



Popayán, 1 de noviembre de 2024

## Actividad volcánica del segmento central de Colombia

Del seguimiento de la actividad volcánica durante el mes de septiembre, 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:



Entre el 1 y el 30 de septiembre de 2024 la red de estaciones sismológicas ubicada en el área de influencia del **volcán nevado del Huila (VNH)** registró 1100 sismos, de los cuales, 271 estuvieron relacionados con fracturamiento de roca y 829 con la dinámica de fluidos en los conductos volcánicos; de estos últimos 772 fueron catalogados como sismos de Largo

Periodo (tipo LP), 42 como pulsos de tremor de baja magnitud (tipo TR) y 15 estuvieron asociados tanto a fracturamiento de roca como a dinámica de fluidos por lo que fueron clasificados como eventos híbridos (tipo HB). Para este periodo la actividad sísmica de fluidos mostró un claro dominio sobre la sismicidad de fractura, un comportamiento similar respecto al mes anterior.

En la Figura 1A se muestra el número de eventos sísmicos registrados diariamente con respecto al mes anterior. En las Figura 1B y 1C se observa el comportamiento estable que ha tenido la energía sísmica liberada de forma diaria y acumulada conforme a lo registrado



# Boletín mensual

durante el presente año, reflejando algunas ligeras variaciones normales que regresan a la línea base, es decir, que no comprometen el sistema volcánico. En la Figura 1D se observa como la tendencia de las magnitudes calculadas para los sismos de fractura en el periodo evaluado permanecieron dentro de los rangos presentados por este volcán a lo largo del año.

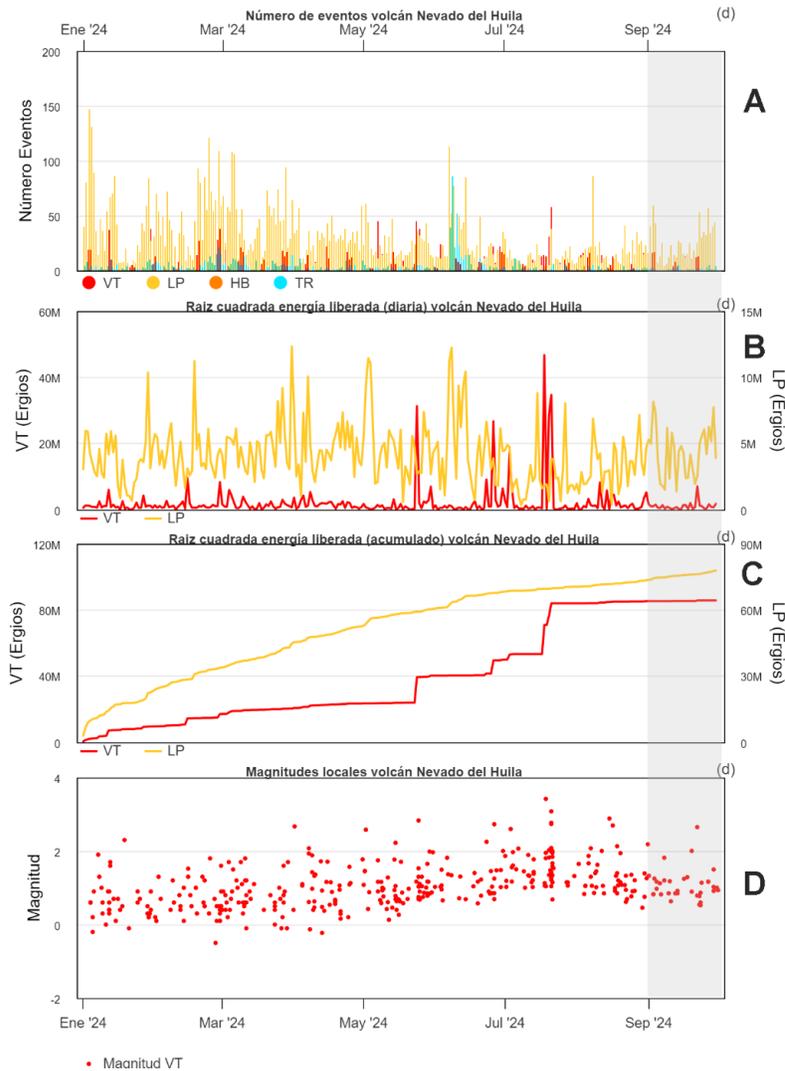


Figura 1. A - Número de sismos registrados diariamente. B - Energía sísmica liberada diariamente. C - Energía sísmica acumulada. D - Magnitud local de los eventos VT localizados. Datos generados durante el 2024 en el volcán nevado del Huila. Se resalta en un recuadro gris el mes de septiembre.



# Boletín mensual

Se localizaron 33 eventos VT los cuales se generaron en las fuentes sismogénicas habituales. En la fuente noreste las distancias epicentrales oscilaron entre 10 y 18 km respecto al pico Central, con profundidades de hasta 15 km y magnitudes no mayores a 2.6  $M_L$ . En la fuente suroeste los eventos se localizaron entre 8 y 12 km de distancia epicentral, con profundidades desde 6 hasta 12 km. Hacia el cañón del Río Símbola, al sureste del pico Central, se localizaron algunos eventos VT con magnitudes que oscilaron entre 0.7 y 1.2  $M_L$  generándose a una distancia epicentral de 8 Km. En cuanto a la fuente del pico Central, las profundidades fueron menores a 3 km y la magnitud máxima fue de 1.1  $M_L$  (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

