

***Boletín de Vulcanología
Estado de los Volcanes
Agosto del 2012***



Volcán Turrialba el 24 de agosto del 2012 a las 7:32am visto por la cámara web del OVSICORI-UNA, y foto de la incandescencia en la boca 2012 el 29 de agosto del 2012 a las 6:44am (Foto:G.Avard)

Geoffroy Avard , Javier Pacheco, María Martínez, Wendy Sáenz, Jorge Brenes,
Jackeline Soto, Alejandro Agüero

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

Sismicidad en la Cordillera Volcánica Central.

La Figura 1 muestra sismos tectónicos localizados dentro de la Cordillera Volcánica Central. Aparte de un sismo aislado, que se localiza en el complejo Porvenir-Platanar, el resto de la sismicidad volcano-tectónica se concentra en los volcanes Irazú y Turrialba.

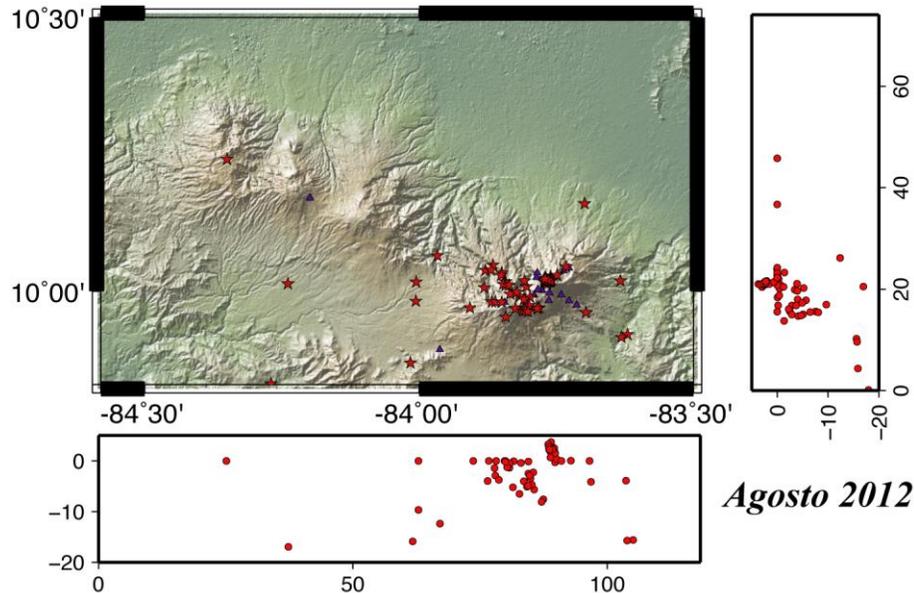


Figura 1: Sismicidad localizada durante el mes de agosto, 2012, dentro y en las cercanías de la Cordillera Volcánica Central.

I_ Volcán Turrialba

El volcán Turrialba mantuvo en agosto del 2012 una sismicidad baja con menos de 30 sismos diarios asociados principalmente al sistema hidrotermal cuya actividad se mantuvo al mismo nivel que los meses pasados, excepto por un pico de hasta 60 sismos posiblemente debidos al terremoto en El Salvador (Mw 7.3) el 27 de agosto.

I_1 V.Turrialba: Sismología

El volcán Turrialba sigue presentando en general bajos niveles de sismicidad. La figura 2 muestra el número de eventos sísmicos volcánicos registrados por la red del OVSICORI-UNA desde el 1 de julio del 2012 hasta el 31 de agosto, 2012. Los niveles de sismicidad se mantienen por debajo de 30 eventos diarios, con excepción de dos pequeños períodos; entre el 27 y 28 de julio y entre el 26 y 27 de agosto, donde en ambos casos se sobrepasa los 30 sismos diarios. El día 27 de agosto se logran contabilizar hasta 60 sismos volcánicos. El incremento en la sismicidad de este día se da luego de la ocurrencia de un gran terremoto en El Salvador (Mw 7.3). Puede que no sea más que casualidad, sin embargo, en otros volcanes se ha notado cambios en la actividad volcánica luego de grandes sismos lejanos o regionales (e.g., Lara y otros, 2004; Schminke, 2004; Bautista y otros, 1996; Cannata y otros, 2010). Manga y Brodsky (2006). Se atribuye este incremento en la actividad sísmico-volcánica a un aumento del número y tamaño de las burbujas dentro del magma fundido y saturado de volátiles al pasar las ondas sísmicas.

Este fenómeno se le conoce como difusión rectificada. Por otro lado, también se incrementan los sismos volcano-tectónicos debido a la redistribución de la presión de fluido y desbloqueo de fracturas al paso de las ondas sísmicas (Brodsky, 2003). El hecho de que la señal sea transitoria (se manifiesta solo el día 27) indica que puede haber una relación entre el sismo de El Salvador y el incremento de la actividad sísmica en el volcán Turrialba. Sin embargo, los estudios sobre la interacción volcán-terremoto lejano, son aún muy escasos y no conclusivos. Si el transiente fue causado por cambios en los esfuerzos dentro de la cámara magmática al paso de las ondas sísmicas, la corta duración del transiente y la baja actividad mostrada, muestra una disminución de la cantidad de volátiles o incapacidad de los mismos para escapar del magma.

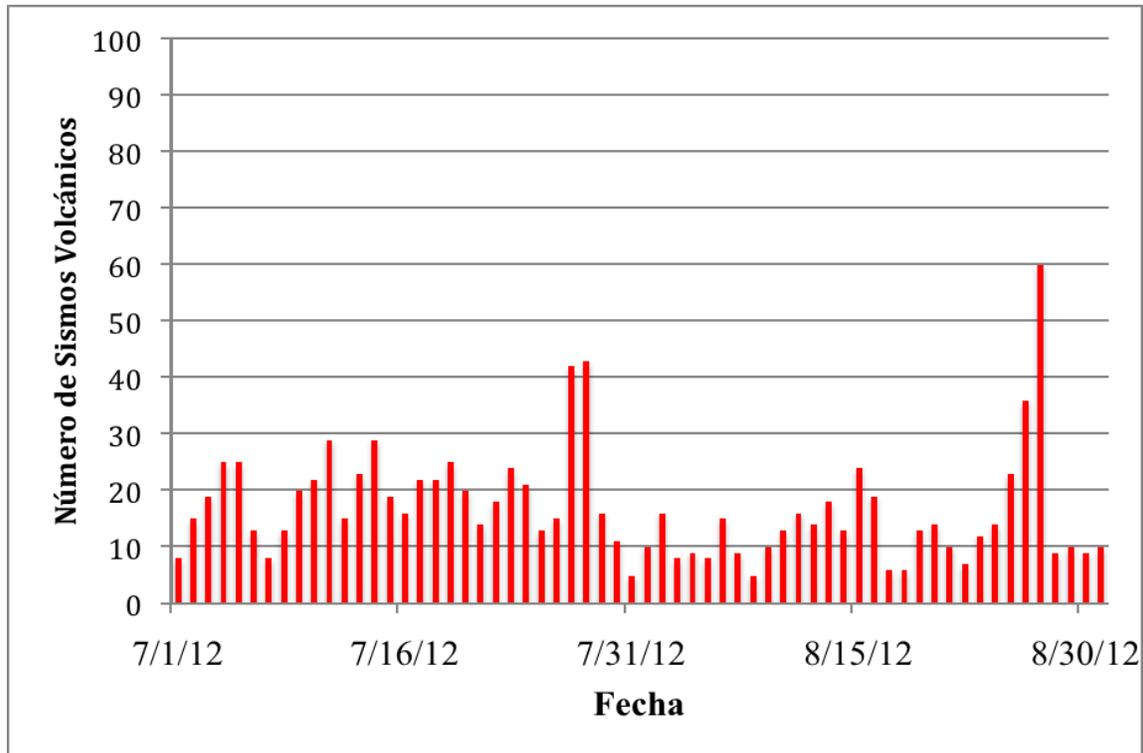


Figura 2: Conteo de la sismicidad diaria en el volcán Turrialba desde el 1 de julio al 31 de agosto del 2012.

