

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD  
EN PROYECTOS Y SERVICIOS ASOCIADOS



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



*Editores: Geól. Rafael Barquero P.  
Geól. Wilfredo Rojas Q.*

*ÁREA AMENAZAS Y AUSCULTACIÓN SÍSMICA Y VOLCÁNICA  
C.S. EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA*

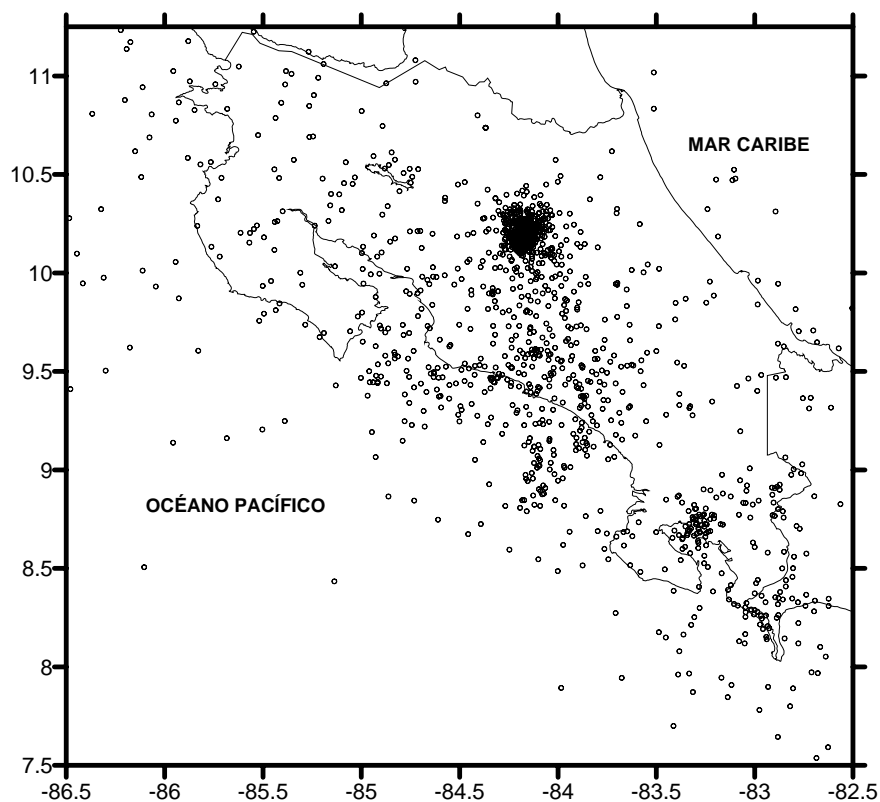
*Enero del 2010*

**Colaboradores:**

**Mauricio Mora F.  
Wilfredo Rojas Q.  
Waldo Taylor C.  
Guillermo E. Alvarado I.  
Ileana Boschini  
Gerardo J. Soto  
Raúl Mora  
Alberto Vargas V.  
Carlos Redondo Ch.  
Magda Taylor C.  
Luis Fernando Barrantes  
Andrey Rodríguez M.  
Guido Calvo M.  
Luis Madrigal  
Francisco Arias U.**

## Introducción

Durante el año 2009 la **Red Sismológica Nacional (RSN)** ubicó alrededor de 5000 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. Un 38 % (20 eventos) de los sismos sentidos tuvieron magnitudes menores a 4,0 y 62 % magnitudes mayores o iguales a 4,0 (33 eventos). 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 (70 %) 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 30 % restante.



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

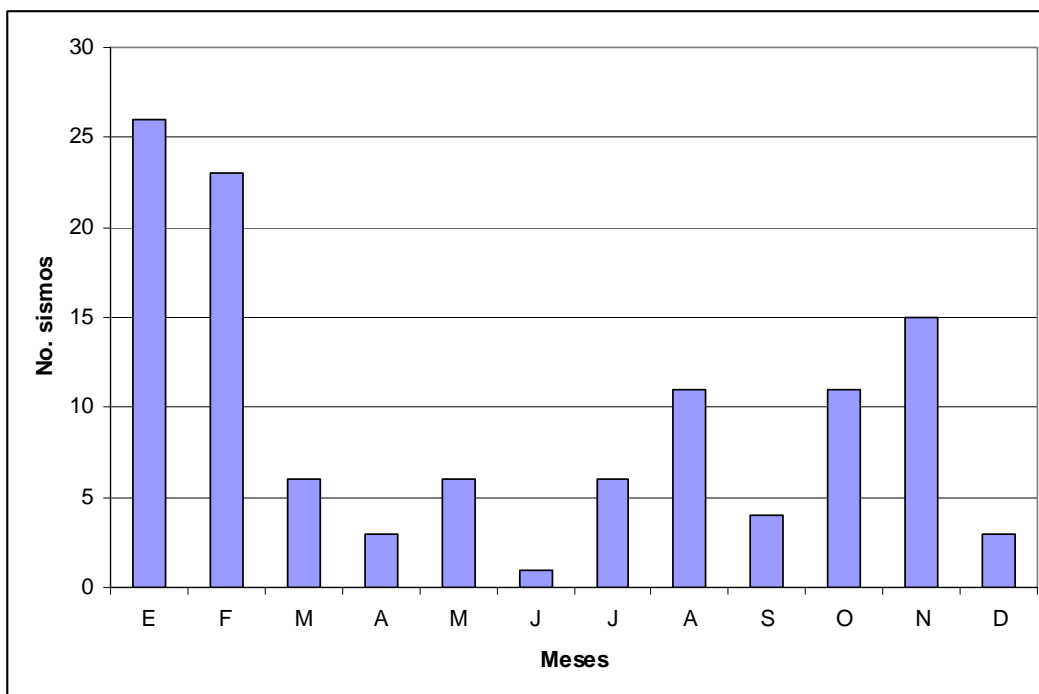
### Sismos reportados como sentidos

En el 2009 las estaciones de la RSN registraron 115 temblores reportados como sentidos por la población (Fig. 2, 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.

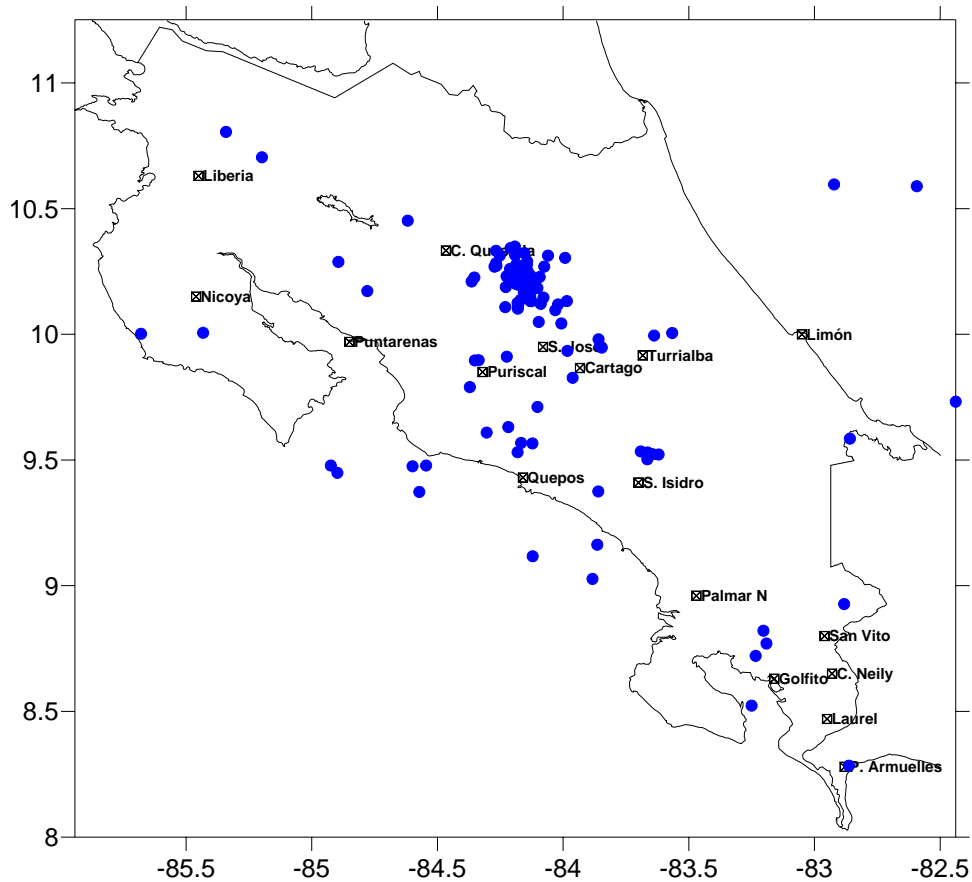
**Cuadro 1: Número de sismos sentidos por mes**

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

Como se puede observar en las Figs. 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.



