



Volcán Turrialba octubre 2015: Actividad volcánica hasta el 2015/10/27

La actividad del volcán Turrialba volvió a incrementarse durante este mes de octubre, 2015. Desde agosto 2015 se observó un leve incremento en la actividad sísmica y una tendencia a inflación del edificio volcánico. El incremento de la actividad sísmica se dió por la ocurrencia de eventos volcano-tectónicos, principalmente sismos distales, los cuales indican una presurización del sistema a profundidad. Los esfuerzos generados por este incremento de presión bajo el volcán producen migración de fluidos (gases y líquidos), que son expulsados del centro de presión, y afectan pequeñas fallas geológicas. El rompimiento de estas fallas genera la sismicidad volcano-tectónica registrada. En la Figura 1 se muestra el mapa con los sismos localizados entre agosto y octubre, 2015, en los alrededores de los volcanes Turrialba e Irazú. Dejando de lado los sismos asociados al volcán Irazú, se nota actividad sísmica distal hacia el oeste y norte de la cima del Turrialba y sismos que se localizan bajo el cráter activo del Turrialba y ligeramente hacia el norte. La presión que genera la migración de fluidos puede deberse al ascenso de un cuerpo magmático y su consecuente despresurización. El magma al ascender pasa de una profundidad donde la presión litostática es mayor, hacia una profundidad más somera donde la presión litostática es menor, provocando la exsolución (liberación) de gases del magma. Estos gases se expanden conforme ascienden a niveles más superficiales ocupando más volumen y generando presión y empuje de fluidos a través de grietas y conductos.

Además de estos eventos sísmicos, el incremento de presión debido al ascenso de magma ha generado una inflación de la superficie del edificio volcánico. Los receptores de la red de GPS instalada en el volcán por el OVSICORI-UNA detectaron este ascenso por inflación de la corteza desde julio 2015. Se detectó una aceleración vertical sobre las estaciones VTTL y luego sobre VTCA y VTGP, unas semanas después (Figura 2). VTTL es el sitio con mayor velocidad vertical hasta ahora. VTCA y VTGP muestran, en el último mes, una velocidad menor, sin embargo la misma continúa siendo positiva, lo que significa que la inflación continúa a una tasa menor.

A partir del mes de octubre se empiezan a registrar varios tipos de sismos volcánicos que indican interacción de gases magmáticos con el sistema hidrotermal, en algunos casos asociados a la súbita evaporación del agua

confinada en los acuíferos del volcán por el contacto con los gases calientes (sistema hidrotermal meta-estable). La Figura 3 muestra algunas de estas señales sísmicas que indican movimiento de fluidos en el interior del volcán, todas ellas muy superficiales, confinadas a los acuíferos superficiales. La Figura 3a muestra un tipo de sismos que durante los meses de marzo a junio 2015 estuvieron asociados con las explosiones observadas cuando pasaron un umbral de amplitud. Estos sismos se incrementaron en número hasta minutos antes de la erupción del 16 de octubre, para disminuir en número posterior a este evento y eventualmente desaparecer. La Figura 3b muestra un pequeño episodio de tremor de alta frecuencia, característico de los tremores registrados durante las primeras semanas de octubre, 2015. Estos eventos están relacionados con el paso de fluidos, principalmente gas y agua o vapor de agua a través de conductos estrechos, provocando hidrofracturamiento de las paredes rocosas del conducto o grieta por el aumento de presión en el medio, de ahí las altas frecuencias registradas. La Figura 3c muestra un ejemplo de los sismos tipo tornillo que se registraron durante setiembre y principios de octubre. Estos eventos son producto de resonancia en una cavidad por el paso de fluidos. La Figura 3d muestra uno de los sismos tipo VLP o de muy baja frecuencia que están asociados a la expansión (o deflación) súbita de una cavidad. Estos eventos, como se explica más adelante, están asociados a las erupciones que se vienen registrando desde el 23 de octubre.

