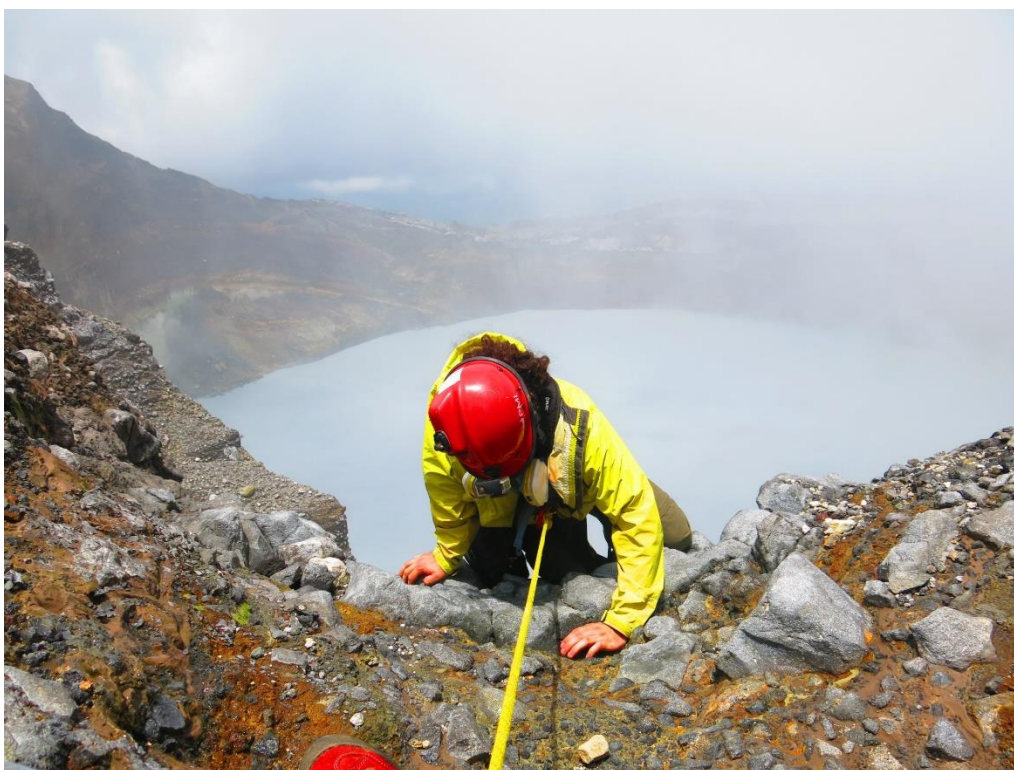




UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA
RED SISMOLÓGICA NACIONAL (RSN)
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS GEOLÓGICAS (CICG)
INFORME ANUAL SOBRE LA ACTIVIDAD DE DOS VOLCANES ACTIVOS DE
COSTA RICA



2014

**Yemerith Alpízar Segura, Gino González, Raúl Mora-Amador, Carlos Ramírez Umaña,
Mauricio Mora, Waldo Taylor & Henriette Bakkar.**

**Colaboraron: Natalia Paniagua, Fabián Valverde, Roberto Santamaría, Adrián Martínez, Priscilla
Vargas, Adolfo García, Ariel Apuy, Andrea Moya, Juan Luis Porras, Luis Espinoza & Diego Freni.**



I. Introducción

La actividad de los volcanes durante el 2014 fue intensa, concentrado en los volcanes Turrialba, Poás y Rincón de la Vieja. Además, se dieron variaciones en la actividad sísmica en el volcán Irazú y cambios en la coloración en el *maar* de la Laguna Hule.

La actividad eruptiva más importante se dio en el volcán Turrialba entre octubre y diciembre, con eventos freáticos acompañado de explosiones de tipo estrombolianas, con pequeñas salidas de magma. Esto ocasionó el colapso de una de las laderas y con ello un cambio en la morfología del cráter activo.

El volcán Poás tuvo erupciones freáticas importantes, como las ocurridas en octubre, que ocasionaron la caída de material fino en la zona del mirador.

En el caso del volcán Rincón de la Vieja, el lago ácido estuvo muy activo durante todo el año, con explosiones freáticas en setiembre, que fueron reportadas por los vecinos y registradas en diferentes estaciones sísmicas.

II. Volcán Turrialba

El 7 de enero se recibió un reporte de posible caída de ceniza del volcán Turrialba. Después de la inspección de campo, se descartó la ocurrencia de alguna erupción freática, por lo que en ese momento no hubo evidencias de campo que respaldaran dichos reportes. La desgasificación en la cima del volcán se mantuvo durante todo el año.

Durante el mes de febrero, en cooperación entre la Universidad de Knoxville-Tennessee y el Instituto de Scripps de la Universidad de California-San Diego, se tomaron muestras de gas por medio de botellas tipo Giggenbach, para analizar la concentración de distintas especies ácidas e isotópicas para poder analizar las variaciones geoquímicas del volcán.

Desde el mes de abril, la actividad en el volcán Turrialba presentó un leve aumento en las temperaturas de las dos bocas intracráticas y en un sitio localizado en la pared Norte del cráter Suroeste, donde las temperaturas rondan los 520 °C. Alrededor de este sitio, hay varias cicatrices de deslizamientos, ya que la alta temperatura y los gases ácidos de las fumarolas hacen que las rocas se debiliten.

Durante el tercer trimestre del año, el volcán Turrialba no presentó anomalías destacables en su actividad, únicamente la emisión de gases característica y las temperaturas se mantienen similares a las del trimestre anterior. La sismicidad se mantuvo relativamente constante durante los primeros nueve meses del año.

Durante julio, en visita nocturna a la cima, se observó incandescencia en el ahora desaparecido boquete 2012, que presentaba temperaturas superiores a los 510 °C, similares a los meses anteriores. Este fenómeno se da por la mezcla de los gases ácidos a altas temperaturas con el oxígeno del aire, que provocan una reacción exotérmica, es decir se da una liberación de calor.



Boquete I-2010

Durante los meses de enero a marzo, las temperaturas en este sector se mantuvieron cercanas a los 420 °C, llegando a superar los 500 °C en los meses siguientes. Durante el mes de abril se recibieron reportes de una posible erupción freática en el volcán Turrialba, sin embargo durante la inspección de campo no se encontraron evidencias de que se hubiera presentado salida de ceniza producto de una erupción freática reciente, tampoco se registraron señales sísmicas asociadas con eventos freáticos.

En un sobrevuelo realizado durante el mes de mayo, gracias al apoyo de la Fuerza Pública desde Base 2 y coordinado por la Comisión Nacional de Emergencias, se pudo observar como la dirección de los vientos es en muchas ocasiones hacia el Noreste, donde lo usual es que sean hacia el Oeste. Un excelente ejemplo de como la dirección de los vientos puede cambiar y los gases y posibles erupciones freáticas pueden afectar el sector mirador de turistas actualmente cerrado.

La salida de gases se mantiene constante, al igual que el sonido tipo “jet” del Boquete. Debido a las malas condiciones climáticas durante la visita, no se pudieron hacer mayores observaciones en este sitio.

Durante los meses de junio hasta agosto, las temperaturas se mantuvieron cerca de los 350 °C (según mediciones realizadas a distancia utilizando cámaras infrarrojas), sin embargo es posible que sean mucho mayores.



Boquete I-2012

Durante los primeros dos meses del año, la zona de la boca intracrática formada en enero de 2012, se mantuvo con una temperatura relativamente constante, la cual alcanzaba casi los 500 °C. Estas altas temperaturas, producen que por las noches se observe incandescencia en varios puntos del cráter activo.

Para el mes de marzo, se registró un incremento de al menos 30° C con respecto al mes de febrero, sin embargo, hacia los meses de agosto y septiembre, la temperatura disminuyó nuevamente hasta llegar cerca de los 500 °C, actividad que estaba siempre acompañada de una intensa emisión de gases ácidos. Los gases liberados desde este sitio tienen una coloración azulada, debido a la salida de gases como el dióxido de azufre.

La boca intracrática formada en enero de 2012 desapareció por completo debido al incremento de actividad que se presentó a finales de octubre e inicios de noviembre.



Periodo eruptivo iniciado en octubre

El 29 de octubre, se inspeccionó el volcán Turrialba y se vio un aumento en la desgasificación, temperaturas así como salida de ceniza (fig. 1). Horas más tarde, a eso de las 11 de la noche, ocurrió una explosión en el cráter activo que al momento de hacer la inspección en la madrugada, se observó la salida de lava. La erupción fue de tipo estromboliana, expulsando material piroclástico en la zona de los cráteres. Se grabó un video térmico en donde se aprecia el aumento de actividad y con ello se genera esta explosión (fig. 2).



