HAL
open science

30 Years of sfe in the Ebro Observatory

J.J. Curto, J.O. Cardus, J.M. Torta, Christine Mazaudier, M. Menvielle

To cite this version:

J.J. Curto, J.O. Cardus, J.M. Torta, Christine Mazaudier, M. Menvielle. 30 Years of sfe in the Ebro Observatory. Revista de Geofisica, 1992, 48, pp.141-151. hal-00998510

HAL Id: hal-00998510

https://hal.science/hal-00998510v1

Submitted on 2 Jun 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

REV. DE GEOFISICA (1992) 48, 141-151

30 años de Sfe en el observatorio del Ebro

30 Years of sfe in the Ebro Observatory

J. J. CURTO [1], J. O. CARDÚS [1], J. M. TORTA [1], C. MAZAUDIER [2] y M. MENVIELLE[3]

(1) Observatori de l'Ebre. 43520 Roquetes (Tarragona)

(2) C.R.P.E.-C.N.R.S. Saint-Maur Cedex France

(3) Université d'Orsay. 91405 Orsay Cedex France

RESUMEN

Los efectos magnéticos producidos por las fulguraciones cromosféricas, sfe, no son exactamente un incremento en amplitud de la variación diurna, Sq. En algunos casos llegan a ser una disminución.

En base a un estudio estadístico de los registros magnéticos del Ebro, sobre 30 años, hemos encontrado:

a) una dependencia de la diferencia de fases entre los vectores sfe y Sq con el tiempo local. De hecho, las diferencias de fase mayores de 90°, *sfe inversos,* se concentran entre las 10 y las 12 horas;

b) los *sfe inversos* tienen un carácter eminentemente equinoccial;

c) existe una correlación más débil de la actividad solar con los *sfe inversos* que con los sfe regulares.

ABSTRACT

The magnetic effect producced by chromospheric flares, sfe, are not a mere amplitude increase of the diunal variation, Sq. In some cases they are a decrease.

In base of an statistic study over 30 years of magnetic records in Ebre, we have found:

a) a dependence in phase lag of sfe and Sq vectors with local time. In fact, phase lag greater than 90º, *reversed sfe,* concentrate between 10 and 12 hours;

b) the *reversed sfe* have an equinoctial character;

c) It exists a weaker correlation of the solar activity with the *reversed sfe* than with the regular ones.

1. DEFINICION DE SFE. SFE INVERSO.

A pesar del tiempo ya relativamente largo desde que se indentificaron los primeros sfe como fenómenos individualizados (distintos de otras variaciones rápidas del campo geomagnético) y de los numerosos trabajos que han intentado desvelar su origen y manifestación, su estudio sigue tropezando con parecidas dificultades a las que teníamos en un principio.

Para empezar, tenemos una morfología cambiante que hace que el fenómeno se presente con aspectos distintos según las circunstancias (componente magnética o telúrica, momento de la variación diurna, altura del sol, intensidad, etc.).

Pero la principal dificultad es la ausencia de un aspecto característico que sirva para definirlos con **seguridad,** mientras que no conste su confirmación por la observación simultánea de una fulguración cromosférica o de sus efectos ionosféricos o radiosolares.

En el Simposium de Variaciones Rápidas que bajo el patrocinio de la IAGA se celebró en Copenhague *(IAGA, 1959)*, encontramos la primera y única DEFINICION de los sfe (que es la que en la práctica ha usado posteriormente la asociación):

"Sfe... pequeña bahía diurna o corchete, de ordinario en el sentido de la variación diurna, que se supone causada por una erupción cromosférica. Estos fenómenos son provisionalmente sfe, hasta que han sido verificados como tales en varios observatorios o por datos solares o ionosféricos."

Aunque no contamos con una definición formal de sfe inverso hay que tomarla como sfe que produce un decrecimiento o disminución de la variación diurna en una o en más componentes. Dado que estamos hablando de magnitudes vectoriales, podemos definir concretamente un sfe como inverso cuando esté defasado más de 90º del vector Sq.

En el mismo simposium de Copenhague, en lo que concierne a los sfe, la discusión se centró sobre la existencia de los sfe inversos. Como los datos de que se disponía no parecían suficientes para justificar un cambio, se decidió dejar por el momento (la definición) bajo la forma de su primera redacción.

Sin embargo, se propuso que se examinara con mayor concreción las palabras —de ordinario en el sentido de la variación diurna— y si había una distinción real entre los sfe regulares y los inversos.

Nuestro trabajo viene en la línea de aportar más datos que permitan dar contestación a una serie de preguntas que podríamos resumir en: ¿Se puede avanzar más en la definición de sfe? ¿Es el sfe inverso un fenómeno ocasional o permanente? ¿Bajo qué condiciones se da? ¿Por qué ocurre?

Los resultados de este estudio comprenden las siguientes secciones de este artículo.

2. SELECCION DE LOS EVENTOS. CALCULO DE LOS ELEMENTOS

Basándonos en los datos del Observatorio del Ebro, hemos realizado el estudio de los sfe registrados desde 1953 hasta 1985, lo cual representa 3 ciclos solares completos.

De entrada, sólo hemos utilizado los sfe clasificados como seguros (tipo S) en las listas de la IAGA (servicio de variaciones magnéticas rápidas). Además, sólo hemos elegido aquellos sfe vistos como claros (tipo B) o muy claros (tipo A) en el Observatorio del Ebro. Sólo en casos excepcionales hemos incluido casos con movimiento débil (tipo C). Al final hemos obtenido un total de 140 eventos. En la tabla 1 se da una lista de los eventos con referencia de la fecha y hora de comienzo de cada uno. También se han especificado sus respectivos tiempos de subida (o establecimiento), T_1, que es el tiempo transcurrido desde el comienzo del fenómeno hasta el máximo, y tiempos de bajada (o decaimiento), T_2, que es el tiempo transcurrido desde el máximo hasta su final. Los resultados pueden verse en la misma tabla 1. Finalmente hemos incluido los carácteres siguientes: 1) apreciación del observatorio (A/B/C = Muy claro/Claro/Débil), 2) catalogación IAGA (S/D = = Seguro/Dudoso), 3) confirmación solar y/o ionosférica (C/N = Confirmado/No confirmado) y 4) magnitud magnética (G/P = Grande/Pequeño).

