



Popayán, 17 de enero de 2025

Actividad volcánica del segmento central de Colombia

Del seguimiento de la actividad volcánica durante el mes de diciembre, el **Servicio Geológico Colombiano (SGC)**, entidad adscrita al **Ministerio de Minas y Energía**, presenta el informe de la actividad de las estructuras volcánicas que conforman este segmento del país:



La red de estaciones sismológicas del **volcán Nevado del Huila (VNH)** detectó un total de 1998 eventos sísmicos durante el periodo comprendido entre el 1 y el 31 de diciembre de 2024, de los cuales 471 estuvieron relacionados con fracturamiento de roca y 1527 con la dinámica de fluidos en los conductos volcánicos; de estos últimos 1420 fueron catalogados como sismos de

Largo Periodo (tipo LP), 96 como pulsos de tremor de baja magnitud (tipo TR) y 11 estuvieron asociados tanto a fracturamiento de roca como a dinámica de fluidos, por lo que fueron clasificados como eventos híbridos (tipo HB). En la figura 1A se muestra el número de sismos registrados diariamente durante el presente año, observándose una prevalencia clara de la sismicidad LP. En comparación con lo registrado en meses anteriores, se observó que para diciembre continuó presentándose un leve aumento en la sismicidad de fluidos, especialmente en los eventos tipo LP, no obstante, estas variaciones en el número de



Boletín mensual

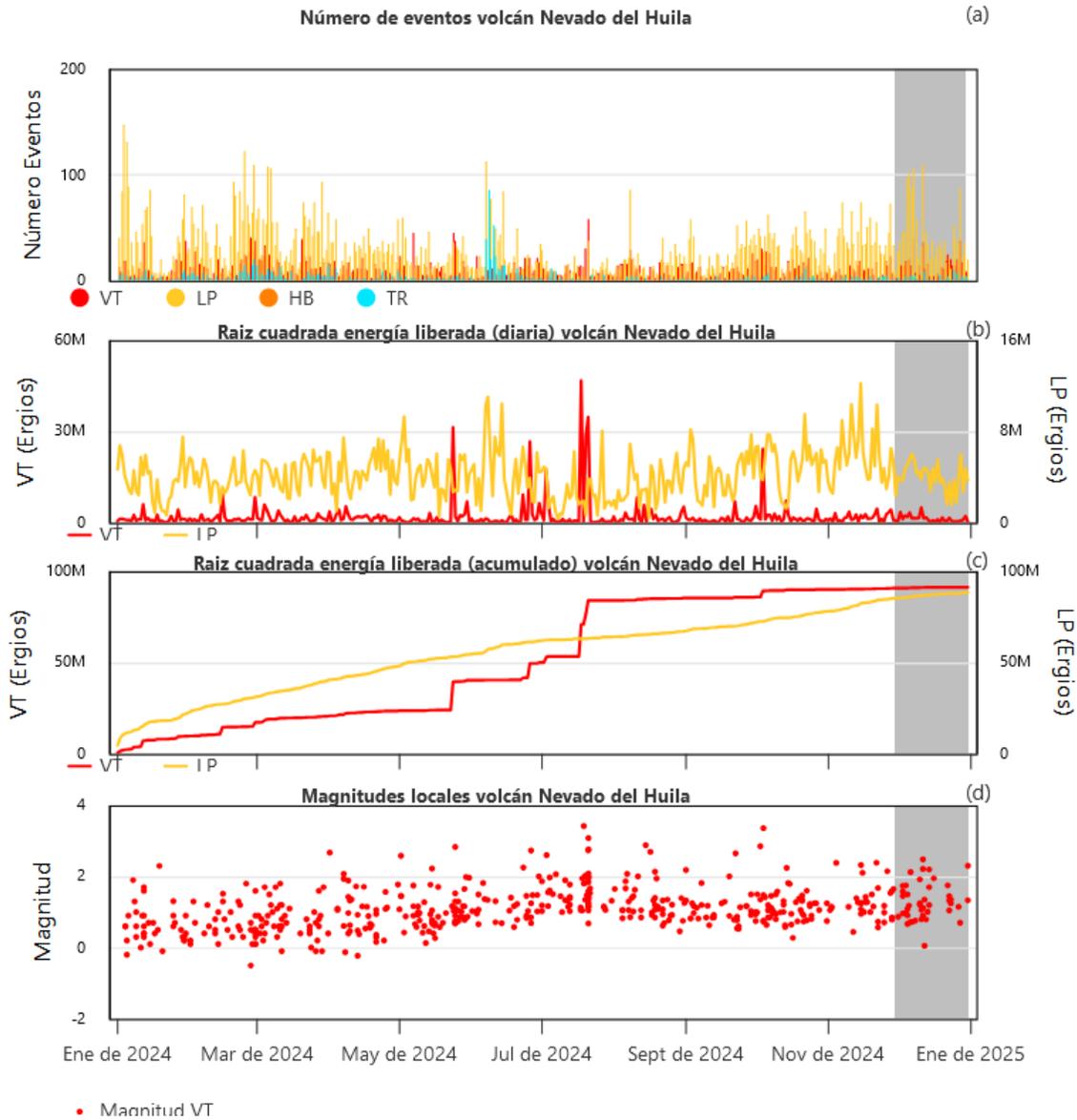
eventos se mantienen dentro de lo usualmente observado en la línea base establecida para este volcán.

La energía sísmica liberada durante el periodo evaluado por los eventos VT y LP mostró estabilidad y niveles bajos, alcanzando $3.6E+13$ ergios el 8 de diciembre para la sismicidad LP y $2.5 E+13$ el 11 de diciembre para la sismicidad VT asociado a dos eventos de magnitud 2.2 y $2.5M_L$ (figura 1B). En la figura 1C se observan las curvas de energía sísmica acumulada para el 2024, en ellas se aprecia que la pendiente de la sismicidad VT ha mostrado cambios abruptos con recuperaciones rápidas, lo que obedece a procesos esporádicos de corta duración; mientras que la pendiente de los LP es más regular, pronunciándose en el último mes, indicando procesos más constantes en el tiempo.

En el mes de diciembre se pudo localizar 42 sismos tipo VT en el VNH, de los cuales el evento de mayor magnitud alcanzó $2.5 M_L$ el día 11 de diciembre a las 15:31 hora local (figura 1D). La distribución espacial de estos eventos mostró concentraciones epicentrales dentro de las fuentes sísmicas habituales (Figura 2): al NE del Pico Central, en un rango de distancia que osciló entre 6 y 19 km, se localizaron 13 sismos, de ellos el evento de mayor magnitud alcanzó $2.5 M_L$ el día 11 de diciembre a las 15:31 hora local, las profundidades de estos estuvieron entre 6 y 12 km. En la fuente sísmica ubicada entre 11 y 19 km hacia el suroeste, también se localizaron 6 eventos, con profundidades que variaron de 6 a 10 km y valores de magnitud entre 0.1 y $2.3 M_L$. La actividad sísmica localizada bajo los picos del edificio volcánico se caracterizó por generarse a profundidades inferiores a 4 km, las magnitudes de los siete (7) eventos registrados en este sector tuvieron magnitudes entre 0.8 y $2 M_L$. En la fuente sísmica ubicada al sureste de la cima del volcán, a aproximadamente 8 km, se registraron nueve (9) sismos que pudieron ser localizados, con profundidades entre 5 y 15 km, y la máxima magnitud calculada de $1.8 M_L$. Por último, hubo seis (6) sismos que se presentaron al Este del volcán (25 km) con profundidades de 13 km y una magnitud máxima de $1.8 M_L$.