Figura 1: Zona de cráteres del volcán Turrialba. En color gris la ceniza eruptada en octubre del 2014. Fotografía de FotosAereasCR.com

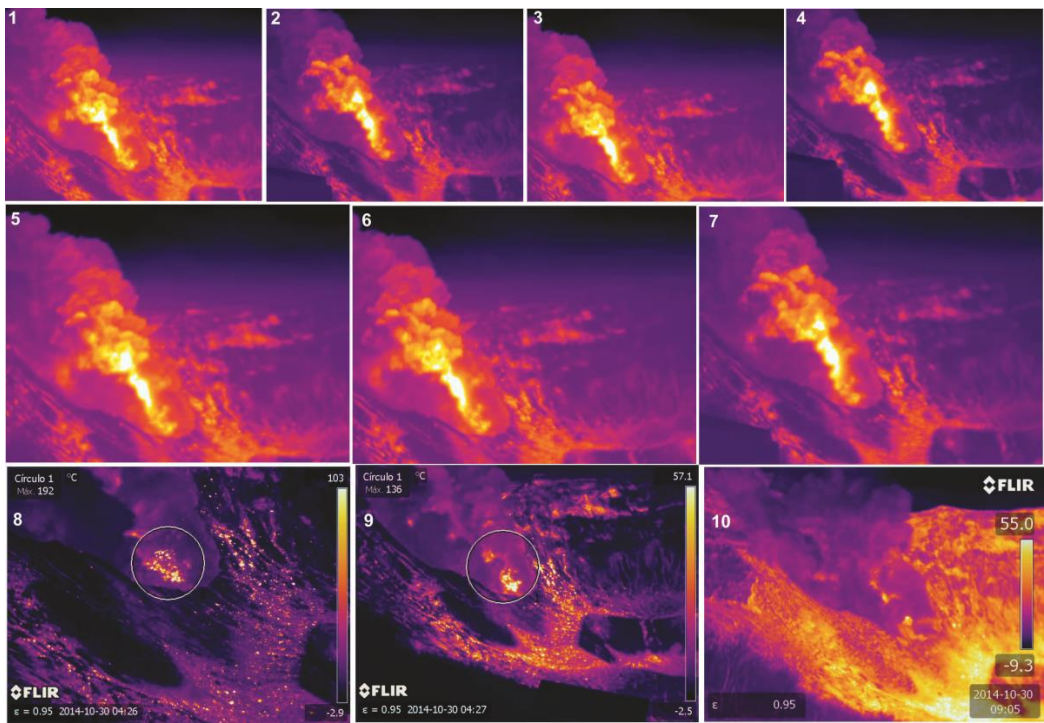


Figura 2: Imágenes térmicas de la explosión estromboliana en el volcán Turrialba. Fotografías por Carlos Ramírez.



En horas de la mañana se pudo observar los nuevos cambios morfológicos producto de las erupciones, en los que destacan el colapso de una de las paredes del cráter activo, formándose una especie de herradura, característico de colapsos volcánicos. El material expulsado cubrió la zona de cráteres (fig. 3).



Figura 3: Fotografía de los cambios morfológicos en el volcán Turrialba. Fotografías por Raúl Mora-Amador.



En la figura 4 se muestra una interpretación de los procesos que se dieron en la erupción magmática. Resalta por ser una erupción con poco material juvenil (magma) y mucho gas y material antiguo. Al darse esta explosión, la pared hidrotermalizada del sector Este del cráter activo, salió expulsada, generando gran cantidad de ceniza no juvenil (sin magma).

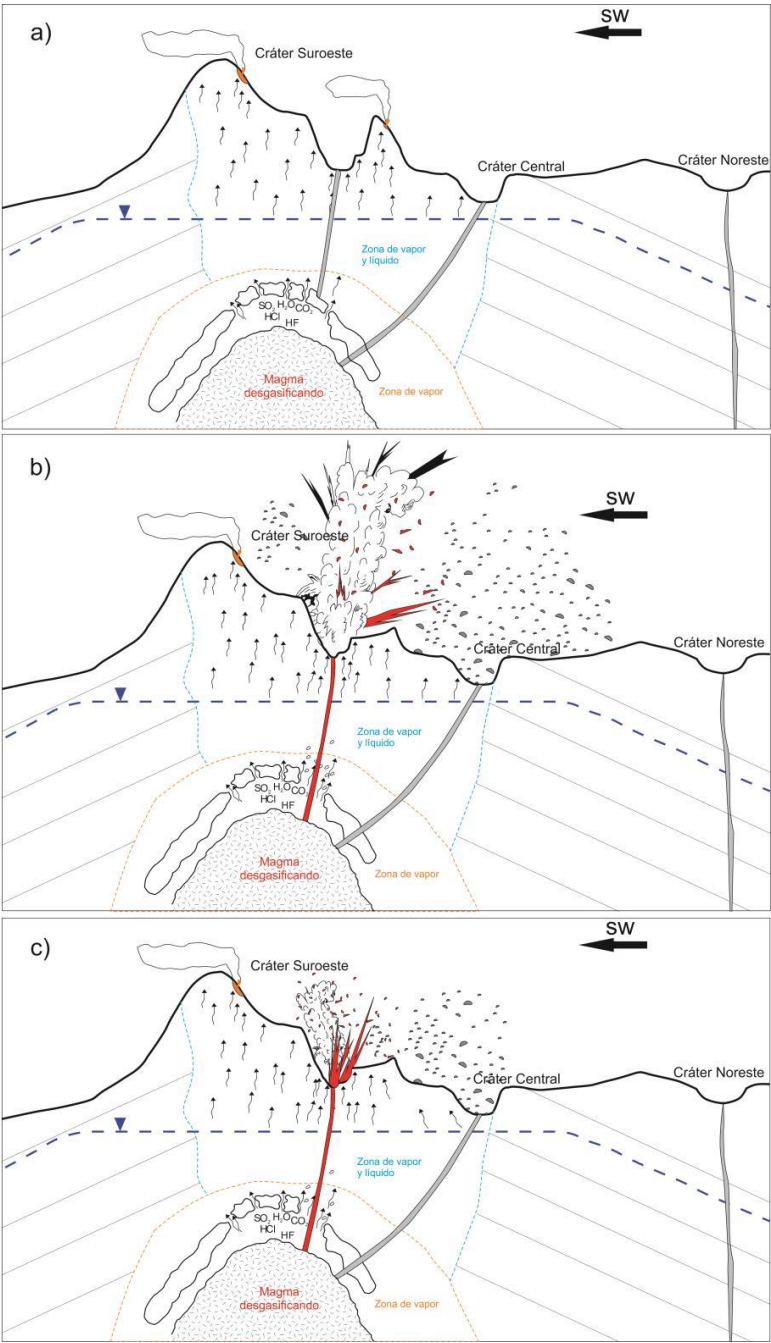


Figura 4: Procesos eruptivos del volcán Turrialba. Realizada por Gino González.



Los días posteriores, las explosiones continuaron con salida de ceniza y expulsión de bloques. Tal es así que personeros de la Comisión Nacional de Emergencias, lograron grabar una explosión en donde se observa un paulatino colapso de la columna eruptiva y que genera un flujo piroclástico (fig. 5).



Figura 6: Explosión acompañado de un pequeño flujo piroclástico en el volcán Turrialba.

Esta erupción y colapso de la pared, acompañado de los vientos, los cuales tuvieron una dirección principal hacia el Oeste, provocó la caída de ceniza en distintos puntos del país. La cual afectó al menos 4 provincias (fig. 7).

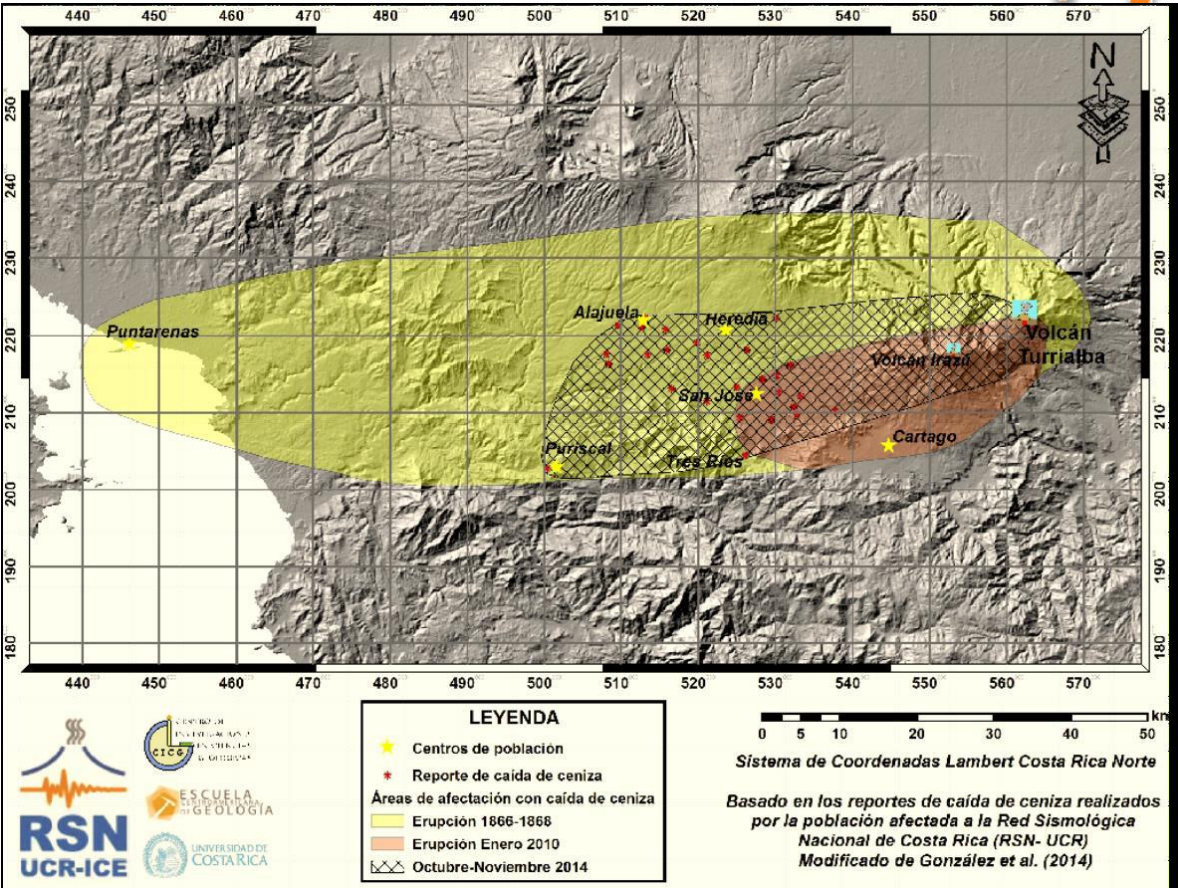


Figura 7: Mapa de caída de ceniza de las erupciones históricas del volcán Turrialba. Realizado por Yemerith Alpizar.

