



## INGEOMINAS – OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE PASTO

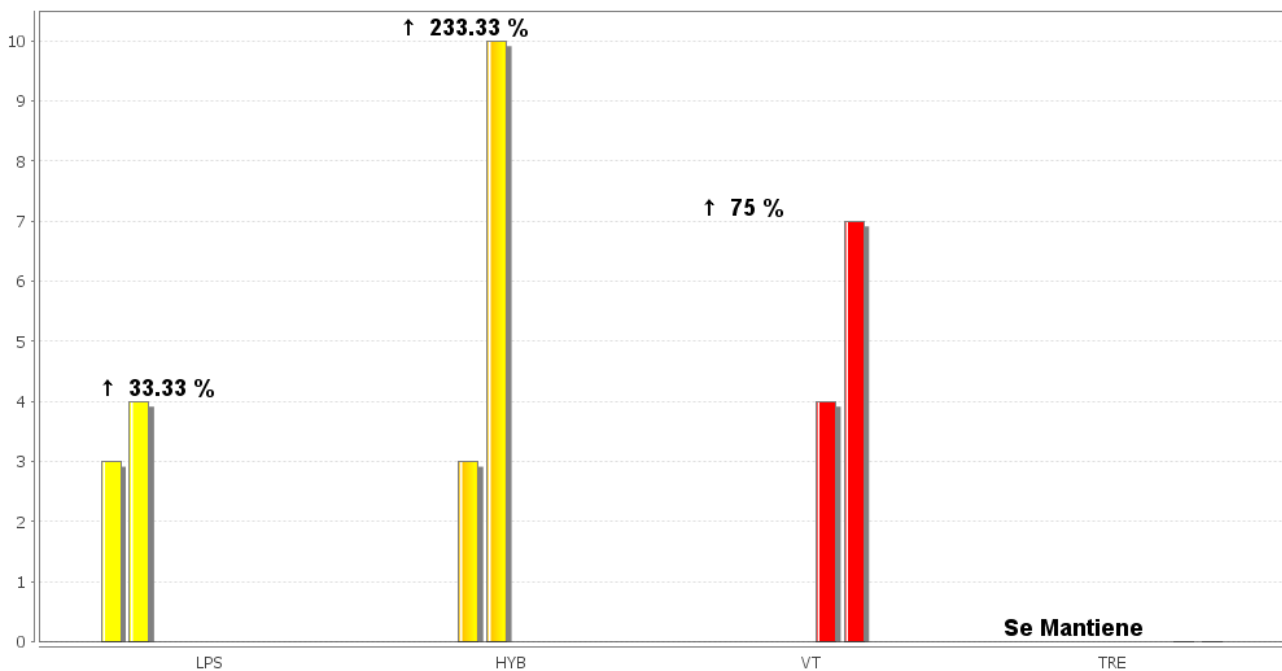
INSTITUTO COLOMBIANO  
DE GEOLOGIA Y MINERÍA  
INGEOMINAS  
República de Colombia

San Juan de Pasto, marzo 30 de 2010

En la semana comprendida entre el 23 y el 29 de marzo de 2010, la actividad del volcán Galeras se caracterizó por el registro de sismicidad en niveles bajos, tanto en ocurrencia como en energía liberada, se observaron algunos procesos de emisión que mostraron poca salida de gases, las mediciones de dióxido de azufre no detectaron columna de emisión de SO<sub>2</sub> y los inclinómetros no mostraron variaciones significativas. El análisis de los diferentes parámetros para el monitoreo del volcán Galeras permitió mantener el nivel de actividad en Amarillo ■ ó III (Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica).

En comparación con el periodo anterior; en la semana evaluada se registró incremento en la ocurrencia de los eventos relacionados con la dinámica de fluidos de fuente transitoria (LP), de los asociados con el fracturamiento de material sólido (VT) y de los que muestran una mezcla de la dinámica de fluidos y del fracturamiento de material cortical (HYB) (Figura 1). A pesar del aumento registrado, la ocurrencia de la sismicidad continua mostrando para esta semana niveles muy bajos, con un total de 21 sismos clasificables (sismos que por su nivel energético cumplieron con las condiciones de amplitud mínima en la estación de referencia) (Tabla 1, Figura 2).

Se resalta que tanto en la semana evaluada como en los dos periodos anteriores no se registraron eventos relacionados con procesos de dinámica de fluidos al interior del sistema, de fuente persistente (TRE).

