



OVSICORI-UNA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN OBSERVATORIO
VULCANOLÓGICO Y SISMOLÓGICO DE COSTA RICA

Universidad Nacional
Campus Omar Dengo

Heredia, Costa Rica

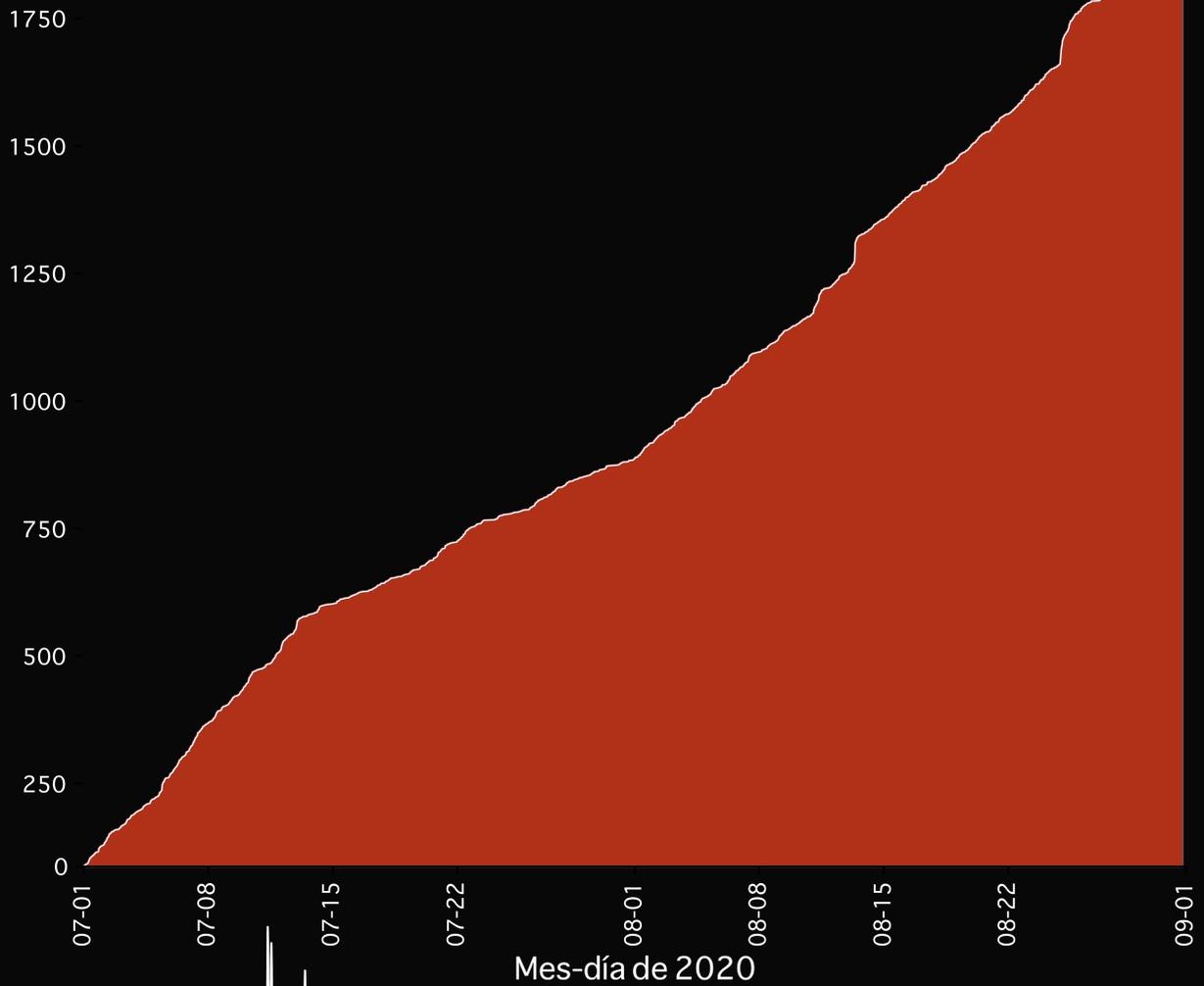
Sismotectónica en Costa Rica

Boletín mensual

OVSICORI-UNA

Sismología | Tectónica | Vulcanología

Número acumulado de sismos



Julio • Agosto

2020



Ciencia para la sociedad...