Boletín mensual



III

Figura 1. A - Número de sismos registrados diariamente. B - Raíz cuadrada de la energía sísmica diaria. C - Raíz cuadrada de la energía sísmica acumulada. D - Magnitud local de los eventos VT localizados. Datos generados entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2024 en el volcán Nevado del Huila. Se resalta en un recuadro gris el mes evaluado.



Boletín mensual

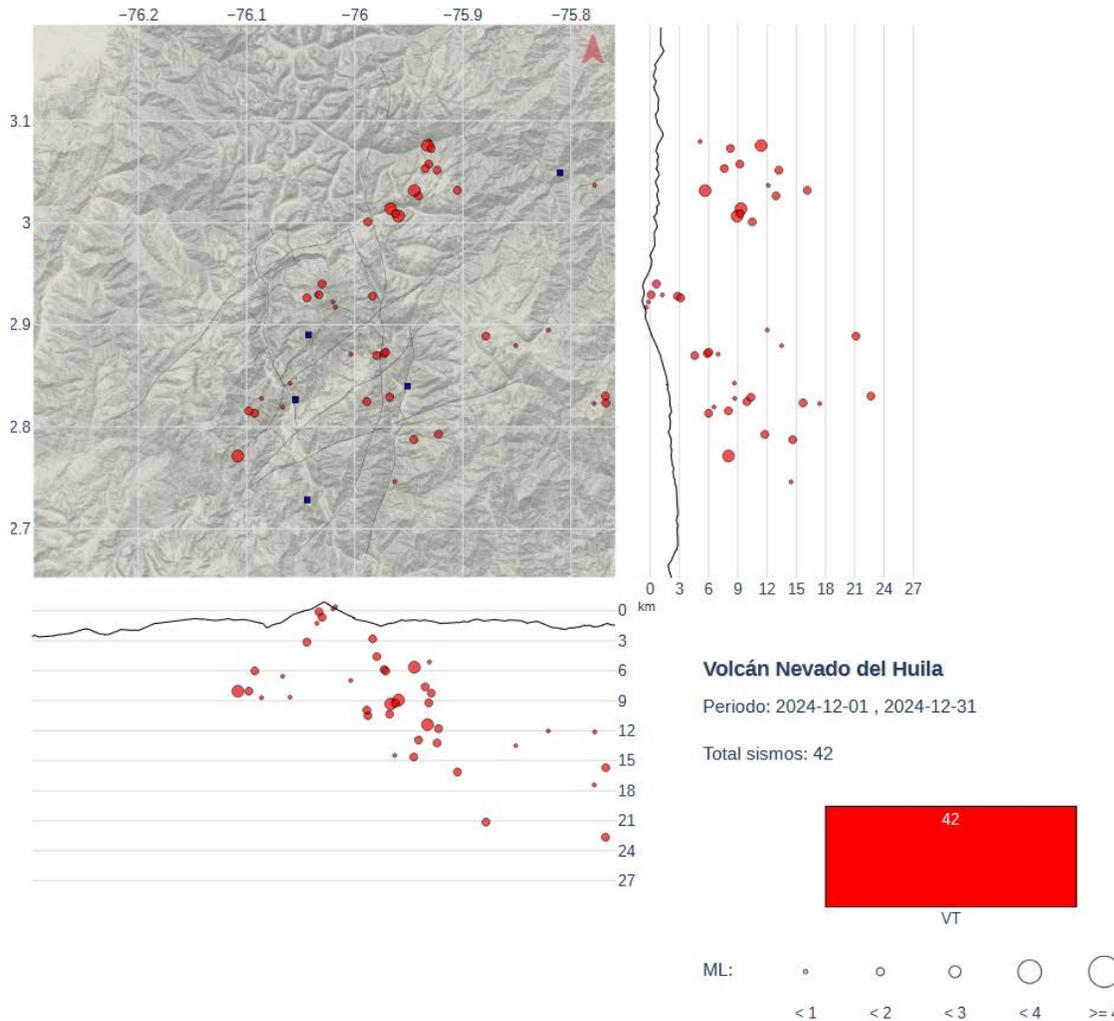


Figura 2. Mapa de localización de eventos volcano-tectónicos ocurridos durante el mes de diciembre de 2024 en el volcán Nevado del Huila. Los círculos indican las localizaciones epicentrales e hipocentrales, cuyos tamaños varían según la magnitud calculada (M_L). Los cuadros azules representan las estaciones sísmicas.

En el mes de diciembre la red de monitoreo de deformación del suelo del VNH no registró cambios. Tanto el inclinómetro electrónico y la estación GNSS Caloto permanecieron dentro de la tendencia usualmente observada durante el último año, lo cual se puede



observar en la Figura 3, en la que se grafican las series temporales de los datos detectados por dichas estaciones entre el 1 y el 31 de diciembre de 2024.

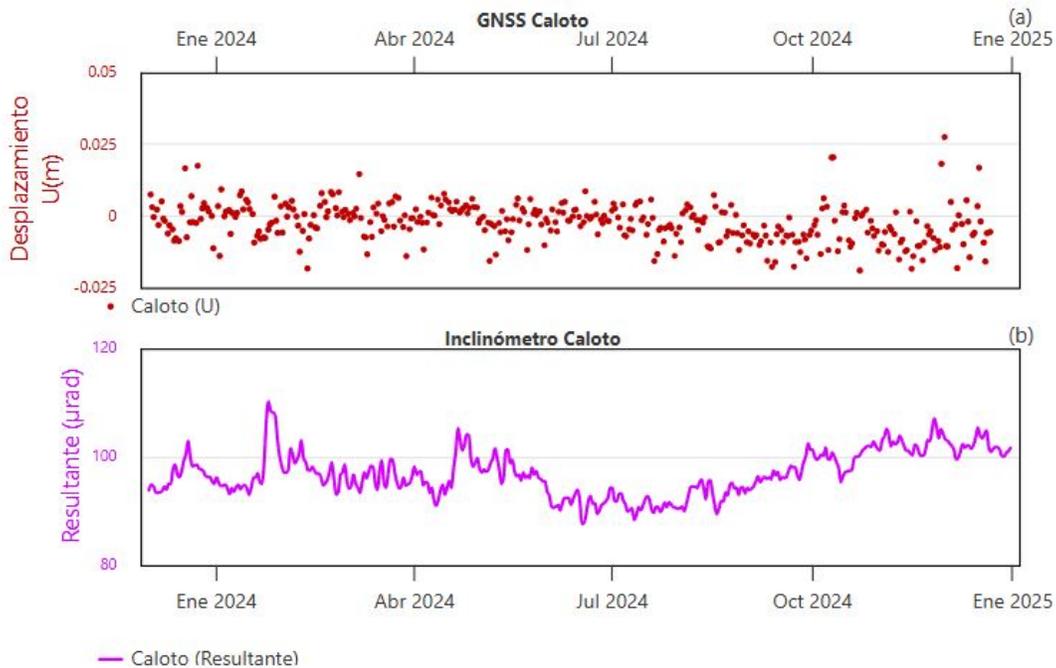


Figura 3. a) Serie temporal de la componente vertical de la estación GNSS permanente Caloto. b) serie temporal de la resultante del inclinómetro Caloto entre el 1 de diciembre de 2023 y el 31 de diciembre de 2024.