Para cada evento, además de T_1 y T_2, hemos realizado medidas directas sobre los magnetogramas del Ebro, de los tres elementos (D, H y Z). Sin embargo, faltan los valores de Z a partir de 1974 pues a raíz de la electrificación de la vía férrea, los registros de la componente Z quedaron seriamente perturbados.

Para hallar la línea de base de la variación diurna regular, hemos tomado los valores de las horas de medianoche (valor medio de la curva entre las 22 h. y las 2 h. en tiempo local) anterior y posterior al evento. Sin embargo, no hemos realizado medidas en aquellos casos en que las horas nocturnas estaban demasiado perturbadas. Para encontrar el verdadero nivel de base, hemos corregido la variación no cíclica; esta se produce, por ejemplo, cuando el evento está dentro de la fase de recuperación de una tempestad magnética por disminución de las corrientes de anillo. Ya que la mayoría de nuestros casos están en días de calma (índice planetario $K_p<2$) la aproximación lineal ha sido suficiente y no hemos tenido que recurrir a la corrección con los índices planetarios Dst *(Mayaud, 1980)*.

El vector perturbación sfe ha sido calculado midiendo la máxima desviación del elemento en cuestión con respecto a la traza no perturbada interpolada.

El estudio final se ha realizado tomando en consideración las desviaciones de las componentes en el plano horizontal. Hemos transformado los vectores magnéticos incrementales del sistema de coordenadas D-H al cartesiano X-Y y de allí hemos obtenido el módulo y el argumento (fase), en una representación polar, más apropiada para el tipo de trabajo que queríamos realizar.

Tabla 1: EVENTOS SELECCIONADOS Y CARACTERISTICAS ASOCIADAS

N.º de Evento	Fecha			Hora de Comienzo (T.U.)		Tiempos subida/descenso		Carácter
1	14	octubre	1953	9 h	50 m	5	19	A S N G
2	14	octubre	1953	14 h	23 m	5	11	A S N P
3	2	marzo	1954	10 h	40 m	4	12	A S N P
4	12	noviembre	1955	11 h	28 m	10	20	B S C G
5	8	mayo	1956	13 h	10 m	5	27	A S C G
6	30	mayo	1956	9 h	30 m	7	34	A S C G
7	31	mayo	1956	7 h	50 m	5	23	A S C G
8	16	abril	1957	10 h	43 m	9	42	C S C G
9	14	mayo	1957	14 h	35 m	2	9	A S C P
10	16	mayo	1957	12 h	43 m	4	26	A S C P
11	18	mayo	1957	8 h	10 m	3	16	A S C P
12	21	julio	1957	13 h	34 m	6	6	C S C P
13	7	septiembre	1957	8 h	10 m	4	8	B S N G
14	12	septiembre	1957	15 h	14 m	4	13	A S C G
15	6	noviembre	1957	8 h	38 m	3	10	C S C G
16	23	marzo	1958	9 h	52 m	21	48	A S C G
17	29	marzo	1958	13 h	41 m	6	16	A S C G
18	3	junio	1958	15 h	10 m	1	12	B S C G
19	6	junio	1958	9 h	19 m	4	3	B S C G
20	19	junio	1958	14 h	39 m	3	22	C S C P
21	7	agosto	1958	15 h	1 m	8	8	B S C G
22	1	septiembre	1958	10 h	40 m	2	4	B S C G
23	14	septiembre	1958	8 h	51 m	6	15	B S C P
24	5	noviembre	1958	10 h	15 m	4	14	B S C G
25	12	diciembre	1958	12 h	57 m	4	21	A S C G
26	24	diciembre	1958	9 h	47 m	3	6	C S C G
27	24	marzo	1959	10 h	3 m	8	20	B S C G
28	16	junio	1959	6 h	23 m	4	22	B S C G
29	18	junio	1959	11 h	39 m	4	26	B S C G
30	18	agosto	1959	10 h	25 m	6	22	C S C G
31	1	febrero	1960	12 h	59 m	11	18	B S C G
32	6	abril	1960	11 h	32 m	3	6	C S C G
33	6	agosto	1960	13 h	10 m	5	8	C S C P
34	14	agosto	1960	13 h	8 m	5	10	B S C G
35	21	septiembre	1960	8 h	28 m	3	6	C S C P
36	11	octubre	1960	11 h	12 m	3	4	B S C P
37	26	marzo	1961	10 h	21 m	19	46	A S C G
38	12	julio	1961	10 h	21 m	12	44	C S C P
39	2	marzo	1962	12 h	20 m	4	8	C S N P
40	4	marzo	1962	10 h	25 m	6	20	C S N P
41	27	abril	1962	14 h	13 m	8	8	B S C G
42	24	junio	1962	13 h	34 m	4	20	C S N P
43	20	enero	1963	9 h	35 m	1	16	C S N P
44	15	abril	1963	16 h	14 m	3	5	C S C P
45	23	mayo	1963	12 h	34 m	6	18	B S C P
46	16	septiembre	1963	13 h	4 m	2	9	B S C P
47	22	octubre	1963	13 h	35 m	14	46	B S C P
48	26	octubre	1963	8 h	5 m	6	12	C S C P
49	3	abril	1965	14 h	11 m	5	7	B S N P
50	17	julio	1965	18 h	6 m	14	28	B S N P
51	20	marzo	1966	9 h	54 m	8	12	A S C G
52	29	marzo	1966	10 h	55 m	4	12	A S C P
53	30	marzo	1966	12 h	46 m	8	40	A S C P

