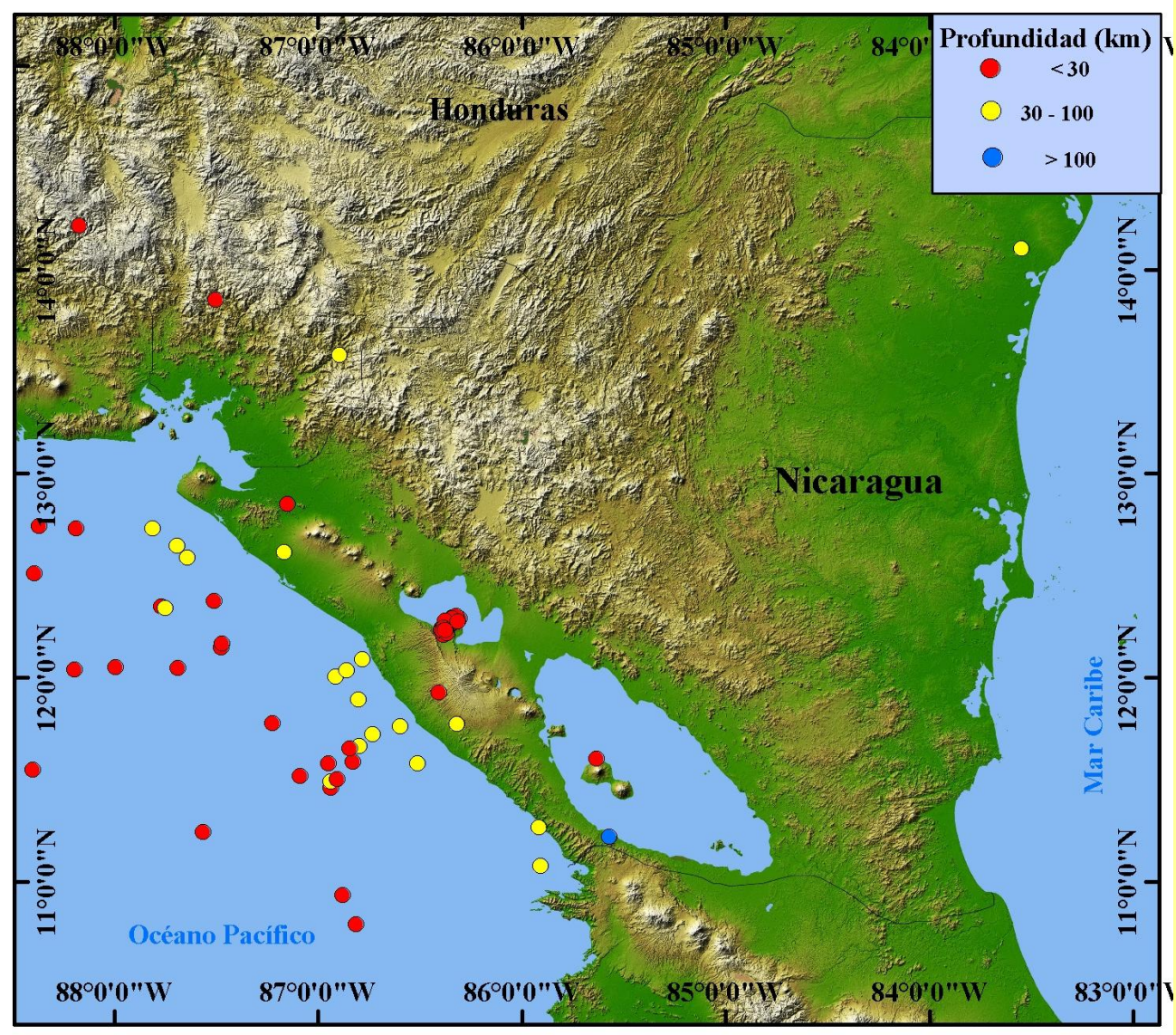
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
Dirección General de Geofísica

Boletín Mensual

Sismos y Volcanes de Nicaragua

Septiembre, 2009



Mapa epicentral de los sismos localizados en Nicaragua. Septiembre, 2009

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

Dirección General de Geofísica

Boletín Sismológico, Vulcanológico y Geológico

Sismos y Volcanes de Nicaragua – Septiembre, 2009

Las observaciones rutinarias de sismicidad, volcanismo y otros fenómenos geológicos en Nicaragua, resultan del sistema de monitoreo y vigilancia desarrollado y mantenido por INETER.
El contenido de este boletín se basa en el trabajo de las siguientes personas:

Monitoreo Sismológico – Turno Sismológico
Antonio Acosta, Mario Bodán, Carlos Guzmán,
Martha Herrera, Fabio Segura, Virginia Tenorio, Jeanine Zamora

Procesamiento Final de los Registros Sísmicos
Virginia Tenorio, Jeanine Zamora

Monitoreo Volcánico
Julio Alvarez, Greyving Argüello, David Chavarría, Eveling Espinoza,
Martha Ibarra, Martha Navarro, Virginia Tenorio,

Monitoreo Geológico
Antonio Álvarez, Marisol Echaverry, Tupac Obando

Mantenimiento de la Red de Monitoreo, Sistemas Electrónicos e Informáticos
Antonio Acosta, Martha Herrera, Allan Morales, Karen Alvarado

Preparación Final del Boletín
Virginia Tenorio

25 de octubre del 2009

Algunos artículos particulares llevan los nombres de los autores respectivos, quienes son responsables por la veracidad de los datos presentados y las conclusiones alcanzadas.

INETER, Dirección General de Geofísica. Apdo.2110. Managua, Nicaragua
Tel: (505) 2492761, Fax: (505) 2491082, http://www.ineter.gob.ni/geofisica

Resumen

Sismicidad en Nicaragua y América Central

*Este mes, la Red Sísmica de Nicaragua registró **101 eventos sísmicos**. La mayor actividad sísmica se concentró en la Zona de Subducción y En el volcán Apoyeque.*

El día 29 de septiembre a las 18:00 hora local, comenzó un enjambre sísmico sismo al Oeste del volcán Apoyeque. El evento principal ocurrió a las 18:08 hora local, con magnitud ML=3.1. El sismo fue sentido por la mayoría de la población que habitan en Ciudad Sandino, aproximadamente a 5 kilómetros al Oeste donde se originaron los sismos. El enjambre sísmico duró hasta el 2 de octubre del 2009.

Actividad Volcánica de Nicaragua

El volcán San Cristóbal, mantuvo poca salida de gases acompañadas de explosiones de cenizas de manera esporádicas.. El volcán Masaya continuó con emisión fuerte de gas de manera constante. Los volcanes Telica, Cerro Negro, Momotombo y Concepción se mantuvieron en relativa calma.

Desarrollo de la Red de Monitoreo y Alerta Temprana

Actualmente, la Red Sísmica Nacional cuenta con 56 estaciones sísmicas que transmiten sus señales vía radio, Internet y fibra óptica a la Central Sísmica en Managua. De éstas, 29 son de período corto, 13 acelerográficas, 14 de banda ancha y una estación autónoma de banda ancha. Además, la Central Sísmica en INETER/Managua cuenta con 3 juegos, cada uno de tres componentes de sismómetros de período corto, banda ancha y un acelerómetro. Además, se registran los datos de 30 estaciones sísmicas extranjeras que entran vía INTERNET. La red de monitoreo tiene también 8 cámaras Web para la vigilancia volcánica y 3 estaciones meteorológicas en los volcanes San Cristóbal, Casita y Concepción. En tiempo real se reciben imágenes de satélites NOAA que se procesan para el monitoreo volcánico. Tres estaciones MiniDOAS registran continuamente la desgasificación del Volcán San Cristóbal y dos MiniDoas están instalados en el volcán Masaya.

Este boletín se puede obtener en la página Web de INETER

http://www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/bolsis/bolsis.html. Datos sísmicos como lecturas y formas de ondas pueden ser obtenidas escribiendo a: virginia.tenorio@gf.ineter.gob.ni

Abstract

Seismicity in Nicaragua and Central America

*This month, the Nicaraguan Seismic Network registered a total of **56 seismic events**. Most of the events occurred in the Subducction Zone and Volcanic Chain.*

The day 29 of September to the 18: 00 local time, a hive began seismic to the West of the Apoyeque volcano. The main event occurred to the 18: 17 local time, with ML magnitude= 3.1. The seismo was felt the population that they live in Sandino City, for most of approximately to 5 kilometers to the West where they originated the seismos. The seismic hive lasted until October 2 of the 2009.

Activity in the Volcanoes of Nicaragua

The San Cristóbal volcano, presented low activity and emanation of volcanic gases with ash explosion. Masaya volcano presented its usual emanations of volcanic gases. The Telica, Cerro Negro, Momotombo and Concepción volcanoes presented low activity.

Development of the Monitoring and Early Warning Network

The National Seismic Network counts with 56 seismic stations that transmit via radio, internet and optical fiber to the seismic center in Managua. Of these 29 are short period, 13 accelerographic stations, 15 broad band stations. Also, the seismic data center at INETER/Managua counts with a 3-component set of short period seismometers, a broad band seismometer and an accelerometer. Furthermore, the data from 30 foreign seismic stations are registered on line via INTERNET. Other monitoring stations are 8 Web cams for volcano monitoring and 3 meteorological stations at the volcanoes San Cristóbal, Casita and Concepción. Images of NOAA satellites are received on-line and processed for volcano monitoring. Three stations MINIDOAS register continually the degassing of San Cristóbal volcano and two MiniDoas are installed at Masaya volcano.

This Monthly Bulletin is published in the Web page of INETER

http://www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/bolsis/bolsis.html. Seismic waveforms and phase data can be obtained writing to: virginia.tenorio@gf.ineter.gob.ni

1. Aspectos Generales de la Sismicidad de septiembre, 2009

1.1. Sismicidad de Nicaragua

Virginia Tenorio

La Red Sísmica Nacional de Nicaragua registró **101 sismos,** de estos se localizaron **68** en Nicaragua (ver figura 1), **27** en Centro América y **6** distantes (figura 1.1.1).

La distribución epicentral de los sismos en Nicaragua se concentró en la Zona de Subducción, frente a las costas de Corinto, Masachapa – La Boquita y San Juan del Sur con **60%,** en la Cadena Volcánica con el **38%** y en la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) con 2% (Ver figura 1.1.2).

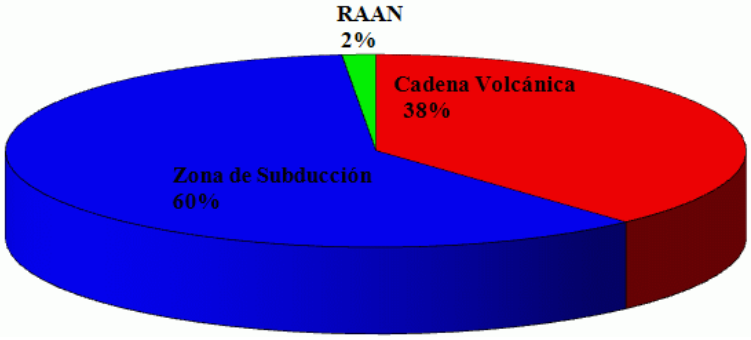


Figura 1.1.2.
Distribución porcentual de la sismicidad en Nicaragua. Septiembre, 2009.

La colisión de las placas Cocos y Caribe de Nicaragua se refleja en un corte perpendicular a las costas del Pacífico (ver figura 1.1.3).

