

OVSICORI-UNA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN OBSERVATORIO
VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE COSTA RICA

Sismotectónica en Costa Rica

Boletín mensual

Universidad Nacional
Campus Omar Dengo

Heredia, Costa Rica



www.ovsicori.una.ac.cr



Un total de 603 sismos fueron localizados durante este mes, de los cuales, 20 fueron reportados como sentidos



OVSICORI-UNA

Sismología | Geodesia | Vulcanología

Ciencia para la sociedad

Noviembre 2019

Contenido

1. Resumen general	1
2. Actividad sísmica en Costa Rica	2
2.1. Distribución espacial y tipos de fallamiento	2
2.1.1. Sismicidad en la entrada al golfo de Nicoya, Jaco y Esterillos de Puntarenas.....	3
2.1.2. Sismicidad en el Golfo dulce y la Península de Burica.....	5
2.1.3. Sismicidad en el Valle Central de Costa Rica.....	6

Figuras

FIGURA 1. HISTOGRAMA MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN TEMPORAL (NÚMERO DE EVENTOS EN FUNCIÓN DÍA DEL MES) DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN COSTA RICA DURANTE EL MES DE NOVIEMBRE. EL COLOR DE LAS BARRAS INDICA EL RANGO DE MAGNITUD DE LOS SISMOS LOCALIZADOS.	1
FIGURA 2. MAPA CON LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA (CÍRCULOS) EN COSTA RICA DURANTE NOVIEMBRE DEL 2019. EL TAMAÑO Y EL COLOR DE LOS CÍRCULOS REPRESENTA LA MAGNITUD Y LA PROFUNDIDAD DEL EVENTO SÍSMICO. LOS RECUADROS PUNTEADOS DESTACAN LAS REGIONES SÍSMICAMENTE MÁS ACTIVAS DEL MES. LOS MECANISMOS FOCALES O BOLAS DE PLAYA MUESTRAN LA GEOMETRÍA DE RUPTURA DE LAS FALLAS QUE GENERARON DOS DE LOS SISMOS CON MAGNITUDES MAYORES O IGUALES A 4.0 Y REPORTADOS COMO SENTIDOS AL OVSICORI-UNA EN LAS ZONAS DESTACADAS....	2
FIGURA 3. SOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN DEL TENSOR DE MOMENTO SÍSMICO PARA EL EVENTO GENERADO EL DÍA 22 DE NOVIEMBRE A LAS 15:07:41 PM, HORA LOCAL, 18.6 KM AL SUROESTE DE JACO DE PUNTARENAS. EN LA FIGURA SE MUESTRA EL MECANISMO DE RUPTURA (BOLA DE PLAYA) CON GEOMETRÍA INVERSA. ESTE SISMO FUE GENERADO A LO LARGO DE LA INTERFAZ ENTRE LA PLACA DEL COCO Y LA PLACA DEL CARIBE.	3
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS FAMILIAS DE SISMOS REPETIDOS CONTINUAMENTE GENERADAS A LO LARGO DE LA ENTRADA AL GOLFO DE NICOYA Y EL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA Y QUE EVIDENCIAN UNA ALTA HETEROGENEIDAD EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MÚLTIPLES FALLAS ACTIVAS EN LA ZONA.	4
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SISMICIDAD A LO LARGO DE LA PENÍNSULA DE OSA Y BURICA EN PUNTAREAS. EN LA FIGURA SE MUESTRA UN MAPA CON LA UBICACIÓN HIPOCENTRAL DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL ÁREA, DESPUÉS DE SER RELOCALIZADA MEDIANTE EL USO DE ALGORITMOS DE DOBLE DIFERENCIA. EN EL MAPA, EL COLOR DE LOS CÍRCULOS INDICA LA PROFUNDIDAD DE LA SISMICIDAD. SE PRESENTA TAMBIÉN, TRES SECCIONES TRANSVERSALES CON LA PROFUNDIDAD DE LOS SISMOS EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA A LO LARGO DE LAS LÍNEAS SÓLIDAS DE COLOR NEGRO.	5
FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN LA PROVINCIA DE CARTAGO DURANTE LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE DEL 2019. EL PANEL DE LA IZQUIERDA MUESTRA EL MAPA CON LA UBICACIÓN ESPACIAL DE LA MICROSISMICIDAD. EL PANEL DERECHO MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO DE LA MICROSISMICIDAD A PARTIR DEL 1 DE OCTUBRE DEL 2019 Y CON RESPECTO A LA UBICACIÓN DEL CANTÓN CENTRAL DE LA PROVINCIA DE CARTAGO.....	6



