

#17173
Marzo/91

INGEOMINAS

OBSERVATORIO VULCANOLOGICO DE COLOMBIA

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

Boletín Informativo

Nº 47

DICIEMBRE 1990



MANIZALES

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS

57
7



1257
47

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. 47

Diciembre de 1990

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 : Luis Jaramillo C.
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)
Alvaro Nieto E.
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.

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.
Grupo de Deformación : Milton I. Ordóñez V.
Amparo Coral R.
Grupo de Geología y Geoquímica : Claudia Alfaro V. (2)
José A. Zapata G.

(1) Comisión de estudios en U.S.A.

(2) Ingeominas Regional del Occidente

VOLCAN NEVADO DEL RUIZ

1501 - 02

04.88 N - 75.37 W

RESUMEN GENERAL

Durante el mes de Diciembre de 1990, la actividad del volcán Nevado del Ruiz continua presentando unos niveles de moderados a bajos muy similares a los de los meses anteriores. En sismología continua predominando la señal sísmica de alta frecuencia con un nivel de ocurrencia moderada y en especial un enjambre de sismos ocurrido el día 5; la sismicidad de baja frecuencia estuvo caracterizada por presentar niveles de ocurrencia bajos y la energía liberada de igual nivel. Los pulsos de tremor fueron esporádicos y de corta duración. La deformación continua al igual que los meses anteriores presentando una estabilidad en los valores considerados como bajas. Los valores de SO₂ obtenidos con el COSPEC se incrementaron respecto a los meses anteriores alcanzando valores considerados como moderados a altos.

SISMOLOGIA

1. ENERGIA SISMICA LIBERADA

La energía de los sismos de alta frecuencia presentaron valores muy altos durante el mes, principalmente en los días 5,6,20,21,22,24 y 27. Debido a la ocurrencia de un enjambre de sismos de alta frecuencia el 5 de diciembre, se obtuvo el valor mas alto de la energía del mes con 1.2 E+08 ergios.

La energía de los sismos de baja frecuencia se mantuvo en general en niveles bajos durante el mes (figura 1). La mayor magnitud alcanzada para los sismos volcánicos fue de 2.92 . El 24 de Diciembre a las 07:11 fue reportado un sismo sentido en las inmediaciones del volcán que alcanzó una magnitud de 2.8.

ENERGIA DIARIA ALTA Y BAJA FRECUENCIA DICIEMBRE DE 1990

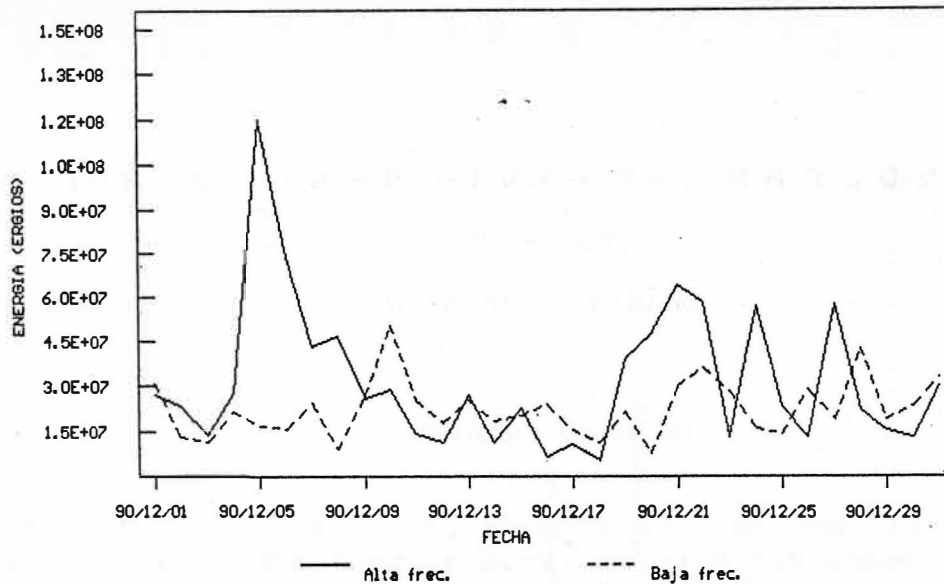


Figura 1. Energía diaria de los sismos de alta y baja frecuencia durante el mes de diciembre 1990

2. NUMERO DE EVENTOS SISMICOS

La ocurrencia de sismos durante este mes se presentó de la siguiente manera:

Alta frecuencia: 3729
 Baja frecuencia: 908

Los días de mayor ocurrencia de eventos de alta frecuencia en este mes fueron el 5 y el 8 con 423 y 227 sismos respectivamente, que alcanzaron niveles muy altos en la ocurrencia.

Los eventos de baja frecuencia presentaron en general niveles bajos durante el mes. La máxima ocurrencia encontrada para este tipo de eventos fue de 60 sismos el día 22 (Figura 2).

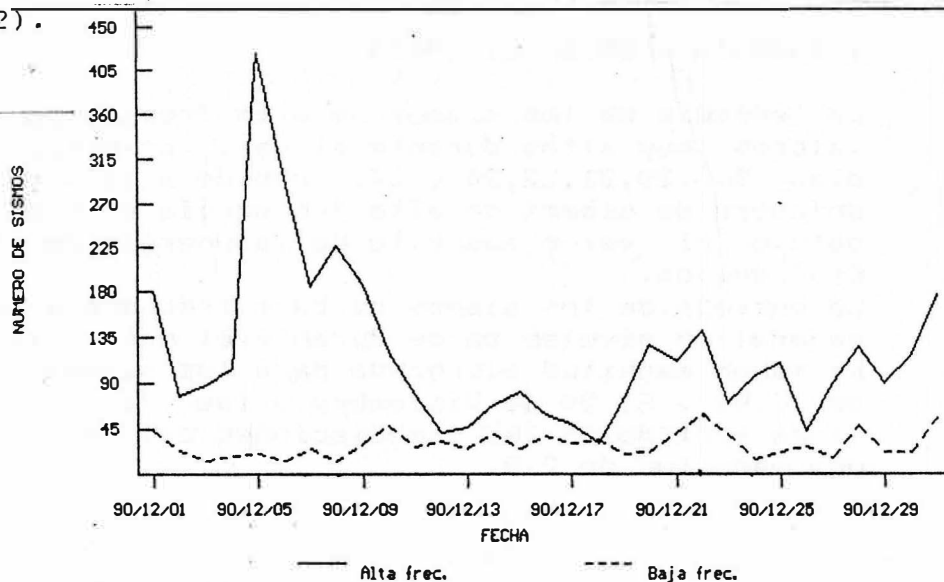


Figura 2. Número de sismos de alta y baja frecuencia

En la figura 3 se observa como los periodos dominantes de los eventos de baja frecuencia en este mes se caracterizaron por presentar principalmente valores de 0.2, 0.25 y 0.15 segundos.

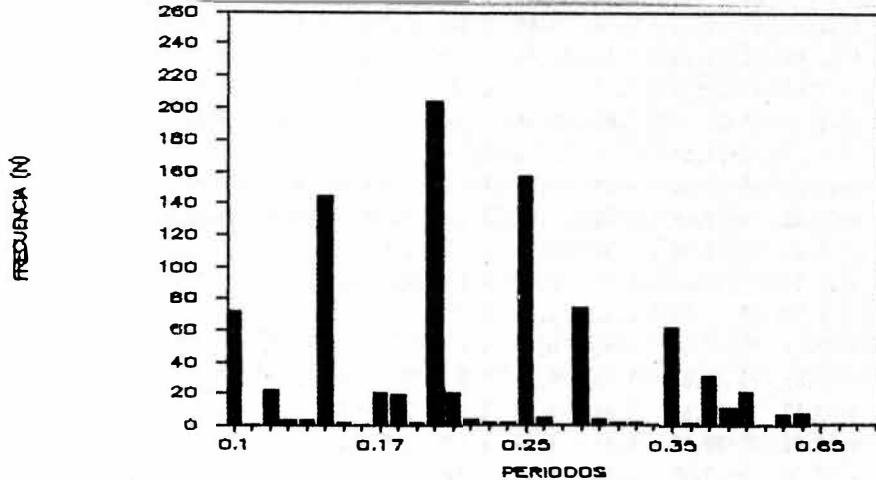


Figura 3. Periodos dominantes sismos de baja frecuencia

3. LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA

Las fuentes sísmicas más sobresalientes se ubicaron en dos sitios principales. Uno de ellos formando una franja con dirección NE-SW, localizada entre el cráter Arenas y el Nevado del Cisne. El otro también forma una franja con la misma dirección de la anterior y localizada al noroccidente de ésta.

El enjambre del 5 se localizó al suroeste del cráter Arenas con profundidades inferiores a los 3 kilómetros. Las profundidades de la mayoría de los sismos localizados osciló entre 0.5 y 5 kilómetros. (Tabla 1, Figura 4 a,b,c).

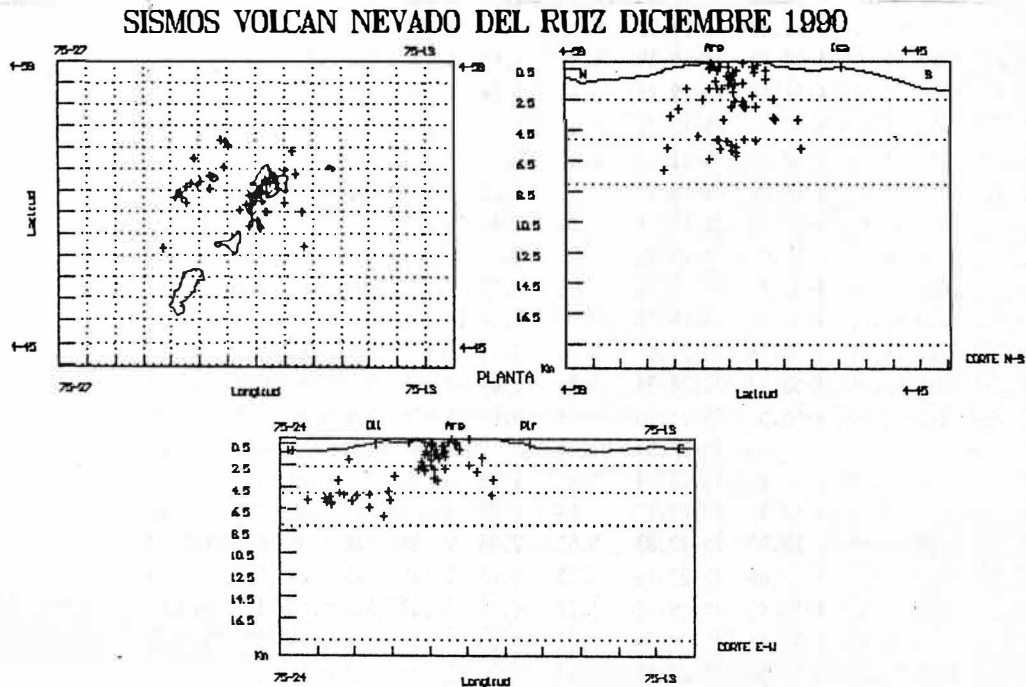


Figura 4. Localización de sismos

TABLA 1. PARAMETROS DE LOCALIZACION DE SISMOS DE ALTA FRECUENCIA VOLCAN NEVADO DEL RUIZ. DICIEMBRE DE 1990.

