

***Boletín de Vulcanología  
Estado de los Volcanes de Costa Rica  
Febrero 2014***



*Erupción freática en el lago cratérico ácido del volcán Poás el 25 de febrero del 2014 (Foto: cámara web del OVSICORI-UNA donada por USAID/OFDA/LAC)*

*Elaborado por:*

Dr. Geoffroy Avard, Dr. Javier Pacheco, Dr. Maarten de Moor, Dra. María Martínez

*Con contribuciones de:*

Dr. Alessandro Aiuppa, Dr. Gaetano Guidice, Dr. Marco Liuzzo, Dr. Sergio Gurrieri,  
Dr. Rossella Dinapoli, y Wendy Saénz

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

## ***Resumen de la actividad para el mes de febrero del 2014***

### **V.Turrialba:**

La actividad sísmica del volcán Turrialba continúa disminuyendo manteniéndose a partir de la segunda mitad del mes de enero en niveles similares a los registrados durante la segunda mitad del 2013. Los sismos de mayor amplitud son superficiales y producidos por la apertura de grietas tensionales. Algunos tornillos fueron registrados. Las temperaturas de las Bocas fumarólicas formadas entre el 2010 y 2012 se mantienen en valores inferiores a 600°C. Se mejoró el método de procesamiento de los datos de las estaciones DOAS permanentes para el cálculo del flujo de SO<sub>2</sub> y se instaló un MultiGAS para el monitoreo continuo de los gases CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S y H<sub>2</sub>O contenidos en la pluma del volcán.

### **V.Irazú:**

Entre finales de mayo y diciembre del 2013, las amplitudes promedio de los eventos LP o de baja frecuencia decayeron desde un valor alrededor de 10 micrones a valores cercanos a 5 micrones. Desde diciembre 2013 hasta el presente nos encontramos en un periodo cuando las amplitudes promedio registran valores debajo de 3 micrones. A pesar de que la actividad sísmica se mantiene alta, la amplitud de los mismos ha disminuido considerablemente desde el 2011. La baja actividad volcano-tectónica y la disminución de la amplitud de los sismos LP en el volcán Irazú indican una disminución importante de la fuente de energía que ha estado produciendo tanto la actividad tectónica, como los sismos de baja frecuencia.

### **V.Poás:**

La sismicidad de febrero 2014 se mantiene en niveles similares a los registrados durante el segundo semestre del 2013. Las erupciones freáticas más importantes se registraron los días 24 y 25 de febrero 2014. Durante cada uno de estos días se registraron 2 erupciones freáticas, siendo la mayor la ocurrida el día 25 a las 12:03 horas, la cual lanzó materiales a través del lago alcanzando unos 400 metros de altura. La actividad sísmica aumenta luego de la ocurrencia de estas erupciones freáticas. Este aumento se debe a la limpieza de conductos provocada por las erupciones freáticas, que optimizan la salida de gases a través de las fumarolas subacuáticas en el fondo del lago. La temperatura de las fumarolas del “Domo” se mantienen a un nivel alto alrededor de 600°C, y el lago arriba de los 45°C (con un pH<1). Se instaló un equipo de monitoreo continuo de los gases CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S y H<sub>2</sub>O contenidos en la pluma del volcán.

## ***I\_ Volcán Turrialba***

### ***I\_1 V.Turrialba: Sismología***

La actividad sísmica del volcán Turrialba continúa disminuyendo. A pesar de haberse registrado más de 150 sismos diarios a principios de enero, la actividad decayó rápidamente a menos de 50 sismos diarios para mediados del mismo mes (Fig.1), manteniéndose en niveles similares a los registrados durante la segunda mitad del 2013. En promedio se registran menos de 100 eventos volcánicos diarios y esporádicos sismos volcano-tectónicos entre enero y febrero 2014.

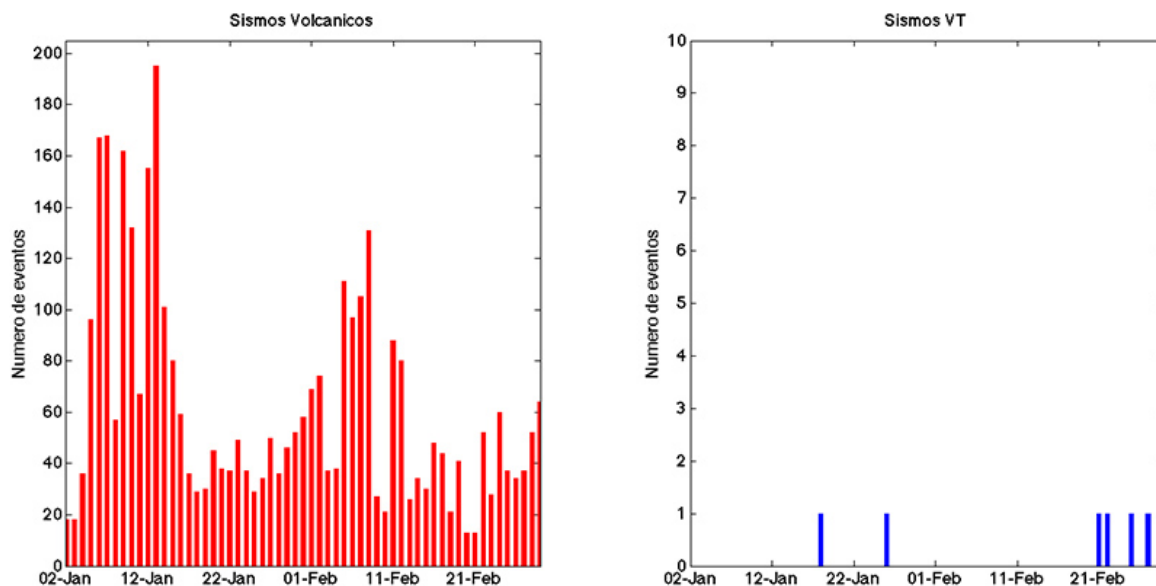


Figura 1. Número de sismos volcánicos registrados por día en el volcán Turrialba durante el año 2014 (izquierda). Número de sismos volcano-tectónicos registrados durante el año 2014, asociados al volcán Turrialba (derecha).

