

Nota técnica

**RESUMEN DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA Y VOLCÁNICA EN
COSTA RICA DURANTE EL AÑO 2009**

**SUMMARY OF THE SEISMIC AND VOLCANIC ACTIVITY IN COSTA RICA
DURING 2009**

Rafael Barquero^{1*} & Wilfredo Rojas²

¹Red Sismológica Nacional (RSN:UCR-ICE)
Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica, Exploración
Subterránea, PySA, ICE; Apdo: 10032-1000 San José

² Sección de Sismología y Vulcanología
Escuela Centroamericana de Geología (UCR)

*Autor para contacto: RBarqueroP@ice.go.cr
RBarqueroP@ice.go.cr

Durante el año 2009 la Red Sismológica Nacional (RSN) ubicó 2005 sismos dentro del territorio nacional (Fig. 1) de los cuales 115 fueron reportados como sentidos por la población de Costa Rica, actividad un poco mayor a la del 2008, año en que fueron reportados 54 eventos sentidos. El sismo de mayor magnitud en nuestro país en el 2009 fue el terremoto de Cinchona del 8 de enero, el cual tuvo una magnitud de 6,2. Este terremoto produjo serios daños en infraestructura de la zona y 25 muertos. De estos sismos una parte importante (71 %) fueron sismos superficiales (prof. < 20 km) originados por fallas locales. El proceso de subducción de las placas de Coco bajo la placa Caribe y la Microplaca de Panamá y algunas rupturas en fallas más profundas fueron responsable del 29 % restante.

Sismos reportados como sentidos

En el 2009 las estaciones de la RSN registraron 115 temblores reportados como sentidos por la población (Figs. 2 y 3, cuadro 1), que por lo general son los de mayor magnitud entre los cientos de sismos que registra la RSN mensualmente. De ellos, 33 tuvieron origen en el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe, por lo que son sismos generalmente de profundidad intermedia; otros 79 se asocian con fallamiento local o con la Zona de Fractura de Panamá. Los meses con mayor cantidad de sismos sentidos fueron enero, febrero y noviembre con 26, 23 y 15 eventos respectivamente, y el mes con menos eventos fue junio con solamente un evento.

