

En detalle:

Complejo volcánico Chiles-Cerro Negro (CVCCN)

En la frontera entre Colombia y Ecuador se encuentra el Complejo volcánico Chiles-Cerro Negro, una de las 25 estructuras volcánicas activas en el país. Desde 2013, el SGC monitorea la actividad de estos dos volcanes y trabaja con las comunidades en su zona de influencia para gestionar el riesgo ante una posible erupción. Aquí le contamos lo que tiene que saber.

¿Por qué se habla de un complejo volcánico? ¿Cuáles son sus características?

Un complejo volcánico es un conjunto de centros eruptivos espacialmente relacionados que pueden estar conformados por más de un volcán, y que tienen una relación temporal y genética en su evolución, que generalmente incluye variados estilos eruptivos y prolongados periodos de actividad. Entre los reconocidos en Colombia por parte del SGC se encuentran: complejo Volcánico Chiles-Cerro Negro, complejo Volcánico Cumbal, complejo Volcánico Sotará, complejo Volcánico Santa Isabel, complejo Volcánico Paramillo del Cisne-Morro Negro, complejo Volcánico Nevado del Ruiz.

¿Qué información histórica tenemos sobre el complejo volcánico Chiles-Cerro Negro?

En la segunda mitad del siglo XIX, los volcanes Chiles y Cerro Negro presentaron manifestaciones de actividad hidrotermal y fumarólica intensa. En el siglo XX y hasta inicios del 2000, se reportó actividad sísmica en la región. Esta se ha asociado, sin certeza, con una posible actividad de los volcanes.

Desde 2013, cuando inició el monitoreo, se han registrado más de un millón de sismos originados principalmente por procesos de fracturamiento de roca en varios sectores de los edificios volcánicos y sus zonas de influencia. También, aunque con menor ocurrencia, se han identificado sismos rela-

cionados con movimiento de fluidos al interior del sistema volcánico, especialmente desde el año 2022. Durante los años 2013, 2014, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023, se registraron períodos, aproximadamente de dos meses cada uno, en los que se incrementó significativamente la actividad sísmica en el complejo volcánico.

¿Por qué se empezó a monitorear este complejo volcánico?

Desde finales del 2013, por solicitud de las autoridades del Resguardo Indígena de Chiles, quienes estaban preocupadas por la ocurrencia de sismos sentidos, el SGC empezó a monitorear la actividad de este complejo volcánico en la parte colombiana, de la mano del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador (IGEPN) del otro lado de la frontera. La información de las redes se comparte en tiempo real para el seguimiento integral de este sistema volcánico.

Gracias a esto, con el apoyo de las autoridades indígenas y comuneros, se inició el proceso de instalación de la Red Instrumental de Monitoreo del CVCCN. Este esfuerzo conjunto ha permitido establecer el estado de alerta del CVCCN y, a partir de estudios del registro geológico y evaluación de la amenaza, se han determinado características como el estilo eruptivo y el índice de explosividad. También se ha logrado conocer la historia y las consecuencias de erupciones pasadas en términos geológicos, lo que permite proyectar las afectaciones de una eventual erupción.

¿Cómo se trabaja con las comunidades indígenas en la zona de influencia?

Entre todos los esfuerzos que hacemos desde el SGC para entender el comportamiento y las amenazas que suponen los volcanes activos del país, hay un elemento central que buscamos fortalecer para cumplir con nuestra meta: el relacionamiento con las comunidades que habitan en las zonas de influencia de los volcanes. Solo cuando los saberes locales se integran con

nuestra labor científica, logramos avanzar conjuntamente con acciones puntuales para prepararnos ante eventuales crisis volcánicas.

Teniendo en cuenta que del lado colombiano los volcanes Chiles y Cerro Negro están ubicados en el territorio indígena del pueblo de Los Pastos, particularmente en zona de influencia de los Resguardos Indígenas de Chiles, Panán y Mayasquer, la operación de la Red Instrumental de Monitoreo ha requerido conversaciones y acuerdos con las



autoridades correspondientes, lo cual ha llevado a establecer un protocolo para que el SGC realice las actividades de monitoreo volcánico en la zona. Este protocolo incluye reuniones anuales, visitas a los resguardos, pruebas, instalación y mantenimiento de equipos con acompañamiento de los comuneros o regidores designados, entre otras labores conjuntas.

