

# INGEOMINAS

## OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

Manizales

APARTADO AEREO 1296. TELEX 83443 (Cevul co)

### Boletín Informativo

Nº 27

Abril 1989



REPUBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

I N G E O M I N A S



OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

Dirección: Avenida 12 de octubre No.15-47  
Address Manizales Caldas Colombia

Telefonos: (968) - 84 30 04 - 84 30 05- 84 30 07

Fax No.: (5768) -826735

ABRIL DE 1989

LA PRESENTE INFORMACION ES PRELIMINAR, CONFIDENCIAL Y SUJETA  
A MODIFICACIONES, POR LO TANTO DEBE SOLICITARSE AUTORIZACION  
ESCRITA AL O.V.C. ANTES DE CITARSE EN ALGUNA PUBLICACION

Manizales, Colombia

# ACTIVIDAD SISMICA VOLCAN DEL RUIZ

## SISMOLOGIA

Abril de 1989

### RESUMEN

Durante el mes de abril la actividad sísmica de alta y baja frecuencia mostró una tendencia leve de descenso, al igual que la energía liberada asociada a dicha actividad. La fuente de sismos de alta frecuencia se concentró en las cercanías del cráter, al SW y al NE del mismo.

Los sismos superficiales manifestaron un ligero ascenso. Los eventos de Largo Período presentaron niveles muy bajos.

La señal de tremor experimentó una disminución notable tanto en el desplazamiento reducido como en la ocurrencia de pulsos, los cuales fueron de poca duración.

### NUMERO DE EVENTOS SISMICOS

El número de sismos tanto de alta como de baja frecuencia, mostró el mismo comportamiento que el mes anterior con una leve tendencia a disminuir (Ver Figs. 1,2 y 3). Se registraron un total de 1083 sismos de alta frecuencia, 1819 sismos de baja frecuencia y 99 sismos superficiales. El día de mayor ocurrencia de sismos de alta frecuencia fue el 11, los cuales estuvieron asociados a un enjambre, habiéndose registrado un total de 101 eventos. El día de mayor ocurrencia de sismos de baja frecuencia fue el 4 con un total de 104 eventos.

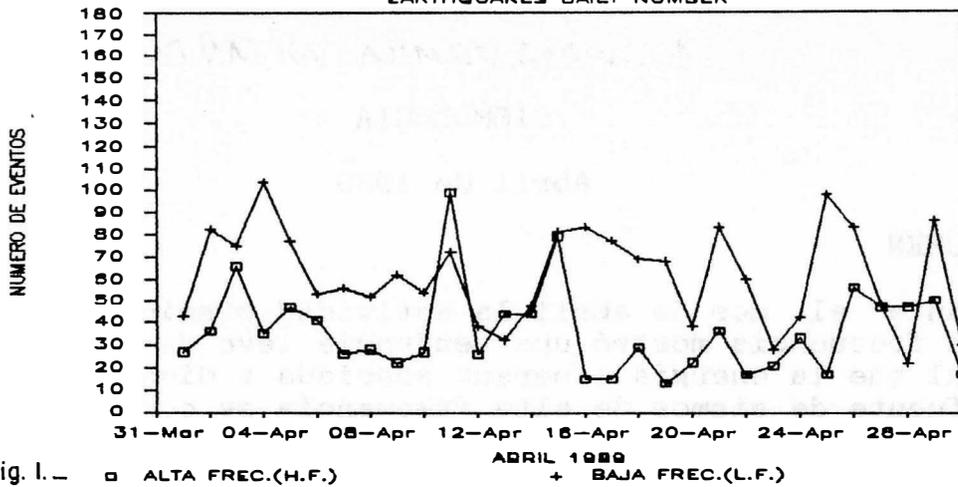
### ENERGIA LIBERADA

La energía sísmica presentó una disminución con respecto a los meses anteriores, mostrando una tendencia a disminuir (Ver Figs. 4,5 y 6). El sismo con mayor magnitud según la fórmula de Endo, se registró el día 27 a las 02:38 hora local, y presentó una magnitud de 2.3.

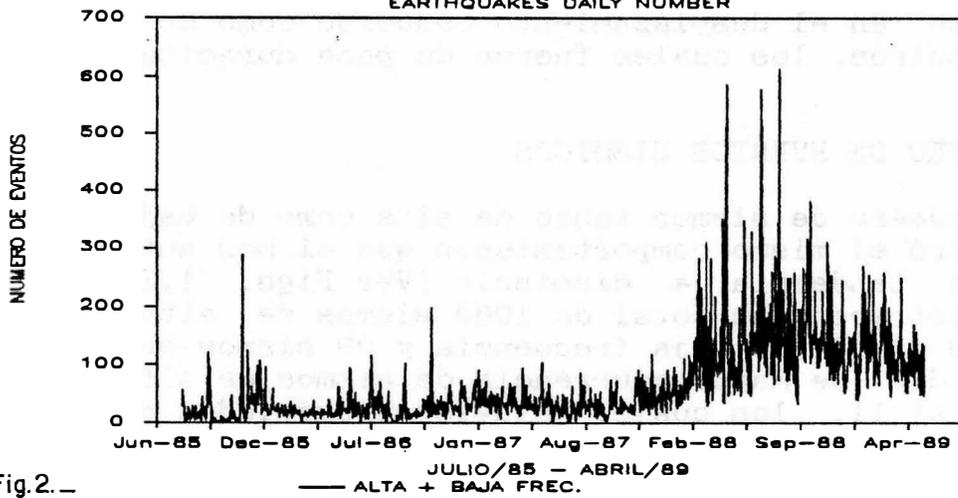
### LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA

De acuerdo a los sismos localizados se nota una concentración cerca al cráter y hacia el sector SW de éste (cerca a Recio) y en la parte NE (sector del Azufrado), Figura 7. Los hipocentros mostraron una ubicación entre 0 y 5 Km de profundidad (Ver Figura 8).

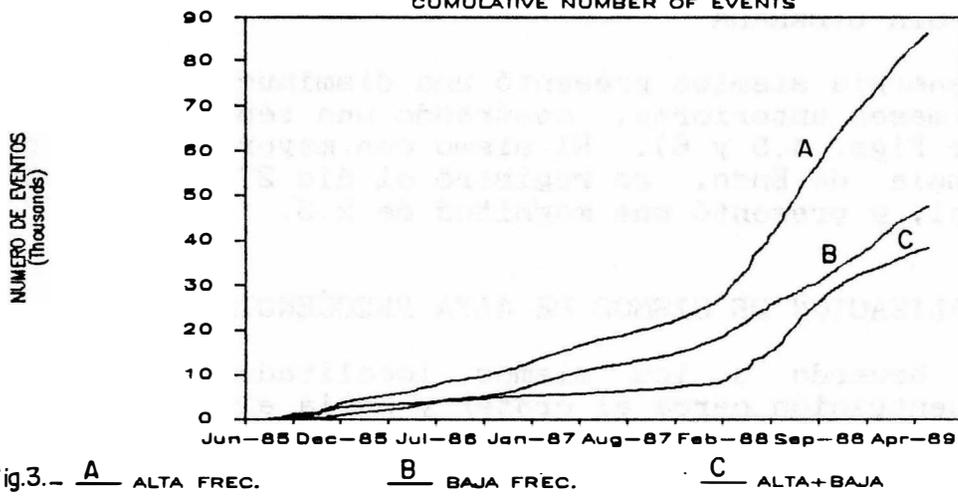
SISMOS DIARIOS EN EL RUIZ  
EARTHQUAKES DAILY NUMBER



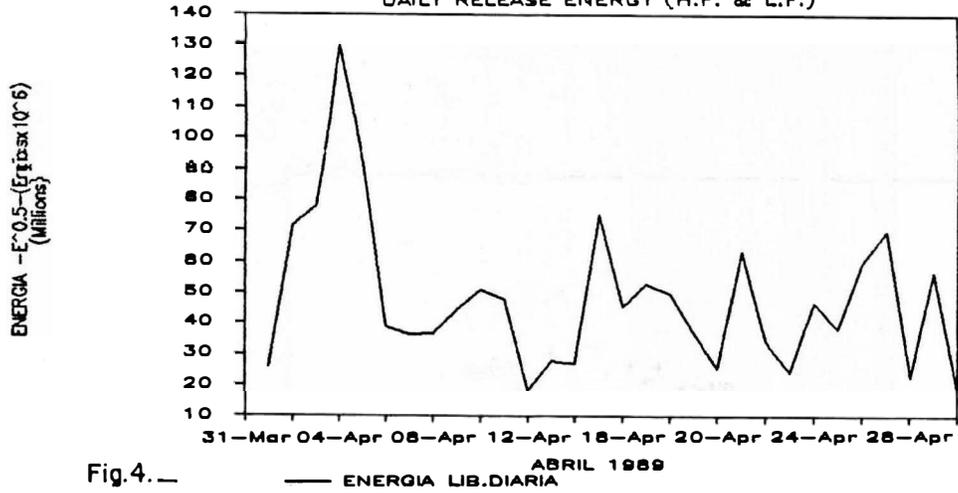
SISMOS DIARIOS EN EL RUIZ  
EARTHQUAKES DAILY NUMBER



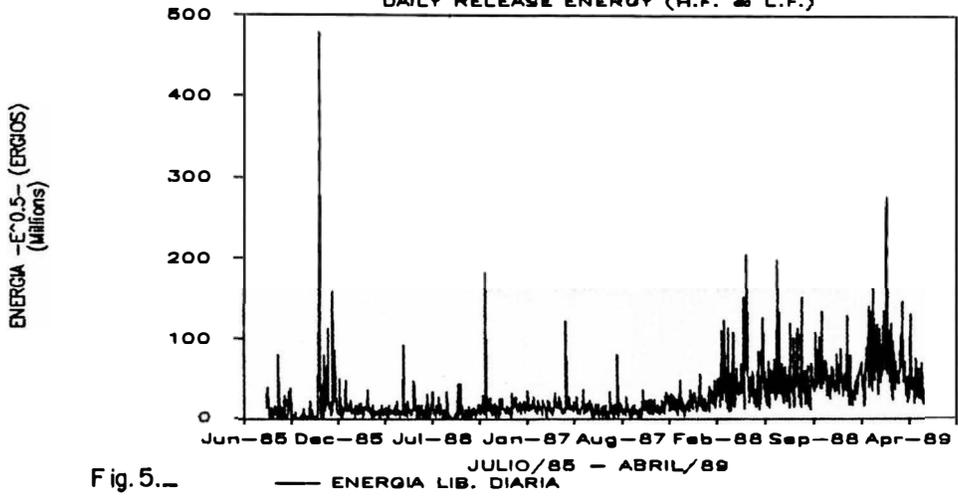
SISMOS DIARIOS ACUM ALTA Y BAJA FREQ.  
CUMULATIVE NUMBER OF EVENTS



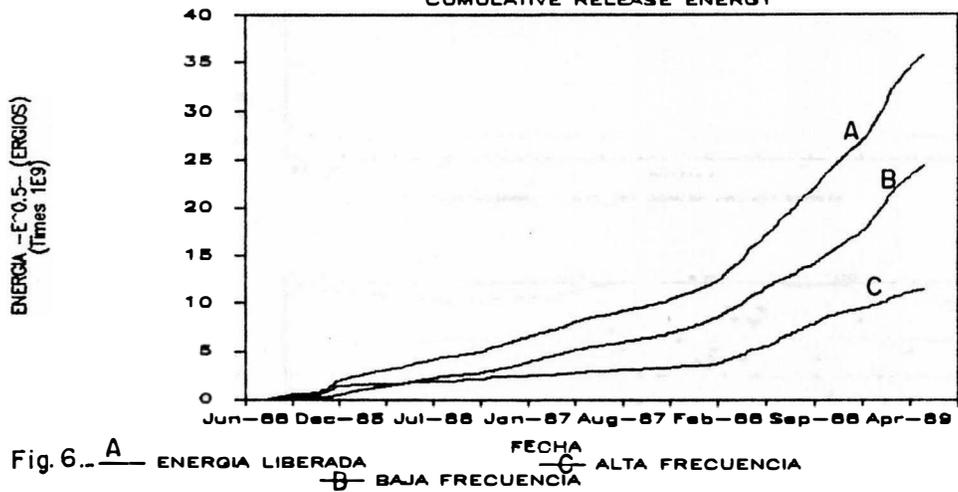
ENER. LIB. DIARIA DE ALTA Y BAJA FREC.  
DAILY RELEASE ENERGY (H.F. & L.F.)



ENERGIA LIBERADA DIARIA EN EL RUIZ  
DAILY RELEASE ENERGY (H.F. & L.F.)



