

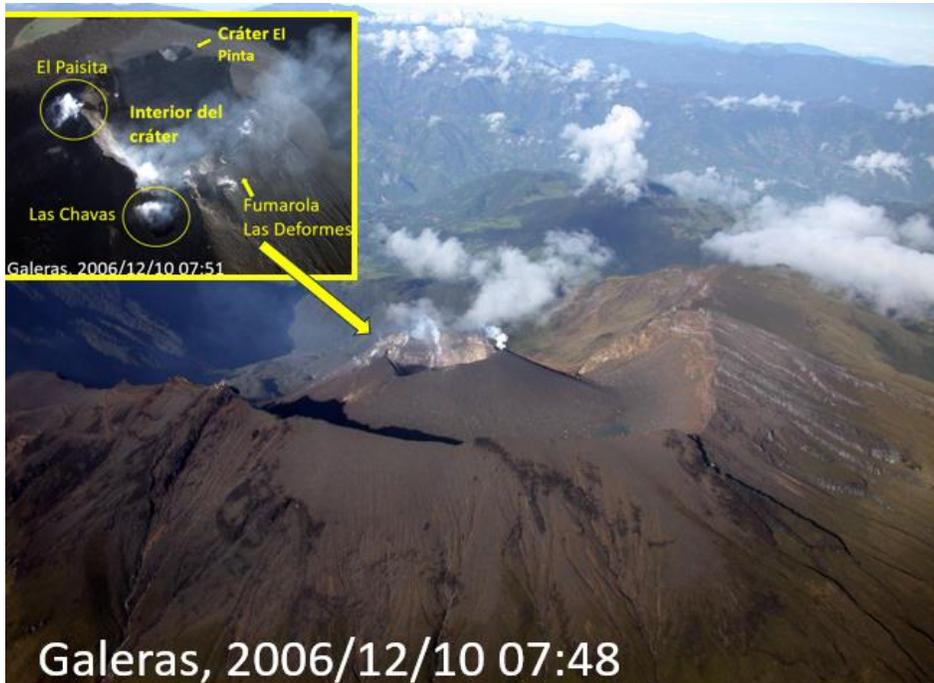


Pasto, 15 de julio 2024, 2:00 p. m.

Actividad volcánica del segmento sur de Colombia

Del seguimiento de la actividad volcánica durante el mes de junio, 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)



La actividad sísmica del Complejo volcánico de Galeras (CVG), mantuvo niveles bajos de ocurrencia, con un promedio mensual en lo transcurrido de 2024 de alrededor de 1550 sismos, predominando en cada mes la ocurrencia de los sismos asociados con fractura de roca (VT),

tal como se puede apreciar en las barras diarias apiladas por sismos tipo (Figura 1a). En comparación con el mes anterior, en junio la actividad sísmica mostró un muy ligero incremento en ocurrencia pasando de 1280 a 1338. De esta sismicidad, 828 eventos, que corresponden al 61,9 %, se asociaron con procesos de fractura de roca; 314 sismos asociados con tránsito de



Boletín mensual

fluidos de fuente transitoria (Largo período, LP) corresponden al 23,5 % de la sismicidad del mes y 169 sismos relacionados con tránsito de fluidos de fuente persistente (Tremor, TRE) representan el 12,6 %. Los dos tipos de eventos restantes, que tuvieron una ocurrencia mínima en junio fueron los eventos que combinan procesos de fractura de roca con tránsito de fluidos, denominados sismos híbrido (HIB), que en junio se registraron 15 y que corresponden al 1,1 % de la sismicidad del mes. El 0,9 % restante corresponden al registro de 12 eventos de largo periodo tipo tornillo (TOR) caracterizados por un decaimiento lento de sus oscilaciones armónicas, que a pesar de su baja ocurrencia resalta el cambio en el transcurso del mes tanto en número como en energía sísmica liberada (Figura 1, Tabla 1). En cuanto a la energía sísmica total, disminuyó en casi un orden de magnitud, pasando de un valor de $2,1 \times 10^{14}$ ergios en mayo a $3,6 \times 10^{13}$ ergios en junio de 2024, lo que sugiere que muchos de los sismos fueron de baja energía (Tabla 2) a pesar de que el número de eventos incremento ligeramente. Los sismos más energéticos fueron los VT, aunque las magnitudes fueron menores o iguales a 2,2, seguidos en su orden por los TRE, TOR, LP e HIB (Figura 1, Tabla 2).

Se localizaron 78 sismos VT, concentrados la mayoría en inmediaciones del cráter volcánico, a distancias hasta 1 km y profundidades menores de 3,5 km respecto de la cima volcánica (aproximadamente 4.200 m s.n.m.), los que tuvieron magnitudes locales máximas de 0,6. Una segunda fuente se ubicó entre 4,5 y 6,5 km al noroccidente del cráter, profundidades entre 2,0 y 7,2 km respecto de la cima volcánica y magnitudes máximas de 2,2, siendo los más resaltables dos que ocurrieron el 24 y 30 de junio; el primero de ellos ubicado a 4,5 km al occidente-noroccidente del cráter y a 4,1 km de profundidad y el segundo a 4,6 km también al occidente-noroccidente y a 6,9 km de profundidad. Otros pocos sismos se ubicaron dispersos, a distancias hasta 19,5 km, profundidades de hasta 15,6 km y magnitudes de hasta 1,2 (Figuras 1 y 2).

En junio se destaca también la ocurrencia de 12 sismos TOR, caracterizados por presentar decaimiento lento en la coda y distribución de energía principalmente concentrado en sus armónicos. En la Figura 3 se muestra el registro y contenido frecuencial de un TOR ocurrido el 16 de junio de 2024 a las 6:27 p.m., que tuvo un amortiguamiento asociado con un factor de calidad de 87 para la frecuencia más baja de 2,05 Hz.



Los datos suministrados por las redes de deformación y geoquímica mantienen el comportamiento estable que ha mostrado desde varios años atrás. En la Figuras 4 se muestra el comportamiento de algunos de los registros desde enero 2023 hasta junio 2024.

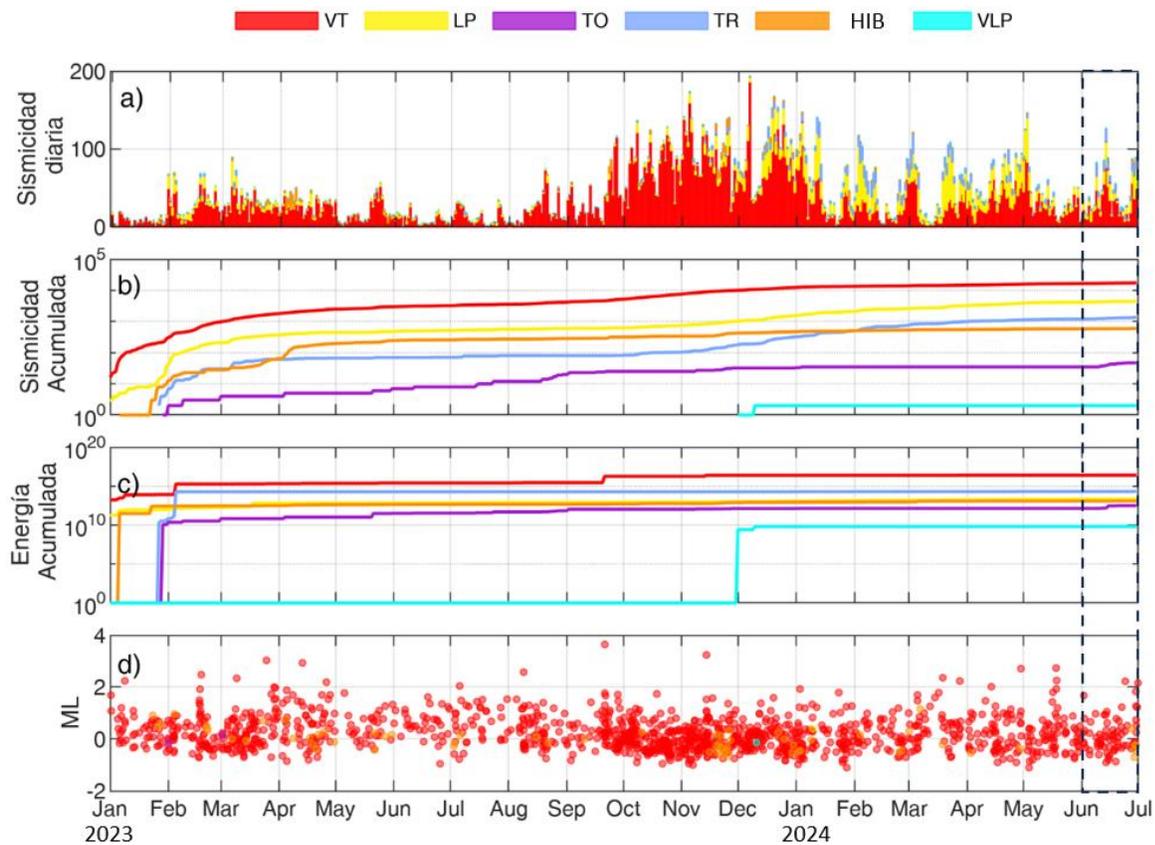


Figura 1. Histogramas a partir de 2023 a junio 2024 correspondientes al volcán Galeras: a) ocurrencia sísmica diaria de los eventos tipo (ver el color asociado en la parte superior), b) acumulado de ocurrencia, c) acumulado de energía sísmica liberada, d) magnitud local (ML) de sismos localizados. La línea negra vertical a trazos indica el inicio del mes en consideración.



Tabla 1. Número de eventos en el volcán Galeras para los meses de mayo y junio de 2024.

