

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



Volcán Poás: el viernes 20 de junio 2014 a las 10:08a.m. se observó en el lago ultraácido erupción freática que alcanzó una altura de aprox. 200 metros. Imágen capturada por la webcam ubicada en el borde norte del cráter, administrada por el OVSICORI-UNA y 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).

Elaborado por:

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

Con contribuciones de:

Dr. Geoffroy Avard, Hairo Villalobos, Carlos Sánchez, Wendy Sáenz, David Osorno,
Jorge Brenes, Milena Berrocal

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

Resumen de la actividad de los volcanes para el mes de junio del 2014

V.Turrialba:

La sismicidad en el volcán Turrialba se mantiene con una contabilidad abajo de 100 eventos sísmicos diarios. La mayoría son sismos híbridos superficiales (<1km profundidad) generados por rompimiento de la roca dentro del sistema hidrotermal, y otros eventos más superficiales y de mayor duración son relacionados con el paso de fluidos a través de grietas dentro del sistema hidrotermal. Se registraron 2 sismos tipo tornillo de alta frecuencia y baja amplitud durante este mes. El flujo de SO₂ estimado con un FLYSPEC V3 desde el flanco oeste-noroeste entre las haciendas La Central y la Silvia es de 590±67 toneladas/día, mientras que las razones de CO₂/SO₂ y H₂S/SO₂ se mantuvieron entre 2-4 y 0.2-0.7, respectivamente. La temperatura de los gases emitidos a través de las bocas fumarólicas 2010 y 2012 se mantiene entre los 500°C-600°C. La depositación total (lluvia ácida) en la Hacienda La Silvia continua siendo muy ácida, con valores de pH entre 2,98-3,43.

V.Irazú:

La actividad sísmica no ha presentado cambios significativos desde diciembre del 2013. Los sismos volcano-tectónicos registrados en el edificio volcánico se ubican principalmente hacia el norte del volcán, y sus magnitudes no sobrepasan el valor de 1. Las emisiones fumarólicas difusas en el flanco norte registran 55-87°C. La composición de estas emisiones es comparable a la de los gases medidos en el año 2013 en la "Cueva de Minerales" del Irazú. Se hizo una campaña para medir el flujo de CO₂ y H₂S que difunden a través del suelo en la cima del Irazú con un flujómetro West Systems WS0820/Licor-Li820/H2SBH con cámara de acumulación tipo A. Mientras en la "Cueva de Minerales" hay un flujo considerable de CO₂ (1.1-8.9 kg.m⁻².d⁻¹ en el 2013) y H₂S (1.7-7.4kg.m⁻².d⁻¹ en el 2013) en la cima del volcán propiamente no hay flujo de H₂S y el CO₂ reporta un flujo extremadamente bajo (<4.9x10⁻³ kg.m⁻².d⁻¹). La depositación total ácida ("lluvia ácida") en el sector sur del volcán Irazú (Cerro Gurdían) muestra fuertes fluctuaciones con pH entre 3,5-7,3 dependiendo del nivel de desgasificación del volcán Turrialba y de los vientos predominantes. El fondo del Cráter Principal se mantiene seco desde marzo del 2010 y no se observan anomalías térmicas.

V.Poás:

La sismicidad volcánica presenta frecuentes fluctuaciones dominando los sismos de baja frecuencia y pequeña magnitud. Se registraron sismos híbridos superficiales, temores de corta duración, y algunos sismos volcano-tectónicos. Se presentaron numerosas erupciones freáticas en el lago, 10 de ellas fueron de considerable tamaño y se lograron identificar en los registros sísmicos. La erupción freática del 1 de junio es la más grande que se ha registrado sísmicamente en el transcurso del año 2014. La temperatura de las fumarolas del "Domo" continuó mostrando una tendencia a disminuir registrándose un máximo de 232°C. El nivel del lago se mantiene bajo y se estima groseramente una profundidad máxima de 10m. La temperatura se mantiene estable alrededor de 44°C y la acidez es extremadamente alta con un pH de -0,49. Los cocientes SO₄²⁻/Cl⁻ de las aguas del lago observados entre finales del 2012 hasta el presente son los más altos observados en el periodo 2004-2014.

I_ Volcán Turrialba

I_1 V.Turrialba: Sismología

La sismicidad en el volcán Turrialba se mantiene con una contabilidad abajo de 100 sismos diarios (Figura 1). Luego del máximo en sismicidad a mediados de mayo, el número de eventos diarios continuó decreciendo hasta el 20 de junio, cuando vuelve a aumentar levemente la sismicidad, pasando de 40 a 80 sismos diarios en promedio.

Estos sismos en su mayoría son eventos híbridos superficiales generados por rompimiento de la roca dentro del sistema hidrotermal, y otros eventos más superficiales y de mayor duración son relacionados con el paso de fluidos a través de grietas dentro del sistema hidrotermal (Figura 2).

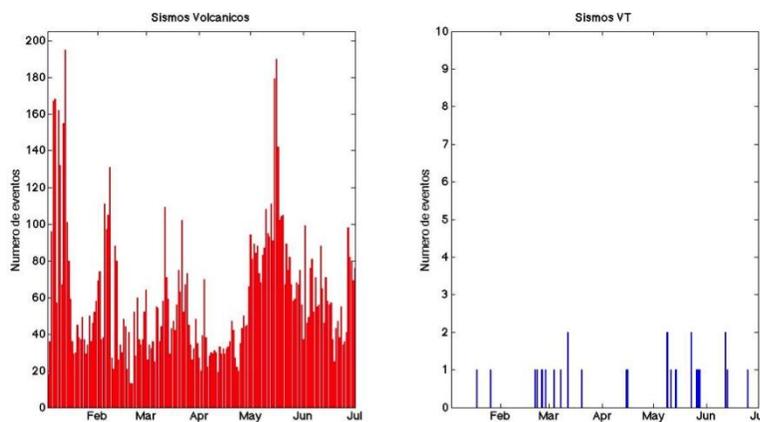


Figura 1. A la izquierda se muestra el número de sismos volcánicos diarios registrados en el volcán Turrialba desde enero de este año. A la derecha se muestra el número de sismos volcano-tectónicos asociados al volcán Turrialba, ocurridos desde inicios del 2014.

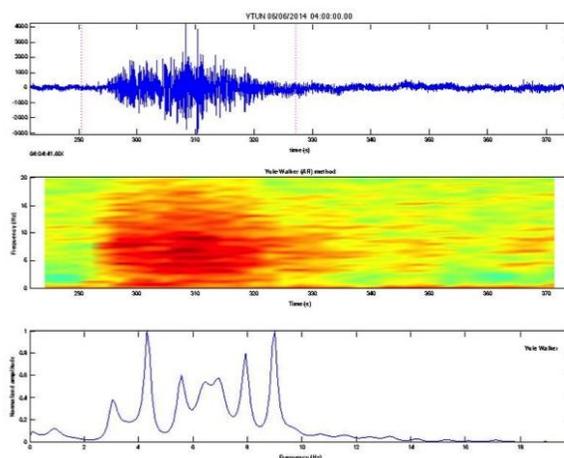


Figura 2. Evento característico del mes de junio, dominado por frecuencias entre 2 y 10 Hz. Estos eventos tienen una duración de entre 20 y 50 segundos. Aparece arriba el sismograma (velocidad del suelo en función del tiempo), en el medio el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

El 15 de junio se registraron dos eventos del tipo tornillo de alta frecuencia y baja amplitud (Figura 3), similares a otros registrados en febrero de este año.

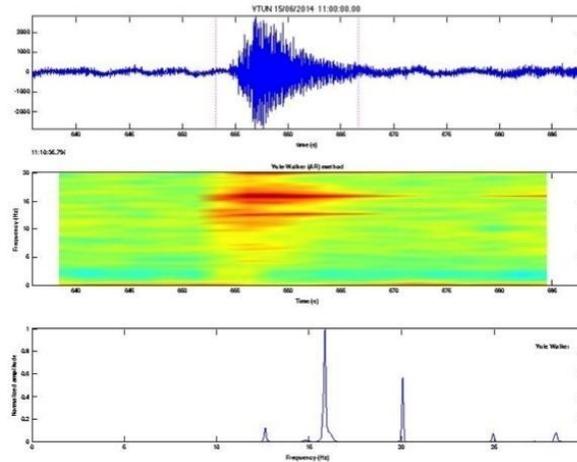


Figura 3. Evento tipo tornillo registrado en junio. Arriba se muestra el registro de velocidad del suelo, en el medio el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

Los sismos híbridos registrados se localizan dentro del edificio volcánico a menos de 1 km bajo el cráter oeste. Los sismos híbridos de mayor amplitud se registraron hacia el final del mes de junio.