1. Resumen general

Un total de 603 sismos con magnitudes locales que oscilan entre -1.0 y 5.4 fueron localizados por la red sismográfica de banda ancha del OVSICORI-UNA durante el mes de noviembre del 2019 en los límites del territorio costarricense. De estos, 11 fueron reportados como sentidos por la población nacional a través de la página web y de las distintas redes sociales del Observatorio. Durante este mes ocurrieron un total de 5 sismos con magnitudes locales, M_L , mayores a 4.0, y únicamente ocurrió un sismo con magnitud mayor o igual a 5.0.



Grupo de sismología:

Esteban J. Chaves, Marino Protti, Floribeth Vega, Christian Garita, Walter Jiménez, Carlos Sanchez, Danny Gutierrez y Hellen Solís.

El día sísmicamente más activo fue el 7 con un total de 44 eventos (Figura 1). El sismo de mayor magnitud ($M_L=5.4$) ocurrió el día 25 a las 7:33:39 (hora local) a una profundidad de 81 km y se ubicó 15 km al Noreste de Miramar de Puntarenas. Este sismo fue generado en una falla con geometría oblicua ubicada en el interior de la placa del Coco.

Aún nos encontramos trabajando en la completitud del catálogo sísmico de noviembre, por lo que la cantidad total de eventos aumentará considerablemente. A continuación, se ofrece una descripción detallada de las principales fuentes o regiones sísmicamente activas durante este mes. La tabla 1 al final de este boletín muestra la magnitud y ubicación de los sismos sentidos reportados al OVSICORI-UNA.

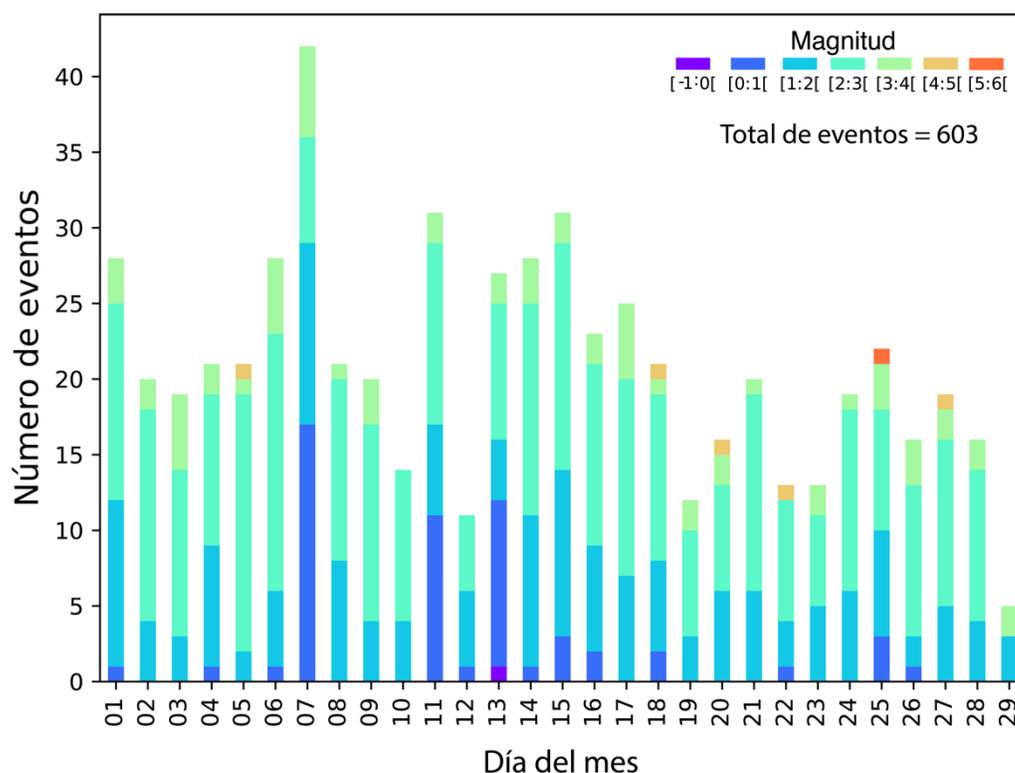


Figura 1. Histograma mostrando la distribución temporal (número de eventos en función día del mes) de la actividad sísmica en Costa Rica durante el mes de noviembre. El color de las barras indica el rango de magnitud de los sismos localizados.

