



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

**SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES**

**ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DE COLIMA
2021**

Subdirección de Riesgos Volcánicos
Dirección de Investigación

Contenido

- Resumen
- Antecedentes
- Actividad sísmica
- Monitoreo visual y satelital
- Anomalías térmicas y Geoquímica
- Diagnóstico
- Bibliografía
- Notas

Resumen

La actividad sísmica y eruptiva durante el 2021 permaneció en niveles bajos. Para este año se detectaron 89 eventos de tipo largo periodo (LP), 268 eventos de alta frecuencia, 94 derrumbes, 36 minutos de tremor y 22 señales asociadas a lahares, sin observar una actividad relevante en el año.

A lo largo del 2021 se observó una leve emisión de vapor de agua y otros gases, principalmente sobre el borde noreste del cráter. Durante los meses de junio a octubre se registraron señales asociadas a la ocurrencia de lahares, la mayoría de ellos descendió por la barranca Monte Grande. En las imágenes a través de sobrevuelos y satelitales no se distinguieron cambios significativos en el cráter interno, permaneció el procesado de subsidencia en el fondo del cráter, formado desde julio de 2019, presentando un desnivel de aproximadamente 37.5 m de desnivel.

Finalmente, los sistemas MODVOLC y MIROVA no detectaron anomalías térmicas en el volcán Fuego de Colima. Para el 2021 no se realizaron mediciones de flujo de SO₂, no se reportaron emisiones, ni deformación por el sistema MOUNTS.





SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

Antecedentes

Durante los últimos seis años, la actividad sísmica ha ido disminuyendo. El 10 y 11 de julio de 2015, el volcán registró la actividad eruptiva más relevante de los últimos 100 años. En estos días se registraron dos episodios de tipo boil-over, ocasionando flujos piroclásticos de alrededor de 10 km de longitud. El volcán mostró una clara disminución en el número de derrumbes y desde entonces, la actividad estuvo dominada por explosiones, tremor y eventos de tipo LP; este comportamiento permaneció hasta finalizar 2015.

Para el 2016 el volcán Fuego de Colima presentó etapas alternadas de actividad efusiva, explosiva y en ciertos periodos la coexistencia de ambos tipos de actividad. Este comportamiento se vio reflejado en la construcción y destrucción sucesiva de varios domos. Para noviembre y diciembre de 2016, el tipo de actividad que predominó fue principalmente explosiva, acompañada de eventos tipo LP, tremor y explosiones de tipo vulcaniano, que generaron columnas eruptivas inferiores a 1 km de altura con bajo contenido de ceniza.

En el 2017 se observó una reducción en la actividad sísmica del volcán. Sólo se registraron anomalías térmicas en enero y febrero, que correspondieron a las fases de mayor actividad.

Para el año del 2018 la actividad más destacada ocurrió en los primeros cuatro meses del año, al contabilizarse la mayor cantidad de eventos tipo LP, señales de alta frecuencia, explosiones y tremor. De agosto a octubre, se registraron una serie de pequeños lahares que descendieron, en su mayoría, por las barrancas Montegrande, la Arena y Zarco.

En 2019, el volcán presentó un comportamiento estable. La actividad más importante sucedió entre el 24 abril y el 30 de junio, en este periodo se tuvo el nivel más alto en el número de eventos tipo LP, señales de alta frecuencia, explosiones y derrumbes. Derivado del incremento en la actividad, el día 26 de abril se elevó el semáforo de color verde a amarillo. La explosión del 11 de mayo registrada a las 12:35 hora local, fue el evento más significativo del año. Producto de la explosión se formó una oquedad de aproximadamente 50 m de longitud en la parte central del cráter.

Finalmente, en 2020 la actividad eruptiva y sísmica continuo en niveles bajos, sin destacar ningún evento. No se observaron cambios importantes en el cráter y permaneció la oquedad. De acuerdo con el Modelo Digital de Elevación (MDE) reportado en el Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima Núm. 159, se estiman 37.5 m de desnivel.





Actividad Sísmica

La actividad sísmica del volcán Fuego de Colima durante el 2021 estuvo dominada principalmente por eventos tipo LP, señales de alta frecuencia, derrumbes, y en menor medida por algunos minutos de temblor.

En 2021, la actividad sísmica fue baja. En este año se identificaron 89 eventos tipo LP (con frecuencia característica menor a 5 Hz), 268 eventos de alta frecuencia, 94 derrumbes y 36 minutos de temblor. Además, se detectaron 22 señales asociadas a lahares. Sin embargo, los niveles fueron bajos en comparación con años previos (Tabla 1, Figura 1).

Tabla 1 Actividad asociada al volcán Fuego de Colima durante el 2021

| Mes | LP | Explosiones | Tremor (minutos) | Señales de alta frecuencia | Derrumbes | Lahares |
|-------------------|-----------|-------------|------------------|----------------------------|-----------|-----------|
| Enero | 8 | 0 | 0 | 21 | 1 | 0 |
| Febrero | 9 | 0 | 0 | 36 | 9 | 0 |
| Marzo | 12 | 0 | 0 | 20 | 3 | 0 |
| Abril | 14 | 0 | 36 | 38 | 5 | 0 |
| Mayo | 11 | 0 | 0 | 48 | 11 | 0 |
| Junio | 8 | 0 | 0 | 34 | 8 | 6 |
| Julio | 12 | 0 | 0 | 21 | 21 | 9 |
| Agosto | 6 | 0 | 0 | 14 | 4 | 3 |
| Septiembre | 5 | 0 | 0 | 16 | 5 | 2 |
| Octubre | 2 | 0 | 0 | 7 | 1 | 2 |
| Noviembre | 1 | 0 | 0 | 4 | 12 | 0 |
| Diciembre | 1 | 0 | 0 | 9 | 14 | 0 |
| Total 2021 | 89 | 0 | 36 | 268 | 94 | 22 |
| Total 2020 | 137 | 0 | 38 | 324 | 110 | 3 |
| Total 2019 | 637 | 43 | 188 | 1588 | 215 | 40 |
| Total 2018 | 883 | 79 | 146 | 1659 | 441 | 15 |

Durante el transcurso del 2021 se tuvo una actividad sísmica baja. No obstante, en los meses de abril y mayo se presentó un ligero incremento en la actividad sísmica, aumentando el número de eventos tipo LP, alta frecuencia y minutos de temblor.



