

*Boletín de Vulcanología
Estado de los Volcanes de Costa Rica
Marzo 2013*



Volcán Irazú. Fotos de John Malmin publicadas en Los Angeles Times el 19 de enero del 1964.

Elaborado por:

Geoffroy Avard, Javier Fco. Pacheco, María Martínez, Wendy Sáenz

Con contribuciones de:

Federico Chavarría-Kopper, Jorge Barquero H., Marino Protti

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

I_ Volcán Turrialba

A fines del mes de marzo, por un período de tres días se observó un incremento importante pero efímero de actividad con la ocurrencia de tres tornillos asociados a una interacción gas-gas y agua-gas en el sistema hidrotermal. Gracias a un buen clima, combustión espontánea de azufre fue observada algunos días antes, pero no se puede relacionar esta observación con la actividad sísmica.

I_1 V.Turrialba: Sismología

La actividad sísmica del volcán Turrialba se mantiene con bajos niveles, tanto de sismos tectónicos asociados al volcán como sismos volcánicos y tremores. La mayor parte de la actividad se manifiesta como sismos híbridos superficiales, asociados a la dinámica del sistema hidrotermal, aunque se registran algunos sismos de mayor profundidad (alrededor del nivel del mar). Sin embargo, a fines del mes de marzo, por un período de tres días se observó un incremento importante pero efímero de actividad. Esta actividad fue precedida por dos sismos volcánicos del tipo “tornillo” y culminó con un tremor armónico de 10 minutos de duración y un tercer tornillo días más tarde (Fig.1).

Comparado con los sismos tipo tornillo registrados en el 2012 (Boletín de Vulcanología: Estado de los Volcanes de Costa Rica, abril y junio, 2012), los tornillos de marzo 2013 son de muy baja amplitud, con un máximo de 4 micrones/seg, comparado con 20 micrones/seg para el 2012.

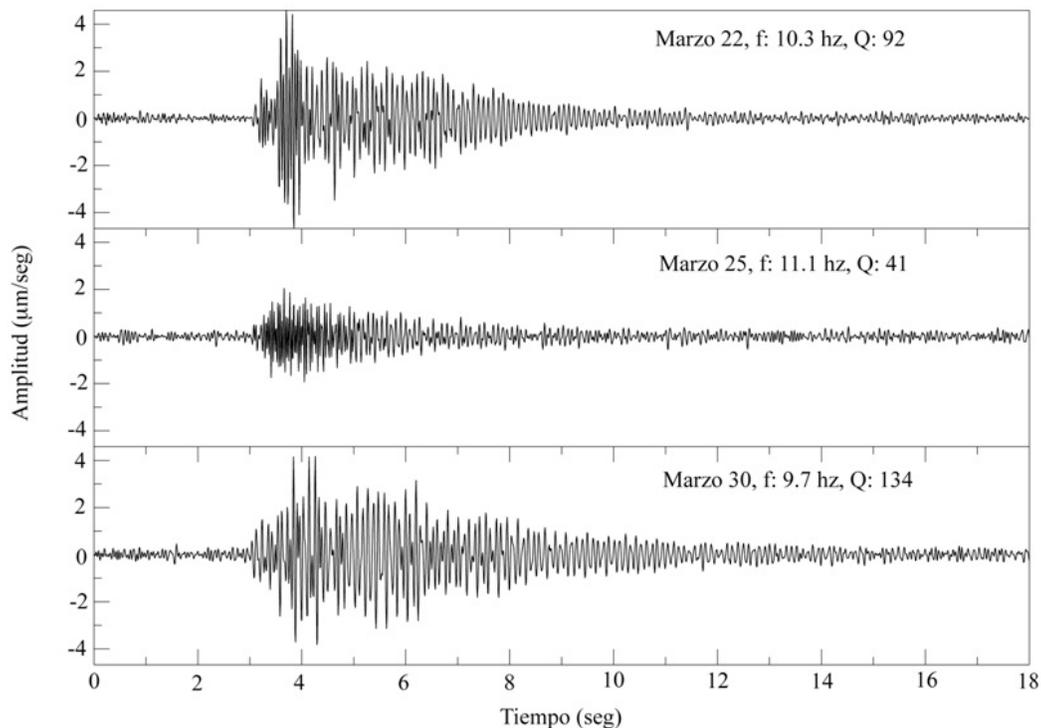


Figura 1: Sismos tipo tornillo registrados en el volcán Turrialba durante el mes de marzo, 2013.

Los sismos volcánicos tipo tornillo son importantes porque de ellos se puede extraer información sobre la naturaleza de los fluidos que se movilizan a través de grietas o conductos en el interior del volcán generando así sismicidad. Del espectro de frecuencias (Fig.2) se puede determinar la frecuencia dominante (f) de la señal sísmica y de la

duración del registro se puede obtener la constante de decaimiento o constante de atenuación de las ondas (Q). Estos valores están relacionados con la geometría de la grieta donde se generan los sismos y la impedancia (contraste) entre el medio sólido y el fluido que se mueve a través de las grietas o conductos del volcán.

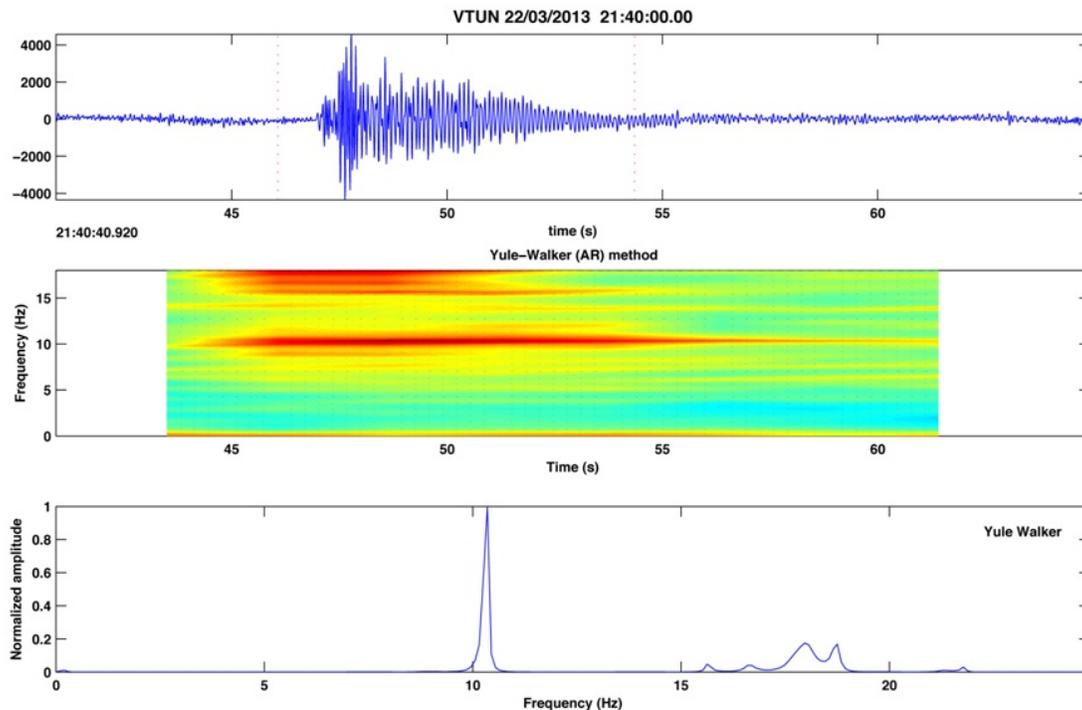


Figura 2: Sismograma (arriba), espectrograma (centro) y espectro de frecuencias del sismo tipo tornillo registrado el 22 de marzo, 2013.

Los tornillos del 2012 presentaban frecuencias cercanas a 9 hz, y constantes de decaimiento Q de 100 y 200. Los primeros dos tornillos de marzo registran frecuencias mayores a 10 hz y constantes Q menores a 100. La interpretación (Kumagai y Chouet, 2000) es que el fluido atrapado en las grietas del volcán, que produjo los tornillos a su paso por un estrecho conducto, está formado por una combinación de gas-gas, probablemente los gases volcánicos interactuando con vapor de agua del sistema hidrotermal. El tercer tornillo, que ocurrió luego de un período breve de intensa actividad, tiene mayor similitud a los eventos del 2012, con una frecuencia de 9 hz y un Q mayor a 100, lo que indica una composición agua-gas, esto es, agua del sistema hidrotermal interactuando con gases volcánicos liberados del magma.

