

Nota técnica

SISMICIDAD REGISTRADA POR LA RSN EN EL 2016

RSN EARTHQUAKE REPORT FOR 2016

Juan L. Porras*, Lepolt Linkimer, María C. Araya, Mario Arroyo,
Magda Taylor y Wilfredo Rojas

Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE), Apdo. 214-2060,
San Pedro, Costa Rica

* Autor para contacto: juan.porrasloria@ucr.ac.cr

(Recibido: 01/02/2017; aceptado: 22/02/2017)

ABSTRACT: During 2016, the National Seismological Network (RSN: UCR-ICE) registered 4594 earthquakes and reported 210 felt events. There were 13 significant earthquakes with magnitude $M_w > 5.0$. The majority (86%) of felt earthquakes were shallow (< 30 km) and 93% had magnitudes (M_w) between 2.0 and 4.9. Local and regional faulting caused 68% of the felt earthquakes and the subduction of the Cocos Plate caused 30%. The geographic areas with the highest seismicity were the Guanacaste and Central volcanic ranges, Los Santos region, and an area to the southeast of the Nicoya peninsula. The highest intensity observed in Costa Rica during 2016 was VI+ (Modified Mercalli) due to the Capellades (5.5 M_w) and Bijagua earthquakes (5.4 M_w).

Keywords: Seismic activity, Modified Mercalli Intensity (MMI), moment magnitude (M_w), subduction, local faulting.

RESUMEN: Durante el 2016 la Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE) registró 4594 sismos de los cuales 210 fueron sentidos por la población. En Costa Rica se percibieron 13 sismos con magnitud $M_w > 5.0$. La mayoría (86%) de los sismos percibidos fueron superficiales (< 30 km) y el 93% tuvo una magnitud (M_w) de entre 2,0 y 4,9. El fallamiento local y regional provocó el 68% de los sismos, seguido por el proceso de subducción de la placa del Coco que originó el 30%. Las zonas con la mayor concentración de sismos en el 2016 fueron las cordilleras volcánicas de Guanacaste y Central, la zona de Los Santos y un área al sureste de la península de Nicoya. La intensidad máxima observada en el 2016 dentro de Costa Rica fue de VI+ (Mercalli Modificada) debido a los sismos de Capellades (M_w 5,5) y Bijagua (M_w 5,4).

Palabras clave: Actividad sísmica, escala de intensidad de Mercalli Modificada (MMI), magnitud momento (M_w), subducción, fallamiento local.

INTRODUCCIÓN

La Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE) es un convenio entre la Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica (UCR) y el Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). En el 2016 la RSN localizó 4594 sismos, cantidad que incluye los eventos ocurridos en Costa Rica (sismos locales), algunos ubicados en América Central (regionales) y otros en zonas ubicadas a más de 10 grados de distancia (telesismos). La cantidad de sismos localizados en territorio costarricense fue de 3858 (Fig. 1A) y de estos 210 fueron percibidos por la población (Fig. 2).

Los sismos del 2016 fueron registrados por una red de 138 estaciones sismológicas ubicadas en diferentes partes de Costa Rica (Fig. 3) y administradas por la UCR (105 estaciones) y el ICE (33). La red total incluye 21 estaciones de banda ancha y 117 de periodo corto. En muchos casos se incorporaron lecturas de estaciones administradas por otras redes sismológicas ubicadas en Costa Rica, Panamá y Nicaragua disponibles a través de Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS). La detección y localización automática de los sismos se realizó a través de los sistemas Seiscomp y Earthworm. La lectura manual de arribos de ondas y localización y cálculo de la magnitud momento (Mw), se llevó a cabo usando el programa HYP (Lienert y Havskov, 1995) integrado en la última versión del software sismológico SeisAn (Ottmøller, Voss y Havskov, 2011). Para la localización de sismos se utilizó un modelo siete capas de velocidades de la onda primaria y una razón de velocidades (Vp/Vs) de 1,74.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISMOS SENTIDOS

A continuación se describe la sismicidad de Costa Rica durante el año 2016 tomando en

cuenta aspectos de su distribución temporal y geográfica, así como su profundidad, magnitud (Mw), origen e intensidades observadas.

Distribución temporal

El promedio mensual de sismos sentidos fue de 17,5. Los meses con la menor y mayor cantidad de sismos sentidos fueron marzo y setiembre con 6 y 26, respectivamente (Fig. 4A). El resto de meses del año presentaron una cantidad de sismos que varió entre 9 y 24 (Fig. 4A). Los sismos de mayor Mw que ocurrieron dentro del territorio costarricense ocurrieron en los meses de enero (5,5), julio (5,4) y noviembre (5,5).