¿Por qué es importante monitorear su actividad?

Con el monitoreo volcánico que hacemos desde el SGC buscamos cumplir una misión: adquirir conocimiento sobre el comportamiento de los volcanes para brindar información oportuna a las autoridades responsables de tomar decisiones frente al riesgo, es decir, aquellas que hacen parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, como la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y los entes correspondientes en departamentos y municipios.

El monitoreo del CVCCN es esencial para el país porque la caracterización hecha desde el punto de vista geológico ha determinado su naturaleza explosiva, aunque no hay evidencias históricas de erupciones de ninguno de los dos volcanes. En particular, en los últimos años, se han detectado cambios en el interior del macizo volcánico que evidencian interacción entre el sistema magmático, el sistema hidrotermal y la tectónica de la región, lo que se ve reflejado en el tipo y características de los sismos que se registran, en los cambios de deformación de sectores de los volcanes, en las variaciones en las fuentes termales, y en agrietamientos, como signos principales de esos procesos dinámicos e internos.

¿Qué sabemos sobre su actividad sísmica?

Los temblores o sismos son una de las manifestaciones típicas de un volcán activo, ya que existen distintas fuerzas que se propagan en su interior y generan movimientos. Un ejemplo de estas fuerzas son las que se dan por aporte y el movimiento de magma (masa de roca fundida), así como por los gases que se desprenden de este y que se transportan a través de conductos o fracturas en la roca. En conclusión, los sismos pueden darse por distintas causas, entre ellas:

- Por fracturamiento de roca: la roca volcánica que está bajo la superficie puede fracturarse por el empuje o por las inyecciones de fluidos magmáticos o hidrotermales (agua en el interior del volcán calentada por una fuente de calor), así como por cambios rápidos de temperatura.
- Por interacción de los fluidos volcánicos o hidrotermales con la roca: debido al movimiento de los fluidos por los conductos o grietas de la roca se inducen vibraciones que producen sismos.
- Por explosiones: cuando el magma entra en contacto con el agua subterránea, se producen explosiones por el cambio brusco de temperatura. Estas, a su vez, producen movimientos sísmicos.
- Por salida de material: durante las erupciones se dan salidas de material que contienen gases disueltos. Estos forman burbujas que se expanden y arrastran el magma por los conductos volcánicos hasta la atmósfera, lo que origina movimientos sísmicos.

Es importante anotar que los cambios fuertes frente a la ocurrencia y en el tamaño de los sismos podrían considerarse como “anormales”. Sin embargo, la sismicidad no es el único factor que define el estado de alerta de un volcán: también se monitorean otros parámetros físicos y químicos que permiten hacer un análisis integral para determinar la probabilidad de una erupción o cambios en la evolución del proceso volcánico.

Además, la región del CVCCN, a diferencia de otras zonas volcánicas o volcanes activos del país, se ha caracterizado por mostrar una gran recurrencia de sismos de fracturamiento principalmente, con magnitudes de hasta 5.7, con fluctuaciones en la ocurrencia y la energía de los sismos, sin que se haya desencadenado una erupción en alguno de los volcanes que conforman el complejo. Esta recurrencia se ha mantenido por casi 10 años, incluyendo sismos relacionados con movimiento de fluidos en el interior del sistema volcánico.

¿Qué otros cambios importantes se han evidenciado en este complejo volcánico?

Además del incremento de la actividad sísmica, el monitoreo hecho por el SGC en el complejo Volcánico Chiles-Cerro Negro ha permitido evidenciar una migración de las fuentes sísmicas hacia el volcán Chiles, así como una mayor deformación del terreno, cambios físico-químicos en algunas fuentes termales (por ejemplo, emisiones gaseosas, altas temperaturas y cambios morfológicos en la fuente termal El Hondón). Esto último podría indicar una interacción entre los sistemas hidrotermal y magmático.