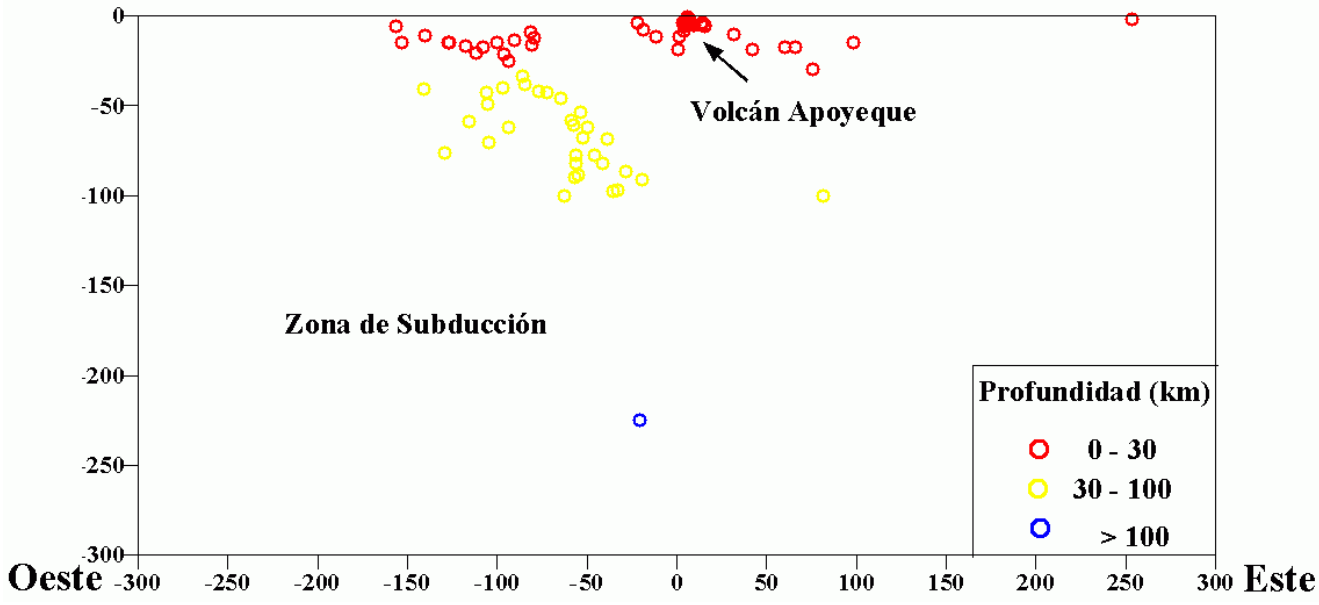


Figura 1.1.3. Corte perpendicular a la zona de subducción. Septiembre, 2009.

Las figuras 1.1.4 y 1.1.5, reflejan una estadística de la distribución del número de los sismos, tanto en magnitud como profundidad.

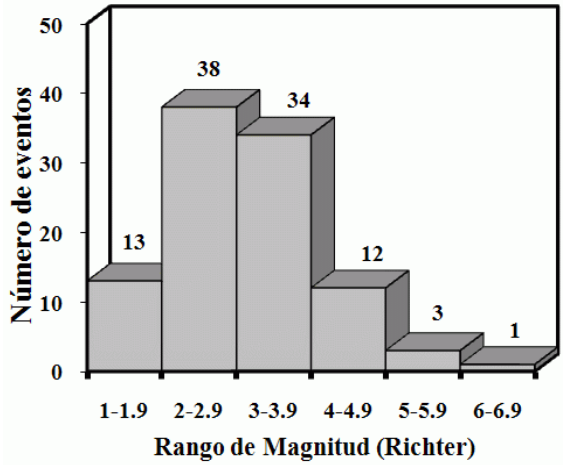


Figura 1.1.4. Número de sismos por rango de magnitud. Septiembre, 2009

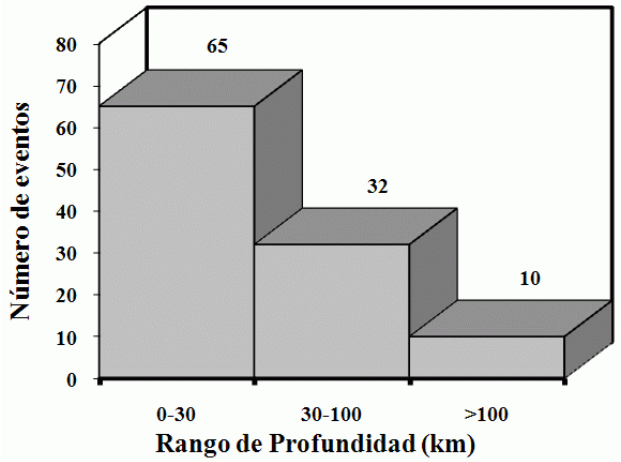


Figura 1.1.5. Número de sismos por rango de profundidad. Septiembre, 2009.

1.2. Sismicidad en Centro América y telesismos

En este mes, la Red Sísmica de Nicaragua registró **27** eventos sísmicos con epicentros en la Región Centroamericana (ver figura 1.2.1). La mayoría de los sismos se registraron en el Caribe de Honduras, El Salvador y Panamá. También se registraron sismos en Mexico-Guatemala Border, Jalisco-México, Perú, cerca de Venezuela y Samoa Islands Region.

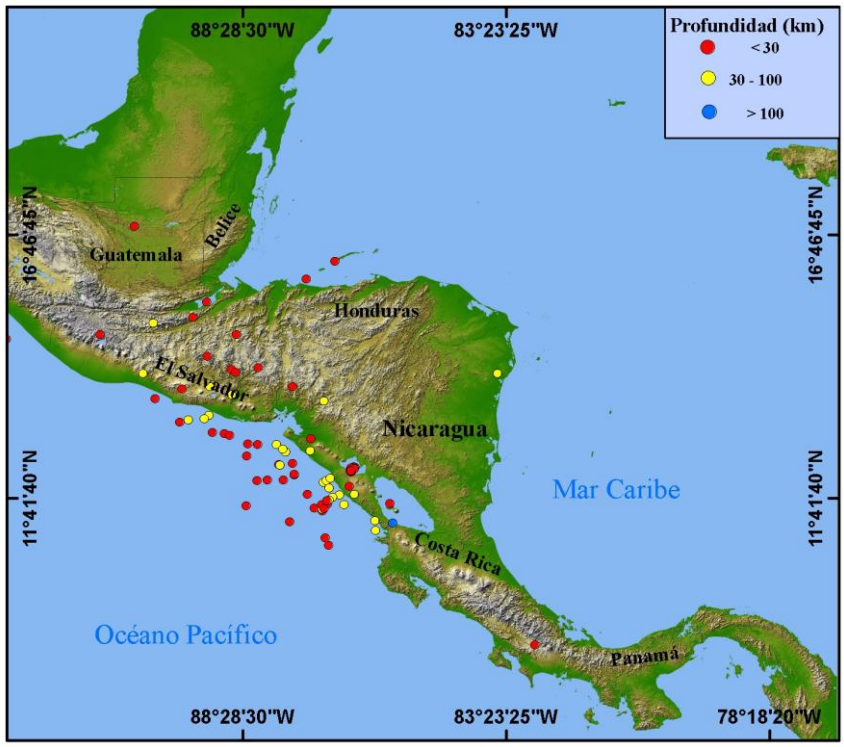


Figura 1.2.1. Mapa epicentral de sismos localizados en Centro América por la Red Sísmica de Nicaragua. Septiembre, 2009.

1.3. Comunicados sismológicos emitidos en el mes de septiembre, 2009

Los comunicados se envían dentro de pocos minutos después de registrar un sismo fuerte por correo electrónico a alrededor de 70 destinatarios en Nicaragua y Centroamérica.

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof.	ML	E	Región
2009/ 9/ 7	15:36: 6	14.10N	83.55W	34	4.1	7	Nicaragua
2009/ 9/28	22:42:41	11.89N	86.81W	53	4.4	2	OP., de Nicaragua, fte. a Pto. Sandino
2009/ 9/30	2: 8: 4	12.24N	86.38W	5	3.1	3	Cerca del volcán Apoyeque

.* Sismo sentido

1.4. Encuesta macrosísmicas de sismos sentidos. Septiembre, 2009

Alejandro Morales

1.4.1. Sismo del 7 de septiembre

El día lunes 7 de septiembre ocurrió un sismo con epicentro cerca de Puerto Cabezas, Región Autónoma Atlántico Norte. El sismo tuvo una magnitud ML=4.1. Alejandro Morales de la Dirección de Sismología, realizó una pequeña encuesta macrosísmica en el sector de Puerto Cabezas, obteniendo el siguiente resultado:

- El sismo fue sentido por la mayoría de las personas que viven en Cabezas y sectores adyacentes. Algunas personas que se encontraban en reposo lo reportaron como una sacudida de la tierra no muy fuerte y de poca duración. Observaron leve movimiento en objetos livianos suspendidos. Intensidad II.

1.4.2. Sismo del 29 de septiembre

Actividad sísmica cerca del volcán Apoyeque

El 29 y 30 de septiembre y tres primeros días de octubre ocurrió un enjambre sísmico originado por fallas locales en las cercanías del volcán Apoyeque. El sismo más representativo ocurrió el día 29 a las 18:08 hora local, a una profundidad de 4 kilómetros y magnitud ML=3.1. Alejandro Morales de la Dirección de Sismología, realizó una encuesta macrosísmica en los siguientes departamentos y municipios:

Sectores de la ciudad de Managua:

San Judas (576371-1338886), ECONS-3(576001-1341021), Reparto Loma Verde(575638-1342867), Las Brisas(574643-1343282), Residencial San Andrés(570645-1343004), Residencial Satélite Asososca(571750-1342707), Altos de Motastepe(571806-1341182) y Reparto Santa Eduviges(569561-1343910) - Sentido por personas en reposo como una sacudida leve y de corta duración. **Intensidad II.**

Ciudad Sandino: Zona 3(570875-1345359), Zona 5(569135-1344901), Zona 11(569702-1346032) y Mercado de Ciudad Sandino(569826-1344933) – Sentido bastante fuerte por personas en reposo. Se escuchó ruido en el zinc de algunas viviendas. Muchas personas salieron a las calles. Se observo leve movimiento en objetos livianos suspendidos. **Intensidad III.**

Comarca Los Castro(571743-1349295) y Bosques de Xiloá(574550-1350023) – Sentido bastante fuerte. Algunas casas vibraron. Se movieron objetos livianos suspendidos y otros apoyados en el piso. Algunas personas pasaron algún tiempo fuera de sus viviendas por temor a otras sacudidas de la tierra. **Intensidad III**.

Hacienda La Esperanza(572922-1357641) – Sentido por personas en reposo como un leve movimiento de abajo hacia arriba. Escucharon ruido en el zinc y como si una corriente de aire se desplazaba por debajo de la tierra. Leve movimiento en objetos livianos suspendidos. **Intensidad II.**

San Isidro(575940-1349778), El Tamagás(576209-1354275) y El Cardón(575423-1356034). No fue sentido. **Intensidad I.**

Los Brasiles(568793-1347829), El Buen Pastor 1(569768-1347677), El Buen Pastor 2(570813-1347505), Barrio San Francisco(568812-1348715) y El Tempisque(569247-1349075) – Sentido muy fuerte por personas en reposo y en movimiento quienes de inmediato desalojaron sus viviendas. Se movieron barriles grandes conteniendo agua, el tendido eléctrico y vehículos de transporte liviano estacionados. Se escuchó potente ruido subterráneo.

El ciudadano Ramón Sánchez, habitantes de las cercanías del Matadero Los Brasiles, y que se encontraba pescando en la laguna de Apoyeque, notó cambio en la temperatura del agua pasando de caliente a helada, segundos después del sismo. También observó derrumbes internos en la parte norte del cráter de la misma laguna. **Intensidad IV.**

Mateare, Parque de Materae(561986-1352761), Barrio Casimiro Sotelo(562164-1352279), Salida a León(561673-1352740) – Sentido fuerte por toda la población. Algunas personas en movimientos sintieron mareos. Se movieron camas, roperos, exhibidores, vitrinas, automóviles estacionados, adornos pesados apoyados en el piso y objetos pesados suspendidos. Todas las personas se lanzaron a las calles y patios. El ruido subterráneo que acompañó el sismo provocó mucha alarma. Iguales efectos se manifestaron en Cambio Norte(565941-1354868), El Escobillo(566774-1356387) y Corpus Cristi(568637-1356850). **Intensidad IV.**

Nagarote, entrada a Nagarote(547609-1356651), Parque de Nagarote(547489-1355879), Sentido por muchas personas en reposo. Se movieron objetos livianos apoyados en el piso. **Intensidad III.**

Empalme a León Viejo(537423-1363701), León Viejo(541721-1371684) – No fue sentido. **Intensidad I.**

La Paz Centro(535157-1364136), Gasolinera Texaco de La Paz Centro(534974-1363589) y Barrio René Linarte(535273-1364549) – No fue sentido. **Intensidad I.**

1.5. Histograma de sismos localizados y registrados por la Red Sísmica de Nicaragua.

Las figuras 1.4.1 y 1.4.2 presentan la distribución del número total de sismos registrados por mes y el número de sismos localizados en Nicaragua. El número de sismos registrados por la Red Sísmica Nacional para este mes, fue un poco más alto que el mes anterior.