N.º de Evento	Fecha			Hora de Comienzo (T.U.)		Tiempos subida/descenso		Carácter
54	2	abril	1966	11 h	35 m	4	2	A S C P
55	11	abril	1966	10 h	2 m	5	14	A S C P
56	28	agosto	1966	15 h	24 m	8	16	P S C G
57	18	septiembre	1966	14 h	54 m	8	8	B S C G
58	21	septiembre	1966	9 h	31 m	3	12	B S C G
59	21	mayo	1967	13 h	2 m	5	5	B S C P
60	21	mayo	1967	15 h	35 m	6	12	B S C P
61	25	julio	1967	14 h	27 m	2	20	B S C P
62	31	julio	1967	12 h	24 m	1	11	B S C P
63	6	julio	1968	9 h	44 m	7	37	B S C G
64	21	octubre	1968	6 h	5 m	5	6	B S C P
65	27	diciembre	1968	10 h	53 m	8	18	A S C G
66	6	enero	1969	9 h	7 m	4	6	B S C P
67	25	febrero	1969	9 h	9 m	10	44	A S C G
68	27	marzo	1969	13 h	28 m	18	22	B S N P
69	29	mayo	1969	4 h	7 m	4	8	B S C P
70	5	junio	1969	9 h	54 m	12	30	A S C G
71	24	noviembre	1969	9 h	13 m	7	24	A S C P
72	9	mayo	1970	16 h	0 m	3	3	B S C P
73	26	mayo	1970	11 h	23 m	2	6	A S C G
74	14	junio	1970	5 h	6 m	3	10	B S C G
75	14	junio	1970	13 h	22 m	6	13	B S C G
76	14	junio	1970	14 h	24 m	3	9	B S C P
77	14	junio	1970	17 h	0 m	9	9	B S C G
78	15	junio	1970	13 h	17 m	5	9	A S C P
79	19	agosto	1970	11 h	13 m	3	19	B S C G
80	28	octubre	1970	12 h	49 m	7	18	B S C G
81	16	noviembre	1970	9 h	51 m	4	11	B S C P
82	17	noviembre	1970	7 h	34 m	7	11	B S C P
83	11	diciembre	1970	10 h	27 m	2	10	B S C G
84	5	mayo	1971	12 h	11 m	6	18	B S C P
85	21	agosto	1971	9 h	34 m	1	3	B S C P
86	5	marzo	1972	8 h	14 m	3	8	A S C G
87	6	marzo	1972	11 h	16 m	4	19	A S C P
88	12	junio	1972	13 h	25 m	11	14	A S C G
89	7	agosto	1972	15 h	13 m	13	41	A S C G
90	25	octubre	1972	10 h	3 m	1	7	A S C P
91	10	abril	1973	12 h	24 m	7	13	B S C G
92	3	mayo	1973	8 h	32 m	16	14	A S C G
93	5	mayo	1973	17 h	15 m	8	15	B S C G
94	16	abril	1974	7 h	37 m	11	22	B S C P
95	3	julio	1974	8 h	31 m	9	24	B S C G
96	4	julio	1974	6 h	47 m	1	8	B S C G
97	9	septiembre	1974	14 h	13 m	8	10	B S N G
98	9	septiembre	1974	14 h	36 m	9	5	C S N G
99	12	abril	1977	9 h	46 m	6	12	B S C P
100	22	noviembre	1977	10 h	0 m	4	8	B S C P
101	28	abril	1978	13 h	15 m	26	42	B S C P
102	11	julio	1978	10 h	51 m	6	34	A S C G
103	16	febrero	1979	11 h	6 m	9	27	B S C P
104	1	marzo	1979	10 h	15 m	5	7	B S C G
105	18	agosto	1979	13 h	47 m	8	12	B S C G
106	18	agosto	1979	14 h	3 m	14	20	A S C G
107	13	septiembre	1979	13 h	10 m	8	20	A S C G
108	16	septiembre	1979	9 h	39 m	5	9	A S C G

N.º de Evento	Fecha			Hora de Comienzo (T.U.)		Tiempos subida/descenso		Carácter
109	19	octubre	1979	11 h	55 m	1	6	B S C G
110	8	febrero	1980	9 h	4 m	2	2	A S C P
111	19	febrero	1980	8 h	26 m	4	8	B S C P
112	13	marzo	1980	6 h	56 m	20	18	B S C P
113	15	abril	1980	15 h	8 m	2	9	B S C P
114	26	mayo	1980	11 h	36 m	10	7	B S C P
115	1	julio	1980	16 h	27 m	1	6	B S C P
116	14	julio	1980	8 h	23 m	4	5	B S C P
117	3	septiembre	1980	13 h	34 m	5	12	A S N P
118	25	octubre	1980	9 h	48 m	6	16	B S C P
119	5	noviembre	1980	13 h	44 m	12	22	B S C P
120	8	noviembre	1980	13 h	35 m	2	24	A S C P
121	15	noviembre	1980	7 h	11 m	15	16	B S N P
122	26	enero	1981	12 h	34 m	8	14	A S C P
123	23	marzo	1981	12 h	3 m	7	14	B S C P
124	2	abril	1981	11 h	3 m	6	23	A S C P
125	24	abril	1981	13 h	49 m	12	14	A S C P
126	5	mayo	1981	14 h	8 m	2	19	A S C P
127	30	agosto	1981	10 h	29 m	6	28	A S C P
128	26	septiembre	1981	13 h	0 m	11	22	A S C P
129	29	abril	1982	11 h	10 m	1	1	B S C P
130	3	junio	1982	11 h	42 m	3	50	A S C P
131	4	junio	1982	13 h	26 m	12	20	A S C P
132	6	junio	1982	16 h	31 m	5	24	A S C P
133	12	junio	1982	5 h	15 m	2	2	B S C P
134	20	junio	1982	1 h	49 m	8	20	A S C P
135	9	julio	1982	7 h	32 m	8	12	B S C P
136	17	marzo	1983	9 h	10 m	5	9	B S C P
137	10	mayo	1983	12 h	8 m	5	16	B S C P
138	16	junio	1983	15 h	34 m	4	8	B S C P
139	26	junio	1983	14 h	7 m	11	36	A S C P
140	24	abril	1985	9 h	25 m	12	32	A S C P

3. ESTUDIO ESTADISTICO

3.1. **Tiempos de establecimiento y decaimiento.**

Con estos 140 casos de sfe hemos realizado un estudio estadístico.

