



Pasto, 04 de septiembre de 2024, 3.00 p. m.

Actividad volcánica del segmento sur de Colombia

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

Complejo volcánico de Galeras (CVG)



Durante el mes de julio, el Complejo Volcánico Galeras (CVG) mantuvo niveles bajos de ocurrencia sísmica en comparación con el promedio mensual del año 2024. Se registraron un total de 514 sismos, predominando aquellos asociados con la fractura de roca en el edificio volcánico (VT). En la Figura 1.a se muestra mediante barras apiladas, la ocurrencia diaria de la sismicidad del CVG desde enero del 2023 hasta julio del 2024,

diferenciando el tipo de sismo con el mapa de colores en la parte superior. En julio se observó una disminución del 61,6 % en el total de sismos comparado con el mes anterior, que se aprecian en el recuadro de línea punteada negra, donde los datos diarios de sismicidad están por debajo de los de junio. Esto también se refleja en Tabla 1, donde se resume en la última columna el total de sismos de los dos últimos meses. Del total de la sismicidad de julio, el 83,3 % correspondió a sismos VT, el 9,3 % a sismos de tránsito de fluidos de fuente transitoria o Largo Periodo (LP) y 5,4 % a sismos de tránsito de fluidos de fuente persistente o Tremor (TR); el 1,6 % de eventos corresponden a la combinación de procesos de fractura de roca y tránsito de fluidos,



denominados sismos híbrido (HIB) y un 0,4 % de eventos de baja frecuencia tipo tornillo (TO) caracterizados por un decaimiento lento de sus oscilaciones armónicas.

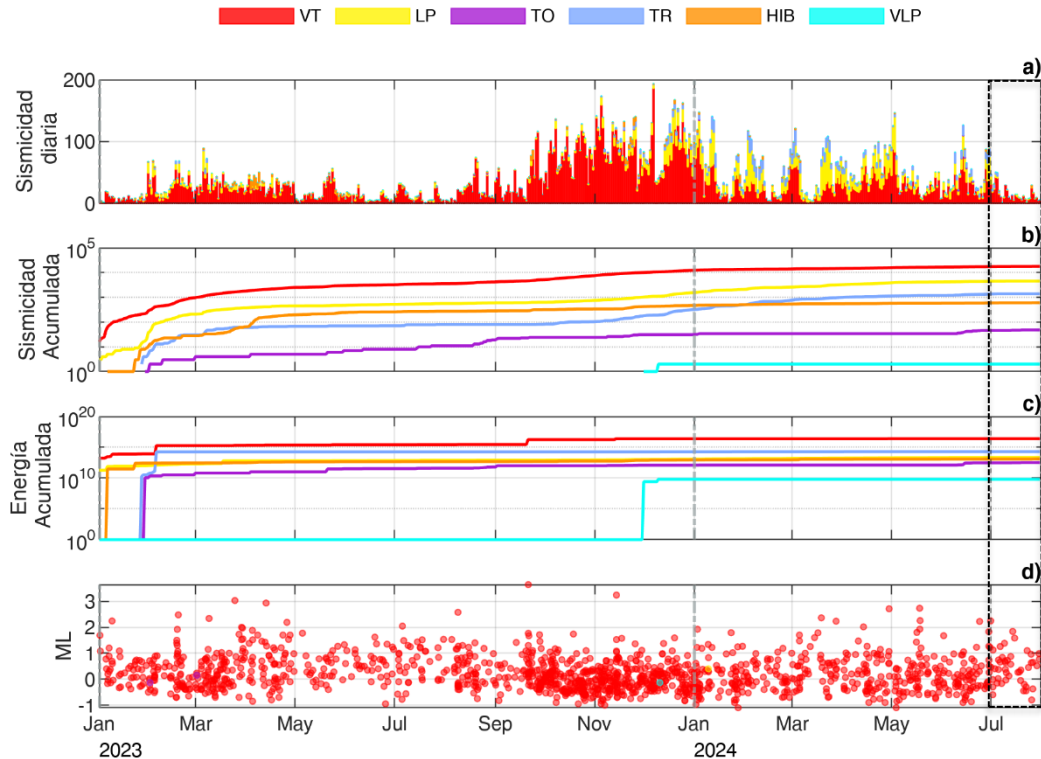


Figura 1. Información de sismicidad y energía liberada en el periodo de ene-2023 a jul-2024 correspondientes al CVG a) barras apiladas de la ocurrencia diaria de sismos (la clasificación de los eventos sísmicos se relaciona con el mapa de color superior), b) sismicidad acumulada, c) acumulado de energía sísmica liberada y d) magnitud local (ML) de sismos localizados. La línea punteada negra vertical indica el inicio del mes en consideración.

Tabla 1. Número de eventos en el CVG para los meses de junio y julio del 2024.

Mes	VT	LP	TO	TR	HIB	TOTAL
junio-2024	828	314	12	168	15	1337
julio-2024	428	48	2	28	8	514

La Tabla 2 muestra la energía sísmica liberada por cada tipo de sismo y el total de energía para los meses de junio y julio del 2024. Aunque la energía sísmica total conservó el mismo orden de



Boletín mensual

magnitud, se registró una disminución de aproximadamente la mitad de la energía liberada, en comparación con el mes de junio. Los sismos más energéticos fueron los VT con magnitudes menores o iguales a 1,8, seguidos en su orden por los HIB, LP, TR y TO.

Tabla 2. Energía sísmica liberada por eventos registrados en el volcán Galeras en junio y julio de 2024.

Mes	VT	LP	TO	TR	HIB	Total
junio-2024	$3,1 \times 10^{13}$	$8,8 \times 10^{11}$	$1,8 \times 10^{12}$	$2,4 \times 10^{12}$	$2,5 \times 10^{11}$	$3,6 \times 10^{13}$
julio-2024	$1,6 \times 10^{13}$	$3,4 \times 10^{11}$	$2,7 \times 10^{11}$	$3,1 \times 10^{11}$	$6,4 \times 10^{11}$	$1,7 \times 10^{13}$

En el mapa de la Figura 2 se localizaron 44 sismos VT y 1 sismo HIB, sumando un total de 45 sismos. De estos, 20 sismos están ubicados en un radio inferior a 1 km medido en horizontal desde la cima del volcán Galeras, con magnitud local inferior o igual a 0,7 y profundidades menores a 2,7 km respecto de la cima volcánica (aproximadamente 4.200 m s.n.m.). El resto de los sismos (25) se localizaron de manera dispersa en el edificio volcánico, con profundidades entre 2,3 y 12,9 km, y magnitud máxima de 1,8. Los tres sismos con mayor magnitud se resaltaron en el mapa con los identificadores 15 y 26, ubicados al noreste de la cima del volcán, a distancias de 10,1 km y 14,3 km, con magnitud local de 1,4 y 1,6, respectivamente, y profundidades alrededor de los 12 km. Y el tercer sismo de mayor magnitud identificado con el número 25 en el mapa y magnitud de 1,8, está ubicado al sur-suroeste de la cima del volcán a una distancia de 7,5 km y profundidad de 10,3 km. Ninguno de los sismos fue reportado como sentido.

En julio se presentaron dos sismos tipo TO, los días 14 y 20 de julio. Las componentes frecuenciales con menor valor son de 2,4 Hz y 2,5 Hz, con un decaimiento de 69 y 87, respectivamente. En la Figura 3 se muestra el análisis de frecuencias complejas realizado al sismo TO del día 20 de julio, ocurrido a las 8:55 p.m. En la Figura 3.c y la Figura 3.d se muestra el espectograma y el espectro de frecuencia; para este TO, la frecuencia más baja coincide con la frecuencia más energética. En comparación con el mes anterior, se presentó una disminución en la ocurrencia de sismos TO.

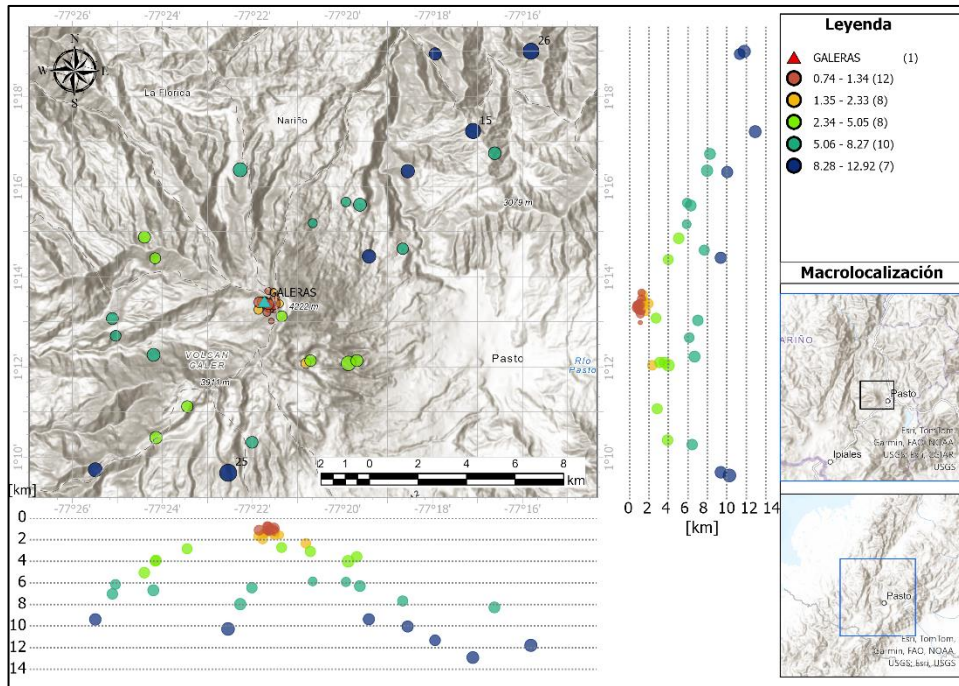


Figura 2. Localización de 45 sismos en el edificio volcánico del CVG. Hipocentros (planta y perfiles este-oeste y norte-sur) en julio del 2024.

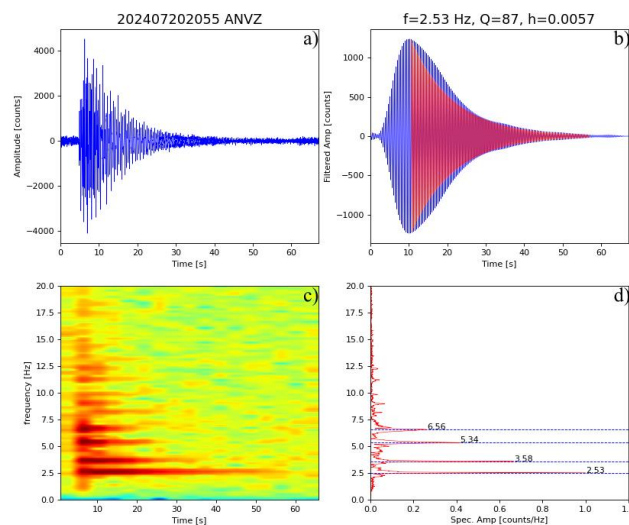


Figura 3. Sismo TO registrado el 20 de julio del 2024. a) Sismograma original, b) formas de onda filtrada a una frecuencia de 2,5 Hz (azul) y serie sintética (rojo) c) espectrograma y d) espectro de frecuencia.



Con respecto a la información suministrada por la red de estaciones de deformación en el CVG, se observó en el mes de julio un comportamiento estable que se ha conservado en los últimos años. En la Figura 4.a se muestra el comportamiento del GNSS de la estación Cráter, ubicada a 1,5 km al sureste del cráter del CVG, en sus tres componentes (E-W, N-S y Z). En la Figura 4.b se muestra el registro del comportamiento del inclinómetro de Peladitos, ubicado a 1,4 km al sureste del cráter del CVG, en las componentes N-S (azul) y E-W (verde). En ambas estaciones se mantiene un comportamiento estable sin cambios relevantes. El cambio estacional observado en el inclinómetro de Peladitos está relacionado con las variaciones unimodales de la temperatura. Este comportamiento estable también se refleja en las concentraciones de gas radón medidas en la estación de Lavas, la cual está localizada a 4,5 km del noreste del cráter del CVG.