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



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

### 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).

**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	62
4,1-4,9	36
5,0-5,9	4
6,0-6,2	1

## Profundidades de los sismos sentidos

De los 115 temblores ocurridos en el año 2009 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.

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.

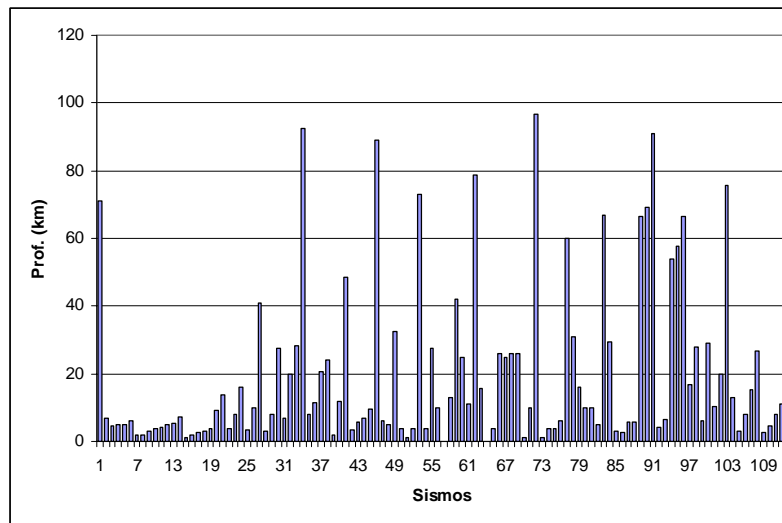


Fig. 4: Profundidades de los sismos sentidos del año 2009

## 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, 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 en la zona sur 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 11:24 am (M 5,8) 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 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 Parismina, 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 km<sup>2</sup> y está asociado con un fallamiento denominado falla Ángel-Varablanca de dirección NW-SE, ubicado en el flanco este del volcán Poás (Fig. 5). 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.

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 6,1), 1912 (M 6,1) y 1955 (M 5,8). 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.

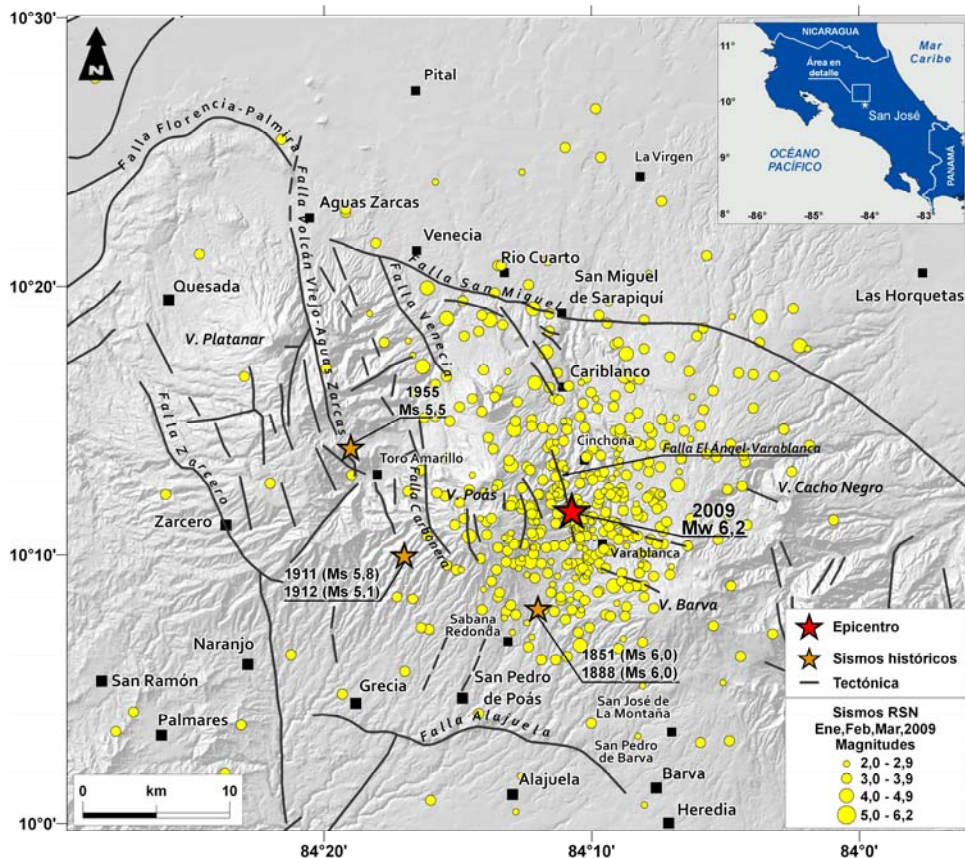
**MAGNITUD:** 6,2  $M_w$  (Magnitud del momento sísmico).

**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.

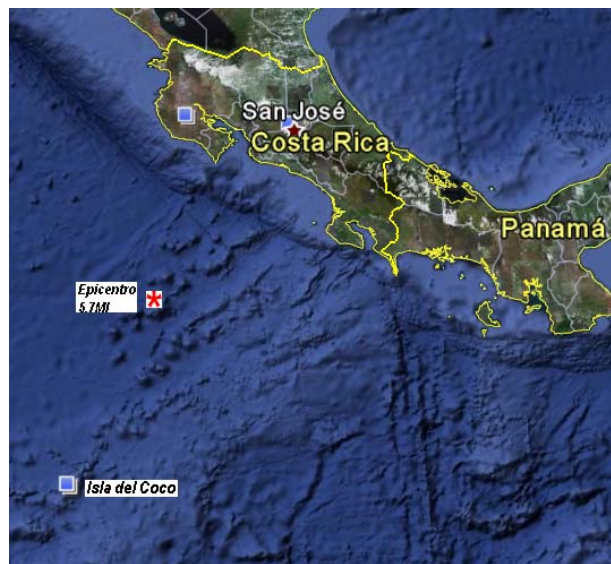


**Fig. 5: Terremotos históricos, sismo principal del 8 de enero 2009, precursores y réplicas localizados (enero-marzo 2009) por la RSN**



## 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 de la Fig. 2, 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.



**Fig. 6: Sismo del 13 de agosto de 2009 (M 5,8)**

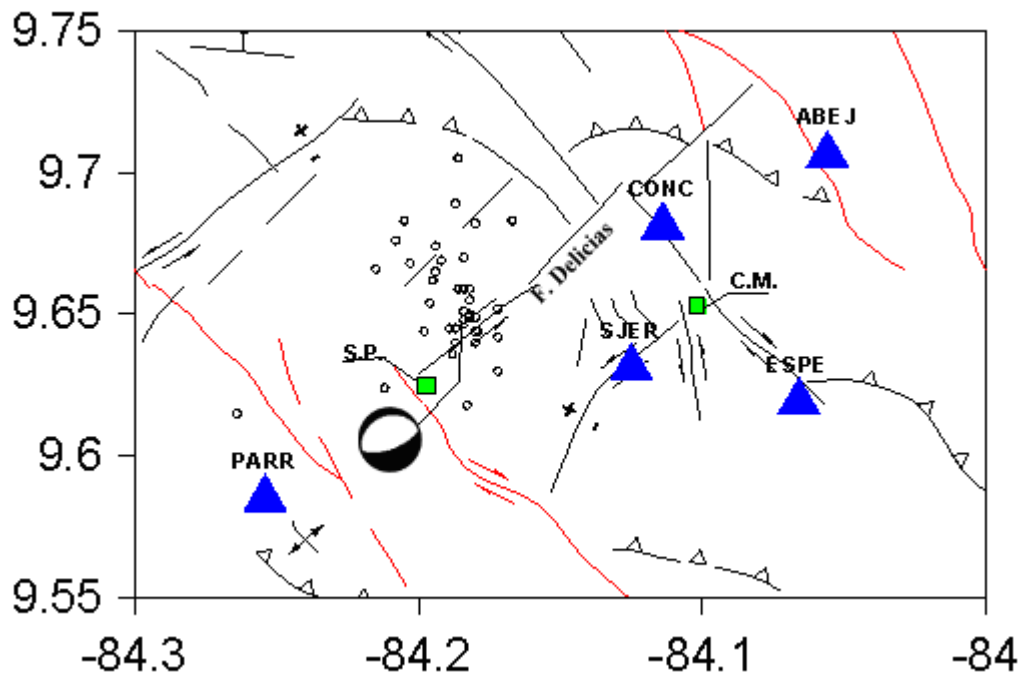
### Sismo del 13 de noviembre de 2009

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.

