

INGEOMINAS

OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

APARTADO AEREO 1296 - TELEX 83443 (CEVUL CO) FAX (5768) 826735

Boletín Informativo Nº 48

ENERO 1991



MANIZALES

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS

57
8

1257
48



I N G E O M I N A S

OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

Dirección : Avenida 12 de Octubre No. 15 - 47
Manizales - Caldas - Colombia
Teléfonos : (5768) 843004 - 843005 - 843007
Fax : 826735
Telex : 83443 (CEVUL CO)
Apartado Aéreo : 1296

BOLETIN INFORMATIVO No. 48

Enero de 1991

La información contenida en este boletín es preliminar, de carácter informativo, confidencial y sujeta a modificaciones. Por lo tanto, debe solicitarse autorización escrita al O.V.C. antes de ser citada en alguna publicación.

MANIZALES - COLOMBIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO - MINERAS

- INGEOMINAS -

SUBDIRECCION DE GEOFISICA

OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

Director General : Adolfo Alarcón Guzmán
Subdirector de Geofísica : Alvaro Murillo R.

Cuerpo Técnico - Científico del Observatorio Vulcanológico
de Colombia con sede en la ciudad de Manizales :

Director : César A. Carvajal M.
Grupo de Sismología : Alvaro P. Acevedo N.
Olga P. Bohórquez O.
Fernando Gil C.
John M. Londoño B.
Fernando Muñoz C. (1)
Jairo de J. Patiño C.
Jairo L. Socarrás B.

Grupo de Deformación : Luis F. Guarnizo A.
Héctor Mora P.
Jair Ramírez C.

Grupo de Geología y Geoquímica : Marta Calvache V. (1)
Ricardo A. Méndez F.
Claudia Alfaro V.

Cuerpo Técnico - Científico del Observatorio Vulcanológico
del Sur con sede en la ciudad de Pasto :

Coordinador : Jaime A. Romero L.
Grupo de Sismología : Mónica Arcila R.
Elizabeth Betancourt V
Diego M. Gómez M.
Roberto A. Torres C.
Betty Silva P.
Gloria Patricia Cortéz
Grupo de Deformación : Milton I. Ordóñez V.
Grupo de Geología y Geoquímica : José A. Zapata G.

(1) Comisión de estudios en U.S.A.

VOLCAN NEVADO DEL RUIZ

1501 - 02

04.88 N - 75.37 W

RESUMEN GENERAL

Durante el mes de Enero de 1991, la actividad del volcán Nevado el Ruiz osciló entre niveles bajos y moderados, similar a la del mes anterior. En sismología la señal predominante fue la de los sismos de alta frecuencia entre los cuales se destacaron dos que fueron sentidos en cercanías del volcán, los cuales ocurrieron el día 16 a las 02:42 y a las 17:50 horas. Durante todo el mes se presentaron pulsos de tremor de corta duración y baja intensidad.

En deformación, mientras que los valores obtenidos no presentaron cambios importantes, en glaciología sí se hallaron serias variaciones en el glaciar de Diablos Rojos.

Dentro de las medidas del COSPEC se obtuvieron medidas que no sobrepasaron los niveles moderados.

SISMOLOGIA

1. ENERGIA SISMICA LIBERADA.

La energía de los sismos de alta frecuencia presentó valores altos los días 1, 11, 16 y 22 con valores comprendidos entre los $3.5E+07$ y $4.46E+07$ ergios.

La energía de los sismos de baja frecuencia se mantuvo en niveles bajos hasta el día 19, el día 20 presentó un nivel alto de $5.5E+07$ ergios, luego siguió oscilando entre moderado y bajo hasta finalizar el mes.

La mayor cantidad de energía liberada total se obtuvo el día 22 con $9.0E+07$ ergios nivel considerado alto, Ver figura 1.

El 16 de Enero se registraron dos sismos de alta frecuencia sentidos en cercanías del volcán el primero se localizó al Sur del cráter Arenas con una magnitud de 3.11

en la escala Richter y con una profundidad de 3.8 Km; el segundo se registró a las 17:50 que se localizó al Noreste del cráter, con una magnitud de 3.11 y con una profundidad de 3.4 kilómetros.

ENERGIA DIARIA ALTA Y BAJA FRECUENCIA ENERO DE 1991

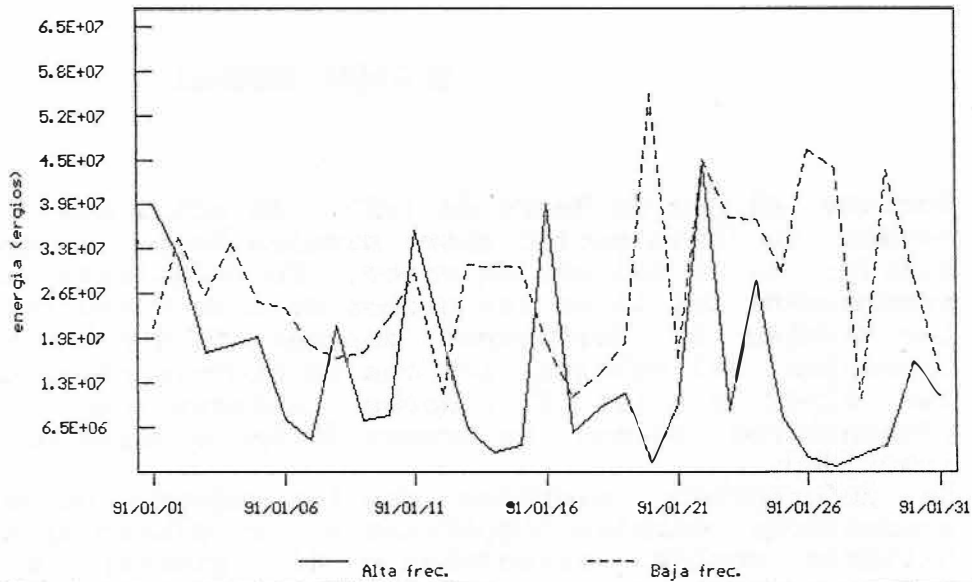


Figura 1. Se obtuvieron valores altos en la energía liberada los días 1,11,16 y 22 para los eventos de alta frecuencia y el día 20 para los de baja frecuencia.

2. NUMEROS DE EVENTOS SISMICOS.

La ocurrencia de los eventos sísmicos durante el mes fue de la siguiente manera:

Alta frecuencia: 1728
Baja frecuencia: 838

Las mayores ocurrencias de eventos de alta frecuencia en este mes fueron los días: 2, 11 y 16 con 196, 171, 127 sismos respectivamente que alcanzaron niveles muy altos y altos en su ocurrencia. Los eventos de baja frecuencia presentaron en general niveles bajos durante el mes. La máxima ocurrencia de eventos fue el día 4 con 64 sismos registrados, ver figura 2.

SISMOS DIARIOS ALTA Y BAJA FRECUENCIA ENERO DE 1991

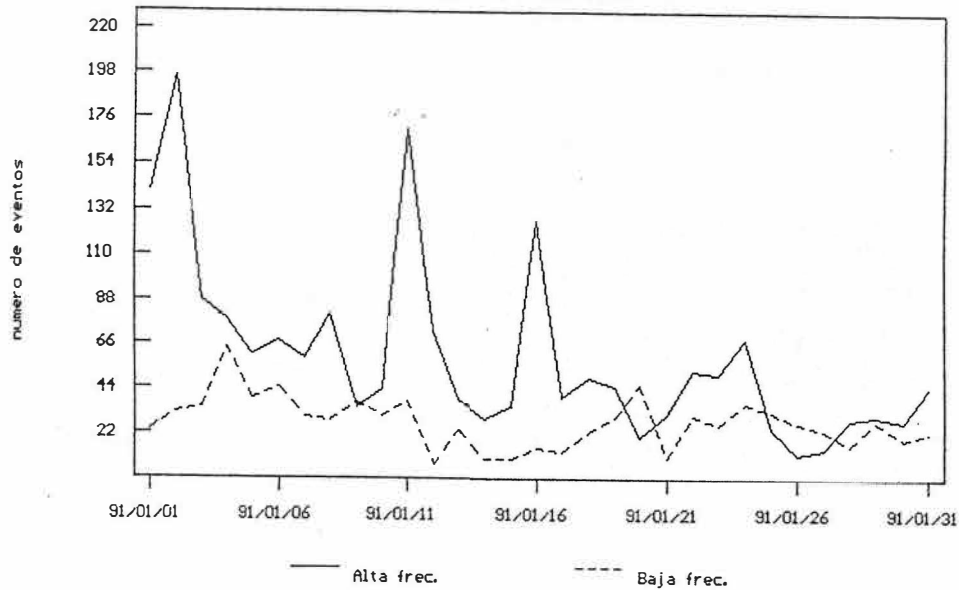


Figura 2. Los principales incrementos en la ocurrencia de eventos de alta frecuencia se presentaron durante la primera quincena del mes. Para los de baja frecuencia la ocurrencia se mantuvo baja durante todo el mes.

3. LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA.

La gran mayoría de los sismos se ubicaron formando una franja con dirección NE-SW, lo cual coincide con la fuente sísmica de meses anteriores y la falla de Palestina que está localizada en esa franja. Las profundidades de los sismos localizados oscilaron entre 0.1 y 5.0 kilómetros. ver tabla 1 y figuras 3a, 3b y 3c.

TABLA 1.- PARAMETROS DE LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA. ENERO DE 1991

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	NO	GAP	DMIN	RMS	ERH	ERI	GM	
910104	345	45.19	4-53.02	75-19.41	1.40	5	192	2.8	0.00	0.5	0.1 C1 TD=6.000	
910105	214	8.89	4-52.26	75-20.06	1.92	7	220	3.4	0.08	0.8	1.8 C1 TD=3.000	
910105	1555	37.64	4-51.39	75-20.27	1.00	8	252	3.9	0.03	0.5	0.3 C1 TD=2.000	
910106	328	50.14	4-53.75	75-17.93	1.00	6	140	2.0	0.08	0.6	1.6 B1 TD=1.000	
910107	1315	19.74	4-53.33	75-19.66	0.42	7	160	2.7	0.04	0.2	0.2 B1 TD=5.000	
910107	1812	52.69	4-52.73	75-19.99	3.00	5	200	3.0	0.07	1.1	4.0 C1 TD=3.000	
910108	157	54.02	4-55.05	75-20.42	1.27	5	211	1.9	0.07	0.4	0.4 C1 TD=1.000	
910108	2246	23.77	4-53.58	75-19.48	0.51	7	143	2.8	0.04	0.3	0.3 B1 TD=1.000	
910108	329	33.86	4-54.22	75-19.34	1.89	4	216	2.9	0.00		C1 TD=6.000	
910108	940	45.73	4-54.69	75-18.66	3.33	6	177	3.3	0.06	0.7	1.7 B1 TD=2.000	
910111	1818	18.68	4-53.57	75-19.36	0.27	12	131	1.9	0.06	0.2	0.3 B1 TD=3.000	
910111	1851	5.98	4-52.54	75-18.85	2.93	10	170	1.5	0.06	0.4	0.8 B1 TD=5.000	
910111	2233	24.37	4-53.35	75-19.88	0.25	6	166	1.1	0.05	0.8	0.6 B1 TD=3.000	
910112	0	5	25.88	4-52.97	75-19.71	1.13	9	179	3.0	0.09	0.5	0.7 B1 TD=2.000
910112	1331	37.51	4-53.41	75-19.57	1.09	9	151	1.5	0.06	0.3	0.5 B1 TD=5.000	
910112	1824	57.29	4-55.60	75-19.67	5.23	8	121	2.2	0.04	0.3	0.4 B1 TD=6.000	
910112	1915	32.03	4-54.24	75-19.42	4.38	10	215	2.0	0.07	2.4	1.3 C1 TD=7.000	
910112	1331	37.50	4-53.35	75-19.56	1.31	9	156	1.6	0.06	0.3	0.4 B1 TD=6.000	
910112	1915	32.03	4-54.24	75-19.42	4.38	10	215	2.0	0.07	2.4	1.3 C1 TD=7.000	
910113	1743	15.80	4-53.51	75-19.47	0.46	8	139	1.7	0.08	0.4	0.5 B1 TD=5.000	
910115	1849	34.61	4-49.86	75-20.51	1.84	8	286	5.8	0.05	2.1	3.5 C1 TD=1.000	
910115	1754	40.54	4-50.89	75-20.43	1.66	9	265	4.5	0.04	0.5	0.4 C1 TD=1.000	
910116	016	27.38	4-51.00	75-20.15	1.00	7	264	4.0	0.05	1.2	0.5 C1 TD=2.000	
910116	026	27.69	4-51.19	75-20.25	1.26	10	258	4.0	0.08	0.6	0.4 C1 TD=3.000	
910116	242	22.10	4-52.12	75-19.65	3.80	8	222	2.6	0.05	0.6	0.4 C1 TD=3.800	
910116	424	8.75	4-53.17	75-19.66	0.43	7	168	1.6	0.05	0.5	0.4 B1 TD=5.000	
910116	443	43.91	4-50.57	75-20.02	3.66	13	276	4.2	0.09	0.6	0.4 C1 TD=1.000	
910116	1846	4.30	4-55.49	75-18.30	0.02	6	210	3.0	0.01	0.1	0.1 C1 TD=2.000	
910116	1750	43.19	4-54.54	75-18.94	1.77	7	90	3.1	0.06	0.4	0.5 A1 TD=3.000	
910116	2046	59.45	4-54.31	75-18.84	4.22	9	86	3.1	0.10	0.6	0.8 A1 TD=1.000	
910117	140	8.78	4-53.09	75-19.92	1.83	7	180	1.3	0.02	0.3	0.2 B1 TD=4.000	
910117	6	1	12.74	4-51.62	75-20.78	3.01	8	246	3.8	0.06	1.1	1.3 C1 TD=4.000
910118	4	7	49.90	4-52.74	75-20.01	3.23	8	200	1.8	0.06	0.6	0.9 C1 TD=5.000
910119	831	36.24	4-50.44	75-20.43	1.64	8	276	5.0	0.04	1.0	0.9 C1 TD=3.000	
910119	1124	40.53	4-53.62	75-19.31	0.58	10	126	1.9	0.07	0.3	0.3 B1 TD=1.000	
910119	1139	16.17	4-52.21	75-20.21	3.58	10	224	2.7	0.08	0.7	0.6 C1 TD=1.000	
910120	1654	54.50	4-51.63	75-19.89	1.33	6	244	3.1	0.02	0.5	0.4 C1 TD=1.000	
910122	436	44.96	4-51.02	75-20.83	0.71	6	262	4.9	0.09	1.1	1.6 C1 TD=5.000	
910125	338	38.22	4-53.25	75-17.59	0.96	6	185	2.4	0.03	0.3	0.5 C1 TD=1.000	
910125	518	37.79	4-53.07	75-17.19	1.04	6	221	2.5	0.06	0.6	0.4 C1 TD=2.000	
910125	649	47.72	4-53.02	75-19.79	0.00	5	179	3.4	0.01	0.2	0.2 C1 TD=0.000	
910130	934	4.12	4-51.32	75-20.04	1.61	6	255	3.6	0.03	0.7	0.2 C1 TD=1.500	
910131	1	2	51.63	4-52.15	75-19.72	1.15	4	267	4.9	0.00		C1 TD=5.000
910131	16	4	2.60	4-52.51	75-19.58	3.69	5	145	1.7	0.02	0.4	0.4 C1 TD=1.500
910131	18	2	11.38	4-52.43	75-20.37	2.91	6	188	0.6	0.04	0.9	0.7 C1 TD=1.000