De igual forma, no fueron detectados cambios relacionados con la actividad superficial del VNH. Del análisis de las imágenes obtenidas por las cámaras web Caloto, Maravillas, La Palma y Tafxnú, no se observaron cambios morfológicos relacionados con la actividad volcánica ni se observaron aumentos destacados en los procesos de desgasificación (Figura 4). La actividad fumarólica emitida a través del sistema de grietas que atraviesan el Pico Central se caracterizó por mantener una coloración blanca, lo cual se relaciona con un predominio composicional de vapor de agua.



Boletín mensual



Figura 4. Fotografías de la parte alta del pico Central, se observa constante desgasificación del VNH. Imágenes obtenidas por las cámaras web Caloto (izquierda) y Maravillas (derecha) el día 7 de diciembre de 2024.

Por lo anterior, el nivel de actividad del **volcán nevado del Huila** continúa en estado de **ALERTA AMARILLA** ■ (o III): volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.

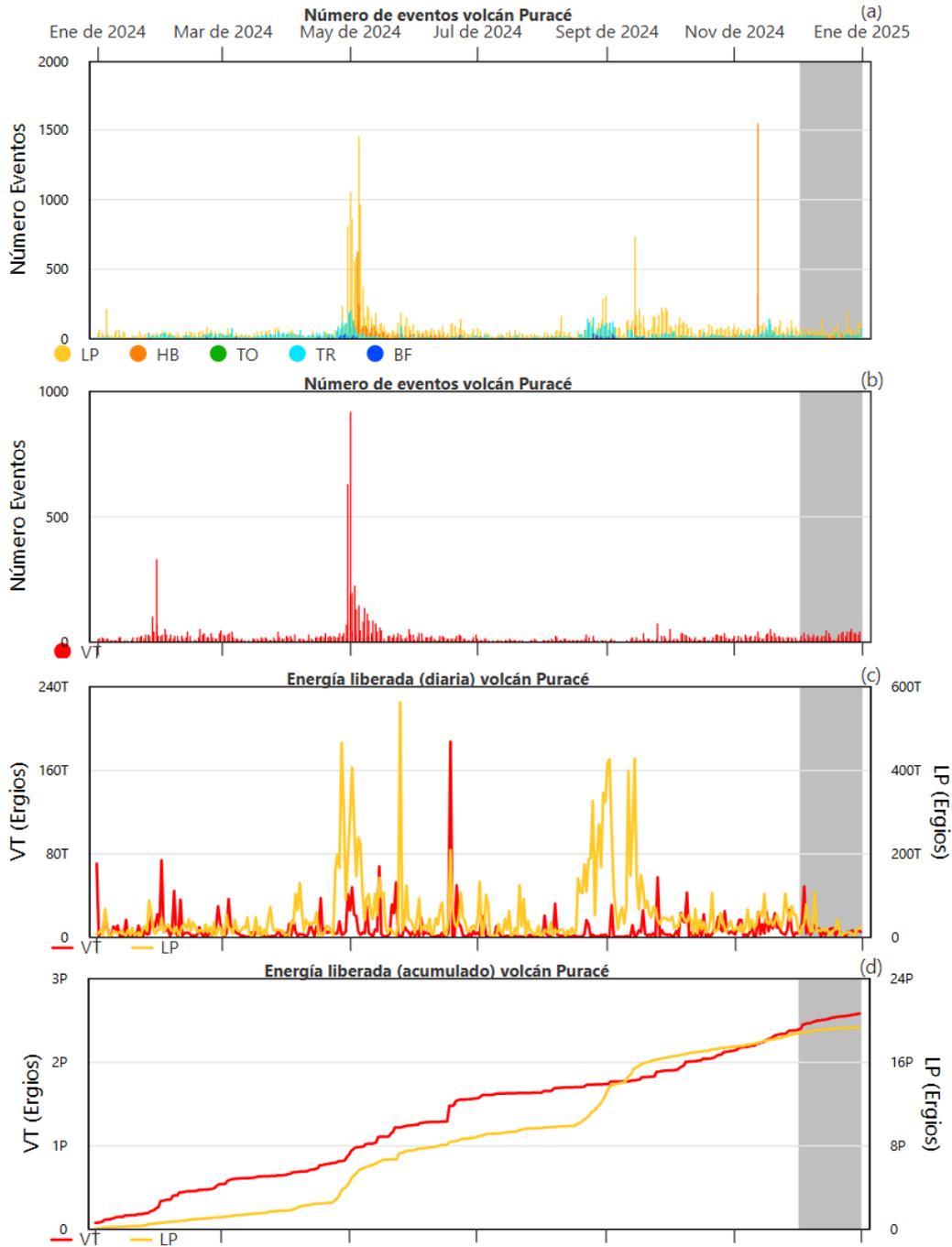


Entre el 1 y el 31 de diciembre de 2024 la actividad sísmica del volcán Puracé - cadena volcánica Los Coconucos (VP - CVLC) continuó presentando mayormente eventos propios de la dinámica de fluidos al interior de los conductos volcánicos; sin embargo, la sismicidad de fractura (tipo VT) mantuvo la tendencia al aumento que se viene observando desde agosto. En total, durante el mes se registraron 3740 sismos, de los

cuales 777 estuvieron relacionados con procesos de tipo VT y 2963 con el movimiento de fluidos, de estos últimos, 1947 fueron catalogados como Largo Periodo (tipo LP), 604 como pulsos de tremor (tipo TR), 15 tuvieron contenido frecuencial por debajo de 1Hz por lo que fueron catalogados como Baja Frecuencia (tipo BF), 393 mostraron características tanto de fractura como de fluidos, por lo que fueron clasificados como eventos Híbridos (tipo HB) y los cuatro (4) evento restantes correspondieron a sismos tipo Tornillo (TO). En las Figuras 5a y 5b se observa el número de sismos de fluidos y de fractura registrados diariamente durante el periodo con una tendencia estable; así mismo, las curvas de energía evaluada de forma acumulada para eventos VT y LP mostraron estabilidad, evidenciando que los eventos ocurridos continúan siendo principalmente de bajo aporte energético (Figuras 5c y 5d). Si bien se presentaron algunos leves aumentos en los valores de magnitud para los eventos tipo VT y HB, la tendencia general permaneció dentro del rango observado para el último año (Figuras 5e y 5f). En la Figura 5g se muestran los valores de desplazamiento reducido que se han obtenido a lo largo del año para la CVLC medidos en la estación Agua Blanca; en diciembre, los máximos fueron de 6.76 cm^2 para un evento LP y otro TR y de 6.9 cm^2 para uno tipo HB.