Sismicidad

El nivel de actividad sísmica producida por procesos de circulación de fluidos en el sistema hidrotermal (sismos volcánicos) se mantuvo con altibajos sin sobrepasar los 150 eventos diarios hasta mediados de setiembre del 2014 (fig. 8). Posteriormente hay un incremento que alcanza un máximo de alrededor de 200 eventos por día en octubre, el cual precede la actividad eruptiva que inicia el 29 de ese mes a las 10:13 de la mañana. Esta actividad se extendió, de forma intermitente, hasta el 12 de diciembre de 2014 en que se registraron las últimas erupciones. Durante el periodo más intenso de actividad eruptiva, entre mediados de octubre y mediados de noviembre, la cantidad de eventos volcánicos disminuyó. Por otra parte, la actividad volcano-tectónica, generada por fallamientos activos dentro del edificio volcánico, se mantuvo por debajo de los 20 eventos diarios hasta setiembre, se incrementó en octubre y alcanzó un máximo en noviembre de la menos 69 eventos (fig. 9).

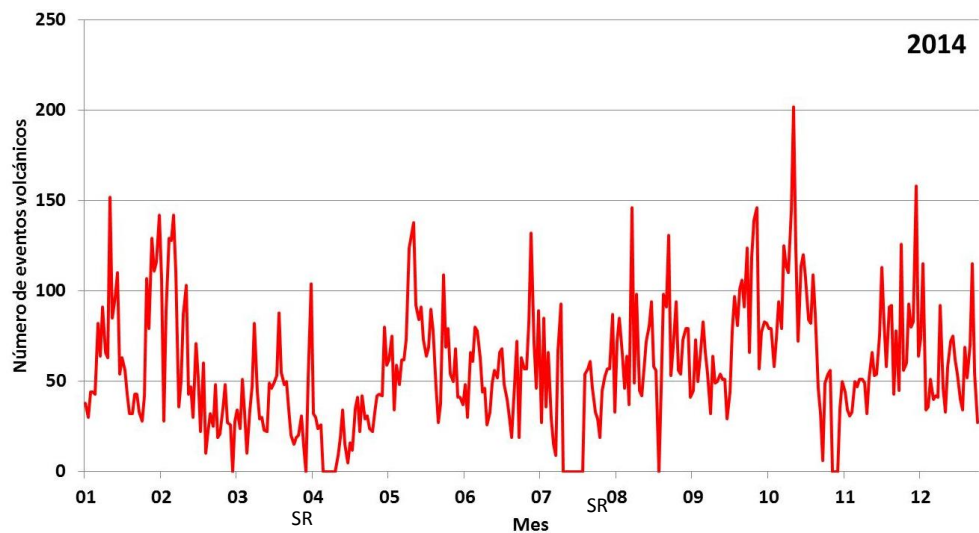


Figura 8. Número de sismos volcánicos registrados en la estación CVTR0 del volcán Turrialba durante el año 2014. SR: sin registro.

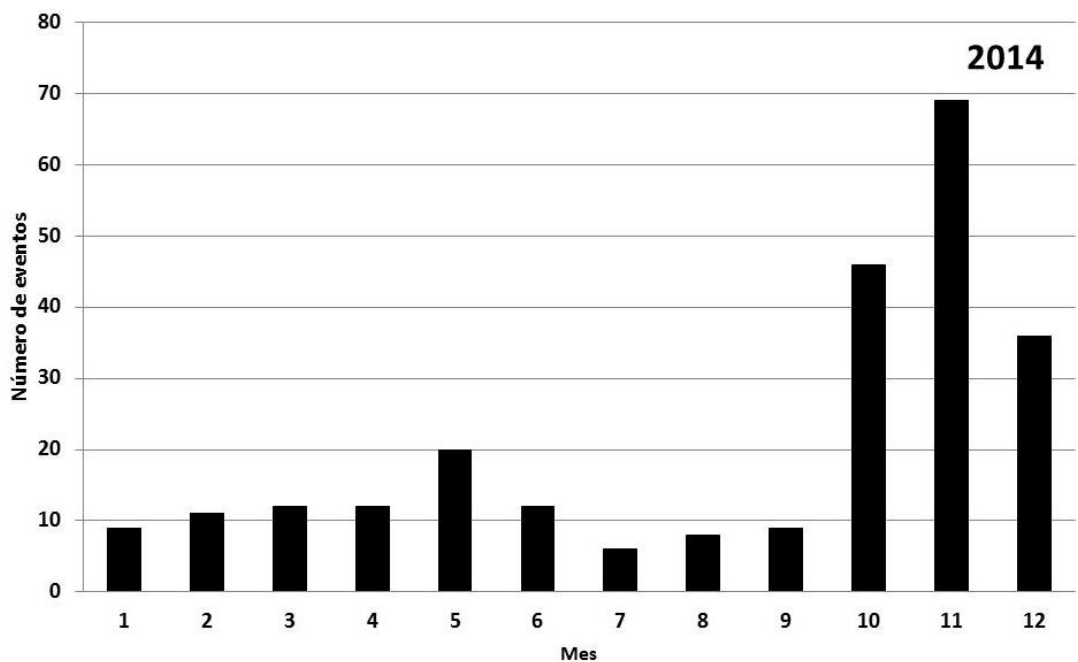


Figura 9. Número mensual de sismos volcano-tectónicos registrados en la estación CVTR0 del volcán Turrialba durante el año 2014.



Semáforo volcánico



Figura 10: nivel de actividad del volcán turrialba en el semáforo volcánico.

III. Volcán Irazú

Durante el año 2014, no se presentaron cambios importantes en el volcán Irazú, donde la laguna cratérica continúa sin aparecer (fig. 11). Esto se podría relacionar con un descenso en el nivel del nivel freático y mejor liberación de la presión y energía a través de sus fuentes termales. En el fondo del cráter activo (fig. 11) se aprecian además grietas de desecación en los depósitos lacustres, así como el crecimiento de vegetación.

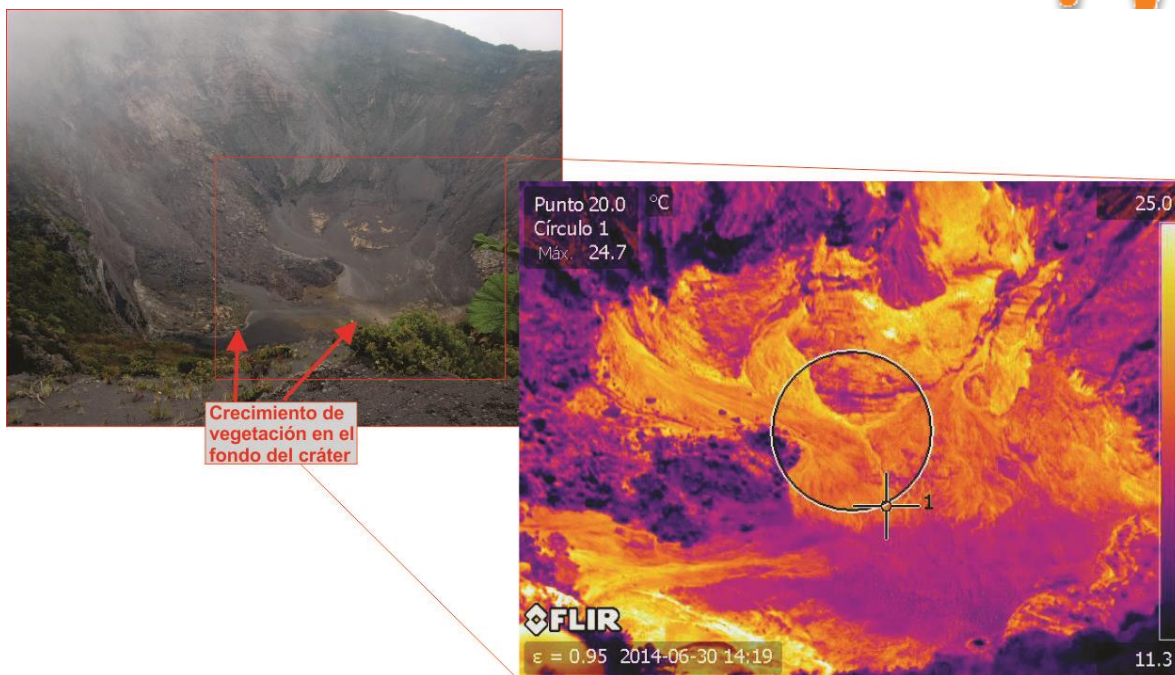


Figura 11: fondo del Cráter principal, donde no se ha formado laguna desde su desaparición en enero de 2013, se empieza a hacer evidente el crecimiento de vegetación en el fondo del cráter y no se observan anomalías de temperatura. Fotografías de Gino González Ilima.

Durante los primeros meses del año se visitaron los alrededores del cráter principal del volcán Irazú, y se observó que continúan los deslizamientos del sector este del intracráter, no obstante, a través de mediciones con la cámara térmica FLIR P660® se pudo comprobar que de momento no existen anomalías térmicas, en el cráter.