Con los datos de la red sismológica local que posee el ICE en el Proyecto Hidroeléctrico Pirrís se logró tener una mejor localización del evento principal y gran cantidad de réplicas (Fig. 7) las cuales permiten definir que la falla responsable es la falla Delicias. El mecanismo focal presenta una solución de fallamiento normal con rumbo NE-SW buzando hacia el SE. De acuerdo a la distribución y profundidad de las réplicas y evento principal tal parece la ruptura fue a una profundidad entre los 15 y 20 km. Es importante anotar que esta actividad sísmica se ubicó muy cerca del sitio de Casa de Máquinas del P.H. Pirrís.

La figura 8 muestra la distribución de las intensidades Mercalli Mod. para dicho sismo. Se estimó una intensidad máxima de V en el área epicentral.



**Fig. 7: Sismo principal y réplicas del 13 de noviembre del 2009**

Cuadro de los datos de Intensidad

Intensidad MM	Sitio		Efecto
	Dato de: I. Boschini	Dato de w. Rojas	
V	Parrita, Quepos,	Puriscal, Picagres	Muy Fuerte, gente asustada, Largo, derrame agua en peceras, fuerte movimiento de antenas, sentido casi 20 seg.
IV - V	Paraizo, Cartago, San José	Atenas, León Cortés	Caída de algunos CD, movimiento de muchos objetos,
IV	Guápiles, Tibás, S.M.Tarrazú, S. I.P.Zeledón, Moravia	Orotina, Jacó	Fuerte, continuo, oscilatorio, gentes moderadamente asustadas, no hay caída de objetos
III - IV	La Guácima, Alajuela, Horquetas	Orosi	Algo fuerte, largo, sentido por muchos
III		Turrialba, Matina, Palmar Norte	Sentido leve y por muy pocas Personas.
II	C. Quesada	I. Chira, Barra. Colorado	Muy leve

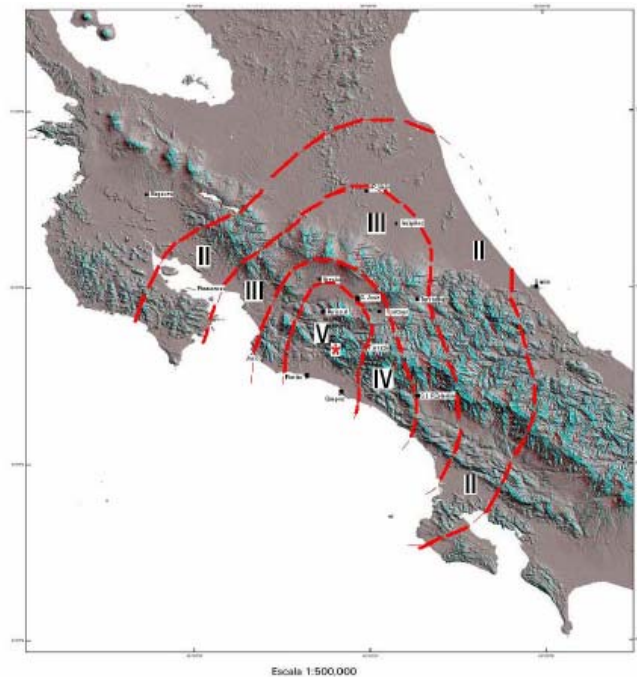


Fig. 8: Mapa intensidades (MM) de sismo del viernes 13 noviembre 2009

### **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**

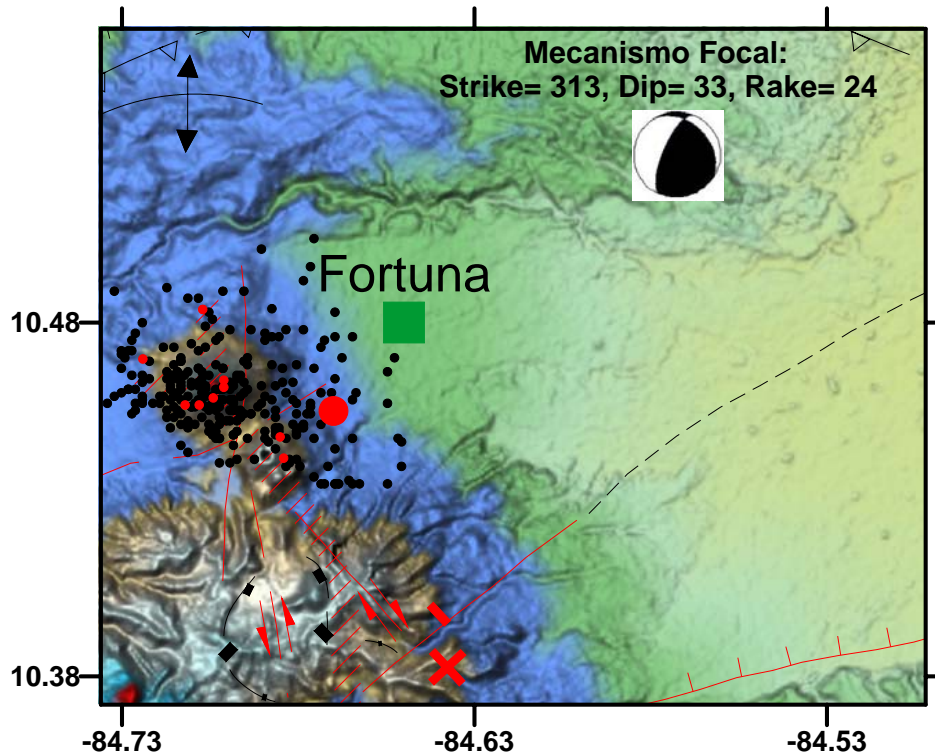
En la localidad de Pacayas de Cartago se registraron dos sismos de magnitudes 3,0 y 3,3 los días 28 de setiembre y 1º octubre de asociado con la falla local. Fue sentido con intensidad de III en esa localidad. En las cercanías del volcán Irazú se localizaron dos eventos de magnitud moderada, uno el 1º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

### **Sismo de La Fortuna de San Carlos (1º noviembre 2009)**

El 1º de noviembre de 2009 a las 12:45 p.m. un sismo fue localizado cerca de la Fortuna de San Carlos tiene las siguientes características:

Para la construcción del mecanismo focal se hicieron varias corridas. En algunas corridas se utilizó el modelo de corteza de la RSN, el modelo general para Guanacaste, y el modelo de menor velocidad promedio para la zona de Arenal. Para todos los casos se usó las lecturas de S-P para todas las estaciones, inclusive las distantes a más de 70 km. Esto tiene el inconveniente de que entre más estaciones sismológicas distantes se usen, mayor será la profundidad, es decir, mayor es el promedio del valor de S-P, y por lo tanto mayor será la profundidad resultante en la localización final. Ese aumento en la profundidad, significa que el mecanismo cambia considerablemente y provoca que tome como errores las polaridades de las estaciones más cercanas que muestran compresión, en este caso las estaciones sismológicas FOR y CEDE. Es decir, se estaba dejando por fuera las estaciones más confiables. Para la definición del mecanismo focal se usaron 27 polaridades, con solamente un error, de tal manera que ese error no sea ninguna de las estaciones cercanas, en este caso, FOR, CEDE, CAS, APSG, APPB y BAL. Además se eliminó la lectura de la onda S de las estaciones lejanas, para que la profundidad estuviera controlada por las estaciones más cercanas y así estar en de acuerdo con los datos de intensidad, en este caso el sismo no se sintió en Tilarán, por lo tanto es un sismo somero de menos de 10 km de profundidad. Además, se uso el modelo de menor velocidad para las ondas superficiales, debido a que muchas de las estaciones están al oeste del epicentro y por lo tanto las ondas debieron pasar por la zona de baja velocidad de la cámara magmática del volcán Arenal. Bajo esas consideraciones, el mecanismo focal final, indica que puede haber dos posible fallas, una casi NS y la otra NW-SE, los detalles del mecanismo puede verse en la figura 9.

