



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

SUBSECRETARÍA DE PLANEACIÓN, INFORMACIÓN Y PROTECCIÓN CIVIL
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

MONITOREO DEL VOLCÁN CHICHÓN

2018

Subdirección de Riesgos Volcánicos
Dirección de Investigación

Contenido

- Introducción
- Monitoreo Sísmico
- Monitoreo Geoquímico
- Diagnóstico y conclusiones
- Referencias

Introducción.

El volcán Chichón, o Chichonal, se encuentra en la región noroeste del estado de Chiapas, en el municipio de Francisco León. Después de un período de actividad sísmica moderada, que inició a finales de febrero de 1982, el 28 de marzo del mismo año, a las 23:32 h, el volcán inició una fase eruptiva explosiva que duró hasta el 4 de abril de ese año. La erupción destruyó el domo central y dejó en su lugar un cráter de 1 km de diámetro y 130 m de profundidad. La primera explosión, de tipo pliniano, produjo una columna eruptiva que alcanzó más de 20 km de altura. Las explosiones del 4 de abril, a las 01:35 y 11:10 h, fueron más violentas y generaron columnas eruptivas superiores a 24 km y 22 km de altura, respectivamente. Se tienen registradas tres explosiones menores, además de las antes mencionadas. Las erupciones emitieron piroclastos, gases y gran cantidad de cenizas. En las poblaciones cercanas al volcán, se reportó fuerte caída de ceniza, que se depositó hasta la ciudad de Villahermosa, a 75 km de distancia, con un espesor de 5 cm. El impacto social de esta erupción fue grande. Se estimó la muerte de cerca de 2,000 personas y 2,000 desaparecidos, más unos 20,000 damnificados. Diez poblados desaparecieron y la pérdida de cosechas y ganado descapitalizó a un amplio sector de la población de la región. Se registraron grandes daños en puentes, carreteras y en la red de electrificación. El Chichón es considerado todavía como un volcán activo, que podría entrar de nuevo en una etapa eruptiva. Una población de más de 100,000 habitantes en un radio de 30 km del cráter, hacen del Chichón un volcán de alto riesgo, que debe ser monitoreado y vigilado permanentemente.



Monitoreo sísmico

Desde diciembre de 2011, el Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), en colaboración con el CENAPRED, cuenta con una red de tres estaciones sismológicas ubicadas en Francisco León, Nicapa (Pichucalco) y Viejo Volcán (Chapultenango), además de una cámara telemétrica que captura imágenes del cráter. La señal de Viejo Volcán se recibía desde entonces en el CENAPRED y, desde finales de marzo de 2014, también se recibía en CENAPRED la señal de Francisco León. Sin embargo, durante una tormenta registrada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez en abril de aquel año, se vino abajo una de las torres que retransmitían la señal y, desde entonces, no se han vuelto a recibir los datos.

Monitoreo Geoquímico

Por otro lado, desde 2006 el CENAPRED ha realizado un monitoreo geoquímico y térmico de este volcán, que consiste en el análisis físico-químico de las aguas termales y gases, obtenidos a través de un muestreo anual de los mismos (Figura 1). El 2 de septiembre de 2018, se llevó a cabo una campaña de monitoreo en este volcán.