En una de las visitas de rutina a mediados de año, se encontró una naciente de agua en la periferia del cráter, cuya agua tiene una temperatura de 15 °C y un pH de 4,5, es decir, ligeramente ácida. En este mismo sitio, se observó la formación de estalactitas de color rojizo, las cuales están formadas por óxidos de hierro (fig. 12), y su formación podría ser producto de la precipitación de los sólidos ferrosos disueltos en el agua, alrededor de tallos y raíces.



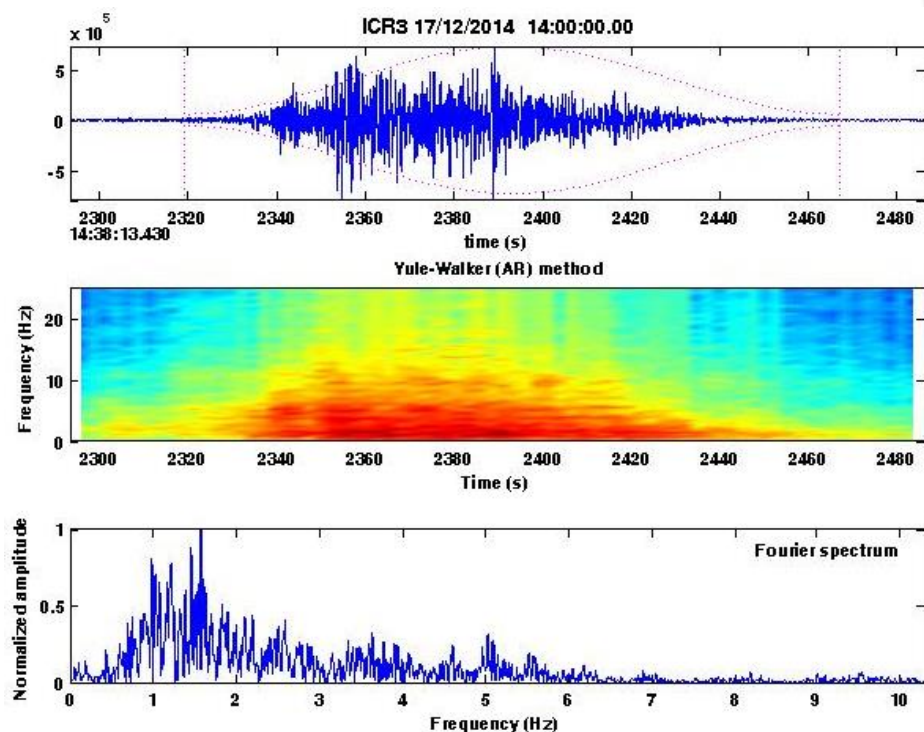
Figura 12: Naciente en los alrededores del cráter principal, donde se da la precipitación de óxidos de hierro en forma de estalactitas, los cuales provienen de la lixiviación de las rocas básicas que conforman el macizo. Fotografía de Yemerith Alpízar Segura.

Durante octubre, el Parque Nacional volcán Irazú se vio levemente afectado por la caída de ceniza, gases y lluvia acida provenientes de la erupción del volcán Turrialba.



Sismicidad

La actividad sismo-volcánica se caracterizó durante casi todo el año por el registro de un evento de largo periodo el cual cesó a partir del 17 de diciembre, luego de que se registrara un episodio de tremor de amplia banda de frecuencia con una duración de unos 2,5 minutos (fig. 13). Aunque esta señal se detectó en casi toda la red sísmica de la RSN, durante y después de ella no se observaron cambios en superficie del macizo por lo que representa procesos internos que generaron la destrucción de la fuente sísmica que venía generando el evento de largo periodo desde el año 2011 aproximadamente. Luego de este tremor ocurrió una pequeña secuencia de eventos volcanotectónicos muy superficiales (alrededor de los 2 km de profundidad).



12

Figura 15. Terremoto registrado el 17 de diciembre de 2014 en la estación ICRS. Arriba: Forma de onda. Medio: Espectrograma de frecuencia con base en método Yule-Walker. Abajo: Espectro de frecuencias basado en el método la Transformada de Fourier.



Semáforo volcánico

El volcán Irazú no ha presentado actividad relevante durante el año 2014, no obstante debido a su actual actividad sísmica, leve pero presente y a la intensa actividad eruptiva que presentó décadas atrás, se considera como un volcán activo, el cual, según la clasificación del semáforo volcánico se cataloga como VERDE FASE 2 (fig. 14).



Figura 14: Color y fase del semáforo volcánico en el que se mantuvo el volcán Irazú durante el año 2014.

IV. Volcán Poás

El volcán Poás es uno de los volcanes más activos de Costa Rica, el cual está constituido por la Laguna Caliente, que tiene un pH menor a cero y con altas concentraciones (>100 g/l) de los aniones como Sulfato, Cloruro y Fluoruro. La mayoría de las erupciones freáticas ocurren en el centro del lago. Además en el sector Sur de la Laguna Caliente se localiza un domo de unos 40 metros de altura, que es una estructura lávica formada entre los años de 1953-1955 (última erupción magmática del volcán Poás). En este lugar se da la mayor salida de gases ácidos como CO_2 , SO_2 , HCl y HF .

Desde finales de diciembre de 2013, se dio un aumento en la temperatura del Domo, este aumento ha permitido que se observe incandescencia por las noches, esta situación se mantuvo a lo largo de todo 2014. La última vez que apreció este fenómeno fue en mayo del 2013, cuando ocurrió una explosión en esta estructura volcánica. A lo largo de 2014, la temperatura en el Domo fue superior a los 400°C (fig. 15), con una constante salida de gases ácidos, además se observaron características destacables, como pequeños flujos de azufre.



Figura 15: Temperatura presentada por el Domo y la Laguna Caliente a finales del mes de febrero.

En la imagen convencional se aprecia una gran cantidad de azufre flotando en la superficie del lago, durante ese día se observaron varias erupciones freáticas de pequeño tamaño. Imágenes de Carlos Ramírez Umaña y Yemerith Alpizar Segura.

Lago

Al inicio del 2014, durante los primeros días del mes de enero, la Laguna Caliente se mantuvo a una temperatura cercana a 41 °C, con varias celdas convectivas activas, claramente visibles en la superficie del lago, las cuales producen la homogenización del lago. El nivel de la laguna no presentó mayores variaciones desde el año anterior, y el pH se mantiene menor a cero.

A finales de febrero, se presentó un incremento en la actividad de la Laguna Caliente. Los días 25 y 27 de febrero, se reportaron importantes erupciones freáticas con tamaños que alcanzaron hasta 300 m de altura. Estas erupciones se pudieron observar claramente en el registro sísmico, además arrojaron lodo y partículas de azufre en distintos puntos alrededor del cráter activo. Días después de ocurridas estas erupciones, la temperatura máxima del lago se mantenía en 41°C.

En marzo, se presentaron varias erupciones freáticas importantes, las cuales han aumentado su frecuencia desde las erupciones finales de febrero. Las más importantes ocurrieron a finales de mes.



Una de las más grandes ocurrió el domingo 30 de marzo a las 3:35 p.m. alcanzando una altura de 180 metros sobre el nivel del lago.

El posible origen de estas erupciones se da en la parte superficial del sistema hidrotermal del volcán, ya que los gases ácidos, especialmente las especies sulfurosas reaccionan entre sí, formando azufre elemental, que al estar entre los 160 a 200 °C, aumenta su viscosidad generando una especie de tapón y con ello un incremento en la presión. Al llevar al umbral de la resistencia, el azufre se rompe y en algunos casos llega a superar la presión hidrostática dada por el lago y con ello se dan las erupciones freáticas sub aéreas (fig. 16).

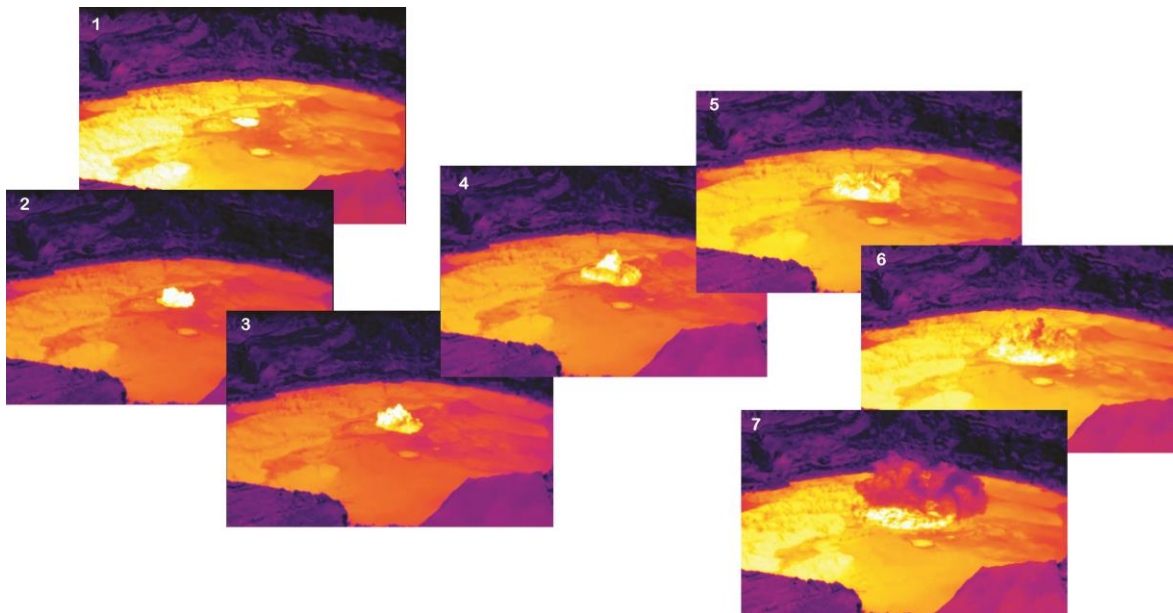


Figura 16: Ejemplo de una erupción freática de pequeño tamaño captada con cámara infrarroja, se puede apreciar como los fluidos que son expulsados desde el fondo del lago están a una temperatura superior. Imágenes captadas por Carlos Ramírez Umaña.

