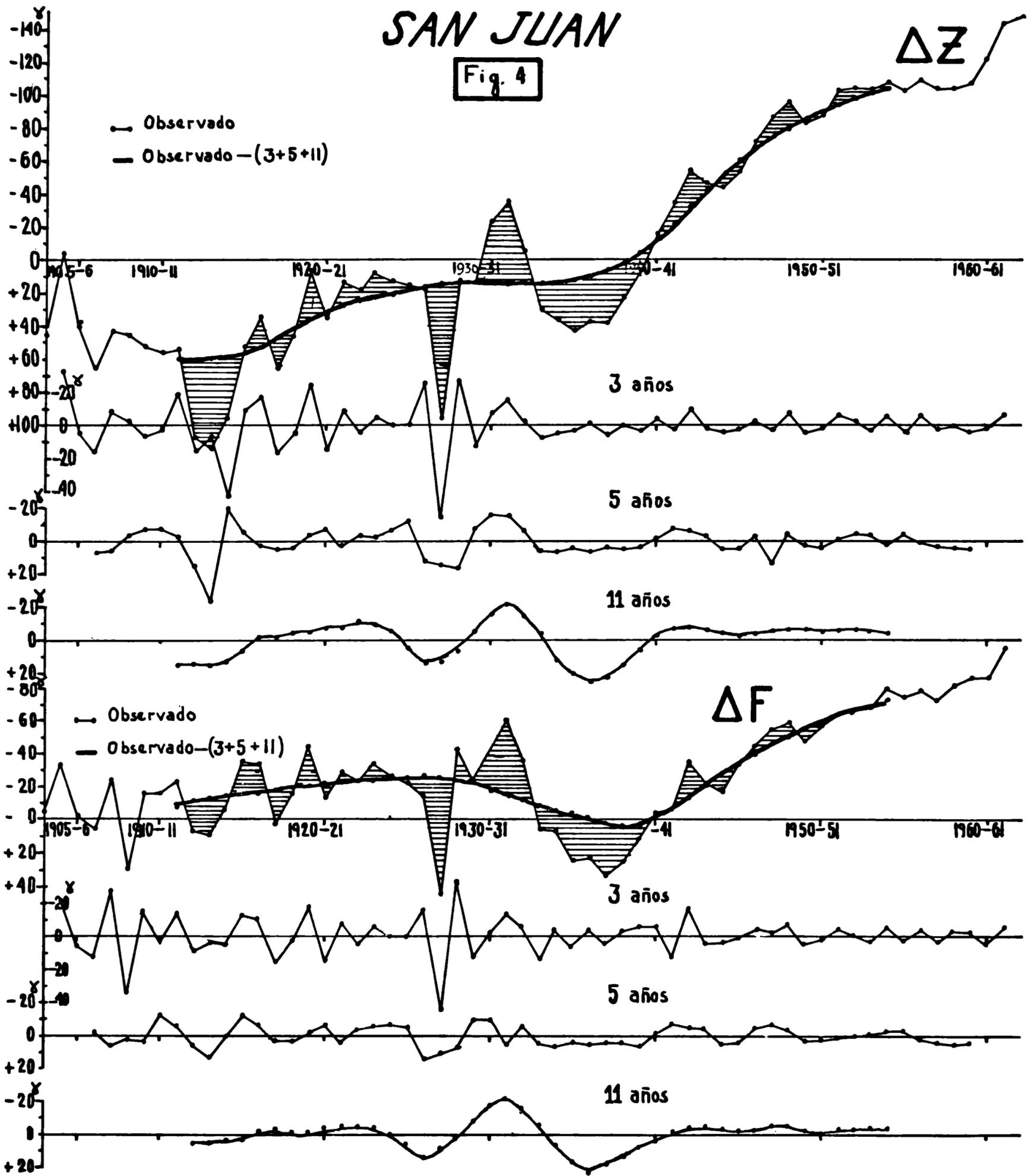
SAN JUAN

Fig. 3



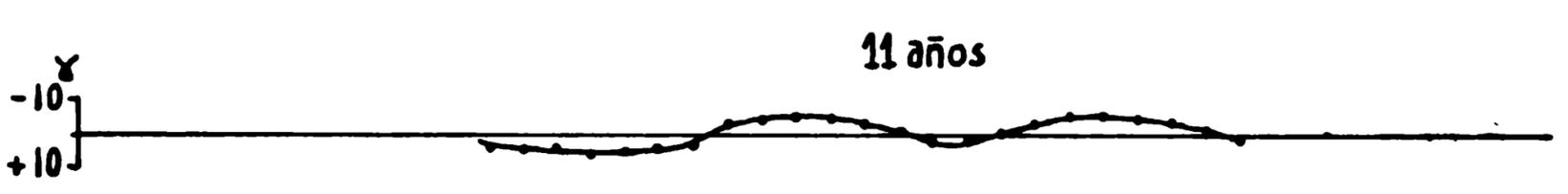
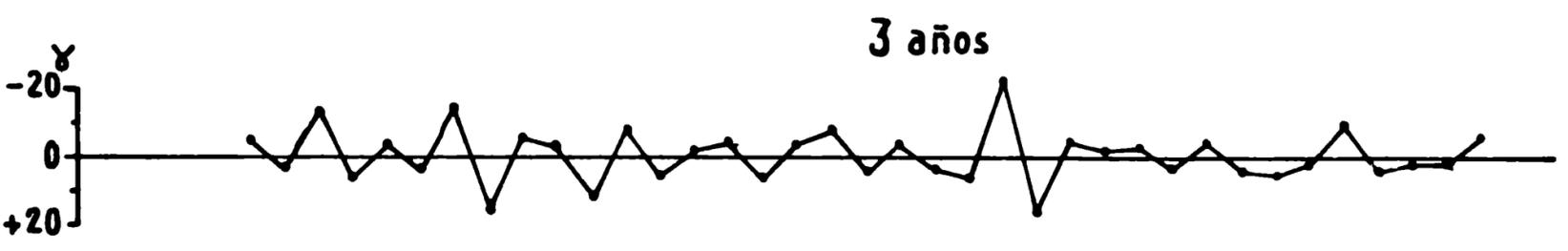