Distribución por magnitud (Mw)

El sismo de mayor magnitud que fue sentido en Costa Rica durante el 2016, tuvo su epicentro fuera del territorio costarricense. Este sismo ocurrió el día 24 de noviembre, tuvo una Mw 7,0 y se localizó en la costa de El Salvador a 151 km al sur de San Salvador. De los sismos ubicados dentro del territorio costarricense, la Mw más alta fue de 5,5, para dos eventos: el 31 de enero cerca de Paso Canoas y 30 de noviembre en la zona de Capellades de Alvarado. Otros tres sismos sentidos de magnitud sobresaliente dentro de Costa Rica ocurrieron el 16 de enero al sur de Quepos (Mw 5,3), el 20 de febrero al Sur de Drake de Osa (Mw 5,2) y el 2 de junio en Bijagua de Upala (Mw 5,4) (Fig. 2).

En total 13 sismos sentidos alcanzaron magnitudes mayores a 5,0 lo que representa el 6 % de los sismos sentidos del año y el 0,3 % del total de sismos localizados dentro del territorio costarricense (Fig 1B). La mayoría (93%) de los sismos percibidos tuvieron una Mw entre 2,0 y 4,9 (Fig. 4B). El sismo sentido de menor magnitud del 2016 sucedió el 8 de noviembre, tuvo una Mw de 1,8 y se localizó 7 km al noroeste de Copey de Dota. En total 35 sismos de baja Mw (< 3,0)

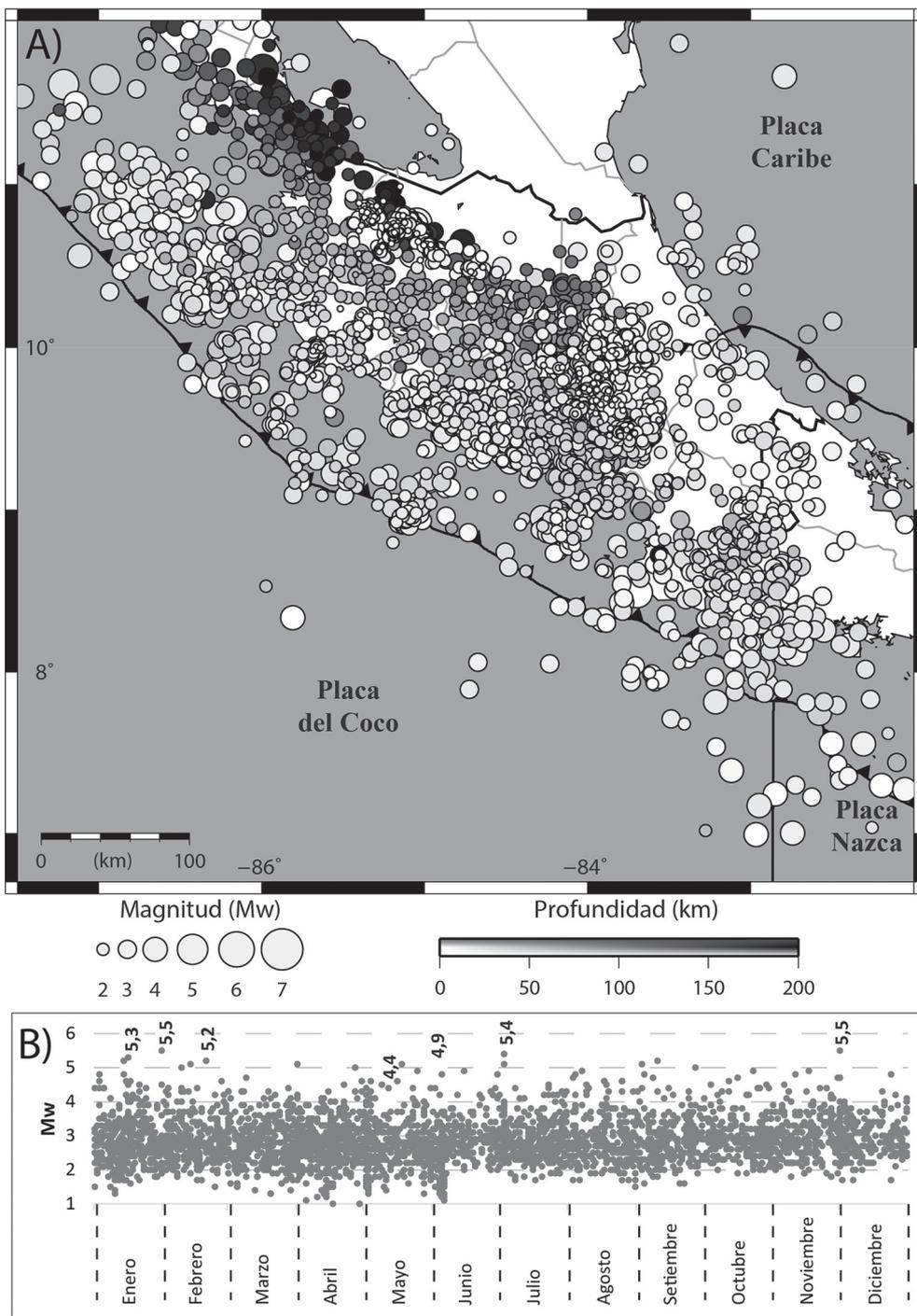


Fig. 1: A) Ubicación epicentral y B) Magnitud (Mw) de los sismos localizados por la RSN durante el 2016.