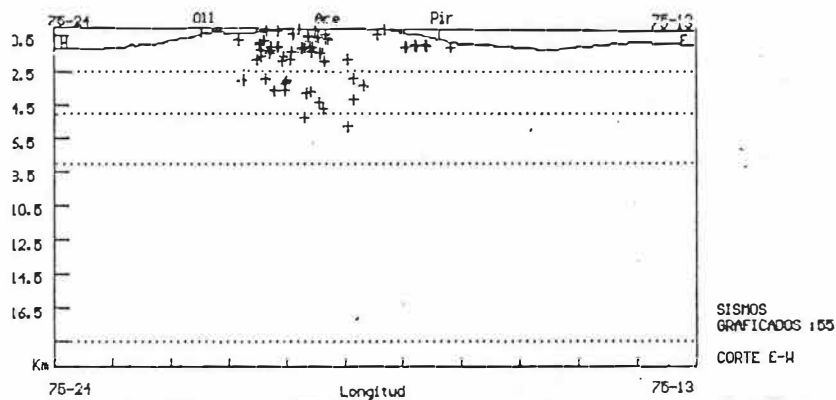
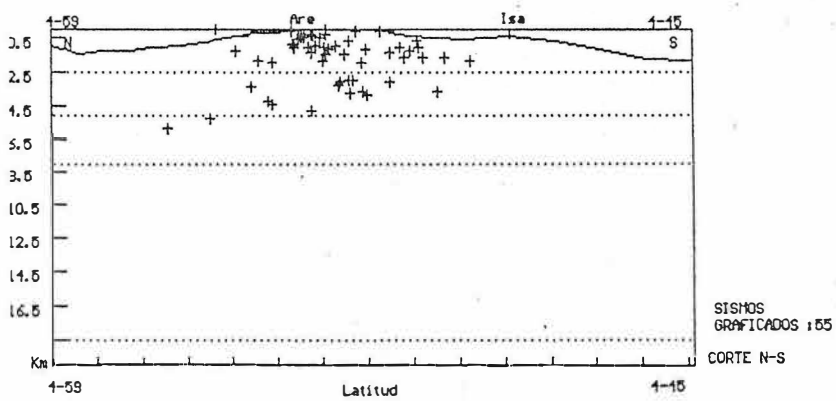
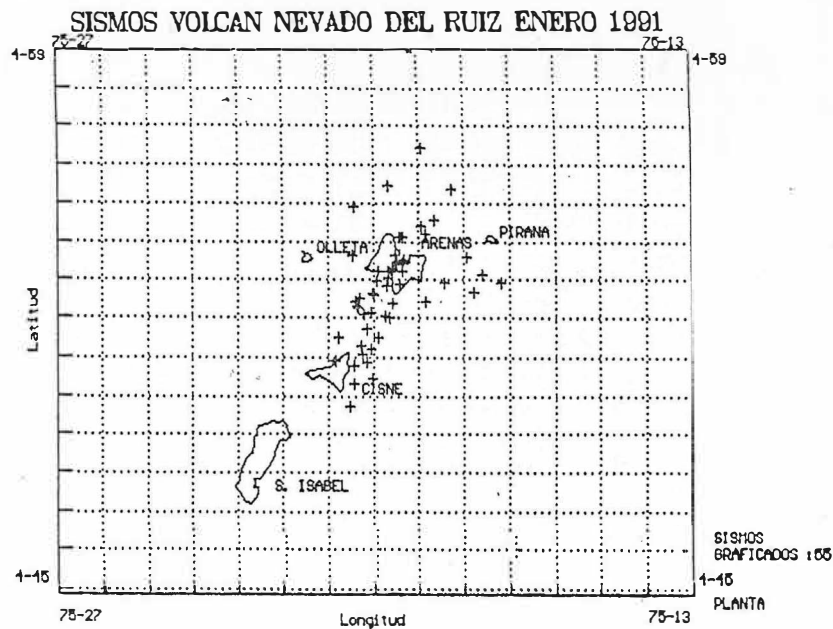


Figura 3. a) Epicentros de los sismos localizados durante el mes. b) y c) Muestran que los sismos del sector NE fueron los más profundos.

4. TREMOR

La señal de tremor durante el mes de Enero se caracterizó por la ocurrencia de pulsos de corta duración, la mayoría de ellos de bajo nivel de intensidad, algunos asociados a pequeñas emisiones de ceniza reportadas desde las partes altas del edificio volcánico, a excepción de los días 12 y 13 que se registraron pulsos con energía en niveles moderados y recurrencia más o menos continua en el tiempo, relacionados con emisiones de ceniza. Ver figuras 4, 5, 6 y 7.

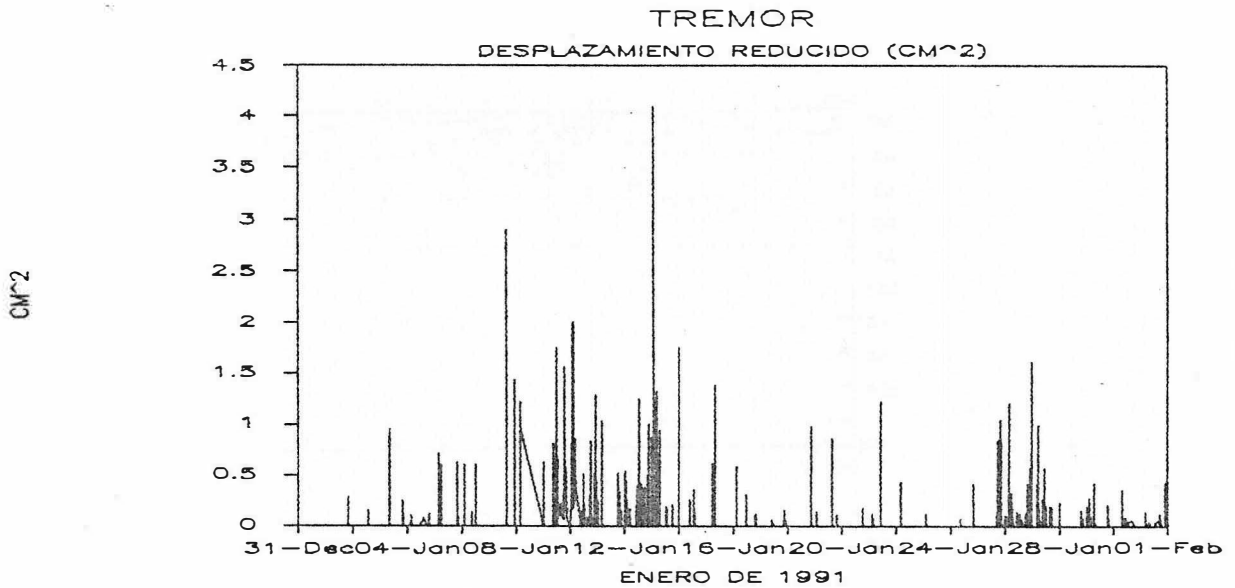


Figura 4. El mayor desplazamiento reducido fue de 4.2 cm² calculado para un pulso de tremor el 13 de Enero.

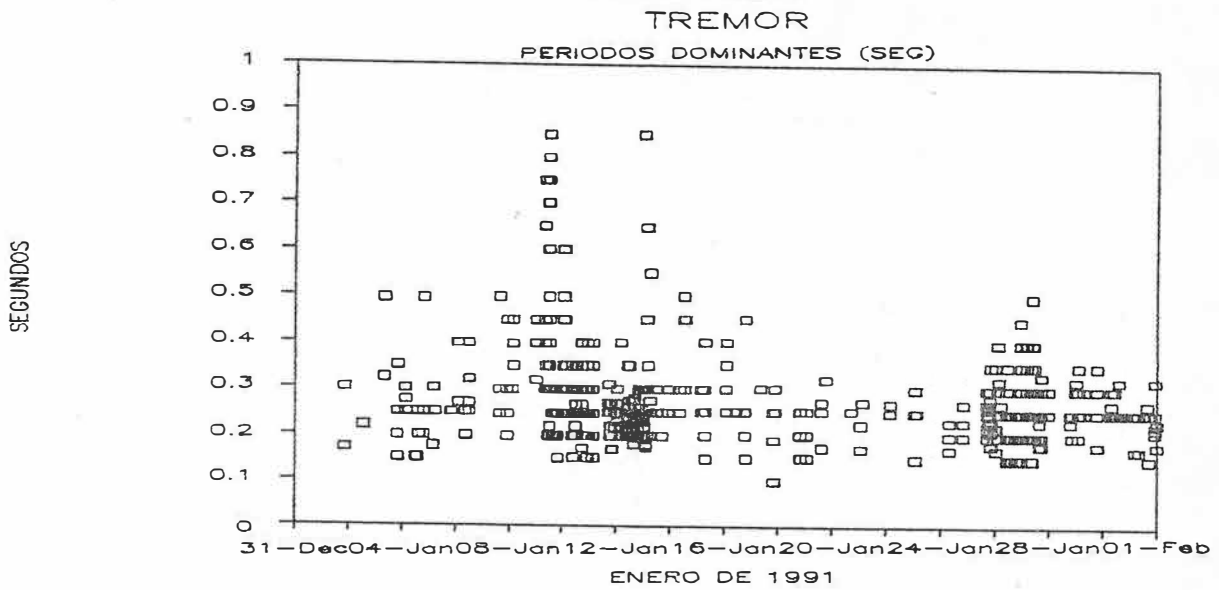


Figura 5. Los periodos dominantes oscilaron entre 0.1 y 0.9 segundos.

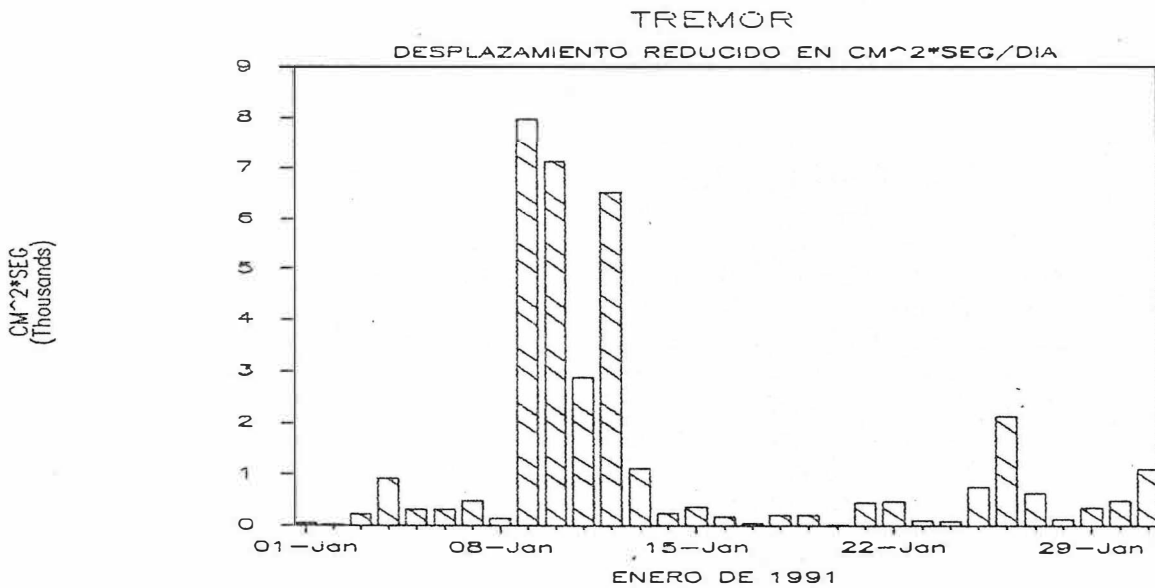


Figura 6. El histograma muestra que los episodios de tremor más destacados durante el mes, se presentaron los días 9, 10, 11, 12 y 13 de Enero. Algunos de ellos estuvieron asociados a leves emisiones de cenizas.

TREMOR DURACION (MIN)

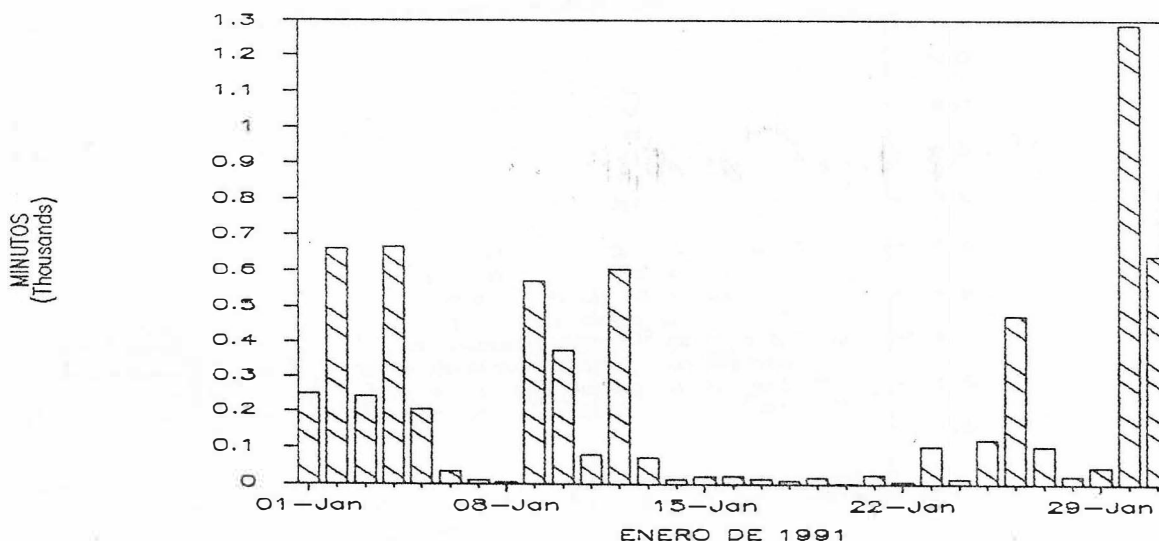


Figura 7. Nótese que la duración de los episodios descritos en la figura 6, no fueron largos.