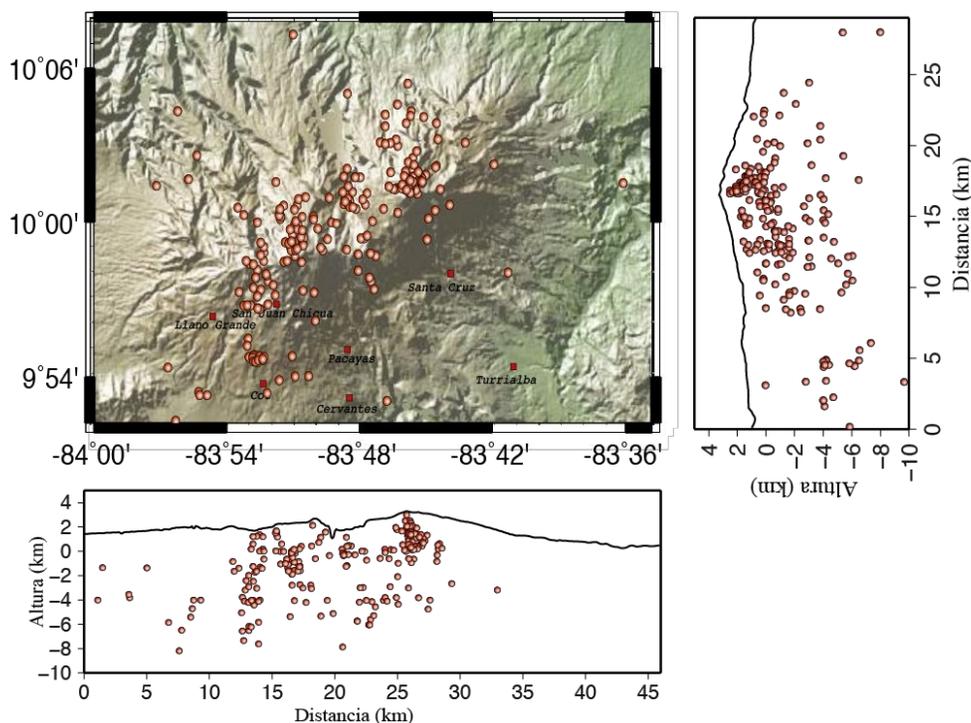


Figura 1. Mapa de sismicidad entre los volcanes Irazú y Turrialba, entre agosto y octubre del 2015. Los cortes transversales norte-sur y este-oeste pasan sobre el cráter activo del volcán Turrialba.

