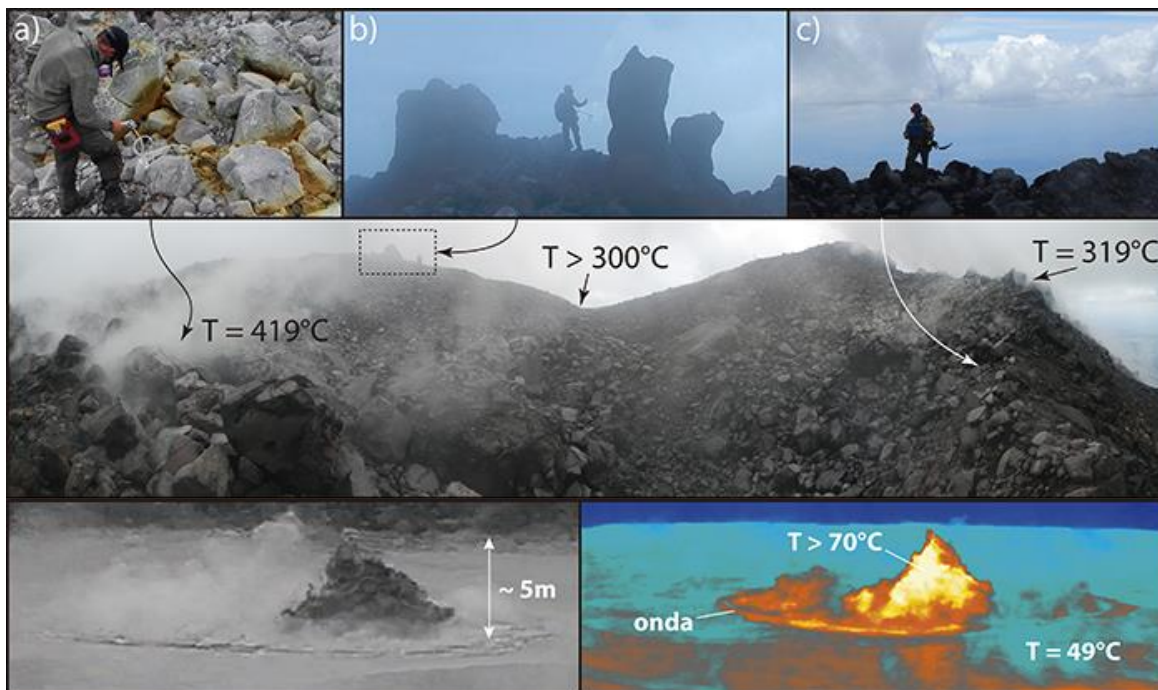


Boletín de Vulcanología
Estado de los Volcanes de Costa Rica
Abril 2014



Investigación sobre las emisiones de gases en el Cráter C del volcán Arenal llevada a cabo por los funcionarios del OVSICORI-UNA. Imágenes inferiores: pequeña erupción freática en el lago ácido del volcán Poás registradas con cámara normal y cámara térmica (Fotos: G. Avard, M.deMoor y C.Sánchez)

Elaborado por:

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

Con contribuciones de:

Wendy Sáenz, Dr. Tobías P. Fischer, M.Sc F. Chavarría-Kopper, Carlos Sánchez

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

Resumen de la actividad para el mes de abril del 2014

V.Turrialba:

La mayor actividad del mes de abril se presentó el día 30 de abril luego de la ocurrencia de un sismo híbrido muy superficial de magnitud 1.5 que se localizó al norte del cráter activo. Luego de este sismo se elevó el conteo de sismos diarios de un promedio de menos de 50 eventos a casi 100 eventos diarios. Además, es importante mencionar la ocurrencia de un sismo tipo tornillo, superficial y de muy alta frecuencia (17 Hz) que ocurrió el día 7 de abril como un evento aislado. El flujo de SO₂ registrado fue de 671 ± 236 toneladas/día. La composición de los gases sigue con fluctuaciones periódicas de algunos días pero con menos amplitud.

V.Irazú:

La sismicidad volcánica, asociada al movimiento de fluidos, se mantiene en el menor nivel de actividad desde que se lleva registro de este tipo de eventos. Los sismos volcano-tectónicos que se registran ocurren en pequeños enjambres aislados de 3 a 5 sismos, con magnitudes menores a 1.0.

V.Poás:

A partir del 30 de marzo la actividad sísmica en el volcán Poás se incrementó paulatinamente hasta alcanzar un máximo de más de 500 sismos diarios el día 5 de abril. A partir de ese día la sismicidad vuelve a decaer a menos de 100 sismos diarios, con algunas excepciones. Durante el período de mayor actividad los sismos de baja frecuencia dominantes son de aspecto simple, con frecuencias dominantes menores a 2 Hz y de corta duración. También se registran pequeños temblores de corta duración. Durante el mes de abril se logran reconocer 12 erupciones freáticas en los registros sísmicos. Se confirmó una disminución de la temperatura de las fumarolas del domo y un aumento de la temperatura del lago en concordancia con la disminución de su nivel. La composición de los gases se mantuvo parecida a los meses anteriores.

V.Arenal

Investigaciones de los funcionarios del OVSICORI-UNA en el Cráter C permitió caracterizar por primera vez con un sistema portátil MultiGAS la composición de los gases emitidos: ~98% H₂O, ~2% CO₂ y ~0.005% H₂S [deMoor *et al.*, 2014]. No se detectó SO₂. La visita a la cima del volcán permitió mapear las emisiones de gas, la temperatura y la topografía. La disminución de la acidez de la lluvia y el aumento de la relación S/Cl en las aguas del Río Tabacón son consistentes con el cese de actividad magmática del Arenal.

V.Rincón de la Vieja

Se midió por primera vez en la historia y bajo buenas condiciones climáticas un flujo total de SO₂ de 66 ± 17 toneladas por día y un índice CO₂/SO₂ entre 2.5 ± 0.5 y 6.7 ± 5.5 en el cráter activo [deMoor *et al.*, 2014].

I_ Volcán Turrialba

I_1 V.Turrialba: Sismología

Los niveles de actividad del volcán Turrialba se mantienen bajos. La mayor actividad se presentó el día 30 de abril luego de la ocurrencia de un sismo híbrido muy superficial, de magnitud 1.5, y localizado en el sector hacia el norte del cráter activo. Luego de este sismo se elevó el conteo de sismos diarios de un promedio de menos de 50 eventos a casi 100 eventos diarios (Fig.1).

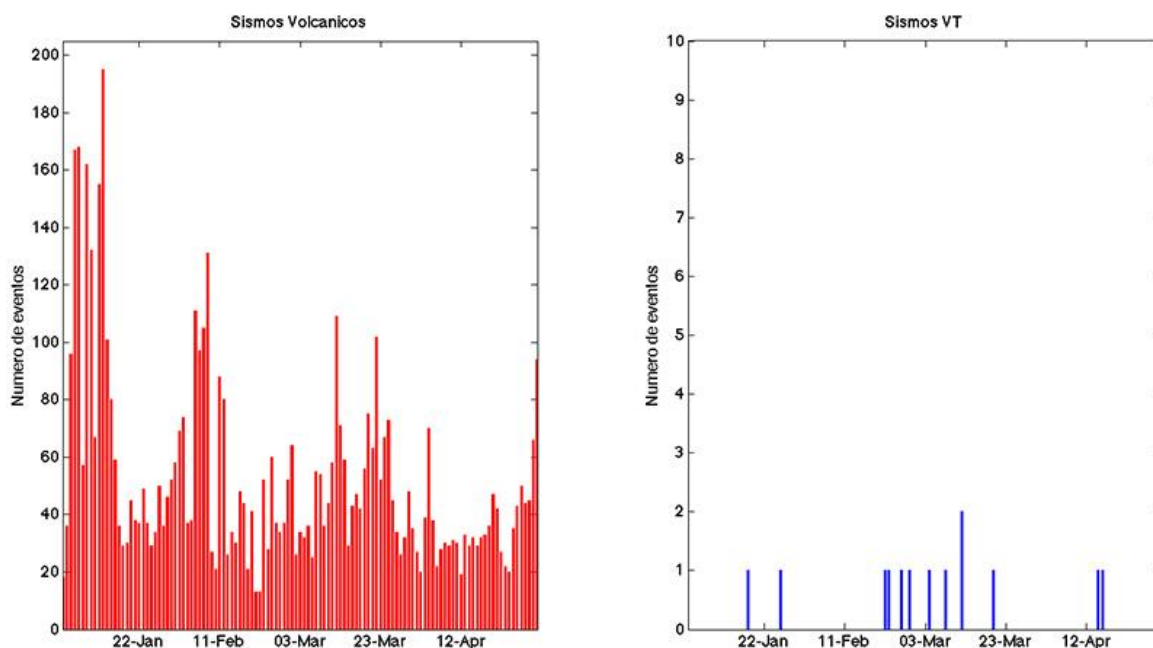


Figura 1. Conteo de sismos volcánicos desde enero 2014 (izquierda) y número de sismos volcano-tectónicos asociados al volcán Turrialba (derecha)

Los sismos volcano-tectónicos se mantienen con bajos niveles de ocurrencia y con magnitudes menores a 0. Estos sismos se localizan en los alrededores del volcán, sin agrupación aparente, con profundidades entre 1 y 4 km bajo el nivel del mar.