Periodo Evaluado	HYB	LPS	TOR	TRE	VT	TOTAL
Mayo 2024	7	330	0	65	878	1.280
Junio 2024	15	314	12	169	828	1.338

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

Periodo Evaluado	HIB	LPS	TOR	TRE	VT	TOTAL
Mayo 2024	$3,9 \times 10^{10}$	$1,2 \times 10^{12}$	0	$7,7 \times 10^{11}$	$2,0 \times 10^{14}$	$2,1 \times 10^{14}$
Junio 2024	$2,5 \times 10^{11}$	$8,8 \times 10^{11}$	$1,8 \times 10^{12}$	$2,5 \times 10^{12}$	$3,1 \times 10^{13}$	$3,6 \times 10^{13}$

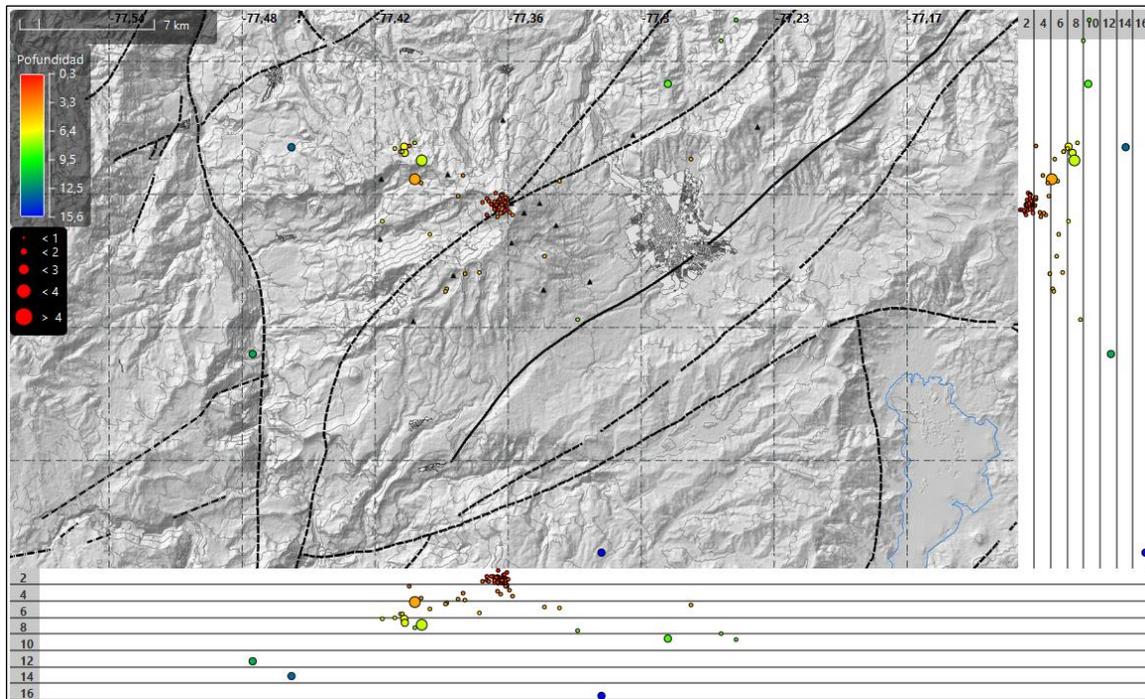


Figura 2. Hipocentros (planta y perfiles este-oeste y norte-sur), de sismos VT en la zona del complejo volcánico del Galeras en el periodo de junio de 2024.

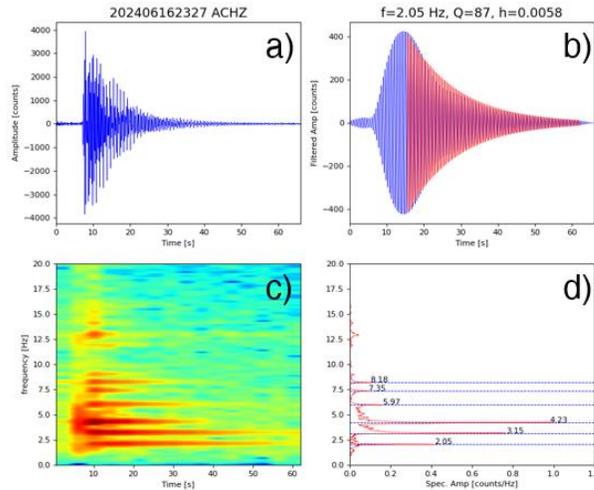


Figura 3. Sismo TOR registrado en junio 16 por la red de monitoreo sísmológico de Galeras: a) sismograma original b) formas de onda observadas filtrada a la frecuencia de 2,05 Hz en color azul y sintética en color rojo, d) espectrograma y e) espectro.

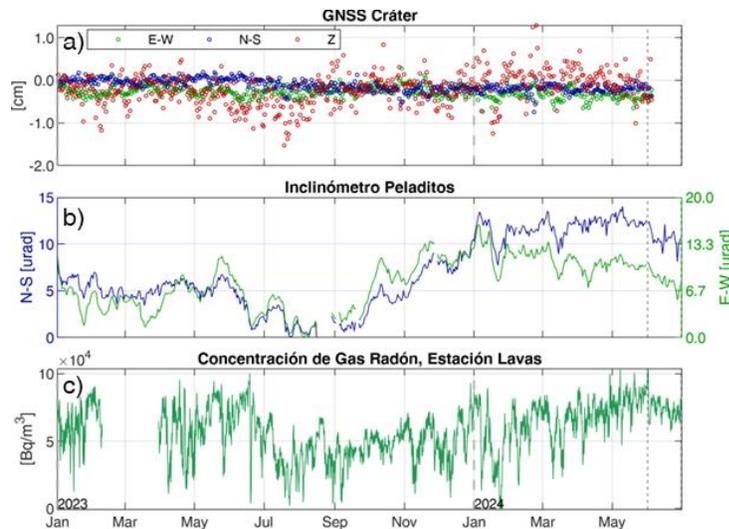


Figura 4. Series de tiempo de parámetros de deformación y geoquímica en el volcán Galeras entre enero 2023 y junio 2024: a) GNSS de la estación Cráter localizada a 1,5 km al sureste del cráter b) Inclínometro de la estación Peladitos ubicado a 1,4 km al sureste y c) concentración del isótopo radón-222, en la estación Lavas, emplazada a 4,5 km al noreste.



Durante junio de 2024 se registraron columnas de emisión de gases de color blanco, 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 (Figura 5).



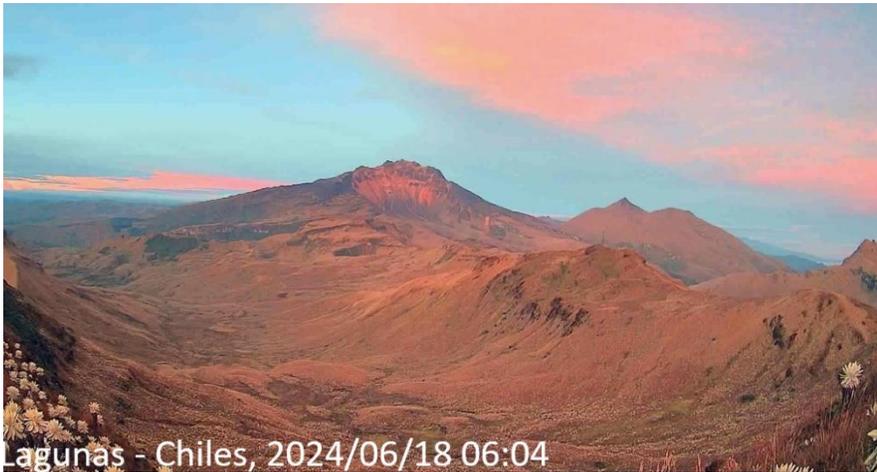
Figura 5. Emisión de gases desde los diferentes centros de emisión del cráter y campos fumarólicos de los alrededores en el volcán Galeras.

En este periodo de actividad, el CVG se caracteriza por presentar una sismicidad predominantemente tectónica y la ocurrencia esporádica de enjambres sísmicos de baja energía asociados con procesos hidrotermales, con algunas manifestaciones de emisiones de gases 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.**



Complejo Volcánico Chiles Cerro Negro (CVCCN)



Desde mediados de enero de 2024, tanto la ocurrencia como la energía sísmica liberada en el CVCCN mostraron valores más bajos que los registros en 2023. A inicios de marzo de 2023 se presentó un incremento súbito en estos parámetros sísmicos, con

una ocurrencia máxima mensual de alrededor de los 77.600 eventos. Este valor fue disminuyendo de manera paulatina y con algunas ligeras fluctuaciones. La sismicidad mensual promedio para el 2023 fue alrededor de 31.200 sismos por mes, sin considerar los meses de enero, febrero y septiembre, que tuvieron muy baja sismicidad (Figura 6a). En el periodo entre febrero y junio de 2024, la sismicidad promedio mensual fue de alrededor de los 3.400 eventos; en este caso no se consideró enero de 2024 porque venía de un proceso de alta sismicidad, con un total de alrededor de los 10.900 sismos. En el mes evaluado se registró un leve incremento respecto al valor promedio del año, totalizando 4.392 sismos, valor que incrementó en un 61 % respecto a mayo de 2024. La sismicidad registrada en junio continuó con el predominio de los procesos asociados con la fractura de roca, registrando un total de 3.715 VT que representan el 84,6 % de la sismicidad del mes. En comparación con la ocurrencia de los VT, los demás tipos de sismos tuvieron bajo registro así: 349 VLP que representan el 7,8 % de la sismicidad, 250 LP que corresponden al 5,7 % de ocurrencia, 75 HIB que son el 1,6 % y tan solo 13 TRE con un 0,3 % de aporte al total de la sismicidad (Figuras 6a y 6b, Tabla 3). El 24 de junio se tuvo la mayor ocurrencia con 546 sismos, de los cuales 495 fueron VT, 41 VLP y 10 eventos entre HIB y LP. El sismo más energético del mes se presentó ese día siendo un VT con magnitud local de 3,6 (Figura 6d, Tablas 3).