Los sismos volcánicos de mayor amplitud registrados en el Turrialba durante enero-febrero 2014 presentan la característica de ser un pulso de baja frecuencia, con una coda compuesta de ondas dispersas de mayor frecuencia (Fig.2). Estos sismos son superficiales y producidos por la apertura de grietas tensionales.

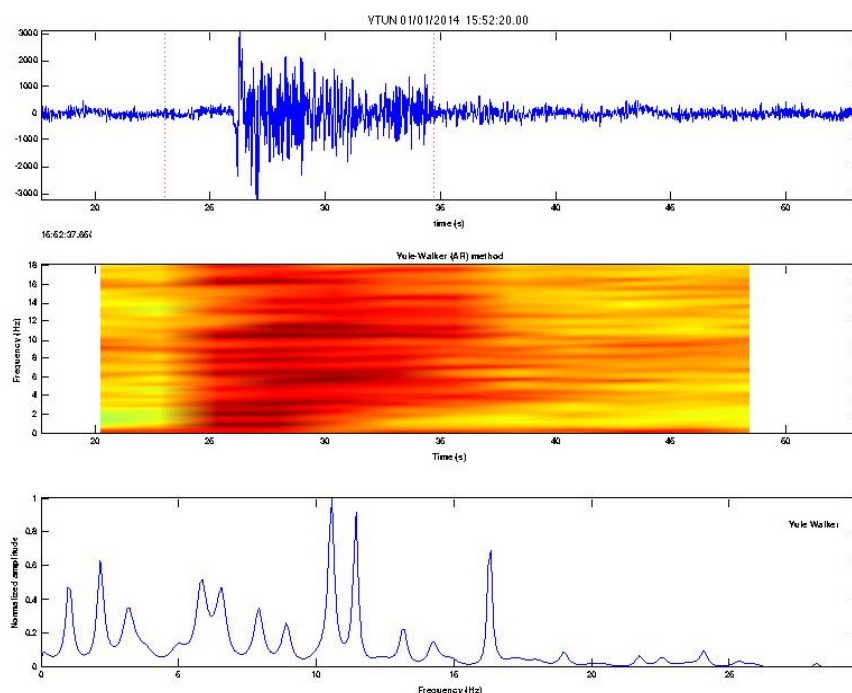


Figura 2. Sismo volcánico con características de pulso de baja frecuencia. Arriba se muestra el sismograma, al centro el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

En enero y febrero 2014 se registraron inusuales sismos del tipo tornillo con características muy diferentes. Los registrados en enero presentan una frecuencia

dominante cercana a 10 Hz, con lento decaimiento, mientras que los registrados en febrero muestran una frecuencia cercana a 20 Hz y un decaimiento más rápido (Fig.3).

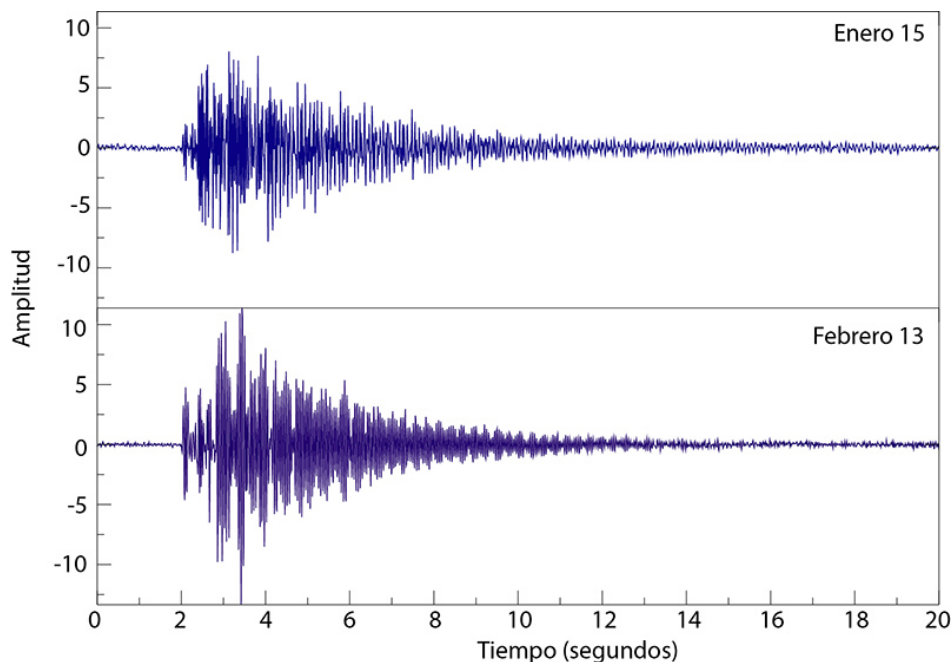


Figura 3. Sismos volcánicos tipo tornillo, registrados el 15 de enero y el 13 de febrero, 2014.

## I\_2 V.Turrialba: Geoquímica

### I\_2.1 Evolución térmica de las zonas activas

Las temperaturas en las bocas fumarólicas principales se mantienen con valores alrededor de 500°C para la Boca 2010 y arriba de los 550°C para la Boca 2012 (Fig.4). Estos valores son bajos en comparación con las altas temperaturas registradas entre los años 2011 y principios del 2013.