---



**Fig. 9: Detalle del mecanismo focal y la sismicidad del periodo 2004-2009 (puntos negros). Los puntos rojos son los sismos de mes de noviembre, el círculo rojo de mayor tamaño indica la ubicación de sismo del 1° de noviembre**

Las estaciones sismológicas FOR (al este del volcán) y CEDE (al norte del volcán) muestran una polaridad de compresión, mientras que las estaciones sismológicas CAS (al SE del volcán), APSG (en la presa Sangregado) y BAL (al NW del volcán), estas 3 últimas prácticamente están en una línea recta de con rumbo NW, presentan dilatación. Estas cinco estaciones son las más cercanas, eso quiere decir que son las más confiables, por lo tanto, la única forma de que se pueda producir esa distribución de polaridades, es que la falla responsable pase justo por el volcán Arenal, de tal forma que las estaciones FOR y CEDE estén de un lado de la falla y del otro lado el resto de las estaciones. Los parámetros son los que se incluyen en la figura 1. Es decir, y aquí es lo interesante, la responsable es una falla oblicua con componente inversa y movimiento sinistral.

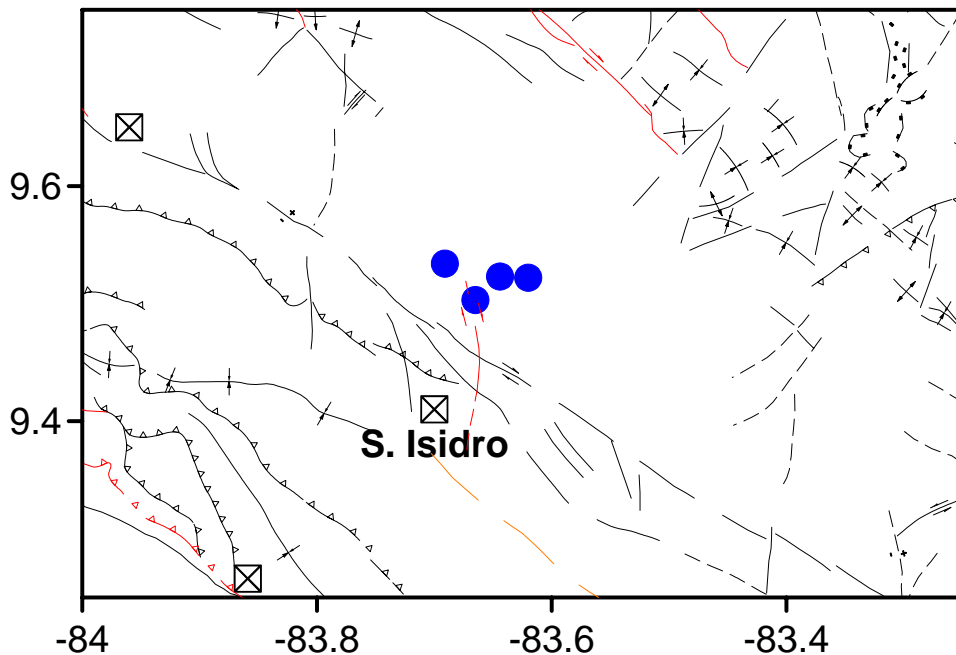
Si el origen es puramente tectónico, el tipo de falla no es nada anómalo pues desde hace tiempo sospechamos que todas las fallas de rumbo NW que están por detrás del arco volcánico son inversas. Si el origen es volcano-tectónico, es decir, originado en una cámara magmática (la profundidad fue de 8 km), entonces también es lógico, pues la cámara está ejerciendo presión hacia arriba, desde hace tiempo también, se está manejando la idea de que el volcán Arenal tiene una chimenea oblicua y la cámara magmática está al este del Volcán Arenal.

Otro de los puntos importantes a mencionar es que este sismo no produjo replicas, fue solo el evento principal, lo que hace pensar que fue algo muy aislado y tal vez proveniente de la cámara magmática.

Otros análisis realizados se muestran en la figura 2. Se trata de una comparación entre la sismicidad del periodo 2005-2007 contra el periodo 2007-2009 y lo que nos dice que en el sector este del volcán Arenal (hacia la Fortuna de San Carlos) la sismicidad ha aumentado en los últimos años.

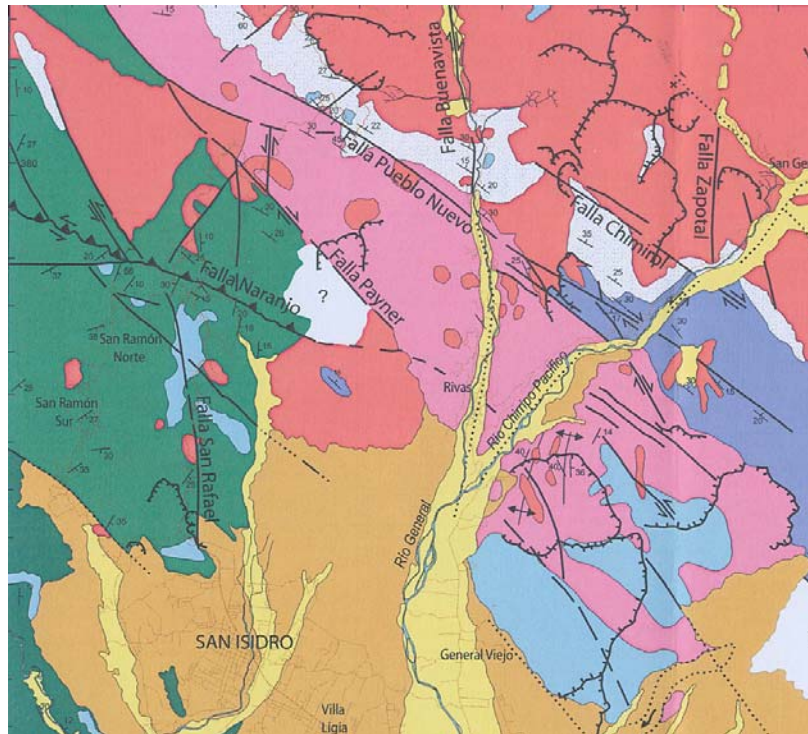
### ***San Isidro de Pérez Zeledón***

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.



**Fig. 10: Sismos sentidos en noviembre en la región de San Isidro de Pérez Zeledón**

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 (Fig. 11).



**Fig. 11: Mapa tectónico de la zona al norte de San Isidro de Pérez Zeledón en donde se puede observar la falla Pueblo Nuevo (Alvarado et al., 2009)**

### **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 en este campo 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.



**Foto 1: Cráter del volcán Irazú. Nótese el decrecimiento en el nivel de la laguna  
(Foto de C. Madrigal, 31 mayo 2009)**

### **Volcán Turrialba**

Durante el año las señales sísmicas relacionadas con desgasificación se mantienen con un promedio de unas 70 diarias. El número de temblores 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, con apariencia se ser muy cercanas (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.