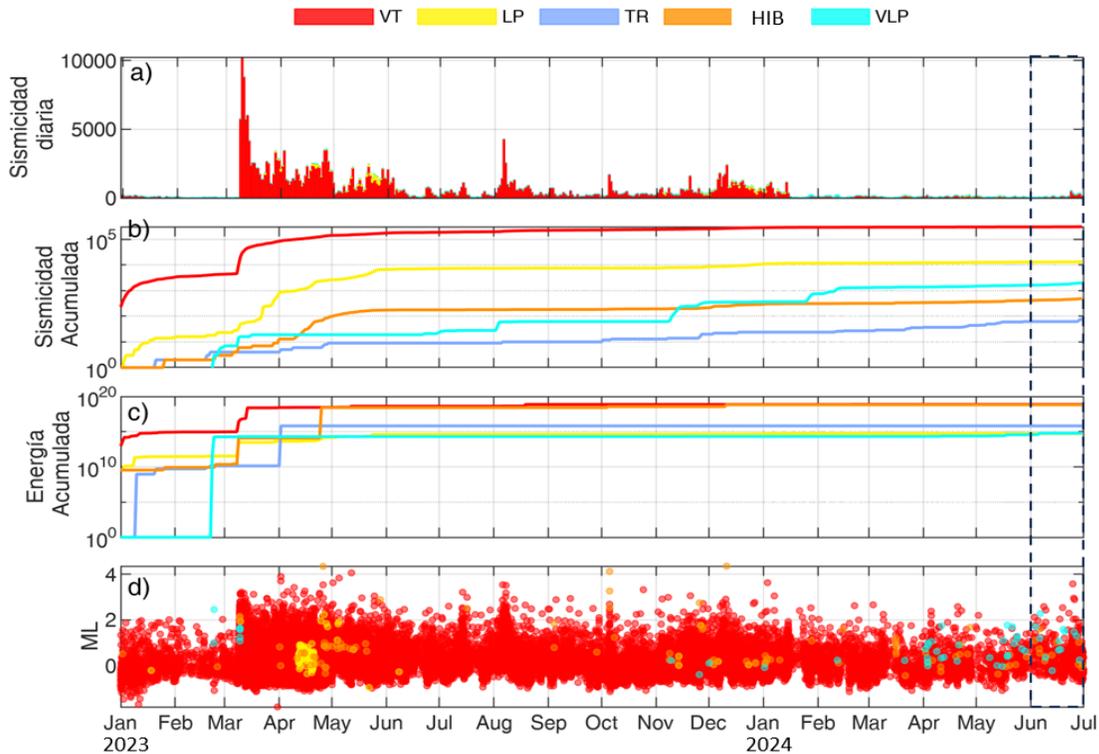


Figura 6. Histogramas en el CVCCN desde enero 2023 a junio 2024 de: a) ocurrencia sísmica diaria de los eventos tipo (ver barras de colores en la parte superior), b) acumulado de ocurrencia, c) acumulado de energía sísmica liberada, d) magnitud local de sismos localizados.

Tabla 3. Número de eventos en el CNCCN para los meses de mayo y junio de 2024.

Periodo Evaluado	HIB	LPS	TRE	VLP	VT	TOTAL
Mayo	49	353	18	156	2.094	2.670
Junio	72	250	13	342	3.715	4.392

La energía sísmica liberada por los eventos registrados en junio de 2024 incrementó en más de dos órdenes de magnitud con respecto a mayo de 2024 (Figura 6c, Tabla 4). Al igual que en la ocurrencia sísmica, la mayor contribución en los niveles energéticos de junio fue por los eventos VT, que aportaron con el 99,7% del total de la energía, mientras que, el porcentaje acumulado



de la energía de los demás tipos de eventos (HIB., LP, TRE y VLP) sumaron solamente el 0,3% de la correspondiente del mes (Figura 6c, Tabla 4).

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

Periodo Evaluado	HIB	LPS	TRE	VLP	VT	TOTAL
Mayo	$3,8 \times 10^{11}$	$1,4 \times 10^{12}$	$6,5 \times 10^{10}$	$1,3 \times 10^{14}$	$4,3 \times 10^{13}$	$1,7 \times 10^{14}$
Junio	$4,0 \times 10^{12}$	$1,5 \times 10^{12}$	$6,5 \times 10^{10}$	$2,3 \times 10^{14}$	$8,6 \times 10^{16}$	$8,7 \times 10^{16}$

En junio se localizaron 748 sismos. La fuente sísmica más resaltante se ubicó epicentralmente en la zona de colapso del flanco norte del volcán Chiles y se extendió hasta distancias de 2,3 km con relación a la cima, con profundidades entre 1,3 y 5 km respecto a la altura de su cima (aproximadamente 4.700 m s.n.m.). Los sismos más energéticos de esta fuente acontecieron el 24 de junio a las 5:12 p.m. y el 25 de junio a las 7:05 a.m., con magnitudes locales de 3,6 reportado como sentido por pobladores del municipio de Cumbal y 2,9 respectivamente. El primero de estos sismos se ubicó a 1,3 km de la parte alta de Chiles, con profundidad de 3,0 km respecto de su cima, y el segundo evento localizado a 1,6 km al noreste de Chiles y a una profundidad de 3,2 km. Al sur de la cima de Chiles, se distinguen dos fuentes de focos sísmicos, una más concentrada y próxima entre los 0,5 y 5,0 km, y otra más dispersa y ubicada entre los 7 y 11 km del volcán Chiles; las profundidades de los sismos localizados en esta fuente están entre los 3,5 y 12,0 km respecto de su cima y, el sismo más energético ocurrió el 8 de junio a las 6:58 a.m. con magnitud local de 2,6 (Figuras 6d y 7).

En junio continuó el registro de sismos de muy largo periodo (VLP), con 342 eventos que corresponden al 7,8% del total de la sismicidad del mes, incrementando respecto a mayo en 54,4 % (Tabla 3). Los eventos se ubicaron en inmediaciones de la zona de colapso en el flanco norte del volcán Chiles, a profundidades hasta de 4,7 km y magnitud local máxima de 2,3 (Figura 8). El evento más energético se presentó el 6 de junio a las 5:09 a.m., tuvo una frecuencia dominante de 0,22 Hz y se registró en todas las estaciones de monitoreo sísmico ubicadas en el departamento de Nariño (Figura 9).

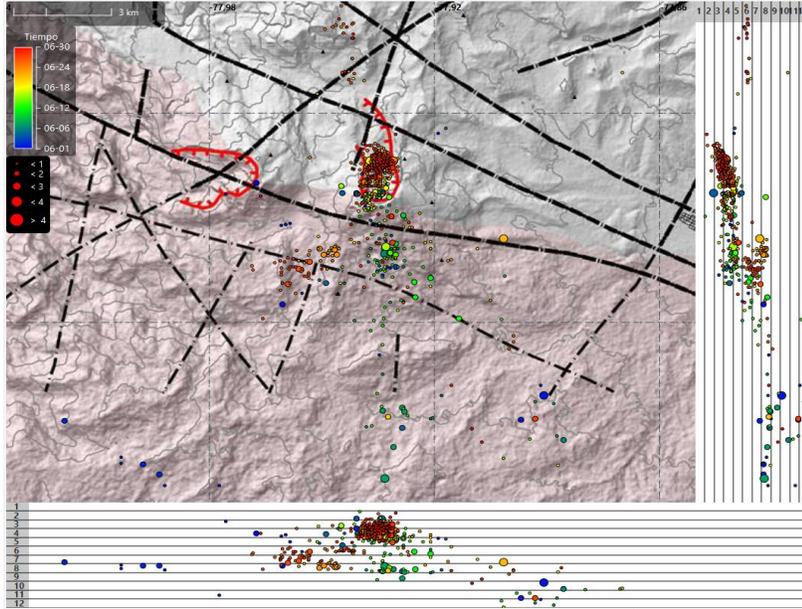


Figura 7. Localizaciones de eventos VT en la zona del CVCCN, en el periodo de junio de 2024.

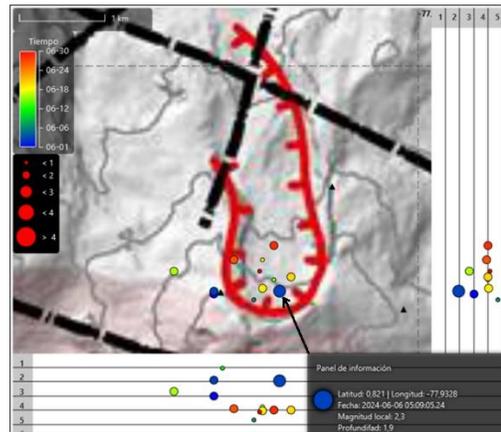


Figura 8. Localizaciones de 13 eventos VLP en la zona del CVCCN, en el periodo de junio de 2024. Se resalta el sismo de mayor magnitud.

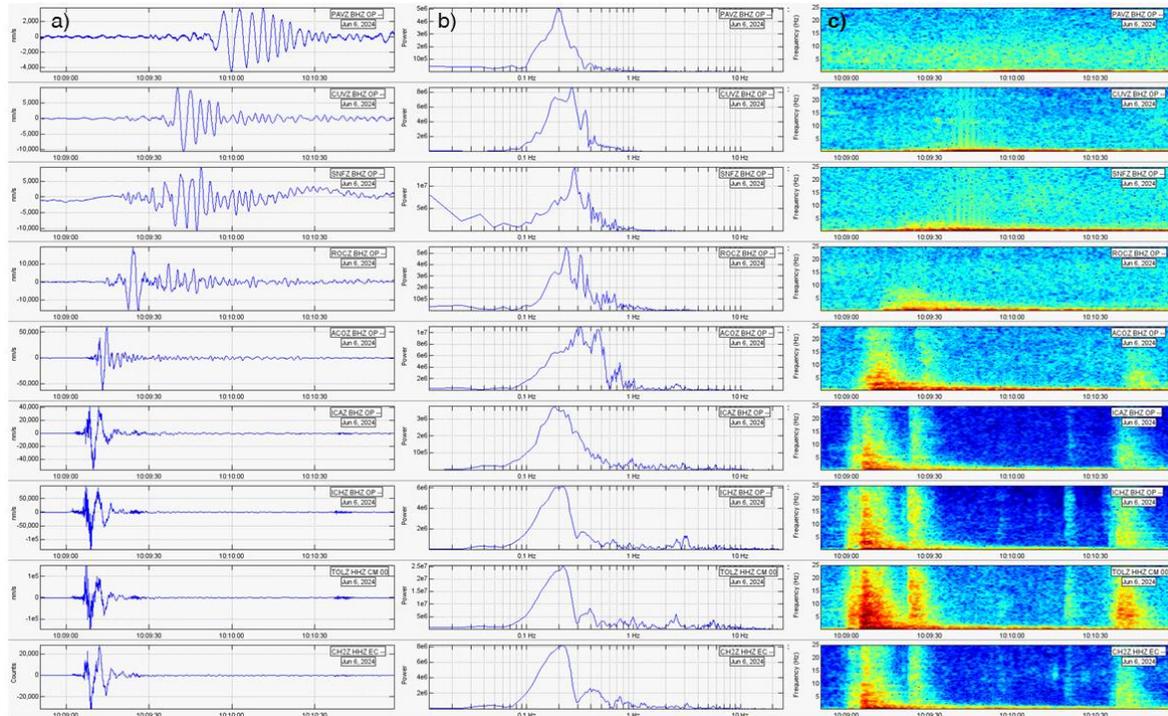


Figura 9. Sismo VLP registrado en el volcán Chiles, el 6 de junio de 2024 a las 5:09 a.m., registrado en toda la red de estaciones del OVSPA, las estaciones de norte a sur son: PAVZ (volcán Ánimas); CUVZ, SNFZ (volcán Galeras); ROCZ (volcán Azufral); ACOZ (volcán Cumbal) y estaciones ICAZ, ICHZ y TOLZ (volcán Chiles). a) sismogramas b) espectro de señales, c) espectrograma.