Contenido

RESUMEN GENERAL DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA DURANTE LOS MESES DE JULIO Y AGOSTO DE 2020	1
REGIONES DEL PAÍS CON MAYOR ACTIVIDAD SÍSMICA	1
<i>Actividad sísmica en el Pacífico Central.....</i>	<i>3</i>
Distribución espacial de la sismicidad.....	4
El sismo de Jacó del 24 de agosto de 2020.....	4
Enjambre sísmico como secuencia precursora.....	4
<i>Duración de un sismo o temblor: Definiciones importantes.....</i>	<i>6</i>
¿Cuánto dura un sismo?	6
Duración de la ruptura o fuente sísmica.....	6
La duración de un sismograma o duración instrumental	7
La duración de la sacudida en superficie o percepción humana	8
Conclusión.....	8

Figuras

FIGURA 1. MAPA MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN HIPOCENTRAL DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA (CÍRCULOS) EN COSTA RICA DURANTE LOS MESES DE JULIO Y AGOSTO DE 2020. EL TAMAÑO Y COLOR DE LOS CÍRCULOS CORRESPONDE CON LA MAGNITUD Y LA PROFUNDIDAD DE LOS SISMOS, RESPECTIVAMENTE. LOS TRIÁNGULOS DE COLOR ROJO REPRESENTAN LAS ESTACIONES SISMOGRÁFICAS QUE EL OVSICORI-UNA MANTIENE A LO LARGO DEL PAÍS.....	2
FIGURA 2. NÚMERO ACUMULADO DE SISMOS (ÁREA DE COLOR ROJO) EN EL CATÁLOGO DEL OVSICORI-UNA DESDE EL 01 DE JULIO HASTA EL 31 DE AGOSTO DE 2020. EN LA FIGURA, LAS ESTRELLAS CORRESPONDEN CON LA OCURRENCIA DE SISMOS CON MAGNITUD LOCAL, M_L , MAYOR O IGUAL A 4.0. EN LA PARTE SUPERIOR, SE MUESTRA ADEMÁS DOS RECUADROS QUE RESALTAN EL NÚMERO ACUMULADO DE SISMOS Y LA DISTRIBUCIÓN DE MAGNITUDES EN FUNCIÓN DEL TIEMPO, DESDE EL 9 HASTA EL 31 DE AGOSTO DE 2020.....	3
FIGURA 3. MAPA CON LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA (CÍRCULOS) Y REGIONES QUE HOSPEDAN DESLIZAMIENTO ASÍSMICO (CONTORNOS) EN EL PACÍFICO CENTRAL. EL MAPA SE MUESTRAN ADEMÁS LOS MECANISMOS FOCALES CALCULADOS MEDIANTE LA INVERSIÓN CMT REGIONAL PARA AQUELLOS SISMOS CON MAGNITUD $M_W \geq 4.0$, QUE HAN OCURRIDO DESDE 2010. LOS TRIÁNGULOS DE COLOR ROJO CORRESPONDEN CON LAS ESTACIONES SISMOLÓGICAS QUE CONFORMAN LA RED SISMOGRÁFICA DE BANDA ANCHA DEL OVSICORI-UNA.....	5
FIGURA 4. INVERSIÓN DEL TENSOR DE MOMENTO SÍSMICO PARA EL SISMO DEL 24 DE AGOSTO DE 2020, CUYO EPICENTRO SE UBICA 12 KM HACIA EL SUR DE JACÓ EN GARABITO DE PUNTARENAS. EN LA FIGURA SE DETALLA EL MECANISMO O GEOMETRÍA DE RUPTURA (BOLA DE PLAYA), ASÍ COMO ALGUNOS DE LOS PARÁMETROS DE LA FUENTE SÍSMICA.....	5
FIGURA 5. REGISTROS SÍSMICOS DEL SISMO DE JACÓ, M_W 6.0, DEL 24 DE AGOSTO DE 2020.....	7





Resumen general de la actividad sísmica durante los meses de julio y agosto de 2020

Durante los meses de julio y agosto de 2020 la red sismográfica del OVSICORI-UNA localizó en el territorio costarricense un total de 1765 sismos con magnitudes locales M_L que varían entre -1.0 y 6.0. De los cuales, 20 (con magnitudes M_L entre 1.5 y 6.0) fueron percibidos por la población. En su mayoría, estos eventos son reportados al OVSICORI-UNA por medio de las redes sociales Facebook y Twitter. La lista con el detalle de los sismos sentidos puede ser revisada en la página web del OVSICORI-UNA, utilizando del siguiente enlace:



[Sismos sentidos en Costa Rica](#)

El mes de julio se caracteriza por ser el menos productivo en lo que va del 2020, con un total de 801 sismos. Esto representa una reducción del 34.24% con respecto a enero, el cual destaca como el mes sísmicamente más activo del año. El día con mayor actividad sísmica durante el mes de julio fue el 12, con un total de 58 temblores, en su mayoría réplicas del sismo con magnitud momento sísmico, M_w 6.0, que ocurrió el día 11 a las 17:55, hora local de Costa Rica, y cuyo epicentro se ubicó 170 km hacia el Suroeste de Puerto Armuelles, en Panamá, debido a la subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa del Caribe.

