



**INGEOMINAS – OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE PASTO**

*San Juan de Pasto, 07 de abril de 2010*

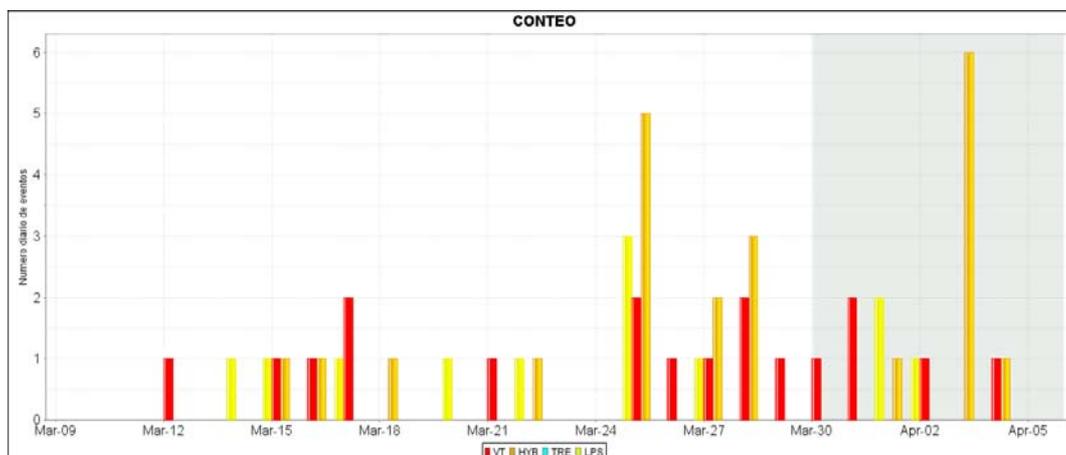
La evaluación de los diferentes parámetros del monitoreo volcánico de Galeras, en el período comprendido entre el 30 de marzo y el 5 de abril de 2010, permitió continuar con el nivel de actividad en Amarillo  (III : “Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”).

En general, durante la semana evaluada, la actividad de Galeras mantuvo niveles bajos de sismicidad, similares a los reportados en las semanas anteriores, caracterizándose por la disminución en la ocurrencia de eventos relacionados con fracturamiento de material (VT), eventos relacionados con el movimiento de fluidos de fuente transitoria (LP) y los eventos que involucran fracturamiento de material y posterior movimiento de fluido (HYB) (Tabla 1, Figura 1, 2, 3). Se resalta que en las 4 últimas semanas no se han registrado eventos asociados con movimiento de fluidos de fuente persistente (TRE). Además se observa una disminución del 42% en el registro de eventos no clasificables, sismos que por su nivel energético no cumplen con las condiciones de amplitud mínima en una estación de referencia, pero que son importantes en la evaluación de la actividad de Galeras. En cuanto a la energía sísmica liberada, se observó un aumento por parte de los eventos tipo VT y LP; mientras que los eventos tipo HYB presentaron una disminución (Tabla 2, Figuras 4, 5 y 6).

En cuanto al número de ocurrencia, el mayor aporte se dio por parte de los eventos tipo HYB, seguido de los eventos tipo VT (Tabla 1, Figura 2).

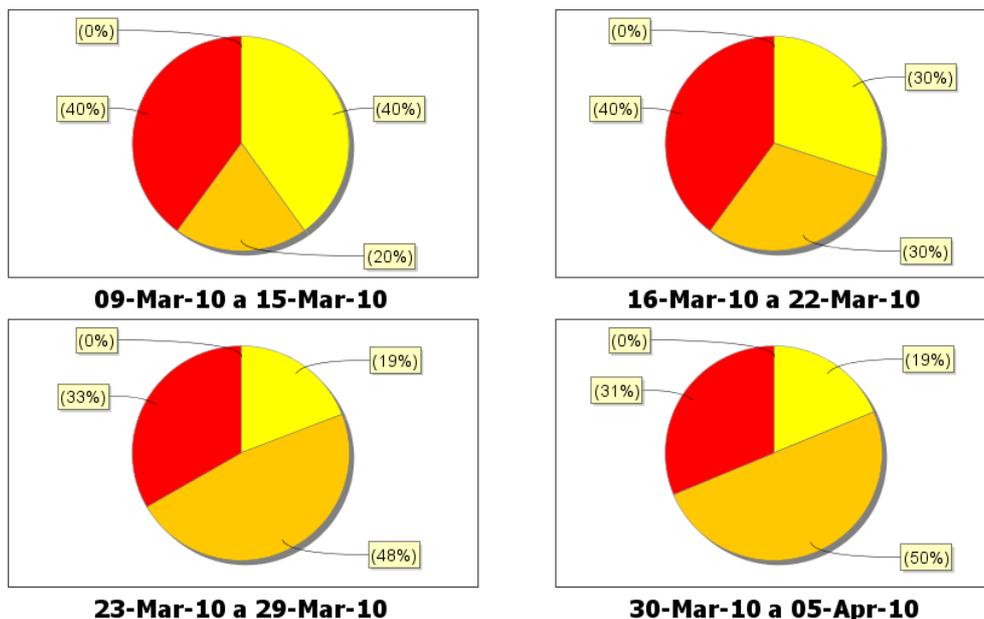
**Tabla 1.** Número de sismos volcánicos por tipo, registrados entre el 9 de marzo y el 5 de abril de 2010, contabilizados por periodos semanales.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo					
	LPS	HYB	VT	TRE	TOTAL	NO CLASIFICABLES
09-Mar-10 a 15-Mar-10	2	1	2	0	5	143
16-Mar-10 a 22-Mar-10	3	3	4	0	10	194
23-Mar-10 a 29-Mar-10	4	10	7	0	21	180
30-Mar-10 a 05-Apr-10	3	8	5	0	16	104