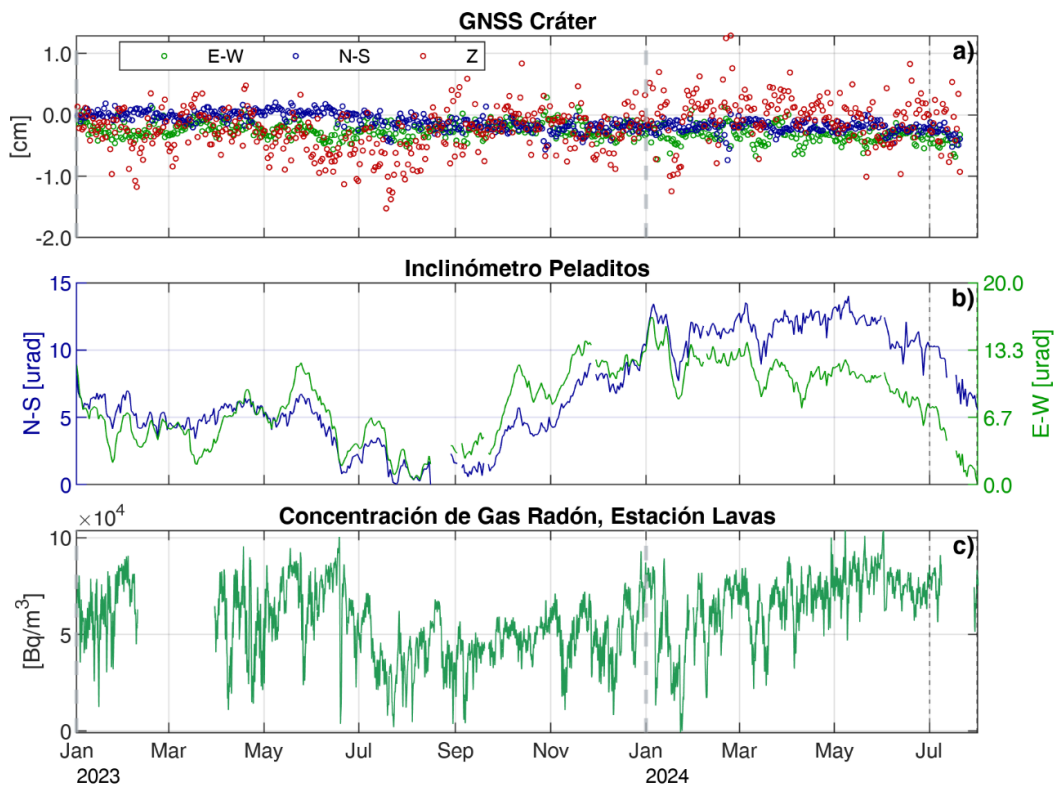


Figura 4. Series de tiempo de parámetros de deformación y geoquímica en el CVG entre enero del 2023 hasta julio del 2024. a) estación GNSS en la estación Cráter, b) inclinómetro en la estación de Peladitos y c) concentración del isótopo radón-222 en la estación Lavas.



En julio de 2024 se registraron columnas de emisión de gas de color blanco, con poca presión de salida, baja altura y dispersión variable de acuerdo con la dirección y velocidad del viento. Los focos principales de emisión fueron desde el cráter principal y los campos fumarólicos de la periferia del cráter activo, principalmente Las Chavas al oeste y El Paisita al norte, como se observa en la Figura 5.a y la Figura 5.b.



a)



b)

Figura 5. Fotografías tomadas desde la estación a) Barranco y b) Bruma, en donde se resalta la emisión de gases desde los diferentes centros de emisión del cráter y campos fumarólicos en inmediaciones del CVG.

Este periodo se caracteriza por niveles bajos en la actividad sísmica, reflejados en la baja ocurrencia de sismos y la disminución de la energía liberada. Se mantiene un comportamiento estable en la deformación y se observaron algunas manifestaciones de gas hacia la atmósfera.

La actividad volcánica se mantiene en estado de alerta **Amarilla** : **volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.**



Boletín mensual

Complejo Volcánico Chiles Cerro Negro (CVCCN)



En el mes de julio se presentó una disminución tanto en la ocurrencia de sismos como en la energía liberada en el CVCCN, comparado con el mes de junio y con los últimos meses desde marzo 2023. En este periodo hubo una disminución del 55,8 % en la sismicidad total con respecto a junio. En la Figura 6.a se muestra la ocurrencia diaria de

sismos en el CVCCN desde enero de 2023 hasta julio de 2024, destacando un incremento importante en la actividad del mes de marzo de 2023, pasando de 1.100 sismos en el mes de febrero del 2023 a 77.600 sismos en el mes de marzo. El promedio mensual en el año 2023 fue de 24.500 sismos. A mediados de enero de 2024 la ocurrencia diaria de sismos disminuyó considerablemente, ya que en los primeros 15 días se registraron en promedio 630 sismos por día y en los últimos 15 días 100 sismos por día. El promedio mensual para los meses transcurridos del 2024 es de 4.300 sismos, y el total de sismos en el mes de julio está muy por debajo del promedio con un valor de 1,941 sismos. En la Tabla 3, en la Figura 6.b y la Figura 6.c se observa que los sismos VT son predominantes en el mes de julio, representando el 82,7 % del total de la sismicidad del periodo.

En cuanto al resto de la sismicidad, se registraron bajos niveles comparados con los sismos VT en el siguiente orden descendente: 8,7 % para sismos LP, 5,6 % en sismos VLP, 2,9 % en sismos HIB y 0,1 % en sismos TR, porcentajes calculados a partir del total de sismos registrados en el mes de julio. Sin embargo, se observó un aumento en la localización de los sismos VLP en el mes de julio, como se observa en la Figura 6.d con un total de 18 sismos VLP y magnitud local (ML) máxima de 2,0. Según la información de la ML de la Figura 6.d, también se determinó que el sismo VT con mayor ML es de 2,7 y se registró el día 19 de julio del 2024 a la 1:26 p.m. La



disminución en la energía liberada es de un orden de magnitud, como se advierte en la Tabla 4, al comparar el total de la energía del mes de julio con junio, por lo que la gráfica de energía acumulada de la Figura 6.c, no muestra cambios significativos en su comportamiento.

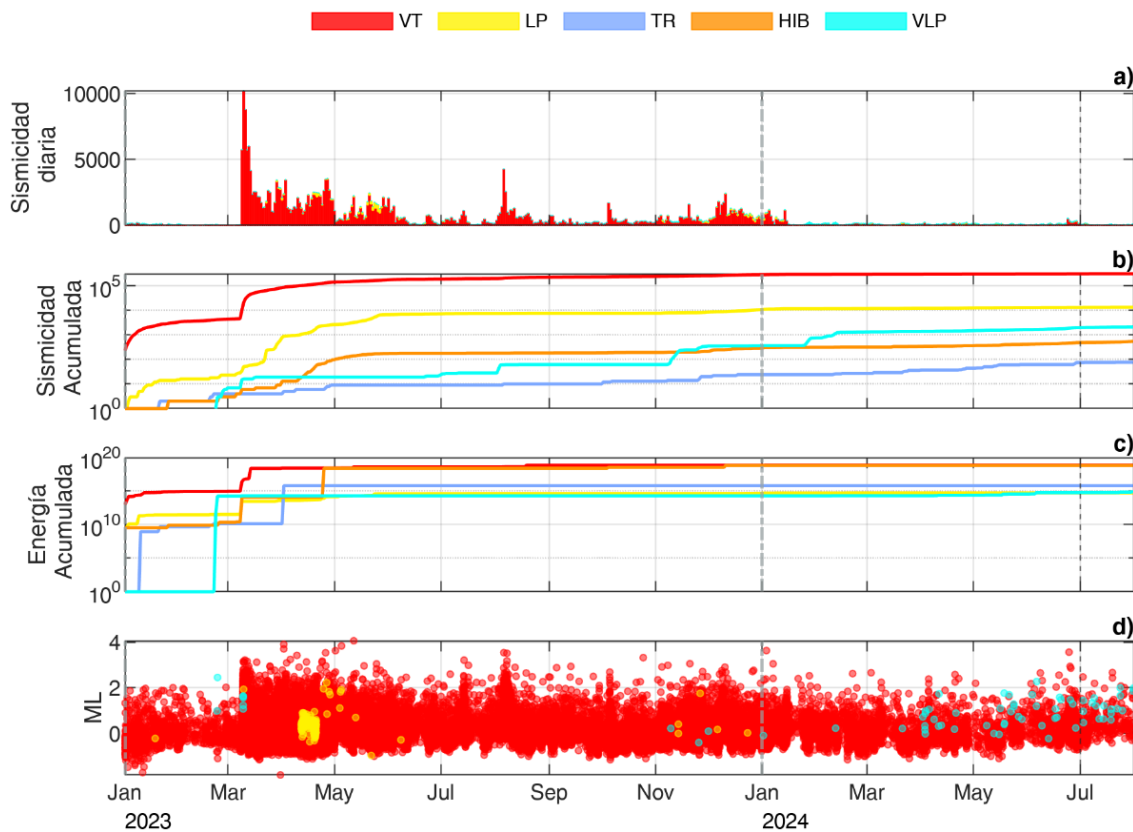


Figura 6. Información de sismicidad y energía liberada en el periodo de ene-2023 a jul-2024 correspondientes al CVCCN a) barras apiladas de la ocurrencia diaria de sismos (la clasificación de los eventos sísmicos se relaciona con el mapa de color superior), b) sismicidad acumulada, c) acumulado de energía sísmica liberada y d) magnitud local (ML) de sismos localizados. La línea punteada negra vertical indica el inicio del mes en consideración.

Tabla 3. Número de eventos en el CVCCN para los meses de junio y julio del 2024.

Mes	VT	LP	TR	HIB	VLP	Total
junio-2024	3715	250	13	72	342	4392
julio-2024	1606	168	2	57	108	1941



Tabla 4. Energía sísmica liberada en ergios, por eventos registrados en el CVCCN en junio y julio de 2024.

Mes	VT	LP	TR	HIB	VLP	Total
junio-2024	$8,6 \times 10^{16}$	$1,5 \times 10^{12}$	$6,5 \times 10^{10}$	$4,0 \times 10^{12}$	$2,3 \times 10^{14}$	$8,7 \times 10^{16}$
julio-2024	$9,4 \times 10^{14}$	$9,3 \times 10^{12}$	$2,2 \times 10^{11}$	$2,9 \times 10^{12}$	$2,2 \times 10^{14}$	$1,2 \times 10^{15}$

Se localizaron un total de 286 sismos: 254 VT, 14 HIB y 18 VLP, que se muestran en el mapa de la Figura 7. Las profundidades de los sismos localizados varían entre 0,5 km y 12 km respecto a la altura de su cima (aproximadamente 4.700 m s.n.m.). Se destaca una fuente ubicada al sureste de la cima del volcán Chiles (área azul), con profundidades entre 8 a 11 km y con ML igual o menor a 2,1. Adicionalmente, se localizaron dos sismos en una profundidad mayor a 8 km, el primero localizado al este-noreste con una distancia de 10,7 km desde la cima de Chiles y el segundo al noreste de la cima del volcán Chiles con una distancia de 15,6 km.

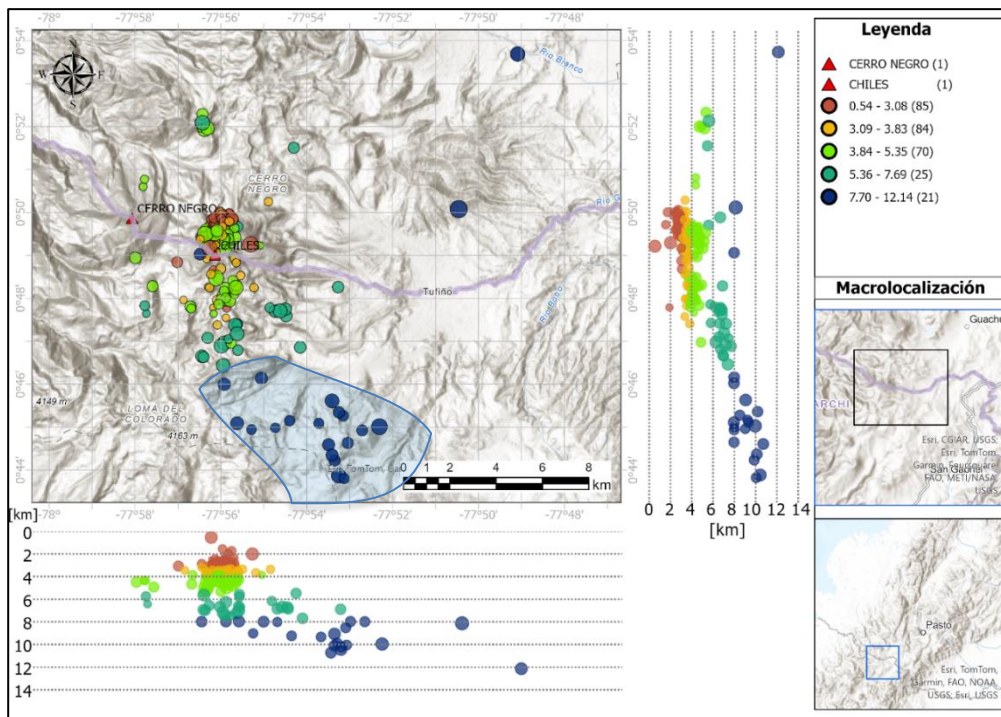


Figura 7. Localización de sismos en la zona del CVCCN en el periodo de julio de 2024. Localización de 286 sismos en el CVCCN. Hipocentros (planta y perfiles este-oeste y norte-sur) en el periodo de julio del 2024.

