

OVSICORI-UNA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN OBSERVATORIO
VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE COSTA RICA

Apartado 2346-3000, Heredia, Costa Rica
Tel. (506) 261-0781 Fax. 261-0303

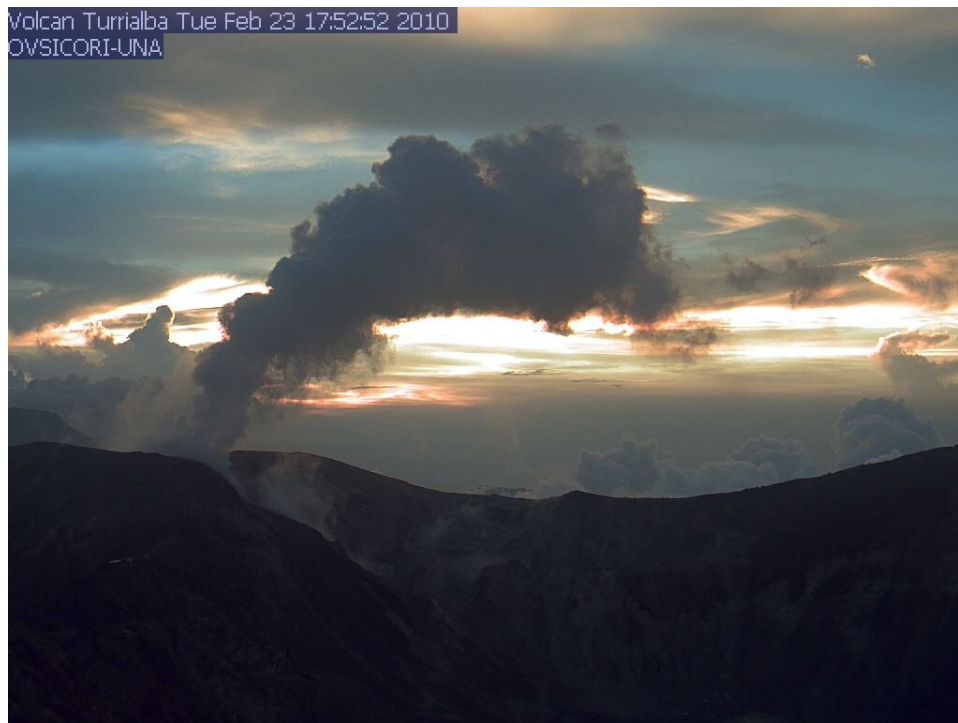


UNA
UNIVERSIDAD NACIONAL
C O S T A R I C A

Reporte sobre la actividad reciente en el volcán Turrialba

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica
Universidad Nacional (OVSICORI-UNA)

Heredia, Costa Rica



Elaborado por: Javier Fco. Pacheco Alvarado, Juan Segura Torres, María Martínez Cruz, y
Rodolfo van der Laat.

Con la colaboración de: Erick Fernández, Randall White, Federico Güendel, Franco Tassi,
Orlando Vaselli, Eliécer Duarte, y Federico Chavarría Kopper.

Marzo 10, 2010

Introducción

El volcán Turrialba es un estratovolcán de 3,349 m de altitud que se localiza en el extremo occidental de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. La cima del volcán consiste de tres cráteres orientados este-oeste: Cráter Este, Cráter Central y Cráter Oeste. El Cráter Oeste es el que presenta actualmente fuerte emisión de gases y partículas volcánicas. De este volcán se conocen erupciones históricas entre los años de 1864 y 1866. Este período eruptivo fue precedido por actividad fumarólica durante al menos 20 años. Desgraciadamente las condiciones en el país (guerra de 1856) no permitieron llevar un registro más detallado de esta actividad.