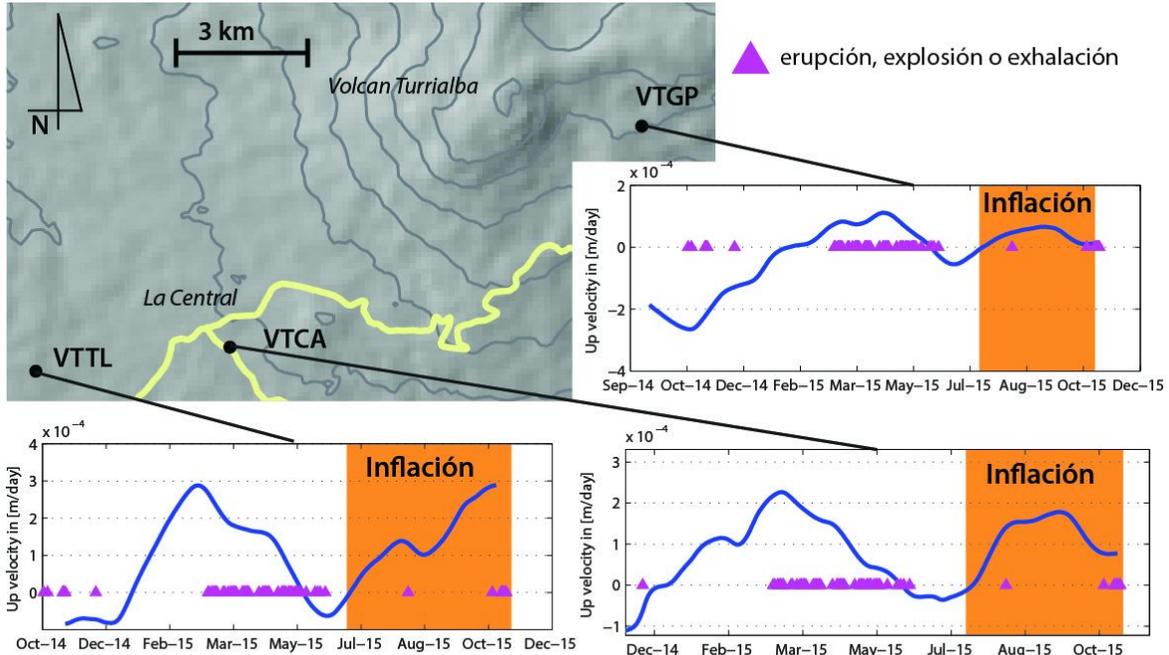


Figura 2. Mapa mostrando la ubicación de las estaciones de GPS y la velocidad vertical registrada en VTTL, VTCA y VTGP para el año 2015. Los triángulos morados representan los días cuando ocurrió al menos una erupción, explosión o exhalación.

El monitoreo de gas ha mostrado cambios dramáticos en la composición de los gases, debido a cambios drásticos en el régimen del sistema magmático e hidrotermal del volcán Turrialba. En las últimas semanas, el Turrialba ha entrado en su tercer ciclo de actividad eruptiva significativa. El primer ciclo culminó con las erupciones entre octubre y diciembre del 2014. El segundo ciclo fue entre marzo y julio del 2015, y ahora el volcán ha entrado en un tercer ciclo. La composición de los gases sugiere que los tres ciclos han sido precedidos por pulsos de gas rico en CO₂ con una fuente magmática profunda (alrededor de 10 km, basados en modelos de desgasificación magmática). Cambios dramáticos entre composiciones de tipo hidrotermal (rico en H₂S) y de tipo magmático (rico en SO₂) sugieren una interacción violenta entre gases y calor magmático y fluidos hidrotermales. La vaporización, expansión, y expulsión de una mezcla complicada (varía con el tiempo) de fluidos magmáticos e hidrotermales, indica que el sistema volcánico está secándose debido a pulsos de magma de una fuente profunda. Pero al mismo tiempo el sistema hidrotermal (superficial, entre 0-2 km) se está reconstituyendo por la circulación de fluidos e infiltración de agua meteórica. Los pulsos de magma llegando a la corteza son la fuente de gases y calor que secan el sistema hidrotermal, y en el proceso genera erupciones freáticas (o freatomagmáticas) y limpia conductos entre el cuerpo de magma y la superficie. La

migración y expansión de estos fluidos generan la mayoría de las señales geofísicas que se discuten en este documento.

El día 15 de octubre se registró un enjambre de sismos del primer tipo descrito en la Figura 3a que se prolongó por medio día y culminó el 16 de octubre con el registro de la primera erupción de este nuevo ciclo eruptivo del volcán. Este evento es similar a las erupciones registradas entre marzo y junio de este año. Se registraron dos explosiones superficiales, una al inicio, producto del rompimiento del suelo en el fondo del cráter y otra al final, generando la salida abrupta del gas magmático acumulado junto con ceniza y fragmentos de roca. Las cenizas y otros materiales rocosos emitidos durante este evento no son diferentes del material emitido al inicio del 2015 y está constituido por una gran proporción de material alterado (>90%), además se observa mineralización secundaria sobre varios fragmentos de vidrio volcánico (Figura 4).