Boletín mensual

El resto de la sismicidad está localizada a profundidades menores de 8 km y en un radio de 6,5 km, medido desde la cima del volcán Chiles. En este grupo se destaca la fuente sísmica ubicada epicentralmente en la zona de colapso del flanco norte del volcán Chiles, con una extensión de 2 km respecto a la cima. Las 191 localizaciones de esta fuente se observan en el mapa de la Figura 8 y tienen rangos de profundidad entre 0,5 y 6,7 km, con ML inferior o igual a 2,7. El 42 % de los sismos tienen profundidades entre 2,7 y 3,2 km respecto a la altura de la cima (aproximadamente 4.700 m s. n. m.) y solo 5 sismos tienen ML superior o igual a 2,0. En este periodo no se reportaron eventos como sentidos.

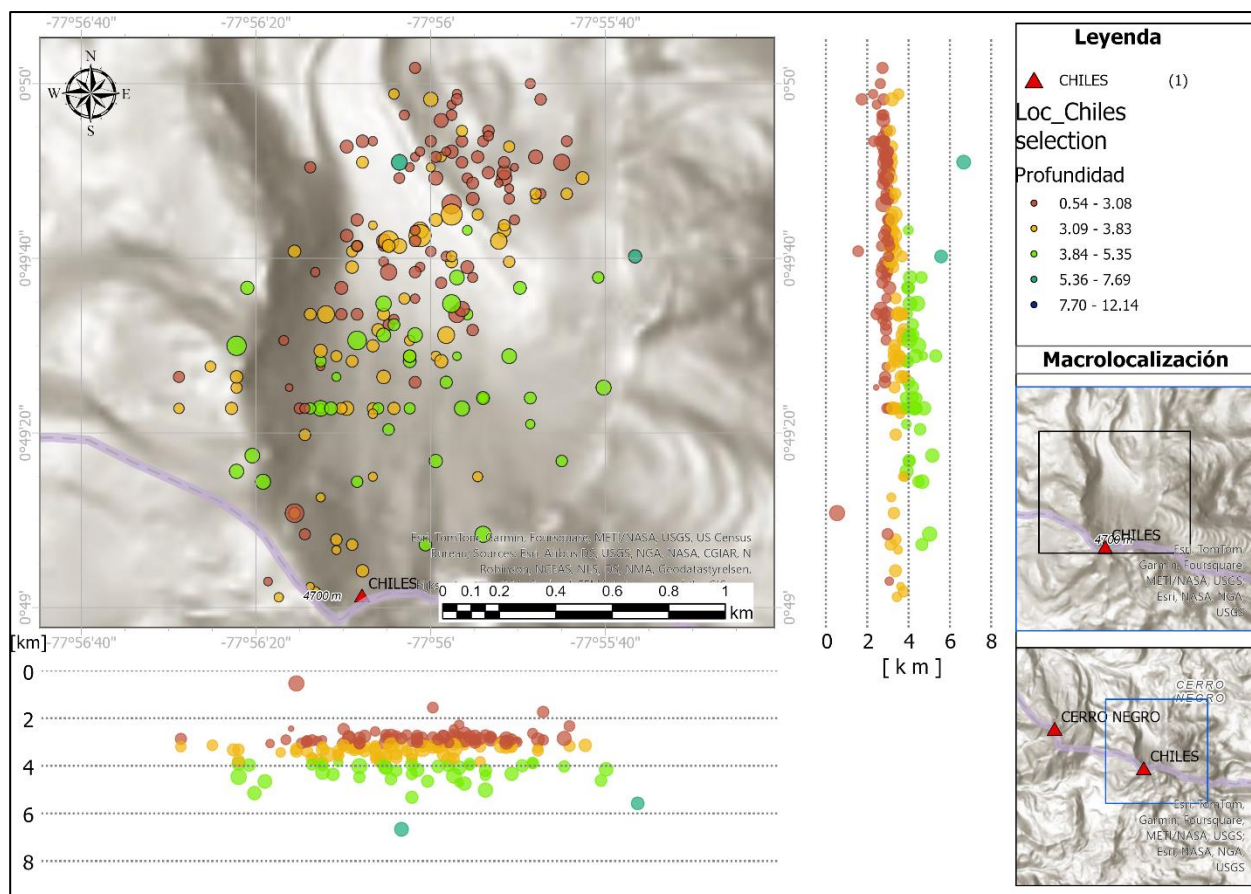


Figura 8. Localización de sismos en la zona de colapso del CVCCN en el periodo de julio 2024. Hipocentros (planta y perfiles este-oeste y norte-sur) en el periodo de julio de 2024.



Por otra parte, se resalta en la Figura 9 el sismo VLP ocurrido el 24 de julio de 2024 a las 00:28 a.m., el cual se pudo registrar en toda la red de estaciones sísmicas del OVSPA y fue localizado a 1,3 km al este-noreste de la cima del volcán Chiles. Del total de sismos VLP clasificados, el 17 % fueron localizados, la mayoría en la zona del colapso del volcán Chiles y sus inmediaciones, la magnitud máxima fue de 2,0 correspondiente al sismo de la Figura 9, las profundidades ondearon entre 0,5 y 6,7 km y la frecuencia dominante que predomina en el conjunto de sismos VLP es de 0,2 Hz.

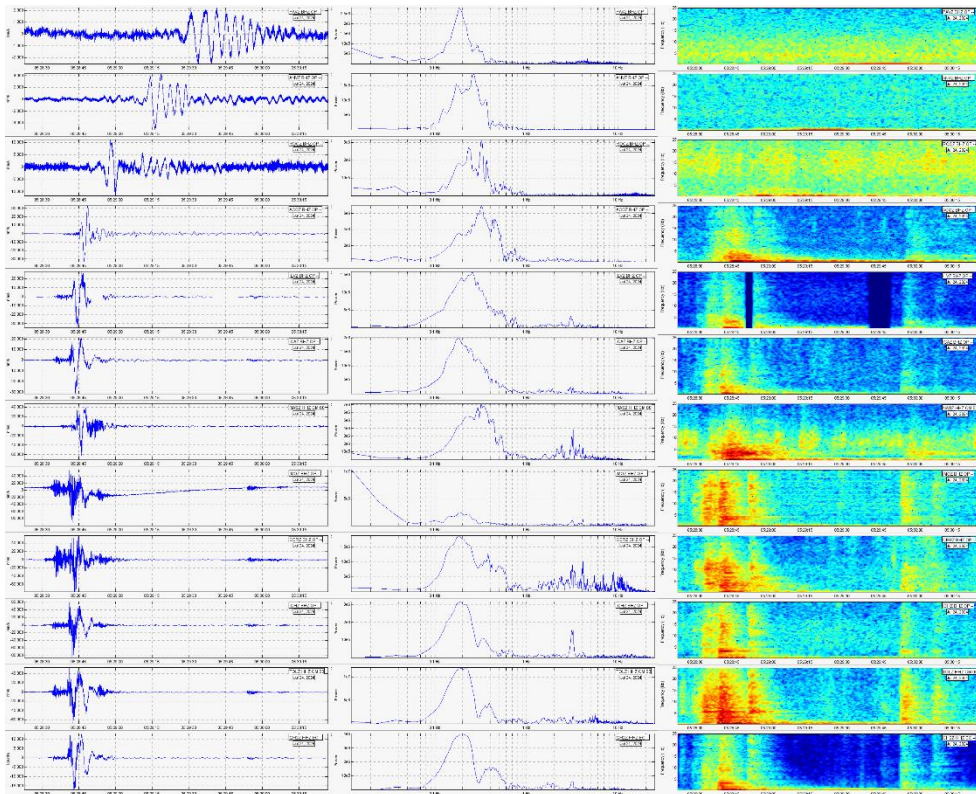


Figura 9. Sismo VLP registrado en el CVCCN el 24 de julio de 2024 a las 00:05 a.m. registrado en toda la red de estaciones del OVSPA, las cuales están organizadas en orden ascendente de norte a sur: estación Páramo (PAVZ) de los volcanes Doña Juana y Las Ánimas, la estación Anganoy (ANVZ) del CVG, la estación La Roca (ROZ) del volcán Azufral, estación Aguas Coloradas (ACZ) del volcán Cumbal y las estaciones Lagunas (ILVZ), Canguil (ICAZ), Nasate (NASZ), El Morro (IMOZ), Cerro Negro (CERZ), Chiles (ICHZ), La Tola (TOLZ) y Chiles 2 que está en Ecuador (CH2Z), pertenecen al CVCCN. a) Sismograma, b) espectro de señales con el eje x en escala logarítmica y c) espectrograma.



En la Figura 10 se observa el comportamiento de dos estaciones GNSS y dos inclinómetros que hacen parte de la red de monitoreo de deformación del CVCCN. Los procesos de deformación continúan en el mes de julio, los cuales son apreciables en el comportamiento ascendente de las direcciones norte (verde) y vertical (rojo) en ambas estaciones GNSS, así como también en la tendencia ascendente en la componente este (verde) del GNSS La Tola y la tendencia descendente en esta misma componente en el GNSS Chiles. La variación de las componentes de los GNSS está relacionada con la ubicación de los sensores y la respuesta de estos a la fuente que genera la deformación.

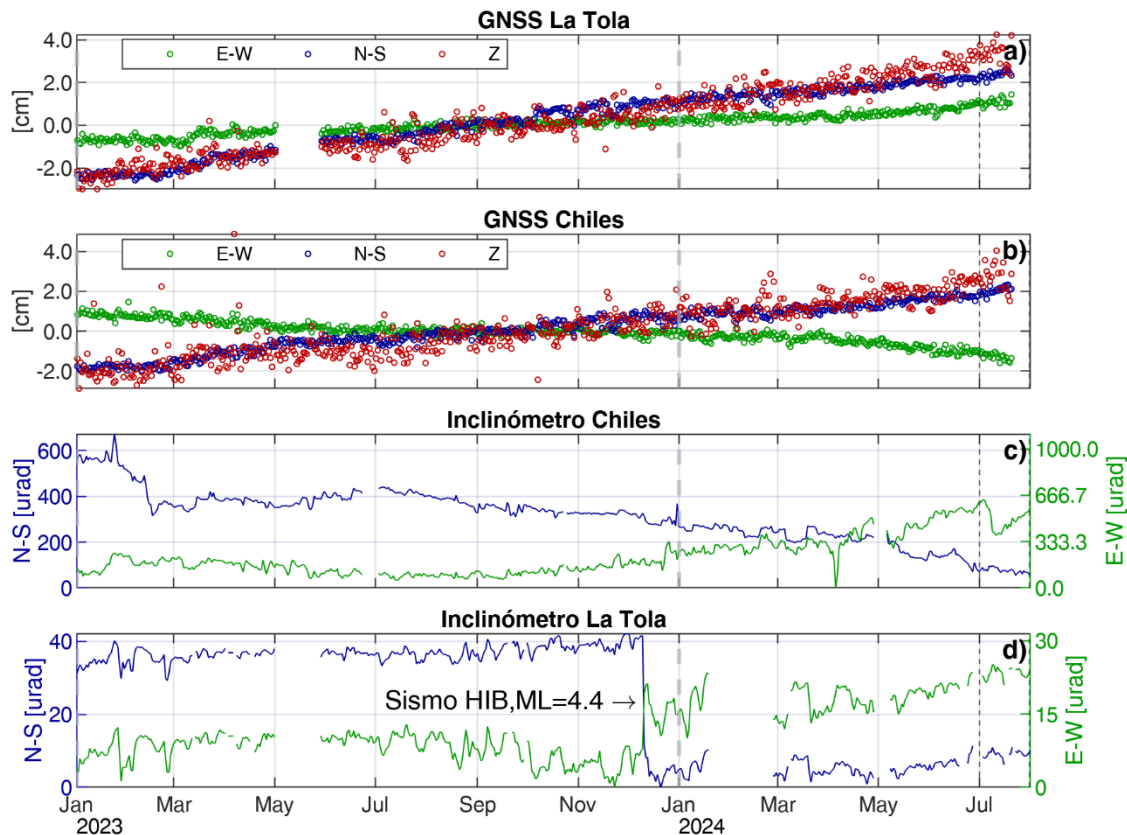


Figura 10. Series de tiempo en el CVCCN entre enero de 2023 hasta julio de 2024. Información de GNSS en la a) estación de Chiles y b) estación La Tola. Información de inclinómetros en c) la estación Chiles y en d) la estación La Tola, resaltando el sismo HIB ocurrido el 11 de diciembre del 2023 con magnitud local 4,4.



