



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA

RED SISMOLÓGICA NACIONAL (RSN)

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS GEOLÓGICAS (CICG)

**NOTA TÉCNICA SOBRE LA ERUPCIÓN DE CENIZA PRESENTADA EN
EL VOLCÁN TURRIALBA EL DÍA 21 DE MAYO DE 2013.**



24 DE MAYO 2013

Elaborado por:

**Gino González Ilama, Raúl Mora-Amador, Mauricio Mora, Carlos Ramírez Umaña,
Yemerith Alpízar Segura.**

Colaboraron:

**Rolando Mora, Luis Obando, Stephanie Maikut, Rafael Barquero, Diego Freni & Fabián
Valverde.**



I. ANTECEDENTES

El volcán Turrialba es un volcán activo ubicado al Este del país, que posee tres cráteres alineados con dirección NW-SE. Los de mayor actividad son el cráter Central y el Noroeste (fig. 1). En los cuales el más activo es el Noroeste.

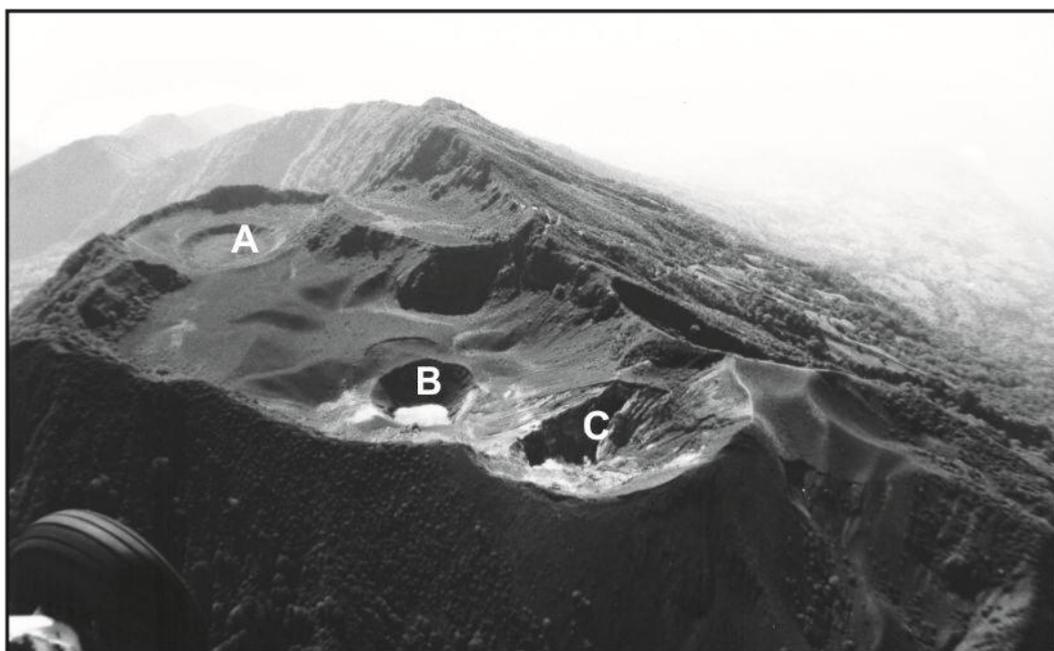


Figura 1. Fotografía aérea con la ubicación de los cráteres del volcán Turrialba: A. Cráter Sureste; B. Cráter Central; C. Cráter Noroeste o Murciélago (tomada por Raúl Mora-Amador).

Históricamente se conoce actividad de desgasificación desde 1723, año en que el volcán Irazú estaba en erupción, en la cual se habla de “*sajado y reventado ha muchos años, el cual humea por años sin hacer daño alguno en sus contornos*”. Nuevos reportes de actividad se dan en 1846 por parte del naturalista Anders Oersted, en la que se observa desgasificación (fig. 2a). Posteriormente Thomas Meagher en 1860 publica una ilustración del Turrialba en la que se observa desgasificación intensa (fig. 2b). Es en agosto de 1864, cuando el volcán Turrialba inicia una periodo de erupciones magmáticas (fig. 2c), de manera intermitente hasta mayo de 1866. Esta ceniza abarcó 3 400 km² y llegó hasta Puntarenas a unos 115 km de distancia del volcán (González et al., en prensa; fig. 3). Posteriormente el volcán entra en un periodo de calma.