ENERGIA ACUMULADA LIBERADA EN EL RUIZ  
CUMULATIVE RELEASE ENERGY



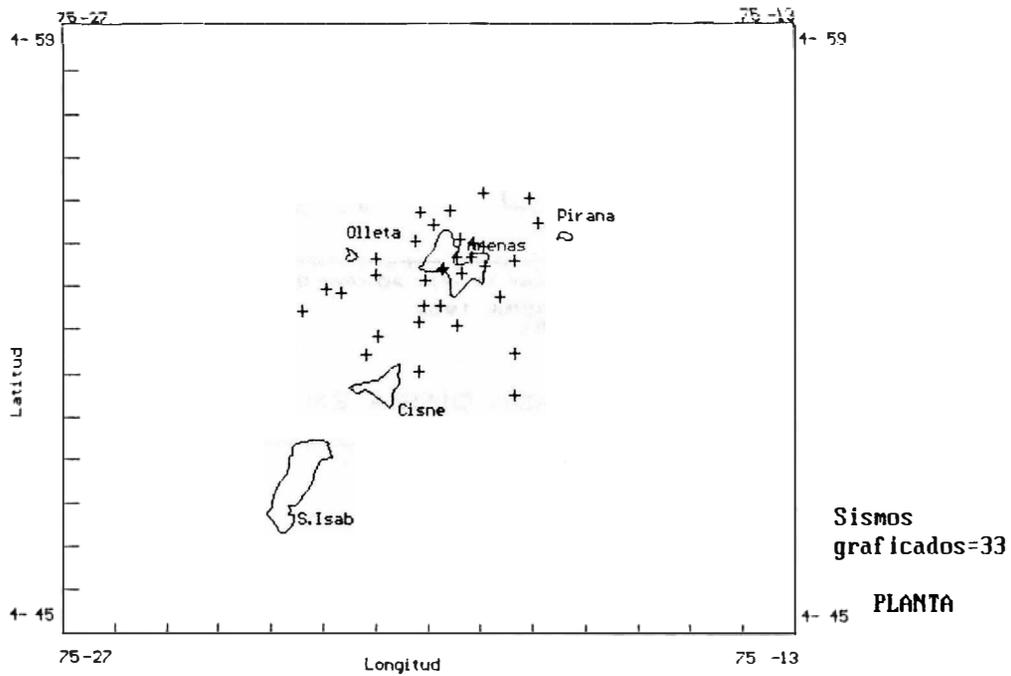


Fig. 7. \_ SISMOS VOLCAN NEVADO DEL RUIZ. ABRIL/1989

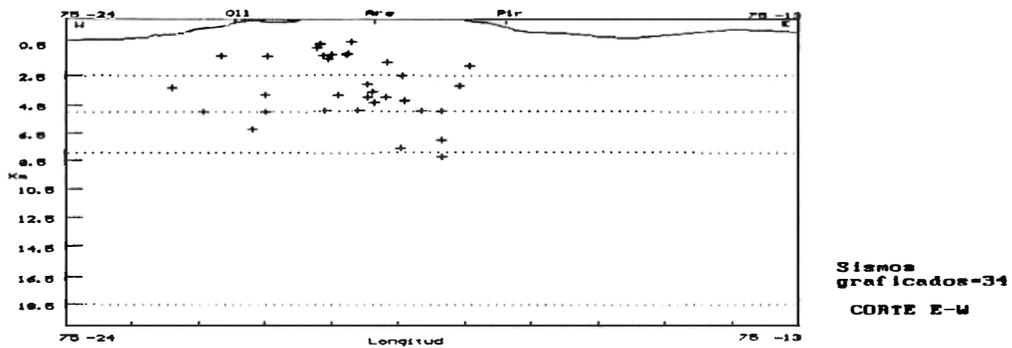
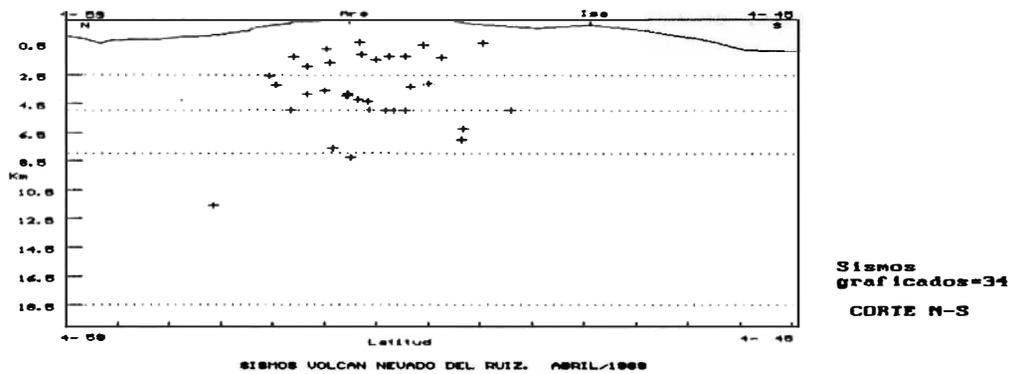


Fig. 8. \_ SISMOS VOLCAN NEVADO DEL RUIZ. ABRIL/1989

TABLA 1. PARAMETROS DE LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA VOLCAN NEVADO DEL RUIZ. ABRIL 1989.

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	NO	GAP	DMIN	RMS	ERH	ERZ	QM
890401	1418	49.10	4-54.10	75-19.38	3.63	0.77	5 138	4.0	0.02	0.2	0.6	C1
890403	716	52.21	4-52.86	75-21.64	1.15	0.68	7 224	2.3	0.24	2.2	1.7	E1
890404	1239	21.67	4-54.44	75-19.89	3.90	1.77	6 118	1.9	0.05	0.5	1.1	B1
890404	1241	22.67	4-54.70	75-20.13	1.15	1.12	6 108	1.8	0.15	1.2	1.6	B1
890405	2117	48.26	4-51.06	75-20.17	0.25	1.58	4 262	4.0	0.01			C1
890405	2117	48.59	4-52.20	75-20.16	0.33	1.58	6 224	3.6	0.06	0.8	0.4	C1
890406	223	43.95	4-53.66	75-19.46	4.00	0.64	7 139	2.8	0.07	1.0	1.0	C1
890406	2342	0.18	4-54.76	75-19.59	5.00	0.55	10 130	2.7	0.29	1.5	2.0	B1
890406	1250	36.49	4-51.45	75-21.19	6.25	0.45	10 273	5.0	0.16	1.8	1.3	C1
890407	451	1.01	4-53.65	75-20.98	3.81	-0.04	9 189	0.9	0.07	0.6	0.5	E1
890407	2337	54.10	4-52.45	75-22.40	3.31	-0.07	10 244	3.5	0.07	0.5	0.7	C1
890408	726	6.28	4-52.93	75-21.92	5.00	0.26	9 227	2.3	0.10	1.0	0.7	C1
890408	355	53.02	4-56.27	75-29.79	11.62	1.58	11 324	10.8	0.09	1.4	1.4	C1
890409	20 2	10.86	4-55.06	75-18.07	3.21	0.60	9 212	2.9	0.08	0.5	0.8	C1
890410	048	7.83	4-51.46	75-18.34	7.01	0.17	7 299	1.0	0.14	2.1	1.5	C1
890410	644	30.32	4-53.25	75-20.98	5.00	0.96	4 213	1.6	0.14			C1
890410	048	7.87	4-53.60	75-18.34	8.29	0.17	7 186	2.9	0.17	2.1	2.0	C1
890410	20 1	8.42	4-52.12	75-19.46	3.12	0.60	7 219	2.3	0.09	1.3	1.5	C1
890410	2135	12.41	4-53.47	75-18.92	4.27	-0.21	8 153	3.0	0.05	0.4	0.7	B1
890410	2136	17.16	4-53.29	75-19.35	4.40	0.23	9 152	3.1	0.10	0.6	0.9	B1
890421	336	31.18	4-53.40	75-19.74	1.04	0.23	5 275	2.5	0.23	0.0	0.0	C1
890421	1056	14.22	4-54.07	75-20.23	0.57	0.81	7 136	1.2	0.04	0.3	0.3	B1
890421	2118	53.29	4-52.55	75-19.77	1.07	0.45	8 203	3.0	0.07	0.8	0.7	C1
890422	1158	30.73	4-50.53	75-18.34	5.00	0.88	8 314	2.8	0.16	1.9	1.4	C1
890426	1856	17.84	4-51.84	75-20.97	1.22	0.64	6 242	4.2	0.07	1.3	0.8	C1
890427	155	25.38	4-53.12	75-20.05	1.41	1.50	6 183	2.4	0.11	1.5	1.1	C1
890427	5 9	23.63	4-54.45	75-17.91	1.83	0.60	6 212	4.1	0.09	0.5	1.2	C1
890427	1421	2.83	4-59.20	75-20.00	1.10	1.10	4 281	5.5	0.01			C1
890427	1820	23.12	4-52.78	75-18.63	5.00	1.25	6 156	1.6	0.29	0.6	1.0	C1
890428	148	47.12	4-53.68	75-19.18	3.99	0.25	7 143	3.2	0.02	0.1	0.1	B1
890428	8 3	1.20	4-53.94	75-18.95	7.65	0.50	5 157	3.6	0.05	1.5	3.1	C1
890428	2325	25.35	4-55.19	75-18.94	2.55	1.08	7 163	2.3	0.11	0.9	2.2	C1
890429	514	19.75	4-52.54	75-20.09	5.00	0.88	4 212	3.3	0.09			C1
890429	16 4	22.19	4-53.45	75-19.71	0.21	0.73	5 156	2.5	0.06	0.7	0.6	C1
890430	229	22.46	4-54.00	75-19.15	1.60	0.73	6 148	3.2	0.04	0.3	0.3	B1

## EVENTOS SISMICOS SUPERFICIALES

Los sismos superficiales desde el mes de febrero de este año, vienen presentando un ligero ascenso. Durante este mes la ocurrencia de eventos superficiales ha mostrado una regularidad, con un promedio de 3 sismos por día (Ver Figura 9).

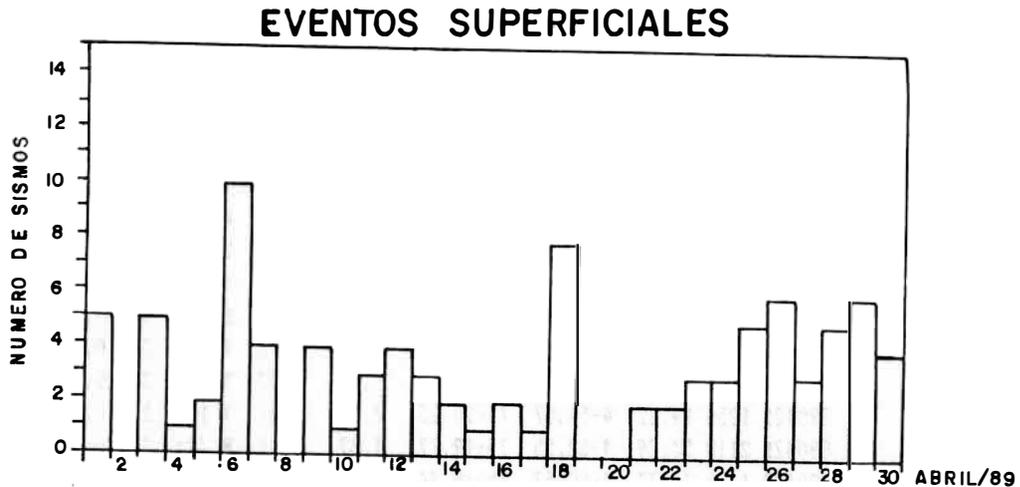


Fig. 9.— SHALLOW EARTHQUAKES

## EVENTOS DE LARGO PERIODO (L.P.)

También presentaron niveles muy bajos en su ocurrencia, a excepción del día 5 en el cual se registraron 35 eventos asociados a un enjambre.

## TREMOR

Durante el mes se notó una clara disminución del desplazamiento reducido al final del mes y de la ocurrencia en los pulsos de tremor, que además presentaron poca duración, oscilando entre 2 y 4 minutos. Los periodos dominantes en los pulsos de tremor fueron entre 0.2 y 0.35 seg. El mayor desplazamiento reducido fue de 3.24 cm<sup>2</sup> el 2 de abril, el cual fue de corta duración pero con un predominio en el periodo de 0.65 seg.