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	NO	GAP	DMIN	RMS	ERH	ERZ	QM
901202	454	50.29	4-53.19	75-19.23	0.94	0.44	8 232	2.3	0.07	0.9	0.7	C1
901202	6 5	23.56	4-53.44	75-19.30	0.33	0.41	9 139	2.0	0.08	0.5	0.6	B1
901204	21 1	25.63	4-52.98	75-19.88	2.91	0.53	6 184	2.8	0.07	0.6	1.2	C1
901204	2318	53.87	4-53.35	75-19.77	1.81	2.64	7 163	1.2	0.06	0.6	0.4	B1
901204	2354	13.31	4-52.12	75-19.59	2.89	2.96	6 221	2.5	0.08	1.7	2.3	C1
901205	026	23.70	4-53.76	75-19.50	0.39	2.82	7 132	1.6	0.06	0.6	0.6	B1
901205	124	0.51	4-53.61	75-19.66	1.30	2.86	7 136	1.3	0.02	0.1	0.2	B1
901205	619	8.82	4-53.11	75-19.88	1.58	0.03	5 178	2.6	0.03	0.6	0.5	C1
901205	654	54.40	4-53.51	75-19.61	1.73	0.73	6 150	2.6	0.07	0.9	0.8	B1
901205	810	47.91	4-52.94	75-19.99	2.02	1.34	5 190	2.7	0.01	0.2	1.1	C1
901205	948	48.29	4-52.94	75-19.84	0.92	0.21	6 185	2.9	0.06	0.6	4.0	C1
901205	1036	58.69	4-52.61	75-19.80	1.43	0.85	5 200	3.1	0.01	0.3	0.2	C1
901205	1425	7.86	4-53.52	75-19.66	0.64	-0.02	6 151	2.5	0.08	0.7	0.8	B1
901205	1449	15.20	4-52.83	75-20.00	0.53	1.19	6 195	2.9	0.03	0.4	0.2	C1
901205	1626	6.19	4-52.60	75-19.99	2.54	0.45	6 206	3.3	0.08	1.0	2.5	C1
901205	1825	36.00	4-52.24	75-20.23	2.21	0.32	6 223	3.7	0.04	0.7	2.8	C1
901205	20 2	38.79	4-51.74	75-20.10	1.13	0.03	6 240	3.5	0.03	0.7	0.3	C1
901205	2010	58.63	4-52.47	75-20.15	2.94	0.02	6 214	3.3	0.03	0.5	1.0	C1
901206	144	40.82	4-52.06	75-20.17	0.27	1.05	6 268	4.0	0.02	0.5	0.3	C1
901206	250	34.23	4-53.14	75-19.86	1.53	1.14	7 176	2.6	0.04	0.6	0.6	B1
901206	2230	40.90	4-52.87	75-19.99	1.54	3.09	6 193	2.8	0.03	0.4	0.3	C1
901207	230	52.14	4-52.99	75-22.77	5.80	1.62	6 240	3.1	0.08	2.2	2.0	C1
901207	1023	3.43	4-52.91	75-20.13	1.45	2.71	5 196	2.6	0.03	0.7	0.5	C1
901208	21 4	20.90	4-52.93	75-20.00	0.68	0.45	5 190	2.7	0.03	0.5	0.4	C1
901208	2018	2.74	4-53.05	75-19.62	1.09	-0.05	4 177	3.2	0.02			C1
901208	21 6	34.26	4-52.57	75-20.13	2.78	0.44	9 210	3.2	0.06	0.4	0.7	C1
901209	629	9.00	4-52.22	75-20.56	0.35	0.33	7 227	3.6	0.05	0.7	0.4	C1
901209	653	6.93	4-52.99	75-20.06	1.43	0.18	7 189	2.6	0.05	0.5	0.3	C1
901211	314	27.06	4-53.78	75-19.41	0.07		4 205	2.8	0.02			C1
901211	1849	38.60	4-52.83	75-22.63	6.06	1.26	5 240	3.1	0.01	0.9	0.6	C1
901212	9 4	43.05	4-53.48	75-19.52	0.41		4 194	2.8	0.01			C1
901212	1019	4.78	4-52.12	75-18.39	5.19	1.42	4 179	0.3	0.07			C1
901212	1020	32.07	4-51.46	75-19.90	3.66	1.24	4 250	3.2	0.00			C1
901213	053	1.87	4-53.80	75-19.31	0.46	0.73	4 208	3.0	0.02			C1
901213	357	3.61	4-53.81	75-21.64	6.35	0.73	4 203	0.6	0.02			C1
901214	1829	10.37	4-54.05	75-18.97	2.52	0.25	9 111	3.5	0.05	0.2	1.1	B1
901215	10 8	28.46	4-50.57	75-18.34	3.80	1.42	5 299	2.7	0.08	0.3	0.1	C1
901215	1946	4.24	4-52.91	75-20.23	2.59	1.10	6 198	2.5	0.05	0.7	1.4	C1
901215	2024	51.24	4-52.51	75-20.33	2.91	1.49	6 215	3.1	0.05	0.8	1.5	C1
901218	1324	40.71	4-53.13	75-19.92	0.35	0.10	10 178	2.6	0.07	0.4	0.3	B1
901219	2321	24.64	4-55.36	75-21.07	5.60	0.83	7 131	2.3	0.07	0.8	1.7	B1
901220	1 5	44.13	4-55.22	75-20.94	3.56	1.04	7 125	2.0	0.09	0.8	1.5	B1
901220	222	52.92	4-55.50	75-21.23	7.09	0.81	6 136	2.6	0.01	0.2	0.6	B1
901220	3 3	17.65	4-52.53	75-22.44	5.08	1.12	7 243	3.4	0.08	1.6	1.3	C1
901220	1712	21.51	4-52.82	75-22.64	5.86	1.95	6 241	3.1	0.05	1.5	1.1	C1
901220	1829	44.29	4-53.40	75-22.10	5.59	1.21	9 220	1.7	0.08	1.0	0.4	C1
901220	2116	7.09	4-52.80	75-22.83	5.53	2.03	7 244	3.4	0.01	0.2	0.1	C1
901221	110	32.15	4-54.66	75-22.16	1.75	0.65	5 186	1.5	0.03	0.8	0.4	C1
901221	258	16.47	4-51.42	75-19.82	3.77	0.23	6 252	3.1	0.05	1.1	0.6	C1
901221	3 5	34.42	4-51.45	75-20.20	2.43	0.23	7 250	3.8	0.04	0.7	1.5	C1
901221	1715	33.17	4-53.54	75-21.95	5.10	2.25	8 215	1.3	0.04	0.6	0.5	C1

CONTINUACION TABLA 1

901222	333	14.81	4-53.27	75-22.47	3.75	1.86	8 230	2.3	0.03	0.7	0.3	C1
901222	741	18.87	4-53.85	75-18.62	1.82	1.58	6 173	3.2	0.07	0.7	0.9	B1
901222	1433	48.54	4-53.50	75-22.30	5.10	0.68	7 222	1.8	0.05	1.1	0.9	C1
901222	1959	57.10	4-53.02	75-22.67	5.36	1.05	5 238	2.9	0.01	0.3	0.3	C1
901223	053	59.98	4-53.19	75-21.64	5.23	1.83	7 217	1.7	0.07	0.9	1.1	C1
901224	711	14.42	4-50.48	75-23.29	5.59	2.52	5 281	7.4	0.09	2.2	1.8	C1
901227	158	6.98	4-54.22	75-21.13	4.81	3.89	6 137	0.5	0.05	1.0	0.8	B1
901227	353	29.89	4-52.59	75-18.98	0.06	2.66	7 173	1.7	0.05	0.2	0.4	B1
901227	823	54.79	4-54.96	75-18.74	3.00	1.14	7 180	3.2	0.07	0.9	1.7	C1
901231	1852	2.45	4-51.75	75-19.95	0.55		7 239	3.2	0.09	1.1	0.4	C1 TD=3.000
901231	1852	2.60	4-52.16	75-19.67	0.72		7 220	2.7	0.08	2.1	1.5	C1 TD=6.000

4. TREMOR

La señal de tremor se caracterizó por la presencia de pulsos a lo largo de casi todo el mes. En general, fueron de corta duración (inferior a 10 minutos) y presentaron bajos niveles de intensidad. Algunos de ellos estuvieron relacionados a pequeñas emisiones de cenizas (Figuras 5,6,7 y 8).

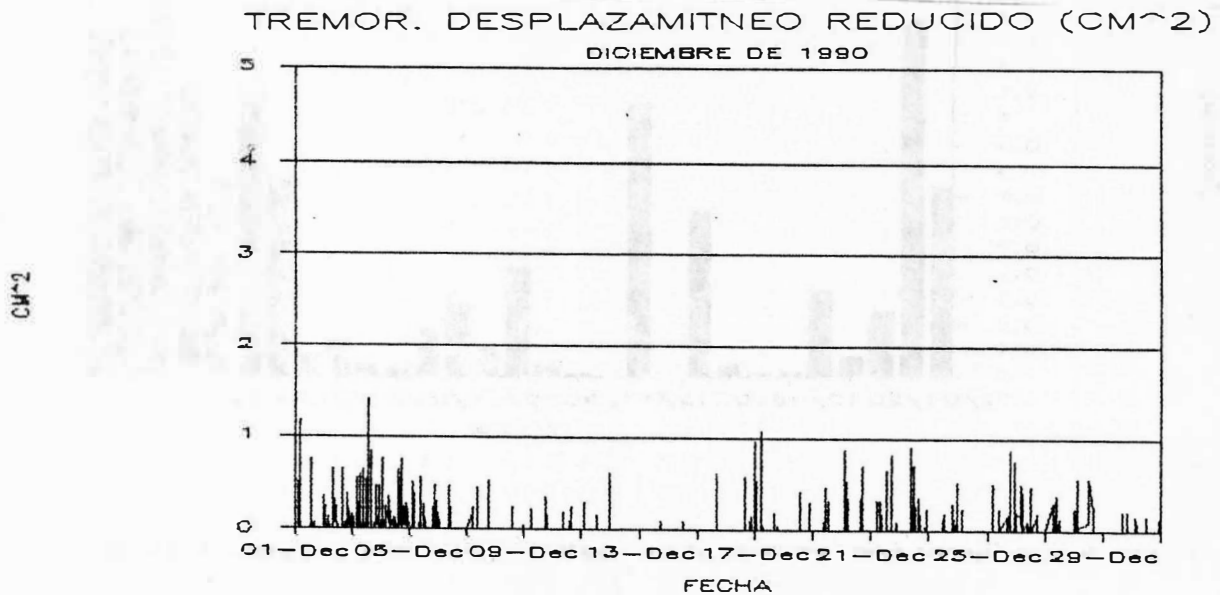


Figura 5. Desplazamiento reducido (cm²)

TREMOR. DESP. RED EN CM²*SEG/DIA
DICIEMBRE DE 1990

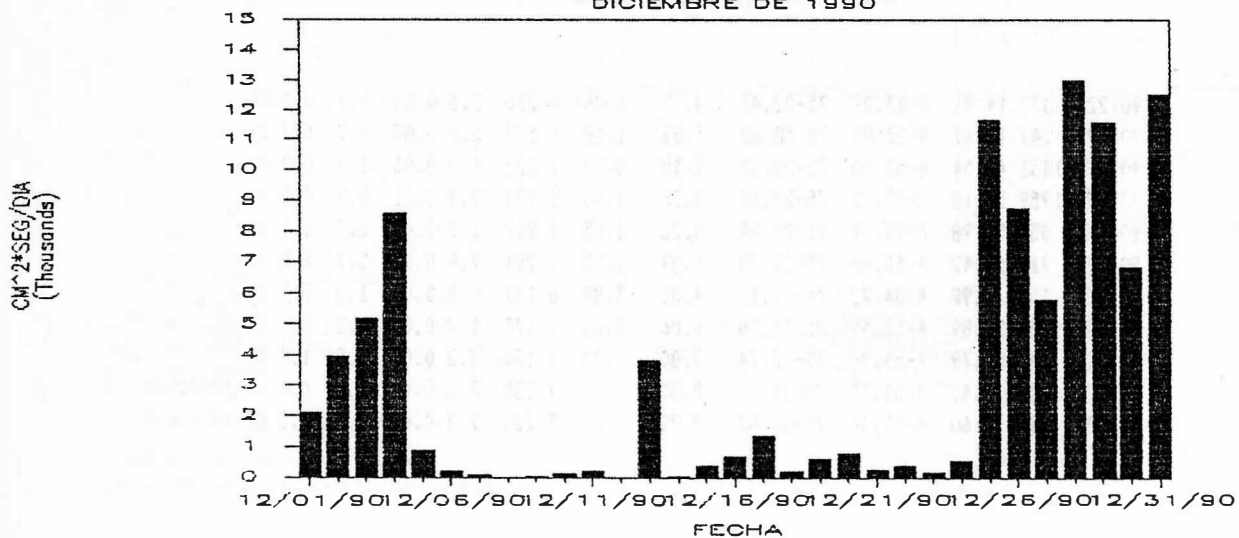


Figura 6. Desplazamiento Reducido en cm² * seg/dia.

