



INGEOMINAS – OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE PASTO

San Juan de Pasto, 10 de marzo de 2010

La evaluación de los diferentes parámetros del monitoreo volcánico de Galeras, en el período comprendido entre el 2 y el 8 de marzo 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) y fracturamiento de material y posterior movimiento de fluido (HYB). En cuanto a eventos relacionados con movimiento de fluidos (LP) se presentó un leve incremento y se resalta el registro de dos sismos asociados con movimiento de fluidos de fuente persistente (TRE) y que se relacionaron con emisión de gas. Además se observa una disminución del 36% 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 por los diferentes tipos de eventos, en general, se observó disminución (Tabla 1, Figuras 1, 2 y 3).

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

Tabla 1. Número de sismos volcánicos por tipo, registrados entre el 9 de febrero y el 8 de marzo de 2010, contabilizados por periodos semanales.

Periodo Evaluado	Número de eventos por tipo						Duración TRE min.
	LPS	HYB	VT	TRE	TOTAL	NO CLASIFICABLES	
09-Feb-10 a 15-Feb-10	37	20	6	24	87	150	52.3
16-Feb-10 a 22-Feb-10	41	13	9	22	85	159	53.1
23-Feb-10 a 01-Mar-10	14	9	17	0	40	163	0.0
02-Mar-10 a 08-Mar-10	18	2	5	2	27	104	1.4

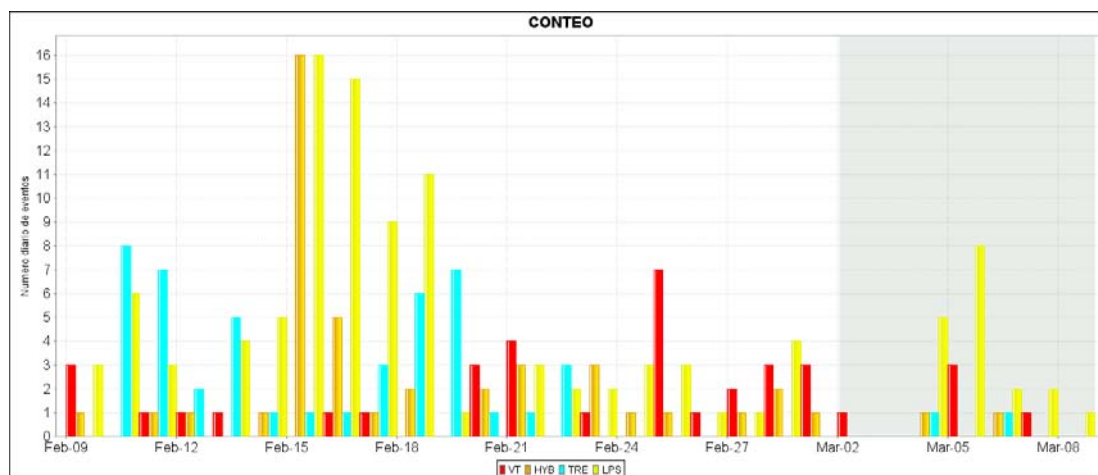


Figura 1. Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos entre el 9 de febrero de 2010 y el 8 de marzo de 2010. El recuadro en gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

Estadística Semanal

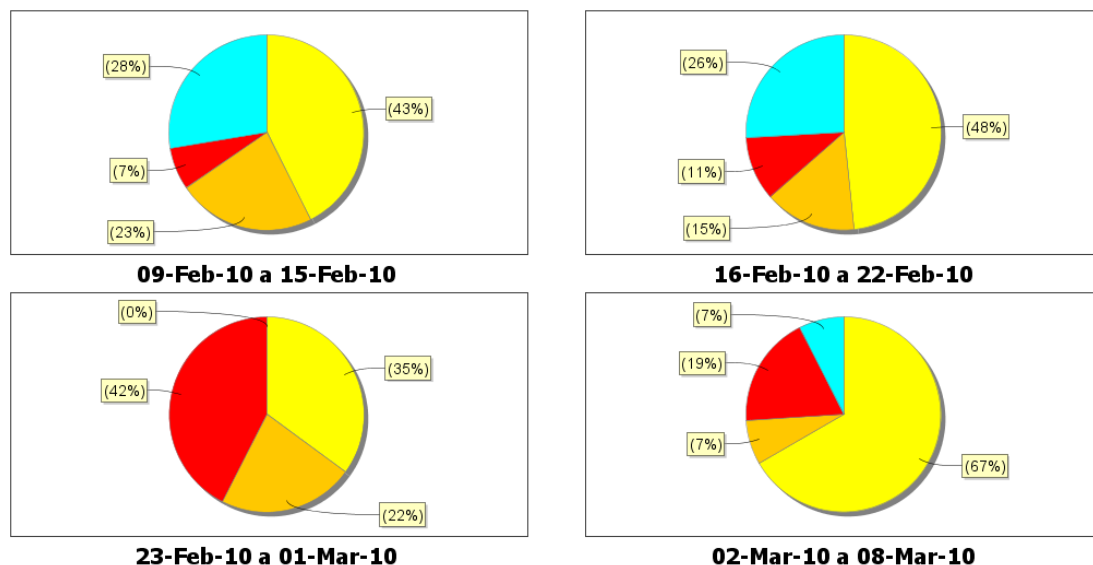


Figura 2. Porcentajes del número de eventos por tipo para los últimos cuatro periodos semanales, incluyendo el evaluado en este informe.