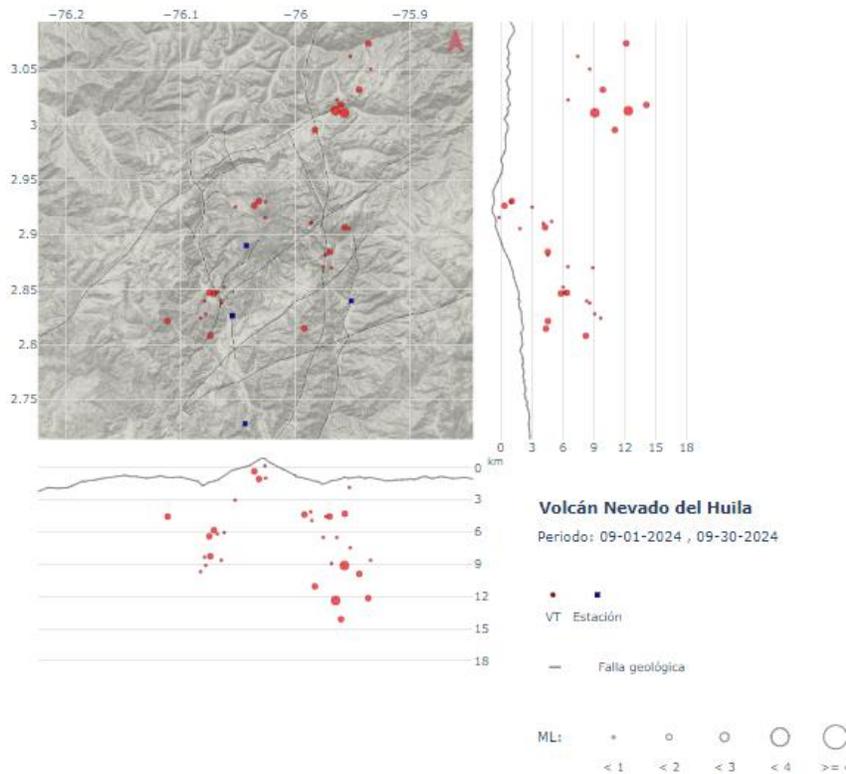


Figura 2. Mapa de localización de eventos volcano-tectónicos ocurridos durante septiembre de 2024 en el volcán nevado del Huila. Los círculos indican las localizaciones epicentrales e hipocentrales, cuyos tamaños varían según la magnitud local calculada ( $M_L$ ). Los cuadros azules representan las estaciones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



# Boletín mensual

Del seguimiento a los procesos de deformación del suelo del VNH, la red de monitoreo no registro cambios durante el periodo evaluado. Tanto el inclinómetro electrónico como la estación GNSS Caloto presentaron un comportamiento estable en la tendencia de sus datos (Figura 3A y 3B). En el monitoreo de la actividad superficial realizado a través de las cámaras web Caloto, Maravillas, La Palma y Tafxnú, no fueron detectados cambios morfológicos relacionados con la actividad volcánica ni se observó aumento en la desgasificación de su fumarola (Figura 4). La emisión de gases observada a través del cráter siguió siendo de color blanco, lo que indica que, en su mayoría, su composición principal es vapor de agua. La dirección de dispersión tuvo una tendencia preferencial hacia el flanco occidental.

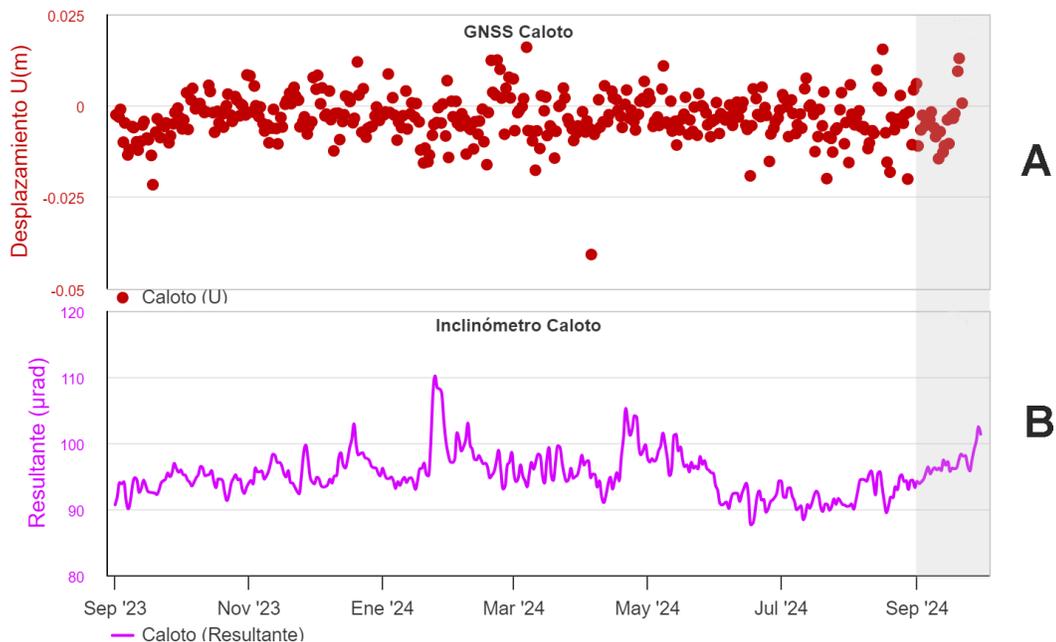


Figura 3. a) Serie temporal de la componente Vertical de la estación GNSS permanente Caloto. b) serie temporal de la Resultante del inclinómetro Caloto entre el 1 de septiembre de 2023 y el 30 de septiembre de 2024.



Figura 4. Fotografías de la parte alta del pico Central, se observa la actividad superficial de la fumarola del VNH. Imágenes obtenidas por las cámaras web Caloto (izquierda) y Maravillas (derecha) durante 14 y 30 de septiembre 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.



La actividad sísmica del volcán Puracé - cadena volcánica Los Coconucos (VP - CVLC) estuvo caracterizada por presentar un incremento en el número de sismos para el mes de septiembre, en comparación con lo observado en el anterior trimestre. Durante el periodo evaluado se registraron un total de 5667 eventos, de los cuales 308 estuvieron asociados con procesos de fracturamiento de roca (tipo VT) y

5359 con la dinámica de fluidos en los conductos volcánicos; de estos últimos, 4159 fueron catalogados como eventos de largo periodo (tipo LP), 899 como pulsos de tremor de bajo



# Boletín mensual

nivel energético (tipo TR), 98 como sismos de baja frecuencia (tipo BF) y 203 como híbridos (tipo HB), es decir, asociados tanto a procesos de fractura como a movimiento de fluidos. En la Figura 5 a se muestra el número de sismos registrados diariamente durante el presente año, observándose una prevalencia clara de la sismicidad LP y TR. Se destaca la ocurrencia de 731 eventos tipo LP el día 14 de septiembre.

