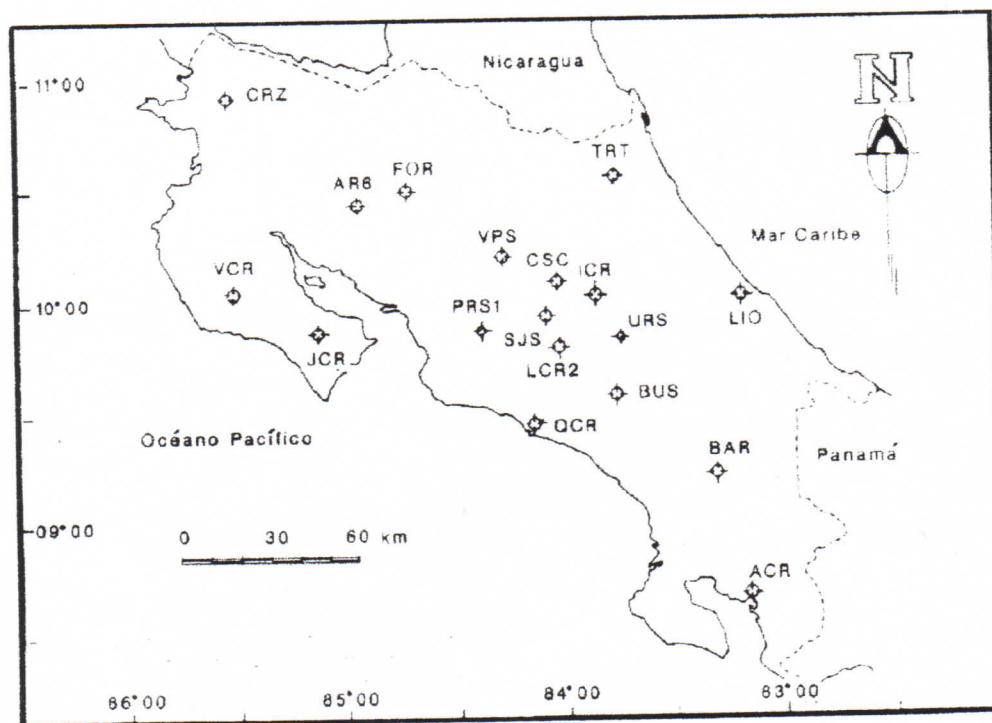


**RED SISMOLOGICA NACIONAL
RSN:ICE-UCR**

**RESUMEN ANUAL DE SISMOS
SENTIDOS Y ACTIVIDAD VOLCÁNICA
EN COSTA RICA DURANTE EL AÑO
1999**



Febrero del 2000

Editora:

Geól. Wendy Pérez F.

Revisaron:

Geól. Rafael Barquero P.
Geól. Wilfredo Rojas Q.

Colaboraron:

Geól. Rafael Barquero P.
Geól. Wilfredo Rojas Q.
Geól. Mario Fernández A.
Geól. Magda Taylor C.
Téc. Carlos Redondo

INDICE

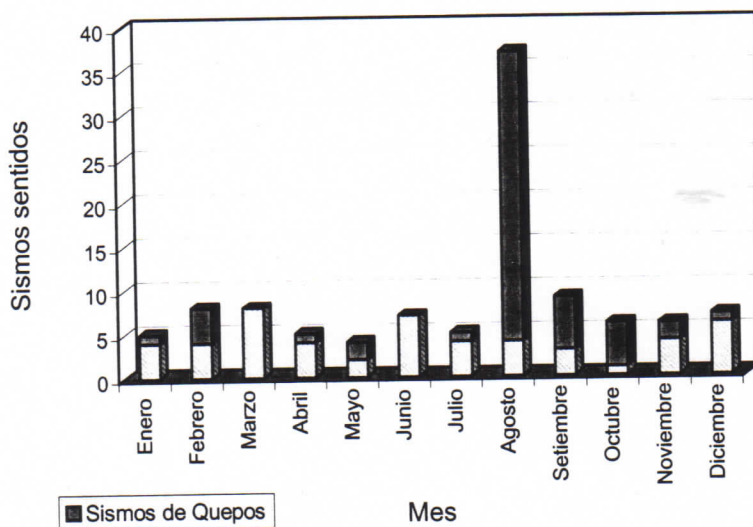
	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
ACTIVIDAD SÍSMICA	1
- Distribución.....	1
- Interacción entre placas Coco-Caribe.	2
- Zona Sísmica de Nicoya.	4
- Zona Sísmica Quepos-Sierpe.....	4
- El sismo de Quepos.....	4
- Zona Sísmica Osa-Golfo Dulce.....	5
- Fallamiento cortical.....	5
- Fila costeña y Valle del General.....	5
- Cordillera de Tilarán y Montes del Aguacate.....	6
- Cordillera Volcánica Central.....	6
- Cordillera de Talamanca.....	7
- Valle Central.....	7
- Zona de Fractura de Panamá.....	7
- Sismos regionales.....	8
- Magnitudes.....	9
ACTIVIDAD VOLCÁNICA	9
- Rincón de la Vieja.....	9
- Arenal.....	9
- Flujo piroclástico del 26/10/99.....	11
- Poás.....	11
- Irazú.....	14
ACTIVIDAD SÍSMICA y VOLCÁNICA IMPORTANTE DE 1990 a 1999	16
Actividad sísmica	16
- Sismo de Cóbano.....	16
- Sismo de Puriscal.....	16
- Sismo de Piedras Negras.....	16
- Sismo de Nosara.....	17
- Terremoto de Limón.....	17
- Sismo de Naranjo.....	17
- Sismo de Parrita.....	17
- Sismo de Pejibaye.....	17
Actividad Volcánica	18
- Volcán Irazú.....	18
- Volcán Poás.....	18
- Volcán Rincón de la Vieja.....	18
- Volcán Arenal.....	18
CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	19
ANEXO	20

INTRODUCCIÓN

Durante 1999 se registraron alrededor de 5000 sismos, de los cuales solamente 107 se reportaron sentidos en el territorio nacional. Del total de sismos sentidos 69 fueron generados por subducción, 31 por fallamiento cortical, 4 por la zona de fractura de Panamá y 3 de estos sismos sentidos tuvieron epicentro en territorio panameño.

El número de sismos sentidos mensualmente osciló entre 4 y 9 eventos, excepto en agosto que se reportaron 37 eventos debido a los sismos generados al sur de Quepos (Gráfico 1).

Gráfico 1
Número mensual de sismos sentidos durante 1999



ACTIVIDAD SÍSMICA

-Distribución

La tectónica de Costa Rica está regida por cuatro grandes sistemas que interactúan entre sí: a) el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe, b) la Zona de Fractura de Panamá, donde interactúan lateralmente las Placas Coco y Nazca, c) el sistema de fallamiento cortical en el interior del país y d) el sistema de fallas inversas del Cinturón Deformado del norte de Panamá.

Con base en sus características sismológicas y tectónicas, el margen convergente del Pacífico de Costa Rica fue dividido en varios segmentos por Morales (1985): el litoral Pacífico, afectado por el proceso de subducción y dividido en 4 zonas (Papagayo, Nicoya, Quepos y Osa), el arco magmático con las cuencas intraarco y sus bordes (Arenal, Valle Central, General-Coto Brus) y el litoral Atlántico.

En este trabajo se ha utilizado como base esta subdivisión, especialmente para las zonas afectadas por subducción, excepto por algunas pequeñas diferencias en los límites.

Sin embargo el resto del país, cuya sismicidad es debida principalmente al fallamiento cortical, ha sido dividido según sus características morfotectónicas y geológicas en: Cordillera Volcánica de Guanacaste, Cordillera de Tilarán y Montes del Aguacate, Cordillera Volcánica Central, Cordillera de Talamanca, Valle Central, Fila Costeña y Valle del General y Llanuras del Norte y Caribe. También se hizo distinción entre los sismos generados en la Zona de Fractura de Panamá y los sismos regionales.

De todos los sismos sentidos en 1999 el 55% ocurrieron en la Zona Sísmica de Quepos y entre ellos el más importante fue el sismo del 20 de agosto de 1999 (Mw 6,5) (Fig. 1 y Tabla 1).