Comparación Semanal

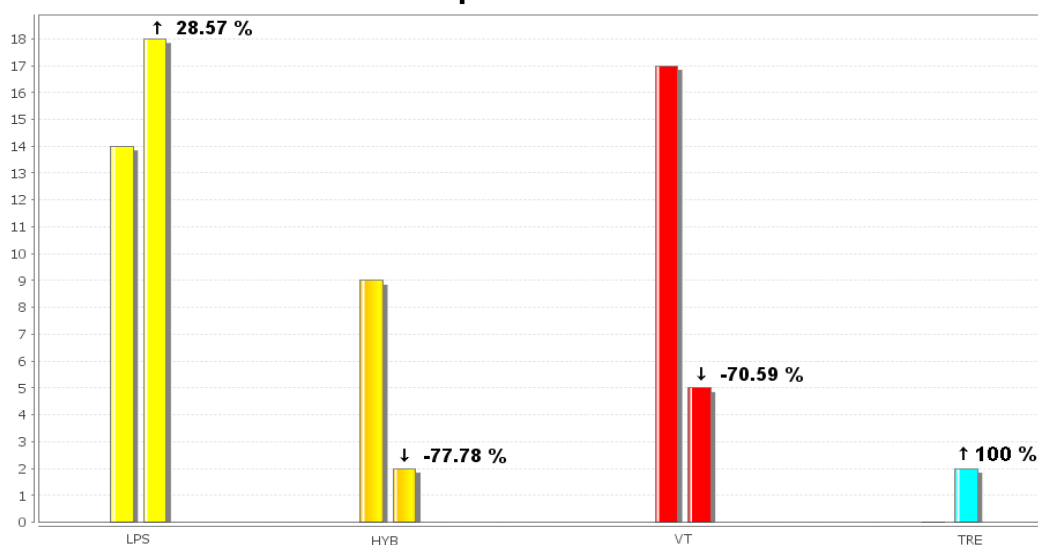


Figura 3. Comparación, entre las dos últimas semanas, en cuanto a ocurrencia sísmica por tipo de evento, para los dos últimos periodos semanales.

Como se mencionó anteriormente, respecto a la semana comprendida entre el 23 de febrero y el 1 de marzo, los niveles de energía sísmica liberada, registraron una disminución en todos los tipos de eventos (LP, VT, HYB y TRE) (Tabla 2, Figura 4). Cabe resaltar que a pesar de que el número de ocurrencia de los eventos tipo TRE aumentó, el valor de energía no lo hizo debido a que la estación sísmica en donde se calcula su energía presentó problemas técnicos; cabe resaltar que este problema fue solucionado el 8 de marzo. Los eventos que aportaron la mayor parte de energía liberada fueron de tipo VT, seguidos por los de tipo LP (Tabla 2, Figura 5, Figura 6).



Tabla 2. Energía liberada de sismos volcánicos por tipo, registrada entre el 9 de febrero de 2010 y el 8 de marzo de 2010, contabilizados por periodos semanales

Periodo Evaluado	Energía (ergios) por tipo de evento				
	LPS	HYB	VT	TRE	TOTAL
09-Feb-10 a 15-Feb-10	2.15E+11	8.36E+09	7.00E+11	1.71E+09	9.25E+11
16-Feb-10 a 22-Feb-10	2.87E+11	3.41E+09	6.87E+10	0	3.59E+11
23-Feb-10 a 01-Mar-10	7.20E+11	1.64E+11	1.73E+12	0	2.61E+12
02-Mar-10 a 08-Mar-10	8.09E+10	1.57E+10	3.82E+11	0	4.79E+11

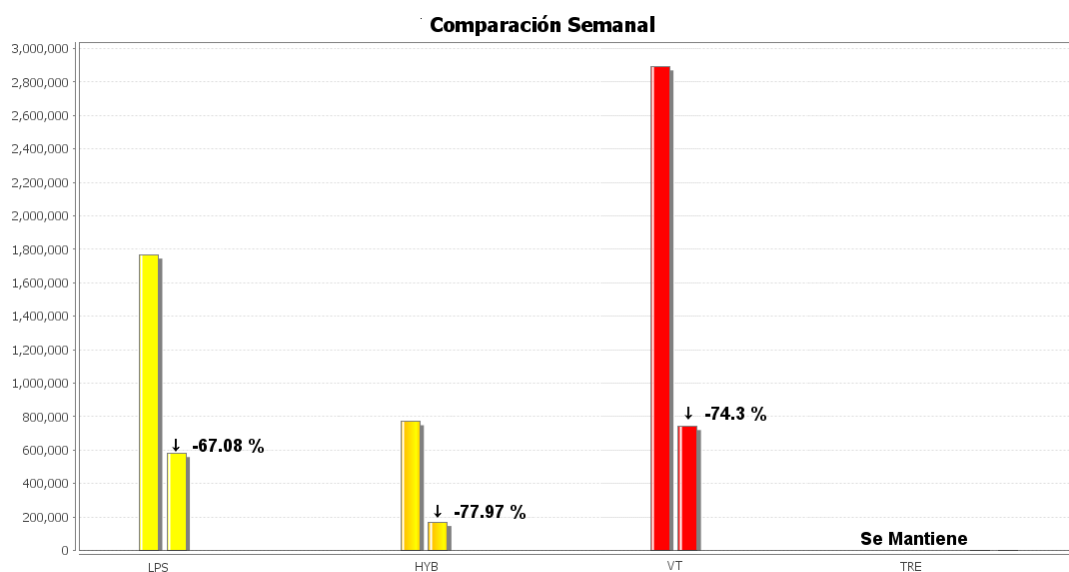


Figura 4. Comparación, entre las dos últimas semanas, de energía sísmica liberada por cada tipo de evento.