TREMOR ABRIL 1989

ESTACION REFUGIO-3

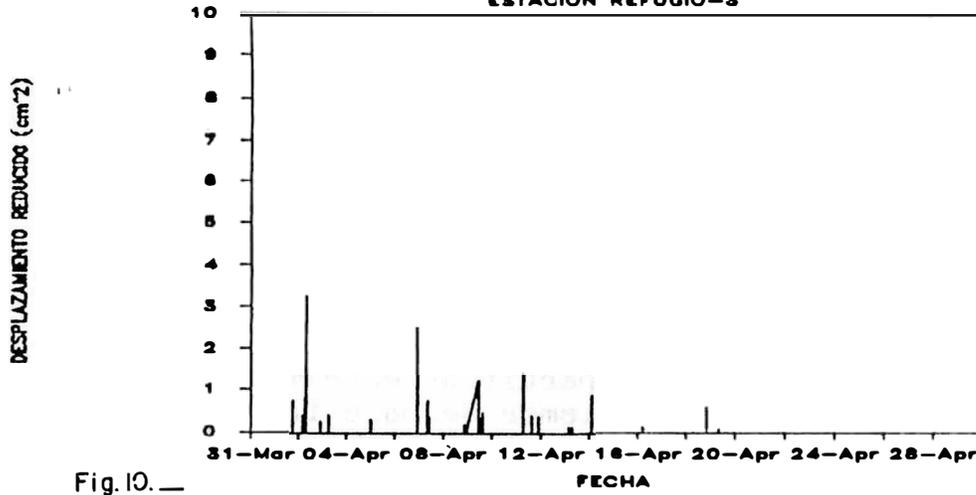


Fig. 10. —

TREMOR ABRIL 1989

ESTACION REFUGIO-3

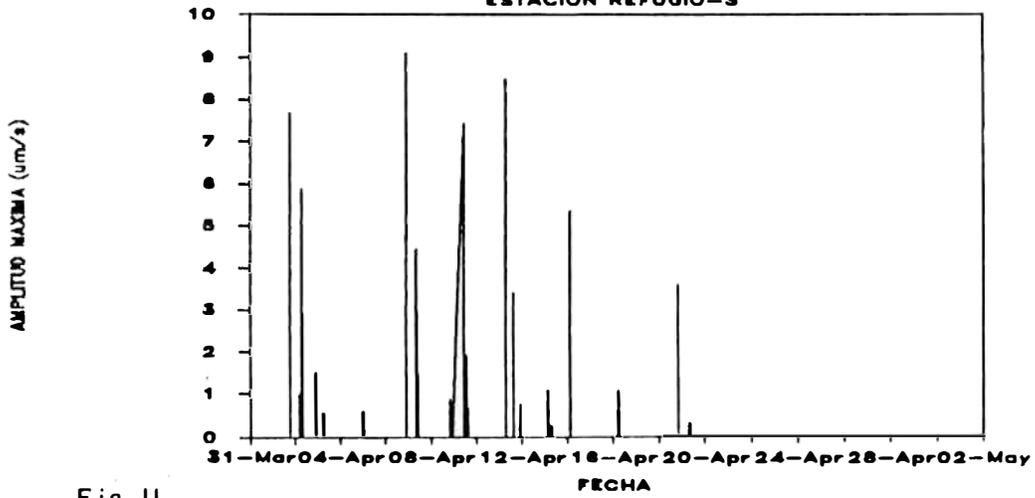


Fig. 11. —

TREMOR ABRIL 1989

ESTACION REFUGIO-3

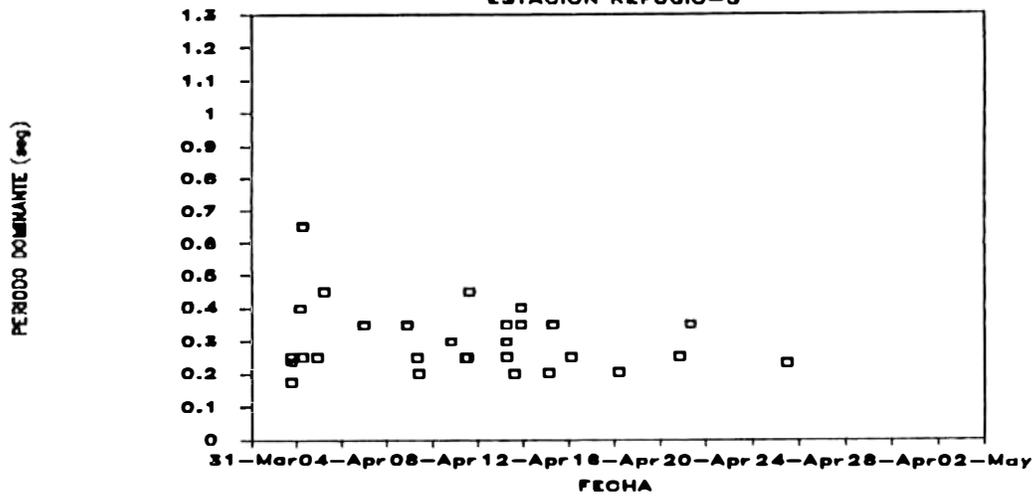


Fig. 12. —

## DISTRIBUCION DE MAGNITUDES \*

### Análisis del Parámetro "b"

Con el ánimo de ofrecer a la comunidad científica la mayor cantidad de información posible acerca de los diferentes aspectos que se vienen estudiando en el volcán Nevado del Ruiz, se presenta a partir de este mes el cálculo del parámetro "b" para los sismos de baja frecuencia ocurridos en dicho volcán.

Para el cálculo del parámetro "b" se utilizan básicamente dos fórmulas :

1)  $\log N = a - bM$ . Fórmula conocida como relación Richter-Gutenberg. Donde

N = Número de eventos sísmicos de baja frecuencia.

a , b = Son parámetros cuyos valores dependen de factores tales como: profundidad focal, niveles de esfuerzos, tipo de roca y otros.

M = Magnitud.

2)  $M = 2.82 * \log ( 0.71 * ( coda ) + 6.1 ) - 2.59$  (Zollweg).

El valor "b" que aquí se presenta, ha sido calculado con el 70 % (en promedio) de los sismos de baja frecuencia ocurridos mensualmente puesto que el 30 % restante se encuentran a la izquierda del umbral de detección de la red sísmica implementada para el volcán del Ruiz.

### GRUPO DE SISMOLOGIA

John Makario Londoño B.

Fernando Gil Cruz

Olga Patricia Bohórquez O.

Jairo Patiño C.

Alvaro Hernan Nieto E.

Alvaro Pablo Acevedo N.

### EQUIPO DE TRABAJO VOLCAN GALERAS

Jaime Arturo Romero L. (INGEOMINAS - Calí)

Isabel Mejía (INGEOMINAS - Medellín)

Betty Silva ( Universidad de Nariño )

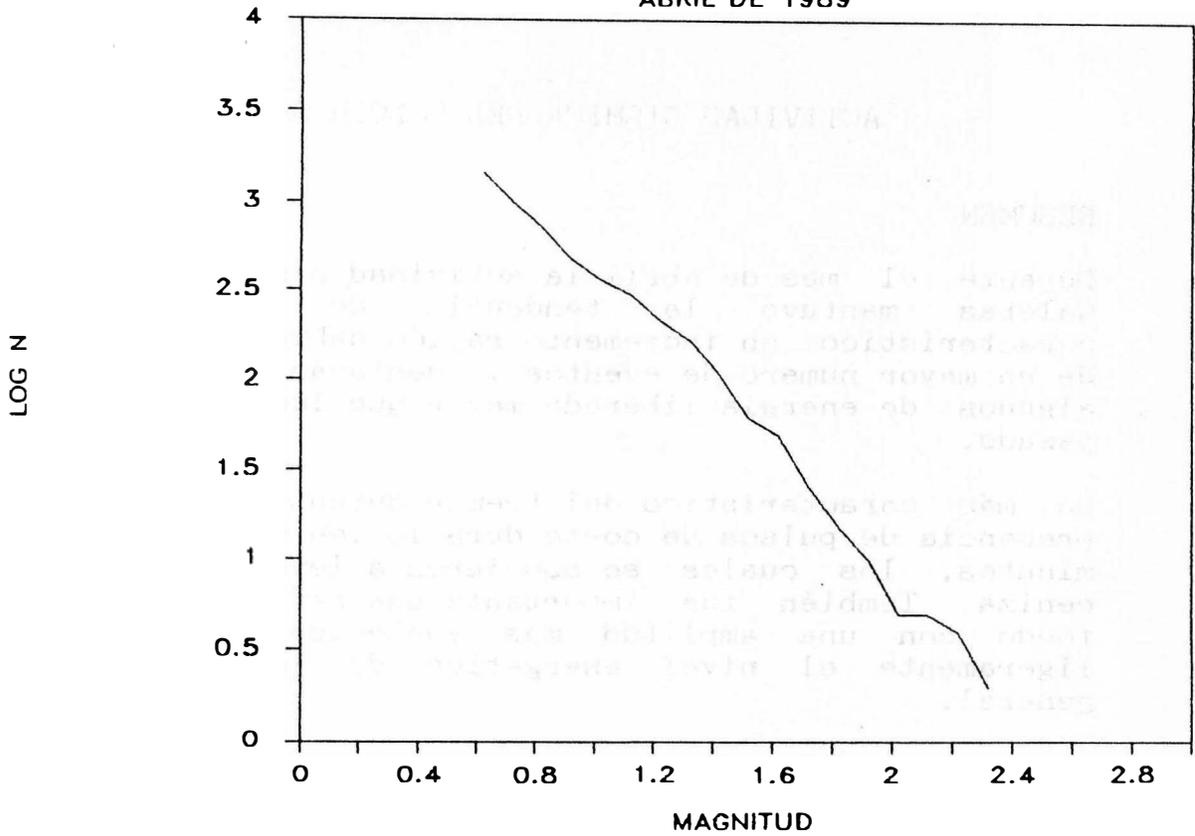
Roberto Torres ( Universidad de Nariño )

Diego Gomez (Universidad de Nariño )

\* Libaniel Casas Ospina (Estudiante Universidad de Caldas)

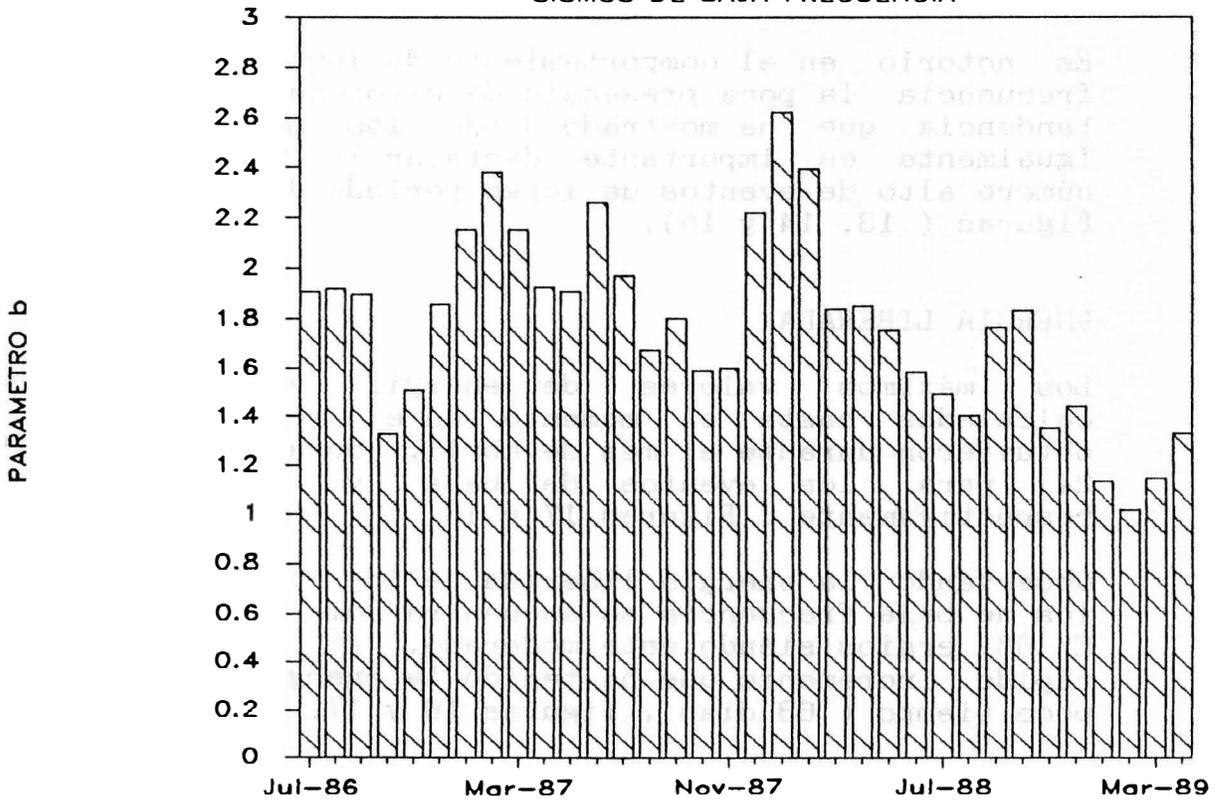
# CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA

ABRIL DE 1989



# CALCULO DEL PARAMETRO b

SISMOS DE BAJA FRECUENCIA



## ACTIVIDAD SISMICA DEL VOLCAN GALERAS

### RESUMEN

Durante el mes de abril la actividad sísmica del volcán Galeras mantuvo la tendencia de ascenso siendo característico un incremento rápido debido a la presencia de un mayor número de eventos, destacándose entre ellos algunos de energía liberada mayor que los sismos del mes pasado.

