



Boletín de Vulcanología Estado de los Volcanes de Costa Rica Julio 2014



Volcán Poás: Incandescencia en el "Domo" del Poás, en la noche del 24 julio 2014. Imágen capturada por la webcam ubicada en el borde norte del cráter, administrada por el OVSICORI-UNA y donada por USAID/OFDA/LAC

Elaborado por: Dr. Maarten de Moor, Dr. Javier Pacheco, Dra. María Martínez, Dra. Dulce Vargas

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





Resumen de la actividad de los volcanes de julio del 2014

V.Turrialba:

La sismicidad en el volcán Turrialba durante julio 2014 está dominada por pequeños sismos volcánicos de muy baja amplitud. El número de sismos volcánicos diarios se mantiene en promedio menor a 100 eventos. El día 28 de julio se presentó un enjambre de pequeños eventos de baja amplitud, corta duración y alta frecuencia que tuvo una duración de 2 horas y se atribuyen a movimiento de fluidos a través de grietas muy superficiales. El flujo de SO₂ se mantiene en valores bajos entre 250 y 800 toneladas por día y la composición de los gases es estable con valores $CO_2/SO_2 \sim 2,5$.

V. Irazú:

No se presentan variaciones importantes en la sismicidad del volcán Irazú durante el mes de julio. Los sismos volcánicos de baja frecuencia se suceden con un promedio de 2 a 3 sismos diarios.

V.Poás:

La actividad sísmica en el volcán Poás disminuyó considerablemente durante el mes de julio. Tanto el número de sismos volcánicos como el número de erupciones freáticas, suficientemente energéticas para dejar un registro sísmico, disminuyó durante el mes de julio. La mayor erupción freática del mes ocurrió el 31 de julio a las 12:13 (hora GMT). Sin embargo, comparada con las mayores erupciones registradas durante los meses anteriores, se considera una erupción moderada. Hubo erupciones freáticas frecuentes (alrededor de dos por día en promedio) que alcanzaron alturas menores a 30-50m sobre la superficie del lago ácido. La temperatura de las fumarolas del "Domo" registraron un máximo de ~500°C. El flujo de SO₂ aumentó significativamente hasta ~500 toneladas/día.





I_Volcán Turrialba

I_1 V.Turrialba: Sismología

La sismicidad en el volcán Turrialba durante julio 2014 está dominada por pequeños sismos volcánicos de muy baja amplitud, corta duración y altas frecuencias. Estos pequeños eventos generalmente tienen amplitudes muy cercanas a la amplitud de las señales debidas al ruido de fondo, por lo que no se pueden contabilizar, ni describir adecuadamente. A pesar de que estos sismos siempre se han registrado en el volcán Turrialba, ahora resultan ser los eventos que se registran con mayor frecuencia debido a una disminución considerable de otros eventos volcánicos con mayor amplitud.

El número de sismos volcánicos diarios se mantiene en promedio menor a 100 eventos, mientras los sismos volcano-tectónicos siguen ocurriendo escasamente (Figura S1). Durante el mes de julio se registraron dos sismos del tipo tornillo, el mayor ocurrió el día 2 de julio, presentando 3 frecuencias discretas de 10.5, 15.1 y 18.9 Hz y un lento decaimiento de la amplitud de la coda del sismograma (Figura S2).

El día 28 de julio se presentó un enjambre de pequeños eventos de baja amplitud, corta duración y alta frecuencia (Figura S3). La secuencia tuvo una duración de 2 horas aproximadamente y se caracterizó por un aumento gradual en el número de sismos, hasta alcanzar un máximo y un decaimiento también gradual. Los sismos registrados durante este enjambre no se diferencian de los otros sismos aislados que se registran con mayor frecuencia durante el mes. Dadas sus características de frecuencia, tamaño y rápido decaimiento de la señal con la distancia, estos eventos se atribuyen a movimiento de fluidos a través de grietas muy superficiales dentro y en la periferia del sistema hidrotermal, probablemente asociados a la recarga del acuífero superficial por las fuertes lluvias de la época.