Hemos estudiado la distribución de los tiempos de establecimiento y de decaimiento (subida y bajada) de la tabla 1. Las figuras 1a y 1b muestran los histogramas de la probabilidad de ocurrencia de T_1 y T_2. Hemos encontrado que el valor más probable de ocurrencia de T_1 está sobre los 4 min. y el valor medio en 6,4 min. Para T_2 el valor más probable está entre los 7 min. y los 13 min. y el valor medio es de 16,3 min. La determinación de T_2 es menos precisa a la vista de la distribución de frecuencias.

Estos valores concuerdan muy bien con los resultados obtenidos por *Nagata* (1952) en Huancayo y Kakioka, *Grafe* (1958) en Niemegk y *Pintér* (1967) en Hurbanovo. Grafe da 5 min. para T_1 y 12 para T_2, Nagata 6 min. para T_1 y 14 para T_2 y Pintér 4 min. para T_1 y 13 para T_2. Además se confirma el hecho de que el período de establecimiento y decaimiento de la intensidad del campo magnético en los corchetes es asimétrica y se confirma que $T_1 < T_2$. La duración media de los corchetes es de 22,7 min. Es decir, estamos en fenómenos de corta duración (variaciones rápidas).

3.2 Amplitudes.

Hemos estudiado la variación diurna de las amplitudes del vector sfe (fig. 2a). El valor más probable es de 10 nT y su valor medio es de 14,2 nT. Estamos pues ante un fenómeno de pequeña amplitud comparado con otras variaciones rápidas

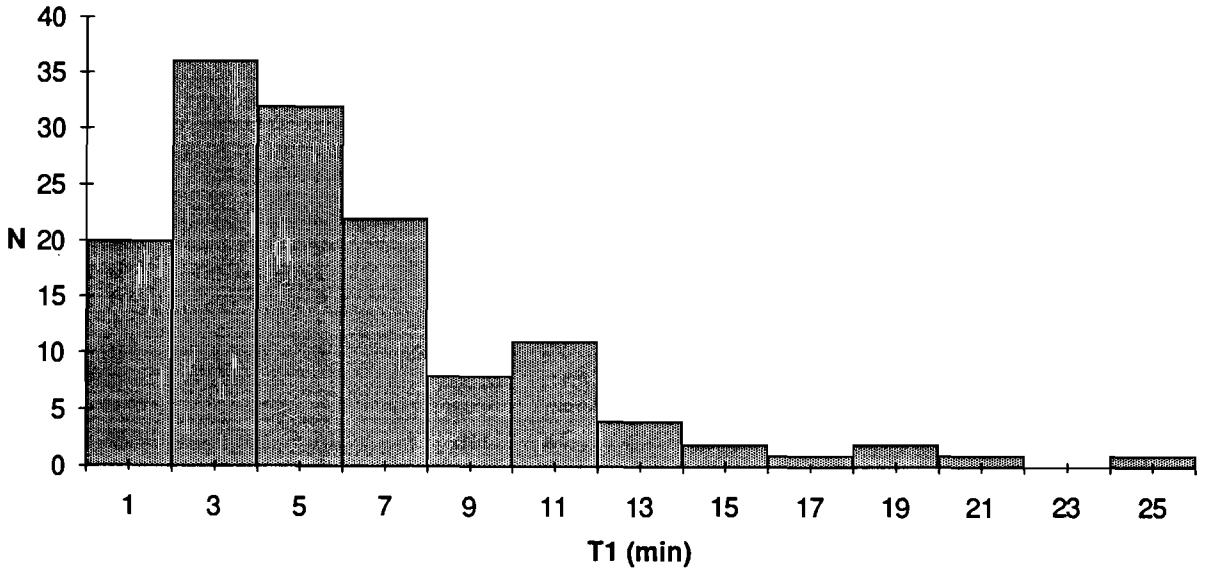

Fig. 1a.—Probabilidad de ocurrencia de T_1.