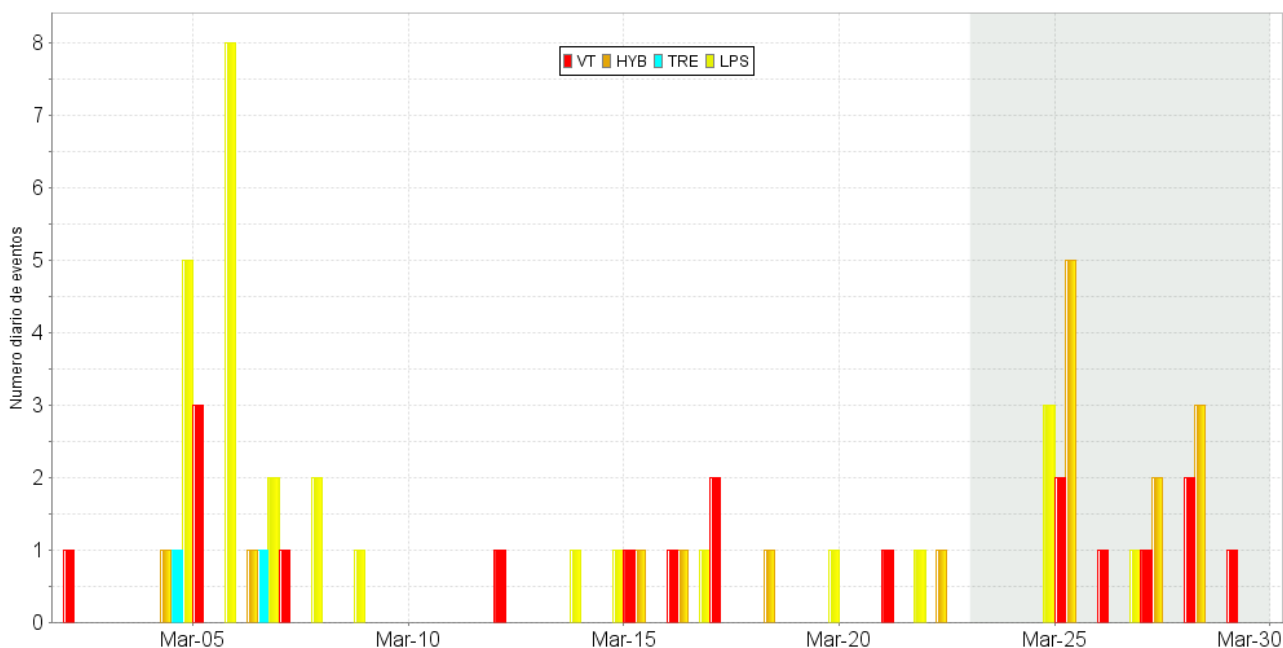


**Figura 1.** Relación porcentual que compara el número de eventos por tipo ocurridos durante la semana evaluada (Marzo 23 al 29 de 2010), con respecto a la semana anterior (Marzo 16 al 22 de 2010).



**Tabla 1.** Número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en las semanas comprendidas entre el 2 y el 29 de marzo de 2010, incluyendo la semana evaluada en el presente informe, resaltada en color verde.

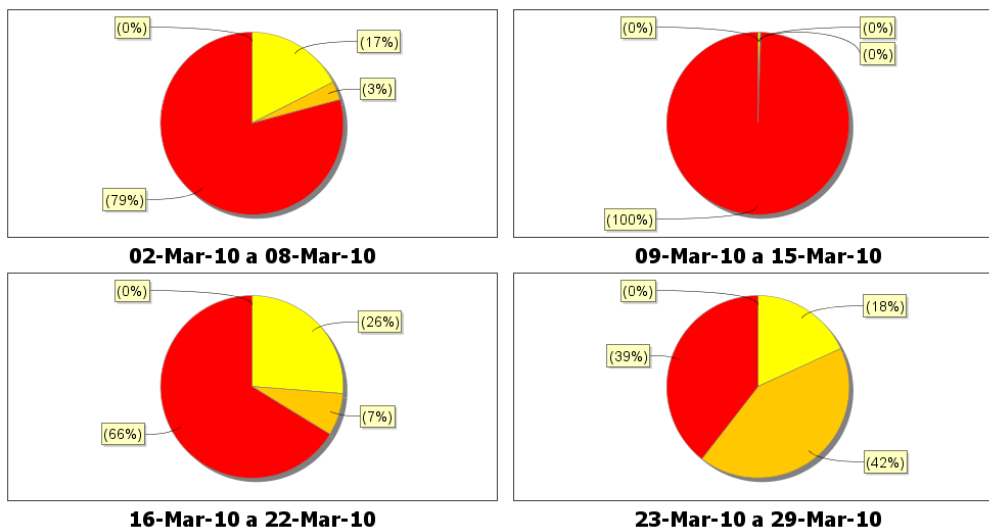
Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo					
	LPS	HYB	VT	TRE	TOTAL	NO CLASIFICABLES
02-Mar-10 a 08-Mar-10	18	2	5	2	27	104
09-Mar-10 a 15-Mar-10	2	1	2	0	5	143
16-Mar-10 a 22-Mar-10	3	3	4	0	10	194
23-Mar-10 a 29-Mar-10	4	10	7	0	21	180



**Figura 2.** Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en las semanas comprendidas entre el 2 y el 29 de marzo de 2010. El recuadro en gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

En cuanto a la energía total liberada, durante el periodo evaluado se observa que los eventos de tipo HYB fueron los que liberaron mayor cantidad de energía, aportando un 42% del total de la semana; seguido por los eventos tipo VT, con un 39% del periodo evaluado (Figura 3).