La energía sísmica liberada por los eventos LP mostró dos (2) picos importantes durante el periodo evaluado, uno el día 11 con un valor de  $5.59E+14$  ergios asociado a la ocurrencia de 131 eventos, entre los cuales 30 tuvieron duraciones mayores a 30 segundos, el otro, el día 14 con un valor de  $4.25E+14$  ergios, que, como ya se mencionó, fue derivado del registro de 731 eventos, entre los cuales 16 superaron los 30 segundos de duración (Figura 1 b). Por su parte, los procesos de fractura tuvieron un episodio relevante el día 25, cuando se registraron 75 eventos, uno de los cuales alcanzó una magnitud de  $2.8 M_L$ . El valor de energía liberada diaria para ese día fue de  $3.58E+14$  ergios, siendo el máximo alcanzado para la sismicidad VT en lo que va corrido del presente año (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.C**).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. c** se observan las tendencias de las curvas de energía sísmica acumulada para el 2024, en ellas se aprecia que los puntos de inflexión en la pendiente de la sismicidad VT han sido puntuales, mientras que los LP marcan cambios sostenidos en el tiempo, evidenciando una evolución importante en la dinámica de la actividad volcánica. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.d** se muestran los valores de desplazamiento reducido que se han obtenido a lo largo del año; para el mes de septiembre, los máximos fueron de 5.3 y 5.4  $cm^2$ , registrados el día 30, asociados a un TR y un LP, respectivamente.

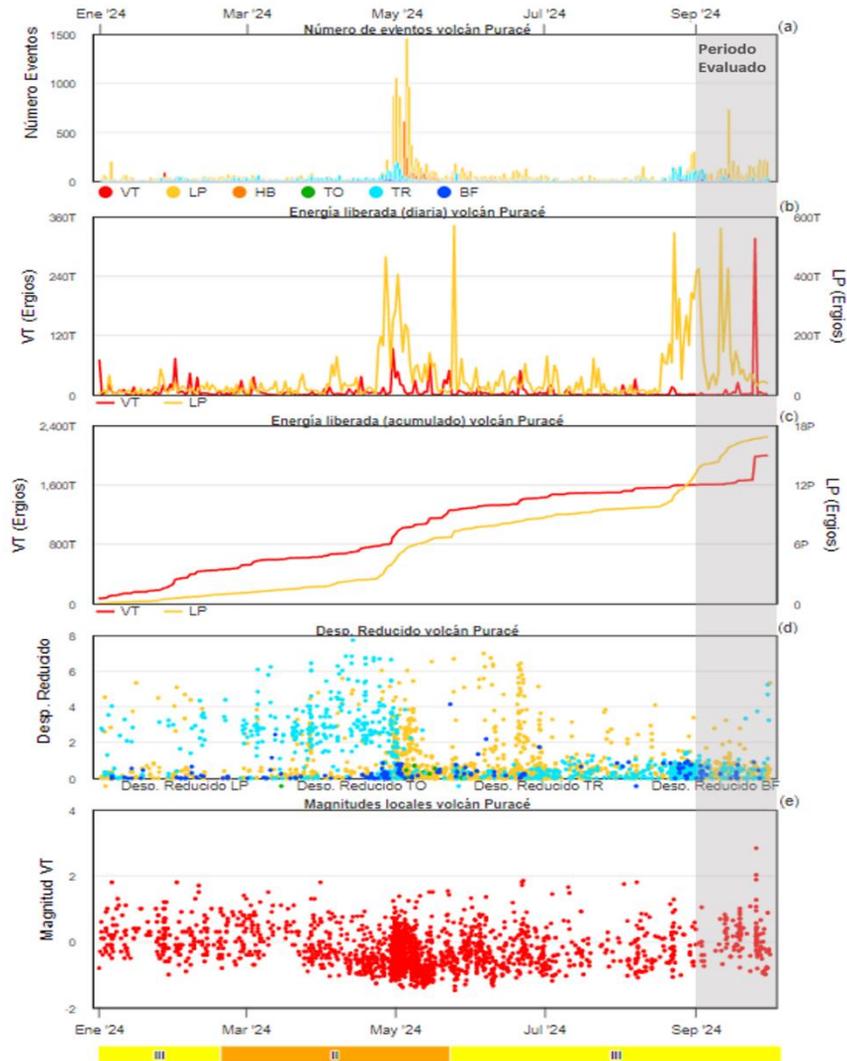


Figura 5. Series de tiempo de número de eventos sísmicos diarios (a), acumulado número de eventos (b), energía sísmica acumulada (c) magnitudes eventos de fractura (d) magnitudes eventos de fluidos y (e) valores de desplazamiento reducido registrados en la CVLC durante el último año de monitoreo sísmico.

En el mes de septiembre se pudieron localizar 127 sismos tipo VT en la CVLC, cuyas magnitudes estuvieron mayoritariamente dentro de la línea base, sin embargo, hubo algunos valores relevantes que superaron el umbral de  $2.0 M_L$  (Figura 5 e). En la Figura 6 se aprecia la distribución espacial de estos eventos, la cual se dio en dos (2) sectores



principales: el 88 % bajo los edificios volcánicos de Puracé y PicoCollo (mencionados en sentido NO-SE) a profundidades menores a los 4 km, mientras que el 9 % se ubicó bajo Chagartón, alineándose con el trazo de la falla Moras Este, con profundidades entre 3 y 6 km, allí se destaca la ocurrencia de un pequeño incremento el día 25, durante el que se registró un evento de magnitud 2.8  $M_L$  el cual corresponde al máximo calculado durante lo que va del 2024; en la Figura 7 se puede observar la forma de onda y características espectrales del evento en mención. Las fuentes sismogénicas distales a la CVLC mostraron muy poca actividad, con solo el 3 % de las localizaciones obtenidas (Figura 6).