A finales del mes de marzo, se midió la temperatura en la superficie de la Laguna caliente, la cual para ese momento era de 43 °C, con un pH=0, además, debido a la intensa actividad de las fumarolas subacuáticas, se observaron grandes cantidades de azufre suspendido en la superficie del lago.

La temperatura del lago a inicios del mes de abril fue de 41 °C, con un pH≤0, con varias celdas convectivas en distintos puntos del lago. El nivel de la laguna se encuentra en descenso, inclusive se pueden observar nuevas terrazas que marcan la disminución del nivel, este descenso se ve influenciado por factores como ausencia de lluvias, infiltración, evaporación del lago y la entrada de fluidos hidrotermales.

Para el mes de mayo, las condiciones dinámicas del lago se mantuvieron, sin embargo, se presentó un importante incremento de temperatura, la cual alcanzó 47°C. En el lago se generaron varias



erupciones freáticas de 2 a 50 metros de altura que comúnmente generan un oleaje que golpea las orillas del lago.

16

El 26 de junio se observaron 5 erupciones freáticas con tamaños desde los 5 metros hasta los 60 metros de altura. Posterior a esta erupción, la temperatura máxima del lago fue de 41,3 °C (fig. 17). Las erupciones de mayor tamaño al caer al lago forman una serie de ondas en el lago que llegan a formar *seiches* (sunamis en lagos). La altura de los *seiches* depende del tamaño de las erupciones.

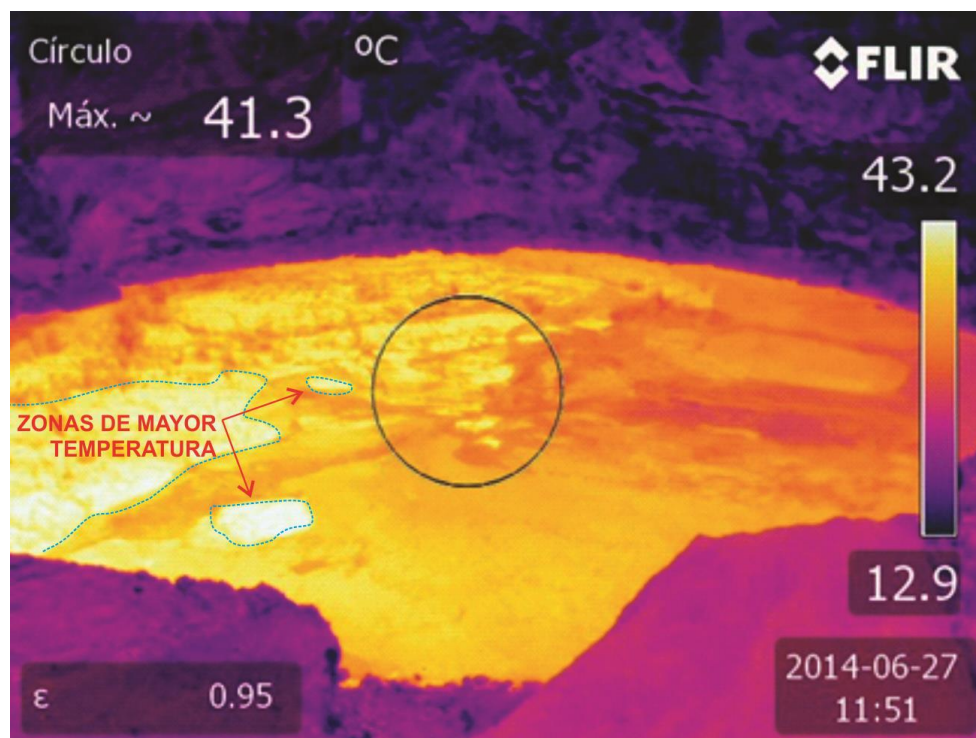


Figura 17: Temperatura de la superficie del lago el 27 de junio. Se observa una gran dinámica proveniente del fondo, manifestándose en forma de celdas convectivas. Fotografía por Carlos Ramírez.

En la inspecciones al fondo del cráter se pudo observar y tomar muestras de las rocas que las erupciones freáticas arrojan desde el fondo del lago. Estas rocas son líticos de pocos centímetros de diámetro y se encuentran hidrotermalizadas. Durante estas inspecciones, normalmente se utiliza una cámara térmica, que permite observar varias celdas de convección, producto de las fumarolas y flujos de calor que se encuentran debajo de la Laguna Caliente, la temperatura alcanzada del lago para el mes de julio fue de 45 °C y en las orillas se observa un enfriamiento de hasta 10 °C, producto de la entrada de agua meteórica (fig. 18).

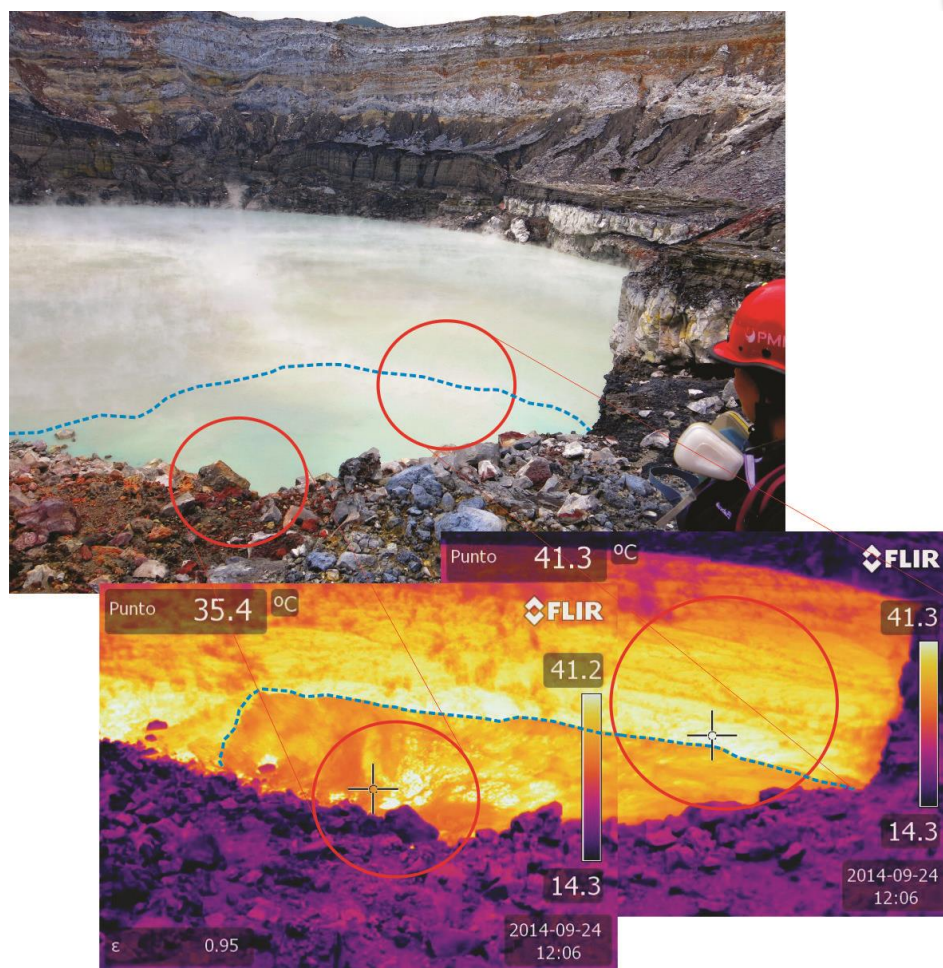


Figura 18: Diferencia de temperatura entre las orillas y el centro del lago, esto se da debido a que las fumarolas subacuáticas no están distribuidas uniformemente, además de que la entrada de agua meteórica y la menor profundidad del lago contribuyen a disminuir la temperatura cerca de las orillas. Imágenes de Yemerith Alpízar Segura y Raúl Mora-Amador

La actividad eruptiva que ha caracterizado a la Laguna Caliente se mantiene durante octubre, con dos erupciones freáticas los días 8 y 13, que alcanzaron unos 300 y 450 metros de altura sobre el nivel del lago respectivamente. Se considera que la erupción del 13 de octubre ha sido la mayor erupción freática de los últimos dos años observada en el volcán Poás.

Durante los dos últimos meses del año, la actividad eruptiva del volcán Poás ha disminuido considerablemente. El lago ha entrado en una etapa de disminución de temperatura, que pasó de 36,3 °C a 34 °C. Además, la Laguna Caliente cambió en su coloración, siendo anteriormente lechosa en estos meses tuvo un color turquesa, con un aumento en el nivel del lago.



Domo

18

Después de las inspecciones de campo realizadas en diciembre del 2013, se observó un incremento en la temperatura del Domo, la cual pasó de estar a unos 300 °C a más de 550 °C. El guarda parques Diego Núñez confirmó que en enero del 2014 se podía observar en las noches desde el mirador gases color rojizo.

Estos gases son liberados a gran presión desde la zona de interacción magmática-hidrotermal. La aparición esporádica de incandescencia posiblemente se debe a los cambios de presión y flujos de calor, que cuando disminuyen, el sistema hidrotermal domina el sistema, forma un reciclaje y propicia el descenso de su temperatura.