Tabla 1
Distribución de los sismos sentidos de 1999

Zona	Número de sismos Sentidos
Zona sísmica de Papagayo	0
Zona sísmica de Nicoya	3
Zona sísmica de Quepos	56
Zona sísmica de Osa	10
Fila Costeña y Valle del General	2
Cordillera Volcánica de Guanacaste	0
Cordillera de Tilarán y Montes del Aguacate	1
Valle Central	7
Cordillera Volcánica Central	8
Cordillera de Talamanca	13
Llanuras del Norte y Caribe	0
Zona de Fractura de Panamá	4
Sismos regionales	3
TOTAL	107

- Interacción entre las Placas Coco-Caribe

El proceso de subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe genera sismos a lo largo de toda la costa Pacífica de Costa Rica. Hacia el sur este proceso es complicado por la subducción del Levantamiento del Coco, que provoca una disminución en el ángulo de subducción y por consiguiente ausencia de vulcanismo cuaternario en el arco magmático al sur de Costa Rica.

La zona afectada directamente por este proceso se puede subdividir en varios segmentos: la zona sísmica de Papagayo, zona sísmica de Nicoya, zona sísmica de Quepos y zona sísmica de Osa.

En cuanto a los sismos sentidos de 1999 se pueden observar grandes contrastes en el área afectada por este proceso, pues en la zona sísmica de Papagayo no se reportó ningún evento sentido, mientras que en la de Quepos ocurrieron más de la mitad de los sismos sentidos del año (56 eventos). Las otras dos zonas fueron intermedias: Nicoya con 3 y Osa con 10.

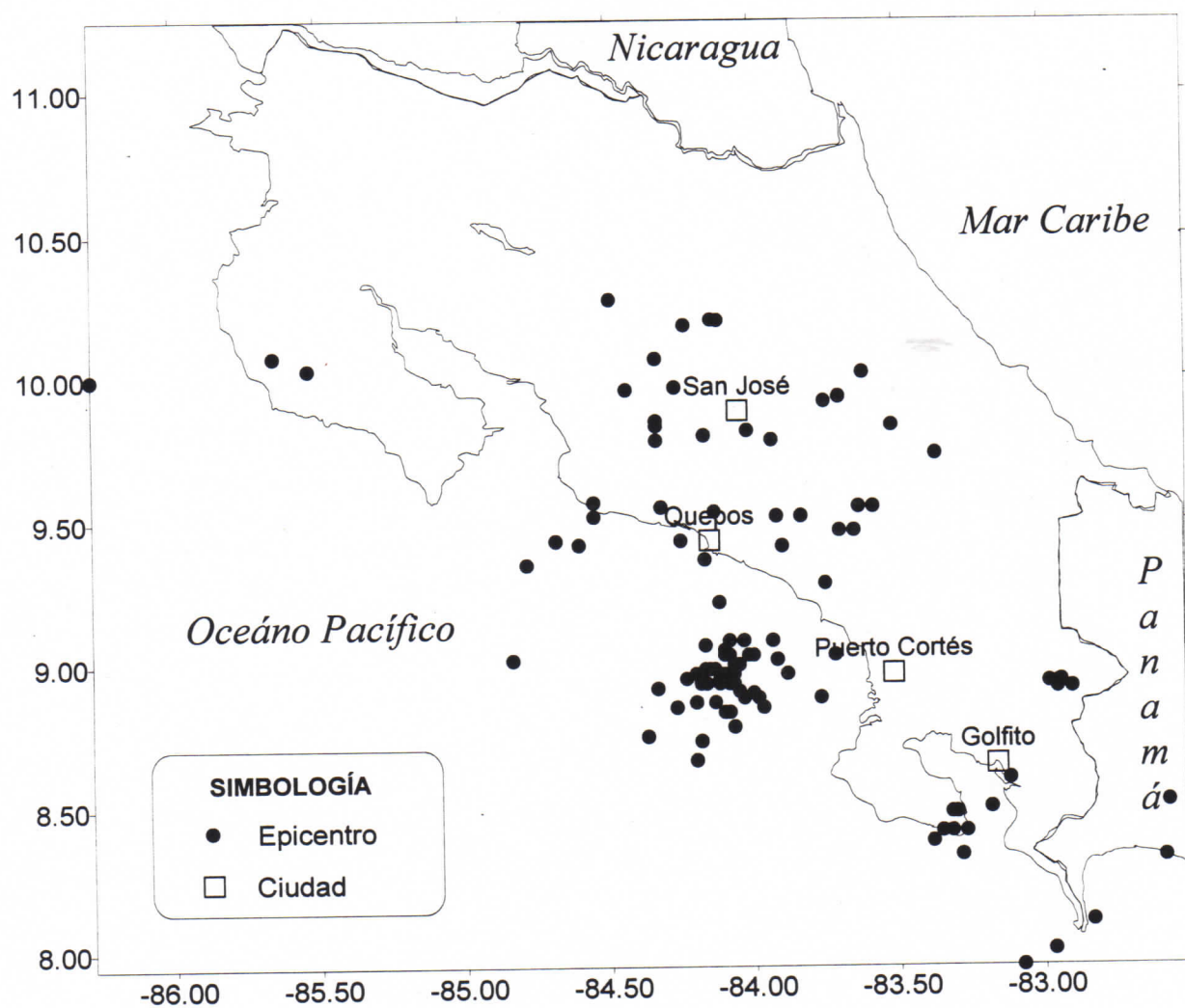


Fig. 1: Epicentros de los sismos sentidos en Costa Rica durante 1999

- Zona Sísmica de Nicoya

Abarca principalmente la Península de Nicoya y el Valle del Tempisque. En 1999 se produjeron solamente 3 sismos sentidos en esta zona, los tres con magnitudes entre 4,0 - 4,5 y profundidades entre 16 - 26 km. Dos de ellos tuvieron su epicentro en la Península de Nicoya, a 14 km al suroeste de Nicoya y 10 km al norte de Nosara, mientras que el tercero se localizó bajo el Océano Pacífico, a 70 km al oeste de Nosara.

Zona Sísmica de Quepos-Sierpe

Se extiende desde la entrada del Golfo de Nicoya hasta el borde occidental de la Península de Osa y fue denominado por Montero (1986) como "Zona Sísmica de Quepos". Este segmento presenta una orientación de esfuerzos compresivos N 30°-40° E y un ángulo de buzamiento de unos 30° en promedio hacia el NE. Los sismos alcanzan profundidades máximas del orden de los 100 m. Además la subducción de la placa del Coco bajo la Placa Caribe se ve complicada por la presencia del "levantamiento del Coco" la cual presenta una topografía irregular (Barquero & Climent, 1999).

Durante 1999 se produjeron 56 sismos sentidos por la población en esta zona sísmica, con epicentros principalmente al sur y suroeste de Quepos, aunque algunos pocos se localizaron al norte y oeste. Las magnitudes locales oscilaron entre 3,2 y 5,2, además de los sismos del 20 de agosto y 21 de agosto, que registraron magnitudes momento (M_w) de 6,5 y 5,6, respectivamente. Las profundidades fueron muy variables, pues las hay desde menores a 1 km hasta 47 km. La actividad en esta zona sísmica fue moderada a baja durante los primeros siete meses del año, con 0 a 4 sismos mensuales, hasta que en agosto se produjeron eventos precursores, el evento principal del 20 de agosto y gran cantidad de réplicas, constituyendo 33 sismos sentidos por la población sólo en ese mes. Luego la actividad fue disminuyendo con 6 y 5 sismos sentidos en setiembre y octubre, respectivamente, hasta decaer en noviembre y diciembre.

El sismo de Quepos

Un nuevo período de actividad sísmica importante se presentó durante el mes de agosto de 1999 en Quepos. Esta secuencia se inició el día 10 de agosto con un fuerte sismo de magnitud 5,2 (M_d) que fue sentido en gran parte del país a las 8:55 am hora local, su epicentro se ubicó 25 km al sur de Quepos a una profundidad de 18 km. Las intensidades máximas estimadas en la escala Mercalli Modificada fueron de V en Quepos y Parrita, en el Valle Central fue de IV. Este sismo fue seguido de algunas réplicas y después decayó la actividad. El día viernes 20 de agosto, a las 4:02 am un nuevo sismo de mayor magnitud se produjo en la misma zona de Quepos, este evento tuvo una magnitud momento (M_w) de 6,5. La profundidad fue de 22 km y fue sentido en todo el país.

En Quepos y Parrita produjo la caída de gran cantidad de objetos de estantes y agrietamientos en algunas edificaciones, así como algunos deslizamientos en la zona montañosa al norte de Dominical. En el Valle Central se produjeron averías en el sistema eléctrico y telefónico. La intensidad máxima estimada es VII en la zona montañosa de Platanillo y Tinamaste, VI para Quepos y de IV a V para el Valle Central y Pérez Zeledón, en Turrialba, Limón y Tilarán fue de III:

En esta zona de Quepos hay registros históricos de dos sismos con magnitud mayor o igual a 7.0, uno el 3 de marzo de 1882 y otro el 9 de setiembre de 1952. Este último es uno de los terremotos más importantes de la región pacífica central, que tuvo una magnitud M_s de 7.0 e intensidad máxima de VII en la parte central interior de Costa Rica, Quepos y Parrita y se ubicó 20 km al sur de Quepos.

