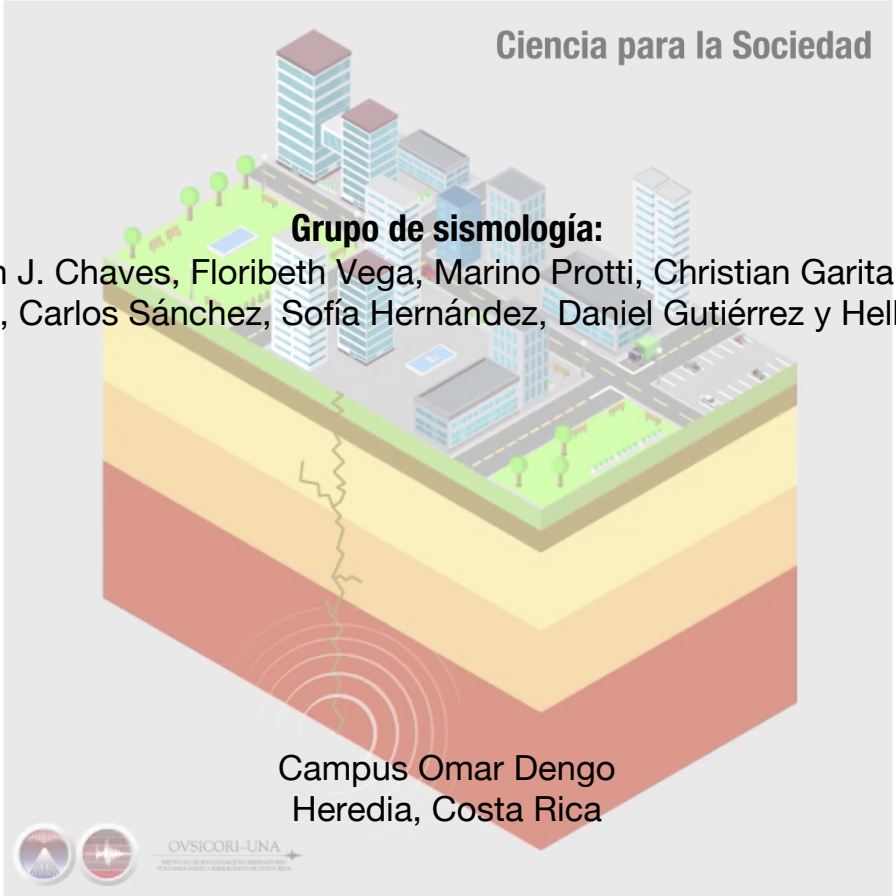
Boletín sobre la actividad sísmica en Costa Rica durante los meses de agosto y setiembre del 2019

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica
OVSICORI

Universidad Nacional



Grupo de sismología:
Esteban J. Chaves, Floribeth Vega, Marino Protti, Christian Garita, Walter Jiménez, Carlos Sánchez, Sofía Hernández, Daniel Gutiérrez y Hellen Solís

Campus Omar Dengo
Heredia, Costa Rica

Resumen general

El Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, adscrito a la Universidad Nacional, opera la red de instrumentación sismológica de banda ancha más densa de Latinoamérica con el fin de monitorear la actividad sismotectónica y volcánica del país (Figura 1). Durante los meses de agosto y setiembre del 2019, esta red, compuesta por 70 estaciones "state-of-the-art", localizó un total de 1505 sismos en los límites del territorio nacional con magnitudes que oscilaron entre -1.0 y 5.2 (Figura 2). 40 eventos con magnitudes que van desde 2.3 hasta 5.2 fueron reportados como sentidos al OVSICORI-UNA. La tabla 1 al final de este boletín muestra la magnitud y ubicación de los sismos sentidos durante los meses de agosto y setiembre.

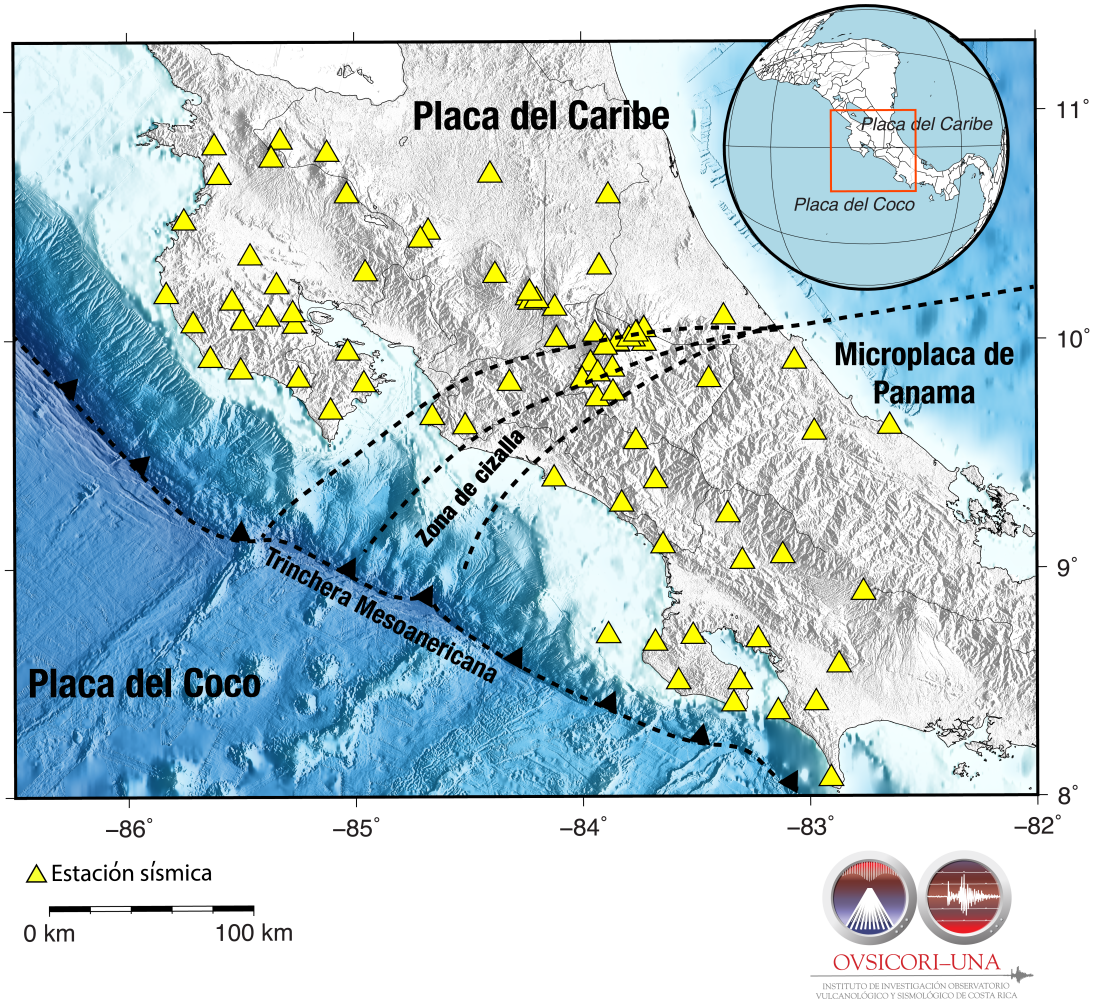


Figura 1. Distribución espacial de la red sísmica de banda ancha (triángulos de color amarillo) del OVSICORI-UNA.