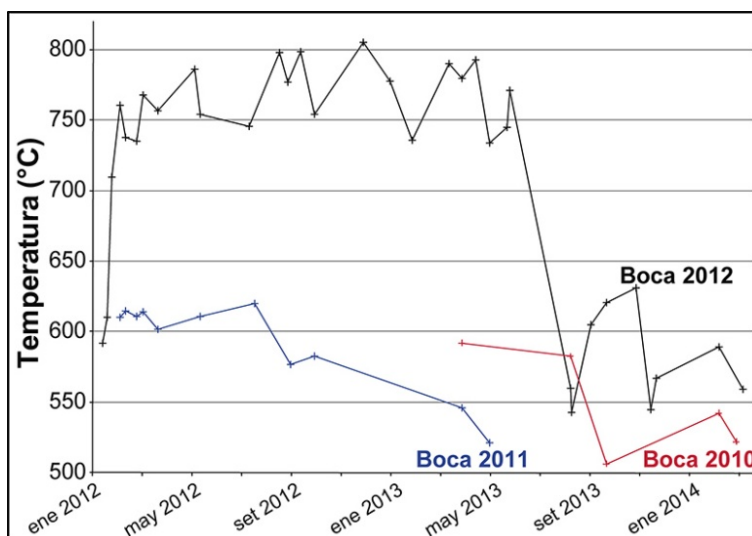


Figura 4. Evolución de la temperatura de las 3 bocas fumarólicas del volcán Turrialba. Mediciones hechas directamente con termocupla o remotamente con un FLIR SC660.

## I\_2.2 Monitoreo de los gases

### I\_2.2.1 Pluma de gases: Monitoreo remoto

El monitoreo continuo del flujo de  $\text{SO}_2$  emitido por el volcán Turrialba fue mejorado sustancialmente en enero-febrero del 2014. El cálculo del flujo involucra el factor de la velocidad del viento. Hasta el 2014, se podía notar una aparente correlación entre el flujo de  $\text{SO}_2$  inferido de los DOAS permanentes y la velocidad del viento (Fig.5a) lo que sugería una dependencia ilógica de la desgasificación del volcán con las condiciones de viento. El nuevo método de cálculo utiliza un programa computacional para discriminar la base de datos de modo que solo se procesan los datos de flujo para periodos sin nubosidad. El programa utiliza además los datos de la velocidad del viento medido por una estación meteorológica permanente ubicada en las proximidades de la cima del volcán. De esta manera, se ha logrado determinar una emisión de  $\text{SO}_2$  que es independiente de la velocidad del viento (Fig.5b) y por tanto valores de flujo de  $\text{SO}_2$  más confiables. Los datos de flujo de  $\text{SO}_2$  de los últimos meses están en proceso de recalcularse usando este nuevo método y los resultados serán presentados en los próximos boletines.

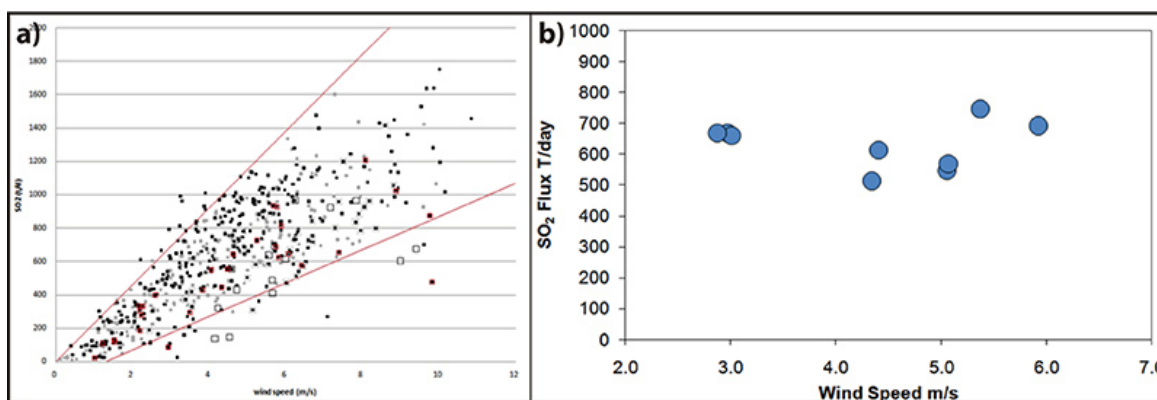


Figura 5. a) Flujo de  $\text{SO}_2$  en función de la velocidad del viento para los 2 últimos años procesado con el antiguo método de cálculo. b) Flujo de  $\text{SO}_2$  para periodos sin nubes en febrero 2014 en función de la velocidad usando el nuevo método de cálculo.

### I\_2.2.2 Pluma de gases: geoquímica

En febrero del 2014 una estación experimental de monitoreo más continuo de la composición de los gases volcánicos ubicada en el borde oeste del Cráter Oeste del volcán Turrialba fue desafortunadamente vandalizada. El vandalismo de estos sistemas de monitoreo representa ignorancia e irresponsabilidad respecto a la seguridad de las personas que habitan cerca del volcán ya que este instrumental tiene como objetivo último minimizar el impacto de erupciones volcánicas o peligros volcánicos sobre las personas y sus bienes. Con esta filosofía y a pesar de este aspecto negativo, el OVSICORI-UNA junto con el Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología Universidad de Palermo (INGV-Italia) y el Deep Carbon Observatory (DCO) instaló a finales de febrero 2014 una estación MultiGAS permanente en la pluma del volcán Turrialba con el fin de vigilar en forma casi continua la composición de los gases emitidos por el volcán. Estaciones similares se han instalado en volcanes como el Etna (Italia), Aso (Japón), Kilauea (Hawaii), Gorely (Rusia). Tales estaciones son de interés nacional y representan un esfuerzo con apoyo nacional e internacional ya que son primordiales para: 1) Una mejor

vigilancia de los volcanes activos del país y la investigación de la desgasificación magmática y 2) Minimización del impacto que la actividad volcánica puede tener sobre la seguridad de las personas y sus bienes. Por tanto, por el bien del país esperamos que las estaciones de monitoreo funcionen y sirvan adecuadamente al país.