Aunque se localizaron pocos sismos volcano-tectónicos asociados al volcán Turrialba (Figura 1), éstos tienen su importancia por localizarse principalmente dentro del edificio volcánico (Figura 10) a profundidades entre el nivel del mar y 5 km bajo el mismo.

I_2 V. Turrialba: Geoquímica

I_2.1 Pluma volcánica: Flujo de dióxido de azufre

Mediciones del flujo total del gas dióxido de azufre, SO_2 , liberado a través de las fumarolas realizadas el 26 de junio 2014 a lo largo de una trayectoria oeste-noroeste recorrida entre las fincas La Central y La Picada con un espectrómetro ultravioleta FLYSPEC-V3 movilizado en automóvil arrojaron un flujo promedio de 590 ± 67 (estd.dev) toneladas SO_2 /día (Figura 4). Este flujo es del mismo orden de magnitud al medido recientemente en mayo con espectrómetro ultravioleta mini-DOAS móvil, i.e. 453 ± 79 .

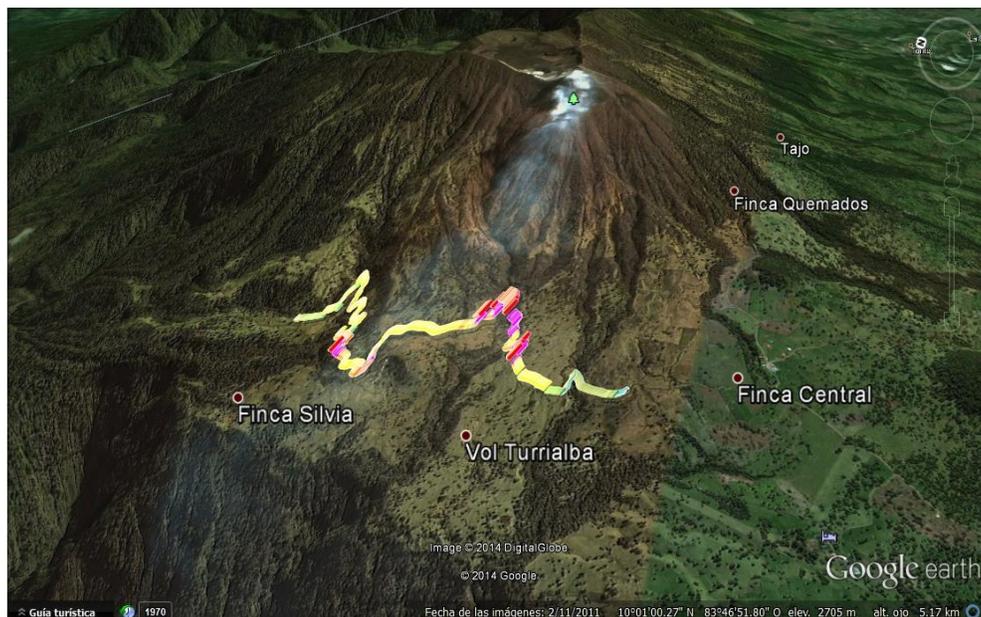
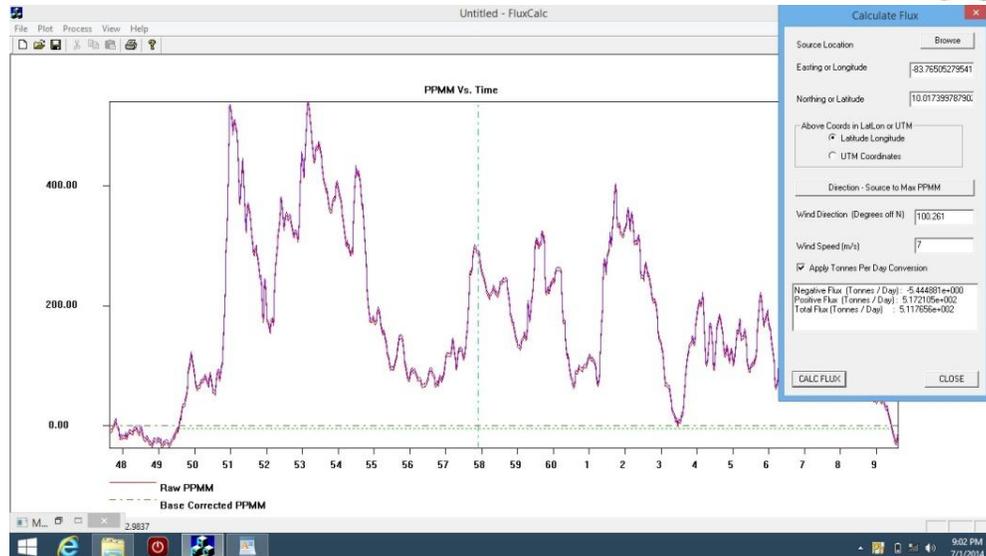


Figura 4. Imagen superior: Perfil vertical de concentración de SO_2 a través de sección transversal de la pluma de gases del volcán Turrialba en ppm.m versus tiempo. Imagen inferior: Trayectoria recorrida con FLYSPEC-V3 móvil entre las fincas La Central y La Silvia el 26 de junio 2014 elaborado por Dra. Milena Berrocal.

Por otro lado, la cantidad de gas dióxido de azufre (SO_2) emitida por el volcán Turrialba inferida en forma remota a partir de imágenes del satélite AURA/OMI indica en general un flujo no mayor de 100 toneladas de SO_2 por día, durante junio del 2014 (Fig. 5). La discrepancia marcada entre los flujos medidos a nivel del suelo (ground based measurements) y desde el satélite en parte se debe a que la altura de la pluma de gases del Turrialba se ha reducido sustancialmente por lo que no puede ser tan bien detectada como en el año 2010.

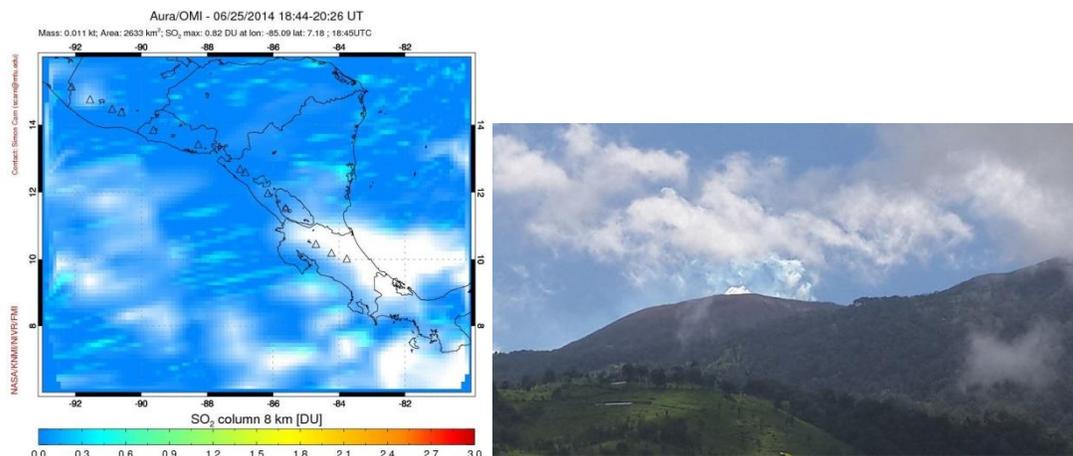
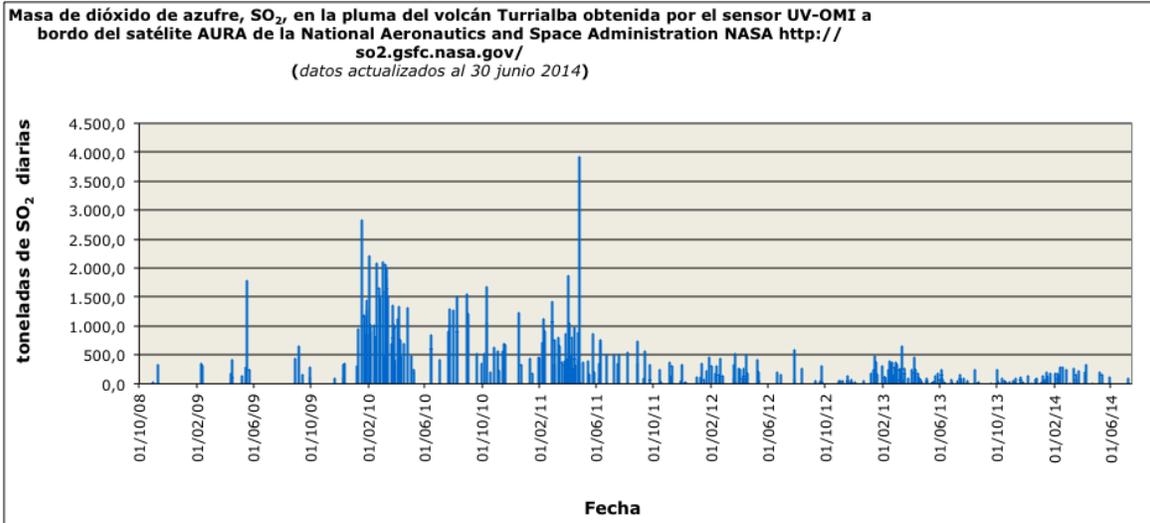