Según Barquero & Climent (1999) estadísticamente en la región Pacífica Central es un área bastante activa, con la ocurrencia promedio de al menos 4 eventos sísmicos reportados como sentidos por año y cuyas magnitudes varían entre los 3.5 y 5.5 grados de magnitud.

Zona Sísmica de Osa-Golfo Dulce

Esta zona incluye la Península de Osa, el Golfo Dulce y alrededores principalmente. Morales (1985) indica que sus límites son la Zona de Fractura de Panamá y una incipiente zona de fractura transcurrente que se desarrolla cerca de los 84° , sin embargo en ese caso la división se toma casi al comienzo de la Península de Osa, para incluir así todos los eventos generados al sur de Quepos en la Zona Sísmica de Quepos.

En esta zona sísmica de Osa se reportaron 10 eventos, todos ellos se alinean con dirección NE-SW entre Golfito y el extremo suroeste de la Península de Osa. Hay un evento localizado en Golfito, otro en la entrada al Golfo Dulce y los demás al sur de Puerto Jiménez, en el extremo suroeste de la península. Las magnitudes fueron entre 3,1 y 4,7 y las profundidades entre 7 y 30 km.

Fallamiento Cortical

Esta zona incluye el antearco, el arco magmático y las cuencas intraarco de Costa Rica y según sus características geológicas y morfotectónicas se ha subdividido en: Fila Costeña y Valle del General, Cordillera Volcánica de Guanacaste, Cordillera Volcánica Central, Cordillera de Talamanca, Valle Central y las Llanuras del Norte y Caribe.

En 1999 el fallamiento cortical contribuyó con 31 sismos sentidos. Sin embargo en algunas zonas como la Cordillera Volcánica de Guanacaste y las Llanuras del Norte y Caribe no se produjo ningún evento reportado por la población.

Fila Costeña y Valle del General

En esta área se produjeron 2 sismos sentidos: uno 11 km al sur-suroeste de San Isidro del General y el otro a 10 km al suroeste de Savegre. Ambos eventos presentaron magnitudes bajas (2,7 y 3,0, respectivamente), aunque el segundo evento tuvo una profundidad de 53 km.

Cordillera de Tilarán y Montes del Aguacate

Solamente se produjo un sismo sentido con epicentro en Atenas, 2 km al S del Barrio Jesús. Fue somero, de sólo 6,5 km de profundidad y su magnitud local fue de 4,0. Se reportó sentido en Atenas Centro, Escobal y Desmonte con una intensidad de IV en la escala Mercalli Modificada, III en Orotina, Palmares, San José y Puriscal y II en Cartago y

Puntarenas. Este evento se generó en la Falla Escobal, que se extiende por unos 6 km con dirección noreste, desde Quebradas hasta el Cerro de la Bandera.

Cordillera Volcánica Central

En los macizos de la Cordillera Volcánica Central se localizaron 8 sismos sentidos: tres en la parte este, en las cercanías del Volcán Turrialba, tres al este y norte del Volcán Poás, uno al noreste de San Isidro de Heredia y uno al suroeste de Ciudad Quesada.

Los tres eventos del Volcán Poás presentaron magnitudes entre 3,2 y 3,7 y profundidades someras entre 6 y 10 km. El evento del 18 de julio fue generado en la Falla Angel, de aproximadamente 10 km de longitud con rumbo noroeste que pasa por el norte del volcán y fue sentido en la cima del Volcán Poás, en las instalaciones del Parque Nacional. Los otros dos sismos, del 28 octubre y 3 de noviembre, fueron generados en una zona de fallamiento cortical en el flanco norte del Volcán Barva y se reportaron sentidos en algunas poblaciones aledañas a ambos volcanes como Cariblanco, Cinchona y Poasito con intensidades de III y en los Cartagos con IV (Mercalli Modificada, MM).

Cordillera de Talamanca

En todo el macizo de Talamanca y estribaciones, ocurrieron 13 sismos sentidos: cinco de ellos al norte de San Vito de Coto Brus, cuatro al noreste de San Isidro del General, uno en Santa María de Dota, uno en el Cerro de la Muerte y dos del lado Caribe, en Chirripó y Siquirres.

Los sismos de San Vito se produjeron uno en agosto, uno en setiembre y los otros tres el 28 de diciembre, siendo los últimos sismos sentidos del año 1999. Las magnitudes estuvieron entre 3,3 y 4,1, las profundidades entre 21 y 25 km y se originaron por fallamiento local, asociado a las rupturas corticales del flanco sur de la Cordillera de Talamanca. Fueron sentidos en la zona sur, especialmente en San Vito, Ciudad Neilly y Paso Canoas.

Los eventos de San Isidro del General del 7 de mayo y 15 de junio ocurrieron 22-23 km al noreste de San Isidro, tuvieron profundidades de 25 y 20 km respectivamente y ambos fueron de 3,2 magnitud local. Al día siguiente, 15 de junio se produjo otro evento en la zona, esta vez localizado a 11 km al norte de San Isidro, más somero de 10 km y con una magnitud de 4,2, que fue sentido con intensidad III en San Isidro y Palmital. El cuarto sismo ocurrió en setiembre en la misma zona, registrándose una magnitud de 3,5 y profundidad de 8,8 km.

El evento del Cerro La Muerte fue originado en un sistema de fallas localizado al oeste del Cerro La Muerte, que se compone de tres fallas que convergen en un punto generando un patrón de distribución radial. La falla que causó este sismo fue la Falla Catarata, que tiene rumbo noroeste y es de tipo normal.

El sismo de Siquirres se originó en una falla normal de rumbo norte-sur, que se extiende a lo largo del Río Siquirres.

Valle Central

En esta zona se produjeron 7 sismos sentidos en 1999, cuatro de los cuales se localizaron al sur del Valle Central, tres en Puriscal, uno en San Ignacio de Acosta, uno al norte de Ciudad Colón y dos con epicentro en Cartago.

De los tres eventos de Puriscal, uno se localizó justo en Santiago, uno 6 km al sur de Santiago y otro al oeste, en Barbacoas de Puriscal. Estos tres eventos, originados en los sistemas de fallamiento local, tuvieron magnitudes entre 3,0 - 3,1, profundidades someras menores a 10 km y fueron sentidas en Santiago y localidades cercanas como Picagres y Atenas con intensidad de III.

El sismo del 12 de agosto que tuvo su epicentro 7 km al norte de Ciudad Colón, tuvo una magnitud de 3,8 y fue bastante profundo (69 km), por lo que su origen se relaciona con el proceso de subducción.

Los sismos del 20 de mayo y 3 de junio ocurrieron al sur y suroeste de Cartago, respectivamente, tuvieron magnitudes de 3,1 y 2,8 y fueron sentidos levemente en esa ciudad.

Zona de Fractura de Panamá

En esta zona se generaron 3 eventos: dos en el mes de marzo, con epicentro al sur y sur-suroeste de Punta Burica y el otro en octubre 7 km al noreste de Burica. Los dos primeros eventos tuvieron profundidades de 30 y 35 km, respectivamente, mientras que el último sólo 21 km. Las magnitudes oscilaron entre 4,2 y 5,0. El evento del 30 de marzo fue sentido hasta en San José, con una intensidad de III (MM).

Sismos regionales sentidos en el territorio de Costa Rica

Durante 1999 solamente tres sismos con epicentro fuera del país fueron reportados como sentidos. Estos fueron localizados en territorio panameño y se sintieron de forma leve o moderada en algunas poblaciones de la zona sur de Costa Rica, como Ciudad Neilly.

Los datos de estos eventos se resumen en la tabla 2.

Tabla 2
Sismos regionales sentidos en Costa Rica.

Fecha	Hora Local	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Mag.	Localización	Intensidades
23/04/99	09:50	08°31'	82°34'	11	4.3	43 km SE Ciudad Neilly	II Río Claro
05/06/99	13:10	07°12'	81°56'	15	4.9	S Isla Coiba, Panamá	II Zona Sur
10/11/99	07:30	08°19'	82°35'	23.4	4.6	32 km E Puerto Armuelles, Panamá	III Ciudad Neilly

Magnitudes

En cuanto a magnitud, tenemos: tres sismos con magnitud entre 2.0 - 2.9, cuarenta y cinco sismos entre 3.0 - 3.9, cincuenta y cuatro sismos entre 4.0 - 4.9, cuatro entre 5.0 - 5.9 y solamente uno con magnitud de 6,5 (M_w), que fue el sismo de Quepos.