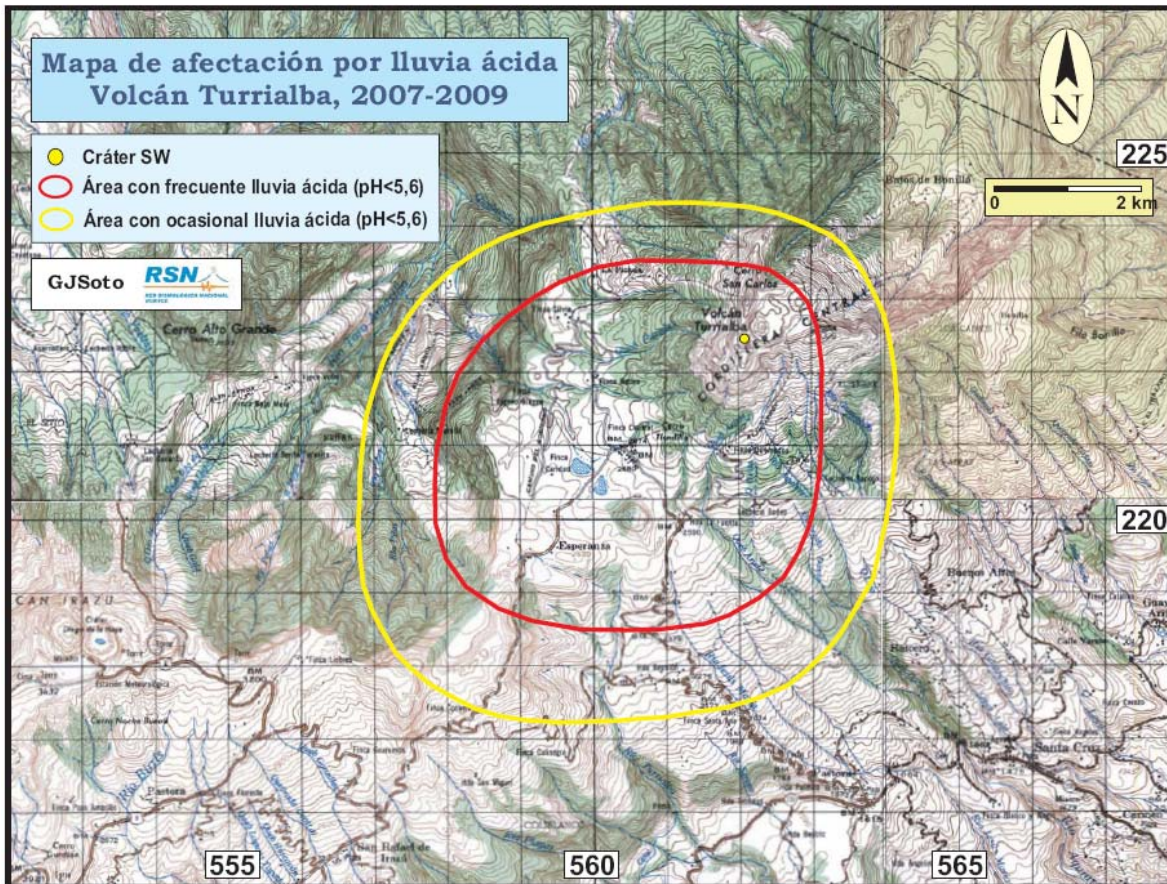
No se aprecian agrietamientos nuevos. La grieta que se reportó nueva el mes de setiembre, en el lado sureste de la ladera interna del cráter activo, no ha aumentado su abertura. La grieta principal que se extiende en dirección NE a SW desde el borde S del cráter activo, que tiene una apertura promedio 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 en el ancho de apertura en la grieta.

La emisión de vapores y gases producto de la actividad exhalativa del cráter activo, con respecto a los últimos tres meses, se mantiene con la misma vigorosidad, emitiendo sonido tipo jet continuo, asimismo se mantiene la salida de vapores y emanaciones gaseosas por la pared externa del noreste del cráter activo. La lluvia acida 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 presente período de transición de estación climática.

La laguna del fondo del cráter central, mantiene su volumen, abarcando una 40 % de la superficie del fondo del cráter y ha cambiado su color, de verde claro del mes anterior a turquesa en la actualidad.



**Foto 2: Vapores del cráter activo, impregnado de azufre en las paredes  
(Foto: W. Rojas, nov. 2009)**



**Fig. 12: Mapa de afectación por lluvia ácida en el volcán Turrialba 2007-2009**

## **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 m<sup>3</sup> 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 (Foto 3).



Foto 3: Cráter del volcán Poás, se observa la erupción del día 25 de diciembre del 2009.

### 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 (Fig. 13 y 14). Hubo unos pocos eventos de este tipo en febrero (4 o 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.

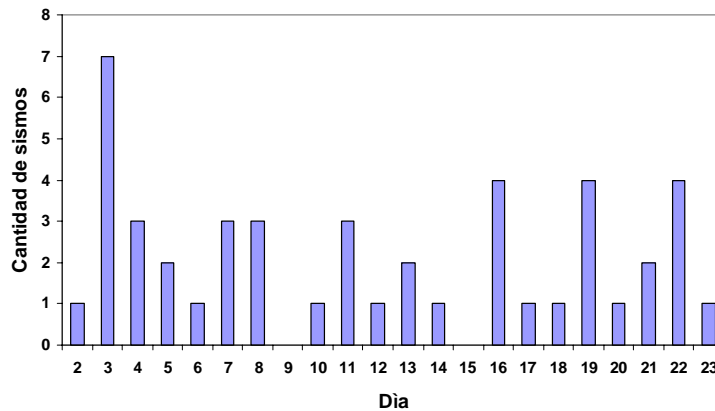
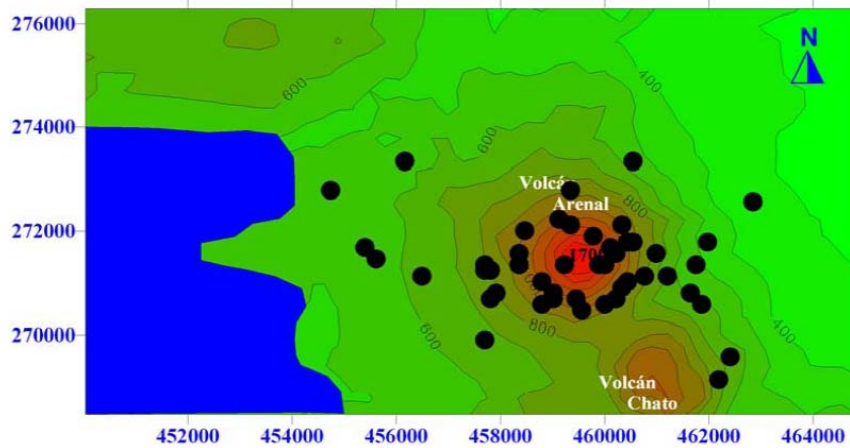
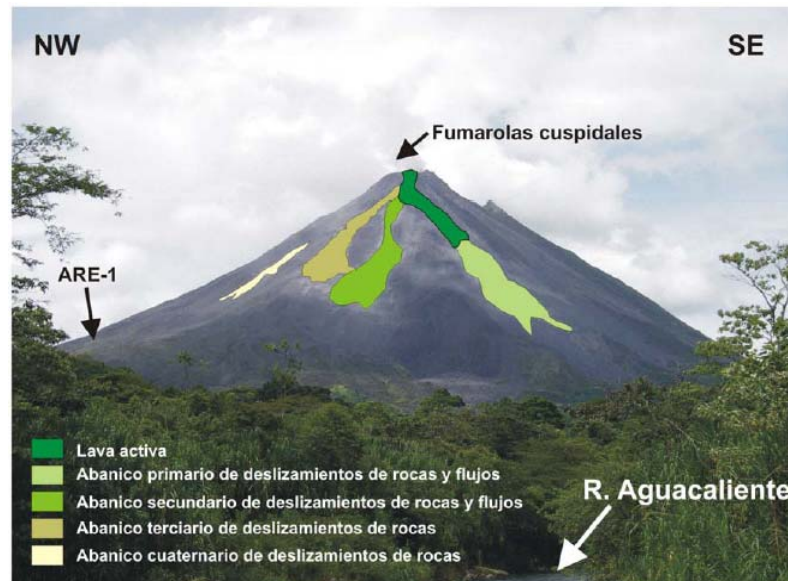


Fig. 13: Número diario de sismos tectónicos en el volcán Arenal durante el mes de marzo



**Fig. 14: Localización de los sismos tectónicos del volcán Arenal registrados en marzo 2009**

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.