La distribución espacio-temporal de la actividad sísmica en Costa Rica durante los meses de agosto y setiembre 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. Junto a esta figura se presenta un histograma, con la cantidad de sismos localizados mensualmente por el OVSICORI-UNA. En el histograma, el color de las columnas es representativo de un rango de magnitud determinado. Con casi 150 sismos por encima del mes de setiembre, agosto se proyecta como el mes sísmicamente más activo del año. Durante estos dos meses, las regiones del **Valle Central, el Pacífico Central y Sur, la entrada al golfo de Nicoya, así como la Península de Burica destacan como las regiones sísmicamente más activas del país.**

A continuación, se ofrece una descripción detallada de las principales fuentes o regiones sísmicamente activas durante estos dos meses en Costa Rica.

Datos generales del mes de agosto

Un total de 843 sismos fueron localizados por la red sismográfica del OVSICORI-UNA durante el mes de agosto. El día más activo fue el 22, con un total de 43 sismos (Panel superior de la figura 3). Durante este mes, el evento de mayor magnitud (magnitud local, Ml) fue de 5.23, ocurrido el día 28 a las 23:17:22, hora UTC. Este sismo se ubicó 15 km hacia el Suroeste de Paso Canoas y fue reportado al OVSICORI-UNA como fuertemente sentido por la población en los alrededores de Paso Canoas, Cuidad Neily, Rio Claro, Golfito, Pérez Zeledon, David en Panamá y también levemente sentido en el Valle Central. La solución del tensor de momento sísmico para este evento (Figura 4) muestra un fallamiento de tipo transcurrente, con una profundidad del centroide (región donde se libera la mayor cantidad de momento sísmico) de 34 km. Dada la geometría de la falla causante (strike=139; 230, dip=86; 76, rake=-14; -176) y la ubicación del centroide, este evento fue generado a lo largo de la zona de fracturas de Panamá, en su proceso de subducción por debajo de la microplaca de Panamá.

Datos generales del mes de setiembre

Durante setiembre, el OVSICORI-UNA localizó un total de 662 sismos. Sin embargo, nos encontramos trabajando en la completitud del catálogo para este mes, por lo que el número de eventos aumentará considerablemente. El panel inferior de la figura 3 muestra un histograma con

la cantidad de sismos localizados diariamente. El día sísmicamente más activo fue el 3, con un total de 58 sismos. El evento de mayor magnitud (magnitud local, Ml) fue de 5.0, ocurrido el día 18 a las 11:23:25, hora UTC. Este sismo se ubicó 20 km hacia el Sur de Quepos, Puntarenas y fue ampliamente reportado como sentido al OVSICORI-UNA por la población del Valle Central. La solución del tensor de momento sísmico para este evento (Figura 5) muestra un fallamiento de tipo inverso (strike=146; 307 , dip=52; 40, rake=102; 75), con una profundidad del centroide de 33 km. Dada la geometría de la falla causante y la ubicación del centroide, este evento fue generado en el interior de la placa del Coco debido a la deformación impuesta por el proceso normal de subducción que ocurre frente a la costa Pacífica de Costa Rica.

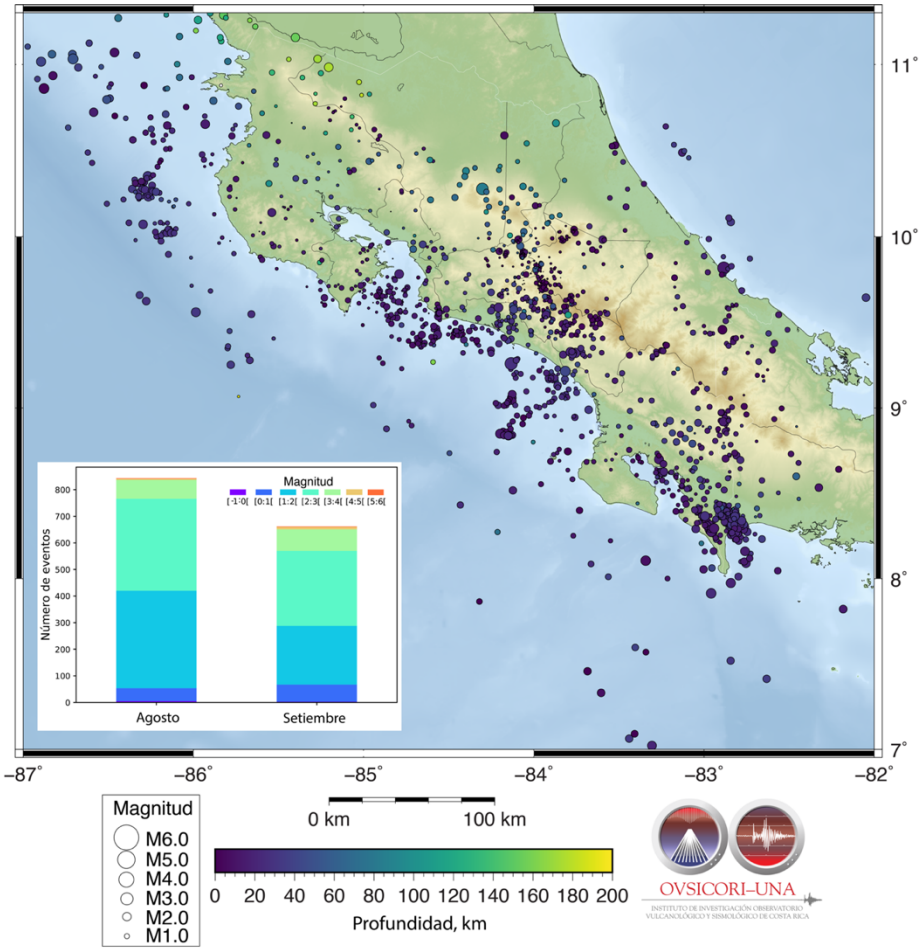


Figura 2. Mapa con la distribución espacial de la actividad sísmica (círculos) en Costa Rica durante los meses de agosto y setiembre del 2019. El tamaño y el color de los círculos representa la magnitud y la profundidad del evento sísmico. En el recuadro interior se muestra un histograma con la cantidad total de eventos localizados durante el mes de agosto y setiembre del 2019.