Continúan los procesos de deformación de la superficie, que son detectados instrumentalmente por los sensores instalados en los volcanes y también por sensores satelitales. Es importante destacar que se tiene un comportamiento ascendente en las direcciones norte y vertical de la mayoría de las estaciones, así como variaciones ascendentes y descendentes en la dirección este, dependiendo de la ubicación de la estación GNSS (Figura 10).

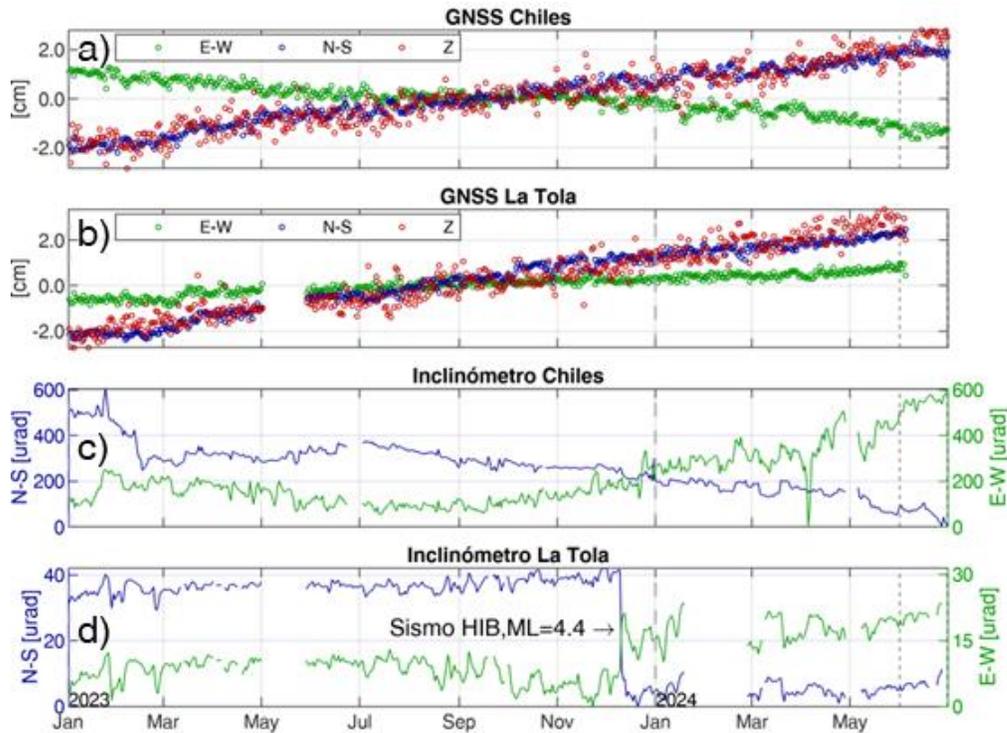


Figura 10. Series de tiempo en el CVCCN entre enero 2023 y junio 2024 a) estación de GNSS Chiles ubicada a 1 km al occidente-noroccidente de la cima del volcán b) estación de GNSS La Tola ubicada a 2,1 km al noreste de la cima del volcán c) inclinómetro Chiles, ubicado junto al GNSS del mismo nombre d) Inclinómetro La Tola ubicado junto al GNSS del mismo nombre, mostrando el efecto cosísmico del HIB ocurrido el 11 de diciembre de 2023, a las 2:36 a.m., con magnitud 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); estación perteneciente a la Oficina Central de Magnetismo Terrestre de Francia (BCMT France, por sus siglas en Frances); estación ubicada en Guayana Francesa. El valor promedio del CMT en MOR fue de alrededor de 28.660 nT con variaciones seculares día-noche aproximadas de 70 nT; mientras que en KOU fue de 28.440 nT y variaciones día-noche de alrededor de 65 nT. Se registraron también pulsos con variaciones mayores ocasionadas por tormentas geomagnética debidas a la actividad magnética del Sol; la más resaltante ocurrió entre el 9 y 10 de mayo de



2024, con índice Kp de 9, que perturbó el CMT y generó variaciones máximas de 640 nT en MOR y de 650 nT en KOU, más de nueve veces las variaciones normales (Figura 11).

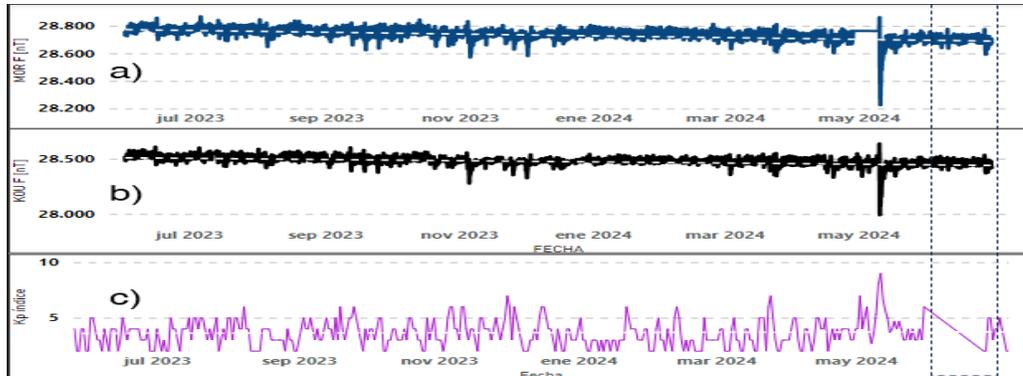


Figura 11. Registro Magnético en el CVCCN, entre junio 2023 y junio 2024. a) CMT en MOR, emplazada a 2,3 km, al noroeste, respecto al volcán Chiles b) CMT en KOU y c) índices Kp de tormentas magnéticas solares. Se resalta en línea punteada el mes de junio de 2024

La serie temporal de la termocupla, ubicada sobre la fuente termal denominada Rincón Bello, mostró un comportamiento estable entre mediados de mayo y junio de 2024, aun cuando el valor promedio está por debajo del valor que traía entre marzo y abril del 2024, en alrededor de los 0,5 °C (Figura 12).

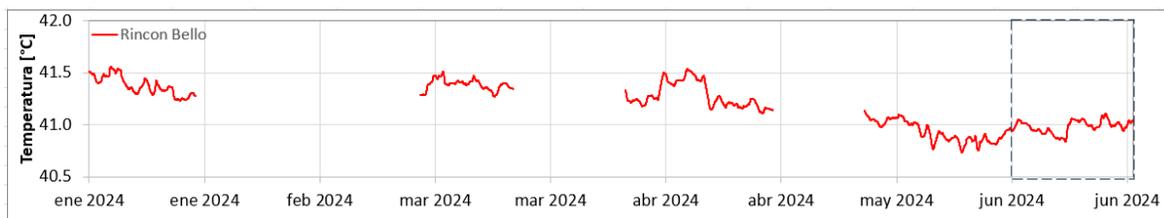


Figura 12. Serie temporal de temperaturas en la estación Rincón Bello del CVCCN entre enero y junio 2024. Se resalta en el recuadro punteado el período de junio de 2024.

La actividad fluctuante en la ocurrencia sísmica, la energía sísmica liberada y tipo de sismos del CVCCN, es un proceso que se viene registrando desde finales del 2013. El incremento en la



Boletín mensual

actividad sísmica más reciente y notorio se registró desde marzo del 2023. El comportamiento es similar al registrado en otros episodios de enjambres ocurridos durante el tiempo de monitoreo instrumental, iniciado desde finales del 2013, cuando por solicitud de las autoridades indígenas del Resguardo de Chiles de la época, se inició al seguimiento instrumental de este complejo volcánico.

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 que ha presentado variaciones pulsátiles en los niveles de ocurrencia y energía sísmica, con una migración de focos sísmicos desde el sureste y sur del CVCCN hacia el volcán Chiles, lo cual se ha asociado a la compleja interacción de los sistemas magmático e hidrotermal y el tectonismo de la región (fallas geológicas activas). Persiste la probabilidad de que se presenten sismos con magnitudes importantes que podrían ser sentidos por habitantes de la zona de influencia de los volcanes Chiles y Cerro Negro, o que se registren otro tipo 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 continuo 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)



En julio de 2023 comenzó a registrarse un leve incremento en la ocurrencia sísmica del CVC, que se intensificó hacia mediados de diciembre del 2023, alcanzando un registró máximo mensual de 7.507 eventos en enero de 2024 y, posteriormente comenzó con una tendencia descendente progresiva, retornando a los niveles que registraba entre junio y agosto de 2023 (Figura 13a). Durante junio

de 2024 se totalizaron 1.092 eventos, disminuyendo en un 45,2 % respecto a los 1.992 sismos registrados en mayo de 2024 (Tabla 5). Para el mes de junio los eventos predominantes fueron los VT, con un aporte del 50,4 % de la sismicidad del mes, seguidos por los TRE, que aportaron en un 24,6 % y los LPS con un 23,6 %; el 1,4 % restante del aporte de sismicidad estuvo entre los eventos HIB con 1,0 %, los TOR con 0,3 % y los VLP con tan solo un 0,1 % (Figura 13b, Tabla 5). Al igual que en la ocurrencia, la energía sísmica liberada incrementó para finales del 2023, totalizando en diciembre de ese año un acumulado mensual de $1,5 \times 10^{11}$ ergios y para enero de 2024 el acumulado fue de $3,1 \times 10^{11}$ ergios. Estos valores fueron disminuyendo lentamente y, aun cuando en mayo y junio de 2024 se tuvo un registro menor de sismicidad, la energía liberada de esos eventos incrementó, siendo el valor máximo de energía el de mayo, con $9,85 \times 10^{11}$ ergios y para junio disminuyó en un 75 %, con un valor de $2,4 \times 10^{11}$ ergios, aun cuando mantuvo el mismo orden de magnitud (Figura 13c, Tabla 6). En junio, el mayor aporte de energía lo generaron los eventos TRE, que aportaron con el 73,6 % seguidos por los eventos VT con el 15,6 %, los LPS con el 7,1 %, los HIB con el 2,7 % y finalmente los VLP con el 0,2 % (Figura 13c, Tabla 6).