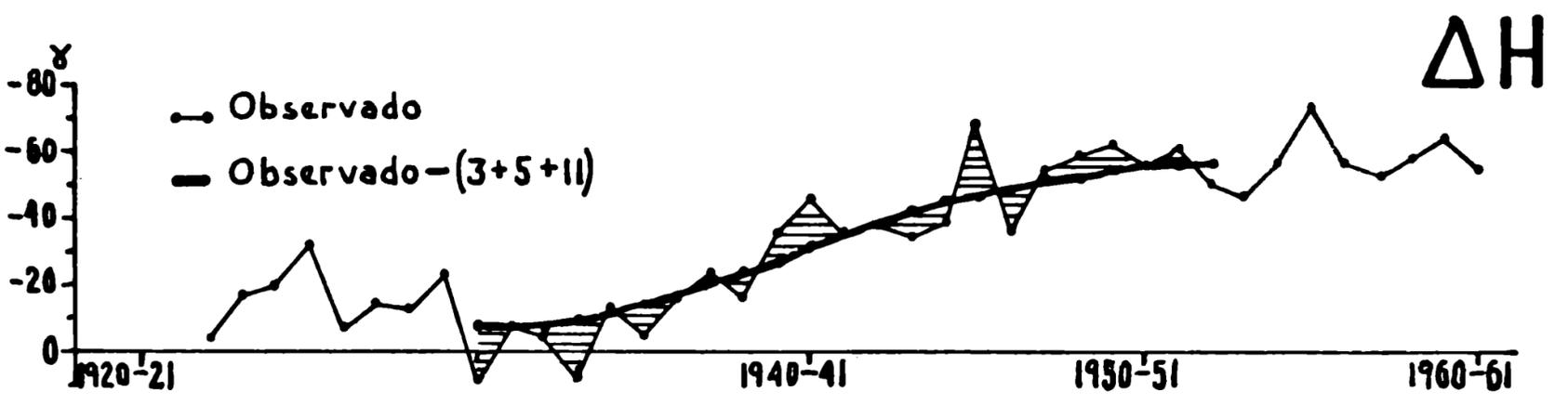
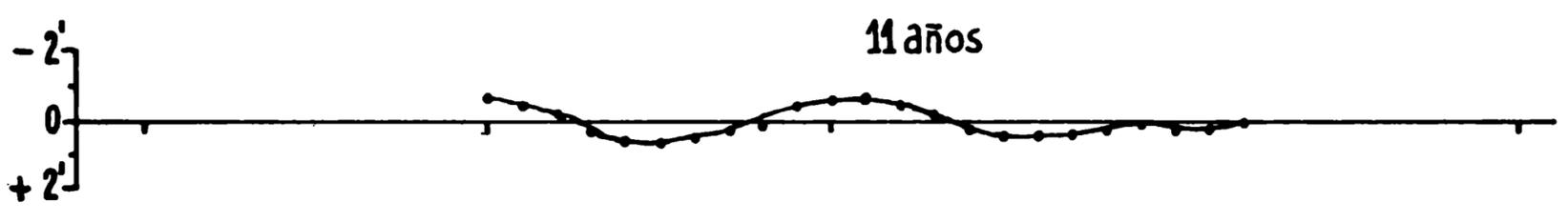
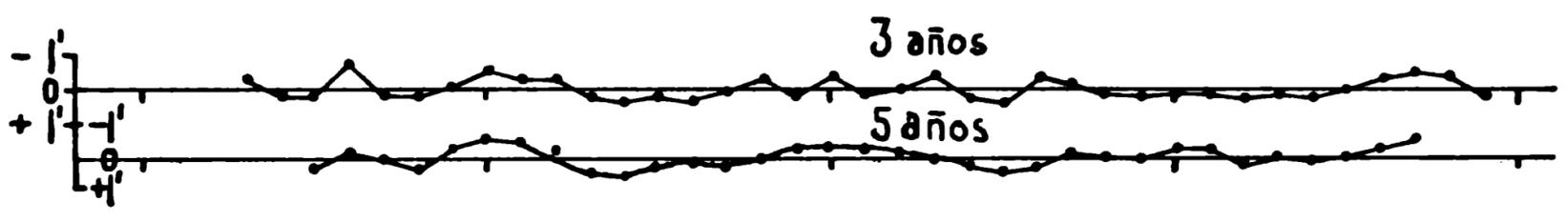
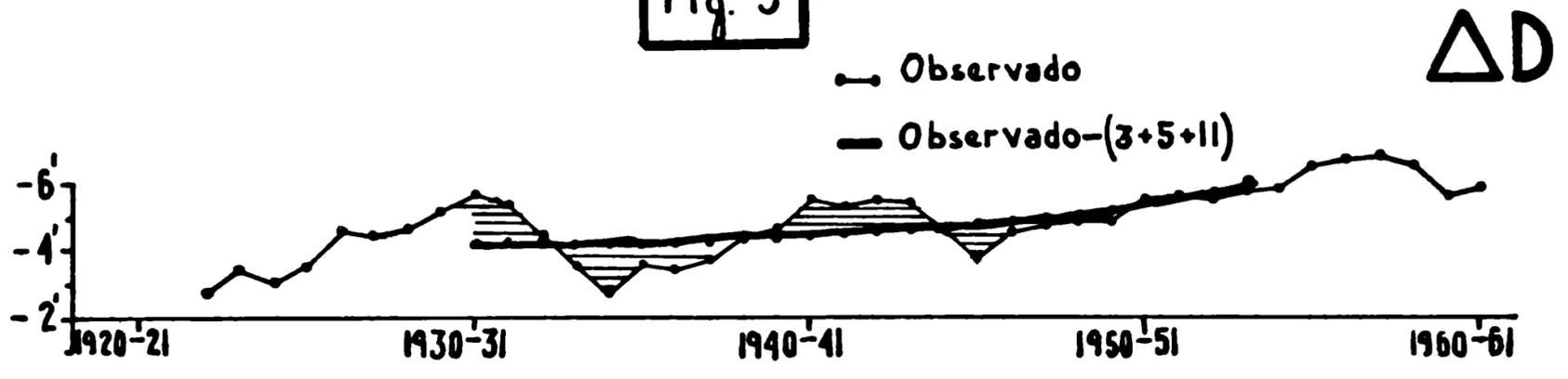
SAN JUAN