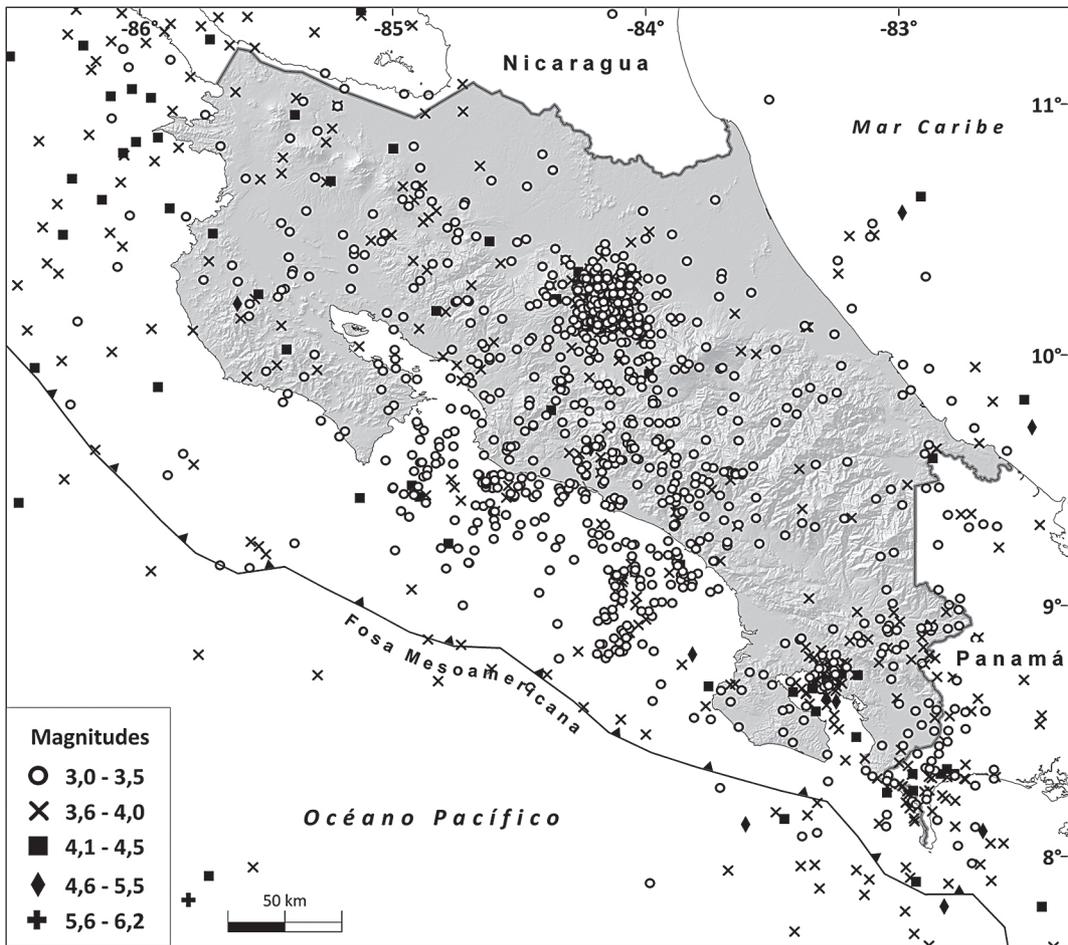


Fig. 1: Mapa de los sismos registrados durante el año 2009 por la RSN

Como se puede observar en las figuras 1, 2 y 3, la actividad sísmica estuvo muy alta durante los dos primeros meses de año, a raíz principalmente del Terremoto de Cinchona del 8 de enero del 2009. Luego tendió a decaer los meses siguientes, pero en octubre se inició otro repunte, pero en fuentes sísmicas diferentes, que se mantiene hasta el mes de noviembre, cuando se registraron 15 sismos sentidos.

Magnitudes de los sismos sentidos

La distribución por rangos de las magnitudes de los sismos sentidos registrados en el año 2009 se muestra en el cuadro 2. Durante el año

ocurrieron sismos de magnitud hasta 6,2 (terremoto de Cinchona) dentro o cerca de nuestro país y la mayoría de los eventos son de magnitudes moderadas (entre 3 y 4,9).

Profundidades de los sismos sentidos

De los 115 temblores ocurridos en el año 2009, 82 son de foco superficial (0-20 km) y se deben a fallas geológicas desestabilizadas por las fuerzas tectónicas. Otros 33 se atribuyen a la subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. Estos sismos de profundidad intermedia y profunda se concentraron principalmente en el sector central del país y la zona sur.

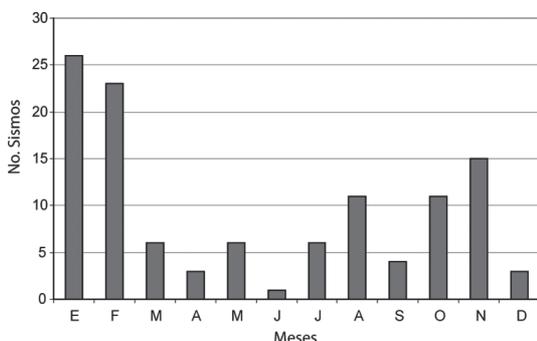


Fig. 2: Sismos sentidos por mes durante el año 2009

Una observación importante sobre la profundidad de los temblores es que esta relación de los superficiales vs profundos, se puede interpretar que un relajamiento de los esfuerzos superficiales tuvo mayor relevancia durante el año que el relacionado con la subducción.

FUENTES SÍSMICAS PRINCIPALES

Proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe

La interacción de las placas Coco-Caribe fue más intensa en la región del Pacífico Central, entre Herradura y Dominical y la sismicidad asociada a esta fuente no superó magnitudes mayores a 4,7. Las regiones de Guanacaste y Sur tuvieron poca actividad por la subducción. Se localizaron eventos sísmicos en Hojancha de Nicoya, Guacimal, Las Juntas y Cabo Blanco. En el Pacífico Central se localizaron sismos en la Zona de los Santos,

Cuadro 1

Número de sismos sentidos por mes

Mes	No. sismos	Mes	No. Sismos
Enero	26	Julio	6
Febrero	23	Agosto	11
Marzo	6	Setiembre	4
Abril	3	Octubre	11
Mayo	6	Noviembre	15
Junio	1	Diciembre	3