El resto de la sismicidad volcánica estuvo dominada por eventos volcánicos muy superficiales y de alta frecuencia. De resaltar es un temblor de corta duración (8 segundos), monocromático, registrado el día 20 de agosto, con frecuencia de resonancia de 7.9 hertz. Estas frecuencias altas en temblores y sismos volcánicos son características del volcán Turrialba (Fig.3).

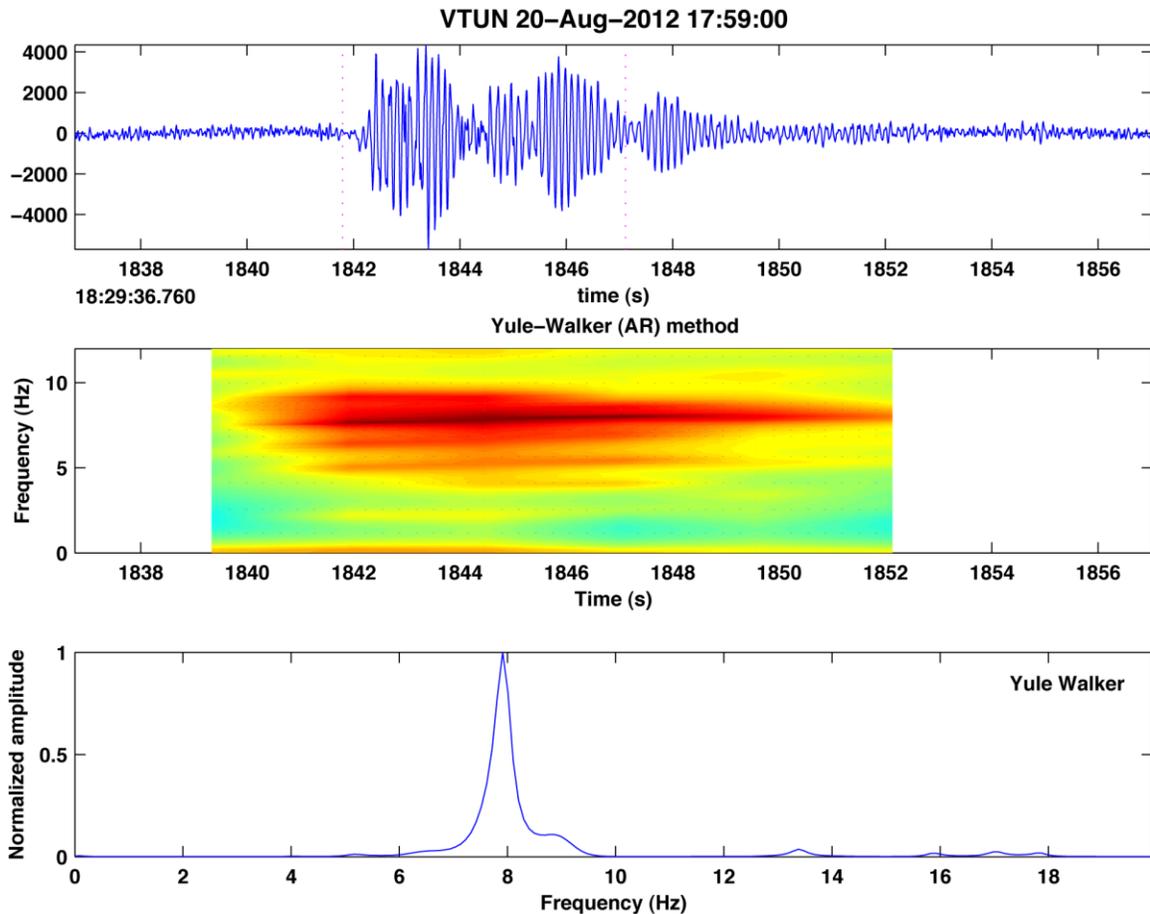


Figura 3: Tremor monocromático con duración de 8 segundos. Arriba se muestra el sismograma, al centro el espectrograma y abajo el espectro del registro.

La Figura 4 muestra la localización de los sismos volcano-tectónicos que se han podido localizar en una región alrededor de los volcanes Irazú y Turrialba, ocurridos durante el mes de agosto. La mayoría de los sismos susceptibles a localización son muy superficiales y se encuentran en la cima del volcán Turrialba. Estos sismos están relacionados con la dinámica del sistema hidrotermal. Comparado con meses anteriores se nota una disminución en el número de sismos que ocurren en la cima del volcán. Igualmente se nota una disminución en la amplitud de las señales sísmicas. Tres sismos sobrepasan magnitudes mayores a 3.0 y se localizan entre ambos volcanes, hacia el norte de Pacayas. Durante este año es la primera vez que se registran estos temblores a profundidades mayores a 5 km. La mayoría de los sismos localizados entre los dos volcanes se concentran entre 2 y 6 km de profundidad.

