Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica *23 de Julio de 2021*
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

Reporte de avance sobre la sismicidad asociada a la Zona de Fracturas de Panamá

Grupo de Sismología
OVSICORI-UNA

Resumen general

- El sismo principal en la Zona de Fracturas de Panamá, ocurrido el miércoles 21 a las 15:15, hora local, con magnitud, Mw= 6.8, ha generado más de 200 réplicas, las cuales han sido detectadas en la estación sismológica PBUR, la estación más cercana al sismo principal, ubicada en la Península de Burica, utilizando metodologías de Inteligencia Artificial.
- De estas, un total de 70 réplicas han sido localizadas por el OVSICORI-UNA a las 11 horas del 23 de julio de 2020.
- El sismo principal, ocurrido el día miércoles fue precedido por una secuencia sísmica premonitora de 18 eventos, incluyendo un sismo de magnitud, Mw=6.2, que ocurrió el sábado 17 de julio a las 14:56, hora local.
- Se observa una migración de la secuencia sísmica premonitora, con una tasa de 0.25 km/s hacia el Norte, con respecto al epicentro del sismo de magnitud Mw=6.2, ocurrido el sábado 17 de julio de 2021.

Réplicas localizadas

Un total de 70 réplicas generadas por el sismo principal de magnitud (M_W) 6.8, ocurrido el 21 de Julio de 2021 a las 15:15 de la tarde, hora de Costa Rica, han sido localizadas por la red sismográfica del OVSICORI-UNA hasta las 11:00 horas del 23 de Julio. Esta sismicidad se ubica a lo largo de la Zona de Fractura de Panamá, hacia el sur de la Península de Burica en Puntarenas, y sus profundidades no sobrepasan los 30 km. El panel A) de la figura 1 muestra la ubicación hipocentral de la sismicidad localizada en la zona desde el 15 de Julio hasta las 10:00 horas del 23 de julio de 2021. En esta figura, el color y tamaño de los círculos corresponde con la profundidad y la magnitud de los eventos, respectivamente.

En general, las réplicas localizadas presentan un rango de magnitud (Ml) que va desde 2.2 y hasta 5.7. Del total de réplicas localizadas hasta el momento, 3 fueron reportadas como sentidas por la población a través de las redes sociales del OVSICORI-UNA. La tabla 1 muestra el tiempo de ocurrencia de estas 3 réplicas y los principales lugares desde donde se reportaron sentidas.