Todo esto indica que podrían continuar las fluctuaciones en la ocurrencia y el tamaño de los sismos (con eventos de mayor magnitud y posterior retorno a niveles bajos), como ha sucedido desde 2013. También, que el comportamiento de este complejo volcánico podría tener un impacto en las manifestaciones del sistema hidrotermal en superficie, lo que se traduciría en incrementos de temperatura en las fuentes termales, sismos de mayor magnitud, formación de grietas y explosiones freáticas.

La evolución de la actividad del complejo volcánico también podría conllevar a un proceso eruptivo freático (emisión de vapor de agua y material sólido), y posteriormente, erupciones freato-magmáticas (interacción entre agua y magma) y magmáticas (magma emerge a la superficie en forma de lava o fragmentos de roca).

¿Por qué se habla de que son sistemas cerrados? ¿Qué tendría que pasar para que se rompa el tapón?

Los volcanes pasan por diferentes etapas en su ciclo de vida. Por algún tiempo entran en una actividad eruptiva, luego cesa esta actividad y, si no hay más recargas de magma, pueden llegar finalmente a la extinción. En este contexto, el término “cerrado” se refiere a que el volcán no ha tenido una erupción reciente o que actualmente no está en un proceso eruptivo. Para que este tapón se pueda romper, se requiere que ocurran varios cambios internos en el volcán que no necesariamente se pueden predecir.

Entre los principales factores que pueden facilitar este rompimiento está la recarga de nuevo magma a la cámara magmática, lo



que implica un aumento de presión que podría desencadenar una erupción. Otro factor importante es la acumulación de presión en la cámara magmática: si esta presión se vuelve lo suficientemente alta, podría fracturar la roca y provocar una erupción. Adicionalmente, hay que considerar los cambios o incrementos en la actividad sísmica, incrementos en la temperatura, variaciones de las fuentes termales, entre otros.

Aunque estos factores pueden contribuir a que un sistema cerrado entre en erupción, no es posible predecir exactamente cuándo ocurrirá, pues la actividad volcánica es variable. Por esta razón, el monitoreo continuo de los volcanes es esencial para una gestión integral del riesgo volcánico.

¿Qué pasaría si alguno de estos volcanes hiciera erupción?

Científicamente no es posible saber con exactitud cuándo ocurrirá y qué magnitud tendrá una erupción en un volcán. Lo que sí se puede saber, gracias al monitoreo y al diagnóstico de la actividad volcánica, es cuándo el comportamiento de la actividad de un volcán se está tornando más crítica y, con ello, cuándo es probable que ocurra una erupción. También sabemos, con base en los estudios geológicos adelantados sobre este complejo volcánico, que los volcanes Chiles y Cerro Negro presentan una composición en sus depósitos que los caracterizan como explosivos.

Desde el SGC monitoreamos 24/7 la actividad volcánica del país y generamos información técnico-científica oportuna para que las autoridades administrativas y políticas implementen estrategias de reducción del riesgo. En el caso del CVCCN,

desde que se empezó a monitorear en 2013, se han observado cambios en la zona de influencia:

El tipo y características de los sismos que se registran (predominan los de fracturamiento, pero también se vienen registrando, especialmente desde el 2022, sismos asociados con dinámica de fluidos):

- En las fuentes (epicentros y focos de los sismos).
- En la deformación en algunos sectores de los edificios volcánicos.
- En algunos parámetros físicos de fuentes termales, especialmente las ubicadas en el territorio ecuatoriano.



Estos cambios indican una evolución del complejo volcánico, en el que están interactuando el magma, el sistema hidrotermal y las fallas geológicas de la región. Dada la proximidad de los dos volcanes (sus cimas están a unos 4 km de distancia), no es posible determinar el foco de un posible evento eruptivo en el futuro. Esto se debe a que ninguno de los dos volcanes tiene cráteres definidos y no es posible determinar si comparten un mismo reservorio profundo de magma y por dónde podría ascender y volver a abrirse paso en caso de una erupción. Por eso es preciso mantener en operación la red de monitoreo, no solo en los dos volcanes, sino en los dos territorios en el que se ubican: Colombia y Ecuador.

¿Cuáles son los estados de alerta por actividad volcánica y qué significan?