La serie temporal del Campo Magnético Terrestre (CMT), en la estación Morro (MOR) muestra un comportamiento estable, al igual que la estación de referencia Kourou (KOU), ubicada en Guayana Francesa, que pertenece a la Oficina Central de Magnetismo Terrestre de Francia (BCMT France, por sus siglas en Frances). El valor promedio del CMT en MOR fue de alrededor de 28.690 nT con variaciones seculares día-noche de alrededor de 70 nT; mientras que KOU tuvo un CMT promedio de 28.450 nT y variaciones día-noche de alrededor de 65 nT. Se registraron también pulsos con variaciones mayores ocasionadas por tormentas geomagnéticas debidas a la actividad magnética del Sol; la de mayor índice ocurrió entre el 29 y 31 d julio, con índice de 7. Sin embargo, la que más perturbó los registros fue la ocurrida entre el 24 y 26 de julio, con índice Kp de 6, generando oscilaciones diarias de 135 nT en MOR y de alrededor de 130 nT en KOU (Figura 11.a, Figura 11.b y Figura 11.d). El procesamiento de la serie muestra para el 2024 una tendencia ligeramente descendente, con un gradiente anual de 54 nT/año, que estaría indicando hasta el momento estabilidad desde esta área de estudio (Figura 11.c).

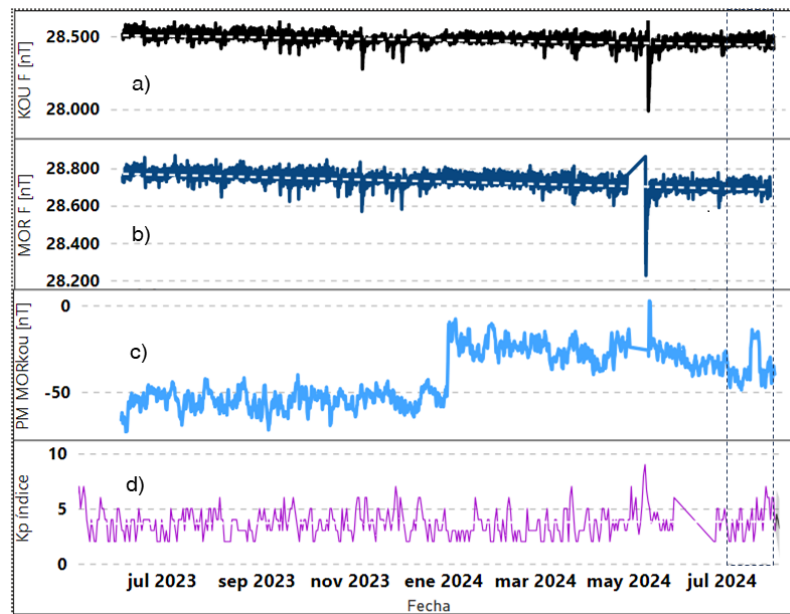


Figura 11. Registro magnético en el CVCCN entre junio 2023 hasta julio de 2024 a) CMT en la estación de la estación de referencia KOU; b) CMT en MOR, emplazada a 2,3 km, al noreste, respecto al volcán Chiles; c) procesamiento de la traza MOR respecto a KOU y d) índice Kp de tormentas magnéticas solares. Se resalta en línea punteada el mes de julio de 2024.



Boletín mensual

En relación con el seguimiento de la temperatura medida con una termocupla en el manantial termal Rincón Bello, ubicado al este-sureste del CVCCN, se observa en la gráfica de la Figura 12 que las oscilaciones de temperatura varían entre 40,5 y 41,5 °C. Estas oscilaciones probablemente son resultado de las condiciones meteorológicas existentes en la zona, aunque en general se mantiene una estabilidad en su comportamiento. Durante el mes de julio de 2024, se registraron máximos de 41 °C, mínimos de 40,8 °C y un valor promedio de 40,9 °C. Además, se realizan campañas de campo para monitorear este parámetro, determinando un valor promedio de 41°C.

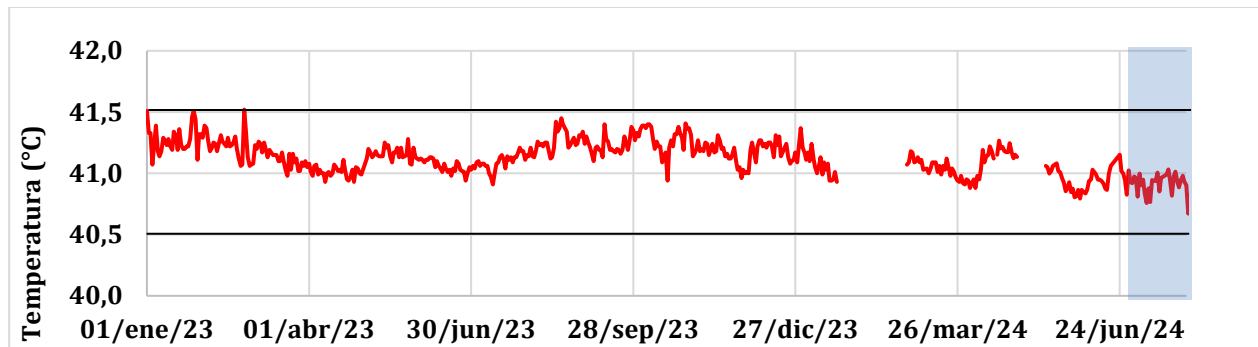


Figura 12. Registro de temperatura en la termocupla Rincón Bello en el periodo de 2023 – 2024. Las líneas negras horizontales resaltan el rango de oscilación y el cuadro azul el mes de julio.

Tabla 5. Valores mínimos, promedio y máximos por mes en el año 2024 para la termocupla Rincón Bello.


Temperatura (°C)	Enero	Febrero*	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Mínimo	40,9	-	40,9	40,9	40,8	40,7	40,8
Promedio	41,0	-	41,0	41,1	40,9	40,9	40,9
Máximo	41,2	-	41,2	41,2	41,0	41,1	41,0

El seguimiento de la actividad sísmica del CVCCN comenzó en el año 2013 por solicitud de las autoridades indígenas del Resguardo de Chiles: Desde finales del 2013 se ha observado una actividad fluctuante en la ocurrencia sísmica, energía sísmica liberada y en el tipo de sismos. El incremento más reciente y notable en la actividad sísmica se observó a partir del marzo de 2023, este comportamiento es similar al registrado en otros episodios de enjambres sísmicos.



Boletín mensual

Hasta la fecha, no se han observado manifestaciones en superficie relacionadas con procesos de emisión de columnas gaseosas. Esta actividad sísmica y de deformación se ha interpretado como resultado de un proceso de intrusión magmática en profundidad que, hasta el momento, no ha tenido manifestaciones relevantes en superficie y ha presentado variaciones pulsátiles en los niveles de ocurrencia y energía sísmica. Se ha observado una migración de focos sísmicos desde el sureste y sur del CVCCN hacia el volcán Chiles, lo cual se ha asociado a una compleja interacción de los sistemas magmáticos e hidrotermal y al tectonismo de la región (fallas geológicas activas). Persiste la probabilidad de que se presenten sismos con magnitudes importantes que podrían ser sentidos por los habitantes de la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro, o que se registren otros tipos de cambios asociados con la evolución de la actividad volcánica. El SGC y el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica del Ecuador continúan con el monitoreo del CVCCN.

La actividad volcánica se mantiene en estado de alerta **Amarilla** : **volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.**



Complejo Volcánico de Cumbal (CVC)



Desde enero de 2020, se ha registrado una actividad sísmica fluctuante. El año 2021 se destacó por tener la mayor cantidad de sismos, con un promedio mensual de 4.300 sismos. Entre 2022 y 2023, la sismicidad disminuyó, con promedios mensuales de 1.900 y 1.200 sismos, respectivamente. En enero de 2023, la ocurrencia sísmica aumentó, registrando un total de 7.500 sismos en el mes. A

partir de ese periodo hasta junio de 2024, la sismicidad mostró una tendencia descendente, alcanzando los valores más bajos en junio del 2024, con un total de 1092 sismos (Figura 13.a). Sin embargo, en julio, la sismicidad presentó un leve incremento, alcanzando 1589 sismos, lo que representa un aumento del 45 % respecto al mes anterior. Según la información de la Tabla 6, los sismos VT fueron los eventos predominantes, representando el 66,5 % de la sismicidad total de julio, seguidos por los TR con un 16,8 % y los LP con un 15,4 %. El 1,3 % restante de la sismicidad estuvo conformado por sismos HIB (1,0 %) y TO (0,3 %).

En marzo de 2020, septiembre de 2021 y diciembre de 2022 se presentó un incremento en la energía liberada debido al incremento en la ocurrencia sísmica. En julio de 2024, la energía liberada presentó una leve disminución de un 14,0 % con respecto al mes de junio, pasando de $2,4 \times 10^{11}$ ergios a $2,1 \times 10^{11}$ ergios (Tabla 7). La evaluación de la actividad, registrada en la Tabla 7 mostró que los eventos TR generaron el mayor aporte de energía con el 72,9 %, seguidos por los sismos VT con el 17,4 %, LP con 7,4 %, HIB con 1,9 % y TO con 0,5 % (Figura 13.c).

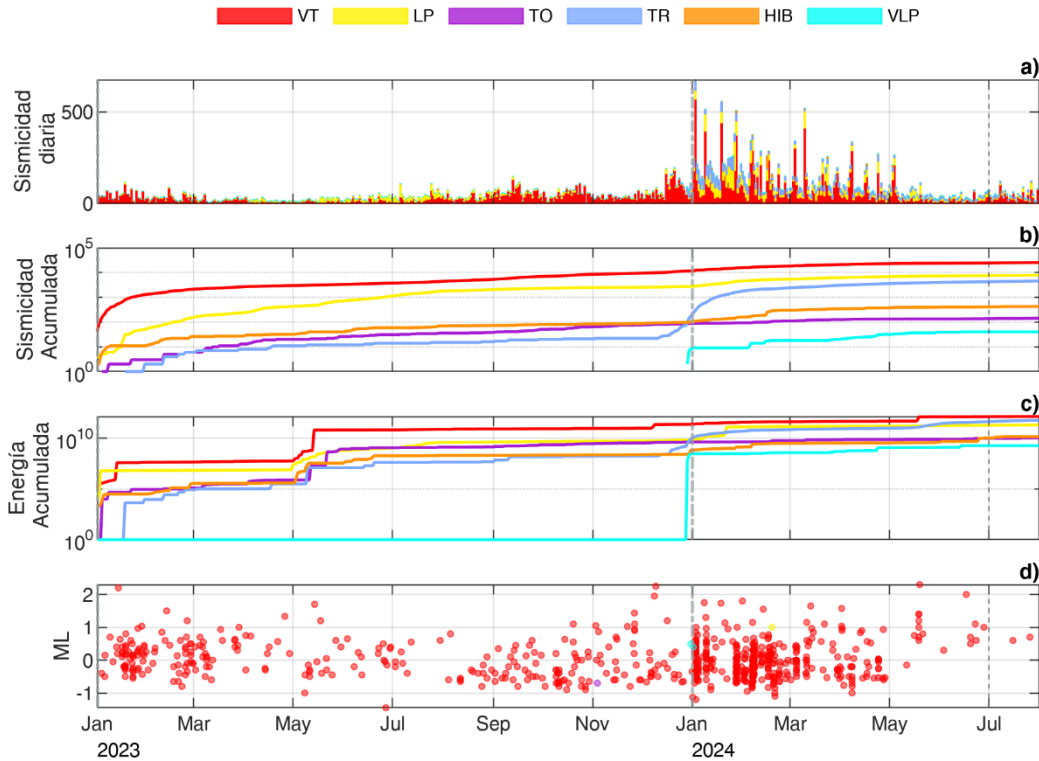


Figura 13. Información de sismicidad y energía liberada en el periodo de ene-2023 a jul-2024 correspondientes al CVC a) barras apiladas de la ocurrencia diaria de sismos (la clasificación de los eventos sísmicos se relaciona con el mapa de color superior), b) sismicidad acumulada, c) acumulado de energía sísmica liberada y d) magnitud local (ML) de sismos localizados. La línea punteada negra vertical indica el inicio del mes en consideración.

Tabla 6. Número de eventos en el CVC para los meses de junio y julio del 2024.

Mes	VT	LP	TO	TR	HIB	VLP	Total
Jun-2024	550	258	3	269	11	1	1092
Jul-2024	1057	244	5	267	16	0	1589

Tabla 7. Energía sísmica liberada en ergios, por eventos registrados en el CVC en junio y julio de 2024.

Mes	VT	LP	TO	TR	HIB	VLP	Total
Jun-2024	$3,8 \times 10^{10}$	$1,7 \times 10^{10}$	$1,9 \times 10^{09}$	$1,8 \times 10^{11}$	$6,6 \times 10^{09}$	$5,7 \times 10^{08}$	$2,4 \times 10^{11}$
Jul-2024	$3,6 \times 10^{10}$	$1,5 \times 10^{10}$	$1,1 \times 10^{09}$	$1,5 \times 10^{11}$	$3,9 \times 10^{09}$	0,0	$2,1 \times 10^{11}$



En el mapa de la Figura 14 se localizaron los dos sismos VT, la baja cantidad de eventos localizados se debe a los bajos niveles energéticos de la sismicidad y también a los inconvenientes que se presentaron en dos estaciones de la red de monitoreo y vigilancia del CVC. La localización del sismo más energético con magnitud de 0,7 tuvo una distancia de 10,7 km al este del cráter La Plazuela y profundidad de 10,4 km (aproximadamente 4.700 m s. n. m.). El segundo evento fue localizado al noreste del cráter La Plazuela a 7,4 km y una profundidad de 2 km.