Durante el mes de agosto se localizó un total de 964 sismos. El día sísmicamente más productivo fue el 25, con un total de 72 temblores, todas réplicas del sismo de magnitud M_w 6.0 que ocurrió el 24 de agosto a las 15:51, hora local de Costa Rica, frente a Jacó de Garabito de Puntarenas. El OVSICORI-UNA se encuentra trabajando en la completitud del catálogo sísmico para los meses de julio y agosto, por lo que la cantidad mensual de sismos aumentará significativamente. El conteo diario de sismos durante el mes de julio y agosto, así como también la cantidad mensual de temblores localizados por la red sismográfica durante todo el 2020, puede ser revisado en la página web del Instituto, utilizando el siguiente enlace:



[Conteo diario de sismos durante el 2020](#)

Regiones del país con mayor actividad sísmica

La figura 1 muestra un mapa con la distribución hipocentral de la actividad sísmica (círculos) ocurrida en el territorio costarricense durante los meses de julio y agosto de 2020. En el mapa, el tamaño y color de cada círculo representa la magnitud y profundidad del sismo, respectivamente. Los triángulos de color rojo muestran la ubicación de las estaciones sismográficas del OVSICORI-UNA, instaladas a lo largo de todo el país. De los 1765 sismos localizados por el OVSICORI-UNA durante estos dos meses, únicamente 19 presentaron magnitud M_L mayor o igual a 4.0 (Figura 2) de los cuales, 3 tuvieron una magnitud mayor o igual a 5.0. En su mayoría, el catálogo sísmico está compuesto por temblores con magnitudes M_L entre 2.3 y 3.5.

Las regiones con mayor producción sísmica durante estos dos meses fueron: *El Pacífico Central*, frente a las costas de Jacó y Esterillos en Garabito de Puntarenas, el *Valle Central*, en la región que comprende los cantones de Escazú y Santa Ana en la provincia de San José, así como también los distritos de Orosí y Paraíso en el cantón de Paraíso de la provincia de Cartago

y en los alrededores de las montañas del Cerro Chirripó y San Isidro del General en Pérez Zeledón.