Aparte de algunas manifestaciones fumarólicas desde su último periodo eruptivo 1864-1866, el volcán Turrialba vuelve a mostrar una mayor actividad a partir del año 1996 cuando se presentan sismos volcánicos y registros de actividad fumarólica más intensa. Sin embargo, es a partir de mediados del 2007 que se presenta una actividad sísmica tipo enjambre con mayor frecuencia y amplitud. Por otra parte, a partir del 2001 se documentan cambios notables tanto en la composición química de los gases que emite el volcán a través de las fumarolas de los cráteres Oeste y Central, así como en el agua de lluvia y en el aire en los alrededores del volcán. La emisión más vigorosa de gases y partículas volcánicas observada desde entonces y hasta la fecha a modificado las características del aire, del suelo y de los cuerpos de agua superficiales alrededor del volcán, creando una acidificación del medio ambiente muy severa que ha afectado la calidad del aire atmosférico, los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como las actividades humanas, principalmente en la región oeste del volcán debido a que los gases y partículas volcánicas son llevados por el viento predominantemente hacia esa dirección. En el 2001 también se registran algunos enjambres sísmicos así como un aumento en el número de fumarolas en el Cráter Oeste.

Entre los años 2005-2008 aparecieron más fumarolas en la región entre los cráteres Central y Oeste y en el sector oeste y sur-oeste del flanco externo del Cráter Oeste. Los cambios físicos observados en el Turrialba junto con los cambios en la química de los gases volcánicos nos permiten vislumbrar 3 estadios de actividad:

1. Un estadio hidrotermal (desde 1998 hasta el 2001) caracterizado por la presencia de fumarolas ricas en H_2O (agua), CO_2 (dióxido de carbono), H_2S (sulfuro de hidrógeno) y en menor cantidades HCl (cloruro de hidrógeno) y HF (fluoruro de hidrógeno).
2. Un estadio hidrotermal/magmático (entre el 2001 y principios del 2007), con la aparición de SO_2 (dióxido de azufre) y un incremento importante de HCl y HF .
3. El estadio actual de actividad el cual es magmáticamente dominado (mediados del 2007 hasta principios del 2010), el cual presenta un incremento significativo en el contenido de gases magmáticos en las fumarolas tales como SO_2 , $SO_2/H_2S > 100$ y temperaturas mayores a los $300^\circ C$. Consistentemente, el equilibrio gaseoso del sistema $CO_2-CH_4-H_2$ (dióxido de carbono-metano-hidrógeno) para el volcán Turrialba sugiere una evolución progresiva del reservorio profundo de fluidos hacia condiciones de mayor temperatura y por ende condiciones más oxidantes, lo cual se evidencia claramente a través de la afectación del medio ambiente en las inmediaciones del volcán.

Actividad sísmica

La actividad sísmica del volcán Turrialba ha sido máxima y muy variable desde mayo del 2007 hasta el presente. Durante los años 2007, 2008 y 2009 la actividad sísmica se caracterizó por presentar eventos volcánicos de período largo con escasos intervalos de tremor volcánico, intercalados con largos períodos de calma sísmica. A partir de mediados del 2009 se incrementa la actividad sísmica llegando incluso a presentar tremor de gran amplitud a mediados de noviembre.

Es justo en este período cuando se nota una mayor afectación sobre la vegetación hacia el NW, W y SE del cráter activo y un aumento significativo en la temperatura de las fumarolas del Cráter Oeste. Al menos desde 1984 y hasta junio del 2007 las fumarolas de los cráteres Central y Oeste mostraron actividad fumarólica modesta con temperaturas alrededor de los 90 °C. Sin embargo, desde julio del 2007 hasta el presente, algunas fumarolas en el Cráter Oeste han mostrado temperaturas medidas directamente entre 140 y unos 300 °C. La temperatura de los gases que están saliendo por la boca fumarólica que se abrió en enero del 2010 es probablemente más alta que 300°C, sin embargo debido al alto flujo de gases y a la peligrosidad en los alrededores de esta nueva boca fumarólica no se tienen datos de mediciones directas de temperatura. La incandescencia que se observa durante horas de la noche (Figura 6) sugiere que la temperatura de los gases de la nueva boca fumarólica es igual o mayor a los 300°C.

Iniciando enero del 2010 la actividad sísmica se incrementa, mostrando eventos explosivos y tremor continuo de gran amplitud. Es durante este período que se produce una erupción freática lanzando ceniza antigua junto vapor de agua y otros gases.