Casos de incandescencia en el mundo se han reportado en volcanes de Indonesia (Rinjani) y Japón (Aso), este último tuvo incandescencia por varios años y actualmente se encuentra en un periodo de erupciones freatomagmáticas.

A inicios de febrero, la temperatura alcanzada por las fumarolas del Domo era de 580 °C, esta alta temperatura y la presión de los gases ácidos, producen que las rocas se desestabilicen, por lo que ocurren constantes caídas de bloques de este Domo.

En ocasiones los gases afectan directamente el sector del mirador de turistas provocando malestares a los visitantes. Las personas alegan irritación, mareos y tos, como síntomas debido a los gases.

Durante agosto, la incandescencia en el Domo continúa, manifestándose en un área mayor comparación a los meses previos (fig. 19) y las fumarolas alcanzan temperaturas superiores a los 600 °C.

Al darse este aumento de temperaturas, ocurren pequeñas explosiones en el Domo, como la observada el 8 de mayo del 2013 (<http://www.rsn.ucr.ac.cr/index.php/not/546-10-05-13-nota-tecnica-de-la-erupcion-freatica-ocurrida-en-el-domo-8-de-mayo-2013>).



19

Figura 19: Incandescencia presentada en el Domo. Imagen de Raúl Mora-Amador.

En noviembre aparecieron nuevas fumarolas con temperaturas mayores a los 400 °C y que muestran incandescencia en las noches. En algunas fumarolas se observó el crecimiento de estalagmitas y estalactitas de azufre, fenómeno que se da debido a los cambios bruscos de temperatura y con ello cambios en la viscosidad.

Esto se da por un aumento en la temperatura la cual es superior a los 115 °C (punto de fusión del azufre) y con ello se vuelve líquido y se forman flujos de azufre. Luego el paso de calor disminuye y se enfría rápidamente quedando solidificado. Esto es algo poco común en los volcanes y demuestra la gran actividad fumarólica del volcán Poás (fig. 20).

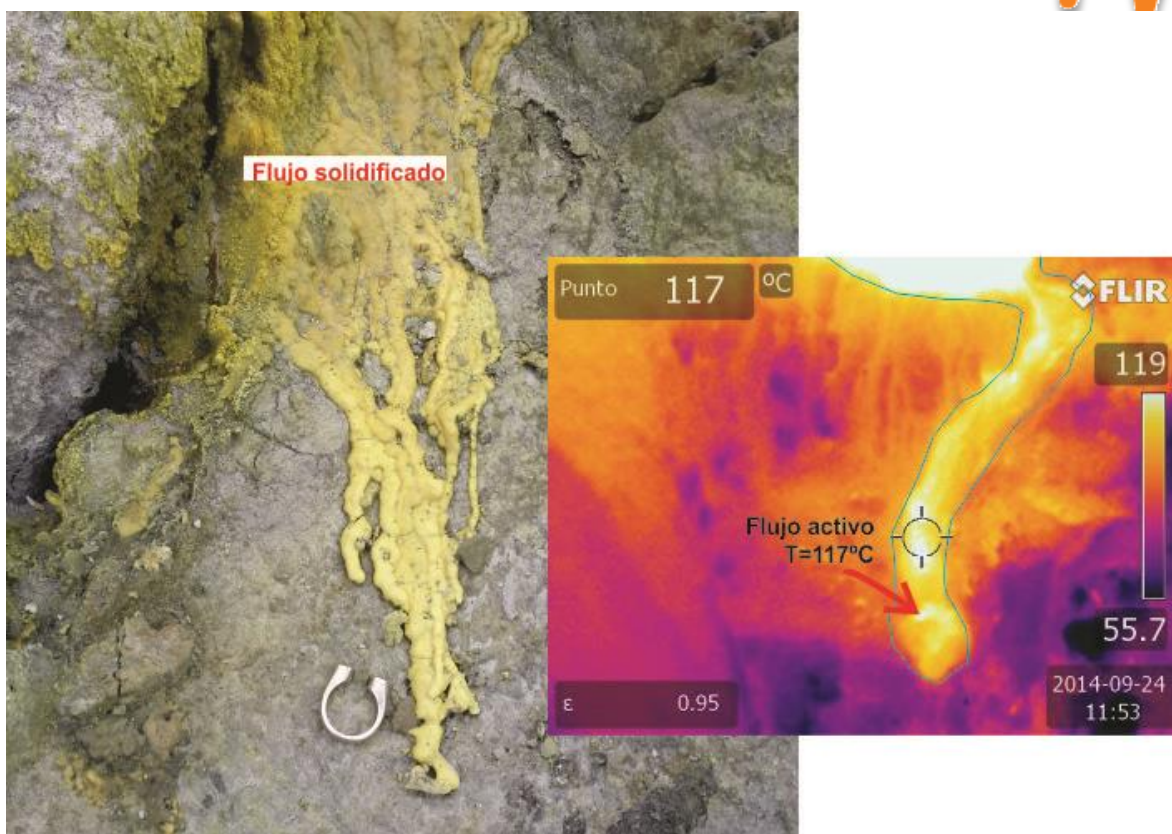


Figura 20: Pequeños flujos de azufre formados en las fumarolas ubicadas en el Domo del Volcán Poás. A temperatura de fusión del azufre es de unos 115° C. Imágenes Raúl Mora Amador y Yemerith Alpízar Segura.



Sismicidad

El nivel de actividad sismo-volcánica generada por procesos de circulación de fluidos en el sistema hidrotermal se mantuvo en promedio por debajo de los 100 eventos volcánicos diarios, con excepción de algunos periodos cortos entre marzo y abril así como entre agosto y octubre en que fue mayor (fig. 21). Las magnitudes de estas fluctuaciones son muy similares a las registradas durante el 2013, cuando el pico máximo de actividad se alcanzó en abril de ese año y apenas superó los 250 eventos. Desde la segunda quincena del mes de octubre el nivel de actividad sísmica ha venido decreciendo hasta prácticamente ser nulo hasta el mes de diciembre. La actividad explosiva freática disminuyó sustancialmente durante la segunda mitad del 2014. Las últimas explosiones se registraron en el mes de octubre. Por otra parte, la actividad sismo-tectónica fue escasa durante el 2014, con menos de 20 eventos registrados en todo el año.

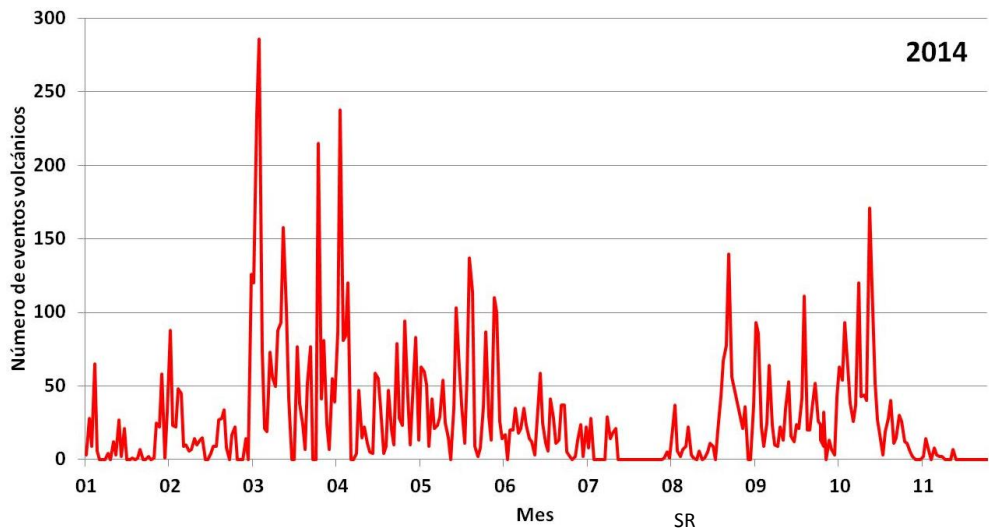


Figura 21: Número de sismos volcánicos registrados en la estación VPS5 del volcán Poás durante el año 2014. SR: sin registro.



Semáforo volcánico

El volcán Poás ha tenido erupciones freáticas de intensidades variadas a lo largo del año 2014, así como interesantes variaciones de temperatura, tanto en sus campos fumarólicos como en la Laguna Caliente, comportamiento que es considerado como normal en el mismo, por lo que se ha mantenido en el nivel VERDE FASE 3 (fig. 22).

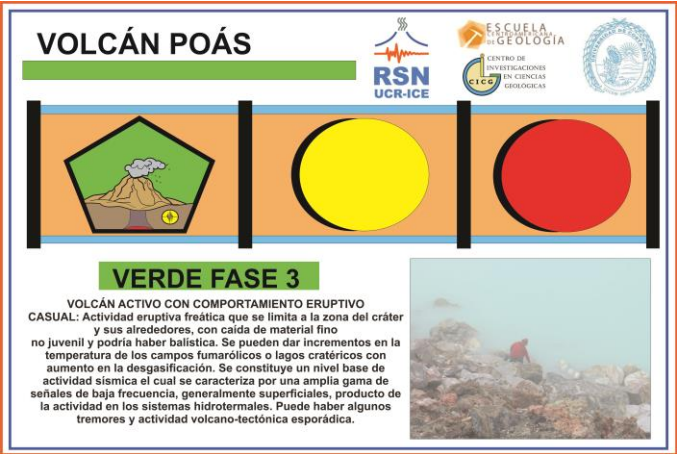


Figura 22: Color y fase del semáforo volcánico para el volcán Poás durante el año 2014.



