



INGEOMINAS – OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE PASTO

San Juan de Pasto, 26 de mayo de 2010

En la semana comprendida entre el 18 y el 24 de mayo de 2010, 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).

Comparando la actividad volcánica de la semana evaluada en este informe y la previa a este período, se resalta que aunque Galeras continúa manteniendo niveles bajos de sismicidad, similares a los reportados en semanas anteriores, este periodo se caracteriza por la ocurrencia de eventos relacionados con movimiento de fluidos de fuente persistente denominados como Tremor (TRE), el último registro que se tiene de este tipo de eventos fue el 6 de marzo de 2010. Se observó un leve descenso en la ocurrencia de eventos relacionados con la dinámica de fluidos al interior del sistema volcánico de fuente transitoria, llamados de Largo Período (LP) y eventos relacionados con fracturamiento de material cortical o Volcano-tectónicos (VT), (Tabla 1, Figuras 1 y 2). De igual manera se destaca un leve incremento de aquellos eventos denominados Híbridos, que involucran tanto el fracturamiento de la roca como el movimiento de fluidos (HYB), (Tabla 1, Figuras 1 y 2).

En general, la sismicidad presentó fluctuaciones en la ocurrencia de eventos, la cual en este periodo fue dominada por eventos tipo HYB, seguido de eventos tipo LP y en menor cuantía por eventos VT (Figura 3).

De acuerdo con algunas características de los eventos registrados, se destacan algunos de los eventos clasificados como tipo LP, porque mostraron una frecuencia dominante en su registro y algunos un decaimiento lento de su amplitud.

Adicionalmente se resalta un incremento en el registro de eventos no clasificables, sismos que por su nivel energético no cumplen con las condiciones de amplitud mínima en la estación de referencia; pero que son importantes en la evaluación de la actividad de Galeras (Tabla 1).

En la Figura 1, se puede observar que los episodios de tremor que cumplieron con el umbral de clasificación en la estación de referencia, solamente se registraron el día 18 de mayo de 2010.

Tabla 1. Número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos en las semanas comprendidas entre el 27 de abril y el 24 de mayo 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
27-Apr-10 a 03-May-10	6	18	2	0	26	212
04-May-10 a 10-May-10	2	5	9	0	16	167
11-May-10 a 17-May-10	11	7	6	0	24	191
18-May-10 a 24-May-10	7	9	3	5	24	365

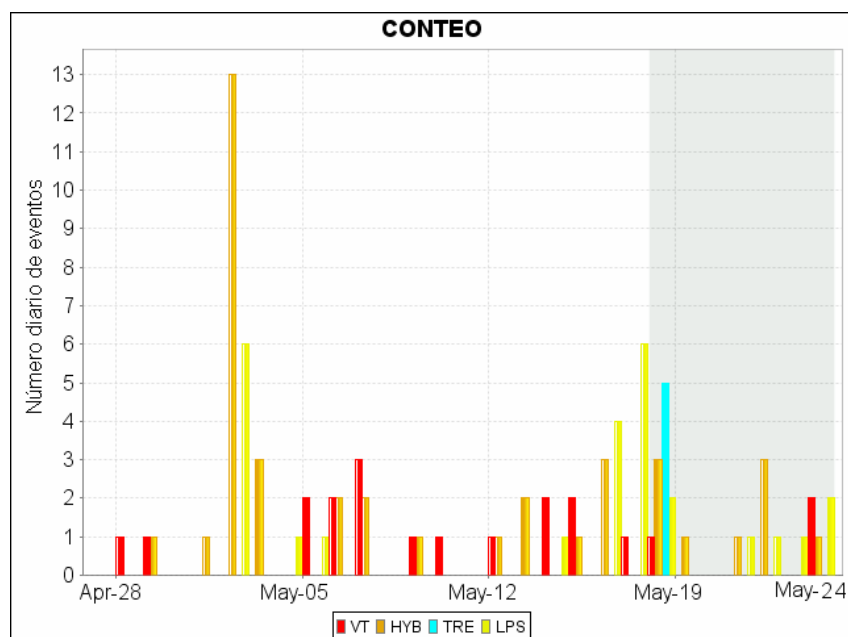


Figura 1. Histograma del número de eventos volcánicos por tipo, ocurridos entre el 27 de abril y el 24 de mayo de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

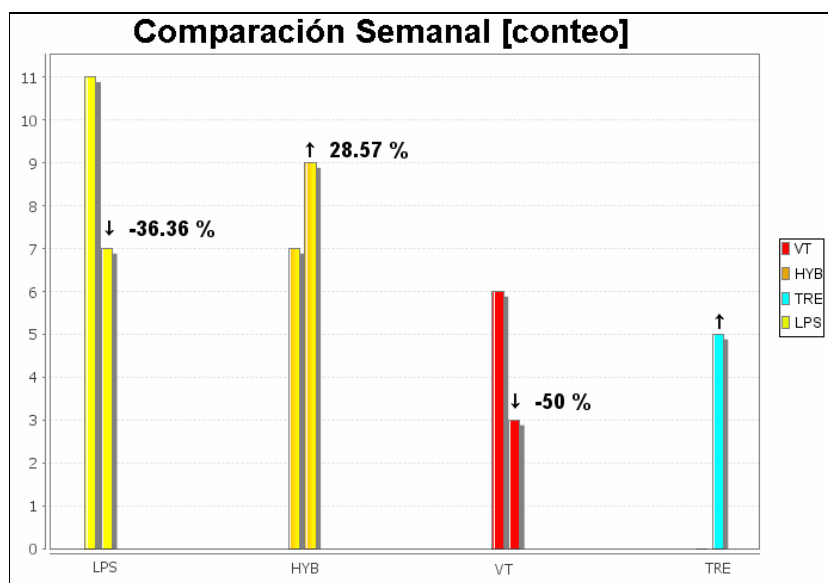


Figura 2. Relación porcentual que compara el número de eventos por tipo ocurridos durante la semana en evaluación, con respecto a la semana anterior.