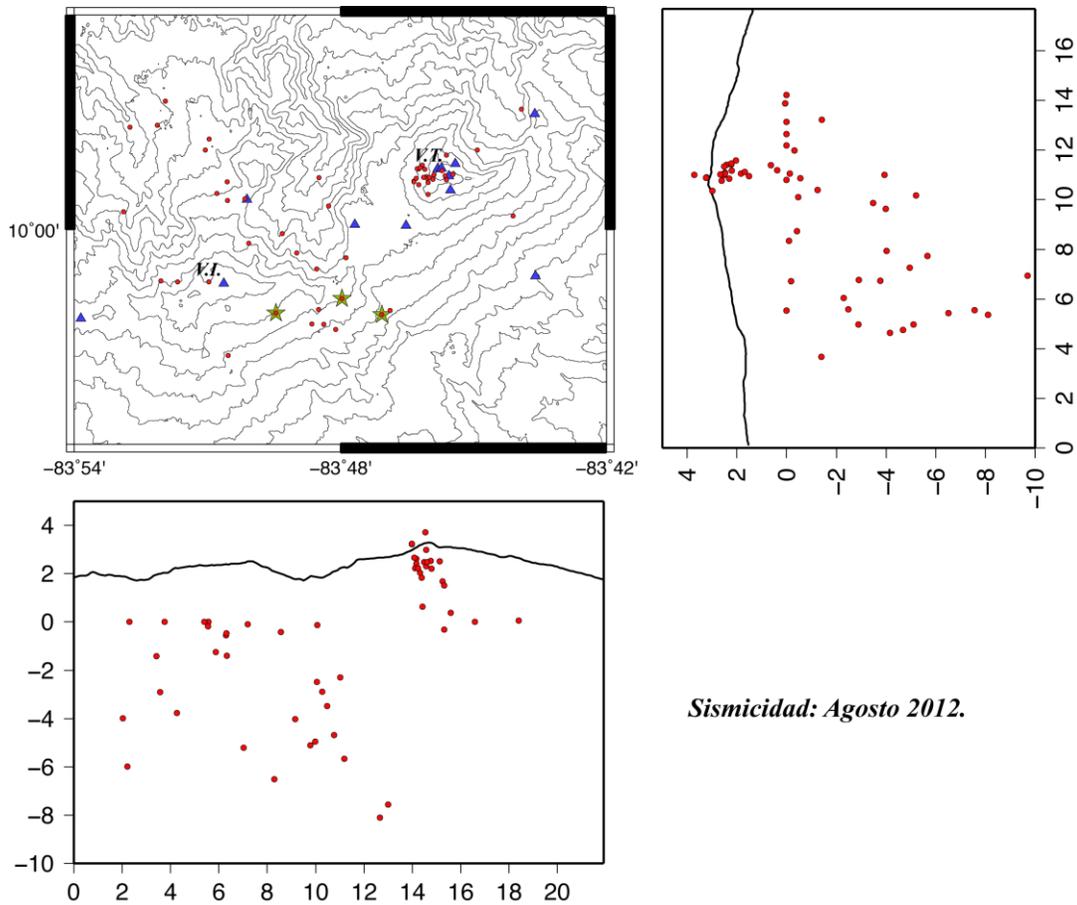


Figura 4.: Sismicidad volcano-tectónica alrededor de los volcanes Irazú (V.I.) y Turrialba (V.T.).
Estrellas muestran sismos con magnitudes mayores a 3.0.

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

Las temperaturas de las bocas 2011 (dentro del Cráter Oeste) y 2012 (Fig.5) se mantienen a un nivel estable. Las mediciones directas realizadas con termocupla de superaleación fueron de alrededor de 600°C para la boca 2011 y superior a 750°C para la boca 2012 (Fig.5a). Las fluctuaciones observadas durante los 7 meses de mediciones representan la incertidumbre de las mismas debida a las condiciones ambientales.

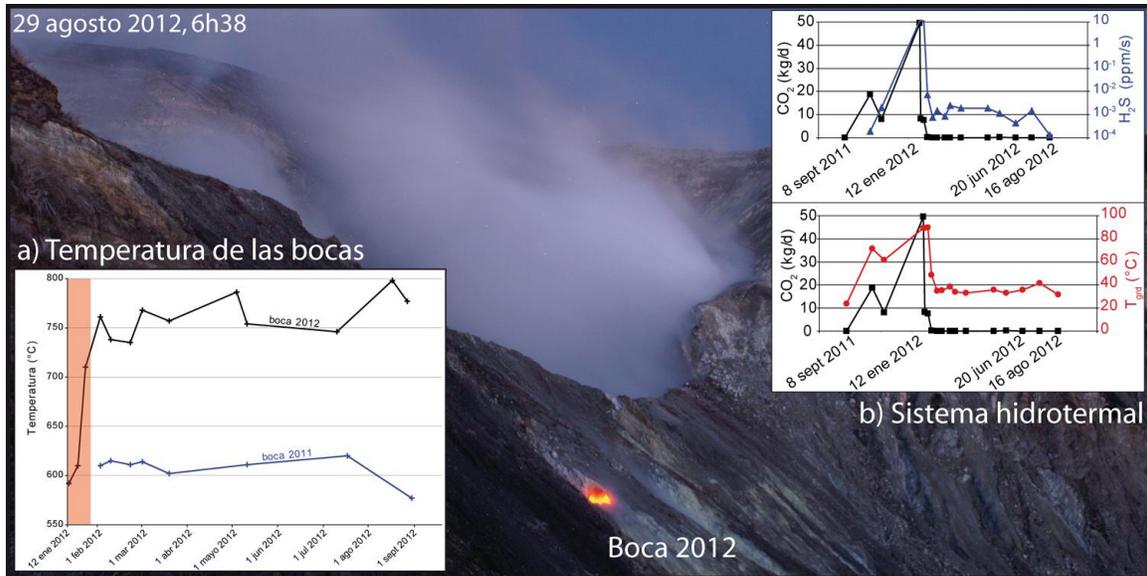


Figura 5: Incandescencia en la boca 2012 el 29 de agosto del 2012 observada a las 6:38am desde el mirador, en el borde sur del Cráter Central (Foto: G.Avard)
 a) Evolución de la temperatura de las bocas 2011 y 2012 desde el inicio del año,
 b) Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad (en rojo), flujos de CO₂ (en negro) y H₂S (en azul) que difunden en el suelo del Cráter Central

I_3.2 Sistema hidrotermal

Los flujos de CO₂ y H₂S que difunden a través del suelo en el Cráter Central se mantienen a un nivel bajo desde la segunda emisión de cenizas el 18 de enero del 2012 (Fig.5b). También la temperatura del suelo a 10 cm de profundidad se mantiene constante a lo largo del perfil de mediciones del año 2012. Estas mediciones sugieren que no hay aporte magmático nuevo hacia el sistema hidrotermal del volcán Turrialba.

I_4 V.Turrialba: Pluma de gases

Gracias a la webcam del OVSICORI-UNA, el 24 de agosto del 2012 a las 7:30 am se observó una súbita salida de gas en la boca 2011 (Fig.6). La Figura 7 muestra el sismograma filtrado (entre 5 segundos y 5 hz) registrado en la estación sísmica VTUN, de las 7:00 am a las 7:50 am. Se puede notar un pequeño evento sísmico volcánico que apenas sobresale del ruido ambiental a las 7:26 am. La cercanía de este evento sísmico a la ocurrencia de la exhalación gaseosa en la boca fumarólica 2011 podría ser solo una coincidencia. No fueron observados cambios superficiales después de este evento. Esto ilustra el dinamismo del sistema hidrotermal aún cuando el volcán no presenta actividad magmática nueva.