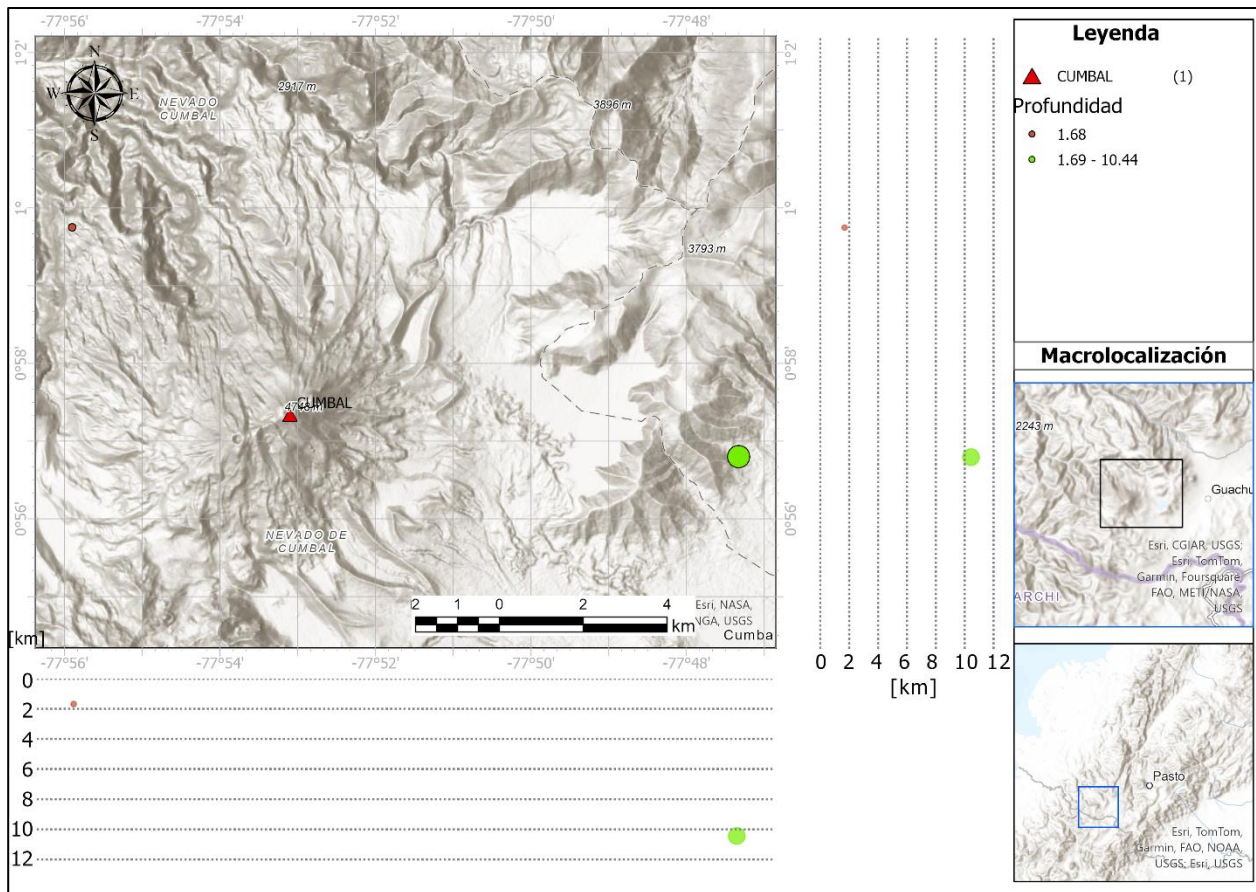


Figura 14. Mapa con la localización de dos sismos en el CVC. Localización de hipocentros (planta y perfiles EW y NS).



En julio se registraron 5 eventos TO; en la Figura 15 se presenta cuatro gráficos relacionados con el procesamiento y análisis de frecuencias complejas del sismo TO ocurrido el día 27 de julio a las 10:49 p.m., el cual tuvo un amortiguamiento asociado con un factor de calidad de 98 para la frecuencia fundamental de 2,75 Hz. El gráfico a) muestra la serie temporal. El gráfico b) representa la serie de tiempo filtrada alrededor de la frecuencia dominante en color azul y la serie sintética en color rojo. El gráfico c) es el espectograma donde se resalta la frecuencia dominante de la serie de tiempo. Finalmente, el gráfico d) corresponde al espectro de frecuencia y su amplitud.

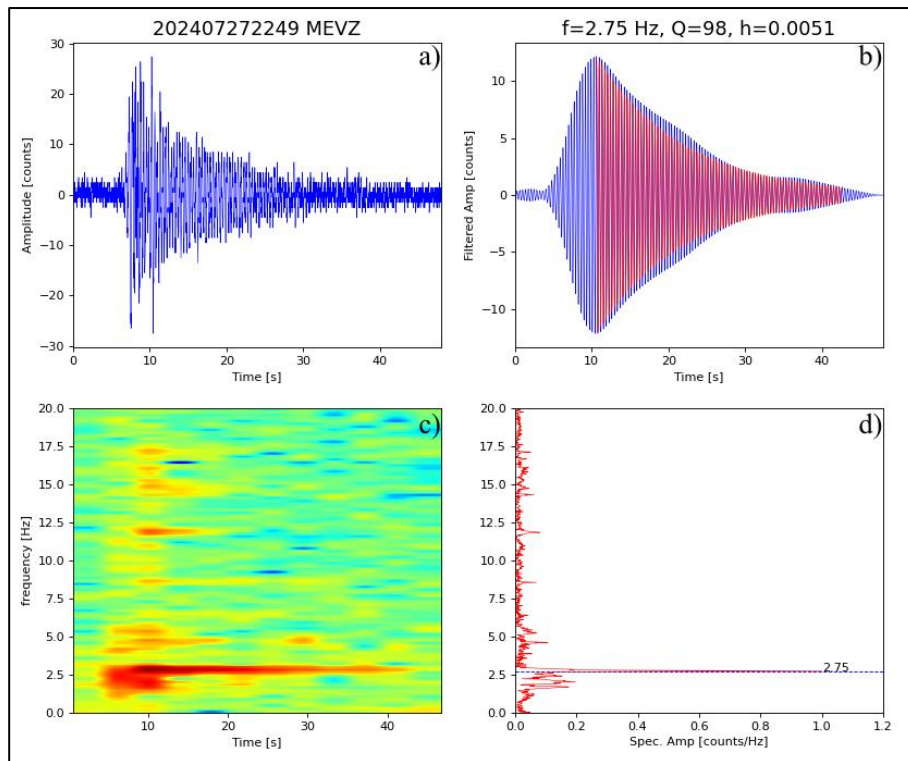


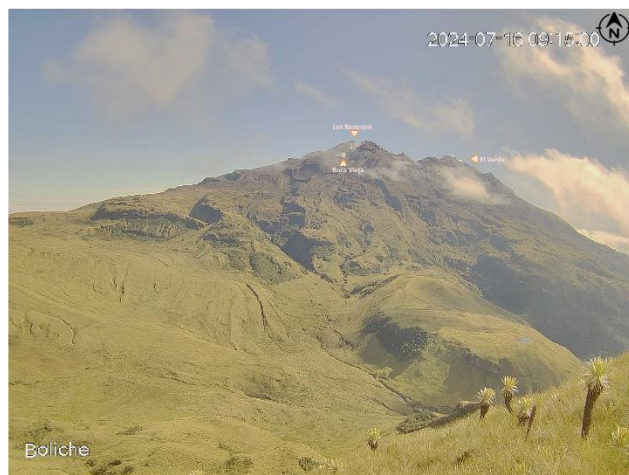
Figura 15. Sismo TO registrado en julio 27 de 2024 por la red de monitoreo sísmico del CVC: a) sismograma original, b) formas de onda filtrada alrededor de la frecuencia 2,75 Hz (azul) y la serie sintética (rojo) c) espectograma y d) espectro de frecuencia



En la Figura 16 registra imágenes de las cámaras instaladas en Boliche y Cumbal, en las que fue posible observar y registrar columnas de gas de color blanco, con altura y dispersión variables de acuerdo con la velocidad y dirección de los vientos en la zona. Durante el mes de julio se logró identificar el campo fumarólico El Verde, ubicado al noreste del CVC, así como los campos fumarólicos Los Rastrojos y Boca Vieja, ubicados al suroeste del CVC. Los demás parámetros geofísicos y geoquímicos del monitoreo volcánico no mostraron variaciones significativas.



a)



b)

Figura 16. Emisiones de gas, desde los diferentes centros fumarólicos del volcán Cumbal a) Registro desde la cámara ubicada en la población de Cumbal b) registro desde la cámara ubicada en el sector Boliche al sur del CVC.

El CVC presenta una actividad caracterizada por fluctuaciones en la ocurrencia, energía y tipo de sismicidad registrada, con la eventual ocurrencia de enjambres sísmicos de baja energía asociados con procesos hidrotermales, los cuales se han mantenido de manera similar desde el inicio de su monitoreo instrumental permanente en 2009.

La actividad volcánica se mantiene en estado de alerta **Amarilla** : **volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.**



Volcán Azufral



La ocurrencia sísmica del volcán Azufral desde 2020 hasta julio de 2024 presentó alrededor de 30 sismos al mes y, en promedio, liberó $1,8 \times 10^{11}$ ergios de energía sísmica mensualmente. A partir de esta información, se determinó que los niveles de ocurrencia sísmica y energía liberada permanecen estables durante el mes de julio de 2024,

registrando un total de 31 sismos VT (Tabla 8) y $2,1 \times 10^{11}$ ergios de energía liberada (Tabla 9).

En la Figura 17.a se grafica en barras apiladas, la sismicidad diaria del volcán Azufral desde enero de 2023. En este periodo predominan los sismos VT, seguidos por LP, HIB y TR. En los meses de julio y junio solo se registraron eventos tipo VT. En general, no se registran cambios relevantes en la energía acumulada durante julio (Figura 17.c). De los 31 sismos VT clasificados, se logró localizar el 74 % de eventos, con rangos de magnitud entre 0,1 y 1,9 (Figura 17.d).

Tabla 8. Número de eventos en el volcán Azufral para los meses de junio y julio del 2024.

Mes	VT	Total
Jun-2024	27	27
Jul-2024	31	31

Tabla 9. Energía sísmica liberada en ergios, por eventos registrados en el volcán Azufral en junio y julio de 2024.

Mes	VT	Total
Jun-2024	$7,6 \times 10^{10}$	$7,6 \times 10^{10}$
Jul-2024	$2,1 \times 10^{11}$	$2,1 \times 10^{11}$

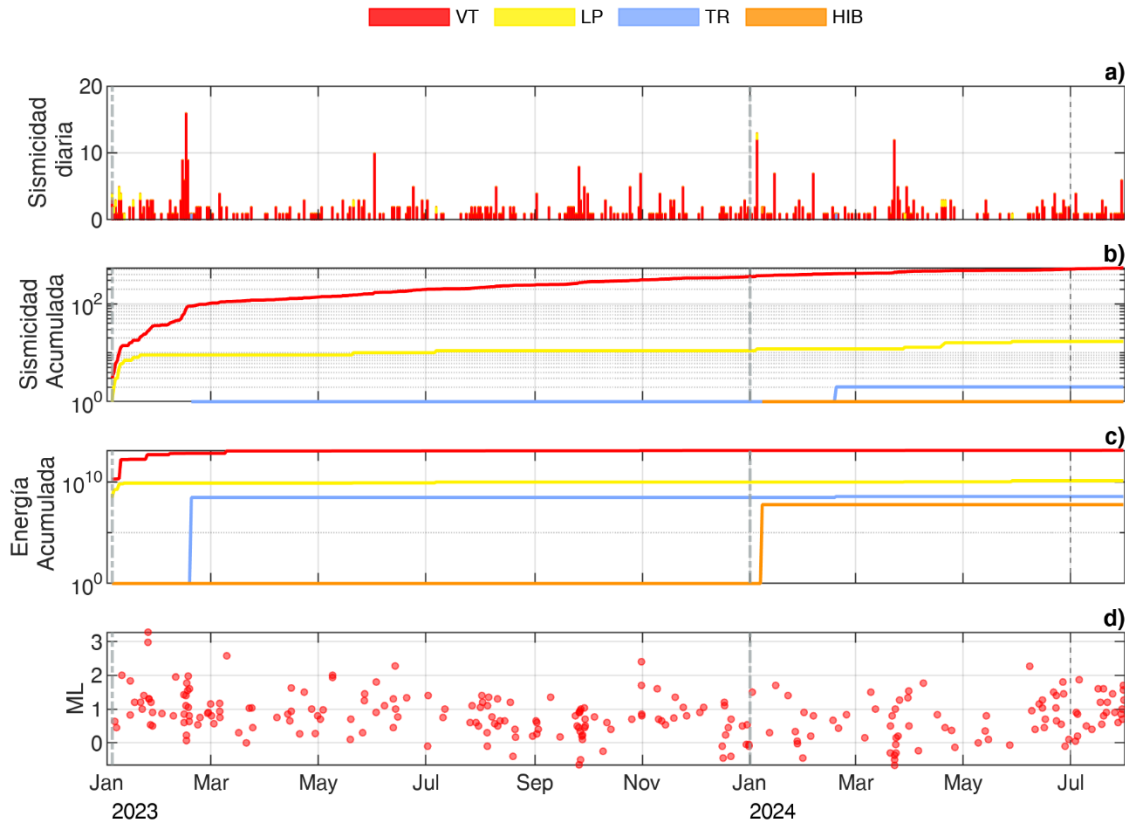


Figura 17. Información de sismicidad y energía liberada en el periodo de ene-2023 a jul-2024 correspondientes al volcán Azufral a) barras apiladas de la ocurrencia diaria de sismos (la clasificación de los eventos sísmicos se relaciona con el mapa de color superior), b) sismicidad acumulada, c) acumulado de energía sísmica liberada y d) magnitud local (ML) de sismos localizados. La línea punteada negra vertical indica el inicio del mes en consideración.