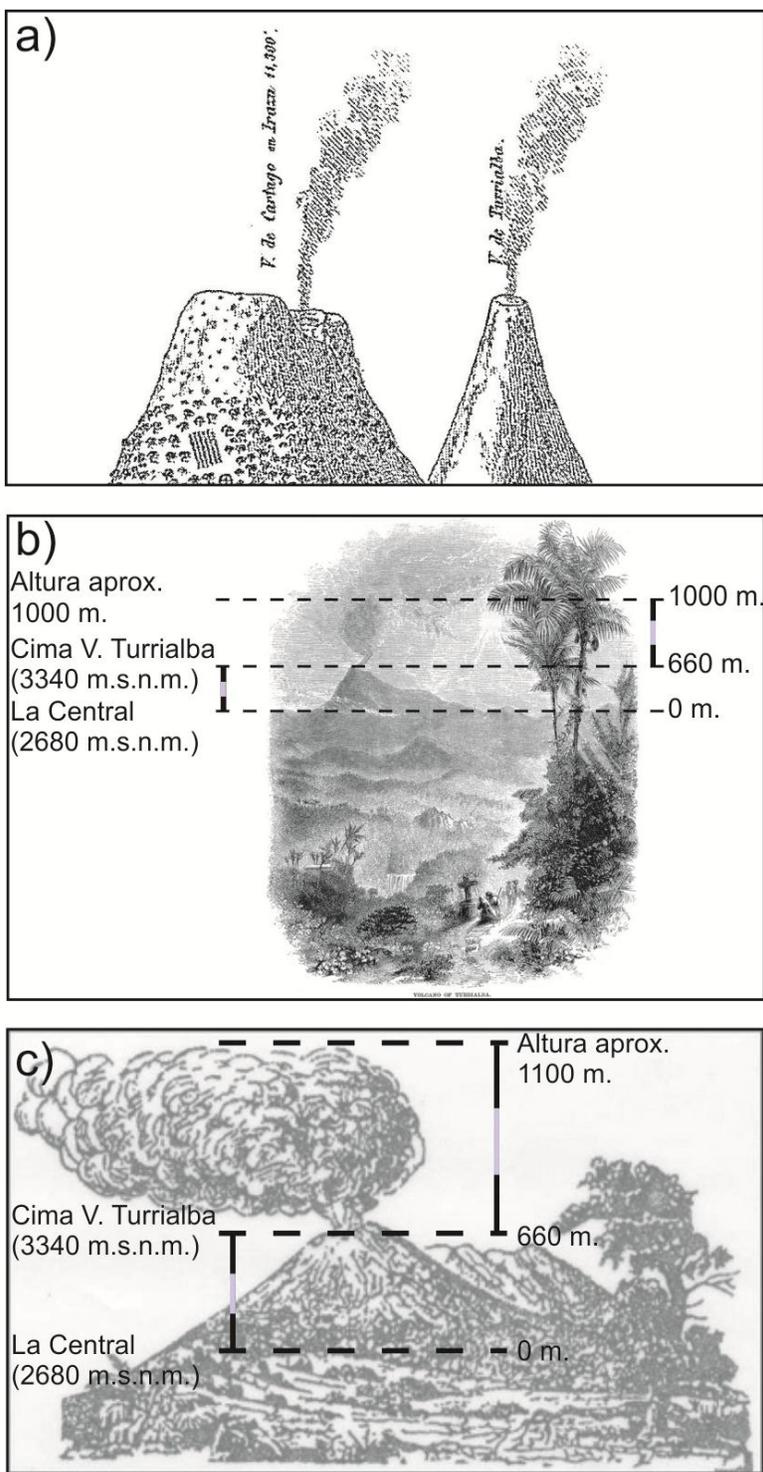


Figura 2. Ilustraciones de naturalistas sobre el volcán Turrialba, a) Oersted (1846), Meagher (1860) y von Seebach (1865), tomado de González et al., en prensa.