Boletín mensual





Boletín mensual

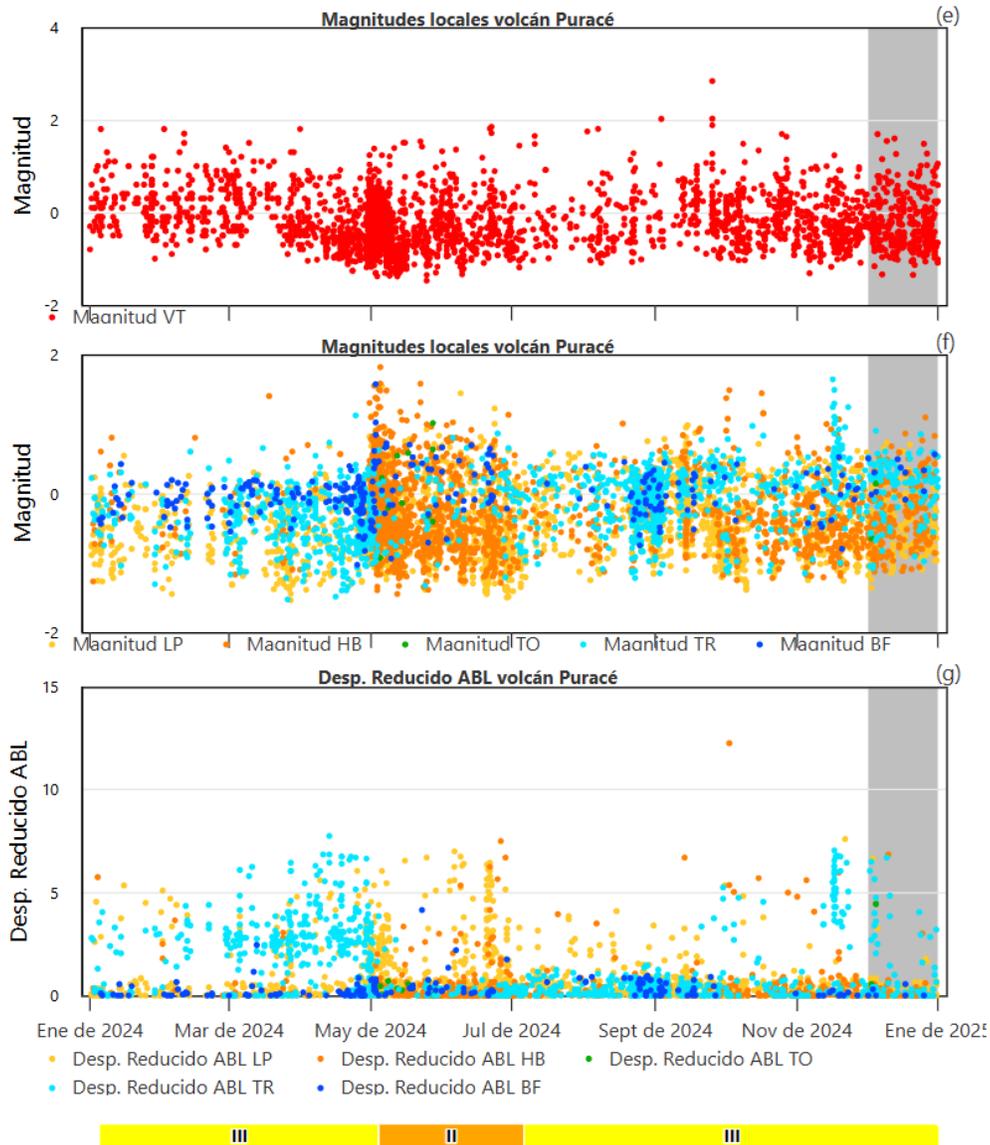


Figura 5 a. Número de sismos de fluidos registrados diariamente. b. Número de sismos VT registrados diariamente. c. Energía sísmica diaria de eventos VT y LP. d. Energía sísmica diaria de eventos VT y LP. e. Magnitud local de los eventos VT localizados. f. Magnitud local de los eventos de fluidos. g. Desplazamiento reducido de la sismicidad de fluidos. Periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2024.



En el transcurso de diciembre se presentaron varios momentos en los que se registraron incrementos o cambios de la actividad, como el ocurrido el día 13 caracterizado por sismos con características repetitivas en forma de onda y contenido espectral. En la Figura 6 se muestra un segmento de doce minutos del registro de estas señales de baja amplitud en la estación Agua Blanca (ABLZ), en donde fueron detectadas con mayor claridad.

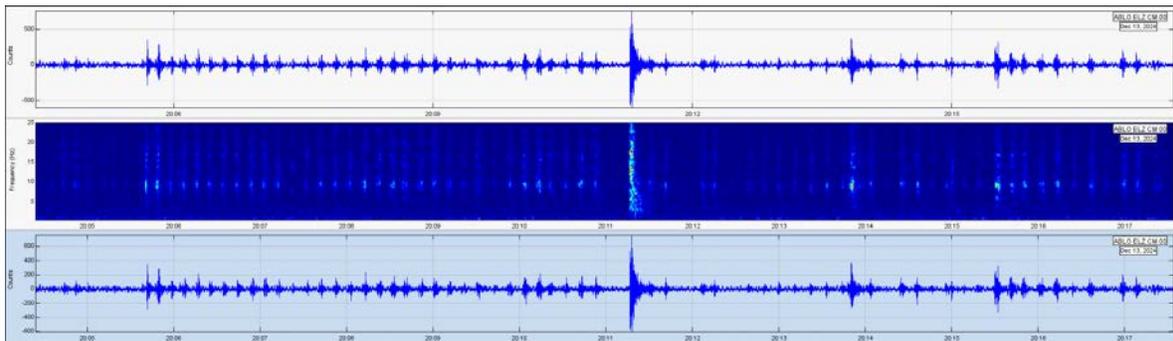


Figura 6. Sismograma de la estación Agua Blanca en el que se detallan las señales con características repetitivas en amplitud y frecuencia que se registraron durante el incremento en la actividad sísmica ocurrido el 13 de diciembre de 2024 (ABLZ).

El registro sísmico observado en el volcán Puracé – CVLC durante el mes de diciembre continuó reflejando una alta dinámica del sistema volcánico, especialmente a niveles superficiales –profundidades inferiores a 1 km debajo de los cráteres de los volcanes Puracé, Picollo y Curiquina – donde se concentró la mayoría de la sismicidad de fluidos, con profundidades que oscilaron entre la superficie y 7 km, mostrando una variación en profundidad que aumentó en sentido NW – SE. La Figura 7 muestra la distribución epicentral de las localizaciones obtenidas para la sismicidad de fluidos entre el 1 y el 31 de diciembre de 2024.