Cuadro 2

Distribución de magnitudes de los sismos sentidos en Costa Rica durante el 2009

Rango	No. sismos
2,0-3,0	11
3,1-4,0	63
4,1-4,9	36
5,0-5,9	4
6,0-6,2	1

Puriscal, San Ignacio Acosta y Dominical. En la zona norte se registraron varios eventos profundos por Sarapiquí. En la zona sur se registró varios temblores importantes iniciando con un sismo el 11 de marzo (M 5,2) localizado cerca de Puerto Jiménez el cual provocó alarma en dicha población pero no provocó daños. La serie de sismos sentidos se dieron en la zona sur del país entre el 11 y 14 de marzo, destacando un total de 9 eventos con magnitudes mayores a 4, siete de ellos se ubican en el golfo Dulce y se asocian al proceso de subducción de la placa del Coco bajo el Bloque Panamá. Estos sismos fueron sentidos con fuerza principalmente en Golfito, Laurel, Puerto Jiménez, Río Claro (VI MM), Buenos Aires y San Isidro de el General (V); en el Valle Central se sintieron moderados (intensidad Mercalli IV). Después del sismo de las del 11 de marzo se registraron más de 100 réplicas lo cual es normal luego de un sismo fuerte. La actividad sísmica en la región sur del país es una de las más importantes en los años recientes. El último sismo fuerte en esa región tuvo lugar el 19 noviembre de 2008 y tuvo una magnitud de 6,1. Dicho sismo causó daños materiales en casas, escuelas y en el hospital de Laurel.

Fallamiento cortical

De los sismos superficiales originados por fallas locales que fueron eventos sentidos la zona principal en donde se registró mayor actividad fue principalmente fallas en la zona de norte del Valle Central en donde se produjo el terremoto de