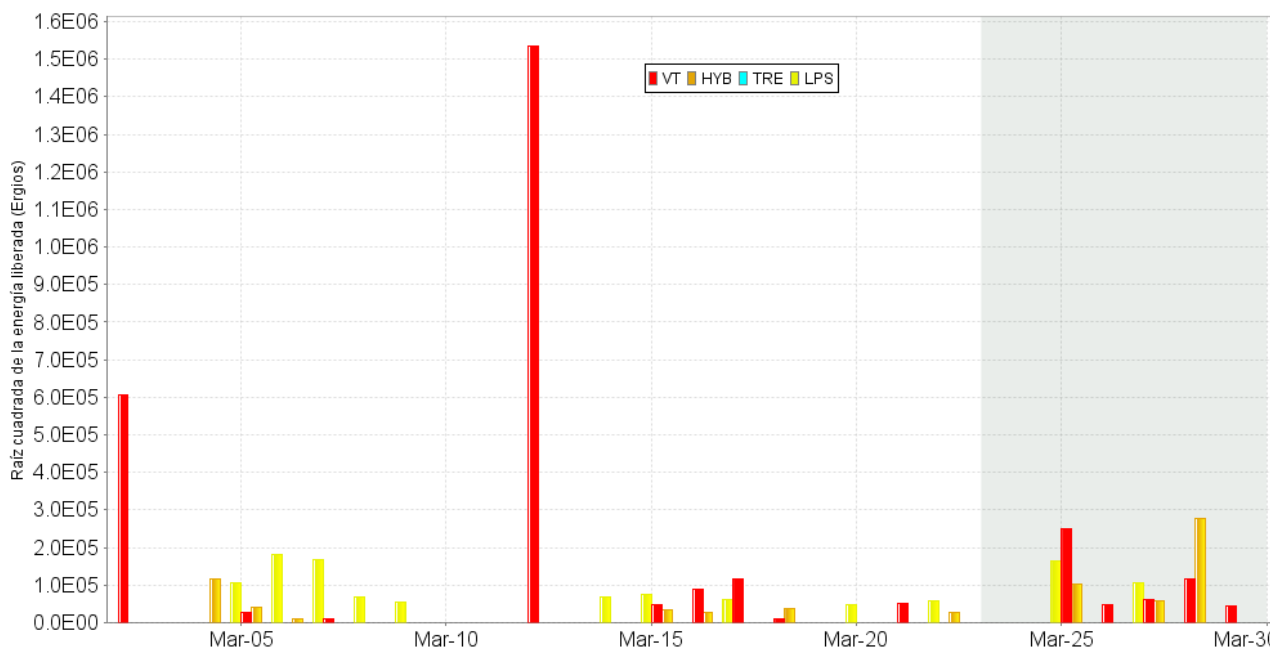
Comparando los valores de energía liberada durante la semana del 23 al 29 de marzo, con el periodo inmediatamente anterior, se resalta que la energía de los eventos registrados (tipo VT, LP e HYB) mostró un incremento aproximado de 6 veces en el valor total de la energía; representado principalmente por el incremento en los eventos asociados tanto con la parte fluida del sistema como por el fracturamiento de material cortical – tipo HYB (Figuras 4 y 5, Tabla 2).



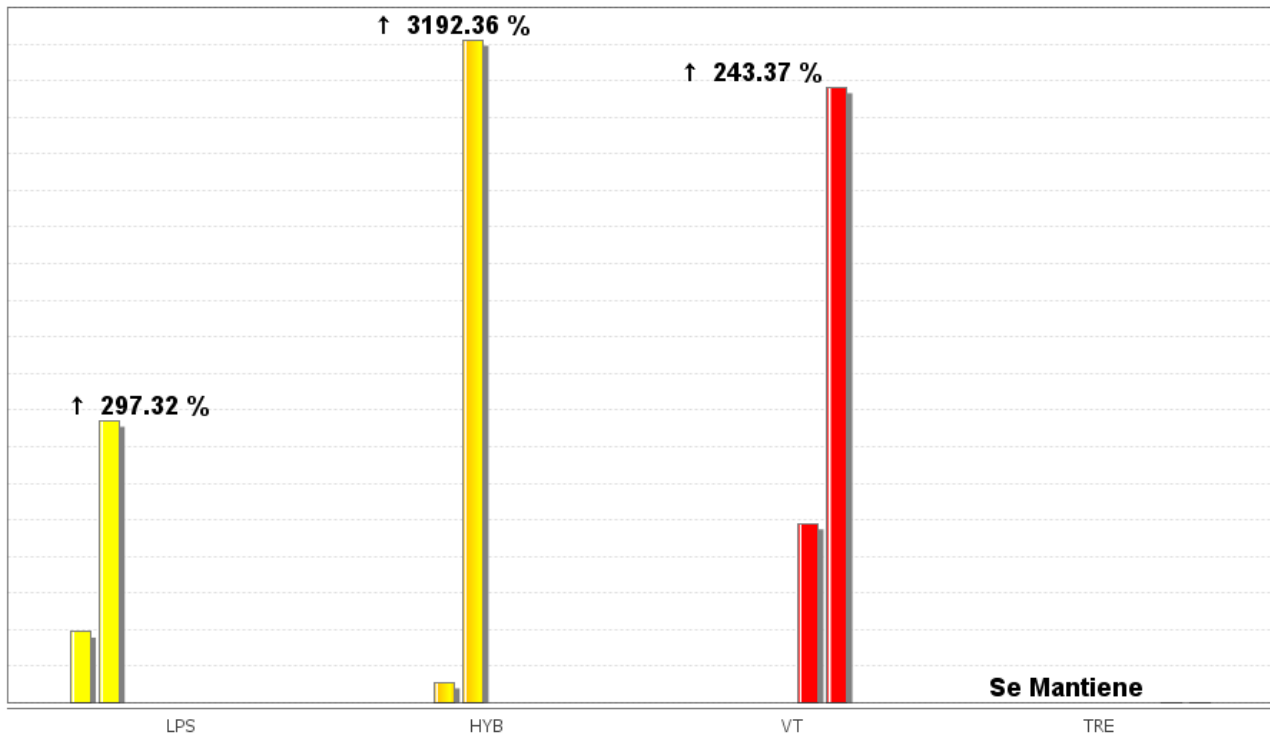
**Figura 3.** Porcentaje de energía liberada de eventos sísmicos por tipo para los últimos cuatro períodos semanales, tomando como 100% la energía para cada semana. Los colores representan cada uno de los tipos de eventos (amarillo: LP, azul: TRE, rojo: VT y naranja: HYB).

**Tabla 2.** Energía liberada de sismos volcánicos por tipo, ocurridos en las semanas comprendidas entre el 2 y el 29 de marzo de 2010, incluyendo la semana objeto de evaluación, resaltada en color verde.

Periodo Evaluado	Energía liberada [ergios]				
	LP	HYB	VT	TRE	TOTAL
02-Mar-10 a 08-Mar-10	8.09E+10	1.57E+10	3.67E+11	0.0	4.63E+11
09-Mar-10 a 15-Mar-10	1.04E+10	1.07E+09	2.36E+12	0.0	2.37E+12
16-Mar-10 a 22-Mar-10	9.69E+09	2.75E+09	2.45E+10	0.0	3.69E+10
23-Mar-10 a 29-Mar-10	3.85E+10	9.05E+10	8.41E+10	0.0	2.13E+11



**Figura 4.** Histograma de la energía liberada para ondas de cuerpo de eventos volcánicos por tipo (expresada en términos de su raíz cuadrada), registrada entre el 2 y el 29 de marzo de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.