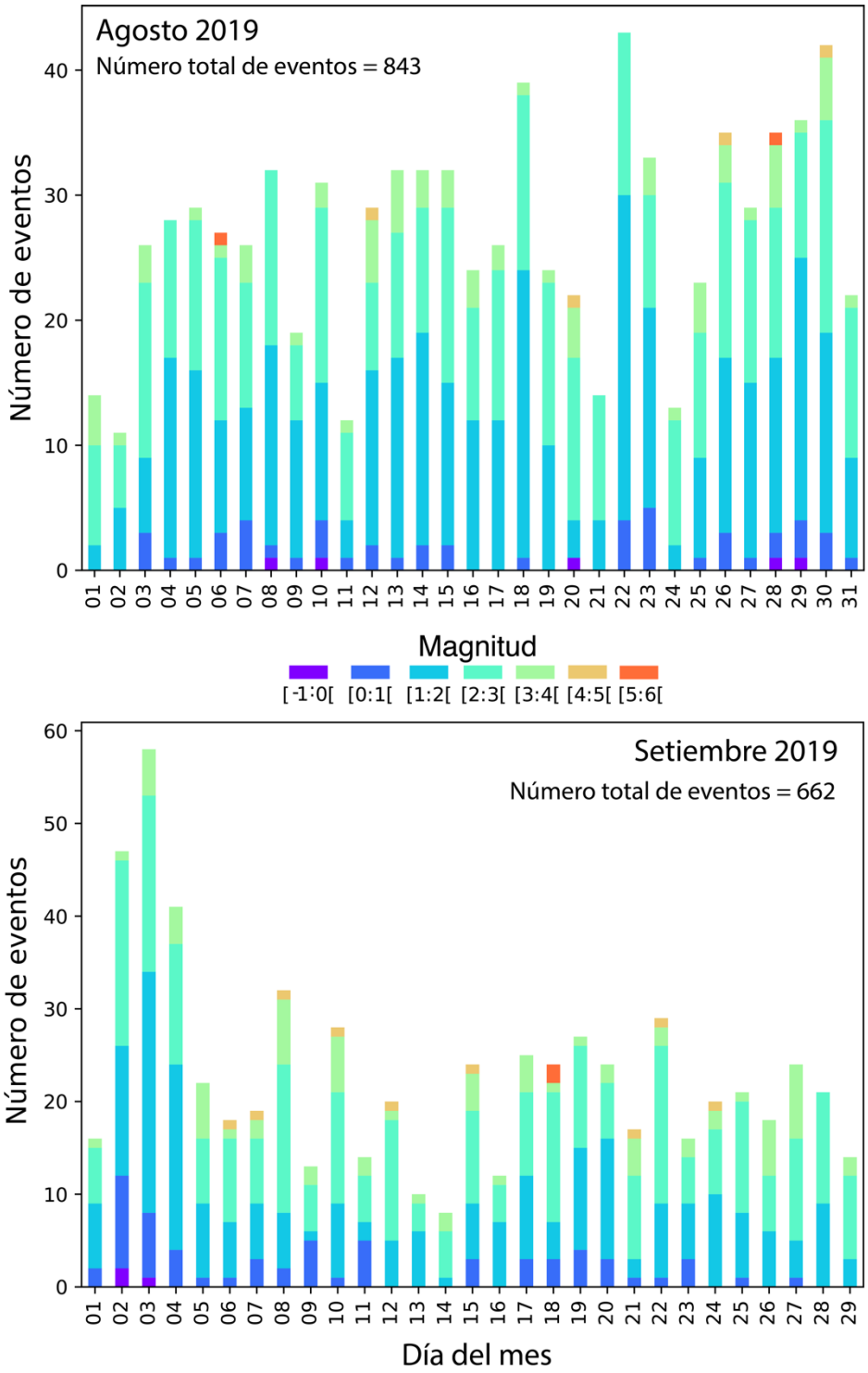


Figura 3. Histograma mostrando la distribución temporal (número de eventos en función día del mes) de la actividad sísmica en Costa Rica para los meses de agosto (panel superior) y setiembre (panel inferior) del 2019. El color de las barras indica el rango de magnitud de los sismos localizados.

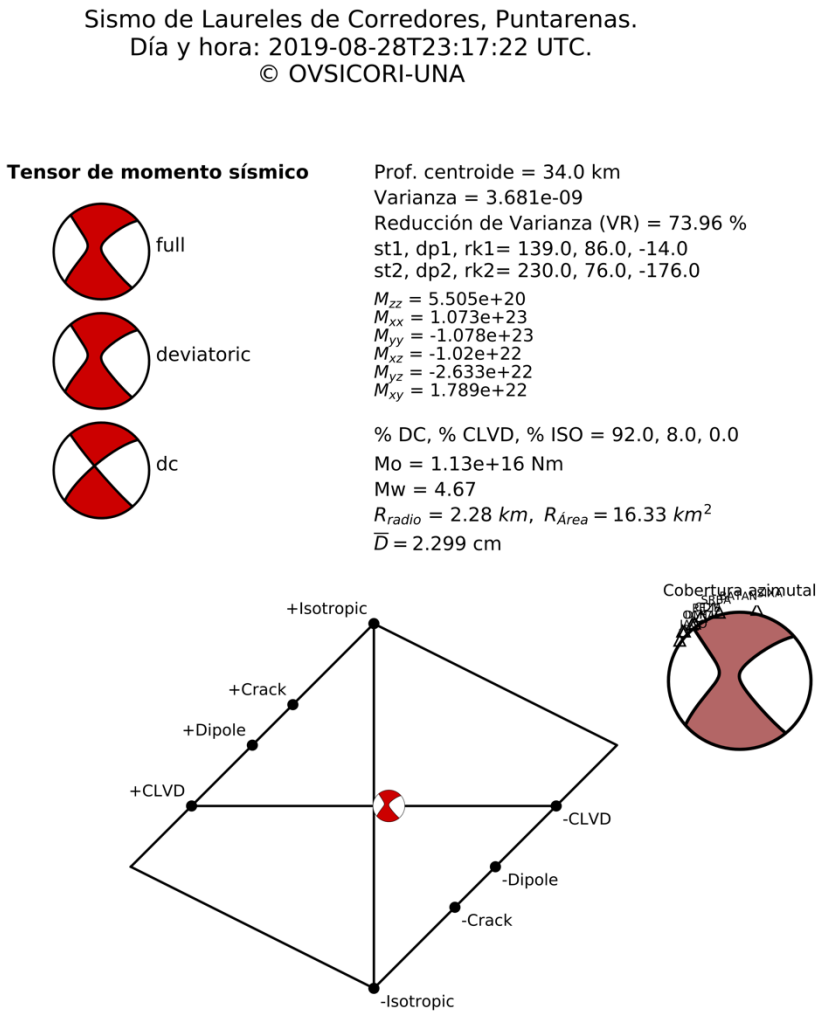


Figura 4. Solución de la inversión del tensor de momento sísmico para el sismo del 28 de agosto del 2019, Mw=4.67 (Ml=5.20), a las 23:17, hora UTC. En la figura se muestra la geometría del tensor y los parámetros de la fuente sísmica.