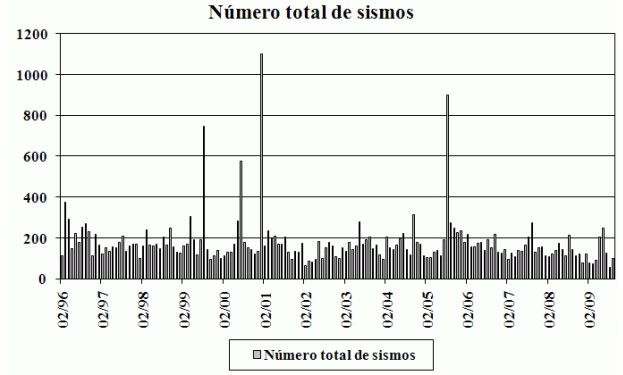


Figura 1.5a. Número total de sismos registrados por la Red Sísmica de Nicaragua. 1996-2009/09

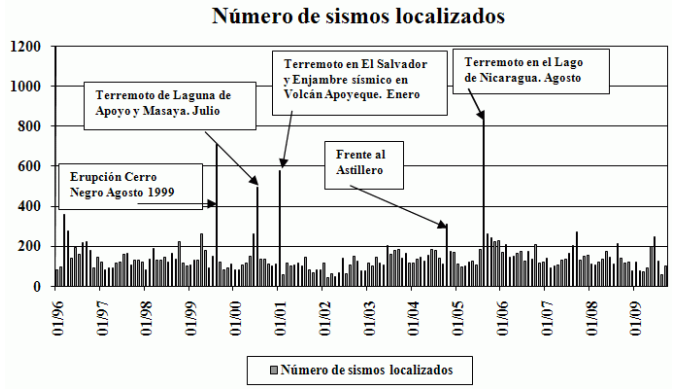


Figura 1.5b. Número de sismos localizados por la Red Sísmica de Nicaragua. 1996-2009/09

2. Actividad de los volcanes activos de Nicaragua. Septiembre, 2009

Julio Álvarez, Martha Navarro, Virginia Tenorio, David Chavarría, Evelyng Espinoza y Greyving Argüello

Visitas a cráteres de los volcanes activos

Volcán	Fecha	Observadores	Actividades
San Cristóbal	11, 12, 15, 18	*Julio Álvarez, Karen Alvarado, Allan Morales, David Chavarría y Vicente Pérez*	Observación y Medición de temperaturas y gases
Telica	8	David Chavarría	Observación y Medición de temperaturas
Cerro Negro	4	David Chavarría	Observación y Medición de temperaturas
Momotombo	---	----	Observación y Medición de temperaturas
Masaya	17	Julio Álvarez	y gases
Concepción	----	-----	-----
Volcán Mombacho		David Chavarría	Observación y Medición de temperaturas

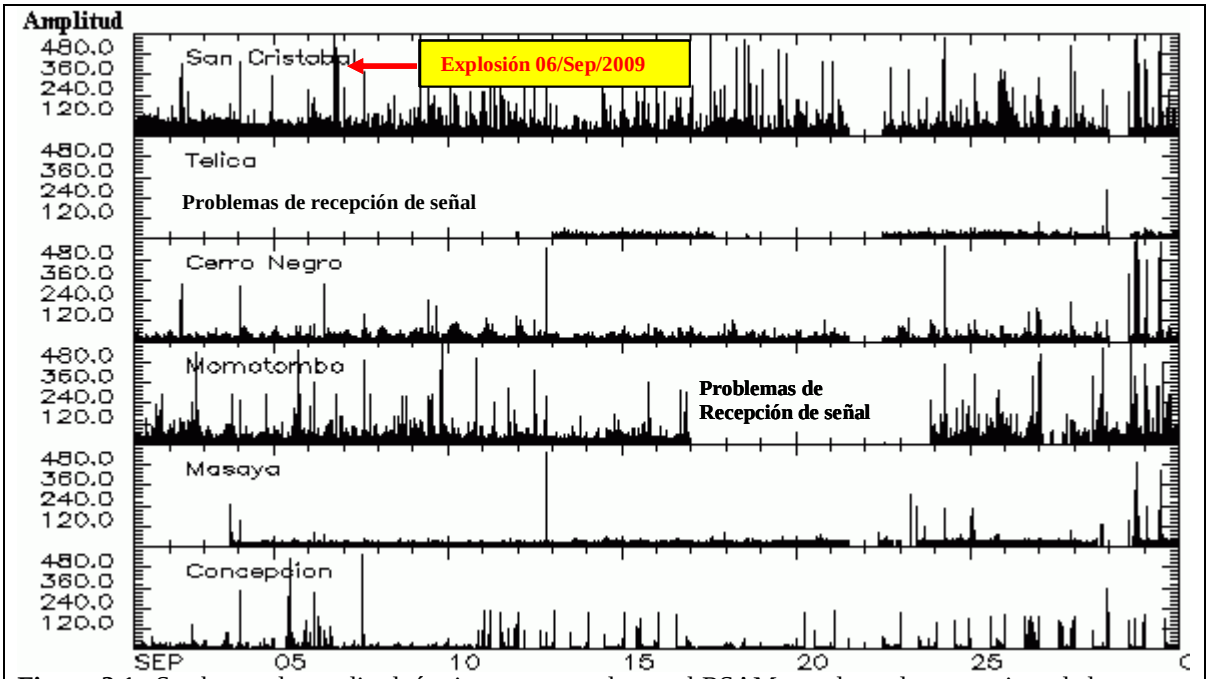


Figura 2.1. Se observa la amplitud sísmica representada por el RSAM para los volcanes activos de la Cadena Volcánica Nicaragüense. Septiembre, 2009.

2.1. Volcán San Cristóbal

Latitud: 12.70º N, Longitud: 87.02º O
Elevación: 1745 msnm.

Es un estrato-volcán, localizado a 150 km al Norte de Managua. En su historia eruptiva ha tenido 9 erupciones desde el tiempo de La Conquista. El complejo volcánico San Cristóbal está compuesto por los volcanes: Volcán San Cristóbal, Volcán Casita, Cerro Mocintepe, los cráteres La Joya y Volcán El Chonco. El tipo de erupciones ha sido mayormente Estromboliano a Sub-Pliniano.

El día domingo 6 de septiembre del 2009 a la 1:50 PM, se produjeron explosiones de gases y cenizas en el Volcán San Cristóbal, la primera fue detectada por la estación sísmica ubicada en la ladera Suroeste de este volcán y generó una columna que alcanzó una altura aproximada de 200 metros, manteniéndose estática por la ausencia de viento. Posteriormente se produjeron otras cuatro explosiones de menor intensidad. Esta actividad se mantuvo hasta aproximadamente las 2:40 PM. Según informes de la Defensa Civil de Chinandega, el material expulsado durante ese día, afecto las comunidades ubicadas entre los poblados de la Grecia y el Piloto, en la carretera que va de Chinandega al puesto fronterizo del Guasaule.

El día 14 de septiembre se volvió a producir una explosión, aproximadamente a las 10:50 de la mañana, esta fue registrada por la estación sísmica ubicada en la ladera Suroeste del volcán San Cristóbal. Según reporte de la Defensa Civil el material expulsado cayó sobre la hacienda Las Rojas y los poblados de Las Banderas y Mokorón. De acuerdo al informe proporcionado por el puesto de observación de la Defensa Civil en el volcán Casita, la columna de gases y material volcánico alcanzo una altura aproximada de 350 metros.

El día 11, el señor Vicente Pérez, ascendió a esta estructura volcánica, durante la visita escucho fuertes retumbos y deslizamiento de material volcánico dentro del cráter nuevo También pudo observar abundante salida de gases.

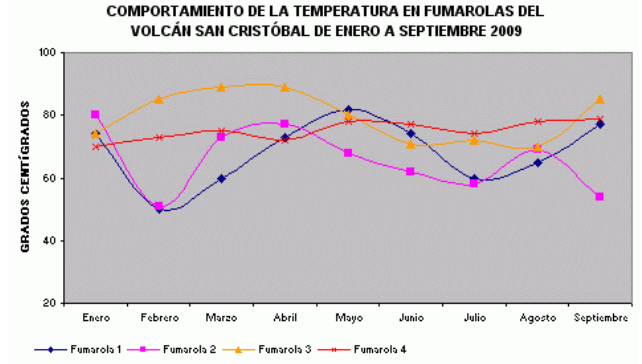


Figura 2.1.1. Temperatura vs. tiempo. Enero-Septiembre/2009

Los valores de temperaturas que se midieron ese día fueron los siguientes: Fumarola 1: 77ºC, Fumarola 2: 54ºC, Fumarola 3: 85ºC y Fumarola 4: 79ºC (ver figura 2.1.1.). En la figura 2.1.1., se puede observar incrementos de temperatura en las fumarolas 1, 3 y 4, los cuales oscilan entre 1ºC y 12ºC y una significativa disminución de 15ºC en la fumarola 2. En la fumarola 5 no se pudo medir la temperatura debido a los abundantes gases.

El día 18, se realizo monitoreo del flujo de SO_2 emitido por el volcán San Cristóbal, utilizando la técnica de Mini DOAS móvil (ver figura 2.1.2), los resultados se muestran a continuación (con un promedio de 319 t/d) :

Fecha	Hora	Medida	Vel.viento (m/s)	Direc. viento	Flujo (Kg/s)	Flujo (t/d)
18/09/2009	11:26	1	5	85	-4.510	389.621
18/09/2009	12:02	2	5	85	2.449	211.568
18/09/2009	13:10	3	5	85	-5.155	445.352
18/09/2009	13:33	4	5	85	2.219	191.717
18/09/2009	13:55	5	5	85	-3.530	304.984
18/09/2009	14:16	6	5	92	4.355	376.314
18/09/2009	14:41	7	5	92	-3.480	300.630
18/09/2009	15:00	8	5	92	3.850	332.659

Durante este mes el promedio medido disminuyó significativamente con respecto al obtenido en el mes de julio (1248.9 8t/d) en 930 (t/d). Sin embargo el 6 de septiembre del presente año, cuando ocurrieron alrededor de ocho explosiones en el volcán San Cristóbal, el promedio de dióxido de azufre (SO2) fue 1657.2 (t/d).

Figura 2.1.2. Emisión de SO2. Volcán San Cristóbal. Marzo - Septiembre, 2009

Actividad sísmica

En el mes de septiembre, se registraron aproximadamente 830 sismos tipos VT (volcano-tectónico), la mayoría de ellos se registraron después de las series de explosiones que se registraron el 6 de septiembre.

El tremor sísmico se mantuvo en 120 unidades RSAM en los primeros 6 días del mes. El 4 de septiembre, ocurrió un pequeño enjambre sísmico que duró aproximadamente media hora. El 6 de septiembre, cuando tubo la serie de explosiones, el RSAM tuvo su punto más alto llegó a un poco más de 14000 unidades RSAM, esta explosión ha sido una de las más fuertes después de la erupción ocurrida en abril del 2006.

En las figuras 2.1.3 y 2.1.4, se puede observar el sismograma y la gráfica de RSAM y la Emisión de SO2 para el día 6 de septiembre, donde ocurrieron las serie de explosiones en el volcán San Cristóbal, de las 18:00 hasta las 21:30 horas GMT. Mencionamos que esta es la primera comparación del RSAM con la emisión del SO2 en el volcán San Cristóbal.

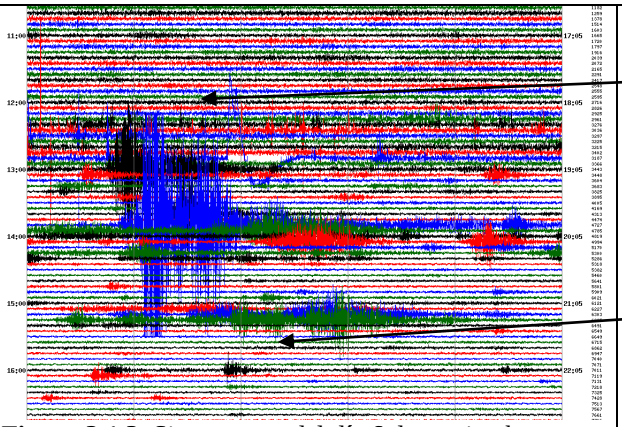


Figura 2.1.3. Sismograma del día 6 de septiembre, cuando ocurrieron las serie de explosiones.