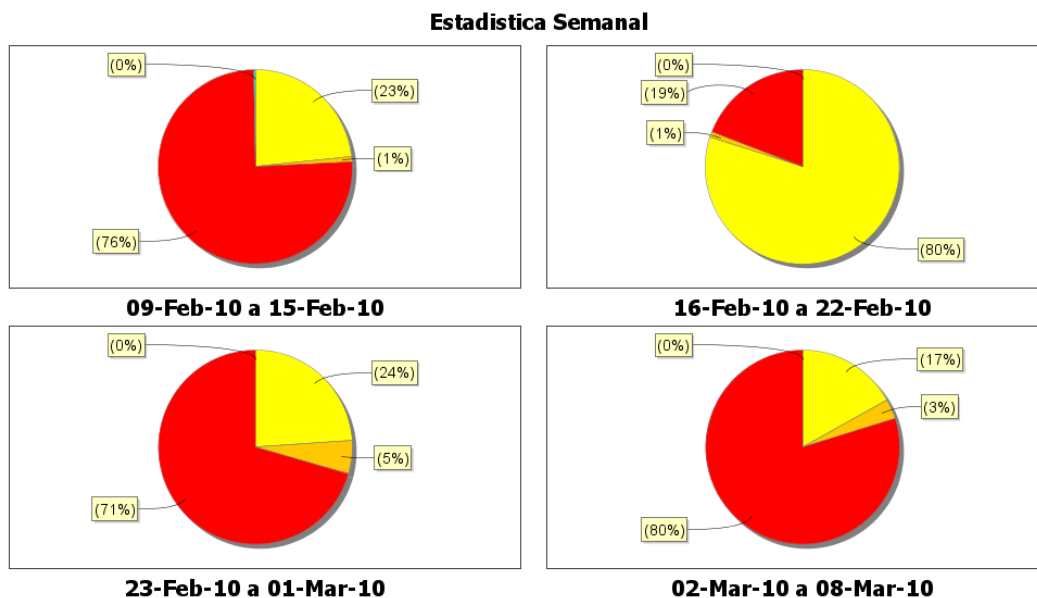


Figura 5. Porcentajes de la energía sísmica por tipo de evento para los últimos cuatro periodos semanales, incluyendo el evaluado en este informe.

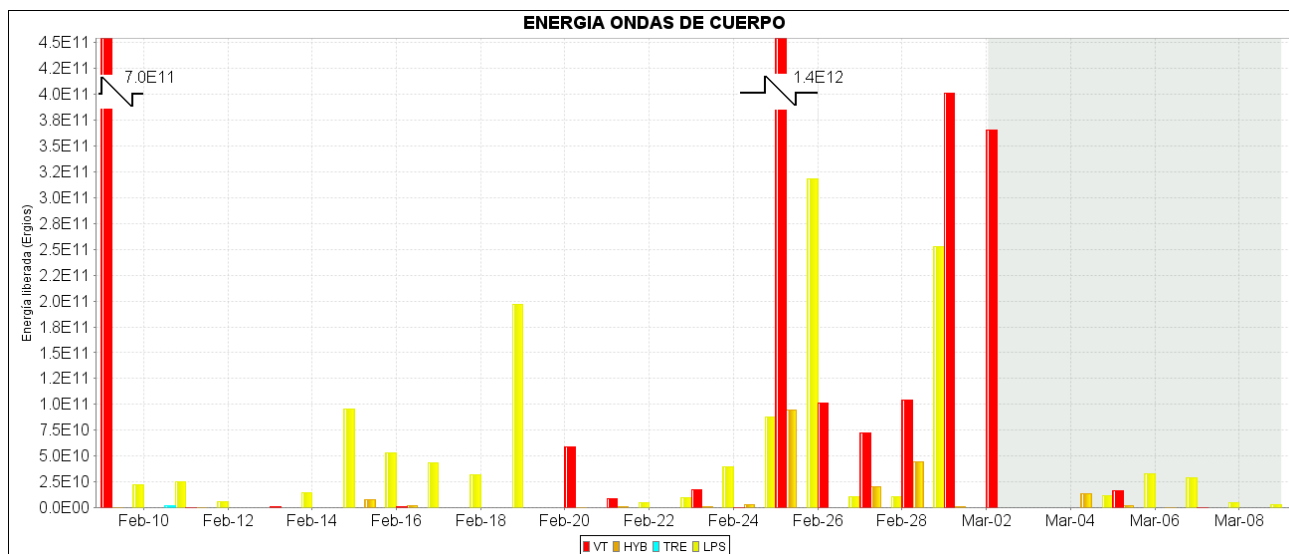


Figura 6. Histograma de la energía liberada de eventos volcánicos por tipo, registrada entre el 9 de febrero de 2010 y el 8 de marzo de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

De la sismicidad presentada entre el 2 y el 8 de marzo se resalta que algunos de los eventos relacionados con movimiento de fluidos tuvieron un registro caracterizado por presentar frecuencias comprendidas entre los 2.5 y 7 Hz, como los que se observa en las figuras 7, 8, 9, 10 y 11. Aun cuando estos sismos mostraron una banda espectral amplia, tuvieron una frecuencia dominante cercana a los 6 Hz.

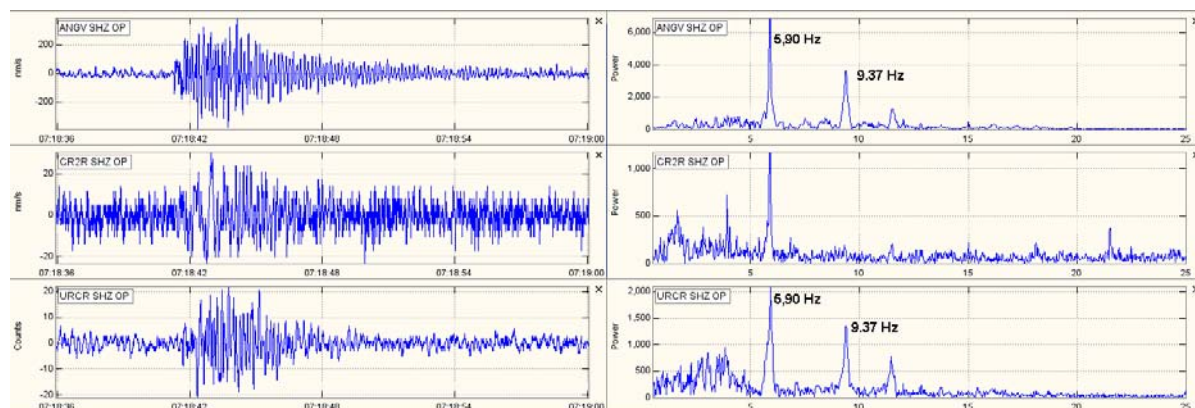


Figura 7. Evento tipo LP registrado el 3 de marzo a las 2:18 a.m.