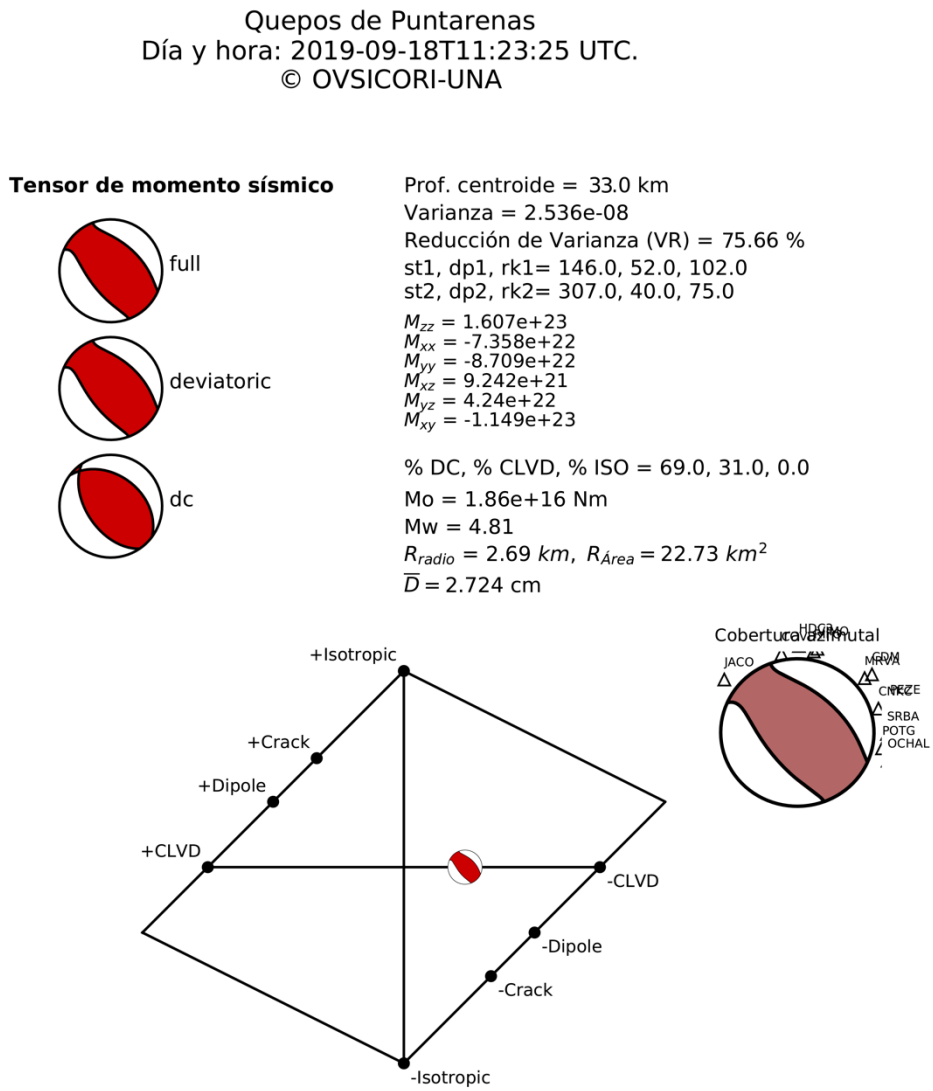


Figura 5. Solución de la inversión del tensor de momento sísmico para el sismo del 18 de setiembre a las 11:23:25, hora UTC, Mw=4.81 (Ml=5.0). En la figura se muestra la geometría del tensor y los parámetros de la fuente sísmica.

Descripción de las regiones sísmicamente más activas del país durante los meses de agosto y setiembre del 2019

I. El Valle Central

Tal y como se observa en la figura 2, durante estos dos meses destaca una abundante microsismicidad a lo largo del Valle Central. Sismos de baja magnitud (Ml < 3.5) 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.

Actualmente, el OVSICORI-UNA se encuentra trabajando en la caracterización del potencial sísmico de las fallas activas distribuidas a lo largo del Valle Central de Costa Rica, el cual alberga alrededor del 70% de la población costarricense. El Gran Área Metropolitana (~ 2044 km^2) por ejemplo, es la región más urbanizada y económicamente activa del país, donde convergen hospitales, escuelas, edificios y complejos residenciales. Debido a la alta densidad urbanística, es prácticamente imposible poder reconocer visualmente, a partir de imágenes aéreas o bien en el campo, la traza y/o geometría de la mayoría de las fallas activas que se ubican a lo largo de esta región. La microsismicidad y el estudio de su fuente sísmica, es entonces, fundamental para poder caracterizar la complejidad sismo-tectónica del Valle Central (la distribución y extensión de las fallas sísmicas) y hacer una mejor evaluación del potencial y riesgo sísmico con el propósito de crear ciudades más seguras.

Un total de 411 microsismos con magnitudes locales entre 0.0 y 3.50 han sido localizados únicamente en el Valle Central del país por la red sismográfica del OVSICORI-UNA durante este año. La figura 6 muestra la distribución hipocentral (relocalizada utilizando algoritmos de doble diferencia) de la sismicidad desde enero del 2019 hasta la fecha. En general, la sismicidad se

encuentra localizada en 9 cúmulos o grupos de eventos bastante bien diferenciados. En la figura, llamamos a estos grupos como C1-9, respectivamente. Se muestra además el mecanismo de ruptura (mecanismo focal, MF, o bola de playa) para el evento de mayor magnitud (Ml≥2.5) en cada uno de estos grupos de sismicidad, calculado mediante la polaridad de los primeros arribos de la Onda P y el uso de herramientas de aprendizaje automático de máquinas desarrolladas en el OVSICORI-UNA. El MF, permite hacer una evaluación de la geometría y cinemática de ruptura de una falla, además permite estudiar el estado o distribución de esfuerzos local y regional. 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.

Los MFs mostrados en la figura 6 exhiben de manera muy consistente una geometría de tipo corrimiento de rumbo, un tipo de fallamiento que tiene un desplazamiento principalmente horizontal y muy consistente con el régimen de esfuerzos regional impuesto sobre la zona corte en la cual se encuentra inmerso el Valle Central de Costa Rica.

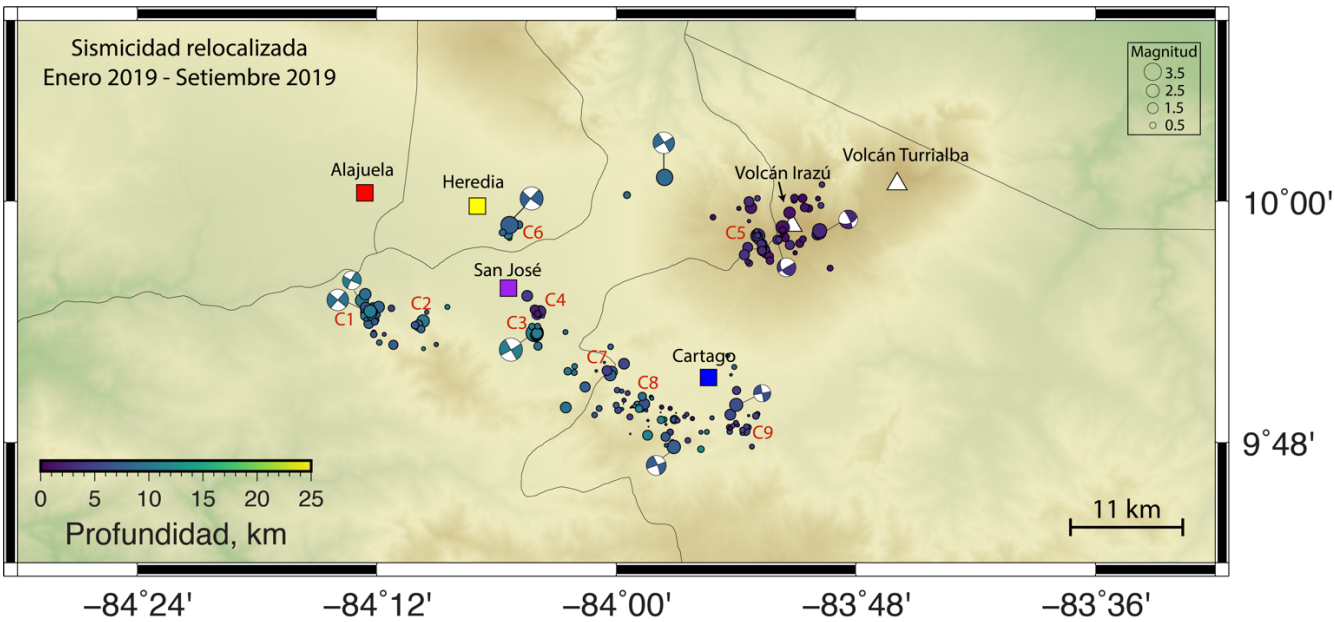


Figura 6. Mapa mostrando la relocalización por doble diferencia de la actividad sísmica (círculos) a lo largo del Valle Central desde enero hasta finales del mes de setiembre del 2019. El color y tamaño de los círculos corresponde con la profundidad y magnitud del evento respectivamente. Los cantones centrales de las provincias de Alajuela, Heredia, San José y Cartago se indican con cuadros.