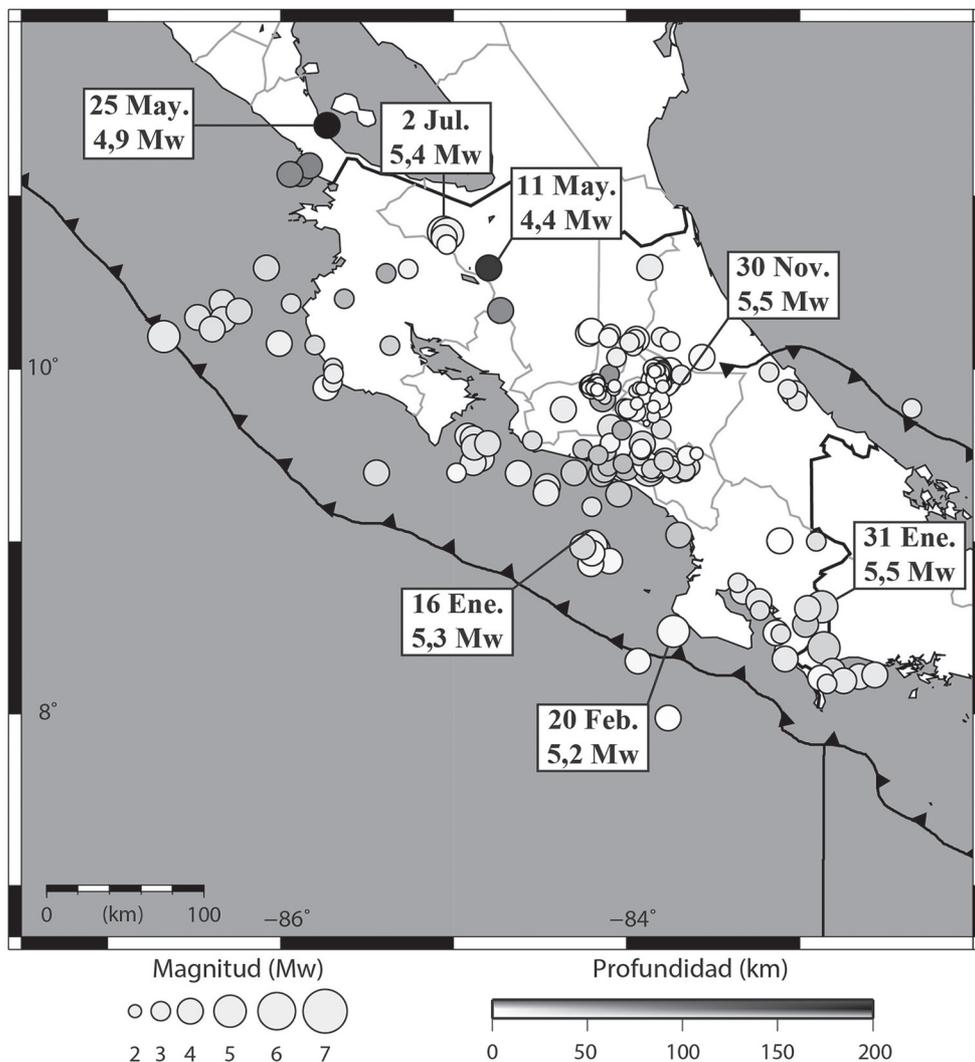


Fig. 2: Ubicación epicentral de los sismos sentidos durante el 2016 en Costa Rica.

fueron percibidos por la población (Fig. 4B) y estos en su mayoría tuvieron epicentros muy cerca de zonas urbanas como Desamparados y Cartago.

Distribución por profundidad

El 86% de los sismos sentidos tuvo profundidades menores a 30 km (Fig. 4C). La mayoría de los sismos se caracterizaron por tener

profundidades menores a 9,9 km (92 sismos) y entre 10 y 29,9 km (88 sismos). Solamente 30 sismos sentidos tuvieron su hipocentro a una profundidad mayor de 30 km, los cuales están asociados con la deformación interna de la placa del Coco que se subduce debajo de la placa Caribe y la microplaca de Panamá.