Anteriormente a la instalación de la estación permanente, el monitoreo de la composición química de los gases se hizo de manera discreta con una estación portátil (Fig.6a). Ahora, la estación permanente (Fig.6b) permite un monitoreo más continuo (Fig.6c) para un mejor entendimiento de la dinámica de los sistemas magmáticos e hidrotermales de los volcanes de Costa Rica.

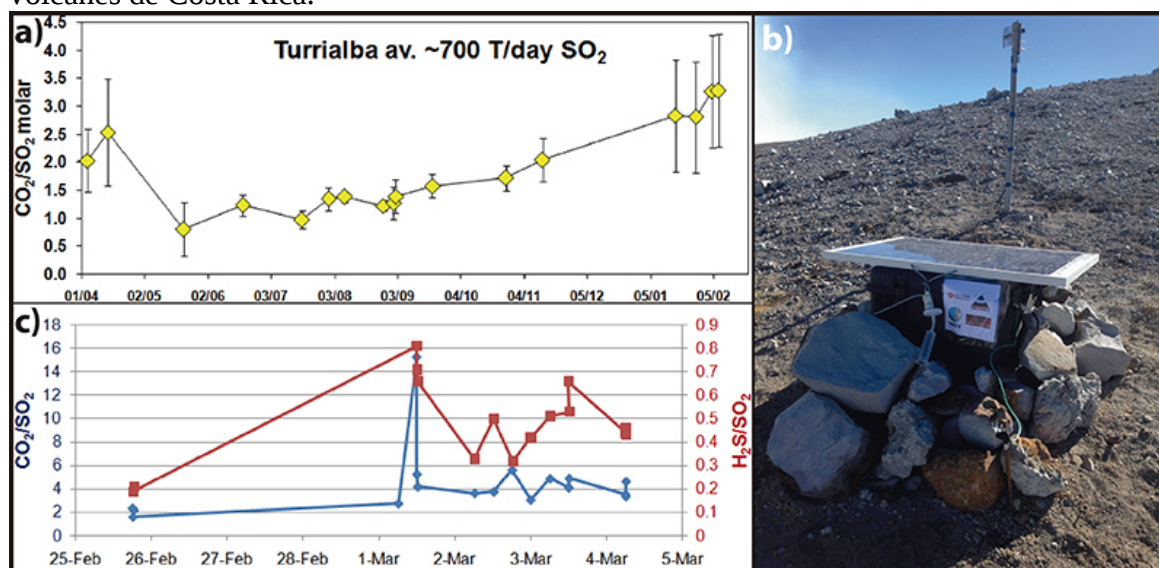


Figura 6. a) Evolución de la razón molar CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> en la pluma del Turrialba cerca de la Boca 2010 medido con una estación MultiGAS portátil del INGV. b) Nueva estación MultiGAS para el monitoreo continuo de la composición de los gases en la pluma (proyecto Deep Carbon Observatory / Deep Earth Carbon Degassing, DCO-DECADE). c) Primeros resultados del monitoreo continuo del CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> en el volcán Turrialba.

## II\_ Volcán Irazú

### II\_1 V.Irazú: Sismología

La Figura 7 muestra la actividad sísmica en el volcán Irazú desde el 1 de enero del 2013 hasta marzo 2014. El gráfico de la izquierda muestra la amplitud máxima de los registros sísmicos registrados por la estación VIRE ubicada a 5.5 km del cráter activo del volcán Irazú, medida en micrones. Se pueden identificar claramente dos períodos importantes, el primero ocurre a finales de mayo del 2013 cuando las amplitudes promedio de los eventos LP o de baja frecuencia decaen desde un valor alrededor de 10 micrones a uno cercano a 5 micrones. Estos valores promedio se mantienen hasta principios de octubre 2013, cuando las amplitudes se incrementan levemente para volver a decaer a principios de diciembre 2013. El segundo período inicia en diciembre 2013, cuando las amplitudes promedio

registran valores debajo de 3 micrones. Los tiempos entre eventos (gráfico a la derecha) no muestran un patrón regular, sino que fluctúan entre 0 y 40 horas entre eventos.