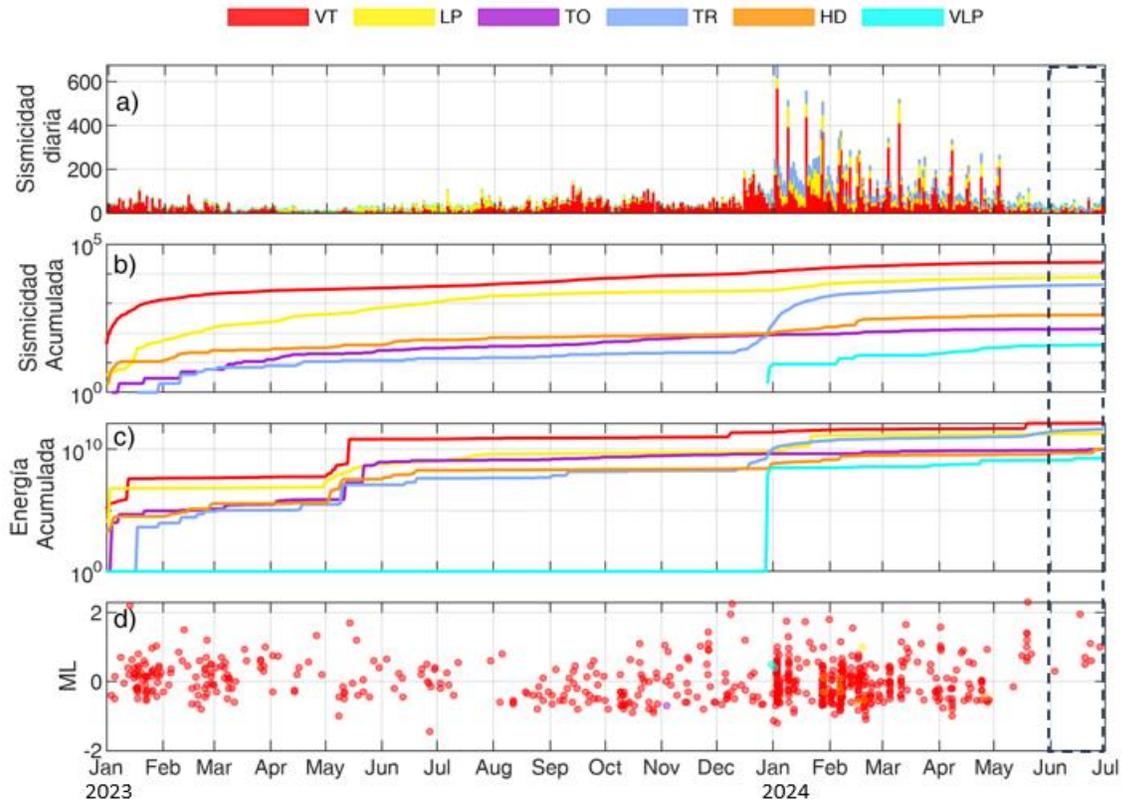


Figura 13. Histogramas de la sismicidad en el CVC desde enero de 2023 a junio 2024 de: a) ocurrencia sísmica diaria de los eventos tipo (ver barras en la parte superior), b) acumulado de ocurrencia, c) acumulado de energía sísmica liberada, d) magnitud local de sismos localizados. La línea vertical a trazos indica el inicio del mes en consideración.

Tabla 5. Numero de eventos en el CVC en los meses de mayo y junio de 2024.

Periodo Evaluado	HIB	LPS	TOR	TRE	VLP	VT	TOTAL
Mayo	27	513	1	407	7	1037	1.992
Junio	11	258	3	269	1	550	1.092



Tabla 6. Energía sísmica liberada en el CVC en los meses de mayo y junio 2024.

Periodo Evaluado	HIB	LPS	TOR	TRE	VLP	VT	TOTAL
Mayo	$5,6 \times 10^8$	$1,4 \times 10^{10}$	$2,7 \times 10^8$	$1,5 \times 10^{11}$	$7,1 \times 10^7$	$8,1 \times 10^{11}$	$9,8 \times 10^{11}$
Junio	$6,6 \times 10^9$	$1,7 \times 10^{10}$	$1,9 \times 10^9$	$1,8 \times 10^{11}$	$5,7 \times 10^8$	$3,8 \times 10^{10}$	$2,4 \times 10^{11}$

En junio de 2024, debido a los bajos niveles energéticos de los sismos en el CVC, fue posible localizar solamente siete eventos asociados con procesos de fractura frágil en la roca, entre VT e HIB. Estos sismos se ubicaron de manera dispersa en inmediaciones del edificio de CVC, a distancias entre los 5,7 y 12,3 km de distancia del cráter La Plazuela; profundidades entre 4,8 y 12.0 km respecto al cráter La Plazuela (aproximadamente 4.700 m s.n.m.) y magnitud máxima de 2,0. De estos eventos, ninguno fue reportado como sentido por pobladores de la zona (Figura 14).

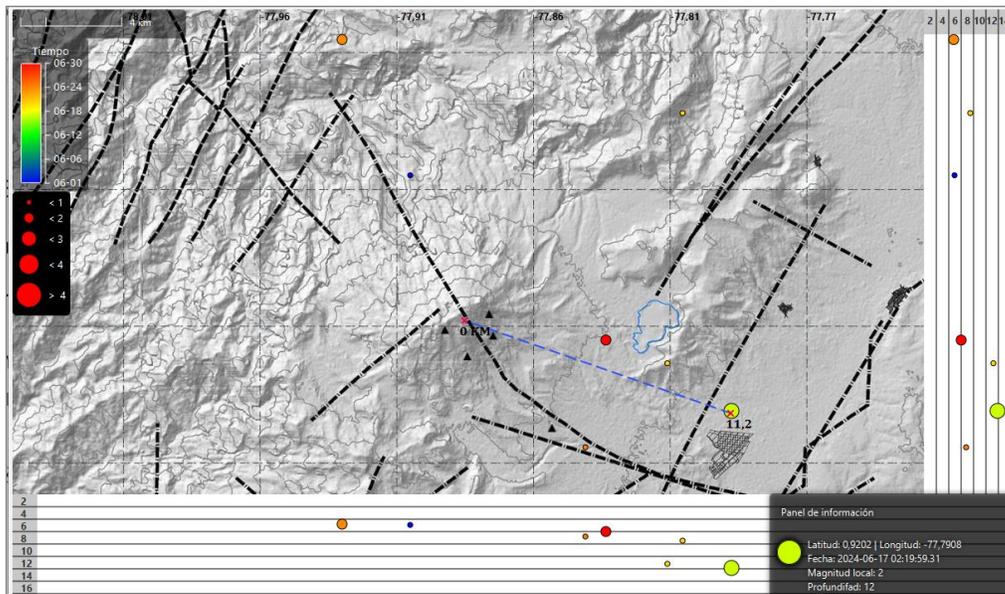


Figura 14. Localización hipocentros (planta y perfiles EW y NS) de sismos VT en la zona del CVC en junio de 2024.



Se destaca la ocurrencia en junio de 3 eventos TOR. La Figura 15 muestra uno de estos eventos registrado el 22 de junio de 2024 a las 4:09 a.m., que tuvo un amortiguamiento asociado con un factor de calidad de 57 para la frecuencia fundamental y dominante de 2,43 Hz, con un carácter esencialmente monótonico.

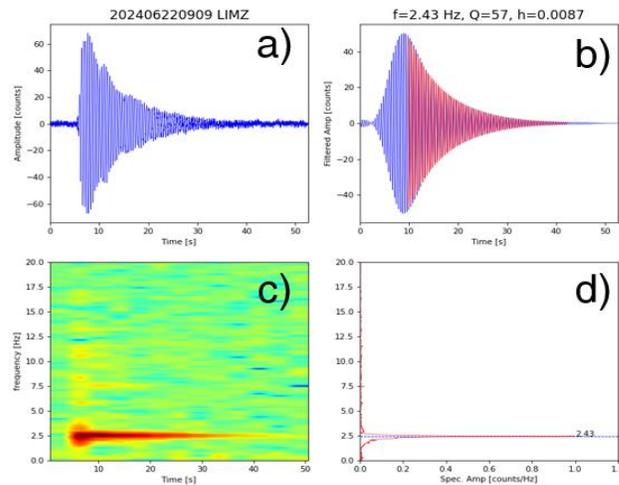


Figura 15. Sismo TOR registrado en junio 22 de 2024 por la red de monitoreo sísmico del CVC: a) sismograma original, b) formas de onda observa filtrada alrededor de la frecuencia de 2,43 Hz (azul) y la sintética (rojo), d) espectrograma y e) espectro.

Aun cuando junio de 2024 presentó condiciones de nubosidad y lluvia en la zona del volcán; con excepción de tres días, el resto del mes fue posible observar y registrar columnas de gas de color blanco, altura y dispersión variables de acuerdo con la velocidad y dirección de los vientos en la zona, desde diferentes campos fumarólicos ubicados al noreste del CVC (campos fumarólicos El Verde), así como desde otros campos fumarólicos ubicados al suroeste del CVC (Los Rastrojos y Boca Vieja) (Figura 16). Los demás parámetros geofísicos y geoquímicos del monitoreo volcánico no mostraron variaciones significativas.