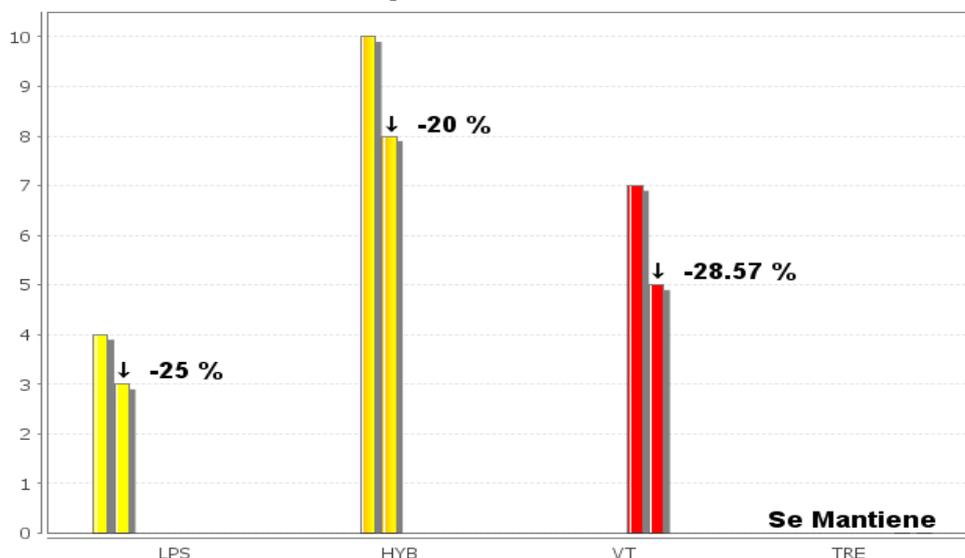
**Figura 1.** Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos entre el 9 de marzo y el 5 de abril de 2010. El recuadro en gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

**Estadística Semanal**



**Figura 2.** Porcentajes del número de eventos por tipo para los últimos cuatro periodos semanales, incluyendo el evaluado en este informe.

**Comparación Semanal**



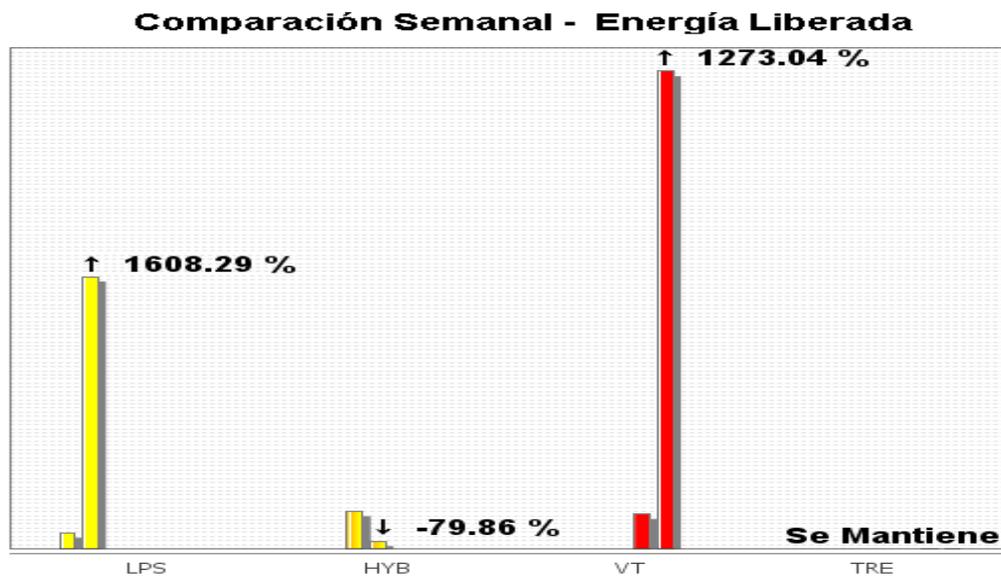
**Figura 3.** Comparación, entre las dos últimas semanas, en cuanto a ocurrencia sísmica por tipo de evento, para los dos últimos periodos semanales.

Como se mencionó anteriormente, respecto a la semana comprendida entre el 30 de marzo y el 5 de abril de 2010, los niveles de energía sísmica liberada, registraron un aumento en los eventos de tipo VT y LP (Tabla 2, Figura 4), siendo estos primeros los que liberaron mayor cantidad de energía, aportando un 63% del total de la semana; seguido por los eventos tipo LP, con un 36% del periodo evaluado (Tabla 2, Figura 5, Figura 6).

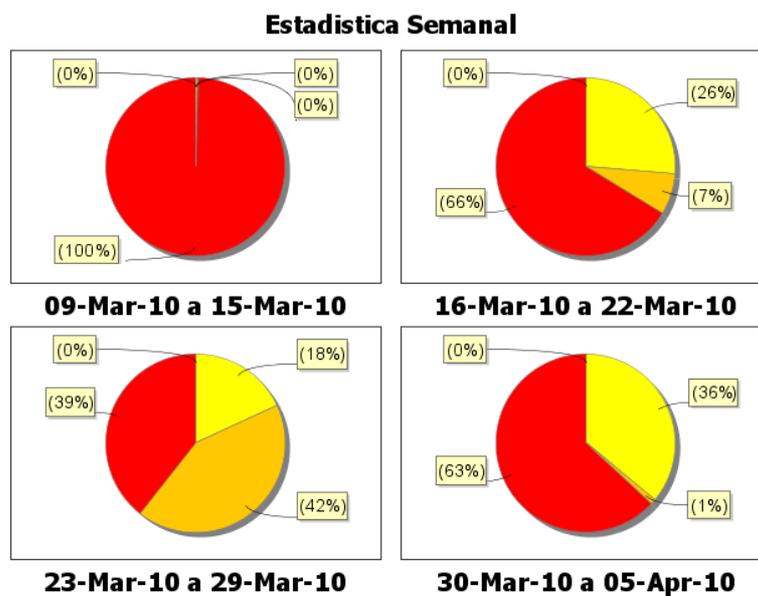


**Tabla 2.** Energía liberada de sismos volcánicos por tipo, registrada entre el 9 de marzo y el 5 de abril de 2010, contabilizados por periodos semanales.