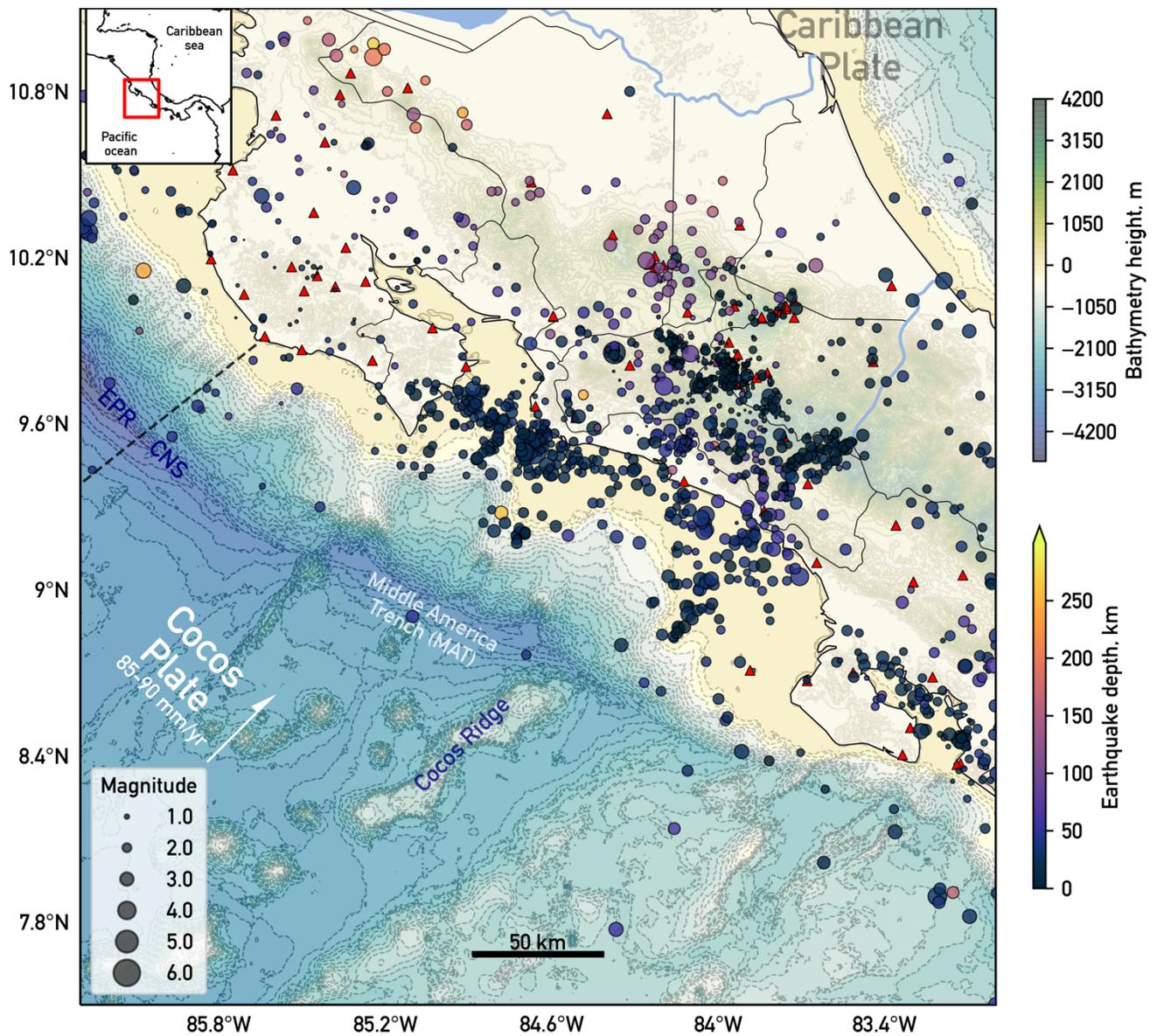


Figura 1. Mapa mostrando la distribución hipocentral de la actividad sísmica (círculos) en Costa Rica durante los meses de julio y agosto de 2020. El tamaño y color de los círculos corresponde con la magnitud y la profundidad de los sismos, respectivamente. Los triángulos de color rojo representan las estaciones sismográficas que el OVSICORI-UNA mantiene a lo largo del país.