Durante los días 27, 28 y 29 de marzo se incrementó la sismicidad volcánica, llegándose a registrar sismos volcánicos que no se veían desde hace más de un año. La Figura 3 muestra un sismo de baja frecuencia que no se registraba desde inicios del 2012. El número de sismos volcánicos pasó de menos de 10 sismos diarios a más de 150 (Fig.4), sin embargo rápidamente decayó la sismicidad a niveles de menos de 10 sismos por día a partir del día 30 de marzo. El día 29 de marzo se registró un tremor volcánico de corta duración (10 minutos) con carácter espasmódico y frecuencias dominantes entre 5 y 10 Hz (Fig.5).

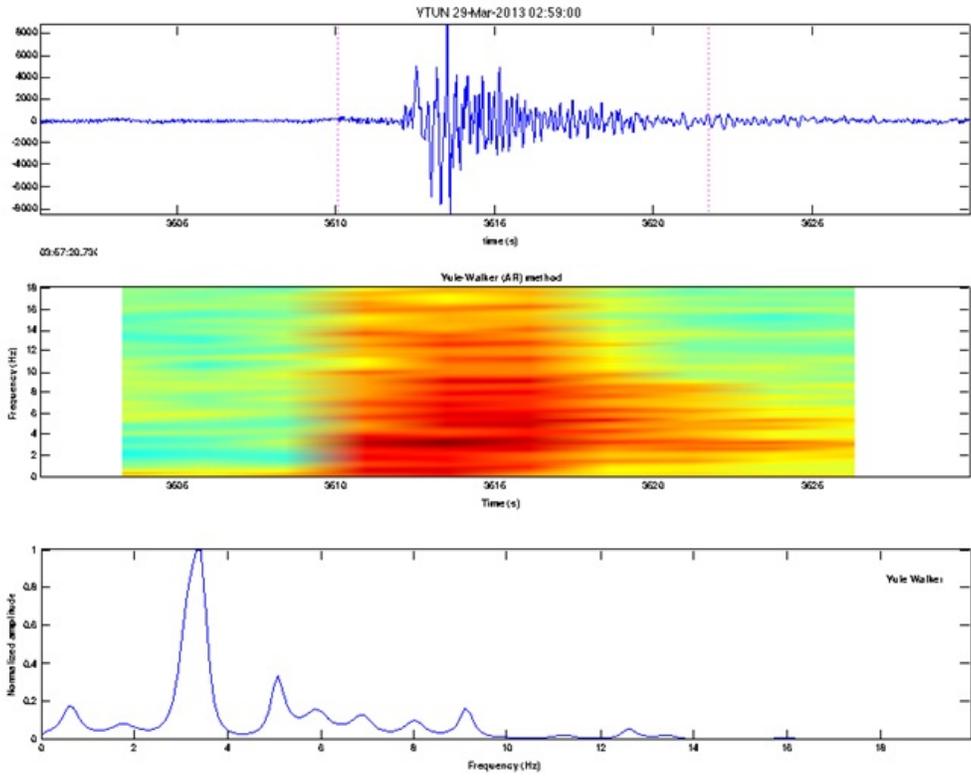


Figura 3: Sismograma (arriba) de un sismo de baja frecuencia registrado el 29 de marzo. El espectrograma (centro) muestra una dominancia de frecuencias bajas. El espectro de frecuencias (abajo) muestra que la mayor energía se concentra alrededor de los 3 Hz.

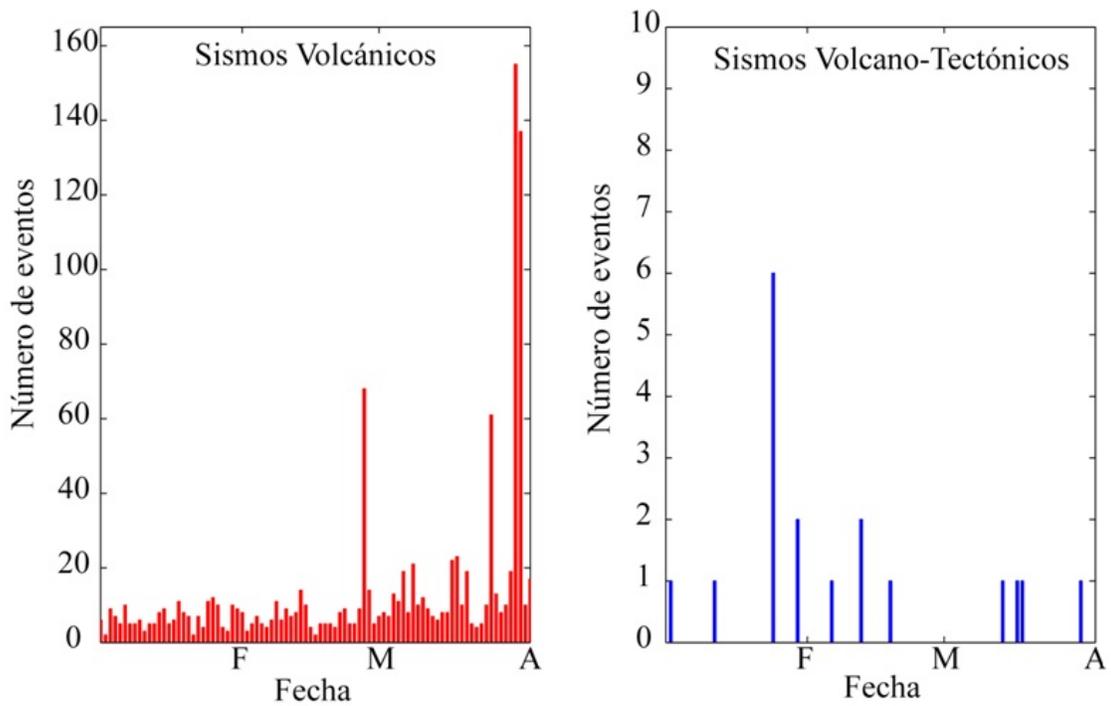


Figura 4: Número de sismos registrados diariamente desde inicios del 2013. Volcánicos (izquierda) y volcano-tectónicos (derecha).

Este patrón sísmico de marzo para el Volcán Turrialba se puede interpretar como el ascenso y escape de una burbuja de gas. Los bajos niveles de sismicidad de mediados de mes son una indicación de un bajo flujo de gases, posiblemente debido a obstrucciones en alguno de los conductos por donde escapan los gases. La acumulación de nuevos gases liberados por el magma ejercen fuerzas sobre la roca produciendo rupturas esporádicas. Los mismos gases se expanden por entre las grietas desplazando los líquidos del sistema hidrotermal y combinándose con el vapor de agua del mismo sistema hidrotermal. La burbuja se expande abriendo camino hacia la superficie, para finalmente escapar produciendo un temblor espasmódico. Durante los años de 2010 y 2011 estos episodios fueron constantes y continuos. A partir de enero del 2012 estos eventos se vuelven cada vez más raros hasta desaparecer. Este nuevo episodio sólo muestra que la energía del sistema se está agotando.