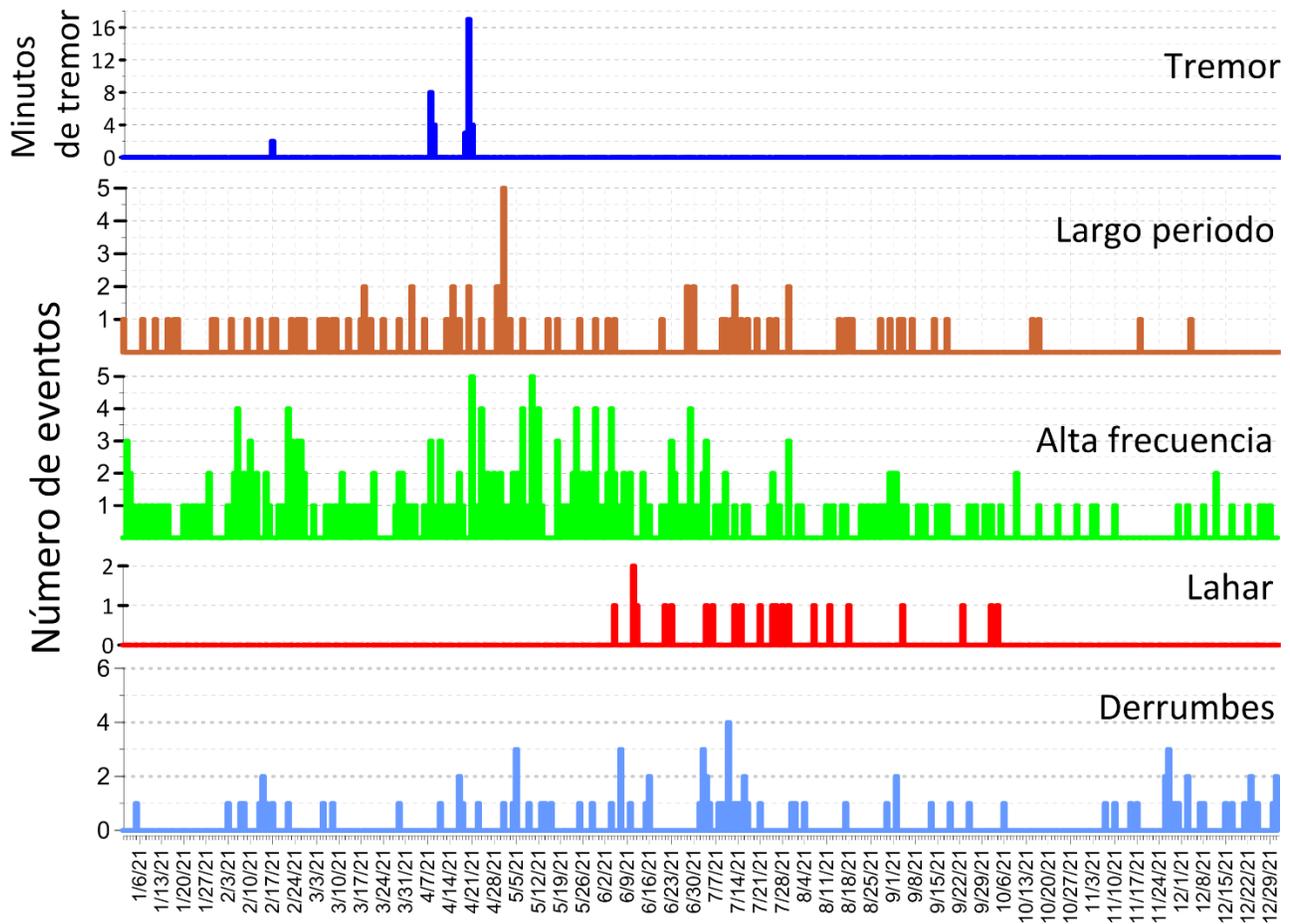


Figura 1 Resumen de la actividad registrada en el Volcán Fuego de Colima durante el 2021.

Medición de amplitudes sísmicas en tiempo real (RSAM)

El análisis del comportamiento del RSAM se realizó, con base en los registros del componente norte en las estaciones SOMA e INCA en ventanas de 60 segundos, con el propósito de identificar los eventos más representativos del año (Figura 2). Debido a la falta de comunicación con las estaciones se emplearon diferentes estaciones para llevar a cabo el análisis. De enero al 10 de abril se ocupó la estación INCA, para el resto del año fue SOMA. Los datos fueron depurados, eliminando telesismos y sismos tectónicos regionales, para lo que se consultaron las páginas del Servicio Geológico de los Estados Unidos y del Servicio Sismológico Nacional.

En general la gráfica del RSAM muestra un comportamiento prácticamente homogéneo, como se observa en la amplitud acumulada, con ligeros incrementos ante la ocurrencia de eventos importantes (Figura 2). Ya que se usaron diferentes estaciones para generar la gráfica



RSAM existen variaciones, así como algunas generadas por las condiciones climáticas de la zona, ajenas al volcán. En este año 51 eventos fueron los más representativos, entre estos encontramos; ocho derrumbes, 25 eventos de alta frecuencia, 10 lahares y ocho eventos del tipo LP. Durante el 2021 no se distinguió una distribución o tendencia en las frecuencias características (Figura 2).