I. I. El sismo de Desamparados de San José

El sismo de magnitud Ml=3.2, del 25 de agosto a las 01:37:38, hora UTC, ubicado en Desamparados de San José (Cúmulo C3 en la figura 6), es un ejemplo claro de la importancia de la microsismidad para la caracterización de los parámetros de fuente sísmica con el propósito de mejorar el entendimiento de los procesos tectónicos en una región tan compleja y densamente urbanizada y poblada, que de otra forma no podría ser evaluada en el campo. Este evento tuvo una profundidad de 9.2 km, ocurrió en uno de los cantones más poblados de la provincia de San José (Figura 7) y fue ampliamente percibido por la población del Valle Central. A pesar de ser un evento de baja magnitud generó una caída de esfuerzos de 11 MPa, tal y como lo muestra el análisis de la fuente sísmica en la figura 8, una caída de esfuerzos lo suficientemente grande como para generar sacudidas moderadas en superficie.

Figura 7. Epicentro (pin de color amarillo) del sismo de Desamparados de San José, Ml=3.2, del 25 de agosto del 2019 a las 01:37:38, hora UTC.

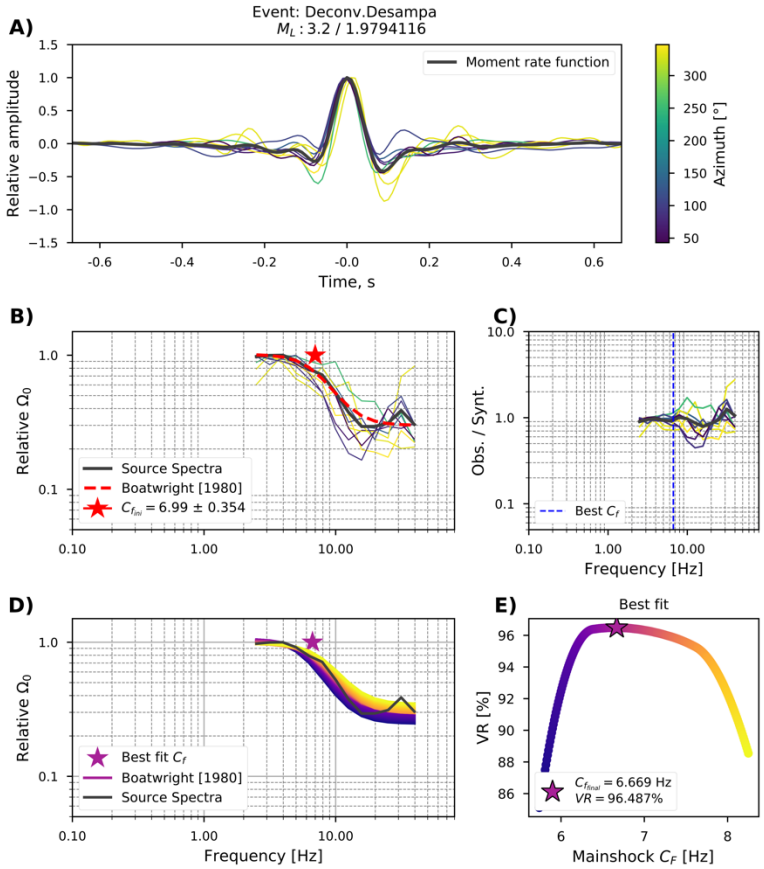


Figura 8. Fuente sísmica y caída de esfuerzos (11 Mpa) calculada para el sismo de Desamparados de San José, Ml=3.2, del 25 de agosto del 2019 a las 01:37:38, hora UTC.

I. II. El sismo de Santo Domingo de Heredia

El 15 de setiembre a las 23:22:16, hora UTC, ocurrió un sismo con una magnitud local de 3.20 a 7.5 km de profundidad (C6 en la figura 6). El epicentro de este sismo se ubicó en Santo Domingo en la provincia de Heredia, justo por debajo de una zona densamente poblada y urbanizada, en donde es prácticamente imposible identificar mediante imágenes aéreas o trabajo de campo, algún tipo de evidencia que permita caracterizar la traza de una falla activa (Figura 9). Este sismo fue ampliamente reportado como sentido al OVSICORI-UNA por la población del cantón de Santo Domingo y central de Heredia. A las 23:07:39, hora UTC, 15 minutos antes del evento principal, un sismo con magnitud Ml=1.6 ocurrió en esta misma zona, a una profundidad similar. Este microsismo es un antecesor del evento principal. Un total de 4 réplicas fueron localizadas por la red sismográfica del OVSICORI-UNA posterior a la ocurrencia del sismo de

Santo Domingo, Ml=3.20. El cálculo del mecanismo focal para este evento muestra que se trata de una falla con corrimiento de rumbo, una cinemática de deslizamiento consiste con el régimen de esfuerzos en el Valle Central del país, tal y como se mencionó anteriormente.

En el OVSICORI-UNA enfatizamos en que la caracterización sismo-tectónica de la microsismicidad que ocurre en esta zona, al igual que en el resto de la GAM es crucial para el desarrollo de edificaciones y en general, ciudades más seguras.

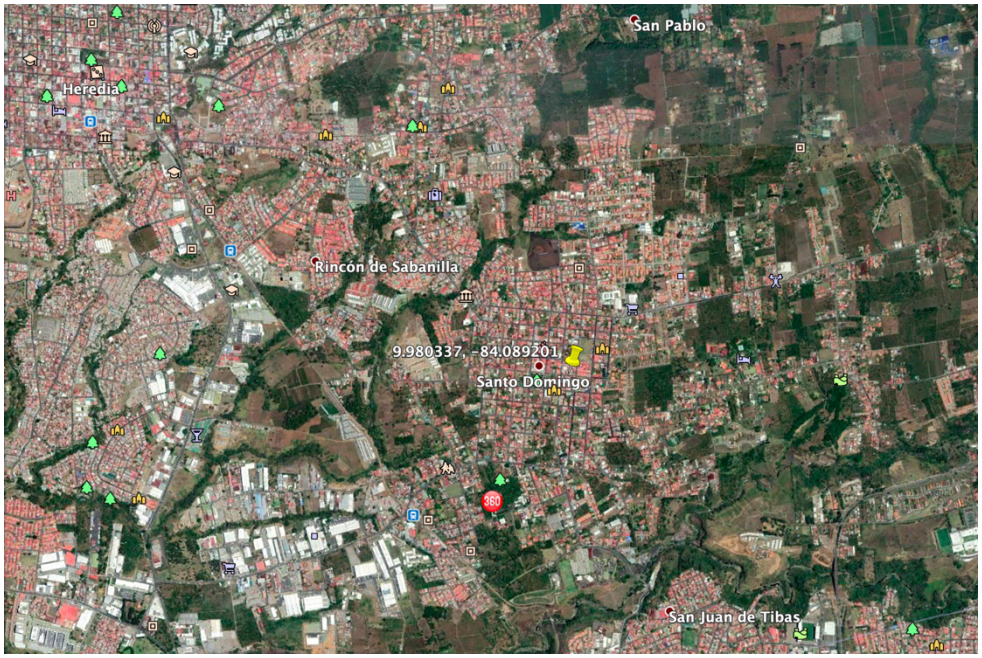


Figura 9. Epicentro (pin de color amarillo) del sismo de Santo Domingo de Heredia, Ml=3.2, del 15 de setiembre del 2019 a las 23:22:16, hora UTC.

II. El Pacífico Central y el Pacífico Sur

La actividad sísmica a lo largo del Pacifico central y sur del país, principalmente frente a las costas de Esterillos y Uvita de Puntarenas (Figura 2), se caracterizó por tener magnitudes locales (Ml) que oscilan entre -1 y 5.0, y cuya profundidad no supera los 35 km. En su mayoría, esta sismicidad se da a lo largo de la interfaz donde la placa oceánica del Coco se subduce por debajo de la placa continental del Caribe y la microplaca de Panamá en una zona muy particular, donde existe una alta complejidad geométrica debido a la subducción de montañas submarinas y

rugosidades de la placa oceánica del Coco. A lo largo de esta región central y sur del país, las fuentes sísmicas se encuentran localizadas en asperezas relativamente débiles que descargan esfuerzos de manera muy frecuente y de forma muy compleja debido a la heterogeneidad intrínseca del medio.