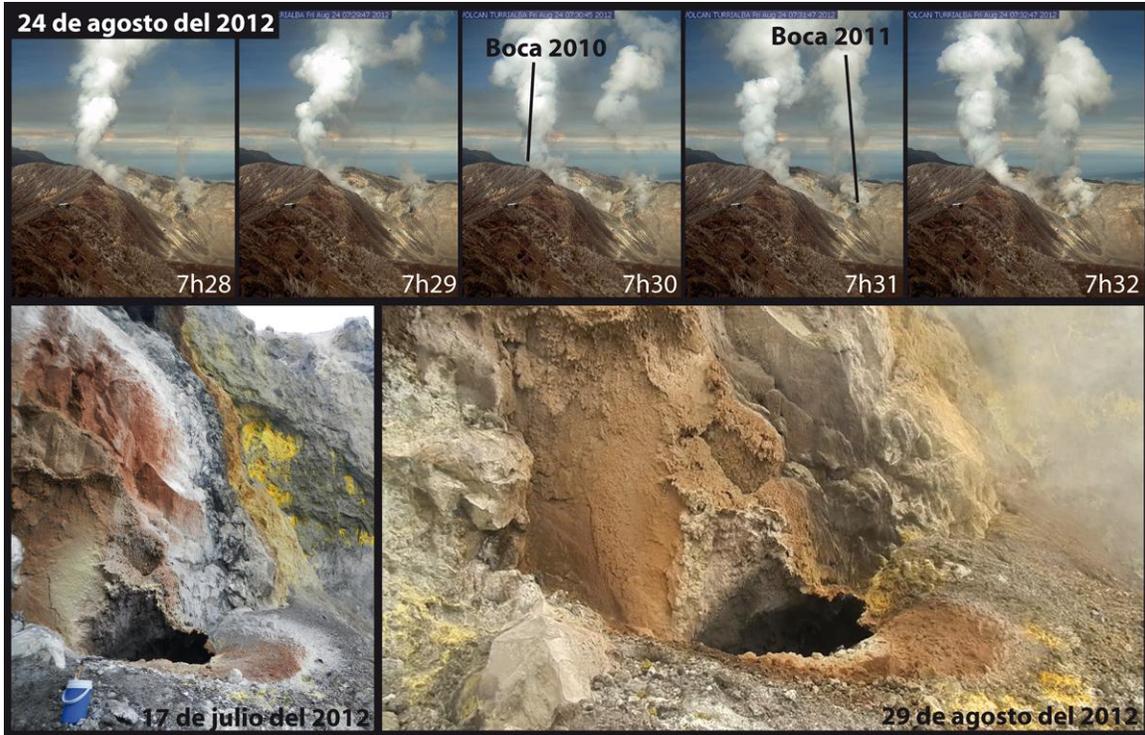


Figura 6: Secuencia de fotografías tomadas por la webcam del OVSICORI-UNA el 24 de agosto del 2012 con la súbita aparición de una pluma de vapor a la vertical de la boca 2011, y comparación entre la boca 2011 en julio y a la fin de agosto (Fotos: G.Avard)

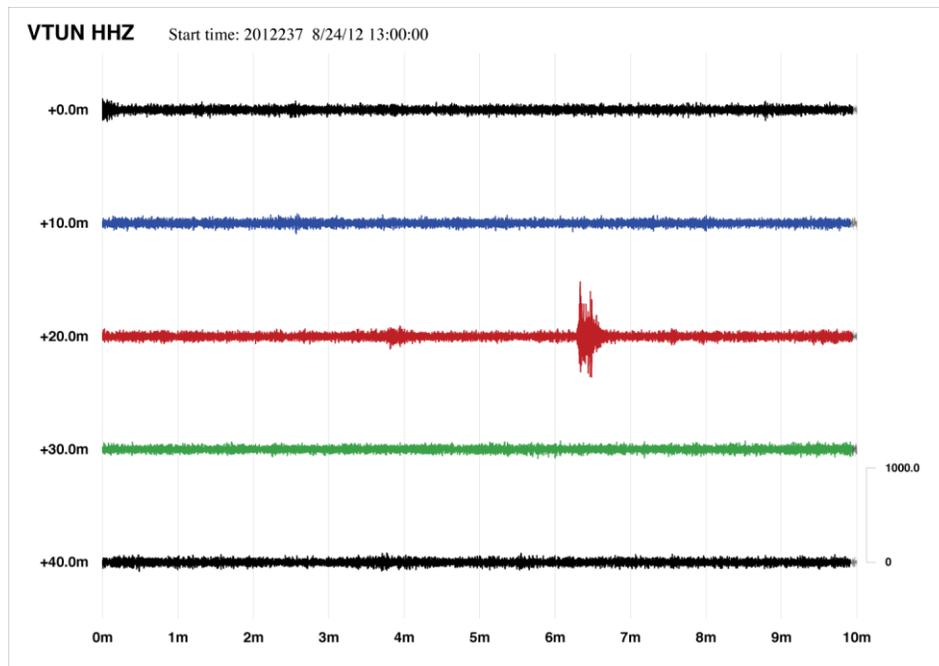


Figura 7. Sismograma registrado por la estación sísmica VTUN entre las 7:00 am del día 24 de agosto, 2012 y las 7:50 am.

I_5 V. Turrialba: Pluma de dióxido de azufre detectada por satélite

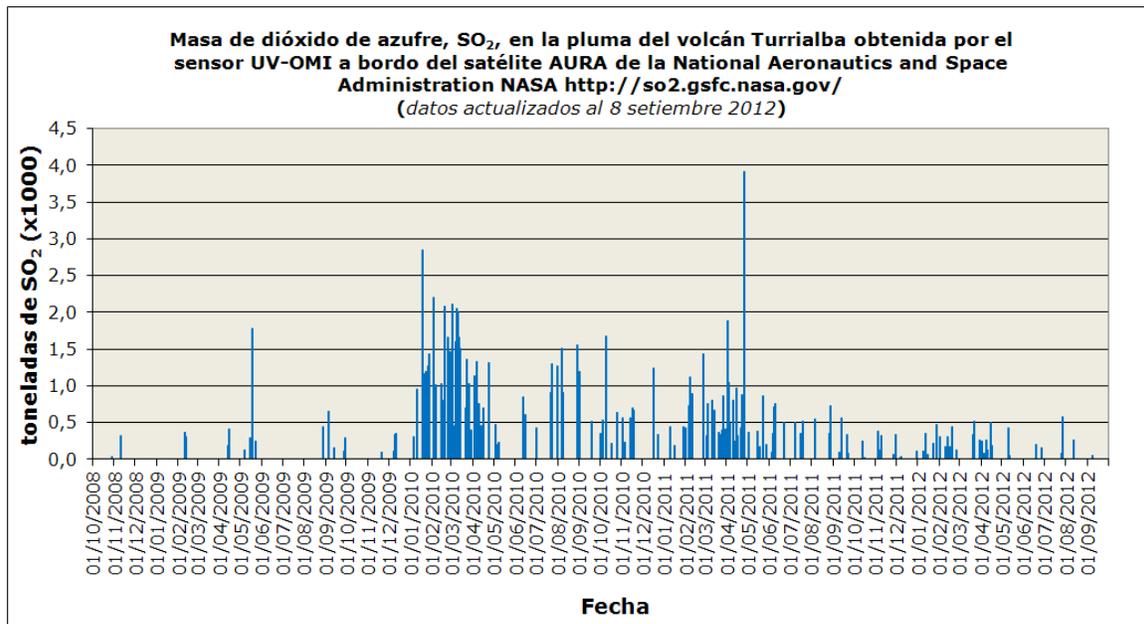


Figura 8. Masa de SO₂ en la pluma del volcán Turrialba inferida de imágenes del sensor UV-OMI a bordo del satélite AURA de la NASA entre octubre del 2008 y el 8 de setiembre del 2012. Los datos de masa de SO₂ corresponden al total de SO₂ detectado emitido por el Turrialba cuando el satélite pasa sobre la región de América Central entre las 18:00-19:00 UTC. La información no está corregida respecto al nivel “de fondo” de SO₂, ni filtrada para remover “ruido” o “artefactos” Fuente: <http://so2.gsfc.nasa.gov/>