**Figura 5.** Relación porcentual que compara la energía total por tipo de evento de la semana evaluada (marzo 23 al 29 de 2010), con respecto a la semana anterior (marzo 16 al 22 de 2010).

De la sismicidad asociada con la dinámica de fluidos al interior del sistema volcánico, se resalta que los eventos presentan en su análisis espectral frecuencias dominantes menores a 5 Hz, en todas las estaciones (Figuras 6 y 7).

En la figura 8 se muestran dos eventos registrados durante la semana en consideración, los cuales se generan tanto por procesos de la parte fluida del sistema como del fracturamiento de material cortical (HYB).

Con base en el tiempo de arribo de las ondas P y S a las estaciones instaladas para el monitoreo del volcán Galeras y aplicando el algoritmo de Geiger, utilizando el programa HYPO71, fue posible obtener una solución de localización para trece eventos asociados con el fracturamiento de material cortical y para cuatro eventos que involucran tanto la parte fluida del sistema como el fracturamiento de material sólido (Tabla 3, Figura 9).

Las localizaciones obtenidas muestran que los sismos se ubican de manera dispersa a distancias de hasta 11 km del cono activo. Los eventos más cercanos al cráter principal se ubicaron a profundidades menores a 3 km, respecto a la cima de Galeras; hay otro grupo de eventos con profundidades cercanas a los 6 km y unos pocos ubicados a profundidades mayores a 9 km. Las magnitudes locales ( $M_L$ ) de los eventos localizados no superan los 1.1 grados en la escala de Richter (Tabla 3, Figura 9)

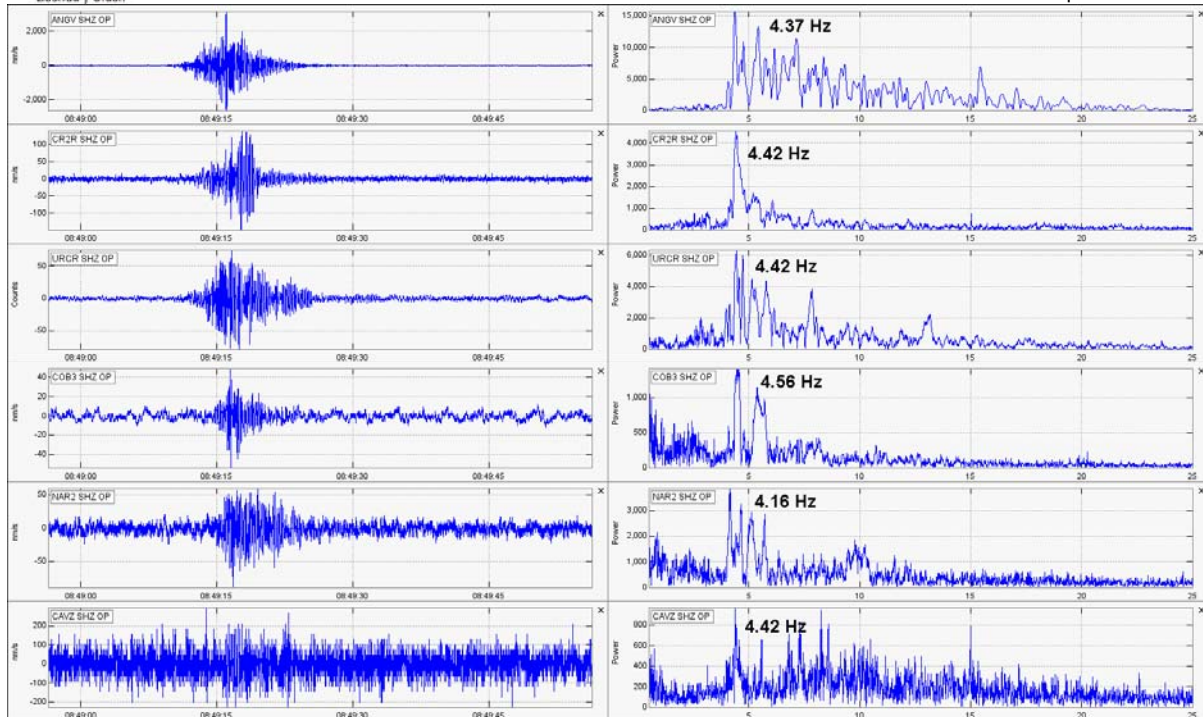


Figura 6. Señal sísmica y espectro de Fourier del evento tipo LP ocurrido el 24 de marzo a las 3:49 a.m., registrado en seis de las estaciones de la red instalada para la vigilancia del volcán Galeras.