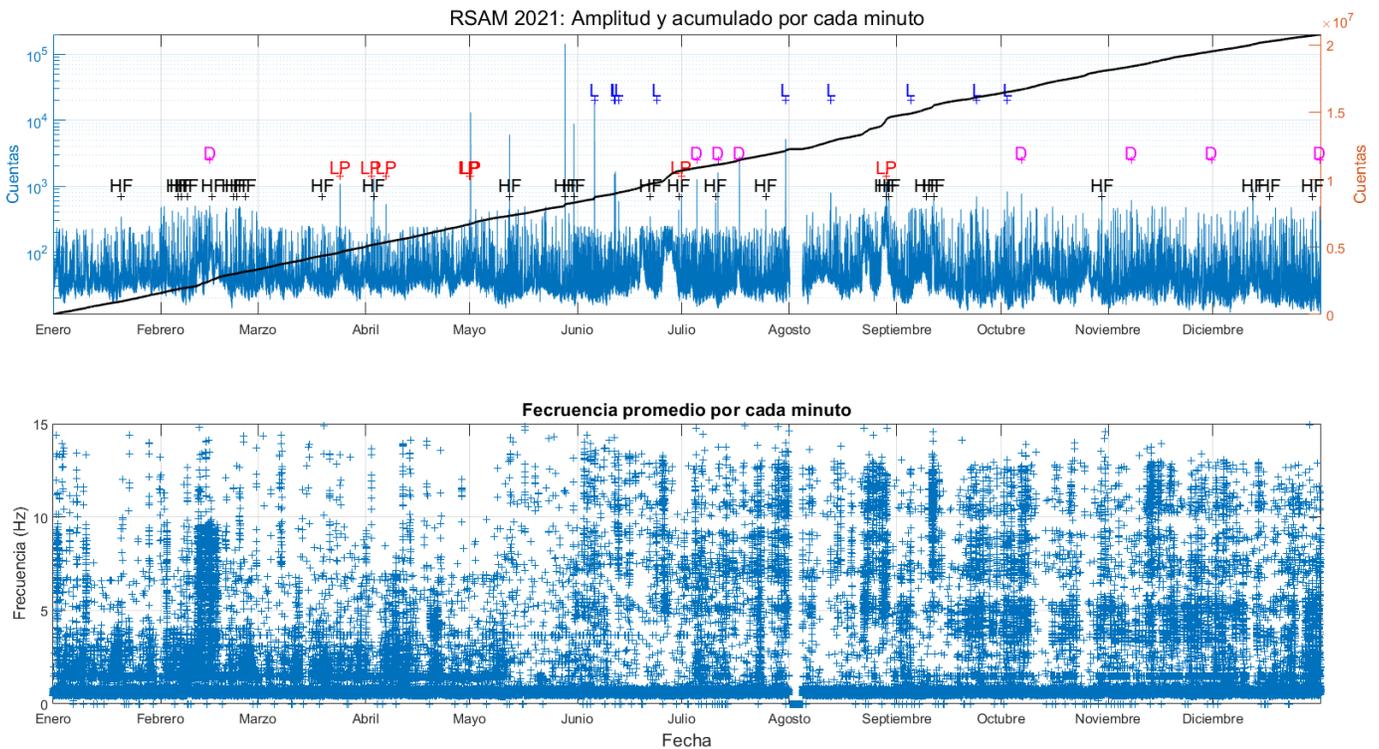


Figura 2 Gráfica del RSAM correspondiente a 2021, estación SOMA e INCA componente norte. En la parte alta se presenta la clasificación de los eventos más relevantes del año con cruces de diferente color (eventos de largo periodo (LP), alta frecuencia (HF), derrumbes (D) y lahares (L)) y el acumulado de la amplitud (línea negra). En la parte baja se tiene la frecuencia característica por cada ventana.

Frecuencia y amplitud de los eventos de tipo LP

El número de eventos de tipo LP que se registraron durante el 2021 fue menor al año anterior. En total se identificaron 89 eventos del tipo LP, lo que representó un decremento del 35.03% con un promedio de 0.24 eventos por día. Los eventos fueron clasificados de tipo LP cuando su frecuencia característica era menor a 5 Hz. Cabe destacar que por segundo año no se registraron eventos conocidos como tornillos.

En la Figura 3 se observa la distribución de frecuencia y amplitud de todos los eventos registrados en el año. De manera general, todos los eventos presentaron baja amplitud. Las



frecuencias dominantes o características de los eventos tipo LP, se encuentran principalmente ubicadas entre 2 y 4.5 Hz, con una duración menor a un minuto. Además, se observó que dos eventos presentaron una frecuencia característica baja, entre los 0.5 y 0.6 Hz, registrados en julio. También se observa que los eventos de enero a abril tienen frecuencias características más bajas, esto puede ser porque se utilizó la estación INCA, ubicada a mayor distancia del cráter que SOMA, lo que pudo ayudar a atenuar las ondas sísmicas reflejándose en una menor frecuencia característica.