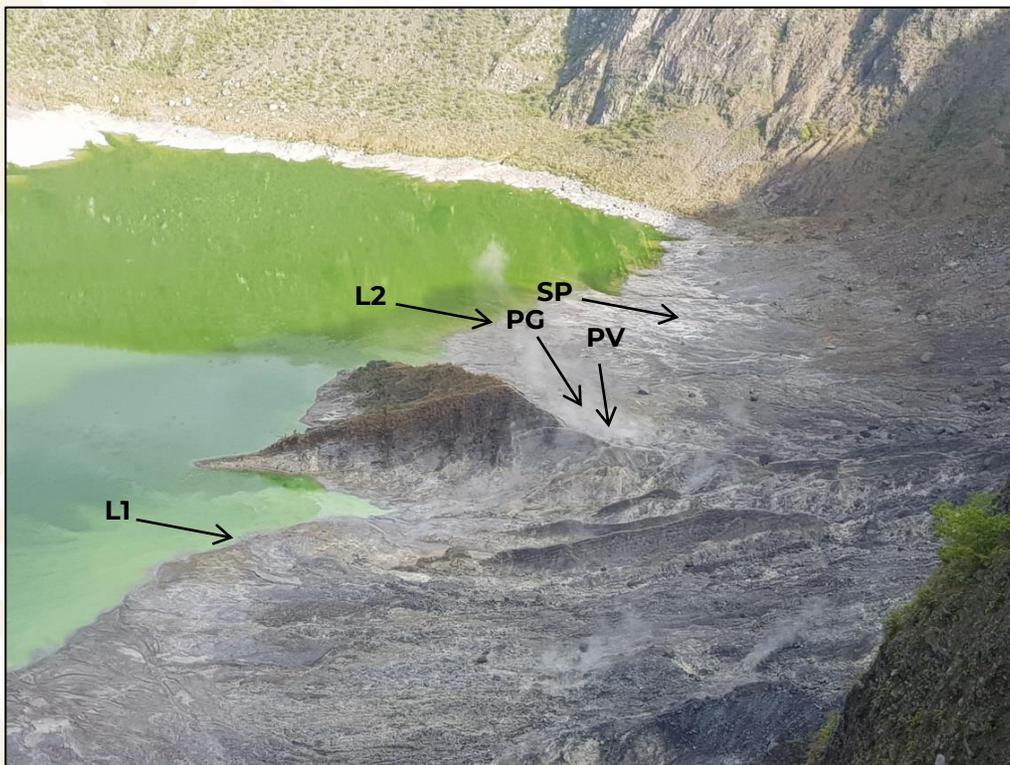


Figura 1 Localización de los sitios de muestreo hidrogeoquímico del volcán Chichón



El monitoreo hidrogeoquímico consiste en el seguimiento periódico de las variaciones en las concentraciones de especies químicas y de los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH y conductividad) de las aguas que circulan por un edificio volcánico. Diversos manantiales asociados a volcanes han mostrado cambios en su composición química antes de una erupción: volcán Sakurajima (Hirabayashi *et al.*, 1982), Nevado del Ruiz (Williams *et al.*, 1986), Ruapehu (Giggenbach *and* Glover, 1975) y Popocatépetl (Armienta *et al.*, 2000; Martin Del Pozzo *et al.*, 2002). Estas variaciones reflejan un aporte de determinados elementos químicos desde los gases magmáticos y pueden indicar una mayor actividad del volcán bajo estudio.

La Subdirección de Riesgos Volcánicos del CENAPRED cuenta con datos obtenidos con esta técnica de monitoreo desde 2006. Los datos de geoquímica pudieron ser complementados con la información publicada por Armienta *et al.* (2000), Rouwet *et al.* (2008) y Taran *et al.* (2008), por lo que se ha podido construir una base de datos de las variaciones geoquímicas del lago craterico y otros manantiales, de 1983 a 2018 (Figura 2).