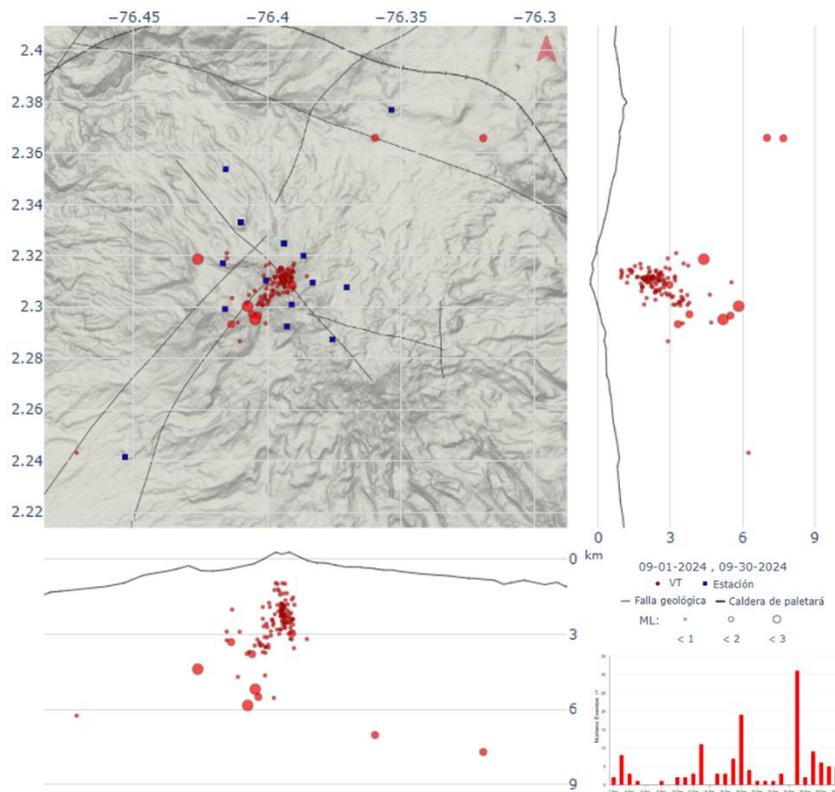


Figura 6. Mapa de localización de los eventos de fractura localizados en la región del volcán Puracé – Cadena volcánica Los Coconucos durante el mes de septiembre de 2024.

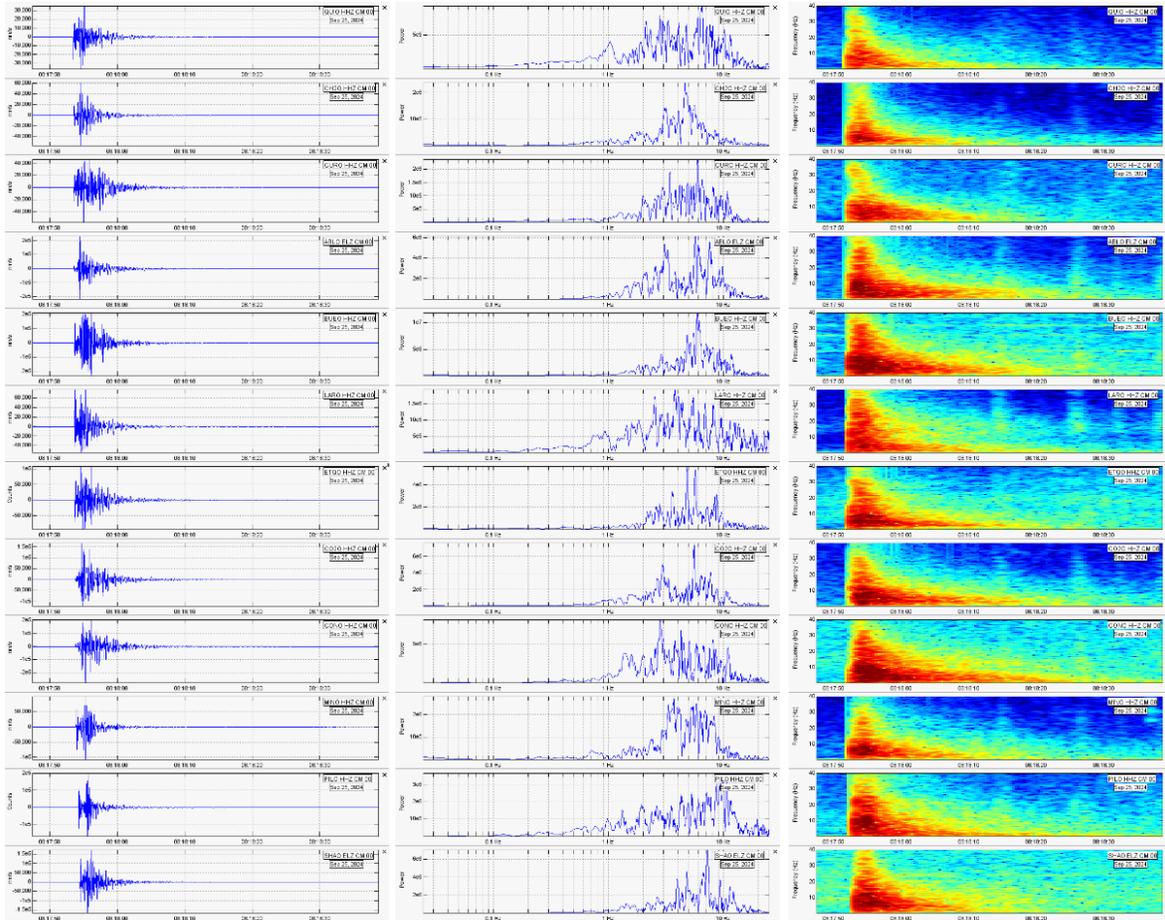


Figura 7. Sismo VT localizado bajo Chagartón, registrado el 25 de septiembre a las 3:17 a.m. (hora local). De izquierda a derecha: forma de onda, espectro de frecuencias y sismograma. Componentes Z de las estaciones sismológicas, listadas en orden de arriba: QUIO, CH20, CURO, ABLO, BUEO, LARO, ETQO, CO20, CONO, MINO, PILO y SHAO