Fig. 4



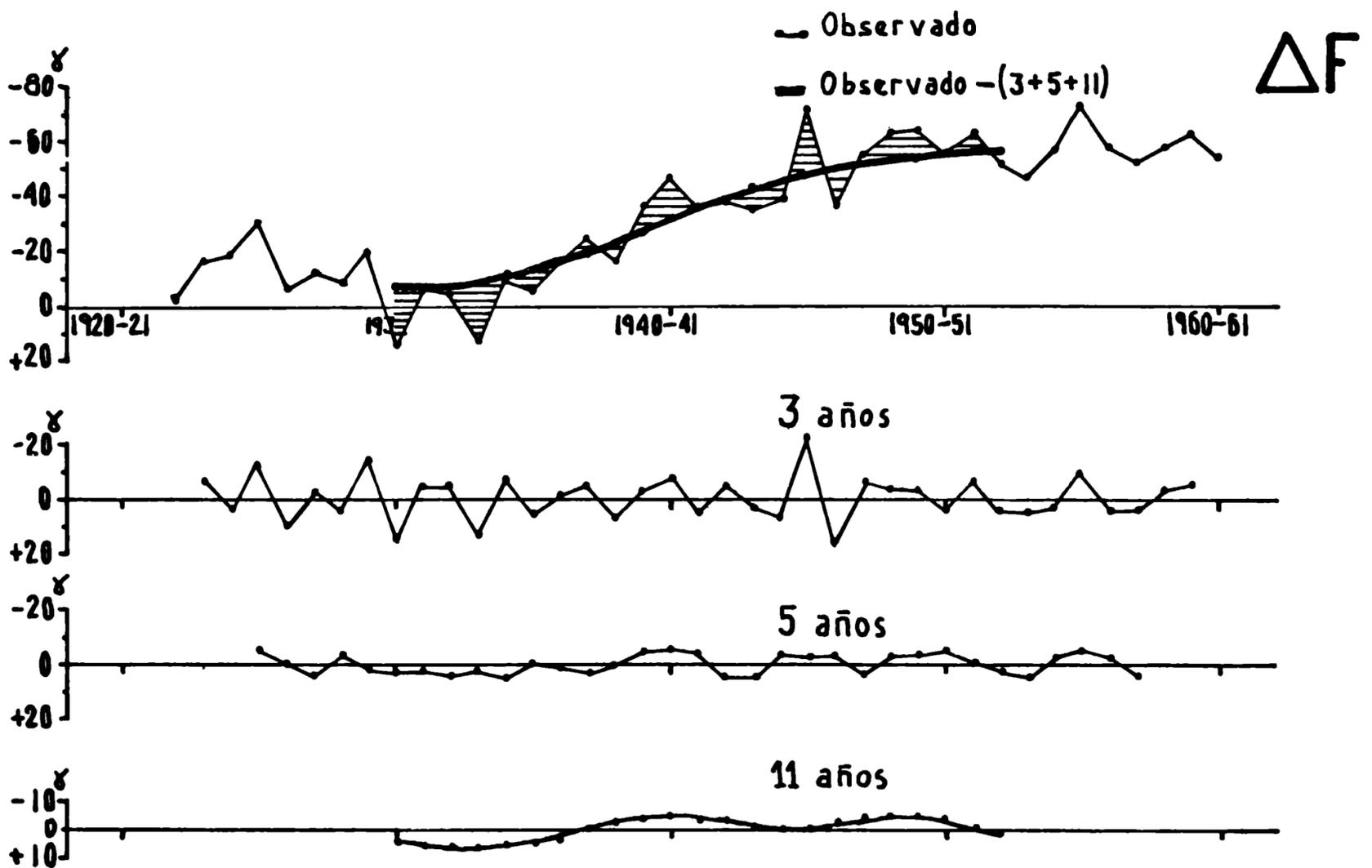
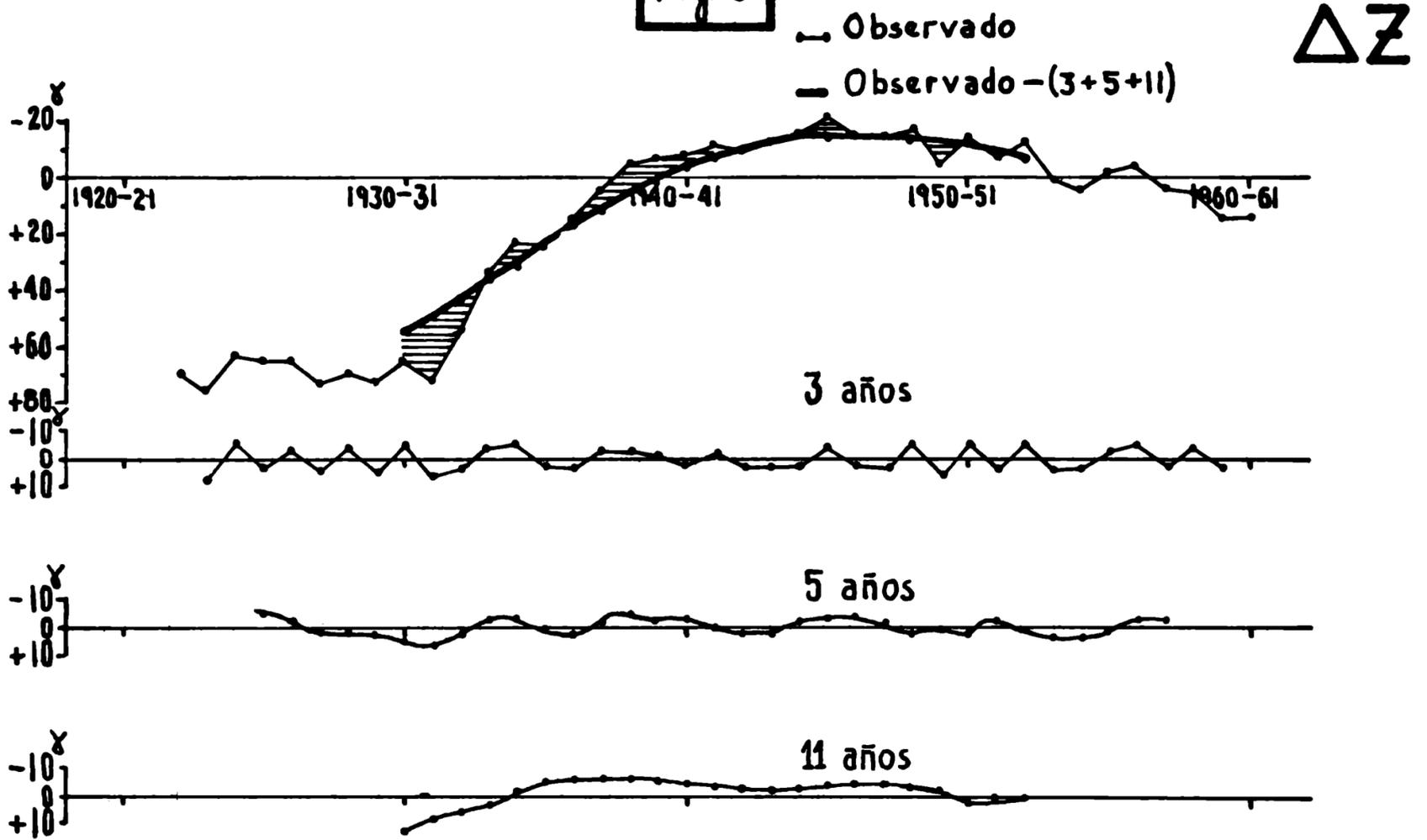
HUANCAYO