Figura 5: Masa de dióxido de azufre (SO_2) en la pluma de gases del volcán Turrialba inferida de las imágenes satelitales del AURA/OMI de la NASA entre octubre 2008 y junio 2014. Los datos corresponden al total de SO_2 detectado por el instrumento OMI del satélite AURA cuando el mismo sobrevuela sobre el istmo de América Central entre las 18:00-20:00 UTC. La información no está corregida respecto al nivel “de fondo” de SO_2 Fuente: <http://so2.gsfc.nasa.gov/>. Volcán Turrialba visto el 21 junio 2014 desde Calle Vargas Sta. Cruz de Turrialba, foto: María Martínez OVSI-CORI-UNA.

1_2.2 Composición de los gases

Los resultados de las mediciones realizadas con la estación MultiGAS permanente del volcán Turrialba se presentan en la Figura 6. Los datos muestran fluctuaciones significativas entre febrero y mayo 2014 en las razones entre los gases CO_2/SO_2 , H_2S/SO_2 , y H_2O/SO_2 . Las variaciones podrían ser debidas a cambios en la dirección del viento combinados con la presencia de fuentes heterogéneas de gases. Por ejemplo fumarolas con alto cociente entre CO_2/SO_2 comparado con los gases emitidos de las bocas 2010 y 2012 los cuales tienen un bajo cociente entre CO_2/SO_2 . Por otro lado, las diferencias observadas pueden deberse a cambios temporales en la fuente de los gases a profundidad. En mayo, los cambios registrados son mayores a los registrados en abril, y el promedio de CO_2/SO_2 aumentó a 8, comparado con un promedio de 6 medido en marzo y abril. La razón H_2S/SO_2 también aumentó a ~1.2 comparado con el promedio de ~0.7 inferido en marzo y abril.

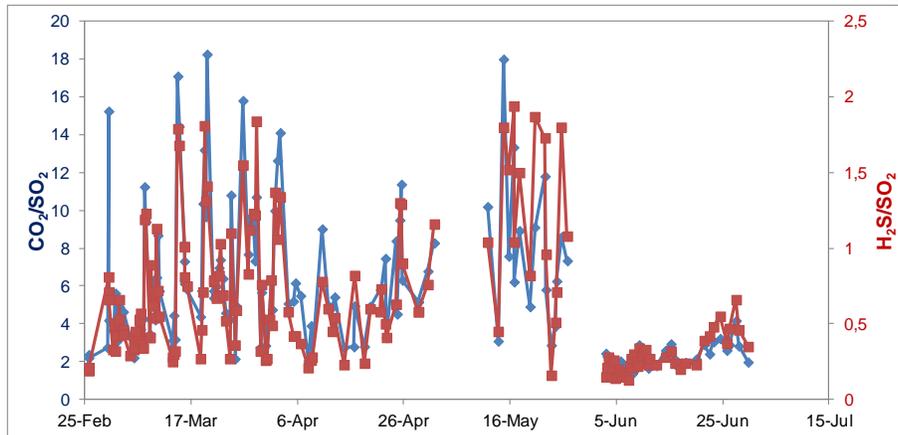


Figura 6. Composiciones de CO_2 versus SO_2 y H_2S versus SO_2 en la pluma del Turrialba medidos mediante sistema MultiGAS fijo permanente.

En junio 2014 se muestra una disminución drástica en los cocientes CO_2/SO_2 , H_2S/SO_2 , y H_2O/SO_2 , los cuales se han mantenido relativamente estables en el transcurso de junio. Este cambio podría estar atribuido a la saturación del suelo con agua de la lluvia y a un aumento de la presión de poro que puede generar una disminución del flujo de CO_2 y H_2S hacia la atmósfera. Estamos revisando estos datos y los sensores del MultiGAS para determinar si este cambio drástico en la composición de los gases real o si se debe a un artefacto instrumental. La diferencia en los valores observados en los dos periodos, febrero-mayo y junio, podría reflejar un problema con el sensor de SO_2 y si este es el caso, solo los valores bajos (CO_2/SO_2 cercanos a 2) serían válidos.

I_2.3 Temperatura de los gases

Desde fines del 2013 hasta el presente, en general la temperatura de las bocas fumarólicas 2010 y 2012 se mantiene entre los $500^{\circ}C$ - $600^{\circ}C$ (Fig.7). El 25 junio 2014 se registraron las siguientes temperaturas en forma remota con ayuda de un termógrafo FLIR-SC660: 1) Boca 2010: $512^{\circ}C$; 2) Boca 2012: $574^{\circ}C$. Las imágenes nocturnas registradas por la WebCam en junio permiten observar incandescencia/resplandescencia en ambas bocas (Fig. 7).

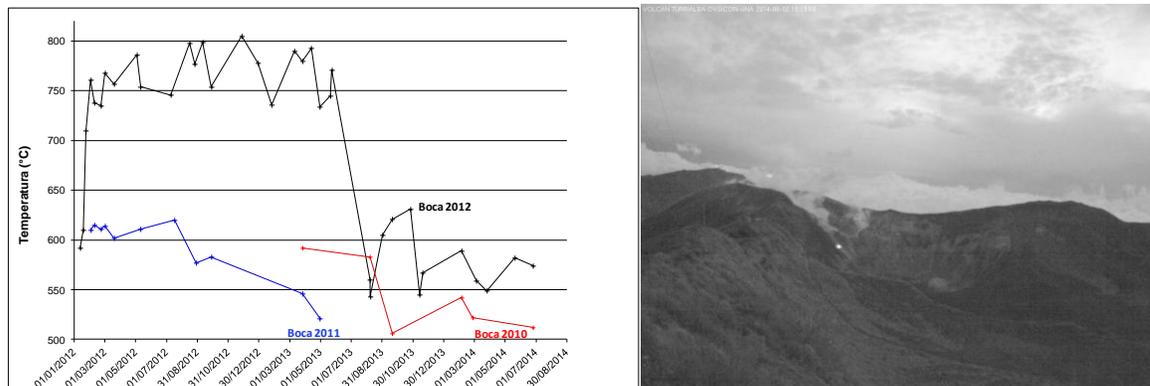


Figura 7. Evolución de la temperatura de las 3 Bocas fumarólicas principales del volcán Turrialba. A la derecha imagen de la WebCam ubicada en la cima del Turrialba del 2 de junio 2014 mostrando incandescencia en la Boca 2012.

I_3 V.Turrialba: Depositación total ácida

Depositación total ácida ("lluvia ácida") continua generándose en el ambiente circundante al volcán Turrialba debido a la fuerte desgasificación de gases magmáticos a través de las numerosas fumarolas que se mantienen activas principalmente en el Cráter Oeste.

El pH (acidez), la conductividad eléctrica, y las razones SO_4^{2-}/Cl^- de la depositación total ácida ha variado entre 2.98-3.43; 104-475 $\mu S/cm$; y 0.55-1.6, respectivamente en lo que va del año 2014. En general, en el periodo 2012-2014 la depositación total ha sido menos ácida que durante el 2009-2011 (Fig. 8).

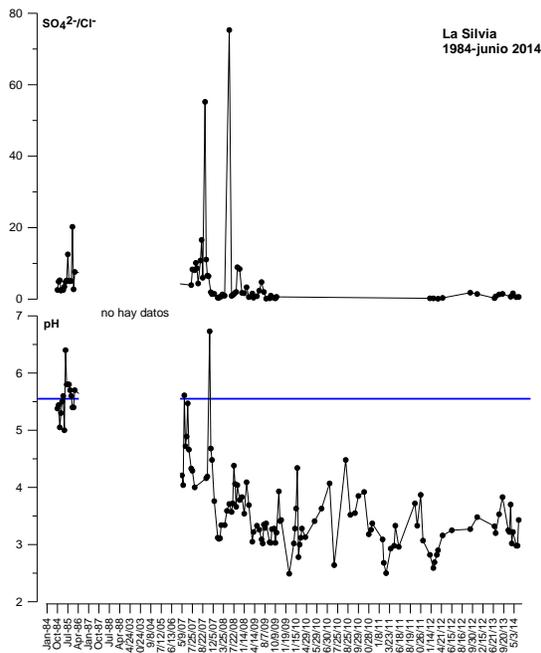


Figura 8. pH (acidez) y razones SO_4^{2-}/Cl^- de la depositación total ácida ("lluvia ácida") recolectada en la Hacienda La Silvia, Volcán Turrialba. Valores de $pH \leq 5.6$ corresponden a "lluvia ácida" (línea azul).

Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica
"Dr. Eduardo Malavassi Rojas" del OVSICORI-UNA.

II_ Volcán Irazú

II_1 V.Irazú: Sismología

Desde diciembre del 2013 no se han presentado cambios importantes en la actividad sísmica del volcán Irazú. La amplitud promedio de los sismos de baja frecuencia se mantiene con valores menores a 5 micrones (medida por la estación sísmica que está a una distancia de 5 km del Cráter Principal). Desde mediados de mayo se nota una disminución en el tiempo entre eventos, pasando en promedio de 20 a 10 horas (Fig. 9). Esta disminución en el tiempo entre eventos significa que en promedio se registran más sismos de baja frecuencia diariamente.

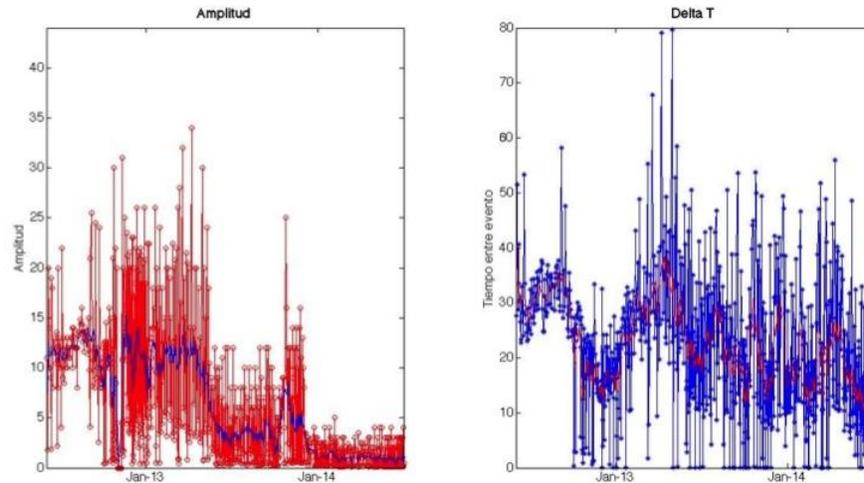


Figura 9. A la izquierda se muestra la amplitud de los sismos de baja frecuencia, medida en micrones/segundo a una distancia de 5 km del Cráter Principal. A la derecha se muestra el tiempo entre eventos, medido en horas. Ambas figuras muestran la progresión entre julio del 2012 y el presente.

Los sismos volcano-tectónicos, VT, registrados en junio se ubicaron principalmente hacia el norte del volcán y bajo el Cráter Principal (Fig. 10) . Ninguno de los eventos registrados sobrepasó la magnitud de 1.

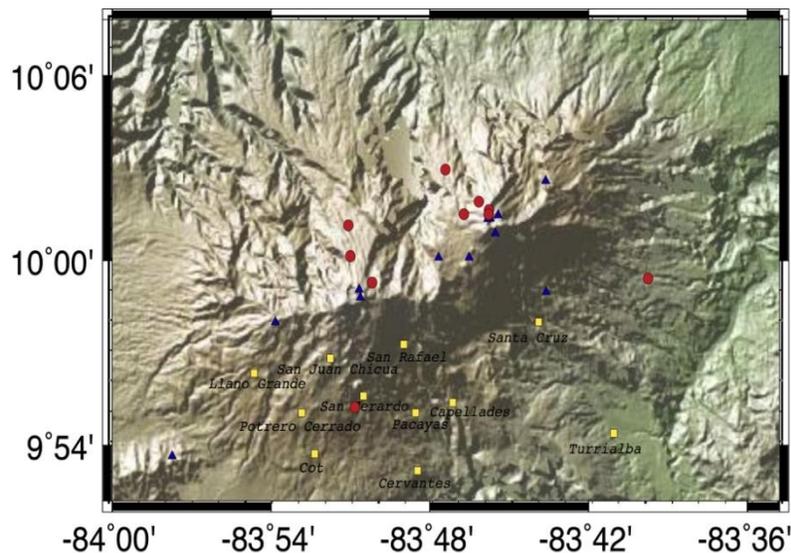


Figura 10. Mapa que muestra las localizaciones de los sismos volcano-tectónicos localizados entre los volcanes Irazú y Turrialba (círculos rojos). En el mapa se muestran las estaciones sísmicas utilizadas para la localización (triángulos azules) y algunos pueblos importantes para su referencia (cuadrados amarillos).

II_2 V.Irazú: Emisión de volátiles

2.1 Fumarolas

Las emisiones fumarólicas difusas principales del Irazú se ubican en la parte superior externa del flanco norte del volcán (N 9.9884° W83.8509°) (Fig. 11). Estas fumarolas registran temperaturas bajas, entre 55-87°C. Las composiciones de los gases son típicas de

gases hidrotermales de un volcán en un período de reposo, con altas concentraciones de CO_2 (~35%) y H_2O (~65%) y poco azufre en la forma de H_2S (<1%). Esta composición de los gases es comparable a la composición de los gases medidos en la “Cueva de Minerales” ubicada en la ladera norte, en noviembre del 2013.



Figura 11. Vista área de la ladera norte del volcán Irazú donde se ubican las fumarolas de baja temperatura y la “Cueva de Minerales”. Fotografía: tomada el 27 mayo 2012 por Geoffroy Avaré OVSICORI-UNA.

2.2 Flujo de gases difusos a través del suelo de la cima

El 23 de junio 2014 se hizo una evaluación *in situ* del intercambio de gases dióxido de carbono, CO_2 , y sulfuro de hidrógeno, H_2S , en la interfase suelo-atmósfera en la cima del volcán Irazú con un flujómetro portátil West Systems WS0820/Licor Li820/H2SBH con cámara de acumulación tipo A. Las mediciones se realizaron a una temperatura ambiente y presión barométrica de 17°C y 517mmHg , respectivamente. El perfil medido comprende 25 sitios de medición (A-Y) separados aprox. 30 metros uno de otro a lo largo del borde sur de los cráteres Principal y Playa Hermosa (Fig. 12). El sitio Z más al sur se midió para comparar.



Figura 12. Medición in situ de dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno que difunden a través del suelo a lo largo del borde sur del Cráter Principal y del Cráter Diego de la Haya del volcán Irazú con flujómetro de gases portátil West Systems. Foto: María Martínez OVSICORI-UNA, 23 junio 2014).

Las coordenadas de cada sitio fueron registradas usando un GPS de mano Garmin 12XL.

Todos los sitios de medición básicamente no muestran un flujo de CO₂ difuso significativo. Las mediciones son extremadamente bajas y se reportan aquí solo como una referencia ($<4.9 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$). Mientras la concentración de CO₂ difuso detectado en la cámara de acumulación del flujómetro registró valores en un ámbito entre los 247 y los 252 ppm. Por otra parte, no hay flujo de H₂S, sin embargo en todos los sitios se midió una concentración de 2 ppm del gas dentro de la cámara de acumulación, excepto los sitios X, Y, Z donde se midió 1ppm, 1ppm, y 0ppm de H₂S, respectivamente. Particularmente el flujo de H₂S puede ser afectado por la presencia de gran cantidad de agua en el subsuelo, tanto en la fase líquida como gaseosa.

A modo de comparación, en la “Cueva de Minerales” en el flanco superior norte del Irazú, el 9 de febrero del 2013 se midieron flujos de CO₂ que variaron entre 1.1 y 8.9 kg.m⁻².d⁻¹. Comparativamente, flujos de CO₂ entre 1-3 kg.m⁻².d⁻¹ se encuentran generalmente en suelos con hierbas en áreas no volcánicas. En algunos sitios de la "Cueva de Minerales" los flujos de H₂S calculados oscilaron entre 1.7-7.4kg.m⁻².d⁻¹ (G. Avard, comm. pers.).

II_3 V.Irazú: Depositación total ácida

La red de monitoreo de depositación total ácida ("lluvia ácida") que tiene el OVSICORI-UNA en los alrededores del volcán Irazú incluye un sitio de muestreo en el Cerro Gurdían, ubicado aprox. 11 km al suroeste de la cima del volcán Turrialba (Fig. 13).