2. Actividad sísmica en Costa Rica

2.1. Distribución espacial y tipos de fallamiento

La distribución espacial de la actividad sísmica en Costa Rica durante el mes de noviembre del 2019 se observa en la figura 2, donde cada círculo sobre el mapa representa un sismo cuyo tamaño y color indican su magnitud y profundidad, respectivamente. Las regiones del **Valle Central**, el **Pacífico Central y Sur**, la **entrada al golfo de Nicoya**, así como la **Península de Burica** (todas estas encerradas en recuadros con líneas punteadas en el mapa de la figura 2), destacan como las regiones sísmicamente más activas del país.

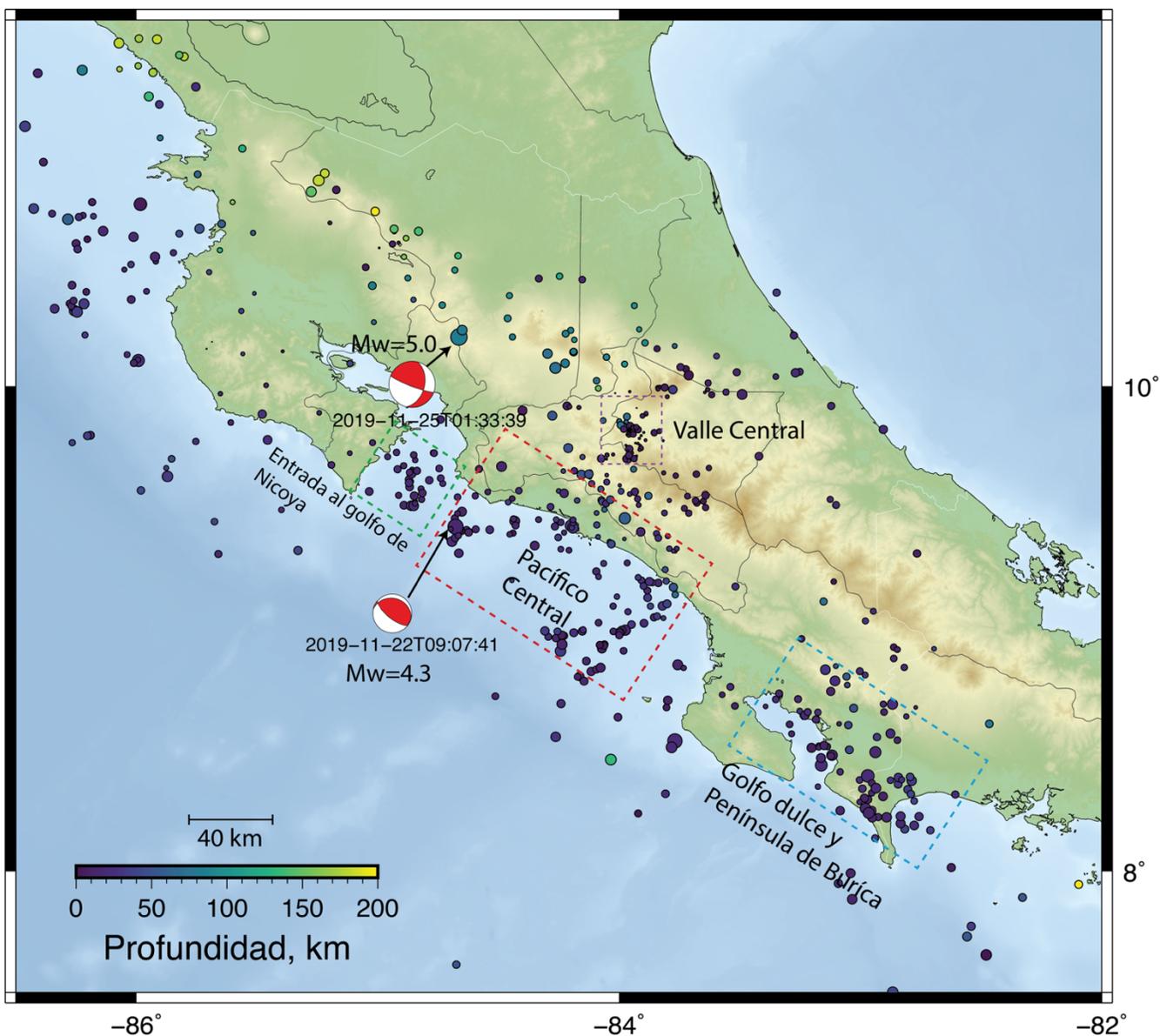


Figura 2. Mapa con la distribución espacial de la actividad sísmica (círculos) en Costa Rica durante noviembre del 2019. El tamaño y el color de los círculos representa la magnitud y la profundidad del evento sísmico. Los recuadros punteados destacan las regiones sísmicamente más activas del mes. Los mecanismos focales o bolas de playa muestran la geometría de ruptura de las fallas que generaron dos de los sismos con magnitudes mayores o iguales a 4.0 y reportados como sentidos al OVSICORI-UNA en las zonas destacadas

2.1.1. Sismicidad en la entrada al golfo de Nicoya, Jaco y Esterillos de Puntarenas.

Tal y como es característico en esta región, durante el mes de noviembre también se presentó una abundante microsismicidad. Eventos con magnitudes locales que van desde $M_l=0$ hasta $M_l=3.5$ son continuamente generados en pequeños parches o secciones de falla a lo largo de la interfaz donde la placa del