Durante el 2016, solamente dos sismos sentidos tuvieron profundidades mayores a 100 km (174 y 218 km), ambos sucedieron durante mayo

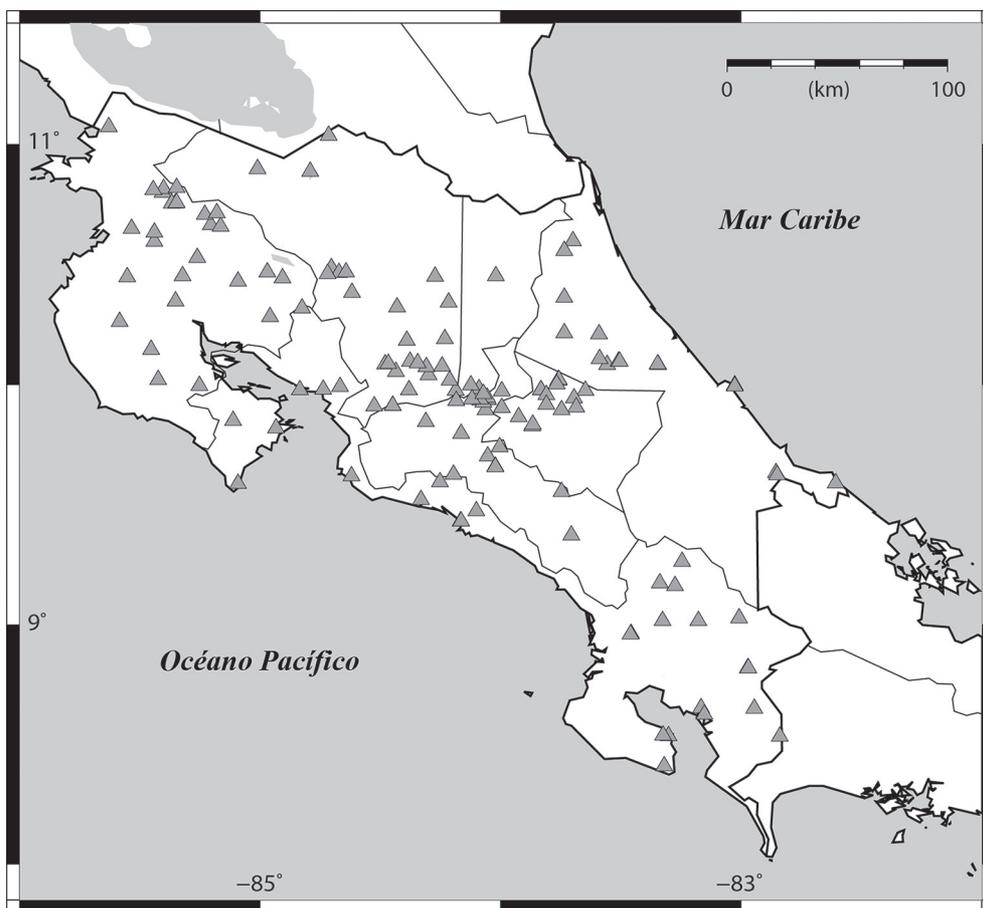


Fig. 3: Mapa de estaciones sísmicas de la Red Sismológica Nacional (RSN).

y se localizaron 6 km al oeste de Venado en San Carlos (Mw 4,4) y 24 km al norte de Peñas Blancas en territorio nicaragüense (Mw 4,9), respectivamente. Otros cuatro sismos sentidos tuvieron profundidades ≥ 90 km: uno ocurrió en los alrededores de Monteverde (22 de junio, Mw 4,2) y los otros tres al oeste de La Cruz en Guanacaste (28 de junio, Mw 4,2, 3 de agosto, Mw 4,7 y 8 de setiembre, Mw 4,7).

Distribución por origen

Las fallas locales y regionales ocasionaron la mayoría de los sismos sentidos del 2016 (67%, Fig.

4D). Esto incluye los sismos superficiales (< 30 km) ocurridos dentro de la placa Caribe y la microplaca de Panamá y en las fallas del Cinturón Deformado del Norte de Panamá (e.g. Adamek et al., 1988) y Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica (e.g. Marshall et al., 2000). En menor medida, los sismos sentidos fueron originados por proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe y la microplaca de Panamá (30%, Fig. 4D). Este proceso incluye los sismos de la zona interplacas y los de profundidad intermedia (> 50 km) que se asocian con la deformación de la placa del Coco que se subduce debajo Costa Rica. En el 2016, únicamente cuatro sismos sentidos se originaron en la Zona de Fractura de Panamá, que corresponde con el límite entre las placas del Coco y Nazca.