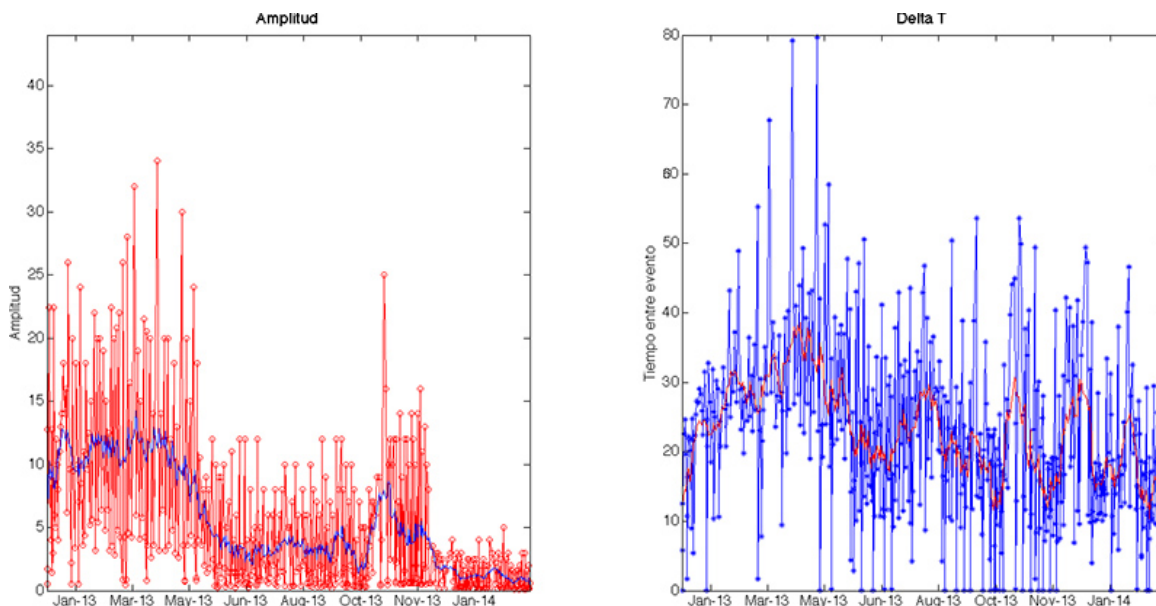


Figura 7. Variaciones en la amplitud media de los registros de eventos LP en la estación VIRE (izquierda). Tiempo entre eventos LP registrados en el volcán Irazú (derecha).

A pesar de que la actividad sísmica (número de sismos volcánicos diarios registrados) se mantiene alta, con registros de entre 1 y 3 sismos diarios, la amplitud de los mismos ha disminuido considerablemente desde el 2011 cuando se empezó a registrar instrumentalmente este tipo de sismicidad en el volcán Irazú. Igualmente, la actividad volcano-tectónica ha disminuido apreciablemente entre el 2013 y el 2014 (ver Figura 8).

La baja actividad volcano-tectónica y la disminución de la amplitud de los sismos LP en el volcán Irazú indican una disminución importante de la fuente de energía que ha estado produciendo tanto la actividad tectónica, como los sismos de baja frecuencia.

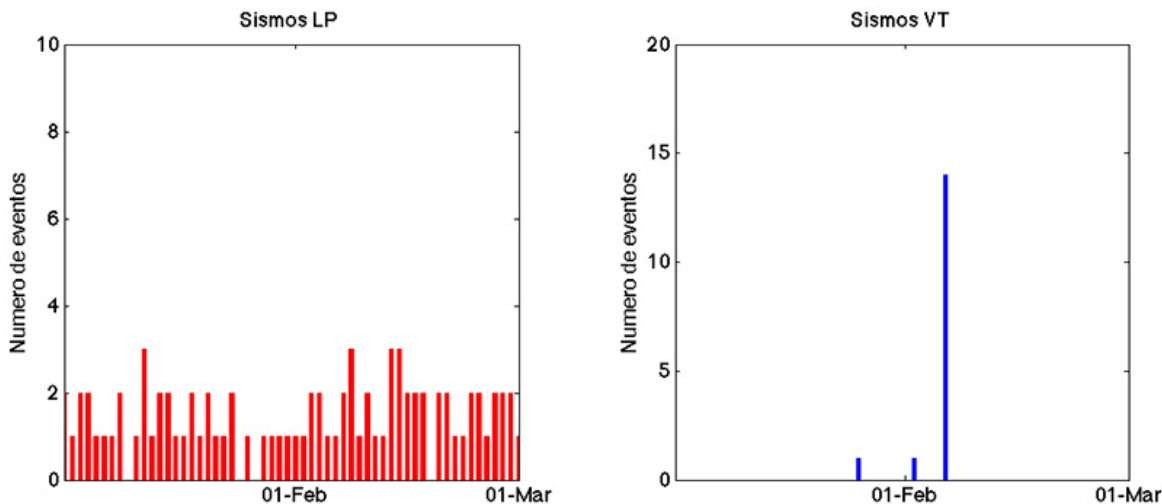


Figura 8. Número de sismos LP y volcano-tectónicos ocurridos en el volcán Irazú, registrados por día durante el 2014.

### III\_ Volcán Poás

#### III\_1 V.Poás: Sismología

La sismicidad de febrero 2014 en el volcán Poás se mantiene con niveles similares a los registrados durante el segundo semestre del 2013 (Fig.9). Se contabilizan menos de 100 eventos volcánicos diarios e infrecuentes sismos volcano-tectónicos. Los sismos volcano-tectónicos son de pequeña magnitud, no sobrepasan magnitud 2.0, son superficiales, se localizan mayormente bajo el cráter activo, raramente forman enjambres sísmicos prolongados, y generalmente se registran aislados.