Sugerimos que las explosiones del 16 de octubre abrieron grietas superficiales que podrían haber permitido la percolación de abundante agua meteórica (lluvia) hacia el interior del volcán con mayor facilidad. Posterior a esta erupción se registraron dos periodos de tremores superficiales de amplitud moderada y larga duración que se observaron los días 21 y 22 de octubre, el primero de 7 horas y el segundo de 4 horas de duración. Estos tremores son provocados por el paso de fluidos a presión por grietas estrechas.

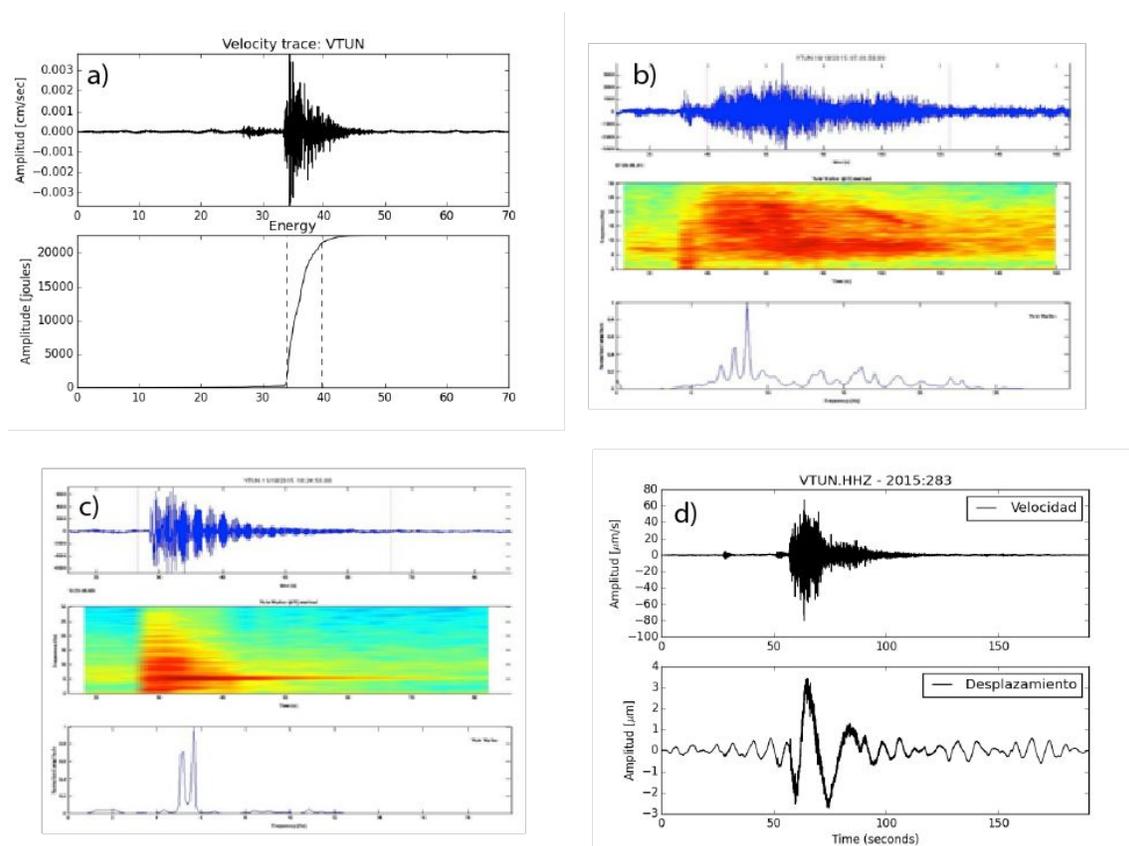


Figura 3. Registros de sismos característicos de este período. a) *Sismo de doble fase* con un inicio emergente y una segunda parte de mayor amplitud (Arriba: sismograma, abajo: energía sísmica acumulada). b) *Tremor volcánico* de alta frecuencia (Arriba: sismograma, centro: espectrograma y abajo: espectro de frecuencias). c) *Sismo tipo tornillo* (Arriba: sismograma, centro: espectrograma y abajo: espectro de frecuencias). d) *Sismo VLP* o de muy baja frecuencia (Arriba: registro de velocidad, abajo: registro de desplazamiento del suelo).