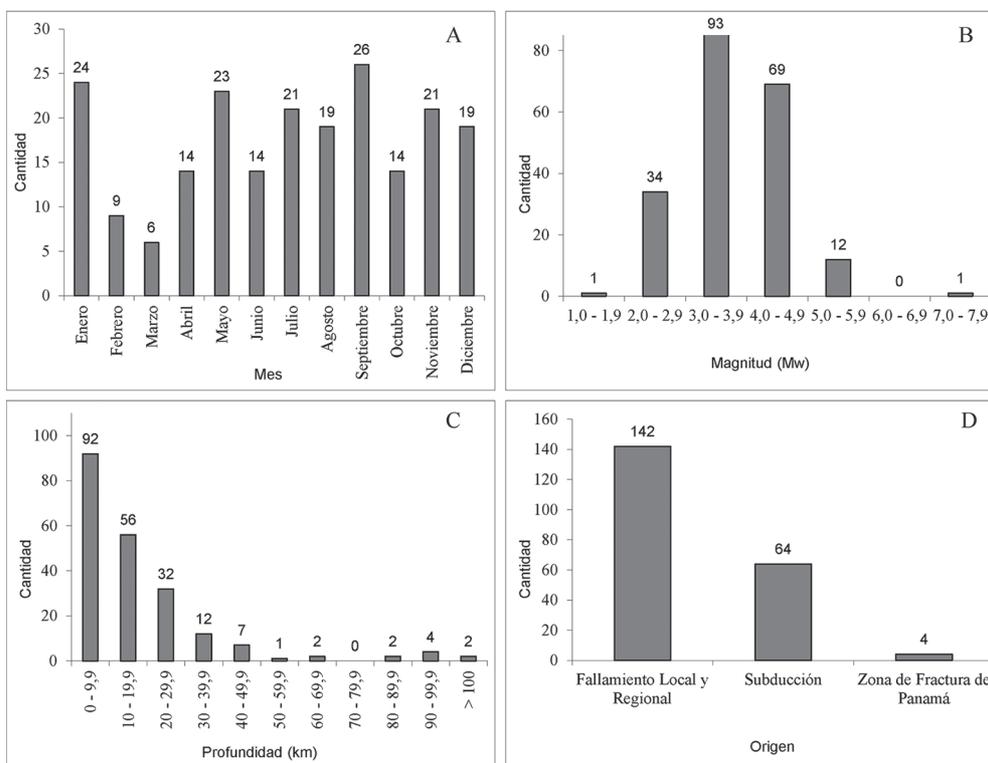


Fig. 4: Distribución de los sismos sentidos del 2016 por A) mes B) magnitud C) profundidad y D) origen. La cantidad de sismos se muestra sobre la barra de cada histograma.

Distribución geográfica

Las tres regiones con la mayor concentración de sismos se ubicaron en la Cordillera Volcánica de Guanacaste (región A, Fig. 5), al sureste de la península de Nicoya (región B, Fig. 5) y en la Cordillera Volcánica Central y zona de Los Santos (región C, Fig. 5). En estas tres regiones, durante el 2016 ocurrieron de entre 20 a 60 sismos. Por otro lado, la zona norte se caracterizó por una sismicidad muy baja, con solamente 1 sismo o menos de 1 sismo por cada 100 km².

Si se analiza la distribución de la sismicidad a lo largo del margen convergente de la placa del Coco con la placa Caribe y la microplaca de

Panamá, se puede notar que durante el 2016, la franja más activa comprende la parte central del país, con un total de 1637 sismos (región E, Fig. 6). En contraste, las franjas con menor sismicidad incluyen toda la región sureste del país (región F y G, Fig. 6).

Intensidades

Durante el 2016 ocurrieron dos sismos que generaron intensidades considerables de VI+ en la escala Mercalli Modificada (IMM). El primero ocurrió el 2 de julio en la zona de Bijagua de Upala con una Mw 5,4 (Fig. 7). Para este evento