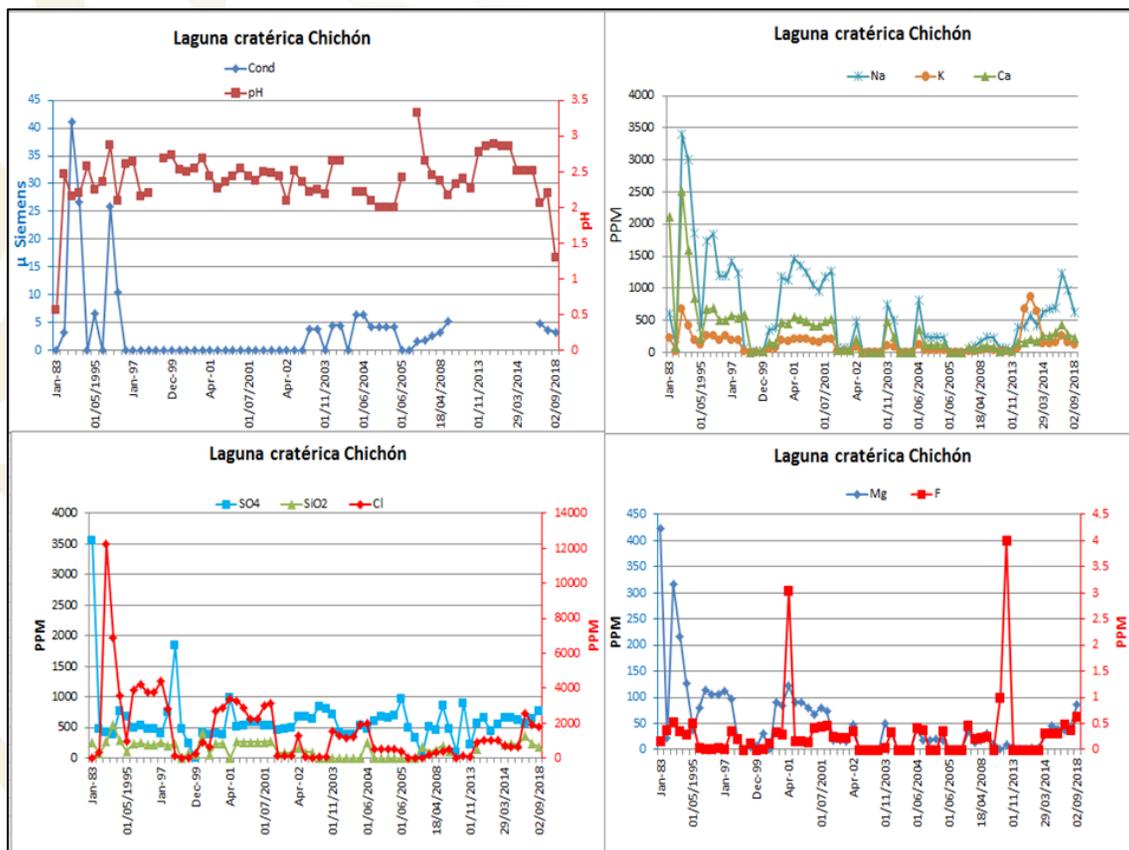


Figura 2. Resultado de los análisis de pH medidos en el lago craterico del volcán El Chichón, de 1983 a 2018



En total se tomaron cinco muestras: dos en el lago cratérico, una en el manantial llamado Poza Gris (Figura 3), otra en el manantial llamado Poza Verde (Figura 4) y una última en la parte externa del volcán en el Río Rojo. Se encontró que las muestras Río Rojo y *Soap Pool* presentaron valores de pH de 4.0 y 5.4 respectivamente, lo que permitió cuantificar el parámetro de bicarbonatos, mientras que en las cuatro muestras restantes no fue posible, debido a que presentaron valores más bajos de pH (2.0-2.7).

Todas las muestras, a excepción de *Soap Pool*, la cual no se había muestreado anteriormente, se compararon con los resultados obtenidos en noviembre de 2016, encontrándose un aumento de sulfatos (12-23%), magnesio (19-62%) y flúor (17-41%) y una disminución de los parámetros sodio (29-68%), sílice (12-36%) y potasio (12-51%).

Calcio disminuyó en las muestras Lago 1 (21%) y Poza Verde (65%), mientras que en Lago 2 y Río Rojo no se presentaron cambios. El parámetro de cloruros se mantuvo sin cambios en Lago 1 y Lago 2, y disminuyó en Poza Gris (61%) y Poza Verde (68%). Cabe destacar que la muestra *Soap Pool* presentó las concentraciones más altas en los parámetros sodio, potasio, calcio, sílice, cloruros y boro. Por último, el boro disminuyó en Lago 1, Lago 2 y Poza Gris (19-36%), y aumentó sólo en Poza Verde (42%).