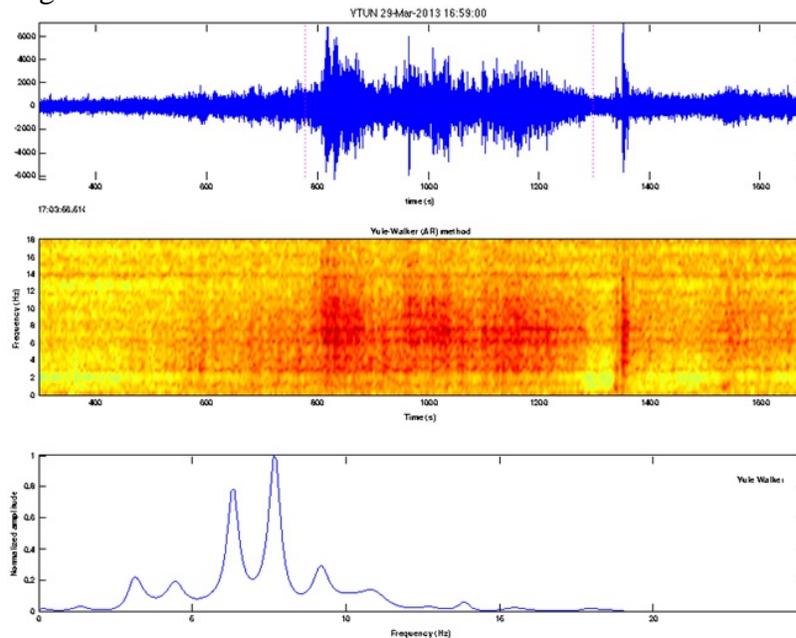


Figura 5: Tremor de carácter espasmódico registrado el 29 de marzo, al final del corto período de mayor actividad de marzo.

I_2 V.Turrialba: Deformación

No hay nuevos datos de deformación para el volcán Turrialba.

I_3 V.Turrialba: Geoquímica

I_3.1 Evolución térmica de las zonas activas

La temperatura de las bocas se mantiene alta con valores alrededor de 600°C para la Boca 2010, y de 790°C para la Boca 2012 (mediciones gracias a la cámara térmica infrarroja FLIR SC660, Fig.6). De noche siempre se puede observar incandescencia en las 3 bocas 2010, 2011 y 2012 así como en la base de la “pirámide de azufre” ubicada en el fondo suroeste del Cráter Oeste.

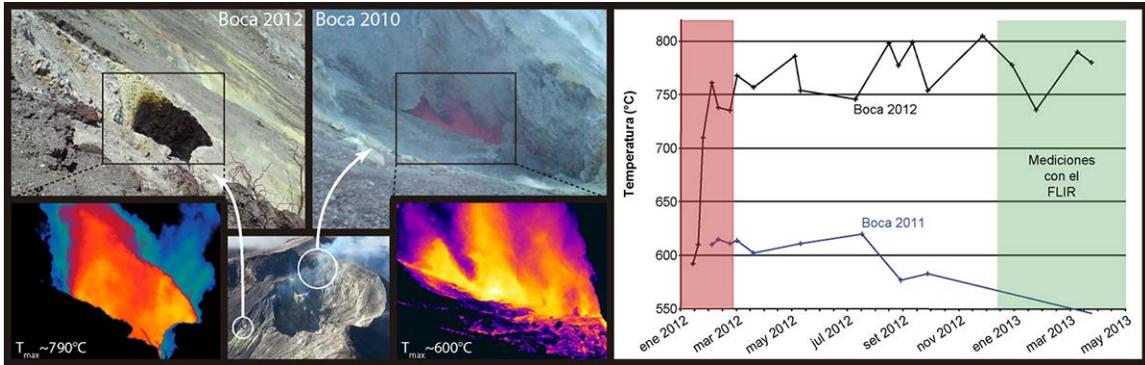


Figura 6: Termogramas infrarrojos de las Bocas 2010 y 2012, y evolución de la temperatura para la boca 2011 y 2012 (Fotos: G.Avard el 11 de marzo del 2013, con la cortesía de Marino Protti y Federico Chavarría-Kopper quienes proveyeron la imagen visual aérea del 19 de febrero del 2013).

I_3.2 Sistema hidrotermal

Los flujos de CO_2 y H_2S que difunden en el suelo del Cráter Central no mostraron cambios notables en la actividad hidrotermal el 27 de marzo (Fig.7). La temperatura a 10 cm de profundidad tampoco mostró algún cambio significativo.

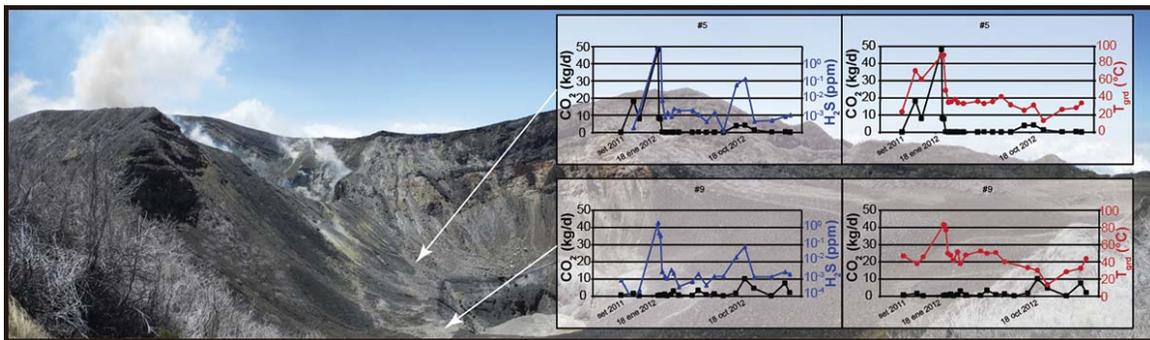


Figura 7: Evolución de los flujos de CO_2 y H_2S que difunden en el suelo, y de la temperatura a 10 cm de profundidad en el Cráter Central.

I_4 V.Turrialba: Pluma de gases

El flujo de gas SO_2 medido en forma remota desde la estación fija mini-DOAS ubicada en La Central muestra resultados en conformidad con la actividad sísmica: el flujo disminuyó entre el 15 y el 21 de marzo, se mantuvo bajo entre el 21 y el 25 de marzo ($<500\text{t/d}$) y aumentó después del 26 de marzo con un pico el 28 (aprox. 2000 t/d de SO_2) hasta regresar a valores anteriores al 15 de marzo (alrededor de 1000 t/d , Fig.8). Sin embargo, el cálculo del flujo depende de las condiciones generales del tiempo y particularmente de las características del viento. La velocidad del viento a lo largo del mismo perfil empezó a disminuir entre el 15 y el 21 (con un promedio diario pasando de $>5\text{m/s}$ a $<2\text{m/s}$), llegando a un mínimo el 25 ($\sim 1\text{m/s}$), para alcanzar luego un máximo el día 28 ($\sim 10\text{m/s}$). Por esta razón, es importante realizar más estudios y observaciones para determinar las razones justas del pico observado en la actividad sísmica. Datos obtenidos en marzo 2013 durante campañas de geoquímica para determinar las razones y flujos de gases magmáticos mediante sensores infrarrojo, ultravioleta y electroquímicos están en proceso de análisis y se espera que los mismos ayudarán a interpretar la actividad volcánica observada este mes.

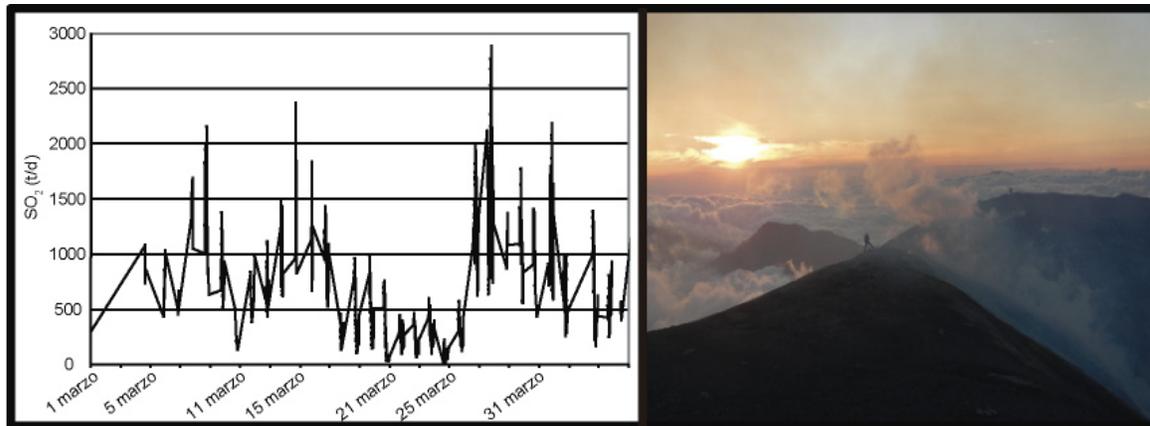


Figura 8: Evolución del flujo de SO₂ (toneladas por día, t/d) del volcán Turrialba durante el mes de marzo del 2012 y foto de mediciones de los gases en la pluma de la Boca 2010 (Foto: G.Avard, 16 marzo 2013)

I_5 V.Turrialba: Otras observaciones

La época seca permite buenas observaciones de las zonas hidrotermales de baja temperatura (< 300°C). Las chimeneas de azufre (Fig.9a) y azufre líquido a veces forman estalactitas y estalagmitas de azufre (Fig.9b). Lo más relevante en cuanto al azufre observado en marzo fue la combustión de un flujo de azufre fundido a ~300°C generando flamas azul-violeta y efervescencia debido a la conversión del azufre en combustión en gas dióxido de azufre (Fig.9c y 9d). La temperatura de combustión del azufre en aire a presión estándar es de 248-261°C (Harris *et al.*, 2000). No se puede afirmar que se trate de un evento nuevo o inusual en Turrialba, debido a la escasez de observaciones nocturnas.