Coco se subduce por debajo de la placa del Caribe y la microplaca de Panamá. El proceso de subducción en esta zona es dominado por la inmersión de montañas submarinas y rugosidades en la placa del Coco, las cuales contribuyen con la variabilidad en las propiedades mecánicas de la zona sismogénica y la distribución de las áreas efectivas de contacto elástico, donde los terremotos son generados. Durante este mes, destaca la ocurrencia del sismo ocurrido el día 22 a las 15:07:41, hora local, con una magnitud momento sísmico (M_w) de 4.3. De acuerdo con la solución de la inversión del tensor de momento sísmico (figura 3), la profundidad del centroide fue de 17 km, ubicándose justo en la interfaz entre la placa del Coco y la placa del Caribe. El mecanismo focal (MF) o bola de playa para este evento es de tipo inverso debido al sistema de fuerzas compresivas generadas por el proceso natural de subducción que ocurre en el área. Este sismo fue reportado como sentido al OVSICORI-UNA por pobladores de Jacó de Puntarenas, San José, Aserrí, Lagunilla de Heredia y Cartago.



Mecanismos focales (MFs) o bolas de playa:

El MF, permite hacer una evaluación de primer orden sobre la geometría y cinemática de ruptura de una falla, además permite estudiar el estado o distribución de esfuerzos local y regional en la corteza.

El cálculo de MFs es esencial para poder hacer una caracterización completa de la fuente sísmica y generar más y mejores protocolos de riesgo y amenaza sísmica.

18.6 km al Suroeste de Jaco de Puntarenas.
 Día y hora: 2019-11-22T09:07:41 UTC.
 © OVSICORI-UNA