La Figura 18 corresponde al mapa de localización de los 22 sismos VT. La mayoría de los sismos se ubicaron al norte del volcán a profundidades menores de 5,6 km y a un radio de 3,5 km respecto al Domo Mallama (4,000 m s. n. m.). La magnitud máxima de este grupo de eventos fue de 1,7. Los tres sismos restantes se ubicaron de manera dispersa al este, sur y suroeste del volcán a profundidades entre 11,0 y 14,2 km y distancias máximas de 8 km con respecto al Domo Mallama, siendo la magnitud máxima de estos tres eventos de 1,9. Ningún evento fue reportado como sentido por pobladores de la zona volcánica.

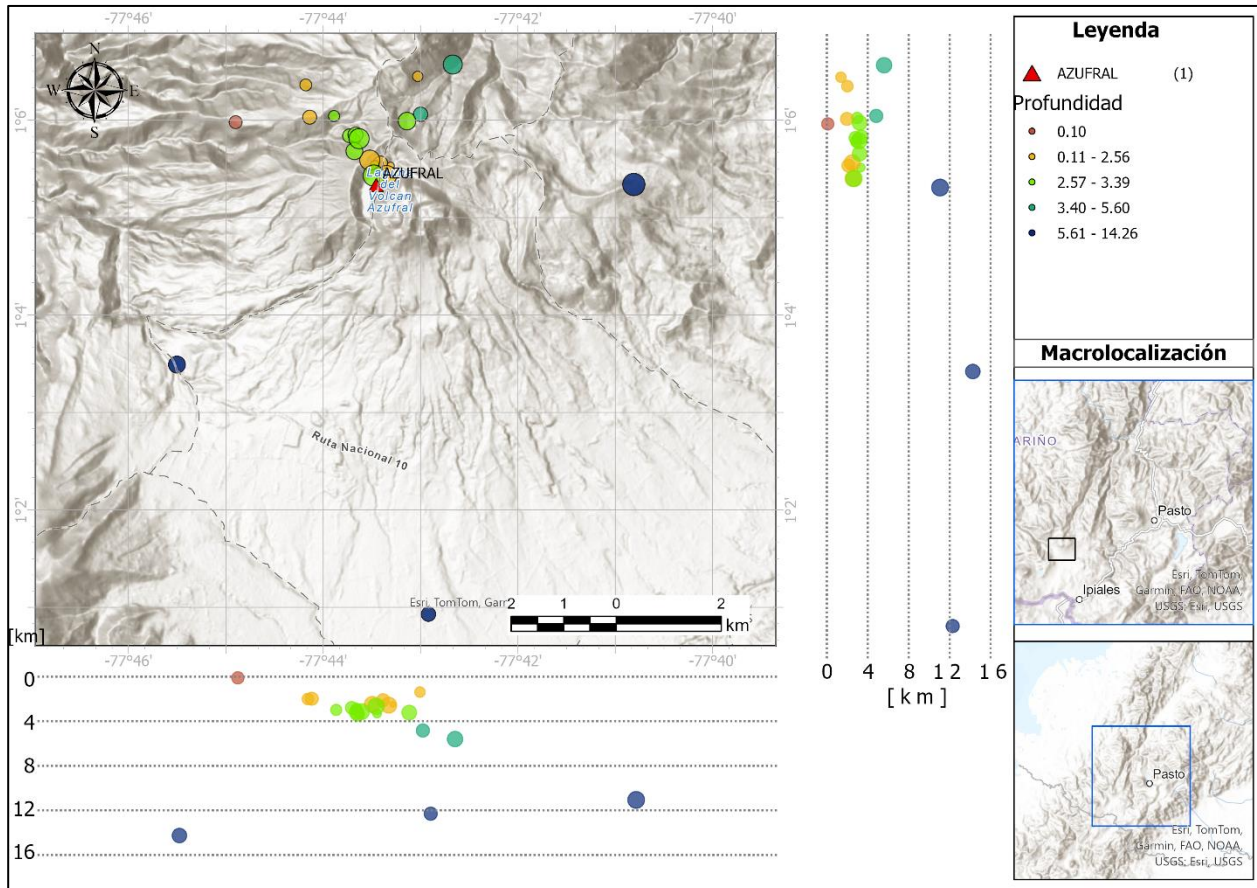


Figura 18. Localización de sismos en el volcán Azufral. Localización de hipocentros (planta y perfiles EW y NS).

Con base en la evaluación de los parámetros de deformación y tomando como ejemplo los datos de los dos GNSS, La Roca ubicada a 1,2 km al este de la Laguna Verde y Ventana, localizada a 2,5 km al noreste respecto a la Laguna Verde, mostrados en las gráficas a) y b) de la Figura 19 desde enero de 2023 hasta julio de 2024, se determinó un comportamiento estable, acorde con los demás parámetros de monitoreo del volcán Azufral.

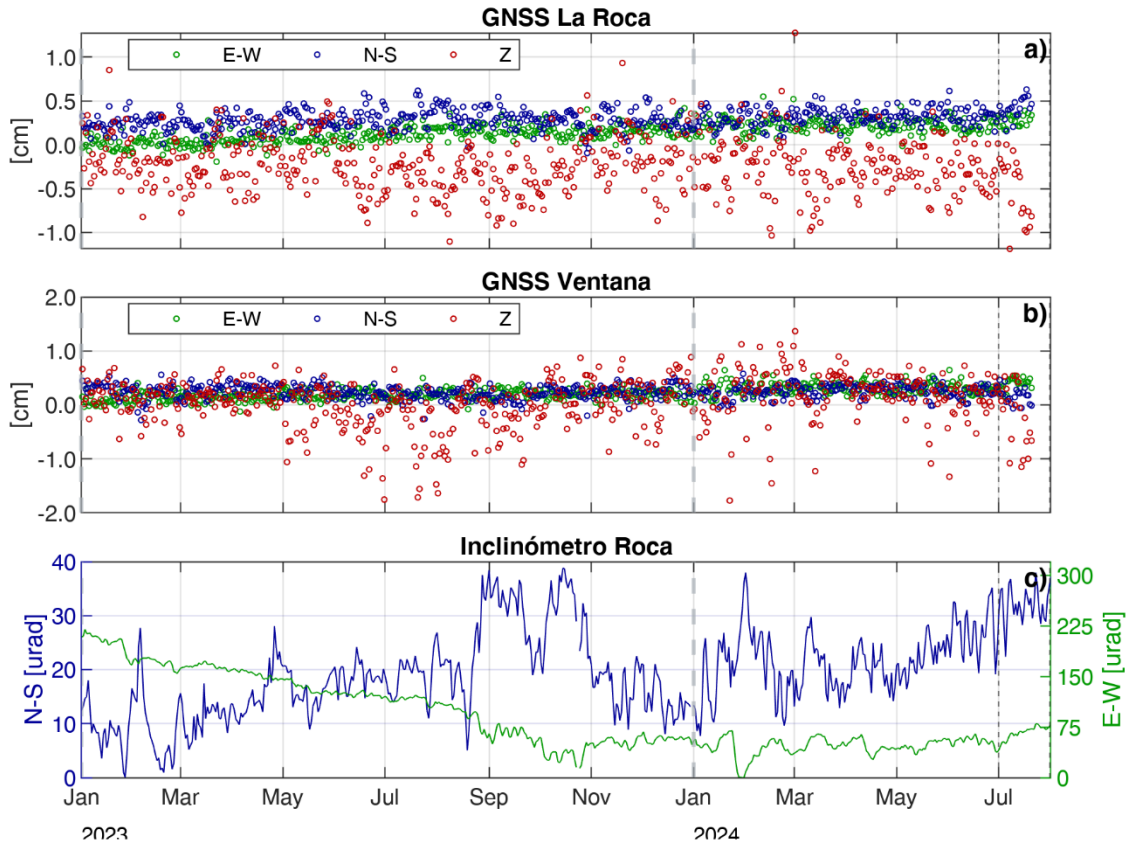


Figura 19. Series de datos de deformación en las estaciones del volcán Azufral entre enero 2023 a julio de 2024 a) Estación GNSS La Roca b) Estación GNSS Ventana y c) Inclinómetro la Roca.

Las series temporales del campo eléctrico horizontal (CEH) de la estación Lobo, ubicada aproximadamente a 2,0 km al sureste de la Laguna Verde del volcán Azufral, mostraron un valor de CEH para julio de 2024 en LOBH, de alrededor de 179 mV, con variaciones máximas en el mes de 5 mV, y un CEH en LOB2H de 100 mV, con variaciones en el mes de hasta 19 mV (Figura 20). Estos son valores bajos y están dentro del comportamiento estable de la actividad, similar al comportamiento de las otras áreas de estudio en este volcán.

Boletín mensual

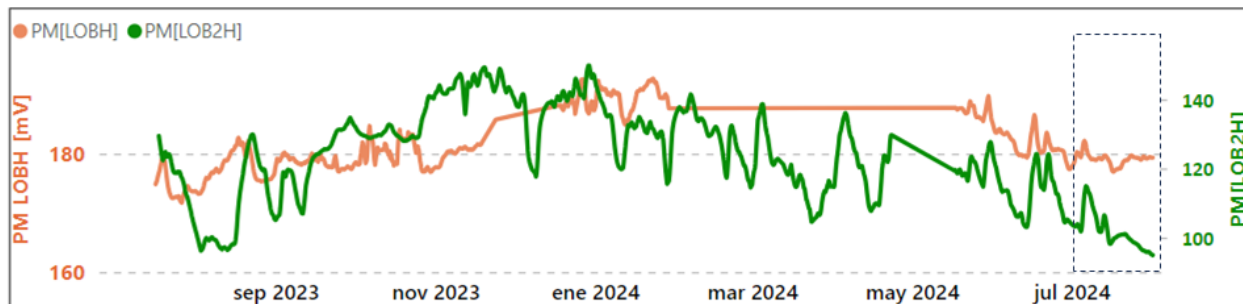


Figura 20. Tendencias del CEH en las estaciones LOBH (naranja) y LOBH2(verde), en el periodo entre julio de 2023 y junio de 2024, resaltando con el cuadro punteado el periodo evaluado.

En el domo Mallama, ubicado al noroeste del cráter del volcán Azufra, se realiza seguimiento de la temperatura mediante termocupla. En general, no se evidencia comportamiento anómalo relacionado con la actividad volcánica. Las oscilaciones observadas se encuentran entre valores de 83,4 °C y 85,3 °C, con un valor promedio de 83,9 °C, muy cercano al valor promedio medido en campañas de campo con termómetro digital portátil (85°C), mostrando así estabilidad en su comportamiento. En comparación con meses anteriores, se observa un leve descenso, debido probablemente a factores externos a la actividad volcánica

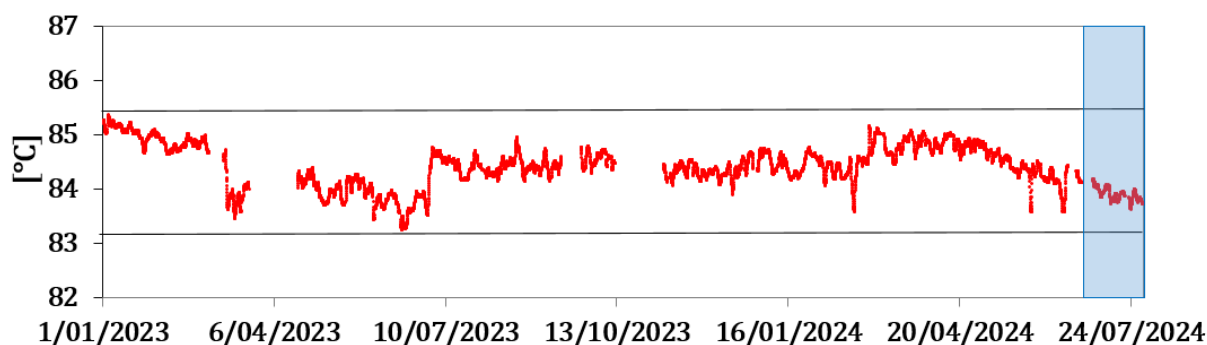


Figura 21. Registro de la temperatura en el Domo Mallama del volcán Azufra en el periodo 2023-2024. Las líneas horizontales indican el rango de oscilación y el cuadro azul, el mes de julio.