Sin embargo se debe mencionar que el 98% de las magnitudes de los sismos sentidos que se evalúan son locales, solamente los sismos más fuertes del 20 y 21 de agosto son magnitudes momento, con 6,5 y 5,6, respectivamente.

Las magnitudes de los sismos sentidos de 1999 se muestran en la tabla 3.

Tabla 3
Distribución de las magnitudes de los sismos sentidos
en Costa Rica en 1999

Magnitud	Número de eventos
$1 \leq M < 2$	0
$2 \leq M < 3$	3
$3 \leq M < 4$	45
$4 \leq M < 5$	54
$5 \leq M < 6$	4
$6 \leq M$	1
Total	107

ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Durante 1999, se produjo solamente un evento volcánico de importancia: un flujo piroclástico debido al colapso de lava en el cráter activo del Volcán Arenal en octubre. Los demás volcanes activos: Poás, Irazú, Rincón de la Vieja, no presentaron ningún tipo de actividad anormal.

A continuación se presenta un resumen del estado de los principales volcanes activos del país para el año 1999.

Volcán Rincón de la Vieja

El volcán Rincón de la Vieja se mantuvo tranquilo, sin ningún tipo de actividad especial.

Volcán Arenal

Este volcán fue el que presentó mayor actividad durante 1999, a continuación se resume su actividad.

Durante el mes de enero, en el Observatorio Sismológico y Vulcanológico del Arenal y Miravalles (OSIVAM), se registraron un total de 78.5 horas trémor, lo que indica un promedio de 4.85 horas trémor por día.

En enero se registraron 1374 explosiones (388 horas registro), para un promedio de 85 explosiones por día. Además se observó que a partir del día 11 de enero la amplitud de las explosiones comenzó a aumentar con respecto a las del mes anterior, llegando casi a duplicarse.

En marzo los picos en la actividad de trémores armónicos y espasmódicos estuvieron ligeramente desfasados con respecto al máximo número de explosiones registradas por día, pero siempre mostrando una correlación positiva. Los registros digitales mostraron que ese mes las máximas amplitudes de trémores ocurrieron de manera sincrónica con los máximos en explosiones. Dichos máximos se dieron los días 3 y 21 en el caso de las explosiones y los días 3, 19, 20 para los trémores. La frecuencia promedio de los trémores durante marzo (2.11 Hz) fue ligeramente inferior a la de febrero (2.15 Hz). No obstante, la amplitud promedio de los trémores fue mayor en marzo (3.16×10^{-5} m/s).

El número de explosiones aumentó con respecto a febrero, la red digital Arenal registró 72 explosiones. Además la amplitud promedio (7.81×10^{-5} m/s) aumentó ligeramente con respecto a enero. Hubo dos explosiones con amplitud fuera de lo normal: el 14 (2.95×10^{-4} m/s) y el 20 (2.57×10^{-4} m/s).

En abril la amplitud promedio de las 25 explosiones registradas en 3 o más estaciones en el transcurso de la primera quincena del mes de abril (9.11×10^{-5} m/s) fue mayor a la amplitud para el mes de marzo. Los días 2 y 11 de abril se registraron dos explosiones con amplitudes anómalas: 2.95×10^{-4} m/s y 2.83×10^{-4} m/s, respectivamente.

En la primera quincena de abril, la amplitud promedio de los trémores (2.09×10^{-5} m/s) fue menor que la de marzo (3.16×10^{-5} m/s) y la frecuencia promedio fue de 1.97 Hz, también menor que la de marzo (2.11 Hz).

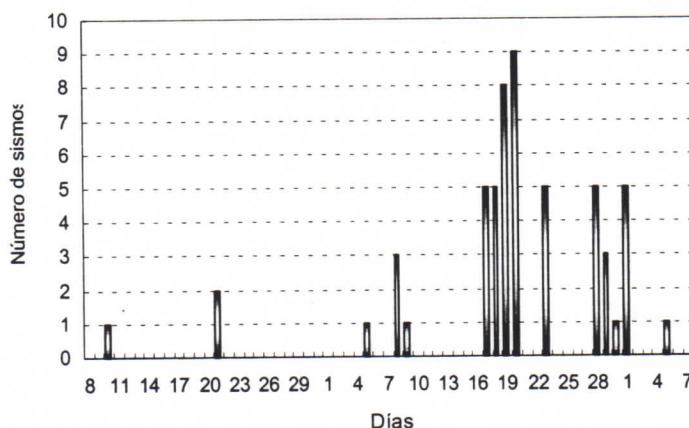
En agosto se tuvo un total de 388 horas de registro en la Estación Fortuna, en las cuales se registraron 112.5 horas trémor, para un promedio de 6.96 horas por día.

En este mes ocurrieron 1049 explosiones para un promedio de 64.87 explosiones por día. En los últimos meses del año (noviembre y diciembre) hubo un incremento importante en el número de sismos volcánicos, con más de 100 eventos diarios.

Asimismo, en agosto el Observatorio Sismológico y Vulcanológico Arenal-Miravalles (OSIVAM) comenzó a registrar una actividad sísmica anómala de carácter tectónico (o volcano-tectónico) en la zona de Arenal, principalmente en el sector norte.

La actividad, catalogada como "enjambre sísmico" se inició en agosto con tres eventos, pero decayó completamente hasta que el 5 de setiembre se reinició y se incrementó a partir del 17 con un promedio de 5 eventos diarios. Los días más activos fueron el 19 y 20 de setiembre (con 8 eventos diarios), luego de eso la actividad comenzó a decaer a partir del 1 de octubre (Gráfico 2).

Gráfico 2
Sismos tectónicos en la zona de Arenal
Periodo 8 agosto al 8 octubre de 1999



En general se registraron unos 55 sismos, de los cuales sólo se pudieron localizar 13 de no muy buena calidad, debido a que eran sismos muy pequeños que no se registraban en todas las estaciones y algunos se localizaron fuera del área de cobertura de la red del OSIVAM. Los epicentros se ubicaron en los alrededores del Lago Arenal.

Estos sismos presentaron magnitudes bajas a muy bajas, con un máximo de 2.3 y profundidades someras, principalmente entre 2 y 4 km, con algunos eventos de hasta 8 km.

Flujo piroclástico del 26 de octubre de 1999

El martes 26 de octubre de 1999, el volcán Arenal produjo un flujo piroclástico a las 5:21 pm. Este descendió por el flanco oeste, en el área del parque y hasta la cota de 900 msnm. Según informes del Observatorio Sismológico y Vulcanológico Arenal-Miravalles, este flujo piroclástico fue menor que el evento de mayo de 1998 descendió hacia el sector de Tabacón.

Previo a este flujo piroclástico se produjo un incremento en la actividad explosiva, en cantidad y energía desde el 8 de octubre, así como un descenso en el registro instrumental de trémores. Además desde el mes de setiembre se estaban registrando sismos tectónicos de baja magnitud (menos de 2.0) al norte del volcán.

Este flujo piroclástico es de tipo Merapi, muy común en volcanes dacíticos y andesíticos en todo el mundo como el Merapi (Indonesia), Soufrière Hills (Montserrat, Indias Occidentales), Unzen (Japón), entre otros. Estos se producen por el colapso gravitacional de domos, lagos de lava crátericos o coladas de lava. Este último es el caso del Arenal.

Los depósitos que se forman en este tipo de eventos son flujos de bloques y ceniza, y en este evento de octubre de 1999 se observaba un profundo canal de erosión o surco central que dejó la parte gruesa del flujo y a los lados una acumulación de materiales más finos con un ancho máximo de unos 200 m.

Volcán Poás

Durante 1999 la estación VPS2 de la Red Sismológica Nacional tuvo algunos problemas de registro, especialmente en los primeros 6 meses del año.

En general para un total de 2520 horas de registro continuo ocurrieron 4596 eventos de baja frecuencia, para un promedio de 2 eventos por hora.

En los primeros tres meses de 1999 la actividad exhalativa se concentró en tres campos de fumarolas principales: uno ubicado en el borde sur del cráter (campo 1), otro al oeste (campo 4) y el más importante y con fumarolas muy vigorosas ubicado en la pared norte del domo, contiguo a la laguna. Además se encontraban pequeñas fumarolas puntuales en el borde suroeste, norte y noroeste del cráter.