Lo mas característico del tremor durante el mes fue la presencia de pulsos de corta duración, en promedio de tres minutos, los cuales se asociaron a leves emisiones de ceniza. También fue importante una señal de tremor de fondo con una amplitud más sostenida y que aumentó ligeramente el nivel energético de la sismicidad en general.

### NUMERO DE EVENTOS SISMICOS

Durante el mes se registraron un total de 3680 sismos siendo 134 de alta frecuencia y 3546 de baja frecuencia.

La máxima ocurrencia para los eventos de alta frecuencia fue el día 5, con 30 sismos, mientras que para los de baja fue el día 26 con 228 sismos.

Es notorio en el comportamiento de los eventos de alta frecuencia la poca presencia de éstos conservando así la tendencia que ha mostrado desde los meses anteriores. Igualmente es importante destacar la presencia de un número alto de eventos de largo período durante el mes. Figuras ( 13, 14 y 15).

### ENERGIA LIBERADA

Los máximos valores de energía sísmica liberada calculados hasta el momento en el volcán Galeras se obtuvieron durante el mes de abril, durante los días 15 y 24 para los eventos de baja y alta frecuencia respectivamente. Figuras 17 y 18.

Observando la energía liberada de los eventos de alta mas los de baja frecuencia se encuentra como máximo valor  $1.23 \times 10^8$  ergios siendo éste moderado, si se considera el rápido incremento que ha tenido la energía sísmica en tan poco tiempo ( 63 días), figuras 16 y 17.



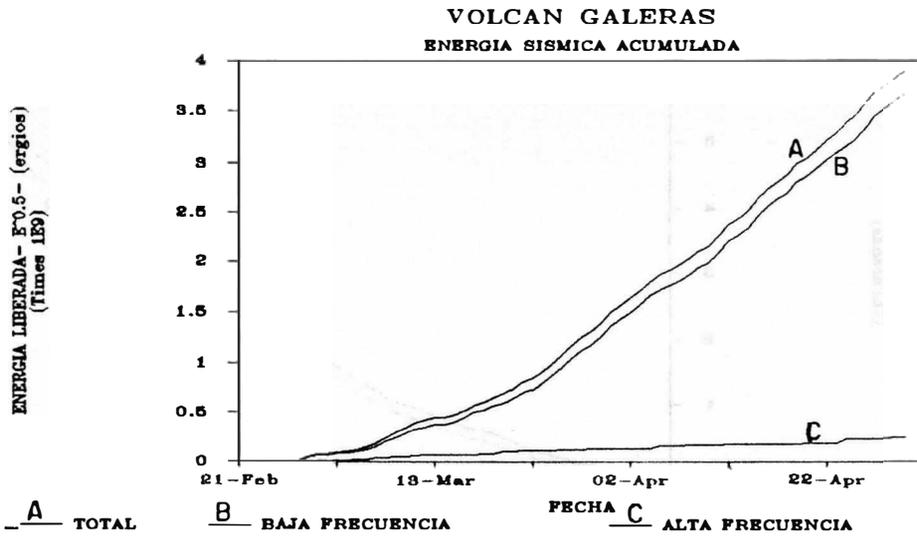


Fig.16. — A

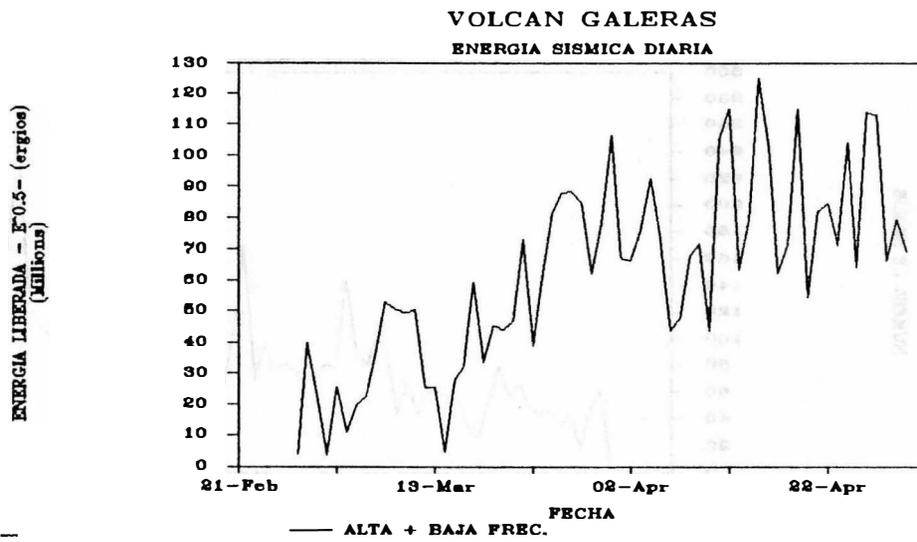


Fig.17. —

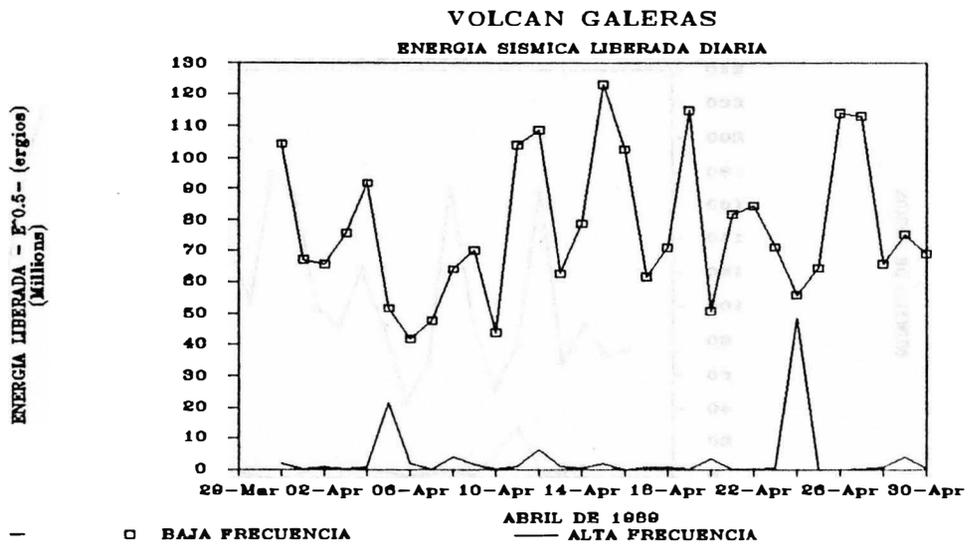


Fig.18. —

El 16 de abril fueron percibidos cerca del cráter movimientos sísmicos, corroborados por los sismos de magnitud moderada que se registraron este día. Otro sismo importante fue el ocurrido el día 24 a las 05:47 el cual fue sentido en cercanías del cráter. Este tuvo una magnitud estimada de 2.5 y una profundidad hipocentral estimada de 2 a 3 km.

## TREMOR

Durante todo el lapso de registro que se tiene lo más característico del tremor ha sido la presencia de pulsos con una duración que ha oscilado entre 1 y 6 minutos y algunos de ellos asociados a leves emisiones de ceniza, las cuales han caído en zonas cercanas al cráter. Esta señal de tremor es de tipo espasmódico en cuanto a su amplitud conservando frecuencias constantes dentro de cada pulso y que oscilan entre 2.5 y 5 Hz . Estos pulsos rápidamente alcanzan valores altos en su amplitud pero de la misma manera decaen. Algunas emisiones de ceniza que se correlacionaron con pulsos de tremor durante este mes fueron las ocurridas los días 11, 14 16, 18 y 26.

Otra señal importante del tremor fue la señal de fondo cuya presencia ha sido constante durante todo el tiempo caracterizada por presentar amplitudes bajas y con frecuencia promedio de 3.5 Hz. En los días 18 y 26 esta señal alcanzó los valores máximos del mes.

Además de estos dos tipos de tremor ha ocurrido un tercero el cual se ha caracterizado por presentar frecuencias más bajas, entre 1.25 y 1.33 Hz y de amplitud entre moderada y baja mostrando duraciones hasta de 20 minutos .Esta antecedió la emisión de cenizas que ocurrió el 27 de marzo pasado; estas cenizas cayeron en Pasto y en poblaciones cercanas al volcán.

## DEFORMACION

### RESUMEN

Durante el mes de Abril de 1989, por el método de Inclinometría Seca se ocuparon 10 de las 12 estaciones en el Volcán Nevado del Ruiz con un total de 25 mediciones, y las 2 estaciones del Volcán Galeras con 17 mediciones. Los valores obtenidos en las lecturas para los dos volcanes se pueden considerar en términos generales como pequeños y moderados.

Los 5 Vectores Cortos de Nivelación establecidos en el Volcán Galeras fueron trabajados, obteniéndose 33 medidas con diferencias pequeñas en cada uno de los tramos dentro de los rangos permisibles para los aparatos utilizados.

Con respecto a la Inclinometría Electrónica en el Volcán Nevado del Ruiz, continua la estabilidad en el comportamiento de la estación Refugio. En cuanto a la estación Recio faltan datos desde el 12 de Abril a partir de las 05:00 horas, debido a fallas en el sistema electrónico del equipo. Se recibieron para la estación Refugio 497 datos en cada una de sus componentes y 244 datos para la estación Recio.

### 1. VOLCAN NEVADO DEL RUIZ

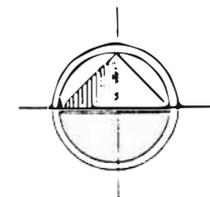
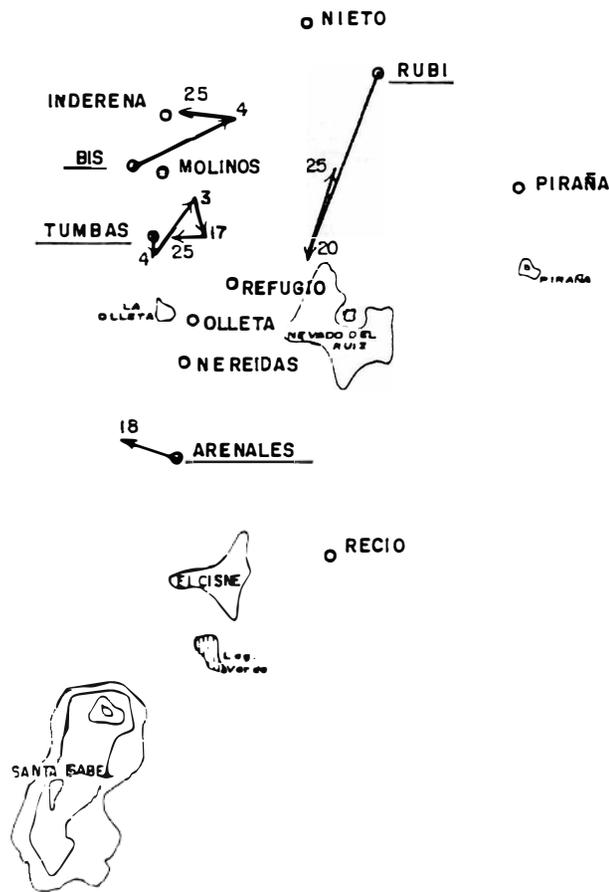
#### 1.1 INCLINOMETRIA SECA

En las figuras 1 y 2 se observa la tendencia de las diferentes estaciones en función del vector resultante inflación. Solo la estación Rubi muestra un comportamiento inflacionario para el día 20, compensándose parcialmente el día 25. Las restantes estaciones no muestran resultados significativos en sus valores resultantes; la estación Molinos continua presentando un comportamiento especial.

En las figuras 3 y 4 se observan los acumulados de las componentes Norte y Este de cada una de las estaciones de Inclinometria Seca ocupadas.