Boletín mensual

En julio de 2024, se tuvo registros de emisiones de gas provenientes de los campos fumarólicos del Domo Mallama, con columnas de gas de color blanco, baja altura y muy poca presión en su salida (Figura 22). En los demás parámetros geofísicos y geoquímicos del monitoreo volcánico, no se observaron variaciones significativas.

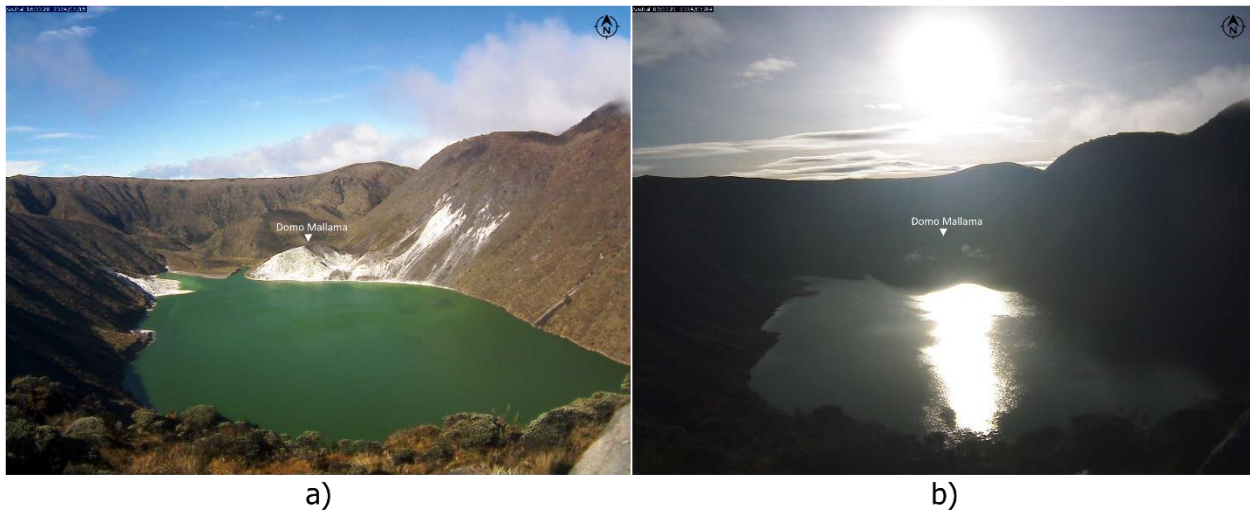


Figura 22. Registros de emisiones de gas en julio 2024, desde los diferentes centros fumarólicos del Domo Mallama.

La actividad volcánica se mantiene en estado de alerta **Verde** ●: **volcán activo en reposo.**



Volcanes Doña Juana y Las Ánimas



Desde su monitoreo en febrero de 2009, los volcanes Doña Juana y Las Ánimas han presentado bajos niveles de ocurrencia sísmica con promedios mensuales de 32 sismos. Del registro histórico, solo se clasificaron más de 100 sismos en los siguientes

meses: noviembre de 2009; febrero, marzo, junio, agosto y septiembre de 2010; octubre y noviembre de 2017 y octubre de 2020. Con respecto a la energía sísmica liberada en este mismo periodo de tiempo, se tiene un promedio mensual de $3,2 \times 10^{14}$ ergios, que en general son valores bajos de energía liberada.

En julio de 2024, la ocurrencia de sismos VT, así como la energía liberada disminuyó en comparación con junio. Además, estos valores también están por debajo de los promedios mensuales históricos (Tabla 10). En la Figura 23.a se observa, para el mes de julio, resaltado con el cuadro de línea punteada, los tres sismos VT clasificados. La sismicidad acumulada de la Figura 23.b y la energía acumulada de la Figura 23.b no presentan variaciones. Aun cuando los registros históricos se tienen eventos clasificados como tipo LP e HIB, en los últimos meses los registros solo se han relacionado con fractura de roca en el edificio volcánico. De los tres sismos clasificados, solo uno fue localizado con una magnitud local de 0,6 (Figura 23.d). En el mapa de la Figura 24, se muestra la localización de este evento, ubicado al noroeste del volcán Las Ánimas a 6,9 km, magnitud de 0,6 y profundidad de 12,4 km, respecto al nivel de referencia de 4.200 m s.n.m. (cercano a la altura de la cima).

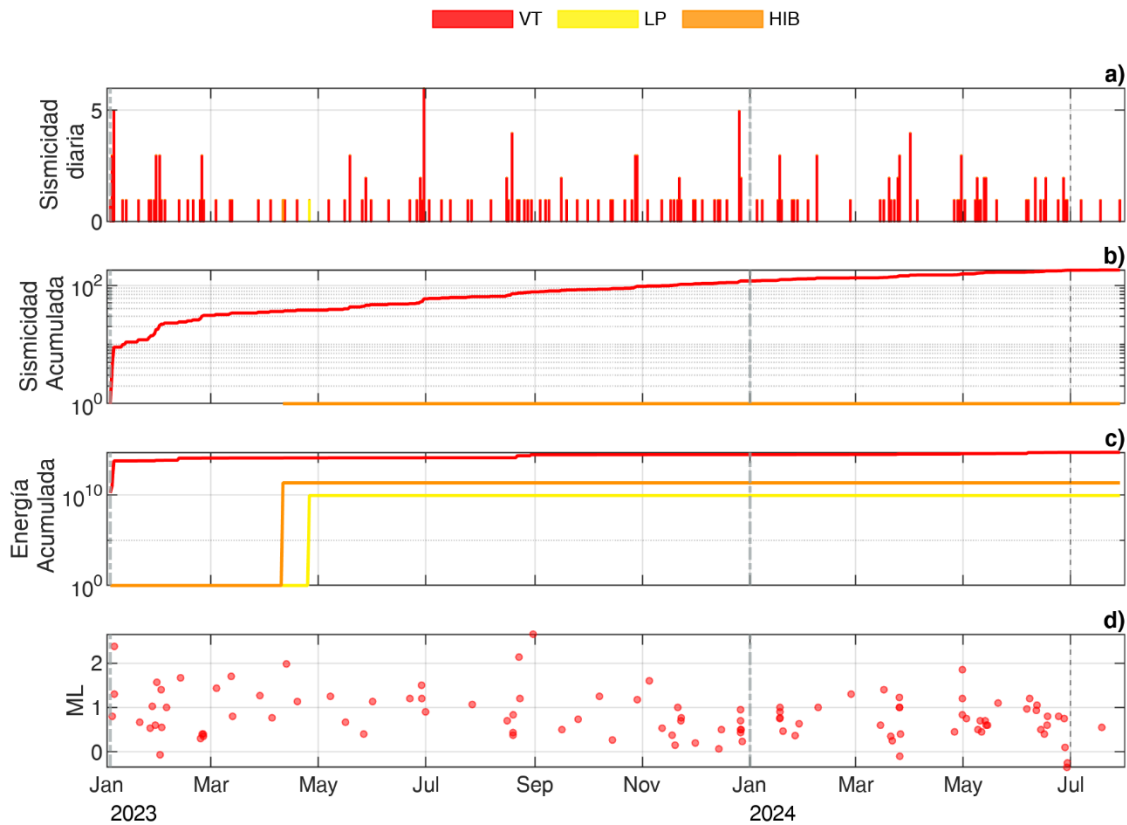


Figura 23. Información de sismicidad y energía liberada en el periodo de ene-2023 a jul-2024 correspondientes al Volcán Doña Juana y el Volcán Las Ánimas a) barras apiladas de la ocurrencia diaria de sismos (la clasificación de los eventos sísmicos se relaciona con el mapa de color superior), b) sismicidad acumulada, c) acumulado de energía sísmica liberada y d) magnitud local (ML) de sismos localizados. La línea punteada negra vertical indica el inicio del mes en consideración.

Tabla 10. Número de sismos VT y energía liberada en junio y julio de 2024.

Mes	VT	
	Número	Energía [ergios]
Jun-2024	13	$1,3 \times 10^{14}$
Jul-2024	3	$1,1 \times 10^{13}$

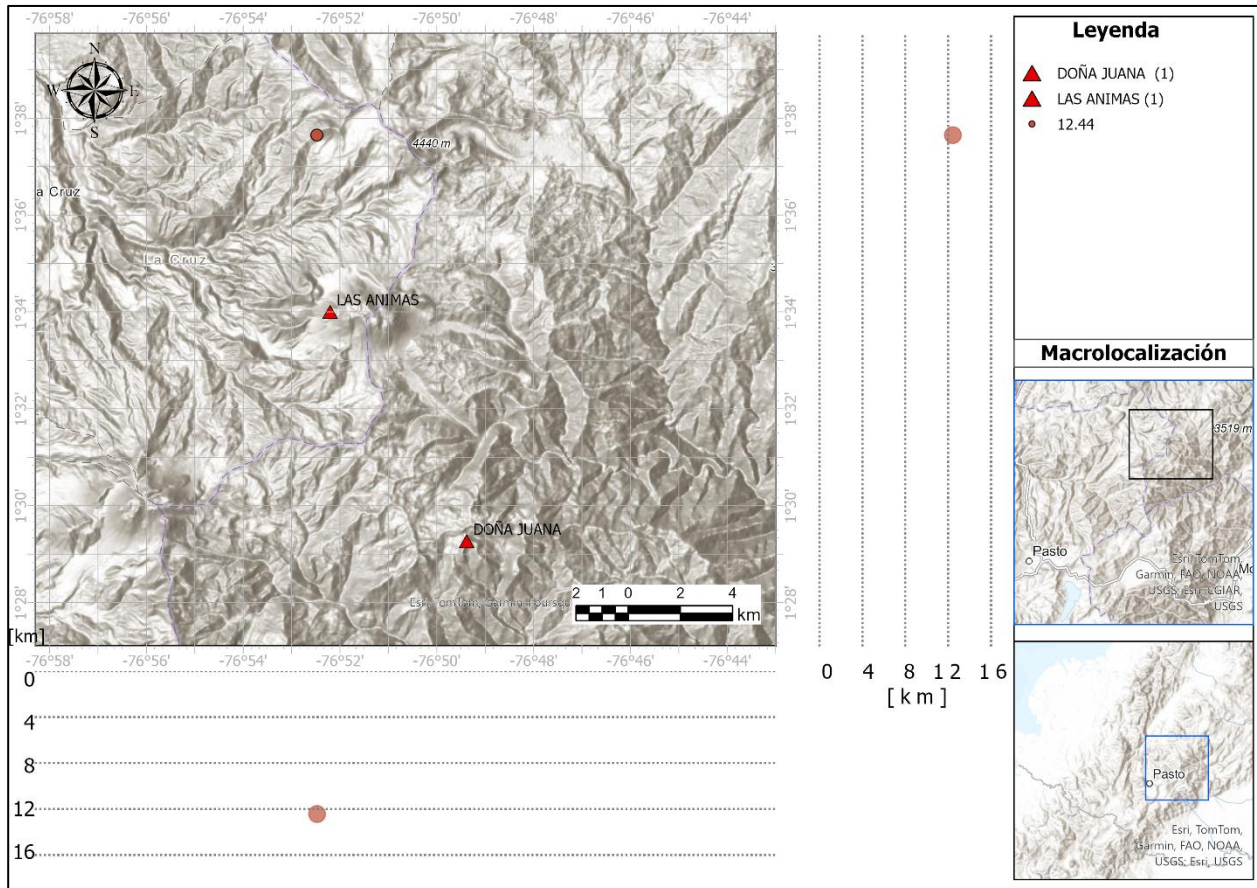


Figura 24. Localización del sismo VT del mes de julio de 2024 en el área de influencia de los volcanes Las Ánimas y Doña Juana. Localización de hipocentros (planta y perfiles este-oeste y norte-sur).