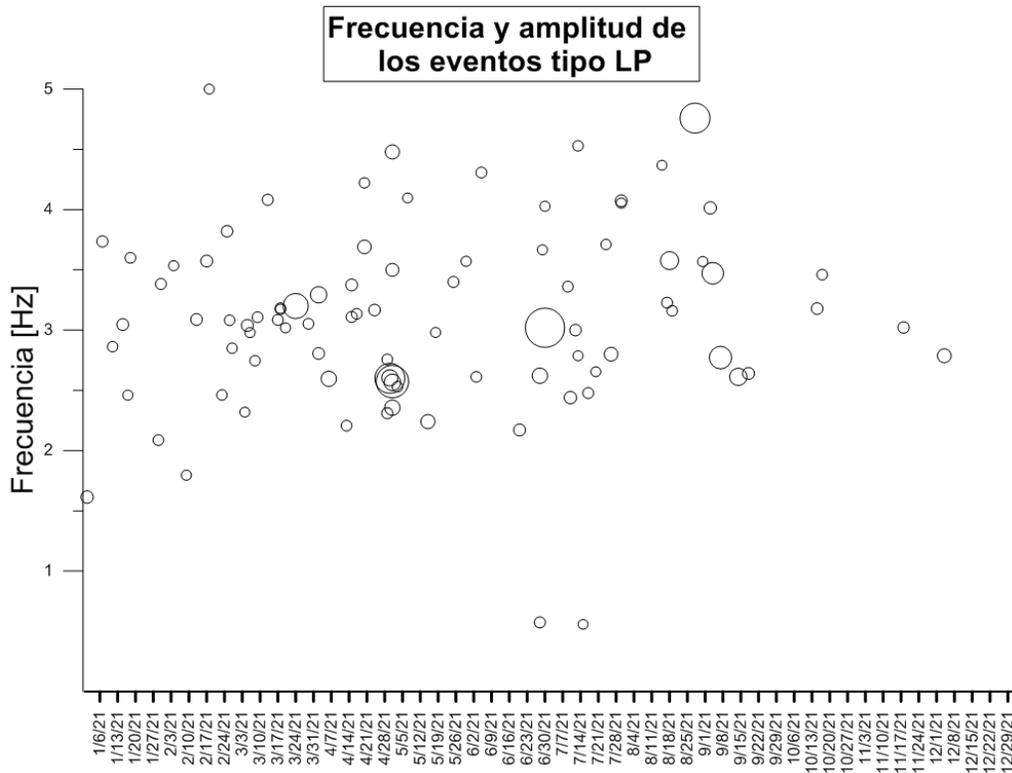


Figura 3 Frecuencia y amplitud de los eventos de tipo LP registrados durante el 2021.

Señales de alta frecuencia

Durante el 2021 se registraron 268 señales de alta frecuencia, estos eventos son muy similares a los volcanotectónicos (VT), pero no presentan fases bien definidas. En comparación al año pasado se tuvo una disminución del 17.28%, noviembre fue el mes que registró la menor cantidad de eventos al contabilizarse sólo cuatro. Mientras, que mayo registró la mayor cantidad, con un total de 48 eventos (Figura 1). Dentro de los eventos más relevantes por su amplitud superior a las 35 000 cuentas pico-pico, se encuentran los registrados los días 28 de mayo y 29 de octubre a las 5:28 y 19:54 h, respectivamente (Figuras 4 y 5). A partir del mes de agosto se tuvo una disminución en el número de eventos a menos de 20 (Tabla 1, Figura 1).



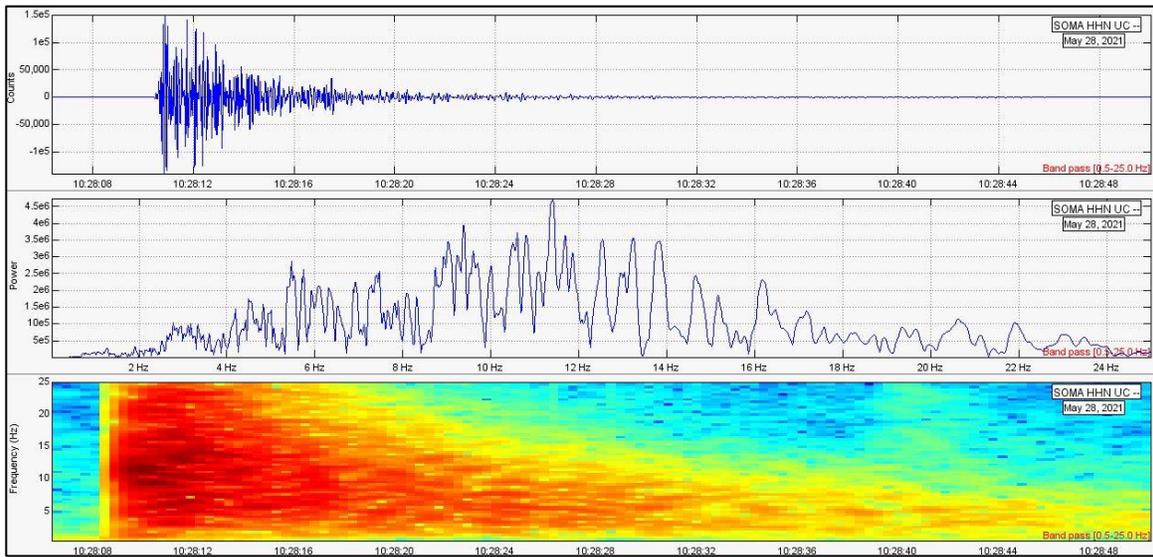


Figura 4 Señal de alta frecuencia registrada en el componente norte de la estación SOMA, el 28 de mayo a las 5:28 h (hora local). La imagen muestra la hora UTC.