Aparte del sismo del 30 de abril, es importante mencionar la ocurrencia de un sismo tipo tornillo, superficial y de muy alta frecuencia (17 Hz) que ocurrió el día 7 de abril como un evento aislado (Fig.2).

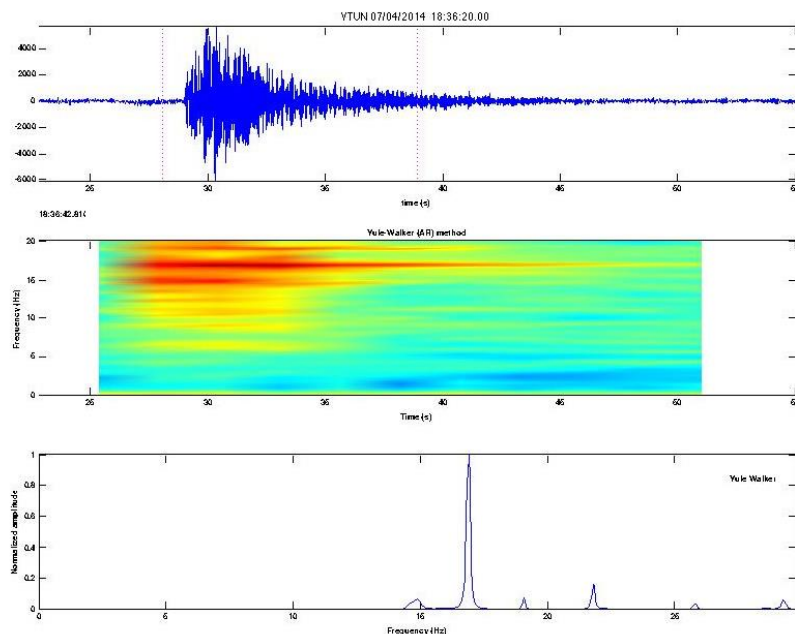


Figura 2. Sismo superficial, tipo tornillo de muy alta frecuencia. Arriba se muestra el sismograma de lento decaimiento, al centro el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

I_2 V. Turrialba: Geoquímica

I_2.1 Flujo de gas

La última medición con DOAS móvil en el volcán Turrialba fue realizada el 31 Marzo (Fig.3). Los resultados obtenidos indican que el flujo de SO_2 era de 671 ± 236 toneladas/día, muy similar a los flujos medidos en los meses anteriores. En comparación la estación DOAS permanente midió hasta un promedio de 882 toneladas por día el 9 de abril y un flujo máximo superior a 1500 t/d el mismo día.

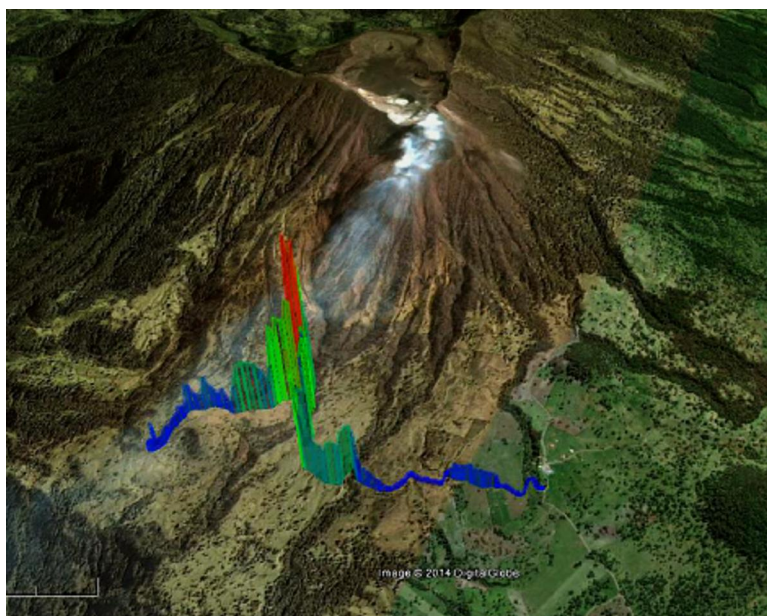


Figura 3. Transecto realizado utilizando DOAS móvil para medición de flujo de SO_2 en el Turrialba en el 31 de marzo, 2014

I_2.2 Composición de los gases

Los resultados de las mediciones realizadas con la nueva estación de MultiGAS permanente en el Turrialba, instalada a finales de febrero 2014, se presentan en la Figura 4. Los datos muestran fluctuaciones significativas en las razones entre los gases CO_2/SO_2 , $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$, y $\text{H}_2\text{O}/\text{SO}_2$. Estos cambios muestran una periodicidad diaria. 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 alta razón entre CO_2/SO_2 comparado con los gases emitidos de las bocas 2010 y 2012 los cuales tienen una baja razón CO_2/SO_2 . Por otro lado, las diferencias observadas pueden ser debido a cambios temporales en la fuente de los gases a profundidad. En abril, los cambios registrados son menos dramáticos, pero el promedio de CO_2/SO_2 se mantiene parecido a los meses anteriores con un valor alrededor de 6.

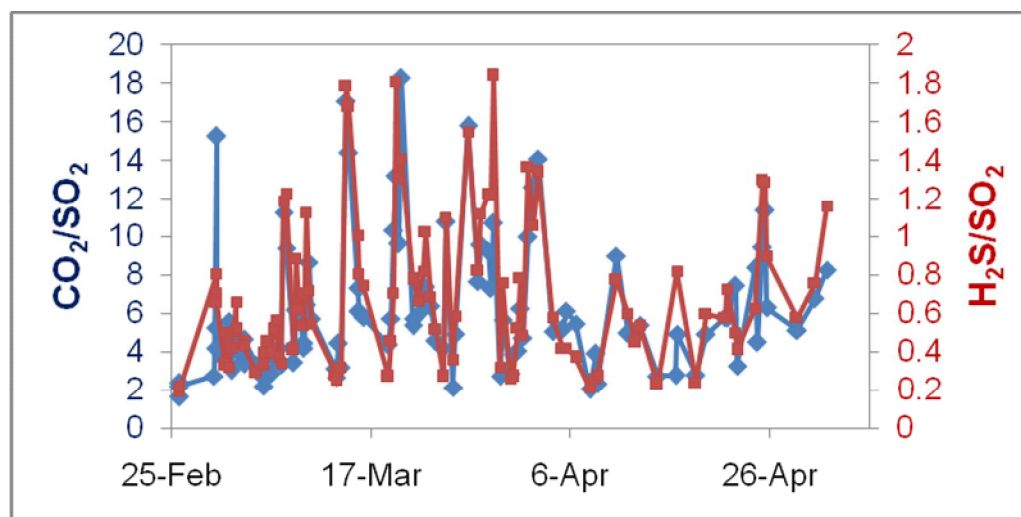


Figura 4. Datos de composición de gases en la pluma del Turrialba desde febrero 2014 obtenidos con la estación MultiGAS permanente.

I_2.3 Depositación total ácida (húmeda + seca)

La depositación total extremadamente ácida se sigue registrando en las inmediaciones del volcán Turrialba, especialmente en la región comprendida entre los flancos noroeste-sureste tal y como lo indican los perfiles de pH de la depositación total recolectada mostrados en la Figura 5. Sin embargo, el flujo de gases magmáticos y aerosoles hacia la atmósfera se ha mantenido bajo entre el 2013 y el presente comparado con la fuerte desgasificación observada entre los años 2010-2011.

La Silvia y la Hacienda La Central ubicadas viento abajo 2,2 km al oeste y 2,1 km al suroeste del Cráter Oeste, respectivamente, presentan la depositación más ácida de los cuatro sitios de muestreo. Por otra parte, las muestras recolectadas en la estación Calle Vargas, ubicada 5,6 km al sureste del Cráter Oeste corresponden también a "lluvia ácida", sin embargo el nivel de acidez es sustancialmente menor que en La Silvia y La Central. La depositación total en el sector de la Casa de Guardaparques ubicada unos 0.7 km al sureste del Cráter Oeste, presenta valores de pH intermedios a los registrados en La Silvia/La Central y Calle Vargas.

Los gases y aerosoles ácidos emitidos por el volcán interaccionan con la humedad del aire, la niebla, y la lluvia generando depositación húmeda y seca (la lluvia y la niebla ácidas son formas de depositación húmeda) afectando flora y fauna, suelos, cuerpos de agua superficiales, infraestructura, salud humana y animal, así como las actividades económicas. Depositación total ácida con pH ≤ 5.6 se ha venido registrando en las inmediaciones del volcán Turrialba desde el año 2007, cuando el volcán comenzó a exhalar una notoria pluma de vapor ácido que alcanzaba en ocasiones aprox. 1 km sobre la cima, luego de casi 150 años de su último periodo eruptivo.