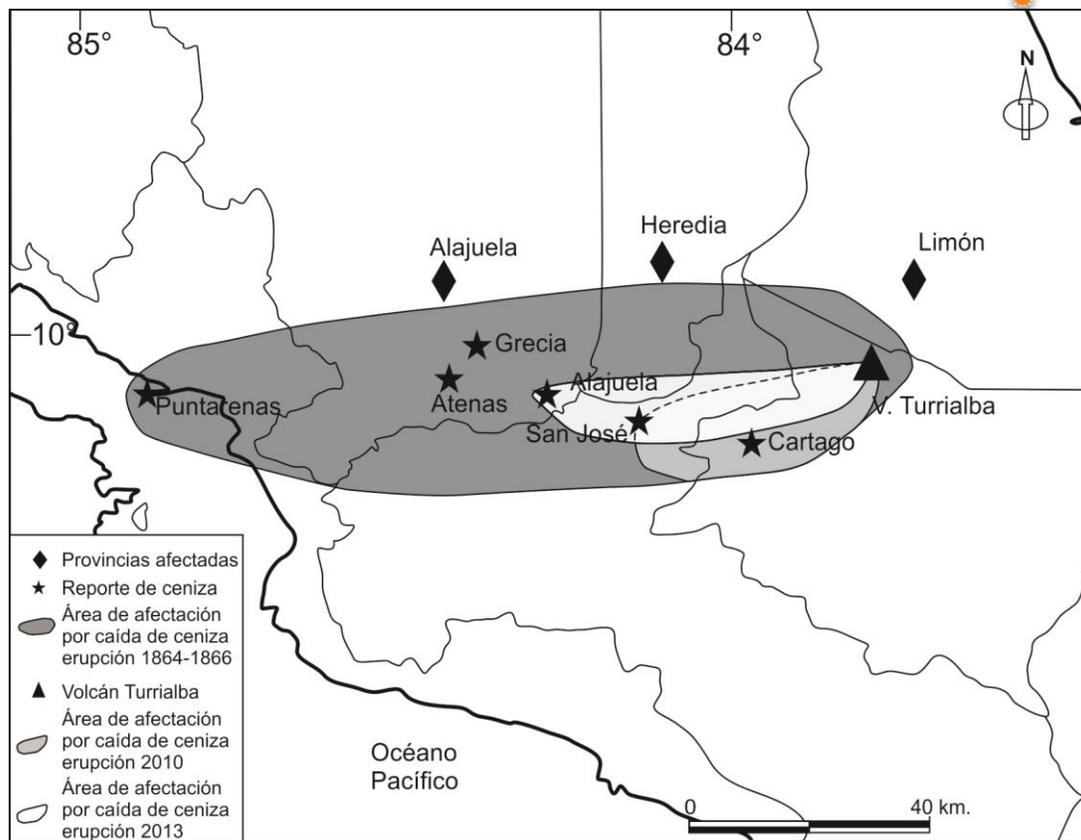


Figura 3. Mapa de caída de ceniza de las erupciones que ocurrieron en 1864-1866, 2010 y 2013 (modificado a partir de González et al., en prensa).

II. NUEVO DESPERTAR

En junio del 2005, la actividad fumarólica y la temperatura aumentaron considerablemente provocando la muerte de vegetación en la ladera Oeste del volcán (Hilton et al., 2010). En el año 2007, aparecen nuevas fumarolas a temperaturas >100 °C (fig. 4), acompañadas de una sismicidad máxima de ~100 microsismos diarios (Mora & Rojas, 2007). Este tipo de sismicidad se puede asociar a aspectos como: (1) movimiento de fluidos hidrotermales, (2) sismos volcano-tectónicos profundos o (3) ruptura de roca combinado con circulación de fluidos (Mora et al., 2001). En el año 2009, el volcán Turrialba volvió a aumentar la actividad sísmica (~70 microsismos diarios y mayor ruido volcánico; Barquero & Rojas, 2010) y debido a estos cambios en la actividad volcánica, la RSN elaboró un Semáforo Volcánico y estableció al volcán Turrialba en alerta verde tipo 2a (cambios en el comportamiento de la actividad volcánica).

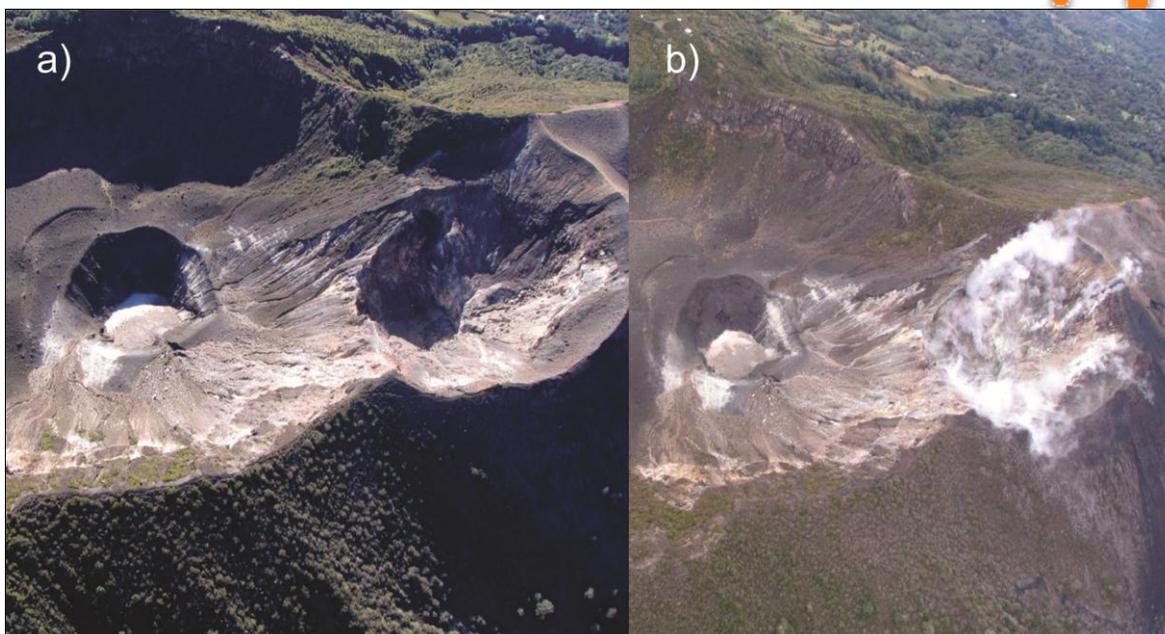
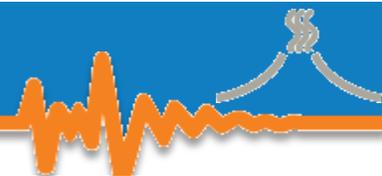


Figura 4. Fotografías aéreas del volcán Turrialba, a) en 2005, b) 2007 (Tomadas por Raúl Mora-Amador)

El 5 de enero del 2010, luego de 143 años sin tener algún tipo de actividad eruptiva, el volcán Turrialba inicia un periodo de erupciones freáticas, la cual genera una boca incratérica de ~100 m de longitud con una elongación NW-SE que se le nombró *Boquete 2010* (Fig. 5; González et al., en prensa), esta boca ha aumentado su tamaño hasta la actualidad, y emite gran cantidad de gases ácidos como SO^2 , HCl, HF. La ceniza expulsada llegó a unos 40 km de distancia del volcán, cubriendo un área de 500 km^2 aproximadamente (fig. 3). Posteriormente se dan esporádicas salidas de ceniza en las cercanías del volcán en marzo del 2010 y enero del 2011.