En marzo se midieron las temperaturas de algunas fumarolas en el cráter del volcán Poás, las del campo 1 presentaban 92°C, las fumarolas del domo 93.5°C y una fumarola puntual en la pared norte del cráter 93.3°C. Además se midió la concentración de las emanaciones gaseosas con un espectrómetro de masas, los resultados se presentan en la tabla 4.

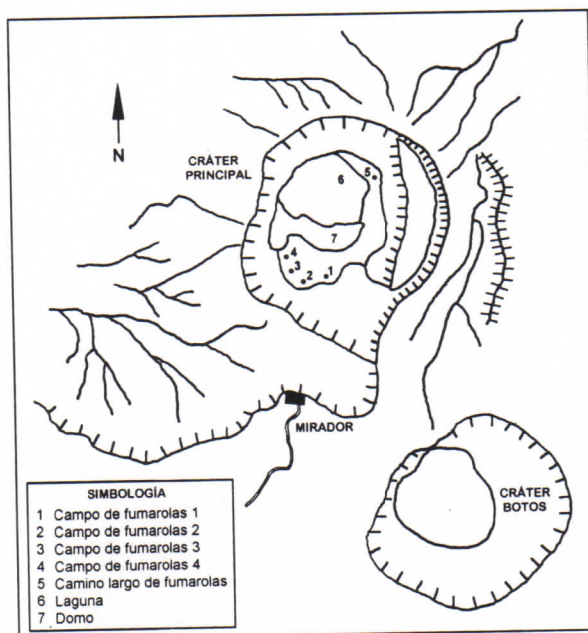
Tabla 4:
Composición de las fumarolas del cráter del Volcán Poás

	Campo 1	Domo (pared)	Domo (parte superior)	Fumarola puntual
CO ₂	60.1 %	41.0 %	36.7 %	99 %
SO ₂	0.3 %	54 %	38.2 %	
HCl	0.1 %			
H ₂ S	29.5 %	0.1 %	0.1 %	1 %
H	-	3.4 %	25 %	

En abril la actividad exhalativa se incrementó significativamente en el sector norte del domo cratérico, igualmente en el campo de fumarolas 1, que solamente aumentó un grado (93°C) con respecto a marzo.

En mayo la actividad exhalativa estaba concentrada en los campos de fumarolas y fumarolas puntuales en las paredes sur (campo 1), suroeste (campos 2 y 3), oeste (campo 4), y las fumarolas denominadas camino largo, ubicadas al noreste del cráter (punto 5, figura 2) y en las paredes norte y sur del domo. Las fumarolas del campo 1 presentaban una temperatura de 88 °C y las del campo 2, 91°C.

Figura 2
Puntos de medición de temperaturas en el Volcán Poás



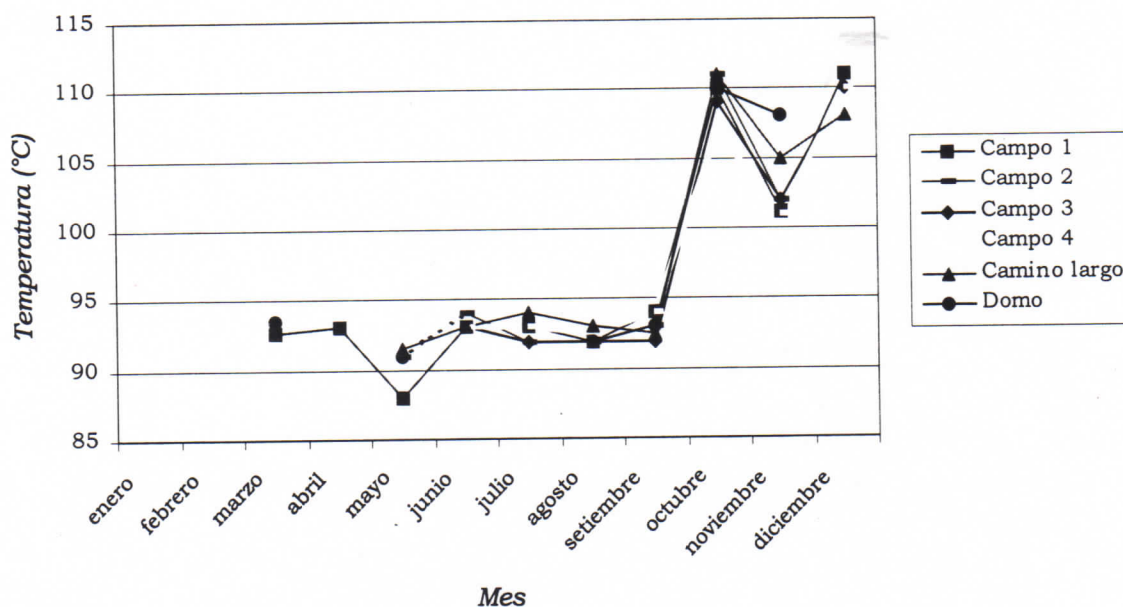
En junio, julio, agosto y setiembre las fumarolas de los cuatro campos, el camino largo y las paredes del domo presentaban temperaturas entre los 92° y 94 °C.

En octubre ocurrió un incremento general en las temperaturas de hasta 18°C, pues los campos de fumarolas presentaban entre 107° y 111°C. Asimismo se observó una migración de las fumarolas hacia el oeste y se reportó que el domo se estaba agrietando (Fig. 2).

En noviembre las temperaturas disminuyeron entre 6° y 9° C con respecto a las de octubre, solamente el campo de fumarolas 4 aumentó su temperatura en 6° C (Fig. 3).

En diciembre de nuevo las temperaturas aumentaron entre 3 y 9°C, manteniéndose de nuevo alrededor de los 110°C, (Gráfico 3).

Gráfico 3
Variación de las temperaturas de las fumarolas del Volcán Poás durante 1999



La laguna mantuvo su característico color turquesa durante todo el año 1999, con una desgasificación tenue en la superficie y manchas de azufre.

El nivel del agua, debido a las altas precipitaciones, estuvo relativamente alto. La temperatura del agua osciló entre 32 y 36°C y el pH entre 0,5 y 1,0 (Gráficos 4 y 5).

Gráfico 4
Variación de temperatura de la laguna intracrática del Volcán Poás en 1999

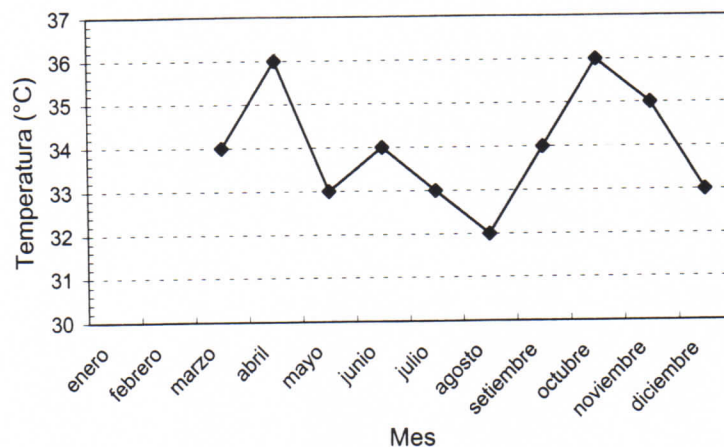
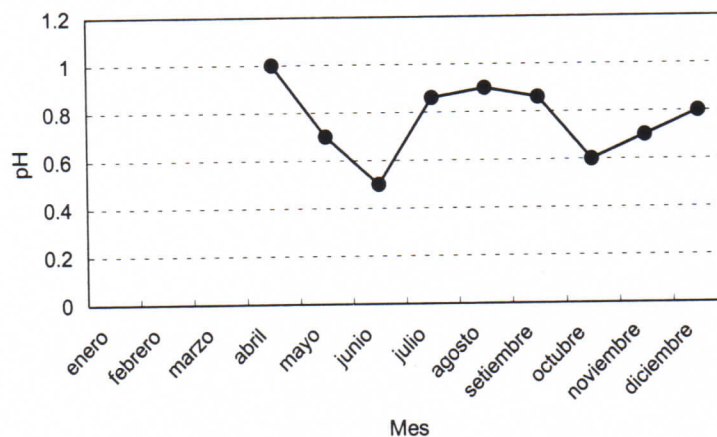


Gráfico 5
Variación del pH del agua de la laguna intracrática del Volcán Poás en 1999



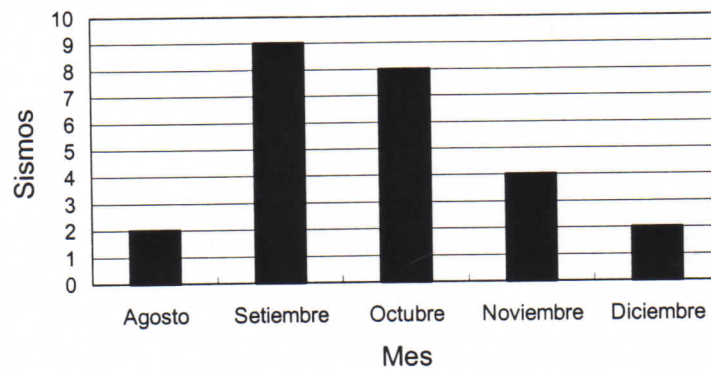
Volcán Irazú

La laguna intracrática del Irazú mantuvo su color verde amarillento. Además hay varios deslizamientos en las paredes del volcán, especialmente en la pared norte, sur y oeste.