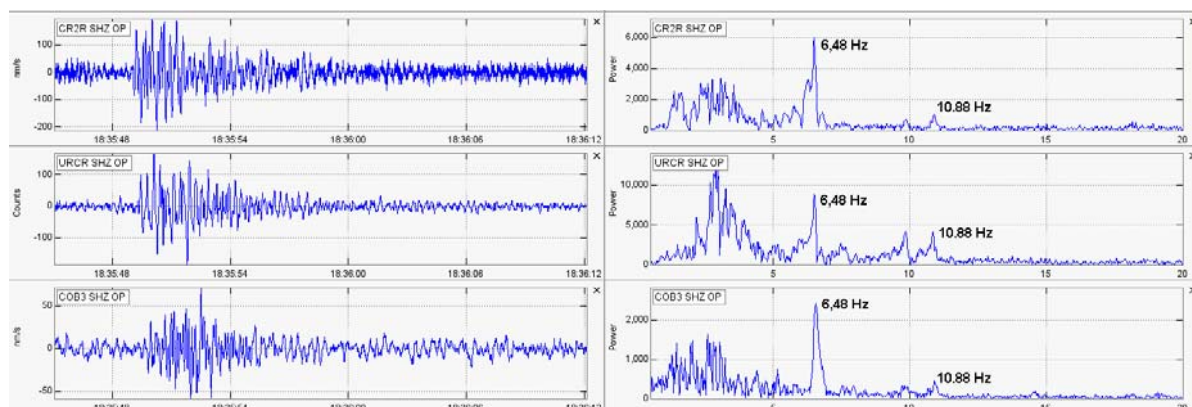


Figura 8. Evento tipo LP registrado el 4 de marzo a la 1:35 p.m.

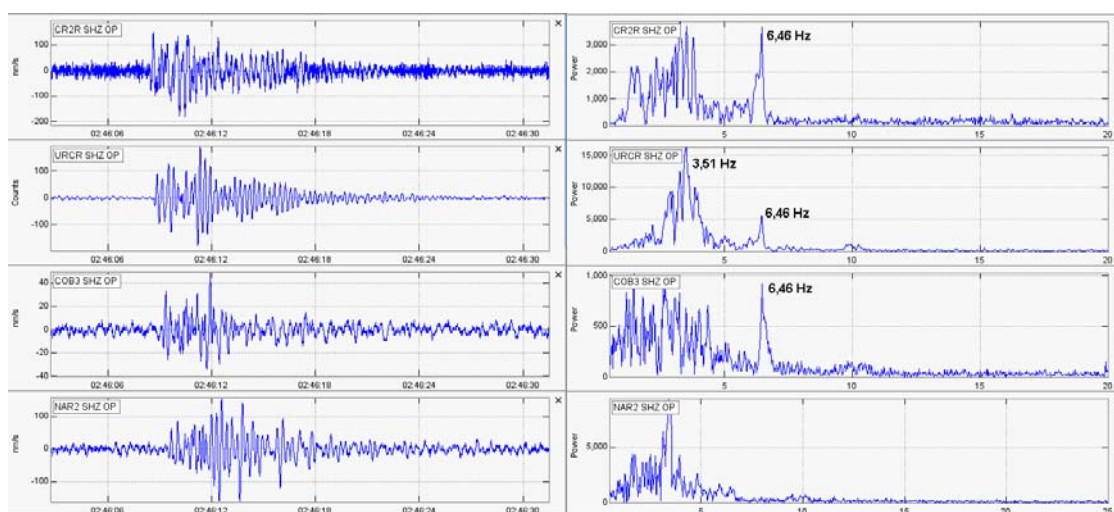


Figura 9. Evento tipo LP registrado el 4 de marzo a las 9:46 p.m.

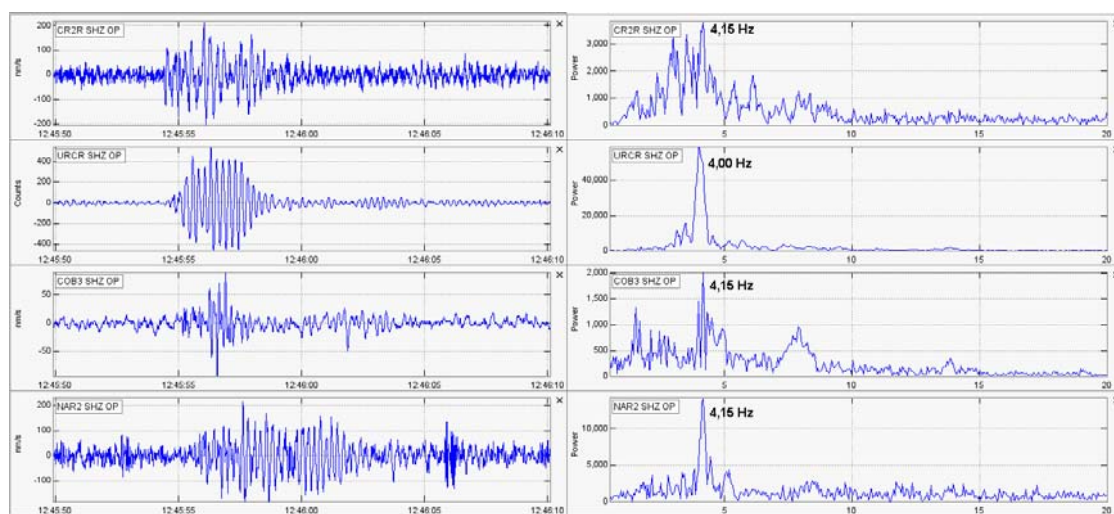


Figura 10. Evento tipo LP registrado el 5 de marzo a las 7:45 a.m.