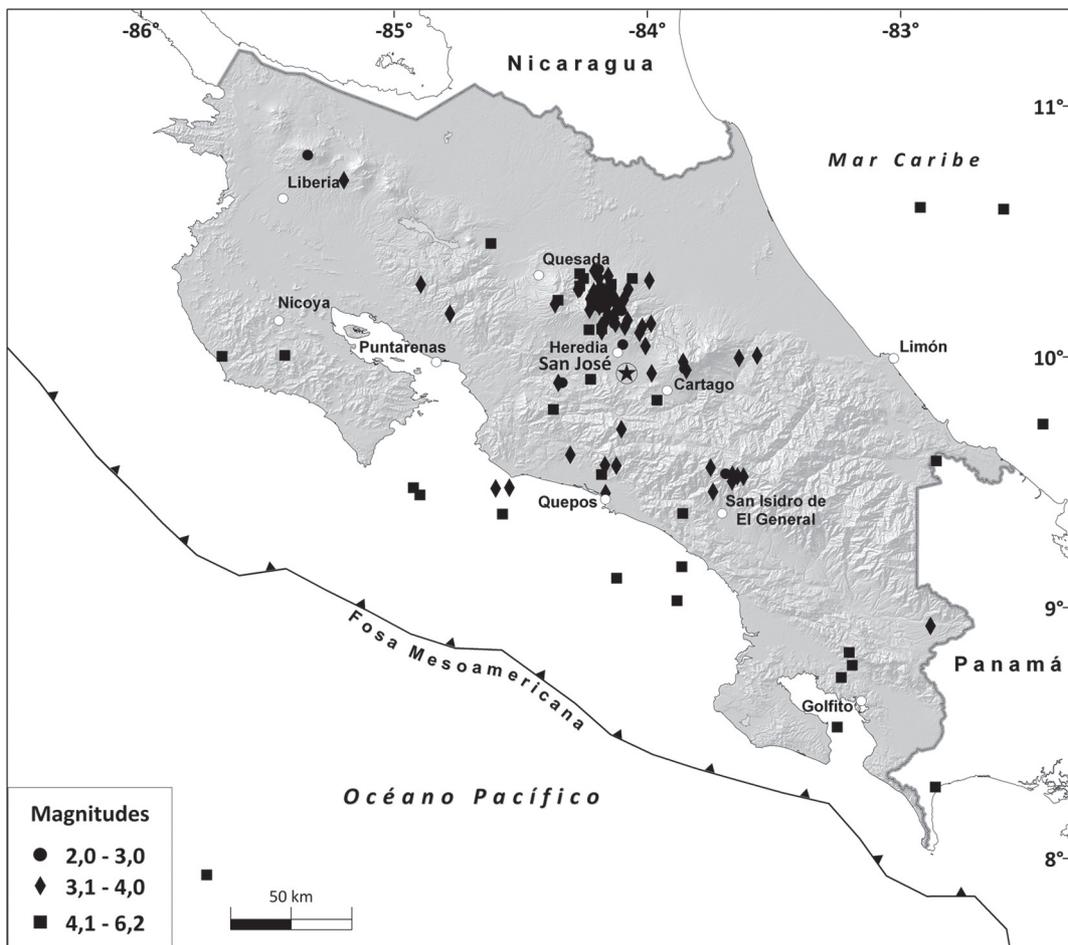


Fig. 3: Mapa de los sismos reportados como sentidos durante el 2009 en Costa Rica

Cinchona el 8 de enero del 2009 (M 6,2). Otros sismos asociados a fallas tuvieron lugar en: Bagaces, La Fortuna de San Carlos, Puriscal, Cartago, Turrialba, San Isidro de Pérez Zeledón, San Vito y en la zona del Nudo de Parísmia, en el mar Caribe.

Zona Norte

El día jueves 8 de enero de 2009 un fuerte sismo sacudió la región norte del Valle Central de Costa Rica, propiamente unos 40 km al norte de la ciudad capital, en el límite de las provincias de Heredia y Alajuela. El sismo tuvo una magnitud Mw 6,2, una profundidad de 4,6 km, una intensidad

máxima de IX en la zona mesosísmica, un área de ruptura de unos 72 km² y está asociado con un fallamiento denominado falla Ángel-Varablanca de dirección NW-SE, ubicado en el flanco este del volcán Poás (Fig. 4). Este sistema de falla tuvo su última actividad en junio del 2005. La presente actividad se inició el día miércoles 7 de enero de 2009, con un evento precursor de magnitud Md 4,6, que ocurrió en la zona cercana a la localidad de Varablanca a las 10 am. La actividad de réplicas fue continua por unas tres semanas y se registraron más de 1600 de magnitudes mayores a 2,5 Md. Se reportaron serios daños en carreteras y caminos, principalmente en la zona entre Cinchona y Varablanca, al norte de Heredia.