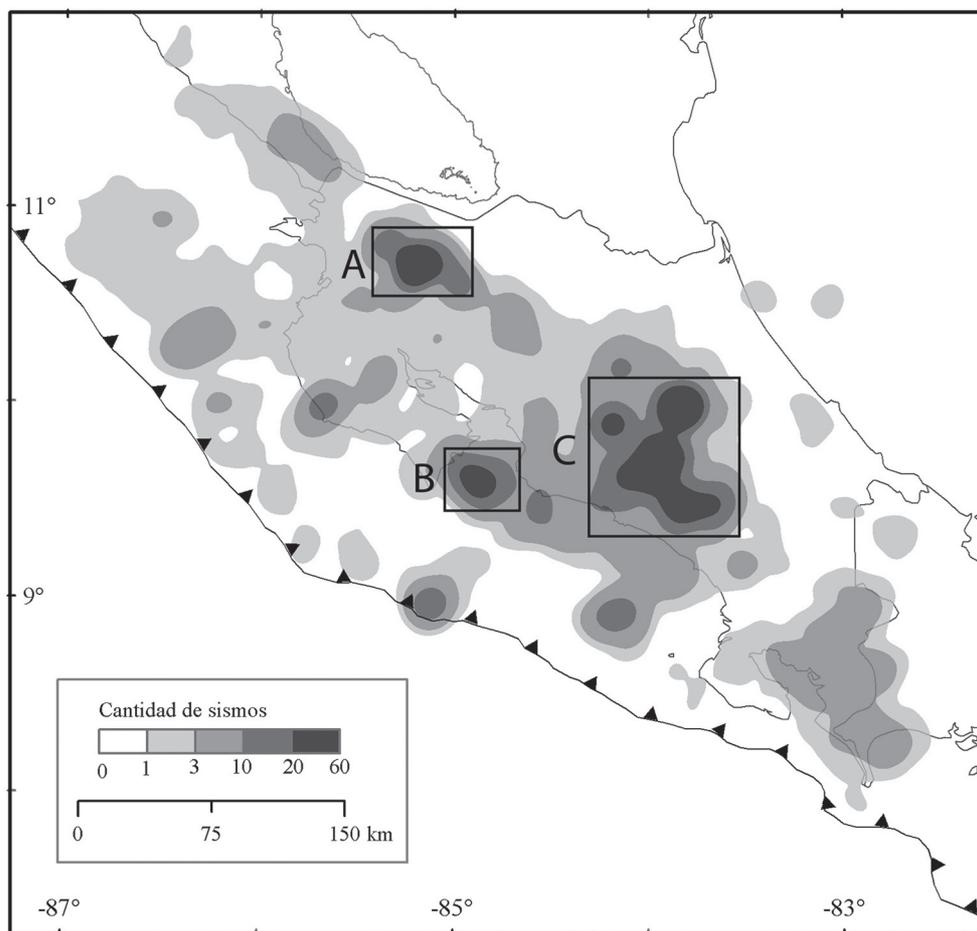


Fig. 5: Distribución espacial de la sismicidad del 2016. Las zonas A, B y C corresponden con las zonas que presentaron la mayor cantidad de sismos.

se observaron intensidades de VI en los poblados de Las Armenias, Aguas Claras y Bijagua de Upala. El segundo sismo importante ocurrió el 30 de noviembre en la zona de Capellades de Alvarado con una M_w de 5,5. Para este sismo también se registraron intensidades de VI+ en las localidades de Pacayas y Capellades (Fig. 8).

Los sismos de mayor magnitud del 2016 ocurrieron fuera de los límites de Costa Rica y debido

a ser sismos distantes fueron percibidos con intensidades bajas. Estos fueron los eventos del 14 de setiembre (Mw 5,6) en León, Nicaragua y 24 de noviembre en la costa de El Salvador (Mw 7,0). Ambos sismos fueron sentidos con intensidades de II y III en algunas localidades del país.

A continuación se describen brevemente los sismos de mayor relevancia durante el 2016, debido a su M_w y daños asociados a los mismos.

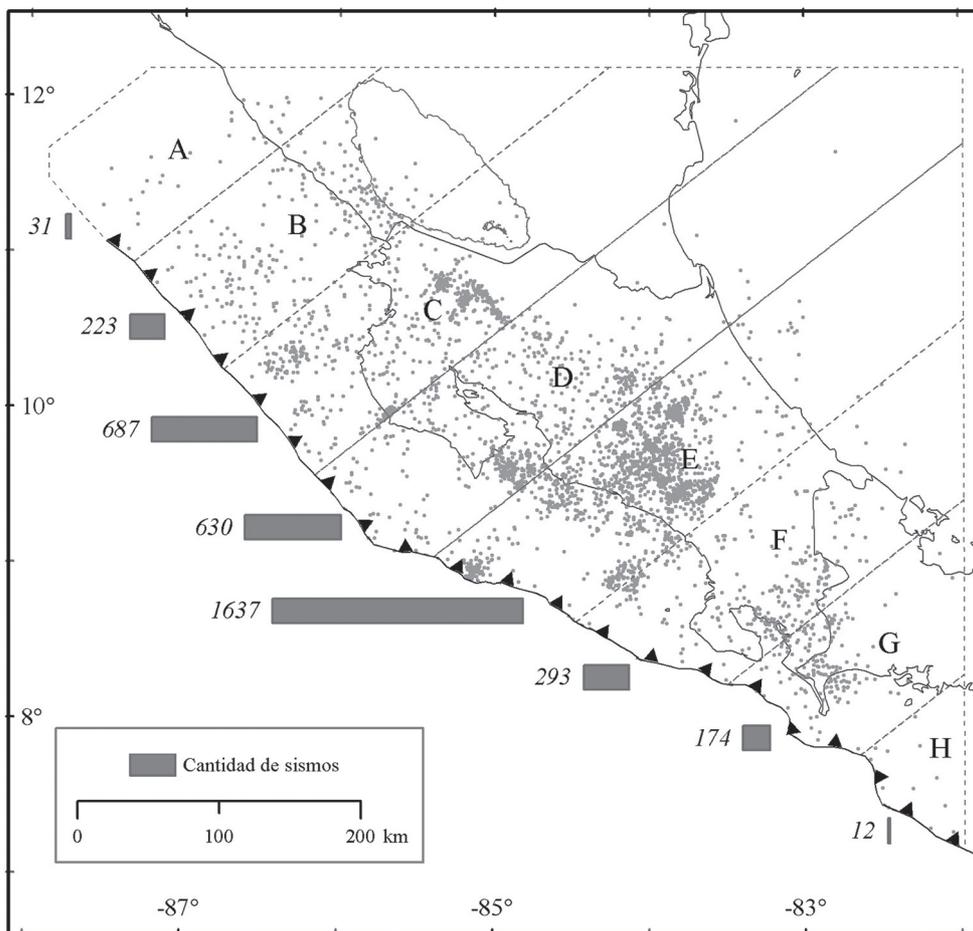


Fig. 6: Cantidad de sismos a lo largo del margen convergente de la placa del Coco separado en franjas de 100 km.