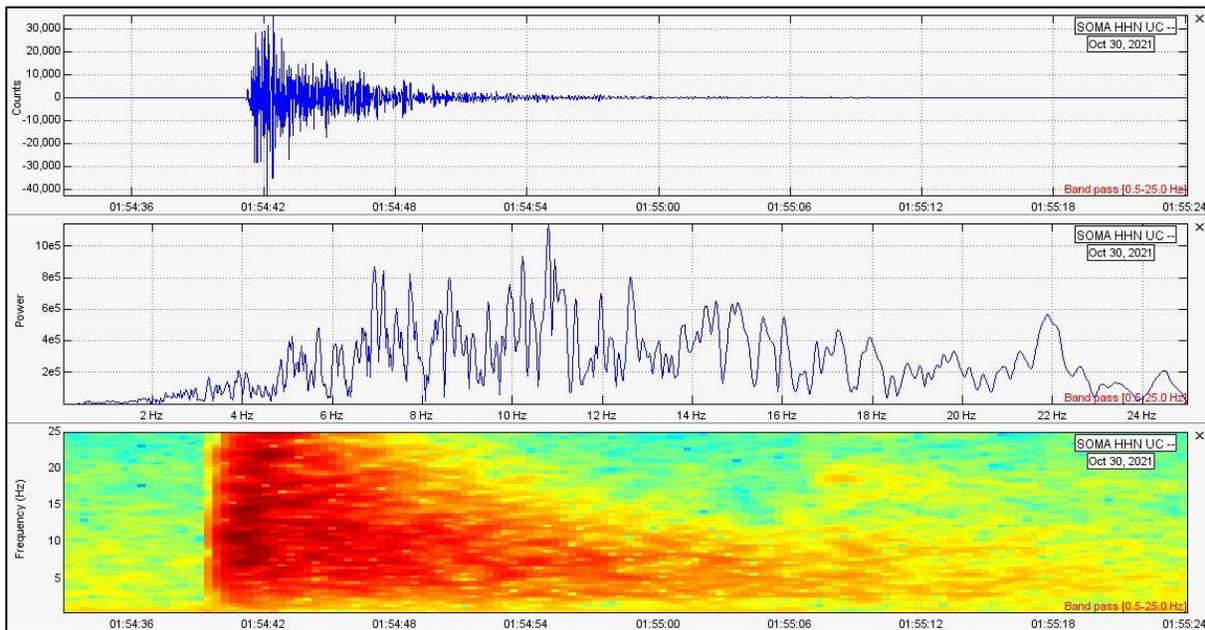


Figura 5 Señal de alta frecuencia registrada en el componente norte de la estación SOMA, el 29 de octubre a las 19:54 h (hora local). La imagen muestra la hora UTC.



Derrumbes

Las señales sísmicas asociadas a derrumbes durante el año fueron menores al pasado, al registrarse 94, lo que representa una disminución del 14.54%. En el mes de julio se registró el mayor número con un total de 21 eventos. En contraste enero fue el mes en el que sólo se identificó un derrumbe. Entre los eventos más relevantes del 2021 se encuentra el del día 5 de julio a las 4:45 h (hora local), con una amplitud sísmica de 16 000 cuentas pico-pico (Figura 6). El día 22 de febrero a las 11:01 h se observó un pequeño derrumbe bajando en el sector sur-suroeste del volcán (Figura 7).

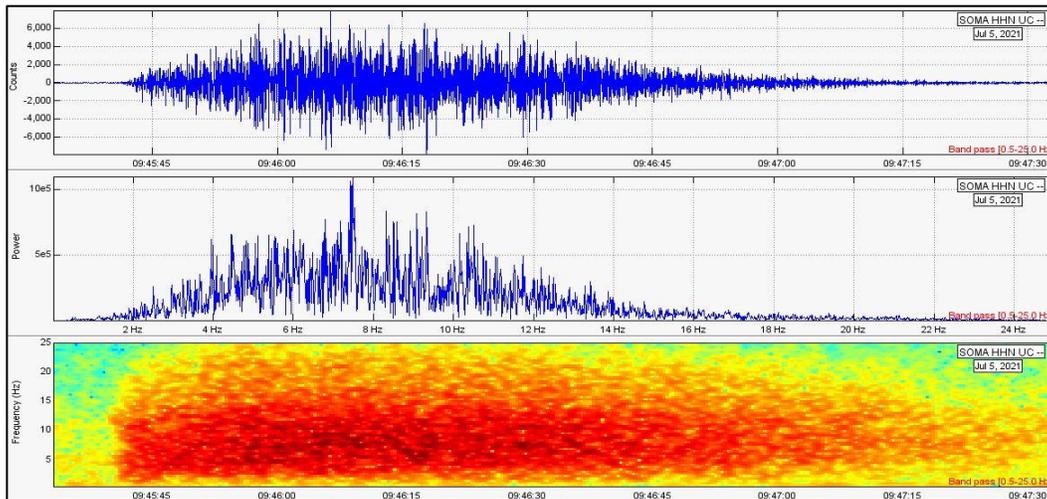


Figura 6 Derrumbe registrado en el componente norte de la estación SOMA, el 5 de julio a las 4:45 h (hora local). La imagen muestra la hora UTC.



Figura 7 Secuencia de imágenes del derrumbe observado el 22 de febrero a las 11:01 h (cámara fija Webcams de México del volcán Fuego desde Palmillas).

Lahares

Durante los meses de junio a octubre del 2021 se registraron 22 señales asociadas a la ocurrencia de lahares (Figura 1). Sin embargo, el Centro Universitario de Estudios Vulcanológicos (CUEV) de la Universidad de Colima reportó 35 lahares. El número de eventos aumentó considerablemente con respecto al año anterior, lo que representa un incremento del 633.3% y abarco un periodo de tiempo más prolongado. Los lahares del 2020 tuvieron lugar de agosto a septiembre, en ese lapso se contabilizaron sólo tres eventos. De acuerdo con las señales sísmicas, los lahares de este año presentaron una duración entre 30 a 120 minutos.

Con base en la atenuación de las amplitudes de las distintas estaciones y a los boletines técnicos semanales del CUEIV, los lahares descendieron por las barrancas: El Zarco, La Lumbre y Montegrande. Un mayor número de lahares descendieron por la barranca Monte Grande, de acuerdo con los reportes semanales del CUEIV fueron 25. El día 15 de julio a las 15:08 h (local) se presentó un lahar que pudo ser observado por la cámara instalada en la barranca Montegrande (Figura 8). El lahar del 5 de junio a las 16:37 h (local) tuvo la mayor amplitud en SOMA, alcanzando una amplitud de 184 500 cuentas pico-pico (Figura 9), y una duración de alrededor de 40 minutos.



Figura 8 Descenso del lahar sobre la barranca de Montegrande el 15 de julio a las 15:08 (hora local). La imagen muestra la hora UTC. Tomada del Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima No. 234, 2021.