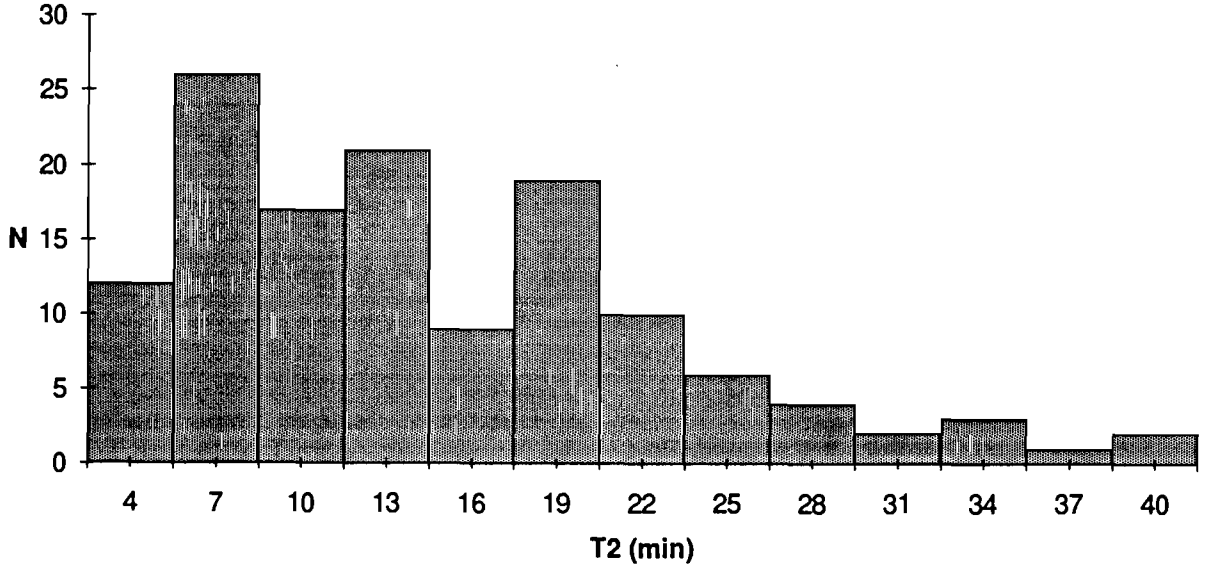

Fig. 1b.—Probabilidad de ocurrencia de T_2.

como pueden ser las bahías magnéticas o las tormentas magnéticas aunque grande comparado con las pulsaciones magnéticas. Los valores mayores tienden a darse en las horas centrales del día. Ya cabía esperar este resultado pues la amplitud del vector del vector sfe es directamente proporcional a la intensidad de las corrientes ionosféricas, estas, a su vez, a la conductividad del plasma ionosférico y esta conductividad es proporcional a la energía ionizante que llega a la alta atmósfera. Esta energía es máxima cuando el ángulo zenital de los rayos solares es mínimo y esto, dentro de un mismo día, ocurre a las doce horas locales.

Hemos buscado la distribución de la relación de módulos A_{sfe}/A_{Sq} (fig. 2b). El valor más probable está entre 0,2 y 0,3 es decir 1/4 de la Sq media (coherente con el 30% encontrado por *Nagata (1952)*).

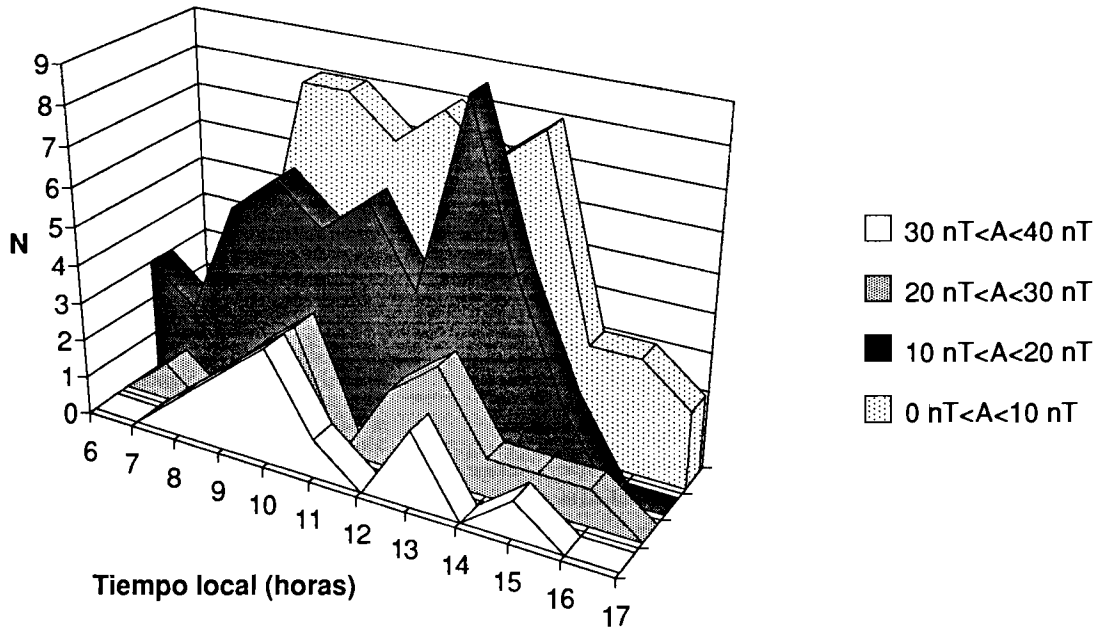

Fig. 2a.—Distribución diurna de las amplitudes del vector sfe.