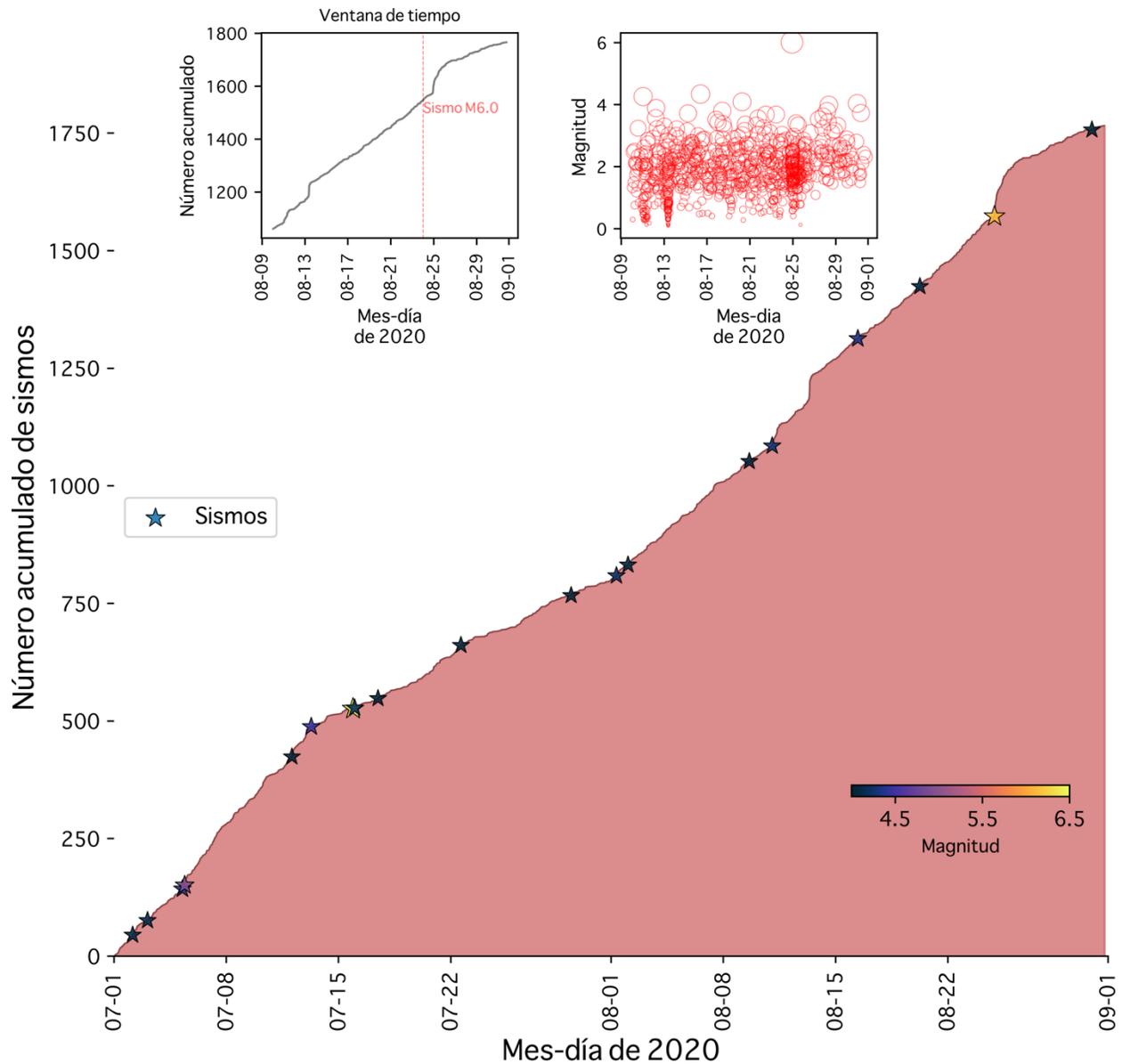


Figura 2. Número acumulado de sismos (área de color rojo) en el catálogo del OVSICOR-UNA desde el 01 de julio hasta el 31 de agosto de 2020. En la figura, las estrellas corresponden con la ocurrencia de sismos con magnitud local, M_L , mayor o igual a 4.0. En la parte superior, se muestra además dos recuadros que resaltan el número acumulado de sismos y la distribución de magnitudes en función del tiempo, desde el 9 hasta el 31 de agosto de 2020.

Actividad sísmica en el Pacífico Central

El Pacífico Central de Costa Rica y principalmente el área que comprende los cantones de Puntarenas, Garabito, Parrita y Quepos en la provincia de Puntarenas, destaca como una de las regiones que hospeda la mayor actividad sismotectónica del país durante los meses de julio y agosto de 2020, así también y de manera sistemática, desde inicios del 2020. En general, la subducción de la placa del Coco por debajo de Costa Rica es el proceso responsable de la sismo-generación de la mayor cantidad de eventos en la zona. Temblores con magnitudes M_L no mayores a 3.5 (microsismicidad) y con profundidades que van desde los 10 km hasta los 20 km son los más frecuentes y tienden a no ser percibidos por la población. Sin embargo, a lo largo del Pacífico Central existe también el potencial sísmico

capaz de generar sismos importantes, con magnitudes de hasta 7.0, tal y como se ha observado anteriormente con la ocurrencia de eventos, como por ejemplo, el terremoto de Cóbano, M_w 7.0, ocurrido el 25 de marzo de 1990, el terremoto de Damas, M_w 6.4, del 20 de noviembre de 2004, y más recientemente el sismo de Esterillos, M_w 6.5, ocurrido el 13 de noviembre de 2017 y el temblor frente a la costa de Jacó en Garabito, M_w 6.0, generado el 24 de agosto de 2020. Eventos como estos, tienden a excitar altas aceleraciones del suelo, despertando la alerta en las comunidades y gobiernos locales más próximos al área epicentral del sismo, también, son ampliamente sentidos en todo el país con especial énfasis en el Valle Central, en donde la radiación de largo periodo, así como las ondas de corte y superficiales, tienden a ser intensamente percibidas en forma de una sacudida lenta y de larga duración.

Distribución espacial de la sismicidad

Nuevos estudios desarrollados por el OVSICORI-UNA, muestran que la sismicidad en esta zona tiende a distribuirse espacialmente en dos grandes grupos, los cuales están claramente separados longitudinal y verticalmente con una orientación (en una vista de plano) casi Norte-Sur (Figura 3). Un porcentaje importante de la microsismicidad que se genera en la región se localiza en la corteza continental, a lo largo de pequeños segmentos de falla que conforman una matriz de corte o daño, generada por la subducción continua de montes submarinos (anomalías batimétricas de hasta 2 km de altura que forman parte del fondo oceánico). Los temblores de mayor magnitud ($M_w \geq 5.0$), como el sismo del pasado 24 de agosto de 2020, M_w 6.0, frente a Jacó, han ocurrido a lo largo de la interfaz, justamente en la zona de acoplamiento elástico entre la placa del Coco y la placa del Caribe y/o la microplaca de Panamá. Estos eventos son generalmente acompañados por cientos de réplicas que se localizan tanto a lo largo del slab como supra slab. Tal y como se observa en la figura 3, la actividad sísmica se encuentra encapsulada en medio de regiones que hospedan la generación de sismos lentos, evidenciando cambios longitudinales en las propiedades de acoplamiento elástico y de fricción, impuestos por la presencia y subducción de montes submarinos a lo largo de la zona de subducción.