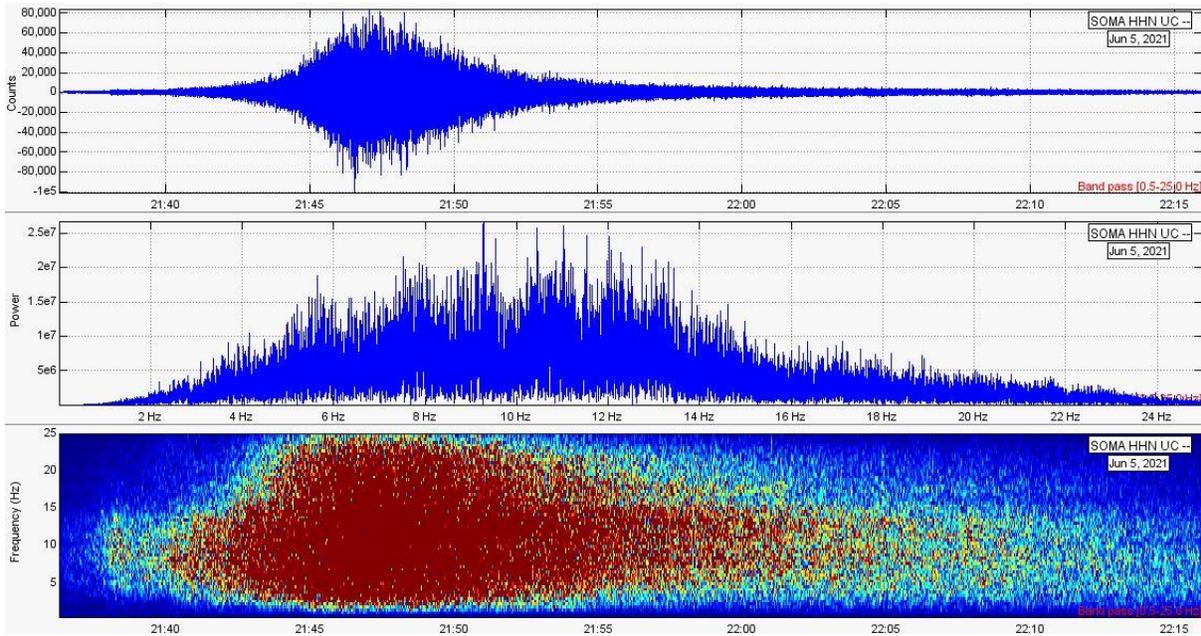


Figura 9 Lahar registrado el 5 de junio a las 16:36 (hora local). La imagen muestra la hora UTC. Estación SOMA componente norte.

Monitoreo visual y satelital

Observaciones visuales

De acuerdo con el análisis de las imágenes obtenidas por medio de las cámaras instaladas alrededor del volcán, durante 2021 se observó una leve emisión de vapor de agua y otros gases, principalmente en la parte noreste del cráter, sin embargo, también se visualizaron al sur y centro del mismo; en ningún caso la emisión superó 500 m de altura. Cabe señalar que este año se observó una menor desgasificación en comparación con el pasado. A continuación, se muestra la imagen más representativa de cada mes (Figura 10).



Figura 10 Imágenes durante todo el 2021, en las que se muestra la emisión de vapor de agua y otros gases en cada mes. Vistas desde cámara fija Webcams de México del volcán Fuego de Colima.



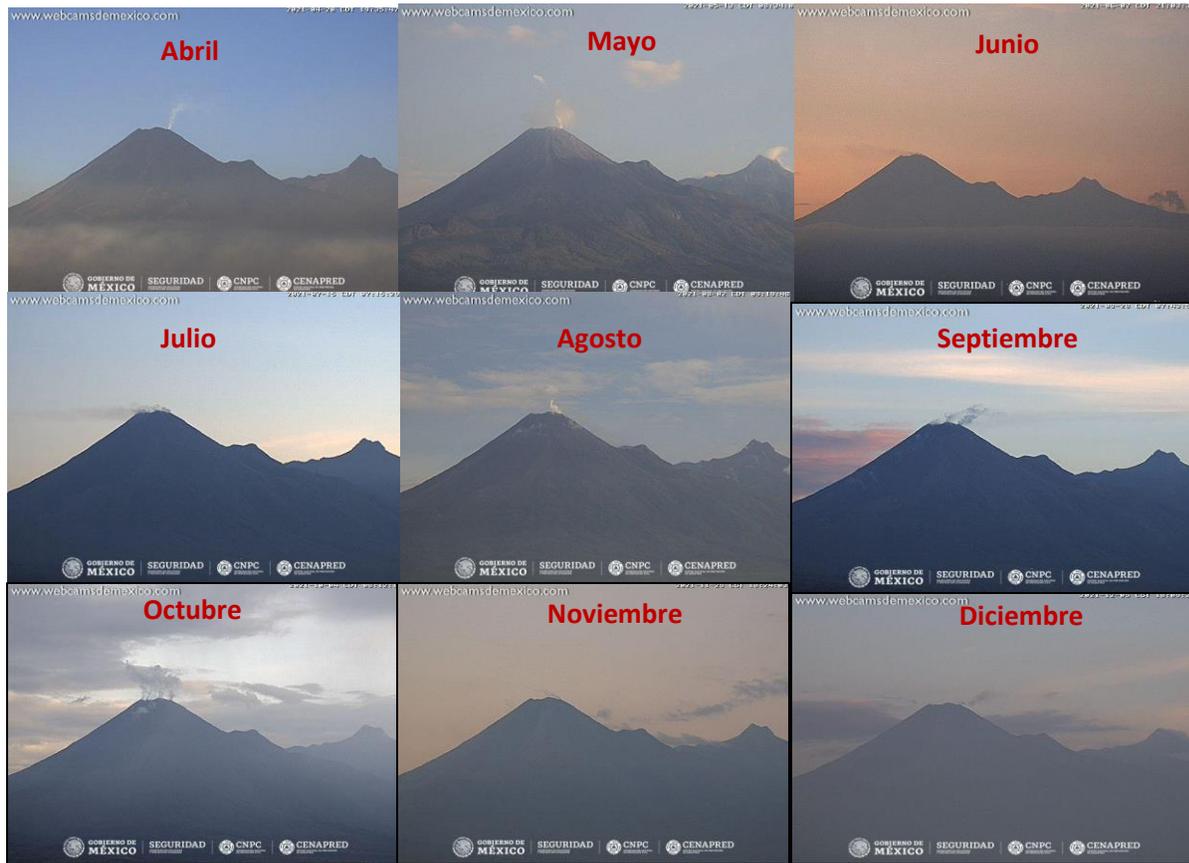


Figura 10 Continuación.