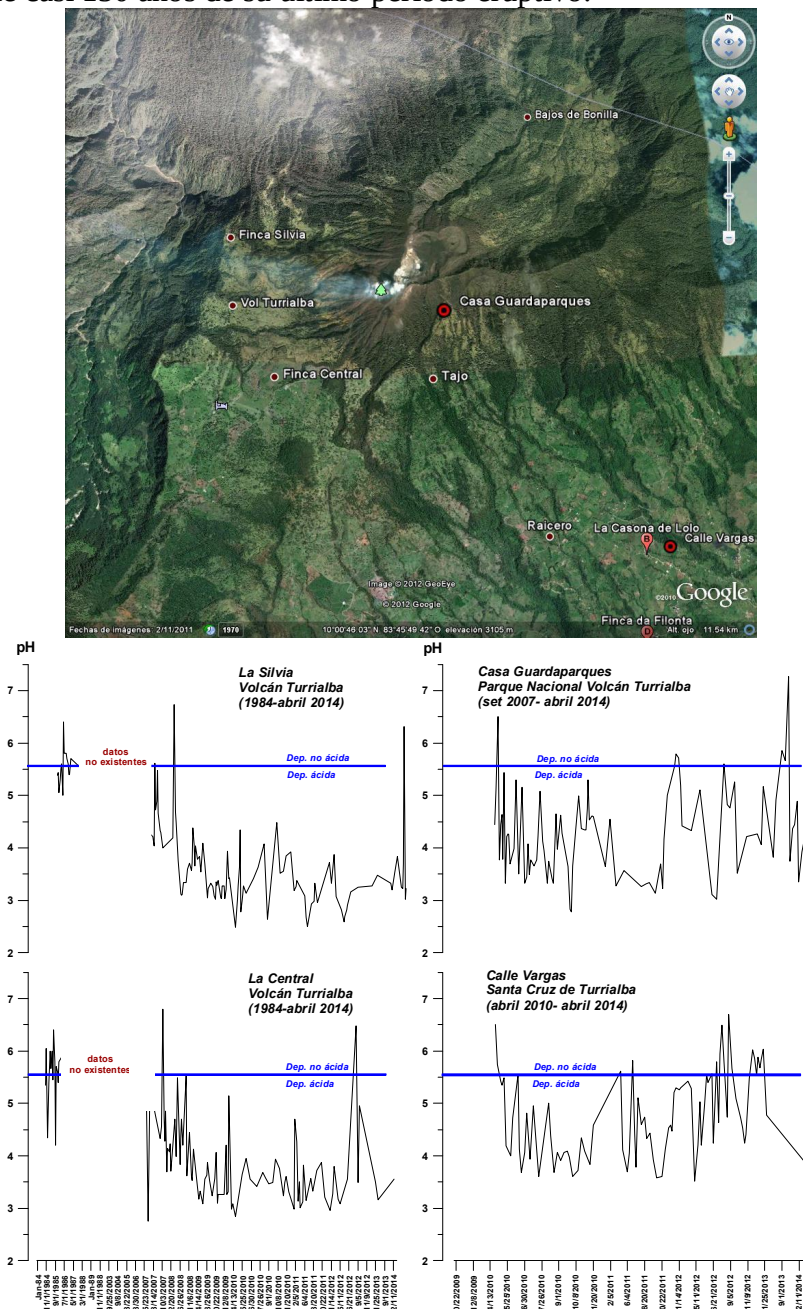


Figura 5. pH (acidez) de la depositación ácida total ("lluvia ácida") recolectada en La Central, La Silvia, la Caseta de Guardaparques, y en Calle Vargas de Santa Cruz, todos sitios ubicados en las inmediaciones del volcán Turrialba. Valores de $\text{pH} \leq 5.6$ corresponden a "lluvia ácida" (línea azul). Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas" del OVSICORI-UNA.

II_ Volcán Irazú

II_1 V.Irazú: Sismología

En el año 2014 la actividad sísmica en el volcán Irazú se ha mantenido sin variaciones importantes. Los sismos volcano-tectónicos que se registran ocurren en pequeños enjambres aislados de 3 a 5 sismos, con magnitudes menores a 1.0 (Fig.6). En su mayoría estos sismos se localizan bajo el cráter activo o hacia el norte del mismo.

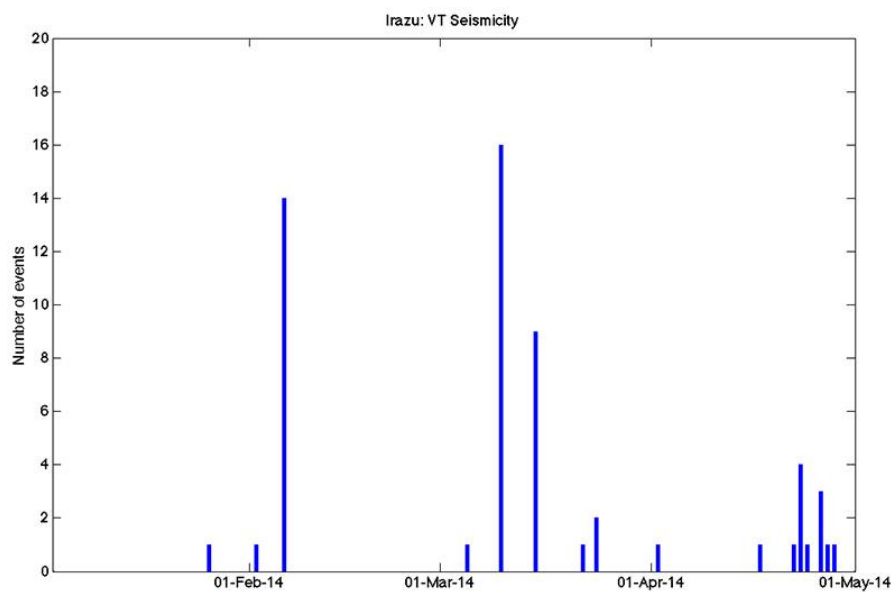


Figura 6. Número de sismos diarios del tipo volcano-tectónico asociados al volcán Irazú.

La sismicidad volcánica, asociada al movimiento de fluidos, se mantiene en el menor nivel de actividad desde que se lleva registro de este tipo de eventos (Fig.7). A pesar de que la cantidad de sismos diarios se mantiene casi constante desde los inicios de la actividad, la amplitud de los eventos ha disminuido considerablemente. Este cambio en la amplitud ocurrió a finales de noviembre del 2013 y se mantiene hasta el presente.

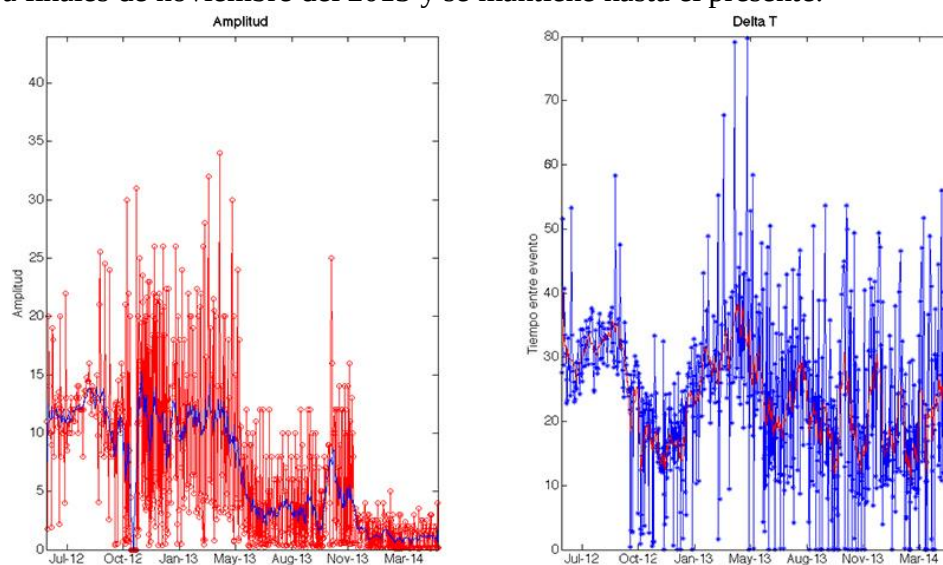


Figura 7. Amplitud promedio de los sismos volcánicos de baja frecuencia registrados en las estaciones del Irazú (Izquierda) y tiempo entre los eventos (derecha).

III_ Volcán Poás

III_1 V.Poás: Sismología

A partir del 30 de marzo la actividad sísmica en el volcán Poás incrementó paulatinamente hasta alcanzar un máximo de más de 500 sismos diarios el día 5 de abril. A partir de ese día la sismicidad vuelve a decaer a menos de 100 sismos diarios, con algunas excepciones (Fig.8). Durante el mes de abril se logran reconocer 12 erupciones freáticas en los registros sísmicos. Estas erupciones son suficientemente grandes para dejar un registro en los sismógrafos. Otras erupciones más pequeñas se han logrado captar en la cámara web del OVSICORI-UNA o durante visitas al volcán.