En los últimos 3 años la actividad sísmica del volcán Turrialba ha continuado muy fluctuante y aunque dominada por sismos de período largo (lp) característicos de los volcanes activos, también ha presentado sismos volcano-tectónicos (vt) en los alrededores del macizo y bajo el cono volcánico, así como períodos de tremor acompañados de eventos de muy largo período (vlp). Estas variaciones y diversas manifestaciones en la sismicidad son expresiones de los diversos procesos que se llevan a cabo: Transporte de fluidos, apertura de grietas, presurización/despresurización de grietas y explosiones internas o externas. En la mayoría de los casos, los eventos sísmicos son solo manifestaciones de la desgasificación del magma emplazado. Algunos pocos eventos característicos han sido estudiados en detalle y multidisciplinariamente, de tal manera que nos han permitido entender cómo se generan dentro del volcán y asociar estos eventos a procesos específicos. Tal es el caso de los eventos vlp, los cuales generalmente se encuentran asociados a procesos de presurización y apertura de grietas o salida súbita de fluidos por un conducto abierto. Los sismos vt son sismos que indican la ruptura de la roca debido a las altas presiones provocadas por la intrusión de cuerpos magmáticos o activación de fallas cercanas al volcán y asociadas a migración de fluidos dentro del volcán. Sin embargo, los sismos menos conocidos y más frecuentes, los lp, son indicadores de procesos muy diversos.

A partir del emplazamiento de un domo en el cráter del volcán Santa Helena, en

Estados Unidos, durante los años de 2004-2006, se observaron patrones de ocurrencia de sismos lp en intervalos periódicos. Este patrón denominado “golpe de tambor” (en inglés drumbeat) se asoció en ese entonces al ascenso de magma. Patrones similares se han visto en varios volcanes de Alaska/Aleutianas, Sur y Centro América e islas del Pacífico, como precursores de extrusiones magmáticas o ciclos de actividad estromboliana. La interpretación sugiere un ascenso lento de magma que al atorarse en el conducto provoca un incremento de presión por los gases, que empujan de nuevo el magma otro tanto. Este patrón se repite y su frecuencia depende de la viscosidad del magma y la fricción entre el magma y las paredes de la grieta por donde fluye el mismo.

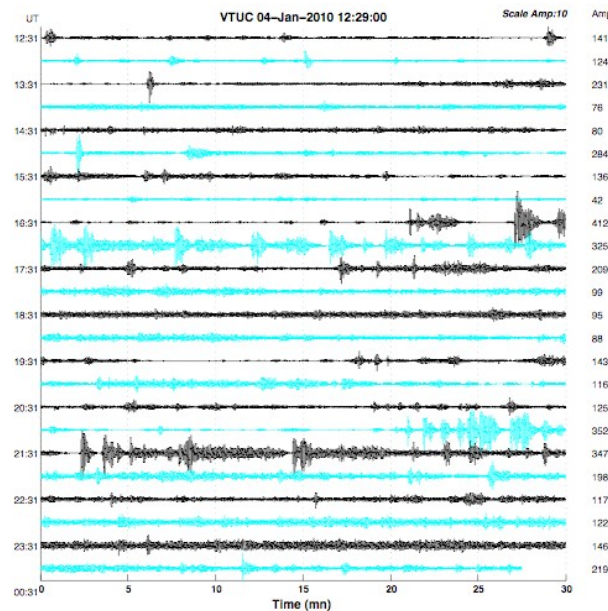


Figura 1. Sismograma de la estación sísmica VTUC ubicada en la cima del volcán del 4 de enero del 2010 entre las 6 a.m. y las 6 p.m. hora local.

Anteriormente a la actividad eruptiva freática del 4-5 de enero del 2010, que provocó la apertura de una nueva y grande boca fumarólica en el cráter oeste habían varias fumarolas activas dentro del Cráter Oeste así como en los flancos externos oeste-suroeste del mismo (las fumarolas en la Falla Ariete, en Quebrada Paredes y en el borde oeste del cráter). La apertura de la nueva boca dentro del Cráter Oeste ha concentrado el escape de gases a través de ese nuevo conducto, provocando una despresurización fuerte, y sostenida del sistema volcánico, lo que ha resultado en la desaparición y/o debilitamiento de las fumarolas en las paredes externas del Cráter Oeste, tal y como lo sugiere un descenso drástico observado recientemente en la composición química de las fumarolas de la Falla Ariete.