Desde el 14 de septiembre de 2023, el SGC tiene un nuevo esquema de medición de la actividad volcánica, con cuatro estados de alerta que se definieron a partir del análisis y la evaluación integral de los parámetros de monitoreo, del diagnóstico de la actividad del volcán y del conocimiento adquirido en la investigación de los procesos de los sistemas volcánicos. Estos estados, que permiten que las autoridades y la comunidad estén informadas para actuar en caso de una emergencia, son:

-  **Verde** volcán activo en reposo.
-  **Amarillo** volcán activo con cambios en el comportamiento del nivel base de los parámetros monitoreados y otras manifestaciones.
-  **Naranja** volcán con cambios importantes en los parámetros monitoreados.
-  **Rojo** volcán en erupción.



¿Qué territorios podrían verse afectados por una posible erupción?

En 2014, el Servicio Geológico Colombiano y el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador elaboraron los mapas de amenaza volcánica de **Chiles y Cerro Negro**. A partir de la información geológica disponible y de las simulaciones de diferentes fenómenos volcánicos, se definieron las zonas que pueden verse afectadas por una posible erupción, teniendo en cuenta distintos escenarios posibles.

Tanto Chiles como Cerro Negro tienen el potencial de generar varios fenómenos en caso de una erupción. Los de mayor peligrosidad, las corrientes de densidad piroclástica, es decir, flujos de material que se movilizan a velocidades que van desde decenas hasta cientos de km/h, y que están compuestos por gases y material sólido (como ceniza y rocas de diverso tamaño) con altas temperaturas. También lahares o flujos de lodo volcánico; caídas de cenizas

y lapilli con espesores variables, cuyo transporte y depósito dependen del viento; flujos de lava y ondas de choque (ondas que viajan más veloces que el sonido y pueden causar vibraciones, rompimiento de ventanas, fisuras en las paredes y conmoción en las personas).

¿Cómo pueden las personas estar al tanto de la actividad de este complejo volcánico?

Independientemente del estado de alerta por actividad volcánica en el que se encuentren las 25 estructuras volcánicas activas monitoreadas, el SGC publica mensualmente un boletín informativo de su actividad. Adicionalmente, para los volcanes que se encuentran en estado de alerta Amarilla o Naranja, el SGC semanalmente publica un boletín para mantener informada a la población y a las autoridades competentes de su comportamiento, evolución y diagnóstico de su actividad. La periodicidad del boletín cambiará a diaria u





horaria si: a) la estructura volcánica pasa a alerta Roja; b) su actividad lo amerita; c) las autoridades competentes o la UNGRD así lo requieren (en cualquier estado de alerta, la periodicidad de publicación de los boletines se podrá aumentar o disminuir según evolucione la actividad del volcán).

No obstante, ante situaciones en las que la actividad de un volcán experimente cambios significativos y no previstos o haya probabilidad de ocurrencia de una erupción mayor se emitirá un boletín extraordinario. Los boletines extraordinarios son publicados en nuestra página web y redes sociales y, además, compartidos con las respectivas autoridades y medios de comunicación para que estén informados de la evolución del proceso volcánico (nuestra misión es informar con base en la ciencia para que se puedan tomar las acciones preventivas de manera oportuna y efectiva). Cuando el estado de alerta del volcán cambia a alerta Roja, la periodicidad del boletín cambiará de semanal a diaria y la

de los boletines extraordinarios dependerá del curso o ritmo del proceso eruptivo.

En Colombia, el SGC y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), sumadas a los respectivos entes territoriales, son las únicas entidades oficiales autorizadas para comunicar y difundir información con soporte técnico y científico real sobre la ocurrencia de sismos de origen tectónico o la actividad volcánica en el país.

¿Por qué debemos estar preparados ante la posibilidad de una erupción?

Un porcentaje importante de la población colombiana reside o tiene sus actividades económicas, culturales y sociales cerca a volcanes activos, por lo que tener planes de emergencia y contingencia actualizados, y que todos los actores involucrados estén articulados para un evento eruptivo, puede evitar consecuencias catastróficas.

SERVICIO
GEOLÓGICO
COLOMBIANO



Solicitudes de medios con:

Mónica Jaramillo Arias

Jefe de prensa

medios@sgc.gov.co

+57 312 504 7242



@sgcol



Servicio Geológico Colombiano



@serviciogeologicocolombiano



www.sgc.gov.co