En la figura 8 se muestra la variación temporal de la masa de dióxido de azufre (SO₂) exhalada por el volcán Turrialba hacia la atmósfera y detectada mediante el sensor ultravioleta, UV, satelital holandés-finlandés “Instrumento de Monitoreo de Ozono” (OMI), lanzado en el satélite Aura de la NASA en julio del 2004, En general, desde mediados del año 2011 y hasta el presente, el volcán Turrialba ha estado emitiendo una tasa baja de SO₂. De los datos OMI y de mediciones terrestres realizadas con detector miniDOAS continuo que se encuentra en La Central, 2 km al oeste del Cráter Oeste, se estima que en la actualidad el nivel de emisión es de alrededor de 200-300 toneladas de SO₂ por día (Figs. 8 y 9). Estas observaciones son consistentes con los niveles relativamente bajos de actividad sísmica que se vienen observando en el volcán Turrialba desde abril del 2011 hasta agosto del 2012. Los datos mostrados en la Fig. 8 corresponden a imágenes satelitales OMI-AURA seleccionadas que muestran el menor ruido de fondo y “artefactos”.

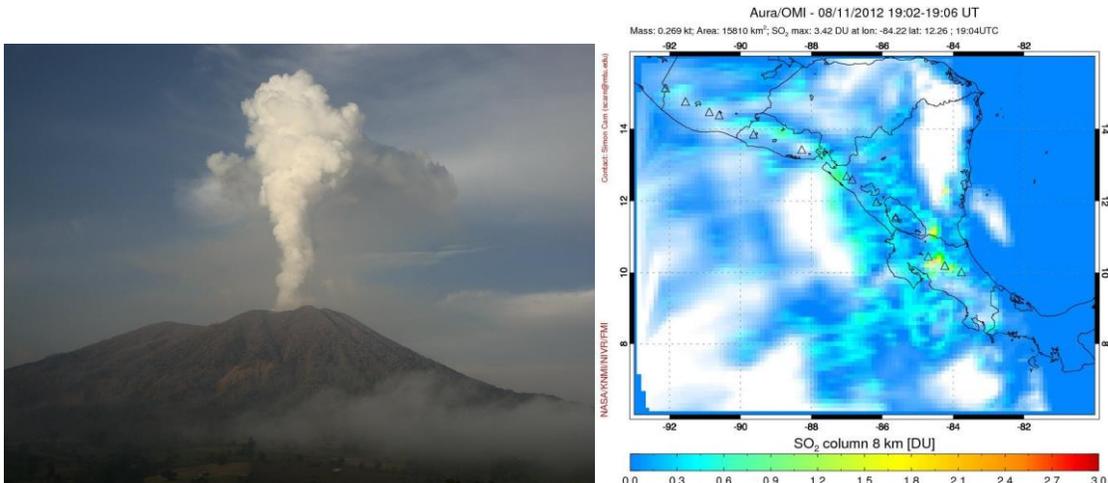


Figura 9. A la izquierda, pluma de gases, vapores y aerosoles del volcán Turrialba desde el Hotel de Montaña Turrialba Lodge, el 15 de agosto del 2012. Foto cortesía de Katy Rivera Loaiza. A la derecha, la pluma de SO₂ detectada por el sensor UV-OMI a bordo del satélite AURA de la NASA el 11 de agosto del 2012. La pluma se desplaza hacia el noroeste-norte dispersándose tan lejos como San Carlos y Nicaragua (Río San Juan-Zelaya Sur). Fuente: <http://so2.gsfc.nasa.gov/>

I_6 V.Turrialba: Depositación total ácida (húmeda + seca)

Depositación total ácida con valores de pH a veces tan extremos como pH=1.90 se ha observado en las inmediaciones del volcán Turrialba en el periodo 2007-2012, como resultado del incremento dramático en la actividad sísmica y fumarólica, especialmente entre los años 2007-2010. La depositación total se define como ácida si el pH de la misma es igual o inferior a 5.6 ($\text{pH} \leq 5.6$).

Entre mayo y agosto del 2012 se nota un aumento marcado en el pH (disminución de la acidez) de la depositación total en sitios como la Casa de los Guardaparques del Parque Nacional Volcán Turrialba y Calle Vargas en Santa Cruz de Turrialba (pH entre 3.5 y 6.7). Estos 2 sitios están localizados aprox. 0.8km y 5.9km al SE de la cima del volcán Turrialba, respectivamente. El aumento en los valores de pH implica una disminución en la acidez de la depositación total en estos sitios de muestreo, debido a la reducción notable en la tasa de emisión de volátiles magmáticos hacia la atmósfera observada en lo que ha transcurrido del año 2012. Además, estos 2 sitios están generalmente menos influenciados por la pluma volcánica ya que la dirección prevaleciente de las masas de aire en la atmósfera dispersa la pluma con frecuencia hacia el norte-noroeste-oeste. Por el contrario, la depositación total continua siendo bastante ácida en sitios como las fincas La Silvia y la Central, 2.8km NO y 2.2km SO del Cráter Oeste, respectivamente, con valores de pH oscilando entre 3.1 y 3.8 (Fig.10), ya que se encuentran bajo una mayor influencia de la pluma volcánica por la dirección predominante de los vientos.

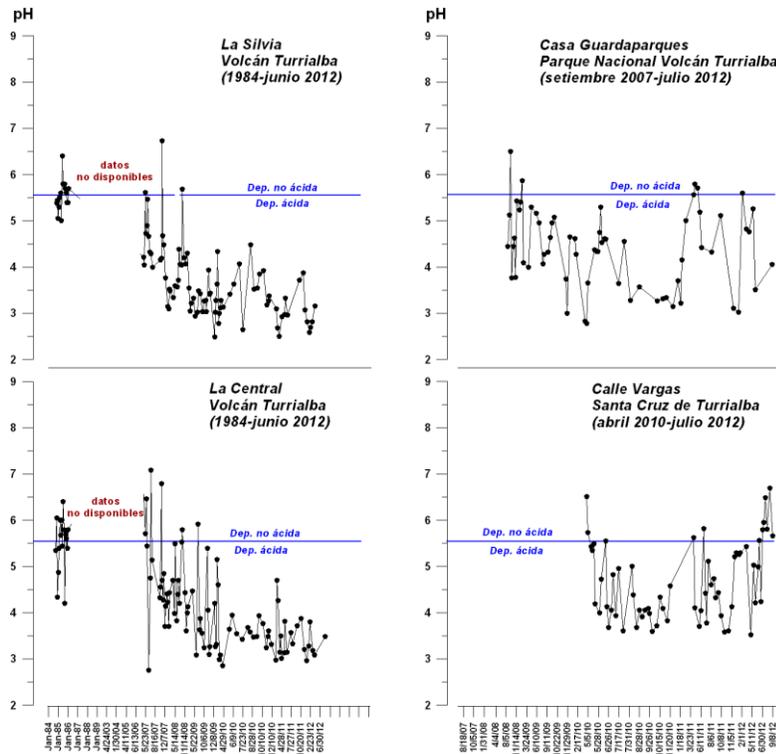


Figura 10. pH (acidez) de la depositación total ácida (húmeda y seca) recolectada en las estaciones de muestreo La Silvia, La Central, Casa Guardaparques, y Santa Cruz de Turrialba. Valores de $pH \leq 5.6$ corresponden a depositación ácida (línea azul). Datos: Programa de Vigilancia Volcánica - Laboratorio de Geoquímica Volcánica “Dr. Eduardo Malavassi Rojas”- OVSICORI-UNA.