**Foto 4: Vista del volcán Arenal desde el suroeste que muestra la colada de lava activa y los flujos piroclásticos que se generaron este mes desde el frente de la colada (W. Taylor, junio 2009)**

## Volcán Rincón de la Vieja

Un enjambre sísmico se registró en el volcán Rincón de la Vieja en el mes de octubre (Fig. 15). 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.

La figura siguiente muestra la distribución espacial de los sismos. El mecanismo focal del evento principal sugiere que se trata de un fallamiento lateral izquierdo con rumbo NE. Durante los días 4 y 5 de octubre se registraron 44 sismos (color amarillo en la figura) y posteriormente entre los días 7 y 17 de octubre se registraron 19 sismos (color azul en la figura), estos últimos tienen algunos sismos alejados del área epicentral y muy posiblemente se produjeron por la inestabilidad que provocó el enjambre. 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.

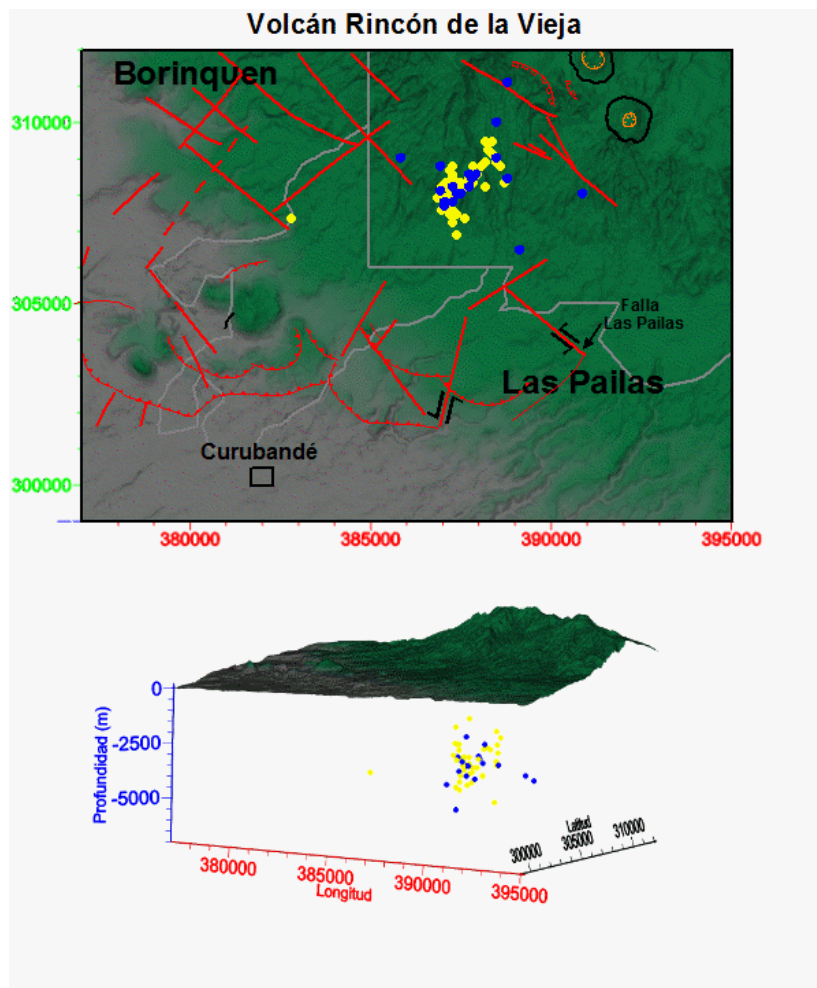


Fig. 15: Enjambre sísmico en el volcán Rincón de la Vieja en octubre del 2009

## Estadios de alerta volcánica en Costa Rica (“Semáforo volcánico”) Usado por la Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE)



Nivel	Color	Definición	Descripción detallada	Casos en Costa Rica Diciembre del 2009
1	Blanco ("apagado")	1a) Volcán dormido	Activo en el Holoceno, pero sin actividad en el momento.	Orosí, Cacao, Miravalles, Tenorio, Barva, Hule, Platanar
		1b) Volcán activo con comportamiento estable o "normal"	Un volcán activo (con fumarolas y sismicidad de fondo) que puede registrar procesos menores a moderados de emisión de gases y diferentes manifestaciones de actividad en superficie que afectan fundamentalmente la zona más inmediata o próxima al cráter activo, pero no representa mayor peligro para las poblaciones y actividades económicas (agricultura y turismo) de su zona de influencia.	Rincón de la Vieja Irazú
2	Verde	2a) Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica	Variaciones en la actividad normal y en sus niveles instrumentales de actividad que indican que el proceso es o puede ser inestable y puede evolucionar aumentando esos niveles en días o semanas. Pueden registrarse fenómenos que pueden alterar la vida cotidiana o normal de las poblaciones (p.ej. lluvia ácida) en la zona de influencia volcánica.	Poás Turrialba
		2b) Eruptivo estable	Comportamiento eruptivo estable (explosivo, efusivo o ambos), con posibles cambios que indiquen que puede evolucionar aumentando esos niveles en días o semanas, sin variaciones significativas.	Arenal
3	Amarillo	Erupción probable o cambios fuertes en la erupción en el término de días, semanas o pocos meses	Cuando el análisis de los indicadores de la vigilancia señale variaciones significativas en el desarrollo del proceso volcánico, las cuales pueden evolucionar en días, semanas o pocos meses antes de desencadenar en erupción de carácter explosivo, flujos piroclásticos, lavas o lahares dañadores.	Ninguno
4	Rojo	Erupción inminente, en curso intenso o cambio dramático en la erupción	Cuando la vigilancia del fenómeno volcánico permita evidenciar cambios que indiquen la probabilidad próxima de erupción explosiva o lávica intempestivas o cuando el evento eruptivo explosivo está sucediendo como tal en aumento de fases previas. La probabilidad puede establecerse por la comparación con los antecedentes instrumentales inmediatos que tenga el volcán dentro de su historial. El tiempo de preparación y respuesta es muy corto (horas a semanas).	Ninguno

**Tabla 1: sismos sentidos del año 2009**

Fecha	Hora Local	Latitud	Longitud	Profundidad km	Magnitud	Ubicación	Intensidad Escala Mercalli Mod.
<b>DICIEMBRE</b>							
17-12	15:13	9.462	-83.741	26 km	3.7	11 km al Noroeste de San Isidro de Pérez Zeledón	III Valle Central, II-IV en San Isidro de Pérez Zeledón.
16-12	07:18	9.456	-84.165	48 km	3.5	6 km al Norte de Quepos	II Quepos y alrededores
2-12	06:45	9.558º	-83.750º	11	3.8	3 km al Sur del Cerro de la Muerte	III en Palmital, Santo Tomás y División
<b>NOVIEMBRE</b>							
26-11	03:04	9.585º	-82.859º	11	4.5	28 km al NW de Sixaola	IV Bribri y Sixaola RA
25-11	22:26	9.530º	-83.664º	8.0	3.3	17 km al NE de Pérez Zeledón	II en Rivas y Alaska
25-11	02:14	9.523º	-83.644º	2.5	3.4	18 km al NE de San Isidro de Pérez Zeledón	II Rivas y Alaska
25-11	02:10	9.503º	-83.665º	4.5	3.6	15 km al NE de San Isidro de Pérez Zeledón	II Rivas y Alaska
24-11	22:14	9.531º	-84.181º	26.6	4.2	12 km al N de Quepos	III Puntarenas y Quepos, II Valle Central
22-11	18:19	9.522º	-83.620º	8.0	3.3	15 Km al norte de Pérez Zeledón	II en Alaska y División de Pérez Zeledón
22-11	14:25	9.995º	-83.638º	15.1	3.3	3 km al norte de Capellades	II en Capellades
22-11	10:50	9.534º	-83.691º	3.0	3.0	17 km al norte de Pérez Zeledón	II en Alaska y División de Pérez Zeledón
20-11	11:22	10.589º	-82.593º	13	5.0	66 km al norte de Puerto Limón	IV en Tortuguero y III en San José
19-11	16:02	9.827º	-83.962º	75.7	4.7	5 km al Sureste de Tobosi del Guarco	III en San José y Cartago