DEFORMACION

1. INCLINOMETRIA SECA

Los valores obtenidos en las estaciones ocupadas se consideraron bajos ya que no alcanzaron los cuatro microradianes, o sea, permanecieron dentro del margen de error. Tal es el caso de las estaciones de Tumbas, Pequeño, Nereidas y Refugio. Otras estaciones medidas fueron Bis y Molinos que presentaron cambios ligados al régimen de lluvias. Se realizaron 7 medidas de campo con 6 estaciones ocupadas.

En la figura 8 se observa el comportamiento de cada una de las estaciones en cuanto a la magnitud y dirección de los vectores resultantes.

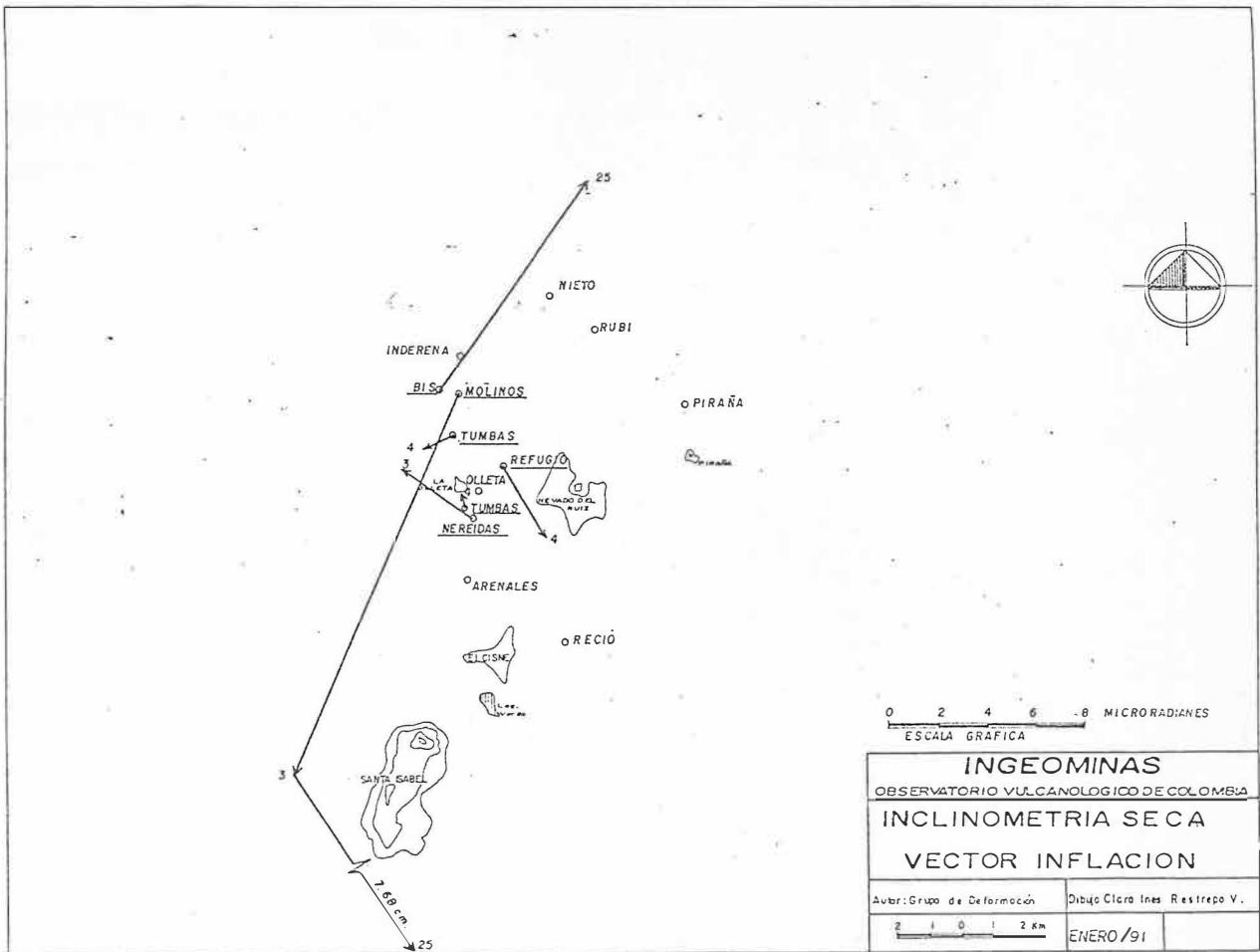


Figura 8

Fue realizada una visita a la nueva estación (Tamaño Pequeño) de Alfombrales donde se hizo el levantamiento topográfico para obtención de coordenadas y constantes.

En la figura 9 se aprecian los acumulados Norte y Este para cada una de las estaciones ocupadas.

2. INCLINOMETRIA ELECTRONICA

En la figura 10 se puede apreciar el comportamiento que presentaron las estaciones telemétricas de Recio y Refugio.

En la estación de Recio observamos en su componente radial, una tendencia muy estable, resultando para el final del mes, un valor acumulado de 9 microradianes, valor este considerado como bajo, teniendo en cuenta que la resolución del sensor es de 3.6 microradianes. Los

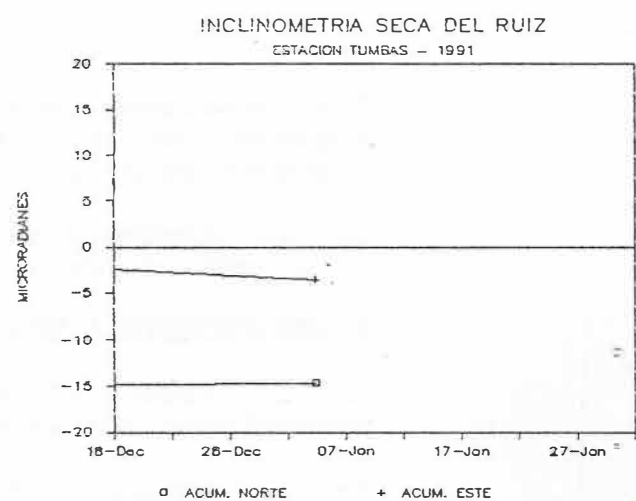
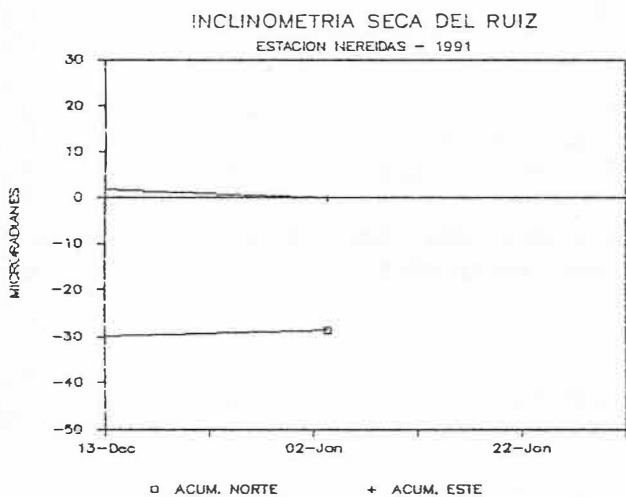
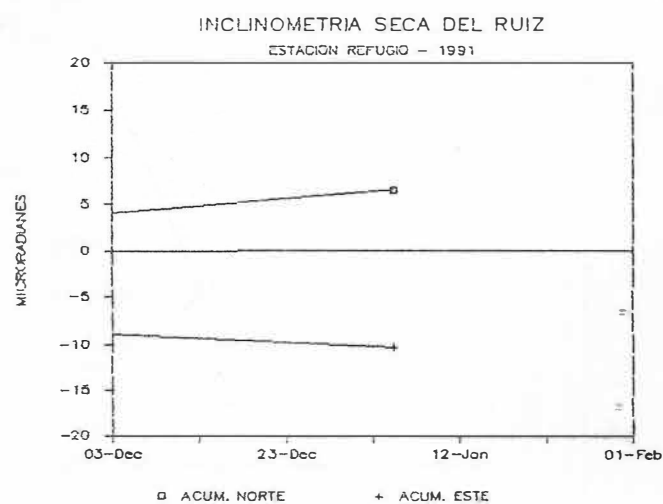
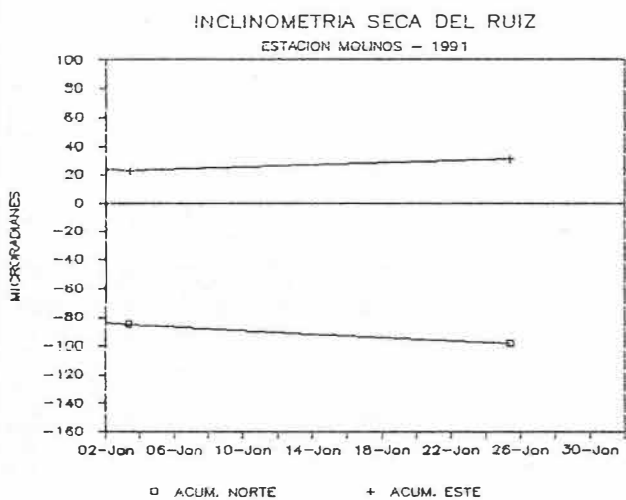
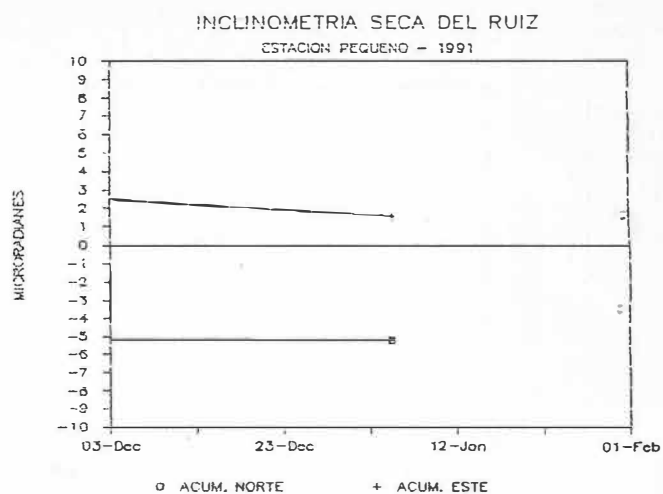
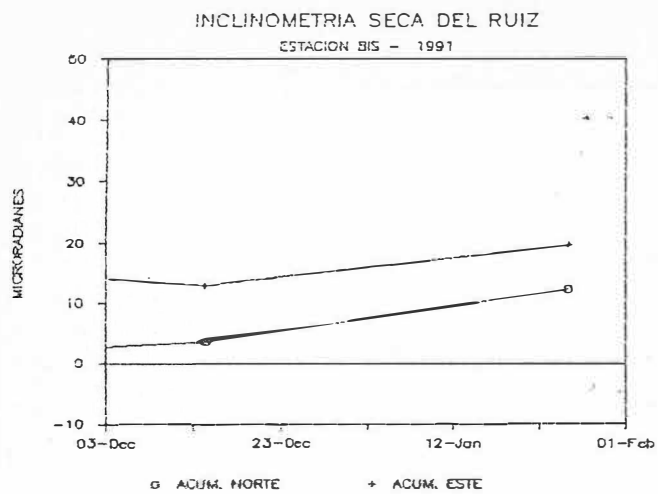


Figura 9.

cambios más significativos en esta estación están asociados, como se observa en la gráfica a cambios de temperatura. La falta de información al comienzo del mes, obedece a fallas en la recepción de la señal. Para la estación de Refugio todo el comportamiento del mes es producto de fallas y calibración de los equipos tanto al comienzo como al final del periodo

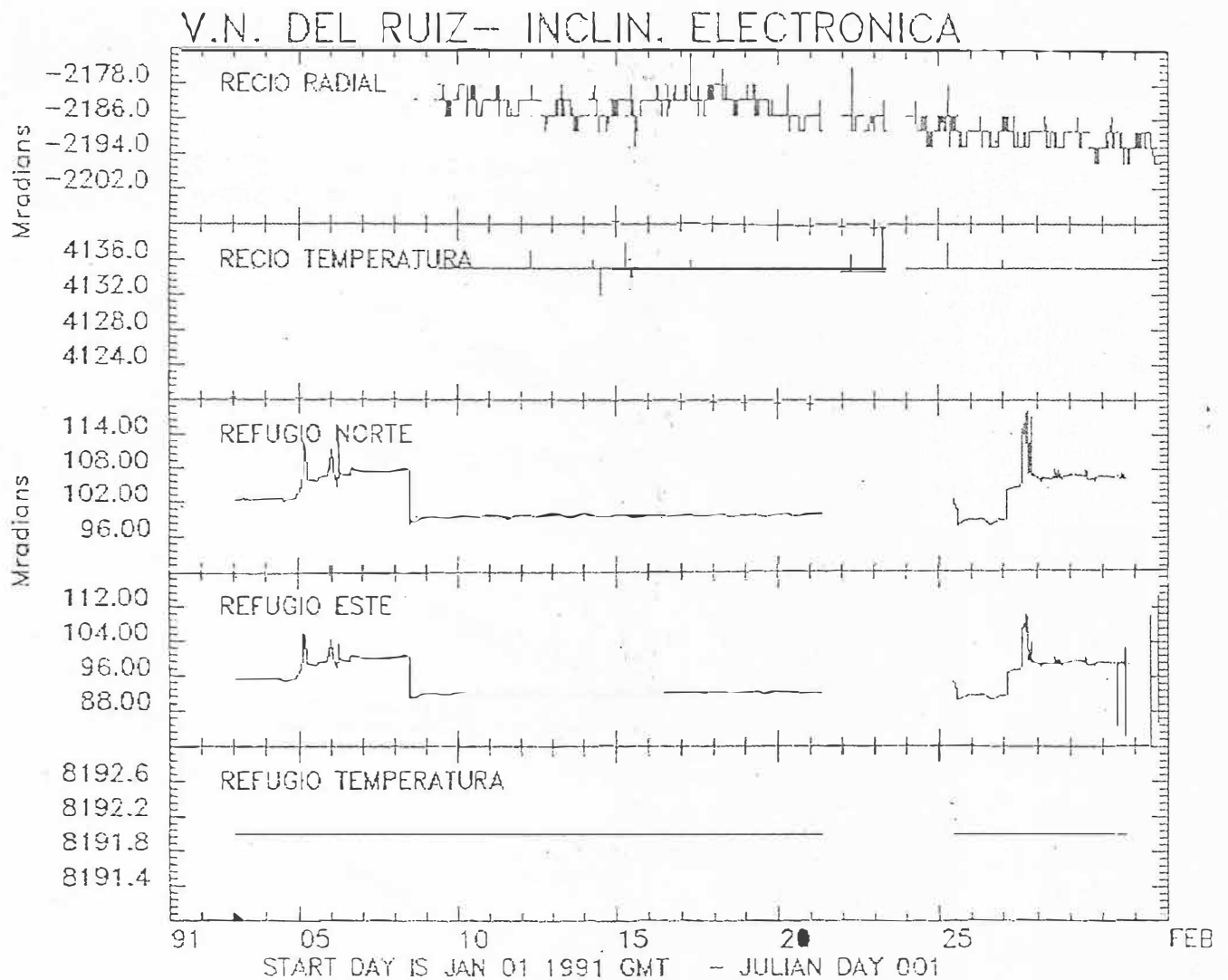


Figura 10.