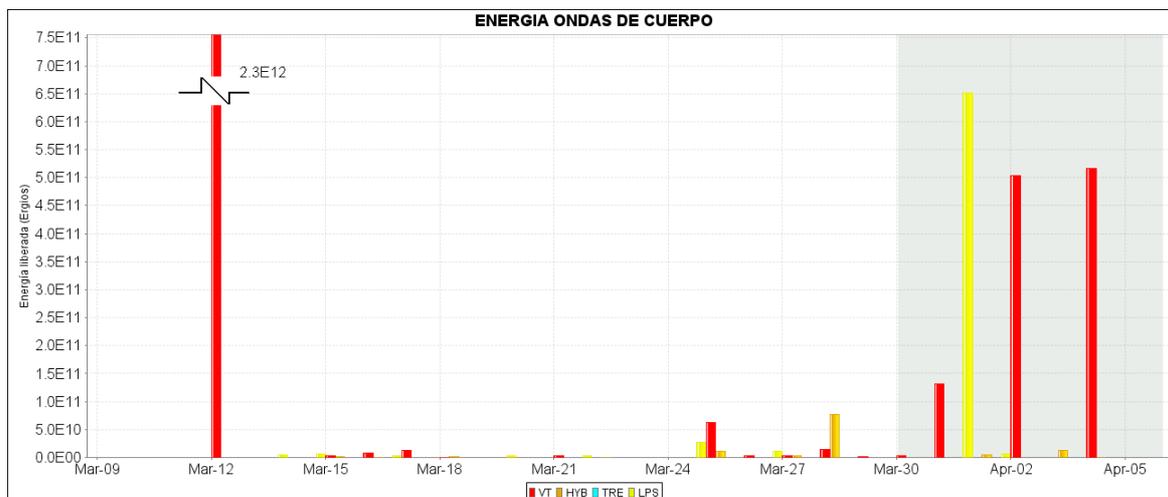
Periodo Evaluado	Energía (ergios) por tipo de evento				
	LPS	HYB	VT	TRE	TOTAL
09-Mar-10 a 15-Mar-10	1.04E+10	1.07E+09	2.36E+12	0	2.37E+12
16-Mar-10 a 22-Mar-10	9.69E+09	2.75E+09	2.45E+10	0	3.69E+10
23-Mar-10 a 29-Mar-10	3.85E+10	9.05E+10	8.41E+10	0	2.13E+11
30-Mar-10 a 05-Apr-10	6.58E+11	1.82E+10	1.15E+12	0	1.83E+12



**Figura 4.** Comparación, entre las dos últimas semanas, de energía sísmica liberada por cada tipo de evento.



**Figura 5.** Porcentajes de la energía sísmica por tipo de evento para los últimos cuatro periodos semanales, incluyendo el evaluado en este informe.

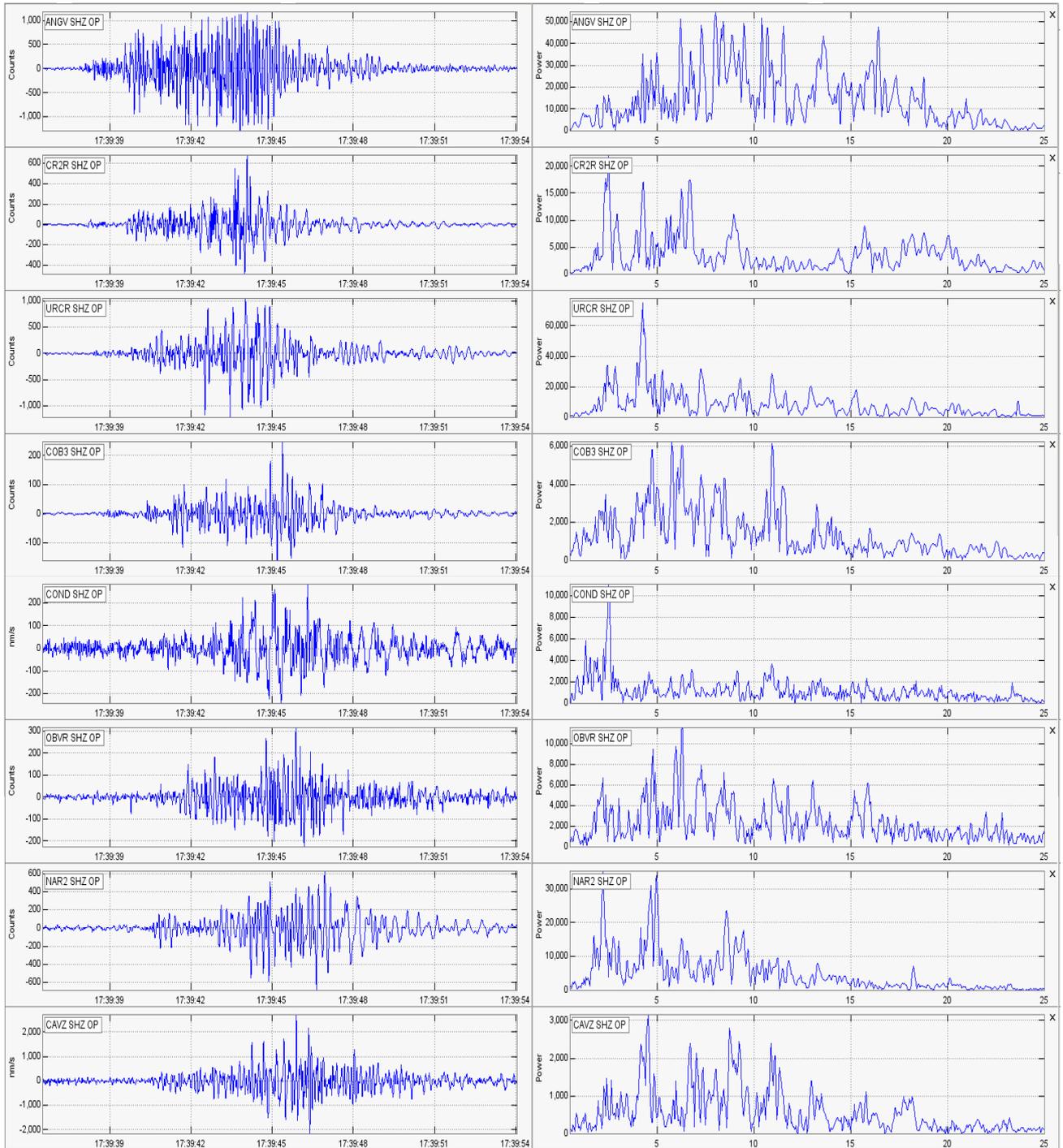


**Figura 6.** Histograma de la energía liberada de eventos volcánicos por tipo, registrada entre el 9 de marzo de 2010 y el 5 de abril de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

De la sismicidad asociada con la dinámica de fluidos al interior del sistema volcánico, registrada entre el 30 de marzo y el 5 de abril de 2010, se resalta el sismo tipo LP registrado el 31 de marzo a las 12:39 p.m. por ser el que aportó casi el 99% del total de la energía liberada por este tipo de eventos, registrando una energía liberada de  $6.51 \times 10^{11}$  ergios y un desplazamiento reducido de ondas de cuerpo igual a  $21 \text{ cm}^2$ , además, este evento presenta en la mayor parte de las estaciones, frecuencias dominantes comprendidas entre los 2 y 8 Hz (Figura 7).