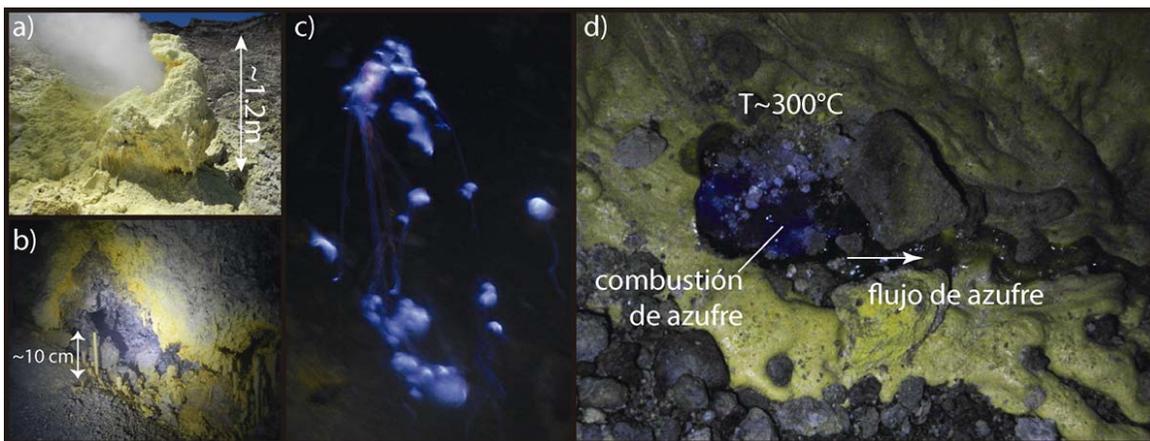


Figura 9: a) chimenea de azufre sólido en la parte superior de la pared interna norte del Cráter Oeste, b) estalagmitas y estalagmitas de azufre en el sector sur del Cráter Oeste, c) flamas azul-violeta y d) combustión de azufre generando éstas flamas (Fotos: G.Avard, 18-19 de marzo del 2013).

II_ Volcán Irazú

Hace 51 años, el 9 de agosto de 1962, el volcán Irazú inició una nueva fase de actividad fumarólica vigorosa la cual culminó en una fase de actividad eruptiva de tipo estromboleano y explosiones vulcanianas el 13 de marzo del 1963. La emisión de cenizas se prolongó por 2 años y medio. La ceniza volcánica cayó en localidades tan lejanas como Nicaragua, al norte, y Tamarindo, sobre la Península de Nicoya. Afectó la vida diaria en el Valle Central y las actividades agrícolas y pecuarias alrededor del volcán. Lahares en Taras de Cartago destruyeron más de 400 casas el 9 de diciembre de 1963 y afectó directamente a 50 personas el 12 de abril de 1964.



*Erupción del Volcán Irazú en 1963-1965.
Foto de Francisco Coto
(Fundación Francisco Coto)*

Desde éste último periodo eruptivo, el volcán Irazú presentó aparentemente una erupción freática moderada el 8 de diciembre de 1994 en el flanco superior norte que generó una avalancha que afectó de manera importante el valle del Río Sucio. El lago que usualmente se alberga en el fondo del Cráter Principal se secó varias veces durante los 30 últimos años (1987, 1990, 2010) y el nivel del mismo se ha mantenido muy bajo desde el 2010 hasta el presente. En la última década la actividad fumarólica ha sido difusa y de baja temperatura ($<90^{\circ}\text{C}$) y la misma ha estado concentrada principalmente en el flanco norte del edificio donde hay varias cavernas con depósitos de minerales producto de la actividad hidrotermal.

El volcán Irazú es el volcán que más podría afectar las actividades cotidianas y el desarrollo del país por: su cercanía al Valle Central, su ubicación abajo de los vientos predominantes y la frecuente recurrencia de actividad eruptiva (erupciones en: 1723, 1726, 1782-1822, 1842-1847, 1917-1924, 1928-1930, 1933, 1939-1940, 1963-1965). Aunque hoy día al volcán Turrialba se le da mayor enfoque en cuanto a monitoreo e investigación, el volcán Irazú se mantiene bajo monitoreo continuo.

II_1 V.Irazú: Sismología

El Volcán Irazú continúa mostrando actividad sísmica volcánica cuasi-periódica y pocos sismos volcano-tectónicos. La actividad volcano-tectónica se ha mantenido dentro del margen que el volcán ha estado presentando durante los últimos 3 años. La Figura 10 muestra la actividad volcano-tectónica desde mediados del 2010. La figura se restringió a un valor máximo de 200 sismos para poder apreciar las variaciones que ha presentado el volcán. El número máximo de eventos diarios ocurrió después del sismo de Nicoya de setiembre del 2012, cuando se contabilizaron más de 500 sismos. La sismicidad de marzo 2013 aunque baja, se mantiene dentro de la actividad normal del volcán Irazú.

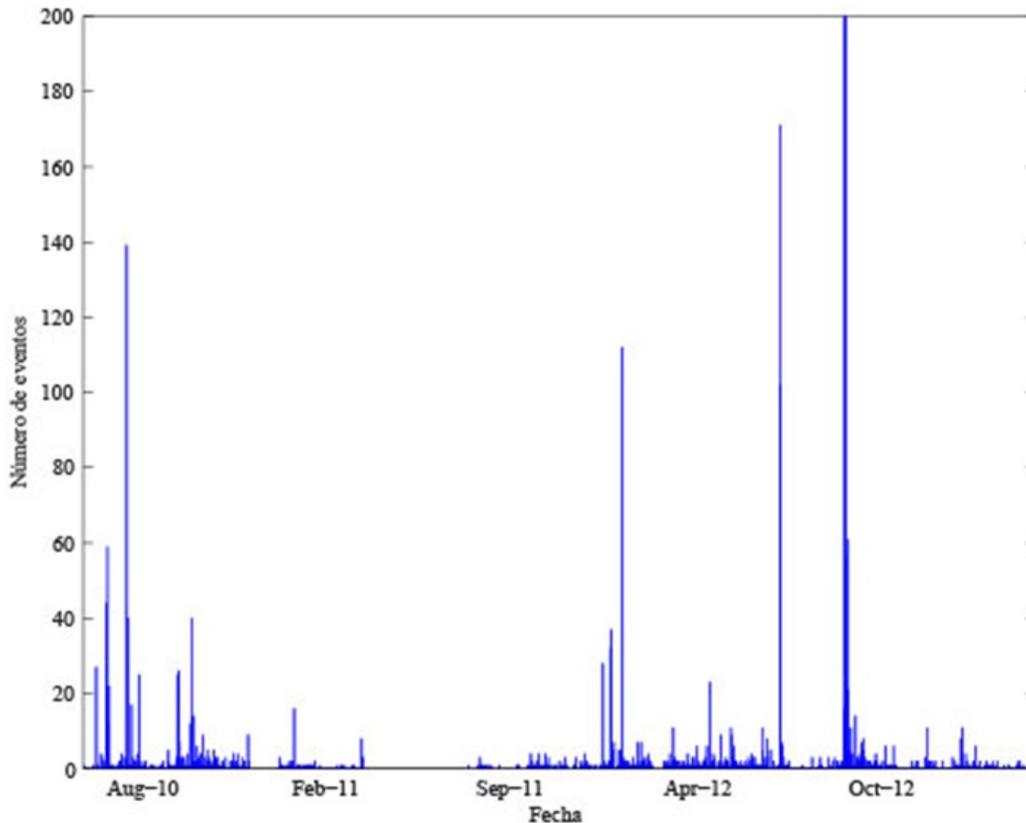


Figura 10: Número de sismos volcano-tectónicos desde junio del 2010 hasta el 31 de marzo del 2013. Se restringió el mayor valor a 200 eventos diarios para poder apreciar las variaciones en la sismicidad.