3. GLACIOLOGIA

El día 9 de Enero se realizó una nueva medida dentro del estudio " Control Topográfico del Glaciar Diablos Rojos A". Se midieron los 3 perfiles desde sus puntos de control y se realizó control fotográfico.

En la figura 11 se puede observar el retroceso presentado tanto en el frente como en la rimaya del glaciar en estudio.

Para el eje "A", el frente disminuyó 12.32 metros; en lo que respecta al eje "B", solamente queda un tramo de 13 metros horizontales de hielo, notándose un retroceso de 35 metros en el frente de dicho glaciar.

Así mismo se realizó un reconocimiento al frente del Glaciar Molinos, donde se exploró un tunel sub-glaciar del cual se continuará su control fotográfico.

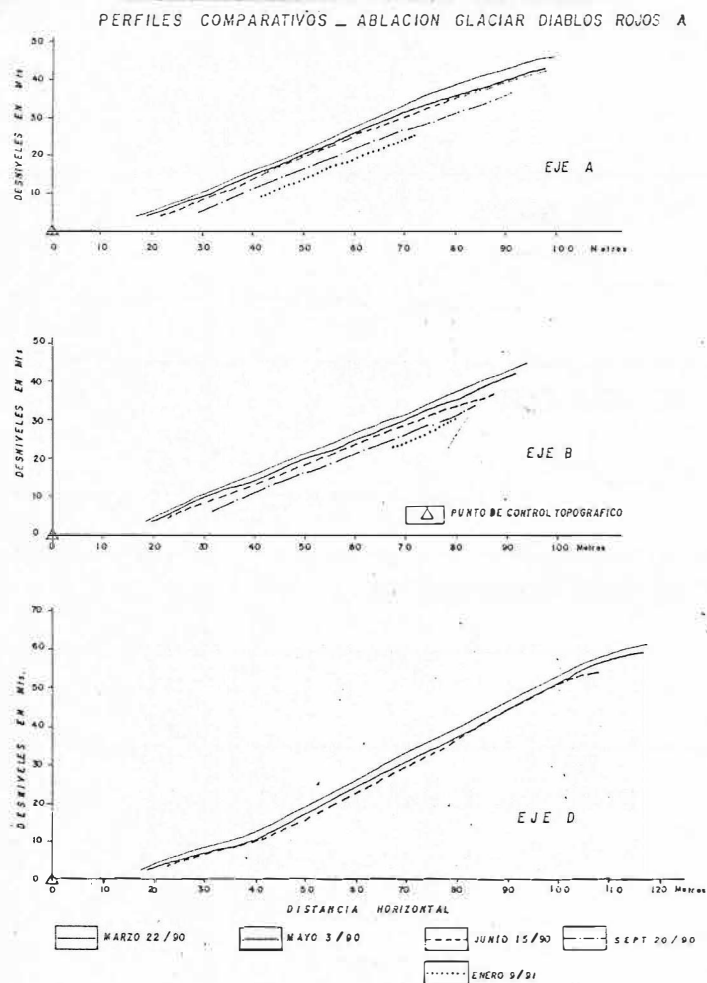


Figura 11.

GEOLOGIA - GEOQUIMICA

1. COSPEC

Se realizaron 4 medidas de la concentración de dióxido de azufre (SO₂) contenido en la columna de vapor del volcán Nevado del Ruiz. Los resultados obtenidos fueron (Figura 11):

FECHA		TON / DIA CON VIENTO MEDIDO		
Enero	4	238	*	(mínimo)
	8	1304	**	
	10	646	*	(mínimo)
	14	1189		

* Valores considerados como mínimos, por imposibilidad de terminar las medidas

** Valores asociados a posibles emisiones de cenizas

El promedio obtenido fué de 845 ton/día con viento medido y de 436 ton/día con viento estandar (1 m/seg); considerados dentro de los rangos de moderados (Figura 12)

A partir del 18 de enero el COSPEC V fué desplazado a la ciudad de Pasto para realizar las medidas correspondientes en el volcán Galeras (ver reporte Geología - Geoquímica volcán Galeras).

VOLCAN NEVADO DEL RUIZ
EMISIONES DE SO2 ENERO 1991

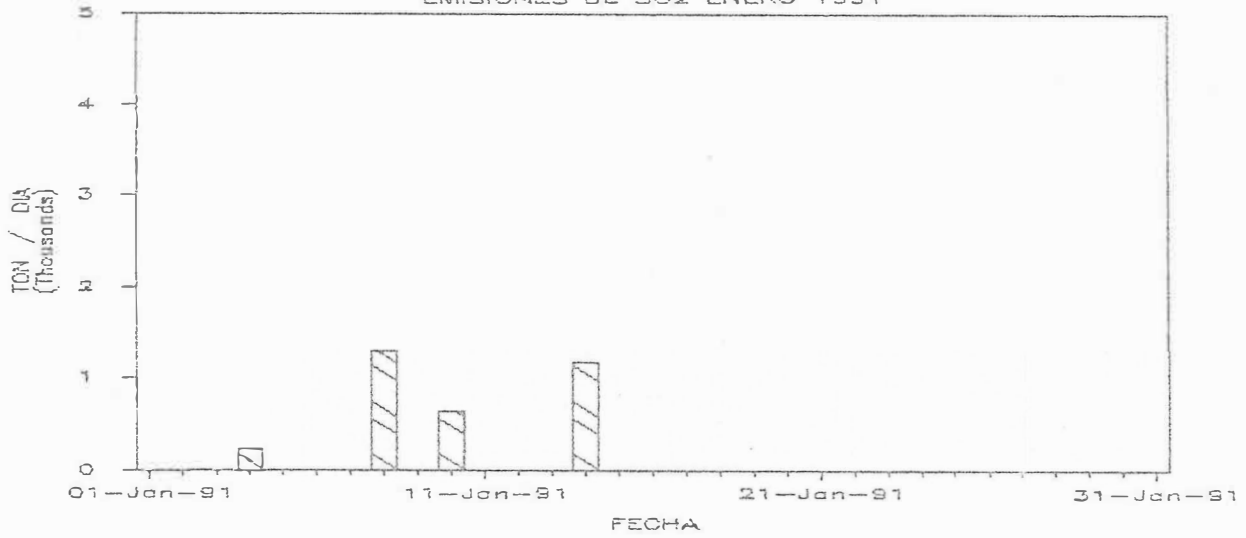


Figura 12.

EMISIONES DE SO2 NEVADO DEL RUIZ
PROMEDIO MENSUAL 1986 - 1991

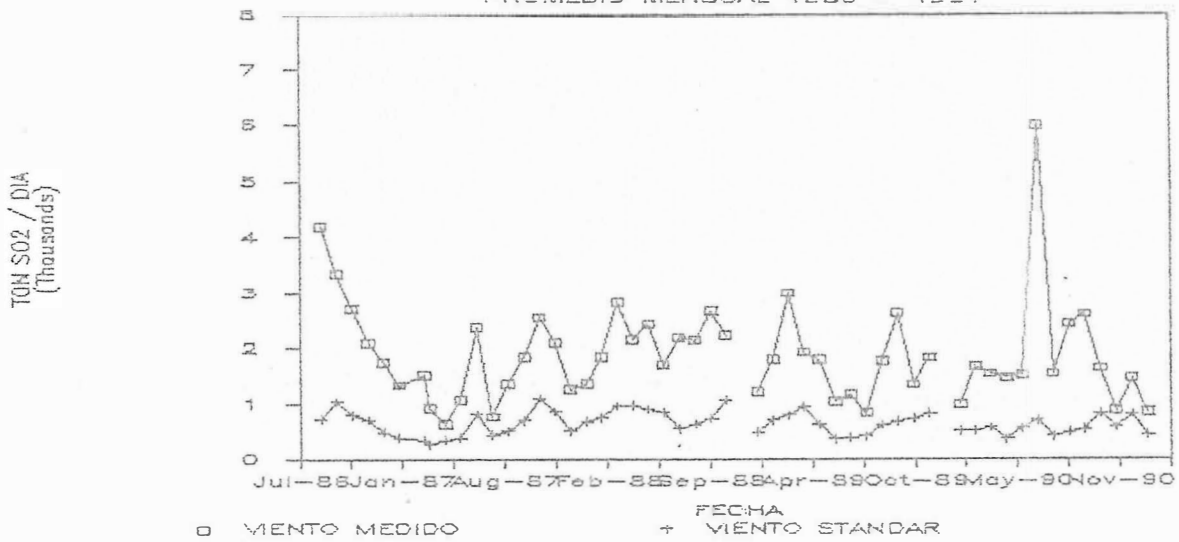


Figura 13.

2. EMISIONES DE CENIZAS

Hubo reporte de emisiones de cenizas los días 8, 9 y 12 de Enero y las cuales alcanzaron alturas cercanas a los 2000 metros; la mayoría de ellas fueron observadas desde la sede del Observatorio Vulcanológico y desde la caseta del INDERENA ubicada en cercanías al volcán.

3. CAJAS JAPONESAS

El muestreo de los gases fumarólicos del volcán Nevado del Ruiz se continuó durante 1990 con las estaciones de Refugio y Olleta; en ellas fueron analizadas H₂S, SO₂, HCl, CO₂ y vapor de agua, de acuerdo a la metodología propuesta por Giggenbach y Goguel (1988).

Los factores climáticos como el viento y la temperatura influyeron de manera directa en especial con el depósito exagerado de partículas sólidas y reducción del volumen, lo que impidió en la mayoría de los casos, medir la cantidad de agua y los mg totales de los gases analizados.

Los resultados han sido registrados en unidades relativas (% molar) en base seca y están enmarcados en las tablas 1 y 2.

TABLA 1 .COMPOSICION DE GASES COLECTADOS EN CAJAS JAPONESAS - ESTACION REFUGIO.

PERIODO	% MOLAR		S	HCl	CO ₂	S/CO ₂ x 10 ⁻³
	BASE	SECA				
Abril 2-Mayo 7			0,305	----	99,895	3,00
Mayo 7- Mayo 30			0,718	0,365	98,916	7,26
Mayo 30- Julio 5			1,034	0,250	98,716	10,5
Julio 5- Julio 26			1,248	0,590	98,162	12,7
Julio 26- Agosto 16			1,188	0,573	98,238	12,1
Agosto 16- Septbre 28			1,198	0,236	98,566	12,1
Septbre 28-Dicbre 8			0,607	0,196	99,197	6,12

TABLA 2. COMPOSICION DE GASES COLECTADOS EN CAJAS JAPONESAS - ESTACION OLLETA

PERIODO	% MOLAR		S	HCl	CO2	S/CO2 x 10 ³
	BASE	SECA				
Abril 12-Mayo 7			0,165	----	99,835	1,60
Mayo 7-Mayo 24			0,348	0,228	99,428	3,50
Mayo 24-Julio 5			0,546	0,157	99,296	5,50
Julio 5-Julio 26			0,786	0,369	98,844	7,95
Julio 26-Agosto 21			1,062	0,505	98,433	10,78
Agosto 21-Septbre 28			0,604	0,889	98,507	6,13
Septbre 28-Dicbre 8			0,307	0,168	99,525	3,08

Los compuestos azufrados (H₂S y SO₂), no fueron discriminados debido a que la mayoría de los casos y por la aproximación utilizada, el cálculo de H₂S resulta en valores negativos y el SO₂ en valores mayores a los calculados a partir del azufre total.

Los niveles de HCl, son muy bajos en su mayoría y corresponden al valor máximo probable, calculado con base en el mínimo nivel detectable.

El contenido de azufre exhibe un máximo entre julio y agosto (Figura 14), que coincide con el mínimo de gas carbónico (Figura 15), cuyo nivel fue siempre superior al 98%. Por consiguiente, la relación S/CO₂ presenta un comportamiento semejante al del azufre (Figura 16).

Entre mayo y agosto, el muestreo fue reforzado con cajas japonesas en la estaciones de Azufrado, Gualí, Nereidas Norte y Refugio 2. En Azufrado y Nereidas Norte se registraron niveles de Azufre y HCl inferiores a los mostrados para Olleta y Refugio y de CO₂, superiores a 99,2 % molar, mientras que en Gualí y Refugio 2 se alcanzaron cantidades máximas de azufrados (3,6 y 1,7 respectivamente) hacia mediados de agosto y mínimas de CO₂ (95,2 % molar), durante el mismo periodo en la estación Gualí.