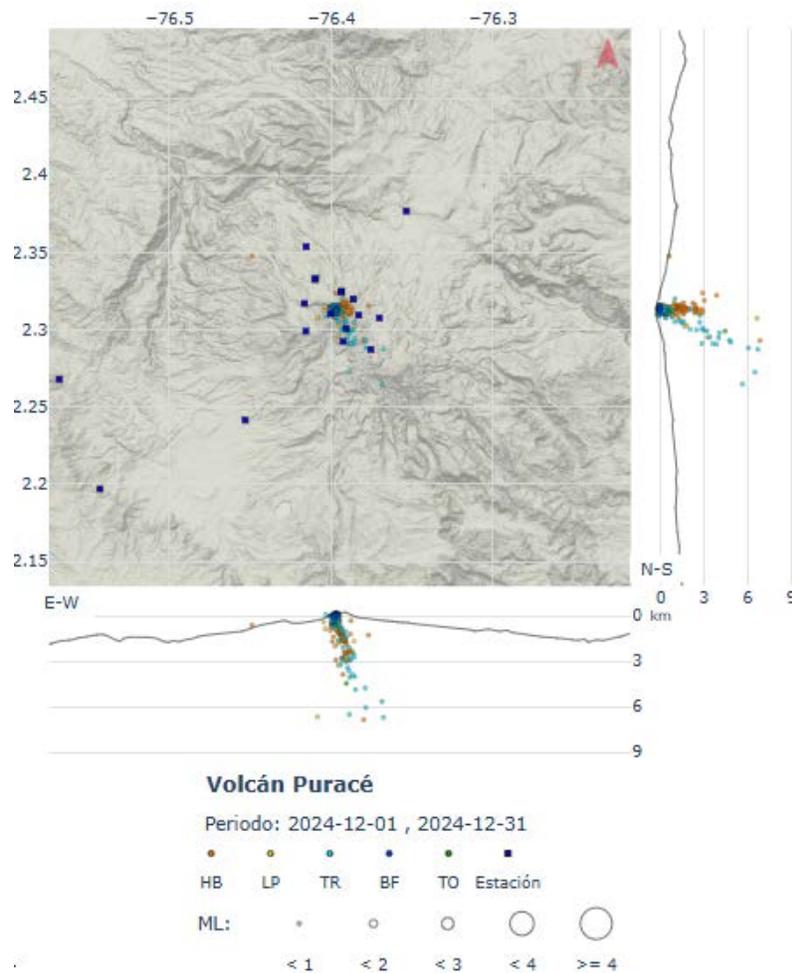


Figura 7. Mapa de localización de la sismicidad relacionada con la dinámica de fluidos al interior de los conductos volcánicos durante el mes de diciembre de 2024 en el volcán Puracé – cadena volcánica Los Coconucos.

Esta concentración de actividad sísmica de fluidos a niveles superficiales bajo el cráter del Puracé, se ha asociado con el aumento en la dinámica superficial que se ha venido observando de manera paulatina durante el último año - los procesos de desgasificación que tienen lugar tanto en el campo fumarólico lateral, así como al interior del cráter del volcán Puracé -, lo cual se corrobora a través de las imágenes obtenidas por las cámaras web instaladas en la zona de influencia de la cadena volcánica durante el mes de diciembre;



en las que se aprecian altas emisiones de gases, con columnas de color blanco que alcanzaron alturas mayores hasta a los 500 m. Esta respuesta del sistema hidrotermal evidencia una interacción eficiente entre los procesos que ocurren bajo el edificio volcánico, los cuales involucran la presencia de fluidos a mayor temperatura, con las variaciones externas asociadas principalmente con procesos de recarga de las aguas superficiales debido a los aumentos en las caídas de lluvia en la parte alta de la cadena volcánica. En la Figura 8 se pueden apreciar algunas de las imágenes que permiten apreciar la altura y distribución de algunas de las columnas fumarólicas observadas durante el mes de diciembre.



Figura 8. Fotografías de la fumarola lateral del VP obtenidas durante diciembre de 2024 con las cámaras web Mina (Izquierda) y Lavas Rojas (derecha).

En cuanto a la evaluación de los datos detectados por las estaciones GNSS - Sistema Global de Navegación por Satélite- y del procesamiento de la información satelital mediante la técnica de Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética DInSAR - SBAS, se observó una tendencia a la estabilización del proceso de deformación lenta previamente observado en el volcán Puracé y la Cadena Volcánica de los Coconucos. Las Figuras 9a y 9b muestran los desplazamientos registrados en las componentes Norte y Este de la estación GNSS Agua Blanca, evidenciando una tendencia a la estabilización



durante los últimos dos meses. Por su parte, la red de inclinómetros ha mantenido una tendencia estable, con variaciones relacionadas únicamente a cambios en la temperatura. La Figura 9c presenta la serie temporal del inclinómetro electrónico Lavas Rojas, que refleja esta estabilidad observada en la red de inclinómetros.

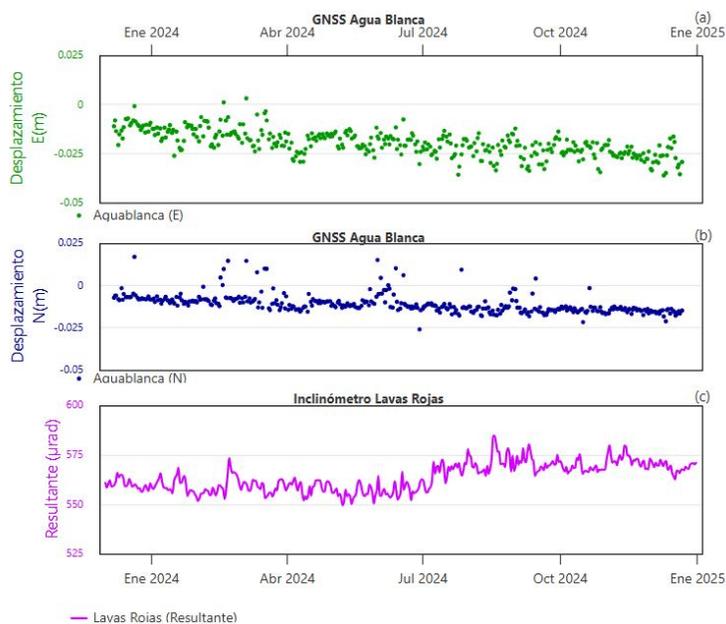


Figura 9. a y b) Serie temporal de la componente Este y Norte de la estación GNSS permanente Agua Blanca. c) serie temporal de la Resultante del inclinómetro Lavas Rojas entre el 1 de diciembre de 2023 y el 31 de diciembre de 2024.