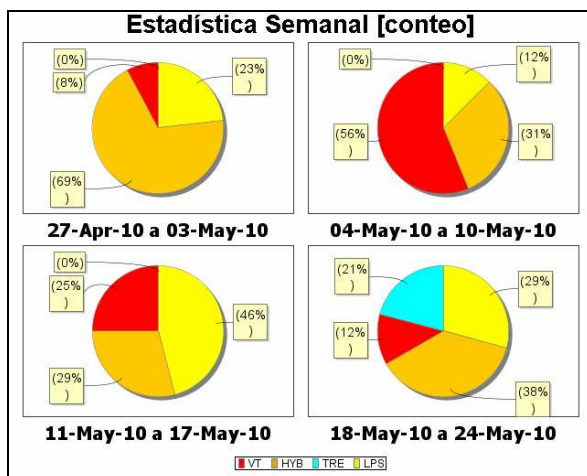


Figura 3. Porcentaje de ocurrencia de eventos sísmicos por tipo para los últimos cuatro períodos semanales, tomando como 100% los totales de número para cada semana.

En cuanto a la energía total liberada, en la semana entre el 18 y el 24 de mayo, se presentó un descenso con relación a la semana anterior. El mayor aporte energético proviene de los eventos tipo LP, (Tabla 2, Figuras 4 y 5). El evento más energético registrado fue el ocurrido el 18 de mayo de 2010, a las 2:09 a.m. con una energía de ondas de cuerpo estimado en $8.24\text{E}+10$ ergios.

Tabla 2. Energía liberada de sismos volcánicos por tipo, ocurridos en las semanas comprendidas entre el 27 de abril y el 24 de mayo de 2010, incluyendo la semana objeto de evaluación, resaltada en color verde.

Periodo Evaluado	Energía liberada por tipo de evento [ergios]				
	LP	HYB	VT	TRE	TOTAL
27-Apr-10 a 03-May-10	8.54E+10	4.05E+10	2.12E+10	0.0	1.47E+11
04-May-10 a 10-May-10	2.15E+10	3.71E+09	3.05E+11	0.0	3.30E+11
11-May-10 a 17-May-10	3.03E+11	2.47E+10	1.83E+11	0.0	5.11E+11
18-May-10 a 24-May-10	1.54E+11	1.38E+10	1.73E+10	2.90E+09	1.88E+11

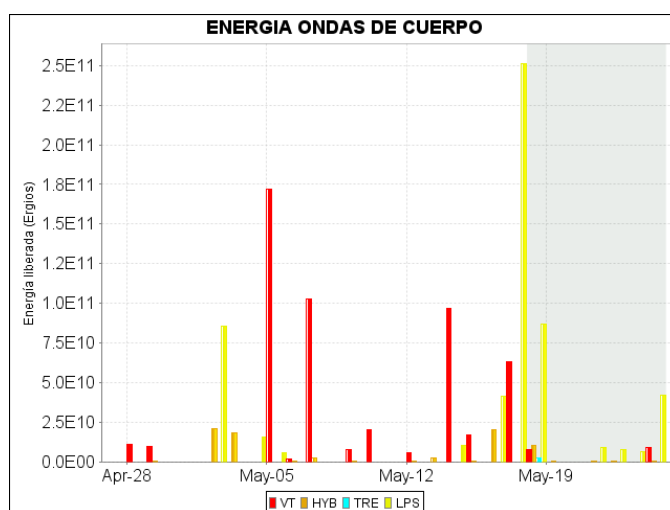


Figura 4. Histograma de la energía liberada (energía de ondas de cuerpo) de eventos volcánicos por tipo, registrada entre el 27 de abril y el 24 de mayo de 2010. El recuadro gris indica el periodo evaluado en el presente informe.

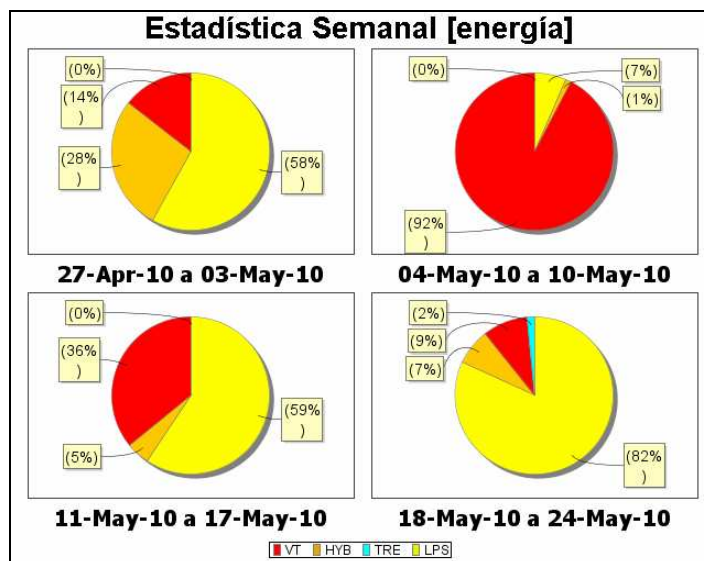


Figura 5. Porcentaje de energía liberada de eventos sísmicos por tipo para los últimos cuatro períodos semanales, tomando como 100% la energía para cada semana.

De la sismicidad ocurrida entre el 18 y el 24 de mayo se resaltan los registros de eventos tipo TRE, clasificados como armónicos por mostrar frecuencias dominantes en su espectro. En total se registraron 9 episodios de TRE, de los cuales 5 fueron clasificables, pero teniendo en cuenta la duración de su registro, que debe ser mayor o igual a los dos minutos. El registro de todos los episodios de TRE totalizó 19 minutos y 48 segundos de duración, esto para la estación de referencia Anganoy (ANGV) (Tabla 3). Se destaca que la frecuencia dominante de estos episodios de tremor fue cercana a los 3 Hz y en promedio presentaron hasta 8 armónicos de frecuencias menores de 6 Hz en su espectro, estos picos se espacian aproximadamente cada 0.9 Hz (Figura 6).