III. La entrada al Golfo de Nicoya

La entrada al golfo de Nicoya destaca como una de las zonas regiones sismotectónicas más activas del país durante los meses de agosto y setiembre de este año (Figura 2). Generalmente, en esta región la actividad sísmica tiene un comportamiento de tipo enjambre, dominado por micro-sismicidad, eventos con magnitudes locales entre 0 y 3.5, localizados a lo largo de la interfaz entre la placa oceánica del Coco y la placa continental del Caribe a profundidades de entre 20 a 35 km. Observaciones geofísicas, utilizando instrumentación tanto sismológica como de GPS han demostrado la existencia de cambios en las propiedades de fricción en la interfaz a lo largo de la trinchera mesoamericana en la península de Nicoya. Albergando no sólo actividad sísmica de gran magnitud, como el pasado terremoto de Nicoya, M_W=7.6, del 5 de Setiembre del 2012 a las 08:42 am hora local, sino también terremotos lentos (sismos que tienen una duración de horas, días o meses y no generan radiación sísmica), y deslizamiento constante. A pesar de que la zona sismogénica por debajo del golfo de Nicoya no tiene la capacidad para generar sismos con magnitudes (Mw, magnitud momento sísmico) mayores a 6.9, debido a la presencia de montañas submarinas que se subducen y la heterogeneidad mecánica del medio, observaciones recientes evidencian que es justo en esta zona, junto con el área por debajo de Esterillos y Jacó, donde ocurre el mayor deslizamiento por sismos lentos.

IV. Corredores de Puntarenas y la Península de Burica

Posterior a la ocurrencia del sismo de Corredores de Puntarenas, Mw=6.3**,** del 26 de junio a las 05:23:47 hora UTC, se han generado un total de 1650 réplicas con magnitudes locales entre -1 y 5.0, que en general marcan un plano aparente con orientación NW-SE y delimitan el área de ruptura del sismo principal. Sin embargo, un análisis cuidadoso de la sismicidad y de los tensores de momento sísmico generados para los eventos de mayor magnitud en la zona, muestra una

partición del momento sísmico liberado, distribuido en dos geometrías de ruptura distintas (Protti et al., 2019. en proceso). Actualmente el grupo de sismología del OVSICORI-UNA se encuentra trabajando en este proceso para caracterizarlo de una manera robusta y los resultados serán publicados en una revista internacional con sello editorial.

En la figura 10 se presenta una observación detallada de las primeras 150 horas de la secuencia (relocalizada) de réplicas en Corredores de Puntarenas, donde se evidencia el proceso de interacción sísmica en el campo cercano mediante el cambio de esfuerzos estáticos (esfuerzos de Coulomb), generados por el deslizamiento y deformación del medio, ambos procesos inducidos por la ocurrencia del evento principal de magnitud Mw=6.3 del 26 de junio. La figura 10, muestra la distancia epicentral (relocalizada) de generación de réplicas, con respecto a la ubicación del sismo principal, en función del tiempo, a partir del tiempo de origen del sismo principal.

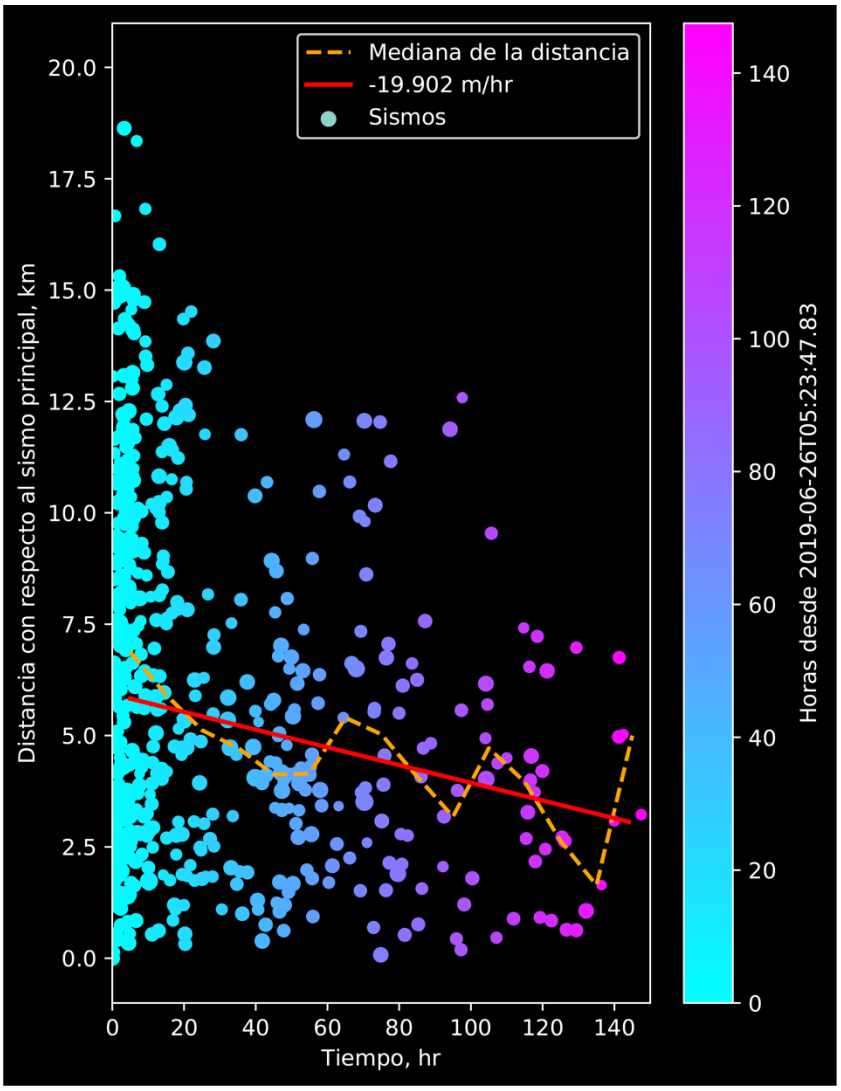


Figura 10. Distancia epicentral (relocalizada) de las réplicas del sismo de Corredores de Puntareas, Mw=6.3, del 26 de junio del 2019, con respecto al sismo principal, en función del tiempo en horas. En la figura se muestra las primeras 150 horas de la secuencia.

Cada círculo corresponde con un sismo o réplica y el color de cada evento representa el tiempo de ocurrencia en horas, a partir del tiempo de origen del sismo principal. La línea punteada de color naranja corresponde con la mediana de la distancia epicentral y la línea de color rojo representa la regresión lineal o mejor ajuste de los datos.

El cambio de esfuerzos estáticos inducido en el medio inmediatamente después de la ocurrencia de un terremoto, es el mecanismo principal encargado de la generación o inhibición de

réplicas en fallas que se encuentran en la periferia del área de ruptura del evento principal o bien, dentro del área de ruptura. Estas últimas representan secciones o parches del área de ruptura que no deslizaron durante el evento principal pero que posteriormente fueron cargadas elásticamente hasta que la fuerza de resistencia de la roca no puede sorportar los esfuerzos de corte inducidos con el deslizamiento co-sismico y post-sismico en la falla. Inmediatamente después del sismo de Corredores (Mw=6.3), las réplicas ocurren a distancias desde unos pocos metros hasta 15 km con respecto al punto de nucleación de la ruptura principal, delimitando los bordes del área de ruptura del evento. Esta observación corresponde con los parámetros de fuente sísmica calculados mediante la inversión del tensor de momento sísmico, 30 minutos después del sismo (Figura 11).