V. Volcán Rincón de la Vieja

Debido a la lejanía y logística para las visitas a la cima del volcán Rincón de la Vieja, se ha hecho un esfuerzo por aumentar las visitas al cráter activo, ya que la actividad freática aumentó principalmente a partir de setiembre del 2014.

Asimismo, se comenzó a tomar muestras de algunos ríos y fuentes termales localizadas en su periferia. Durante estas visitas se recopilaban datos de sumo interés para el monitoreo de este volcán.

La actividad más importante de este volcán se registró durante septiembre, cuando se presentaron varias erupciones freáticas de tamaño considerable. Las erupciones freáticas del volcán Rincón de la Vieja rara vez son observadas, debido a la alta dificultad que representa el ingreso al cráter activo, sin embargo, las erupciones ocurridas durante el mes de septiembre, fueron observadas desde poblaciones como localizadas a unos ocho kilómetros de distancia del volcán.

En enero, las malas condiciones climáticas junto con los fuertes vientos, imposibilitaron la observación del lago ácido, no obstante, durante esta visita fue posible obtener una muestra del lago para su análisis químico. Para este mes, la temperatura del lago fue de 29 °C.

Para el mes de abril, la temperatura del lago medida con termopar y cámara termográfica fue cercana a los 33 °C. La acidez del lago es muy alta, con un $\text{pH} \leq 0$. Por intervalos de tiempo se observa una pequeña celda convectiva en el centro del lago, lugar donde se da la mayor temperatura.

Además, el lago posee una coloración grisácea dado por la gran suspensión de partículas finas o sedimentos que posiblemente sea productos de pequeñas erupciones freáticas. Asimismo, hay un descenso de casi un metro en su nivel, el cual coincide con el final de la época seca, esto se puede constatar comparando abril del 2013 y abril del 2014 en la laguna fría Jilgueros, ubicada al Este del cráter activo, la cual disminuyó en dos metros su nivel (fig. 23).

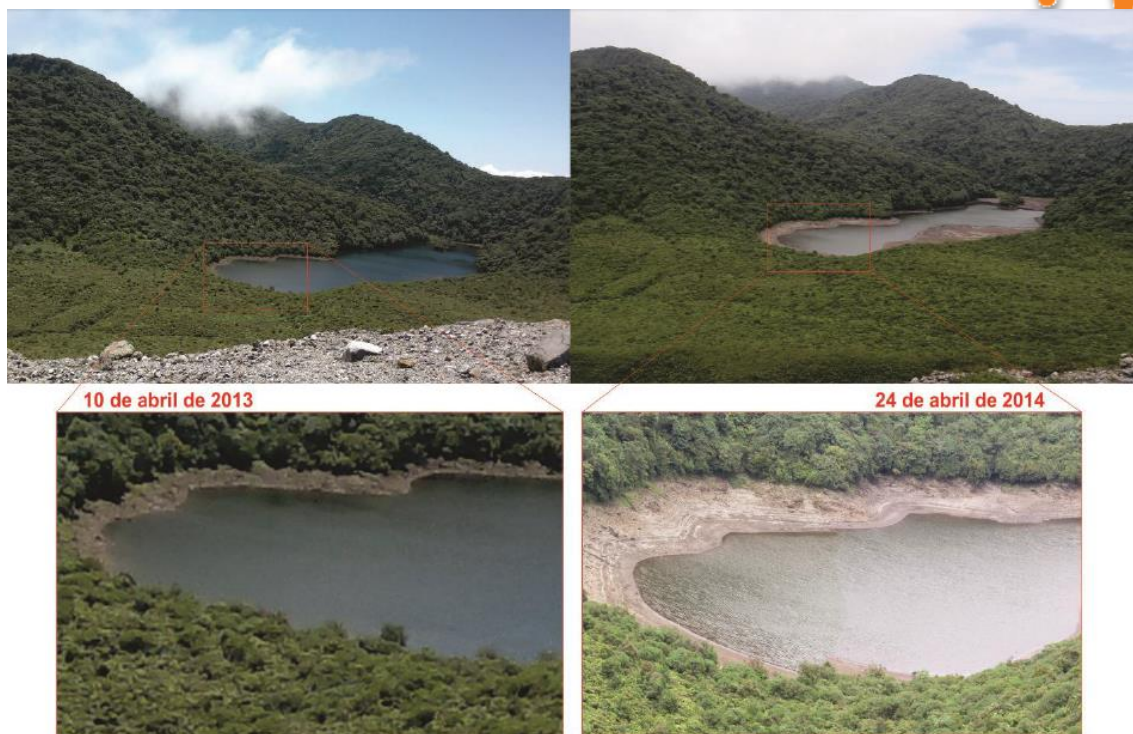


Figura 23: descenso del nivel en la laguna Jilgueros entre abril de 2013 y abril de 2014.
Fotografías de Raúl Mora-Amador y Yemerith Alpízar.

A inicios de agosto, se comprobó que la actividad freática en el cráter activo era intensa, esta vez acompañada por una disminución en la temperatura de las fumarolas. El nivel de la laguna presentó un aumento de al menos 1 m, con respecto al mes de abril. La temperatura del lago fue de 28°C y un $\text{pH} \leq 0$. No se observaron las habituales celdas convectivas, pero si una coloración grisácea del lago (fig. 24), la cual en este tipo de lagos, es asociada con una fuerte actividad en las fumarolas subacuáticas, las cuales liberan azufre que posteriormente queda suspendido en la superficie del lago.



Figura 24: Coloración grisácea del lago ácido del volcán Rincón de la Vieja, el día 20 de septiembre de 2014. Fotografía de Raúl Mora-Amador.

Durante la inspección del mes de agosto, también fue posible realizar muestreos en los ríos y fuentes termales localizadas en los sectores norte y sur del volcán Rincón de la Vieja. Se muestrearon las fuentes termales que abastecen el hotel Blue River, así como los sitios de Río Negro, Río Celeste y Pénjamo, este último río es de suma importancia, ya que durante las erupciones ocurridas en la década de los noventa, era por su cauce que descendían los lahares originados por los depósitos de las erupciones magmáticas y freáticas del volcán.

Para mediados de septiembre, se pudo comprobar que en la periferia del cráter activo se presentaban indicios de erupciones freáticas pequeñas, los cuales se caracterizan por la presencia de depósitos finos de coloración grisácea, azufre fundido flotando en la superficie del lago y ocasionales celdas convectivas originadas por anomalías térmicas provenientes del fondo del mismo. La erupción freática más importante, ocurrió el 17 de setiembre.

Luego de un aumento en la actividad sísmica, se generaron algunas erupciones freáticas a mediados de setiembre. Por lo cual, se hizo un sobrevuelo al cráter activo, en donde se pudo observar una fuerte desgasificación del lago, con presencia de gases volcánicos y vapor de agua, así como los



depósitos de las erupciones recientes, los cuales cubrieron algunos centenares de metros cuadrados del sector Noreste del cráter activo, la coloración grisácea de estos depósitos confirma que las erupciones fueron de tipo freáticas (fig. 25 y 26).

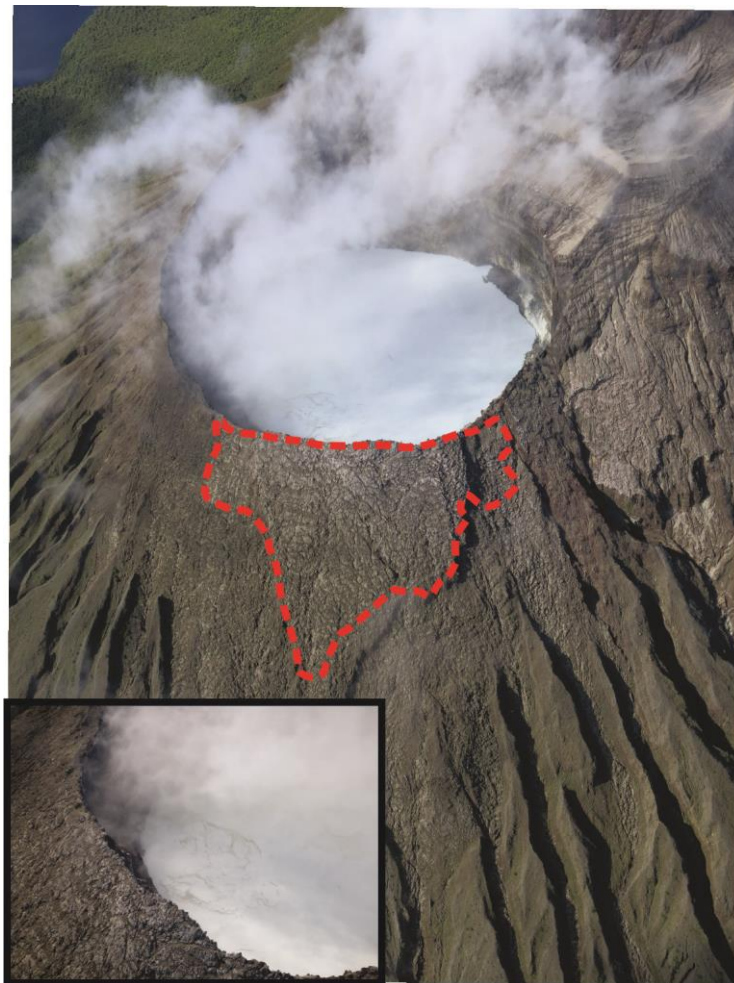


Figura 25: Coloración grisácea del lago ácido del volcán Rincón de la Vieja, el día 20 de septiembre de 2014. Fotografía de Raúl Mora-Amador.