% MOLAR DE S BASE SECA

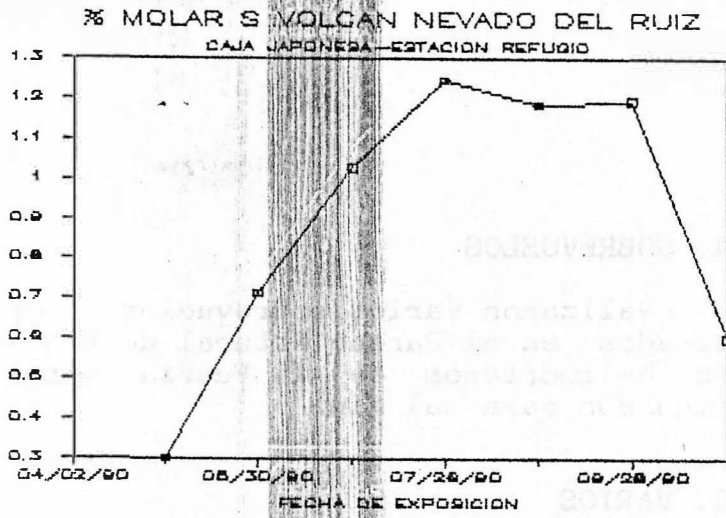


Figura 14.

% MOLAR DE CO2 BASE SECA

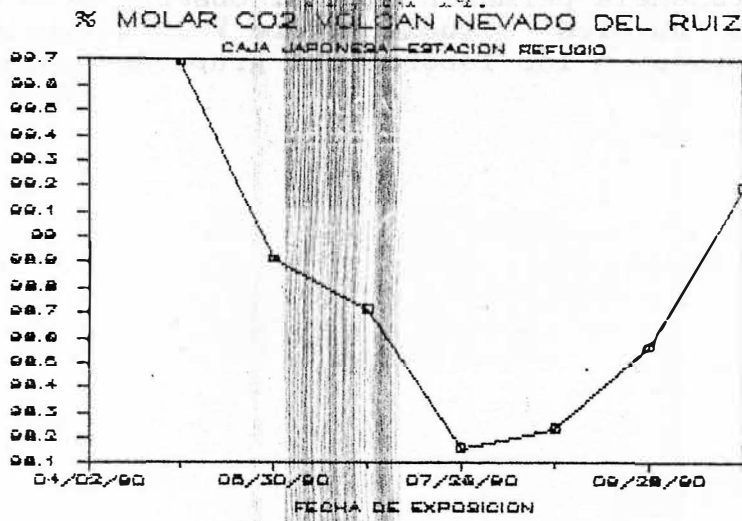


Figura 15.

RELACION DE S/CO2 BASE SECA

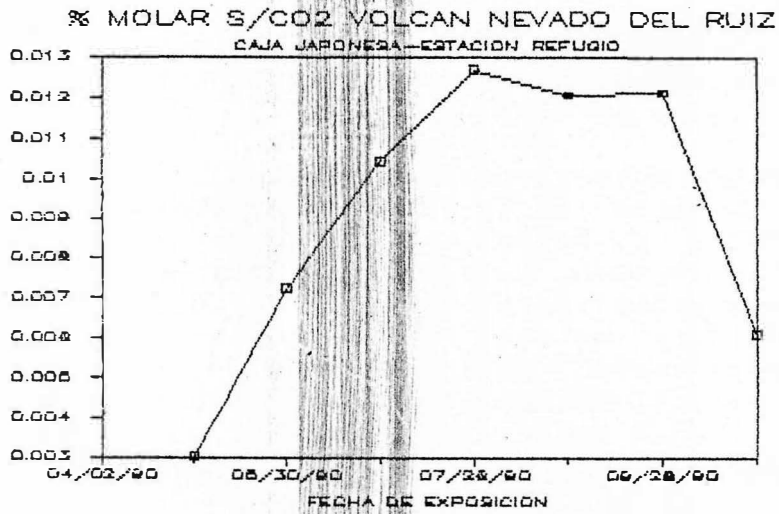


Figura 16.

4. SOBREVUELOS

Se realizaron varios sobrevuelos al área de los volcanes ubicados en el Parque Natural de los Nevados, utilizando los helicópteros de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) asignados para tal fin.

5. VARIOS

A partir de comienzos de este mes se cuenta con la presencia permanente en el Observatorio Vulcanológico, de la química Claudia Alfaro V., quien le dará un mayor empuje a las labores del grupo de Geología - Geoquímica.

V O L C A N G A L E R A S

1501 - 08

01.22 N - 77.30 W

RESUMEN GENERAL

Con relación al mes de diciembre de 1990, la sismicidad asociada al proceso volcánico se caracterizó por un incremento en el número y especialmente en la intensidad (valorada como desplazamiento reducido), de los sismos de baja frecuencia, un leve aumento en el número y en la energía de los sismos de fractura y una disminución en la ocurrencia e intensidad de los eventos de largo período y de los pulsos de tremor.

Las mediciones de inclinometría seca y vectores cortos de nivelación mostraron en este período variaciones pequeñas. La componente tangencial del inclinómetro de Cráter presentó una tendencia estable a la inflación durante todo el mes, logrando un aumento de 9 uradianes. El inclinómetro de Peladitos mostró inflación en el lapso del 12 al 24 en la componente radial acumulando 14 uradianes, a partir del 25 la tendencia fue deflación.

Los valores del SO₂ medidos con el COSPEC, fueron moderados. Las temperaturas determinadas en los campos fumarólicos Norte (Calvache) y Suroeste (Deformes) permanecieron estables con respecto al mes anterior, mientras que en el sector occidental (Besolima) se incrementó levemente.

1. SISMOLOGIA

1.1 ALTA FRECUENCIA

Número de eventos

- Total en el mes	33
- Mínimo diario	0
- Máximo diario (enero 4)	4

En el transcurso del mes de enero, el número diario de eventos, conservó niveles bajos.

Energía liberada - $E^{0.5}$ - (ergios)

- Total en el mes	1.02E+07
- Mínima diaria	0.00E+00
- Máxima diaria (enero 30)	2.63E+06

La energía diaria liberada presentó máximos progresivos los días 4, 18 y 30 de enero (Figura 1). El día 9 se registró el evento de mayor magnitud relativa (Richter) en el mes con un valor de 1,98 (Tabla 1).

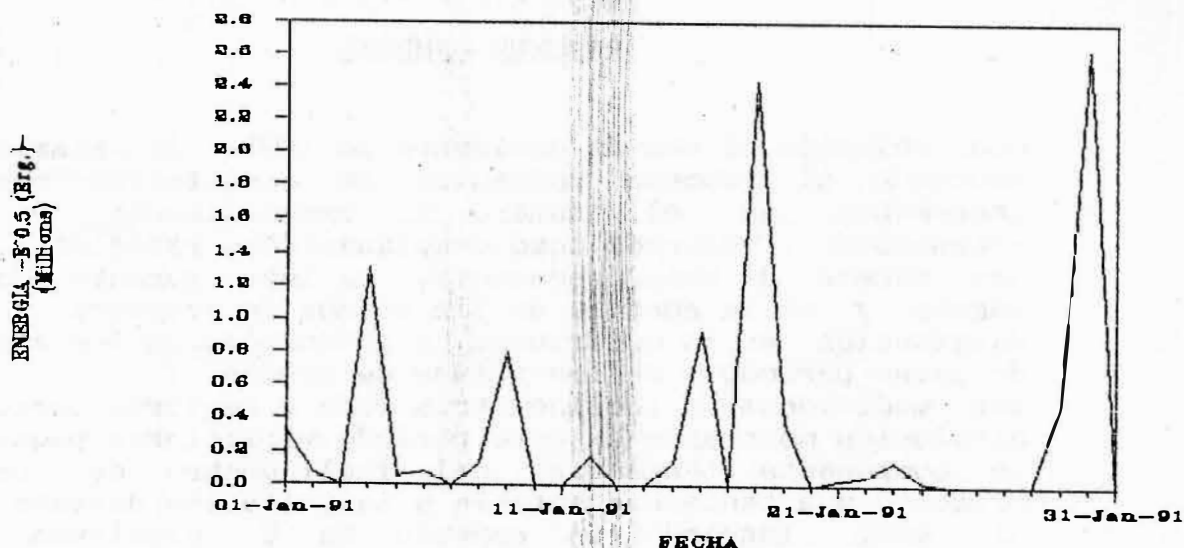


Figura 1. Energía liberada diaria de Alta Frecuencia.

Localizaciones

De acuerdo con los Parámetros de Localización (Tabla 1), se determinaron 13 hipocentros, ubicados unos alrededor del cráter y otros hacia el sureste (Figura 2a), con profundidades que oscilan entre 1,7 y 4,1 km; exceptuando un evento que se originó a 7,5 km al occidente del Cráter, que superó los 9 km de profundidad (Figura 2b).

TABLA 1. PARAMETROS DE LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	NO GAP	D MIN	RMS	ERH	ERZ	QM
910101	1335 18.66	1-13.08	77-21.45	3.20	1.22	6 232	0.9	0.05	0.5	0.3	C1
910102	1626 44.41	1-12.59	77-20.69	2.74	1.04	6 177	1.1	0.04	0.3	0.3	B1
910104	0351 48.91	1-13.63	77-21.98	2.47	1.40	8 207	1.9	0.05	0.3	0.3	C1
910104	0404 55.29	1-13.63	77-22.21	1.77	1.46	8 205	2.0	0.03	0.2	0.3	C1
910108	1848 19.63	1-13.34	77-21.54	2.02	1.12	6 265	1.3	0.03	0.2	0.2	C1
910109	0258 04.90	1-13.65	77-25.80	9.53	1.98	8 223	2.2	0.08	1.6	1.0	C1
910116	0551 24.37	1-10.71	77-20.45	3.65	1.41	6 330	1.4	0.01	0.1	0.1	C1
910116	0603 50.98	1-10.61	77-20.34	2.65	1.50	6 331	1.6	0.06	0.7	0.4	C1
910118	1457 23.92	1-11.68	77-20.94	3.87	1.64	8 150	0.7	0.07	0.4	0.3	B1
910119	0117 16.01	1-11.76	77-18.90	4.10	1.67	6 308	3.7	0.01	0.1	0.1	C1
910122	1203 59.88	1-13.56	77-21.50	2.59	1.03	6 280	1.7	0.02	0.2	0.2	C1
910129	0731 42.97	1-13.85	77-22.80	1.59	1.58	6 210	3.0	0.04	0.8	1.4	C1
910129	0732 56.59	1-12.74	77-22.84	3.03	1.35	5 178	2.1	0.05	1.7	0.8	C1

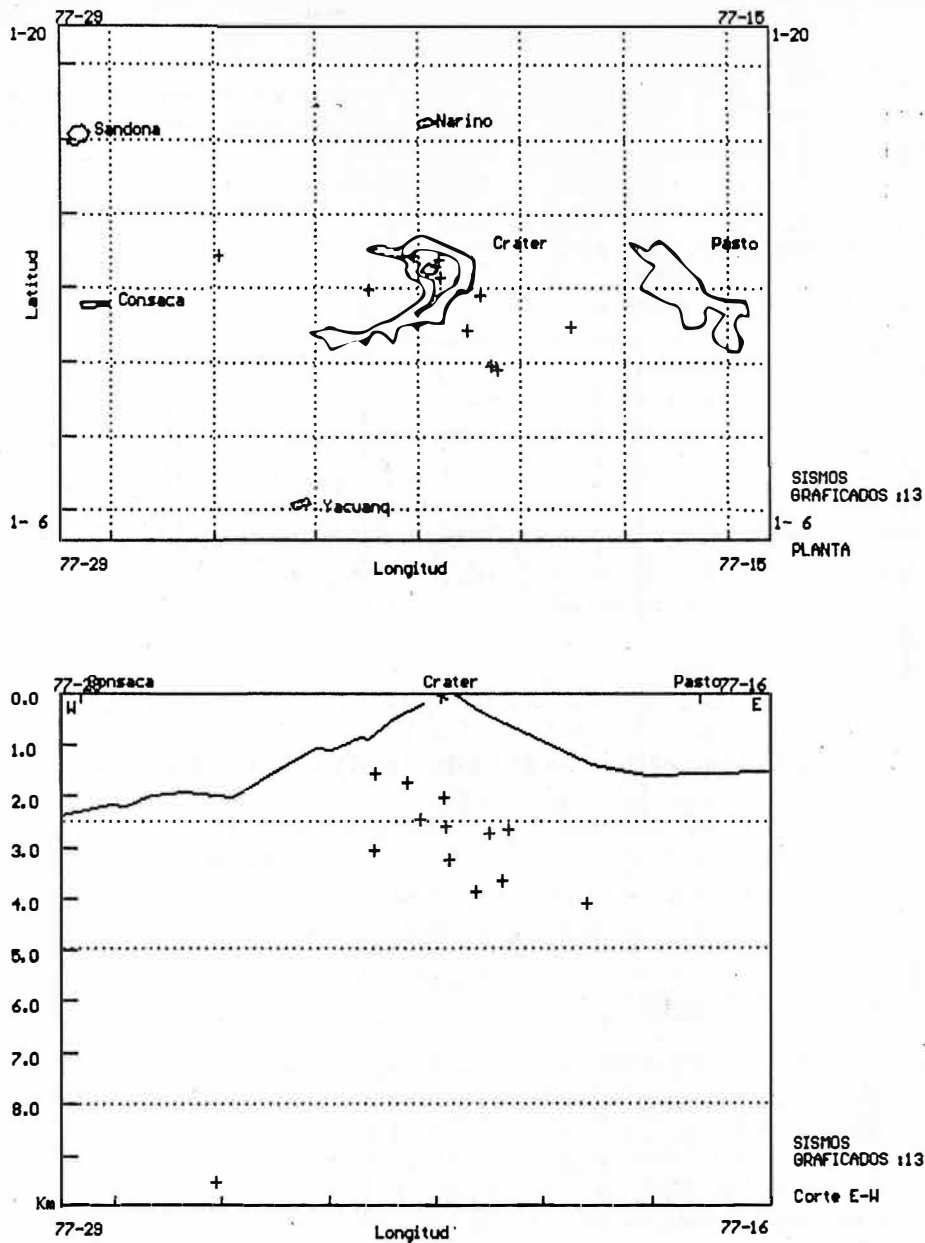


Figura 2. Localizaciones, a. Planta y b. Sección E-W de los sismos de Alta Frecuencia.

En general el cubrimiento de la red ha determinado grandes valores de GAP, que afectan las calidades de la localización.