Tal y como se mencionó anteriormente, la observación de las primeras horas 10 horas de actividad sísmica en Corredores de Puntarenas (Figura 10) muestra que las réplicas generadas abarcan regiones desde unos pocos metros, con respecto a la zona de nucleación, hasta la periferia del área de ruptura del sismo principal, de unos ~15km. La distancia de generación de réplicas disminuye sistemáticamente a razón de ~19.9 m/hr (metros por hora) durante las 150 horas siguientes al sismo de Corredores (Figura 10), de manera que las secciones de falla ubicadas cada vez más en el interior de la ruptura principal y que no deslizaron durante la ocurrencia del terremoto, son las últimas en romper, justo cuando los esfuerzos de corte inducidos sobre los bordes de estas secciones de falla (tanto por el deslizamiento co-sísmico como por el deslizamiento post-sísmico) son los necesarios para vencer las fuerzas de resistencia o fricción estática.

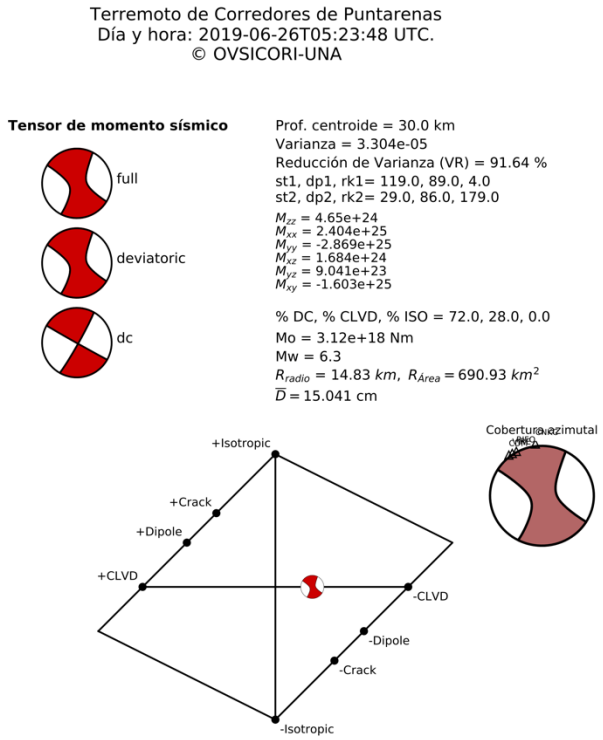


Figura 11. Inversión del tensor de momento sísmico para el sismo principal de Corredores de Puntarenas, Mw=6.3, del 26 de junio del 2019 a las 05:23:48 UTC. En la figura se muestra los parámetros de falla, entre ellos el radio de ruptura de ~15 km. Correspondiendo a la perfección con las observaciones de la figura 9.

La relocalización por doble diferencia de la sismicidad en la Península de Burica desde el 26 de junio hasta la fecha se observa en la figura 12, donde se muestra un mapa y 3 secciones transversales (o perfiles) que destacan la sismicidad a lo largo de las líneas C-C' en el golfo dulce, O-O' y S-S' a lo largo de la Península de Burica.

El perfil C-C' muestra un alineamiento principal con eventos que se ubican entre 20 y 30 km de profundidad. Esta sismicidad tiene una geometría de ruptura predominante de tipo inversa según la solución del tensor de momento sísmico para los eventos de mayor magnitud en esta región (Figura 13) y corresponde con sismicidad generada en el interior de la placa del Coco debido al proceso de subducción por debajo de la microplaca de Panamá.

A lo largo del perfil O-O' se distingue dos grupos, uno ubicado a distancias entre los 0 y 20 km, con profundidades que van desde los 10 km hasta los 30 km. Los eventos más superficiales en este grupo corresponden con sismicidad generada en la interfaz debido a la subducción de la placa del Coco por debajo de la microplaca de Panamá. Eventos por debajo de los 10 km son generados por la deformación interna de la Placa del Coco. Por el contrario, eventos ubicados por encima de los 10 km, son sismos generados en la placa cabalgante. En el interior de la microplaca de Panamá (Figura 12 y 13). El otro grupo de eventos importante en este perfil se ubica a distancias entre los 23 y 40 km, con profundidades que van desde los 25 hasta los 45 km. En su mayoría, estos eventos presentan mecanismos focales con geometría de tipo corrimiento de rumbo (Figura 13), y son generados en la porción subducida de la zona de fracturas de Panamá por debajo de la Microplaca de Panamá, aunque existen muchos eventos con mecanismos focales que presentan geometría de ruptura distinta (Protti et al., 2019. En proceso).

Similarmente, el perfil de eventos a lo largo de la línea S-S' muestra dos grupos muy bien diferenciados, separados en distancia y profundidad. La interpretación física de la fuente sismogénica para ambos grupos de eventos es similar a la descrita en el perfil O-O'. Sin embargo, al comparar los perfiles O-O' y S-S' exhibidos por los eventos ubicados a distancias entre 0 y 20 km puede verse una clara reducción de la profundidad hacia el sur de la Península de Burica. Esta variación en profundidad puede estar relacionada con los cambios en la geometría de subducción y la batimetría de la Placa del Coco.