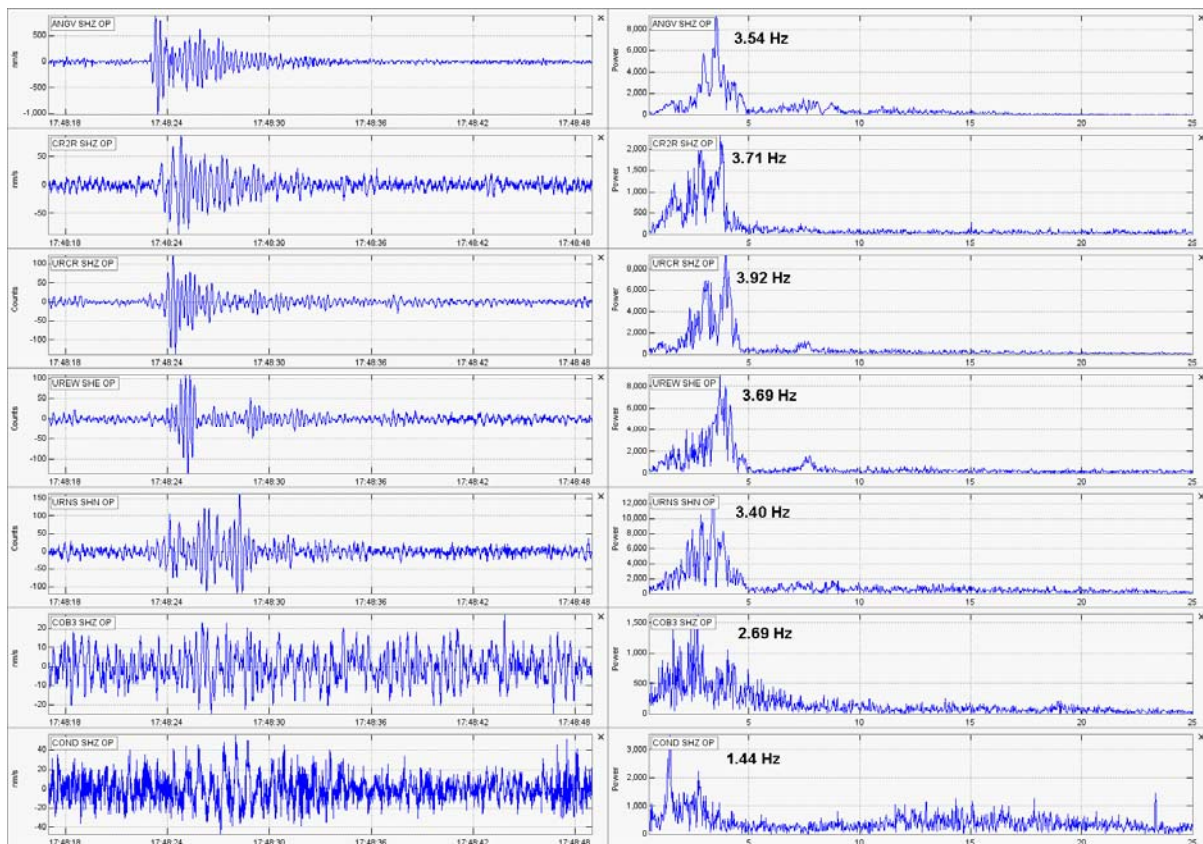
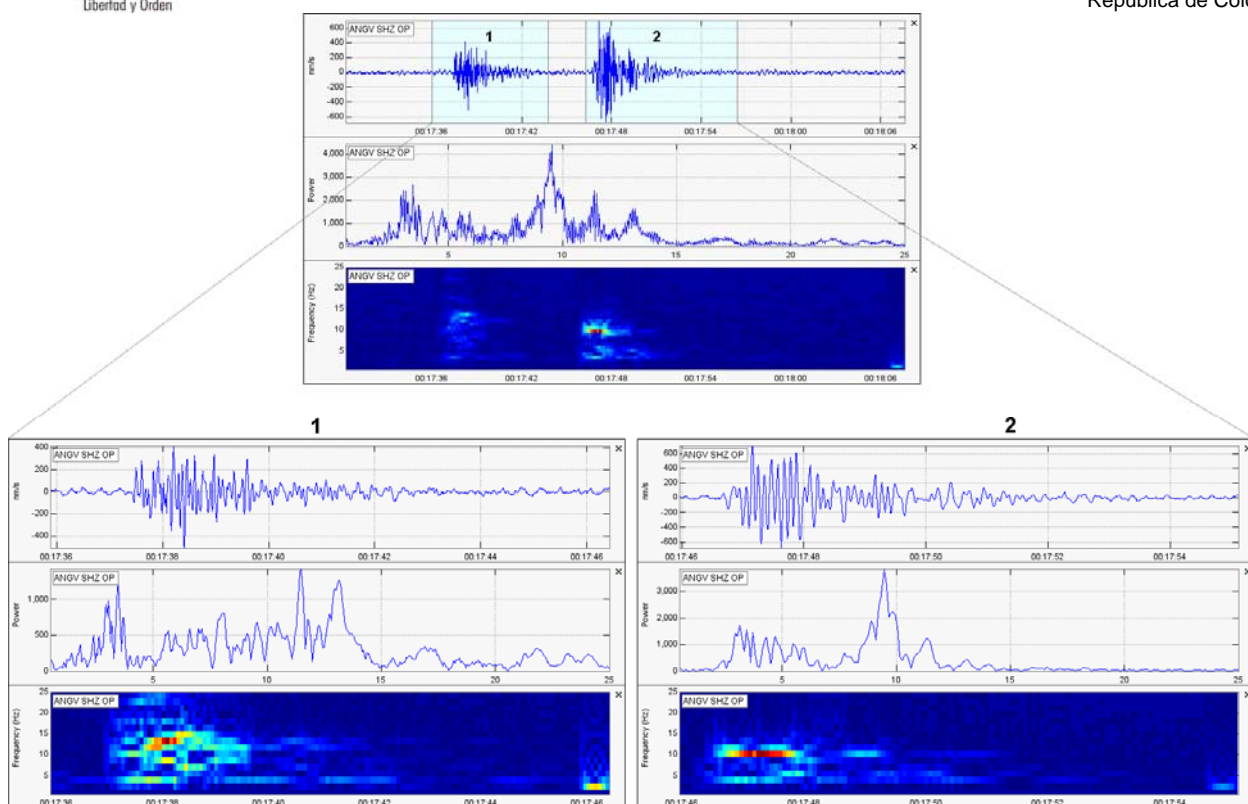