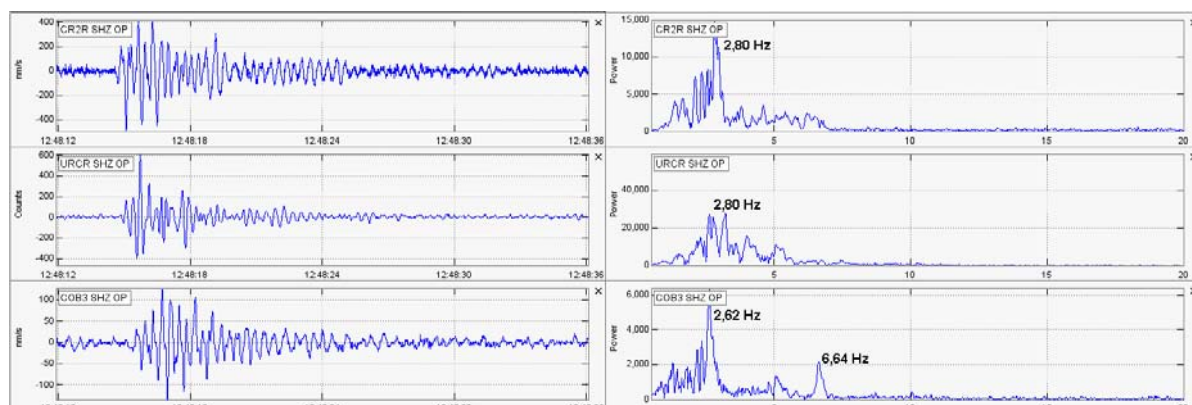


Figura 11. Evento tipo LP registrado el 5 de marzo a las 7:48 a.m.

Del tipo de eventos mostrados en las figuras anteriores se registraron 17, entre clasificables y no clasificables, el primero de ellos se registró a la 2:18 a.m. el 3 de marzo. En el transcurso de la semana evaluada ocurrieron de la siguiente manera: 1 el día 3 de marzo, 3 el día 4 de marzo, 5 el día 5 de marzo, 5 el 6 de marzo, y 3 el 7 de marzo.

Respecto a los sismos que involucran fracturamiento de material cortical se registraron 7 eventos, de los cuales 2 corresponden a HYB y 5 a VT. 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 la localización de 6 de estos eventos.

La tabla 3 y la figura 12 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 5 y 13 Km. Las magnitudes de los eventos localizados se calcularon en un rango entre - 0.2 y 1.3 grados en la escala de Richter. De este tipo de eventos, fue reportado como sentido desde el corregimiento de Genoy, el registrado el 2 de marzo a las 7:13 a.m. con magnitud local de 1.3 grados en la escala de Richter.

Tabla 3. Parámetros de las localizaciones de sismos asociados a fracturamiento de material cortical e híbridos, registrados entre el 2 y el 8 de marzo de 2010.

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF. (Km)	MAGNITU D CODA	MAGNITUD LOCAL	#FASES	GAP	Dist. Min	RMS	ERH	ERZ	CALIDAD	TIPO
		°	'	°	'											
2010-03-02	07:13:25	1	14.54	77	20.75	5.7	0.8	1.3	15	190	2.3	0.09	0.3	0.4	C1	GVA
2010-03-02	14:15:38	1	18.01	77	16.07	12.9	0.8	0.3	10	323	11.2	0.05	0.7	0.7	C1	GVA
2010-03-03	00:31:33	1	9.29	77	21.22	6.0	0.5	0	12	267	3.5	0.05	0.4	0.3	C1	GVA
2010-03-03	21:30:12	1	18.48	77	26.08	10.7	0.9	0	7	308	9.2	0.03	0.5	0.7	C1	GVA
2010-03-05	16:11:21	1	16.54	77	13.55	7.0	1.6	0.4	9	341	14.1	0.03	0.5	0.1	C1	GVA
2010-03-07	19:23:39	1	14.65	77	23.11	5.1	0.6	-0.2	10	178	3.6	0.11	0.4	0.6	B1	GVA