En la Figura 6, se puede observar las señales sísmicas junto con algunas características relacionadas con sus contenidos en frecuencia, además, la mayoría de estos eventos muestran frecuencias dominantes bajas, el orden dado a los registros en la figura se dio teniendo en cuenta la tabla 3.

Tabla 3. Duración en minutos de los eventos tipo TRE registrados el 18 de mayo de 2010.

H.Inicial	H. Final	Duración [min]
3:07:10	3:09:14	0:02:04
3:11:24	3:13:28	0:02:04
3:16:37	3:17:37	0:01:00
3:20:02	3:21:39	0:01:37
3:28:53	3:31:49	0:02:56
3:37:42	3:39:12	0:01:30
3:39:56	3:43:37	0:03:41
4:17:42	4:19:09	0:01:27
5:01:25	5:04:54	0:03:29

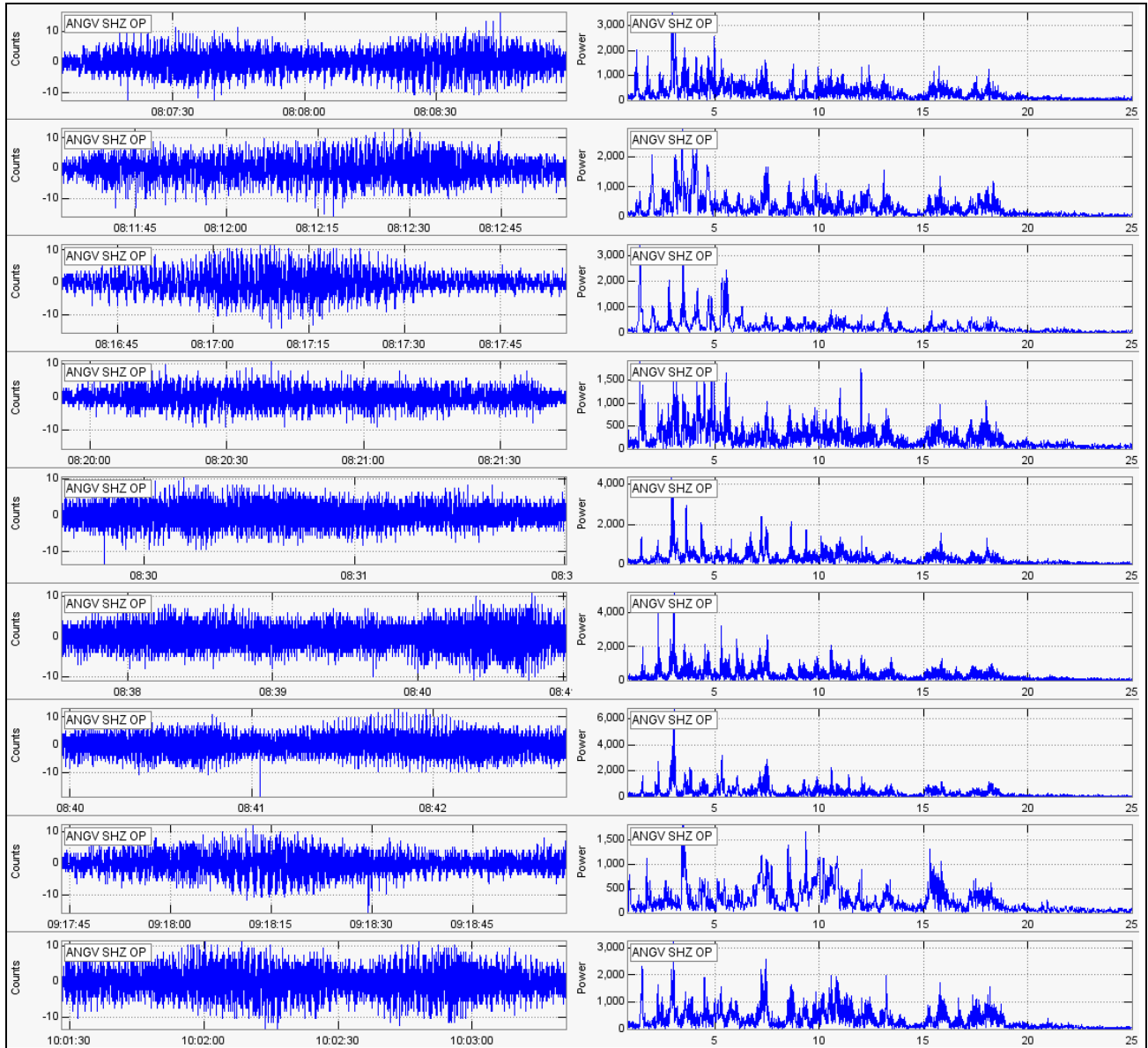


Figura 6. Sismogramas y espectros en frecuencia de los eventos tipo TRE armónico ocurridos el 18 de mayo de 2010.

Adicionalmente, se destaca que algunos de los eventos de fluidos, tipo LP, entre clasificables y no clasificables, tuvieron un registro caracterizado por presentar una lenta atenuación en la parte final del evento. En las Figuras 7, 8 y 9 se muestra a manera de ejemplos los sismogramas y su espectro en frecuencia de los eventos mencionados anteriormente.