Figura 13. Mapa de la zona Irazú-Turrialba que muestra la ubicación del Cerro Gurdían donde se recolecta regularmente depositación total ácida (lluvia ácida). Nótese la pluma del volcán Turrialba dispersándose hacia el oeste pasando sobre las fincas del sector norte del volcán Irazú el Parque Nacional Braulio Carrillo. Mapa adaptado de Google Earth.

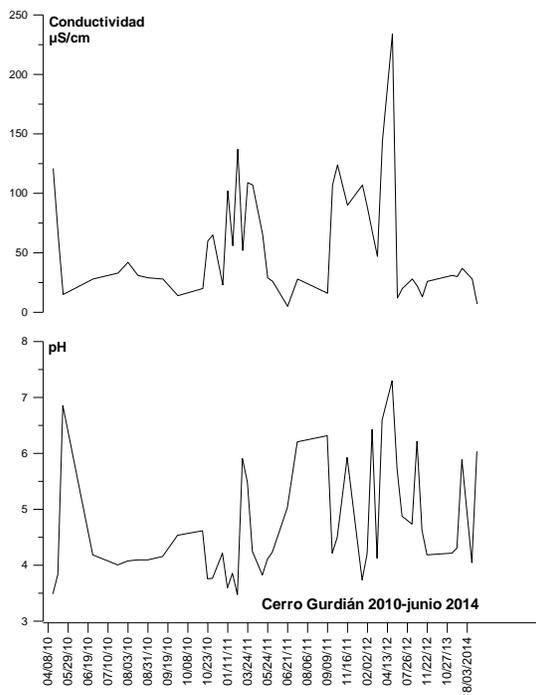


Figura 14. Acidez de la depositación total ácida (agua de lluvia) recolectada en la estación del cerro Gurdíán, volcán Irazú, desde abril del 2010 hasta el presente. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas" del OVSICORI-UNA.

En la figura 14 se muestra las variaciones en el pH de la depositación total ácida (lluvia) recolectada en el Cerro Gurdíán entre abril 2010 y hasta el presente: La mayoría de las "lluvias" recolectadas en el año 2010 fueron consistentemente muy ácidas, con $\text{pH} < 4,5$. En cambio, entre el 2011 y el presente el pH ha mostrado fuertes fluctuaciones variando entre $3,5 > \text{pH} \leq 7,3$. Esta tendencia coincide con el pico de desgasificación fumarólica observado en el Turrialba, entre el 2010 y principios del 2011, seguido con una disminución en la tasa de emisión de gases en los cráteres del Turrialba.

II_4 V.Irazú: Otras Observaciones

El fondo del Cráter Principal se mantiene seco desde marzo del 2010 [*boletín del OVSICORI sobre el estado de los volcanes marzo del 2010*] (Fig. 15). Por ca. 20 años hubo un lago estable de color verdoso, sin embargo desde finales del año 2007 luego de la ocurrencia de sismos tectónicos en la región del Irazú, el nivel del lago comenzó a descender rápidamente hasta que el mismo se secó totalmente en abril del 2010 y no se ha vuelto a reformar, reflejando una disminución sustancial en la "tabla de agua" del sistema hidrotermal subyacente.

No se observan anomalías térmicas asociadas a la emisión de fluidos calientes de acuerdo a imágenes térmicas del fondo del Cráter Principal obtenidas desde el borde del cráter el 23 junio 2014 con ayuda de termógrafo infrarrojo FLIR SC660. La temperatura en el fondo del cráter está en un ámbito entre los 10-12°C (Fig.15), mientras la temperatura ambiente registró 15°C en el borde del cráter.

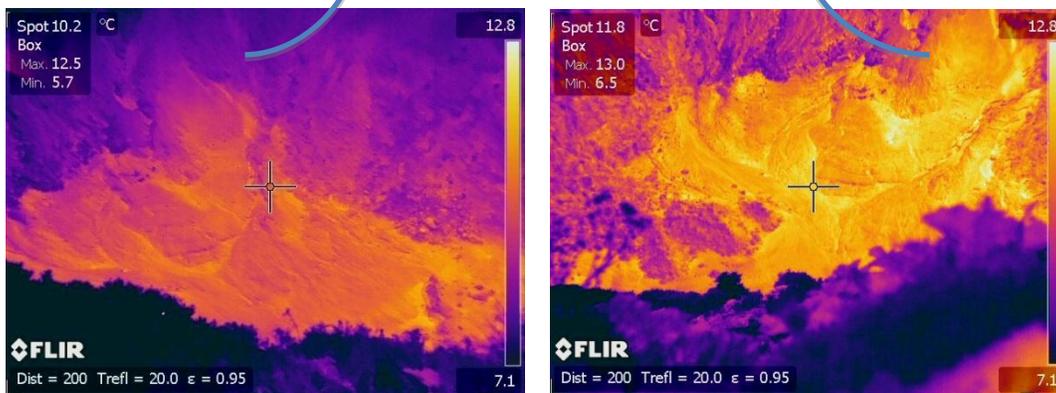


Figura 15. Cráter Principal del volcán Irazú el 23 junio 2014. El fondo del cráter permanece seco. Termogramas infrarrojo con cámara FLIR SC660 no muestran anomalías térmicas asociadas a fluidos magmáticos-hidrotermales (Fotos: María Martínez OVSICORI-UNA).

III_ Volcán Poás

III_1 V.Poás: Sismología

La sismicidad volcánica en el Poás se mantiene fluctuante, con variaciones frecuentes. A fines de mayo se registraron hasta 250 eventos diarios, este número ha ido disminuyendo gradualmente en el transcurso de junio (Fig. 16). Además de los sismos de baja frecuencia y pequeña magnitud, que caracterizan la sismicidad del volcán Poás, se han registrado sismos híbridos que se localizan bajo el cráter activo a poca profundidad, temblores de corta duración, frecuentes erupciones freáticas (Figuras 18, 20 y 21) y unos pocos sismos volcano-tectónicos (Figura 17).

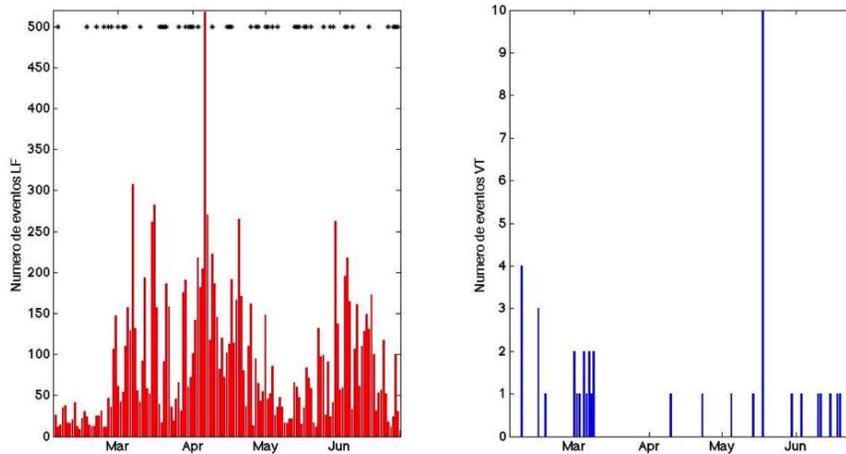


Figura 16. Sismicidad en el volcán Poás desde febrero hasta el presente. A la izquierda se muestra el número de sismos volcánicos registrados por día. Los asteriscos representan las erupciones freáticas identificadas en los registros sísmicos. A la derecha se muestra el número de sismos volcano-tectónicos asociados al volcán Poás.

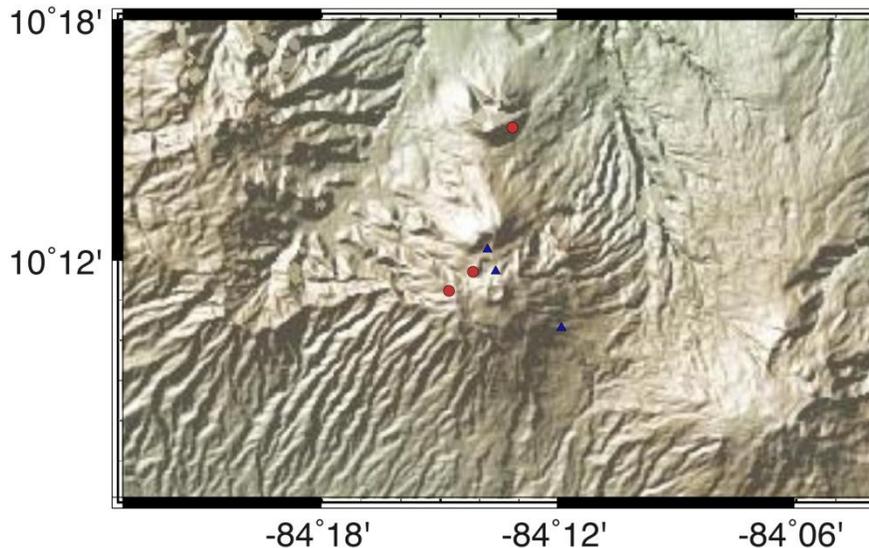


Figura 17. Mapa del volcán Poás mostrando las localizaciones de sismos volcano-tectónicos ocurridos durante el mes de junio (puntos rojos). Los triángulos azules muestran las estaciones sísmicas cercanas.