En mayo se observó un campo de fumarolas en la parte externa de la pared noreste del cráter principal, con temperatura de 20°C y otras en la ladera este del lado externo del cráter principal, cerca de la naciente del Río Sucio, en el cual se podía escuchar un fuerte sonido, similar al de una válvula de escape.

En un total de unas 2028 horas de registro continuo en la estación ICR solamente se observaron 25 sismos de alta frecuencia, de origen volcano-tectónico. La distribución de estos eventos se observa en la Gráfico 6.

Gráfico 6
Número de sismos de alta frecuencia del Volcán Irazú
en los últimos 5 meses de 1999



ACTIVIDAD SÍSMICA Y VOLCÁNICA IMPORTANTE DE 1990-1999

Actividad sísmica

Sin duda el sismo más importante de la década fue el del 22 de abril de 1991, con epicentro en el Valle de la Estrella, Limón. Su importancia radica no solamente en que alcanzó una magnitud $M_w = 7.7$ y por los daños materiales y personales que produjo, sino porque puso de manifiesto una fuente sismogénica hasta entonces no considerada en el marco sísmico de Costa Rica, el Cinturón Deformado del norte de Panamá, que ahora se prolongó hasta Puerto Limón, mientras que antes se creía que terminaba en Bocas del Toro, Panamá. Este terremoto fue el de mayor magnitud durante el año 1991 en todo el mundo.

Los sismos más importantes de la década son los siguientes: los sismos de Cóbano del 25 de marzo de 1990, el de Piedras Negras del 22 de diciembre de 1990, el 22 de abril de 1991 en Limón, Naranjo en 1992, Nosara 1992, Parrita 1994, Tucurrique 1995 y Quepos 1999.

Sismos de Cóbano (25 de marzo de 1990)

Justo iniciando la última década del siglo XX, el país fue sacudido por dos sismos con epicentro en Cóbano de Puntarenas. Esta actividad sísmica se inició en una fractura múltiple (Montero et al., 1991), el primer sismo ocurrió a las 7:16 hora local ($M_s = 6.4$), otros temblores de magnitudes bajas ocurrieron en los siguientes minutos y finalmente el evento principal ocurrió a las 7:22 am con una magnitud $M_s = 7.0$.

El sismo de Cóbano fue sentido en todo el país, con intensidades máximas (MM) reportadas de VII y VIII para el área epicentral y mínimas de IV en los sitios más alejados del país. En el área epicentral se produjo colapso total de viviendas y daños severos en estructuras mayores.

Sismo de Puriscal (30 de junio de 1990)

Desde abril hasta agosto de 1990 se produjo un enjambre sísmico en Puriscal, con aproximadamente 20000 eventos, de los cuales 22 tuvieron magnitud superior o igual a 4.0. El evento principal se produjo el 30 de junio de 1990 y tuvo una magnitud local de 5.0.

Este enjambre se originó en fuentes sísmicas relativamente superficiales asociadas con fallamiento local y produjo solamente daños en construcciones de calidad deficiente o por reactivación de deslizamientos pre-existentes, como el deslizamiento principal sobre el que se encuentra Santiago de Puriscal, generando daños cuantiosos en edificios públicos, casas, tuberías y calles.

Sismo de Piedras Negras (22 de diciembre de 1990)

El 22 de diciembre de 1990, un fuerte temblor se produjo a las 11:27 am, con magnitud local de 5.7 ($M_s = 6.4$) y localizado en Piedras Negras, Cantón de Mora, 4 km al NNE de Santiago de Puriscal. Su origen se asocia a la ruptura de una falla local en la zona. Este sismo provocó daños menores en San José y Cartago, mientras que en Alajuela hubo daños serios en infraestructura.

Antes del evento se había observado un incremento en la sismicidad de la zona y luego del sismo principal, se registraron en menos de 5 horas 630 réplicas.

Sismo de Nosara (16 marzo de 1991)

La magnitud fue de 6.3 (M_s) Daños en la costa oeste de la Península de Nicoya, especialmente en infraestructura en la localidad de Nosara. Sentido hasta en Limón y la frontera con Panamá, intensidad máxima VII (MM).

Terremoto de Limón (22 de abril de 1991)

El terremoto de Limón ha sido el evento sísmico más importante ocurrido en Costa Rica en la segunda mitad del siglo XX, no sólo debido a la cantidad y magnitud de los daños producidos, sino también por el contexto tectónico donde ocurrió (Montero, 1994).

El epicentro de este sismo se localizó 40 km al suroeste de Puerto Limón, su profundidad fue de 23.5 km, su magnitud momento (M_w) de 7.7 y fue generado en una falla inversa del Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

Junto con el movimiento del terreno se produjeron deslizamientos y fenómenos de licuefacción que causaron grandes daños en infraestructura y líneas vitales (puentes, carreteras, ferrocarriles, puertos, acueductos), además de alrededor de 100 muertes en Panamá y Costa Rica. Además ocurrió un levantamiento cosísmico que alcanzó un máximo de 1.5 m en Puerto Limón y se generó un pequeño tsunami en Bocas del Toro, Panamá (Montero et al., 1994).

Sismo de Naranjo (7 de marzo de 1992)

Este sismo se localizó a 90 km al SSW de Sámara, con magnitud ($M_b=6.2$) y profundidad de 87 km. Intensidad máxima VI, sentido ampliamente en todo el Valle Central. Originado dentro de la placa Coco.

Sismo de Parrita (28 de diciembre de 1994)

Este sismo ocurrió el 28 de diciembre de 1994 a las 3:22 pm, con magnitud (M_L) de 5.1, profundidad de 30 km y fue localizado 15 km al WNW de Quepos. Este sismo fue sentido en la mayor parte del país y el oeste de Panamá, con intensidades máximas de VI en Parrita, donde se reportaron daños menores en construcciones, y en Quepos.

Veinticuatro minutos antes había ocurrido un precursor de magnitud 4.2 y se registraron varias réplicas después del evento principal que fueron sentidas en San José, algunas con magnitudes importantes de hasta más de 4.0. El origen fue por subducción y se localizó en la Zona Sísmica de Quepos.

Sismo de Pejibaye de Turrialba (10 de julio de 1993)

El 8 de julio de 1993, se registró un evento precursor principal de magnitud ($M_d=4.9$), localizado en Pejibaye de Turrialba. Dos días después se produjo un evento de mayor magnitud ($M_d=5.3$) que fue sentido en gran parte del país y provocó daños en estructuras en el área epicentral.

Actividad volcánica

Los eventos volcánicos más importantes en el período 1990-1999 lo constituyen los flujos piroclásticos del volcán Arenal y las erupciones freáticas o freatomagmáticas que generaron lahares en el volcán Rincón de la Vieja.

Volcán Irazú

La actividad más importante de la década en el volcán Irazú fueron dos explosiones freáticas (explosiones de vapor) en el flanco norte del volcán que ocurrieron el 8 de diciembre de 1994, provocando vibraciones en el terreno y emisiones de ceniza. La explosión fue parcialmente dirigida hacia la cabecera del Río Sucio, lo que produjo lahares que se encauzaron por el valle y dejando gran destrucción en el bosque cerca de las nacientes del río. Se cree que se generó una columna de vapor y cenizas de unos 800 m de altura y en el área de explosión se formó un cráter de unos 80 m de diámetro. La causa de esta erupción posiblemente fue por sobrepresión debido al taponeamiento de las bocas de las fumarolas. Además ocurrieron varios enjambres de sismos volcanotectónicos y trémores en 1991, aparecieron fumarolas en el cráter activo que se mantuvieron hasta 1994 y la laguna intracratélica aumentó su temperatura.