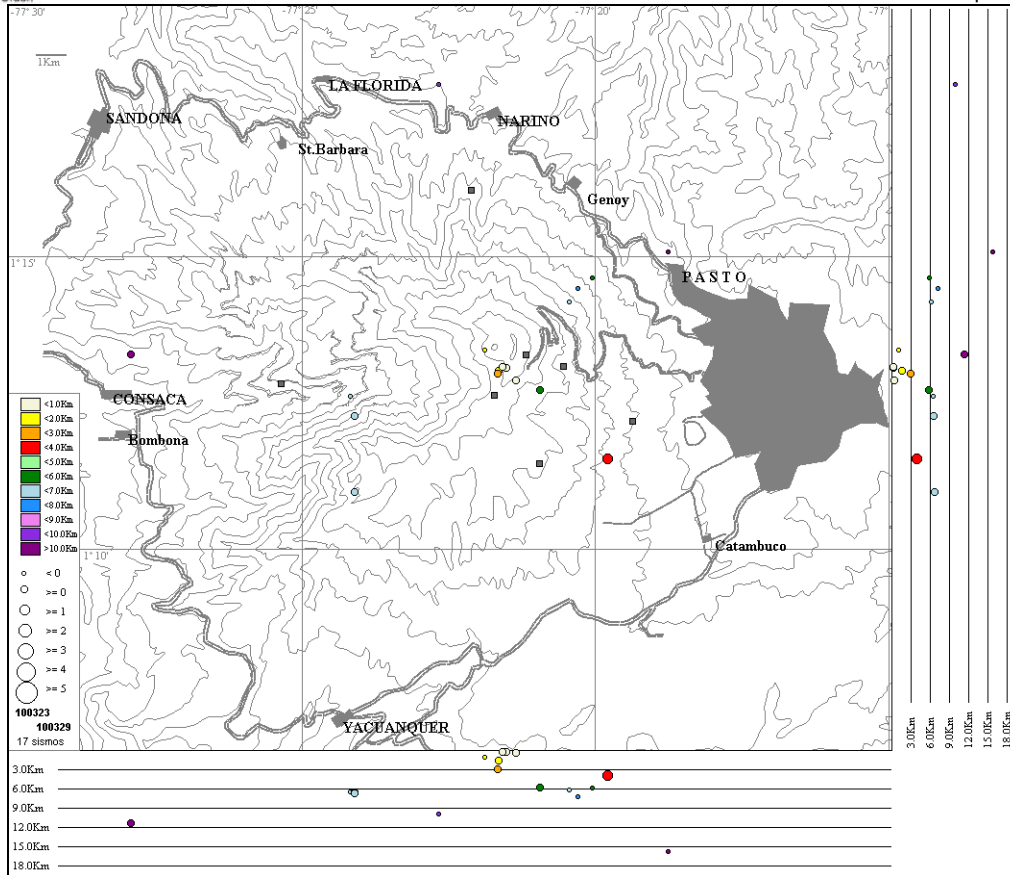
Figura 7. Señal sísmica y espectro de Fourier del evento tipo LP ocurrido el 24 de marzo a las 12:48 p.m., registrado en siete de las estaciones de la red instalada para la vigilancia del volcán Galeras.



**Figura 8.** Señal sísmica, espectro de Fourier y espectrograma del sismo tipo HYB ocurrido el 23 de marzo a las 7:17 p.m., registrado en la estación base de clasificación (Anganoy) en la red de Galeras.

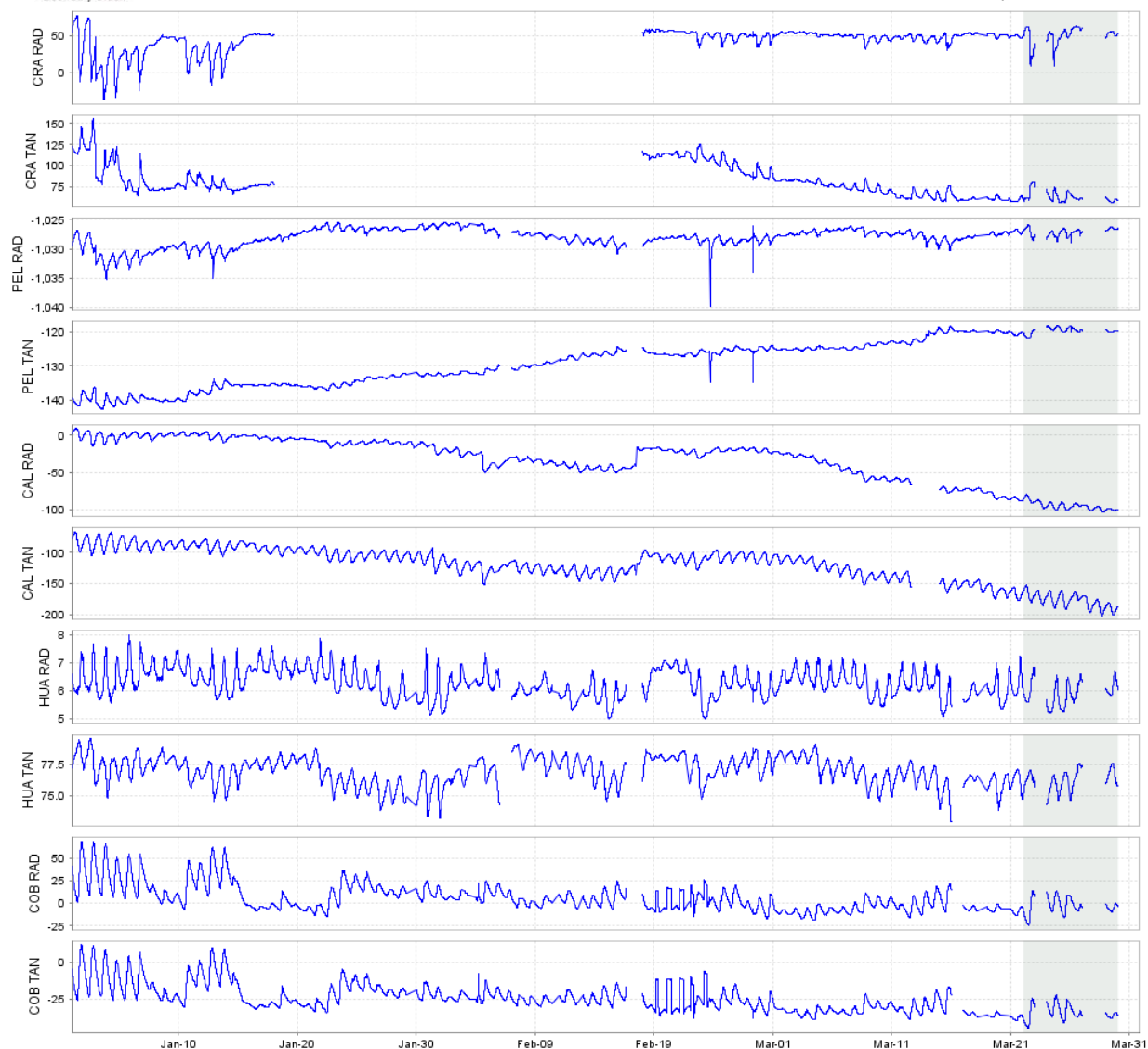
**Tabla 3.** Parámetros de las localizaciones efectuadas a los sismos asociados con el fracturamiento de material cortical (VT) y a los eventos que involucran tanto la parte fluida del sistema como el fracturamiento de material sólido (HYB), registrados entre el 22 y el 29 de marzo de 2010.