También se destaca el evento tipo LP no clasificable (sismos que por su nivel energético no cumplen con las condiciones de amplitud mínima en la estación de referencia) registrado el 30 de marzo a las 8:53 a.m., el cual presenta un pico de frecuencia dominante de 7.02 Hz en la estación de corto periodo Anganoy (ANGV) (Figura 8).

La figura 9 muestra un evento tipo LP no clasificable, registrado el 31 de marzo a las 12:03 a.m.; éste sismo se caracterizó por presentar una lenta atenuación en la parte final del evento, haciendo que el evento tenga una coda alargada, con frecuencia dominante de alrededor de los 2 Hz.



**Figura 7.** Evento tipo LP registrado el 31 de marzo a las 12:39 p.m. Izquierda, sismograma digital, derecha, espectro de Fourier.

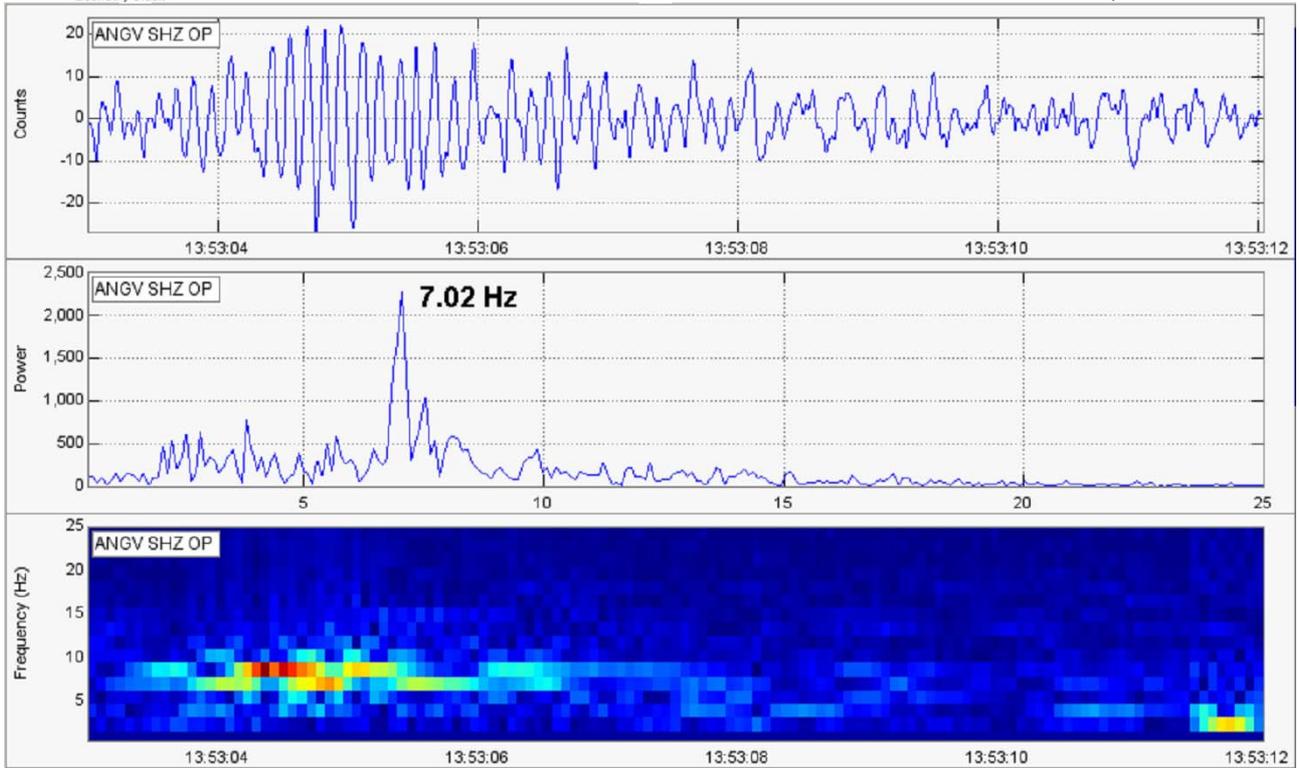


Figura 8. Evento tipo LP no clasificable registrado el 30 de marzo a la 8:53 a.m.