La sismicidad volcánica presenta grandes fluctuaciones en la amplitud de los eventos, pero muestra mayor estabilidad en los intervalos de tiempo entre eventos (Fig.11). En junio del 2012, cuando se empezaron a estudiar estos sismos volcánicos del Irazú (Fig.11), la actividad mostraba una gran estabilidad tanto en la amplitud de los eventos como en los intervalos de tiempo entre los mismos registrados por la estación sísmica VIRE (digitalizador Taurus y sensor Trillium Compact de Nanometrics). Las amplitudes mostraban valores alrededor de 10 micrones/seg, y los intervalos entre eventos fluctuaban alrededor de 30 horas. Después del sismo de setiembre 2012 en Nicoya (Mw 7.6) se perturbó el sistema que produce estos sismos, introduciendo variaciones en las amplitudes entre 1 y 30 micrones/seg. Mientras que los intervalos entre eventos empezaron a fluctuar entre 1 y 30 horas, pero con una tendencia hacia la disminución, alcanzando un promedio de 15 horas entre eventos. A partir de diciembre 2012 el intervalo entre eventos vuelve a aumentar hasta alcanzar nuevamente 30 horas entre eventos, pero con mayores fluctuaciones. Al parecer el sismo de Nicoya no solo perturbó el sistema sino que aumentó su entropía.

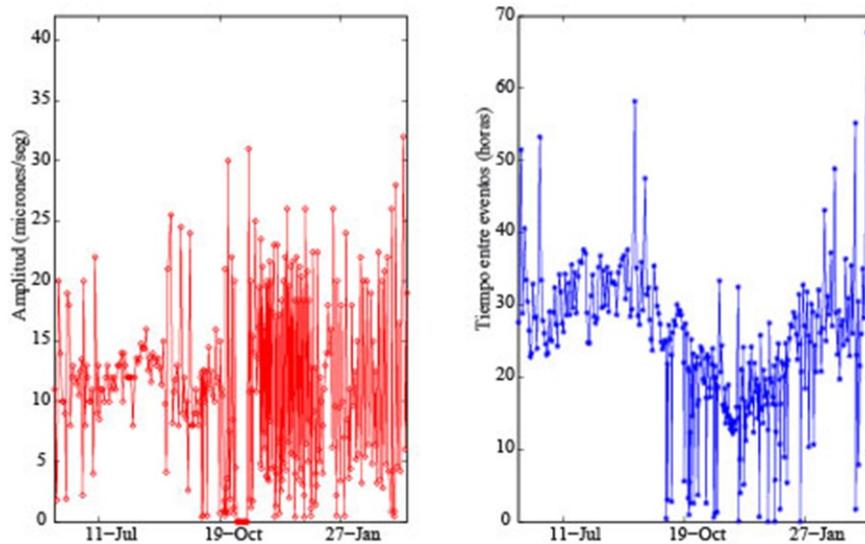


Figura 11: Amplitud de los sismos LP registrados en la estación VIRE (izquierda) y intervalo entre eventos desde junio del 2012 hasta abril 2013.

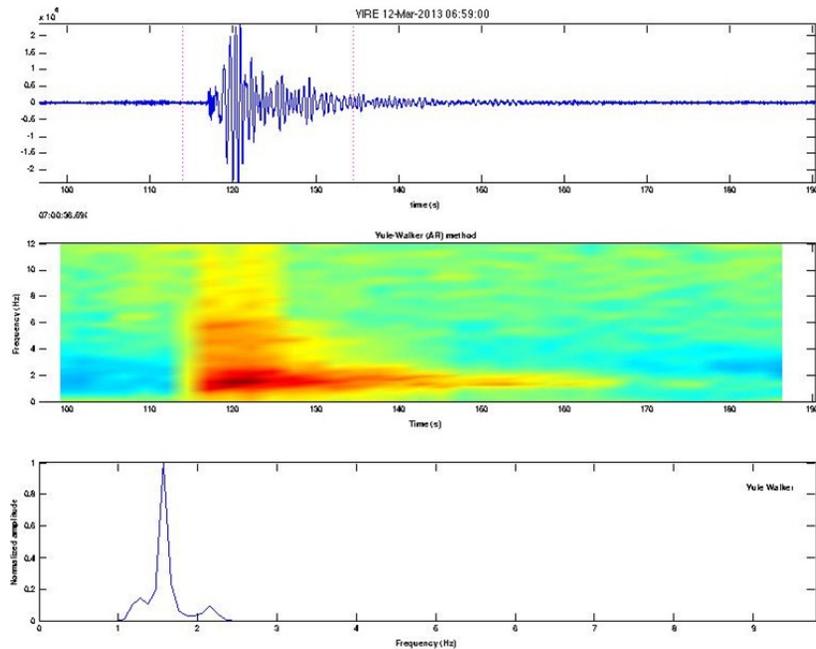


Figura 12: Sismo volcánico del Irazú registrado el 11 de marzo del 2013. Arriba se muestra el sismograma, en medio el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

II_2 V.Irazú: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Arenal

II_3 V.Irazú: Fumarolas zona norte

Las emisiones actuales de gases conocidas del volcán Irazú se ubican en el flanco norte del edificio. Es una actividad pasiva sin fumarolas visibles que forma minerales de azufre y sulfatos. La temperatura puede alcanzar más de 85°C a 1m de profundidad en la zona

este (Fig.13a y 13b), y más de 40°C en la pared vertical (Fig.13c). Una cueva en la zona noroeste parece concentrar la mayor parte de la actividad del volcán con un flujo por lo menos de CO₂ y H₂S importante y la formación de minerales de sulfatos (Fig.13e y 13f), de azufre (Fig.13g) y la formación de estalagmitas (Fig.13h). El fondo de la cueva y el techo presentan anomalías térmicas con temperaturas hasta más de 65°C y la concentración en CO₂ en el aire puede exceder 13 veces lo normal. Esta cueva se ubica en la base del deslizamiento o erupción freática que ocurrió el 8 de diciembre de 1994, la cual destruyó la vegetación y modificó la topografía local del Río Sucio.