De otro lado, el monitoreo geoquímico para el mes de diciembre se centró en las mediciones telemétricas de gases en suelos (Radón ^{222}Rn y Dióxido de Carbono CO_2), gases de la pluma o fumarola (Dióxido de Azufre SO_2) y las temperaturas en el campo fumarólico lateral; los datos registrados muestran que se mantienen las fluctuaciones en las descargas de gases, especialmente en los valores de flujo de SO_2 a la atmósfera, así como la tendencia al aumento en los valores de temperatura del campo fumarólico, la cual se viene observando de manera discreta desde aproximadamente el mes de agosto de 2024. La Figura 10 muestra la gráfica multiparamétrica en la que se pueden observar los diferentes parámetros geoquímicos evaluados para el mes de diciembre.



Boletín mensual

En el contexto de las variaciones ya mencionadas en la actividad volcánica, las localizaciones obtenidas para los sismos de fractura mostraron unas características estables en cuanto a magnitud y profundidad de las fuentes sísmicas en las que se generaron estos eventos. En general, la mayor parte de la sismicidad VT se mantuvo concentrada debajo de los cráteres de los volcanes Puracé y Picollo, conservando el rango de profundidad usualmente observado -principalmente entre 1 y 4 km-. (Figura 11). Todos estos eventos fueron de baja magnitud con valores máximos obtenidos de 1.6 M_L (Figura 5e).



Boletín mensual

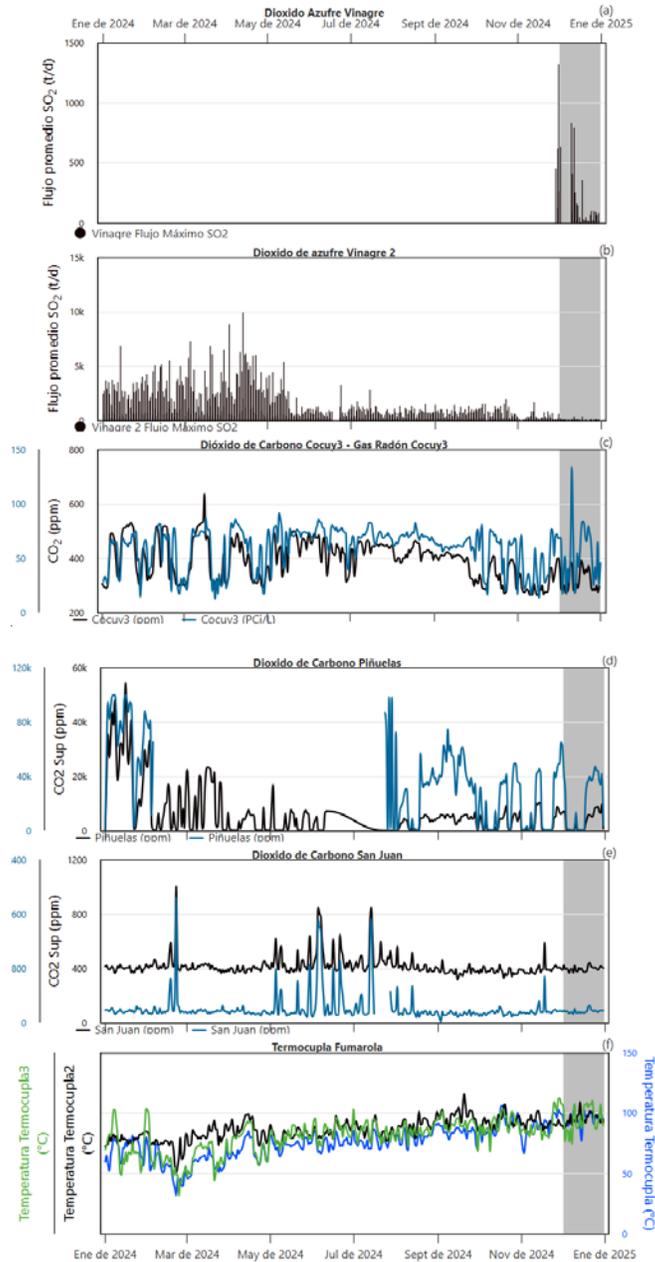


Figura 10. Variaciones en flujos, concentraciones y temperaturas en estaciones telemétricas VP-CVLC en tiempo real, periodo de evaluación (sombreado). Diciembre 2024.



Boletín mensual

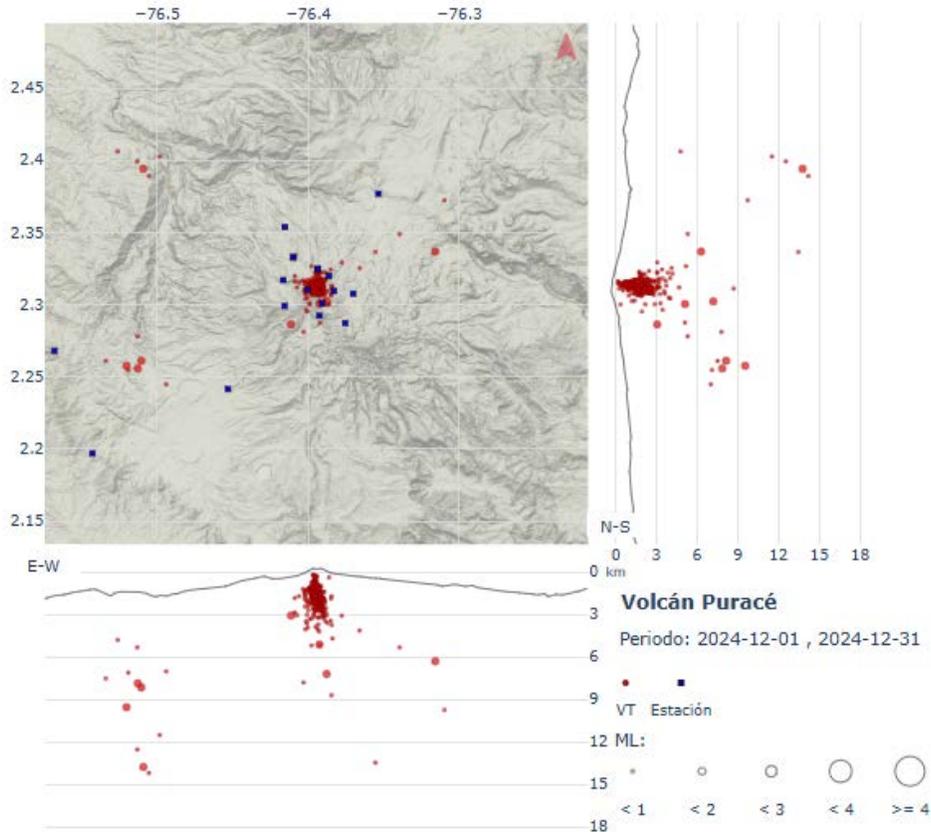


Figura 11. Distribución de la actividad sísmica de fractura en un radio de 4 km alrededor del cráter de volcán Puracé durante el mes de diciembre de 2024. Los círculos indican las localizaciones epicentrales e hipocentrales, cuyos tamaños varían según la magnitud calculada (M_L). Los cuadros azules representan las estaciones sísmicas.