Fig. 5



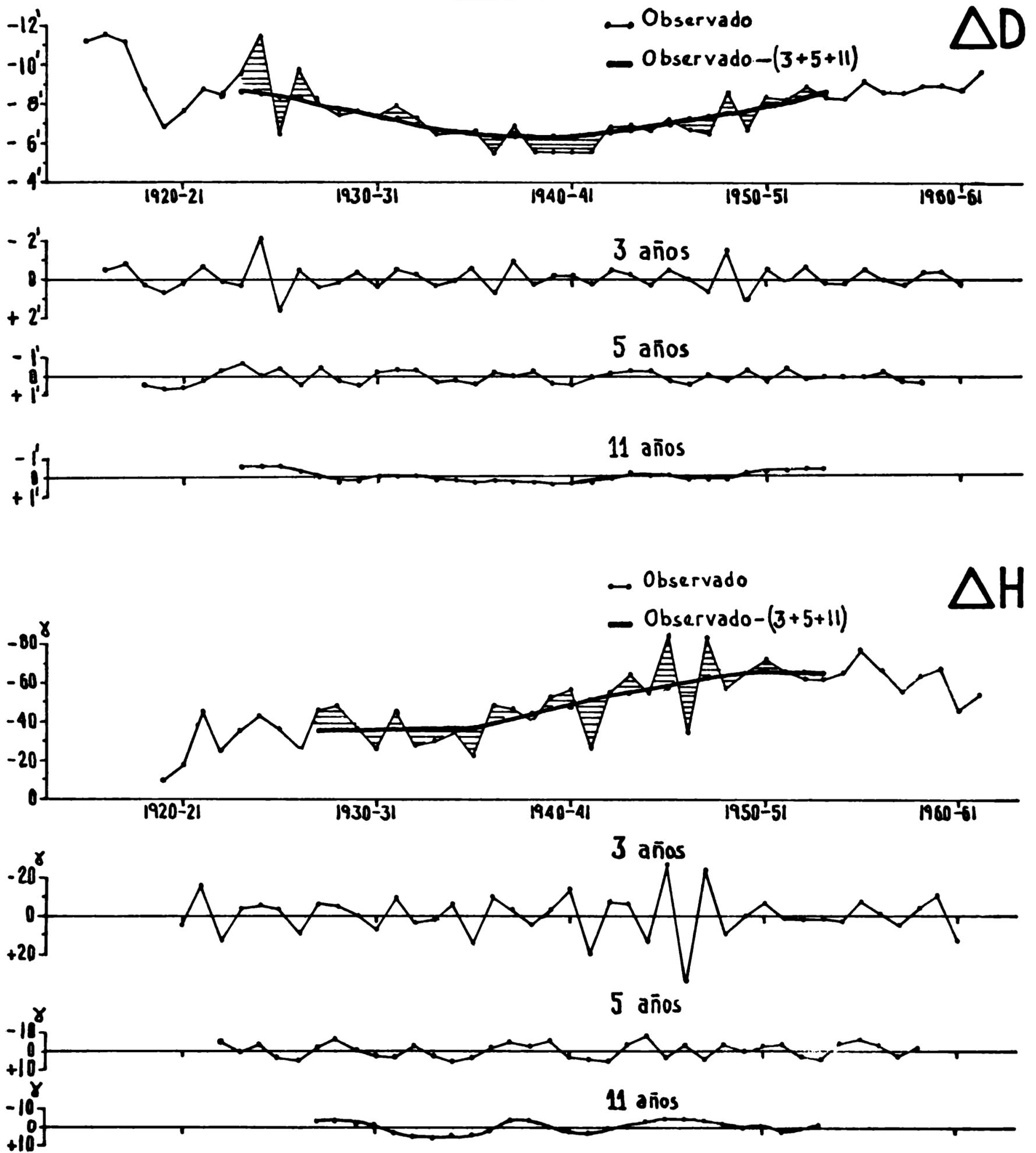
HUANCAYO

Fig. 6



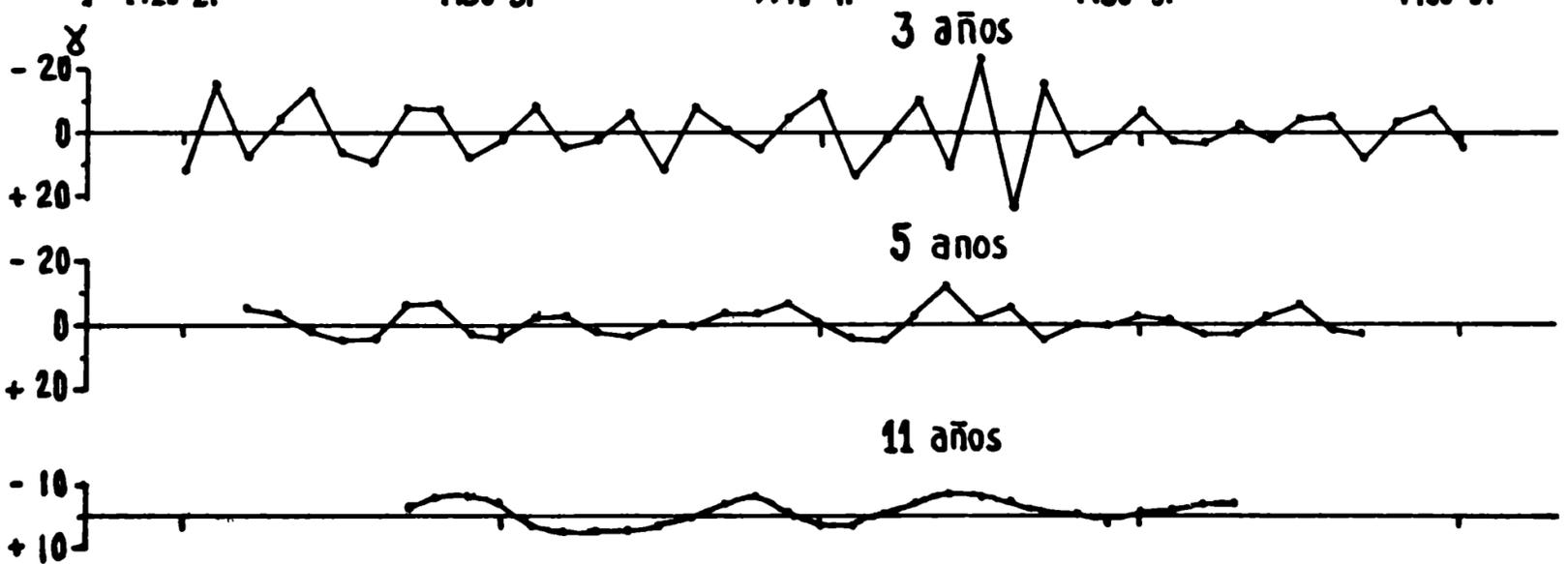