Volcán Poás

La actividad del Poás en esta década fue principalmente exhalativa y no ocurrieron eventos de gran importancia, excepto a finales de abril de 1994, cuando la laguna intracratélica se secó, la actividad fumarólica aumentó y ocurrieron algunos eventos freáticos generaron columnas de ceniza, vapor y gases de hasta 1 km de altura, provocando daños en el bosque, las plantaciones, infraestructura y molestias en la salud de los pobladores.

Volcán Rincón de la Vieja

El volcán Rincón de la Vieja, ha tenido varias erupciones de importancia durante la década, generalmente se trata de explosiones freáticas o freatomagmáticas que generan lahares (corrientes de lodo) hacia el flanco norte.

Estos eventos ocurrieron el 8 de mayo de 1991, produciendo lahares que avanzaron aproximadamente 11 km desde el volcán y destruyeron los puentes sobre los ríos Azul y Pénjamo. Del 6 al 9 de noviembre de 1995 con erupciones freatomagmáticas, que lanzaron ceniza, rocas y vapor con una columna máxima de 400m sobre el nivel del cráter. En febrero de 1998 que generaron lahares que se distribuyeron por los ríos Pénjamo, Azul y Azufrosa y erupciones de vapor y una explosión en setiembre de ese mismo año.

Volcán Arenal

La actividad de la década del volcán Arenal ha mostrado regularidad en cuanto al número de erupciones y coladas de lava, sin embargo hay algunos eventos de mayor magnitud que incluyen la formación de flujos piroclásticos (avalanchas de materiales volcánicos como bloques de lava, gases y ceniza a altas temperaturas)

Estos eventos se produjeron en agosto de 1993, 3 de setiembre de 1997, 5 de mayo de 1998 y el último en octubre de 1999. Todos estos flujos piroclásticos - exceptuando el de 1999- han descendido por el flanco noroeste del volcán, en el sector del Río Tabacón, donde existe una pequeña cuenca con manifestaciones de aguas termales de origen volcánico y es la zona más peligrosa por la ubicación de balnearios de aguas termales.

Los flujos piroclásticos que se generan en el Volcán Arenal se han originado principalmente por el colapso parcial de paredes del cráter, provocados posiblemente por las fuertes explosiones y la presión que generan las coladas de lava al tratar de evacuar el cráter.

CONCLUSIONES

La década de los años 90 fue una de las de mayor importancia desde el punto de vista sísmico para Costa Rica durante el siglo XX, fue un periodo de grandes terremotos que sacudieron al país, generando grandes pérdidas económicas y más de 55 muertes en nuestro país. Sin embargo, gracias a los avances en las investigaciones sismológicas que se han dado en Costa Rica desde principios de siglo, como las realizadas por el expresidente Don Cleto González Víquez y Don José Fidel Tristán, así como el enorme auge que ha tenido la Sismología durante las dos últimas décadas, gracias a la Escuela Centramericana de Geología de la Universidad de Costa Rica, en donde se han formado todos los sismólogos que hay actualmente en el país, se ha adquirido la suficiente experiencia y se ha desarrollado un código sísmico básico que aunque no es perfecto ha logrado que los daños en infraestructura no hayan sido tan severos y que el número de muertes por terremotos en nuestro país no sea tan elevado como en otros países del Tercer Mundo, en donde aún no se han implementado normas básicas de seguridad en la construcción.

REFERENCIAS

- Barquero, R. & Climent, A., 1999 (editores): Los temblores de la zona de Quepos de agosto de 1999, fuente sísmica y características tectónicas. Instituto Costarricense de Electricidad, informe interno.
- Montero, W., 1986: Períodos de recurrencia y tipos de secuencias sísmicas de los temblores interplaca e intraplaca en la región de Costa Rica. Rev. Geol. Amér. Central, 5:35-72.
- Morales, L.D., 1985: Las zonas sísmicas de Costa Rica y alrededores. Rev. Geol. Amér. Central, 3: 69-101.

ANEXO

SISMOS SENTIDOS DE 1999

#	Día	Hora Local	Latitud	Longitud	Prof.	Mag	Ubicación	Intensidades
1	11/01/99	10:44	9°33'N	84°19'W	14	3.2	2 km N Parrita	III San José
2	13/01/99	16:55	10°01'N	83°37'W	10	3.4	15 km NE Turrialba	III San José; IV Turrialba
3	17/01/99	22:51	9°56'N	83°42'W	54	3.4	1 km NW Turrialba	IV Turrialba
4	29/01/99	10:32	9°47'N	84°20'W	2	3.1	6 km S Santiago de Puriscal	III Picagres de Mora
5	31/01/99	02:18	8°30'N	83°11'W	20	3.7	15 km S Golfito	III Golfito
6	04/02/99	04:15	8°30'N	83°11'W	18	3.8	14 km SE Puerto Jiménez	III Golfito
7	14/02/99	20:51	9°22'N	84°10'W	22	3.6	6 km S Quepos	III Quepos
8	19/02/99	17:39	8°25'N	83°16'W	10	3.8	14 km S Puerto Jiménez	III Golfito
9	20/02/99	06:01	9°48'N	84°10'W	21	3.3	1 km NW San Ignacio de Acosta	III San José
10	25/02/99	23:11	9°02'N	83°43'W	19	4.3	24 km NW Puerto Cortés	II Puerto Cortés
11	26/02/99	12:45	8°45'N	84°22'W	8	3.9	73 km SW Dominical	III Puerto Cortés
12	26/02/99	13:17	8°51'N	84°16'W	14	3.9	62 km SW Dominical	III Puerto Cortés
13	26/02/99	13:34	8°51'N	84°16'W	17	4.1	84 km SW Dominical	III Puerto Cortés y Palmar Sur
14	01/03/99	11:25	8°23'N	83°23'W	21	4.7	16 km S Puerto Jiménez	III San José
15	01/03/99	12:45	8°25'N	83°19'W	18	4.1	10 km S Puerto Jiménez	II San José
16	02/03/99	07:54	8°36'N	83°07'W	24	3.4	0.8 km SE Golfito	III Golfito
17	03/03/99	00:01	8°00'N	82°58'W	30	4.2	1 km SSW Punta Burica	II Golfito
18	03/03/99	23:52	8°29'N	83°18'W	8	3.1	0.6 km S Puerto Jiménez	II San José
19	04/03/99	23:31	8°29'N	83°19'W	12	4.1	0.6 km S Puerto Jiménez	II San José
20	11/03/99	23:51	8°25'N	83°21'W	7	3.6	13 km SSW Puerto Jiménez	II San José
21	30/03/99	23:55	5°55'N	83°13'W	35	5.0	al S de la Isla Coiba, Panamá	III San José
22	05/04/99	02:53	9°17'N	83°45'W	20	2.7	11 km SSW San Isidro del General	II San Isidro del General
23	10/04/99	08:42	9°55'N	83°45'W	7	3.3	0.8 km W Turrialba	II Turrialba
24	16/04/99	17:49	9°26'N	84°15'W	37	4.4	12 km SE Parrita	III San José
25	19/04/99	12:36	9°31'N	83°55'W	30	2.7	18 km SE Santa María de Dota	III Tarbaca
26	23/04/99	09:50	8°31'N	82°34'W	11	4.3	43 km SE Ciudad Neilly	II Río Claro
27	07/05/99	05:49	09°33'N	83°35'W	25	3.2	22 km NE San Isidro del General	II San Isidro del General
28	07/05/99	12:12	09°31'N	84°33'W	24	4.4	17 km SE Jacó	II Palmares y Orotina
29	20/05/99	02:36	09°47'N	83°56'W	20	3.1	10 km SSW Cartago	II Cartago
30	26/05/99	08:39	09°26'N	84°41'W	25	3.5	23 km SSW Jacó	III Jacó
31	03/06/99	10:38	09°49'N	84°01'W	13	2.8	12 km SSW del Guarco de Cartago	II Cartago
32	05/06/99	13:10	07°12'N	81°56'W	15	4.9	75 km SE Punta Burica	Muy leve en la zona sur y atlántica de Costa Rica
33	05/06/99	14:22	08°20'N	83°17'W	30	3.7	26 km S Puerto Jiménez	IV-III Ciudad Neilly; III Puerto Jiménez, Buenos Aires y Paso Canoas; II San