TREMOR. DURACION EN MINUTOS
DICIEMBRE DE 1990

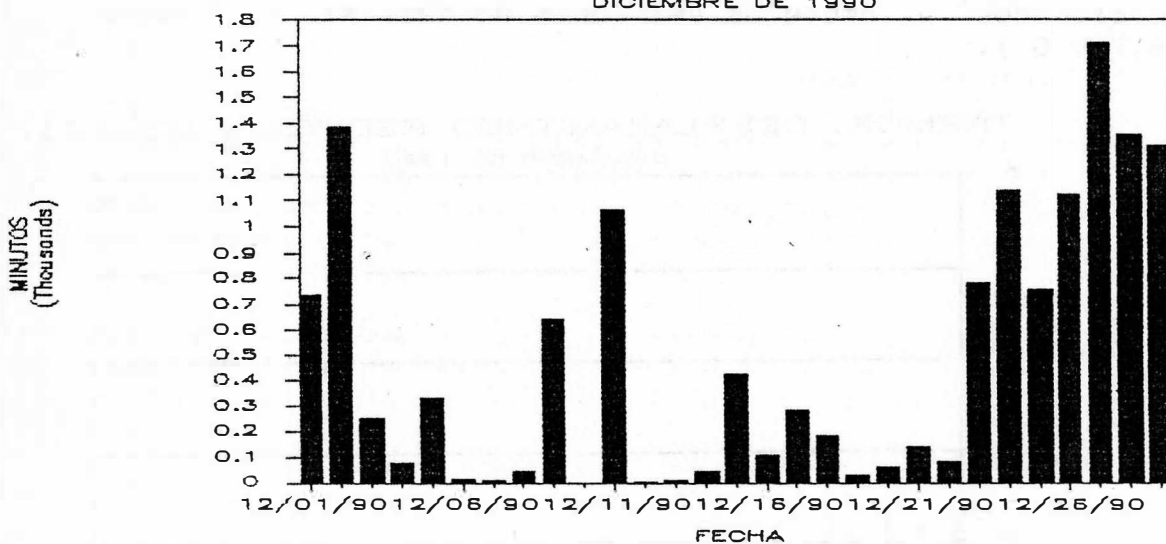


Figura 7. Duración en minutos del tremor - Diciembre 1990

SEG

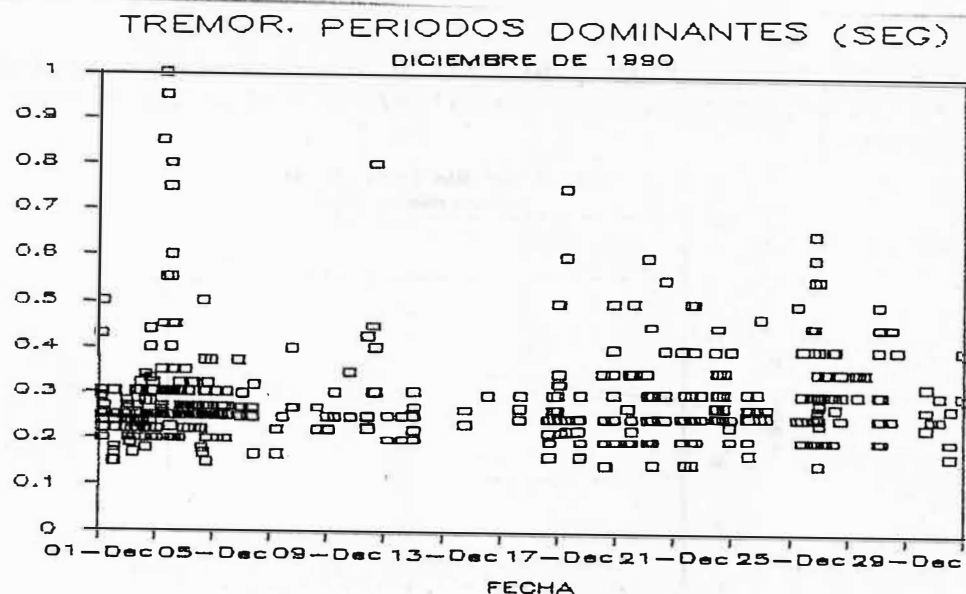


Figura 8. Periodos dominantes del Tremor (Seg).

DEFORMACION

1. INCLINOMETRIA SECA

Con respecto a este método de Deformación se realizaron medidas en las estaciones de Nieto, Piraña, Molinos, Bis y Tumbas. Debido a las pésimas condiciones climáticas sólo se hicieron 5 observaciones, encontrándose valores no significativos.

En la figura 9 se presentan los acumulados de las componentes Norte y Este para las estaciones de Piraña, Molinos y Tumbas. El vector inflación esta graficado en la figura 10.

2. INCLINOMETRIA ELECTRONICA

La estación de Refugio continua con su tendencia de estabilidad en sus dos componentes Norte y Este. No se observan cambios significativos (Figura 11).

Con respecto a la estación de Recio, en su única componente - la radial - no se presentan cambios en su comportamiento.

Para el mes de Enero de 1991 y luego de una revisión de los instrumentos, se instalará la estación CRATER (5020 m.s.n.m.).

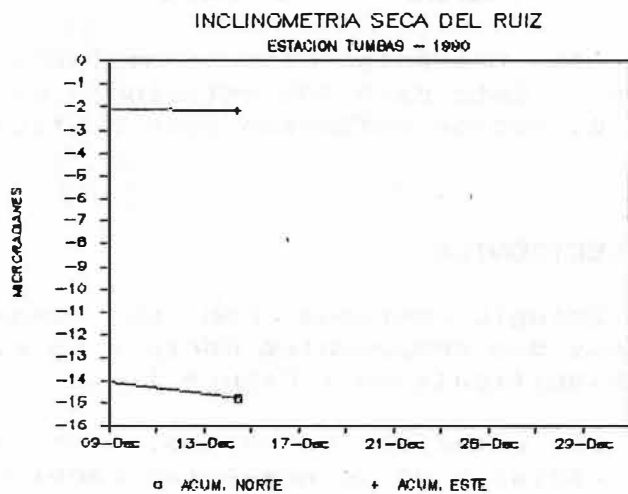
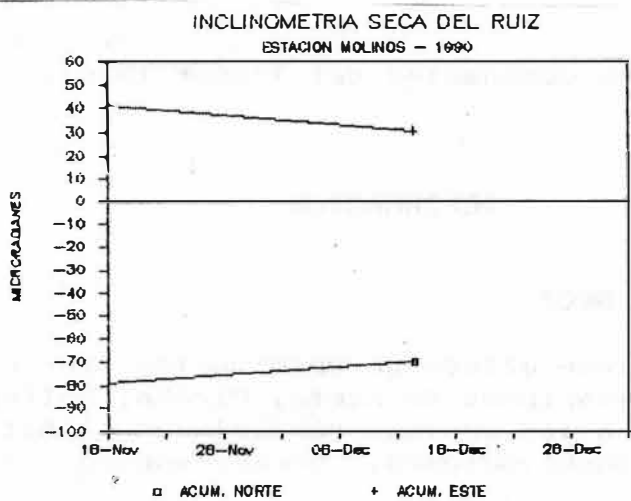
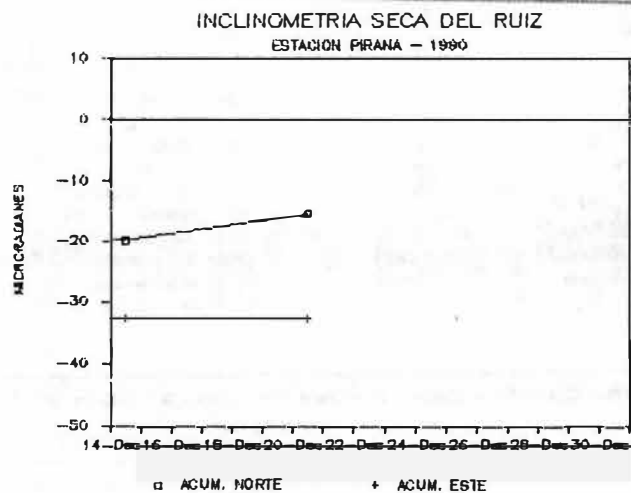


Figura 9. Inclínometría seca Diciembre de 1990

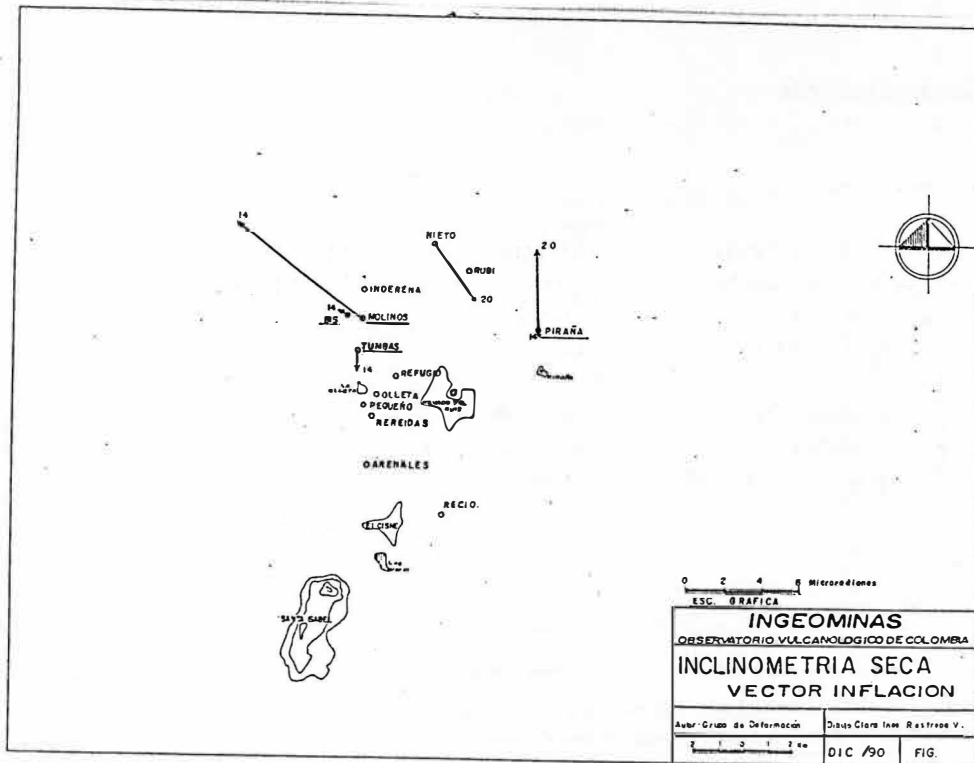


Figura 10. Vectores resultantes inclinometría seca.

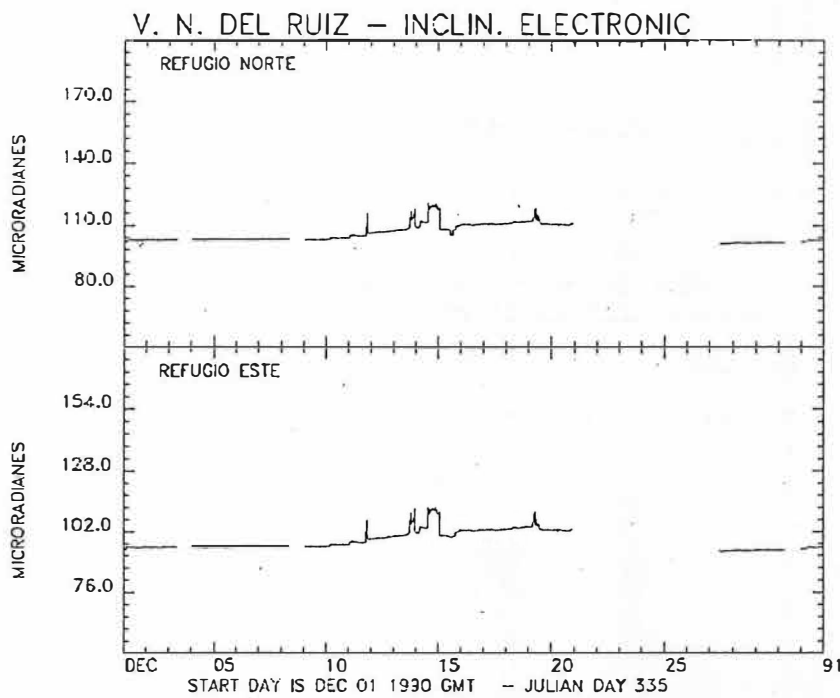


Figura 11. Componentes Norte y Este Estación Refugio.

3.OTRAS ACTIVIDADES

-VOLCAN CERRO BRAVO.

Desarrollando el programa de vigilancia de los volcanes, se implementó para este volcán una red de deformación. Por tal motivo, se realizaron mediciones en dos vectores cortos de nivelación, materializados en el costado Oeste del edificio volcánico, al borde de la vía que conduce de Manizales a Mariquita (Tolima). Dichos vectores, denominados Guacaica y Quimbaya, fueron ocupados reiterativamente para obtener sus datos o línea base.

- GLACIOLOGIA.

El día 27 se realizó el nuevamente levantamiento del frente del glaciar Nereidas, utilizando para esto un distanciometro colocado en un punto de control utilizado desde 1987.

La diferencia de longitud encontrada entre el 25 de septiembre de 1987 y el 27 de diciembre de 1990 es de 173.30 metros, para un promedio de retroceso de la lengua del glaciar de 4.44 metros por mes.

GEOLOGIA - GEOQUIMICA

1.COSPEC

Se realizaron 6 medidas, para un promedio general de 1464 ton / día con viento medido y de 810 ton / día con viento estandar (1 m / seg) (Figura 12).

Las medidas oscilaron entre 591 ton / día como valor mínimo y de 3100 ton / día como valor máximo (Figura 13); las velocidades del viento fueron muy variables y le daban un dirección preferencial a la columna de vapor hacia el occidente.