Existe la posibilidad de que luego de la despresurización que representó la erupción freática del 4-5 de enero del 2010 en el volcán Turrialba (ver Figura 1) y a la apertura de un

gran boquete dentro del cráter oeste el cual permite la salida continua y vigorosa de gases, se haya iniciado un lento ascenso de magma. Este proceso se refleja en la ocurrencia de enjambres de sismos volcánicos que siguen un patrón de “drumbeat” que inicialmente apareció el día 3 de marzo del 2010 (ver Figura 2).

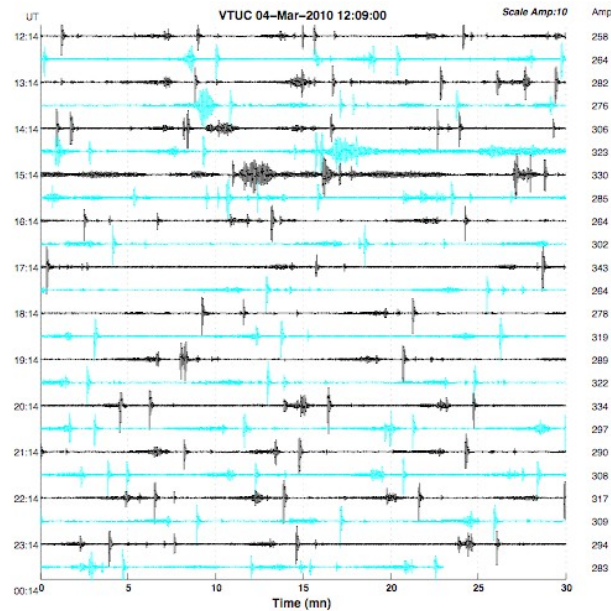


Figura 2. Sismograma del día 4 de marzo del 2010 de las 6 am a las 6 pm. Nótese el patrón sísmico repetitivo de “drumbeat”.

Este patrón se mantuvo hasta el día 6 de marzo del 2010 cuando se empezó a intercalar con períodos de tremor continuo (ver Figura 3) formando bandas de tremor intercaladas por periodos de eventos lp o drumbeats. Debido a que el drumbeat desaparece cuando aparece el tremor y viceversa, estos dos tipos de sismicidad deben estar asociados al mismo proceso que está ocurriendo dentro del volcán. Esta hipótesis se refuerza por el hecho de que durante los intervalos de drumbeat y de tremor continuo la salida de gases en superficie se mantiene con la misma intensidad (ver Figura 5).

La alta actividad sísmica mostrada en el volcán Turrialba durante los últimos 2 meses, aunado a la presencia de drumbeats y bandas de tremor continuo (Figura 4) son indicativos de un ascenso lento de magma hacia la superficie. La velocidad de ascenso solo puede medirse por medios geodésicos de alta precisión, sin embargo, en otros volcanes se ha equiparado la velocidad de ascenso al inverso del período de repetición de los drumbeats, que en el caso de la sismicidad mostrada en el volcán Turrialba durante los últimos días es de 450 segundos. Este valor indica un ascenso lento de magma hacia la superficie.

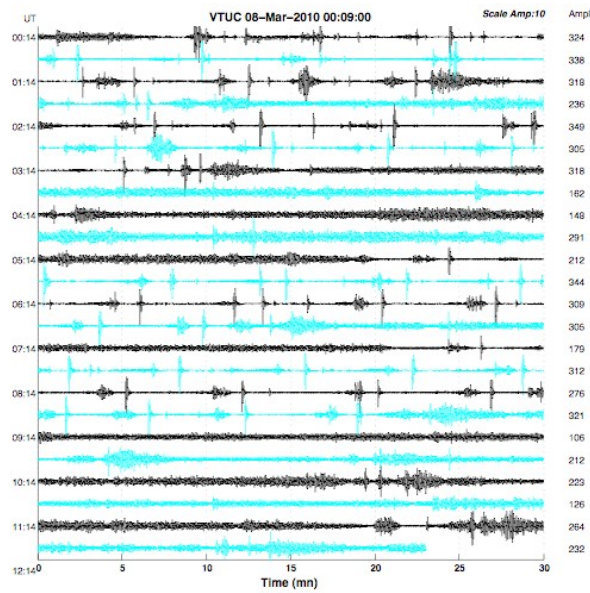


Figura 3. Sismograma del día 8 de marzo del 2010, de las 6 pm del 7 de marzo (hora local) a las 6 am del 8 de marzo. Nótese las bandas de tremor intercaladas con periodos de “drumbeat”.