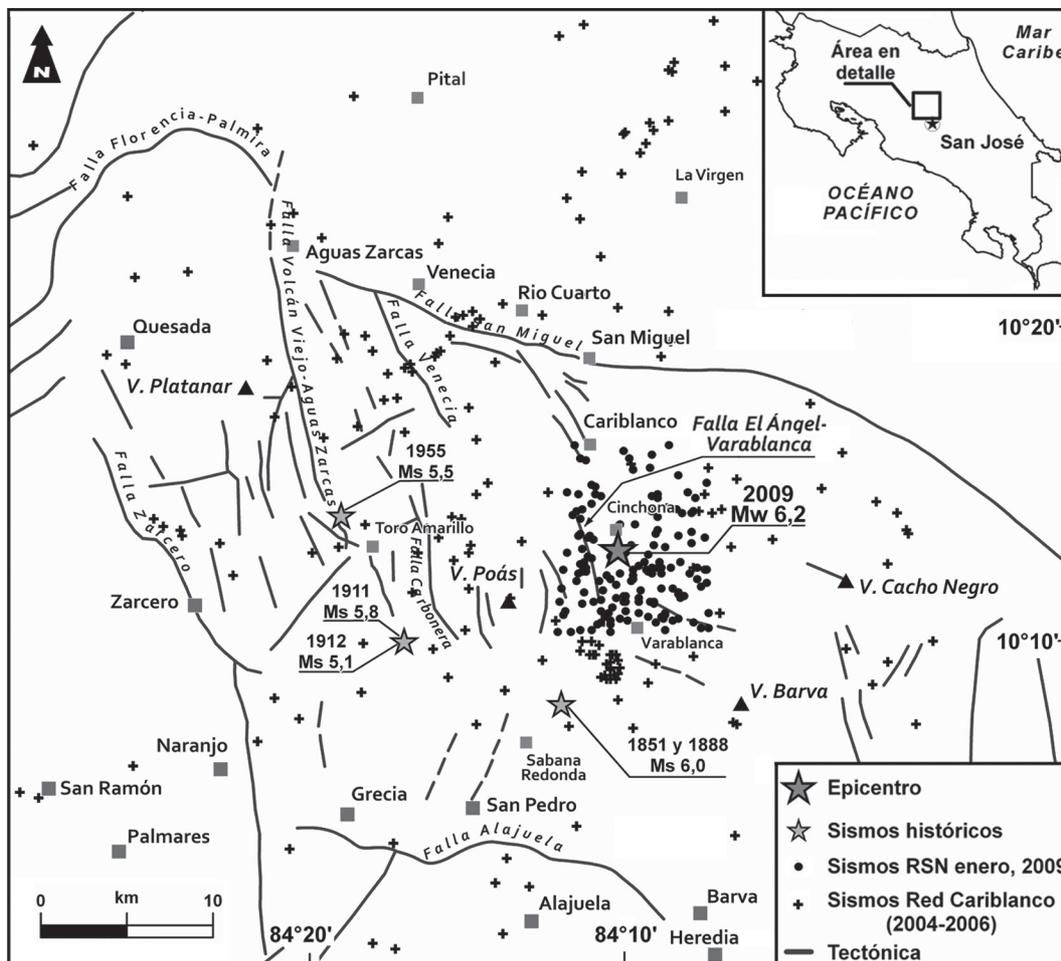


Fig. 4: Terremoto de Cinchona del 8 de enero del 2009 y sus réplicas

En viviendas y edificaciones hubo graves daños y alarma general en la población en la parte central del país, 25 personas fallecieron, y hay 17 personas desaparecidas. Algunas obras del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ubicadas en la zona como la presas de PH Toro II y PH Cariblanco fueron afectadas parcialmente. El servicio eléctrico sufrió averías serias en la zona del epicentro y en el área metropolitana se interrumpió por una hora. Los servicios telefónicos se saturaron también por al menos unas dos horas. Históricamente, la zona norte de las ciudades de Alajuela y Heredia, ha sido afectada por varios terremotos importantes, como fueron los ocurridos en 1851 (M 6,0), 1888 (M 6,0),

1911 (M 5,8), 1912 (M 5,1) y 1955 (M 5,5). La última actividad sísmica previa al terremoto del 8 de enero del 2009 fue un enjambre sísmico ocurrido en la misma zona en junio y julio del 2005, relacionado con el sistema de falla Ángel-Varablanca.

Datos del terremoto

Fecha y hora local: 8 enero 2009 - 13:21 hrs.
 Magnitud: 6,2 Mw (Mag. del momento sísmico).
 Profundidad: 4,6 km
 Ubicación: 1 km al sur de Cinchona, Intensidad máxima (Escala Mercalli Modificada): IX en Cinchona e Isla Bonita

Origen Falla de tipo oblicuo de dirección aproximada NW-SE denominada falla Ángel-Varablanca, cuya ruptura se extiende por unos 12 km en la horizontal y unos 6 km en su inclinación en profundidad, generando un deslizamiento promedio a lo largo del plano de falla calculado en 30 cm, con movimiento predominante lateral derecho y una componente de inclinación normal hacia el noreste y con una leve ruptura observada en superficie (entre 2 a 7 cm). Las solución del mecanismo focal realizado por RSN muestran una solución de fallamiento normal con componente de rumbo dextral.

Pacífico central

La madrugada del 13 de agosto, 2009, se registró dos sismos, de moderada magnitud, ubicados a media distancia entre Cabo Blanco y La Isla del Coco, en un área que no es usual la ocurrencia de sismos. Los eventos fueron muy bien registrados en la estación sismológica de banda ancha que tiene instalada la RSN en la Isla del Coco, cuyas señal sísmica se muestra en la figura 6. Los sismos tuvieron magnitudes de 5,8 y 4,4 y profundidades de 14 y 10 km. y se sintieron con intensidad de II en Jacó y Valle Central. Estos, eventos ubicados bajo la Cordillera oceánica submarina de Coco (Fig. 1), son poco usuales en nuestro país. Según el análisis de mecanismo focal, el origen de éstos sismos están relacionados por una ruptura en dirección N-S, que pueden corresponder a una extensión del extremo norte de unas fracturas dentro de la Placa oceánica, que se extienden desde el rift o dorsal del Ecuador y Costa Rica hacia el norte hasta la Serranía de Coco, y que al mismo tiempo son paralelas a la Zona de fractura de Panamá. La actividad en este fracturamiento, puede indicar una posible migración de la actividad hacia el oeste desde el sistema de fracturas de Panamá.