1.2 BAJA FRECUENCIA

Número de eventos

- Total en el mes	290
- Mínimo diario	4
- Máximo diario (enero 27)	26

El número de eventos diarios de Baja Frecuencia, se incrementó con algunas oscilaciones desde 5 eventos día al iniciarse el mes hasta 26 eventos a finales del mes (Figura 3).

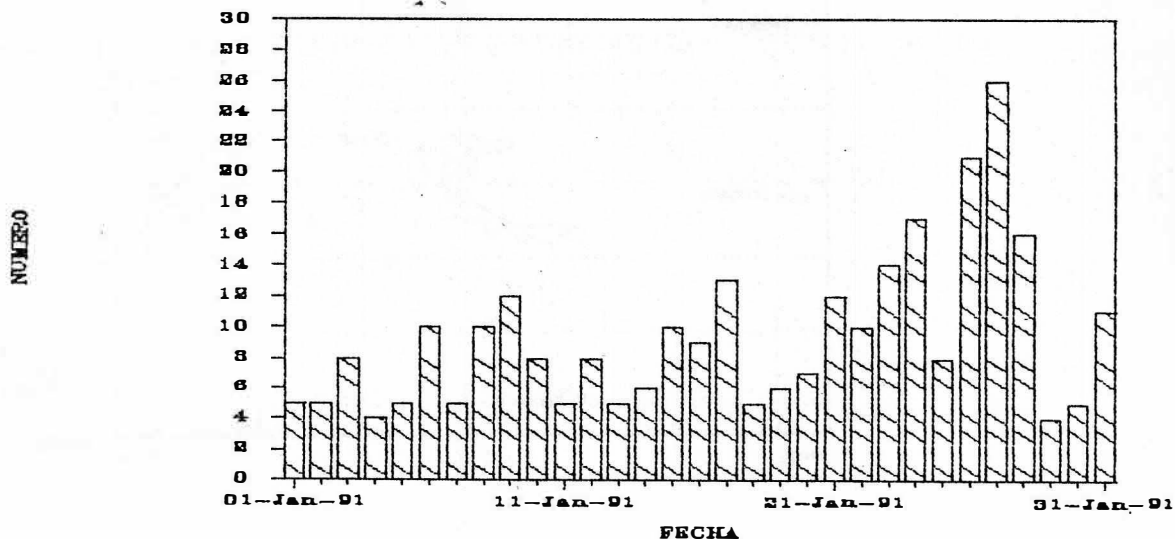


Figura 3. Número diario de sismos de Baja Frecuencia.

Desplazamiento reducido Ondas Rayleigh (cm²)

- Total en el mes 475,08
- Mínimo diario 3,14
- Máximo diario (enero 9) 50,31

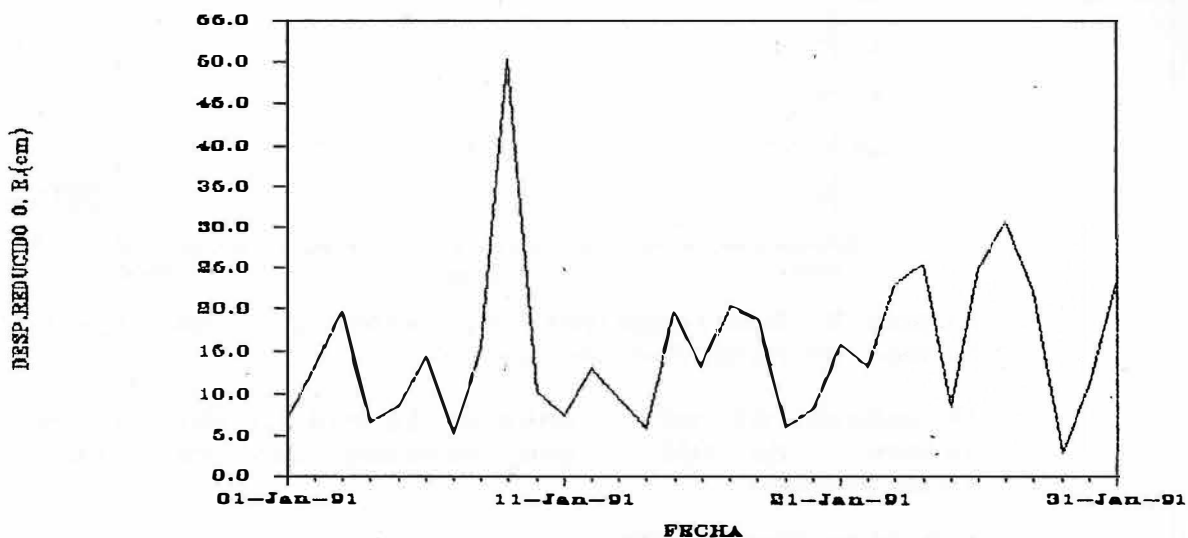


Figura 4. Desplazamiento reducido diario de Ondas Rayleigh para eventos de Baja Frecuencia.

El desplazamiento reducido que se totalizó en el mes, superó en un 190% el valor de diciembre de 1990, de igual manera, el valor máximo diario se incrementó en un 61%. El valor diario del desplazamiento reducido mostró un incremento proporcional al número, exceptuando el día 9 en

el cual 12 eventos producen el máximo valor (Figura 4). Los periodos dominantes mostraron valores desde 0.1 hasta 0.4 segundos, con un valor promedio de 0.234 seg.

1.3 LARGO PERIODO

Número de eventos

- Total en el mes	1593
- Mínimo diario	14
- Máximo diario (enero 6)	77

En los primeros 12 días del mes los niveles de ocurrencia son altos, en los días restantes se presentan oscilaciones en niveles bajos, moderados y altos (Figura 5).

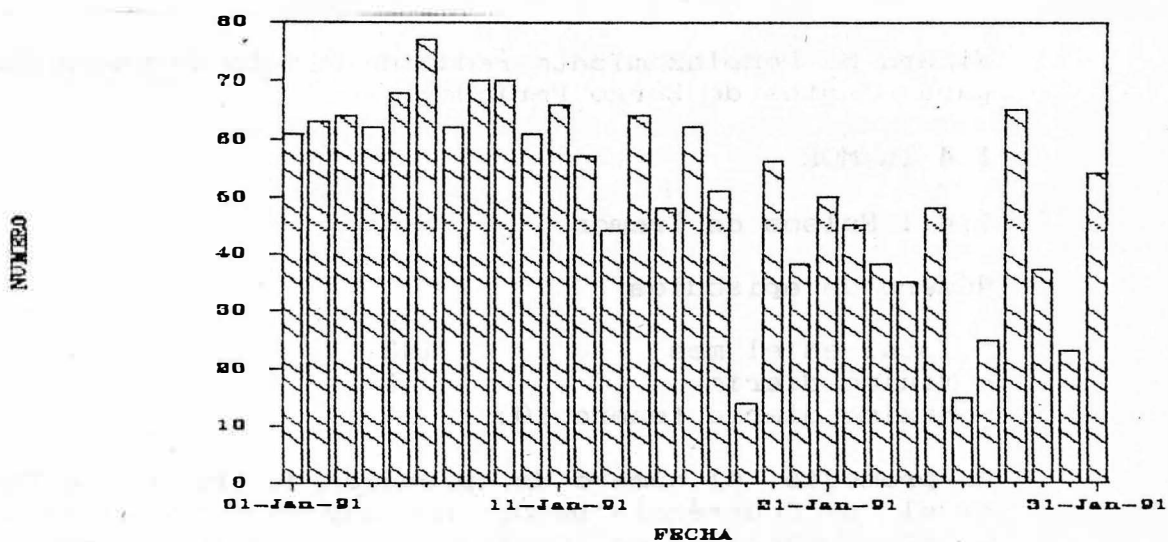


Figura 5. Número diario de eventos de Largo Período.

Desplazamiento reducido Ondas Rayleigh (cm²)

- Total en el mes	4684,91
- Mínimo diario	18,61
- Máximo diario (enero 11)	381,20

En términos generales el desplazamiento reducido se comporta de manera análoga durante el mes al número de eventos. Sin embargo, los máximos valores del desplazamiento reducido no corresponden con los máximos en número de ocurrencia. Hasta el día 11 los valores de D.R. son altos y el resto del mes oscilan entre bajos, moderados y sólo dos días apenas si superan los niveles moderados (Figura 6). El rango de periodos dominantes de estos sismos estuvo entre 0,15 a 1,20 segundos, con un promedio de 0,33 segundos.

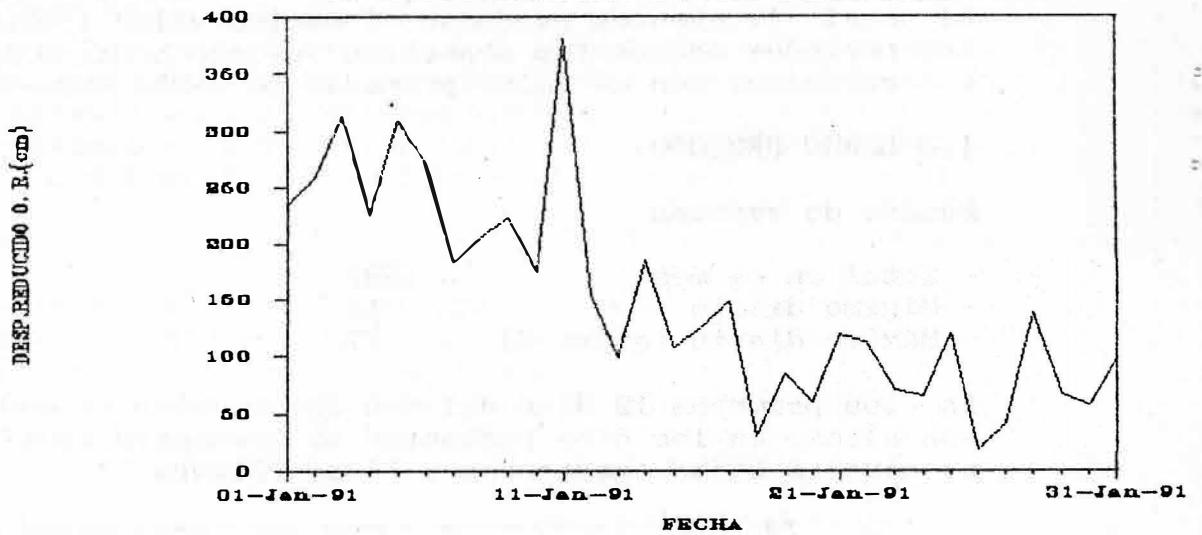


Figura 6. Desplazamiento reducido diario de Ondas Rayleigh para eventos de Largo Período.

1.4 TREMOR

1.4.1 Pulsos de Tremor

Número de episodios

- Total en el mes 143
- Mínimo diario 1
- Máximo diario (enero 10) 11

En promedio, el número de episodios de tremor estuvo en un nivel de ocurrencia bajo. Los mayores niveles alcanzaron valores moderados en los días 6, 7, 9 y 10 (Figura 7).

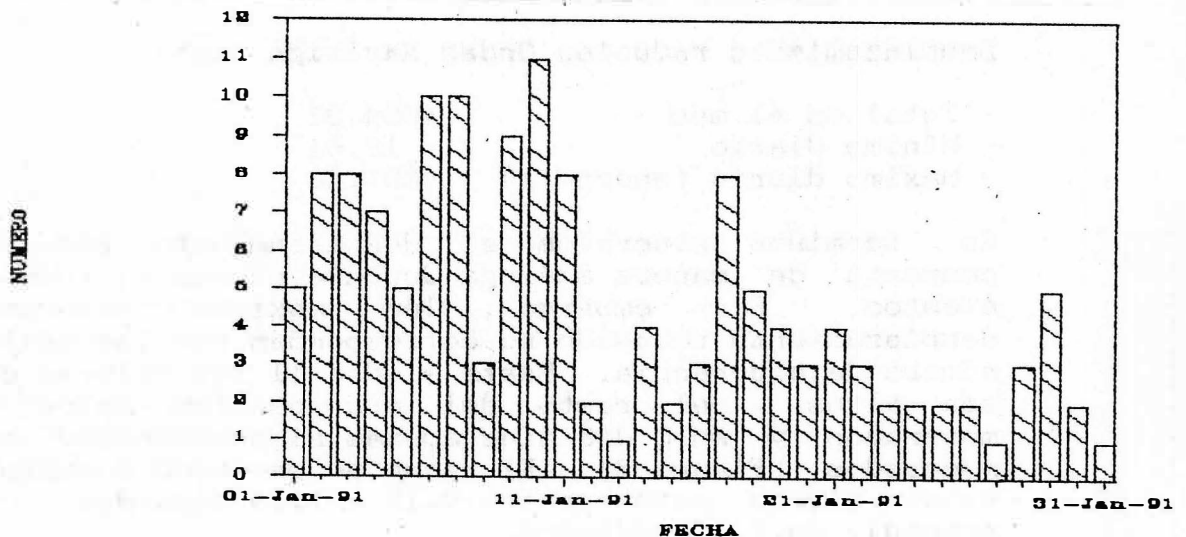


Figura 7. Número diario de pulsos de tremor.

Las señales de tremor presentaron un rango de períodos dominantes entre 0,1 y 1,0 segundos con un promedio de 0,584 segundos. En general, el tremor Espasmódico se caracterizó por mostrar períodos que se acercan más al límite inferior del rango y cercanos al límite superior pulsos de tremor de Baja Frecuencia (Figura 9).

1.4.2 Tremor de Fondo

El tremor de fondo se registró de manera continua en el transcurso de este período, sin registrar variaciones significativas en amplitud o período. El nivel de intensidad promedio fue de 0,05 cm² en el campo del desplazamiento reducido.

2. DEFORMACION

2.1 INCLINOMETRIA SECA.

La estación de Calabozo, ubicada en el flanco occidental a 7 km del cono activo, se ocupó una vez, con respecto a la ocupación anterior las variaciones fueron muy bajas (Figura 10).