Figura 3 Manantial Poza Gris dentro del cráter, que muestra una temperatura de 91°C



Figura 4 Manantial Poza Verde dentro del cráter, que muestra una temperatura de 92.5°C

El principal aporte de cloro del lago cratérico se relaciona con la presencia de un manantial en ebullición llamado *Soap Pool* (Figuras 1 y 5), el cual descarga hacia la laguna con una tasa de flujo de 30 kg/s (Rouwet, 2008). Este manantial no siempre es accesible, ya que llega a cubrirse por el lago cuando éste incrementa su nivel. Durante esta campaña, el manantial *Soap Pool* estaba seco, pero se muestreó un nuevo manantial situado a pocos metros de donde estaba el anterior.

Tabla 1 Resultados de los análisis químicos realizados a las muestras de agua del volcán Chichón en noviembre de 2016

PARÁMETRO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
	Lago 1	Lago 2	Poza gris	Poza verde	Río rojo	Soap pool
Bicarbonatos(HCO ₃ ⁻)	N.D	N.D	N.D	N.D	6.11±1.73	22.00±0.00
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	766.51±29.60	763.02±10.52	1124.19±13.48	1498.37±75.64	306.40±4.77	345.58±4.28
Cloruros (Cl ⁻)	1803.56±18.09	1637.28±0.00	9.12±0.00	7.60±0.72	3.07±0.00	5076.95±17.90
Sodio (Na ⁺)	630.42±5.26	569.53±44.24	19.17±0.62	32.59±2.59	8.86±0.07	1776.24±34.29
Potasio (K ⁺)	127.75±1.31	121.07±2.02	7.83±0.91	12.16±0.18	4.41±0.13	285.47±0.17
Fluoruros (F ⁻)	0.62±0.04	0.50±0.01	0.17±0.02	0.06±0.01	0.15±0.00	0.46±0.01
Magnesio (Mg ²⁺)	86.97±0.00	54.74±0.72	118.69±1.45	140.68±0.72	36.32±0.72	95.67±0.72
Calcio (Ca ²⁺)	233.14±1.18	250.39±1.19	N.D	9.27±0.01	80.37±0.60	608.18±1.10
Sílice (SiO ₂)	191.19±7.29	183.61±0.00	263.04±23.38	342.00±6.25	52.54±3.22	420.31±18.11
Boro (B) *	14.86±0.09	14.96±0.41	19.50±0.52	13.32±1.09	N.D	33.99±4.37

Las concentraciones se reportan en mg.L⁻¹ N.D. No detectado * Boro fue analizado por el método del ácido carmínico



Monitoreo del nivel del lago cratérico

Con las imágenes obtenidas por la cámara situada en la cima del volcán, se pudo observar que el nivel del lago ha aumentado notablemente su volumen. Este incremento en el nivel es observable a partir de julio de 2013, y se aceleró desde noviembre de 2013. Sin embargo, estas variaciones se encuentran dentro del rango normal, pues se observan depósitos de salitre en el contorno del lago, evidencia de que el nivel del agua ha alcanzado estos sitios con anterioridad. Este año el nivel del lago estaba más bajo que en 2016 y similar al de abril de 2013 (Figura 7).