Fecha	Hora	Latitud		Longitud		Prof. km	Magnitud		No. Estaciones	GAP Grados	DMIN km	RMS	EH km	EZ km	Q	Tipo
		Grados	Minutos	Grados	Minutos		Coda	Local								
23-mar-10	8:56 AM	1	14.46	-77	20.29	7.2	-0.4	-0.3	12:00 AM	222	2.6	0.03	0.5	0.2	C1	VT
23-mar-10	9:57 PM	1	14.23	-77	20.44	6.3	0.4	-0.4	12:00 AM	195	2.1	0.09	0.3	0.4	C1	VT
23-mar-10	10:09 PM	1	14.63	-77	20.05	6.0	0.3	-0.3	12:00 AM	218	3.0	0.09	0.4	0.4	C1	VT
24-mar-10	8:40 AM	1	17.93	-77	22.68	9.9	0.6	-0.2	12:00 AM	308	3.9	0.03	0.3	0.3	C1	VT
24-mar-10	10:57 AM	1	13.07	-77	21.65	1.5	0.2	0.2	12:00 AM	157	1.0	0.07	0.2	0.3	B1	VT
25-mar-10	1:21 AM	1	12.90	-77	21.36	0.4	0.6	0.4	12:00 AM	150	0.8	0.07	0.3	0.6	B1	HB
25-mar-10	3:28 PM	1	13.12	-77	21.52	0.2	0.6	0.7	12:00 AM	175	0.8	0.09	0.3	1.2	B1	VT
26-mar-10	7:44 PM	1	12.62	-77	24.18	6.6	0.3	-0.7	12:00 AM	155	1.9	0.03	0.1	0.1	B1	VT
26-mar-10	7:55 PM	1	13.01	-77	21.67	3.0	0.6	0.3	12:00 AM	98	1.0	0.04	0.1	0.2	B1	VT
27-mar-10	8:16 AM	1	12.30	-77	24.11	6.5	0.5	0.0	12:00 AM	155	2.1	0.06	0.4	0.5	B1	VT
27-mar-10	1:26 PM	1	12.73	-77	20.95	5.7	0.6	0.4	12:00 AM	99	1.2	0.10	1.1	0.6	B1	HB
27-mar-10	5:06 PM	1	13.35	-77	27.92	11.3	0.9	0.7	12:00 AM	316	5.2	0.08	0.7	0.7	C1	VT
28-mar-10	2:19 AM	1	13.41	-77	21.89	1.1	0.8	-0.1	12:00 AM	296	1.3	0.03	0.4	0.3	C1	HB
28-mar-10	6:01 AM	1	15.08	-77	18.76	15.8	0.7	-0.2	12:00 AM	278	4.8	0.04	2.7	0.9	D1	VT
28-mar-10	6:27 AM	1	13.13	-77	21.58	0.2	0.8	0.8	12:00 AM	180	0.9	0.07	0.2	0.8	C1	HB
28-mar-10	7:17 AM	1	11.55	-77	19.78	4.0	1.4	1.1	12:00 AM	133	0.9	0.06	0.4	0.2	B1	VT
29-mar-10	3:47 AM	1	10.98	-77	24.12	6.7	0.9	0.6	12:00 AM	238	3.6	0.08	0.3	0.4	C1	VT



**Figura 9.** Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura e híbridos registrados entre el 23 y el 29 de marzo de 2010, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes, cada línea representa 3.0 km., de profundidad, el tamaño de los círculos depende de su  $M_L$  y el color de su profundidad.

En cuanto a la información suministrada por los inclinómetros electrónicos sobre los procesos de deformación del edificio volcánico se observa que: el inclinómetro Cráter (ubicado a 0.8 km., al este-noreste del cráter principal, 4060 msnm), mostró estabilidad en sus dos componentes similar al comportamiento reportado en la semana anterior; el inclinómetro Peladitos (1.4 km., al sureste del cráter principal, 3850 msnm), presentó estabilidad en esta semana, cambiando la tendencia ascendente que traía su componente tangencial en las semanas anteriores; el inclinómetro Calabozo (ubicado a 6.8 km., al oeste-suroeste del cráter principal, 2350 msnm) continuó con la misma tendencia que tenía en las anteriores semanas, con un comportamiento descendente en sus dos componentes, radial y tangencial, mostrando variaciones en el período evaluado de 19  $\mu\text{rad}$  y 22  $\mu\text{rad}$  respectivamente; los inclinómetros Huairatola (1.7 km., al norte del cráter principal, 3745 msnm) y Cobanegra (ubicado a 3.9 km., al sur-sureste del cráter principal, 3610 msnm) presentaron un comportamiento estable para sus componentes tangencial y radial, similar a lo ocurrido en los últimos meses (Figura 10).