Libertad y Orden

INSTITUTO COLOMBIANO
DE GEOLOGIA Y MINERIA
INGEOMINAS
República de Colombia

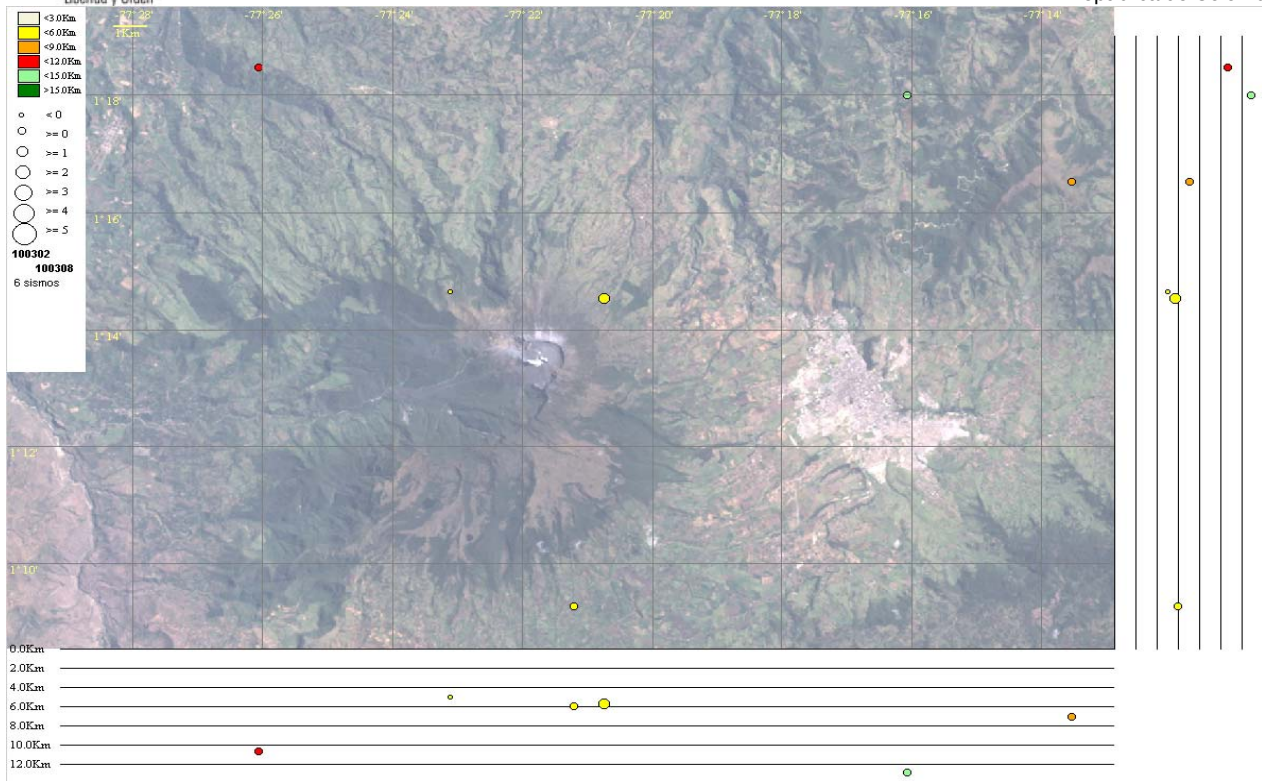


Figura 12. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura e híbridos registrados entre el 2 y el 8 de marzo de 2010, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes cada línea representa 2 Km de profundidad, el tamaño de los círculos depende de su M_L y el color 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 para su componente Tangencial un comportamiento descendente desde el 17 de febrero, mientras que su componente Radial presentó un registro relativamente estable (Figura 13).

Desde finales de octubre y hasta mediados de febrero de 2010, la componente tangencial del inclinómetro Peladitos (1.4 km al sureste del cráter principal, 3850 msnm) muestra una tendencia ascendente, a partir de allí y hasta la fecha muestra un comportamiento relativamente estable en la componente tangencial. En cuanto a la componente radial se observan pequeñas variaciones que se asemejan al comportamiento de la temperatura (Figura 14).

Las componentes tangencial y radial del inclinómetro Huairatola (1.7 km al norte del cráter principal, 3745 msnm) se mostraron estables (Figura 15).

El inclinómetro Calabozo (ubicado a 6.8 km al oeste-suroeste del cráter principal, 2350 msnm), continua registrando para sus componentes, tanto Tangencial como Radial un comportamiento descendente que guarda semejanza con el comportamiento del canal de

temperatura, por tanto, no se descarta que las componentes de inclinación hayan sido afectadas por cambios en la temperatura (Figura 16).

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 17).

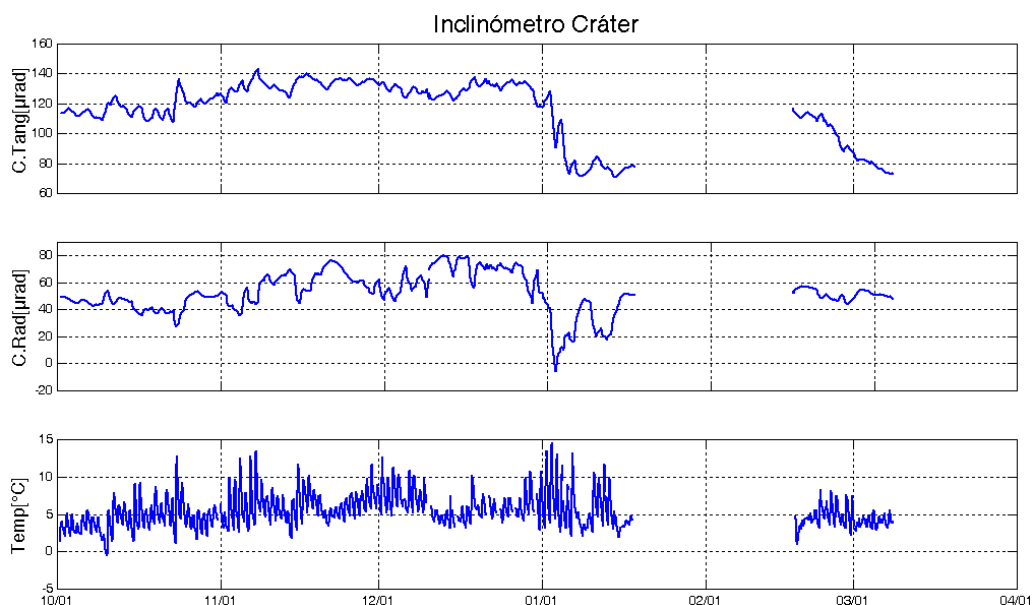


Figura 13. Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X) del inclinómetro Peladitos junto con los datos del canal de temperatura, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 8 de marzo de 2010.