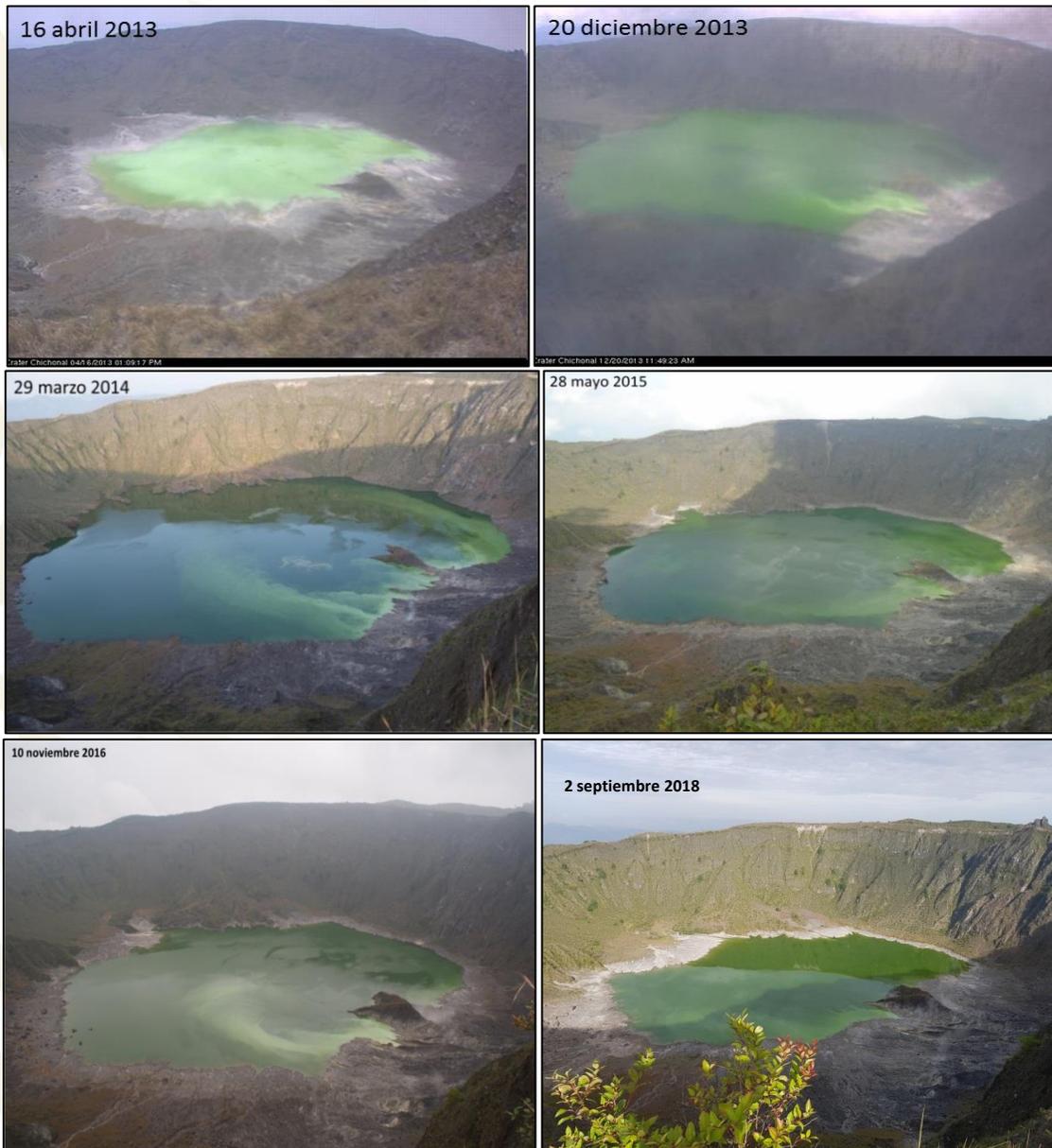


Figura 7 Evolución del nivel del lago cratérico del Chichón de 2013-2018



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados del monitoreo hidrogeoquímico obtenidos este año muestran que el aporte de gases volcánicos disminuyó ligeramente, en comparación con los resultados de campañas anteriores. El manantial *Soap Pool* es un manantial intermitente, cuyas variaciones se atribuyen a variaciones en el nivel freático del volcán por lo que es común que en ocasiones no brote agua, particularmente cuando el nivel del lago está bajo.