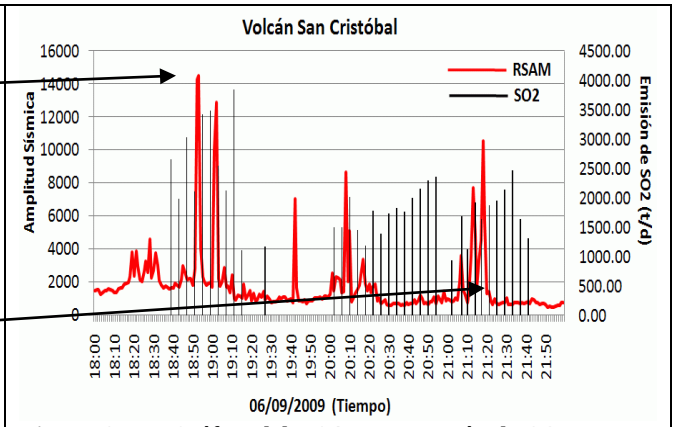


Figura 2.1.4. Gráfica del RSAM y Emisión de SO2, para el día 6 de septiembre. Las flechas indican el período que duraron las series de explosiones.

Cabe mencionar que, después de dichas explosiones el tremor sísmico bajó y el número de sismos subió. El día 25 de septiembre el tremor volvió a subir y se mantuvo en banda de tiempo por espacio de 12 horas, luego bajó para luego volver a subir y durar dos horas, así se mantuvo hasta el día 27. La figura 2.1.5, se presenta el número de sismos por día ocurrido en el mes de octubre en el volcán.

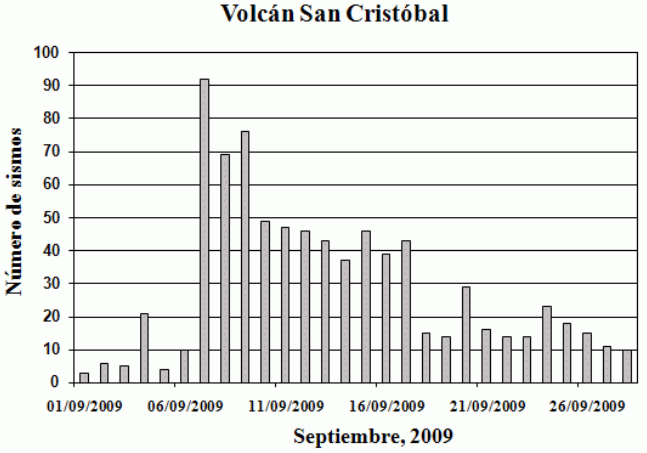


Figura 2.1.5. Sismos registrados en Septiembre, 2009

2.2. Volcán Telica

Latitud: 12.60º N, Longitud: 86.87º O
Elevación: 1010 msnm

El volcán Telica está localizado a 100 km al Norte de Managua. Ha tenido una historia eruptiva desde 1527, con 12 erupciones reportadas. El complejo volcánico además está compuesto por los cerros Agüero, Santa Clara y Los Portillos-El Azucenal. Las explosiones Estrombolianas y sub-plinianas se parecen a las del San Cristóbal.

Vigilancia del mes de Agosto 2009

En la visita realizada el día 8 de septiembre al volcán Télica, se realizo medición de temperatura en las fumarolas localizadas en la parte Sur de la estación sísmica y el cráter principal de esta estructura volcánica. De acuerdo a lo observado ese día el volcán permanece con poca actividad fumarólica, solo se observaron derrumbes de material en la pared Noroeste, esto debido a la alteración de las rocas por los efectos de los gases.

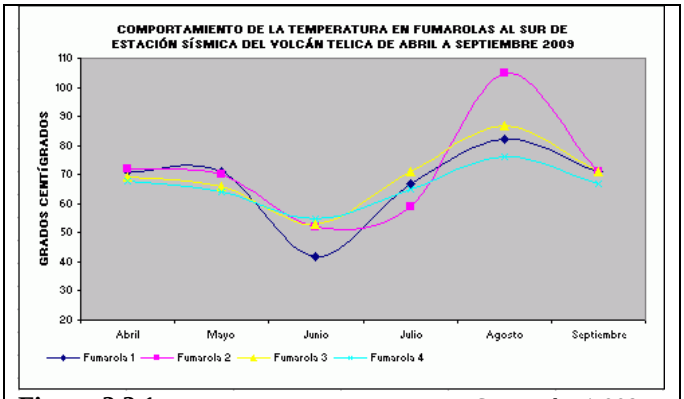


Figura 2.2.1. Temperatura vs. tiempo. Enero-Septiembre/2009

La temperatura máxima obtenida en el cráter fue de 305ºC, valor superior al observado al mes de agosto que fue de 251ºC, es decir, se produjo un aumento significativo de 54ºC.

En las fumarolas situadas en la parte Sur de la estación sísmica, se obtuvieron los siguientes valores de temperaturas: Fumarola 1: 71ºC, Fumarola 2. 71ºC, Fumarola 3: 71ºC y Fumarola 4: 67ºC. En la figura 2.2.1, se observa una disminución de los valores de temperatura en todas las fumarolas cercanas a la estación sísmica, con respecto al mes de agosto. Estas disminuciones fueron entre 9ºC y 34ºC.

En estas fotos, se observan las fumarolas ubicadas al Sur de la estación sísmica.

En la foto de la derecha se puede apreciar el valor que se obtuvo en una de ellas.

En ambas fotografías, se observa la poca emisión de gases que había el día de la visita 8 de septiembre.

2.3. Volcán Cerro Negro

Latitud: 12.50º N, Longitud: 86.70º O
Elevación: 675msnm.

Es el volcán más joven del lineamiento volcánico cuaternario nicaragüense. Nació en Abril de 1850. Es un cono de escoria, localizado a 90 km al Norte de Managua. Ha tenido una vida eruptiva mayor que todas las estructuras activas del país, con 20 explosiones desde 1850 hasta 1999. El Cerro Negro se ubica sobre fracturas N-S, dentro del Complejo El Hoyo-Las Pilas-Cerro Negro. El tipo de erupciones han sido Estromboliana y Sub-pliniana.

Vigilancia del mes de Septiembre 2009

El día 4 de Septiembre se realizo visita al cráter principal del volcán Cerro Negro. Se pudo observar que se mantienen lo derrumbes de grandes bloque en la pared sur del cráter, esto posiblemente se deba al fracturamiento de las rocas y al deslizamiento del material gravoso que constituye el suelo por lo que lo hace inestable. Las fumarolas 4, 5, 7 y 8 continúan inactivas.

Las temperaturas obtenidas durante las mediciones realizadas ese día, fueron las siguientes: Fumarola 1. 269ºC, Fumarola 2: 65ºC, Fumarola 3: 278ºC y Fumarola 6: 75ºC.

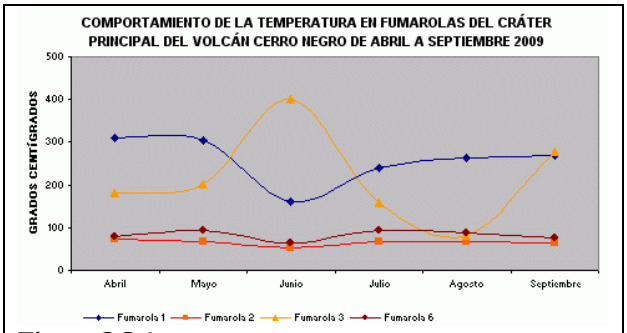


Figura 2.3.1. Temperatura vs. tiempo. Septiembre/2009

Aumento en los valores de temperatura en las fumarolas 1 y 3. Estos aumentos fueron más significativos en la fumarola 3, cuyo valor se incremento en 196ºC.

En tanto en las fumarolas 2 y 6, los aumentos fueron de 3ºC y 14ºC, respectivamente.

En ambas fotos se observan deslizamientos de rocas que han ocurridos en los últimos meses en las paredes del cráter del volcán Cerro Negro

2.4. Volcán Momotombo

Latitud: 12.42º N, Longitud: 86.55º O
Elevación: 1161msnm.
Es un estratovolcán, localizado al Norte del Lago de Managua a unos 40 km al NO de la ciudad de Managua. Ha tenido 9 erupciones desde tiempos históricos y ha mantenido una actividad fumarólica constante. La última erupción se produjo en 1905. El complejo volcánico está además compuesto por la Caldera Monte Galán y el Cerro Montoso. Los tipos de erupciones presentadas han sido Estromboliana y Freatomagmática.

No se realizó visita al volcán. Se registraron 4 microsismos. El tremor sísmico se mantuvo bajo.

2.5. Volcán Masaya (Cráter activo: Santiago)

Latitud: 11.95º N, Longitud: 86.15º O
Elevación: 625 msnm.
El volcán Masaya está dentro de una caldera con 6.5 km de ancho por 11.5 km de largo. Está localizado a 20 km al SE de la ciudad de Managua. La mayor parte de la caldera fue declarada Parque Nacional desde 1979. Tiene datos históricos desde tiempos de La Conquista; posiblemente es el volcán en Nicaragua con mayores descripciones de violentas erupciones desde 1670 hasta 1772. La caldera contiene los cráteres Masaya, Nindirí, San Pedro, San Fernando, Comalito, Santiago y otros conos parásitos. Los tipos de erupciones que ha presentado el volcán han sido del tipo Pliniano, Freato-Pliniana, Estromboliana y Hawaiana.

Vigilancia del mes de Septiembre 2009

El día 17 se realizo visita al complejo volcánico Masaya, en donde se realizaron mediciones de temperatura en el cráter activo Santiago, obteniéndose valores de temperatura máxima de 101ºC y 114ºC, estos valores fueron mayores que los obtenidos en el mes de agosto, 66ºC y 55ºC. Las temperaturas medidas en el cono cinder Comalito, fueron las siguientes: Fumarola 1: 72ºC, Fumarola 2. 76ºC, Fumarola 3: 77ºC y Fumarola 4: 76ºC. No se observo cambio significativo en los valores medidos con respecto a los del mes de agosto.

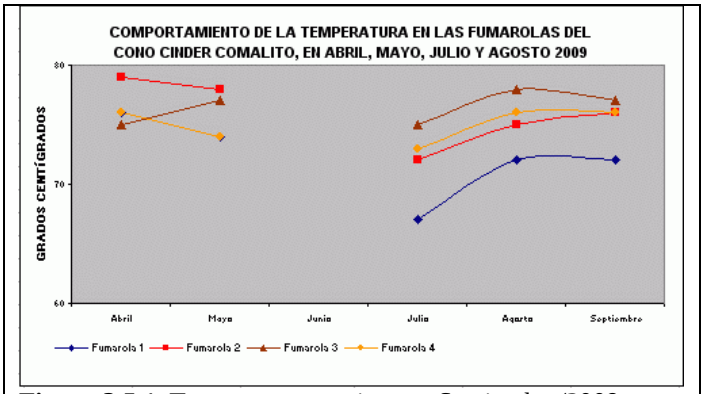


Figura 2.5.1. Temperatura vs. tiempo. Septiembre/2009

La foto presenta a personal de vulcanología realizando mediciones de temperatura en las fumarolas del Cono Cinder Comalito, el día 17.

Esta foto muestra la poca emisión de gases que se observaba el día 17, en el cráter activo Santiago.

El día 29, entre los poblados de Ticuantepe - La Concepción y las Cuatro Esquinas – El Crucero se realizaron travesías para calcular el flujo de (SO_2) proveniente del volcán Masaya. Para ello se aplico la técnica de Mini DOAS móvil con promedio de 283.6 t/d, los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Fecha	Hora	Medida	Velocidad	Dirección	Flujo (Kg/s)	Flujo (t/d)
29/09/2009	10:03	1	8.0	68	4.457	385.125
29/09/2009	10:14	2	8.0	68	-2.466	213.088
29/09/2009	10:24	3	8.0	68	2.482	214.405
29/09/2009	10:33	4	8.0	68	-2.388	206.359
29/09/2009	10:42	5	8.0	68	4.266	368.555
29/09/2009	10:53	6	8.0	68	-3.268	282.362
29/09/2009	11:07	7	8.0	68	3.647	315.108
29/09/2009	11:21	8	5.4	80	-1.585	136.959
29/09/2009	12:00	9	5.4	80	1.816	156.908
29/09/2009	12:08	10	5.4	80	-1.535	132.624

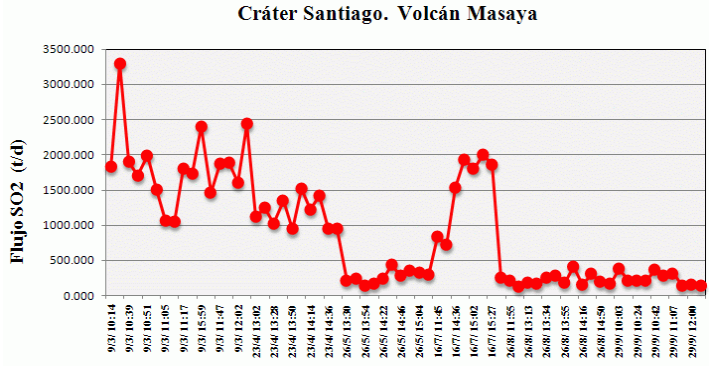


Figura 2.5.2. Emisión de SO2. Volcán Masaya, medido en Ticuantepe. Septiembre, 2009

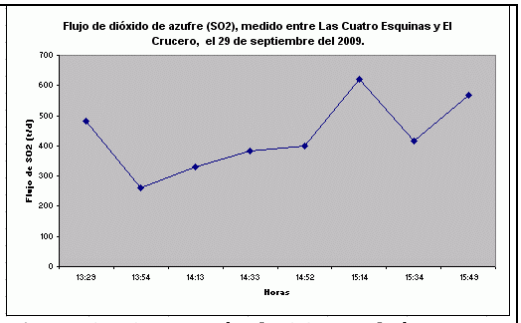


Figura 2.5.3. Emisión de SO2. Volcán Masaya, medido en El Crucero. Septiembre, 2009

Cuatro Esquinas - El Crucero

Durante este mes el promedio obtenido experimento un ligero aumento en las mediciones que se realizaron en los tramos de carreteras arriba mencionados, con respecto al obtenido en el mes de agosto que fue 220.4 (t/d). Sin embargo sigue siendo notoria la disminución en las emisiones de dióxido de azufre (SO2) que emite el volcán Masaya, con respecto a años anteriores, en donde el promedio diario del flujo de SO2 superaba las 1000 (t/d), con promedio: 424.8 t/d (ver figura 2.5.3).