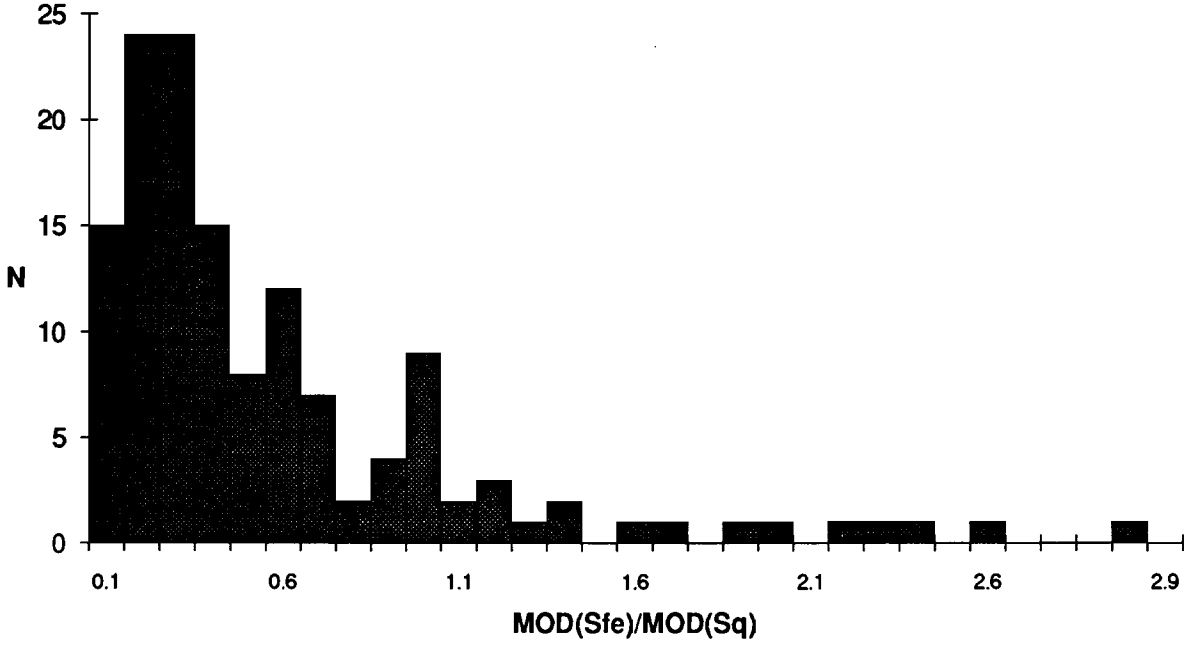

Fig. 2b.—Distribución de la relación de módulos A_{sfe}/A_{Sq}.

3.3 Fases.

Hemos empezado estudiando la variación diurna del defasaje entre los vectores Sfe y Sq:

Hemos encontrado una fuerte dependencia del defasage con el tiempo local (fig. 3a). De entrada ya vemos que no tenemos una línea recta y centrada en 0º como sería de esperar si el sfe fuera un mero incremento de Sq. Las horas de la mañana son ligeramente positivas y las de la tarde ligeramente negativas. Sobre el mediodía se dan los defasages mayores. De hecho de los 16 casos con defasage

mayor que 90º (sfe inversos), 12 se concentran entre las 10 y las 12 horas.

En la fig. 3b se tienen los mismos datos pero presentados en forma de histograma de frecuencias acumuladas para cada media hora. En blanco se representan los sfe regulares y en negro los inversos.

3.4 Ocurrencia de sfe regulares y sfe inversos.

En la fig. 4 se puede ver la variación diurna del número de sfe. Con diferentes sombreados se destacan las distribuciones de los sfe inversos, de los regulares y la de la suma de todos (ver leyenda). Las horas están dadas en tiempo local. La mayoría de los sfe inversos se concentran dentro de las 10 y las 11 horas como ya habíamos dicho en el apartado anterior. Los regulares presentan un máximo absoluto sobre las 13 horas y otro secundario sobre las 10 horas. En general los sfe son más numerosos (o más visibles) en las horas centrales del día a

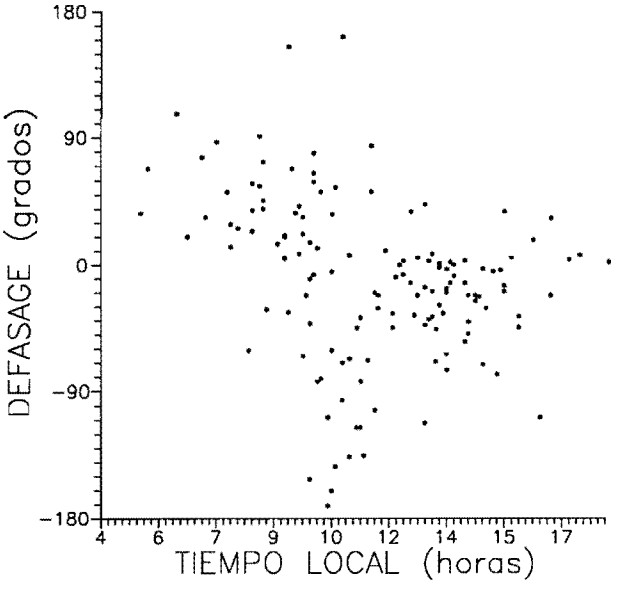

Fig. 3a.—Distribución diurna del defasage entre los vectores sfe y Sq.

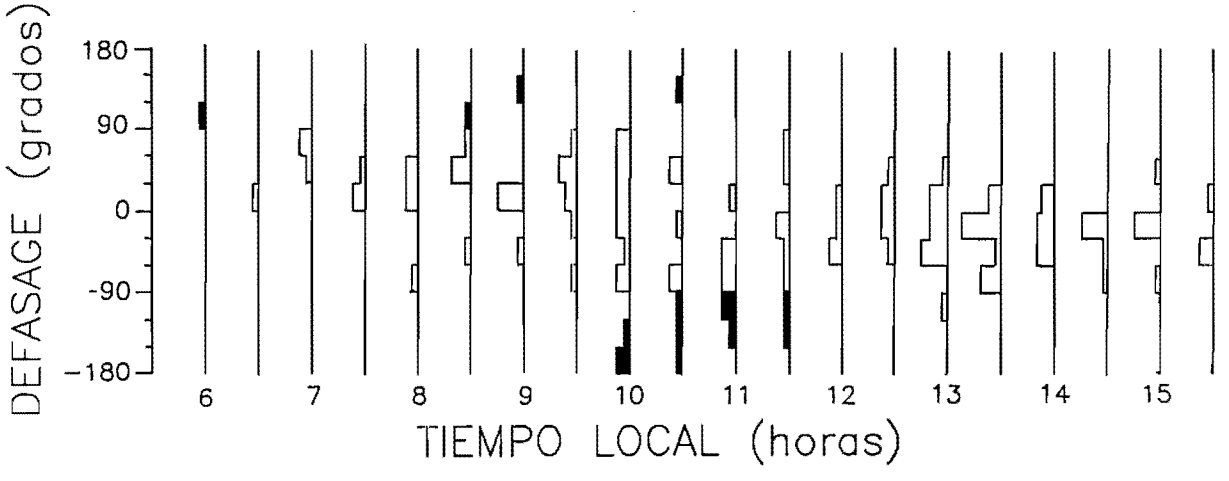

Fig. 3b.—Histograma del defasage entre los vectores sfe y Sq.

excepción del mediodía en donde aparece una sensible disminución.