#### 1.2 INCLINOMETRIA ELECTRONICA

Se aprecia en la figura 5a, para la componente Norte de la estación Refugio un ligero ascenso respecto a la estabilidad del mes anterior, así como unos saltos



0 5 10 15 MICORRADIANS

**INGEOMINAS**  
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

**INCLINOMETRIA SECA**  
**VECTOR INFLACION**

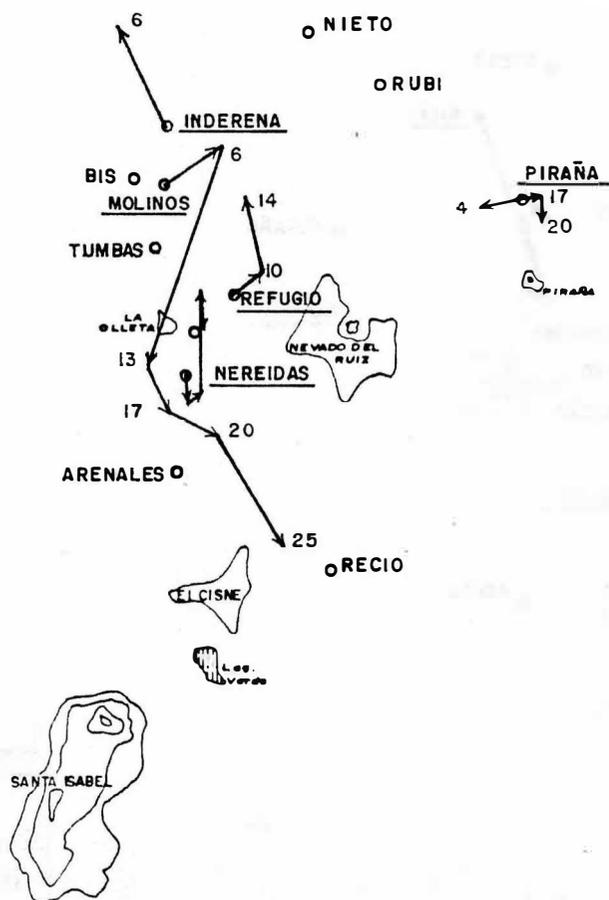
Autor: Grupo de Deformación

Dibujó Clara Ines Restrepo V.

2 1 0 1 2 Km

Abril 1989

Fig.1 de 8



0 5 10 15 Microradiones

ESC. GRAFICA

**INGEOMINAS**  
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

**INCLINOMETRIA SECA**  
**VECTOR INFLACION**

Autor: Grupo de Deformación

Dibujo Clara Ines Restrepo V.

2 1 0 1 2 Km

Abril/ 89 Fig.2 de 8

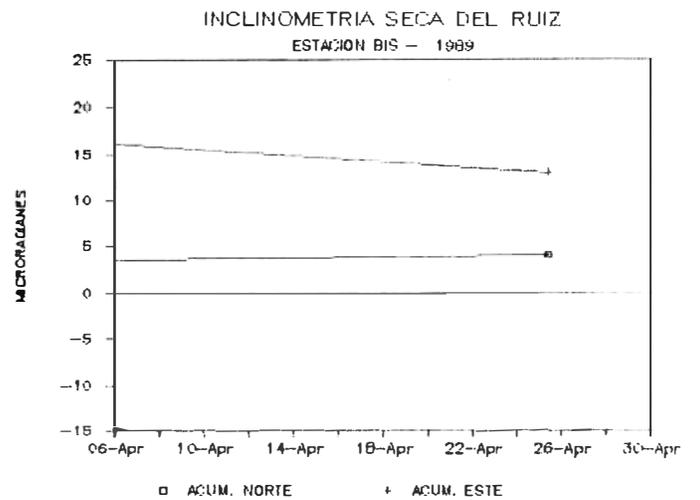
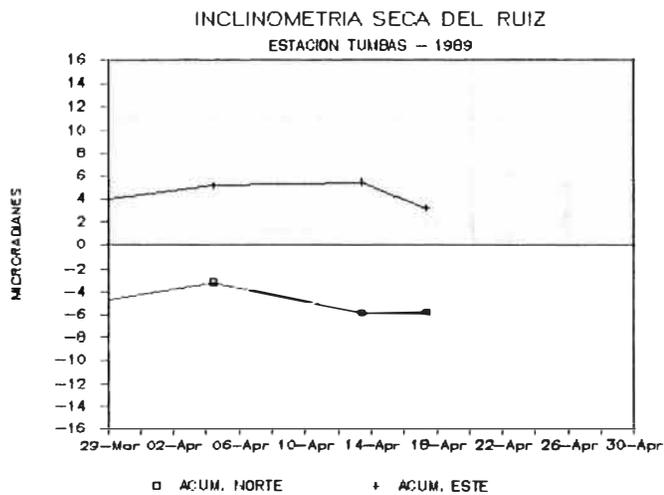
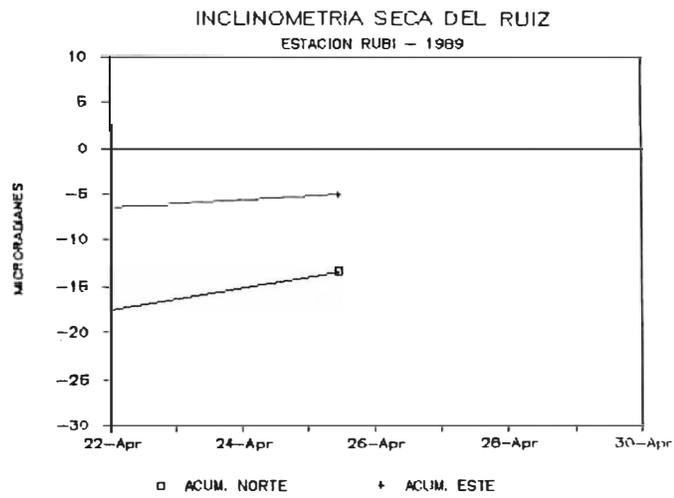
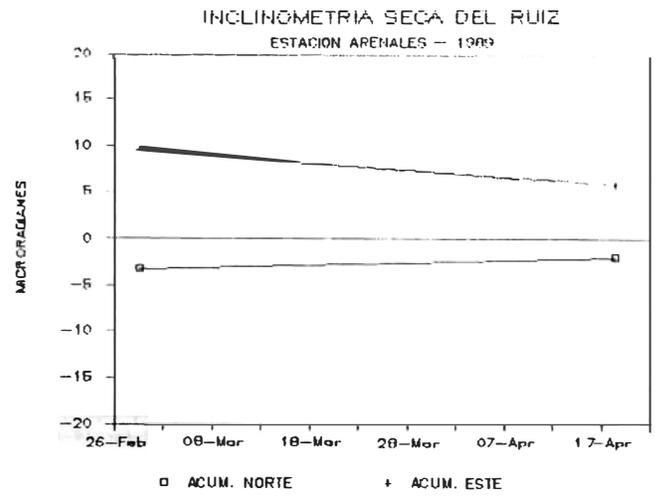
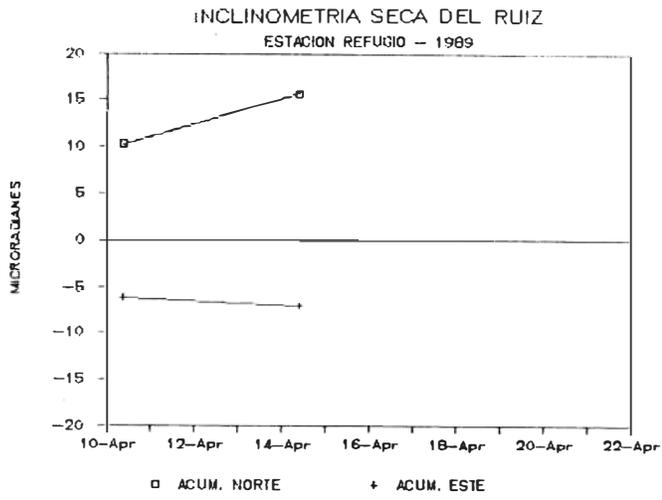


Fig. 3. —

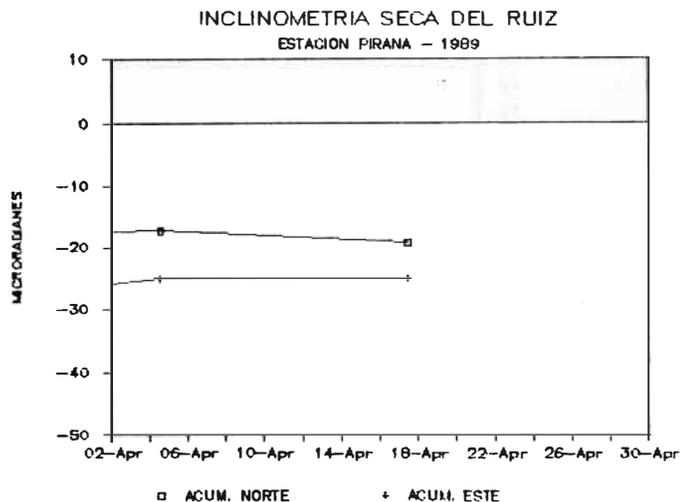
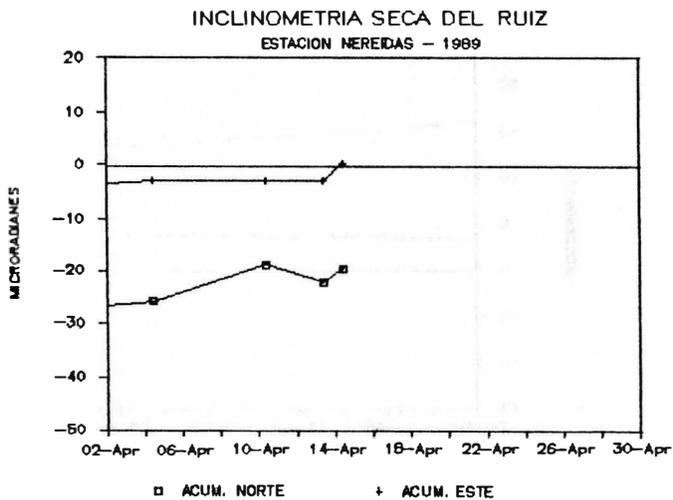
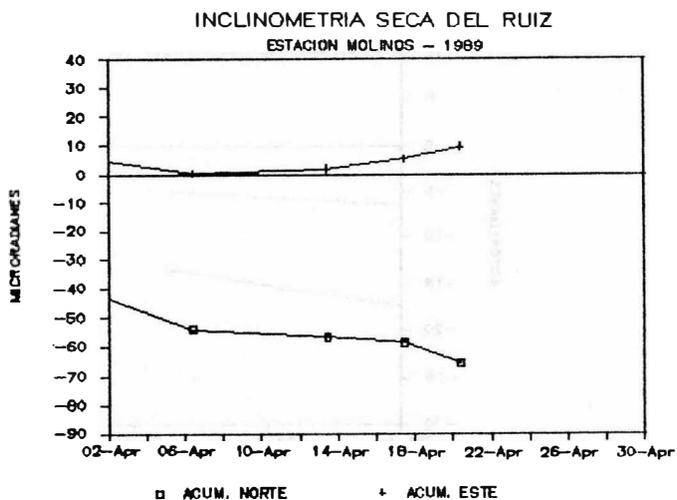
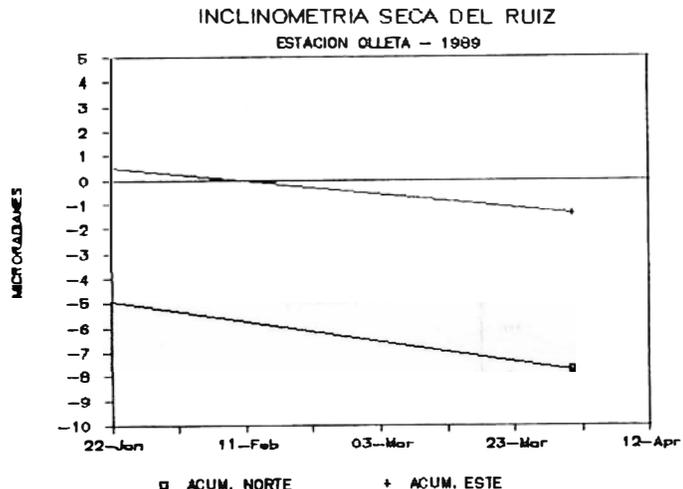
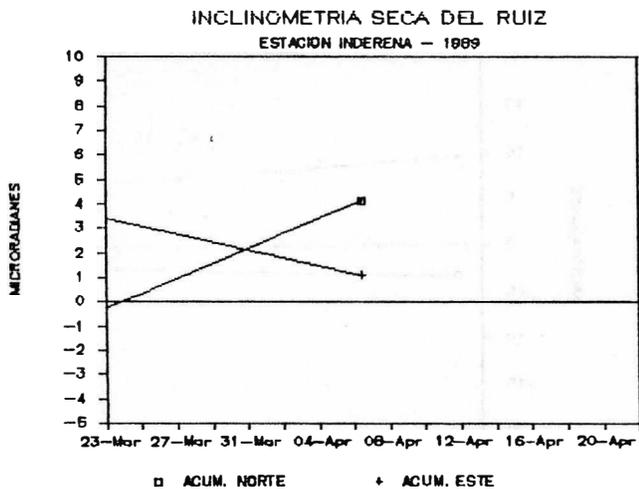
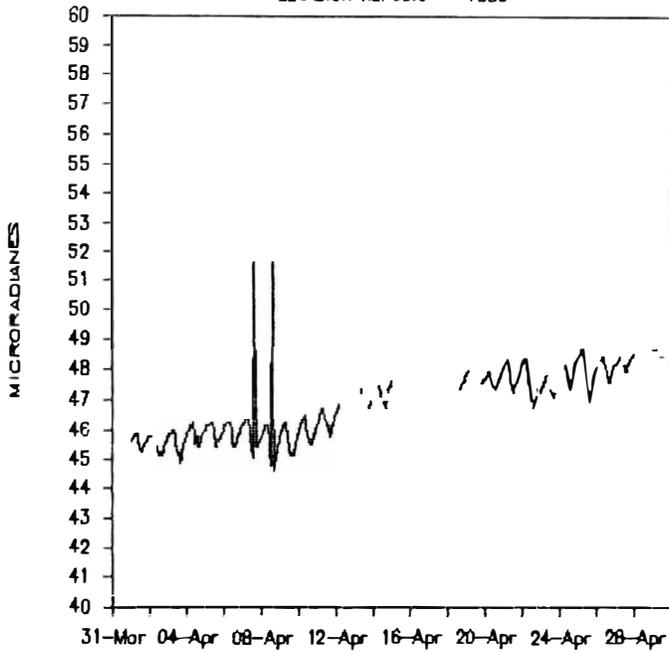