Los sismos volcano-tectónicos asociados al volcán se localizan principalmente dentro del edificio volcánico a profundidades menores de 1 km, sin embargo, sus magnitudes son menores a 1.

En este mes se lograron identificar en los registros sísmicos 10 erupciones freáticas importantes. De estas 10 erupciones, la del 1 de junio a las 19:54 horas (Figura 18) es la más grande que se ha registrado en lo que ha transcurrido del año. Aunque no hay registro visual a través de la WebCam de la erupción del 1 de junio, por ocurrir durante la noche, reportes del personal del Parque Nacional Volcán Poás luego de inspeccionar rutinariamente el cráter la mañana del lunes 2 de junio, notifican de gran cantidad de material eyectado desde el lago y depositado alrededor del lago ultraácido del volcán (agua con sedimentos y azufre fundido y

fragmentos de roca químicamente alterada). Fragmentos de roca eyectados por esta fuerte explosión impactaron el sistema MultiGAS permanente que tiene el OVSICORI-UNA en el cráter cerca del lago, dañando el panel solar y partiendo en dos la antena de transmisión (Fig. 19).

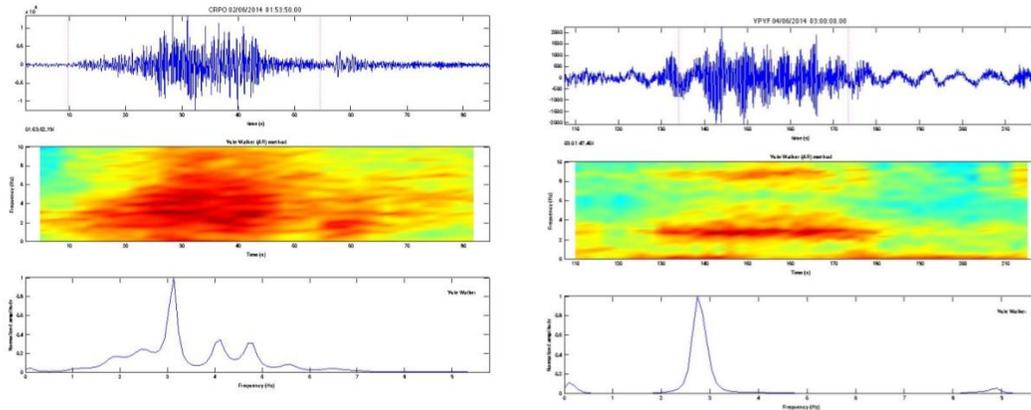


Figura 18. Izquierda: ejemplo de una erupción freática (junio 1 a las 19:54 horas). Derecha: un tremor prolongado por 50 segundos ocurrido el día 4 de junio. Arriba se grafica el sismograma (velocidad del suelo en función del tiempo), al centro el espectrograma y abajo el espectro de amplitudes.

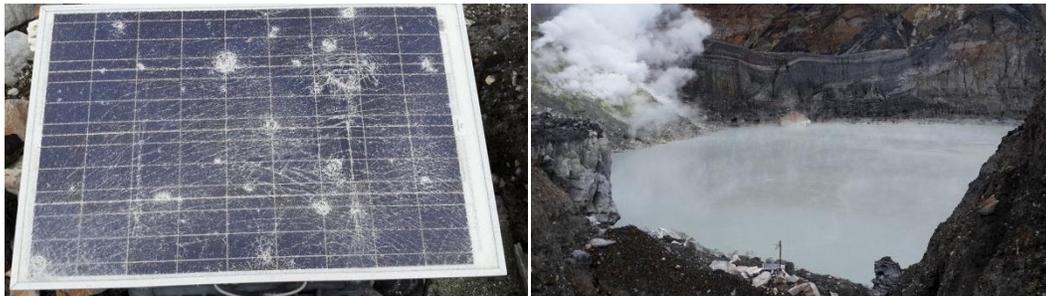


Figura 19. Derecha: Lago cratérico ultraácido del volcán Poás y fumarolas en el borde sur del lago. En primera plana estación MultiGAS para medición continua de gases que fue impactada por erupción freática del 1 junio 2014. Izquierda: Panel solar del MultiGAS presentando unos 25 impactos producidos por rocas eyectadas desde el lago por la erupción del 1 de junio 2014 ocurrida en la noche a las 19:54 horas. Fotos: María Martínez OVSICORI-UNA.

El 20 de junio 2014 a las 10:08 a.m. se registró una erupción freática en el volcán Poás, que produjo una columna que alcanzó aprox. 200 metros sobre la superficie del lago ultraácido. Esta es la segunda erupción freática más fuerte registrada este mes (Fig.20).

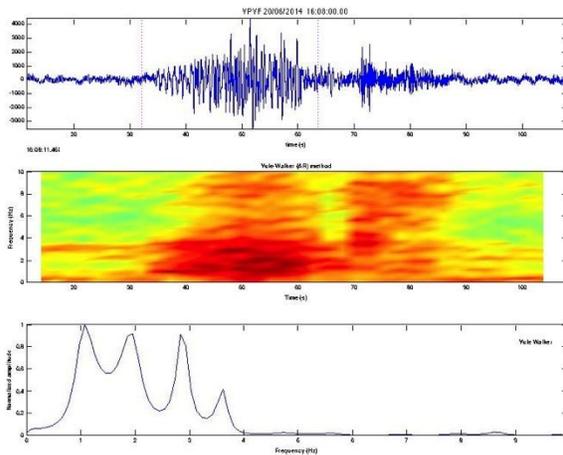


Figura 20. Erupción freática del 20 de junio del 2014 a las 10:08a.m. hora local captada por la cámara web del OVSICORI-UNA (esta secuencia representa un total de 30 segundos). A la izquierda: Registro sísmico (arriba), espectrograma (centro) y espectro de frecuencias (abajo).

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).

El 24 de junio 2014 a las 09:00a.m. hora local se registró dos pequeñas erupciones freáticas separadas por un intervalo de tiempo de 6 segundos. La altura de la columna se estima menor a los 50 metros. La figura 21 muestra el registro sísmico, el espectrograma (la variación del espectro de frecuencias en el tiempo), y el espectro de frecuencias promedio para el registro sísmico mostrado. Se puede observar que la señal sísmica de una erupción freática tiene un contenido de frecuencias dominado por bajas frecuencias, debido a que la señal sísmica es consecuencia de la fuerza que ejercen los fluidos sobre la superficie terrestre durante el ascenso de los mismos a través de conductos y grietas que alimentan el lago y las fumarolas. Al final del sismograma se nota un segmento de mayor frecuencia, el cual se interpreta como el colapso de la columna eruptiva y la caída del material sobre la superficie del lago y en los alrededores del mismo.