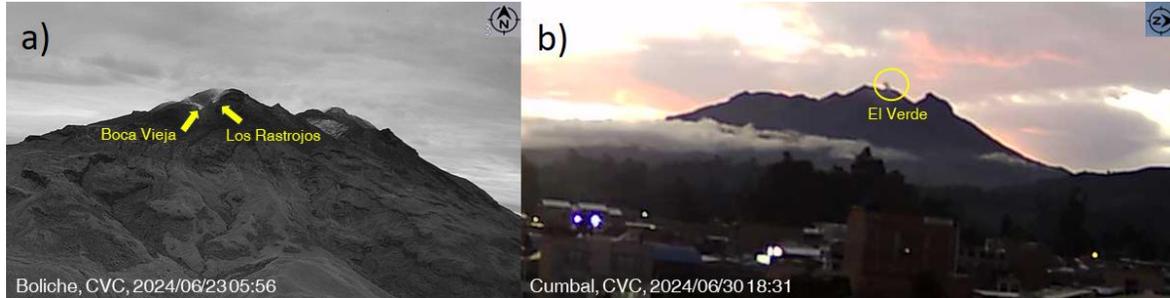


Figura 16. Emisiones de gas, desde los diferentes centros fumarólicos del volcán Cumbal. a) Registro desde la cámara ubicada en el sector Boliche al sur del CVC, b) registro desde la cámara ubicada en la población de Cumbal al este del CVC.

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 que 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



Se mantuvieron los niveles en ocurrencia sísmica y energía liberada, característicos de todo el periodo de vigilancia que lleva este volcán desde 2009. Entre los años 2023 y 2024, los valores promedio de ocurrencia han estado alrededor de 30 sismos

mensuales y los promedios de energía mediando los $7,0 \times 10^{11}$ ergios. La Figura 17 muestra las series de datos de ocurrencia sísmica y energía entre enero 2023 a junio 2024. La Tabla 7 y 8 muestran la ocurrencia de sismos por tipo y la energía sísmica liberada para los meses de mayo y junio, destacándose un aumento en el número de sismos VT y en la energía liberada de los mismos, con dos órdenes de magnitud en los VT. De igual manera, la energía sísmica liberada total se incrementó en un poco menos de un orden de magnitud, pasando de $3,2 \times 10^{09}$ ergios en mayo a $7,6 \times 10^{10}$ ergios en junio. Estos valores reportados corresponden a pequeñas fluctuaciones dentro de niveles bajos de actividad sísmica que mantiene el volcán en la actualidad.

De los sismos registrados, se localizaron 16. Unos pocos eventos se ubicaron en inmediaciones del sector del Domo Mallama ubicado al norte de la laguna Verde, a distancias de hasta 0.5 km y profundidades entre 1,4 y 2,5 km respecto al nivel de 4000 m s.n.m., (cercano a la cima del volcán). La magnitud máxima de este grupo de eventos fue de 1,4 (Figuras 17d, 18 y Tabla 8). Un segundo grupo se ubicó a distancias entre 1,7 y 2,2 km al noreste del sector del Domo Mallama, y a profundidades entre 4,4 y 6,2 km. Estos sismos son de baja energía y su magnitud



máxima fue de 0,6. Otros eventos se ubicaron de manera más dispersa en la zona volcánica, a distancias entre 8,5 y 13,0 km del Domo Mallama a profundidades entre 3,9 y 16,9 km, siendo la magnitud máxima de esos eventos 2,3 (Figuras 17d, 18 y Tabla 8). Ningún evento fue reportado como sentido por pobladore de la zona volcánica.

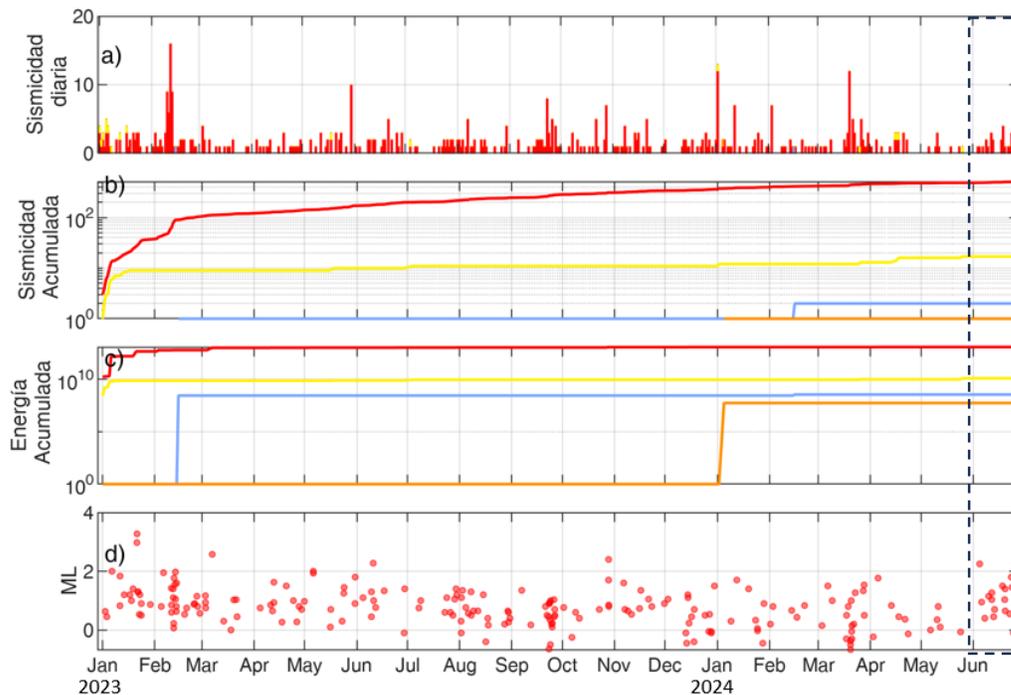


Figura 17. Histogramas en el volcán Azufral desde enero de 2023 a junio 2024 de: a) ocurrencia sísmica diaria de los eventos tipo, b) acumulado de ocurrencia, c) acumulado de energía sísmica liberada, d) magnitud local de sismos localizados. La línea vertical a trazos indica el inicio del mes en consideración.

Tabla 7. Numero de sismos en el volcán Azufral en los meses de mayo y junio 2024.

Periodo Evaluado	VT	LPS	TOTAL
Mayo	8	1	9
Junio	27	0	27



Tabla 8. Energía sísmica liberada en el volcán Azufral en los meses de mayo y junio 2024.

Periodo Evaluado	VT	LPS	TOTAL
Mayo	$4,8 \times 10^8$	$2,7 \times 10^9$	$3,2 \times 10^9$
Junio	$7,6 \times 10^{10}$	-	$7,6 \times 10^{10}$

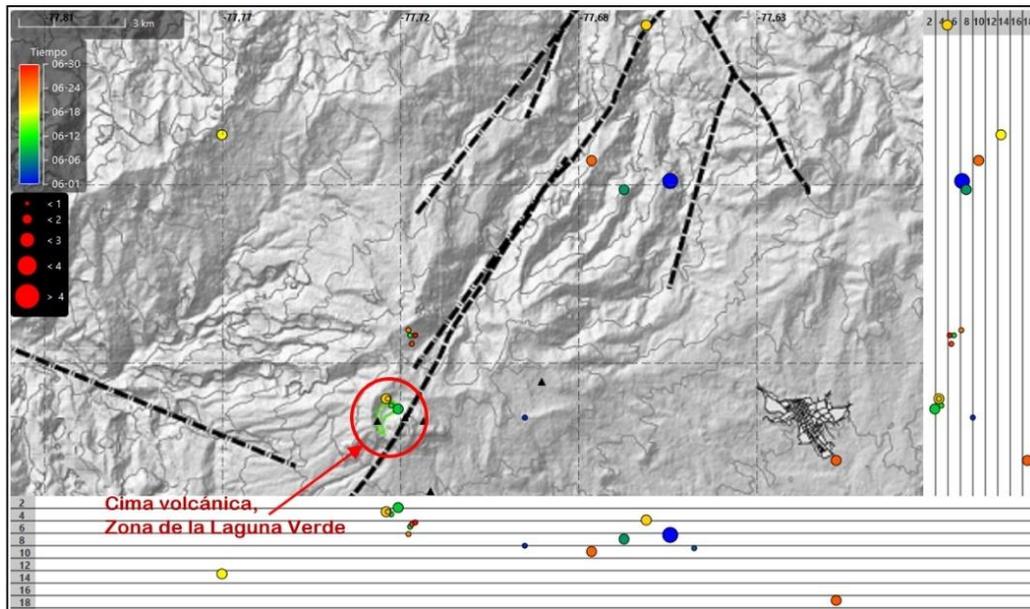


Figura 18. Localización de hipocentros (planta y perfiles EW y NS) de sismos VT en la zona del volcán Azufral en junio de 2024.

Tomando el periodo entre enero de 2023 a junio de 2024, la evaluación de los parámetros de deformación, se mantienen estables, acorde con los demás parámetros de monitoreo del volcán Azufral (Figura 19).