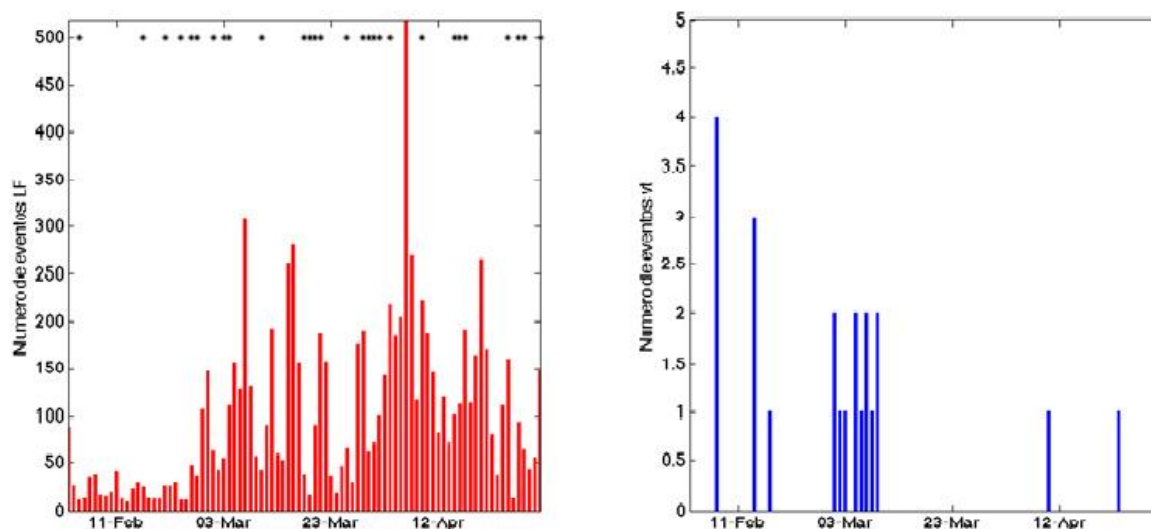


Figura 8. Número de sismos de baja frecuencia (LF) registrados diariamente en el volcán Poás desde febrero del 2014 (barras rojas) y erupciones freáticas identificadas en los registros sísmicos (asteriscos). A la derecha se muestra el número de sismos volcano-tectónicos asociados al volcán Poás.

La sismicidad volcano-tectónica durante el mes de abril fue muy escasa, registrándose solo dos pequeños sismos que por su magnitud no pueden ser localizados, pero provienen de rompimiento de roca superficial bajo el cráter activo.

Durante el período de mayor actividad los sismos de baja frecuencia dominantes son de aspecto simple, con frecuencias dominantes menores a 2 Hz y de corta duración (Fig.9). Durante este mismo período se registran pequeños tremores de corta duración (Fig.10).

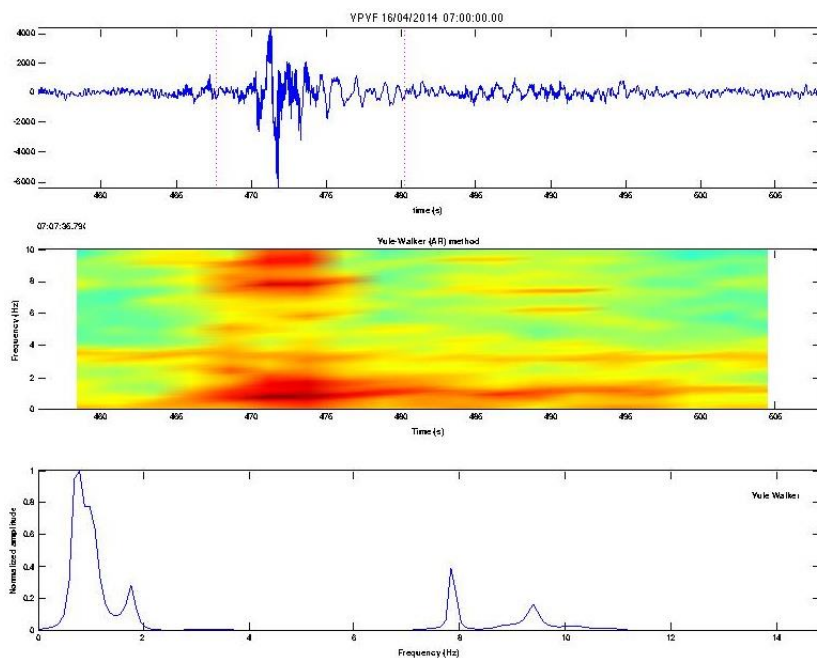


Figura 9. Sismo de baja frecuencia (LF) de características simples y frecuencia dominante menor a 2 Hz. Se muestra el sismograma arriba, el espectrograma en el medio y el espectro de frecuencias abajo.

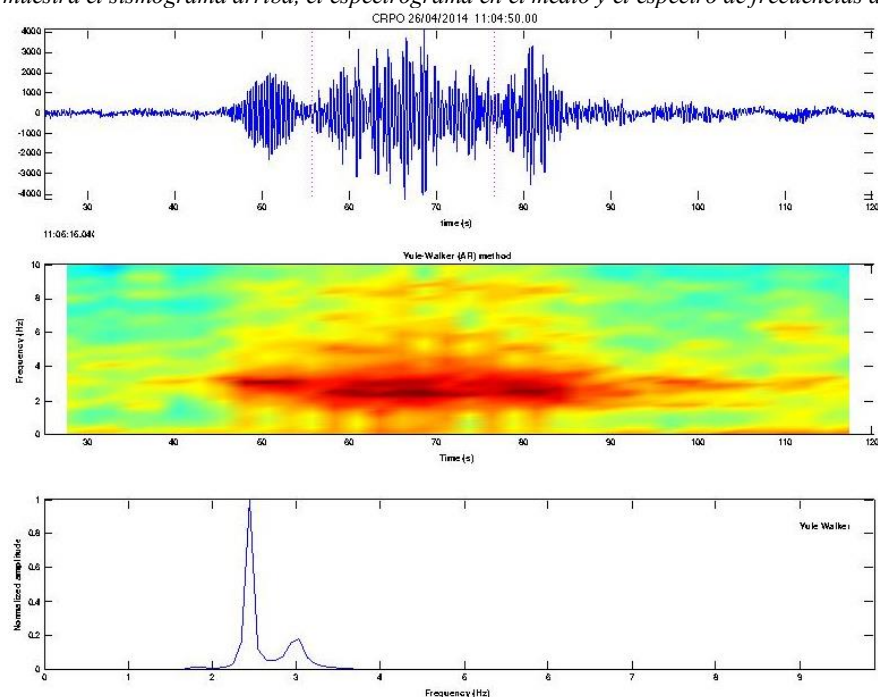


Figura 10. Tremor de corta duración registrado en el volcán Poás durante el mes de abril.

III_2 V.Poás: El "Domo"

III_2.1 Mediciones térmicas

La disminución de las temperaturas en las fumarolas del domo observada en marzo se confirmó en abril con valores máximos bajo los 400°C al fin del mes (Fig.11). Estas mediciones se llevaron a cabo de forma remota gracias a una cámara FLIR SC660 (temperatura aparente remota 383°C) y en forma directa con una termocupla de superaleación (374°C).

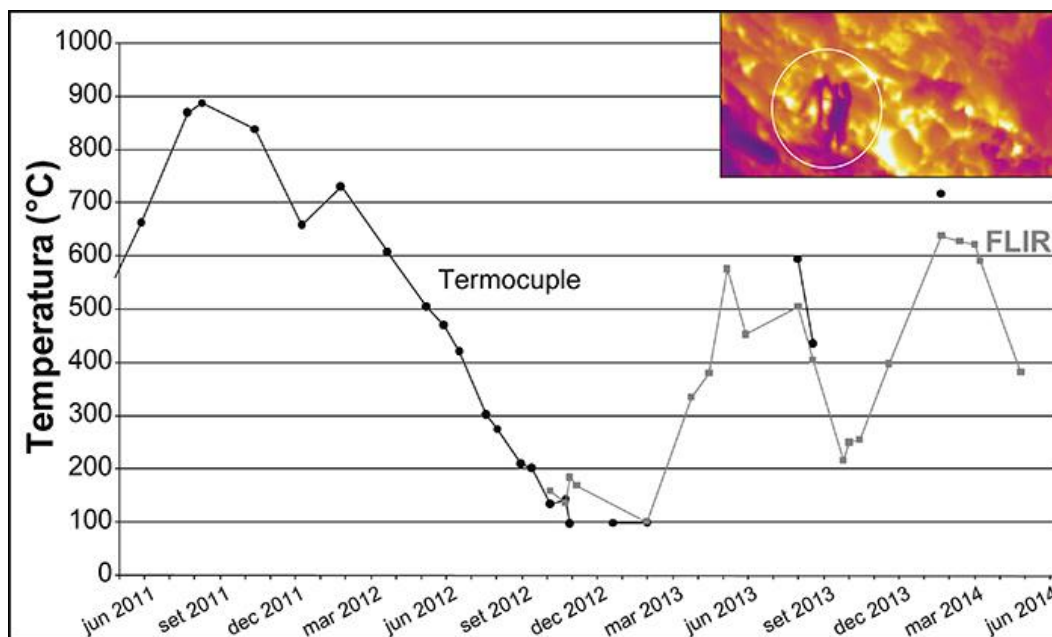


Figura 11. Evolución de la temperatura de las fumarolas del domo y termograma del domo con los Drs M.de Moor (OVSICORI-UNA), Tobias .P.Fischer (UNM) y Hyunwoo Lee haciendo muestreando directamente los gases (Foto: G.Avard, 29 abr 2014)

III_2.2 Flujo de gas

El flujo de SO_2 total emitido por el volcán Poás fue medido 2 veces con un mini DOAS móvil, arrojando un valor promedio de 59 ± 4 toneladas por día (Fig.12). Este es un valor muy bajo en comparación al mes pasado, probablemente debido a las condiciones ambientales desfavorables durante las mediciones (había un viento débil que generó gran inestabilidad de la pluma, así como una gran dispersión de la luz por nebulosidad importante).