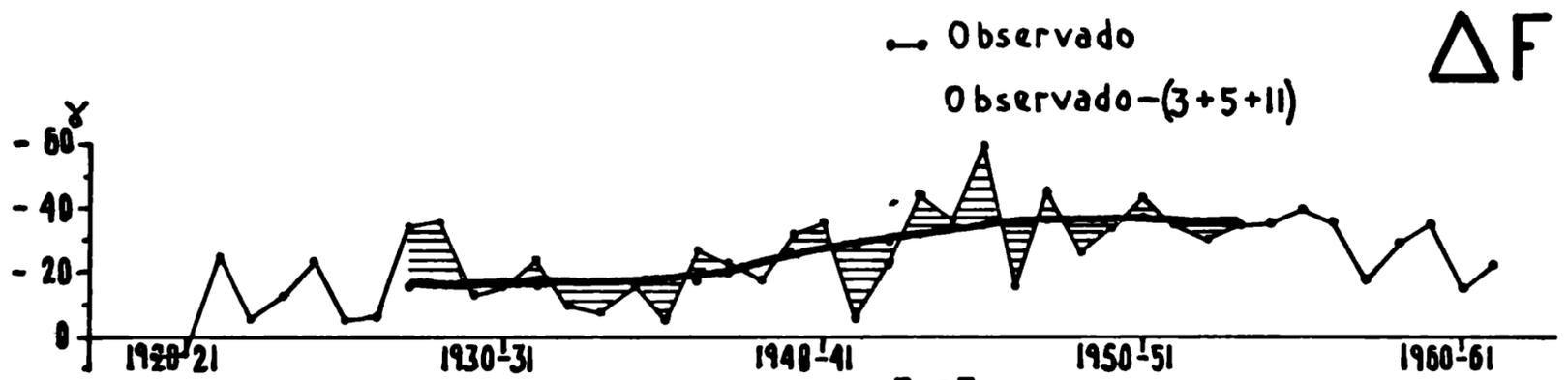
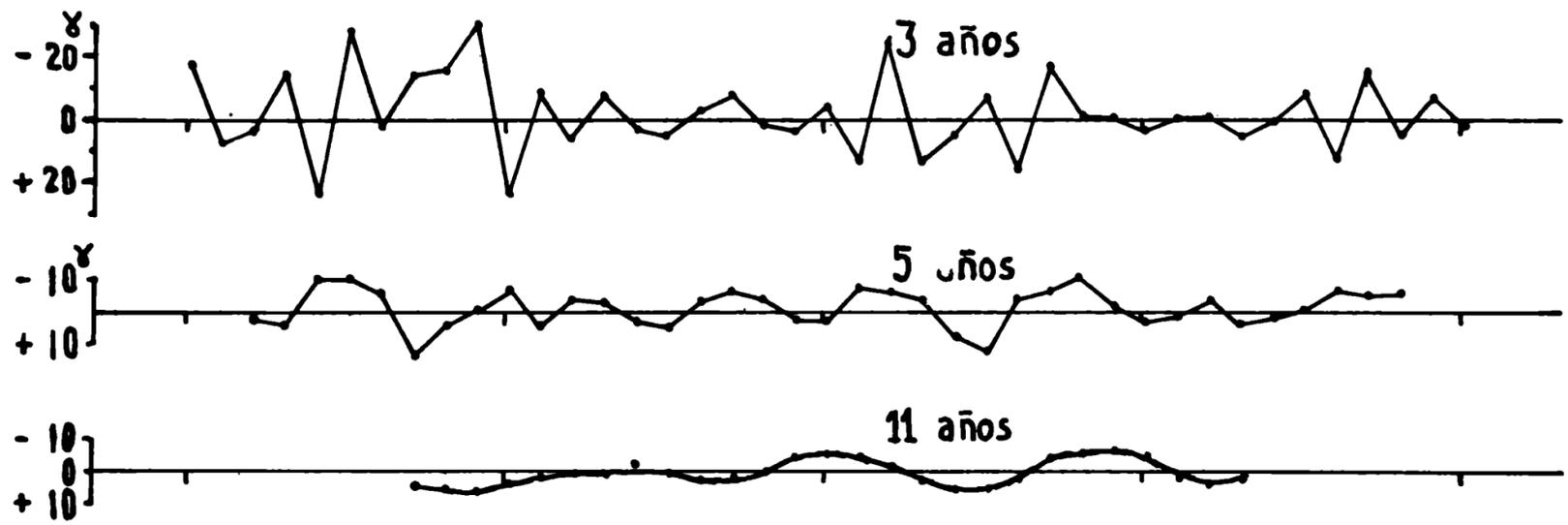
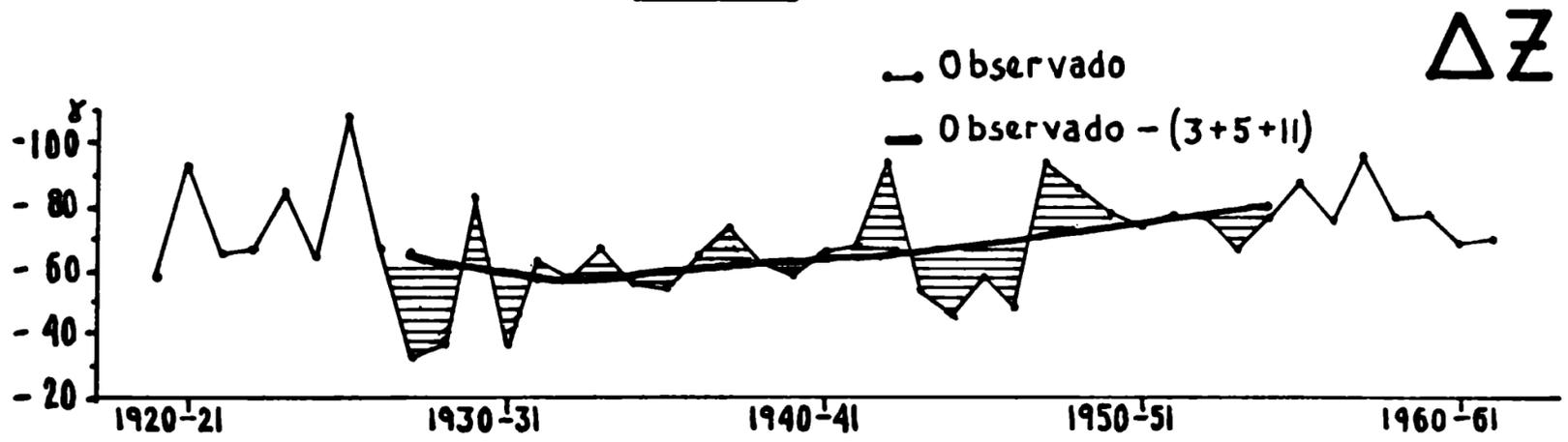
VASSOURAS