I_7 V.Turrialba: Otras observaciones

El 29 de agosto, no había acumulación de agua en el fondo del Cráter Oeste. Se observó también más bloques al pie de la “pirámide de azufre” como resultado de la fuerte erosión sobre esta pared debilitada por la actividad hidrotermal y las lluvias de la época.

II_ Volcán Irazú

Durante el mes de agosto, la sismicidad del volcán Irazú se mantuvo baja con un promedio de 1 sismo LP cada ~30h.

II_1 V.Irazú: Sismología

Durante el mes de agosto no se encontró variaciones notables en la actividad sismo-volcánica en el volcán Irazú. Se mantiene un promedio de 1 sismo LP cada 30 horas (Fig.11). Igualmente las amplitudes de estos eventos se mantienen con un promedio de 12 micrones/segundo en la estación VIRE. La sismicidad volcano-tectónica presenta en general niveles bajos. La mayoría de los sismos volcano-tectónicos se ubican entre los macizos del Irazú y del Turrialba, hacia el norte y sur de la línea imaginaria que los une (Fig.4)



Figura 11: Conteo diario de sismos volcano-tectónicos registrados en las cercanías del volcán Irazú (barras rojas). Conteo diario de sismos volcánicos de baja frecuencia (LP) del volcán Irazú (barras verdes).

II_2 V.Irazú: Deformación

No hay nuevos datos de deformación para el volcán Irazú.

II_3 V.Irazú: Nivel del lago del Cráter Principal

El nivel del lago continúa bajando algunos centímetros (<10cm) por mes. Sin embargo, la comparación de imágenes entre el 23 de agosto del 2011 y el 22 de agosto del 2012 permite estimar que el nivel del lago cratérico principal está 10-15 cm más alto que el año anterior (Fig.12). La acumulación de agua en el Cráter Principal refleja principalmente la influencia de las condiciones meteorológicas.



Figura 12: Fotografías del lago cratérico principal del Volcán Irazú el 23 de agosto del 2011 (Foto: G.Avard) y el 22 de agosto del 2012 (Foto: cortesía E. Duarte). La comparación permite estimar que el nivel del lago está 10-15cm más alto este año que el año anterior.

III_ Volcán Poás

Los sismos volcánicos del volcán Poás mostraron una disminución importante en cuanto al número de eventos entre inicios de julio y finales de agosto. La temperatura de las fumarolas del criptodomo disminuyó así mismo. El nivel del lago se estabilizó.

III_1 V.Poás: Sismología

El volcán Poás mantiene bajos niveles de sismicidad, tanto volcánica como volcano-tectónica. La Figura 13 muestra el conteo diario de sismos que ocurrieron en el volcán entre el 1 de julio y el 30 de agosto del 2012. La sismicidad volcano-tectónica se mantiene con bajos niveles, tanto en la amplitud de los eventos como la frecuencia de los mismos. Los sismos volcánicos de baja frecuencia muestran también una disminución importante en cuanto a número de eventos entre inicios de julio y finales de agosto.

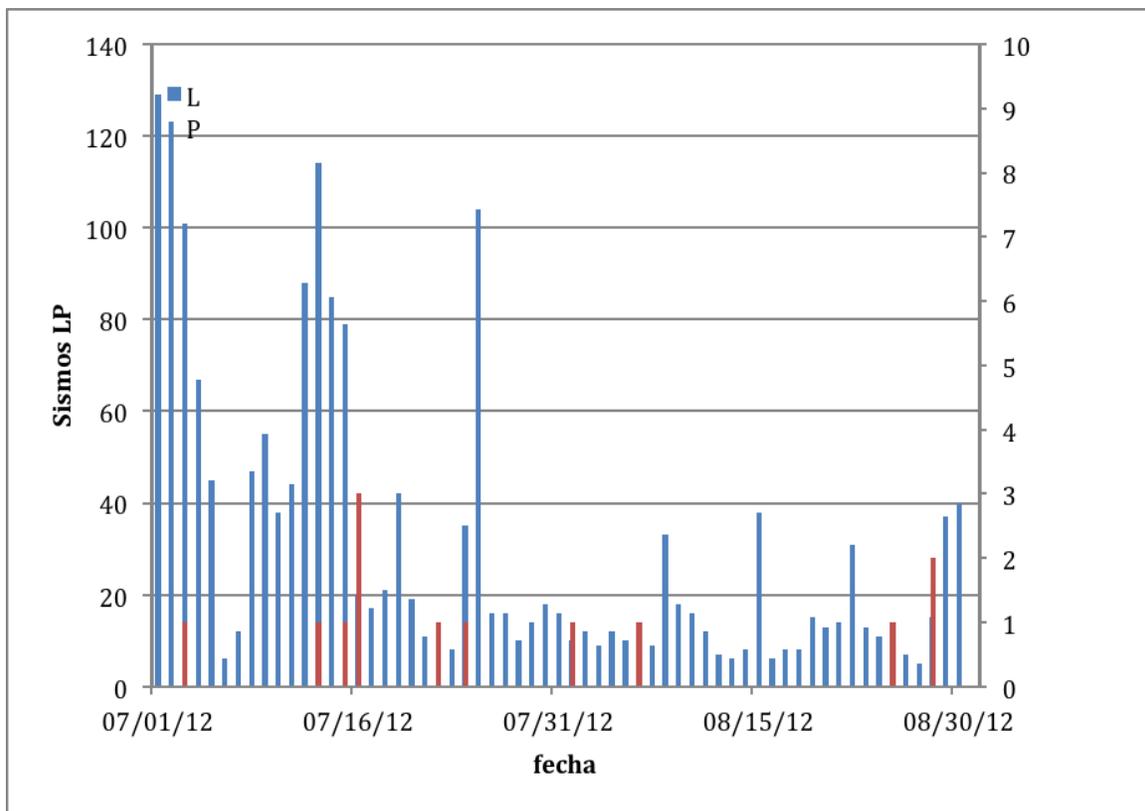


Figura 13: Sismicidad diaria en el volcán Poás. Los sismos volcánicos de baja frecuencia (LP) se muestran con barras azules y escala a la izquierda. Los sismos volcano-tectónicos se muestran con barras rojas y escala a la derecha.

Durante el mes de agosto solo se registró una señal sísmica asociada a una erupción freática el día 4 de agosto a las 4:37 de la mañana, por lo que no fue observada por personas. Sin embargo, esta erupción fue de energía menor a las registradas durante el mes de julio, ya que la amplitud máxima medida en la estación sísmica CRPO alcanzó apenas 6.5 micrones/segundo.