16-11	20:48	10.596º	-82.922º	20.0	4.6	70 km al Norte de Puerto Limón	III en Puerto Limón, Tortuguero y Bocas del Toro II en Guápiles y San José
13-11	15:20	9.631º	-84.218º	10.4	4,9	17,5 km al NE de Parrita	Sentido en todo el valle central
9-11	01:31	9.027º	-83.883º	28.9	4.7	22 km al SW de Bahía Ballena, Puntarenas.	IV Drake III Ciudad Cortes y Dominical II Golfito
1-11	12:45	10.452º	-84.618º	6.1	4.1	4 Km al SE de la Fortuna de San Carlos	IV en la Fortuna y Chachagua III en Monterrey y Santa Clara II en Ciudad Quesada

**OCTUBRE**

21-10	07:50	07.196º	-82.850º	28	4.9	100 km al sur de Puerto Armuelles	II en Puerto Armuelles
21-10	06:51	06.846º	-83.014º	17	5.9	160 km al sur de Puerto Armuelles	II en Puerto Armuelles
17-10	21:24	10.006º	-85.432º	66.6	4.5	localizado 6 km al SSW de Hojancha, Guanacaste	III Nandayure y alrededores
16-10	15:04	10.172º	-84.779º	57.8	4.0	7.6 km al SE de Guacimal de Puntarenas	II en Sardinal y alrededores
16-10	02:59	9.711º	-84.102º	53.9	3.8	7 Km al NW de Llano Bonito de León Cortés	II en Llano Bonito de León Cortés
4-10	7:14	10.805º	-85.341º	6.4	2.9	Parque Nacional Rincón de la Vieja	II en Curubandé
4-10	3:39	10.704º	-85.198º	4.3	3.1	4 km NE de la Fortuna de Bagaces	III-II en Guayabo y Fortuna de Bagaces
2-10	18:26	10.288º	-84.894º	69.3	3.9	12 km SE de las Juntas de Abangares	II en las Juntas y alrededores
2-10	08:11	10.108º	-84.230º	90.9	4.2	7 km al NW de	II En Carrizal



						Carrizal de Alajuela	
2-10	03:24	9.790º	-84.371º	66.5	4.2	9 km al SW de Santiago de Puriscal	II En Santiago de Puriscal
1-10	20:57	9.953	-83.853	5.6	2.8	6 km al NW de Pacayas, Cartago	II Pacayas
<b>SETIEMBRE</b>							
28-09	08:15	9.947º	-83.846º	5.8	3.3	5 km al NW de Pacayas, Cartago	Intensidad: III En Pacayas y alrededores
21-09	03:21	10.005º	-83.566º	2.6	3.6	5 km al Norte de Tres Equis de Turrialba	III Turrialba, Tres Equis y Paraíso
18-09	6.15	10.269º	-84,075º	3.0	3.8	13 km al sureste de Sarapiquí, Heredia	II Sarapiquí y alrededores
5-09	23:02	08.770º	-83.191º	29.5	4,6	12 km al Norte de Golfito	III en San José, IV en Golfito
<b>AGOSTO</b>							
19-08	05:30	9.911º	-84.224º	67	4,2	10 km suroeste de San Ignacio de Acosta	III en Puriscal, Acosta y San José
14-08	22:23	8.284º	-82.863º	05	4,4	4 km al noreste de Puerto Armuelles	IV en Puerto Armuelles y III en Río Claro y Canoas
13-08	04:22	07.934º	-85.740	10.0	4,4	250 km al Suroeste de Cabo Blanco	No reportado sentido.
13-08	03:38	07.616º	-85.841º	10	5,7	250 km al Suroeste de Cabo Blanco.	III en Valle Central, Jacó y Zarcero.
09-08	15:57	08.721º	-83.234º	16	4,4	12 km al Noroeste de Golfito	III en Golfito y Puerto Jiménez
08-08	10:56	09.475º	-84.599º	31	4,0	13 km al Sureste de Jacó	IV en Esterillos y Jacó, III en San José
07-08	06:39	09.609º	-84.304º	60	3,8	10 km norte de Parrita	III en Parrita
07-08	03:44	10.233º	-84.148º	6	3,6	3 km oeste del Volcán Cacho Negro	III en San Miguel y Cariblanco
07-08	02:54	09.478º	-84.545º	3.7	3,9	10 km al sur de Punta Judas	III en Esterillos
01-08	19:59	10.096º	-84.031º	1.1	3,7	13 km NE de la ciudad de Heredia	II en San José y Heredia
01-08	05:38	10.119º	-84.020º	3.7	3,9	10 km al norte de la	II Heredia y

						ciudad de Heredia	alrededores
<b>JULIO</b>							
31-07	15:28	10.226º	-84.353	96,6	4,2	7 km al NE de Zarcero, sentido en el Valle Central por subducción	II en Zarcero
30-07	15:22	10.043º	-84.007º	9,8	3.6	8 km norte de San Josecito de San Isidro de Heredia.	II en San José y III en San Isidro de Heredia
21-07	19:52	09.117º	-84.121º	01	4,2	37 km al sureste de Quepos	III en Quepos y Dominical
19-07	04:42	09.478º	-84.924º	26	4,3	20 km al Sureste de Cabuya de Cóbano	III en Cabuya, Tambor y Montezuma, II Jacó
03-07	01:43	09.163º	-83.864º	26	4,3	12 km al Sur de Dominical	III Dominical, Punta Uvita, Quepos, II Los Santos y San José
02-07	11:07	09.449	-84.898º	25	4,1	25 km al SE de Cabo Blanco	III Cabuya y Jacó, II Orotina, Alajuela y San José
<b>JUNIO</b>							
07-06	03:12	09.568º	84.167º	26	3,1	20 km Sur S. Ignacio Acosta	III San Ignacio Acosta
<b>MAYO</b>							
08-05	02:33	08.821º	-83.203º	25	4.7	18 km NW de Golfito	III-IV Golfito, Laurel, Paso Canoas
16-05	00:57	09.375º	-83.860º	11	4.2	14 km N Dominical	III Dominical
20-05	08:59	09.934º	-83.983º	78.7	3.9	Tres Ríos, San José	II-III San José
25-05	02:10	10.216º	-84.200º	15.8	3.1	3 km NW Varablanca	III Varablanca
31-05	18:32	09.980º	-83.859º	0.0	3.5	Volcán Irazú	III Llano Grande Y Cot de Cartago
31-05	23:51	09.732º	-82.438º	4.0	4.7	30 km NE Sixaola	III Sixaola
<b>ABRIL</b>							
09-04	17:05	10.273º	-84.265º	0.1	3.7	15 km NE de Varablanca	III Cinchona y Varablanca
21-04	18:55	09.373º	-84.572º	13	4.4	30 km SE Jacó	III Jacó

25-04	18:22	09.566º	-84.122º	42	3.5	15 km Norte de Quepos	III Quepos, Parrita
<b>MARZO</b>							
08-03	10:19	10.125º	-84.181º	1.0	3.1	4.4 km al noreste de Sabana Redonda, Poás, Alajuela	II Sabana Redonda y Alrededores
08-03	12:22	10.343º	-84.209º	72.9	3.7	1.3 km al este de Río Cuarto, Grecia Alajuela	III Río Cuarto y alrededores
08-03	14:15	10.240º	-84.146º	4.0	3.5	7.5 km al nornoreste de Varablanca, Heredia	II Varablanca y alrededores
09-03	01:48	10.188º	-84.228º	27.6	3.6	7.6 km al noroeste de Varablanca, Heredia	II Varablanca y alrededores
09-03	02:21	10.231º	-84.164º	4.0	3.6	6.4 km al norte de Varablanca, Heredia	II Varablanca y alrededores
11-03	11:24	8.523º	-83.250º	10	5.2	7 km al sureste de Puerto Jiménez.	V en Puerto Jiménez, Río Claro. IV San Isidro del General
<b>FEBRERO</b>							
01-02	13:20	10.183º	-84.122º	8.0	3.2	4 km al sureste de Varablanca, Heredia	II Varablanca y alrededores
03-02	08:07	10.278º	-84.186º	27.4	3.2	4 km al sur de Sarapiquí, Heredia	II Sarapiquí y alrededores
04-02	08:25	10.234º	-84.155º	92.4	3.0	10 km al Norte de Varablanca, Heredia	II Varablanca, Heredia
04-02	20:45	10.121º	-84.089º	20.0	3.1	8 km al nor-noreste de San José de la Montaña, Heredia	II San José de la Montaña y alrededores
04-02	21:29	10.259º	-84.170º	28.3	3.3	7 km al sur-sureste de Sarapiquí, Heredia	II Sarapiquí y alrededores
04-02	21:37	10.220º	-84.205º	7.0	3.6	7 km al noroeste de	II Varablanca y