El sismo de Jacó del 24 de agosto de 2020

El día 24 de agosto de 2020 a las 15:51, hora local de Costa Rica, ocurrió un sismo de magnitud, M_w 6.0, con epicentro ubicado 12 km hacia el sur de Jacó de Garabito de Puntarenas y con profundidad de 18 km. De acuerdo con la ubicación hipocentral del sismo y la solución de la geometría de ruptura generada a partir de la inversión del tensor de momento sísmico (Figura 4), se determinó que este temblor ocurrió a lo largo de la interfaz, donde la placa del Coco se acopla elásticamente con la corteza continental y su origen se debe a la subducción de la placa del Coco por debajo de Costa Rica. Al finalizar el mes de agosto, la red sismográfica del OVSICORI-UNA localizó un total de 150 réplicas correspondientes a este gran evento.

Enjambre sísmico como secuencia precursora

El sismo de Jacó, M_w 6.0, del 24 de agosto, pudo haber sido disparado por un enjambre sísmico que se inició 18 días antes y cuya productividad sísmica fue de poco más de 150 temblores en tan sólo dos días (durante el 13 y 14 de agosto). Posterior al 14 de agosto, más de 400 temblores ocurrieron en los alrededores del área de ruptura del sismo del 24 de agosto, lo que podría sugerir que el proceso de nucleación de este gran evento fue iniciado por la ocurrencia del enjambre sísmico el 13 de agosto de 2020. Un enjambre sísmico está generalmente asociado a la ocurrencia de deslizamiento asísmico lento a lo largo de una

falla o segmento de falla. Debido a este, se da un incremento en la tasa de carga de la energía potencial elástica a lo largo de la zona de contacto entre la litosfera oceánica y continental, incrementándose de manera súbita los esfuerzos de corte a lo largo de los márgenes de pequeñas secciones de falla, ocasionando el deslizamiento de muchas asperezas que rompen muy frecuentemente en el tiempo debido al debilitamiento de la zona de falla, generado por el incremento en la tasa de carga durante el deslizamiento lento. El OVSICORI-UNA se encuentra estudiando esta secuencia de eventos y observación para eventualmente ser publicada.

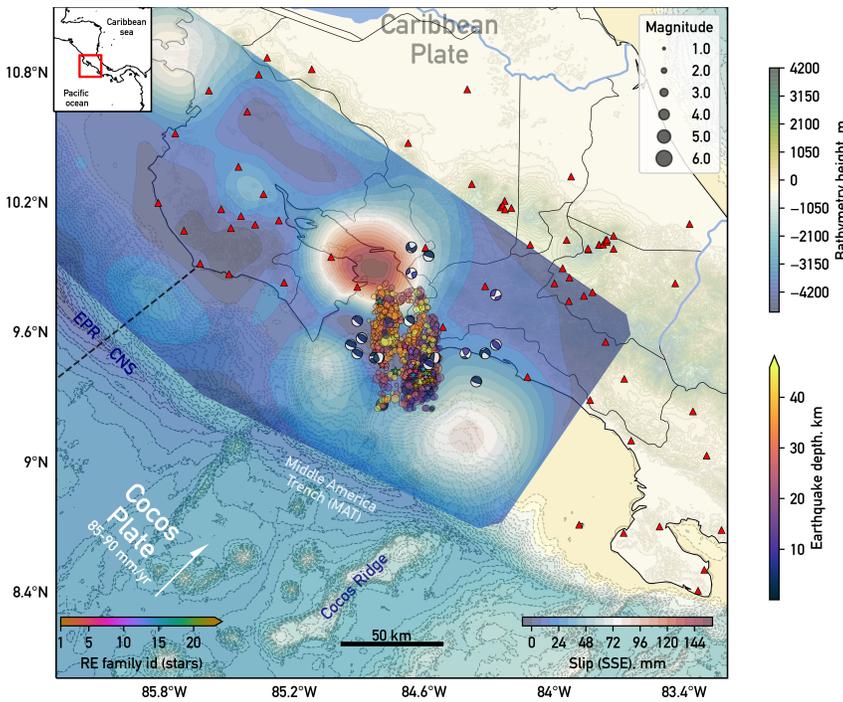
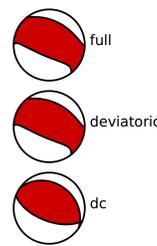


Figura 3. Mapa con la distribución espacial de la actividad sísmica (círculos) y regiones que hospedan deslizamiento asísmico (contornos) en el Pacífico Central. El mapa se muestran además los mecanismos focales calculados mediante la inversión CMT regional para aquellos sismos con magnitud $M_w \geq 4.0$, que han ocurrido desde 2010. Los triángulos de color rojo corresponden con las estaciones sismológicas que conforman la red sismográfica de banda ancha del OVSICORI-UNA.