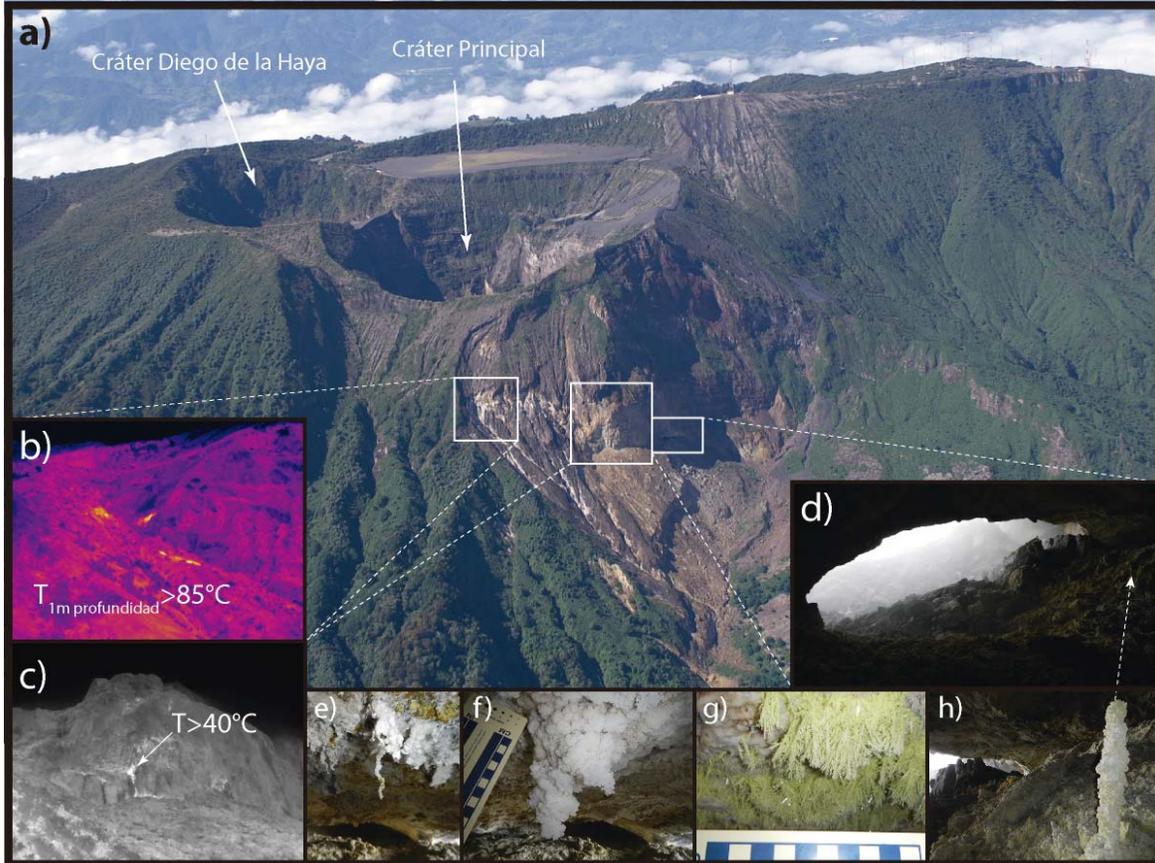


Figura 13: a) Vista aérea del flanco norte del volcán Irazú el 27 de mayo del 2013. b) y c) termogramas mostrados anomalías térmicas en el flanco norte y la pared vertical. d) la cueva norte grande, e), f), g) y h) minerales al dentro de la cueva norte grande. (Fotos: G.Avard, 27 marzo 2013, foto aérea gracias a Federico Chavarría-Kopper)

II_4 V.Irazú: Observaciones en el Cráter Principal

En marzo, el Cráter Principal se mantuvo seco (Fig.14a). Observaciones con la cámara térmica FLIR SC660 de noche no mostró anomalías térmicas en el Cráter Principal (Fig.14b y 14c). La zona donde se reportaron fumarolas hasta 1988 tiene una temperatura de 6°C en la madrugada cuando el ambiente es de 5°C, por lo cual no existe flujo de calor. La comparación del fondo del cráter entre el 2010 y 2013 (Fig.14d, 14e y 14f) no muestra cambios de topografía notable a excepción de la erosión de las paredes cuyo material se acumula al pie de los derrumbes.

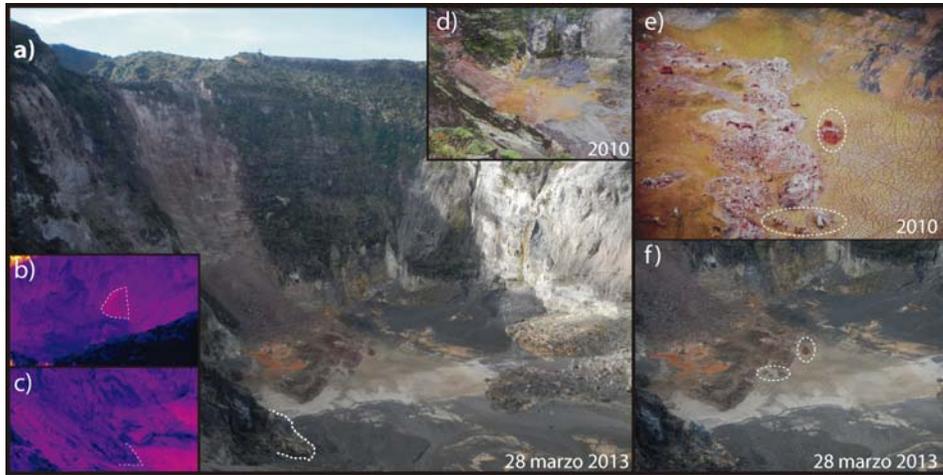


Figura 14: a) Vista sobre el Cráter Principal desde el lado norte, b) Termograma del fondo del Cráter desde la Playa Hermosa, c) Termograma del fondo del Cráter desde el lado norte, d) y e) el fondo seco del Cráter en 2010, y f) en marzo del 2013 (Fotos: Jorge Barquero H. fotos de 2010, G.Avard fotos del 27-28 marzo del 2013)

II_5 V.Irazú: Otras observaciones

Imágenes recientes de la zona norte muestra una recuperación de la vegetación lenta desde la erupción freática del 8 de diciembre de 1994 (Fig.15).

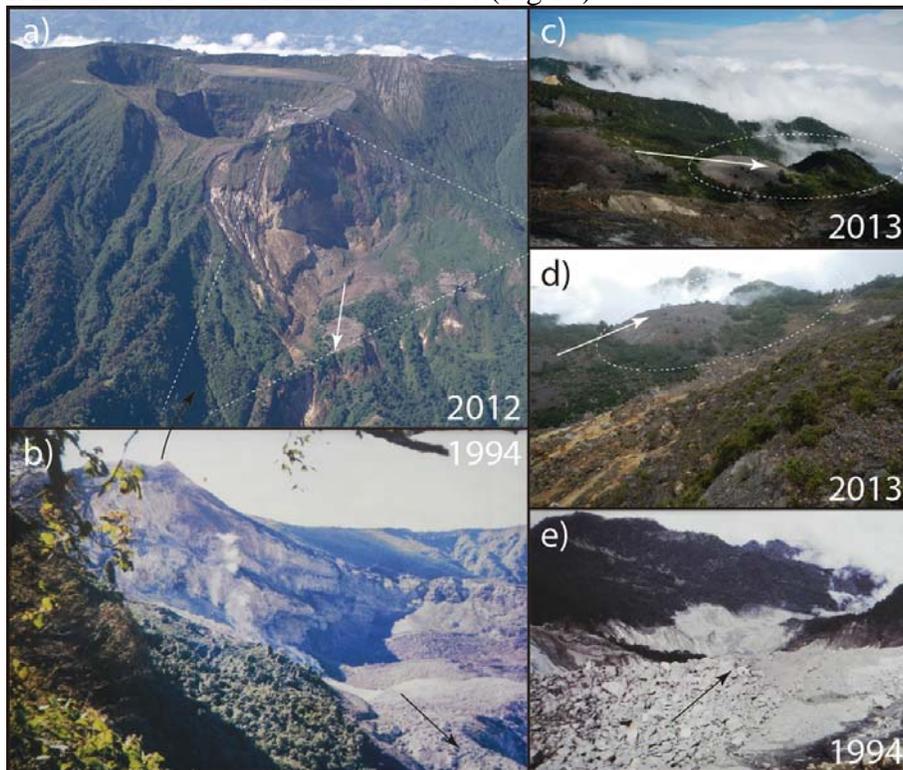


Figura 15: a) vista aérea global, b) Vista sobre la naciente del Río Sucio en 1994, c), d) y e) vistas sobre el Río Sucio en 2013 y poco tiempo después de la erupción freática (Fotos: Jorge Barquero H. fotos de 1994, G.Avard fotos del 2012 y 2013, vista aérea cortesía de Federico Chavarría-Kopper).

III_ Volcán Poás

El volcán Poás presentó una actividad en marzo muy parecida a la actividad de estos últimos meses con erupciones freáticas de pequeña amplitud y celdas de convección activas en el lago. Las buenas condiciones del tiempo para realizar mediciones a distancia permitieron encontrar fumarolas de hasta 340°C en el domo. En esta época seca el lago presenta un aumento de su temperatura, disminución de su nivel y del pH.

III_1 V.Poás: Sismología

Problemas técnicos con la estación sísmica de banda ancha del Poás no permitieron registrar la sismicidad completa del volcán durante la segunda mitad del mes de marzo, por lo que los valores reportados en este boletín para la segunda mitad de marzo son estimaciones de la actividad sísmica.