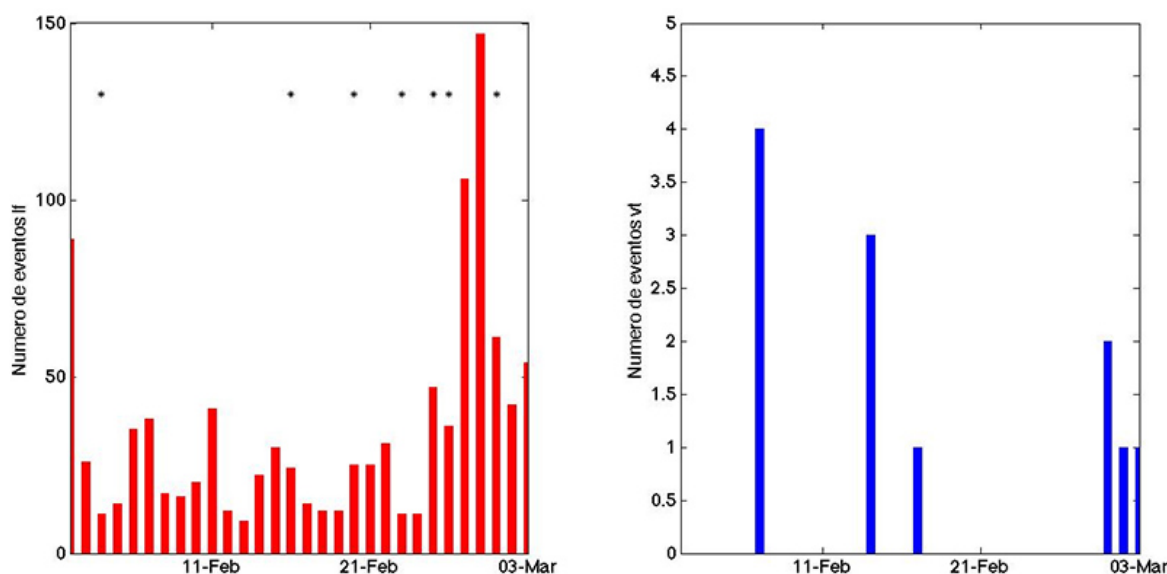


Figura 9. (Izquierda) Número de sismos volcánicos registrados en el volcán Poás, los asteriscos indican erupciones freáticas. (Derecha) Número de sismos volcano-tectónicos registrados en el volcán Poás durante febrero del 2014.

Por otro lado, la sismicidad volcánica asociada con el paso de fluidos por conductos o debido a apertura de grietas superficiales, no sobrepasa los 50 eventos diarios. Se registran varios temores de muy baja amplitud y duración, además de varias erupciones freáticas. La actividad sísmica aumenta luego de la ocurrencia de varias erupciones freáticas grandes entre el 24 y el 25 de febrero. Este aumento se debe a la limpieza de conductos provocada por las erupciones freáticas, que optimizan la salida de gases a través de las fumarolas del fondo del lago. Sin embargo, rápidamente la sismicidad vuelve a los niveles previos a la ocurrencia de las erupciones freáticas.

Las erupciones freáticas más importantes se registraron los días 24 y 25 de febrero 2014. En cada uno de estos días se registraron 2 erupciones freáticas, siendo la mayor la ocurrida el día 25 a las 12:03 (hora local, Fig.10), la cual lanzó material del fondo del lago y del sistema hidrotermal a más de 400 metros de altura, cayendo el material sobre la superficie del lago y en las paredes noreste-norte-noroeste del cráter activo. Sin embargo, esta erupción fue más pequeña que la registrada el 27 de octubre del 2012, de acuerdo a los registros sísmicos y a la distribución de material fino del fondo del lago que fue encontrado más allá del Mirador de Visitantes (Fig.11).



Figura 10. Erupción freática del 25 de febrero del 2014 a las 12:03 p.m. captada por la cámara web del OVSICORI-UNA (una imagen cada 10s).

La siguiente figura compara las dos erupciones freáticas del 27 de octubre del 2012 y la del 25 de febrero del 2014. La erupción del 2012 se compone de dos erupciones freáticas, la segunda es la más grande, mientras la primera se compara en tamaño a la del 2014.

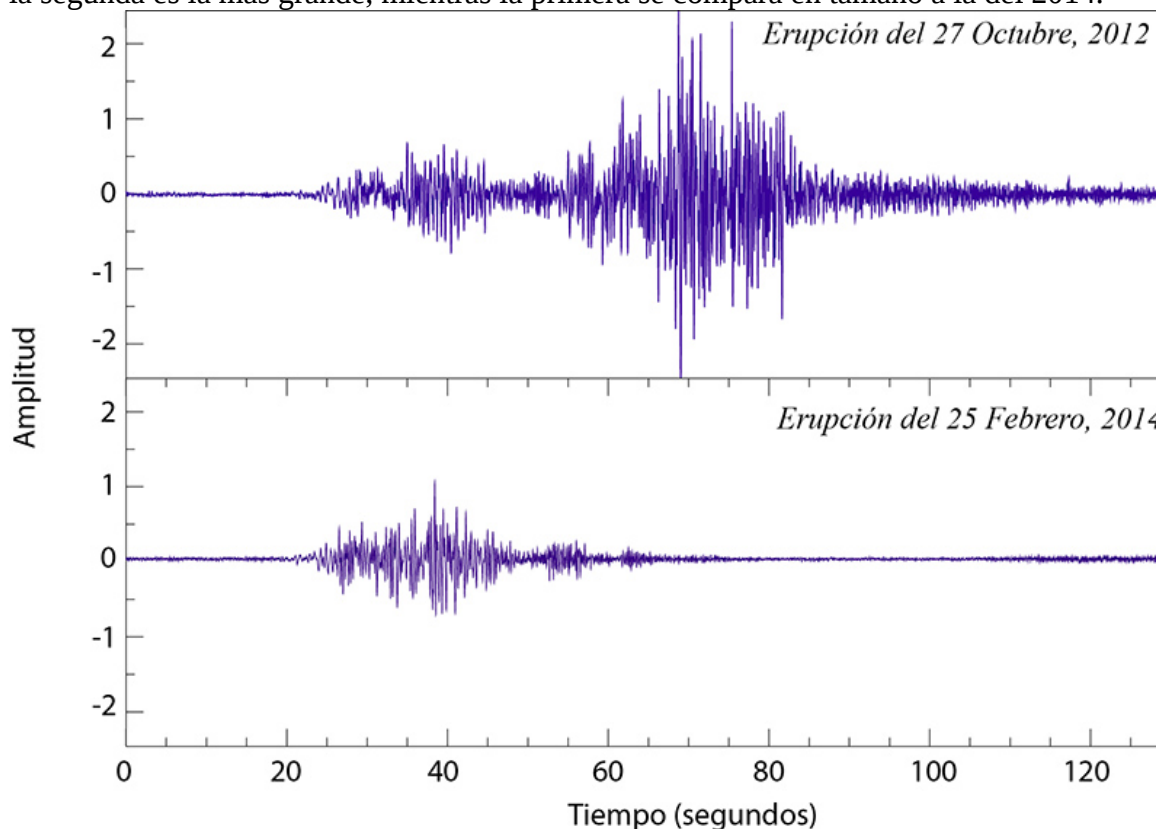


Figura 11. Comparación de los registros sísmicos de las erupciones freáticas del 27 de octubre del 2012 (arriba) y la del 25 de febrero del 2014 (abajo).