También hemos buscado la variación anual del número de sfe (fig. 5). Se tiene idéntica asignación de sombreados que en el caso de la variación diurna. El carácter equinoccial de los sfe inversos (80%) es muy marcado. Sorprende también el mínimo secundario que tienen el conjunto de los sfe en el solsticio de verano, precisamente cuando el punto subsolar está más cercano a Ebro.

Finalmente hemos estudiado la distribución de los sfe con el ciclo solar (fig. 6). Los sombreados están asignados igual que en los dibujos precedentes. El perfil superior adicional representa los números de Wolf (medias anuales) como índice de la actividad solar para el período estudiado.

Hemos encontrado una correlación menor de la actividad solar con el número de los sfe inversos ($r = 0{,}47$) que con el de los sfe normales ($r = 0{,}68$). Este resultado sugiere la existencia de otros factores

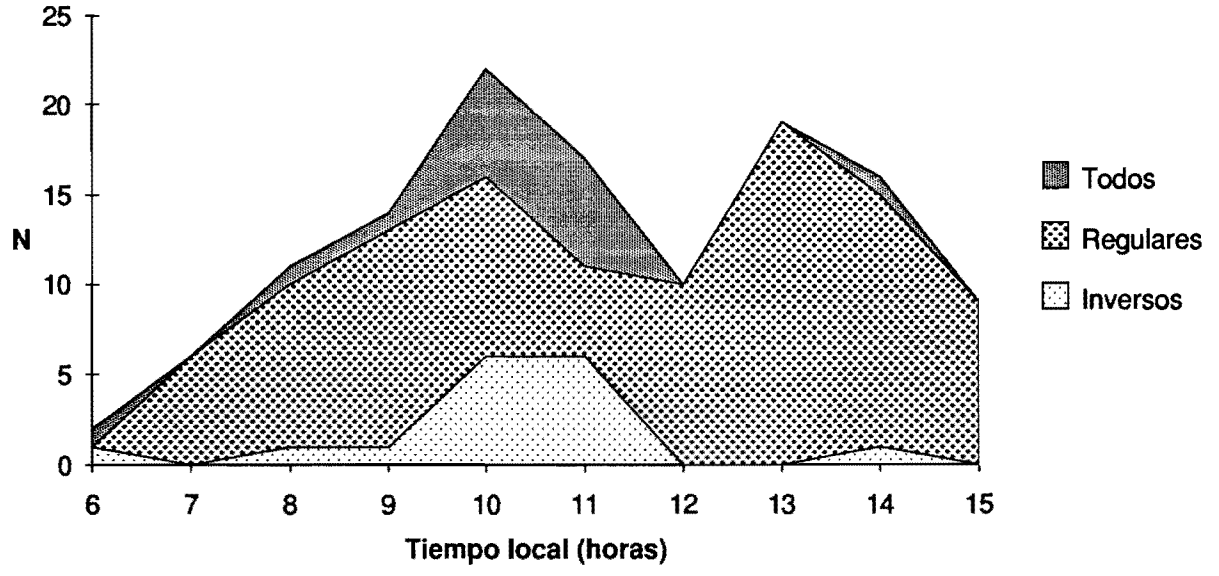

Fig. 4.—Variación diurna del número de sfe.

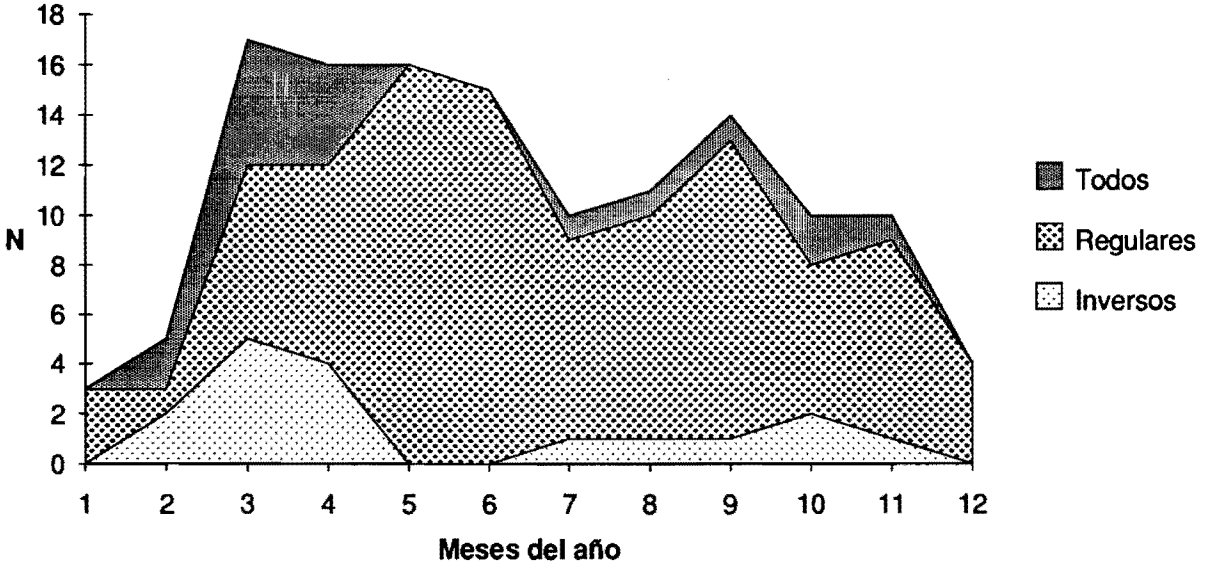

Fig. 5.—Variación anual del número de sfe.

diferentes de la mera radiación solar que modulan la aparición de los sfe inversos.