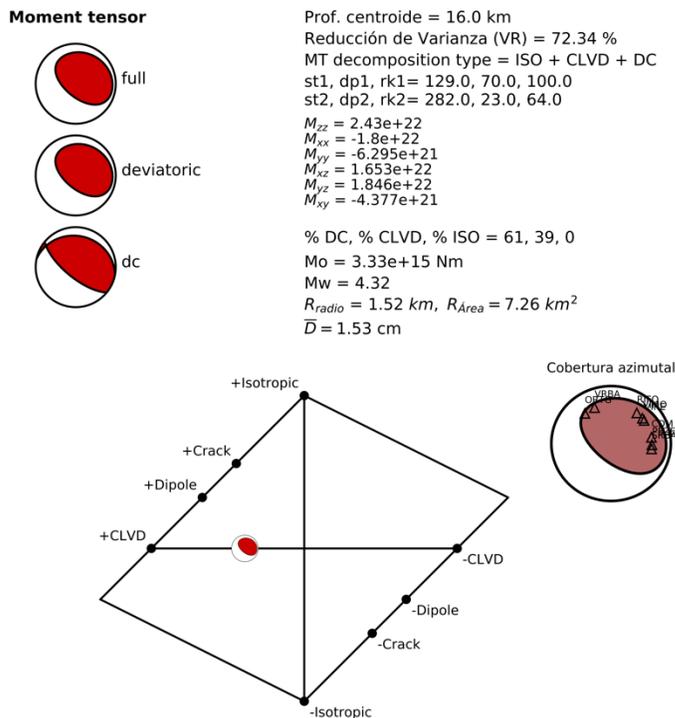


Figura 3. Solución de la inversión del tensor de momento sísmico para el evento generado el día 22 de noviembre a las 15:07:41 pm, hora local, 18.6 km al Suroeste de Jaco de Puntarenas. En la figura se muestra el mecanismo de ruptura (bola de playa) con geometría inversa. Este sismo fue generado a lo largo de la interfaz entre la placa del Coco y la placa del Caribe.

La entrada al golfo de Nicoya, así como el área frente a las costas de Jacó y Esterillos destacan entre las regiones sísmo-tectónicas más activas del país. Generalmente, en estas zonas la actividad sísmica está dominada por micro-sismicidad, eventos con magnitudes locales entre 0 y 3.5, localizados principalmente a lo largo de la interfaz entre la placa oceánica del Coco y la placa continental del Caribe a profundidades de entre 17 a 30 km.

Sin embargo, debido a una alta heterogeneidad geométrica, impuesta por la subducción de montañas submarinas y rugosidades en la placa del Coco, así como en las propiedades de fricción y reología del material que se subduce, abundante micro-sismicidad ocurre también a lo largo de pequeñas fallas ubicadas en las montañas submarinas, en la placa superior y también en el interior de la placa del Coco. Esta zona tiene también el potencial para generar sismos de magnitud intermedia (M4.5 – M6.0) con relativa frecuencia, sin embargo, las regiones efectivas de acoplamiento elástico son relativamente pequeñas y débiles, generando abundante microsismicidad prácticamente durante todo el año.

Observaciones geofísicas recientes utilizando instrumentación tanto sísmológica como de GPS han demostrado la existencia de cambios en las propiedades de fricción a lo largo de la interfaz, justo en esta zona. Además de generarse abundante microsismicidad y sismos de magnitud intermedia, **deslizamiento lento o asísmico** ocurre aproximadamente cada dos años o menos.



Sismos repetidos o gemelos:

Eventos repetidos son sismos con formas de onda idéntica que ocurren en tiempos distintos. Una alta similitud en las formas de onda es indicativo de que los eventos son generados en el mismo parche o sección de falla la cual está siendo cargada elásticamente por deslizamiento asísmico

Un total de 23 familias de sismos repetidos (descubiertas recientemente por el OVSICORI-UNA) con un periodo de retorno de aproximadamente un año o menos (figura 4), son evidencia de los cambios en las propiedades mecánicas del material a lo largo del canal de subducción y de fallas localizadas en las montañas submarinas que se subducen en esta zona.