EMISIONES DE SO2 NEVADO DEL RUIZ
 PROMEDIO MENSUAL 1990

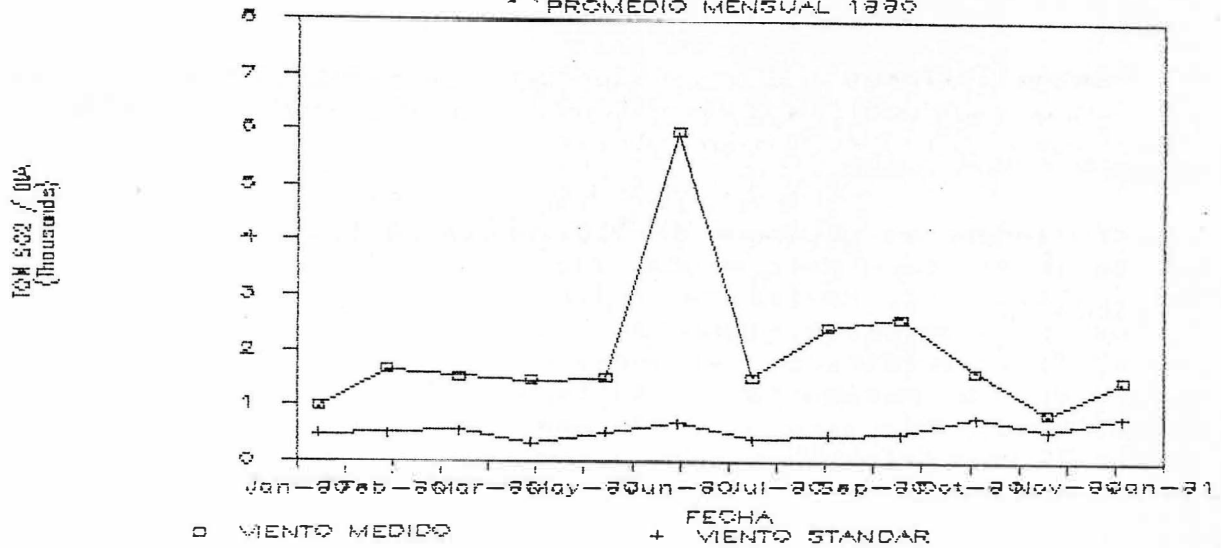


Figura 12 Valores promedio de la concentración de SO2.

EMISIONES DE SO2 DICIEMBRE 1990

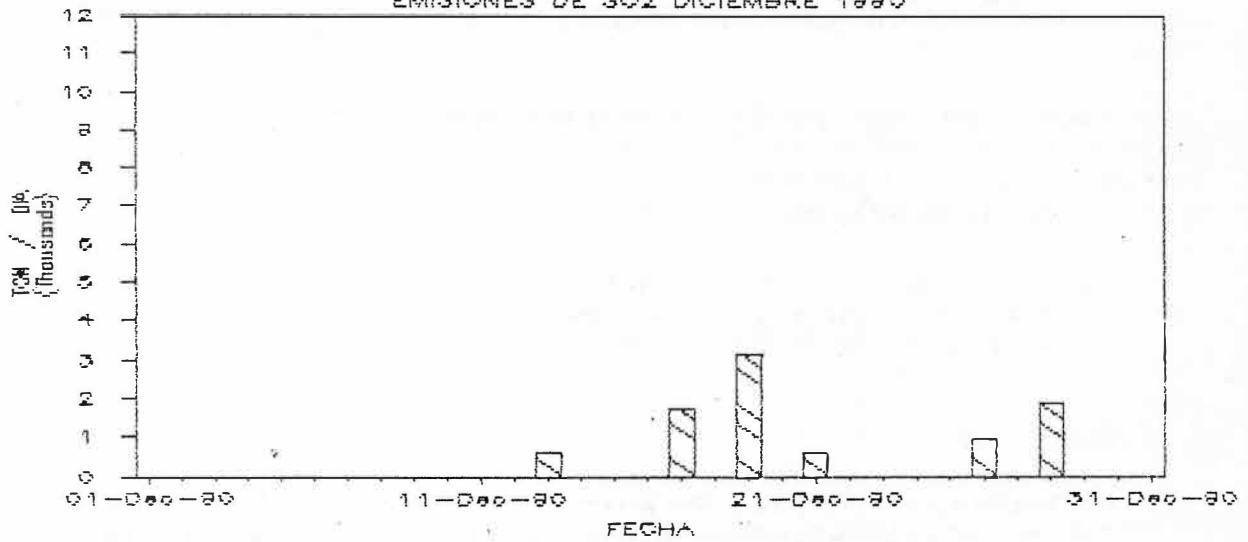


Figura 13. Valores de SO2 obtenidos durante Diciembre.

Los valores obtenidos durante el mes fueron:

FECHA	TON / DIA (Con viento medido)
Diciembre 13	591
17 *	1684
19	3100
21 *	607
26	961
28	1840

* asociada a pequeña emisión de cenizas

Estos valores son considerados dentro de los rangos de nivel moderado a alto y son de las mas altos obtenidos a través del año (Figura 14).

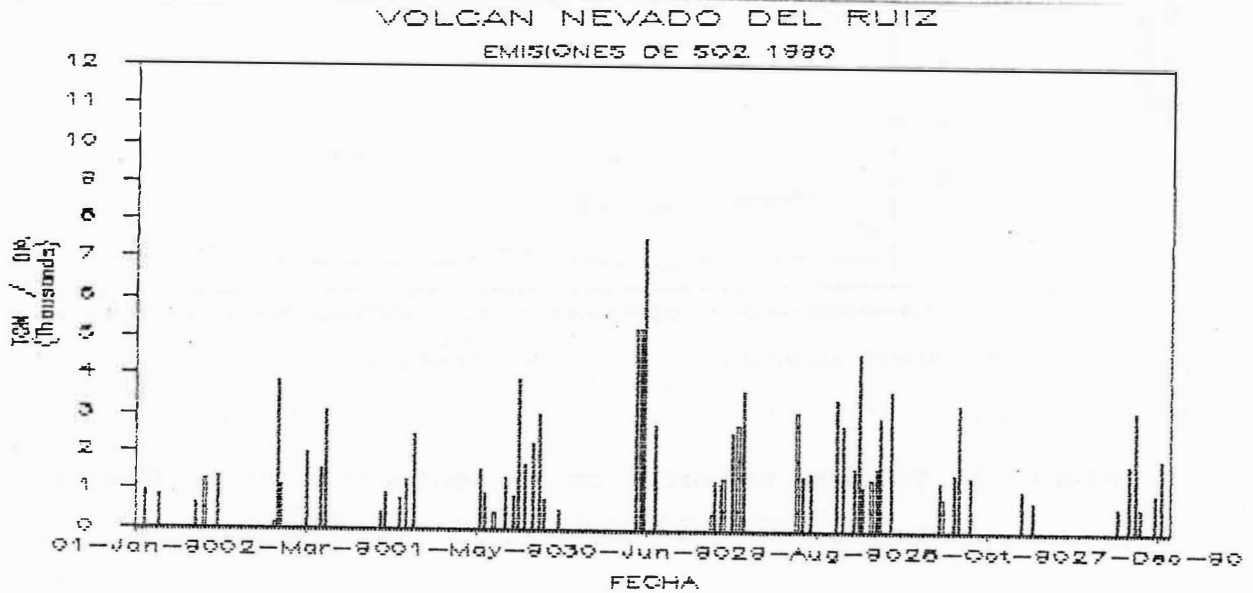


Figura 14. Valores de SO₂ obtenidos en 1990.

2. CAJAS JAPONESAS

Se realizaron los cambios respectivos en las estaciones de Olleta y Refugio; su análisis está en proceso de elaboración.

3. CENIZAS

Se reportaron caída de cenizas los días 2, 4, 17, 21, 22; la mayoría de ellas asociadas a grandes pulsos de tremor.

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 anterior, en Diciembre la actividad sísmica se caracterizó, por notable disminución en la ocurrencia y la energía liberada por los eventos de alta y baja frecuencia. En contraste con esto, los eventos de largo periodo, alcanzaron el mayor, tanto en número como en la intensidad; e igualmente se incrementaron los pulsos de tremor espasmódico. La mayoría de los sismos de largo periodo y los pulsos de tremor están asociados a las emisiones de cenizas. El tremor de fondo mostró pequeñas variaciones en la amplitud y el periodo, conservando niveles bajos.

En general las medidas de deformación mostraron valores pequeños. Los cambios ocurridos en las estaciones de inclinometría seca se evaluaron como bajos. El comportamiento de los vectores cortos de nivelación fué estable, presentando algunas variaciones bajas. Las curvas del inclinómetro de cráter mantuvieron tendencias de inflación con oscilaciones muy pequeñas, mientras el de los Peladitos registró cambios bruscos sin coincidencia alguna con la actividad sísmica registrada.

Los valores de SO₂ obtenidos con el COSPEC, oscilan entre valores bajos y moderados; la salida pulsátil de la columna de gases y vapor, determinó posiblemente los resultados de estas mediciones. Los análisis químicos de gases colectados en los sectores Norte y SurOccidente del cono activo, muestran incremento en la concentración de CO₂ y disminución de SO₂; en las demás estaciones de muestreo los contenidos de gases son similares a los reportados el mes anterior.

1. SISMOLOGIA

1.1. ALTA FRECUENCIA

Número de eventos

- Total en el mes	25
- Mínimo diario	0
- Máximo diario	7

La ocurrencia de eventos de Alta Frecuencia, presentó niveles bajos durante el mes, a excepción del día 1 en el cual alcanzó un nivel moderado. Los valores más bajos desde el inicio de la vigilancia se registraron en este mes. La máxima magnitud (Richter) fue de 2.05, correspondiente a un sismo ocurrido el día 7 al sur del cráter, a una profundidad relativa de 3.5 Km.

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

- Total en el mes	1.00E+07
- Mínima diaria	0.00E+00
- Máxima diaria	2.61E+06

La energía liberada permaneció en niveles bajos durante todo el mes, presentando leve aumento los días 18 y 19 (Figura 1).

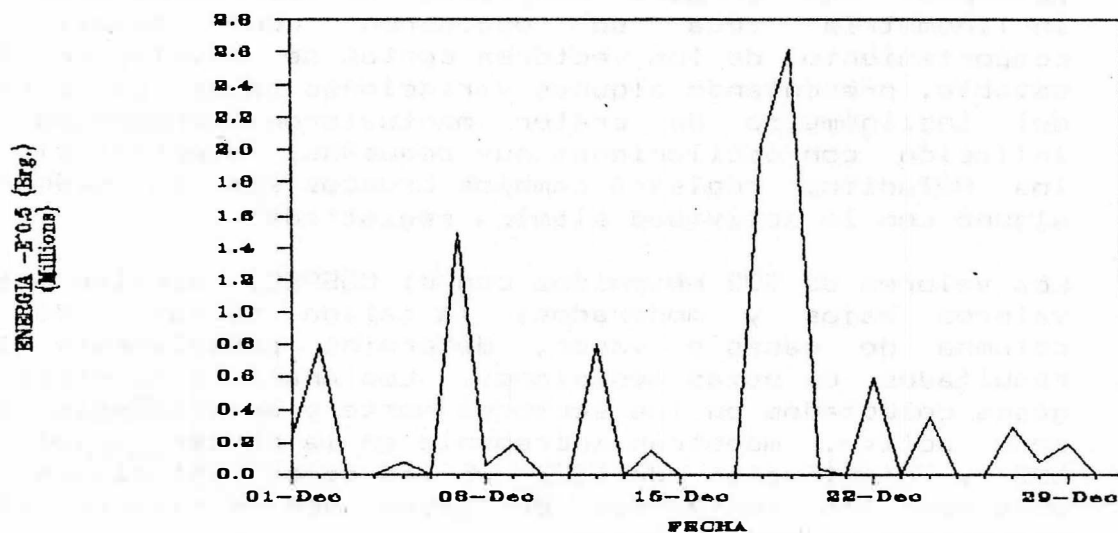


Figura 1. Energía liberada diaria por sismos de Alta Frecuencia.

Localizaciones

Se localizaron 9 sismos de Alta Frecuencia, 5 de los cuales se ubicaron al suroccidente del cráter a profundidades relativas entre 2.85 y 5.3 km y magnitudes (Richter) entre 1.30 y 1.70. Los 4 sismos restantes, se localizaron al sureste con profundidades entre 1.8 y 7.7 km y magnitudes entre 1.33 y 2.05 (Figura 2).