Figura 5. Boquete 2010 con salida de ceniza en enero del 2010 (tomada por Gino González).

El 12 de enero del 2012 se da una nueva erupción freática pero en la pared Este del Cráter Noroeste, formando un nuevo boquete, con liberación de ceniza y gases a altas temperaturas (fig. 6). Esta erupción fue precedida por un extraordinario flujo de azufre. La ceniza expulsada en esta erupción fue poca y cayó principalmente en las comunidades cercanas al volcán.

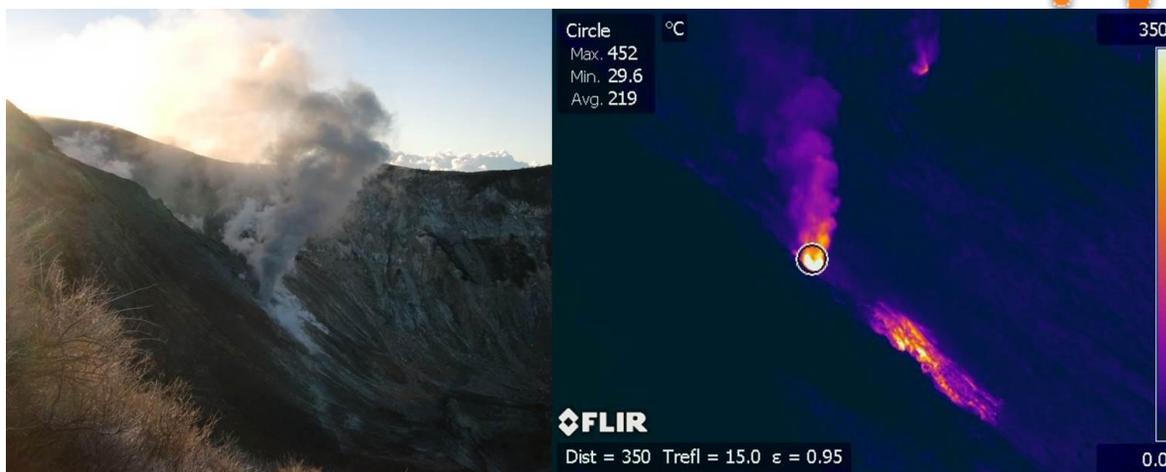


Figura 6. Erupción freática del 12 de enero del 2012, en la cual se observa el *Boquete 2012* y emisión de ceniza no juvenil a una altura de 250 m, con su respectiva imagen térmica.

En mayo del 2012, se registró un aumento en la temperatura del boquete 1-2010 en más de 100 °C, acompañado de caída de ceniza, en la pared oeste, en más de 2 cm de espesor de material de caída tamaño ceniza tipo no juvenil.

El volcán Turrialba mostró una actividad exhalativa importante luego del terremoto de Sámara (setiembre del 2012), aunque las fumarolas no presentaron incrementos importantes en sus temperaturas que continuaron en unos 800 °C.

En el mes de marzo del 2013, el boquete formado en 2010, aumentó sus dimensiones, con un crecimiento de 10 metros hacia el Oeste y 2 metros al Norte, esto se debe principalmente a la erosión e inestabilidad de las paredes. Mediciones con la cámara térmica, muestran un incremento de 50 °C en la temperatura con respecto al año 2012, durante este mes se midieron temperaturas de hasta 423 °C y aparición de nuevas fumarolas en la parte alta del boquete (Fig. 7).

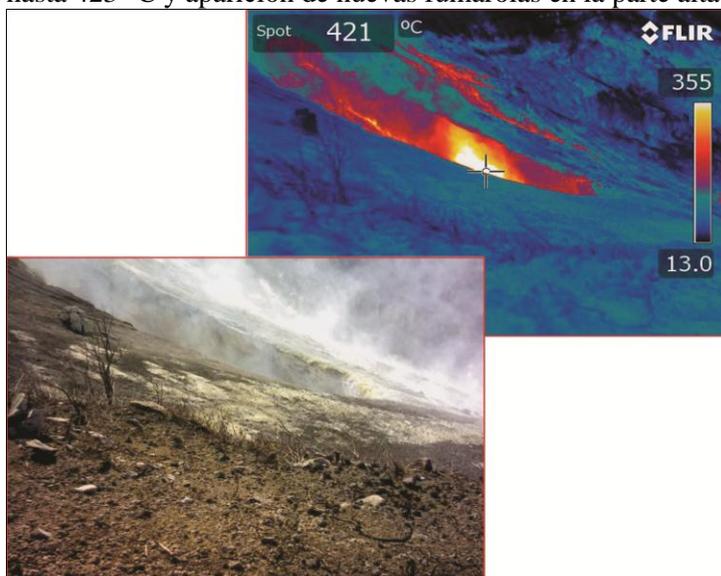


Figura 7. Fotografía e imagen térmica del boquete formado en el 2010, el cual alcanza temperaturas máximas de 421 °C. Fotografía Carlos Ramírez.