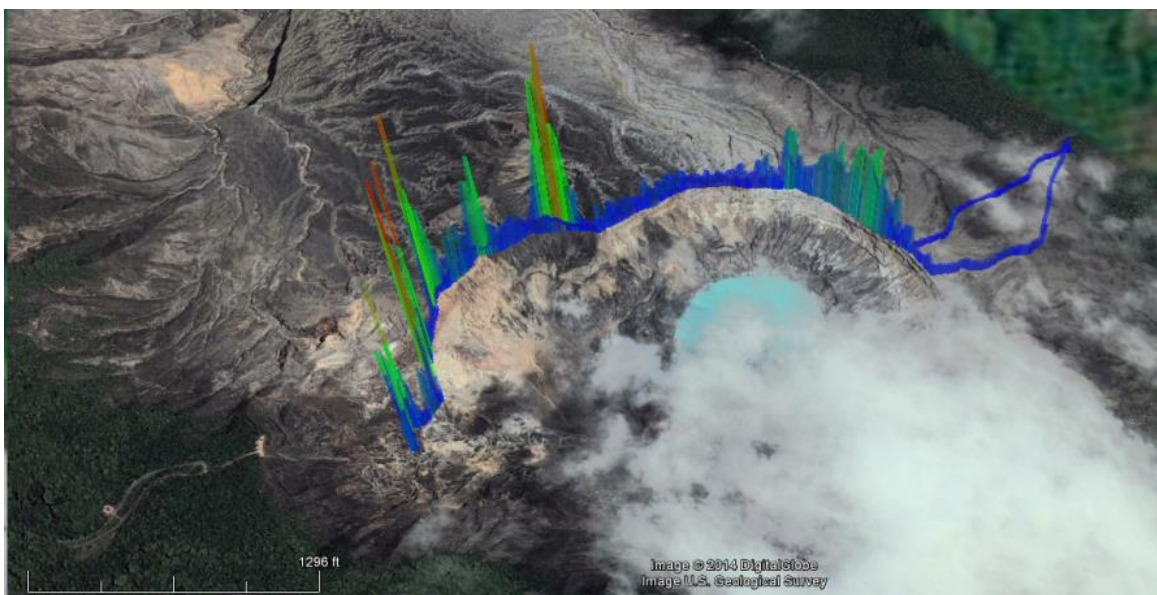


Figura 12. Ejemplo de un transecto realizado utilizando un DOAS móvil a lo largo del borde oeste del cráter el 19 de marzo del 2014

III_2.3 Composición de los gases

Los resultados de la nueva estación permanente MultiGAS en el Poás se presentan en la Figura 13. Los datos muestran cambios insignificantes en las razones entre los gases CO_2/SO_2 , $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$, y $\text{H}_2\text{O}/\text{SO}_2$ desde febrero.

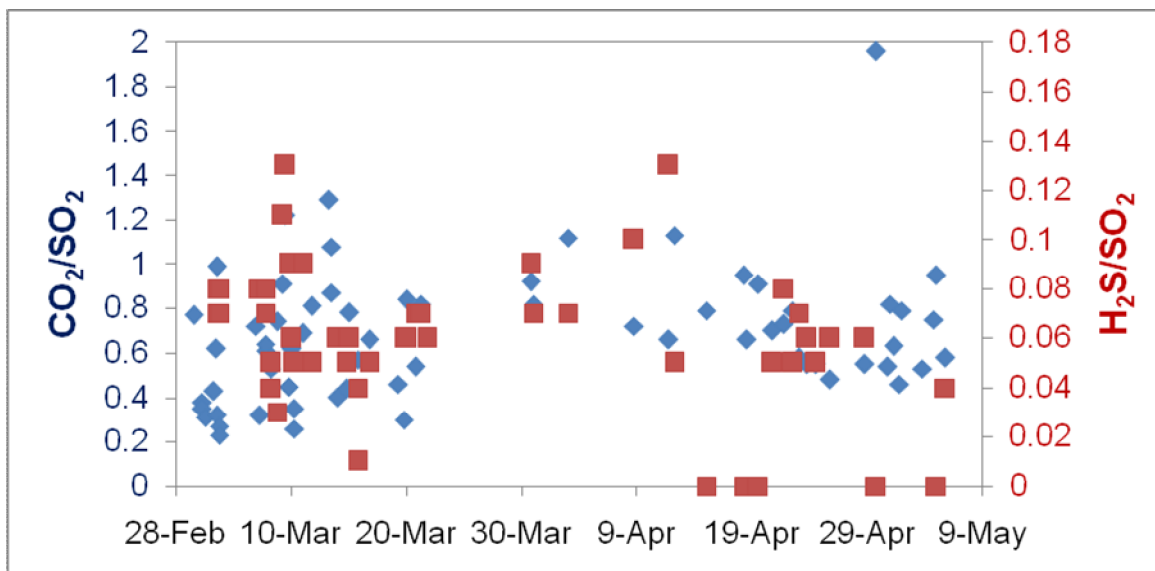


Figura 13. Datos de las composiciones de gases en la pluma del Poás desde febrero 2014

III_3 V.Poás: El lago ultra ácido

III_3.1 Mediciones geoquímicas

En el transcurso del año 2014, el lago volvió a presentar un incremento gradual en la temperatura hasta alcanzar valores cercanos a los 50°C , y el pH volvió a caer alcanzando valores negativos, algo que no se veía desde finales del 2012 (Fig.14)

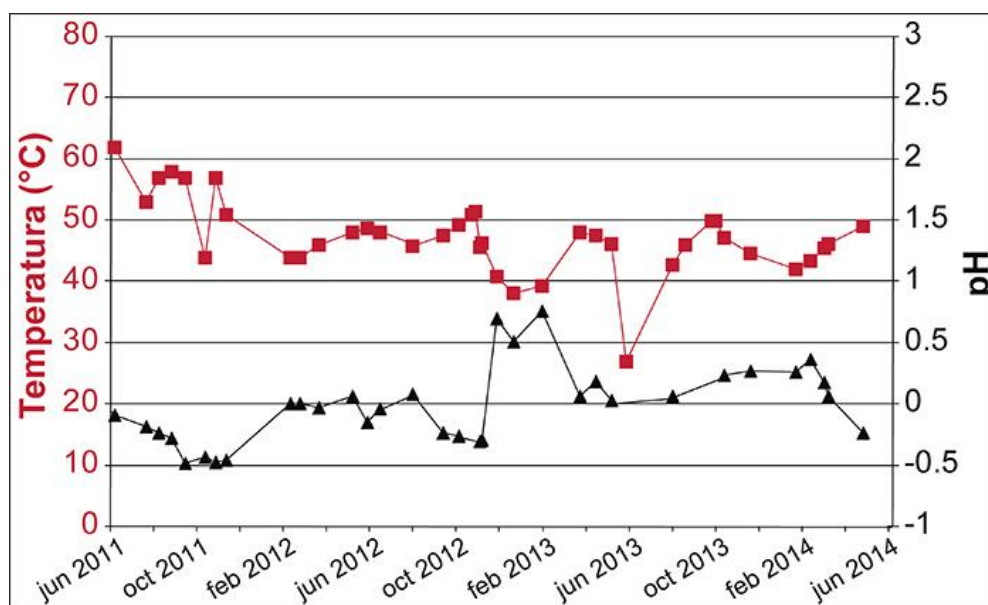


Figura 14. Evolución de la temperatura y del pH del lago medidos en el campo.

III_3.2 Otras observaciones

Desde febrero del 2014 se aceleró el descenso del nivel del lago y para finales de abril se encontraba 2.5 m más bajo que en abril del año anterior (Fig.15).