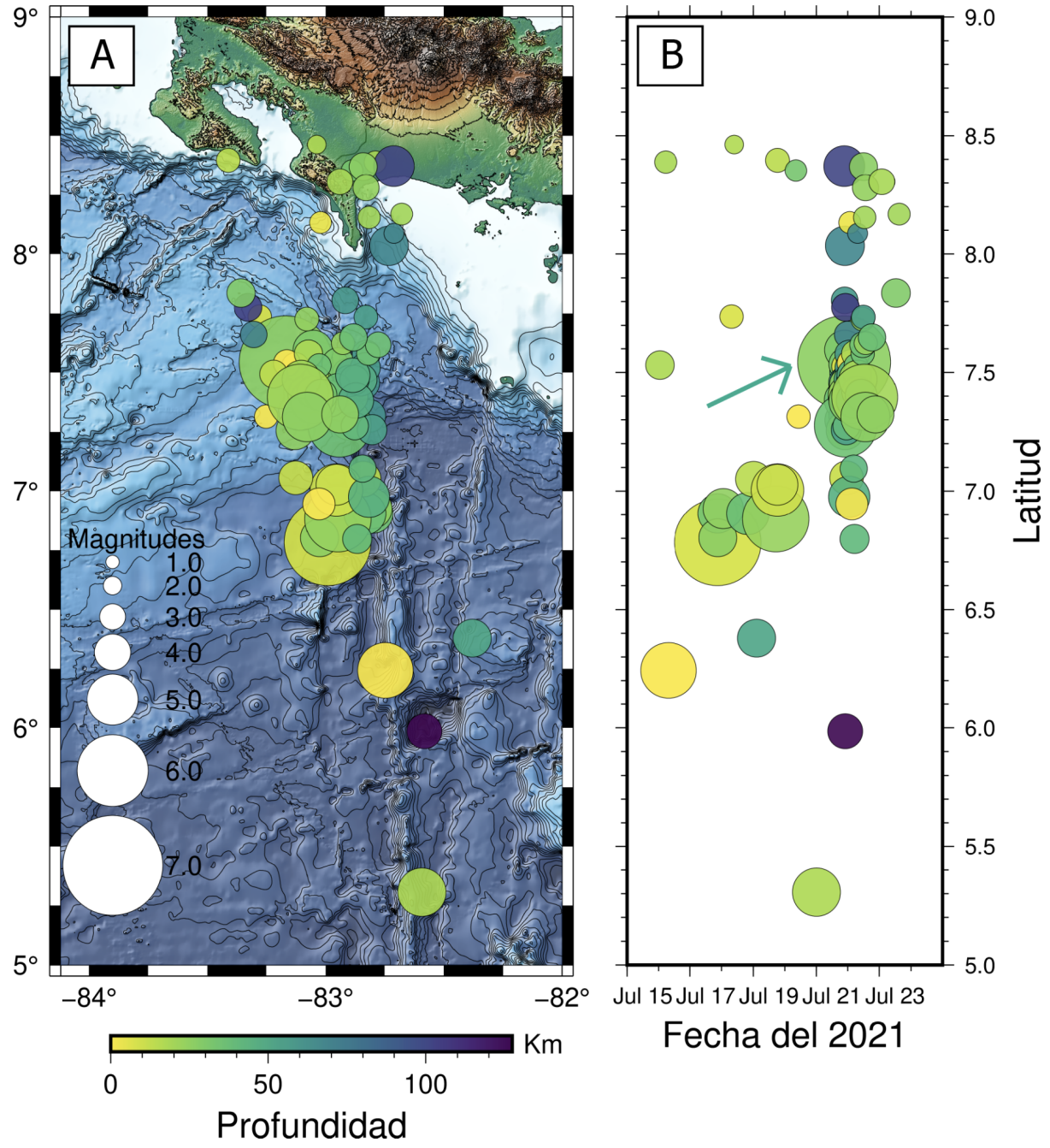

Figura 1. Distribución espacio-temporal de la sismicidad (círculos) generada en la Zona de Fracturas de Panamá desde el día 15 de julio hasta las 10:00 horas del día 23 de julio de 2021. Panel A) muestra un mapa con la ubicación hipocentral de la secuencia sísmica, donde el color de cada círculo representa la profundidad y su tamaño la magnitud. En el panel B) Se detalla la evolución espacio-temporal de la sismicidad y se observa una migración epicentral hacia el Norte (hacia la Península de Burica), justo hasta el área de ruptura del sismo del día miércoles 21 de julio.

Tabla 1. Sismos sentidos posterior a la ocurrencia del sismo principal, Mw=6.8, del 21 de Julio de 2021.

Fecha del 2021	**Hora Local**	**Magnitud**	**Profundidad (km)**	**Reportes**
22 de julio	01:44	4.1	20	Golfito, Quepos, Alajuela, Grecia, Desamparados, Palmares, Puerto Limón
22 de julio	04:13	3.6	30	Golfito, San Ramón, Alajuela, Goicoechea, Palmares, Paquera
22 de julio	06:51	5.7	20	Golfito, Laurel, Pérez Zeledón,Puerto Jiménez, Buenos Aires, Ciudad Cortés, Talamanca, Grecia, Alajuela, Guadalupe, Sabanilla, Curridabat, Heredia, Turrialba, Cartago, Tibás, Hone Creek, Tierra Blanca.

Réplicas detectadas usando Inteligencia artificial

Debido a la lejanía de la fuente sísmica con respecto a la costa del Pacífico Sur costarricense, y por consiguiente de la red sismográfica del OVSICORI-UNA, es imposible localizar todas las réplicas generadas en esta secuencia. Esto ocurre debido a que la cobertura azimutal es limitada y los eventos de menor magnitud (M ≤ 2.0) presentan una energía de alta frecuencia, que es rápidamente atenuada por la corteza superior, por lo cual la amplitud de la señal sísmica está por debajo del nivel de ruido ambiental. Utilizando métodos modernos de computación avanzada, como el aprendizaje profundo (Deep Learning), logramos detectar y contabilizar hasta las 22:30 horas del 22 de Julio, un total de **200 réplicas** registradas en la estación PBUR, la estación más cercana al sismo principal, ubicada en la Península de Burica. La figura 2 muestra un ejemplo del proceso de detección automática de dos sismos de baja magnitud.