Sismo de Bijagua

Sucedió el 2 de julio a las 7:58 pm, tuvo una Mw de 5,4, profundidad de 7 km, y se localizó 4 km al norte de Bijagua de Upala. El sismo principal fue seguido de 2 réplicas de Mw ≥ a 4,0 durante los 30 minutos posteriores al evento principal. Como se

mencionó anteriormente, este fue uno de los dos sismos que generaron las mayores intensidades durante el 2016, de hasta VI en la escala Mercalli Modificada (IMM) en las localidades de Las Armenias, Aguas Claras y Bijagua de Upala (Fig. 7), siendo así que se reportó caída de objetos en viviendas y negocios y grietas en algunas de ellos (RSN, 2016).

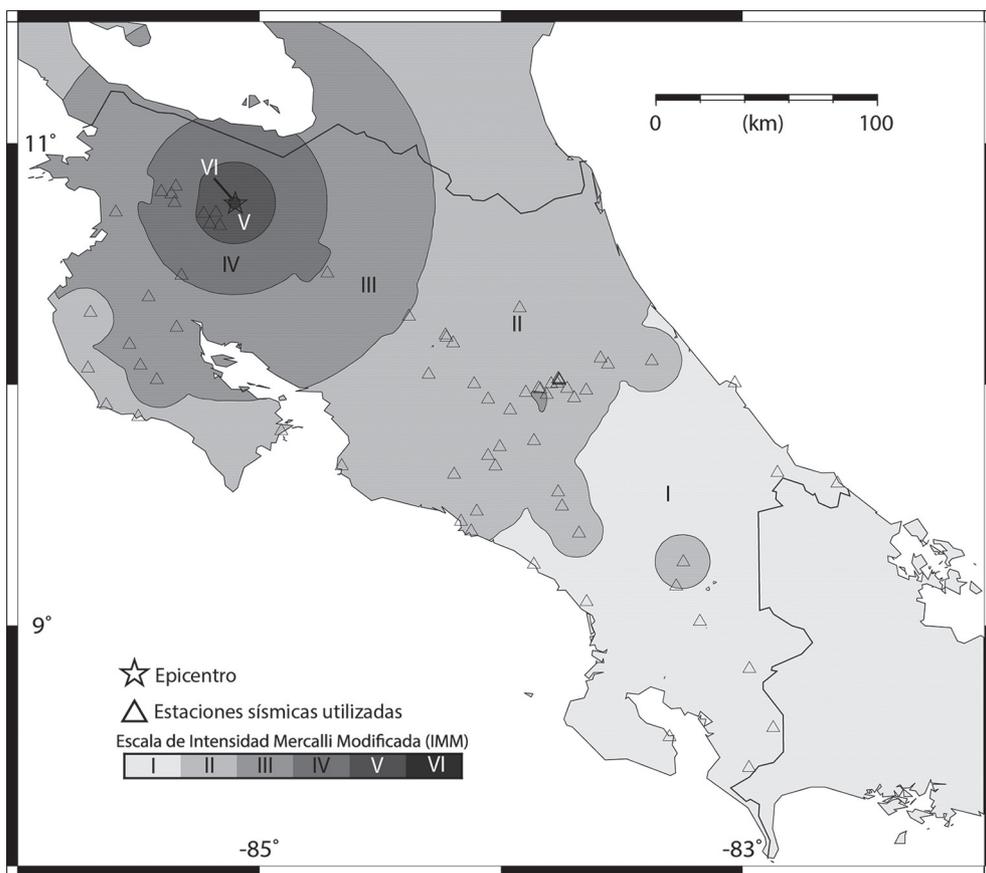


Fig. 7: Mapa de la sacudida del terreno determinado por la red de instrumentos de la RSN para el sismo de Bijagua el 2 de julio (Mw 5,4).

Sismo de Capellades

Sucedió el 30 de noviembre a las 6:25 pm, con Mw de 5,5, profundidad de 1 km y ubicado 2 km al este de Capellades de Alvarado. Este sismo provocó intensidades de VI en la escala Mercalli Modificada (IMM) en las zonas de Capellades y Pacayas (Fig. 8), en donde se reportó daños menores en varias viviendas y la caída de objetos.

Además, se produjeron unos 40 deslizamientos y flujos de escombros volcánicos a lo largo de los ríos Coliblanco, Playas y Turrialba (RSN, 2016).