### III\_2 V.Poás: El "Domo"

#### III\_2.1 Mediciones térmicas

Las temperaturas de las fumarolas del "Domo" se mantienen en un nivel alto, arriba de los 600°C (Fig.12). Arriba de los 500°C el "Domo" presenta incandescencia notoria de noche en el espectro visible como se puede apreciar gracias a las imágenes de la cámara web del OVSICORI-UNA donada por USAID/OFDA/LAC Estados Unidos.

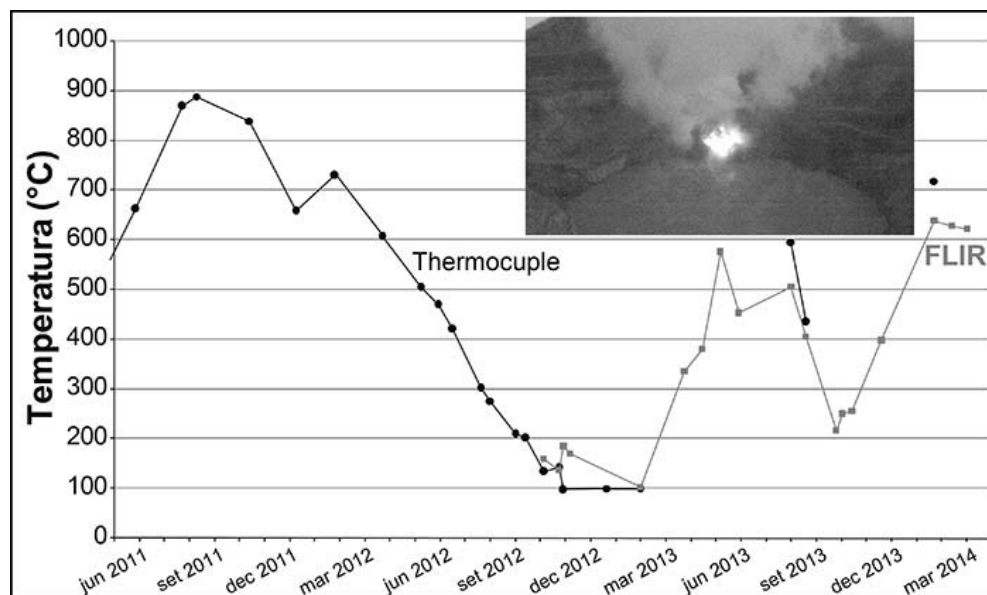


Figura 12. Evolución de la temperatura de las fumarolas en el "Domo" del volcán Poás. Mediciones con una termocupla y/o una cámara térmica FLIR SC660. Se observa incandescencia en la noche a partir de ~500°C.

### III\_2.2 Mediciones geoquímicas

En febrero del 2014 se instaló una estación MultiGAS permanente a fin de monitorear de manera continua la composición química de los gases de la pluma del volcán. Durante los últimos meses (Fig.13a) el monitoreo de la composición de los gases en la pluma se estaba realizando gracias a una estación portátil MultiGAS del INGV. Sin embargo, a partir de febrero del 2014 monitoreamos en forma más continua el contenido y las razones molares de los gases  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{H}_2\text{O}$  emitidos por el volcán Poás (Fig.13b y 13c)