De los demás parámetros de monitoreo aplicados en esta región volcánica, como lo es el seguimiento del comportamiento de los campos electromagnéticos en el volcán Puracé, no fueron detectadas variaciones que se relacionen con los cambios observados en la actividad volcánica, de manera que del procesamiento primario de la información registrada por los magnetómetros Agua Blanca y Laguna, así como por los sensores de potencial espontáneo (PPE) Cóndor y Cocuy, se evidenció una tendencia estable para el periodo evaluado. En la 12 se muestra la gráfica multiparamétrica en la que se resalta en amarillo



Boletín mensual

el periodo evaluado; se incluyen además los datos de precipitación obtenidos por el anemómetro de Mina y el modelo WRF, así como la serie temporal de los los datos de temperatura medidos por la termocupla 3 instalada en el campo fumarólico lateral.

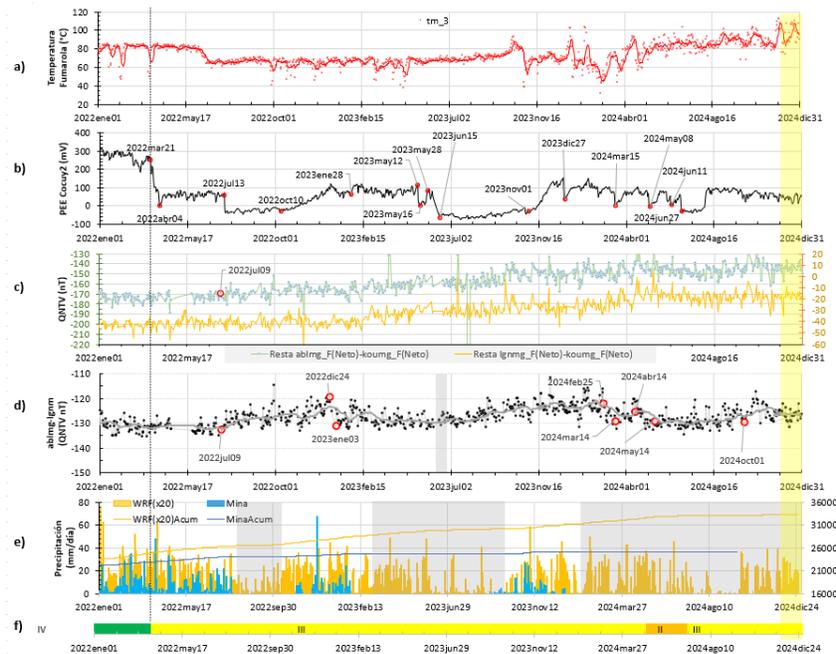


Figura 9. (a): Termocupla 3 instalada en el campo fumarólico lateral (b): Potencial eléctrico espontáneo en la componente tangencial de la estación Cocuy2. (c): Diferencia de los valores QNTV entre los magnetómetros de Laguna y Kourou (naranja) y Agua Blanca y Kourou (verde). (d): Diferencia de los valores QNTV entre los magnetómetros del volcán Puracé: Agua Blanca y Laguna desde enero de 2020 hasta el 31 de diciembre de 2024. Los puntos rojos resaltados corresponden a fechas en las que se detecta un cambio relevante en la tendencia de los datos. (e) Precipitaciones diarias medidas desde pluviómetro de Mina y según el modelo WRF, para el mismo periodo de tiempo, las franjas grises indican periodos sin disponibilidad de datos de Mina y finalmente (f) niveles de actividad en el tiempo.

En cuanto a datos registrados por la estación de infrasonido Estanquillo, y luego de aplicar la metodología de correlación cruzada entre el par de sensores de infrasonido en esta estación, se pudieron identificar varios registros asociables a la actividad cercana al cráter del volcán Puracé, probablemente proveniente de las descargas fumarólicas al interior del cráter del Puracé o del campo fumarólico lateral. Sin embargo, luego de cotejar con las demás metodologías, hasta el momento estos no se relacionan con cambios importantes



Boletín mensual

en la actividad del volcán, e incluso, se ha apreciado la dependencia que hay entre la ocurrencia de estas detecciones y el relativo bajo nivel de ruido en la estación, lo que lleva a considerar que estas no se deban a cambios importantes en la salida de gases, tales como aumentos importantes en la presión, o variaciones en las características físicas de los gases o de las grietas o puntos emisión, sino simplemente a la descarga constante de gases que se observó a lo largo del periodo evaluado.

Por lo anterior, el nivel de actividad del **volcán Puracé -CVLC** continúa en estado de **ALERTA AMARILLA** ■ (o III): volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.



Entre el 1 y el 31 de diciembre de 2024 se registraron 135 sismos en la zona de influencia del **volcán Sotará**, 113 de ellos estuvieron relacionados con procesos de fracturamiento de roca (tipo VT), siendo esta la mayor cantidad mensual alcanzada durante el año, por su parte, 22 tuvieron origen en la dinámica de fluidos en los conductos volcánicos. De estos últimos, tres (3) fueron catalogados

como largo periodo (tipo LP) y 19 como pulsos de tremor espasmódico de bajo aporte energético (tipo TR), estas cantidades sí se encuentran dentro de las que fueron usualmente observadas en este volcán durante el año.

En la figura 1a se muestra el número de eventos sísmicos registrados diariamente en el 2024, se destaca que para el periodo evaluado hubo un aumento súbito en la sismicidad VT dado el día 21 de diciembre, alcanzándose un total de 65 eventos. A pesar de este incremento, el comportamiento que tuvo la energía liberada diaria no mostró picos



Boletín mensual

destacables (figura 1b), indicando que los eventos fueron pequeños y de corta duración. En cuanto a la evaluación de la energía de forma acumulada durante el presente año, se reflejaron algunas variaciones puntuales con un rápido regreso a la línea base, es decir, que no estuvo comprometida la estabilidad del sistema volcánico (figura 1c). Las magnitudes calculadas para los sismos de fractura en el periodo evaluado estuvieron dentro de los rangos normales que prevalecieron en este volcán durante todo el año (figura 1d).