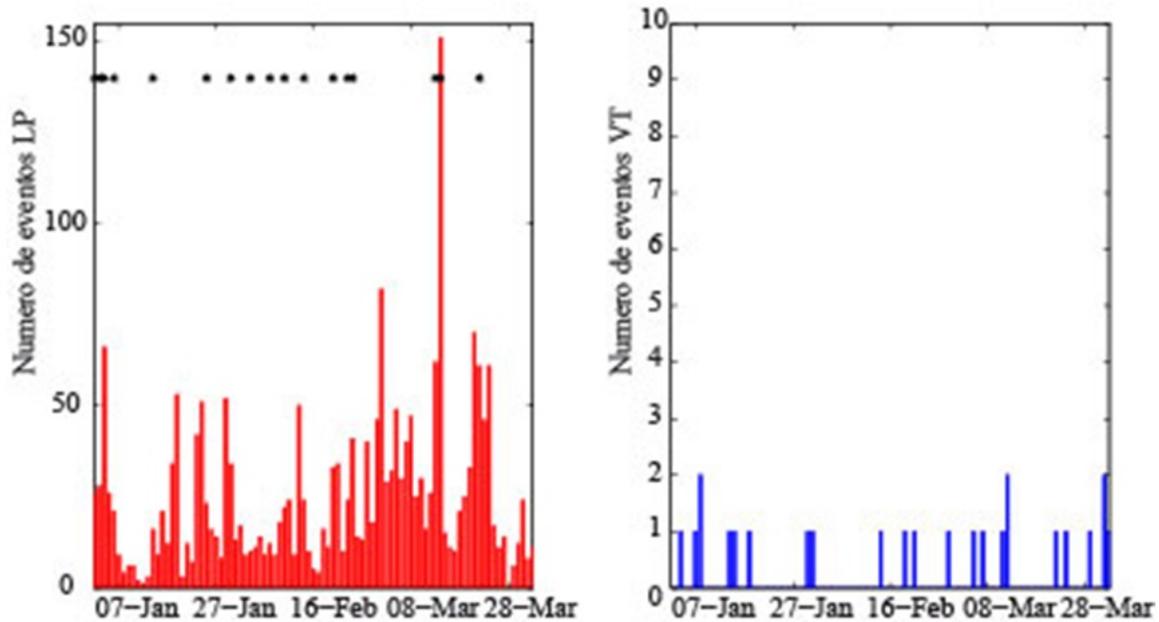


Figura 16: Número de sismos volcánicos (izquierda) registrados diariamente, las erupciones freáticas aparecen como asteriscos. Derecha, número de sismos volcano-tectónicos registrados por día.

La Figura 16 muestra el número de sismos volcánicos diarios y las erupciones freáticas registradas (asteriscos), así como el número de sismos volcano-tectónicos. La sismicidad se mantiene con valores menores a 100 eventos diarios, con excepción del día 13 de marzo, cuando se registraron 2 erupciones freáticas el mismo día (Figura 17) y la tasa de eventos se elevó a 150. Además de los sismos volcánicos de baja frecuencia típicos del volcán Poás (Figura 18), también se registraron varios sismos con mayor contenido de frecuencia que representan sismos híbridos superficiales, probablemente relacionados con pequeñas rupturas de la roca dentro del sistema hidrotermal. Las erupciones freáticas que se pudieron contabilizar suman un total de 4, sin embargo, debido a los problemas, antes mencionados con la estación sísmica, es probable que no se hayan podido identificar otras erupciones freáticas que ocurrieron durante las dos últimas semanas de marzo. En todo caso las erupciones registradas durante este año han sido de baja amplitud.

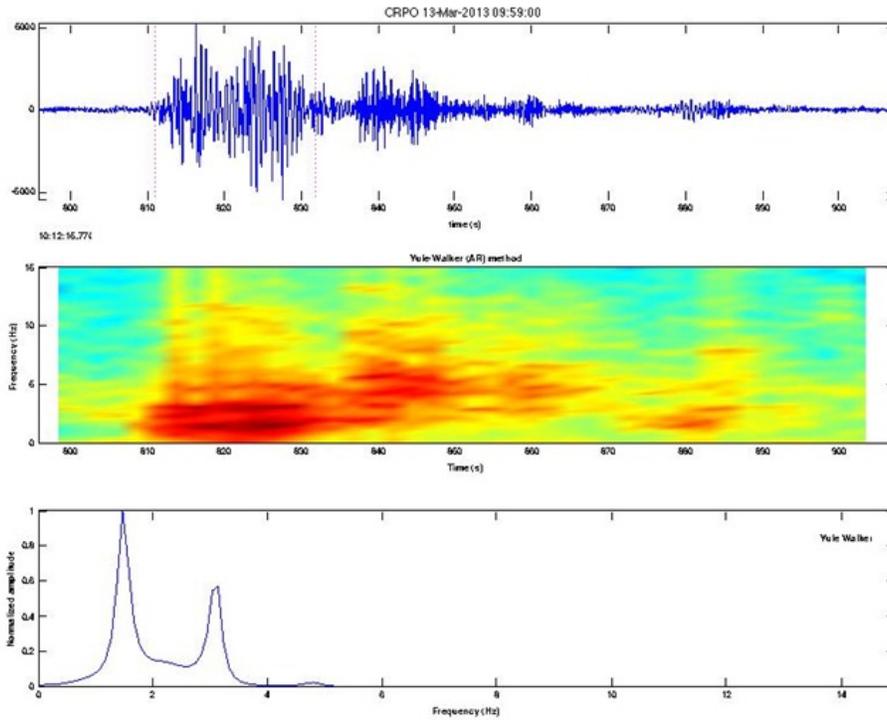


Figura 17: Erupción freática registrada el 13 de marzo con una amplitud máxima de 6.5 micrones/seg. Arriba se muestra el sismograma, en el medio el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

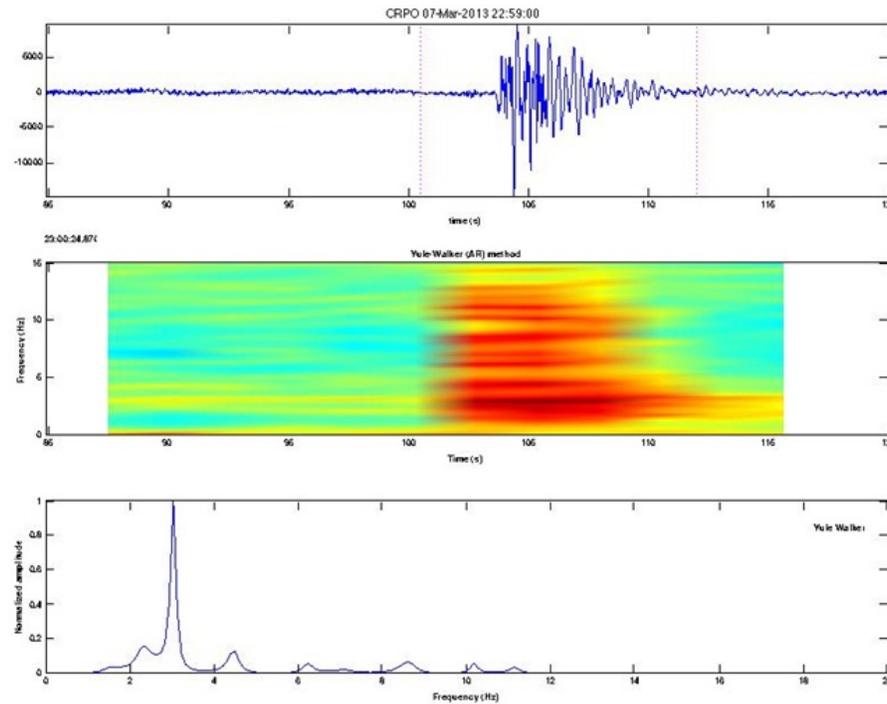


Figura 18: Sismo de baja frecuencia registrado el 7 de marzo 2013. Arriba se muestra el sismograma, al centro el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

III_2 V.Poás: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Poás.