Luego se visitó la cima, para la recolección de muestras. Se observó gran cantidad de azufre flotando, acompañado de una intensa actividad en las celdas convectivas, y una fuerte desgasificación, proveniente tanto del espejo de agua. Lo más destacable en esta inspección fue que la temperatura del lago llegó hasta los 43 °C (fig. 26), lo que muestra un aumento de 15 °C con respecto al mes de agosto, poniendo en manifiesto el desequilibrio térmico imperante en el sistema. El análisis de las fotografías indica que la columna de gases y material no juvenil se levantó unos 200 m por encima de los bordes del cráter, sin embargo, la mayoría de los materiales eruptados, cayó nuevamente dentro del cráter.

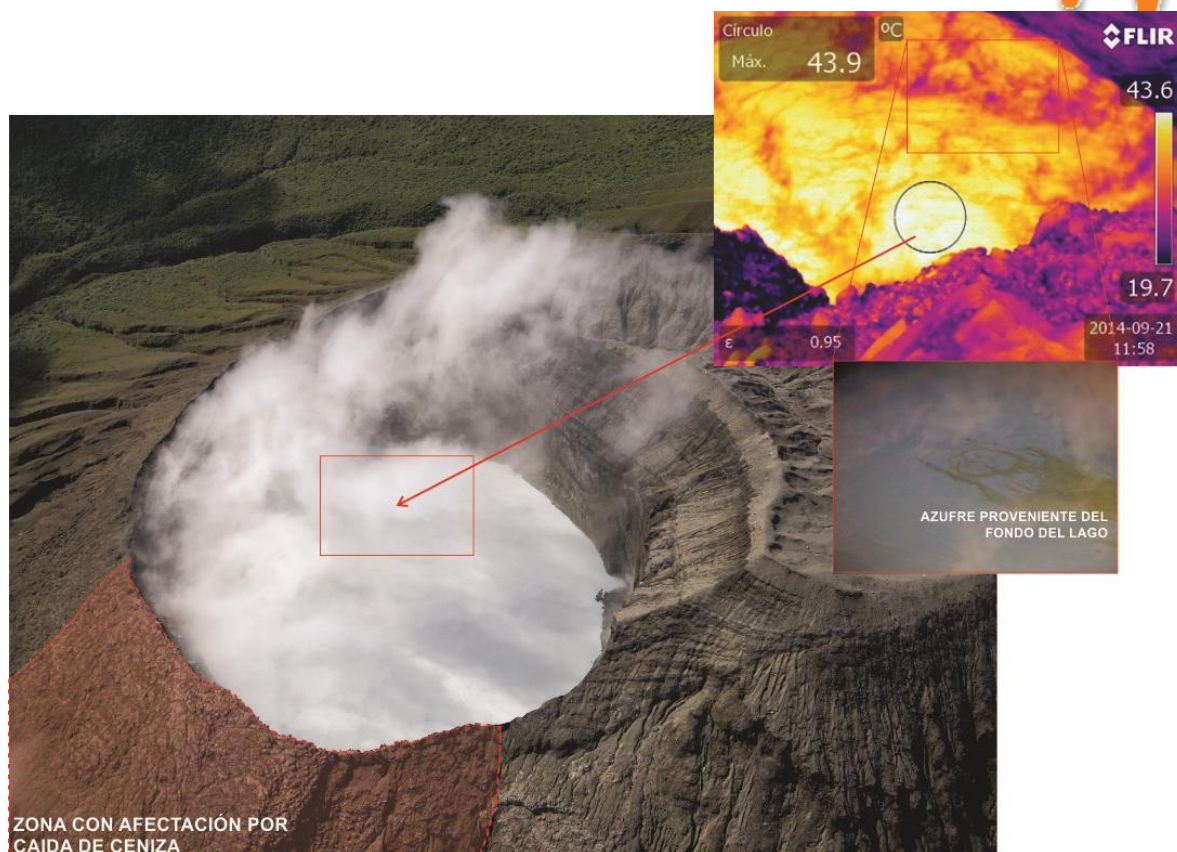


Figura 26: Zona de caída de ceniza, temperatura del lago y azufre flotando en el cráter activo del volcán Rincón de la Vieja el pasado 21 de septiembre. Fotografías de Raúl Mora-Amador.

La actividad freática presentada durante este periodo por el Rincón de la Vieja, forma parte de un ciclo de mayor actividad freática que se viene dando desde agosto de 2012.

Cabe resaltar, que estas erupciones a pesar de haber sido importantes, fueron de tipo freáticas, es decir, no hubo lava ni magma de por medio, sino únicamente son fluidos (gases y líquidos) ácidos de alta entalpía que generaron mayor presión en el sistema hidrotermal del volcán, que al superar la presión ejercida por la columna de aguas permite que se generen las erupciones freáticas.

Durante el 2014 las erupciones se restringieron al sector del cráter activo, pero debido a que el volcán se encuentra muy activo, no se descarta que en el 2015 se generen de mayor tamaño y con expulsión de volúmenes de material superiores, que podrían afectar ríos como el Pénjamo, por lo que este debe estar bajo constante vigilancia en caso de ocurrir erupciones mayores.



Fumarolas

El campo fumarólico ubicado al Oeste de la laguna, se observa precipitados de azufre, y salida de gases ácidos con temperatura máxima de 129 °C, medido con la cámara térmica FLIR P660, valor que se mantiene constante con respecto a meses anteriores (fig. 27). Para septiembre, además de



que gran parte de su área fue cubierta por el agua de la laguna, se dio un descenso en la temperatura de las fumarolas, misma que llegó aproximadamente hasta los 100 grados Celsius.

27

En este mismo sector, ocurrió un pequeño deslizamiento debido a la inestabilidad de las rocas en las paredes del lago, dado por alta pendiente, poca compactación y la acción de los fluidos hidrotermales con la roca, que provoca que pierda sus propiedades físico-mecánicas.

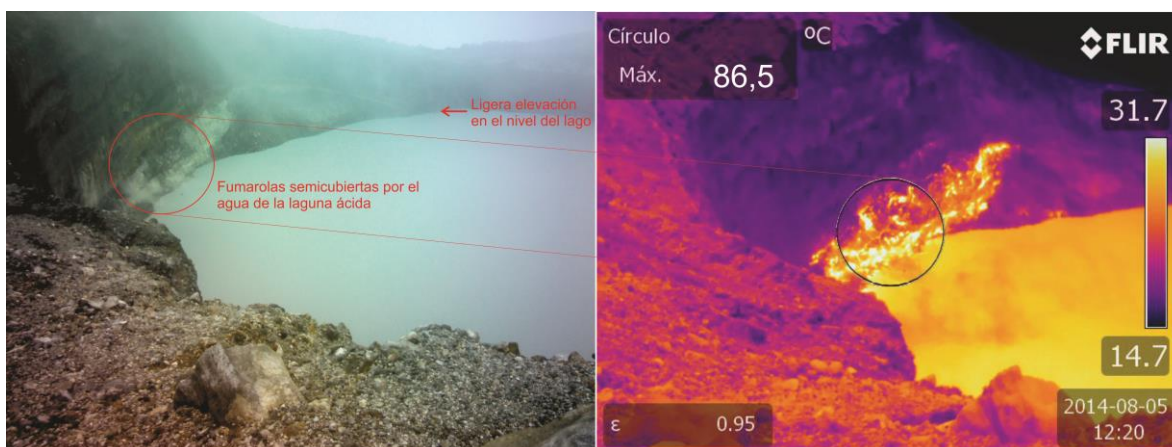


Figura 27: Desgasificación del campo fumarólico del cráter activo del volcán Rincón de la Vieja.
Fotografías por Carlos Ramírez.



Sismicidad

El nivel de actividad sismo-volcánica generada por procesos de circulación de fluidos en el sistema hidrotermal se mantuvo a un promedio muy bajo: 1 a 2 eventos diarios (tanto de baja como de mediana frecuencia) durante casi todo el año, con excepción de los meses de marzo, setiembre, octubre y diciembre, en los cuales se registraron ligeros aumentos (fig. 28). Paralelamente también se registraron episodios de tremor (ruido volcánico continuo de varios minutos a horas) con rangos de frecuencia que varían entre los 2,0 y los 4 Hz. Por otra parte la actividad volcano-tectónica (generada por fallamiento activo en el macizo volcánico) fue escasa durante todo el año (menos de 5 eventos mensuales), con excepción del mes de setiembre en que se registraron 11 eventos. El máximo de actividad sismo-volcánica y volcano-tectónica que se registró durante setiembre precedió una explosión freática ocurrida el 17 de setiembre de 2014, a las 08:48 pm.





Semáforo volcánico

Pese a haber presentado erupciones freáticas de tamaño considerable, el volcán Rincón de la Vieja se mantiene en nivel VERDE FASE 3, ya que tanto estas erupciones como la actividad sísmica presentada por el volcán a lo largo del año son características de esta fase en el semáforo volcánico (fig. 29).



Figura 29: Color y fase del semáforo volcánico del volcán Rincón de la Vieja durante el año 2014.



Para contacto o aclaraciones pueden comunicarse a:

Tel: 2253-8407

Cel: 8880-5495 / 8309-8689 / 8925-6656 / 8315-1259

Correo electrónico: raulvolcanes@yahoo.com.mx, ginovolcanico@gmail.com

Para más información puede acceder a las siguientes páginas

WEBSITE: <http://www.rsn.ucr.ac.cr/>

FACEBOOK: <http://www.facebook.com/RSN.CR>

TWITTER: <https://twitter.com/RSNcostarica>

AGRADECIMIENTOS: Gracias a los compañeros guarda parques que siempre nos apoyan en las labores de campo.