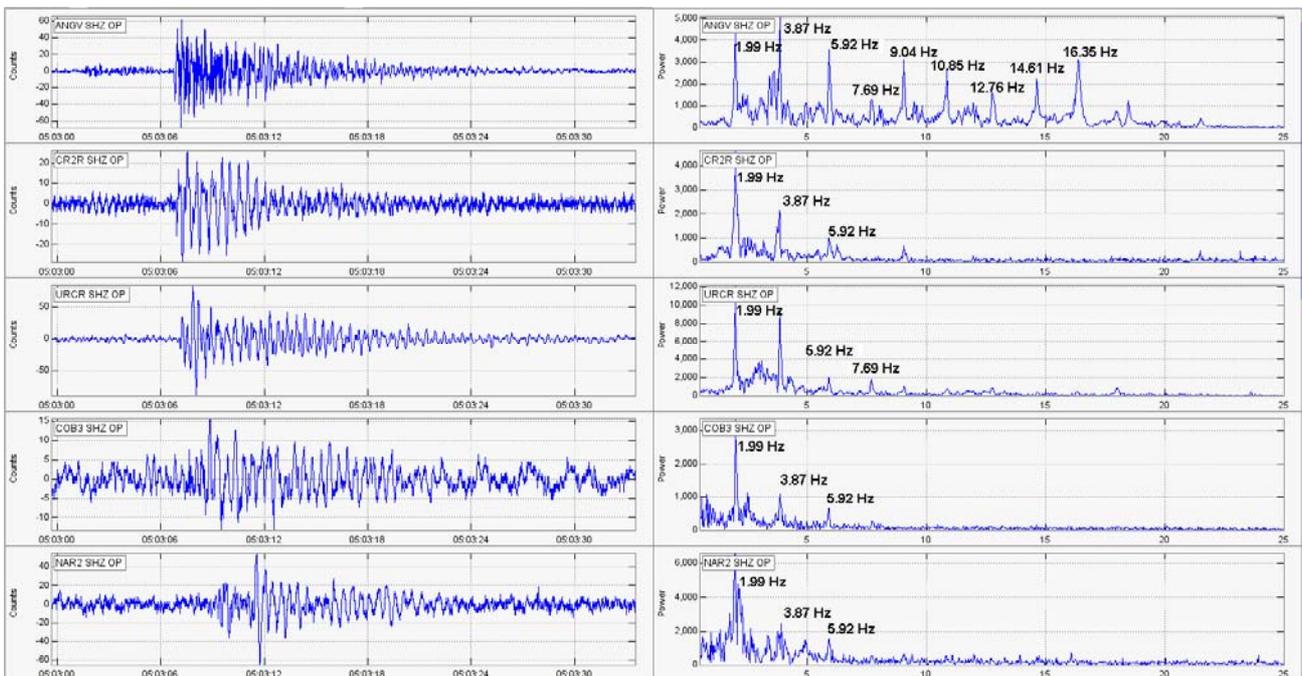


Figura 9. Evento tipo LP registrado el 31 de marzo a las 12:03 a.m. Izquierda, sismograma digital, derecha, espectro de Fourier.

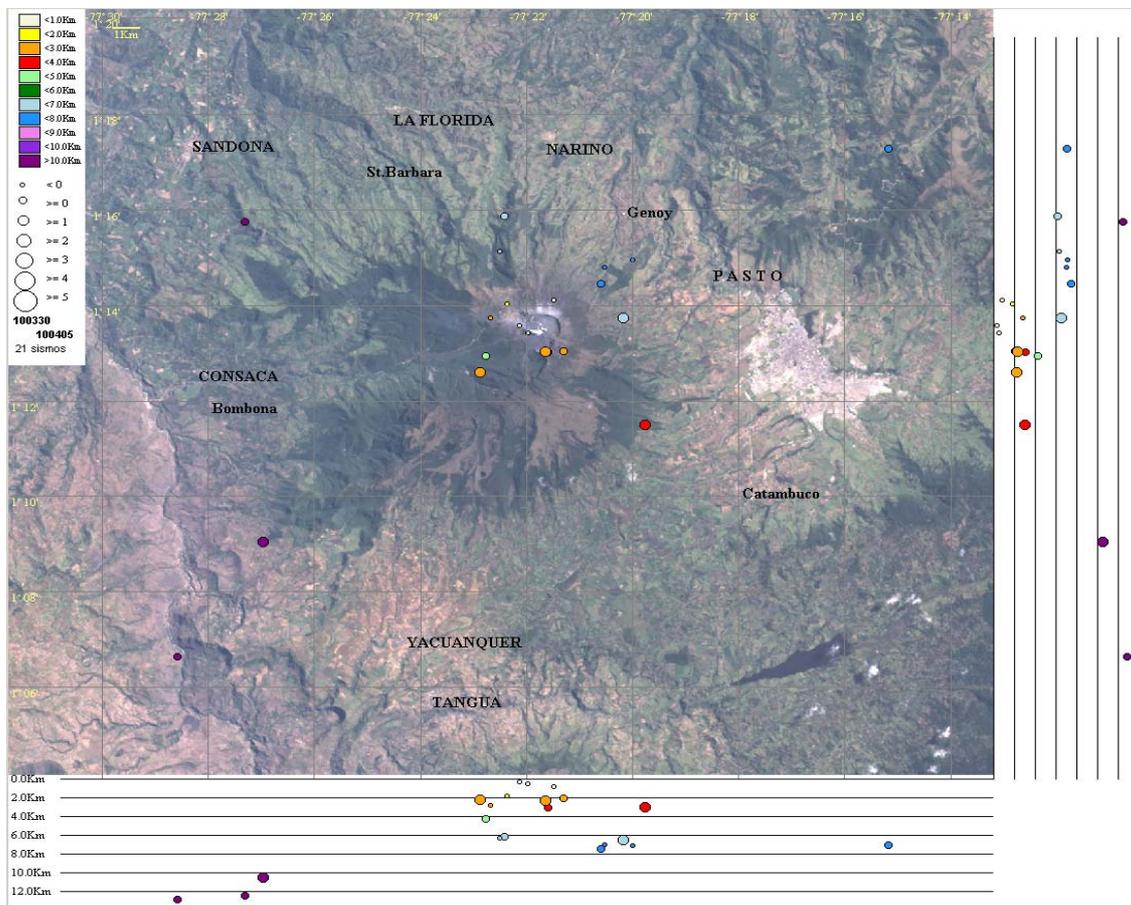


Respecto a los sismos que involucran fracturamiento de material cortical y con base al tiempo de arribo de las ondas P y S a las estaciones de monitoreo volcánico en Galeras, aplicando el algoritmo de Geigger y utilizando el programa HYPO71, fue posible obtener una solución de localización para 21 de estos eventos, 9 de los cuales corresponden a eventos tipo HYB y 12 a VT.

La tabla 3 y la figura 10 muestran que los resultados obtenidos a partir de las localizaciones no indican una fuente predominante, en su mayoría los eventos se localizaron de manera dispersa, a profundidades que oscilan entre 0.3 y 13 Km. Las magnitudes locales de los eventos localizados se calcularon en un rango entre - 0.5 y 1.9 grados en la escala de Richter. Los eventos más cercanos al cráter principal se ubicaron a profundidades menores a los 8 Km, respecto a la cima de Galeras.

**Tabla 3.** Parámetros de las localizaciones de sismos asociados a fracturamiento de material cortical e híbridos, registrados entre el 30 de marzo y el 5 de abril de 2010.