Fig. 7



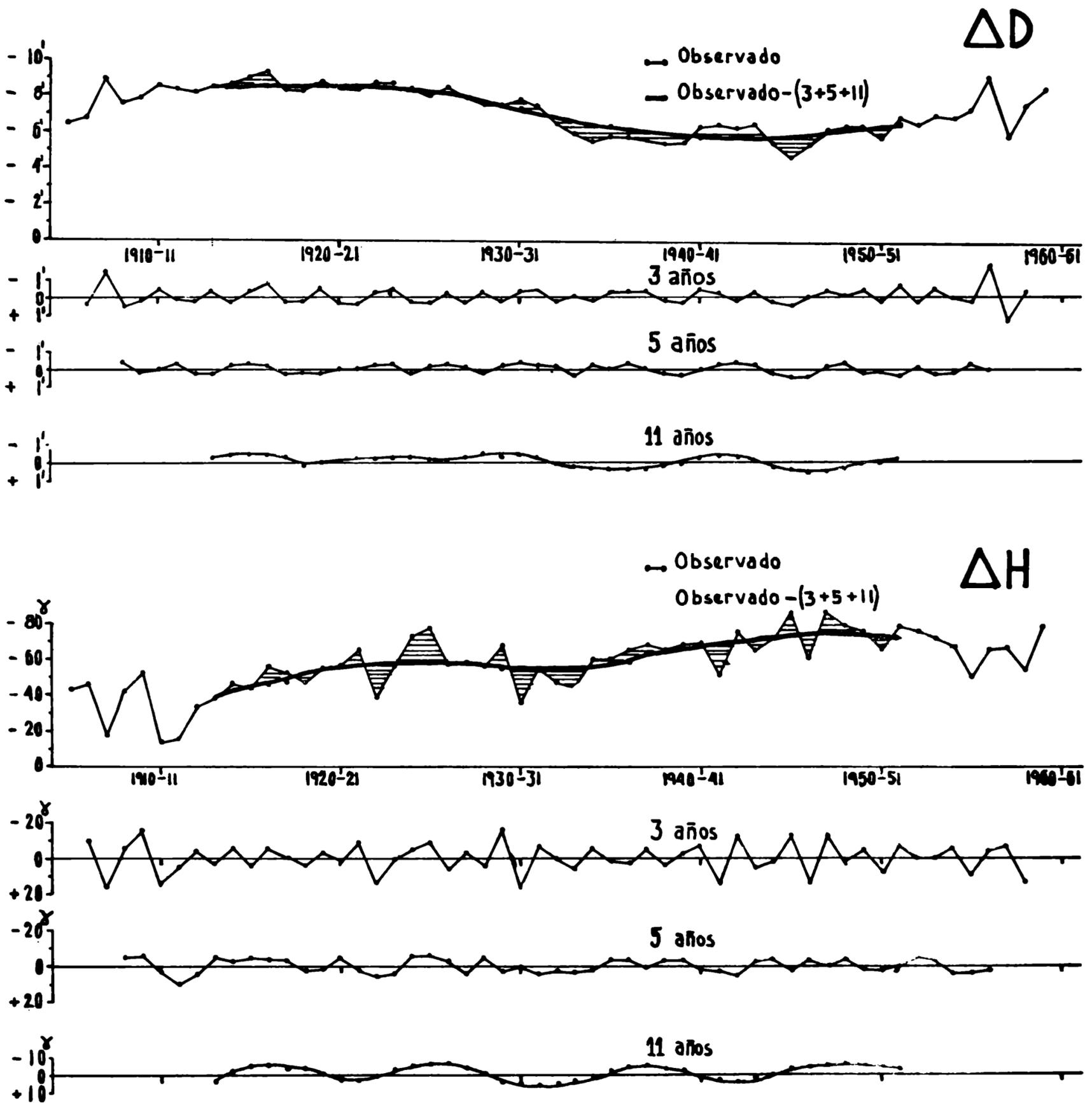
VASSOURAS

Fig. 8



PILAR

Fig 9



PILAR

Fig. 10

ΔZ



3 años



5 años



11 años



— Observado

— Observado-(3+5+11)

ΔF



3 años



5 años

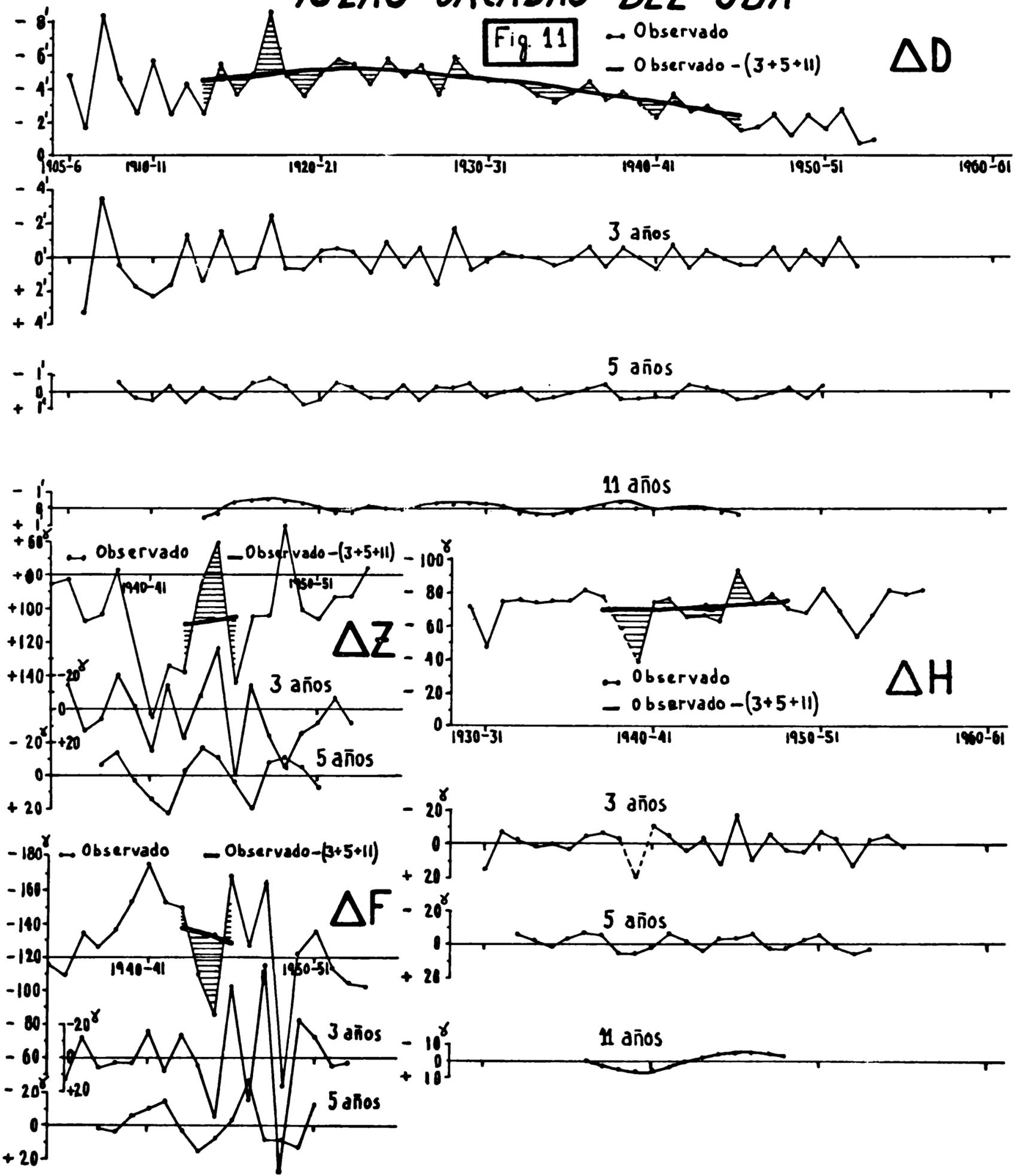


11 años



ISLAS ORCADAS DEL SUR

Fig. 11



estando superados estos valores por los picos individuales que son bastantes frecuentes en la gráfica separada de " 3 años ",siendo por esta causa muy afectada. La conservación de la periodicidad es en general satisfactoria,especialmente en el caso de " 5 años ".