**Figura 10.** Componentes de inclinación radial y tangencial de los inclinómetros Cráter, Peladito, Calabozo, Huairatola y Cobanegra, para el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 29 de marzo de 2010.

Durante el transcurso del periodo evaluado, las estaciones que conforman la red de monitoreo de las emisiones de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) a la atmósfera, provenientes del volcán Galeras, instrumentos ScanDOAS (ubicadas en el sector noroccidental del edificio volcánico), pertenecientes al proyecto NOVAC (<http://129.16.35.206/index-es.html>), no registraron escaneos validos para hacer su valoración. Para los días 23 y 29 de marzo se realizaron mediciones de  $\text{SO}_2$  utilizando el instrumento MovilDOAS, recorriendo la vía circunvalar al Galeras, y en estas mediciones tampoco se detectó columna.

De acuerdo con las imágenes obtenidas por el 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 para el periodo evaluado.





Libertad y Orden

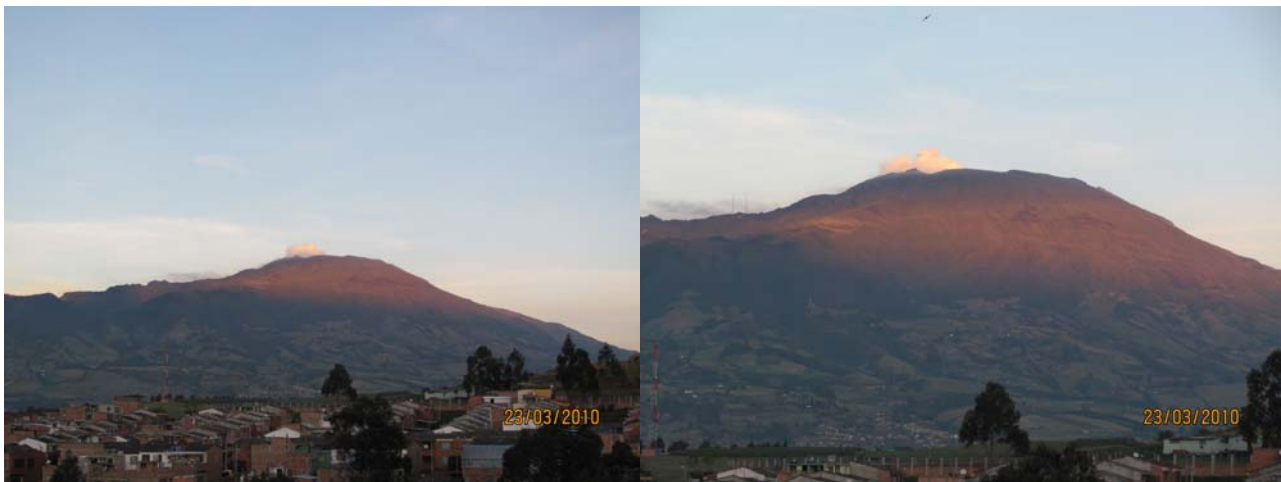
**INSTITUTO COLOMBIANO  
DE GEOLOGIA Y MINERIA  
INGEOMINAS**

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 23 de marzo de 2010 en horas de la mañana (Tabla 4, Figura 11).

**Tabla 4.** Observaciones de actividad superficial del volcán Galeras, reportados del 23 al 29 de marzo de 2010.

<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Detalle</b>
Marzo 23	5:45 a.m. a 6:40 a.m.	En horas de la madrugada la cima del volcán se observó despejada y fue posible visualizar una emisión de color blanco, con tendencia hacia el occidente-suroccidente la cual alcanzó una altura máxima de aproximadamente 300 m. sobre la cima desde las 6:06 a.m. hasta las 6:35 a.m.
Marzo 24 al 29	Todos el día	Aunque se contó con lapsos de tiempo en que la cima del volcán Galeras estuvo despejada, no se observó actividad superficial desde la ciudad de Pasto.



**Figura 11.** Imágenes de Galeras tomadas desde la sede de Observatorio Vulcanológico en la ciudad de Pasto, en horas de la mañana (6:20 a.m. y 6:21 a.m.) del 23 marzo de 2010.



## CONCLUSIONES

- Se presentó un ligero incremento en la sismicidad, manteniendo la baja tasa de ocurrencia sísmica y los niveles bajos de energía liberada. Durante el período se tuvo ausencia de eventos sísmicos relacionados con procesos de liberación o emisión de gases (TRE), no se registraron escaneos válidos para hacer la valoración de las mediciones de SO<sub>2</sub> y se tuvo observación de actividad superficial reportada el día 23 de marzo. Estas condiciones sugieren que el sistema volcánico permite tanto la liberación parcial de gases como de presiones al interior del sistema volcánico.
- Los sismos relacionados con procesos de fracturamiento de material cortical, ocurrieron de manera dispersa a distancias de hasta 11 km del cono activo, con magnitudes locales menores a 1,1 en la escala de Richter. Los eventos cercanos al cráter se ubican en niveles más superficiales, con profundidades menores a 3 km respecto a la cima.
- Si bien la actividad volcánica sugiere un sistema que permite la liberación parcial de gases, Galeras ha mostrado en periodos anteriores cambios rápidos en la actividad que han desembocado en erupciones explosivas, por lo cual no se descarta fluctuaciones en los niveles de actividad.

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”**.