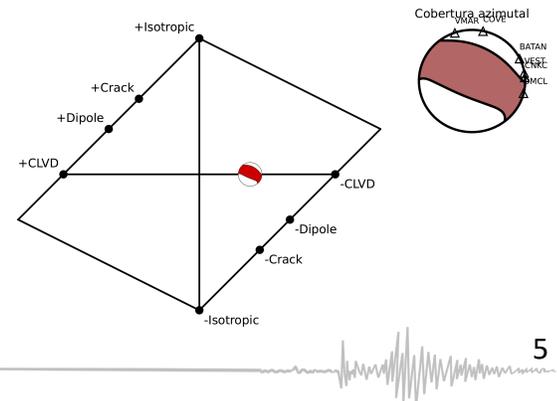
12 km hacia el Sur de Jacó de Puntarenas.
 Día y hora: 2020-08-24T21:51:08.000000Z UTC.
 © OVSICORI-UNA

Figura 4. Inversión del tensor de momento sísmico para el sismo del 24 de agosto de 2020, cuyo epicentro se ubica 12 km hacia el Sur de Jacó en Garabito de Puntarenas. En la figura se detalla el mecanismo o geometría de ruptura (bola de playa), así como algunos de los parámetros de la fuente sísmica.

Moment tensor



Prof. centroide = 18.0 km
 Reducción de Varianza (VR) = 78.96 %
 MT decomposition type = ISO + CLVD + DC
 st1, dp1, rk1= 111.0, 60.0, 83.0
 st2, dp2, rk2= 305.0, 30.0, 102.0
 $M_{zz} = 7.501e+24$
 $M_{xx} = -7.217e+24$
 $M_{yy} = -2.834e+23$
 $M_{xz} = 4.831e+24$
 $M_{yz} = 1.554e+24$
 $M_{xy} = -4.764e+24$
 % DC, % CLVD, % ISO = 62, 38, 0
 $M_0 = 1.01e+18$ Nm
 $M_w = 6.03$
 $R_{radio} = 10.2$ km, $R_{area} = 326.85$ km²
 $\bar{D} = 10.333$ cm



Duración de un sismo o temblor: Definiciones importantes

¿Cuánto dura un sismo?

La pregunta anterior es relativamente frecuente entre la población así como la diversidad de respuestas e interpretaciones generalmente populares que tiende a confundir, pues comúnmente, se ha asumido que la percepción (subjetiva) de la duración de la sacudida en superficie corresponde con la duración del temblor.

Para responder a esta pregunta de manera objetiva y científica, debemos abordar tres conceptos principales:

1. **La duración de la ruptura o fuente sísmica:** Que corresponde con el tiempo que le toma a la falla deslizar una distancia determinada. Distancia que depende, generalmente, del tamaño de la falla.
2. **La duración de un sismograma o duración instrumental:** El sismograma es el registro del desplazamiento del suelo generado por un sismo en una región particular del país. Además de capturar el deslizamiento de la fuente sísmica (descrito en el punto 1) contiene las propiedades de la roca o geología donde la estación sismográfica se encuentra instalada.
3. **La duración de la sacudida en superficie o percepción humana:** Esta duración es subjetiva, depende de cada persona, de la distancia a la que nos encontremos con respecto al hipocentro del sismo y depende del tipo de suelo sobre el que nos encontremos.
- 4.

Duración de la ruptura o fuente sísmica

Un sismo ocurre por el deslizamiento súbito de dos bloques a lo largo de una falla. Generalmente, cuanto más grande es la porción de la falla que se mueve durante un sismo (esto para sismos “tradicionales” (*¡no se pierda el próximo episodio sobre sismos lentos!*)), más tardará propagándose la ruptura (o deslizando la falla) y más grande también será la magnitud del sismo. Por ejemplo, para un sismo de magnitud cercana a 5, la ruptura sólo tarda cerca de 1 segundo; para un sismo de magnitud cercana a 6 tarda entre 3 y 5 segundos, para uno de 7, tarda entre 10 y 20 segundos. La duración de la ruptura (definida en el punto 1 arriba) es independiente de la distancia a la que el observador se encuentre de la fuente sísmica, así también, es independiente de la geología en la superficie sobre la que se encuentre. Es una propiedad de la fuente sísmica.

<i>Magnitud del sismo</i>	<i>Duración de la ruptura (o fuente sísmica) en segundos</i>
4.0	0.3
5.0	1
6.0	de 3 a 5
7.0	entre 10 y 20

La duración de un sismograma o duración instrumental

Por otro lado, la duración del sismograma varía con la distancia desde la fuente sísmica hasta la estación que registra el evento. Los sismómetros son instrumentos altamente sensibles al movimiento del suelo, esto les permite detectar con suma precisión, no sólo el instante de arribo de las distintas fases y tipos de onda que se generan a lo largo de la corteza, sino también el amplio rango de frecuencias radiado por el rompimiento de la roca en profundidad. Por ejemplo, consideremos la figura 5.