III_3 V.Poás: El criptodomo

III_3.1 Mediciones geoquímicas

El 25 de marzo del 2013 las condiciones del tiempo permitieron una buena medición de las temperaturas de las fumarolas sobre el criptodomo con la cámara térmica FLIR SC660. La temperatura máxima medida alcanzó $\sim 340^{\circ}\text{C}$ lo que parece un incremento notable en comparación con mediciones previas (Fig.19), aunque es importante considerar que la zona de temperaturas máximas encontradas corresponde a una zona de fuerte condensación de los gases lo que altera las mediciones infrarrojas la mayor parte del tiempo. La parte accesible se mantiene a temperaturas cercanas a la temperatura de ebullición del agua.

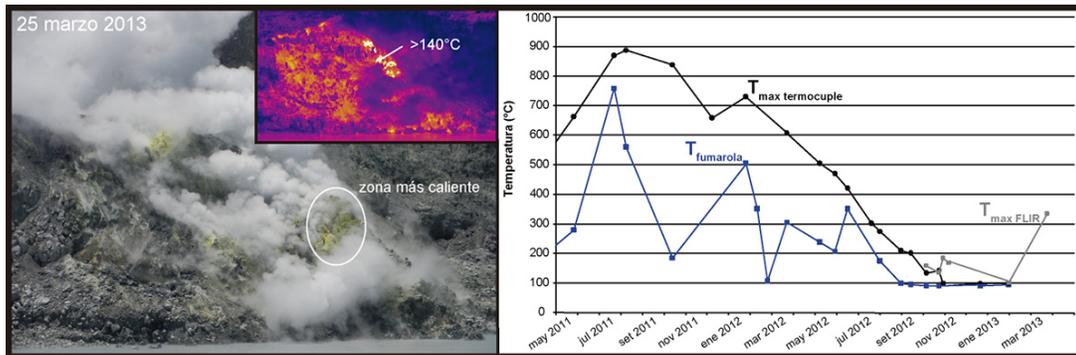


Figura 19: Evolución de la temperatura de una fumarola y máxima (mediciones por termocupla o por cámara térmica FLIR). (Fotos: G.Avard)

III_3.2 Otras observaciones

El 25 de marzo, algunas fumarolas del criptodomo se apreciaban muy cerca de la superficie del lago, y generaron chorros de agua en ebullición aproximadamente a medio metro de altura así como un ruido importante.

III_4 V.Poás: El lago ultra ácido del cráter activo

III_4.1 Mediciones geoquímicas

El 25 de marzo del 2013 se midió una temperatura de 48°C en el lago y un pH de 0.07, valores que podrían indicar un pequeño incremento de la actividad fumarólica dentro del lago, o simplemente un aporte de lluvia menos frecuente. Varias celdas de convección se mantuvieron muy activas con poco azufre elemental flotando en la superficie (Fig.20).

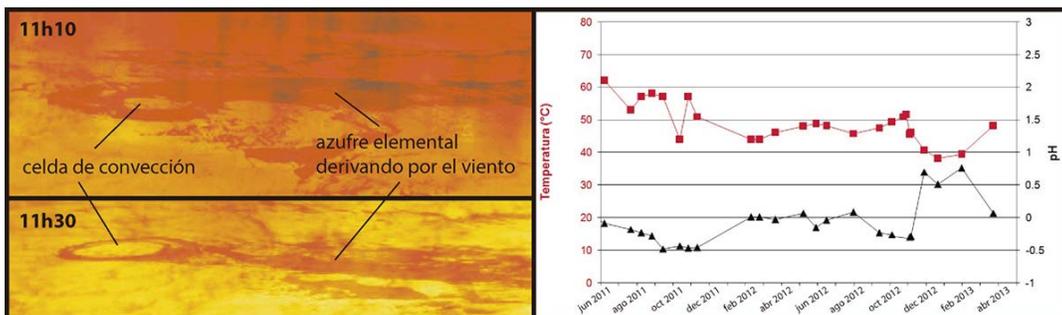


Figura 20: Evolución de la temperatura y del pH del lago. Celdas de convección se mantienen muy activas como se puede observar en los termogramas tomados con la cámara térmica FLIR SC660 (Fotos: G.Avard)

III_4.2 Otras observaciones

El nivel del lago bajó en 20-30cm entre el 30 de enero y el 25 de marzo del 2013.

IV_ Volcán Arenal

No hay datos nuevos para el volcán Arenal en marzo.

IV_1 V.Arenal: Sismología

No hay datos sísmicos, la comunicación sigue sin establecerse entre la estación y centro de registro sísmico.

IV_2 V.Arenal: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Arenal

IV_3 V.Arenal: Geoquímica

No hay datos nuevos de geoquímica para el volcán Arenal.

V_ Volcán Rincón de la Vieja

La Fuerza Pública de Buenos Aires de Upala reportó la aparición en la madrugada de una pequeña pluma por las emisiones normales de gases del volcán Rincón de la Vieja.

V_1 V.Rincón de la Vieja: Sismología

No hay datos sísmicos por falta de enlace de radio entre la estación sísmica y el centro de registro sísmico del OVSICORI.

V_2 V.Rincón de la Vieja: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Rincón de la Vieja.

V_3 V.Rincón de la Vieja: Geoquímica

No hay datos nuevos de geoquímica para el volcán Rincón de la Vieja.

V_4 V.Rincón de la Vieja: Otras observaciones

La Fuerza Pública ubicada en Buenos Aires de Upala reportó una pluma visible en la mañana del 20 de marzo del 2013 (Fig.21). Esta pluma se forma cuando las condiciones climáticas son muy estables (poco viento y atmósfera fría).

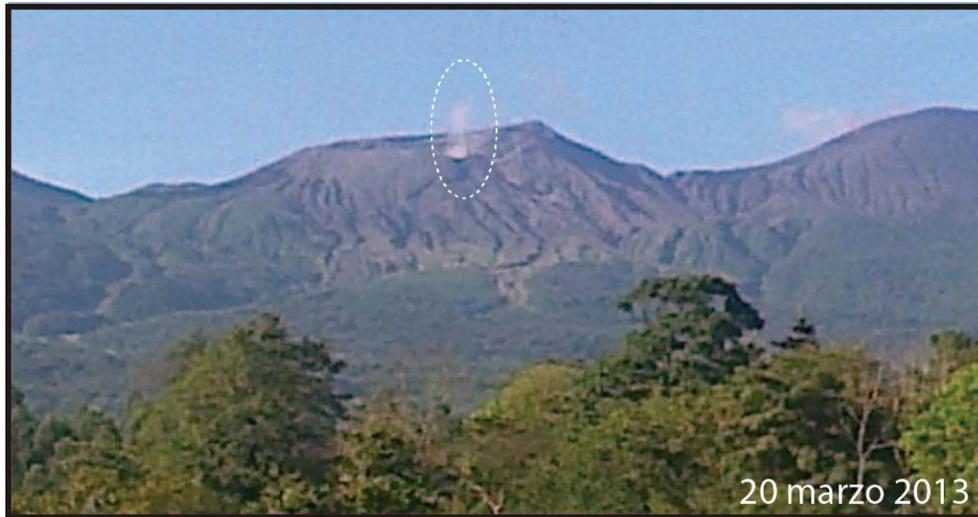


Figura 21: Lado norte del Rincón de la Vieja desde Buenos Aires de Upala donde se puede ver una pequeña pluma en las primeras horas del día cuando hay poco viento (Foto: cortesía Raymondo Hernández Martínez)

Reconocimientos:

Se agradece a los funcionarios del Sistema de Conservación de los Parques Nacionales de Costa Rica y a las personas que ayudaron con las mediciones y el trabajo de campo y de laboratorio presentado en esta publicación.

Bibliografía

- H. Kumagai y B. Chouet. Acoustic properties of a crack containing magmatic or hydrothermal fluids, *Journal of Geophysical Research*, Vol 105, pages 25,493-25512, November 10, 2000.
- Harris, A., J.L., Sherman, S. B., Wright, R. 2000. Discovery of self-combusting volcanic sulfur flows. *Geology*, v. 28 No. 5, p. 415-418.

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

Programa 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

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

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