Fig. 4

### INCLINOMETRIA ELECTRONICA DEL RUIZ

ESTACION REFUGIO - 1989

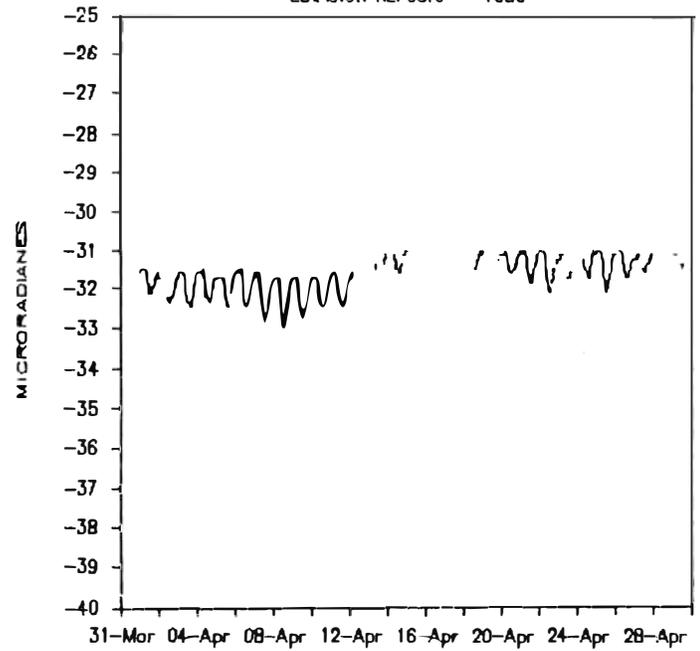


— TAU NORTE

• Fig. 5 a .—

### INCLINOMETRIA ELECTRONICA DEL RUIZ

ESTACION REFUGIO - 1989

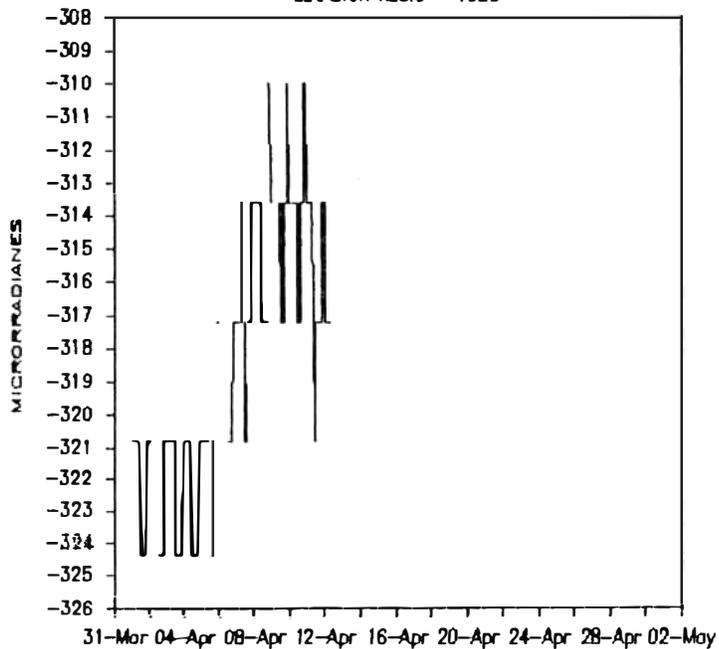


— TAU ESTE

Fig. 5 b .—

### INCLINOMETRIA ELECTRONICA DEL RUIZ

ESTACION RECIO - 1989



— TAU RADIAL

Fig. 5 c .—

presumiblemente de tipo electrónico. En la figura 5b, la componente Este de la estación Refugio continua con su comportamiento estable.

En la componente Radial de la estación Recio, figura 5c, de los datos que se tienen se alcanza a observar una ligera variación.

## 2. VOLCAN GALERAS

### 2.1 INCLINOMETRIA SECA

En la figura 6, se aprecia una clara tendencia deflacionaria con aumento paulatino en la magnitud hasta el día 16, fecha a partir de la cual, con algunas oscilaciones se mantienen al rededor del mismo lugar geométrico. La estación El Pintado, presenta cambios con una tendencia clara particular.

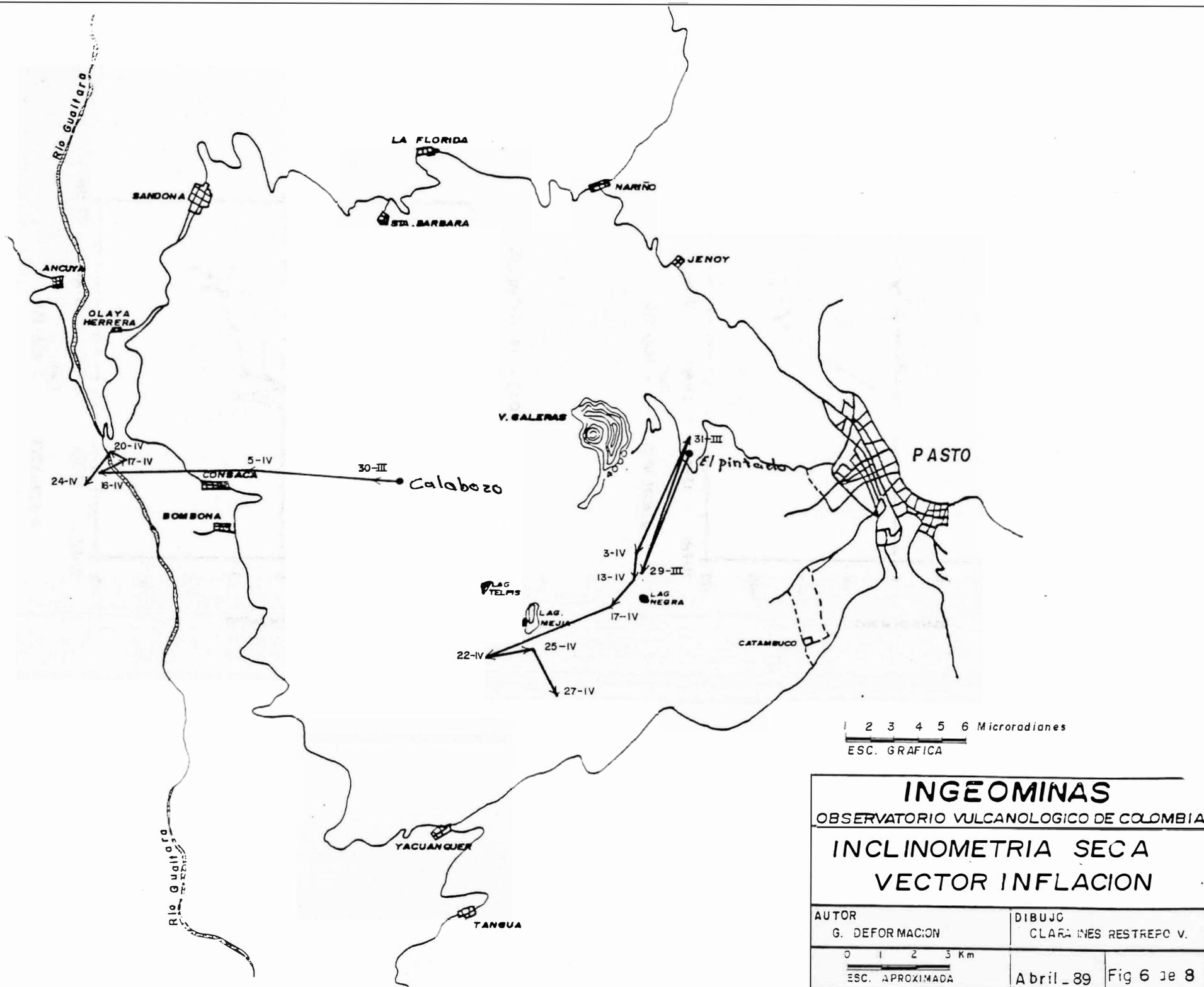
La figura 7, corresponde a los acumulados tanto de las componentes Norte y Este para las citadas estaciones. La interrupción que se presenta en la estación El Pintado, corresponde a un cambio efectuado en uno de los vértices de la estación.

### 2.2 VECTORES CORTOS DE NIVELACION

La figura 8, presenta las diferencias en centésimas de milímetros de cada uno de los Vectores Cortos de Nivelación, las cuales están dentro del margen de error permisible por condiciones atmosféricas e instrumentales.

## GRUPO DE DEFORMACION

Hector Mora P.  
Jair Ramírez C.  
Jairo Socarrás B.  
Luis F. Guarnizo A.



0 2 3 4 5 6 Microradianes  
 ESC. GRAFICA

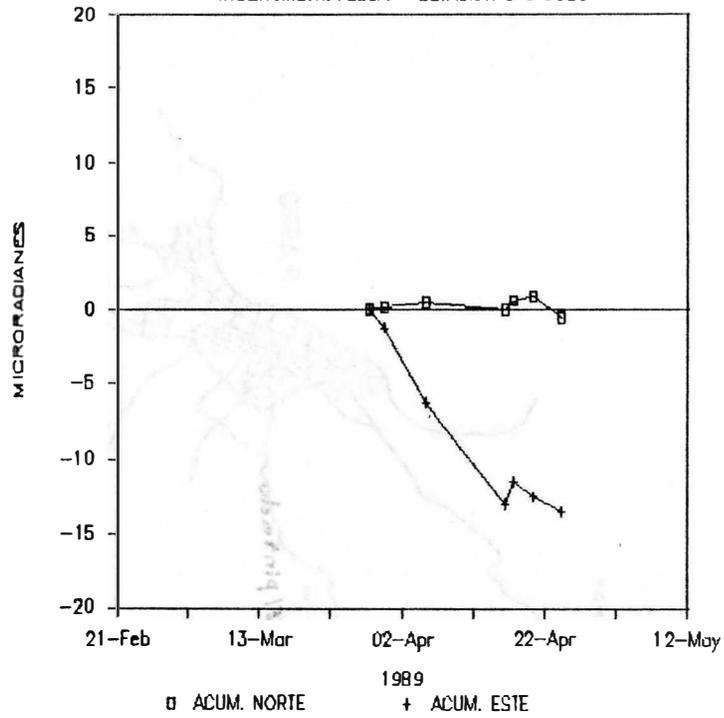
<b>INGEOMINAS</b>	
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA	
<b>INCLINOMETRIA SECA</b>	
<b>VECTOR INFLACION</b>	
AUTOR G. DEFORMACION	DIBUJO CLARA INES RESTREPO V.
0 1 2 3 Km ESC. APROXIMADA	Abril_89 Fig 6 de 8