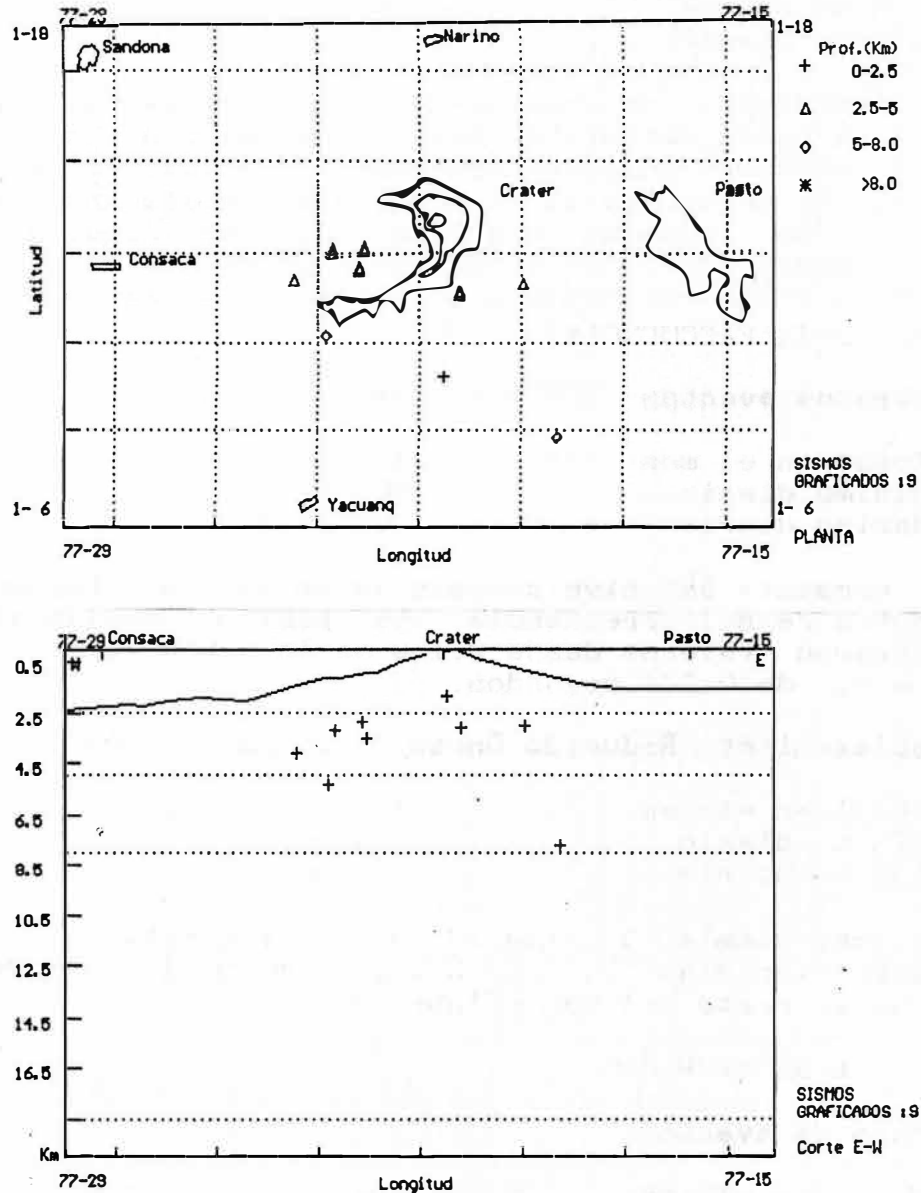


Figura 2. Localización en planta y en sección E-W, de los eventos de Alta Frecuencia.

En la Tabla 1 se presentan los parámetros de localización de los sismos de Alta Frecuencia. Los valores de GAP son

altos, debido al cubrimiento de la red sísmica, lo que afecta la calidad de las localizaciones.

TABLA 1. PARAMETROS DE LOCALIZACION SISMOS ALTA FRECUENCIA

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	MAG	NO GAP	DMIN	RMS	ERH	ERZ	OM	
901202	0800	44.09	1- 8.43	77-19.33	7.74	1.78	8 316	6.0	0.09	1.4	0.4	C1
901207	1710	39.80	1-12.74	77-23.10	3.52	2.05	8 168	2.6	0.04	0.3	0.3	B1
901207	2024	36.24	1-12.32	77-23.19	2.85	1.35	8 167	2.8	0.05	0.3	0.5	B1
901209	0946	06.50	1-09.88	77-21.53	1.84	1.33	8 275	3.0	0.09	0.9	1.1	C1
901212	2250	32.42	1-12.71	77-23.72	3.21	1.70	8 168	3.7	0.09	0.7	0.8	B1
901214	1956	03.04	1-12.05	77-24.47	4.12	1.50	8 190	4.5	0.10	1.0	1.0	C1
901218	0529	49.26	1-11.98	77-19.99	3.02	1.46	6 260	2.0	0.03	0.2	0.2	C1
901218	1216	18.07	1-10.80	77-23.85	5.30	1.55	8 226	5.2	0.07	0.7	0.8	C1
901222	0726	13.02	1-11.72	77-21.24	3.09	1.31	7 149	1.0	0.04	0.3	0.2	B1

1.2. BAJA FRECUENCIA

Número de eventos

- Total en el mes	65
- Mínimo diario	0
- Máximo diario	6

Se presentaron niveles muy bajos en la ocurrencia de eventos de Baja Frecuencia. Los períodos de estas señales mostraron valores desde 0.150 hasta 0.650 segundos, con promedio de 0.244 segundos.

Desplazamiento Reducido Ondas Rayleigh - (cm²)

- Total en el mes	163.93
- Mínimo diario	0.00
- Máximo diario	31.25

El desplazamiento reducido diario presentó los mayores valores los días 2, 5 y 27, y permaneció en niveles muy bajos el resto del mes (Figura 3).

1.3. LARGO PERIODO

Número de eventos

- Total en el mes	1979
- Mínimo diario	42
- Máximo diario	107

La ocurrencia de eventos de Largo Período permaneció en niveles altos a muy altos durante el transcurso del mes;

el día 19 se presentó el mayor número de estas señales con 107 sismos (Figura 4). El rango del periodo en los LP, osciló entre 0.15 y 1.20 segundos con promedio de 0.273 segundos.

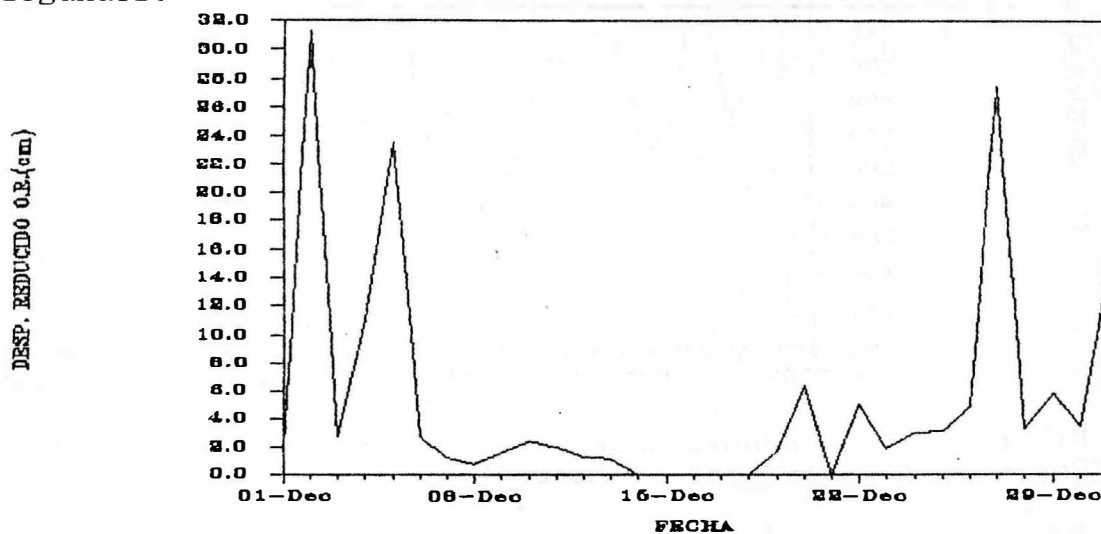


Figura 3. Desplazamiento Reducido diario de Ondas Rayleigh para eventos de Baja Frecuencia.

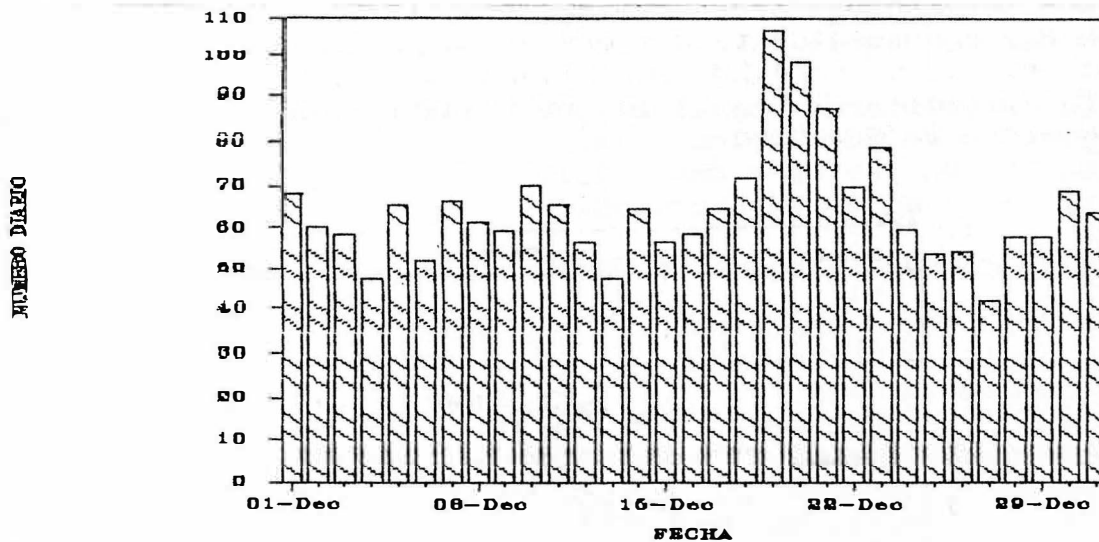


Figura 4. Número diario de eventos de Largo Período.

Desplazamiento reducido Ondas Rayleigh (cm²)

- Total en el mes	8874.09
- Mínimo diario	153.22
- Máximo diario	382.38

El desplazamiento reducido muestra niveles muy altos durante todo el mes, alcanzando los máximos valores en el actual estado de actividad del volcán (Figura 5).

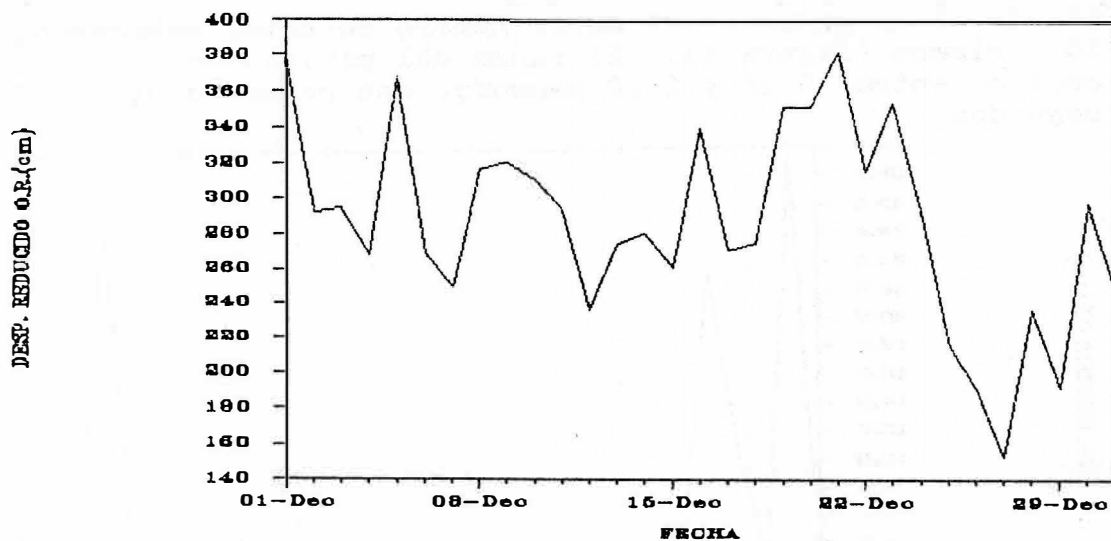


Figura 5. Desplazamiento Reducido diario de Ondas Rayleigh para eventos de Largo Período.

Localizaciones

Los sismos de Largo Período, localizados se ubicaron al norte y noroccidente del cráter, a profundidades variables entre 2.56 y 4.23 km (Figura 6); los parámetros de localización (Tabla 2) son poco confiables y se presentan a nivel informativo.