AGRADECIMIENTOS

Esta nota técnica es resultado de los proyectos de investigación 113-B5-704 y 113-B5-A02

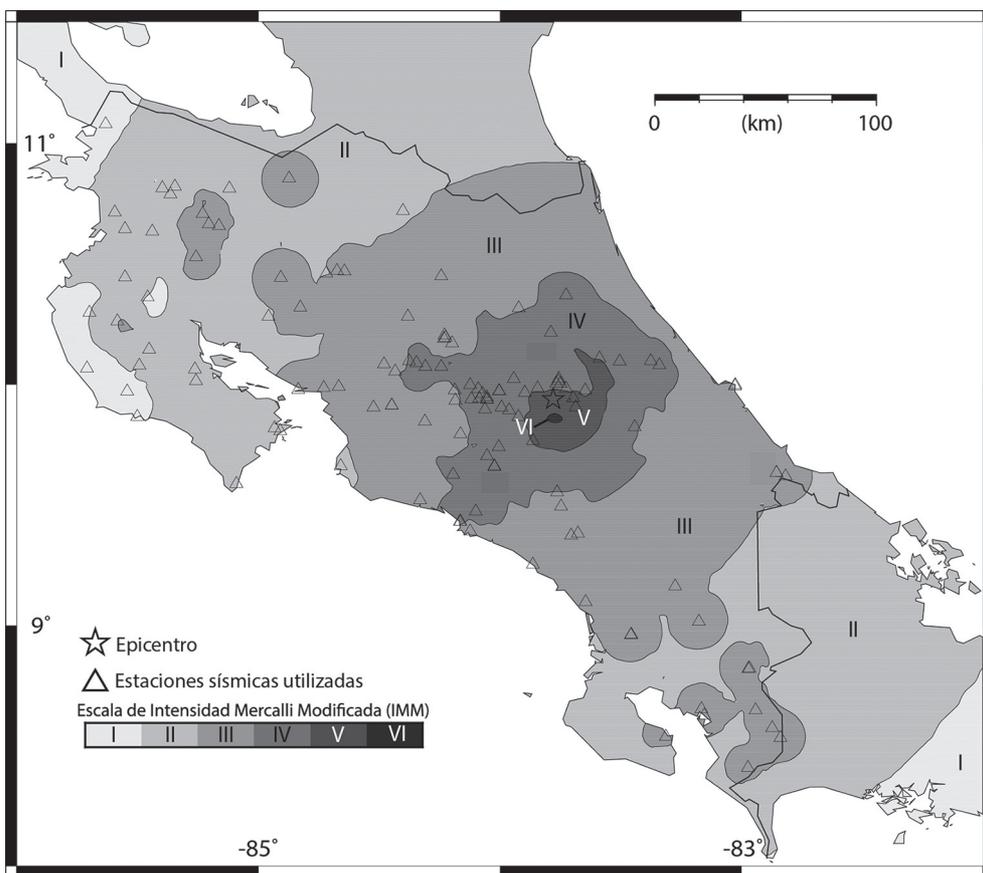


Fig. 8: Mapa de la sacudida del terreno determinado por la red de instrumentos de la RSN para el sismo de Capellades el 30 de noviembre (Mw 5,5).

inscritos en la UCR. Agradecemos al personal de la RSN (UCR-ICE) que permite mantener la red de estaciones y los sistemas de localización, especialmente a Luis Fernando Brenes y Jean Paul Calvo. Los asistentes Nathalie Chavarría, Roberto Masís y Alejandro Argüello colaboraron en la localización de sismos durante el 2016.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adamek, S., Frohlich, C. y Pennington, W. (1988). Seismicity of the Caribbean-Nazca Boundary: Constraints on

Microplate Tectonics of the Panama Region. *Journal of Geophysical Research*, 93, 2053-2075.

Lienert, B. R. y Havskov, J. (1995). A Computer Program for Locating Earthquakes Both Locally and Globally. *Seismological Research Letters*, 66, 26-36. Doi: 10.1785/gssrl.66.5.26

Linkimer, L. y Soto, G. (2016). *El sismo de Capellades del 30 de noviembre del 2016*. San José: Universidad de Costa Rica. Informe interno.

- Marshall, J. S., Fisher, D. M. y Gardner, T. W. (2000). Central Costa Rica deformed belt: Kinematics of diffuse faulting across the western Panama block. *Tectonics*, 19, 468-492.
- Ottmøller, L., Voss, P. y Havskov, J. (2011). *SEISAN: the Earthquake Analysis Software for Windows, Solaris, LINUX, and MACOSX, version 9.0.1*. Bergen, Noruega: University of Bergen.
- Taylor, W., Chaves, J. E. y Bakkar, H. H. (2016). *Informe preliminar sobre el sismo de Bijagua de Upala 2016 (5,4 Mw), Costa Rica*. San José: Instituto Costarricense de Electricidad. Informe interno.