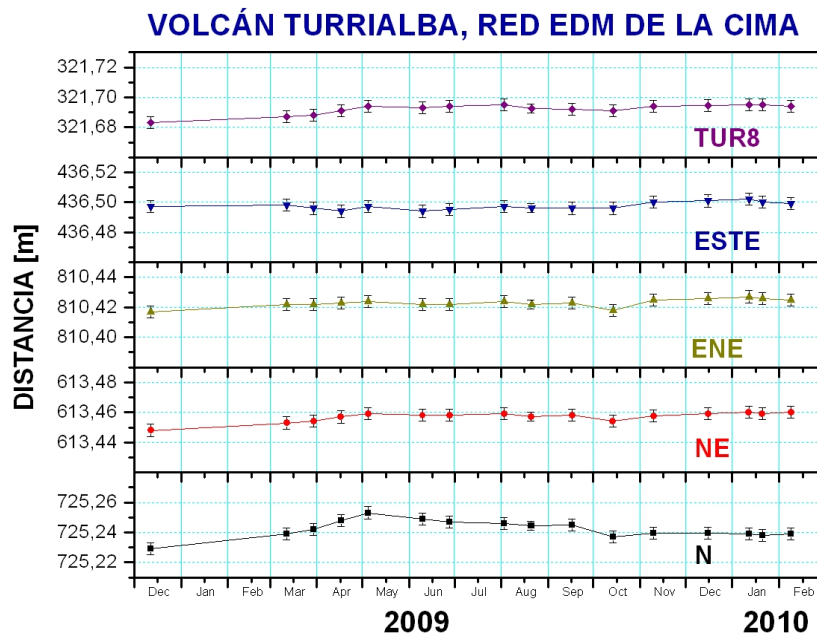


Fig. 4. Expansión-contracción de la red EDM de la cima del volcán Turrialba

Por otro lado, las mediciones geodésicas realizadas hasta ahora en la cima del edificio volcánico no muestran una deformación significativa, por lo que podemos suponer que si existe un cuerpo magmático en ascenso, este cuerpo debe ser de un volumen relativamente pequeño. (Ver Figura 4).



Figura 5. Desgasificación del volcán Turrialba el 6 de marzo del 2010.

Conclusiones

En el año de 2007 la actividad sísmica en el volcán Turrialba se elevó dramáticamente, presentado un nuevo nivel de actividad. Desde entonces la actividad sísmica se ha incrementado y fluctuado mostrando diferentes patrones de liberación de energía desde sismos volcano-tectónicos (vt), pasando por sismos de período largo (lp), de período muy largo (vlp) hasta tremor continuo, de baja y alta amplitud. En lo que ha transcurrido del año 2010, iniciando enero se presentó otro nivel superior de actividad sísmica con la presencia de una erupción freática y una nueva boca fumarólica dentro del Cráter Oeste por donde logran salir los gases con más facilidad. Desde entonces la sismicidad ha aumentado, presentando actividad continua caracterizada por temblores y sismos lp. Estos últimos se han presentado recientemente en forma de enjambres tipo “drumbeat” junto a bandas de tremor continuo de alta amplitud. Los mismos sismos lp han incrementado su magnitud. La interpretación que puede derivarse de todos los cambios observados en los últimos 5 años tanto en las características físico-químicas de los fluidos fumarólicos como en la actividad sísmica y las condiciones ambientales en los alrededores del volcán Turrialba, así como la ausencia de deformación del edificio volcánico importante, sugieren la ocurrencia de una importante perturbación del sistema hidrotermal del volcán Turrialba como resultado de una intrusión de un cuerpo magmático pequeño que se encuentra en ascenso. Si este cuerpo logra llegar a la superficie se producirá un derrame de lava por la nueva boca del cráter oeste hacia el interior del mismo cráter. Si el cuerpo de magma no logra salir a la superficie pero se acerca a ella, se producirán pequeñas erupciones de lava, gas y ceniza. En todo caso, al acercarse este cuerpo a la superficie se va a producir una despresurización rápida provocando una salida de gases y ceniza joven.



*Figura 6. Incandescencia observada en el Cráter Oeste del volcán Turrialba el 7 de marzo del 2010 en la noche.
Foto: Eliécer Duarte - OVSICORI/UNA.*