Fecha	Hora	Latitud		Longitud		Prof. (Km)	Magnitud Coda	Magnitud Local	# Fase	GAP	Dist. Min	RMS	ERH	ERZ	Calidad	Tipo
		°	'	°	'											
30/03/2010	07:26:42	1	14.48	77	20.62	7.4	1.2	0.2	10	203	2.3	0.08	0.4	0.3	C1	GVA
30/03/2010	09:16:16	1	14.8	77	20.54	7.1	0.5	-0.1	9	216	2.9	0.06	0.4	0.3	C1	GVA
30/03/2010	17:33:38	1	14.96	77	19.99	7.1	0.1	-0.2	6	247	3.7	0.04	1.3	0.6	C1	GVA
30/03/2010	23:42:58	1	15.88	77	22.43	6.1	0.9	0	6	216	1.3	0.04	0.4	0.4	C1	GVA
31/03/2010	03:11:09	1	13.07	77	21.33	2	0.6	0.3	9	153	0.6	0.05	0.2	0.2	B1	GVA
31/03/2010	05:54:35	1	11.52	77	19.75	3.1	1.4	1.1	14	133	0.8	0.07	0.3	0.3	B1	GVA
31/03/2010	16:41:20	1	9.03	77	26.96	10.5	2.0	1.2	11	313	7.3	0.08	1.2	0.9	C1	GVA
01/04/2010	10:11:27	1	13.05	77	21.62	3.0	0.5	0.8	8	95	1	0.04	0.2	0.4	B1	GHD
02/04/2010	07:07:34	1	15.77	77	27.31	12.5	0.9	0.1	9	301	7	0.07	1.2	1.1	C1	GVA
02/04/2010	09:19:27	1	17.29	77	15.19	7.0	0.8	0.5	8	316	12.3	0.06	1.2	0.3	C1	GVA
02/04/2010	11:22:25	1	13.75	77	20.16	6.5	1.4	1.2	10	196	1.4	0.04	0.3	0.2	C1	GVA
03/04/2010	05:07:38	1	13.44	77	21.98	0.5	0.2	-0.3	6	301	1.5	0.01	0.1	0.2	C1	GHD
03/04/2010	14:17:40	1	12.96	77	22.78	4.2	1.0	0	15	117	2.5	0.04	0.1	0.2	B1	GHD
03/04/2010	17:31:42	1	14.04	77	22.37	1.9	0.0	-0.1	6	325	2.6	0.02	0.4	0.5	C1	GHD
03/04/2010	22:59:39	1	13.04	77	21.65	2.4	1.3	1	14	95	1.1	0.06	0.1	0.2	B1	GHD
04/04/2010	00:49:29	1	13.59	77	22.14	0.3	-0.3	-0.5	5	313	1.9	0.03	0.3	1.2	C1	GHD
04/04/2010	05:20:44	1	14.12	77	21.5	0.9	0.2	-0.5	5	311	1.6	0.04	0.8	1	C1	GHD
04/04/2010	07:16:08	1	13.75	77	22.68	2.9	0.8	-0.5	8	138	2.9	0.05	0.2	0.4	B1	GHD
04/04/2010	07:39:58	1	15.13	77	22.52	6.4	0.5	-0.2	9	173	2.2	0.05	0.3	0.4	B1	GHD
04/04/2010	19:47:39	1	6.65	77	28.58	12.8	0.5	0	10	329	12.6	0.09	1.4	1.4	C1	GVA
04/04/2010	22:57:36	1	12.62	77	22.89	2.2	1.4	1.9	12	109	2.1	0.05	0.2	0.4	B1	GVA



**Figura 10.** Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura e híbridos registrados entre el 30 de marzo y el 5 de abril de 2010, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 2 Km de profundidad, el tamaño de los círculos depende de su  $M_L$  y el color de su profundidad de acuerdo con las convenciones ubicadas en la parte superior izquierda de la figura.

Por su parte, los inclinómetros electrónicos localizados en el edificio volcánico, los cuales nos brindan información sobre los procesos de deformación de Galeras, muestran lo siguiente:

El inclinómetro Cráter (ubicado a 0.8 km al este-noreste del cráter principal, 4060 msnm), muestra un comportamiento relativamente estable en sus componentes Tangencial y Radial, similar al reportado en la semana anterior (Figura 11).

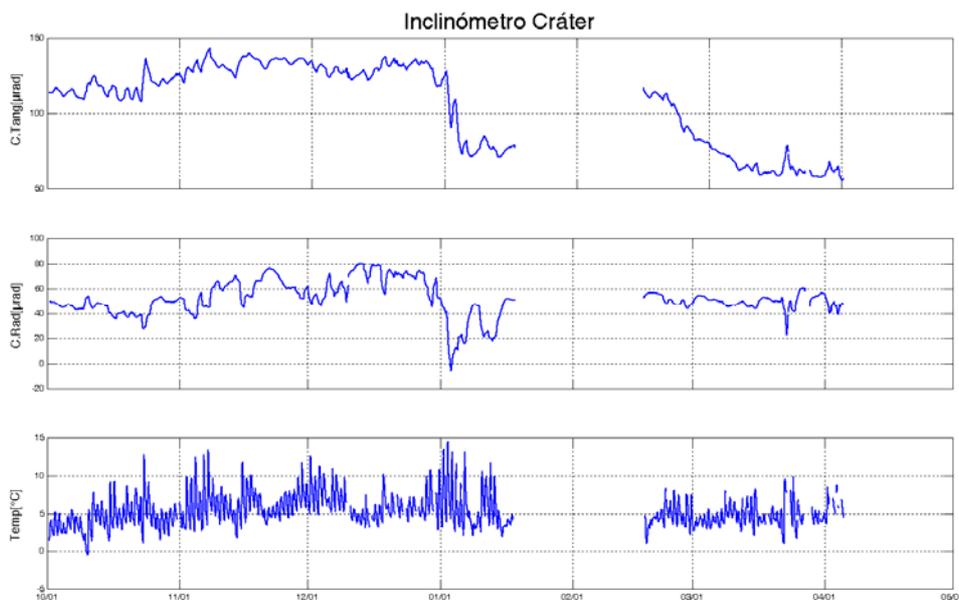
El inclinómetro Peladitos (1.4 km al sureste del cráter principal, 3850 msnm), desde finales de febrero, muestra un comportamiento estable en sus dos componentes, además; se aclara que en la componente radial se observan pequeñas variaciones que se asemejan al comportamiento de la temperatura (Figura 12).