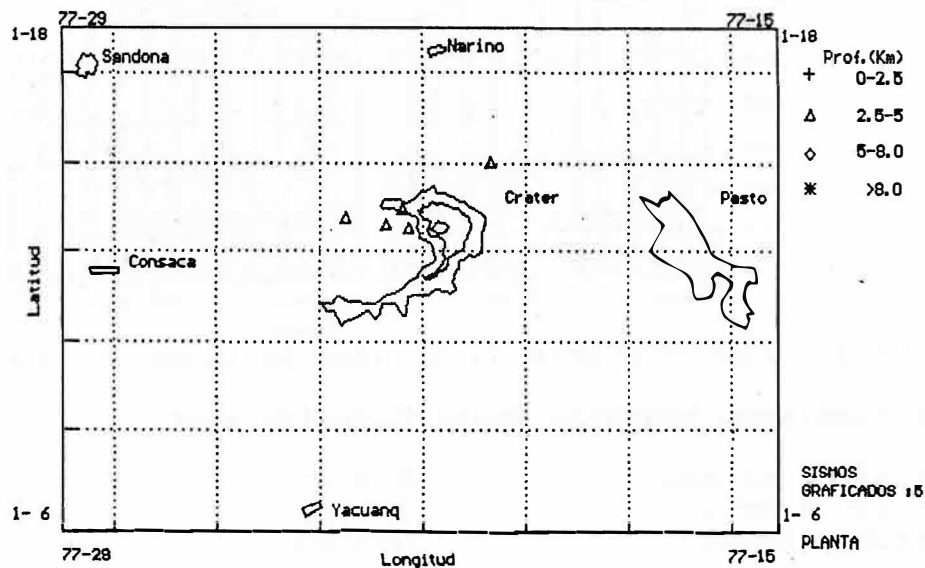


Figura 6. Localización en Planta eventos Largo Período.

TABLA 2. PARAMETROS DE LOCALIZACION SISMOS LARGO PERIODO.

DATE	ORIGIN	LAT N	LONG W	DEPTH	NO	GAP	DMIN	RMS	ERH	ERZ	GM	
901227	0848	26.96	1-13.30	77-22.31	3.93	6	311	1.6	0.07	1.1	0.6	C1
901227	0848	49.11	1-14.80	77-20.69	3.27	6	331	3.0	0.05	0.7	0.5	C1
901227	1825	41.60	1-13.53	77-23.50	4.23	5	328	3.7	0.08	2.0	1.4	C1
901229	1922	24.76	1-13.36	77-22.74	3.65	6	318	2.3	0.08	1.1	0.8	C1
901229	2059	19.31	1-13.72	77-22.42	2.56	6	320	2.4	0.03	0.4	0.3	C1

1.4. TREMOR

1.4.1. Espasmódico:

Número de pulsos

- Total en el mes	161
- Mínimo diario	1
- Máximo diario	12

El tremor espasmódico mostró un nivel de ocurrencia oscilante entre bajo y moderado. Los días 2, 12 y 22 del mes, se presentó el mayor número de este tipo de sismos (Figura 7).

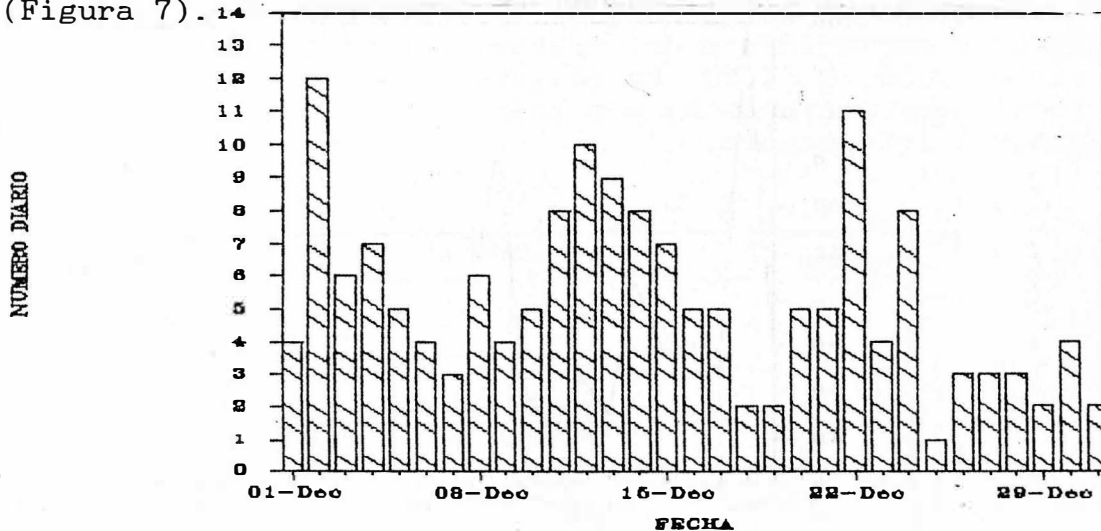


Figura 7. Número de episodios diarios de Tremor Espasmódico.

Los períodos dominantes variaron entre 0.20 y 0.975 segundos, con promedio de 0.642 segundos (Figura 8).

Desplazamiento Reducido para Ondas Rayleigh (cm^a)

- Total en el mes	969.25
- Mínimo diario (17 Nov.)	1.99
- Máximo diario (19 Nov.)	99.19

El desplazamiento reducido mostró valores variables, con tendencia general a niveles altos. El día 2 se presentó el mayor valor ocurrido durante el mes, correspondiente a 99.19 cm^2 (Figura 9).

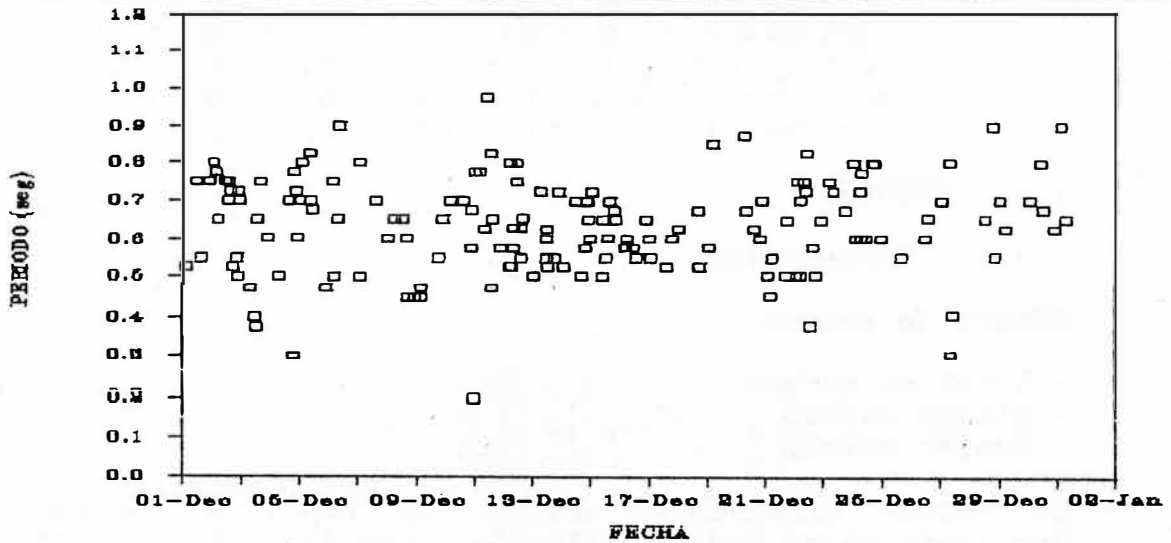


Figura 8. Períodos dominantes del Tremor Espasmódico.

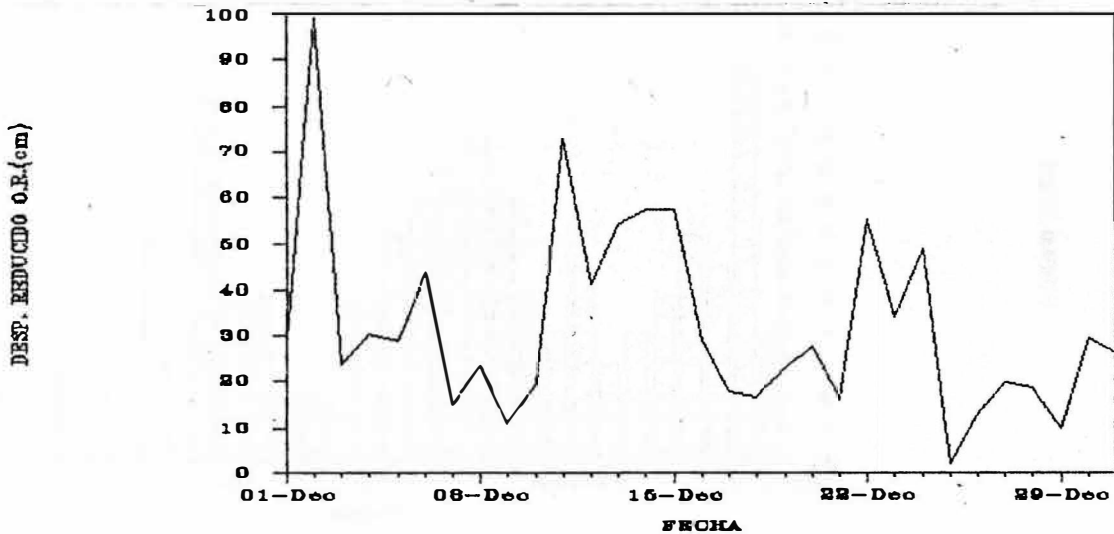


Figura 9. Desplazamiento reducido diario de Ondas Rayleigh para las señales de Tremor Espasmódico.

1.4.2. De fondo:

La señal de Tremor que acompañó al nivel de fondo, se registró de manera continua en el transcurso del mes, con leves variaciones en su amplitud y período; los niveles de intensidad oscilaron entre 0.05 y 4.26 cm^2 en el campo del desplazamiento reducido.

2. DEFORMACION

2.1. INCLINOMETRIA SECA

Se ocuparon las estaciones de Calabozo, Truchas y El Pintado, para un total de 6 mediciones. Los valores encontrados fueron del orden de los 3 y 7 μ Rad. El comportamiento presentado por la estación el Calabozo y Truchas, fue de estabilidad con pequeñas tendencias hacia la inflación, mientras que en el Pintado los cambios también fueron pequeños, pero con tendencia hacia la deflación.

En la Figura 10, se puede ver la dirección y magnitud del Vector Inflación para las estaciones de Incliseca y sus respectivas fechas de ocupación, se aprecia claramente que los vectores resultantes para las estaciones de Truchas y Pintado tienen características similares, con sentido Oeste de la deformación; comportamiento contrario a la estación el Calabozo donde la deformación tiene sentido Este. Se puede considerar además, que el foco de la deformación, es posible que se concentra en un área cercana al cráter.

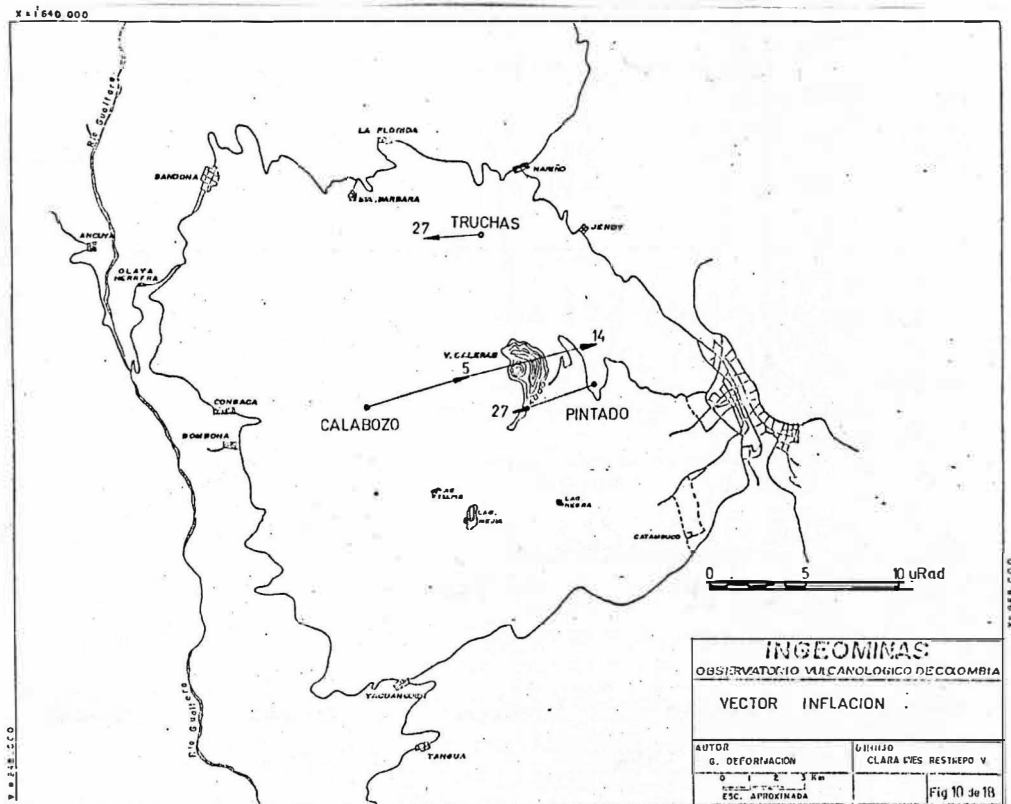


Figura 10: Vector resultante para las estaciones Truchas, Calabozo y Pintado.