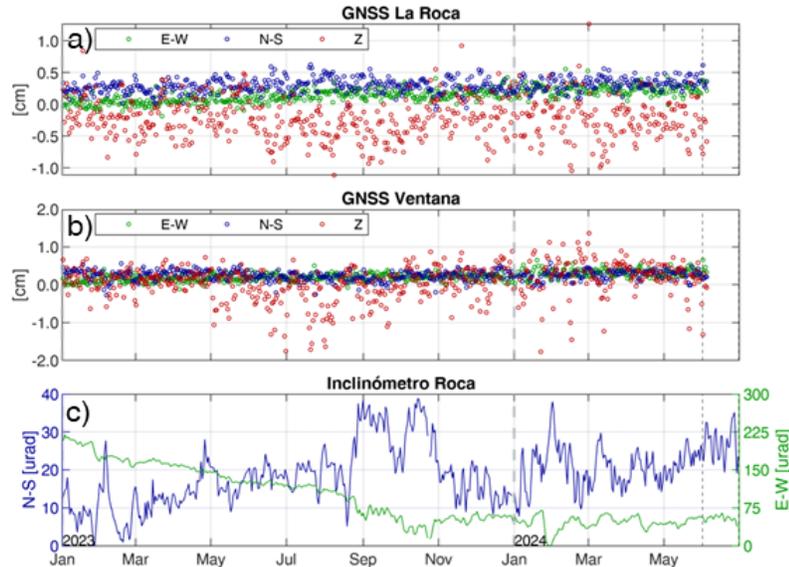


Figura 19. Series de datos de deformación en estaciones del Volcán Azufra entre enero 2023 a junio 2024 a) Estación GNSS La Roca ubicada a 1,2 km al este de la Laguna Verde, b) Estación GNSS Ventana localizada a 2,5 al noreste respecto a la Laguna Verde, c) Estación de inclinometría La Roca ubicada en el mismo sitio de la estación GNSS del mismo nombre.

Las series temporales del campo eléctrico horizontal (CEH), de la estación Lobo, ubicada aproximadamente a 2.0 km al sureste de la Laguna Verde, mostraron variaciones máximas para junio de 10,9 mV, en LOBH y 20,2 mV en LOBH2; 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 (Figura 20).

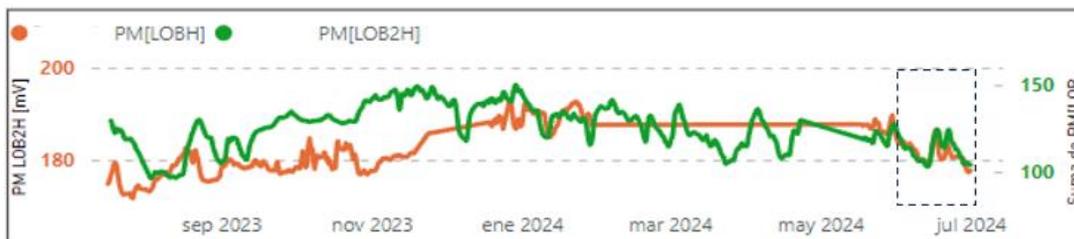


Figura 20. Tendencias del CEH en las estaciones LOBH y LOBH2, en el periodo entre julio de 2023 y junio de 2024, resaltando en el recuadro punteado el periodo evaluado de junio de 2024.



Boletín mensual

En general, la serie temporal del parámetro de temperatura de la termocupla ubicada en el Domo Mallama, para junio de 2024, muestra un comportamiento estable, en coherencia con el nivel de actividad de este volcán, con oscilaciones menores entre valores mínimos de 83,4 °C y máximos de 85,8 °C que son similares a los reportados entre los años 2023 y 2024 (Figura 21, Tabla 9).



Figura 21. Serie temporal de la termocupla del domo Mallama entre enero 2023 y junio 2024; resaltando en el recuadro punteado el mes de junio 2024.

Tabla 9. Valores de temperatura en la termocupla Domo Mallama, entre enero y junio de 2024.

Temp Período Evaluado	Mínimo (°C)	Promedio (°C)	Máximo (°C)
Enero	84,1	84,4	84,7
Febrero	84,0	84,6	84,4
Marzo	84,4	84,8	85,1
Abril	84,6	85,2	85,7
Mayo	84,5	85,3	85,8
Junio	83,4	85,3	85,8

En junio de 2024, se tuvo registros de emisiones de gases 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.

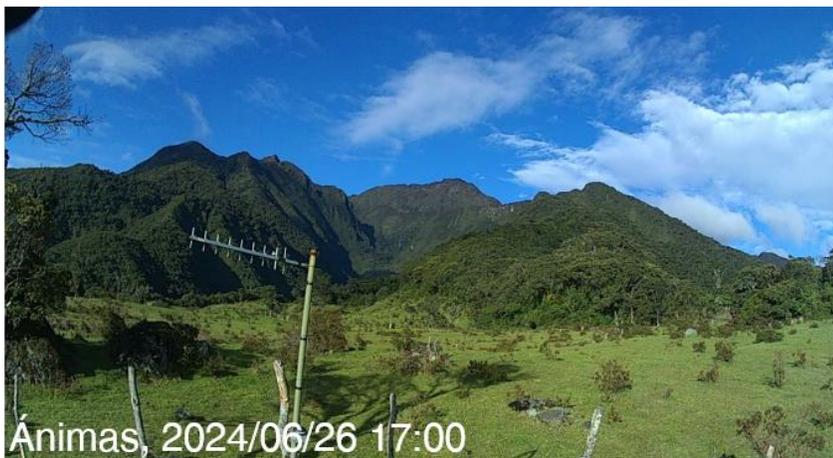


Figura 22. Registros de emisiones de gas en junio 2024, desde los diferentes centros fumarólicos del Domo Mallama.

Con base en la evaluación de los diferentes parámetros de estudio del volcán Azufral, para junio de 2024, nos permite decir que:

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

Volcanes Doña Juana y Las Ánimas



Los registros de la actividad sísmica en la zona de los volcanes Las Ánimas - Doña Juana se han caracterizado por mostrar valores muy bajos de ocurrencia, siendo el valor promedio mensual, en el periodo comprendido entre enero de 2023 y junio de 2024, de 10 sismos por mes, mientras que los valores de



Boletín mensual

energía promedio en este mismo periodo de tiempo es de $2,8 \times 10^{13}$ ergios, que en general son valores bajos de energía liberada. En junio de 2024, el patrón de comportamiento fue muy similar a lo observado en meses anteriores, registrando un número de sismos comparable al de mayo salvo con un ligero incremento en la energía sísmica liberada (Figura 23a, 23b y 23c; Tablas 10).

Tabla 10. Número energía sísmica liberada por los eventos registrados en mayo y junio de 2024.

Periodo Evaluado	VT	
	Número	Energía
Mayo	1	$6,3 \times 10^{12}$
Junio	13	$1,3 \times 10^{14}$

La sismicidad que se registró fue en su totalidad de eventos VT (Figuras 23a, 23b). Estos sismos se localizaron de manera dispersa en la zona de los volcanes Las Ánimas y Doña Juana, a distancias entre 1,6 y 17,5 km del volcán Las Ánimas, con profundidades entre 3,9 y 12,6 km respecto al nivel de referencia de 4.200 m s.n.m. (cercano a la altura de la cima), siendo la magnitud máxima de 1,2 (Figuras 23d y 24).

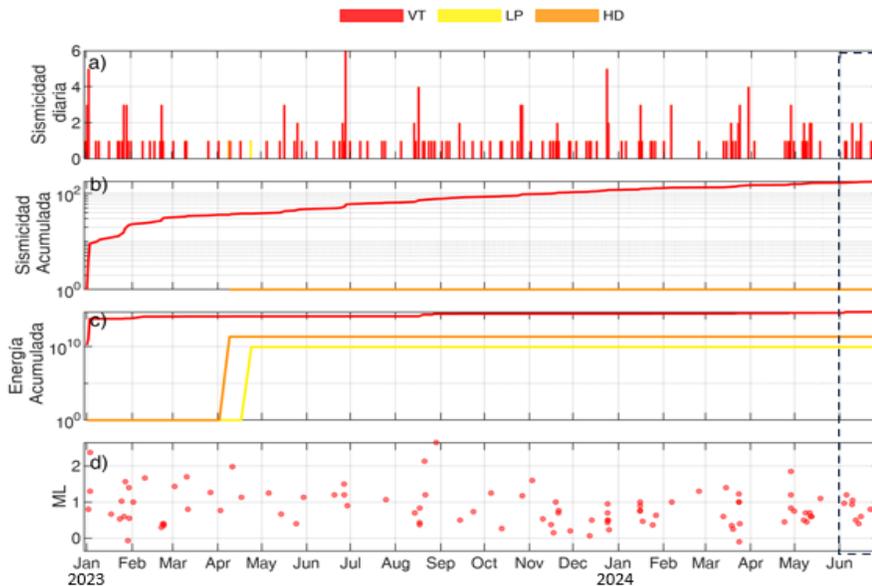




Figura 23. Histogramas de registros de monitoreo sísmico en los volcanes Las Ánimas y Doña Juana desde enero de 2023 a junio 2024 de: a) ocurrencia sísmica diaria de los eventos tipo, b) acumulado de ocurrencia, c) acumulado de energía sísmica liberada, d) magnitud local de sismos localizados. La línea vertical a trazos indica el inicio del mes en consideración. La línea vertical a trazos define el inicio del mes de junio.

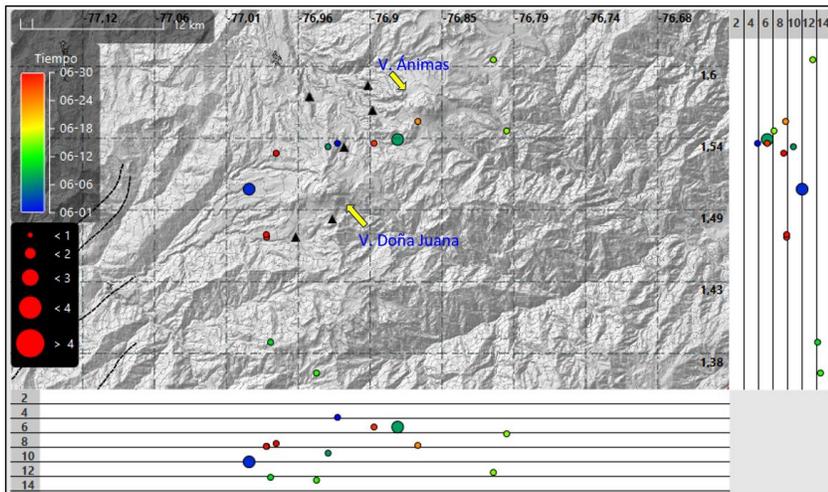


Figura 24. Localización de hipocentros (planta y perfiles este-oeste y norte-sur) de sismos VT en la zona de los volcanes Doña Juana y Las Ánimas, en junio de 2024.

La evaluación de los parámetros de deformación del edificio volcánico indica estabilidad desde esta área de estudio (Figura 25).