Figura S1. Número de eventos volcánicos por día registrados en el Volcán Turrialba durante el año 2014 (izquierda). Número de sismos volcano-tectónicos asociados al Volcán Turrialba durante el año 2014 (derecha).







Figura S2. Sismo tipo tornillo registrado el día 2 de julio. Arriba se muestra el sismograma (velocidad del suelo), al centro el espectrograma (como cambia la frecuencia con el tiempo) y abajo se muestra el espectro de frecuencia.

Los sismos registrados con mayor amplitud son eventos del tipo híbridos, superficiales (a profundidades menores a 1 km bajo el cráter activo) y con altas frecuencias (Figura S4).

En general, la sismicidad en el Volcán Turrialba se caracteriza por ser superficial y asociada a movimiento de fluidos a través de grietas dentro del sistema hidrotermal o por el rompimiento de roca o creación de grietas asociado a presiones ejercidas por los fluidos en el sistema hidrotermal. La sismicidad volcano-tectónica sigue siendo escasa, con una concentración de eventos, durante el mes de julio, hacia el norte de la cima del volcán (Figura S7).



Figura S3. Enjambre de pequeños sismos registrado el 28 de julio. El enjambre tiene una duración de aproximadamente 2 horas.







Figura S4. Sismo híbrido característico de julio 2014. Arriba se muestra el sismograma (velocidad del suelo), al centro el espectrograma (variación de la frecuencia con el tiempo) y abajo el espectro de frecuencias.

I_2 V.Turrialba: Geoquímica

I_2.1 Flujo de gas

Las últimas mediciones con FLYSPEC V3 y DOAS móvil en el volcán Turrialba fueron realizadas el 30-31 julio (Fig.G1). Los resultados obtenidos indican que el flujo de SO₂ era de 479±153 toneladas/día, similar al flujo medido en junio (Fig. G1). El clima en julio no permitió buenas mediciones del flujo de SO₂ con las estaciones permanentes de DOAS debido a la alta nubosidad que se presentó durante casi todo el mes. Los días 6 y 13 de julio estuvieron despejados y los flujos calculados a partir de los datos de la estación permanente DOAS ubicada en la Hacienda La Central arrojaron valores de 818±192 toneladas/día y 607±94 toneladas/día, respectivamente. La Fig. 5 muestra que la cantidad de gas magmático emitido ha ido disminuyendo desde principios del 2014.



Figura G1. Comparación del flujo de SO_2 inferido para la pluma de gases del volcán Turrialba en julio 2014 con los meses anteriores. Mediciones realizadas a lo largo de transectos con DOAS y FLYSPEC portátil.





I_2.2 Composición de los gases

Los resultados de la composición de los gases de la pluma del volcán Turrialba inferidos de los datos de la estación permanente MultiGAS ubicada en el borde oeste del Cráter Oeste se presentan en la Figura G2. Los datos muestran una disminución drástica en los cocientes CO₂/SO₂, H₂S/SO₂, y H₂O/SO₂ desde la primera semana de junio y los mismos se han mantenido relativamente estables desde entonces. Este cambio podría estar atribuido a la saturación del suelo con agua de lluvia y a un aumento de la presión de poro que puede inducir una disminución del flujo de CO₂ y H₂S en la interfase suelo-atmósfera. Esta variación está siendo sujeto de investigación.



Figura G2. Composiciones de la pluma del Turrialba medido con el sistema MultiGAS permanente.

I_3 V.Turrialba: Otras observaciones-temperatura de fumarolas

La temperatura de la Boca 2010 registró ~400°C y la Boca 2012 se mantiene entre los 500°C-600°C de acuerdo a mediciones remotas hechas con ayuda de termógrafo infrarrojo FLIR SC660 (Fig.G3).