El día 24 de abril se realizó una visita al Volcán Turrialba, durante la cual se comprobó que la actividad se mantiene en el cráter Noroeste, con desgaseficación constante. Además se constató que la emisión de gases y el fenómeno de incandescencia en el boquete formado en enero de 2012 se conservan similares al periodo anterior.

En el área de las fumarolas, las temperaturas superan los 643°C , según mediciones realizadas con la cámara termográfica FLIR P660 (Fig. 8). El lago efímero continúa seco debido posiblemente a la escasez de lluvias y el alto calor que impera en el cráter Noroeste. De igual manera, la desgaseficación proveniente del boquete formado en enero de 2010, aún se mantiene constante a una temperatura mayor a 420°C .



Figura 8. Incandescencia presentada en el boquete formado en enero de 2012, según las mediciones realizadas con la cámara térmica, los máximos de temperatura alcanzados son de 643°C . Fotografías Fabián Valverde y Carlos Ramírez.



SISMICIDAD

Durante el primer trimestre del 2013 la actividad sísmica generada por la actividad hidrotermal en el Volcán Turrialba fue baja (menos de 20 eventos por día, ver figura 9). A finales de marzo ocurren dos incrementos durante los días 22 al 24 y 28 al 29 acompañados por el registro de cuatro eventos de tipo “tornillo” el 22 (21:40 UTC), 25 (04:24 UTC), 26 (09:53 UTC) y 30 (15:37 UTC). A partir de la figura 9 también puede observarse que la actividad volcano-tectónica tiende a disminuir a finales de abril e inicios de mayo.

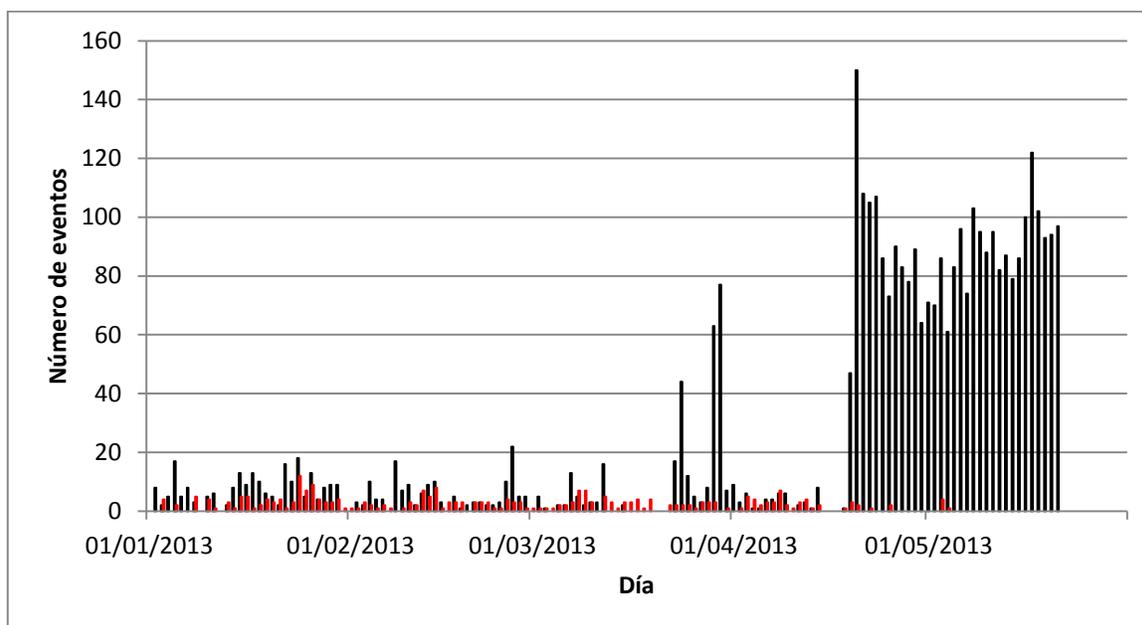


Figura 9. Número de sismos volcánicos (negro) y de sismos volcano-tectónicos (rojo), Registrados en la estación CVTR0 durante el periodo del 01 de enero al 22 de abril de 2013.

A partir del 18 de abril se incrementa la sismicidad por encima de los 100 sismos volcánicos diarios (Figura 9). Estos eventos son fundamentalmente de baja frecuencia (con máximos alrededor de los 2 Hz). A partir del 5 de mayo se empiezan a observar eventos de baja frecuencia con tremor armónico en la coda y el día 6 se observan eventos con codas con espectro amplio de frecuencias lo cual sugieren procesos de fuerte desgasificación. En este periodo los eventos volcano-tectónicos son esporádicos.



III. ERUPCION DEL DÍA 21 DE MAYO

A eso de las 9:00 a.m. recibimos una llamada por parte de los guardaparques del Parque Nacional Volcán Turrialba, sobre una erupción. El equipo de vulcanología de la Red Sismológica Nacional, procede a visitar la cima del volcán para recabar información al respecto.

Se constató salida de ceniza en los Boquetes formados en los años 2010 y 2012, que se encuentran en el cráter Noroeste del volcán Turrialba (fig. 10).



Figura 10. Salida de ceniza de los Boquetes 2010 y 2012, Fotografía de Marvin Picado.

Mediciones con las cámaras térmicas indican un incremento de temperatura en más de 200 °C en el Boquete 2010 y 100 °C en el Boquete 2012 (ver fig. 12), con respecto a las medidas en abril del presente año.