En la Figura 11, se registran los valores acumulados de las curvas Norte y Este para las 3 estaciones; notándose además la tendencia de la deformación para cada ocupación.

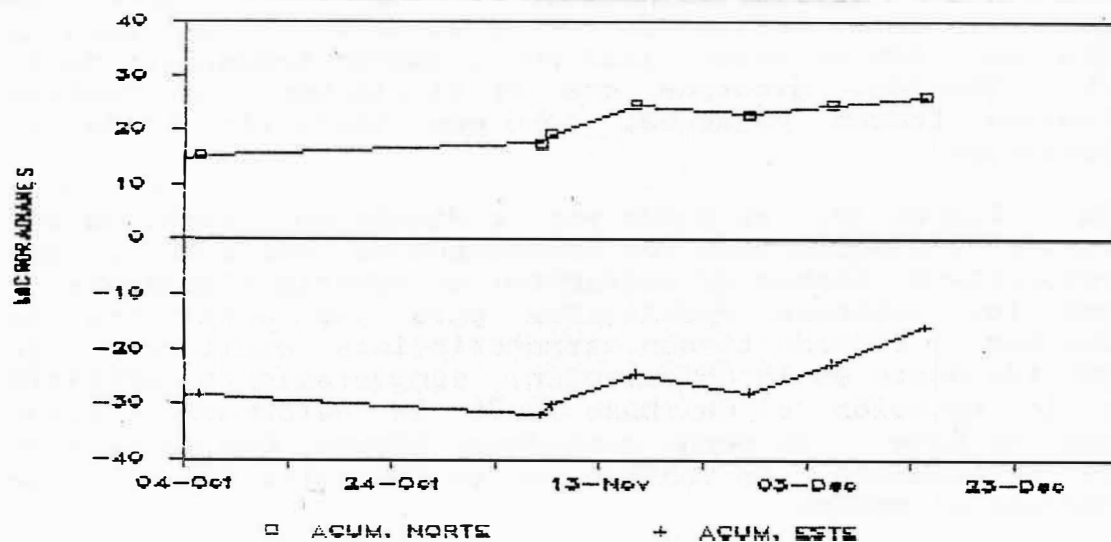


Figura 11 (a): Acumulados Norte y Este para la Estación Calabozo.

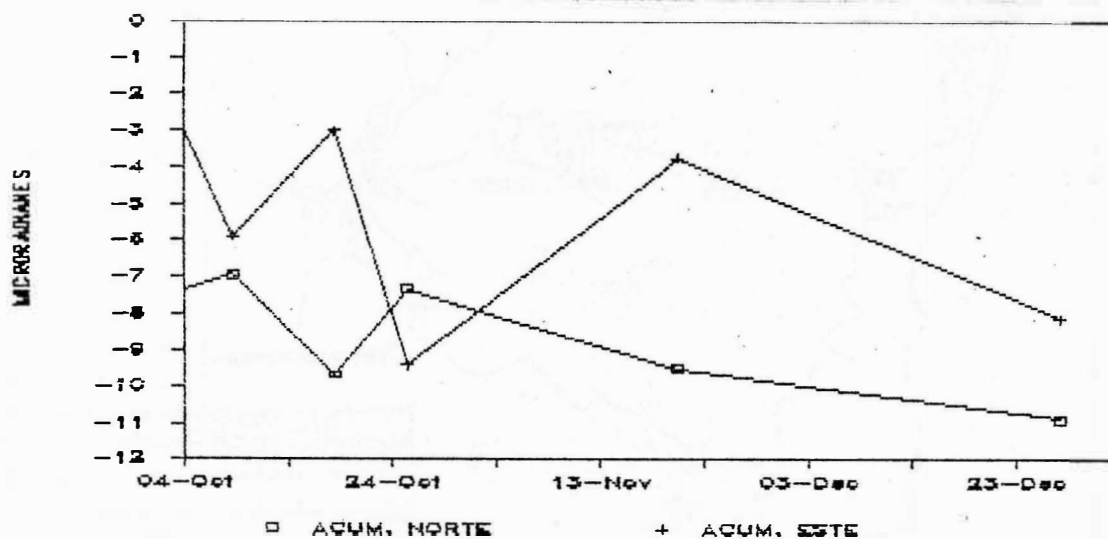


Figura 11 (b): Acumulados Norte y Este para la Estación Pintado.

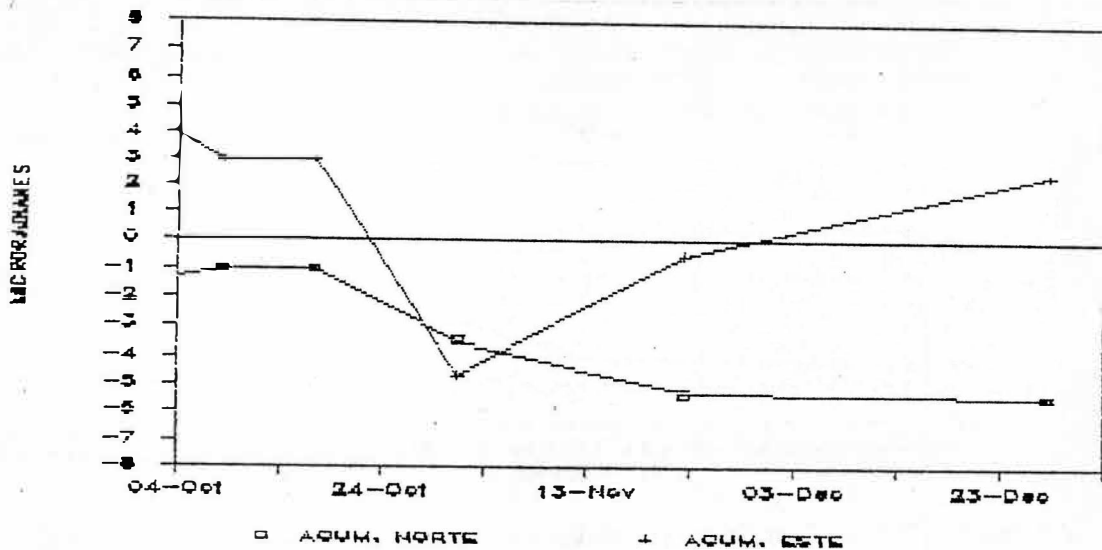


Figura 11 (c): Acumulados Norte y Este para la Estación Truchas

2.2. VECTORES CORTOS DE NIVELACION

De los nueve vectores de nivelación existentes, se midieron 6 para un total de 8 ocupaciones. Los valores tomados presentaron pequeñas modificaciones que están entre 1 y 4 $\mu\text{Rad.}$, actividad evaluada como muy baja. En la estación Bellavista se observó un cambio de 6.6 $\mu\text{Rad.}$, comportamiento causado posiblemente por efectos de la reverberación del sol.

2.3. MEDICION ELECTRONICA DE DISTANCIAS. E.D.M.

Las condiciones climáticas de la época impidieron el desarrollo normal de las mediciones de campo utilizando este método.

2.4. INCLINOMETRIA ELECTRONICA

La estación de Cráter registró pequeñas oscilaciones (Figura 12), con una constante y marcada tendencia hacia la inflación (11 μRad en la componente Tangencial y 3 μRad en la radial). Las variaciones de voltaje producidas con el cambio de batería no afectaron significativamente el comportamiento de los registros. Los cambios de temperatura (ver Figura 13), fueron menores a los del mes anterior, lo que da más confiabilidad a los registros.

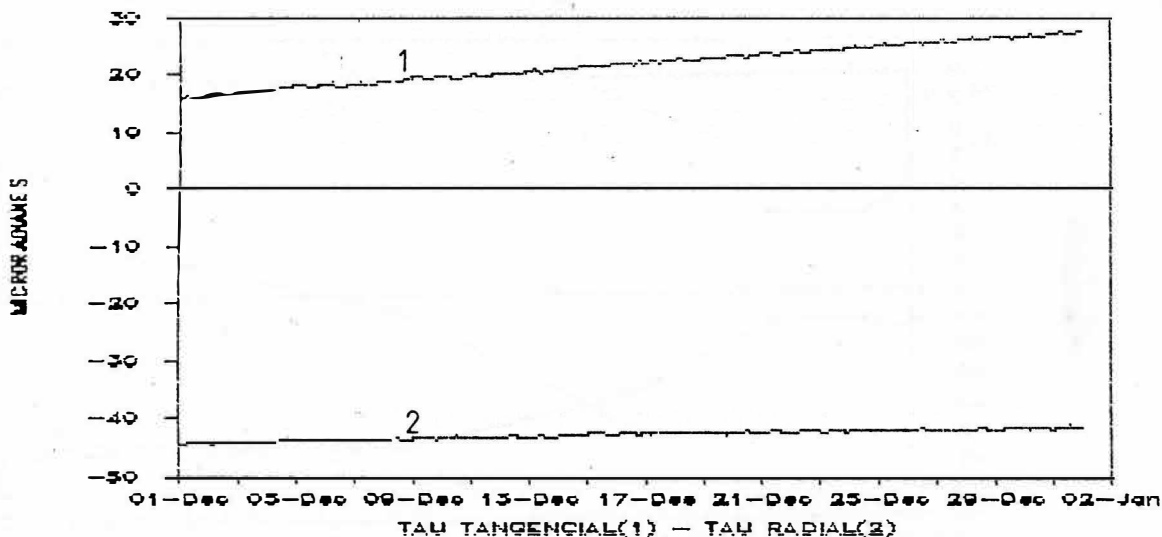


Figura 12: Comportamiento de los taus tangencial y radial del inclinómetro Cráter.

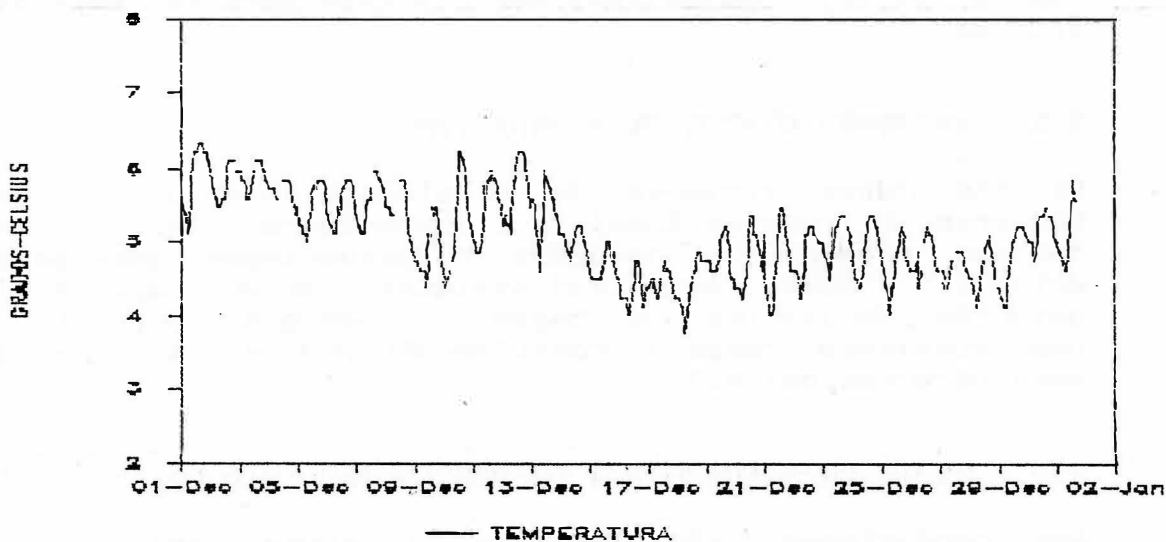


Figura 13: Registro de la Temperatura para el Inclinómetro Cráter.

El Inclinómetro de Peladitos tuvo dificultades al registrar las señales presentando cambios bruscos (Picos), que no presenta coincidencia alguna con la actividad sísmica. Posiblemente estos problemas podrían causarse por la inestabilidad y humedad del lugar. En la Figura 14, aparecen los registros de las curvas Norte y Este, se aprecia además que para el día 12 hay una caída ligera y una final recuperación de la estabilidad con la terminación del mes. En la Figura 15, se tiene el registro de la temperatura; se ve una buena estabilidad, comportamiento que no coincide con el funcionamiento inestable del equipo.