Fecha	Hora	Medida	Velocidad	Dirección	Flujo (Kg/s)	Flujo (t/d)
29/09/2009	13:29	1	8.0	68	-5.593	483.231
29/09/2009	13:54	2	8.0	68	3.001	259.284
29/09/2009	14:13	3	8.0	68	-3.823	330.301
29/09/2009	14:33	4	6.6	63	4.416	381.570
29/09/2009	14:52	5	6.6	63	-4.612	398.512
29/09/2009	15:14	6	6.6	63	7.192	621.398
29/09/2009	15:34	7	6.6	63	-4.807	415.311
29/09/2009	15:49	8	6.6	63	6.565	567.218

2.6. Volcán Concepción

Latitud: 11º53´ N, Longitud: 85º65´O
Elevación: 1610 msnm.

Es un estrato Volcán-Cono perfecto. Conforma junto con el volcán Maderas la Isla de Ometepe, en el centro del Lago de Nicaragua. Está ubicado a 80 km en línea directa a Managua. Se conocen 20 erupciones, siendo la última en febrero del 2007. Los tipos de erupciones han sido Plineana, Estromboliana y Freatomagmática. Un nuevo proceso eruptivo dio inicio en agosto del 2005, con procesos de intervalos de relativa calma con meses de duración.

Se registraron 4 sismos. El tremor sísmico se mantuvo bajo.

2.7. Volcán Laguna de Apoyo

Latitud: 11.92^0 N, Longitud: 86.03º O
Elevación: 468 msnm.

La escénica caldera de Apoyo con 7 km de ancho, que tiene una laguna adentro, es un centro volcánico silícico grande ubicado al SE de la caldera de Masaya. La superficie de la Laguna de Apoyo mide sólo 78 m sobre el nivel del mar. La caldera empinada se levanta a aproximadamente 100 m en el margen oriental y a 500 m en el margen occidental. Un antiguo volcán de escudo formado de flujos de lava basáltica a andesitica y pequeños domos de lava rhyodacitica colapsaron después de dos mayores erupciones daciticas explosivas. Las erupciones que formaron la caldera han sido fechadas con radiocarbono a aproximadamente 23,000 años antes del presente. Post-caldera erupciones de incierta edad de la fracturas circulares produjeron flujos de lava debajo del margen de la caldera. El más joven sistema de fracturas La Joya, de dirección N-S y ligeramente cóncava, que corta al flanco oriental de la caldera a sólo 2 km al Este del margen de la misma es estructuralmente un sistema de fallas regionales y no tiene relación con la caldera de Apoyo. La Laguna de Apoyo es frecuentemente lugar de enjambres sísmicos. En el año 2000 ocurrió un terremoto destructivo de magnitud 5.4 en el borde Norte de la caldera

Vigilancia del mes de Septiembre 2009

El día 28 del presente mes, se visito la caldera del volcán Laguna de Apoyo, para realizar observaciones visuales y medición de temperatura. Se realizaron mediciones de temperatura y pH en tres puntos diferentes en las 11º54´82”N 86º03´021”, obteniéndose los siguientes valores:
Punto 1: temperatura= 51.2ºC pH= 8.06
Punto 2: temperatura= 55ºC pH= 8.04
Punto 3: temperatura= 67.1 pH= 5.02

Estas fotografías muestran el momento en que se realizaban las mediciones de temperatura y pH, en dos puntos, de los tres que se muestrearon en la Laguna de Apoyo.

3. Avales de Estudios Geológicos por Peligro de Fallas Superficiales. Septiembre, 2009.

Marisol Echaverry López

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales ***(INETER)***, en uso de las facultades que le confiere su Ley Orgánica 311 y su Reglamento (decreto ***120-99***, artículo número 19), elaboró la "Guía Técnica de Estudios Geológicos y Obtención de Aval correspondiente a la ciudad de Managua y sus alrededores" (Marzo 01, 2004). Esta guía presenta la metodología a seguir en el proceso de elaboración de estudios geológicos el que es avalado por ***INETER***, si es que cumple con los procedimientos que dicha Guía establece.

A continuación se presenta una síntesis de 1 avales de estudios Geológicos entregado en este mes por el **INETER**, con su respectiva ubicación:

No.	Código	Ubicación	Resultado	Entrada
01	2009-11-078-GSV	Proyecto Marina de Guacalito, ubicado a 10 km del poblado de Tola, Rivas. Área; 470Has. No presento Número Catastral.	El autor reconoce el alto grado de peligro por inundación y por el impacto de olas de tsunamis en las zonas costeras bajas por causas de sismos intensos en la zona de subducción y por efecto sísmicos por fallas locales.	29/09/2009

Nota: GSV: Gerardo Silva V.

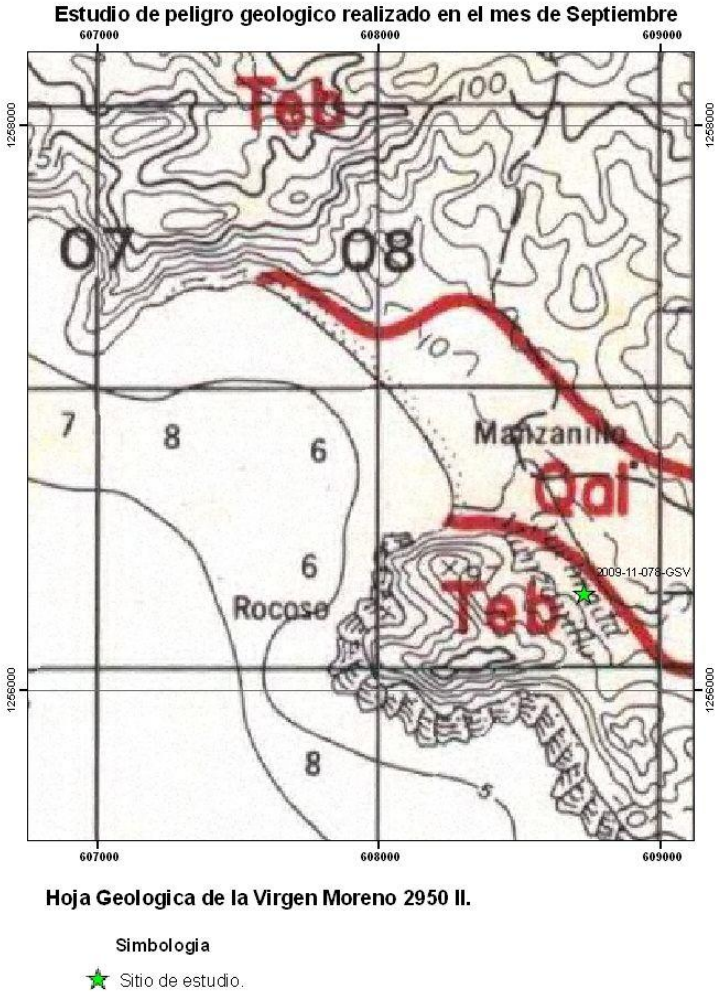


Figura 3.1. Mapa de ubicación de las áreas de estudios avalados por la Dirección de Geología Aplicada de INETER. Septiembre, 2009.

4. Evento Especial

4.1. Sismicidad en el volcán Apoyeque. Septiembre, 2009

Fabio Segura Mojica

En general el arco volcánico de Nicaragua se caracteriza por sismicidad tipo enjambre. Un sitio de prominente actividad ha sido la península de Chiltepe, al NO de Managua convirtiéndose en un polo muy importante en la liberación de esfuerzos. En el Volcán Apoyeque convergen la Falla de Mateare (con rumbo NO) y la Falla Nejapa - Miraflores (con rumbo Norte), cortándose ambas hacia el Sur en las proximidades de El Crucero. La sismicidad de la Península de Chiltepe es frecuente manifestándose con grupos de microsismos de algunas decenas y en casos extremos con enjambres de varios centenares de sismos localizables. Una de las últimas manifestaciones de este tipo fue en enero de 2001 con sismos de mayor magnitud ligeramente arriba de 5 ML. En aquella ocasión hubo zozobra en el Oeste de la capital y alarma en los poblados cercanos a Apoyeque (Ciudad Sandino, Mateare, Xiloá, Los Castros, etc.). En la noche del 29 de Septiembre se sintió un sismo cuya magnitud fue de 3.4 ML y profundidad aproximada de 4 km. Previamente habían ocurrido dos sismos menores. Ese fue el inicio de un episodio sísmico menor en el área (25 los localizables) cuya ubicación epicentral está cercana al Poblado de Mateare, figura 1.

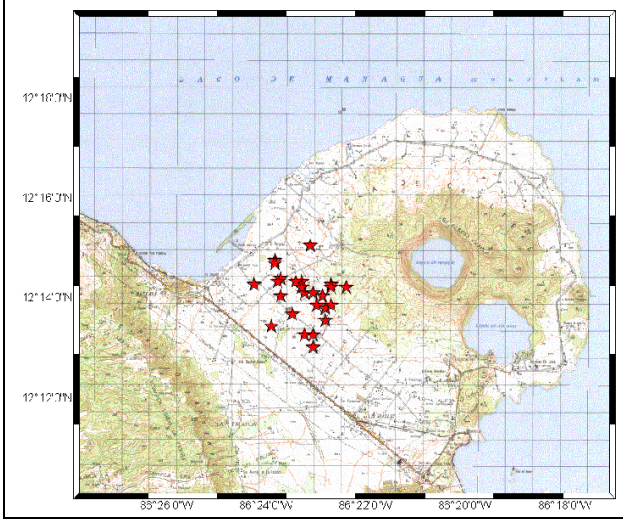
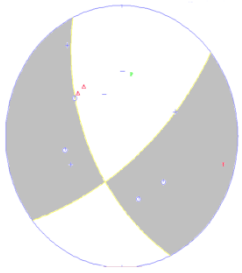


Figura 1
Las estrellas en color rojo simbolizan los epicentros de 25 sismos ocurrido al final del día 29, y el día 30 de septiembre e inicio del mes de octubre.

Esta área es la intercepción de la Falla de Mateare y una falla anular correspondiente a la parte SO de la base del volcán Apoyeque.

El mecanismo de ruptura predominante (de 10 sismos con mecanismo focal determinados) fue de rumbo lateral derecho con tendencia NO y buzamiento al SO. La información relativa al evento de mayor magnitud con relación al estilo de ruptura se presenta a continuación:

Variables espacio temporales	Planos nodales	Gráfico
2009 930 0208 4.3 12.226 -86.380 3.5 Km 3.4 ML	Dip, Strike, Rake 67.90 50.15 -35.45 Plano de falla Dip, Strike, Rake 57.49 155.15 -153.50 Auxiliary Plane	

A modo de ejemplo se muestra la superposición de las forma de la onda P para cuatro sismos. La similitud de la forma de onda P de varios sismos registrados en una misma estación es indicio de una fuente sísmica y recorrido similar. Aquí se superpusieron las formas de onda de sismos registrados con claridad en la estación localizada en San Francisco Libre (HUEN).