III_2 V.Poás: Deformación

No hay nuevos datos de deformación para el volcán Poás.

III_3 V.Poás: El criptodomo

III_3.1 Mediciones geoquímicas

La temperatura de las fumarolas del criptodomo continúa en descenso. Para finales de agosto del 2012, las temperaturas máximas de las fumarolas accesibles rondaban los 200°C (Fig.14).

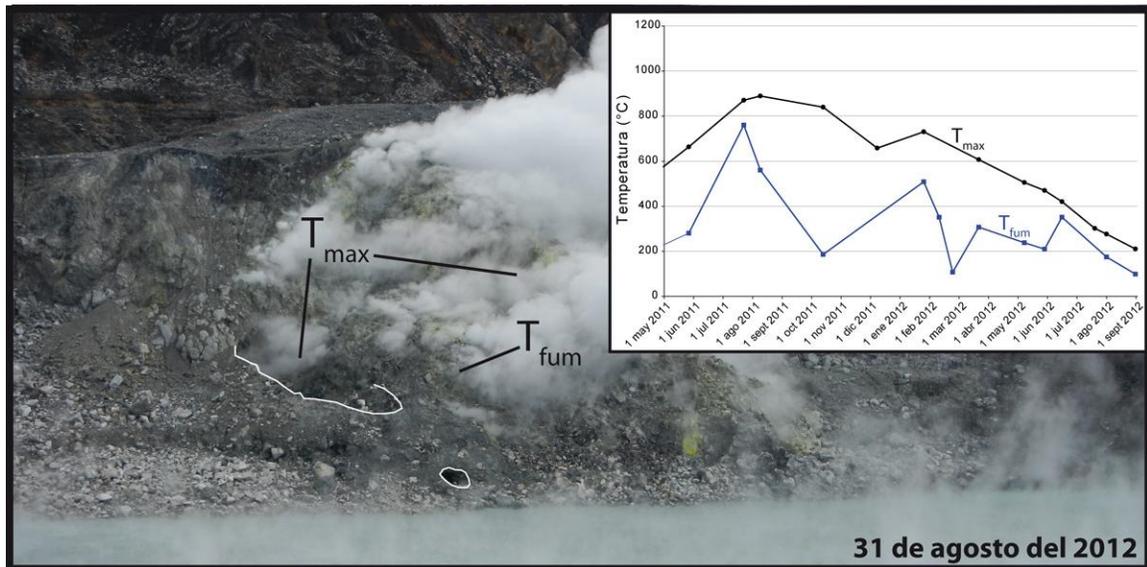


Figura 14: Vista sobre el criptodomo desde el lado noreste del lago y evolución de las temperaturas de las fumarolas desde mayo del 2011 (Foto: G.Avard).

III_3.2 Otras observaciones

El bajo nivel del lago permite la observación de una cavidad de ~1.5m de apertura y de un diámetro interior de ~2m, que anteriormente se encontraba bajo el agua (Figs.14 y 15). Esta cavidad actualmente no presenta actividad fumarólica aunque un pequeño depósito de azufre debido a la actividad fumarólica previa. Se supone que la formación de esta cavidad tiene relación con la actividad fumarólica subacuática visible dentro del lago en diciembre del 2011. Sin embargo, no se tiene certeza del mecanismo de su formación; pudo haberse formado por erosión progresiva debido al alto flujo de gas o por medio de pequeñas explosiones freáticas.

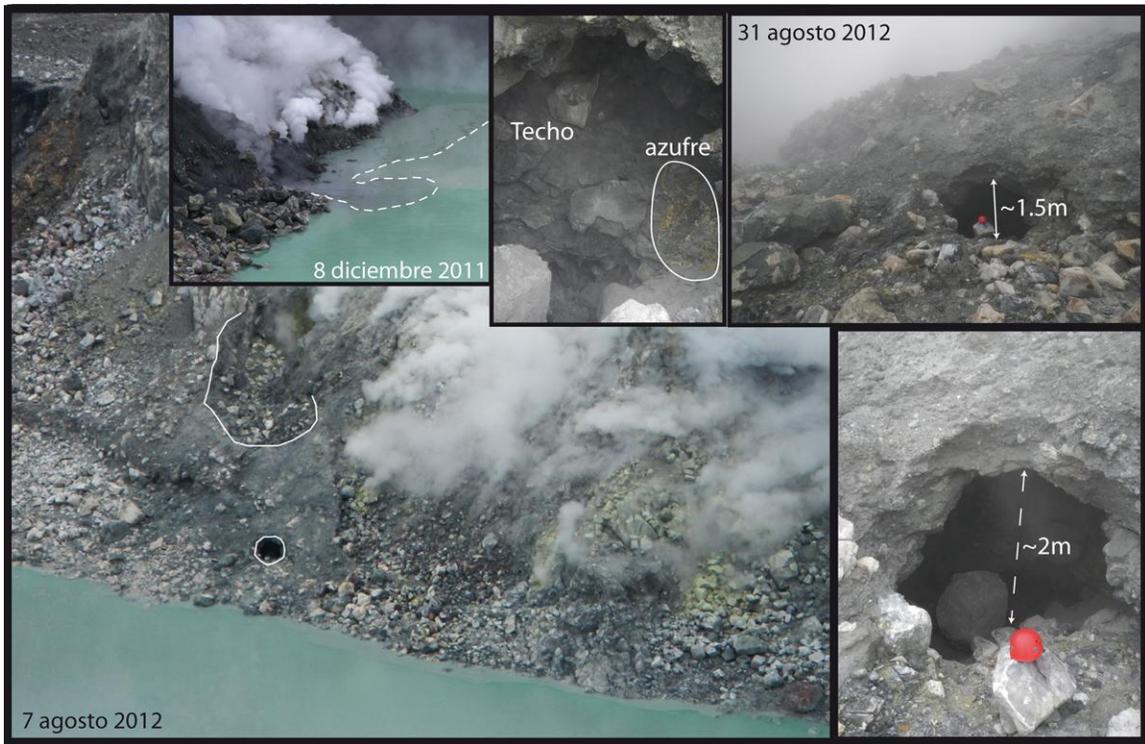


Figura 15: Observación de cavidad gracias al bajo nivel del lago. En diciembre del 2011, con un nivel más alto, se podía observar una mancha de partículas finas emitidas por las fumarolas subacuáticas en la venciidad de esta cavidad. El casco rojo sirve de escala. (Fotos: G.Avard)

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

III_4.1 Mediciones geoquímicas

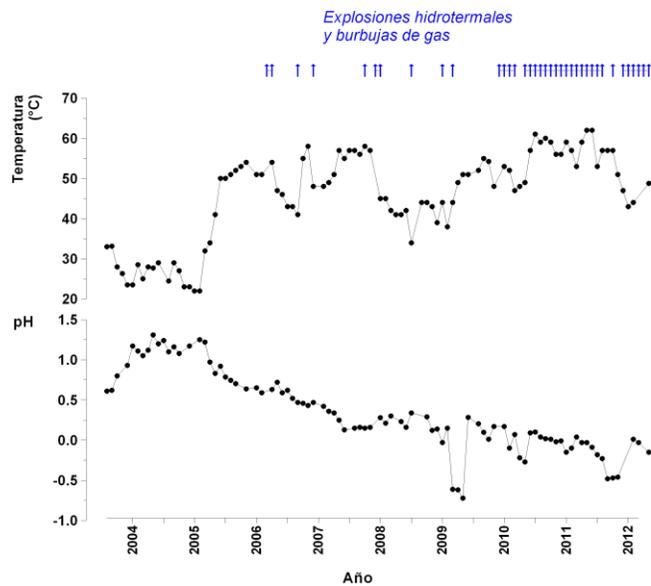


Figura 16: Evolución de la temperatura y el pH del lago ultraácido del Poás desde el 2004 hasta agosto 2012.