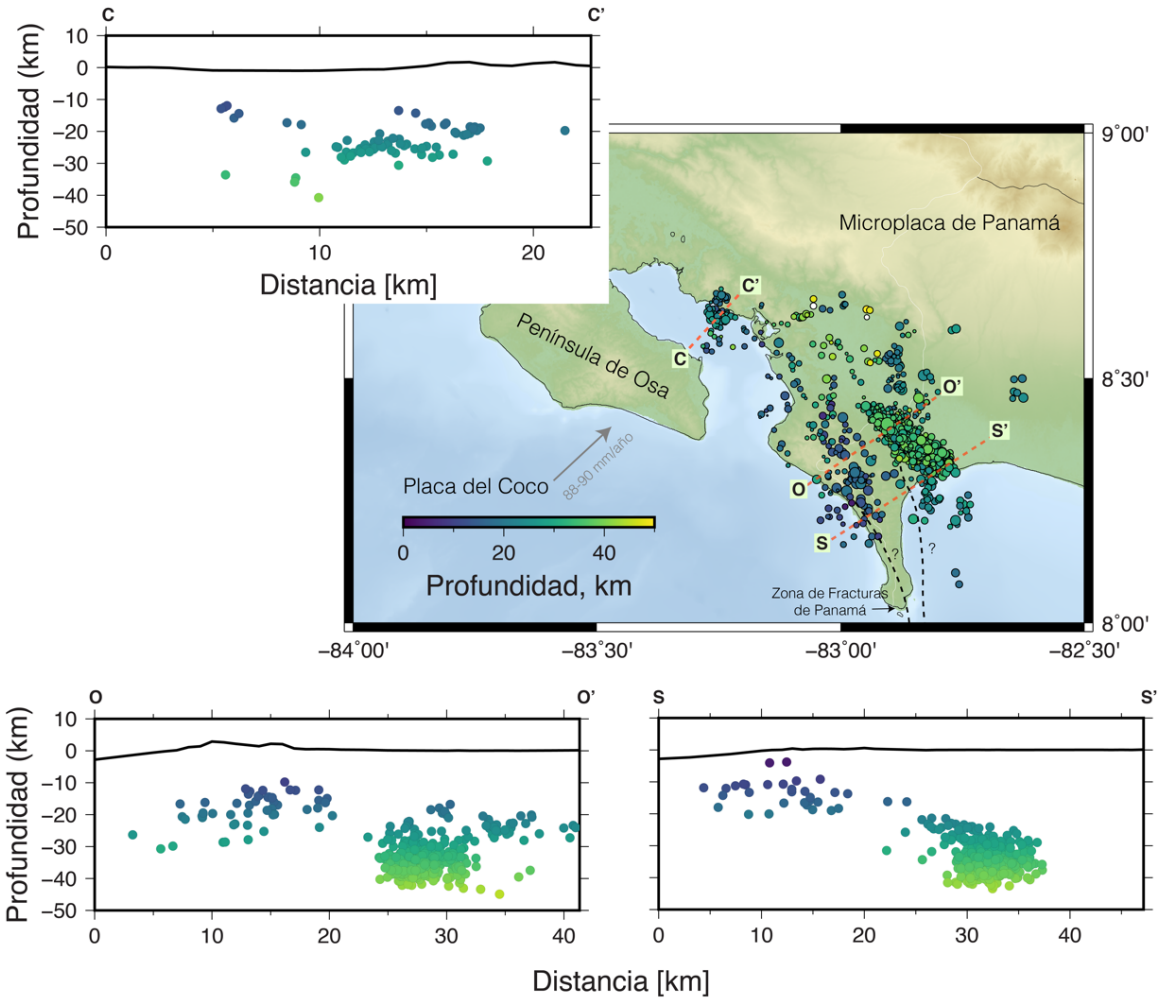


Figura 12. Distribución espacial de la sismicidad a lo largo de la Península de Osa y Burica en Puntareas. En la figura se muestra un mapa con la ubicación hipocentral de la actividad sísmica en el área, después de ser relocalizada mediante el uso de algoritmos de doble diferencia. En el mapa, el color 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 punteadas C-C', O-O' y S-S' respectivamente.

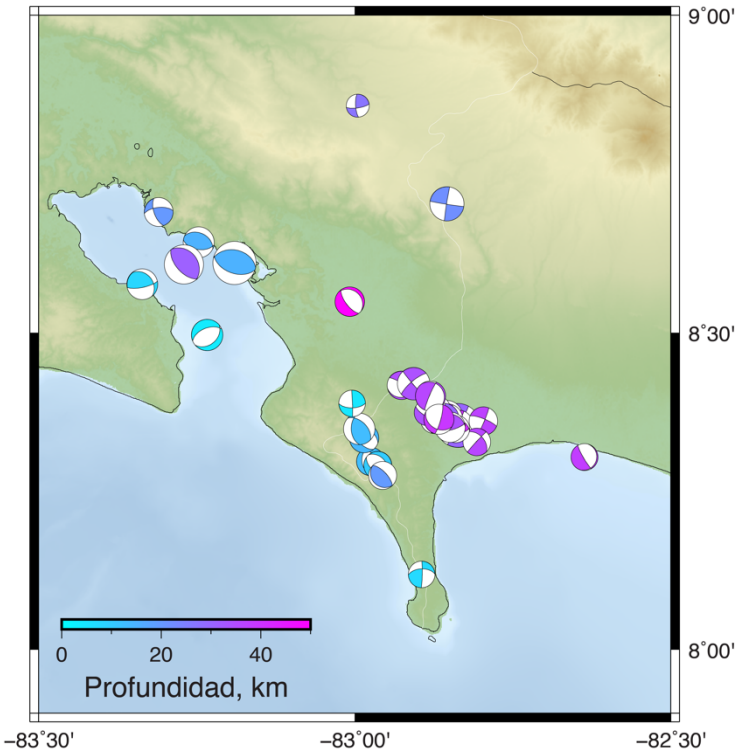


Figura 13. Mecanismos focales generados mediante la inversión del tensor de momento sísmico para los eventos de mayor magnitud presentes en las secciones transversales C-C', O-O' y S-S' de la figura 11.

Tabla 1. Sismos sentidos durante el mes de agosto y setiembre del 2019

Día	Hora UTC	Magnitud local	Profundidad (km)	Ubicación
20190801	7:24:22	3.20	72.00	Cinco esquinas de Tibas
20190803	5:55:43	3.90	24.42	15 km hacia el Sureste de Paquera, Puntarenas
20190805	10:12:00	1.20	3.00	500 metros Nor Oeste de Multicentro Desamparados
20190806	12:46:00	3.40	19.00	13 km al NE de Turrialba
20190806	15:14:00	5.10	109.00	4 km al sur de Venecia de San Carlos
20190806	19:15:00	3.20	23.00	22 km al Sur de Paso Canoas
20190807	3:52:00	3.00	10.00	20 km al Noroeste de San Isidro de Perez Zeledon
20190809	16:42:00	2.20	4.00	2 km al Noroeste de Desamparados
20190809	19:31:00	3.40	37.00	73 km al Suoeste de Nosara
20190812	6:25:00	4.10	40.00	50 km al Oeste de Matapalo
20190812	23:20:48	3.40	26.00	10 km OSO de Nicoya, Guanacaste
20190813	17:10:59	3.90	15.00	16.4 km SO de Parrita, Puntarenas
20190814	4:35:10	2.50	4.00	2.8 km SO de Corralillo de Cartago
20190815	5:12:14	3.00	12.00	23.5 km SE de Jaco, Garabito, Puntarenas
20190820	10:21:00	4.30	54.00	9 km al noroeste de Uvita, Puntarenas
20190821	6:34:28	2.30	2.00	7.6 km NO de Pacayas , Alvarado, Cartago
20190821	6:43:04	2.60	2.00	7.4 km NO de Pacayas, Alvarado, Cartago
20190824	19:37:00	3.20	8.00	Desamparados Centro
20190826	13:45:00	3.00	5.00	Isla del Coco
20190826	4:49:12	3.93	19.79	9.5 km al Suroeste de Piedras Blancas, Puntarenas.
20190827	23:01:02	3.24	3.09	6.3 km hacia el Suroeste de Esterillos, Puntarenas
20190828	17:17:00	5.10	37.00	15 km al Suroeste de Paso Canoas
20190829	11:37:08	4.57	16.94	15.55 Km hacia el NorOeste de Puerto Armuelles, Panama
20190830	7:45:27	4.10	20.00	10 km oste de Puerto Armuelles, en la frontera Costa Rica y Panamá
20190906	6:21:00	2.80	18.00	10 km al Noroeste de Mal Pais
20190908	17:28:00	4.00	18.00	10 km al Noroeste de Puerto Armuelles, Panama
20190911	19:59:00	3.90	27.00	7.3 km hacia el suroeste de San Isidro de El General
20190915	17:22:00	3.20	7.00	Centro de Santo Domingo de Heredia
20190917	1:16:00	3.56	49.00	14 km Sur Oeste de San Marcos de Tarrazu
20190917	0:28:00	2.50	5.00	3 km Este de la ciudad de Turrialba
20190918	5:23:00	4.90	34.00	20 km Sur de Quepos
20190917	22:58:00	4.70	17.00	10 km NorOeste de Limon
20190918	23:45:00	3.68	20.00	15 km Nor Este de San Vito
20190922	22:07:00	1.40	5.00	La Fortuna de Bagaces
20190924	9:23:00	4.20	10.00	45 km al sur de Puerto Jimenez
20190926	3:32:00	3.00	112.00	7 km al Noreste de Ciudad Quesada
20190925	18:58:00	1.96	1.00	La Fortuna de Bagaces
20190926	14:02:00	3.90	25.00	12 km Nor Este de Dominical
20190926	20:42:00	3.30	32.00	10 km al Suroeste de San Isisdro de Perez Zeledon
20190928	0:22:00	3.70	12.00	13 km al Sur de San Ignacio de Acosta