En la figura 5, se observa el registro sísmico (en la componente vertical) de tres estaciones (ordenadas por distancia con respecto al epicentro del temblor) durante el evento de magnitud $M_w=6.0$ ocurrido el 24 de agosto de 2020 y ubicado 12 km hacia el Sur de Jacó de Garabito de Puntarenas. La duración completa del sismograma, desde el arribo de las fase de onda P hasta el final de la coda o ruido de fondo, varía para cada sitio, así también, varía la llegada de las ondas superficiales (responsables de la sacudida fuerte en superficie) y otro tipo de ondas. Por ejemplo, a pesar de encontrarse a una distancia intermedia (156 km), la duración instrumental del sismograma en Batan de Limón fue de más de 50 segundos mayor que la duración instrumental del sismograma en Heredia o en Coloradito de Puntarenas. Esta diferencia, depende principalmente de la composición de la roca o geología del sitio donde se encuentra instalada la estación sísmica en la provincia de Limón. Pero es independiente de la fuente sísmica y entonces, no corresponde con la duración de la ruptura.



Registros de la componente vertical del sismo ocurrido el 24 de agosto de 2020 a las 15:51 hora local, hora de Costa Rica, con magnitud $M_w=6.0$

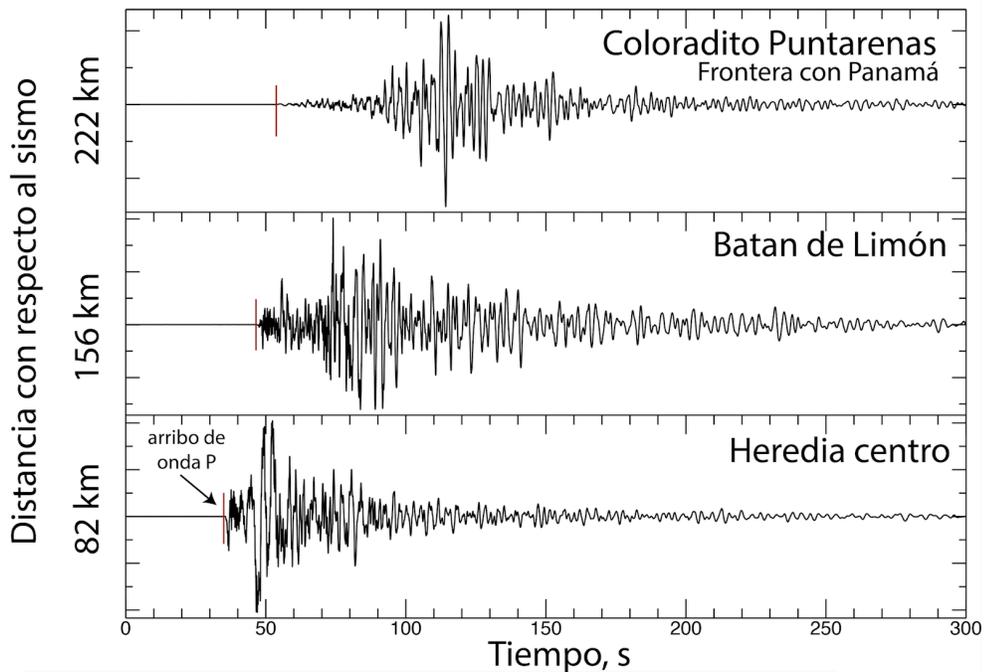


Figura 5. Registros sísmicos del sismo de Jacó, $M_w 6.0$, del 24 de agosto de 2020.

La duración de la sacudida en superficie o percepción humana

El ser humano a diferencia del sismómetro, no tiene la capacidad de medir de manera sistemática, la duración completa de la sacudida (sismograma) del suelo desde su inicio, sino que es capaz únicamente de percibir la parte más intensa del movimiento provocado por un sismo. Por ejemplo, aunque una persona y un sismómetro se encuentren en el mismo lugar la persona reportará un tiempo de movimiento del suelo bastante distinto al que reportará el sismómetro, debido a que la persona sólo "siente" la parte más intensa del movimiento del suelo, mientras que el sismómetro percibe hasta el movimiento más insignificante que se da justamente cuando se inicia y termina la ruptura.

Conclusión

Cuando ocurre un sismo, las personas que viven en diferentes lugares no perciben la misma duración, reportar la duración del movimiento del suelo generado por un sismo que sentimos, sin mencionar el lugar, no tiene sentido. La duración de la sacudida del suelo es subjetiva y depende de la percepción del ser humano donde este se encuentre con respecto a la fuente sísmica. La duración instrumental dependerá de la distancia de la estación sísmica con respecto al hipocentro del sismo y de la geología del medio.

La duración de la ruptura o fuente sísmica es la única medida que cuantifica la duración y tamaño de un sismo y lo hace de manera objetiva. Esta es independiente de donde nos encontremos o de donde se encuentren las estaciones sismológicas.