Y = 988 000

Y = 948 000

### VOLCAN GALERAS - DEFORMACION

INCLINOMETRIA SECA - ESTACION CALABOZO



### VOLCAN GALERAS - DEFORMACION

INCLINOMETRIA SECA - ESTACION PINTADO

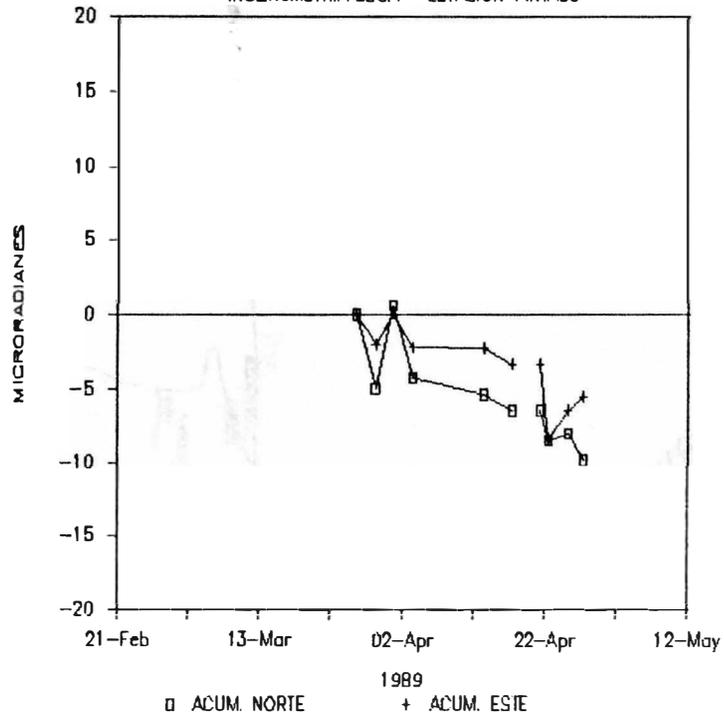


Fig. 7. —

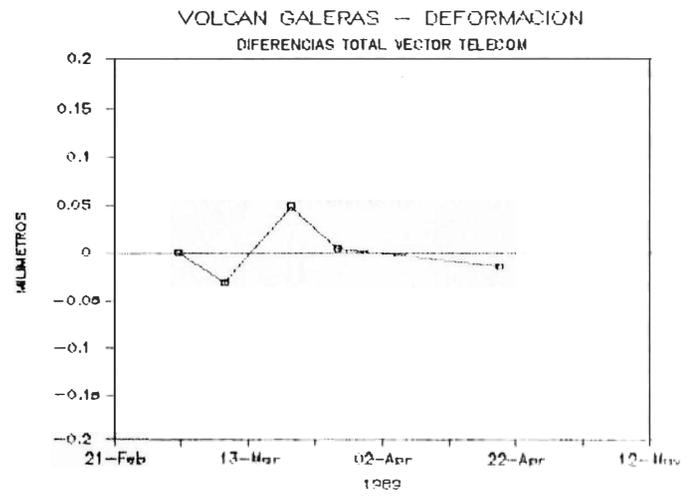
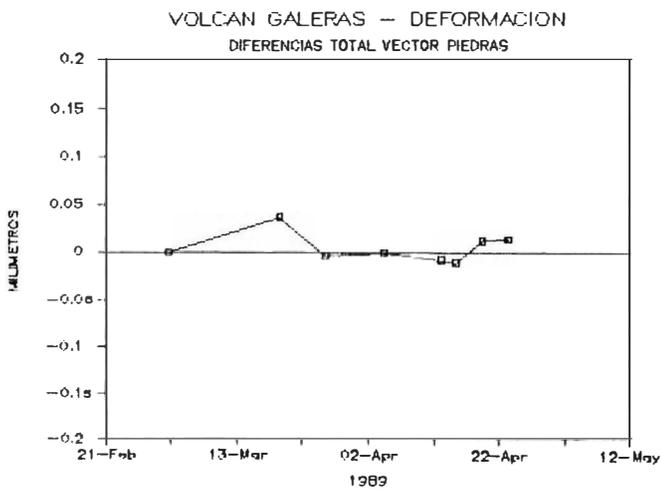
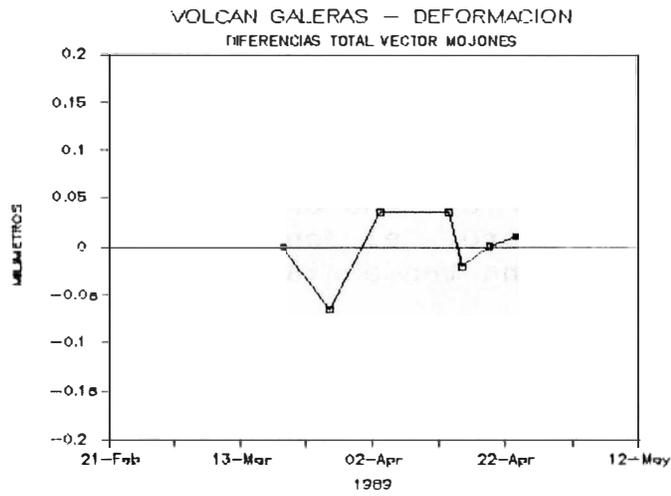
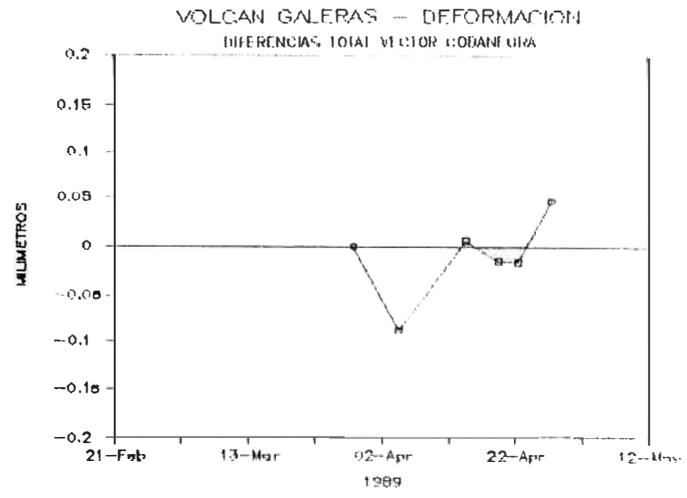
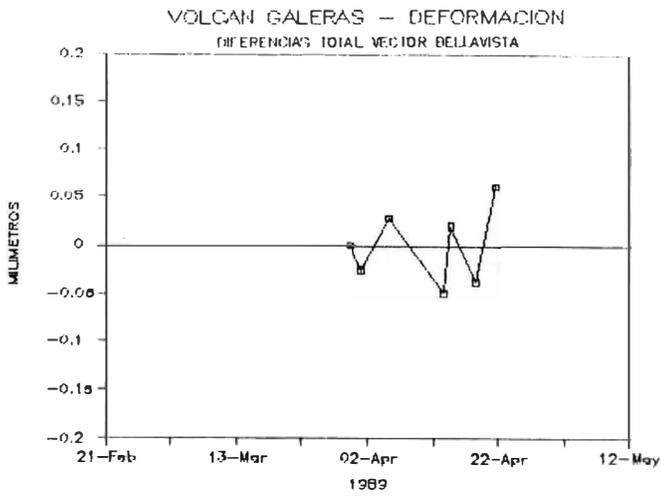


Fig. 8

## GEOLOGIA Y GEOQUIMICA

La tendencia de las 5 medidas realizadas durante este mes fue descendente, estando relacionada con la poca actividad sísmica en el volcán Nevado del Ruiz.

Las medidas fueron (figura 1) :

Abril 3	3649	ton/dia
11	933	"
14	2647	"
17	732	"
25	1051	"

Con un promedio de 1800 ton/dia y una velocidad del viento que osciló entre 1.8 y 4.5 m/seg.

La dirección preferencial de la columna fue hacia el W SW.

En lo recorrido del año despues del alto valor registrado el 9 de Febrero, el contenido de SO<sub>2</sub> en la columna de vapor tiene una tendencia estable hacia la baja (figura 2 y 3).

El promedio mensual continuó con una leve baja pero sin llegar aún a la posible "línea base" (figura 4).

En el volcán Galeras se realizaron 4 medidas en el mes con los siguientes resultados (figura 5):

Abril 6	1150	ton/dia
19	3013	"
21	1500	"
22	1000	"

Con una dirección preferencial de la columna entre N30W y N60W, sobre las poblaciones de la Florida, Consacá y Sandoná .El viento medido varió entre 1.6 y 2.5 m/seg.