						Varablanca, Heredia	alrededores
08-02	03:18	10.251º	-84.172º	20.5	3.7	7.5 km al sureste de Sarapiquí, Heredia	II Sarapiquí y alrededores
08-02	03:21	10.282º	-84.267º	8.0	4.3	8 km al noroeste de Toro Amarillo.	III Toro Amarillo, San Miguel y alrededores
08-02	03:30	10.260º	-84.211º	11.6	3.7	7 km al suroeste de Sarapiquí, Heredia	II Sarapiquí y alrededores
08-02	21:09	10.132º	-84.126º	24.0	3.2	6 km al sureste de Varablanca, Heredia	II Varablanca y alrededores
09-02	09:09	10.132º	83.985º	12.0	3.2	13.6 km al noreste de Concepción de San Isidro de Heredia	II Concepción y alrededores
09-02	15:21	10.349º	-84.192º	2.0	3.0	3.5 km al noreste de Río Cuarto de Grecia, Alajuela	II Río Cuarto y alrededores
09-02	20:36	10.323º	-84.154º	48.4	3.1	3.5 km al noreste de Sarapiquí de Heredia	II Sarapiquí y alrededores
10-02	01:23	10.049º	-84.097º	89.2	3.0	1 km al noroeste de los Ángeles de San Rafael de Heredia	II Los Ángeles y alrededores
10-02	07:41	10.250º	-84.141º	6.8	3.2	9 km al nor-noreste de Varablanca de Heredia	II Varablanca y alrededores
10-02	16:29	10.146º	-84.078º	9.5	3.7	3.6 km al suroeste de Varablanca de Heredia	III Varablanca y alrededores
10-02	17:18	10.132º	-84.130º	5.9	3.0	5.6 km al sureste de Varablanca de Heredia	II Varablanca y alrededores
10-02	20:51	10.184º	-84.102º	3.4	3.0	6 km al sureste de Varablanca, Heredia	II Varablanca y alrededores
15-02	03:52	10.210º	84.364º	6.0	3.5	4 km al noreste de Zarcero, Alajuela	II Zarcero y alrededores
19-02	19:13	10.102º	-84.180º	4.8	3.3	2 km al noroeste de Carrizal, Alajuela	II Carrizal y alrededores
26-02	18:49	10.304º	-83.992º	32.5	3.3	5 km al suroeste de	II Horquetas y

						Horquetas de Sarapiquí	alrededores
28-02	00:59	10.231º	-84.225º	4.0	3.7	8.4 km al Noreste de Toro Amarillo, Valverde Vega, Alajuela	II toro Amarillo y Alrededores
<b>ENERO</b>							
07-01	10:00	10.202º	-84.167º	7.1	4,5	4 km al nor-noroeste de Varablanca.	IV Varablanca, Cinchona y alrededores, III San José
08-01	13:21	10.237º	-84.181º	7.0	6.2	10 km al noroeste de Varablanca	Sentido en todo el País
12-01	18:25	10.269º	-84.273º	5.0	4.0	6.5 km al noreste de Toro Amarillo.	IV Toro Amarillo, San Miguel y alrededores
12-01	20:23	10.226º	-84.219º	4.4	4.2	9 km al noreste de Vara Blanca	IV Varablanca y Alrededores
12-01	21:37	10.313º	-84.252º	5.1	4.5	5 km al sureste de Río Cuarto de Grecia	IV Río Cuarto, San Miguel y Alrededores
13-01	01:09	10.111º	-84.180º	6.0	4.1	3 km al nor-noreste de Carrizal de Alajuela	Sentido en Carrizal y alrededores
15-01	10:33	10.233º	-84.129º	2.1	3.9	7.4 km al noreste de Varablanca Heredia	IV Sarapiquí y alrededores
15-01	14:05	10.313º	-84.060º	4	4.4	10 km al este de Cinchona.	IV Sarapiquí y alrededores
15-01	14:09	10.222º	-84.128º	7.3	3.2	Flanco noroeste del volcán Cacho Negro.	III Sarapiquí y alrededores
15-01	14:11	10.236º	-84.141º	5	3.7	Flanco noroeste del volcán Cacho Negro.	III Sarapiquí y alrededores
15-01	14:12	10.221º	-84.135º	3	3	Flanco noroeste del volcán Cacho Negro.	III Sarapiquí y alrededores
15-01	14:25	10.241º	-84.146º	4.2	3.1	Flanco noroeste del	III Sarapiquí y

						volcán Cacho Negro.	alrededores
15-01	16:19	10.290º	-84.143º	2	4.3	12 km al sur de La Virgen.	IV Sarapiquí y alrededores, III en San José
15-01	16:22	10.276º	-84.144º	5.4	4.1	12 km al sur-suroeste de La Virgen.	IV Sarapiquí y alrededores, III en San José
16-01	03:46	10.315º	-84.191º	1	3.6	3 km al sureste de San Miguel	III Sarapiquí
16-01	05:48	10.209º	-84.111º	2	4.4	Flanco noroeste del volcán Cacho Negro	IV San Miguel y La Virgen, III San José
16-01	05:52	10.203º	-84.160º	2.5	3.1	Flanco noroeste del volcán Cacho Negro	III Sarapiquí
16-01	07:45	10.197º	-84.178º	3.0	3.0	Flanco noroeste del volcán Cacho Negro	III Sarapiquí
18-01	10:25	10.201º	-84.189º	4.0	3.8	Poasito	IV en Poasito y Varablanca, III en Alajuela
18-01	07:55	9.896º	-84.351º	9.3	3.1	Piedras Negras de Puriscal	III Picagres de Mora
18-01	08:57	9.897º	-84.336º	13.7	3.0	Piedras Negras de Puriscal	III Picagres de Mora
19-01	01:39	10.168º	-84.156º	4.0	3.9	Varablanca de Heredia	IV Varablanca
19-01	05:22	10.228º	-84.093º	8.0	3.7	Flanco noroeste del volcán Cacho Negro	III Sarapiquí
20-01	04:45	10.002º	-85.679º	16	4.3	Nosara, Guanacaste	III-IV Nosara, Ostional
21-01	20:41	10.153º	-84.131º	3.4	3.8	Flanco noroeste del volcán Barva	IV Varablanca, III Alajuela
24-01	04:20	10.332º	-84.267º	10.0	4.3	3.0 km al sur-sureste de Venecia de San Carlos	II Aguas Zarcas, Venecia y alrededores
28-01	07:08	8.927º	-82.882º	4.1	4,0	12 km al nor-noroeste de Sabalito de	II Sabalito
30-01	16:08	10.137º	-84.169º	3.2	3.1	4 km al sur-suroeste de Varablanca	II Poasito

MECANISMOS FOCALES ALGUNOS SISMOS IMPORTANTES DEL AÑO 2009

Fecha	HHMM	LAT	LON	MAG	Rumbo	Buzam.	Slip	No.
08 Ene	13:21	10.237	84.181	6.2	123	87	152	1
11 Mar	21:04	08.52	83.22	5.9	297	51	68	2
13 Mar	17:33	08.58	83.20	5.1	303	68	67	3
06 Jul	14:37	10.86	86.91	5.5	122	65	89	4
13 Ago	03:38	07.616	85.841	5.7	192	88	175	5
01 Nov	12:45	10.452	84.618	4.1	313	33	24	6
13 Nov	15:20	09.631	84.218	4.9	25	-90	7	
02 Dic	06:45	09.52	83.70	3.8	318	67	-134	8