Siguiendo con el importante período del ciclo solar de 11 años,podemos decir,que está representado en en algunos casos,como muy puro en tiempo y amplitud.Por ej.: en ΔH de todos los observatorios. La amplitud tenida en ΔD es de $2'$ (generalmente menos);en las intensidades,hasta 15 gamas,mostrando en algunos casos (Fig. 4),un desvío de hasta alrededor de 40 gamas.

Separados los períodos o pulsos de 3,5 y 11 años,las curvas de VS quedan muy alisadas,como se ve en los gráficos:" Observado - (3+5+ +11)". Podría entonces postularse que,el método de promedios movidos,aplicado para filtrar los períodos cortos,permite eliminarlos muy bien;habilitándonos para comenzar a hablar sobre la periodicidad anteriormente mencionada de tipo semicentenaria,como se puede observar en todos los fragmentos de estas curvas para ΔD ,especialmente de Vassouras y Pilar. Algunas de las curvas de intensidades tienen una tendencia a indicar una periodicidad de aproximadamente 25 años. Eligiendo para filtración de pulsos de los períodos cortos,valores redondos: 3 y 5 años (y no otros,como por ej.: 2.5 o 4.7 años),nosotros mismos restringimos la tarea del análisis. Debido a la complicada mezcla en los períodos de estos pulsos,la separación de solo los de 3 y 5 años,puede conducir a alguna impureza de estos ciclos adoptados;además deben existir irregularidades,como lo demuestra la existencia de picos. Una tarea interesante sería la investigación de singularidad de de picos ocurridos en varios observatorios,especialmente si son simultáneos o no,globales,continentales o locales.

Con respecto al material de los datos usados,hay que mencio-

nar, que el catálogo (12), da en general los valores anuales promedios, tomados de "todos los días" y no de días tranquilos selectos. Además hay que tomar alguna precaución y reserva ante algunos datos de intensidades de Z y F del observatorio polar Islas Orcadas del Sur (Fig. 11), que ya a primera vista, comparando con H, muestran unos desvíos poco explicables, debido posiblemente a la escasez de exactitud normal de registros.

En la Fig. 12, se muestra una primer intención de analizar la VS mensualmente, usando los datos de algunos años del observatorio magnético de Trelew, establecido en el AGI, en la Patagonia argentina, dependiente del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de La Plata.

Si recordamos la existencia de la bien conocida variación de 6 meses en la actividad magnética, indicada por J. B a r t e l s , es interesante intentar la filtración de datos mensuales (esta vez se tomó los promedios mensuales de días 5Q - Trelew) del semiperíodo indicado; es decir, de 3 meses primero y luego de 6 meses. El resto nos debe dar la línea alisada de la VS anual

En 1964-1965, el geofísico americano S. F o r b u s h , usó en sus investigaciones sobre la " corriente de anillo ", un método que revela también la VS (14^a, 14^b, 15) y la influencia de la misma sobre la VS. La variación de 6 meses, en promedios mensuales de H, era estudiada para eliminar los efectos producidos por causa estacional y del ciclo solar en Sq. También son explicados algunos bruscos cambios en VS.

Las curvas obtenidas en Fig. 12, permiten morfológicamente la existencia del período de 3 meses y especialmente el de 6 meses. La curva de VS restante , resulta muy alisada y lógica, que confirma la conveniencia del procedimiento de filtración usado.

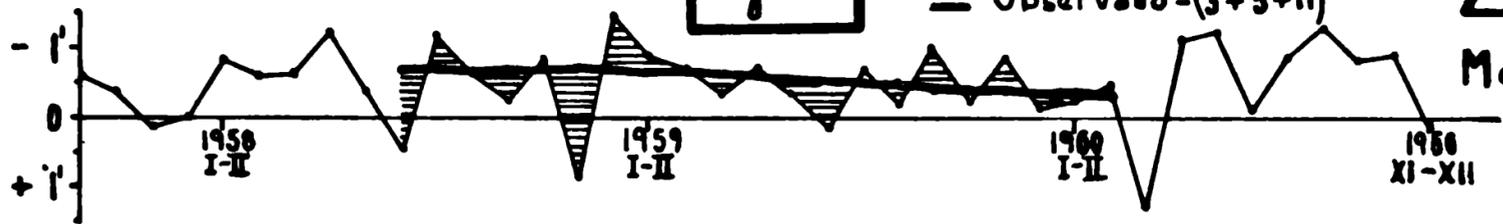
TRELEW

Fig. 12

— Observado
— Observado - (3+5+11)

ΔD

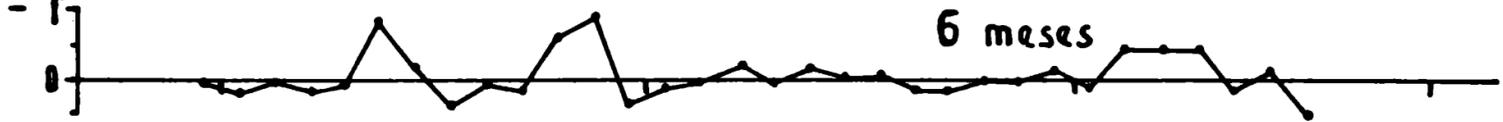
Mensualmente



3 meses



6 meses



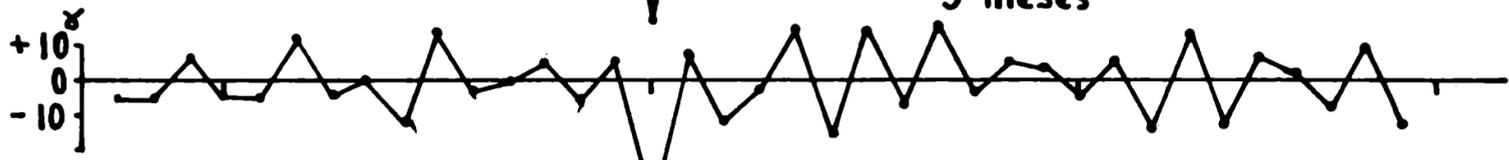
— Observado
— Observado - (3+5+11)