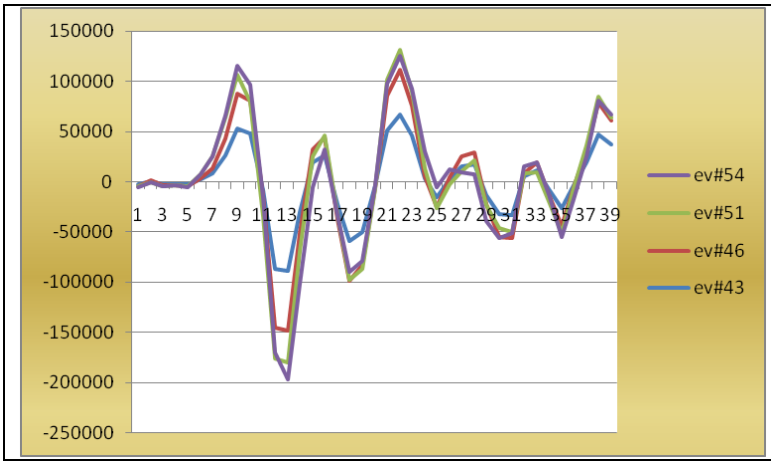


Figura 2
Superposición de las trazas de cuatro sismos. Los números corresponden al número de orden dentro del catálogo de septiembre. La congruencia de las formas de onda de P es alta reflejando similar procedencia y fuente generadora, diferencia es el tamaño del sismo.

Esta actividad muestra la "continuidad" de la actividad sísmica en esta área tectóno-volcánica.

5. Red de Monitoreo y Alerta Temprana

Antonio Acosta, Martha Herrera, Allan Morales, Karen Alvarado, Emilio Talavera

Red sísmica de Nicaragua. La Central Sísmica en Managua cuenta con sismómetros de período corto, banda ancha y acelerómetros, todos de tres componentes, para registrar el movimiento del suelo en las direcciones (componentes) Vertical, Este-Oeste y Norte-Sur. En las instalaciones de INETER en Managua, opera también un arreglo sísmico con hasta 9 sensores y una apertura de aproximadamente 250 m. INETER mantiene un total de 56 estaciones sísmicas que transmiten sus señales vía radio, Internet y fibra óptica a la Central en Managua. De las cuales 29 son de período corto, 13 acelerográficas, 14 de banda ancha (figura 5.1 y 5.2). Además se registran los datos de aproximadamente 52 estaciones sísmicas extranjeras que entran por el INTERNET.

Vigilancia las 24 horas. El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales mantiene un turno permanente, integrado por personal de la Dirección de Sismología y el grupo de Electrónica de la Dirección General de Geofísica del INETER. Funciona las 24 horas del día, constituyendo esta labor un sistema de alerta ante fenómenos geológicos. El técnico de turno procesa, poco tiempo después de haber ocurrido cualquier sismo detectado por el sistema y da seguimiento a toda información actual importante para la prevención de desastres geológicos. Central de Monitoreo Sísmico - Sistemas de detección, procesamiento e información. En la Central de Monitoreo Sísmico se utilizan tres sistemas SEISLOG para el registro de sismos tectónicos y el sistema *EARTHWORM* para la vigilancia sísmica de los volcanes activos. Estos sistemas de cómputo sirven para detectar automáticamente los eventos sísmicos con las señales que se reciben continuamente de las estaciones telemétricas. Tres estaciones de trabajo (SUN) en red con varias microcomputadoras (PC IBM compatibles), sirven para el procesamiento de datos con el sistema de programas de cómputo *SEISAN*. En la central están instalados los servidores que reciben, almacenan y re-distribuyen otros datos importantes para el monitoreo de fenómenos geológicos, los servidores de INTERNET y el sitio Web. Un servidor de mapas con el *Software ArcGis* presenta en tiempo real los sismos y otros fenómenos geológicos junto con mapas, fotos aéreas, imágenes de satélite e información topográfica.

Mensajes de alerta y publicación inmediata en el sitio Web. En caso de sismos fuertes, la computadora principal del sistema, emite una alarma acústica para su inmediato procesamiento. El técnico de turno, después de localizar el evento, inmediatamente lo reporta vía fax y correo electrónico al Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED), Defensa Civil, a medios de comunicación e instituciones sismológicas de Centroamérica. También se informa cuando se detecta un comportamiento sísmico inusual en los volcanes según información de campo, estaciones meteorológicas o de las cámaras Web. Además, las localizaciones de los eventos sísmicos, fotos de las cámaras Web y otra información aparecen automáticamente en la página web de Geofísica (por ejemplo: el mapa epicentral de los sismos, lista de los sismos fuertes o sentidos por la población y en la ventana de última hora se presenta el comunicado del sismo sentido más reciente).

Procesamiento sísmico final y boletín. Para elaborar el boletín sismológico, vulcanológico y geológico mensual, se re-localizan todos los eventos sísmicos mejorando los resultados preliminares. También se incluye información relacionada con la sismicidad de Nicaragua, resultados de investigaciones sismológicas, vulcanológicas y geológicas del país o del resto del mundo.

Intercambio de información en Centroamérica. *Vía INTERNET, las instituciones sismológicas de la región tienen acceso directo a los datos del sistema de monitoreo. Todos los datos de los sismos se envían mensualmente al Centro Sismológico de América Central (*CASC*), con sede en la Universidad de Costa Rica (*UCR, San José*). En este Centro se integran los datos de todos los observatorios sísmicos de la región y se re-localizan los sismos para luego emitir un Boletín Regional.*

Estaciones meteorológicas en los volcanes. *Se mantienen tres estaciones meteorológicas en los volcanes San Cristóbal, Casita y Concepción. Los datos recopilados se envían vía satélite a una estación terrena en los EEUU, los que son copiados automáticamente por INTERNET a la Central de Monitoreo en Managua, para posteriormente ser presentados en el sitio Web de INETER.*

Cámaras Web. Se operan 7 cámaras Web para la observación visual de los volcanes San Cristóbal, Telica, Cerro Negro, Momotombo (ubicadas en el techo de la Universidad UNAN de León), volcán Concepción (ubicada en la Isla de Ometepe) y volcán Masaya (ubicada en el Aeropuerto Internacional de Managua). Las imágenes se transmiten vía Internet cada cinco minutos al servidor Web de INETER y son accesibles en la dirección

http://www.ineter.gob.ni/geofisica/webcam/index.html

Receptor de imágenes de satélite. En tiempo real se reciben automáticamente las imágenes de Centroamérica tomadas del satélite NOAA. Se trata de detectar puntos calientes en los volcanes activos. En caso de erupciones volcánicas se puede observar la trayectoria de la columna de ceniza volcánica.

Estaciones Mini-DOAS. 3 estaciones Mini-DOAS ubicadas en los alrededores del volcán San Cristóbal para la medición de SO_2 y BrO y una repetidora ubicada en el volcán El Chonco. Los datos se graban en una memoria y se conecta con la red inalámbrica del INETER y se conecta al observatorio, para integrarlos en la máquina de trabajo Earthworm.

5.1. Lista de Estaciones Meteorológicas ubicadas en los volcanes de Nicaragua

Nº	Nombre	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN (m)
1	V. San Cristóbal	12º41´47.8´´N	87º1 ´15.2´´O	685 **(Fuera de Servicio)**
2	V. Casita	15º41´10.0´´N	86º57´30.0´´O	1380 **(Fuera de Servicio)**
3	V. Concepción	11º30´48.0´´N	85º36´25´´O	274 **(Fuera de Servicio)**

5.2. Lista de Cámaras Web para el monitoreo de los volcanes de Nicaragua

Nº	Volcán	Ubicación Cámara	Tipo Cámara	Distancia/Km
1	San Cristóbal	UNAN/León	Axis2100 **(Fuera de Servicio)**	40
2	Telica	UNAN/León	Axis2100**(Fuera de Servicio)**	20
3	Cerro Negro	UNAN/León	Axis2100**(Fuera de Servicio)**	20
4	Momotombo	UNAN/León	Axis2100**(Fuera de Servicio)**	40
5	Concepción	Ometepe	**Fuera de Servicio**	8
6	Concepción	Ometepe	**Fuera de Servicio**	8
7	Masaya	Aeropuerto	Axis2100 **Fuera de Servicio**	20

5.3. Lista de estaciones del Mini-DOAS

Latitud	Longitud	Altura	Código	Ubicación	Tipo
12.6967	87.0217	820	CRICN	CRIN	estación
12.6846	87.0259	543	SUICN	Suiza	estación
12.724	87.0288	490	PEMCN	Pedro Marín	estación
12.7038	87.0382	850	CHOCN	V. Chonco	repetidora

Foto de ubicación de las cámaras Web en el techo de la UNAN/León

Referencias

Endo, E.T., and Murray, T., 1991, Real-time seismic amplitude measurement (RSAM): a volcano monitoring tool.

Havskov, J. and L. Ottemöller, 1999. *SEISAN: The Earthquake Analysis Software for windows, suns, solaris and linux. Version 7.0. University, Bergen, Norway*

Utheim T. and Havskov, J. 1999. The SEISLOG Data Acquisition System. PC. University of Bergen, Norway.

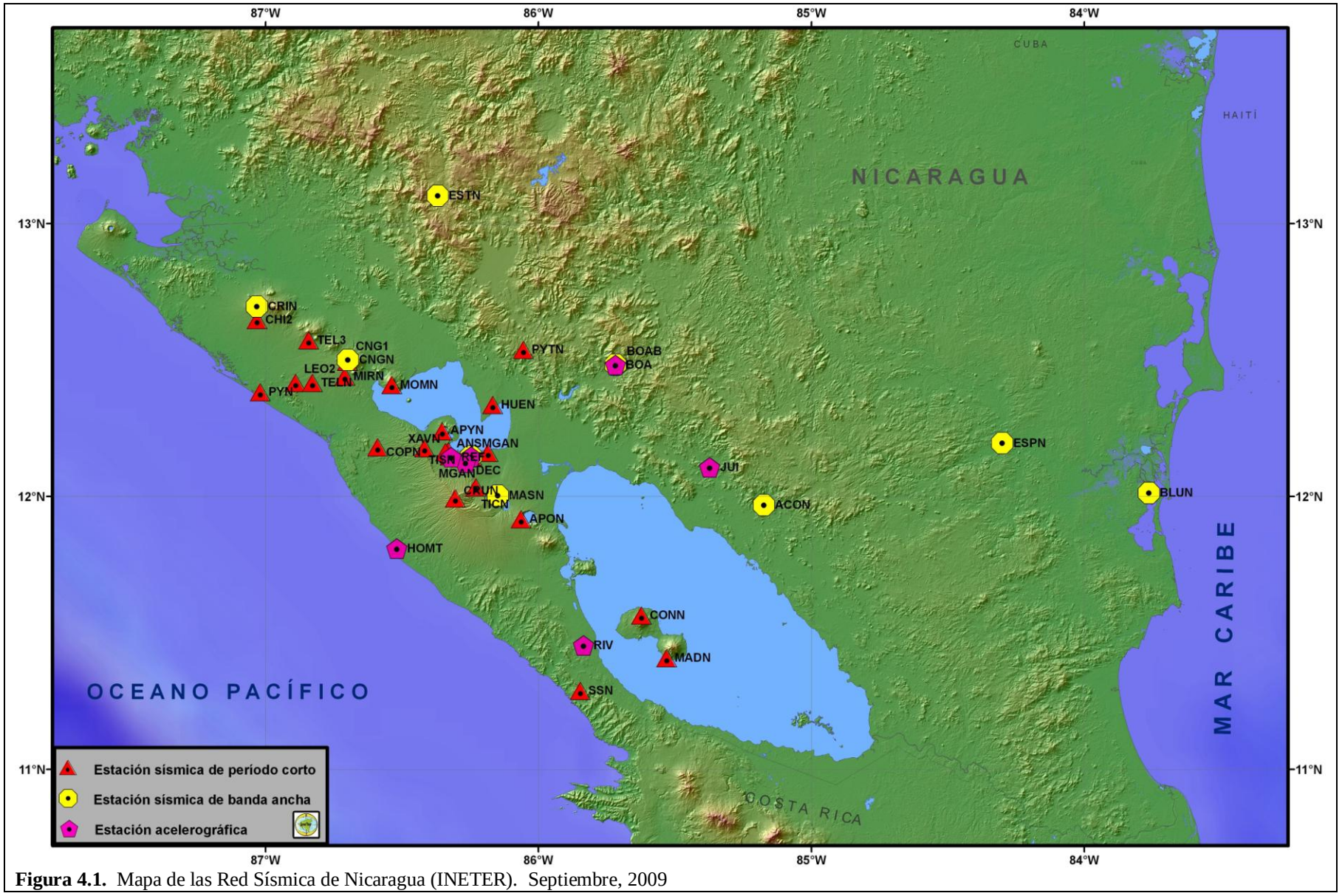


Figura 4.1. Mapa de las Red Sísmica de Nicaragua (INETER). Septiembre, 2009

Figura 4.2. Mapa de las Red Sísmica de Nicaragua (INETER), y Red Virtual Utilizada por INETER. Septiembre, 2009