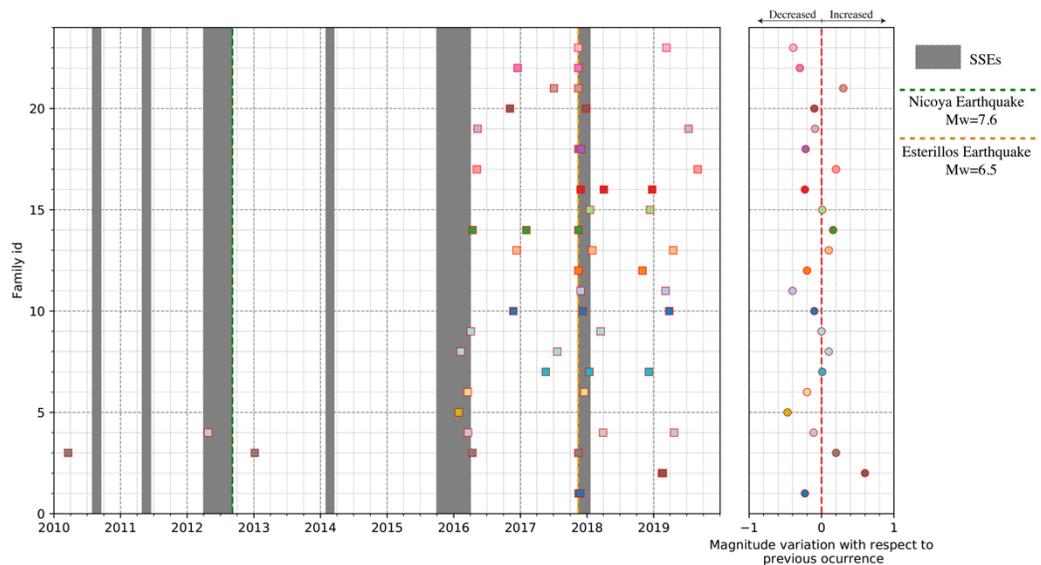


Figura 4. Distribución temporal de las familias de sismos repetidos continuamente generadas a lo largo de la entrada al golfo de Nicoya y el Pacífico central de Costa Rica y que evidencian una alta heterogeneidad en las propiedades mecánicas de las múltiples fallas activas en la zona.

2.1.2. Sismicidad en el Golfo dulce y la Península de Burica

Durante este mes de noviembre, la actividad sísmica ocurrida en la península de Burica y en particular en los alrededores de la zona de corredores de Puntarenas corresponde con réplicas del sismo de Corredores, $M_w=6.3$, del 26 de junio, ocurrido a las 05:23:47 hora UTC. El OVSICORI-UNA ha localizado alrededor de 3000 réplicas con magnitudes locales entre -1 y 5.0, que en general marcan un plano aparente de falla con orientación NW-SE y delimitan el área de ruptura del sismo principal.

La relocalización por doble diferencia de la sismicidad en la Península de Burica desde el 26 de junio hasta finales de noviembre a se observa en la figura 5, donde se muestra un mapa además de 7 secciones transversales (o perfiles) que destacan la sismicidad a lo largo de las líneas C-C', V-V' y D-D' en el golfo dulce, O-O', S-S', I-I' y H-H' a lo largo de la Península de Burica. En la figura también se incluyen los mecanismos focales que representan la geometría de ruptura general en cada grupo de sismicidad.

La sismicidad generada en esta zona durante el mes de noviembre no difiere de la actividad sísmica que ocurrió en la región posterior al sismo de Corredores de Puntarenas y que por lo tanto ha sido descrita en informes mensuales anteriores.