A partir del día 23 de octubre se empiezan a registrar tremores de baja amplitud, de corta duración (menores a 20 minutos) y asociados a salidas de gas con ceniza de forma pasiva (sin la presencia de explosiones). Ya por la tarde del día 23 se registran con mayor frecuencia erupciones pequeñas, de corta duración y débiles columnas de gas y cenizas que no superan los 1000 metros de altura sobre el nivel del cráter activo. El siguiente link muestra una de estas erupciones ocurrida el 27 de octubre a las 8 am y captada por la cámara web del OVSICORI-UNA ubicada en la cima del volcán (<https://www.youtube.com/watch?v=5MEZUttPLDo&feature=youtu.be>). Las cenizas y fragmentos de roca eyectados por estas erupciones más recientes son muy parecidas al material emitido el 16 de octubre (muestras recolectadas el 26 de octubre consisten en un 90-95% de material alterado) (Figura 4).

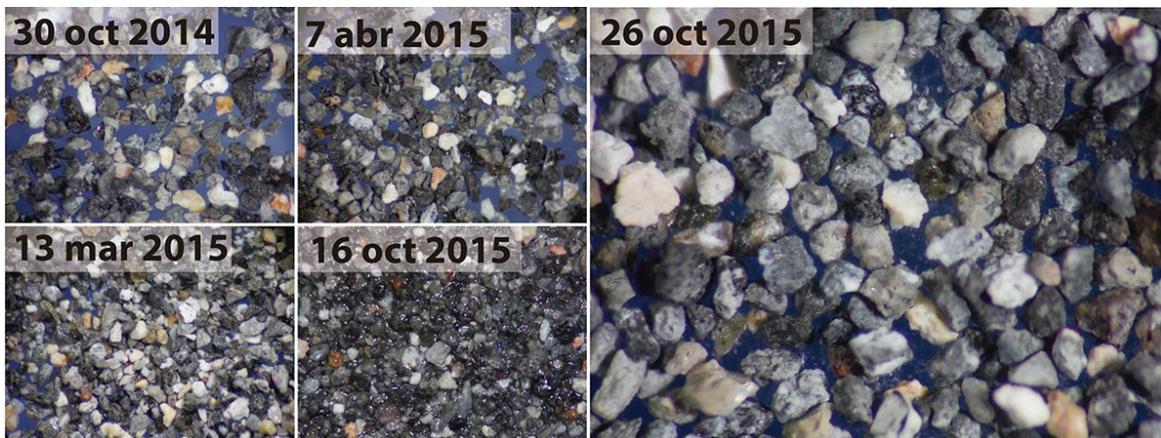


Figura 4. Comparación de cenizas emitidas en 2014-2015. El tamaño de los granos de ceniza se encuentra entre 250 y 500 micrómetros.

En general, estas erupciones están precedidas por un sismo VLP, que antecede la erupción por un tiempo variable entre 1 y 3 minutos. La Figura 5 muestra el registro de una erupción ocurrida el 25 de octubre a las 5 am. El registro de velocidad muestra claramente un episodio de tremor asociado a la salida de gas y ceniza. Unos 150 segundos antes se aprecia, en el registro de desplazamiento, una señal de muy baja frecuencia, sismo tipo VLP, que antecede la erupción. El sismo VLP indica una expansión súbita de un volumen, o una deformación elástica del medio debido al pulso y expansión de gas en una cavidad o grieta. El pulso de gas magmático transporta vapor de agua, ceniza, y fragmentos de roca en su trayecto hacia la superficie antes de salir por las bocas del cráter activo del volcán Turrialba (<https://www.youtube.com/watch?v=8OrXxJPr5WM&feature=youtu.be>).

A pesar de esta actividad, el flujo de SO_2 se mantiene bajo (500-1000 t/d) en comparación con los flujos altos medidos a finales del 2014 (~4000 t/d).