4. CONCLUSIONES

Después de este estudio se puede concluir que:

Los sfe en Ebro tienen duración media de 22 min. con tiempos medios de crecimiento de 6 min. y de decaimiento de 16 min. La amplitud media se situa sobre las 14 nT.

La aparición de un sfe inverso en Ebro no se trata de un hecho esporádico sino que ocurre con frecuencia (relativamente a la aparición de sfe). Es más, cuando aparece, lo hace prioritariamente en las horas precedentes al mediodía local y especialmente en los equinoccios.

La ocurrencia de los sfe inversos, además de la radiación solar, esta fuertemente determinada por otras variables no dependientes directamente de la actividad solar.

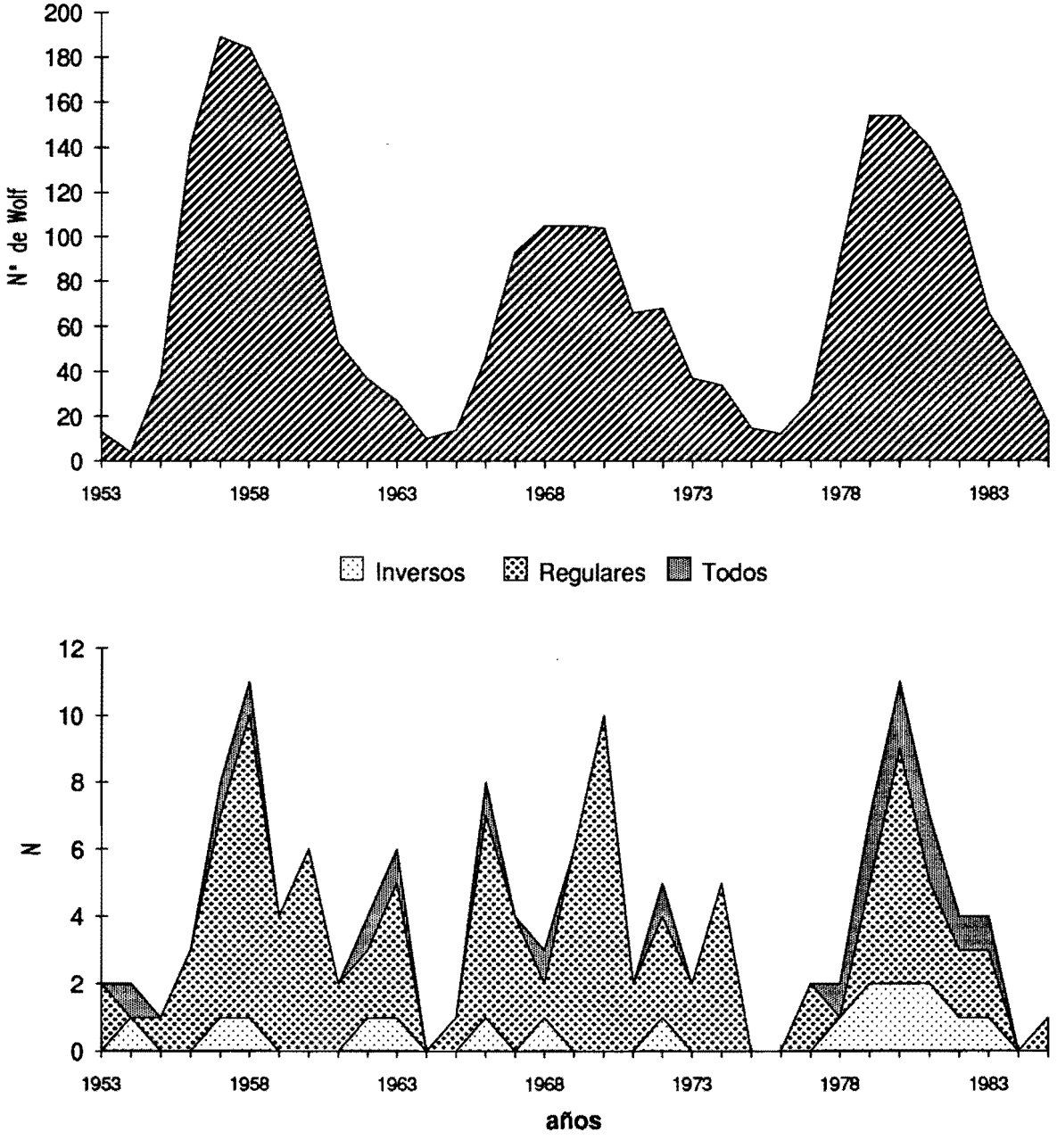

Fig. 6.—Variación del número de sfe con el ciclo solar.

Actualmente estamos trabajando en la etapa de modelización de las corrientes ionosféricas equivalentes de los fenómenos sfe, que esperamos puedan aparecer en próximos artículos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por un proyecto de Colaboración CSIC-CNRS. También se ha contado con ayuda de la CIRIT.

REFERENCIAS

GRAFE, A. (1958): Untersuchungen über die geomagnetischen Sonneneruptionseffekte von Potsdam-Niemegk für die periode 1890-1956, *Abhandlung,* 21, 9-21.

I.A.G.A. (1959): Annals of the international geophysical year, vol. II, B, 668-709.

MAYAUD, P. N. (1980): *Derivation, meaning and use of geomagnetic indices,* Amer. Geophys. Un., Geophys. Monograph 22, Washington; American Geophysical Union, 154 pp.

NAGATA, T. (1952): «Characteristics of solar flare effects (Sqa) on geomagnetic field at Huancayo (Perú) and at Kakioka (Japan)». *J. Geophys. Res.,* 57, 1-14.

PINTER, S. (1967): «Geomagnetic crochets of solar flares observed in Hurbanovo». *Bull. Astron. Inst. Czech.,* 19, 97-99.

Recibido: 27 marzo 1992