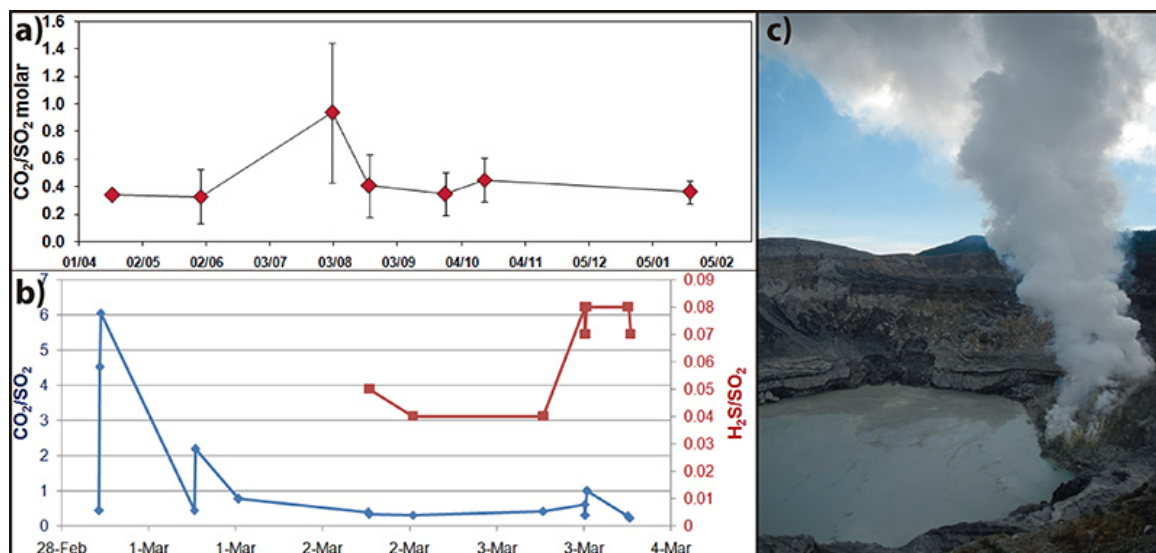
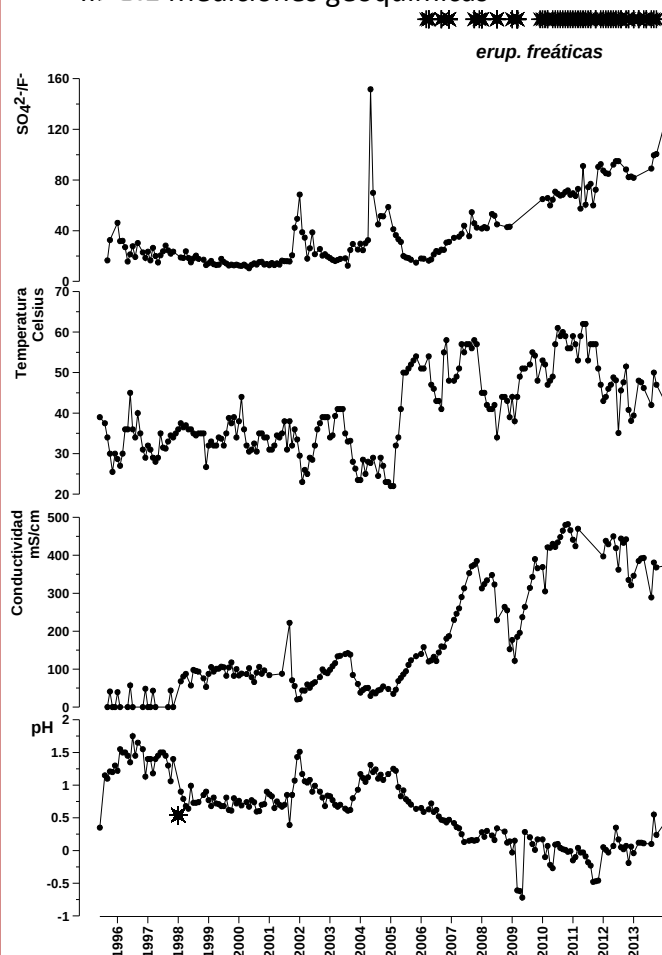


Figura 13. a) Monitoreo esporádico de la razón molar  $\text{CO}_2/\text{SO}_2$  gracias a una estación MultiGAS portátil del INGV-Italia en la pluma del "Domo". b) Primeros resultados del monitoreo más continuo del  $\text{CO}_2/\text{SO}_2$  gracias a una estación MultiGAS permanente como parte del proyecto internacional Deep Carbon Observatory/Deep Earth Carbon Degassing (DCO-DECADE). c) Foto de la fumarola del "Domo" del Poás (Foto: G.Avard, 28 feb 2014).

### III\_3 V.Poás: El lago ultra ácido

#### III 3.1 Mediciones geoquímicas



En la Figura 14, se observa que entre los años 2005 y 2006 las propiedades físicoquímicas del lago cambiaron drásticamente debido a un aumento significativo en el flujo de gases magmáticos ricos en azufre así como de calor hacia el lago.

En febrero del 2014, las mediciones de campo muestran que la temperatura del lago se mantiene alrededor de los  $\sim 45^{\circ}\text{C}$  y un  $\text{pH}=0,2$ . El aumento gradual de la razón sulfato/fluoruro desde el 2006 y hasta el presente sugiere que el flujo de gas y de calor hacia el lago ha ido aumentando en forma sostenida durante este periodo por lo tanto el sistema hidrotermal y el lago se encuentran inestables y propensos a la ocurrencia de más erupciones freáticas.

Figura 14. Evolución del pH, conductividad eléctrica, temperatura, y la razón sulfato/fluoruro del lago caliente ultraácido del volcán Poás, 1995-febrero 2014.

#### III\_3.2 Otras observaciones

El lago ha mostrado una disminución relativa total de su nivel de  $\sim 1\text{m}$  desde el inicio del año (Fig.15). El nivel del lago se encuentra 1m más abajo que el año anterior en la misma época.

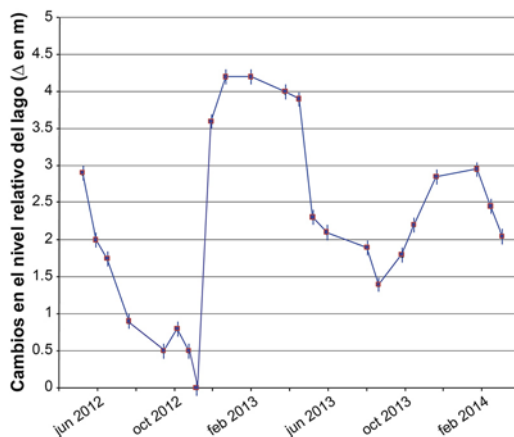


Figura 15. Evolución de cambios en el nivel relativo del lago en el cráter activo del volcán Poás.

#### *Reconocimientos:*

Se agradece a los funcionarios del Sistema Nacional de las Áreas de Conservación y los funcionarios de los Parques Nacionales de Costa Rica, a la Dra. Saskia van Manen del Open University (Inglaterra), a los Drs. Alessandro Aiuppa, Gaetano Guidice, Marco Liuzzo, Sergio Gurrieri y Rossella Dinapoli del INGV (Italia), a los proyectos Deep Carbon Observatory (DCO), DECADE, al VDAP-USAID, así como a las personas que ayudaron con las mediciones, el trabajo de campo y de laboratorio presentado 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](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](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](mailto:ovsicori@una.cr)

Website: <http://www.ovsicori.una.ac.cr/>

Facebook: <http://www.facebook.com/OVSICORI?ref=ts>