# VOLCAN NEVADO DEL RUIZ

## EMISIONES DE SO2

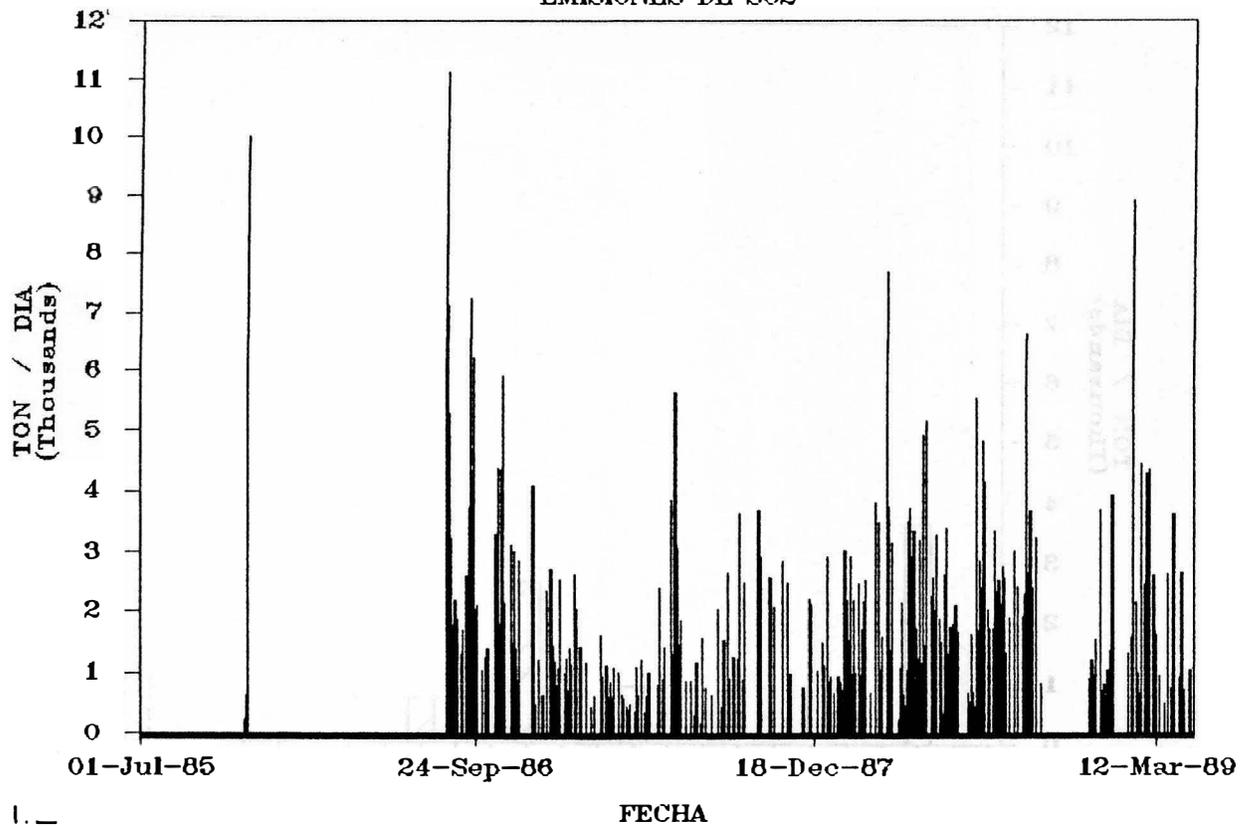


Fig. 1. —

## EMISIONES DE SO2 NEVADO DEL RUIZ

### PROMEDIO MENSUAL 1986 - 1989

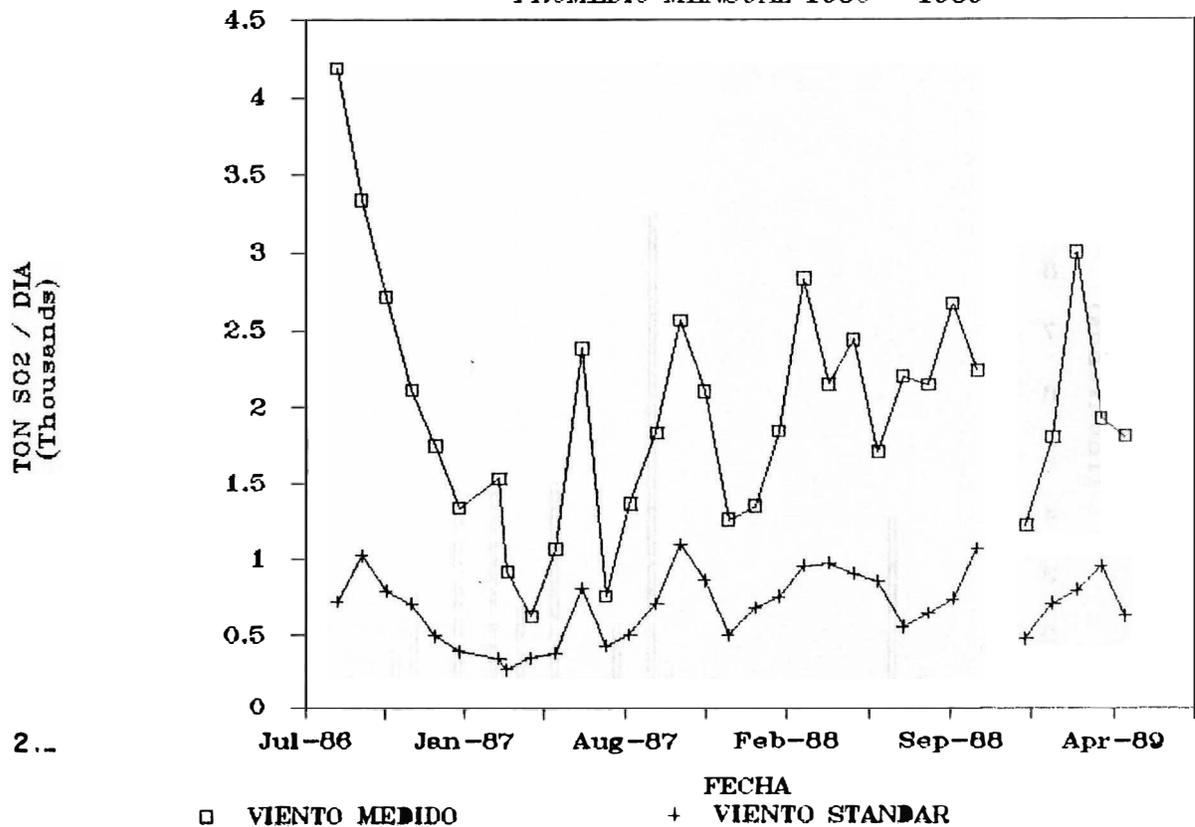


Fig. 2. —

# VOLCAN NEVADO DEL RUIZ

## EMISIONES DE SO2

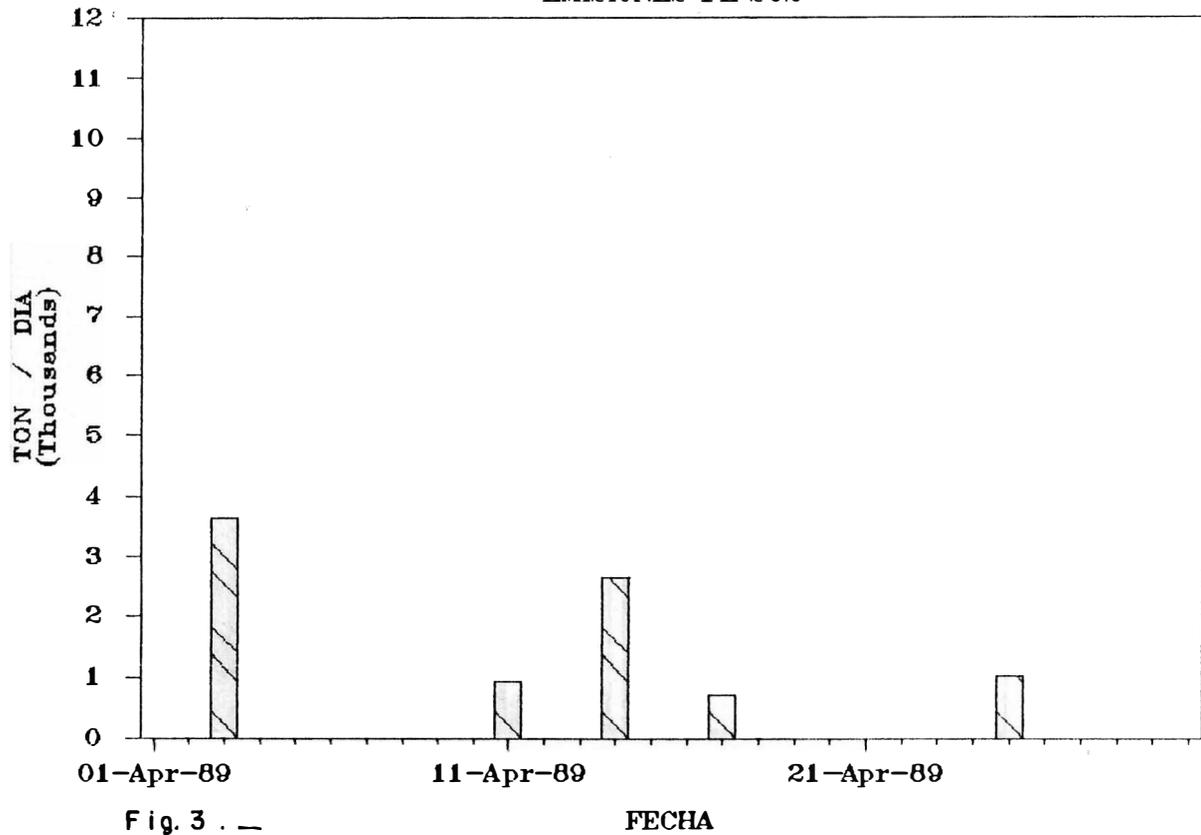


Fig. 3 . -

# VOLCAN NEVADO DEL RUIZ

## EMISIONES DE SO2

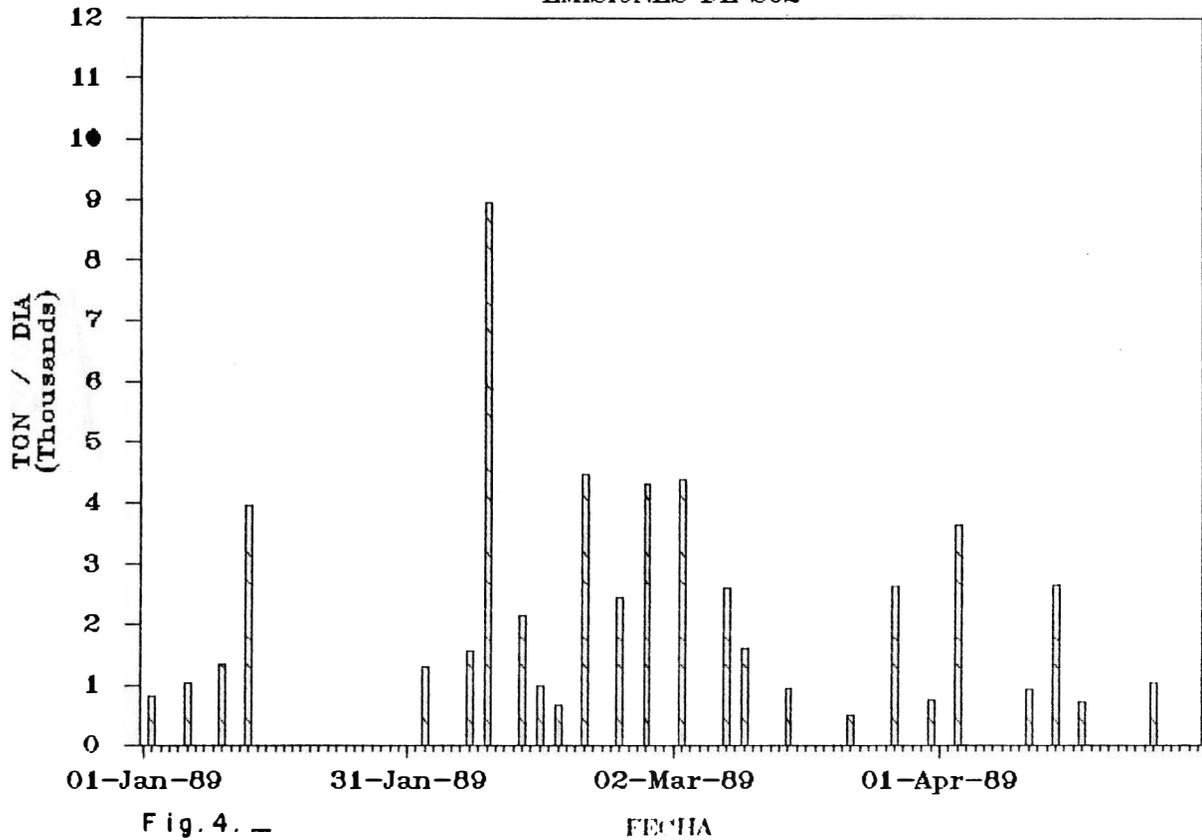


Fig. 4 . -

# VOLCAN GALERAS

## EMISIONES DE SO2

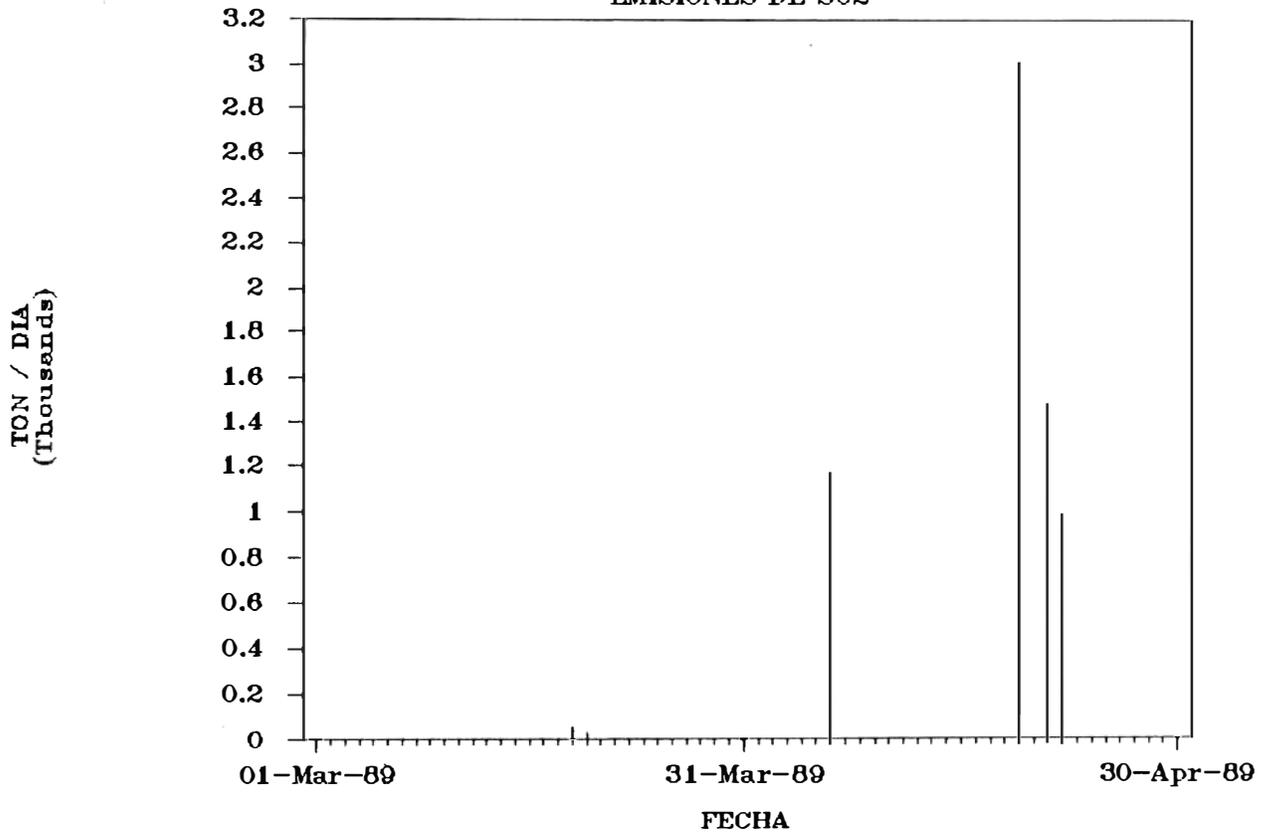


Fig. 5

A CONTINUACION SE PRESENTA LA LISTA DE ESTUDIANTES QUE HAN ESTADO VINCULADOS PERMANENTEMENTE CON EL OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA Y CUYO TRABAJO HA TENIDO UN INMENSO VALOR EN LOS DIFERENTES FRENTES DE INVESTIGACION:

GRUPO DE SISMOLOGIA:

Estudiantes de la Universidad de Caldas

Monica Arcila Rivera  
Libaniel Casas Ospina  
Leonidas Robledo Sanchez  
Hugo Fernando Ballesteros  
Juan Manuel Ruano  
Jose Mario Martinez  
Carlos Alberto Gonzalez