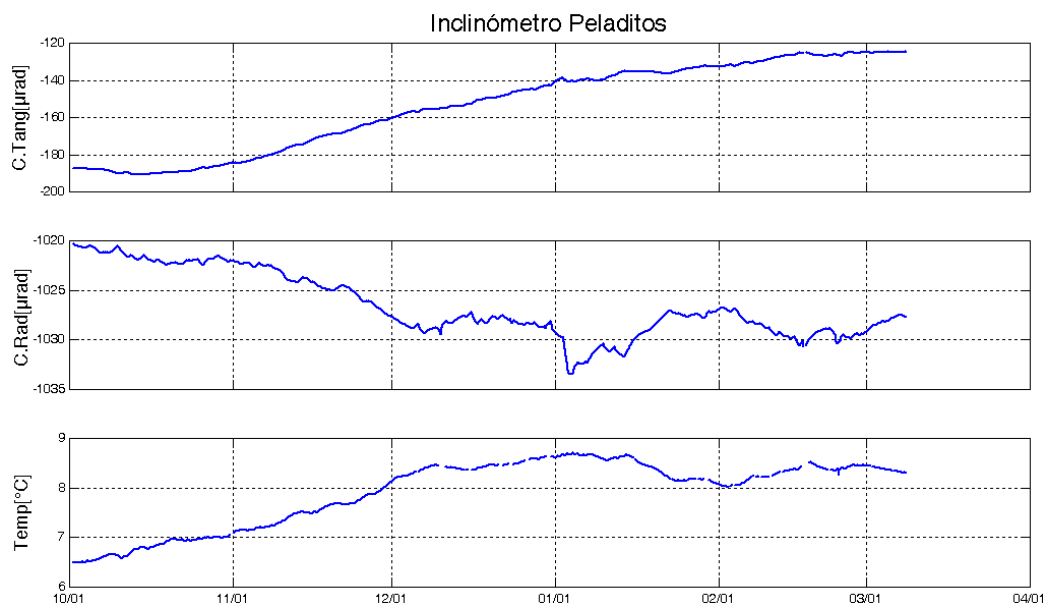


Figura 14. Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Peladitos, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 8 de marzo de 2010.

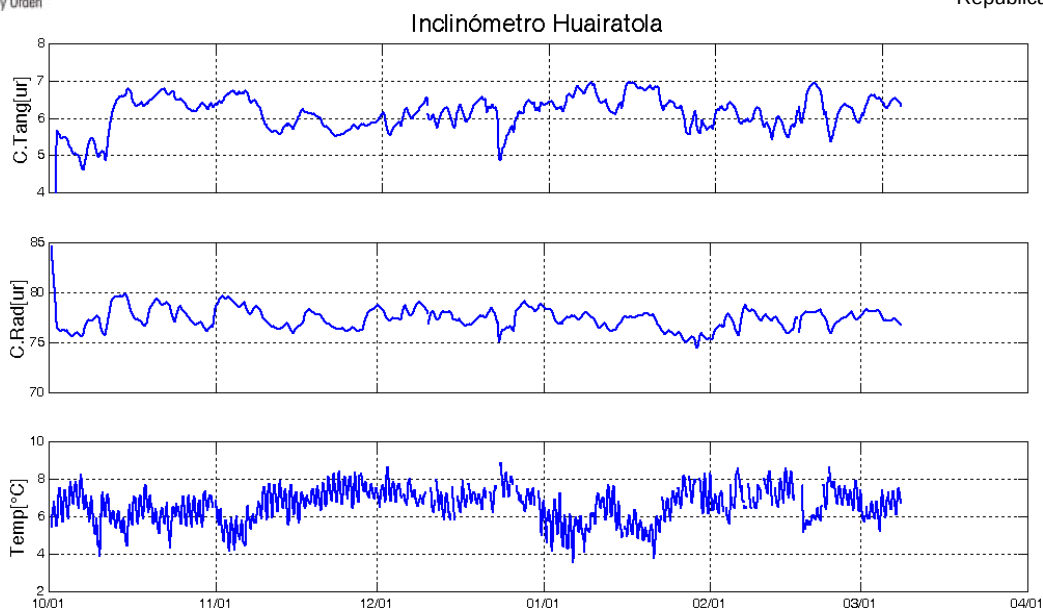


Figura 15. Componentes de inclinación radial (Y) y tangencial (X), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Huairatola, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 8 de marzo de 2010.

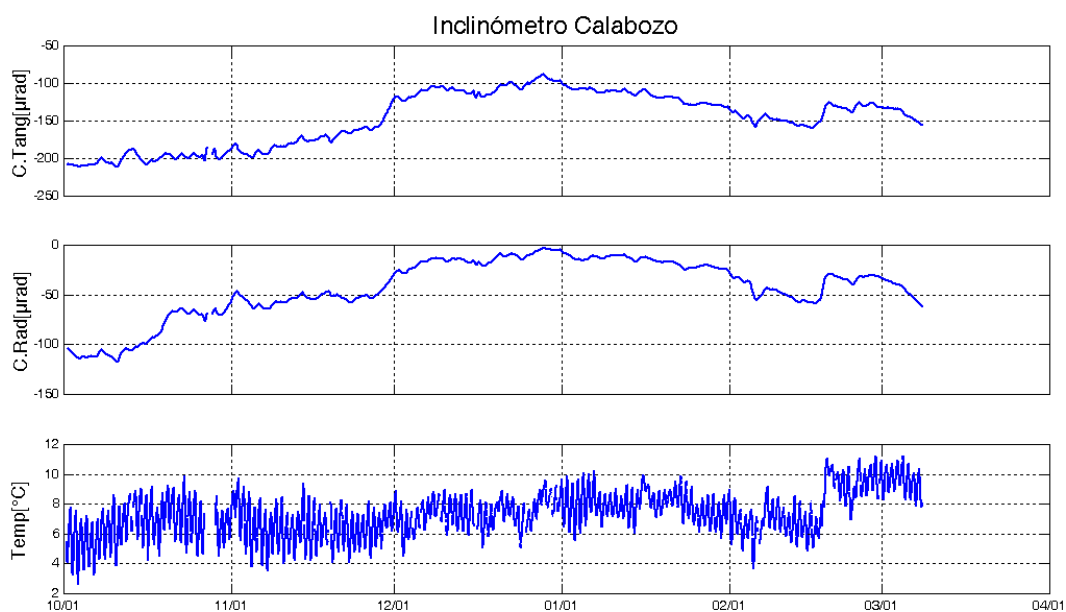


Figura 16. Componentes de inclinación radial (X) y tangencial (Y), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Calabozo, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 8 de marzo de 2010.