La evaluación de los parámetros de deformación de los volcanes Las Ánimas y Doña Juana indica estabilidad. La Figura 25.a muestra las componentes norte-sur, este-oeste y vertical del GNSS Petroglifo, con un comportamiento estable, la estación está ubicada a 4,6 km al oeste del volcán Las Ánimas. La información del inclinómetro Lavas de la Figura 25.b muestra variaciones estacionales que son provocadas por los cambios anuales en la temperatura.



Boletín mensual

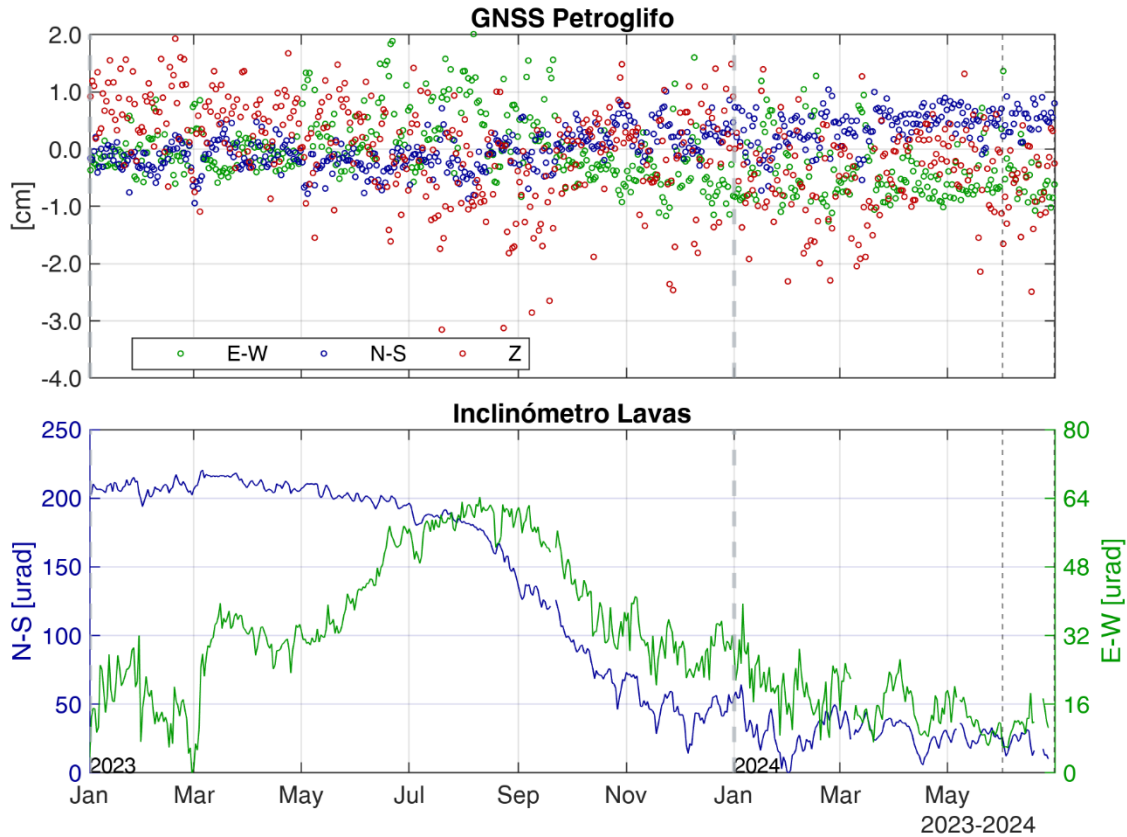


Figura 25. Información de los parámetros de deformación entre enero de 2023 y julio de 2024 a) GNSS Petroglifo y b) Inclinómetro Lavas

La actividad volcánica se mantiene en estado de alerta **Verde** ●: **volcán activo en reposo.**



Campo volcánico monogenético Guamuez – Sibundoy (Putumayo) (CVMGS)



El CVMGS está conformado por varias estructuras volcánicas localizadas en el margen oriental de la Laguna de la Cocha. En la Figura 26 se muestra un mapa con las estructuras

volcánicas, fallas geológicas, fuentes termales y la red de monitoreo del CVMGS.

Algunos de los volcanes que conforman el CVMGS son: Campanero, Victoria, Manoy, Mijoy, Mijoy Bijinchoy, Fuisanoy, Mujundinoy, Corota, Yaku, Guayapungo, Encano, Guamuez, Laurel y Santa Teresita. Investigaciones recientes revelan que el sistema de fallas Algeciras influye significativamente en la distribución y alineación de los volcanes, lo que sugiere que este sistema de fallas regula el ascenso del magma hacia la superficie. El sistema de fallas de Algeciras se caracteriza por un desplazamiento dextral predominante con orientación SW.NE. Este sistema incluye las fallas de Afiladores, San Francisco, Yunguillo, Pitalito y Algeciras (Rivera Lara, 2021). El SGC comenzó la instrumentación de este campo volcánico, instalando una red mínima de estaciones para establecer una línea base del comportamiento volcánico y realizar un seguimiento continuo, con el objetivo de contribuir a la gestión del riesgo volcánico. En la Tabla 11 se muestra las características de dos estaciones, Danta y Bordoncillo. En el mes de junio se presentó un sismo VT relevante en la zona del CVMGS, sin embargo, en el mes de julio no se registraron eventos en esta zona.

Tabla 11. Características de la ubicación de las estaciones para la vigilancia del CVMGS.

Estación	Tipo de Sensor	Componente	Distancia a la Corota [Km]	Ubicación respecto a la Corota	Altitud [m]
Danta	Acelerómetro	Triaxial	19,7	NNE	2101
Danta	Termocupla	Escalar	19,7	NNE	2101
Bordoncillo	Sismómetro	B.A	6,7	NNE	3495

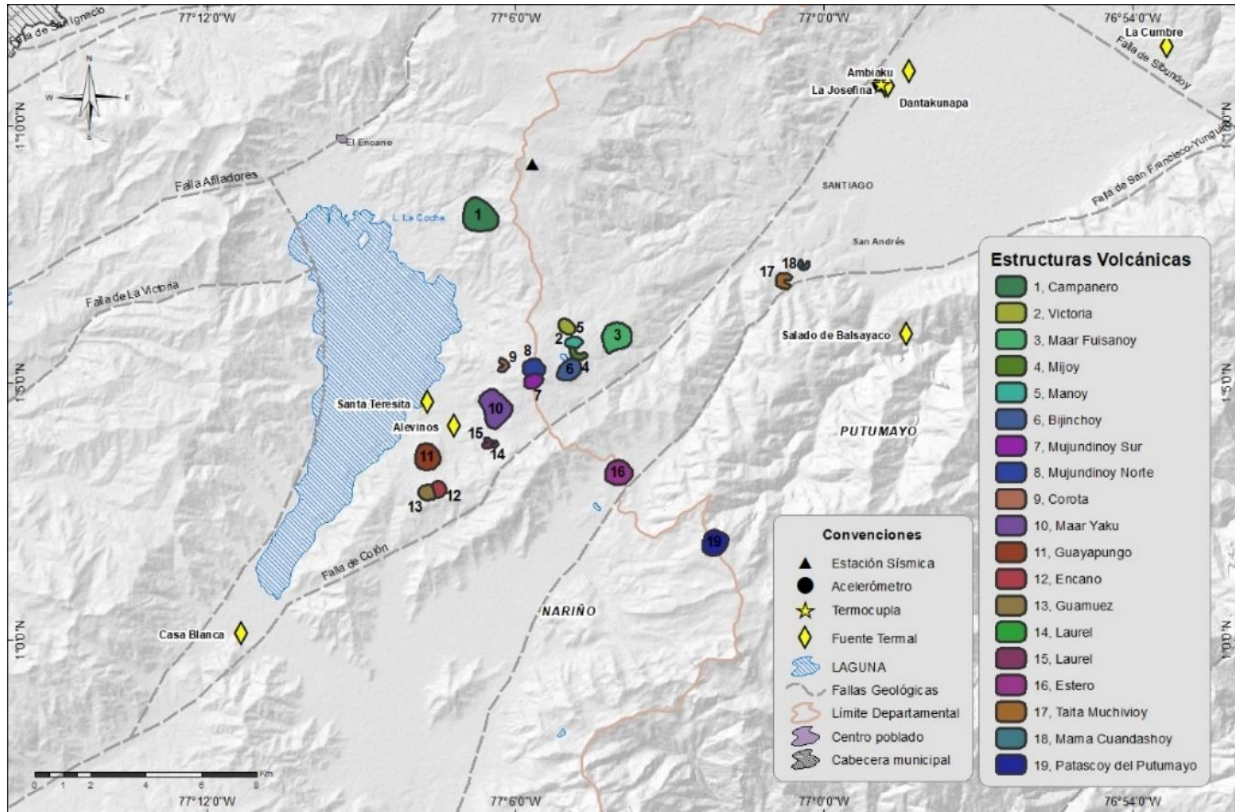


Figura 26. Mapa del área del CVMGS (Putumayo) con la ubicación de las estaciones que conforman la red de monitoreo en sismología, geofísica y fuentes termales; las geofomas asociadas con los volcanes monogenéticos identificados hasta el momento.

En la reserva DantaKunapa (Fundación Kindicocha), localizada en la vereda La Josefina, municipio de Colón, Putumayo, se cuenta con una termocupla, como estación permanente, midiendo la temperatura del suelo en inmediaciones de una fuente termal, en donde se ha medido valores promedio de 34°C, temperatura cercana a los valores que se muestran en el registro de la estación permanente, que se encuentran en un rango de 33,5 a 35,2 °C. Para el mes de julio se observa un leve descenso comparado con meses anteriores, pero dentro de la línea base de comportamiento por lo que se encuentra estable.



Boletín mensual

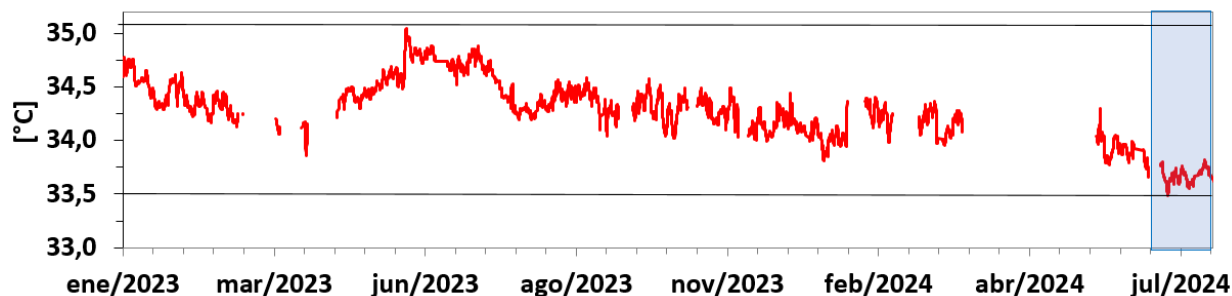


Figura 27. Registro de la temperatura en la estación de Danta, entre enero de 2023 y julio de 2024.

Tabla 12. Promedios mensuales de la temperatura en la termocupla de Danta entre enero y julio de 2024

Temperatura (°C)	Enero	Febrero	Marzo	Abril*	Mayo	Junio	Julio
Mínimo	33,2	33,7	33,6	-	33,8	33,4	33,2
Promedio	34,1	34,2	34,2	-	34,1	33,9	33,7
Máximo	35,2	35,1	35,3	-	34,5	34,8	34,4

La actividad volcánica se mantiene en estado de alerta Verde ●: volcán activo en reposo.



Boletín mensual

El Servicio Geológico Colombiano sigue atento a la evolución del fenómeno volcánico y continuará informando de manera oportuna los cambios observados. Para más información sobre los boletines semanales [visite este enlace](#).

Desde el 14 de septiembre de 2023, de acuerdo con el nuevo esquema de medición de la actividad volcánica en Colombia, la actividad de las 25 estructuras volcánicas activas monitoreadas por el SGC se categoriza en estados de alerta. Puede encontrar más información sobre este cambio haciendo [clic aquí](#).

Elaborado por:

John Makario Londoño
Director Técnico de Geoamenazas

Roberto Torres Corredor
**Coordinador Grupo Trabajo
Evaluación, Monitoreo y Diagnóstico de
Dinámicas Geológicas**

Lourdes Narvárez Medina
Líder OVSPA

Adriana Ortega Estupiñán
Andrés Martínez
Andrés Vallejo
Angie Eraso Obando
Betty Silva Parra
Darío Arcos Guerrero
Diego Gómez Martínez
Daniela Tobar Arcos
Diana Viveros Melo
Ingrith Realpe Ordoñez

John Meneses Muñoz
Jairo Ortiz Valencia
Karla Kreisberger Ortiz
Jessica Timarán Mera
Leidy Solano Trullo
Omar Cotazo
Oscar Cadena Ibarra
Paola Narvárez Obando
Patricia Ponce Villarreal
Richard Mier Portilla