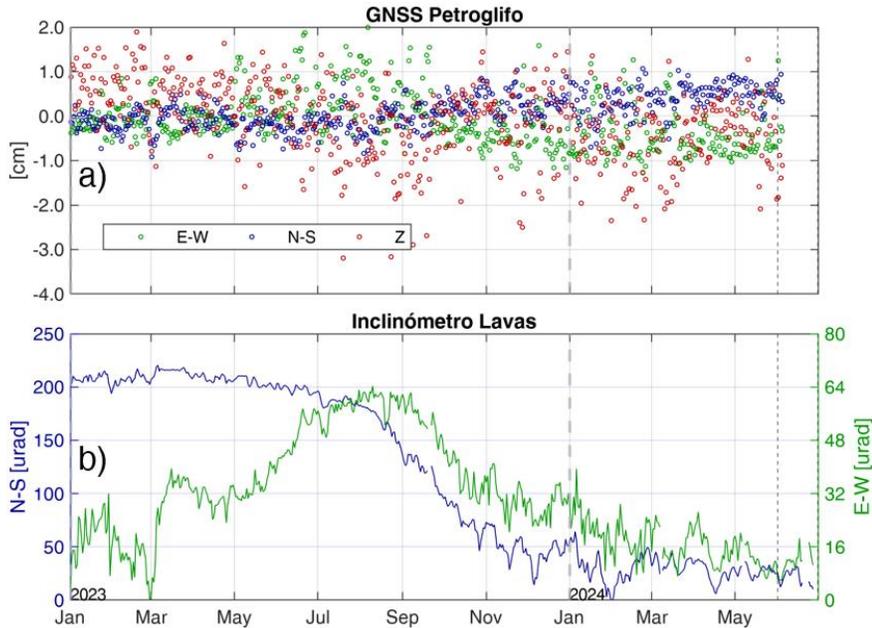


Figura 25. Histogramas de deformación entre enero 2023 y junio 2024 a) Estación GNSS Petroglifo localizada a 4,6 km al oeste del volcán Las Animas. b) componentes de inclinación norte y este de la estación Lavas emplazada a 4,0 km al suroeste del volcán Doña Juana.

La evaluación de los diferentes parámetros de evaluación de los volcanes Las Ánimas – Doña Juana, permiten afirmar que:

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



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



Este CVMGS está compuesto por varias estructuras volcánicas formadas por los productos de una erupción o una fase eruptiva, que

pudo haber durado entre semanas hasta varios años. El SGC inició un proceso de estudio e instrumentación de este campo volcánico, con una red mínima de estaciones que permita tener una línea base del comportamiento del campo volcánico y un seguimiento, a fin de contribuir en la gestión del riesgo volcánico (Figura 26, Tabla 11).

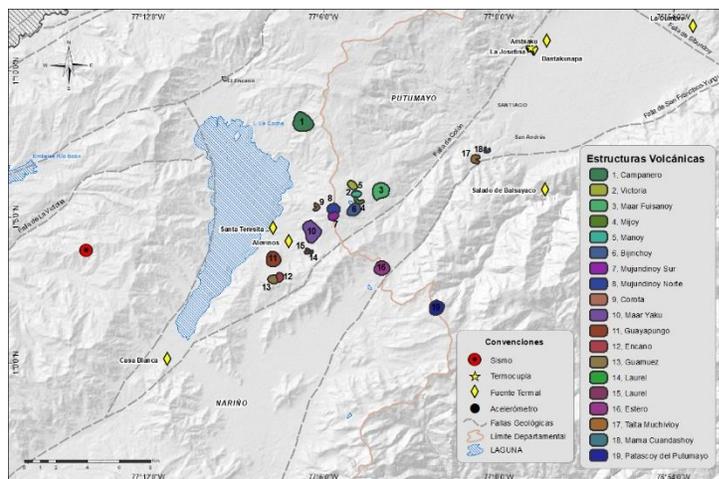


Figura 26. Mapa del área del CVMGS (Putumayo), con la ubicación de las estaciones que conformaron la red de monitoreo en sismología, geofísica y fuentes termales; las geformas asociadas con los volcanes monogenéticos identificados hasta el momento y la localización del VT del 9 de junio de 2024 a las 11:11 a.m.



Tabla 11. Características de ubicación de las estaciones para la vigilancia del complejo volcánico Guamuez-Sibundoy (Putumayo).

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

Se resalta el sismo VT ocurrido el 9 de junio de 2024 a las 11:11 a.m., registrado por la red de vigilancia sísmica del volcán Galeras y también por la estación Bordoncillo (BORZ), que es la estación de monitoreo sísmico del CVMGS. La Figura 27 muestra las formas de onda que evidencia el arribo temprano a la estación BORZ. El sismo se localizó aproximadamente a 24 km de distancia del cráter de Galeras y a profundidad de 5.8 km respecto a la cima de Galeras (aproximadamente 4.276 m s.n.m.), ubicándose hacia el occidente de la Laguna de la Cocha, zona del CVMGS y vecino a la Falla Afiladores. El sismo tuvo una magnitud local de 1,9 (Figura 26).

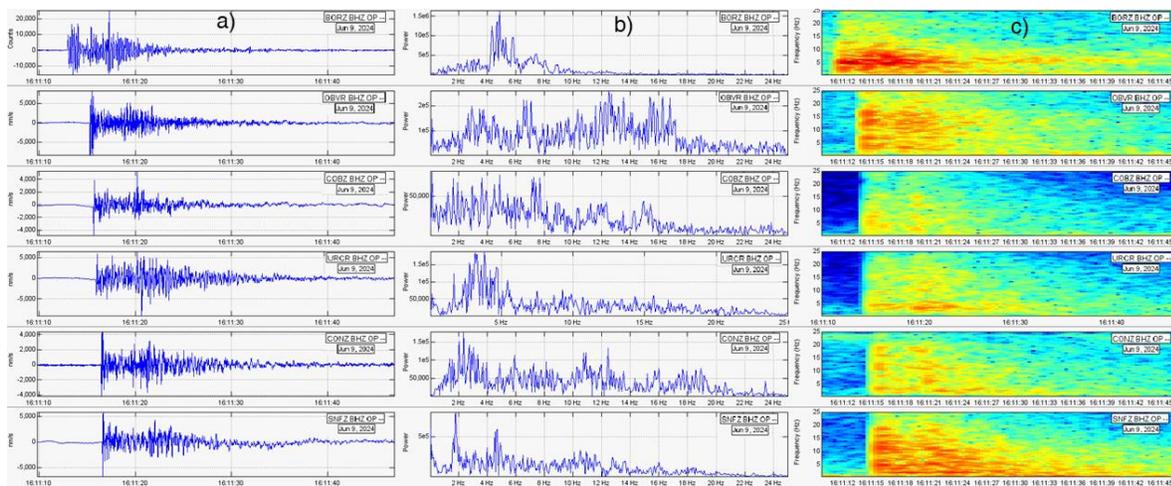


Figura 27. Sismo VT de la zona del CVMGS, registrado el 9 de junio de 2024, a las 11:11 a.m., en las estaciones; en orden de arriba: BORZ del CVMGS; OBVR, COBZ, URCR, CONZ y SNFZ, del CVG. a) sismogramas b) espectro de señales, c) espectrograma.



Boletín mensual

El comportamiento de la serie temporal de las temperaturas registradas en la estación Danta, muestra que sus valores oscilan entre un mínimo de 35.4 °C y un máximo de 36.9 °C. En general, las variaciones observadas corresponden a cambios de temperatura día-noche, que son normales en este tipo de parámetros de medición y su tendencia es estable, tomando el periodo entre los años 2023 y 2024 (Figura 28, Tabla 11)).

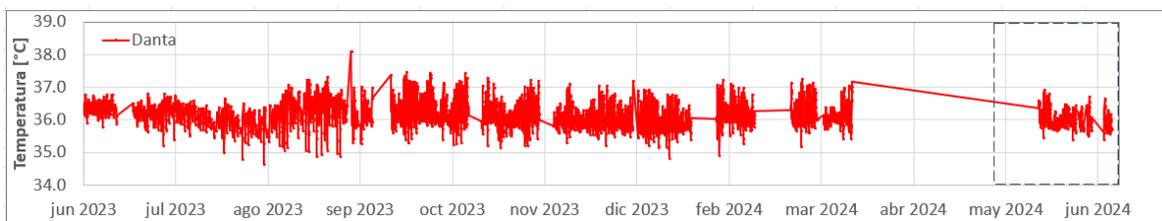


Figura 28. Comportamiento de la temperatura en la termocupla Danta, entre junio de 2023 y junio de 2024; resaltando en el recuadro punteado el mes de junio 2024

Tabla 11. Valores de temperatura en la estación Danta entre enero y junio de 2024, en el CVMGS (Putumayo).

Temp Período Evaluado	Mínimo [°C]	Promedio [°C]	Máximo [°C]
Enero	34,8	36	37,2
Febrero	35,3	36,1	37,1
Marzo	35,2	36,1	37,3
Abril*	-	-	-
Mayo	35,8	36,1	36,6
Junio	35,4	36,0	36,9

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](#).

John Makario Londoño
Director Técnico de Geoamenazas

Lourdes Narváez Medina
Líder OVSPA

Autores

Ortega Estupiñán Adriana
Torres Corredor Roberto
Narváez Medina Lourdes
Cotazo Mosquera Omar
Hache Timaná Yenny
Martínez Andrés Felipe
Meneses Muñoz John
Mier Portilla Richard
Narváez Obando Paola
Ortiz Valencia Jairo
Ponce Villarreal Patricia
Silva Parra Betty

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

Realpe Ordoñez Ingrith
Rivera Lara Víctor
Solano Trullo Leidy
Timarán Mera Jessica
Tobar Arcos Daniela
Vallejo Rodríguez Andrés David
Viveros Melo Diana
Alvarado Juan Carlos
Arcos Guerrero Darío
Cadena Ibarra Oscar
Eraso Obando Angie
Gómez Martínez Diego Mauricio
Kreisberger Ortiz Karla

Grupo de Trabajo Evaluación, Monitoreo y Diagnóstico de Dinámicas Geológicas