5.4. Lista de estaciones sísmicas

Nº	Ubicación	Código	Compo-nentes	Sensores	Latitud	Longitud	Altura (m)	Transmisión de datos	Comentarios
1	Aguas Caliente	AGUN	1	L-4	12º40.00´N	86º50.20´O	300	Radio	Retirado
2	Américas2 Managua	WILN	1	SM-3	12º09.64´N	86º11.25´O	60	Radio	
3	Apoyeque	APYN	1	L-4C	12º14.03´N	86º21.03´O	300	Radio	
4	Apoyo	APON	1	L-4	11º55.00´N	86º04.00´O	600	Radio	
5	Boaco	BOA1	1	SS-1	12º29.23´N	85º41.67´O	734	Radio	
6	Los Brasiles	BRAN	1	SARA	12°09.43´N	86°20.41´O	83	Fibra óptica	
7	Cofradía	COFN	1	L-4	12º09.00´N	86º06.60´O	100	Radio	Retirado
8	Copaltepe	COPN	1	SS-1	12º10.80´N	86º35.50´O	150	Radio	
9	Colégio Americano	ANS	1						
10	Cosigüina	COSN	1	SS-1	12º56.21´N	87º32.82´O	228	Radio	No operó
11	Chinandega	CHI2	1	SS-1	12º38.80´N	87º02.03´O	254	Radio	
12	El Crucero	CRUN	1	L-4	11º59.00´N	86º18.00´O	930	Radio	Repetidora
13	Gruta Xavier	XAVN	1	SS-1	12º08.92´N	86º19.58´O	193	Radio	
14	INETER Managua	MGAN	3	S_13,FBA_23,STS_2	12º08.81´N	86º14.83´O	80	LAN	Centro de datos
15	INETER Array	MGAR	9	Geófono 4.5 Hz	12º08.81´N	86º14.83´O	80	LAN	Arreglo sísmico
16	Laguna de Tiscapa	TISN	1	L-4C	12º08.55´N	86º16.16´O	200	Radio	
17	León (Fortín)	LEON	1	S-13, Trillium	12º24.96´N	86º53.55´O	160	Radio	
18	Miramar	MIRN	3	SS-1, Trillium	12º26.40´N	86º42.70´O	280	Radio	
19	Mocorón	MOCN	1	L-4	12º46.90´N	87º02.40´O	300	Radio	Retirado
20	Mombacho	MOB1	1	SS-1	11º49.98´N	85º58.81´O	1150	Radio	Repetidora
21	Playitas	PYTN	1	SS-1	12º32.26´N	86º03.46´O	460	Radio	
22	Poneloya	PYN	1	S-13	12º22.93´N	87º01.34´O	50	Radio	
23	Punta Huete	HUEN	1	SS-1	12º20.15´N	86º10.20´O	300	Radio	
24	Estelí	ESTN	1	Trillium	13º06.10´N	86º22.15´O	862	Fibra óptica	
25	San Juan del Sur	SSNN	1	SS-1	11º17.27´N	85º50.97´O	415	Radio	
26	Santa Cruz	SCRN	1	L-4	12º43.90´N	86º56.30´O	500	Radio	Retirado
27	Somoto	SOMN	1	SS-1	13º25.22´N	86º36.83´O	1200	Radio	Retirado
28	Telica3	TEL3	3	SS-1, Trillium	12º34.33´N	86º50.69´O	300	Radio, Wlan	
29	Ticuantepe	TICN	1	L-4C	12º02.01´N	86º13.90´O	400	Radio	
30	Urbaite	URBN	1	HS-10	11º30.35´N	85º36.90´O	273	Radio	Retirado
31	Volcán Cerro Negro	CNGN	3	Trillium	12º30.00´N	86º41.91´O	515	Radio, Fibra óptica	
32	Volcán Concepción	CON2	3	Trillium	11°32.17´N	85º41.20´O	149	Radio, Wlan	
33	Volcán Concepción	CONN		SS1, Trillium	11º33.85´N	85º37.54´O	250	Wlan	
34	Volcán Maderas	MADN	3	SS-1	11º24.50´N	85º32.00´O	50	Radio	
35	Volcán Masaya	MASN	3	Trillium	11º59.24´N	86º09.08´O	500	Radio	
36	Volcán Momotombo	MOMJ	3	Trillium	12º24.50´N	86º32.40´O	500	Radio	
37	Volcán San Cristóbal	CRIN	3	Trillium	12º42.00´N	87º03.00´O	685	Radio	
38	Volcán Telica	TELN	3	Trillium	12º36.25´N	86º49.88´O	850	Radio	No funcionó
39	Boaco	BOA	3	Trillium	12º28.35´N	85º39.48´O	360	Fibra óptica	
40	Bluefields	BLUN	3	STS-2	11º53.46´N	83º51.42´O	50	Fibra óptica	
41	La Esperanza	ESPN	3	Trillum	12°11.70´N	84°18.02Ó	45	Fibra óptica	
42	Acoyapa	ACON	3	Trillium	11°58.08´N	85°10.44Ó	107	Fibra óptica	
43	Granada	GRAN	3	SARA	11º55.78'N	85º57.35'O		Internet	
44	Chinandega	CHIA	3	Etna	12º37.52´N	87º08.62´O	160	Internet	
45	Defensa Civil Managua	DECA	3	Etna	12º07.42´N	86º16.05´O	70	Wlan	
46	Estelí	ESTA	3	Etna	13º05.98´N	86º21.73´O	839	Internet	
47	Granada	GRAA	3	Etna	11º56.20´N	85º58.55´O	62	Internet	Retirado
48	Jinotega	JINA	3	Etna	13º03.67´N	85º59.68´O	1004	Internet	
49	Juigalpa	JUIA	3	Etna	12º06.40´N	85º22.34´O	117		
50	León	LEOA	3	Etna	12º25.95´N	86º52.87´O	109	Internet	
51	Masaya	MASA	3	Etna	11º58.91´N	86º04.99´O	150	Internet	
52	Matagalpa	MATA	3	Etna	12º55.54´N	85º55.10´O	678	Internet	
53	Ocotal	OCOA	3	Etna	13º37.81´N	86º28.68´O	596	Internet	Retirado
54	Refinería (Managua)	REFA	3	Etna	12º08.63´N	86º19.18´O	70	-	
55	Rivas	RIV	3	Etna	11º26.47´N	85º49.70´O	63	Fibra óptica	
56	Somoto	SOMA	3	Etna	13º28.94´N	86º34.98´O	699	-	Retirado
57	Puerto Cabezas	CABN	3	GEO-SIG	13º57.22´N	83º30.64´O	50	-	Retirado

N°	Ubicación	Código	Compo	Latitud	Longitud	Altura	Transmisión de	Comentarios

			nente			**(m)**	**datos**	
1	La Ceiba (Hon)	CEIH		15.765300	-86.809800	24		
2	La Ceiba (Hon)	CAJH		15.028200	-87.747300	250		
3	Santa Rosa de Copan (Hon)	COPH		14.880000	-88.940000	1149		
4	Nodata	SPSH		15.519900	-88.029100	85		
5	Nodata	CAO		9.701200	-85.103300	263		
6	Coton (CR)	CTCR		8.896100	-82.759300	1620		
7	Nodata	HDC4		10.106300	-84.150000	2500		
8	Iraza (CR)	IRZ2		9.968830	-83.897500	3380		
9	Juan Diaz (CR)	JUD3		10.167000	-85.541100	680		
10	La Roca, (CR)	LAR		9.705100	-84.007300	2107		
11	Nodata	PBNC		8.368333	-83.126500	10		
12	Palmares (CR)	PLMA		10.033200	-84.412000	1047		
13	Rincon de la Vieja, CR	RIN3		10.790833	-85.378700	900		
14	Cerro Tigre, CR	TIG2		9.029000	-83.297000	763		
15	nodata	AJB2		8.753367	-82.406867	710		
16	nodata	BAG2		8.975500	-82.324400	710		
17	nodata	BRU2		8.793633	-82.691200	1318		
18	nodata	FMES		8.793633	-82.691200	1318		
19	nodata	SFX2		8.175500	-82.224400	710		
20	nodata	TBS2		8.856667	-82.602333	1947		
21	nodata	ACH		8.690000	-79.908333	80		
22	nodata	AZU		7.792500	-80.274000	710		
23	nodata	BRU		8.806833	-82.540833	80		
24	nodata	BYN2		9.176400	-78.886600	500		
25	nodata	CNI		9.416667	-82.516833	80		
26	nodata	DVD		8.434000	-82.455667	1830		
27	nodata	PTP		8.204667	-82.878167	80		
28	nodata	UPD1		8.555000	-78.022167	500		
29	nodata	BOQ6		13.735000	-89.280000	1830		
30	nodata	CAHU		13.770700	-88.211000	1682		
31	nodata	CNCH		13.276300	-87.833700	1056		
32	nodta	LCB2		13.655000	-88.978300	710		
33	El Faro, El Salvador	LFR1		13.622333	-89.061667	1000		
34	Montecristo, El Salvador	MTO2		14.400000	-89.361667	1870		
35	El Robledal, El Salvador	RBDL		14.113000	-89.682667	1431		
36	El Retiro, El Salvador	RTR		13.897167	-89.645667	1499		
37	nodata	SBLS		13.839300	-89.623000	1949		
38	nodata	SNET		13.686800	-89.231500	775		
39	San Jose, El Salvador	SNJE		13.868333	-89.605667	1694		
40	nodata	SNVI		13.612500	-88.838800	1312		
41	Volcan de San Miguel, El Salvador	VSM		13.428000	-88.274167	2129		
42	Colima, Mexico	CLMX		-19.170036	103.983051	1550		
43	nodata	BBGH		13.140000	-59.560000	10		
44	nodata	BCIP		9.163400	-79.839600	10		
45	STS-2 Tegucigalpa	TGUH		14.060000	-87.270000	10		
46	Disney Wilderness Preserver, Flori	DWPF		28.110300	-81.432800	20		

47	Las Juntas de Abangares, Costa Ric	JTS		10.290800	-84.952500	340		
48	Otavalpa, Ecuador	OTAV		0.237600	-78.450800	3507		
49	Galapago	PAYG		0.674100	-90.286300	297		
50	Santo Domingo, Venezuela	SDV		8.879000	-70.633000	1550		
51	San Juan, Puerto Rico	SJG		18.111700	-66.150000	457		
52	Otavalpa, Ecuador	TEIG		20.226400	-88.276600	69		
53		LTL		30.540000	-90.770000	100		

6. Lista de sismos registrados en el mes de septiembre, 2009

Parámetros de listas de sismos

Fecha : detalle año, mes, día, ocurrencia del sismo

Hora : hora, minutos, segundos (UTM)

Coordenadas : latitud y longitud (representada en grados y minutos)

Prof : profundidad en km

Mag : magnitud convertida en Richter

E : error estándar en km (en el plano horizontal)

Región : Nombre de la región donde se ubica el sismo. Para los regionales y distantes, se da la región en mayúscula y en inglés según el sistema de Flinn-Engdahl;