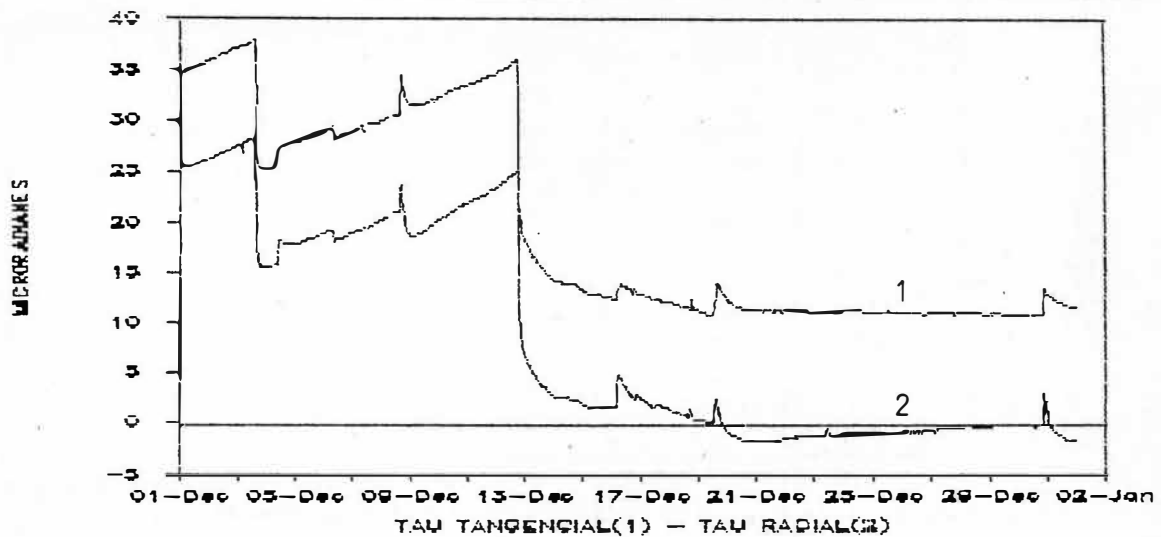


Figura 14: Comportamiento de los taus Tangencial y Radial para el Inclínómetro Peladitos.

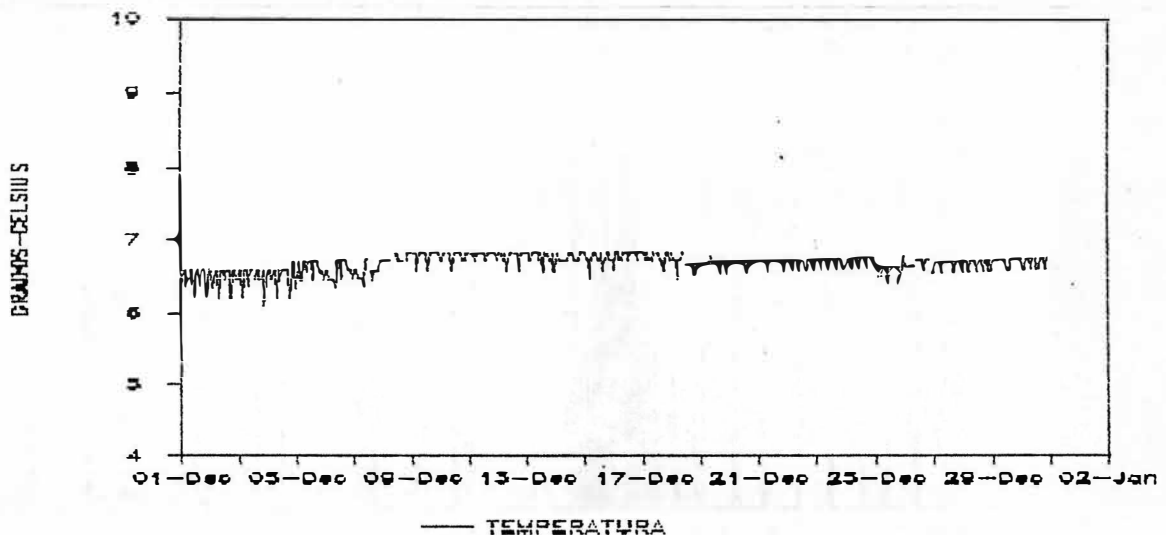


Figura 15: Registro de la temperatura en el Inclínómetro de Peladitos.

3. GEOQUIMICA

3.1. COSPEC

Se realizaron 8 mediciones de la concentración de SO_2 , utilizando el método COSPEC. En la Figura 16 se muestran las variaciones de los resultados obtenidos, los cuales oscilan entre bajos y moderados análogos a los registrados en los meses de Mayo y Junio de 1989 (Figura 17). Los valores de las mediciones están consignados en la Tabla 3.

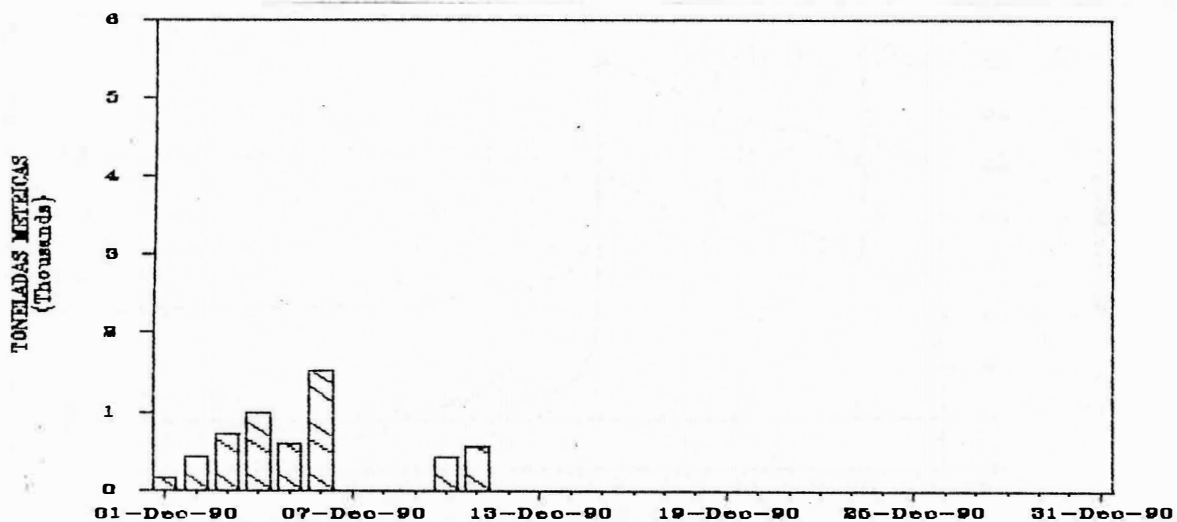


Figura 16. Variación de la concentración del SO2 registrado por el método COSPEC durante Diciembre.

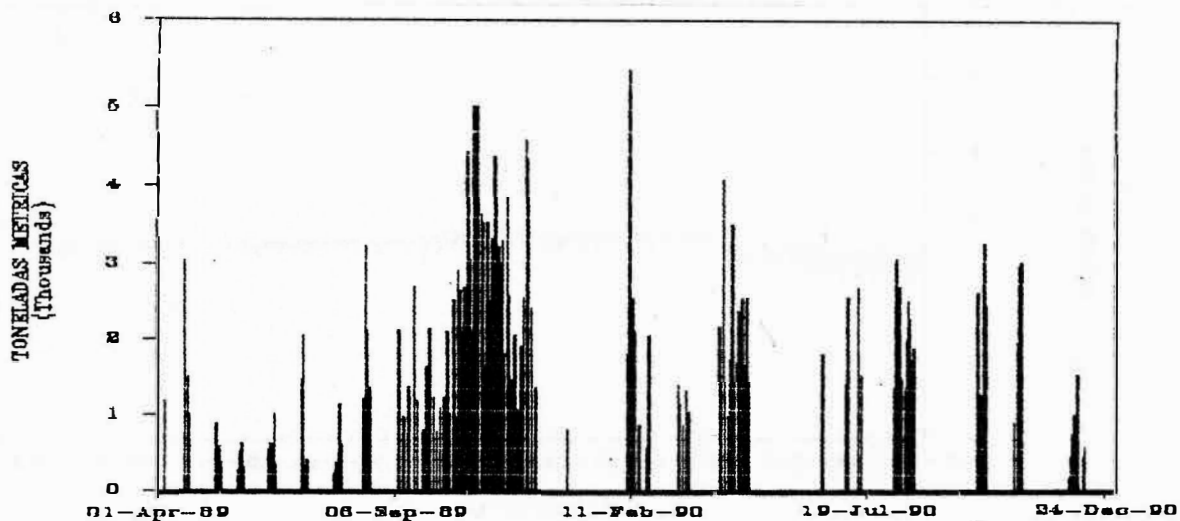


Figura 17. Concentración del SO2 medido con el COSPEC desde el inicio de la vigilancia.

TABLA 3: CONCENTRACION DE SO2 EN LA COLUMNA DE VAPOR. (Método COSPEC).

FECHA	TON/DIA	VIENTO (m/seg)
1	158	1.0
2	440	1.0
3	733	1.0
4	1002	1.5
5	611	1.0
6	1521	3.0
10	424	2.2
11	564	1.0

3.2. MUESTREO DE GASES

En la Tabla 4 se presentan los resultados de los análisis de gases muestreados por los métodos de Cajas Japonesas y Botellas de Giggenbach. En las estaciones localizadas al norte y suroccidente del cráter principal, se observa aumento en la concentración de CO₂ y disminución del SO₂ contenido en la columna de vapor (figura 18). Las demás estaciones registraron concentraciones de gases similares al mes anterior.

TABLA 4: ANALISIS QUIMICOS DEL MUESTREO DEL 21-11-90
Laboratorio Químico INGEOMINAS Regional Pacífico
(Resultados expresados en % molar)

ESTACION	H ₂ S	SO ₂	HCl	CO ₂	H ₂ O
Deformes	0.904	2.537	0.411	5.811	90.337
Calvache	1.256	1.086	0.042	12.068	85.549
Japonesa 1	0.185	2.598	0.208	5.573	91.436
Japonesa 2	0.005	0.239	0.022	4.334	95.401
Japonesa 3	0.065	0.428	0.010	1.993	97.504
Japonesa 4	0.399	1.295	0.109	3.299	94.898
Japonesa 5	-----	0.038	0.015	4.423	95.524

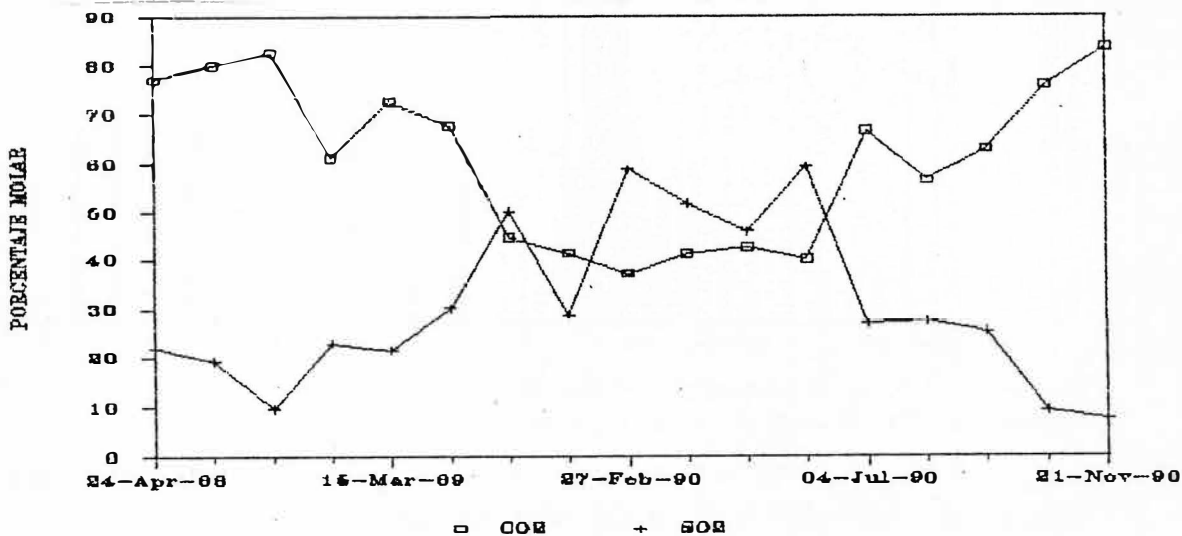


Figura 18. Variación del contenido de CO₂ y SO₂ contenido en la fumarola Calvache (sector norte), método de Botellas de Giggenbach.