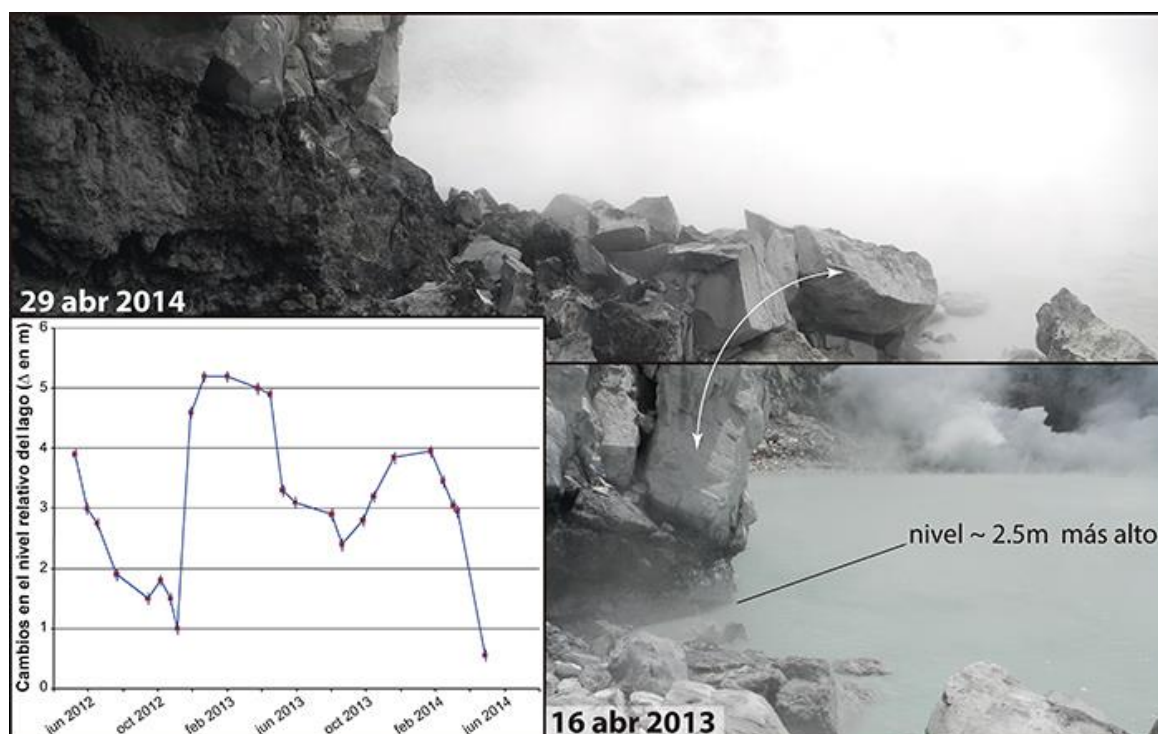


Figura 15 Evolución del nivel relativo del lago y comparación del nivel del lago en fotografías tomadas entre 2013 y 2014 (Fotos: G.Avard)

Este nivel muy bajo es posiblemente una consecuencia de un aumento del aporte de gases calientes debajo del lago, el cual explica el aumento de la temperatura y de la acidez (Fig.14). Retrospectivamente, el aumento de la temperatura aumenta la evaporación y la posibilidad de que el nivel del lago disminuya. Además, el posible aumento del aporte de gases podría explicar la ocurrencia frecuente de erupciones freáticas pequeñas (Fig.16).

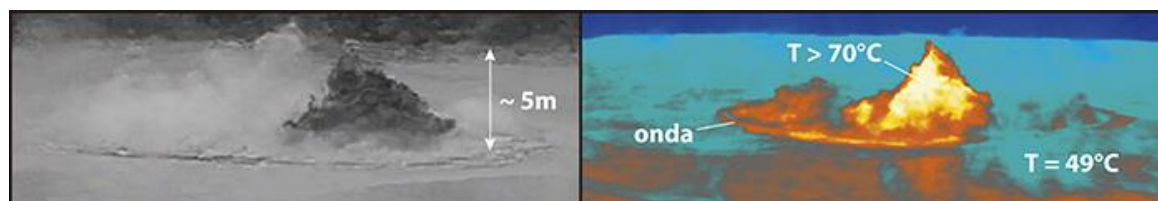


Figura 16. Foto e imagen térmica de una pequeña erupción freática el 29 de abril del 2014 (Fotos: G.Avard con la ayuda de Carlos Sánchez)

IV_ Volcán Arenal

IV_1 V.Arenal: Flujo de gases

El 8 de abril del 2014 se midió en forma remota el flujo de SO_2 emitido a través de la cima del volcán Arenal con ayuda de un espectrómetro portátil ultravioleta FLYSPEC V3 adquirido por el OVSICORI-UNA en marzo del 2014 a través de proyecto de geoquímica a cargo de la Dra. María Martínez Cruz. Las mediciones se realizaron movilizándolo el espectrómetro en vehículo (Fig.17) conduciendo semicircularmente alrededor del volcán Arenal desde el cementerio municipal de La Fortuna de San Carlos hasta el Hotel Arenal Observatory Lodge, en sentido de este a sur. El nivel de emisión observado es sumamente bajo, estimándose a lo sumo un flujo que está dentro de los límites de detección, i.e. debajo de 1 tonelada por día.



Figura 17. Medición del flujo de SO_2 en la pluma del volcán Arenal (modo estacionario horizontal y transecto móvil) mediante espectrometría ultravioleta portátil FLYSPEC V3 por parte de las funcionarias del OVSICORI-UNA Floribeth Vega y Wendy Sáenz (Fotos: M.Martínez 8 abr. 2014).

El 17 de abril del 2014, los doctores Maarten de Moor y Geoffroy Avard del OVSICORI-UNA subieron al Cráter C a fin de investigar sobre las emisiones de gases del volcán (Fig.18). Ellos realizaron por primera vez, bajo buenas condiciones climáticas, varias mediciones del flujo de SO_2 mediante un mini-DOAS portátil, caminando por el borde del cráter activo. No se encontró un flujo detectable de SO_2 .

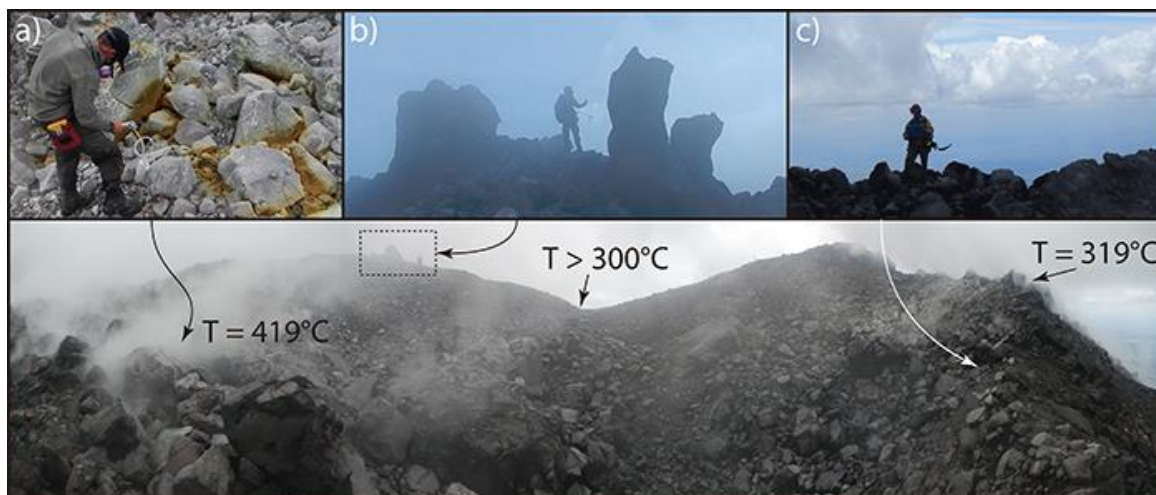


Figura 18. Trabajo en la cima del Cráter C del volcán Arenal el 17 de abril del 2014: a) Muestreo directo de gas por el Dr. M.de Moor, b) mediciones de las concentraciones de gases con una estación portátil MultiGAS, y c) mediciones del flujo de SO_2 con DOAS portátil. Temperaturas fueron medidas con una termocupla (Fotos: M.de Moor y G.Avard).

IV_2 V.Arenal: Composición de los gases

El 17 de abril del 2014, se hicieron igualmente por primera vez mediciones de la composición de los gases en la cima del Cráter C gracias a una estación MultiGAS portátil y mediante muestreo directo (botellas de Giggenbach y condensados (Fig.18a y 18b). Las temperaturas más altas encontradas alcanzaron 419°C en el sector este del Cráter C (medición con una termocupla, Fig.18 y 19). No se detectó presencia de SO₂ pero se midieron emisiones de CO₂, H₂S, y H₂O. Esta campaña de mediciones permitió definir que el volcán Arenal emite ~98% H₂O, ~2% CO₂ y ~0.005% H₂S [deMoor *et al.*, 2014]. La ubicación de las principales emisiones de CO₂ se encuentran en concordancia con las anomalías térmicas observadas en el campo (Fig.19).