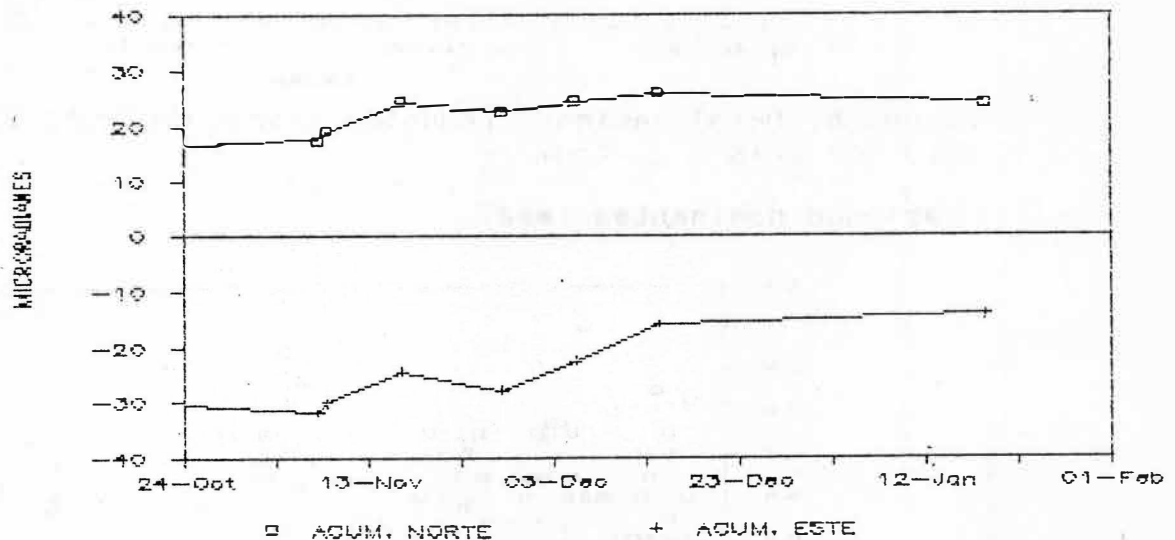


Figura 10. Registro de las curvas Norte y Este de la estación el Calabozo.

La estación el Pintado, ubicada en el flanco Norte a 3 km del cono activo, se la ocupó en 2 oportunidades arrojando valores del orden de 8 y 9 μ rad. (Ver Figura 11).

Desplazamiento reducido Ondas Rayleigh (cm²)

- Total en el mes	470,34
- Mínimo diario	0,96
- Máximo diario	47,49

El desplazamiento reducido fue proporcional al número de episodios, y el promedio mensual estuvo en un nivel moderado (Figura 8).

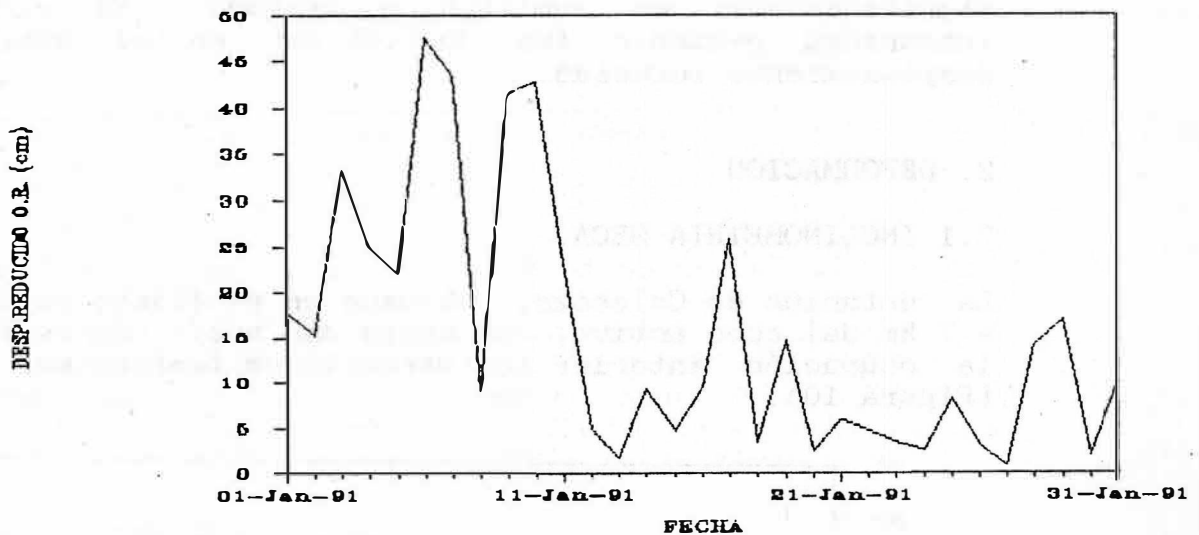


Figura 8. Desplazamiento reducido diario de Ondas Rayleigh para los pulsos de tremor.

Periodos dominantes (seg)

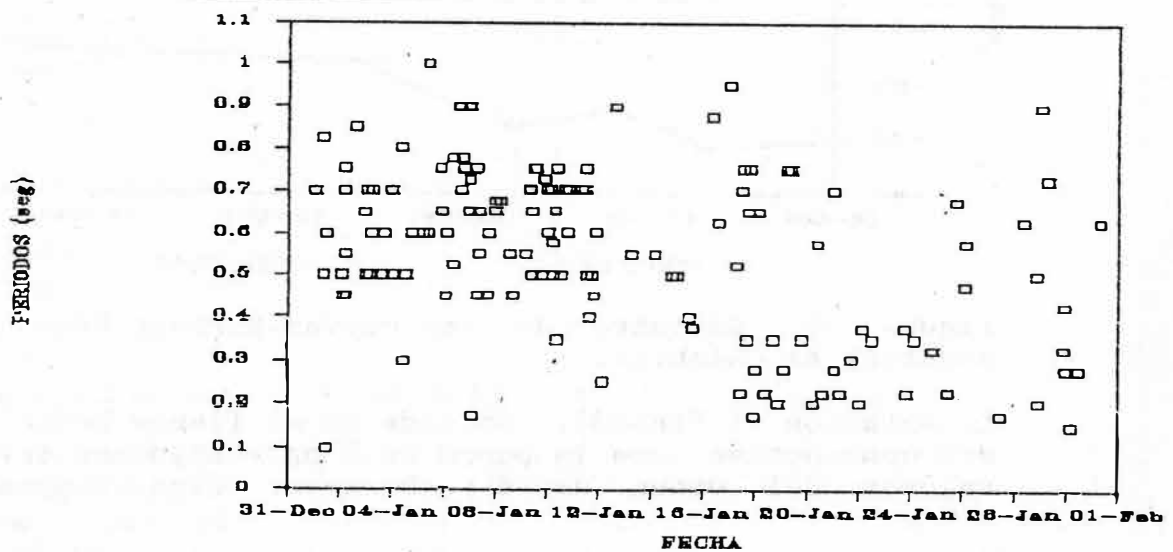


Figura 9. Periodos dominantes de los pulsos de Tremor

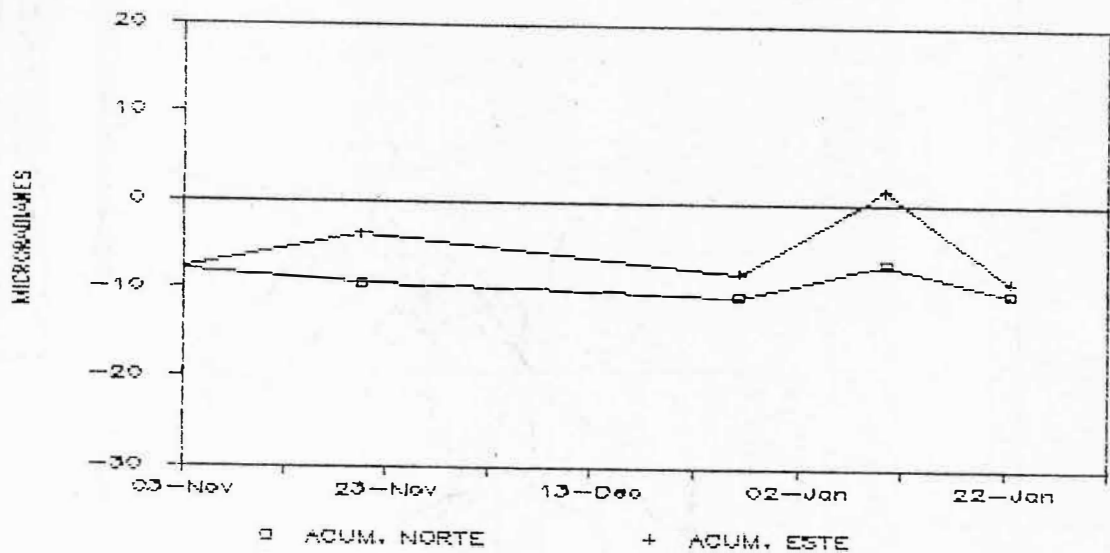


Figura 11. Curvas Norte y Este de la estación el Pintado.

En la estación Truchas ubicada en el flanco Norte a 4 km del cono activo, se realizaron 2 ocupaciones, estas medidas arrojaron cambios pequeños que muestran estabilidad en la estación (Figura 12).

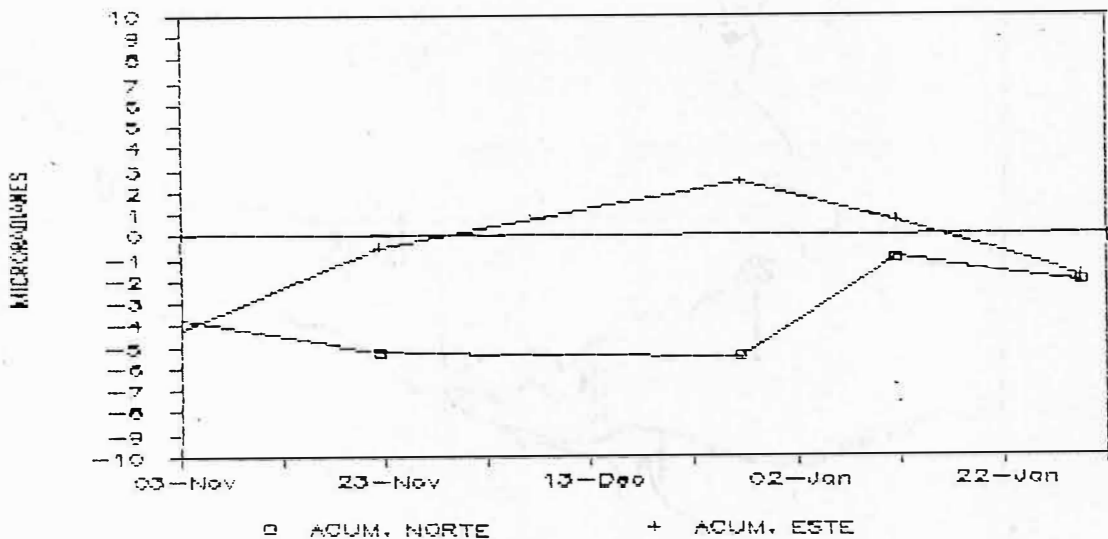
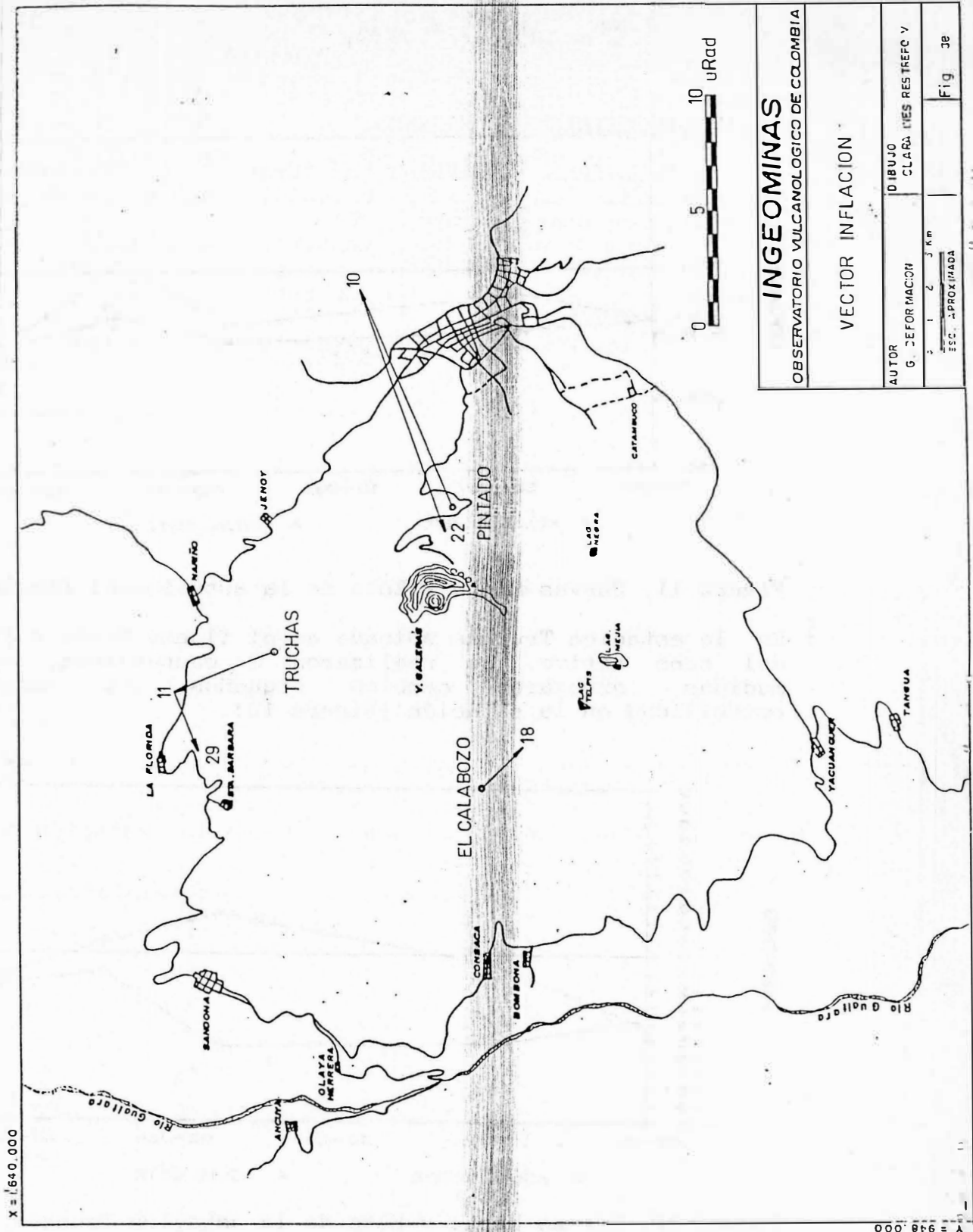


Figura 12. Curvas Norte y Este de la estación Truchas.