Figura G3. Imagen de la WebCam ubicada en la cima del Turrialba del 2 de junio 2014 mostrando resplandescencia e incandescencia en la Boca 2010 y la Boca 2012. La cámara web es administrada por el OVSICORI-UNA y fue donada por la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/OFDA/LAC).





II_ Volcán Irazú

II_1 V.Irazú: Sismología

No se presentan variaciones importantes en la sismicidad del volcán Irazú durante el mes de julio. Los sismos volcánicos de baja frecuencia se suceden con un promedio de 2 a 3 sismos diarios, con amplitudes que varían entre 0.1 y 3 micrones/segundo, medidos en una estación ubicada 5 km suroeste del cráter activo (Figura S5). Se nota una disminución del tiempo entre eventos, pasando de un promedio de 24 horas entre eventos a principios de abril a menos de 10 horas entre eventos a principios de julio, para volver a incrementarse hacia fines de julio hasta 18 horas entre eventos. Esto significa que entre abril y julio aumentó el número de eventos diarios, para volver a bajar esta cantidad hacia fines de julio.

En uno de los registros de sismos de baja frecuencia se nota un cambio significativo en la señal (Figura S6). El sismo registrado el 5 de julio presenta amplitudes a mayores frecuencias que las usuales. Esto puede significar una nueva fuente de sismos volcánicos, sin embargo, solo este evento aislado se ha registrado con estas características desde el año 2012.

Los escasos sismos volcano-tectónicos registrados que pudieron ser localizados se ubican hacia el norte del volcán (Figura S7). El día 26 de julio se registró una secuencia sísmica al sur del volcán Irazú, a unos 10 km del cráter activo en las cercanías de Ochomogo. El sismo principal tuvo una magnitud Mw 3.9 y presentó un mecanismo focal que lo ubica en una falla tectónica vertical de corrimiento lateral derecho con orientación noroeste-sureste o una falla tectónica vertical de corrimiento lateral izquierdo con orientación noreste-sureste (Figura S7). Este mecanismo fue determinado a través de una inversión de las formas de onda de estaciones localizadas a distancias entre 40 y 80 km del epicentro, además de satisfacer la polaridad de las ondas P.

Este mecanismo focal está de acuerdo con el campo de esfuerzos regional para el Valle Central, por lo que se puede descartar que el sismo haya sido provocado por una intrusión magmática en el volcán Irazú, la que provocaría una rotación del campo de esfuerzos local (Roman y Cashman, 2006).



Figura S5. Amplitud de la señal sísmica de baja frecuencia medida en una estación ubicada a 5 km del cráter activo (izquierda). Tiempo (en horas) medido entre los eventos de baja frecuencia (derecha).







Figura S6. Sismo con contenido de frecuencias más altas registrado el 5 de julio (izquierda). Sismo de baja frecuencia característico del volcán Irazú registrado el 16 julio (derecha). Se muestra arriba los sismogramas, en medio los espectrogramas y abajo los espectros de frecuencias.



Figura S7. Mapa de la región entre los volcanes Irazú y Turrialba mostrando los sismos (puntos rojos) localizados entre ambos volcanes durante el mes de julio. En la parte inferior izquierda se muestra el mecanismo focal del sismo principal del 26 de julio (Mw 3.9) ocurrido en las cercanías de Ochomogo.





III_ Volcán Poás

III_1 V.Poás: Sismología

La actividad sísmica en el volcán Poás disminuyó considerablemente durante el mes de julio (Figura S8). Tanto el número de sismos volcánicos como el número de erupciones freáticas, suficientemente energéticas para dejar un registro sísmico, disminuyó durante el mes de julio. Los valores diarios de eventos volcánicos registrados disminuyó desde más de 100 eventos diarios en junio a menos de 30 eventos diarios en julio. Durante todo el mes de julio solo se lograron identificar 3 erupciones freáticas en los registros sísmicos, dos de ellas no alcanzaron alturas mayores a 50 metros y solo la del 31 de julio sobresale claramente en el registro sísmico. Aunque se reportaron más erupciones freáticas durante el mes, éstas alcanzaron amplitudes muy pequeñas, de tal manera que sus registros sísmicos sísmicos quedan ocultos por el ruido de fondo.