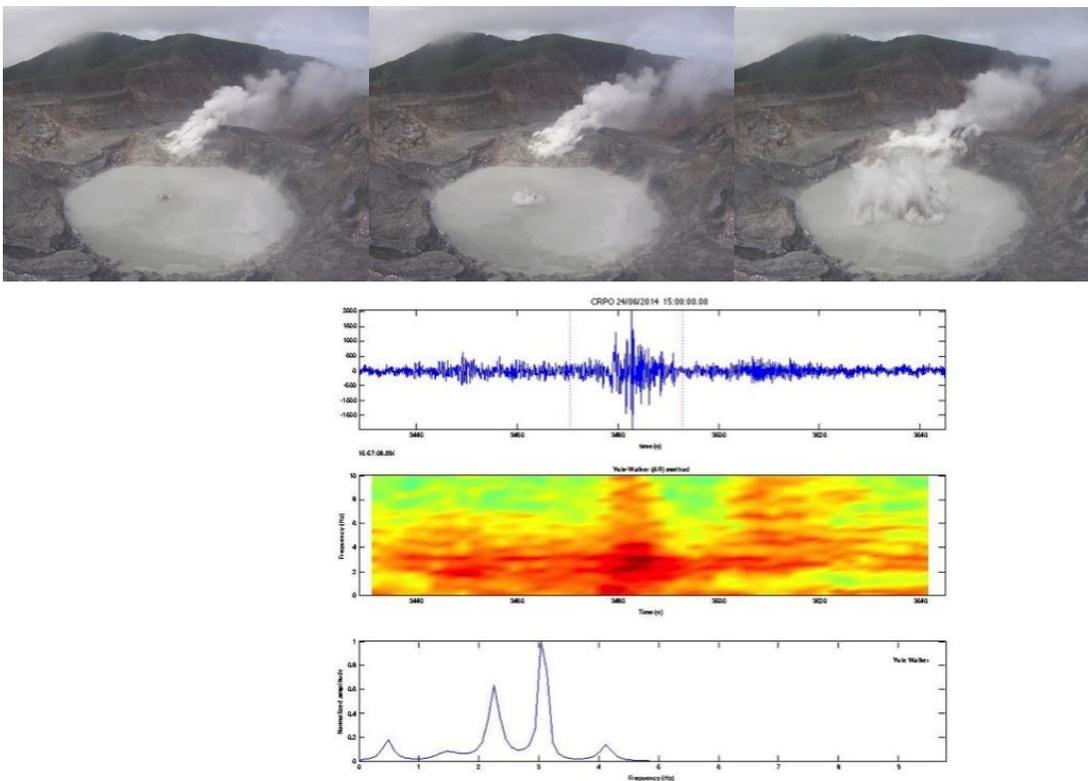


Figura 21. Erupción freática del 24 junio 2014 captada por la cámara web del OVSICORI. Se notan tres fases de la erupción, dos pequeñas erupciones freáticas separadas por 6 segundos, seguida por una erupción mayor 18 segundos más tarde. En el sismograma (abajo) se muestra actividad sísmica asociada a las pequeñas erupciones freáticas con una amplitud muy baja, seguido por la señal sísmica de la mayor erupción. El espectro de frecuencias corresponde a la erupción mayor.

El volcán Poás se ha estado monitoreando en forma sistemática por parte del OVSICORI-UNA desde hace ca. 40 años, utilizando metodologías geofísicas, geodésicas, y geoquímicas clásicas y actualmente más modernas con instrumental de tecnología de punta. El ciclo de actividad freática que viene presentando el volcán Poás inició en marzo del 2005 con fuerte actividad fumarólica subacuática en el lago culminando con el comienzo de las erupciones freáticas en marzo del 2006. El actual ciclo de erupciones freáticas lleva ya 8 años y de acuerdo a la duración de ciclos similares observados en el último medio siglo, podría ser que este tipo de actividad continúe por unos 2 o 4 años más

hasta que el volcán entre en un ciclo de "quietud relativa". Las erupciones freáticas ocurren en forma esporádica, aunque a veces hay periodos con repuntes en este tipo de actividad donde se observan erupciones con más frecuencia y algunas con mayor energía y altura. Las erupciones freáticas del Poás consisten en explosiones hidrotermales repentinas en el lago como resultado de la expansión súbita de vapor y gas magmático que se acumula en el sistema hidrotermal subyacente generando suficiente compresión y las erupciones freáticas. Las erupciones freáticas eyectan vapor-gas recalentado, aerosoles, azufre fundido, sedimentos del lago y fragmentos de roca alterada. En su mayoría son pequeñas alcanzando alturas sobre la superficie del lago de unas decenas de metros ($\leq 30-50$). Sin embargo, algunas alcanzan 100-300 metros. Generalmente la mayoría de los materiales eyectados desde el lago caen de nuevo dentro o en los alrededores del mismo.

III_2 V.Poás: El "Domo"

III_2.1 Mediciones térmicas

La temperatura en las fumarolas del "Domo" presentó un aumento gradual desde mayo 2008 hasta alcanzar valores máximos entre julio-octubre 2011, seguido de un descenso hasta alcanzar valores alrededor de 100°C entre finales del 2012 e inicios del 2013. En el periodo 2013-al presente, las fumarolas han registrado fluctuaciones marcadas en la temperatura pero siempre con valores superiores a los 200°C (Fig. 22). El 27 junio 2014 se midió en forma remota una temperatura aparente máxima de 232°C con termógrafo FLIR SC660 (Fig. 23).

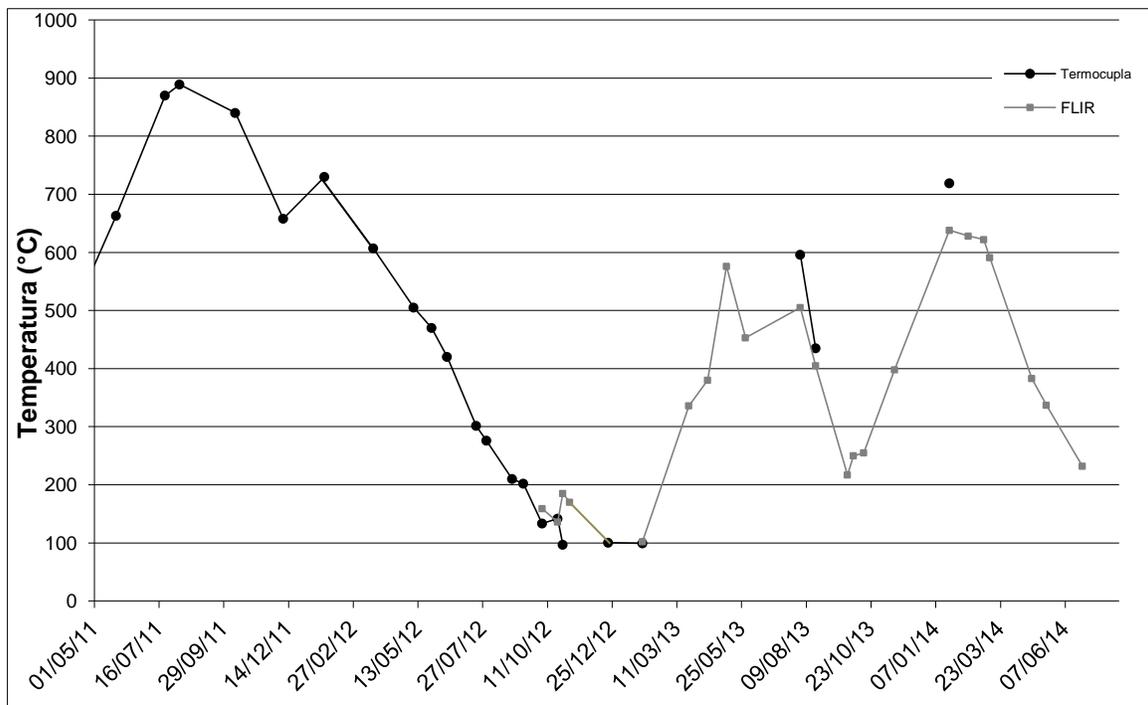


Figura 22. Evolución de la temperatura de las fumarolas del "Domo". La línea negra corresponde a temperaturas medidas directamente con termocupla de superaleación. La línea gris es de temperaturas medidas con termógrafo infrarrojo FLIR SC660.