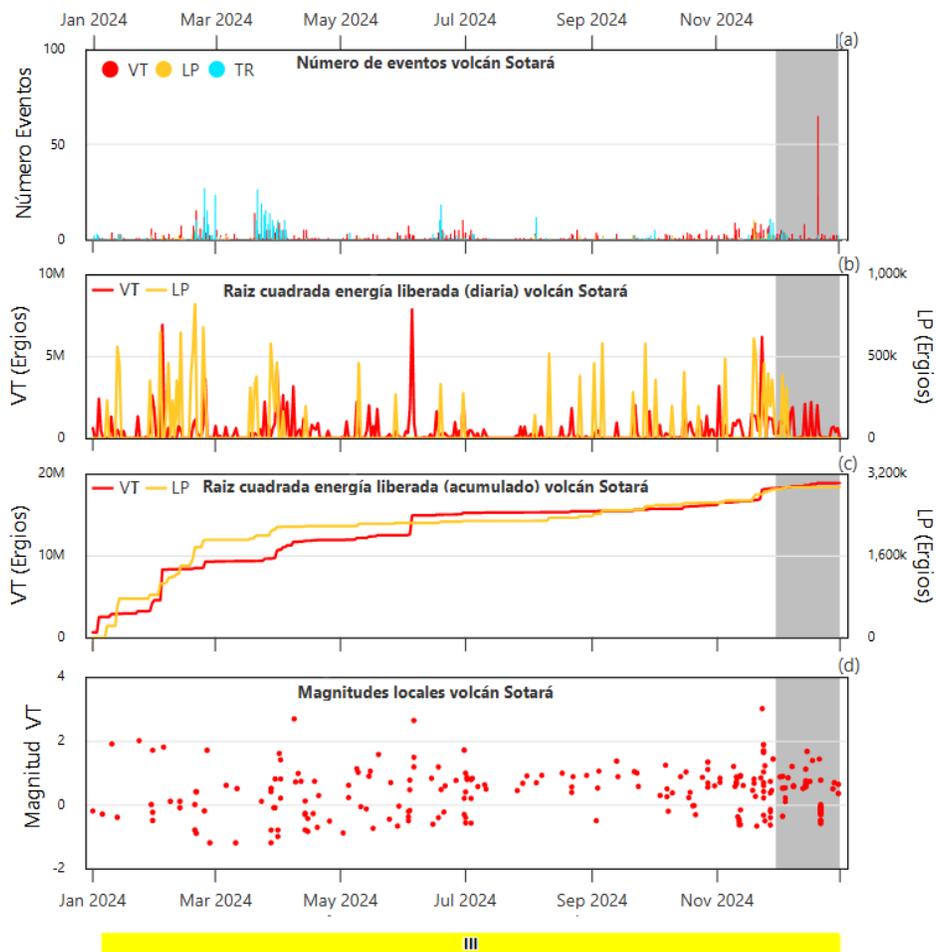


Figura 10. Series de tiempo para los parámetros sismológicos analizados en el volcán Sotará durante el 2024. (a) Número de sismos registrados diariamente. (b) Energía sísmica liberada diariamente. (c) Energía sísmica acumulada. (d)



Magnitud local de los eventos VT localizados. Datos generados durante el 2024 en el volcán Sotará. Se resalta en recuadro gris el mes de diciembre. La barra horizontal representa la temporalidad del nivel de alerta emitido.

Fueron 54 los eventos VT localizados en la zona de influencia del volcán Sotará, 53% se generaron bajo el edificio volcánico, a profundidades menores a los 3 km y magnitudes que no superaron el valor de 1.0 M_L . 46% se dio de forma dispersa hacia el norte y noreste, con distancias epicentrales entre 6 y 9 km y profundidades que van de 4 a 13 km, aquí las magnitudes fueron inferiores a 2.0 M_L . El 1% restante se generó hacia el occidente y suroccidente a distancias de 4 y 10 km, respectivamente, las profundidades fueron de 10 y 5 km y sus magnitudes de 0.2 y 1.4 M_L .

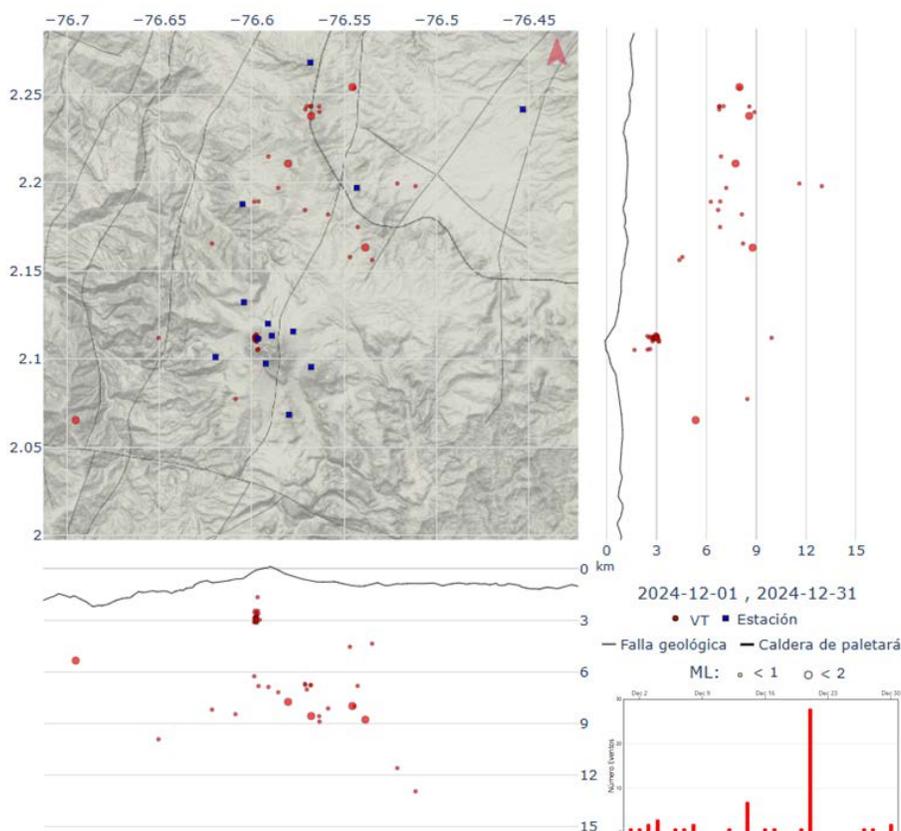


Figura 11. Mapa de localización de eventos volcano-tectónicos ocurridos durante diciembre de 2024 en el volcán Sotará. Los círculos indican las localizaciones epicentrales e hipocentrales, cuyos



Boletín mensual

tamaños varían según la magnitud local calculada (M_L). Los cuadros azules representan las estaciones sísmicas.

La red de deformación de la superficie volcánica presentó un comportamiento estable. En las cámaras web Cerro Crespo y Majúas-Sotará no se detectaron variaciones.

Por lo anterior, el nivel de actividad del **volcán Sotará** continúa en **ALERTA AMARILLA** ■ (**o III**): volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.



Durante el mes de diciembre se registraron muy pocos eventos sísmicos en el **volcán Sucubún**, todos de bajas magnitudes. Mediante la cámara web Majúas-Sucubún no se apreciaron cambios superficiales.

El nivel de actividad volcánica del **volcán Sucubún** se mantiene en **ALERTA VERDE** ● (**o IV**): volcán activo en reposo.

El **SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO** permanece atento a la evolución del fenómeno volcánico y continuará informando de manera oportuna los cambios que se puedan presentar; así mismo seguirá participando activamente de procesos de socialización y acompañamiento técnico a las autoridades y comunidades.



Boletín mensual

Para más información se sugiere visitar la página web en el siguiente enlace:

<https://www.sgc.gov.co/volcanes/index.html>

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO
DIRECCIÓN DE GEOAMENAZAS