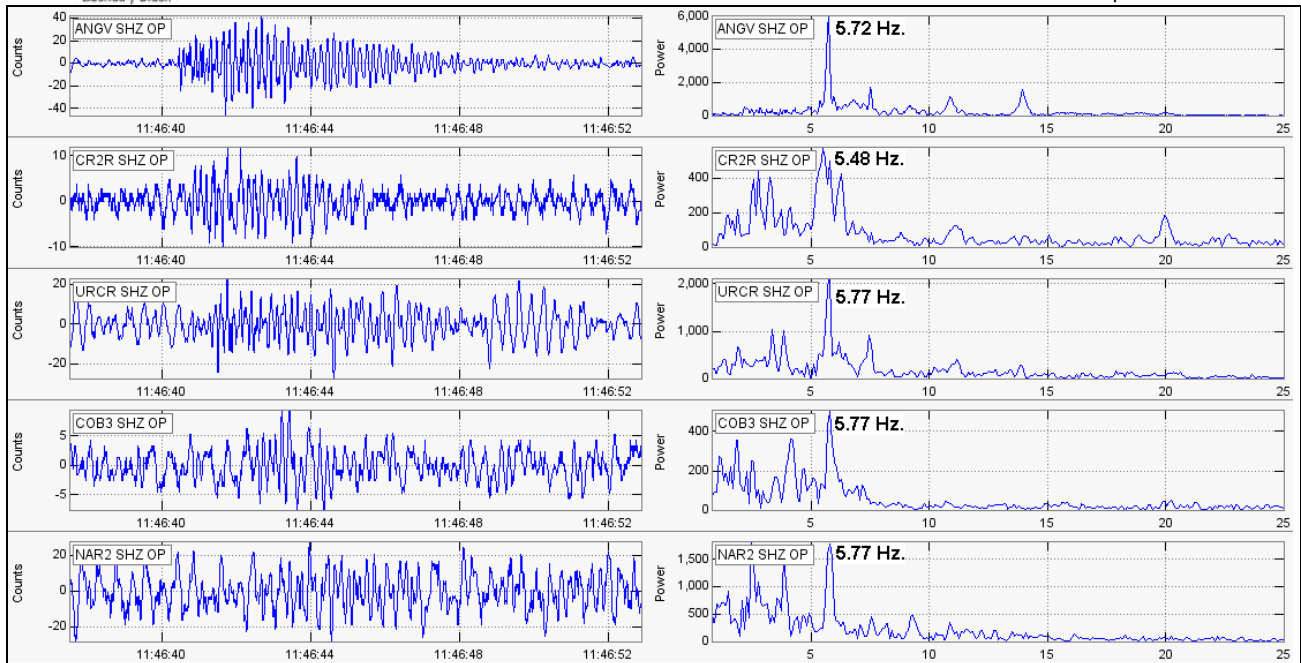


Figura 7. Sismogramas y espectros en frecuencia del evento tipo LP ocurrido el 20 de mayo a las 6:46 a.m., el cual presenta características de lenta atenuación en la parte final del evento, registrando 13 segundos de duración en ANGV.

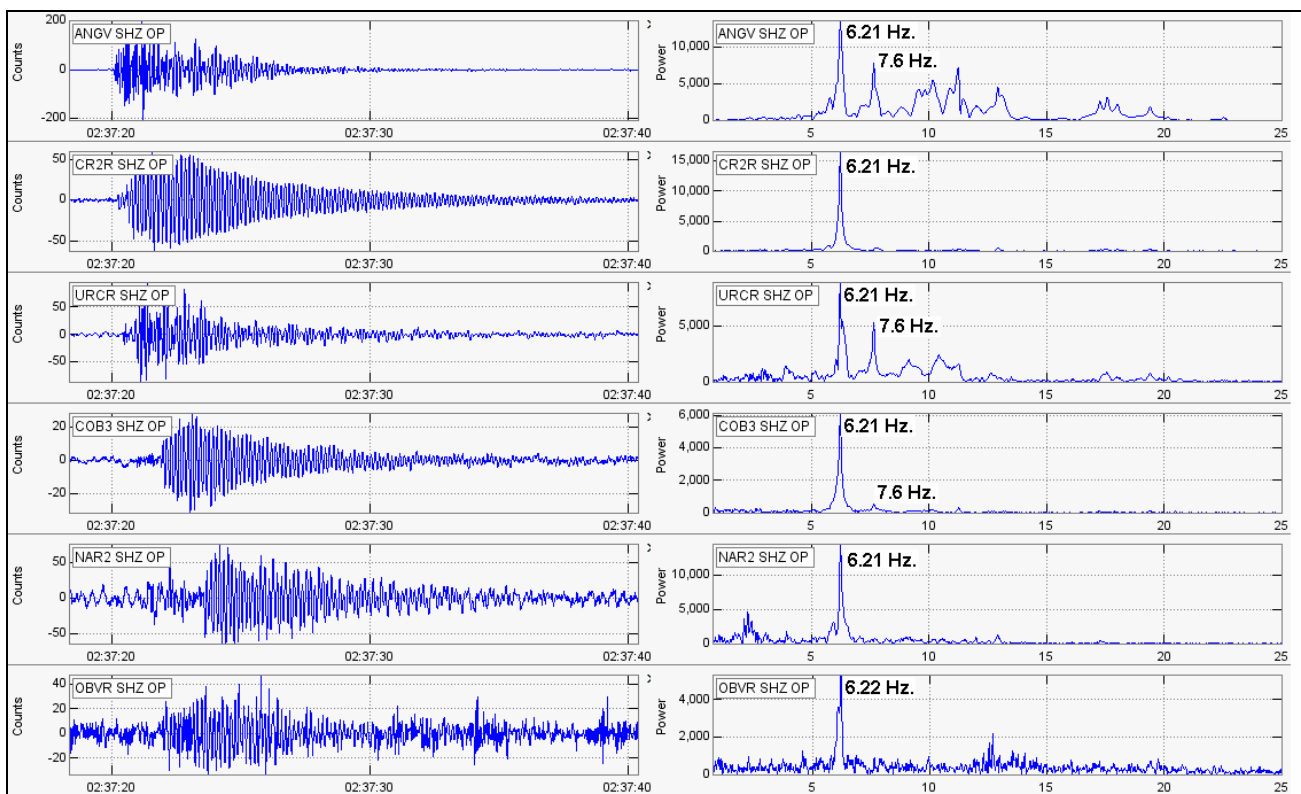


Figura 8. Sismogramas y espectros en frecuencia del evento tipo LP ocurrido el 23 de mayo a la 9:37 p.m., que presenta características de lenta atenuación en la parte final del evento, registrando 16 segundos de duración en ANGV.