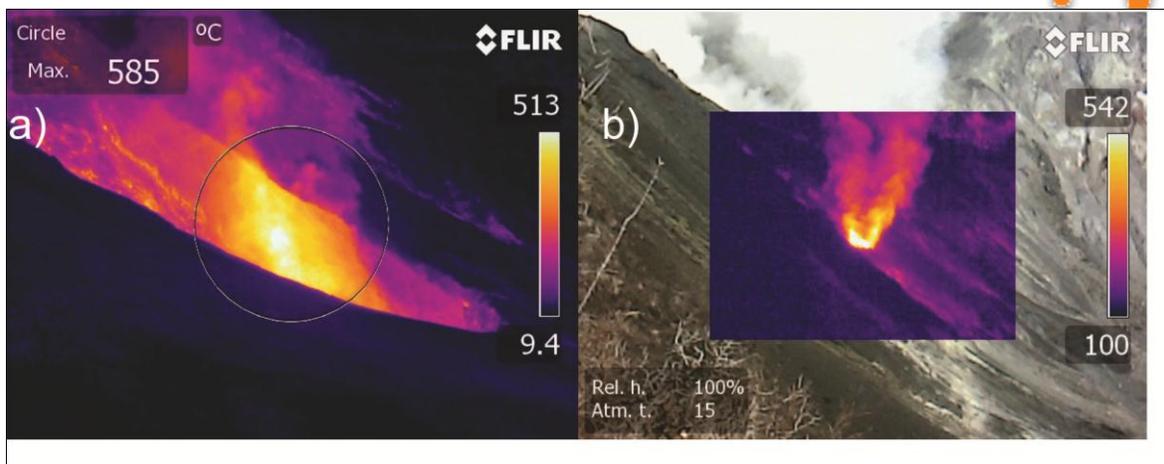


Figura. 11 Imágenes térmicas de los boquetes, a) Boquete 2010 y b) Boquete 2012. Se llegaron a medir temperaturas de casi 700 °C en el boquete del 2010 y de 800°C en el boquete del 2012.

Además, los Boquetes incrementaron sus dimensiones, producto de la erupción que expulsó parte de las paredes internas de los Boquetes.

SISMICIDAD

A las 4:33 a.m. del día 21 de mayo se registran los primeros eventos de tipo híbrido (señal que combina un proceso de ruptura con circulación de fluidos concomitante) lo cual marca el inicio de la descompresión del sistema hidrotermal (Figura 12).

Paulatinamente las señales híbridas se hacen más frecuentes hasta que, a partir de las 4:52 a.m. y hasta las 4:57 a.m. ocurre el proceso de apertura de conductos principal lo cual generó las señales híbridas de mayor amplitud (Figura 13).

A partir de este momento la cantidad de estas señales se incrementa y se acompañan de tremor de baja amplitud hasta las 6:00 a.m. en que los procesos de ruptura empiezan a cesar para dar paso a la descompresión del sistema y la consecuente emisión de ceniza (Figura 14).

La emisión de cenizas se acompañó de un tremor con una frecuencia principal alrededor de los 8,6 Hz y un sobretono a los 16 Hz (Figura 14).

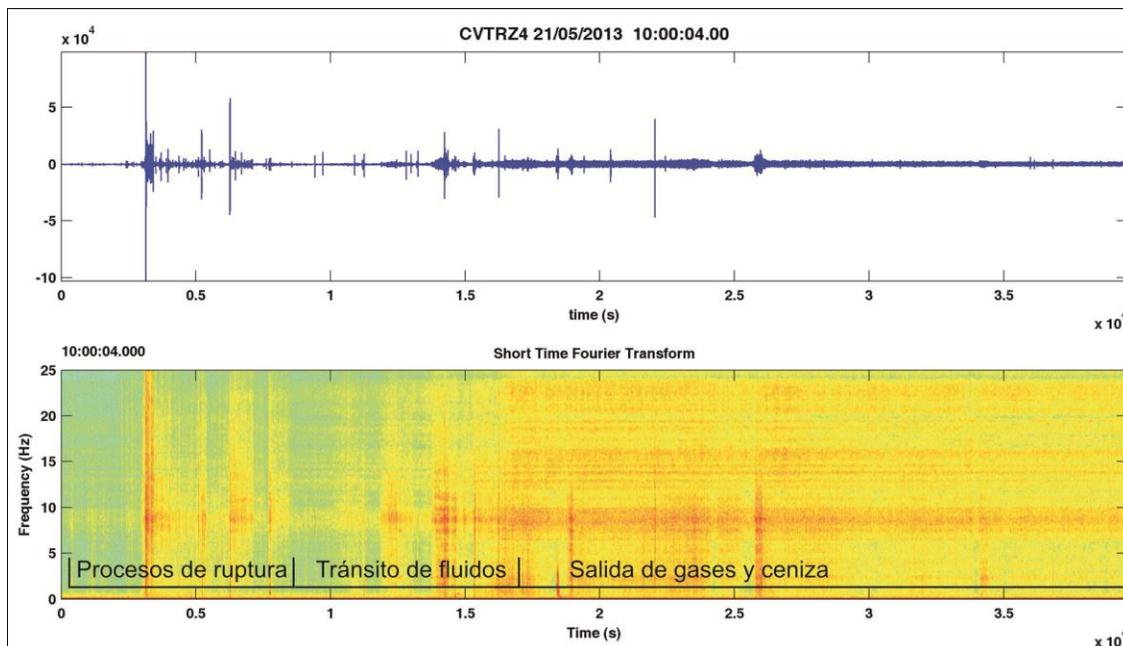
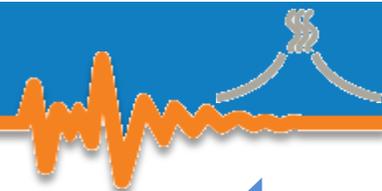