ΔH

Mensualmente



3 meses



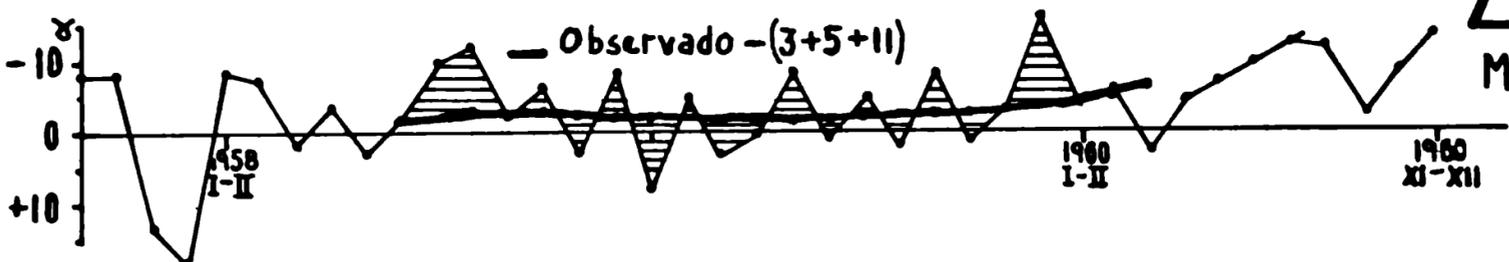
6 meses



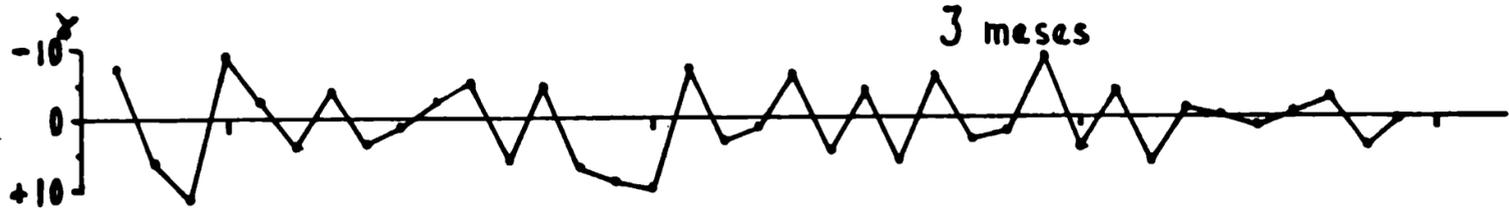
— Observado
— Observado - (3+5+11)

ΔZ

Mensualmente



3 meses



6 meses



Bibliografía

1. SCHMIDT, A. (1916). **Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin in den Jahren 1900-1910.** Abhandl. Kgl. Preuss. Meteor. Inst. 5, Nr. 3, Berlin.
2. SLAUCITAJIS, L. (1948). **Some Notes on Secularvariation.** Contr. of Baltic Univ., 68, 1-4, Pinneberg.
3. SLAUCITAJIS, L. and WINCH, D. E. (1965). **Some Morphological Aspects of Geomagnetic Secular Variation.** Planet. Space Sci., 13, 1097-1110.
4. LÜTZOW-HOLM, O. (1933). **Carta magnética de la Rep. Argentina.** Dir. Meteor. Geof. Híd. Serie A 1, Buenos Aires.
5. SLAUCITAJIS, L. (1951). **Investigaciones sobre la variación secular geomagnética.** Publ. del Observ. Astron. de La Plata, Ser. Geof. VII, 1, 101-104.
6. SLAUCITAJIS, L. (1964). **Variación secular geomagnética en Sudamérica y alrededores con relación a todo el Hemisfério Sur.** Pure and Appl. Geoph. 59, III, 75-83.
7. GAMA, L. I. (1960). **Cyclic Fluctuations in Geomagnetic Secular Change 1915-1959.** Publ. do Serv. Magn. 7, 1-52, Rio de Janeiro.
8. SLAUCITAJIS, L. (1966). **Periodicities in Geomagnetic Secular Variation at Honolulu.** Rep. Hawaii Inst. of Geoph. 66-6, 1-11.
9. ORLOV, V. P. (1961). **Variación secular del campo geomagnético y sus bruscos cambios.** (En ruso solamente). Trudy IZMIRAN, Acad. Sci. U.R.S.S., Vyp. 18(28), 77-86.
10. DEGAONKAR, S. S. (1963). **Variation of Geomagnetic Field with Solar Activity at Tucson.** Jour. of Geoph. Res. 68, 6206-6207.
11. YUKUTAKE, T. (1965). **The Solar Cycle Contribution to the Secular Change in the Geomagnetic Field.** Jour. Geomagn. Geoelectr. 17(3-4), 287-309.
12. **Comm. III IAGA (1965).** **Annual Mean Values of Geomagnetic Elements since 1900.**
13. **OBSERVATORIO MAGNETICO DE TRELEW (1960-1962).** **Anuarios Magnéticos 1957-58, 1959, 1960.** La Plata.
14. FORBUSH, S. E. (1964). **The Geomagnetic Field of the Equatorial Ring Current, Its Solar Cycle and Seasonal Variatio, and Application for Investigating Secular Change of the Earth's Magnetic Field.** C.I.W. Year B. 63, 351.

- 14^b FORBUSH, S.E. (1964). Geomagnetic Field of the Equatorial Ring Current and Its Variation during Three Solar Cycles for Annual Means of All Days, Disturbed Days, and Quiet Days, and for the Single Quiet Day with Smallest Ring Current in Each of Several Years. *Trans. Amer. Geoph. Un.* 45, 43-44.
15. FORBUSH, S.E. (1965). Absolute Values for the Terrestrial Horizontal Magnetic Field Due to the Equatorial Ring Current. *Trans. Amer. Geoph. Un.* 46, 115.
-
-

INDICE DEL VOLUMEN VII

Entregas 1, 2, 3 y 4

- VII(1) Leónidas Slaucitajs. Investigaciones sobre la variación secular geomagnética (1951).
- VII(2) Leónidas Slaucitajs. Resultados de las investigaciones geomagnéticas efectuadas en el año 1952 en Tierra del Fuego y parte S.de la Patagonia (1952)
- VII(3) Leónidas Slaucitajs. Algunas características de las variaciones magnéticas observadas en las Provincias de Buenos Aires y Chubut (1962).
- VII(4) Leónidas Slaucitajs y Hugo R.Affolter. Periodicidades de la variación secular geomagnética en los observatorios sudamericanos y vecinos próximos (1967).

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR
EL DÍA 28 DE ABRIL DEL
AÑO MIL NOVECIENTOS
SESENTA Y SIETE EN LA
IMPRESA LÓPEZ,
PERÚ 666, BUENOS AIRES,
REPÚBLICA ARGENTINA