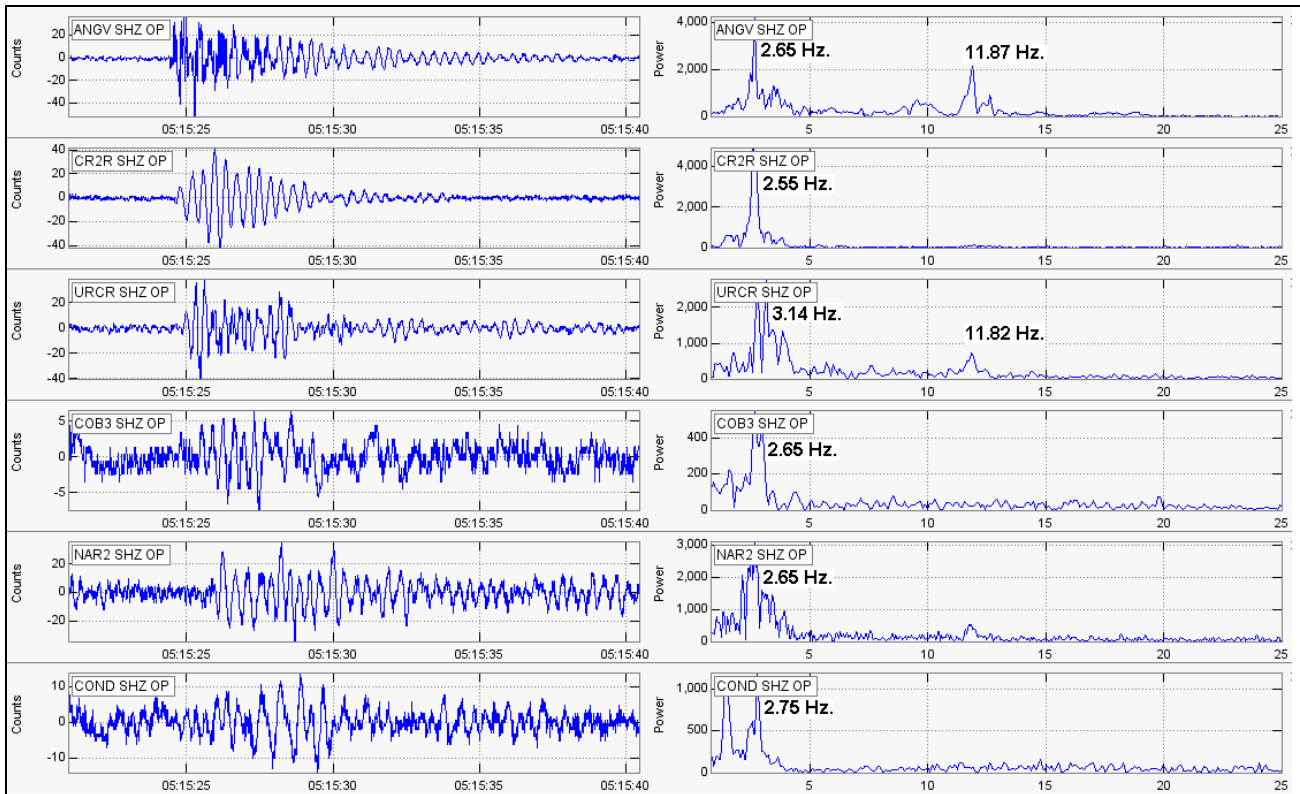


Figura 9. Sismogramas y espectros en frecuencia del evento tipo LP ocurrido el 24 de mayo a la 12:15 a.m., que presenta características de lenta atenuación en la parte final del evento, registrando 15 segundos de duración en ANGV.

Con relación a la sismicidad asociada a fracturamiento de material cortical al interior del edificio volcánico, eventos VT y sismos tipo HYB, en el periodo evaluado se localizaron 7 sismos entre clasificables y no clasificables, 3 tipo VT y 4 de tipo HYB, para los cuales fue posible obtener una solución de localización con base en el tiempo de arribo de las ondas P y S a las estaciones de monitoreo volcánico en Galeras y, aplicando el método de Geiger al utilizar el programa HYPO71. Además, los eventos tipo VT mostraron un descenso en ocurrencia del 50% en comparación con el número de eventos de la semana anterior (Tabla 1, Figura 1), de igual manera una disminución de 10 veces en el nivel energético.

Los eventos se localizaron de manera dispersa alrededor del edificio volcánico, ubicados a distancias del cráter principal, entre 0.3 km., y 16.8 km., (Tabla 4, Figura 10). Las magnitudes locales de estos sismos fluctuaron entre -0.4 y 0.6 grados en la escala de Richter.

Los sismos localizados mostraron profundidades entre 0.6 km., y 16.1 km., tomando como referencia la cima de Galeras (Tabla 4).



**INSTITUTO COLOMBIANO
DE GEOLOGIA Y MINERIA
INGEOMINAS**

República de Colombia

Tabla 4. Parámetros de las localizaciones efectuadas a los sismos asociados con fracturamiento de material cortical e híbridos, registrados entre el 18 y el 24 de mayo de 2010.

FECHA	HORA	LATITUD		LONGITUD		PROF. km	MAGNITUD		No. FASES	GAP	Dist-Min km	RMS	ERH	ERZ	CALIDAD	TIPO EVENTO
	LOCAL	grados	minutos	grados	minutos		Md	ML								
18-May-10	11:13 AM	1	17.45	77	13.47	16.19	1.17	0	11	324	15	0.02	0.5	0.6	C1	GVA
18-May-10	11:03 PM	1	13.45	77	21.95	0.69	0.17	-0.3	6	301	1.5	0.03	0.3	0.5	C1	GHD
22-May-10	4:51 AM	1	13.39	77	21.88	0.68	-0.21	-0.4	6	294	1.3	0.02	0.2	0.3	C1	GHD
24-May-10	5:46 AM	1	13.96	77	21.71	1.64	-0.1	-0.4	11	147	1.5	0.06	0.2	0.4	B1	GHD
24-May-10	9:20 AM	1	13.3	77	21.38	2.98	0.06	0.1	10	126	0.4	0.02	0.1	0.1	B1	GHD
24-May-10	6:58 PM	1	14.37	77	20.51	7.74	0.61	0.2	13	196	2.3	0.08	0.6	0.5	C1	GVA
24-May-10	7:48 PM	1	13.15	77	21.49	3.69	0.53	0.6	10	128	0.7	0.05	0.2	0.3	B1	GVA