En cuanto a los sismos de fluidos, durante el periodo evaluado fue posible localizar 646, la mayoría el día 14 de septiembre. El 59 % de esta sismicidad fue de tipo LP, 26 % tipo TR, 14 % tipo HB y 4 tipo % BF, con una distribución espacial concentrada casi por completo bajo el costado occidental del volcán Puracé con profundidades menores a 1 km; aquellos pocos que se ubicaron hacia el flanco oriental y bajo los volcanes Picoello y Curiquinga, tuvieron un rango de mayor profundidad -entre 1 y 5 km - (Figura 8). Se destaca la ocurrencia, por primera vez desde que se implementó el monitoreo sísmico en el VP, de seis (6) eventos de tremor con características de Gliding, los cuales se localizaron en la



# Boletín mensual

fuerza prevalente que se mencionó anteriormente, cuya frecuencia dominante fue de 0.5 Hz, registrada en todas las estaciones cercanas del VP. En la Figura 9 se observan las características de forma de onda y espectro frecuencial de este tipo de tremor ocurrido el día 2 de septiembre.

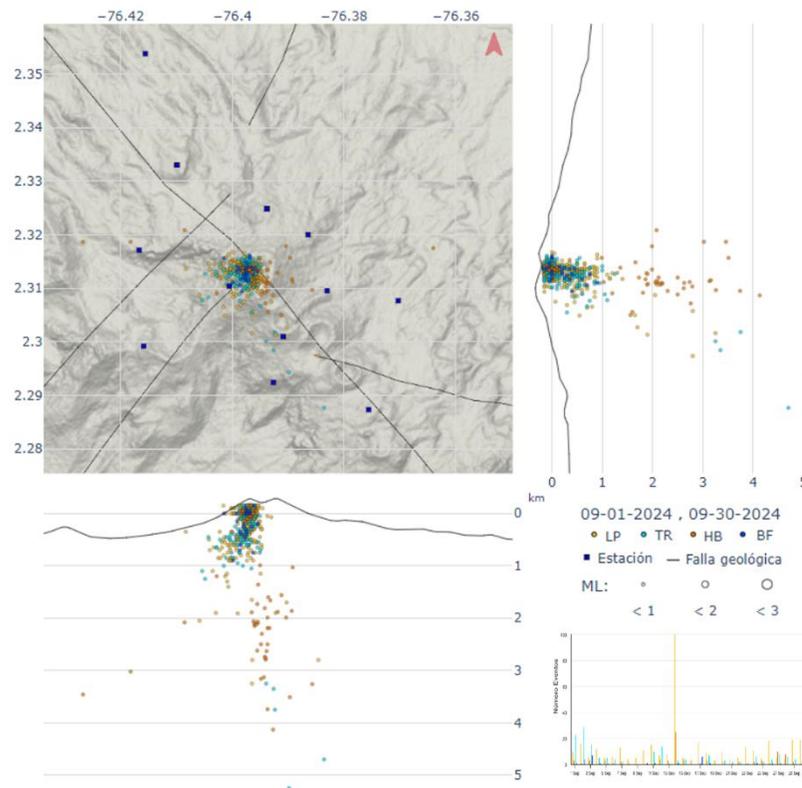


Figura 8. Mapa del número de eventos de fluidos localizados en la zona de influencia de la CVLC para el mes de septiembre de 2024.

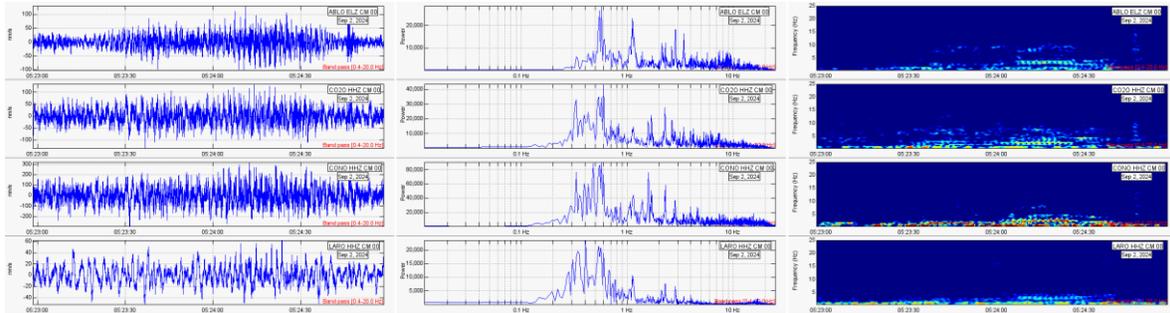


Figura 9. Tremor sísmico tipo Gliding registrado el día 2 de septiembre a las 12:23 a.m. (hora local). De izquierda a derecha: forma de onda, espectro de frecuencias y sismograma. Componentes Z de las estaciones sismológicas (de arriba abajo) ABLO, CO20, CONO y LARO.

En cuanto a la deformación superficial del volcán Puracé, las estaciones GNSS continuaron detectando un proceso inflacionario lento en la parte alta, la Figura 10 a ilustra el desplazamiento en las componentes Norte y Este de la estación Agua Blanca la cual ha registrado la mayor deformación en los últimos dos años, con una tasa de 2 cm/año en la componente *Este*. Las demás estaciones GNSS ubicadas en el edificio del volcán Puracé también han registrado desplazamientos significativos. En cuanto a la red de inclinómetros las variaciones detectadas se asocian únicamente a cambios de temperatura. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura 10 b se presenta la serie temporal del inclinómetro electrónico Lavas Rojas.

El monitoreo de la actividad geoquímica de fluidos para el VP - CVLC durante el mes de septiembre de 2024 mostró inestabilidad en las descargas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y gas radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) detectadas por las estaciones Cocuy, Piñuelas y San Juan (Figura 11 a, b y c). Por su parte, los valores de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) permanecieron dentro de los promedios calculados durante los últimos meses (Figura 11 d). Las mediciones de la temperatura en el campo fumarólico lateral continuaron mostrando una leve tendencia al aumento, con valores cercanos a los 100 °C (Figura 11 e).