Sismo del 13 de noviembre de 2009

Un sismo de magnitud 4,9 y profundidad de 10 km se registró el 13 de noviembre localizado 17 km al noreste de Parrita. Del resultado

del análisis del mecanismo focal (falla de rumbo NNE-SSEW dextral) se determinó que se asocia a fallamiento superficial. Un nuevo sismo importante en esta zona tuvo lugar el día 24 de noviembre con magnitud 4,2 que se sintió fuerte en el pacífico central y moderado en el Valle Central.

El sismo del viernes 13 de noviembre de magnitud 4,9 se sintió bastante fuerte en las zonas de Parrita y sur del Valle Central, en la zona de los Santos especialmente.

Zona de Los Santos

La zona de Puriscal presentó actividad con dos eventos sentidos el día 18 de enero pero que tuvieron magnitudes moderadas (3,0 y 3,1). Esta zona tuvo mucha actividad asociada a sistemas de fallas en 1990.

Valle Central

En la localidad de Pacayas de Cartago se registraron dos sismos de magnitudes 3,0 y 3,3 los días 28 de setiembre y 1° octubre de asociado con la falla local. Fue sentido con intensidad de III en esa localidad. En las cercanías del volcán Irazú se localizaron dos eventos de magnitud moderada, uno el 1° de octubre (M 2,8) y otro el 22 de noviembre (M 3,3), asociados a fallamiento local.

San Isidro de Pérez Zeledón

Al norte de San Isidro de Pérez Zeledón se localizó una importante actividad sísmica en el mes de noviembre con varios sismos sentidos de magnitudes entre 3 y 4.5 asociados a fallamiento local al norte de San Isidro. Se localizaron 5 sismos sentidos al norte de San Isidro de Pérez Zeledón (Fig. 10) entre los días 22 y 25 de noviembre. Las magnitudes fueron entre 3 y 3,6 y las profundidades entre 2,5 y 8 km. El 2 de diciembre se produjo otro sismo en esta misma zona de magnitud 3.8. Los sismos muestran un alineamiento más o menos E-W asociado a fallamiento local.

El origen de este sismo superficial se asocia a fallamiento transcurrente con componente normal, Posiblemente asociado a la falla Pueblo Nuevo que es una falla dextral.

Zona Sur

El 28 de enero se registró un sismo al NE de Sabalito que tuvo una magnitud de 4,0. El 14 de agosto se registró un sismo en Puerto Armuelles de M 4,2 y otro el día 9 al norte de Golfito con magnitud 4,4. Dos eventos de magnitudes 4,9 y 5,9 que se registraron el día 21 de octubre a más de 100 km al sur de Puerto Armuelles fueron sentidos levemente en los pueblos circunvecinos como Puerto Armuelles, Laurel, Golfito. Esta actividad consiste en un enjambre sísmico cortical somero, con profundidades generalmente menores a 30 km, asociados a un sistema denominado como Zona de Fractura de Panamá, estructura tectónica que marca el límite entre las placas del Coco y Nazca.

Región Guanacaste

En la región de Guanacaste la actividad sísmica asociada a fallamiento se muestra menor y más dispersa con respecto a las regiones central y sur del país. Se registraron varios sismos en Rincón de la Vieja y Bagaces pero de magnitudes moderadas.

Región Caribe

Se registró actividad sísmica principalmente en Turrialba, cerca de Tres Equis, en Sixaola y en el mar Caribe frente a Parismina, asociada a un sistema de fallas bajo el lecho marino. El sismo principal fue el del 20 de noviembre frente a Parismina que tuvo una magnitud de 5,0.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Lo más relevante se presentó en los volcanes Poás, Turrialba y Arenal pues los demás no presentaron ninguna actividad anómala durante

el año 2009. El Poás presentó un descenso importante en el nivel de su laguna en el cráter principal y fuerte actividad fumarólica. En el Arenal se registró una secuencia de flujos piroclásticos en el flanco sur-suroeste en el mes de junio. En el Turrialba continuó la fuerte desgasificación que sigue afectando los alrededores del volcán con lluvia ácida, sobre todo el flanco oeste y oeste-suroeste.

Volcán Irazú

Un pequeño enjambre sísmico se registró el día 31 de mayo en el volcán Irazú. El sismo principal tuvo una magnitud de 3,5 y fue muy superficial. Durante el año 2009 no se reportaron cambios importantes en la zona cratérica salvo un decrecimiento en el nivel de la laguna intracráter que se viene observando desde el año pasado.