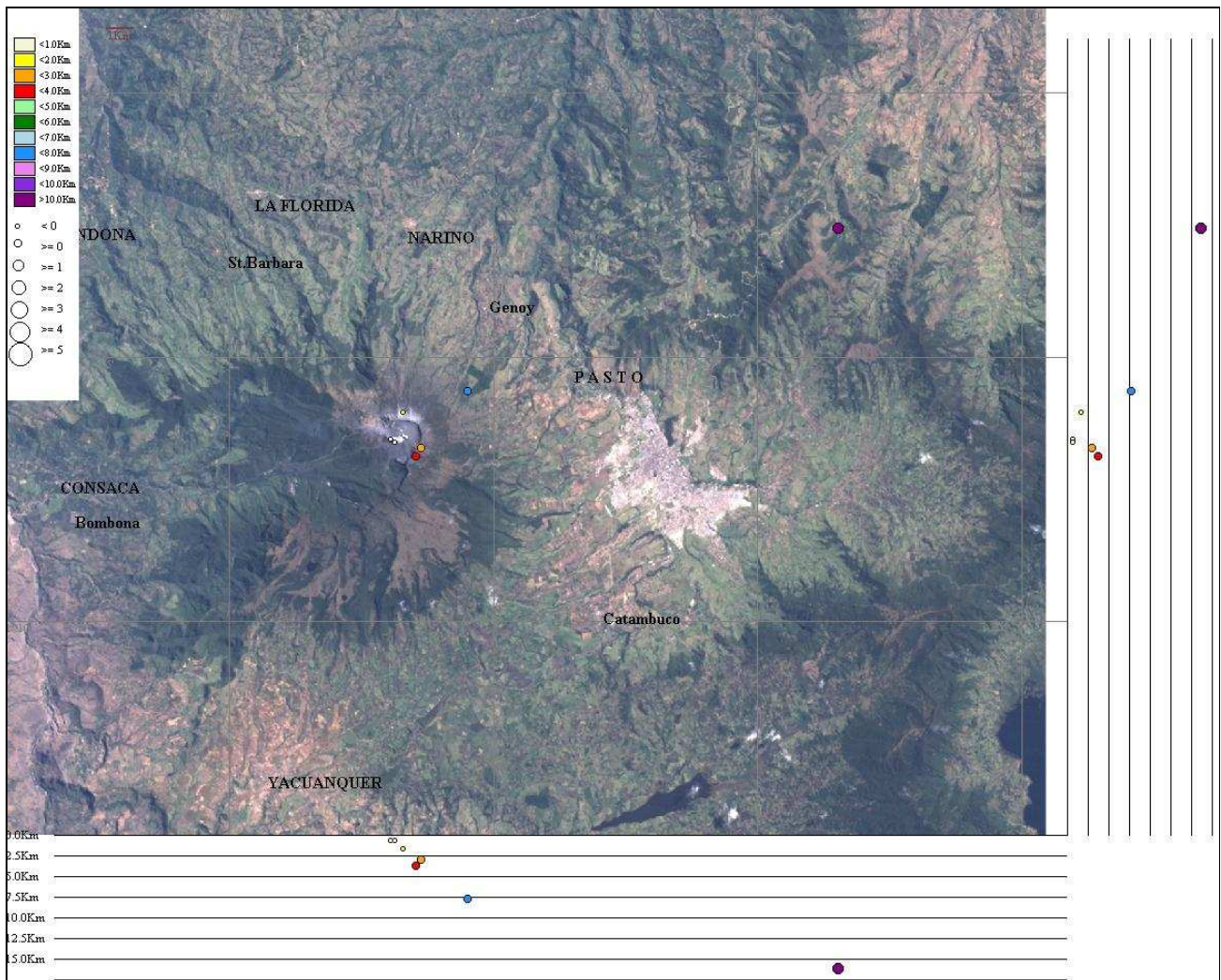


Figura 10. Localización epicentral e hipocentral de los sismos de fractura e híbridos registrados entre el 18 y el 24 de mayo de 2010, con sus respectivos cortes N-S (derecha) y E-W (abajo). En los cortes, cada línea representa 2.5 km de profundidad, el tamaño de los círculos depende de su M_L y el color de su profundidad.

En cuanto a la información suministrada por los inclinómetros electrónicos sobre los procesos de deformación del edificio volcánico se observa lo siguiente:



La componente Tangencial del inclinómetro Cráter (ubicado a 0.8 km., al este-noreste del cráter principal, 4060 msnm), muestra que continua el comportamiento estable registrado desde mediados del mes de mayo. Su componente Radial presentó un registro levemente estable, pero desde el 24 de mayo hasta el 26 de mayo, fecha de cierre de este informe, tiende a mostrar un comportamiento ascendente que alcanza los 11 μ rad (Figura 11).

El inclinómetro Peladitos (ubicado a 1.4 km., al sureste del cráter principal, 3850 msnm), para su componente Tangencial muestra que continua con su comportamiento ascendente. Tomando desde el 1 de mayo hasta el 24 de mayo de 2010 registra un ascenso de 5 μ rad y desde el 1 de enero hasta la fecha de este informe, 30 μ rad; mientras que el registro de su componente Radial muestra un comportamiento relativamente estable, con pequeñas fluctuaciones (Figura 12).

El inclinómetro Huairatola (ubicado a 1.7 km., al norte del cráter principal, 3745 msnm), presenta para su componente Tangencial, tomando desde el mes de abril de 2010, un leve descenso el cual alcanza cerca de 3 μ rad, mientras que el registro de su componente Radial muestra un comportamiento relativamente estable, con pequeñas fluctuaciones (Figura 13).