Figura 12. Registro sísmico de los procesos de ruptura y consecuente emisión de ceniza ocurrida el día 21 de mayo de 2013. Arriba: Forma de onda. Abajo: Espectrograma de frecuencia con base en la Transformada de Fourier.

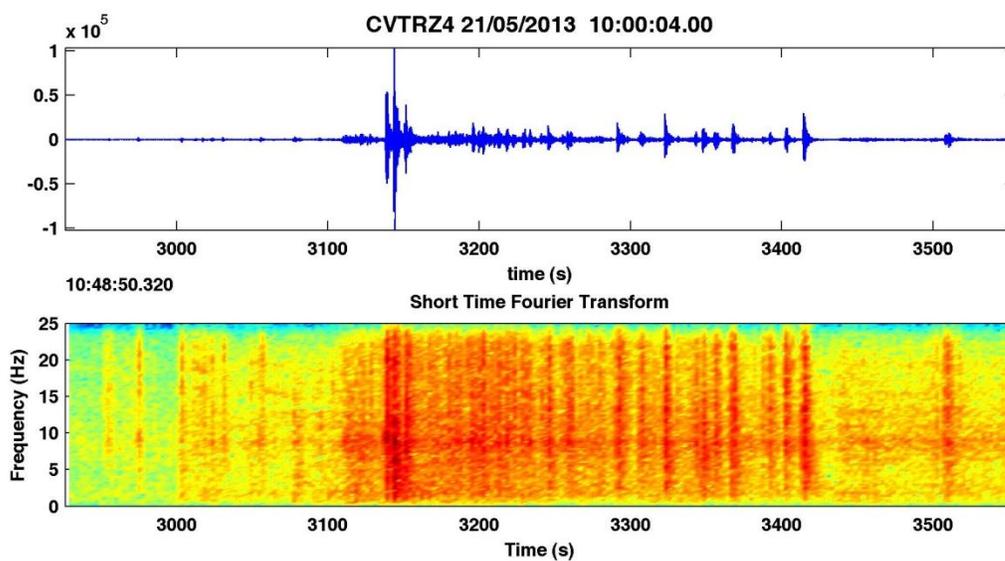


Figura 13. Acercamiento del registro sísmico en el que se refleja el proceso principal de apertura de conductos. Arriba: Forma de onda. Abajo: Espectrograma de frecuencia con base en la Transformada de Fourier.

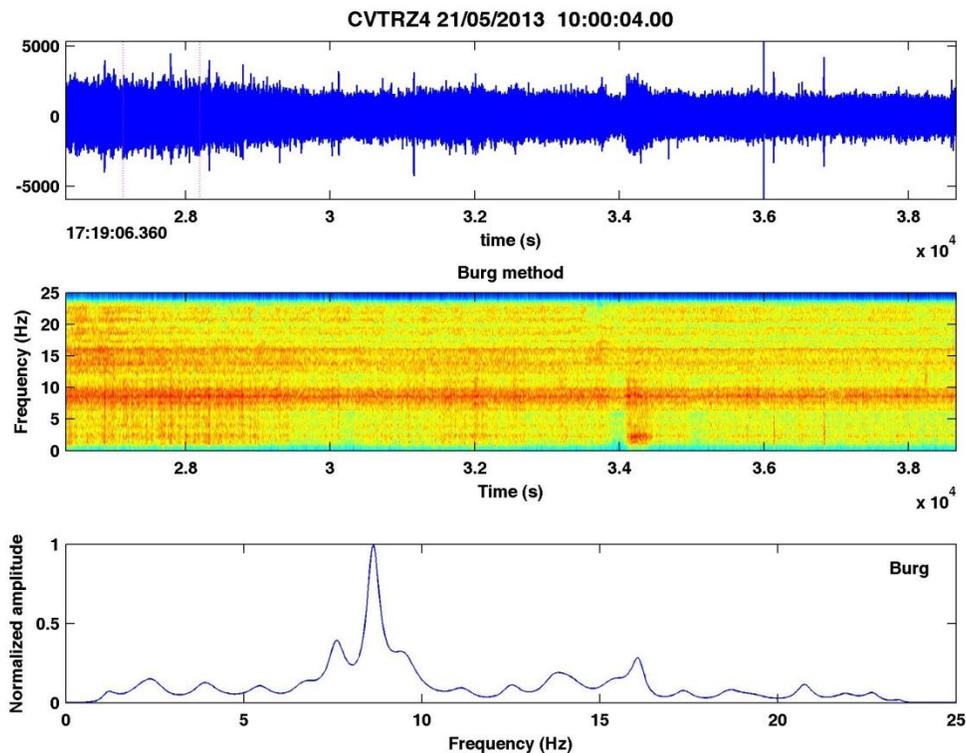


Figura 14. Análisis de un segmento del tremor que acompañó la emisión de gases y cenizas.
Arriba: Forma de onda. Centro: Espectrograma de frecuencia con base en el método autorregresivo de Burg. Abajo: Espectro de frecuencias con base en el método autorregresivo de Burg.