Las componentes tangencial y radial del inclinómetro Huairatola (1.7 km al norte del cráter principal, 3745 msnm) mostraron estabilidad (Figura 13).

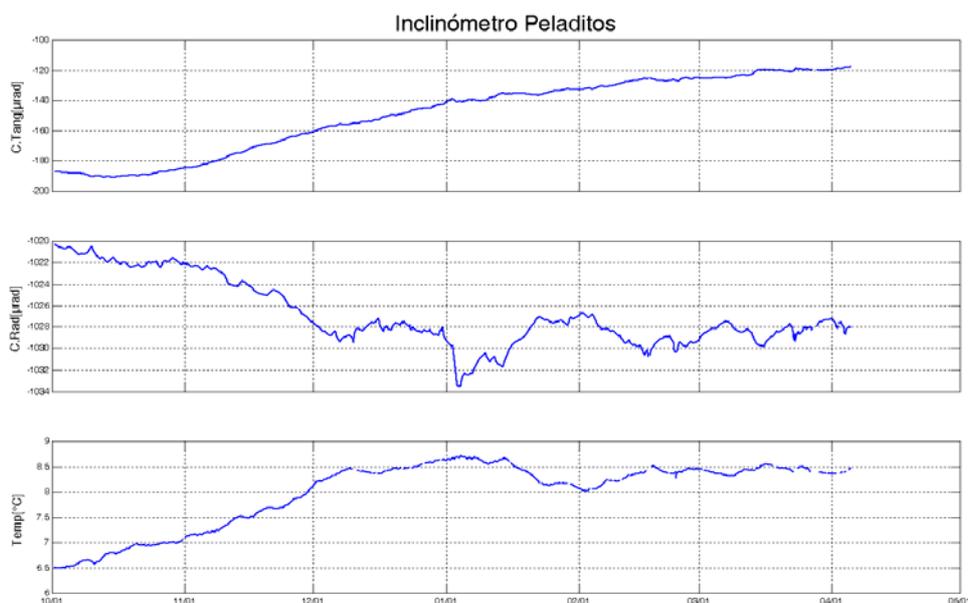


El inclinómetro Calabozo (ubicado a 6.8 km al oeste-suroeste del cráter principal, 2350 msnm), continúa registrando para sus componentes, Tangencial y Radial, un comportamiento descendente, similar al comportamiento registrado en los últimos tres meses (Figura 14).

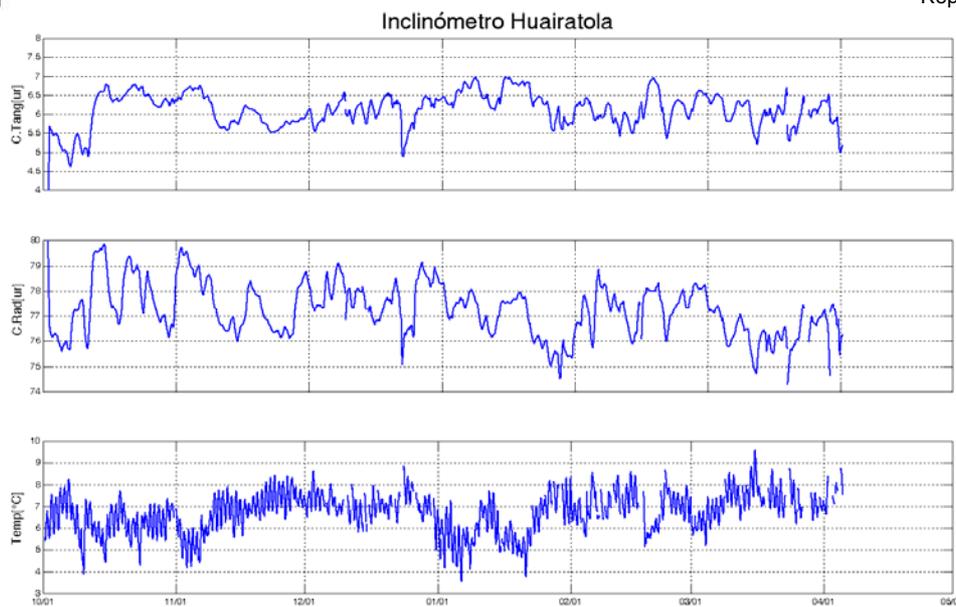
El inclinómetro Cobanegra (ubicado a 3.9 km al sur-sureste del cráter principal, 3610 msnm), muestra mínimas variaciones, de tal manera que su comportamiento puede considerarse como estable para sus componentes Tangencial y Radial (figura 15).



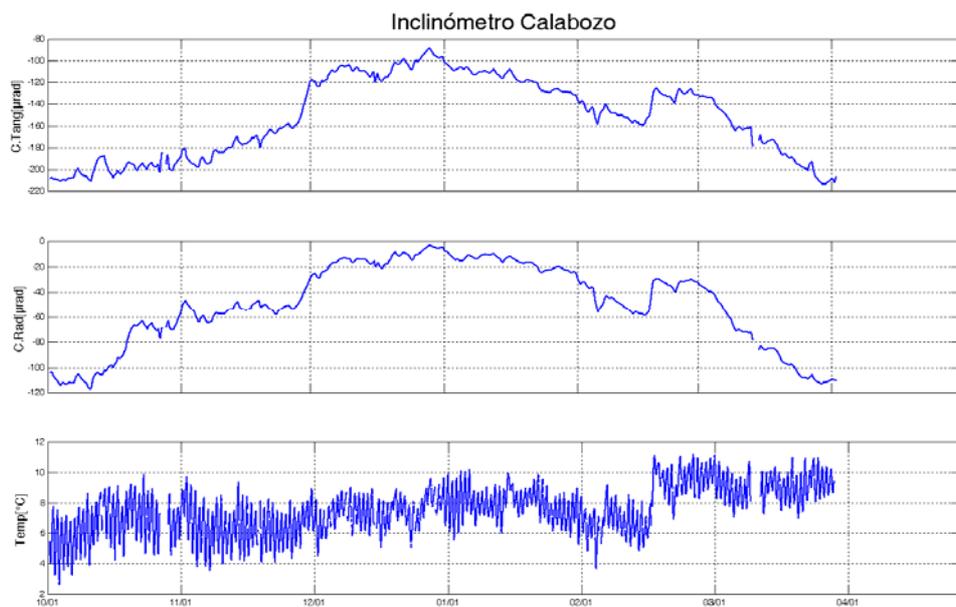
**Figura 11.** Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X) del inclinómetro Peladitos junto con los datos del canal de temperatura, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 5 de abril de 2010.