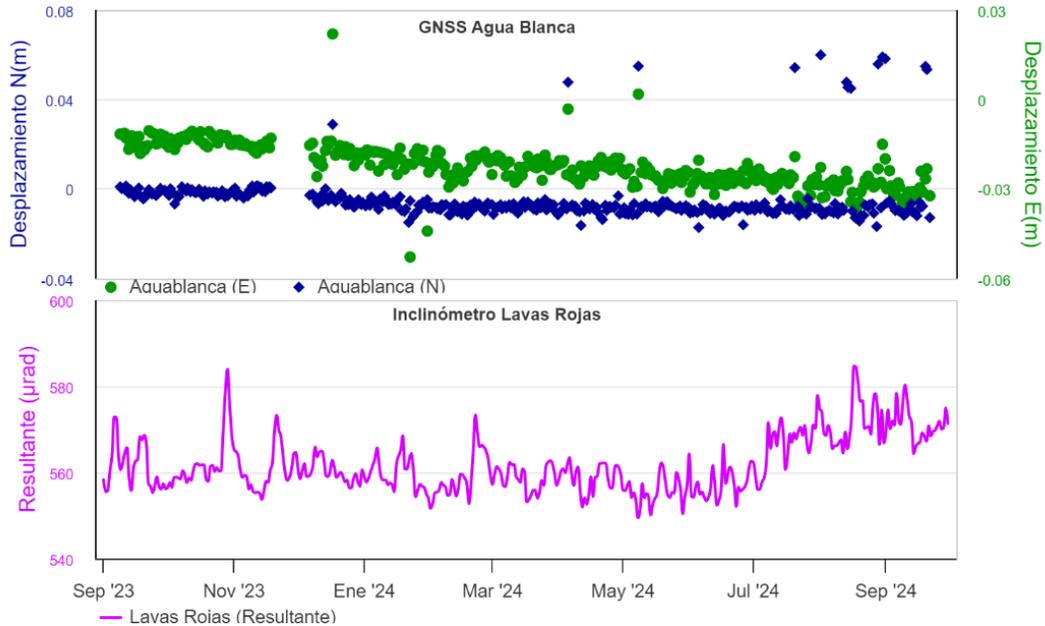


Figura 10. a) Serie temporal de la componente Norte de la estación GNSS permanente Agua Blanca. b) serie temporal de la Resultante del inclinómetro Agua Blanca entre el 1 de septiembre de 2023 y el 30 de septiembre de 2024.

Dentro de los cambios superficiales detectados a partir del análisis de las imágenes obtenidas por las cámaras web del SGC durante el mes de septiembre, se encuentra la alta desgasificación observada tanto al interior del cráter como en la fumarola lateral externa, la cual se caracterizó por mantener su color blanco y tener una dispersión influenciada por la dirección de los vientos. Gracias a las buenas condiciones meteorológicas en la zona, la columna logró tomar alturas considerables por algunos pasajes de tiempo. Se destaca, además, que a través de la cámara instalada en el cráter del VP se pudo observar un aumento en la alteración hidrotermal (Figura 12).