El inclinómetro Calabozo (ubicado a 6.8 km., al oeste-suroeste del cráter principal, 2350 msnm), tomando mayo, se observa que tanto la componente Tangencial, como Radial registran un comportamiento levemente estable con pequeñas fluctuaciones (Figura 14).

El inclinómetro Cobanegra (ubicado a 3.9 km al sur-sureste del cráter principal, 3610 msnm), muestra un comportamiento estable para la componente Tangencial y para la Radial, tomando desde el mes de enero de 2010, un comportamiento descendente que registra menos de 2 μ rad, lo cual se encuentra dentro del rango de variación natural del equipo (Figura 15).

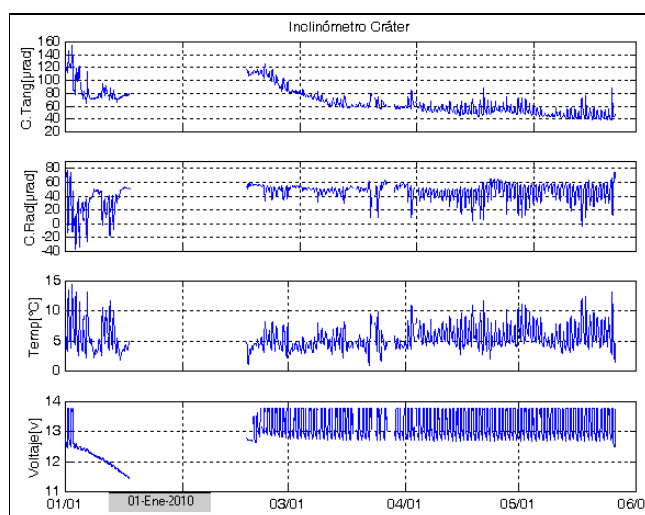


Figura 11. Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Cráter, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2010 y el 26 de mayo de 2010.

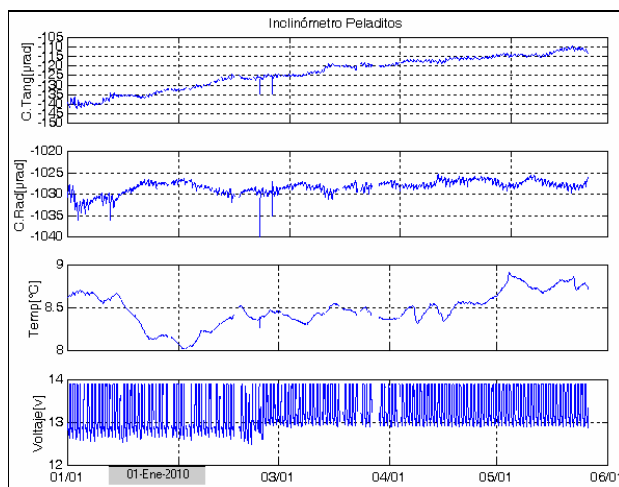


Figura 12. Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Peladitos, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2010 y el 26 de mayo de 2010.

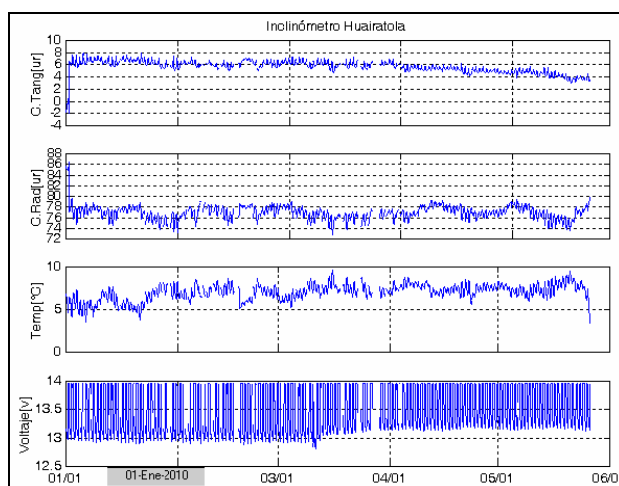


Figura 13. Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Huairatola, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2010 y el 26 de mayo de 2010.

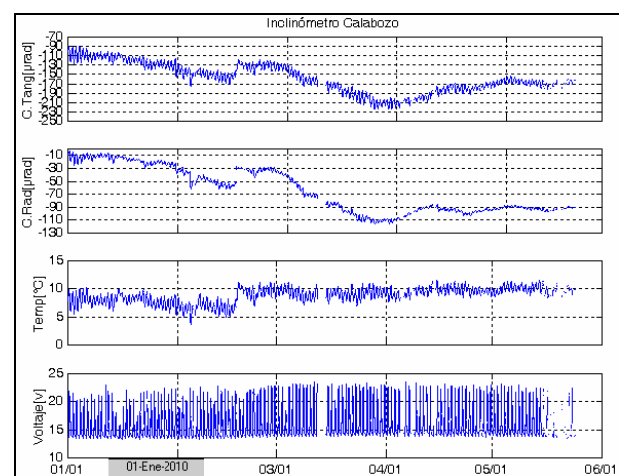


Figura 14. Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Calabozo, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2010 y el 26 de mayo de 2010.

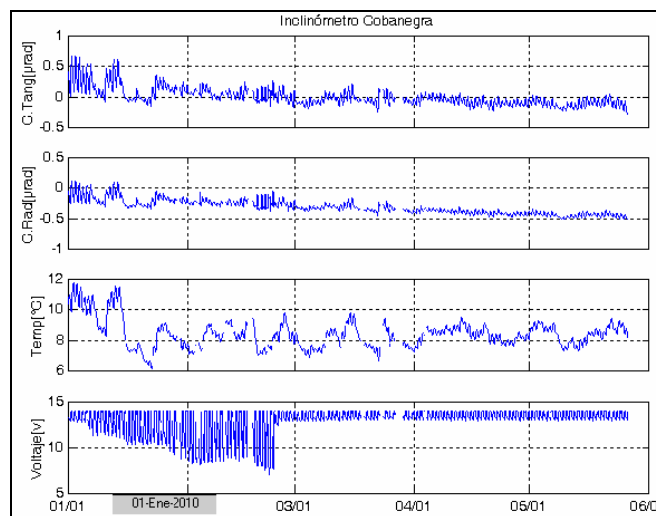


Figura 15. Componentes de inclinación radial y tangencial del inclinómetro Cobanegra, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2010 y el 26 de mayo de 2010.