Las mediciones hechas por los sensores remotos de anomalías térmicas no muestran cambios sustanciales en la temperatura del lago.

Debido a la alta variabilidad de las concentraciones de gases disueltos en el agua, se recomienda incrementar la frecuencia con la que se realiza el monitoreo geoquímico y térmico del volcán.

Hasta el momento no se tienen evidencias, a partir de los estudios de geoquímica de aguas realizados en el volcán Chichón, de alguna influencia magmática que se refleje en cambios químicos notables en las aguas de estos manantiales y el lago cratérico.

Pequeños cambios en las concentraciones de los componentes iónicos de las aguas, debidos a la intrusión de magma, podrían ser enmascarados por variaciones estacionales y diferentes grados de interacción agua-roca. Por ello, es necesario realizar sistemáticamente las determinaciones de los parámetros físico-químicos en los manantiales asociados al volcán Chichón, así como realizar el muestreo y análisis periódico de las concentraciones iónicas. La periodicidad de muestreo debe mantenerse, como mínimo, anualmente. Esto permitirá establecer el nivel base de los parámetros en cada uno de los manantiales lo que permitirá distinguir cuando se presenten variaciones importantes y coadyuvar a los demás sistemas de monitoreo en el volcán.

Es **urgente** que se rehabilite la recepción en el CENAPRED de las señales de las estaciones de monitoreo sísmico, para así poder detectar oportunamente cualquier cambio en la dinámica interna del volcán.



Referencias

- Armienta, M.A., De la Cruz-Reyna, S., Macías, J.L., 2000. Chemical Characteristics of the Crater Lakes of Popocatepetl, El Chichón and Nevado de Toluca Volcanoes, México, *J. of Volcanology and Geothermal Research*, V. 97, pp 105-125.
- Giggenbach, W.F., Glover, R.B., 1975. The use of Chemical Indicators in the surveillance of Volcanic Activity affecting the Crater Lake on Mt. Ruapehu. *N. Z. Bull.* 39, 70– 81
- Hirabayashi, T., Ossaka, K., Ozawa, T., 1982. Relationship between volcanic activity and chemical composition of volcanic gases: a case study on Sakurajima Volcano. *Geochem. J.* 16, 11 – 21.
- Martin-Del Pozzo A.L., Aceves F., Espinasa R., Aguayo A., Inguaggiato S., Morales P., Cienfuegos E. 2002. Influence of volcanic activity on spring water chemistry at Popocatepetl Volcano, Mexico. *Chemical Geology* 190 (2002) 207– 229
- Ramos, S., 2014, Reporte actividad sísmica Volcán Chichón, periodo enero 1 al 26, 2014. Centro de Monitoreo Volcanológico-Sismológico, Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 23 p.
- Rouwet D., Taran Y., Inguaggiato S., Varle N., Santiago-Santiago J.A. Hydrochemical dynamics of the “lake-spring system in the crater of El Chichón volcano (Chiapas, Mexico). 2008, *J. of Volcanology and Geothermal Research*, V. 178, pp 237-248.
- Taran Y., Rouwet D., Inguaggiato S., Aiuppa A. 2008, Major and trace element geochemistry of neutral and acidic thermal spring at El Chichón volcano, Mexico. Implications for monitoring of the volcano activity. *J. of Volcanology and Geothermal Research*, V. 178, pp 224-236.
- Williams, S.N., Stoiber, R.E., Garcia, P.N., Londono, A.C., Gemmell, B.J., Lowe, D.R., Connor, C.B., 1986. Eruption of the Nevado de Ruiz Volcano, Colombia, on 13 November 1985: gas flux and fluid geochemistry. *Science* 233, 964– 967.

Elaboraron: Ramón Espinasa Pereña y Ariadna Hernández Oscoy