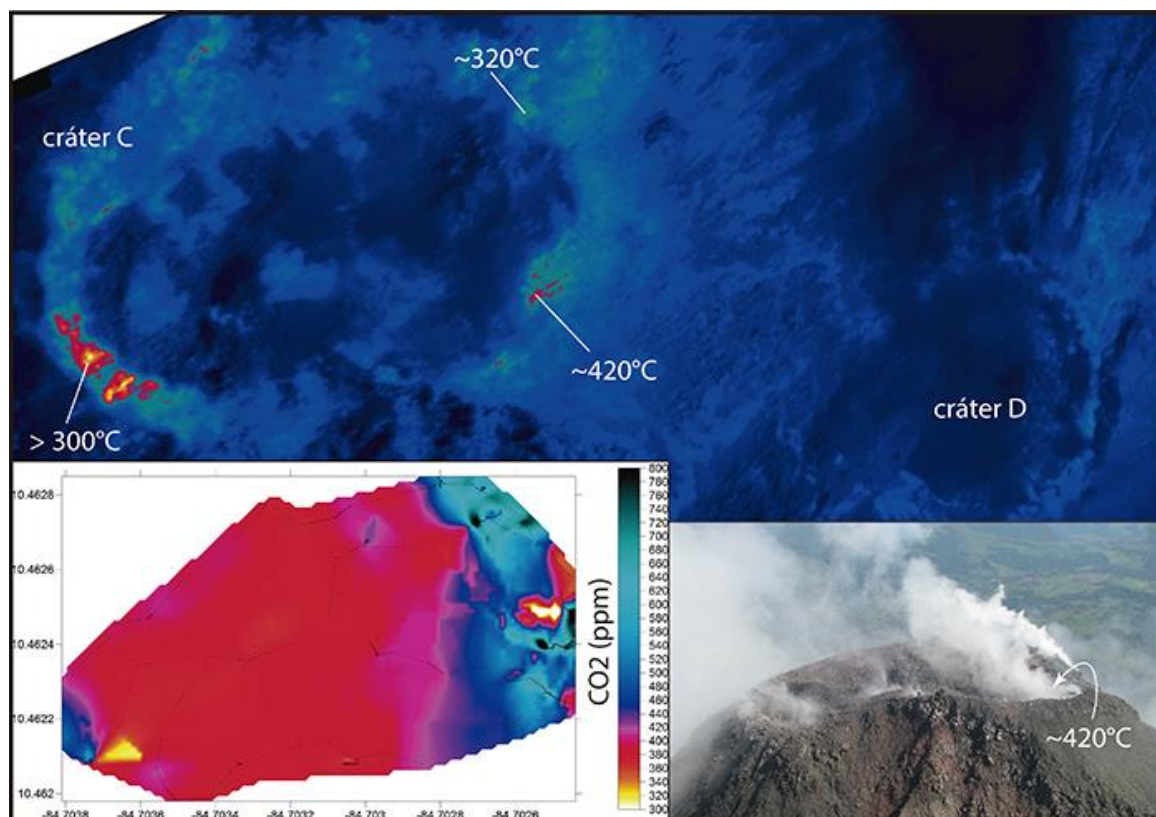


Figura 19. Imagen térmica de los cráteres C y D hechas durante un sobrevuelo el 14 de setiembre del 2013 y foto aérea el mismo día gracias al M.Sc F.Chavarría-Kopper (Foto: M.de Moor) y mapa de concentración de CO₂ encontradas en el Cráter C (valores no corregidos).

IV_3 V.Arenal: Depositación ácida

La depositación total ácida ("lluvia ácida") muestra en los últimos años una tendencia sistemática a ser cada vez menos ácida, alcanzando valores de pH típicos de lluvias representativas de zonas remotas donde hay poca influencia de contaminantes atmosféricos, i.e. pH Ó5.6 (Fig.20). El cambio gradual de pH hacia valores menos ácidos es consistente con la disminución drástica en la actividad sísmico-volcánica, así como con el cese de erupciones estromboleanas y extrusión de lava observados en el volcán Arenal, principalmente en los últimos ca. 3.5 años.

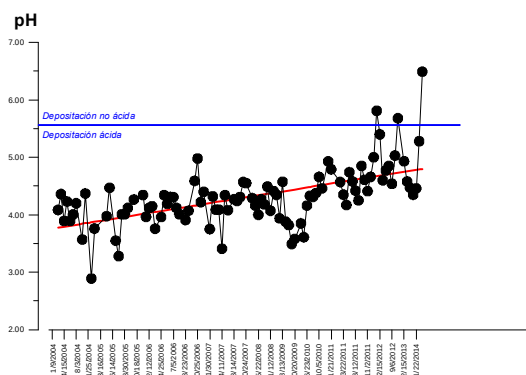


Figura 20. pH (nivel de acidez) de la depositación total ("lluvia ácida") recolectada en la estación del OVSICORI-UNA Caseta C, aprox. 2.4 km al oeste del Cráter C del Arenal. Volcán Arenal visto desde el sur el 13 marzo 2014 (Foto: Arenal Observatory Lodge).

IV_4 V.Arenal: Fuentes termales Río Tabacón

La fuente termal Tabacón, ubicada aprox. 3.5 km al norte del volcán Arenal, mostró cambios significativos en varios parámetros físico-químicos de sus aguas a mediados del año 2010. Sin embargo luego de estos cambios los valores de estos parámetros se han mantenido estables con muy pocas fluctuaciones a lo largo de los últimos 3.5 años (Fig.21): 1) Las aguas del Río Tabacón han cambiado su naturaleza y han pasado de ser alcalinas ($\text{pH} > 7.00$) a ser neutras o ligeramente ácidas (pH 's entre 6.5 y 7.0); 2) La temperatura promedio cayó unos 3°C y se mantiene desde entonces estable alrededor de los $49\text{-}50^{\circ}\text{C}$; 3) La razón $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ aumentó un orden de magnitud indicando un empobrecimiento de las aguas en especies halogenadas de origen magmático y desde entonces este parámetro se ha mantenido estable.

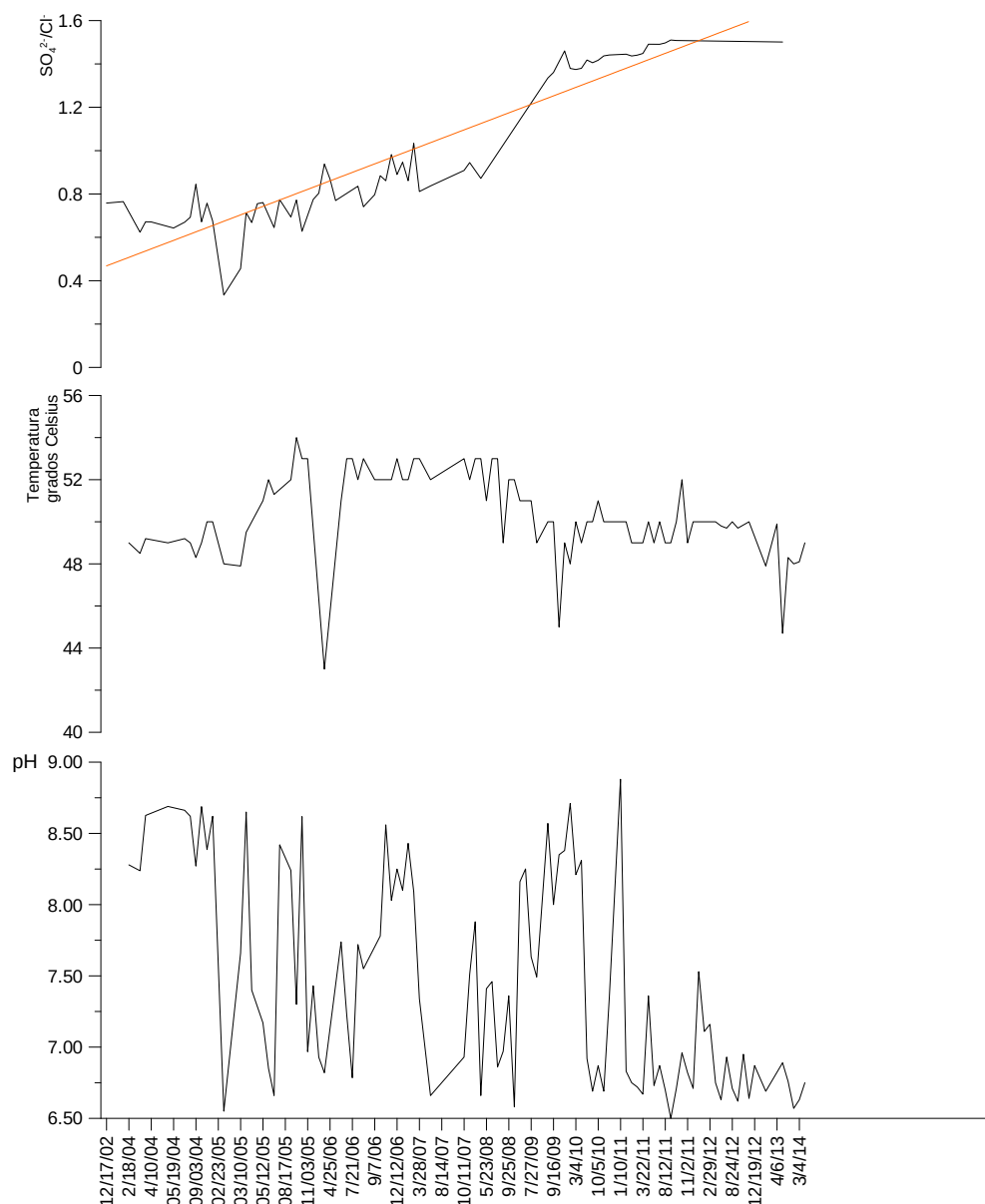


Figura 21. Evolución de parámetros físico-químicos de las aguas del Río Tabacón, volcán Arenal, entre los años 2002 y 2014. La línea roja corresponde a la curva de mejor ajuste de la serie de tiempo. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica "Dr. Eduardo Malavassi Rojas" del OVSICORI-UNA.