CENIZA

La erupción produjo salida en ambos Boquetes, lo que sugiere una conexión de los conductos internos del volcán. La columna eruptiva alcanzó más de un kilómetro sobre el borde del cráter. Sobre la ceniza eruptada, está cayó en distintas partes de San José e inclusive en Canoas de Alajuela (~50 km del volcán), por lo que se constata que la dirección predominante de la ceniza fue hacia el Oeste. La extensión de esta caída de ceniza se puede comparar con la expulsada en los años 1864-1866 y en el 2010, en la cual indica una extensión de 450 km² (fig.3).

Se recolectó ceniza en distintos puntos del volcán para determinar espesores (figura 15) y así determinar el volumen de ceniza eruptado. En las cercanías del Boquete 2010 y del 2012 se estimó un volumen de 350 m³ sin contar la ceniza que se dispersó hacia el oeste del volcán gracias a la fuerza y dirección del viento. Este volumen equivale a la carga de 35 vagonetas.



Figura 15. Espesor de ceniza eruptada el 21 de mayo en las cercanías del Boquete 2010.

Las erupciones volcánicas se dividen a grandes rasgos en freáticas o magmáticas. Para determinar qué tipo de erupción ocurrió, se debe analizar la ceniza eruptada. Estos análisis se realizaron en la Escuela Centroamericana de Geología, utilizando microscopio. Se determinó que la ceniza eruptada no es juvenil (fig. 16), es decir, que el material que salió a la superficie es material que estaba depositado previamente por erupciones antiguas, por lo que esta erupción fue de tipo freática, similar a la ocurrida en el año 2010 y 2012. Es importante aclarar que la ceniza va a ser objeto de estudios más específicos para detallar su origen.



Figura 16. Análisis de microscopio de la cenizas eruptadas el 21 de mayo del 2013. En la parte inferior y a lado izquierdo la escala.



CONCLUSIONES

La sismicidad precursora y concomitante a la emisión de cenizas ocurrida el 21 de mayo de 2013 a las 8:30 a.m. sugiere un nuevo proceso sobrecalentamiento y consecuente presurización del sistema hidrotermal del Volcán Turrialba.

Con la información recolectada hasta el momento nuestro análisis concluye que la erupción ocurre por una sobre presión que ejercen los gases magmáticos sobre las rocas, que posteriormente abren fracturas, y con ello el ascenso de gases acompañados de ceniza no juvenil que sube por un conducto, que finalmente conecta con los Boquetes 2010 y 2012, provocando la liberación de ceniza y gran cantidad de gases ácidos a la atmósfera, que luego es acarreado por los vientos que tienen una dirección predominante hacia el Oeste.

La ceniza llegó hasta 50 km de distancia, cubriendo un área de 450 km² aunque con un espesor mínimo.

Actualmente se está liberando mucho gas que provoca lluvia ácida que afecta directamente el sector Suroeste del volcán Turrialba generando problemas de salud a los pobladores, afectando el ganado, quemando la vegetación y destruyendo la infraestructura metálica.

Se realizarán más estudios de detalle con otras técnicas a la ceniza recogida en el campo.

La Red Sismológica Nacional (UCR-ICE) continuará con el monitoreo constante en el volcán Turrialba.

Consultas:

Raúl Mora-Amador (88805495) raulvolcanes@yahoo.com.mx

Gino González Ilama (83098689) ginovolcanico@gmail.com

Mauricio Mora (25114226) mauricio.mora@ucr.ac.cr

Se agradece a los compañeros del Parque Nacional Volcán Turrialba por la ayuda brindada.



REFERENCIAS

GONZÁLEZ, G., MORA-AMADOR, R., RAMIREZ, C., ROUWET, D., PICADO, C. & MORA, R. 2013: Actividad histórica y evaluación de la amenaza del volcán Turrialba, Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central (en prensa).

HILTON, D., RAMIREZ, C., MORA-AMADOR, R., FISHER, T., FÜRI, E., BARRY, P. & SHAW, A., 2010: Monitoring of temporal and spatial variations in fumarole helium and carbon dioxide characteristics at Poás and Turrialba volcanoes, Costa Rica (2001-2009).- Geoch. Jour. 44: 431-440.

MORA, M., ROJAS, W. & LINKIMER, L. 2001: Resultados de una campaña sismológica realizada del 12 al 14 de marzo del 2001 en el volcán Turrialba, Costa Rica.- 13 págs + anexos. RSN UCR-ICE [Informe interno].

MORA, R. & ROJAS, W., 2007: Reporte de actividad sísmica y volcánica del volcán Turrialba.- 8 págs. RSN UCR-ICE [Informe interno].

BARQUERO, R. & ROJAS, W., 2010: Resumen de la actividad sísmica y volcánica durante el año 2009.- 31 págs. RSN UCR-ICE [Informe interno].