Figura S8. Número de sismos volcánicos registrados en el volcán Poás durante el 2014, asteriscos representan erupciones freáticas registradas (Izquierda). Número de sismos volcano-tectónicos asociados al volcán Poás durante el 2014 (Derecha).

De los sismos volcánicos registrados, los de mayor amplitud son sismos del tipo híbrido (Figura S9). Estos son sismos superficiales, asociados con apertura de grietas y subsecuente paso de fluidos a través de las mismas. Algunos de ellos alcanzan grandes amplitudes y se logran registrar claramente en estaciones sísmicas distantes hasta 5 km al sureste del cráter activo. Igualmente, se registran tremores volcánicos de baja amplitud y corta duración con frecuencias centradas en los 3Hz. Estos tremores muestran grandes variaciones en amplitud, espectro de frecuencia y duración, por lo que no se pueden atribuir a una misma fuente.





Figura S9. Sismo híbrido registrado en la estación CRPO. Arriba se muestra el sismograma, en el medio el espectrograma o el campo de frecuencia con el tiempo y abajo el espectro de frecuencias.

Los sismos volcano-tectónicos asociados al volcán Poás, ocurridos durante el mes de julio, son de baja amplitud y mayormente concentrados bajo el cráter activo. Otros eventos cercanos fueron asociados con el sistema de fallas tectónicas hacia el este del volcán donde se produjo el sismo de Cinchona de enero del 2009 (Mw 6.2).

La mayor erupción freática del mes ocurrió el 31 de julio a las 12:13 (hora GMT). Sin embargo, comparada con las mayores erupciones registradas durante los meses anteriores, se considera una erupción moderada (Figura S10).



Figura S10. Sismograma de la explosión freática del 31 de julio, acompañado al centro por su espectrograma y abajo por el espectro de frecuencias.

III_2 V.Poás:

III_2.1 Mediciones térmicas

Las temperaturas en las fumarolas del "Domo" aumentaron en julio 2014 alcanzando valores cercanos a 500°C (temperatura aparente remota de 490°C el 24 julio con cámara térmica FLIR SC660 infrarroja) con respecto a las mediciones de junio 2014 (temperatura aparente remota infrarroja ~232°C el 26 junio) (Figuras G4 y G5). En los años 80 las fumarolas en el "domo" registraron temperaturas máximas entre 300-1020°C (Figura G4).





Junto al aumento en la temperatura de estas fumarolas también se ha observado de nuevo resplandescencia e incandescencia alrededor del "domo" desde el 3 de julio hasta mediados de agosto 2014 "domo" se puede apreciar en imágenes nocturnas de la cámara web (Figura G4).



Figura G4. Serie de tiempo de temperatura de fumarolas alrededor del "domo" ubicado en el borde sur del lago ultraácido del volcán Poás. Las flechas en la parte superior del gráfico indican los meses en los que se han registrado sísmicamente u observado erupciones freáticas en el lago. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas". Incandescencia y resplandor de fumarolas del "domo" durante la noche del 27 de julio observados a través de la cámara web. Esta cámara es administrada por el OVSICORI-UNA y fue donada por la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/OFDA/LAC).



Figura G5. Izquierda: Evolución de la temperatura de las fumarolas del "Domo" en el volcán Poás desde el 2011. Derecha: Imagen FLIR infrarroja de las fumarolas del "Domo" con temperatura máxima cerca de 500°C.