# Boletín mensual

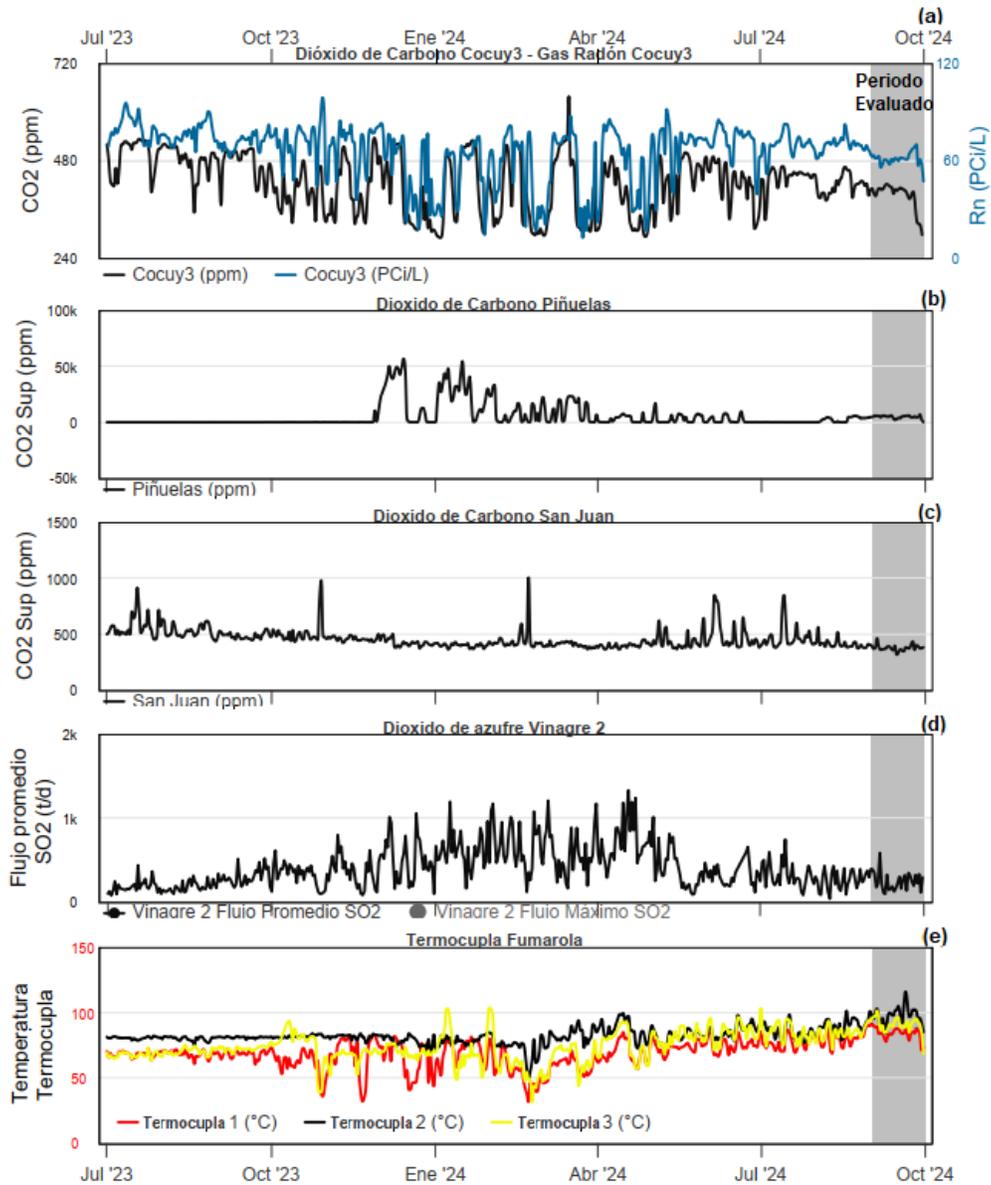


Figura 11. Variaciones en flujos, concentraciones y temperaturas en estaciones telemétricas VP-CVLC en tiempo real, periodo de evaluación resaltado en gris. Septiembre 2024



Figura 12. Fotografías de la fumarola lateral del VP, obtenidas durante septiembre de 2024 por las cámaras web Mina (superior), Cráter (izquierda) y Lavas Rojas (derecha).

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.



# Boletín mensual



Entre el 1 y el 30 de septiembre de 2024 se registraron 30 sismos en la zona de influencia del **volcán Sotará**, 14 de ellos estuvieron relacionados con procesos de fracturamiento de roca (tipo VT) y 16 con la dinámica de fluidos en los conductos volcánicos, de ellos, 10 correspondieron a pulsos de tremor de baja energía (tipo TR) y los cuatro (4) restantes se clasificaron como eventos de largo periodo (tipo

LP).

En Figura 13 A se muestra el número de eventos sísmicos registrados diariamente en lo que va corrido del 2024, en ella se puede observar que se mantiene la tendencia estable vista en meses anteriores. En la Figura 13 B y C se observa el comportamiento que ha tenido la energía sísmica liberada de forma diaria y acumulada durante el presente año, reflejando algunas variaciones puntuales con un rápido regreso a la línea base, es decir, que no comprometen el sistema volcánico. En la Figura 13 D se observa como la tendencia de las magnitudes calculadas para los sismos de fractura en el periodo evaluado, permanecieron dentro de los rangos usualmente observados para este volcán a lo largo del año.



# Boletín mensual

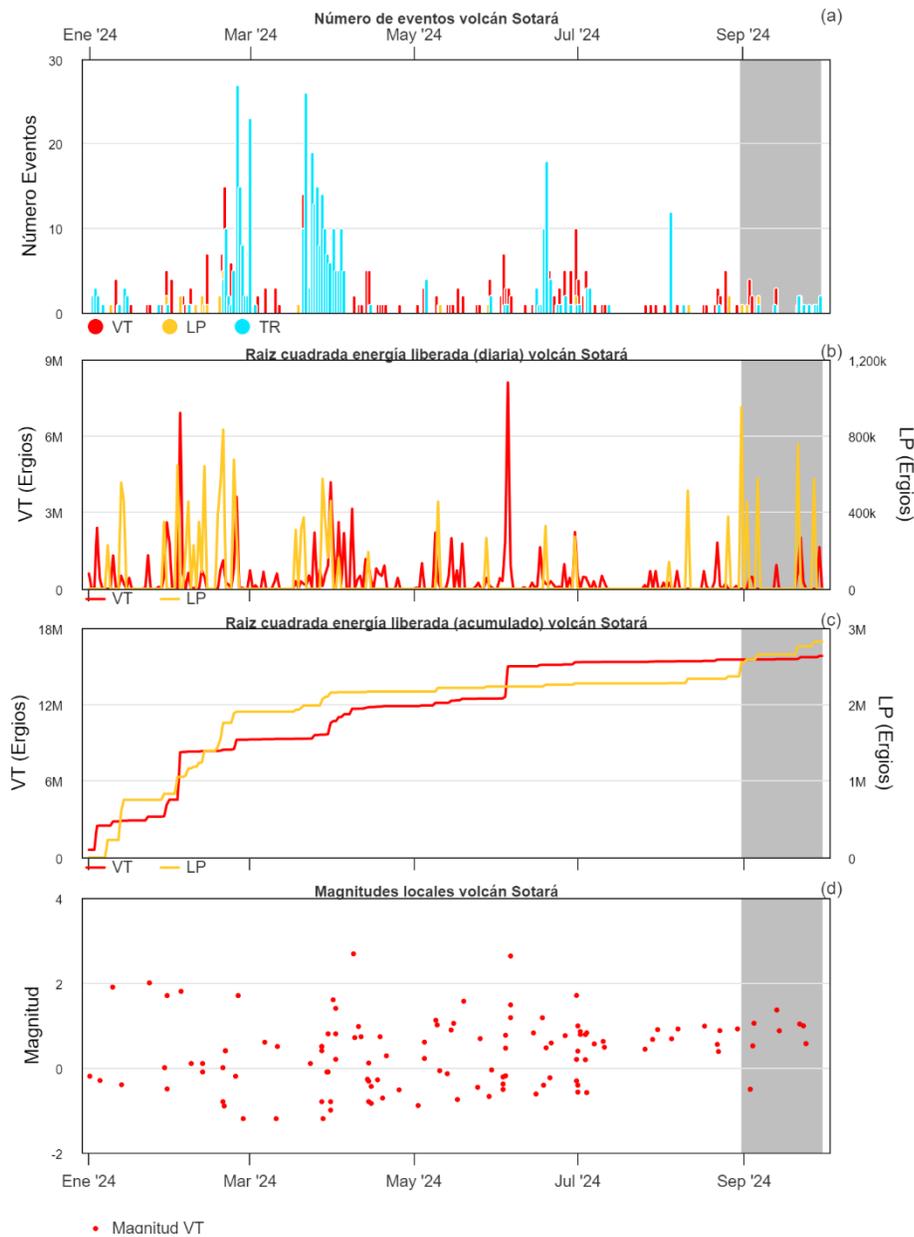


Figura 13. a - Número de sismos registrados diariamente. b - Energía sísmica liberada diariamente. c - Energía sísmica acumulada. d - Magnitud local de los eventos VT localizados. Datos generados durante el 2024 en el volcán Sotará. Se resalta en un recuadro gris el mes de septiembre.