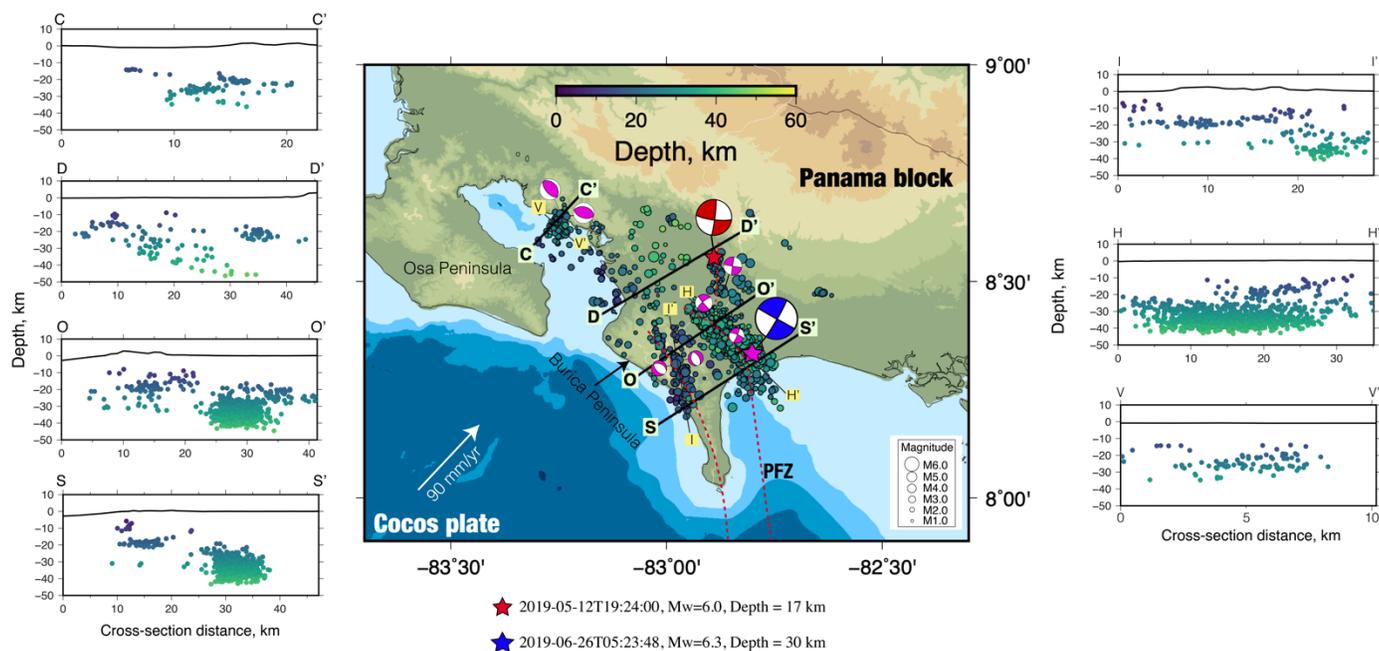


Figura 5. Distribución espacial de la sismicidad a lo largo de la Península de Osa y Burica en Puntarenas. En la figura se muestra un mapa con la ubicación hipocentral de la actividad sísmica en el área, después de ser relocalizada mediante el uso de algoritmos de doble diferencia. En el mapa, el color de los círculos indica la profundidad de la sismicidad. Se presenta también, tres secciones transversales con la profundidad de los sismos en función de la distancia a lo largo de las líneas sólidas de color negro.

2.1.3. Sismicidad en el Valle Central de Costa Rica

Tal y como se observa en la figura 2, en el mes de noviembre la actividad sísmica en el Valle Central se concentró principalmente en la provincia de Cartago. Sismos de baja magnitud ($M_l < 3.0$) pueden ser percibidos por la población cuando su profundidad es somera y la liberación de esfuerzos es considerable. Generalmente, este tipo de sismos no ocasionan algún tipo de daño (material y/o humano), pero pueden alarmar y generar preocupación, principalmente entre la población más cercana a las regiones epicentrales. La respuesta de las edificaciones en el Valle Central ante la ocurrencia de un sismo depende, además de la geología del medio, de aceleración del suelo. La aceleración de la corteza es excitada principalmente por la radiación de alta frecuencia que es emitida por la fuente sísmica, las cuales, a su vez, dependen de la energía potencial elástica almacenada y eventualmente liberada con la ocurrencia del terremoto.

Un total de 96 microsismos con magnitudes no mayores a 2.5 y con profundidades relativamente someras (< 10 km) fueron generados justo por debajo del cantón de San Isidro (figura 6), a lo largo de una falla local con rumbo aparente NE-SO. Esta microsismicidad ocurrió ~ 8.33 días después de la actividad sísmica generada al sureste de Orosi (panel derecho en figura 6), con la ocurrencia del sismo de magnitud, $M_w=4.2$, del 9 de octubre a las 06:18:28, hora UTC (12:18:28 am, hora local).

La generación de actividad sísmica a lo largo de diferentes fallas locales someras en el Valle Central, incluyendo a la provincia de Cartago, responde al proceso de normal de relajación de esfuerzos que han sido acumulados a lo largo del tiempo en dichas fallas. Tal proceso es muy consistente con la deformación regional impuesta sobre la zona corte en la cual se encuentra inmerso el Valle Central de Costa Rica.