Durante el 2021 se llevaron a cabo tres sobrevuelos con un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) al volcán, los días 23 febrero, 13 de abril y 11 de junio. Se pudo corroborar que continúa el proceso de subsidencia iniciado desde el mes de julio de 2019, sin observarse cambios sustanciales en la morfología del cráter interno. Asimismo, se observaron fumarolas del lado noreste del cráter (Figura 11).



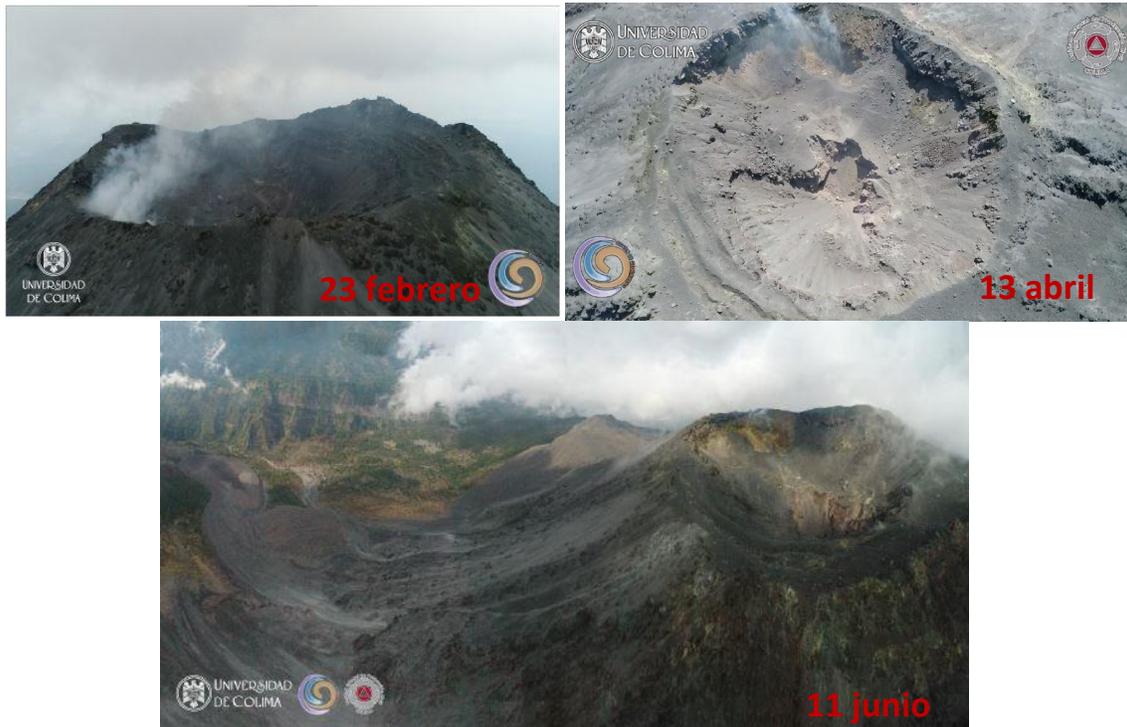


Figura 11 Vista del cráter del Volcán de Colima a través de distintos sobrevuelos . Tomadas del Boletín Técnico Semanal No. 214, 221 y 230 (CUEIV).

Observaciones satelitales

A partir del mes de mayo 2019 se incorporó el monitoreo satelital a los informes mensuales del volcán Fuego de Colima. El monitoreo satelital es ahora una herramienta esencial para la visualización del terreno. Diversas plataformas, como el caso de Planet Explorer, dedicadas a la visualización del terreno y en caso específico para la Subdirección de Riesgos Volcánicos es la incorporación del monitoreo volcánico. La plataforma está incorporada por diferentes sensores como Sentinel de la European Commission (Copernicus), ESA., Landsat de NASA Goddard Space Flight Center y U.S. Geological Survey; y Planet and RapidEye de Planet. Las imágenes tienen una resolución de 0.7 a 10 metros, lo cual permite distinguir cambios en la estructura volcánica.

A lo largo del año hubo disponibilidad en las imágenes satelitales por lo que cada mes hubo al menos una imagen que ayudara a evaluar las condiciones del interior del cráter. Con base en el análisis de las imágenes durante todo el 2021, se observó que el proceso de subsidencia en el fondo del cráter, formada desde el mes de julio de 2019, se mantuvo en el año, sin observar cambios significativos a pesar de los derrumbes identificados. De acuerdo con el Modelo Digital de Elevación (MDE) reportado en el Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima Núm. 159, se estiman 37.5 m de desnivel. En la figura 12 se muestra la imagen satelital más ilustrativa de cada mes.