IV_5 V. Arenal: Otras observaciones

La topografía del Cráter C fue medida y repetidamente con un GPS portátil caminando en todas las zonas. El cráter C está constituido de 2 depresiones traslapadas entre si: la del este con un diámetro alrededor de 90 m, y la del oeste con alrededor de 70 m (Fig.22). La depresión ubicada al este es más profunda que la depresión oeste, y con bloques más recientes. Aunque la metodología GPS usada no permite una buena precisión vertical se midió en el fondo del Cráter C un punto a 1669 m de altura y el punto más alto medido estaba a 1706 m.

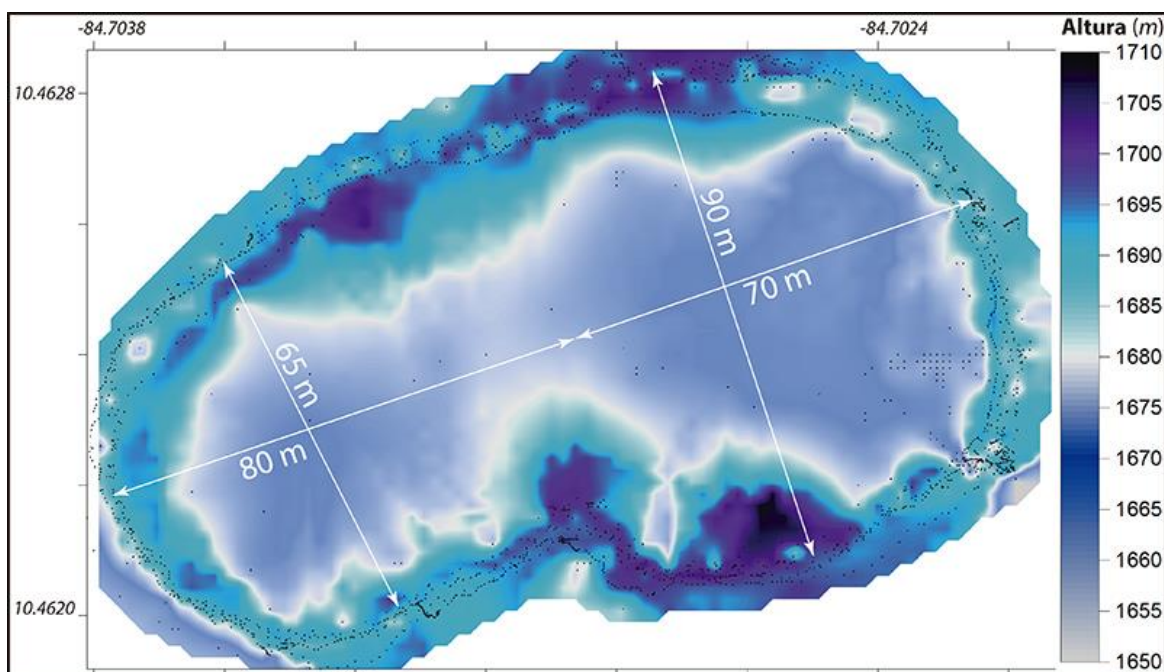


Figura 22. Mapa de la topográfica del Cráter C del volcán Arenal

Las fumarolas en el Cráter D se concentran en los bordes rocosos norte y este. Las temperaturas encontradas no sobrepasan la temperatura de ebullición del agua a esa altura.

V_ Volcán Rincón de la Vieja

V_1 V. Rincón de la Vieja: Flujo de gas en la pluma

El 15 de abril del 2014, los doctores Maarten de Moor y Geoffroy Avaré del OVSICORI-UNA hicieron mediciones en el borde del cráter activo del Rincón de la Vieja para caracterizar las emisiones de gases a través del lago ultrácido y de las fumarolas. Estas son las primeras mediciones del flujo total de SO_2 mediante un espectrómetro portátil ultravioleta FLYSPEC V3 adquirido por el OVSICORI-UNA en marzo del 2014 a través del proyecto de geoquímica a cargo la Dra. María Martínez Cruz. Tres técnicas fueron intentadas: 1) Un transecto caminando debajo de la pluma, 2) escaneos verticales y 3) escaneos horizontales arriba de la topografía desde el borde norte del cráter (Fig.23). Los mejores resultados fueron obtenidos por los escaneos horizontales. Se midió con buenas condiciones climáticas un flujo total de SO_2 de 66 ± 17 toneladas por día [deMoor et al., 2014].

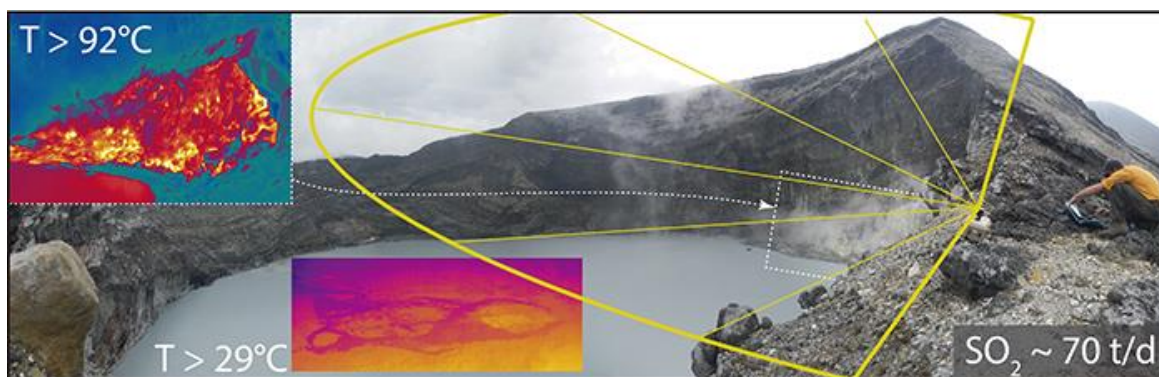


Figura 23. Medición del flujo de SO_2 emitido por el cráter activo del volcán Rincón de la Vieja el 15 de abril del 2014 gracias a un FlySpec V3, e imágenes infrarrojas de las anomalías térmicas de la zona fumarólica y de las celdas de convección en el lago caliente ácido con cámara FLIR SC660 (Fotos: G.Avard)

V_2 V.Rincón de la Vieja: Composición de los gases

El 15 abril del 2014, también se hicieron mediciones por varias horas de la composición de los gases emitidos por el volcán gracias a una estación portátil MultiGAS en varios lugares del cráter activo. Se encontró un índice CO_2/SO_2 entre 2.5 ± 0.5 y 6.7 ± 5.5 [deMoor et al., 2014].

V_3 V.Rincón de la Vieja: Fuentes termales

Los campos hidrotermales en la zona Las Pailas (Fig.23a y 23b) o en el lado norte del macizo no presentaron cambios de temperatura o pH en comparación con los años anteriores. Se tomaron muestras directas de los gases emitidos por las fuentes más activas (Fig.24c).

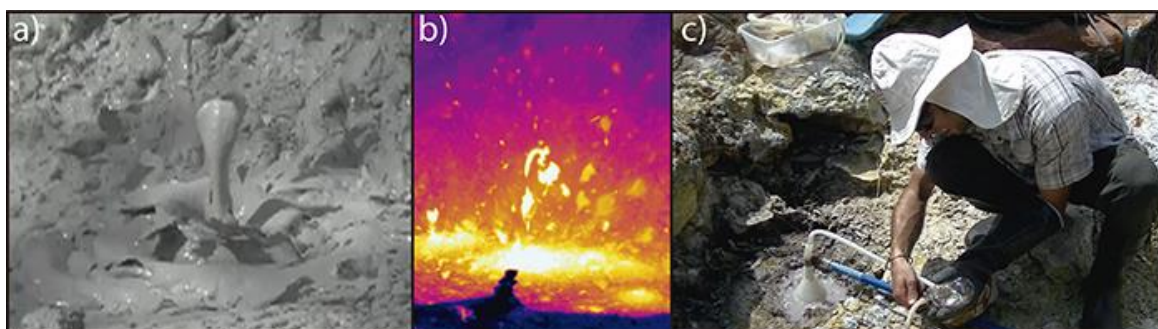


Figura 24. Sector Las Pailas: volcán de lodo a) en imágenes naturales y b) imágenes térmicas gracias a una cámara FLIR SC660. c) muestreo directo de los gases con botellas de Giggenbach (Fotos: G.Avard, 14 abr. 2014).

Bibliografía:

de Moor M., Avard G., Aiuppa A., Galle B., Kern C., Giudice G., Liuzzo M., Tamburello G., Campion R., Conde V., Martínez M., y Fischer T. (2014) Carbon degassing from Costa Rican volcanoes, Commission on the Chemistry of Volcanic Gases, *abstract*.

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>