III_2.2 Flujo de gas

El flujo de SO₂ emitido por el volcán Poás fue medido en un trayecto recorrido varias veces a lo largo del borde oeste del cráter activo con un DOAS portátil el 23 de julio, arrojando un valor promedio de ~530 toneladas de SO₂ por día. Este valor es más alto que los valores medidos por DOAS/FLYSPEC en los meses anteriores de 2014 (promedio de 130 toneladas/día; Fig.G6). El aumento significativo en el flujo de SO₂ coincide con un aumento abrupto en la acidez del lago (pH menor que cero) y en las razones de volátiles disueltos en el lago SO₄²⁻/Cl^{->}5, sugiriendo la entrada de más gases magmáticos al sistema hidrotermal superficial. De acuerdo al perfil de la distribución de concentraciones de SO₂





(ppm•m) a lo largo del borde oeste del cráter, aparentemente, la mayor parte del flujo de SO_2 es liberado a través del lago ácido (Fig. G7). Esta importante y "novel" observación preliminar se está estudiando en más detalle por parte del OVSICORI-UNA.



Figura G6. Flujos de SO₂ del volcán Poás en el 2014. Los diamantes azules representan el flujo total y el diamante en gris es el flujo de SO₂ a través del lago solamente.



Figura G7. Transecto realizado utilizando DOAS móvil para medición de flujo de SO_2 a lo largo del borde oeste del cráter del Poás el 23 de julio, 2014.

III_2.3 Composición de los gases

Los resultados de la estación permanente fija MultiGAS en el Poás se presentan en la Figura G8. Los datos muestran cambios insignificantes en las razones entre los gases CO_2/SO_2 desde abril 2014. La última medición con MultiGAS portátil se logró el 23 julio, y los resultados indican que el CO_2/SO_2 en la pluma del lago es 0.7 y en la pluma de las fumarolas del "domo" es 0.2.



Figura G8. Datos de la estación MultiGAS fija ubicada en el borde oeste del cráter hasta el 29 de abril 2014 y luego reinstalada en el borde este del lago ácido.

III_3 V.Poás: El lago ultra ácido: observaciones

En julio el lago ácido del Poás muestra indicios de un aumento importante en la acidez como resultado de una inyección de fluidos magmáticos frescos hacia el sistema hidrotermal que alimenta el lago y las fumarolas al sur del lago. Particularmente, el 13 de julio se observó gran cantidad de azufre fundido, evaporación y varias celdas de convección vigorosas distribuidas en casi toda la superficie del lago (Figura G9).



Figura G9. Volcán Poás el 13 julio 2014 a las 7:56a.m. Observar la gran cantidad de azufre fundido y material silícico fino flotando en el lago debido al vigor con que las fumarolas subacuáticas descargan fluidos desde el sistema hidrotermal subterráneo hacia el lago. Imagen: Webcam ubicado en el borde norte del cráter administrada por el OVSICORI-UNA y donada por USAID/OFDA/LAC Estados Unidos.





Bibliografía:

Diana Roman and Katherine Cashman. 2006. The origin of volcano-tectonic earthquake swarms. Geology, vol 34, no 6, p. 457-460.

Reconocimientos:

Se agradece a los funcionarios del Sistema Nacional de las Áreas de Conservación y de los Parques Nacionales de Costa Rica, así como a las personas que ayudaron con las mediciones de campo y de laboratorio presentados en esta publicación.

Información previa de los volcanes monitoreados por el OVSICORI-UNA está disponible en las siguientes direcciones electrónicas de INTERNET:

- Boletines periódicos del estado de actividad de los volcanes de Costa Rica:
- http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_phocadownload&view=section&id=3&Itemid=73 Videos:

http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=79

Área de Vigilancia Volcánica Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica Universidad Nacional OVSICORI-UNA

Campus Omar Dengo, Heredia Costa Rica, América Central *Teléfonos:* (+506) 2562 4001 (+506) 2261 0611 *Fax:* (+506) 2261 0303

ovsicori@una.cr

Website: http://www.ovsicori.una.ac.cr/ Facebook: http://www.facebook.com/OVSICORI?ref=ts