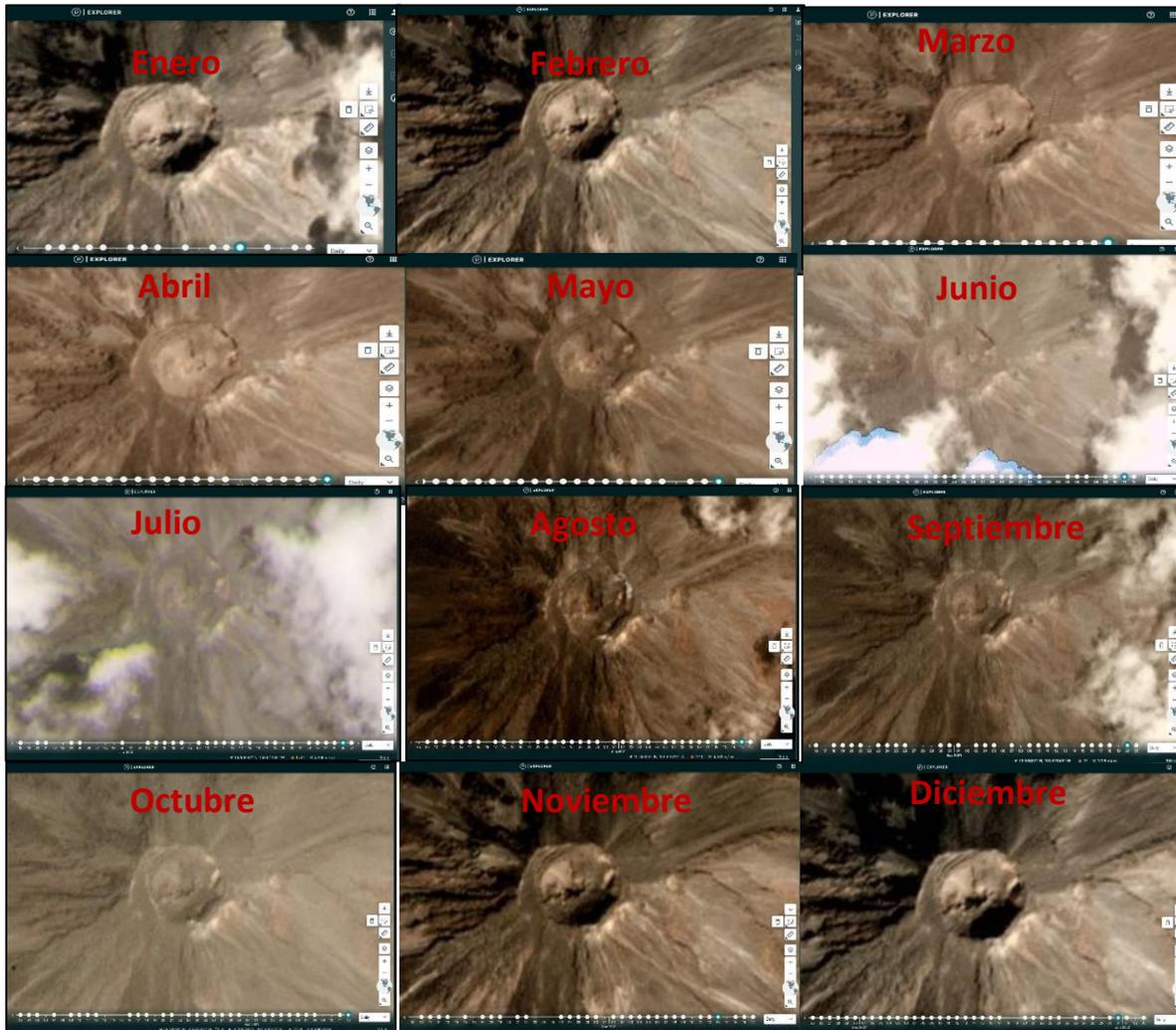


Figura 12 Imágenes satelitales para los meses de enero a diciembre, con una resolución de 3 a 3.25 m. Cortesía de Planet Explorer.

Diagnóstico

En el 2021 la actividad fue estable y baja. Desde a mediados del 2019 el volcán permanece en una fase de calma. En comparación al año pasado se registraron una menor cantidad de eventos. En el caso de las señales asociadas a los lahares se tuvo un incremento sustancial. Por ello, para la siguiente temporada de lluvias se recomienda conocer las condiciones actuales de las barrancas y si fuera necesario su desalzolve.

Las imágenes a través de los sobrevuelo y de los satelitales permitieron observar que no hay cambios importantes en el interior del cráter y que continúa el proceso de subsidencia en la





SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

parte central.

De acuerdo con la baja actividad o nula en los distintos tipos de monitoreo. Es posible que, en las próximas semanas a meses, la actividad sísmica se mantenga en niveles bajos. Sin embargo, no se descarta el probable crecimiento de un nuevo domo de lava, el cual sería precedido por un aumento en la actividad sísmica. De igual manera cabe la posibilidad de que se presenten explosiones de baja intensidad.

Bibliografía

- Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima No. 159. RESCO-CUEIV, 7 de febrero de 2020.
- Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima No. 214. RESCO-CUEIV, 26 de febrero de 2021.
- Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima No. 221. RESCO-CUEIV, 16 de abril de 2021.
- Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima No. 230. RESCO-CUEIV, 18 de junio de 2021.
- Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima No. 234. RESCO-CUEIV, 16 de julio de 2021.

Notas

El contenido de este informe se elaboró con datos proporcionados por los sistemas de monitoreo del CENAPRED e información proporcionada por el Centro Universitario de Estudios e Investigaciones en Vulcanología de la Universidad de Colima, así como el Sistema MODVOLC de la Universidad de Hawái, el *Atmospheric Chemistry and Dynamics Laboratory* de la NASA y el *Middle Infrared Observation of Volcanic Activity* de las universidades de Torino y Florencia.

Un agradecimiento especial al personal de las subdirecciones de Monitoreo y de Instrumentación y Comunicaciones del CENAPRED, que se encargan de una parte importante del monitoreo.

Este informe ha sido elaborado como herramienta para la discusión interna del estado de actividad del Volcán de Colima, entre el equipo del CENAPRED, las autoridades de Protección Civil y personal del Centro Universitario de Estudios e Investigaciones de Vulcanología (Observatorio Vulcanológico de Colima), y del Centro de Intercambio e Investigaciones en Vulcanología, ambos de la Universidad de Colima, así como del Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, de la Universidad de Guadalajara. La información y datos





SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

contenidos en el mismo no pueden ser reproducidos sin previa autorización de los especialistas que elaboraron este informe.

Elaboraron: Sergio Valderrama Membrillo, Gema Victoria Caballero Jiménez y Alicia Martínez Bringas

Revisó: Carlos Gutiérrez