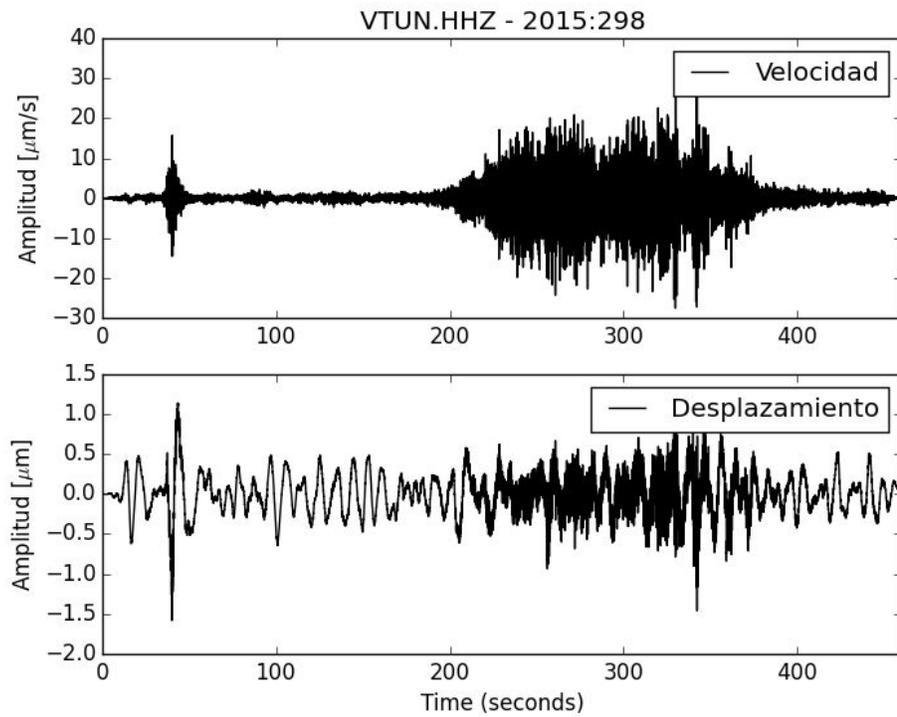


Figura 5. Sismograma de la pequeña erupción del día 25 de octubre a las 5:45 am. Arriba se muestra el registro de velocidad y abajo el de desplazamiento.

El día 27 de octubre a las 3 pm se registra la última erupción de gases acompañados de ceniza. Sin embargo, la actividad sísmica continúa alta, con tremores de amplitud baja y moderada, corta duración, muy frecuentes y continúan los sismos VLP, solo que ahora no son seguidos de erupciones.

En resumen, la actividad que estamos observando en el volcán Turrialba, en este momento, se debe al ascenso progresivo de un pequeño cuerpo de magma fresco desde una cámara magmática profunda (que podría encontrarse originalmente entre 10 y 15 km, que es lo usual en volcanes de arco) hacia profundidades más someras. En su ascenso, debido a la despresurización del cuerpo magmático, éste libera gases y calor que interactúan con el sistema hidrotermal, vaporizando bolsitas de líquido contenido en fracturas. La expansión del vapor de agua y el gas magmático genera presurización que dispara las explosiones y emisiones de gas y ceniza observadas.

El OVSICORI-UNA mantiene la vigilancia del volcán a través de los diferentes métodos geofísicos y geoquímicos para mantener informada a la población y

autoridades de protección civil de la evolución de la actividad en el volcán Turrialba.

Reporte elaborado por: Dr. Javier Pacheco Alvarado, Dr. Ing. Cyril Muller, Dr Geoffroy Avard, Dr. Maarten de Moor, Dra. María Martínez OVSICORI-UNA.

Para más información comunicarse con la Oficina de Comunicaciones de la Universidad Nacional con el Sr. Lic. Gerardo Zamora, Periodista. Cel. 8315-6567. Of. 2277-3067