En el transcurso del periodo evaluado, las estaciones que conforman la red de monitoreo de las emisiones de Dióxido de Azufre (SO_2) a la atmósfera, provenientes del volcán Galeras, instrumentos ScanDOAS (ubicadas en el sector nor-occidental del edificio volcánico) del proyecto NOVAC (<http://www.novac-project.eu/>), no registraron escaneos validos para hacer su valoración, además, en el transcurso del periodo evaluado no se realizaron mediciones con el instrumento MovilDOAS en la vía circunvalar al Galeras.

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 SO_2 emitido por Galeras para el periodo evaluado.

Respecto a la actividad superficial, se documentó a partir de observaciones directas hacia la cima desde la sede del OVSP y por videos de la cámara Web instalada en el OVSP, se destaca que a pesar de contar en general con buenas condiciones climáticas, solo fue posible evidenciar actividad superficial los días 23 y 24 de mayo de 2010, a continuación se presenta una descripción y algunas imágenes relacionadas:

- El 23 de mayo, entre las 4:20 p.m. y las 4:40 p.m., fue posible observar una emisión de gases de coloración blanca, con dirección hacia el sector Norte, alcanzando a las 4:36 p.m. una altura de 336 m sobre la cima de Galeras y a las 4:38 p.m. alcanzó 428 m de altura (Figura16).

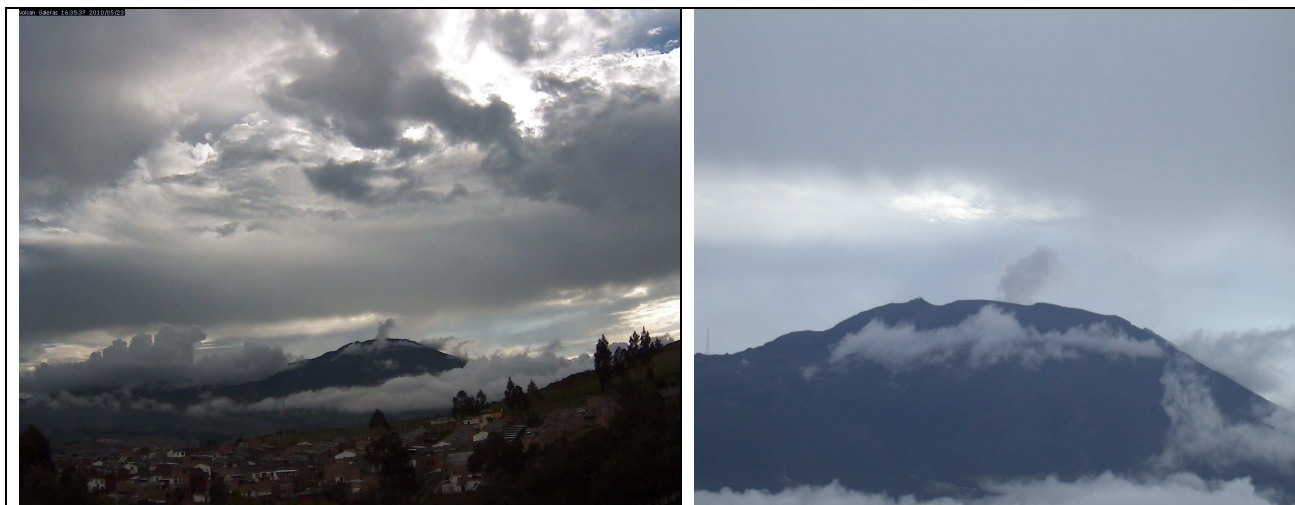


Figura 16. Imágenes de Galeras capturadas el 23 de mayo de 2010, a las 4:35 p.m. (izquierda) desde la sede del OVSP y a las 4:37 p.m. (derecha). En las fotografías se observa emisión de gas de coloración blanca.

- De igual manera, el 24 de mayo, a las 2:10 p.m., se observó una emisión de gas de coloración blanca, de poca duración, la cual se desvanece rápidamente. Luego, entre las 2:44 p.m. hasta cerca de las 3:10 p.m. se logra observar una nueva emisión, de igual coloración que la anterior, registrando una altura máxima de 150 m sobre la cima de Galeras (Figura 17).



Figura 17. Imagen de Galeras capturada el 24 de mayo de 2010, desde la sede del OVSP. En la fotografía se observa emisión de gas de coloración blanca.



CONCLUSIONES

- En niveles bajos de sismicidad, se destaca que nuevamente se vuelve a registrar la ocurrencia de actividad volcánica relacionada con movimiento de fluidos de fuente persistente, que no se registraban desde el 6 de marzo de éste año. En cuanto a los registros volcánicos asociados con la dinámica de fluidos en su interior, de fuente transitoria, algunos de ellos se caracterizan por presentar una lenta atenuación de amplitud en la parte final del evento. Adicionalmente, es importante mencionar que se registran lapsos de tiempo con ausencia de sismicidad.
- Durante la semana, instrumentalmente no se registraron emisiones de dióxido de azufre (SO_2). Algunas comisiones de Ingeominas durante su trabajo de campo reportaron olores a gases azufrados en la cima volcánica.
- Cuando las condiciones climáticas fueron favorables, fue posible observar emisión de gases, de coloración blanca, con alturas máximas de 428 m sobre la cima de Galeras y dispersión preferencial hacia el sector norte.
- Si bien la actividad actual en Galeras continúa mostrando bajos niveles de ocurrencia y energía liberada, así como también 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”.**