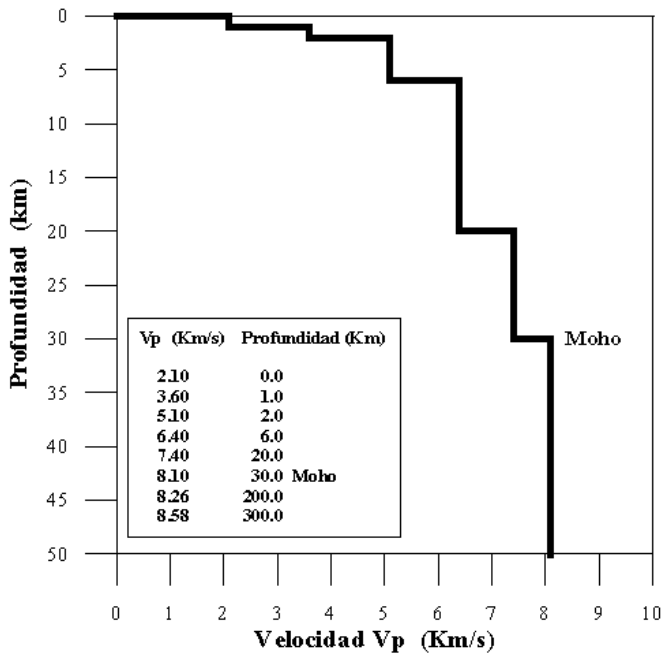


Figura 6.1. Modelo de capas utilizado para la localización

6.1. Lista de sismos de septiembre, 2009

#	Fecha	Hora	Coordenadas	Prof	Mag	E	Región
1	2009/ 9/ 4	0:46:27	11.22N 85.57W	225	4.9	2	Nicaragua
2	2009/ 9/ 5	6:40:24	11.27N 85.92W	82	2.7	3	OP., de Nicaragua, fte. a San Juan del Sur
3	2009/ 9/ 6	3:25:16	14.18N 88.70W	19	3.2	0	HONDURAS
4	2009/ 9/ 6	5: 2:46	8.86N 82.83W	7	4.7	9	Costa Rica
5	2009/ 9/ 6	10:48:52	12.00N 86.92W	68	3.7	3	OP., de Nicaragua, fte. a Pto. Sandino
6	2009/ 9/ 6	11:37:24	13.21N 89.53W	41	3.4	5	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
7	2009/ 9/ 6	18:37:59	14.22N 88.18W	19	2.4	4	HONDURAS
8	2009/ 9/ 6	22:16:55	14.13N 88.60W	8	2.1	3	HONDURAS
9	2009/ 9/ 7	3:11:33	12.97N 89.06W	15	3.4	3	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
10	2009/ 9/ 7	8: 7: 9	12.94N 88.82W	21	2.6	3	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
11	2009/ 9/ 7	9:41: 7	13.70N 88.69W	69	2.5	1	EL SALVADOR
12	2009/ 9/ 7	9:52:34	13.17N 89.69W	6	3.5	7	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
13	2009/ 9/ 7	14:39:29	11.24N 87.57W	0	3.6	3	OP., de Nicaragua, fte. a Pto. Sandino
14	2009/ 9/ 7	14:44:43	12.35N 87.77W	33	3.4	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. al Cosigüina
15	**2009/ 9/ 7**	**15:36: 6**	**14.10N 83.55W**	**34**	**4.1**	**7**	**Nicaragua**

16	2009/ 9/ 8	1:32:55	13.30N	89.13W	70	2.3	3	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
17	2009/ 9/ 8	6:28:44	12.85N	87.15W	12	2.3	1	Estero Real
18	2009/ 9/ 8	8:31:49	13.24N	89.21W	59	3.7	4	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
19	2009/ 9/ 9	10:47:44	12.15N	87.48W	16	3.7	2	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Corinto
20	2009/ 9/ 9	13:14:30	11.51N	87.09W	43	3.5	1	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
21	2009/ 9/ 9	15:38:18	10.93N	86.88W	11	3.0	2	OP., de Nicaragua, fte. a El Astillero
22	2009/ 9/10	0:10:12	13.85N	87.51W	17	3.3	0	HONDURAS
23	2009/ 9/12	4:18:31	15.19N	89.44W	10	3.1	8	GUATEMALA
24	2009/ 9/12	12:49:47	12.59N	87.64W	78	3.5	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. al Cosigüina
25	2009/ 9/12	20: 7:36	10.70N	67.41W	22	6.3	8	NEAR COAST OF VENEZUELA
26	2009/ 9/14	15:56:40	12.04N	87.69W	49	2.8	1	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Corinto
27	2009/ 9/14	22:33:37	11.46N	86.94W	15	2.9	2	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
28	2009/ 9/15	8:36:43	14.86N	91.23W	15	4.4	9	GUATEMALA
29	2009/ 9/15	18:23:47	11.77N	87.22W	62	3.3	2	OP., de Nicaragua, fte. a Pto. Sandino
30	2009/ 9/16	14: 6:14	11.60N	85.64W	2	2.4	4	Cerca del volcán Concepción/Isla de Ometepe
31	2009/ 9/16	14:53:20	14.86N	88.59W	17	3.1	0	HONDURAS
32	2009/ 9/16	16:45:51	12.05N	88.00W	15	3.4	2	Océano Pacífico de Nicaragua
33	2009/ 9/17	1:18:59	11.49N	86.94W	40	2.7	2	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
34	2009/ 9/17	4:53:34	14.10N	90.40W	77	3.8	3	GUATEMALA
35	2009/ 9/17	14: 2:21	13.58N	86.90W	100	2.9	6	NICARAGUA
36	2009/ 9/17	23:48:16	11.58N	86.95W	14	3.0	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
37	2009/ 9/18	2:39:34	15.08N	90.20W	97	3.2	7	GUATEMALA
38	2009/ 9/18	3: 2:30	11.07N	85.91W	61	2.5	4	OP., de Nicaragua, fte. a San Juan del Sur
39	2009/ 9/18	9:44:45	12.73N	87.81W	90	2.9	5	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. al Cosigüina
40	2009/ 9/19	3:32:25	12.04N	86.86W	77	2.4	3	OP., de Nicaragua, fte. a Pto. Sandino
41	2009/ 9/19	9:52:16	11.76N	86.60W	62	2.6	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
42	2009/ 9/19	19:55:10	11.59N	86.83W	9	3.2	7	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
43	2009/ 9/19	20:32:13	11.72N	86.73W	100	2.8	5	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
44	2009/ 9/20	8:10:20	12.51N	88.40W	17	2.5	1	Océano Pacífico fte. al Golfo de Fonseca
45	2009/ 9/20	10: 2:37	13.81N	89.64W	0	2.7	6	EL SALVADOR
46	2009/ 9/20	14:52:40	12.61N	87.17W	91	3.0	2	Chinandega-Corinto
47	2009/ 9/20	19:59:51	12.37N	87.51W	46	3.4	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Corinto
48	2009/ 9/21	8:33: 4	12.74N	88.37W	21	3.4	3	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
49	2009/ 9/21	17:31:19	12.16N	87.47W	12	2.8	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Corinto
50	2009/ 9/21	23:58:59	12.04N	88.20W	0	3.4	5	Océano Pacífico de Nicaragua
51	2009/ 9/22	7:42:60	10.79N	86.82W	0	3.3	3	OP., de Nicaragua, fte. a El Astillero
52	2009/ 9/22	9: 6:55	12.34N	87.75W	38	3.4	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. al Cosigüina
53	2009/ 9/22	9:11:21	15.93N	87.25W	2	4.1	8	HONDURAS
54	2009/ 9/22	17:15:32	14.44N	89.16W	11	4.0	6	GUATEMALA
55	2009/ 9/23	3:37:56	16.27N	86.69W	20	3.8	3	CARIBBEAN SEA
56	2009/ 9/23	6:32: 7	15.49N	89.17W	30	4.4	8	GUATEMALA
57	2009/ 9/23	6:56:26	11.55N	88.40W	0	3.7	2	Océano Pacífico de Nicaragua
58	2009/ 9/23	9:57:19	11.77N	86.32W	87	2.8	5	Carazo
59	2009/ 9/24	0:14:49	12.91N	88.72W	18	2.6	1	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
60	2009/ 9/24	4:42:25	12.09N	86.78W	97	2.9	4	OP., de Nicaragua, fte. a Pto. Sandino
61	2009/ 9/24	5:10:24	11.66N	86.80W	43	2.8	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
62	2009/ 9/24	7:16: 5	18.98N	107.37W	37	4.9	13	OFF COAST OF JALISCO, MEX
63	2009/ 9/24	8:26:33	11.65N	86.85W	42	2.8	2	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
64	2009/ 9/24	15:46:45	14.77N	93.03W	0	5.4	6	NEAR COAST OF CHIAPAS,MEX
65	2009/ 9/24	17:51:47	12.65N	87.69W	89	2.6	3	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. al Cosigüina
66	2009/ 9/25	3:26:22	11.50N	86.91W	25	3.6	1	Océano Pacífico de Nicaragua, fte. a Masachapa
67	2009/ 9/25	5: 1:24	13.85N	89.10W	82	3.1	2	EL SALVADOR
68	2009/ 9/25	12:20:30	16.95N	90.56W	15	5.0	6	MEXICO-GUATEMALA BORDER
69	2009/ 9/28	16:31:48	4.73N	82.62W	12	4.9	33	SOUTH OF PANAMA
70	2009/ 9/28	22:42:41	11.89N	86.81W	53	4.4	2	OP., de Nicaragua, fte. a Pto. Sandino
71	2009/ 9/29	17:48:20	15.30S	171.00W	33	4.5	7	SAMOA ISLANDS REGION

72	2009/ 9/30	0:48:58	12.73N	88.19W	0	3.3	4	Océano Pacífico fte. al Golfo de Fonseca
73	2009/ 9/30	2: 0:14	12.24N	86.39W	1	1.6	0	Cerca del volcán Apoyeque
74	2009/ 9/30	2: 0:23	12.23N	86.39W	4	2.7	1	Cerca del volcán Apoyeque
75	**2009/ 9/30**	**2: 8: 4**	**12.24N**	**86.38W**	**5**	**3.1**	**3**	**Cerca del volcán Apoyeque**
76	2009/ 9/30	2:12:50	12.21N	86.39W	4	2.2	2	Cerca del volcán Apoyeque
77	2009/ 9/30	2:13:33	12.29N	86.31W	5	1.9	1	Cerca del volcán Apoyeque
78	**2009/ 9/30**	**2:17:19**	**12.23N**	**86.38W**	**4**	**3.1**	**1**	**Cerca del volcán Apoyeque**
79	2009/ 9/30	3:22:48	12.23N	86.40W	4	1.6	3	Cerca del volcán Apoyeque
80	2009/ 9/30	3:24: 6	12.29N	86.34W	5	1.9	1	Cerca del volcán Apoyeque
81	2009/ 9/30	3:24:36	12.30N	86.32W	6	1.2	2	Cerca del volcán Apoyeque
82	2009/ 9/30	3:27:35	12.24N	86.37W	5	2.3	1	Cerca del volcán Apoyeque
83	2009/ 9/30	6:43:27	11.93N	86.41W	4	2.7	14	Oeste-Suroeste de Managua
84	**2009/ 9/30**	**9:55:26**	**12.24N**	**86.38W**	**4**	**2.8**	**2**	**Cerca del volcán Apoyeque**
85	**2009/ 9/30**	**10:10:15**	**12.24N**	**86.40W**	**3**	**2.7**	**2**	**Cerca del volcán Apoyeque**
86	2009/ 9/30	10:11:45	12.26N	86.37W	5	2.2	1	Cerca del volcán Apoyeque
87	2009/ 9/30	10:16: 7	12.23N	86.40W	4	2.4	2	Cerca del volcán Apoyeque
88	2009/ 9/30	11:15: 5	12.26N	86.36W	5	2.3	2	Cerca del volcán Apoyeque
89	2009/ 9/30	12:42:60	12.29N	86.34W	5	1.3	1	Cerca del volcán Apoyeque
90	2009/ 9/30	14: 7:42	12.24N	86.39W	4	2.7	1	Cerca del volcán Apoyeque
91	2009/ 9/30	14:56:30	12.24N	86.38W	5	1.5	1	Cerca del volcán Apoyeque
92	2009/ 9/30	15:13:43	12.28N	86.38W	0	1.9	1	Cerca del volcán Apoyeque
93	2009/ 9/30	15:46:26	12.23N	86.38W	5	1.0	1	Cerca del volcán Apoyeque
94	2009/ 9/30	15:59:41	12.24N	86.39W	4	1.2	1	Cerca del volcán Apoyeque
95	2009/ 9/30	16:13:38	12.23N	86.39W	6	1.6	3	Cerca del volcán Apoyeque
96	2009/ 9/30	17:56:32	13.62N	90.16W	15	4.5	5	Océano Pacífico, fte. a la costa de El Salvador
97	2009/ 9/30	19: 5: 7	4.75S	70.42W	253	5.8	9	PERU-BRAZIL BORDER REGION
98	2009/ 9/30	19:38:18	12.22N	86.37W	5	2.4	3	Cerca del volcán Apoyeque
99	2009/ 9/30	19:39:22	12.27N	86.31W	4	1.1	2	Cerca del volcán Apoyeque
100	2009/ 9/30	20:40:60	12.23N	86.38W	4	1.6	2	Cerca del volcán Apoyeque
101	2009/ 9/30	23:36:40	11.58N	86.51W	58	2.8	2	OP., de Nicaragua, fte. a La Boquita y Casares