# Boletín mensual

Los eventos VT localizados entre el 1 y el 30 de septiembre se concentraron en la zona del valle de Paletará, principalmente a 9 km en dirección noreste de la cima del volcán, con profundidades entre 5 y 7 km (Figura 14). Las magnitudes fueron inferiores a 1.4  $M_L$ .

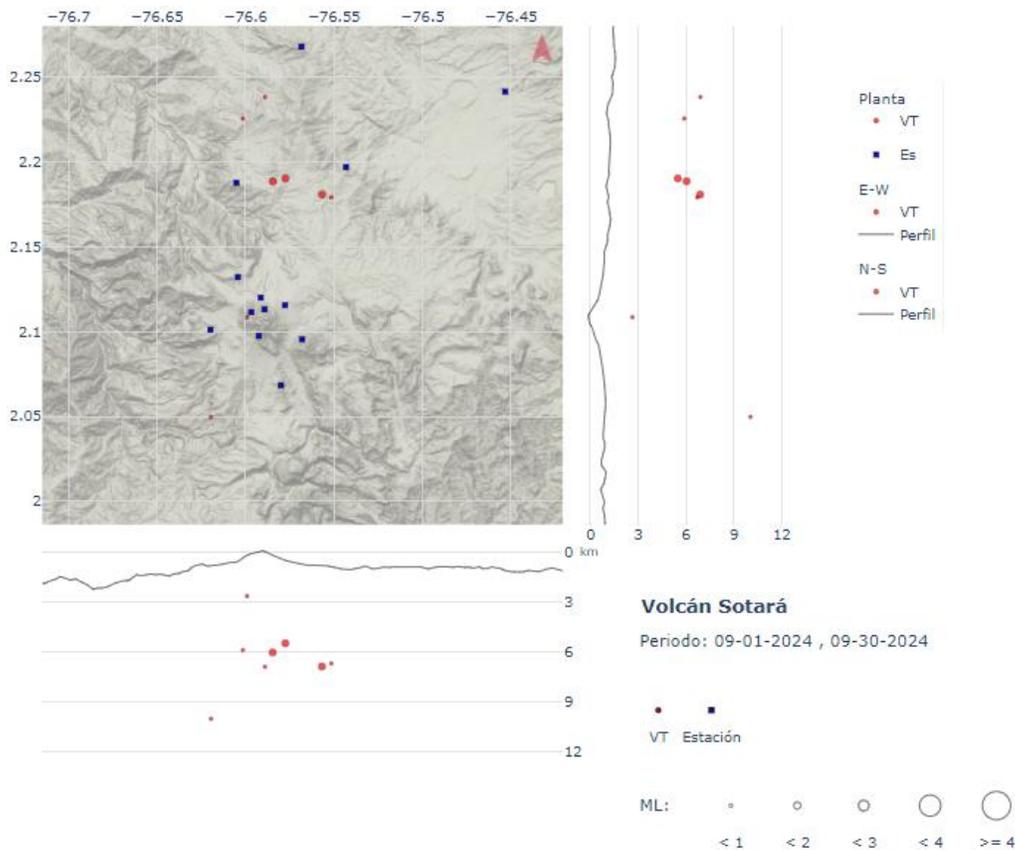


Figura 14. Mapa de localización de eventos volcano-tectónicos ocurridos durante septiembre de 2024 en el volcán Sotará. Los círculos indican las localizaciones epicentrales e hipocentrales, cuyos tamaños varían según la magnitud local calculada ( $M_L$ ). Los cuadros azules representan las estaciones sísmicas.

La red de deformación de la superficie volcánica presentó un comportamiento estable. Las estaciones GNSS mostraron un comportamiento que se mantiene dentro de lo observado en el registro de los últimos tres años. En la Figura 15 se muestra la serie temporal de la componente vertical de la estación GNSS Pirámide.

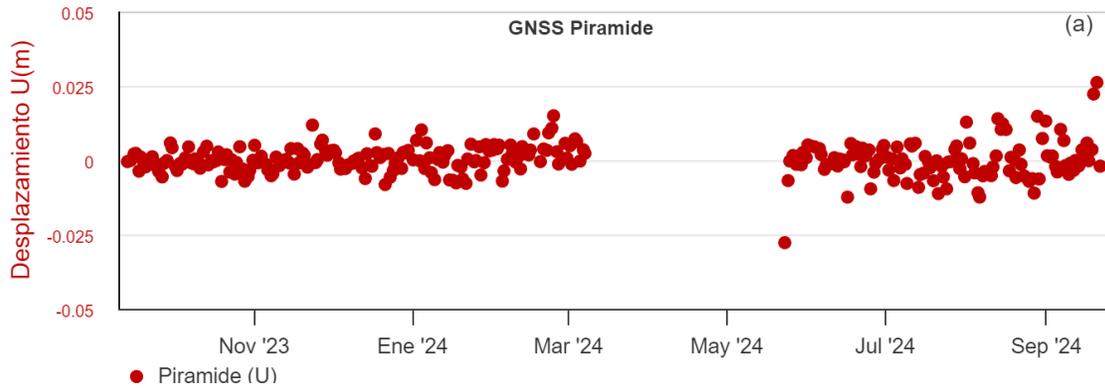


Figura 15. Serie temporal de la componente Vertical de la estación GNSS permanente Pirámide entre el 1 de septiembre de 2023 y el 30 de septiembre de 2024.

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 septiembre 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 a destacar.

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



# Boletín mensual

---

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.

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**