34	15/06/99	06:43	09°33'N	83°38'W	20	3.2	23 km NE San Isidro del General	José
35	16/06/99	01:25	09°28'N	83°42'W	10	4.2	11 km N de San Isidro del General	II San Isidro del General
36	17/06/99	23:58	10°02'N	85°32'W	24	4.1	14 km SW Nicoya	III San Isidro del General y Palmital
37	18/06/99	10:39	09°44'N	83°22'W	7	3.5	10 km SSW Chirripó, Limón	III-II Nicoya
38	01/07/99	21:31	09°31'N	83°50'W	17	3.3	10 km W Cerro de La Muerte	III Chirripó y Limón
39	08/07/99	03:09	10°10'N	83°31'W	23	3.7	8 km N El Cairo de Siquirres	III alrededores del epicentro; II San José
40	11/07/99	13:41	09°50'N	84°20'W	10	3.0	Zona sísmica de Puriscal	III El Cairo de Siquirres
41	18/07/99	11:35	10°11'N	84°14'W	6	3.2	2 km N del Volcán Poás	III Atenas
42	29/07/99	10:58	09°05'N	83°56'W	6	4.0	Zona Sísmica de Dominical	III-II en la cima del volcán Poás
43	08/08/99	16:59	08°55'N	82°57'W	21	3.8	10 km N de San Vito de Coto Brus	III Coronado de Osa
44	10/08/99	08:55	09°13'N	84°07'W	18	5.2	25 km S de Quepos	III La Isla de San Vito
45	12/08/99	8:09	09°58'N	84°16'W	69	3.8	2 km W de Santiago de Puriscal	VI Dominical, Matapalo; V Quepos, Parrita, Jacó, Puriscal; IV San José, Cartago, Atenas, Orotina; III Limón, Tilarán; II Liberia, Upala, Los Chiles
46	13/08/99	02:57	09°21'N	84°47'W	11	3.6	36 km SW de Jacó	III-II San José
47	16/08/99	19:58	10°00'N	86°17'W	16	4.5	70 km W de Nosara	III Jacó
48	20/08/99	04:02	08°59'N	84°09'W	22	6.5*	47 km al S de Quepos	II Nosara, Marbella, Sámara; II Filadelfia, Cóbano
49	20/08/99	04:26	09°01'N	83°55'W	2.3	4.4	30 km al S de Quepos	VI Quepos, zona de Los Santos; V San José, Orotina, San Isidro del General; IV Puntarenas; III Santa Cruz
50	20/08/99	04:42	08°55'N	84°02'W	19	5.0	58 km al SE de Quepos	III-II San José
51	20/08/99	07:15	08°55'N	84°02'W	0.7	4.0	56 km al SE de Quepos	III-II San José
52	20/08/99	08:40	08°50'N	84°06'W	18	4.2	60 km al SE de Quepos	III-II San José
53	20/08/99	08:59	08°56'N	84°04'W		4.1	57 km al SE de Quepos	III-II San José
54	20/08/99	10:08	08°59'N	84°08'W	26	4.3	49 km al S de Quepos	III-II San José
55	20/08/99	10:14	08°56'N	84°11'W	20	4.3	55 km al S de Quepos	III-II San José
56	20/08/99	12:59	08°56'N	84°10'W	17	4.3	54 km al S de Quepos	III-II San José
57	20/08/99	14:14	08°57'N	84°14'W	27	4.4	56 km al SSW de Quepos	III-II San José
58	20/08/99	14:22	08°54'N	84°00'W	18	4.5	58 km al SE de Quepos	III-II San José
59	20/08/99	15:22	09°02'N	84°01'W	20	4.1	47 km al SE de Quepos	III-II San José
60	20/08/99	16:40	08°40'N	84°12'W	21	4.2	83 km al S de Quepos	III-II San José
61	20/08/99	16:44	08°47'N	84°04'W	0.6	4.6	73 km al SE de Quepos	III-II San José
62	20/08/99	16:56	08°44'N	84°11'W	11	4.2	76 km al S de Quepos	III-II San José
63	20/08/99	18:20	09°01'N	84°05'W	2	3.9	46 km al SE de Quepos	III-II San José
64	20/08/99	18:55	08°58'N	84°12'W	3	3.9	44 km al SSW de Quepos	III-II San José
65	20/08/99	21:13	08°58'N	84°06'W	20	4.4	50 km al SE de Quepos	III-II San José
66	20/08/99	21:29	08°52'N	84°08'W	10	3.9	87 km al SW de Quepos	III-II San José

67	20/08/99	22:45	09°02'N	84°06'W	20	4.5	55 km al SE de Quepos	III-II San José
68	21/08/99	04:49	08°53'N	83°59'W	28	5.6*	63 km al SE de Quepos	III-II San José
69	21/08/99	05:26	08°56'N	84°07'W	20	4.4	55 km al SE de Quepos	V Quepos; IV San José
70	22/08/99	02:34	10°04'N	84°02'W	16	3.4	5 km al NE de San Isidro de Heredia	III-II San José; Heredia
71	22/08/99	05:16	09°03'N	84°06'W	20	3.7	50 km al S de Quepos	III-II San José
72	22/08/99	07:34	08°58'N	83°53'W	20	4.4	55 km al SE de Quepos	III-II San José
73	22/08/99	13:08	08°53'N	83°46'W	23	4.3	28 km al SW de Puerto Cortés	III-II San José
74	22/08/99	15:26	08°52'N	84°12'W	22	4.3	60 km al S de Quepos	III-II San José
75	22/08/99	16:02	08°56'N	84°05'W	20	4.7	50 km al S de Quepos	III-II San José
76	23/08/99	21:46	08°58'N	84°04'W	15	4.2	58 km al SE de Quepos	III-II San José
77	24/08/99	12:39	08°51'N	83°58'W	20	4.1	40 km al SE de Quepos	III-II San José
78	29/08/99	16:00	08°53'N	84°02'W	18	4.1	62 km al SE de Quepos	III-II San José
79	30/08/99	02:20	08°50'N	84°05'W	22	4.2	65 km al SSE de Quepos	III-II San José
80	01/09/99	16:07	08°55'N	82°54'W	21	4.0	12 km al NE de San Vito de Coto Brus	III Ciudad Neily; II Paso Canoas
81	02/09/99	03:01	09°02'N	84°05'W	10	4.4	55 km al SE de Quepos	IV Drake, Puerto Cortés; III San Vito
82	05/09/99	23:33	09°04'N	84°10'W	22	4.1	40 km al S de Quepos	II Quepos
83	06/09/99	00:32	09°05'N	84°05'W	22	4.5	40 km al SE de Quepos	III San José
84	12/09/99	18:35	09°05'N	84°02'W	24	4.0	25 km al S de playa Matapalo	III Dominical
85	14/09/99	06:24	09°51'N	84°20'W	8.6	3.1	Barbacoas de Puriscal	III Puriscal, Barbacoas
86	23/09/99	15:16	08°57'N	84°07'W	47	4.3	47 km al S de Quepos	III Quepos; II San José
87	26/09/99	19:38	09°28'N	83°39'W	8.8	3.5	11 km al NE de San Isidro del General	II Orosi
88	26/09/99	22:19	09°02'N	84°00'W	9	3.3	48 km al SE de Quepos	II Quepos
89	07/10/99	04:57	09°32'N	84°08'W	39	3.6	17 km al NE de Quepos	II San José, Damas
90	12/10/99	05:31	09°00'N	84°04'W	14	4.2	48 km al S de Quepos	III Quepos
91	12/10/99	21:06	09°00'N	84°03'W	11	4.0	50 km al S de Quepos	III Quepos
92	13/10/99	00:38	08°06'N	82°50'W	21	4.4	7 km al NE de Punta Burica	
93	28/10/99	02:02	10°12'N	84°07'W	10	3.7	6 km al NE de Vara Blanca	III Cariblanco, Cinchona, Poasito
94	30/10/99	10:08	09°34'N	84°33'W	17	3.2	10 km al SE de Jacó	III Jacó
95	03/11/99	10:47	10°12'N	84°08'W	8	3.6	11 km al E del Volcán Poás	IV Los Cartagos
96	11/11/99	07:30	08°19'N	82°35'W	23.4	4.6	32 km E Puerto Armuelles, Panamá	III Ciudad Neily
97	11/11/99	01:10	09°57'N	84°26'W	6.5	4.0	2 km al S de Barrio Jesús de Atenas	IV Atenas centro, Escobal, Desmonte III Orotina, Palmares, San José, Puriscal II Cartago, Puntarenas
98	20/11/99	10:52	09°25'N	84°36'W	13.6	3.8	23 km S Jacó	III Jacó, II Sur Valle Central
99	26/11/99	05:57	10°16'N	84°29'W	20.9	3.8	9 km SW Ciudad Quesada	III Ciudad Quesada
100	28/11/99	14:31	08°54'N	84°03'W	12.4	3.5	58 km SE Quepos	II Quepos
101	10/12/99	23:02	08°52'N	84°16'W	19	4.6	50 km S Quepos	II San José, III Quepos