Volcán Turrialba

Durante el año las señales sísmicas relacionadas con desgasificación se mantuvieron con un promedio de unas 70 diarias. El número de temores de corta duración (asociados a por desgasificación), tuvieron una leve disminución a finales de mes noviembre, con un promedio de unos 3 diarios. El día 21 de noviembre se presentó una marcada diferencia en el comportamiento de la sismicidad se dieron cerca de 20 señales de tipo A, asociados a ruptura superficial (parte superior del cráter activo). Las temperaturas de las fumarolas de las grietas de la ladera sureste y este del cráter se mantuvieron entre 80 °C y 90 °C. La nueva grieta que se reportó nueva el mes de setiembre, en el lado sureste de la ladera interna del cráter activo, no ha aumentado su abertura. La grieta principal que se extiende en dirección NE a SW desde el borde sur del cráter activo, que tiene una apertura promedio de 40 cm, donde se encuentran colocados 4 pines de acero para medición, perpendiculares a la ruptura, durante el mes de noviembre, 2009, no registra ningún incremento.

La emisión de vapores y gases producto de la actividad exhalativa del cráter activo, con respecto a los últimos tres meses, se mantuvo con la misma vigorosidad, emitiendo sonido tipo jet continuo, asimismo se mantuvo la salida de vapores y emanaciones gaseosas por la pared externa del noreste del cráter activo. La lluvia ácida que venía manteniéndose principalmente hacia el SW del macizo y se ha extendido también hacia el Sur, el Sureste y el Noreste, donde solamente el Norte y Noreste están exentos, situación favorecida por cambios la dirección del viento en el período de transición de estación climática.

Volcán Poás

El lago caliente del volcán Poás continuó con una actividad fuerte e intensa. Su temperatura es de 42 °C y el pH es de cero. La liberación de gas en la pluma del domo, ubicado cerca del cráter aumentó durante el mes de junio. La columna de gas, que hace unos meses era de 200 metros máximo, alcanzó hasta los 500 metros. Estos gases afectaron hasta la casa de los guardaparques. Durante el mes de setiembre se notó un incremento en la actividad fumarólica y el descenso en el nivel de la laguna cratérica la cual perdió cerca de 400 000 m³ de agua. Se reportó una pequeña erupción freática el día 18 de setiembre. En noviembre el lago alcanzó su nivel más bajo en los últimos 15 años. El día 25 de diciembre se registró una importante erupción freática.

Volcán Arenal

En el mes de marzo el Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Arenal y Miravalles (OSIVAM-ICE) registró un enjambre de sismos tectónicos en el volcán Arenal.

Hubo unos pocos eventos de este tipo en febrero (4 ó 5 sismos), pero el número aumentó en marzo a más de 45 eventos, especialmente los días 3-4 y en la semana entre el 15 y el 17 de marzo. Dado que este tipo de actividad sísmica podría ser precursora de algún evento importante como nuevas coladas de lava o algún flujo piroclástico nuevo a corto plazo, se recomendó a la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) mantenerse en alerta.

Durante el mes de junio fue importante la actividad exhalativa y la emisión de lavas en el flanco suroeste. Tal y como se había previsto desde el mes de marzo, el 16 de junio se dio la generación de varios flujos piroclásticos por desprendimientos en la parte baja de una colada de lava que bajaron por el flanco suroeste pero sin causar daños importantes. Otros flujos menores se dieron el día 23 de junio. Los turistas en la zona del parque fueron evacuados en varias ocasiones como medida de prevención. Se recomendó mantener la alerta amarilla por la inestabilidad en las laderas del volcán.

Volcán Rincón de la Vieja

Un enjambre sísmico se registró en el volcán Rincón de la Vieja en el mes de octubre. Se inició el día 4 de octubre y finalizó el 17 del mismo mes. En total se registraron 63 sismos con profundidades entre los 2,8 y 5,7 km y magnitudes locales menores a 2,6 grados.

Es importante mencionar que durante la primera semana de octubre, se produjo sismicidad en toda la cordillera de Guanacaste, lo que hace pensar que estos sismos sean una respuesta a esfuerzos regionales asociados al choque de placas, y no estén relacionados directamente con la actividad volcánica pues no se produjo ningún movimiento de lava importante.