En agosto 2012, la temperatura y acidez del lago continúan mostrando una tendencia a disminuir con respecto a las mediciones realizadas en la segunda mitad del año 2011. Esta tendencia es debido principalmente a una disminución general en la tasa de emisión de gases magmáticos y de calor a través del cráter activo del Poás. Para agosto se registran 45°C y un pH=0,05 (Fig. 16).

III_4.2 Otras observaciones

En agosto el nivel del lago se mantuvo constante aunque algo superior respecto al bajo nivel reportado en julio del 2012, debido a la influencia de la precipitación meteórica y la disminución en el nivel de desgasificación del volcán.

IV_ Volcán Arenal

La depositación total ácida recolectada en el sector oeste del volcán Arenal continua siendo de naturaleza ácida. Sin embargo, muestra una tendencia a evolucionar hacia condiciones menos ácidas como resultado de la disminución marcada en la tasa de desgasificación magmática del Arenal en los últimos años.

IV_1 V.Arenal: Sismología

No se tienen datos sísmicos para el volcán Arenal.

IV_2 V.Arenal: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Arenal.

IV_3 V.Arenal: Geoquímica: Depositación total ácida (húmeda + seca)

La depositación total ácida (húmeda y seca) recolectada en la estación Caseta C ubicada aprox. 2 km de los cráteres sumitales del volcán Arenal, muestra una naturaleza predominantemente ácida (pH's ≤ 5.6). Casi el 100% de las muestras son bastante ácidas, con pH's menores a 5. Sin embargo, una disminución paulatina y generalizada en el nivel de acidez (aumento en el valor de los pH's) es mostrado en el perfil temporal de pH de la depositación total en la figura 17. Esta disminución en la acidez de la depositación total, especialmente en los dos últimos años, refleja muy bien la reducción significativa de la actividad magmática del volcán Arenal.

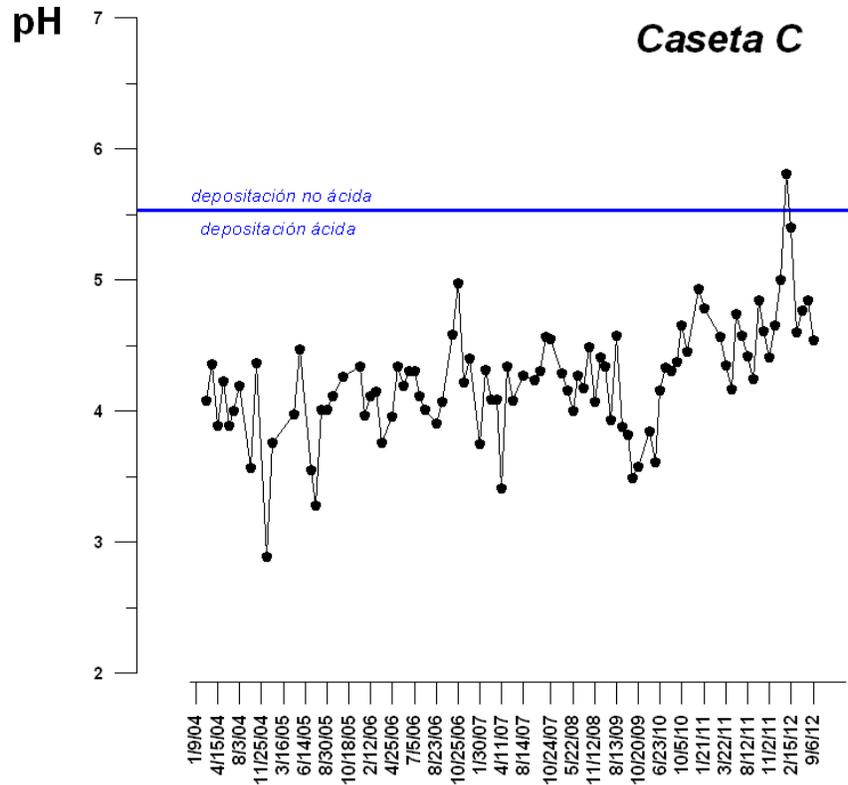


Figura 17. pH (acidez) de la depositación total ácida [húmeda (lluvia) y seca] recolectada en la estación de muestreo Caseta C en el volcán Arenal. Valores de $pH \leq 5.6$ corresponden a lluvia ácida (línea azul).
 Datos: Programa de Vigilancia Volcánica - Laboratorio de Geoquímica Volcánica del OVSICORI-UNA.

IV_4 V.Arenal: Otras observaciones

No hay otras observaciones para el volcán Arenal.

V_ Volcán Rincón de la Vieja

No se tienen datos para el volcán Rincón de la Vieja para el mes de agosto.

V_1 V.Rincón de la Vieja: Sismología

No se tienen datos sísmicos para el mes de agosto.

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 información nueva en geoquímica para el volcán Rincón de la Vieja.

V_4 V.Rincón de la Vieja: Otras observaciones

No hay observación nuevas del volcán Rincón de la Vieja.

Reconocimientos:

Se agradece a los funcionarios del Sistema de Conservación de 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.

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

Bibliografía:

- Bautista, B., P. Leonila, R. Stein, E. Barcelona, R. Punongbayan. Relationship of regional and local structures to Mount Pinatubo activity. In Fire and Mud, ed. C. Newhall, R. Punongbayan. Seattle: University of Washington Press, 1996.
- Brodsky, E., E. Roeloffs, D. Woodcock, I. Gall, M. Manga. A mechanism for sustained ground water pressure changes induced by distant earthquakes. *Journal of Geophysical Research*, 108, doi:10.1029/2002JB002321, 2003.
- Cannata, A., G. Di Grazia, P. Montalbo, M. Aliotta, D. Patane, E. Boschi. Response of Mount Etna to dynamic stresses from distant earthquakes. *Journal of Geophysical Research*, doi: 10.1029/2010JB007487, 2010.
- Lara, L., J. Naranjo, H. Moreno. Rhyodacitic fissure eruption in Southern Andes (Cordon Caulle, 40.5 degrees S) after the 1960 (Me 9.5) Chilean earthquake: a structural interpretation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 138, 127-138, 2004.
- Manga, M., and E. Brodsky. Seismic triggering of eruptions in the far field: Volcanoes and Geysers. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 34, 263-291, 2006.
- Schminke, H. *Volcanism*, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 324 pp, 2004.

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>