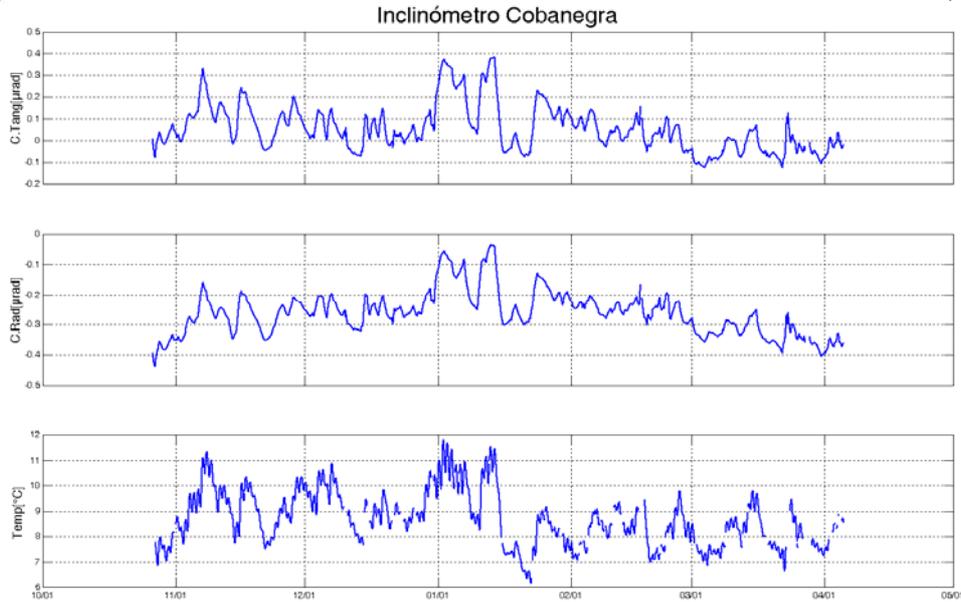
**Figura 12.** Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Peladitos, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 5 de abril de 2010.



**Figura 13.** Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Huairatola, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 5 de abril de 2010.



**Figura 14.** Componentes de inclinación radial (X) y tangencial (Y), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Calabozo, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 5 de abril de 2010.



**Figura 15.** Componentes de inclinación radial (X) y tangencial (Y), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Cobanegra, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 5 de abril de 2010.

Respecto al monitoreo de las emisiones de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) a la atmósfera provenientes del volcán, las estaciones que conforman la red telemétrica de instrumentos *ScanDOAS* (ubicadas en el sector nor-occidental del edificio volcánico) del proyecto NOVAC (<http://www.novac-project.eu/>) en Galeras no registraron datos con flujo de  $\text{SO}_2$ . El día 5 de abril se obtuvo registro de  $\text{SO}_2$  mediante el uso del equipo portátil *MovilDOAS*, alcanzando un valor de 15 ton/día, valor considerado como bajo para Galeras (Figura 16)

Por parte del sensor OMI (*Ozone Monitoring Instrument*), acoplado al satélite Aura de la NASA, no se tiene registro de concentraciones de  $\text{SO}_2$  emitido por Galeras durante el periodo evaluado.



**Figura 16.** Flujo de  $\text{SO}_2$  del volcán Galeras registrado por las estaciones *ScanDOAS*, ubicadas al noroccidente, registrada entre el 9 de marzo y el 5 de abril de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado.



Libertad y Orden

**INSTITUTO COLOMBIANO  
DE GEOLOGIA Y MINERIA  
INGEOMINAS**

República de Colombia

En cuanto a la actividad superficial, en general, se destaca que a pesar de contar en algunos lapsos de tiempo con buenas condiciones climáticas, durante la mayor parte de la semana no se observó actividad superficial desde la ciudad de Pasto, exceptuando el día 2 de abril de 2010, en horas de la mañana, cuando, desde la sede del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Pasto (OVSP) fue posible visualizar una columna de gases de color gris oscuro, la cual alcanzaba una altura no mayor a los 200 m y por acción de los vientos se dirigió hacia el norte del volcán (Figura 17).



**Figura 17.** Emisión de gases vista desde la sede del OVSP el día 2 de abril de 2010 en horas de la mañana (6:05 a.m. y 6:40 a.m.).



## **CONCLUSIONES**

- Dentro de niveles considerados como bajos, se siguen presentando algunas fluctuaciones, manteniéndose la baja tasa de ocurrencia sísmica con niveles bajos de energía liberada. Durante el periodo y como ha ocurrido en las últimas cuatro semanas, no se tiene registro de eventos sísmicos relacionados tanto con procesos de liberación o emisión de gases como de recarga de material magmático, (TRE), además, los bajos niveles de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), junto con la observación de actividad superficial (emisión de gases), indican que no hay sellos eficientes en el sistema que permitan una sobrepresión.
- Los eventos relacionados con procesos de fracturamiento de material cortical, siguen ocurriendo de manera dispersa a distancias de hasta 14 km del cráter principal, a profundidades menores a los 14 km, con magnitudes locales menores a 1,9 en la escala de Richter. Los eventos cercanos al cráter se ubican en niveles más superficiales, con profundidades menores a 6 km respecto a la cima. Dentro de esta sismicidad se resalta el evento registrado el 4 de abril, con magnitud 1.9, que se ubicó a unos 2 Km al suroccidente del cono activo y a una profundidad de 2 km respecto a la cima.
- Si bien la actividad actual en Galeras continúa mostrando un desarrollo inestable, el comportamiento registrado permite prever la posibilidad de que se requiera algún tiempo para que se generen nuevas condiciones de sobrepresión.

Teniendo como base lo anteriormente expuesto, el nivel de actividad durante el periodo evaluado se mantuvo en:

Nivel Amarillo ■ (III) **“Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica”**.