En la figura 13, se observan los vectores inflación de las estaciones Calabozo, Pintado y Truchas con sus respectivas fechas de ocupación. La dirección de los vectores resultantes, presenta cierto carácter oscilatorio especialmente la estación del Pintado.



INGEOMINAS	
OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA	
VECTOR INFLACION	
AUTOR	DIBUJO
G. DEFORMACION	CLARA MIES RESTREPO V
1 2 3 km	
ESCALA APROXIMADA	Fig. 13

Figura 13. Vectores resultantes de las estaciones el Calabozo, El Pintado y Truchas.

2.2. INCLINOMETRIA ELECTRONICA.

Los inclinómetros electrónicos "Cráter" y "Peladitos" están ubicados en la ladera Oriental a 0,8 y 1,9 km del cono activo respectivamente.

Durante el mes de enero-91, "Cráter" presentó tendencia a la inflación en la componente tangencial, que logró un acumulado de 9 μ rad. La componente radial mostró estabilidad (Figura 14).

Las variaciones diarias de temperatura (Figura 15) determinan un leve comportamiento oscilante en ambas componentes.

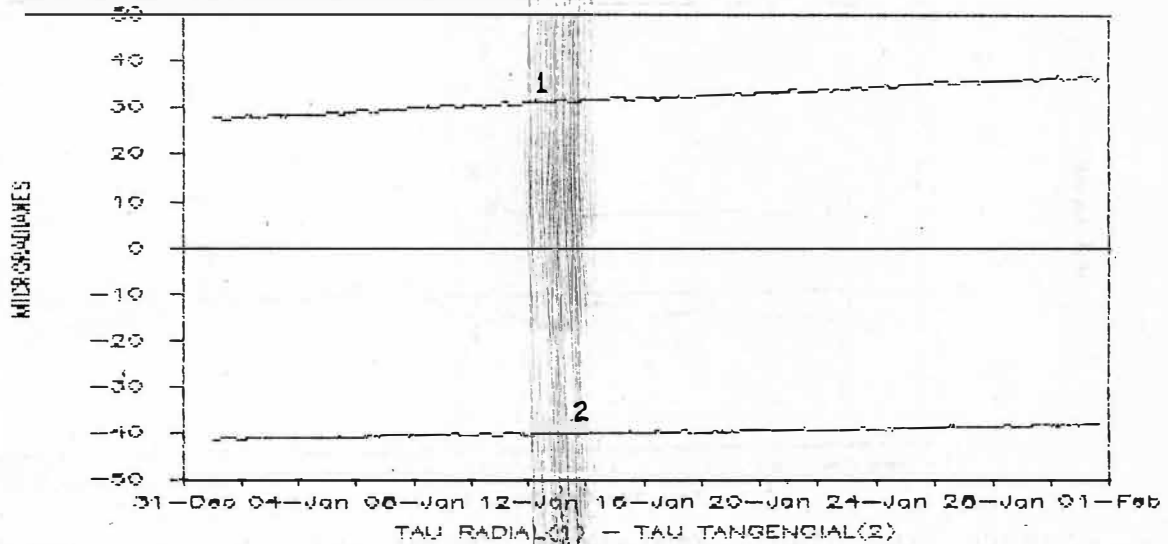


Figura 14. Taus Radial y Tangencial de la estación Cráter.

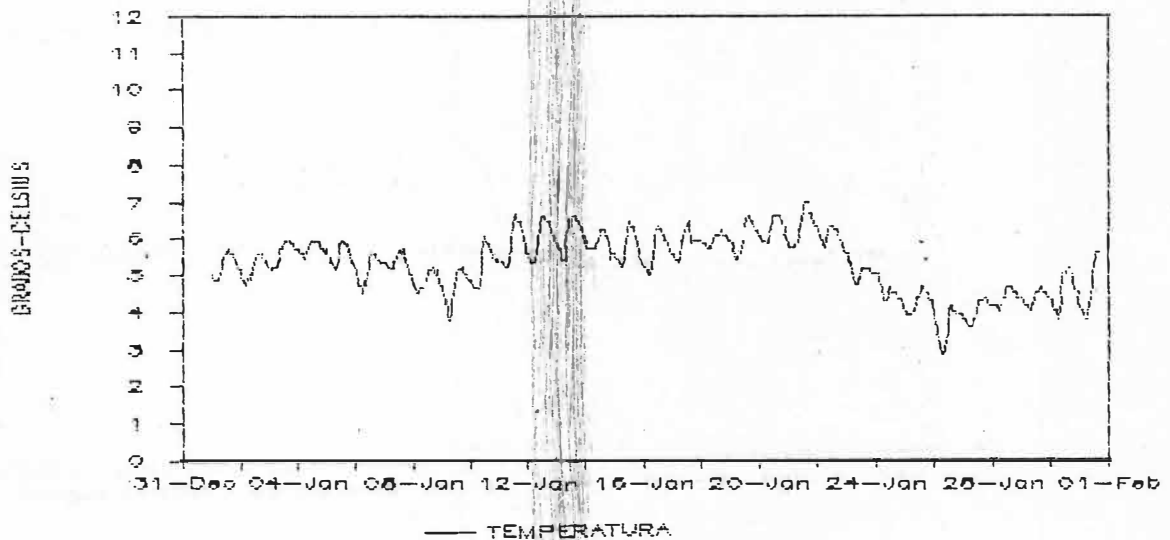


Figura 15. Registro de la temperatura del Inclinómetro de Cráter.

"Peladitos" presentó tendencia a la inflación hasta el día 24 logrando un acumulado de 12 μ rad aproximadamente, y a partir de esta fecha la tendencia es la deflación (Figura 16).

La temperatura en el instrumento (Figura 17) presentó cambios que asocian saltos en los registros de ambas componentes; sin embargo, la variación en la tendencia del día 24, corresponde con un lapso de estabilidad en la temperatura instrumental.

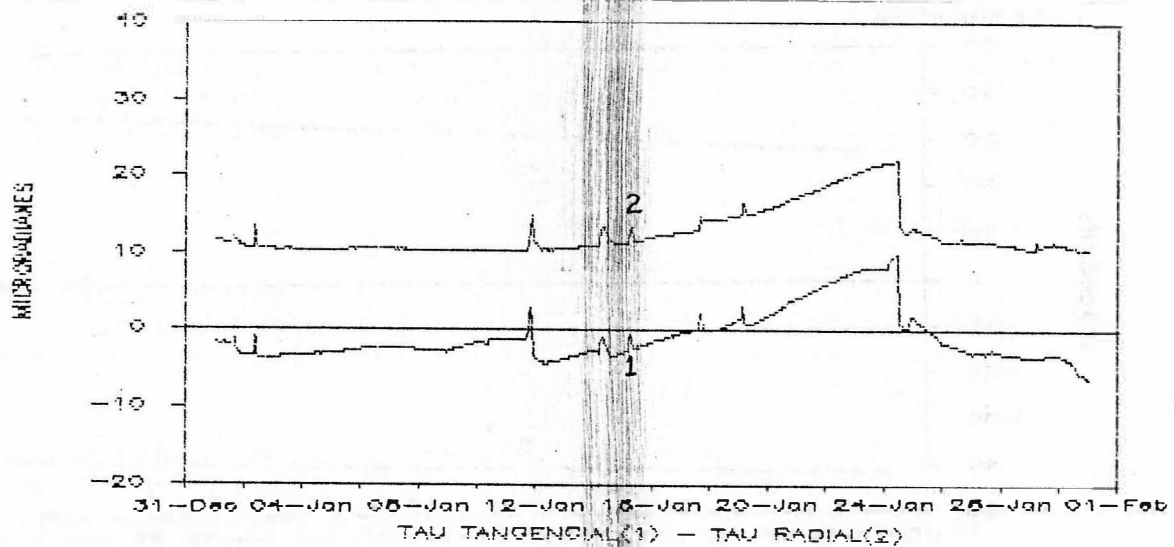


Figura 16. Taus Radial y Tangencial de la estación Peladitos.

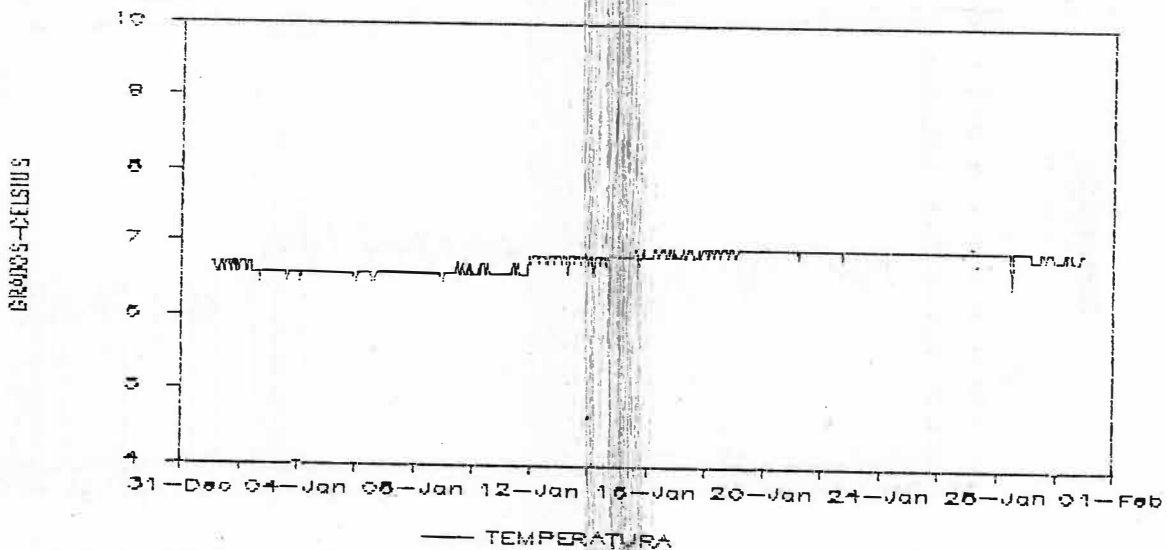


Figura 17. Registro de la temperatura del Inclínómetro de Peladitos.

2.3. VECTORES CORTOS DE NIVELACION.

Se ocuparon 6 vectores de los 9 existentes, las medidas arrojaron cambios bajos, el comportamiento del vector Piedras, presentó una notable recuperación de la estabilidad. El vector Ranas no presentó cambios bruscos en uno de sus vértices que supuestamente era afectado por el tránsito de vehículos. En general los vectores han mantenido un bajo nivel de deformación.

2.4. MEDIDAS ELECTRONICAS DE DISTANCIA.

Durante el mes fué imposible hacer E.D.M., aunque en la base SENA se realizaron mediciones hacia un reflector de control para efectos de calibración del equipo.

3. GEOQUIMICA

La concentración de SO₂ en la columna de vapor, medida por el método COSPEC (Figura 18), fué moderada durante el transcurso del mes. Los valores obtenidos se encuentran consignados en la tabla 2.

Los días 18 y 29 se realizaron muestreos de gases por los métodos de Botellas de Giggenbach, Cajas Japonesas y Condensados. Las muestras se están analizando en el laboratorio de Geoquímica del O.V.C. Manizales.

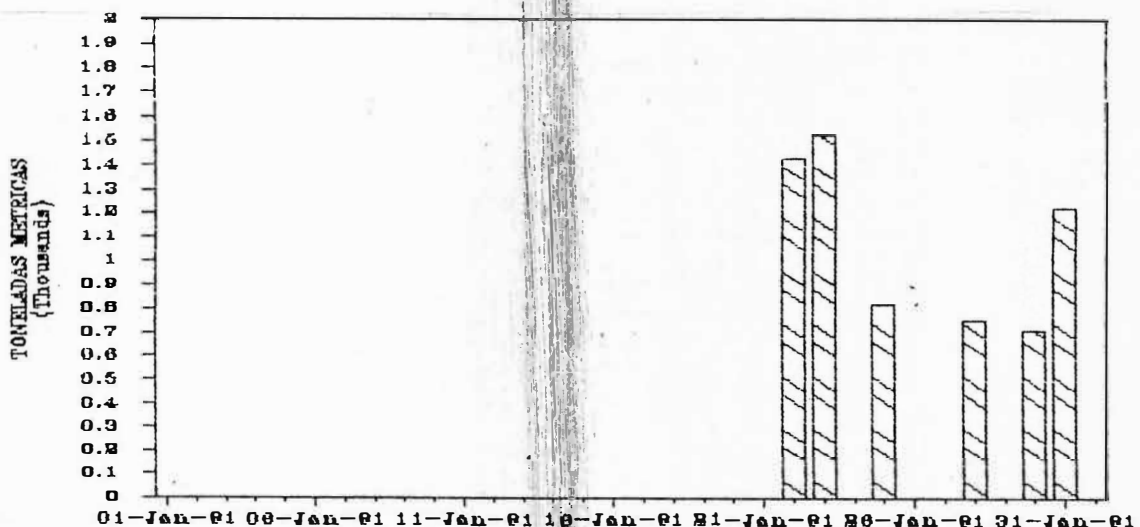


Figura 18. Concentración de SO₂ en la Columna de vapor (Método COSPEC). El 18 y 29 de enero se tomaron temperaturas, en la grieta

Besolima la temperatura se incrementó de 527°C a 592°C, en las Deformes se registraron 260°C y 262°C, y en la Calvache se registró 90°C el 29 de enero.

TABLA 2. CONCENTRACION DE SO₂ EN LA COLUMNA DE VAPOR (Método COSPEC)

DIA	TONELADAS/DIA	VIENTO (m/seg)
22	1426	1.5
23	1527	2.1
25	814	1.5
28	750	1.0
30	708	1.0
31	1217	2.3

ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE GEOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD
DE CALDAS QUE COLABORAN CON EL OBSERVATORIO VULCANOLOGICO
DE COLOMBIA EN LA CIUDAD DE MANIZALES:

Grupo de Sismología : Libaniel Casas
Isabel Cristina Gómez
Carlos González
Albeiro Marín
José M. Martínez
Jaime Raigosa
Carlos Alberto Vargas

Grupo de Deformación : Mónica Tamayo

Grupo de Geología y Geoquímica: Hernán T. Valencia

EDITOR : Olga Patricia Bohórquez O.