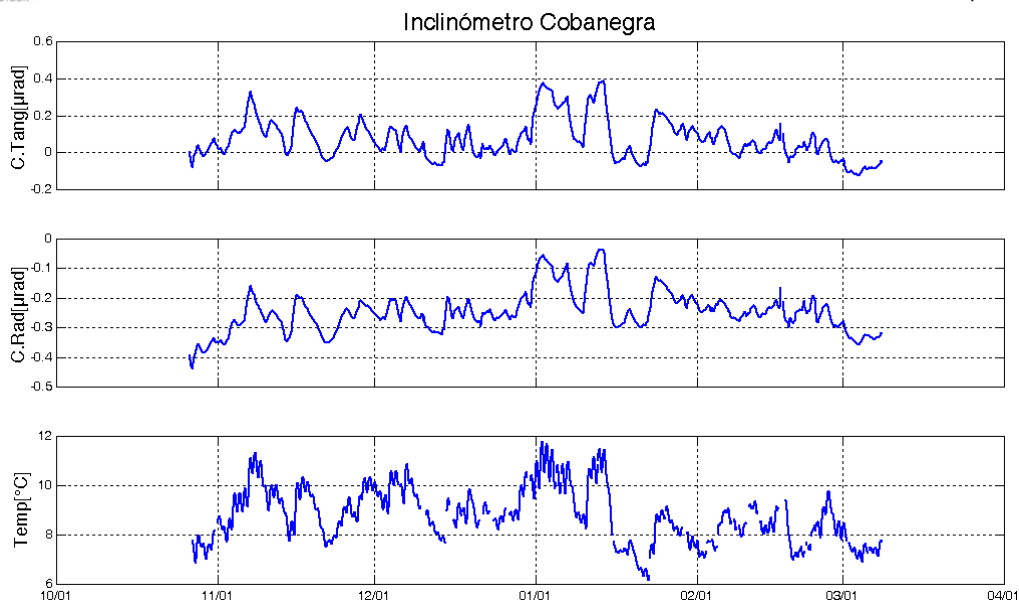


Figura 17. Componentes de inclinación radial (X) y tangencial (Y), junto con los datos del canal de temperatura del inclinómetro Cobanegra, para el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 2009 y el 8 de marzo de 2010.

Respecto al monitoreo de las emisiones de Dióxido de Azufre (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 SO_2 . Los días 4 y 8 de marzo de febrero se obtuvieron registros de SO_2 mediante el uso del equipo portátil MovilDOAS, alcanzando valores de 102 y 60 ton/día respectivamente, los cuales son considerados como bajos para Galeras (Figura 18)

Por parte del sensor OMI (*Ozone Monitoring Instrument*), acoplado al satélite Aura de la NASA, no se tiene registro de concentraciones de SO_2 emitido por Galeras durante el periodo evaluado.



Figura 18. Flujo de SO_2 del volcán Galeras registrado por las estaciones ScanDOAS, ubicadas al noroccidente, registrada entre el 9 de febrero y el 8 de marzo de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado.

A pesar de contar con buenas condiciones climáticas durante la mayor parte de la semana, no se observó actividad superficial desde la ciudad de Pasto; el día 4 de marzo desde el municipio de Consacá se observó salida de gases de coloración blanca provenientes de los cráteres secundarios Las Chavas y El Paisita (Figura 19).

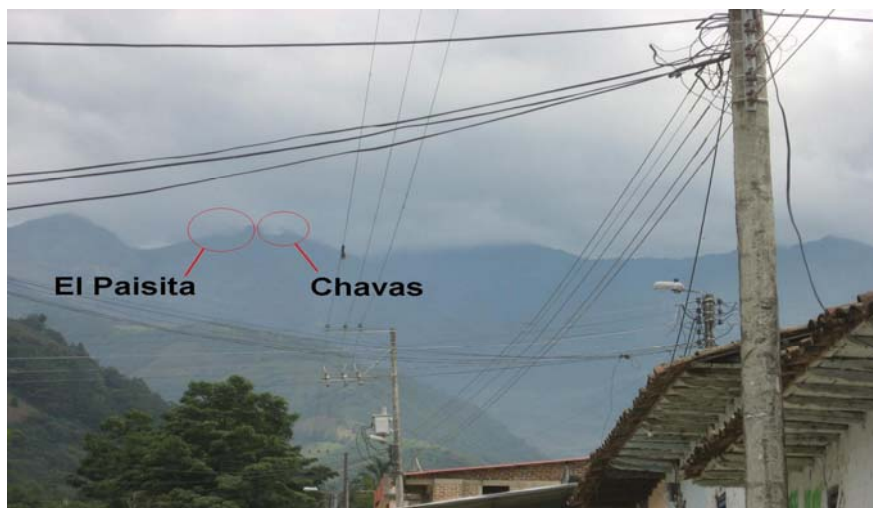


Figura 19. Emisión de gases vista desde el municipio de Consacá el día 4 de marzo de 2010. En la fotografía se resaltan los cráteres secundarios El Paisita y Las Chavas.

El día 8 de marzo, personal que labora en el OVSP, obtuvo imágenes de la cima de Galeras, en ellas es posible evidenciar salida de gases de los cráteres secundarios Las Deformes, Las Chavas y desde el cráter principal (Figura 20). Además, hacia la 1:00 p.m. la comisión reporta que cerca a la estación de policía que se encuentra en la cima de Galeras se percibe olor a dióxido de azufre



Figura 20. Registro fotográfico del cono activo de Galeras tomado el día 8 de marzo de 2010. En la fotografía se observa la salida de gas desde los cráteres secundarios Las Chavas, Las Deformes y del cráter principal de Galeras.



CONCLUSIONES

- El registro de emisiones de dióxido de azufre durante los días 4 y 8 de marzo de 2010 y la verificación de actividad superficial (emisión de gases), indican que aunque hay evidencia de presencia de material magmático en niveles superficiales, sugieren que el sistema no se encuentra totalmente sellado.
- Se resalta la actividad volcánica relacionada con procesos asociados con movimiento de fluidos en su interior, caracterizados por presentar frecuencias similares que oscilan alrededor de los 6 Hz. Recordemos que en semanas anteriores este tipo de eventos mostraron frecuencias dominantes con valores cercanos a los 18 Hz, este cambio puede indicar que el sistema está incrementado su fracción de gas en el fluido que se mueve.
- 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”**.