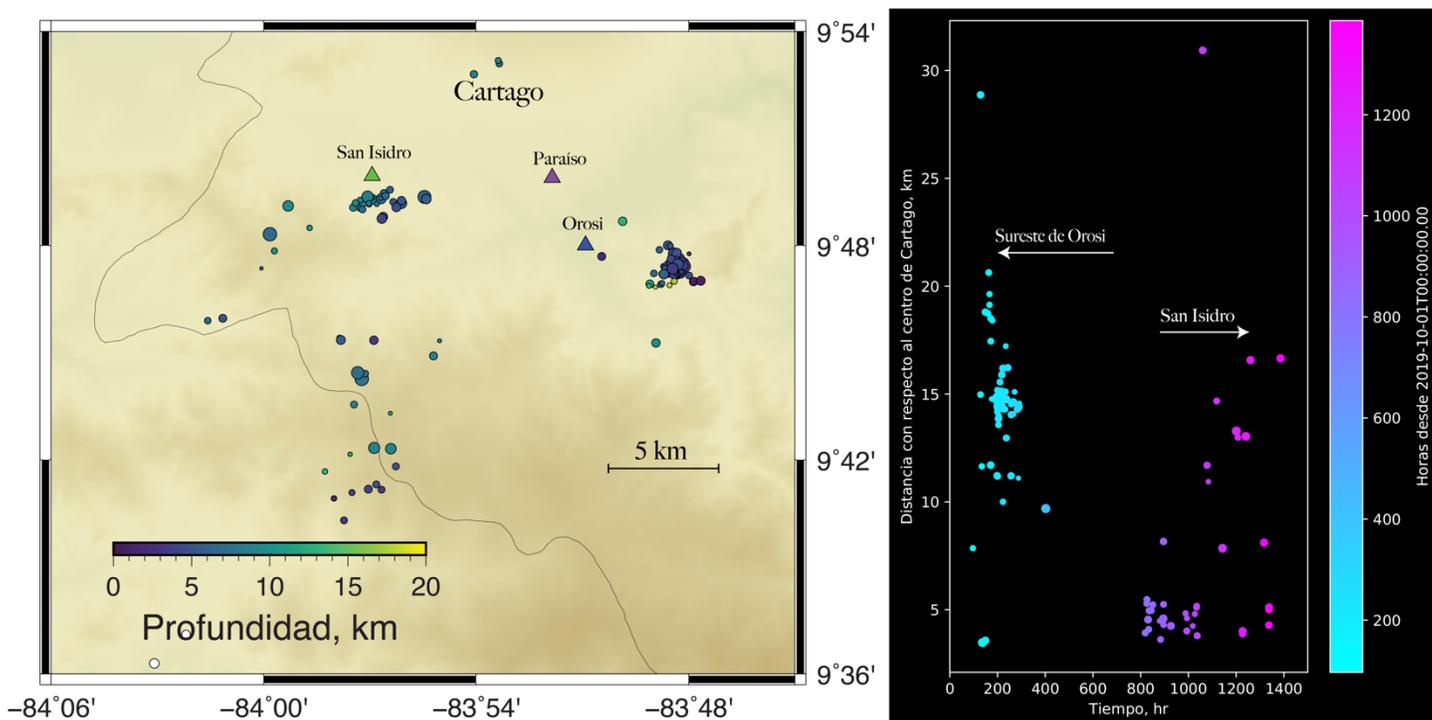


Figura 6. Distribución espacio temporal de la actividad sísmica en la provincia de Cartago durante los meses de octubre y noviembre del 2019. El panel de la izquierda muestra el mapa con la ubicación espacial de la microsismicidad. El panel derecho muestra la distribución en el tiempo de la microsismicidad a partir del 1 de Octubre del 2019 y con respecto a la ubicación del cantón central de la provincia de Cartago.

Tabla 1. Sismos reportados como sentidos al OVSICORI-UNA durante el mes de noviembre del 2019

Día	Hora local	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud	Ubicación
20191103	08:42:00	9.9663	-83.4906	12	3.2	14 km al Sur de Siquirres
20191104	22:37:00	9.9183	-84.2167	7	2.6	2.5 km Sur Este de Brasil de Mora
20191105	17:11:00	8.5329	-83.7721	21	4.6	10 km Sur Oeste de San Pedrillo de Osa 4 km Sur Este de Finca La Central.
20191106	07:52:00	9.9942	-83.811	5	2.6	Turrialba
20191106	20:11:00	10.0742	-84.2639	74	3.7	2 km oeste de San Pedro de Poás
20191109	03:59:00	9.8999	-84.4005	6	2.9	7 km Nor Oeste de Barbacons de Puriscal
20191122	03:07:42	9.4216	-84.6779	16	4.3	22 km SSW de Jacó, Puntarenas
20191124	19:33:39	10.2022	-84.6692	82	5.4	15 km NE de Miramar de Puntarenas 2 km al sureste del Tejar del Guarco,
20191125	11:37:00	9.8312	-83.9289	4	2.1	Cartago
20191125	11:59:00	9.8102	-83.9418	4	2	3 km al sur de San Isidro de El Guarco de Cartago
20191125	12:04:00	9.802	-83.9402	4	2	4 km al sur de San Isidro de El Guarco de Cartago