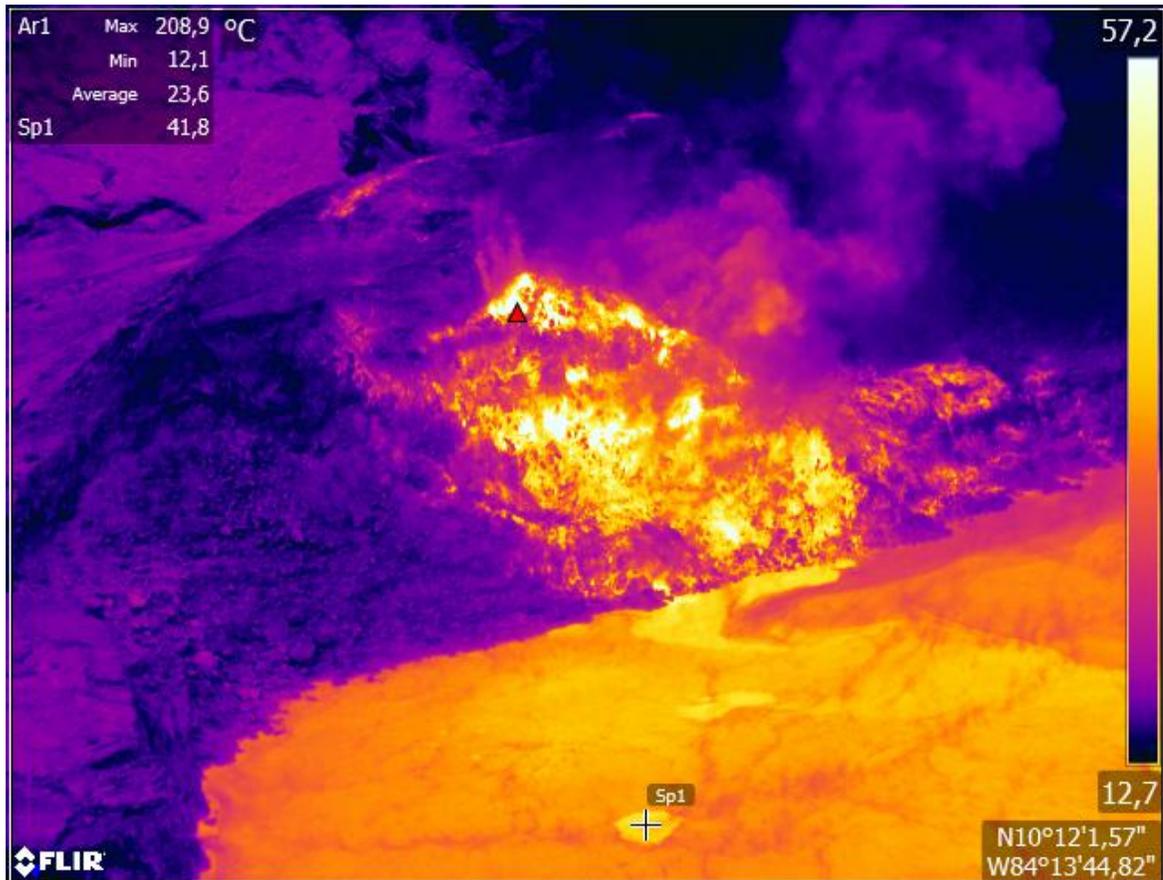


Figura 23. Imagen térmica infrarroja del "Domo" ubicado en el borde sur del lago ultraácido generada con termógrafo infrarrojo FLIR SC660. Foto: María Martínez OVSICORI-UNA.

El llamado "Domo" es una estructura agrietada y erosionada compuesta de rocas muy alteradas que está en el borde sur del lago ultraácido del Poás que se formó durante las erupciones freatomagmáticas de 1953-1955. Se considera que es un anillo de toba formado durante ese periodo de actividad freatomagmática. El "Domo" y el lago han sido los sitios primordiales de desgasificación fumarólica persistente en el Poás en los últimos 200 años.

III_3 V.Poás: El lago ultra ácido

III_3.1 Mediciones geoquímicas

El lago ultraácido del Poás continua presentando actividad fumarólica subacuática vigorosa y numerosas erupciones freáticas (Fig. 24). El nivel del mismo permanece muy bajo y se estima groseramente una profundidad máxima de 10m. El 18 junio 2014 el lago registró una temperatura de 44.6°C en el borde este medida directamente con termocupla convencional y 45.6°C medido remotamente con termógrafo FLIR SC-660. El pH, el potencial eléctrico, y la conductividad eléctrica registraron -0.49, 429mV, y 284 μ S/cm, respectivamente. Valores extremos como estos hacen del lago del Poás uno de los lagos

volcánicos más ácidos y salinos de La Tierra enriquecidos con especies químicas provenientes de la hidrólisis de gases magmáticos y la lixiviación de elementos formadores de las rocas.

Es interesante notar que el cociente SO_4^{2-}/Cl^- de las aguas del lago ultraácido del Poás ha alcanzado valores máximos entre el año 2011 y hasta el presente (Fig. 24), coincidiendo con el aumento de temperatura de las fumarolas del "Domo" que alcanzaron temperaturas máximas de 730°C-890°C entre agosto del 2011 y enero del 2012, y nuevamente entre enero y marzo 2014, (591°C-638°C). El aumento en el cociente SO_4^{2-}/Cl^- en el lago sugiere una inyección defluidos ricos en gas SO_2 hacia el lago.

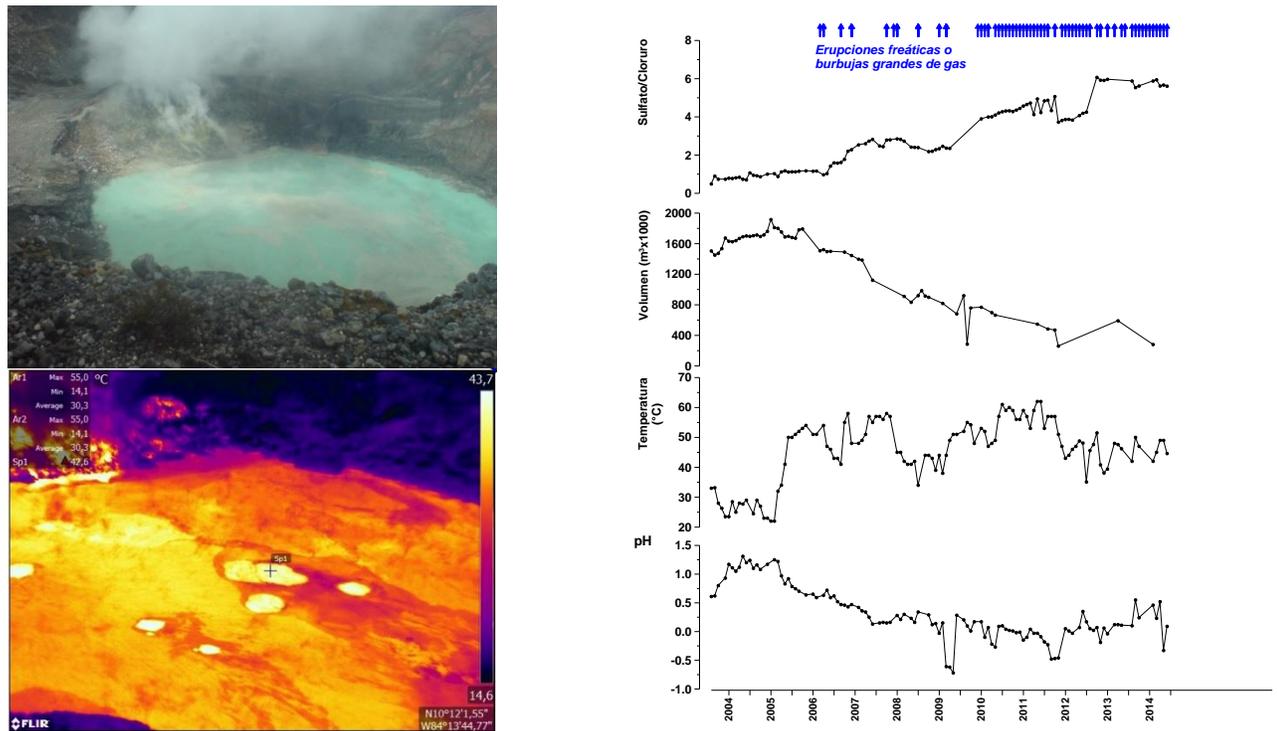


Figura 24. Volcán Poás el 27 junio 2014: Imagen visual del lago con actividad convectiva. Imagen infrarroja de la superficie del lago mostrando gradientes de temperatura generados por: La presencia de celdas de convección generadas por las fumarolas subacuáticas (manchas blancas circulares); la presencia de azufre fundido flotando en la superficie del lago; y los "efectos de piel" debido a condiciones atmosféricas. Izquierda: Series de tiempo de pH (acidez), temperatura, volumen, y el cociente SO_4^{2-}/Cl^- de las aguas del lago ultraácido del Poás. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas" del OVSICORI-UNA. Fotos: María Martínez OVSICORI-UNA

Bibliografía:

Philippe Lesage. Interactive Matlab software for the analysis of seismic volcanic signals. Computer and Geosciences, vol 35, no 10, p. 2137-2144, 2009.

Boletín Estado de los volcanes mes de marzo del 2010, OVSICORI-UNA

http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=120:estado-volcanes-marzo-2010&id=18:2010&Itemid=73

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. Se agradece a Hairo Villalobos, Jorge Brenes, y Carlos Sánchez, todos funcionarios del OVSICORI-UNA por ayudar a mantener los equipos de vigilancia volcánica en buen funcionamiento. Nuestras gracias también a la Dra. Milena Berrocal por la elaboración de los mapas de los trayectos de medición de flujo de SO₂ en el volcán Turrialba realizado con el espectrómetro FLYSPEC V3.

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
Correo electrónico: ovsicori@una.cr
Website: <http://www.ovsicori.una.ac.cr/>
Facebook: <http://www.facebook.com/OVSICORI?ref=ts>