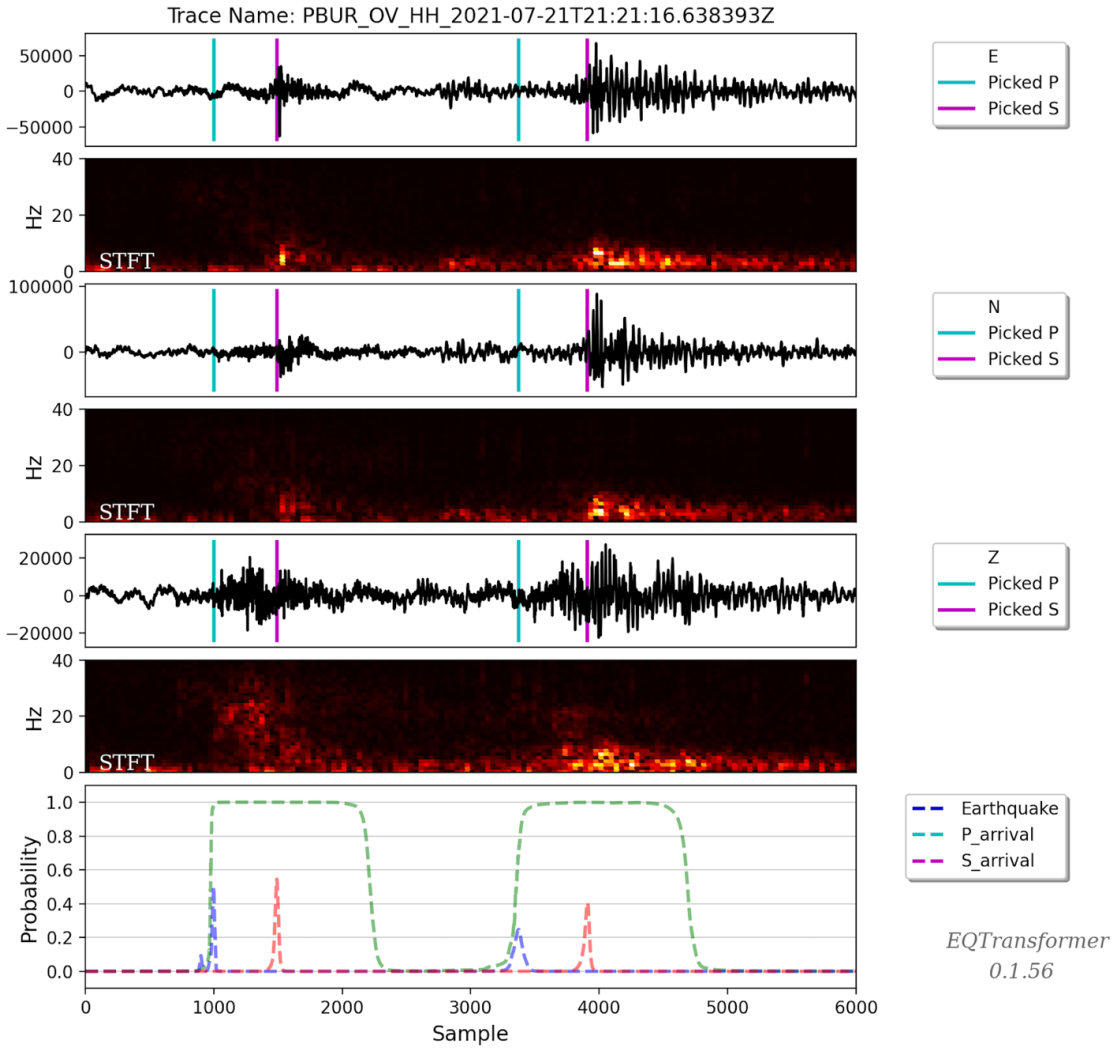

Figura 2. Ejemplo de detección automática de terremotos utilizando inteligencia artificial. En la figura se muestran las tres componentes del registro sísmico: Este-Oeste (E), Norte-Sur (N) y Vertical (Z). En cada subpanel se resalta la detección del arribo de la onda P (onda primaria) en color cian y la detección de la onda S (onda secundaria), acompañados además de un espectrograma que indica el rango de frecuencias radiadas cuyo color indica la intensidad de la energía radiada, por ejemplo, los colores más claros indican mayor intensidad en la señal.

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica *23 de Julio de 2021*
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

Eventos premonitores

El temblor de magnitud Mw=6.8, ocurrido este miércoles 21 de julio a las 15:15 hora local, fue precedido por una secuencia sísmica premonitora conformada por al menos 18 eventos. Dicha secuencia inició 6 días antes con la ocurrencia de un temblor de magnitud Mw=6.2, registrado el sábado 17 de Julio a las 14:56 hora local, cuyo epicentro se ubicó 40 km hacia el Sur del epicentro del sismo de este miércoles. La secuencia finaliza 40 horas antes de la ocurrencia del evento principal. La figura 1B) muestra la distribución espacio-temporal de ambas secuencias, desde el 15 de julio hasta las 18 horas del 22 de julio. La flecha de color azul indica la dirección de propagación de los sismos premonitores, hacia el Norte, hasta alcanzar el área de ruptura del evento principal.

En la figura 3A) se muestra en detalle la separación entre la ocurrencia de sismos premonitores, generados hasta ~40 horas antes del sismo principal del miércoles y la posterior ocurrencia de réplicas. La velocidad de propagación de esta secuencia premonitora es de ~0.25 km/hr, con respecto al epicentro del sismo de Mw=6.2, ocurrido el sábado 17 de Julio a las 14:56 de la tarde, tal y como se puede observar en la figura 3B).

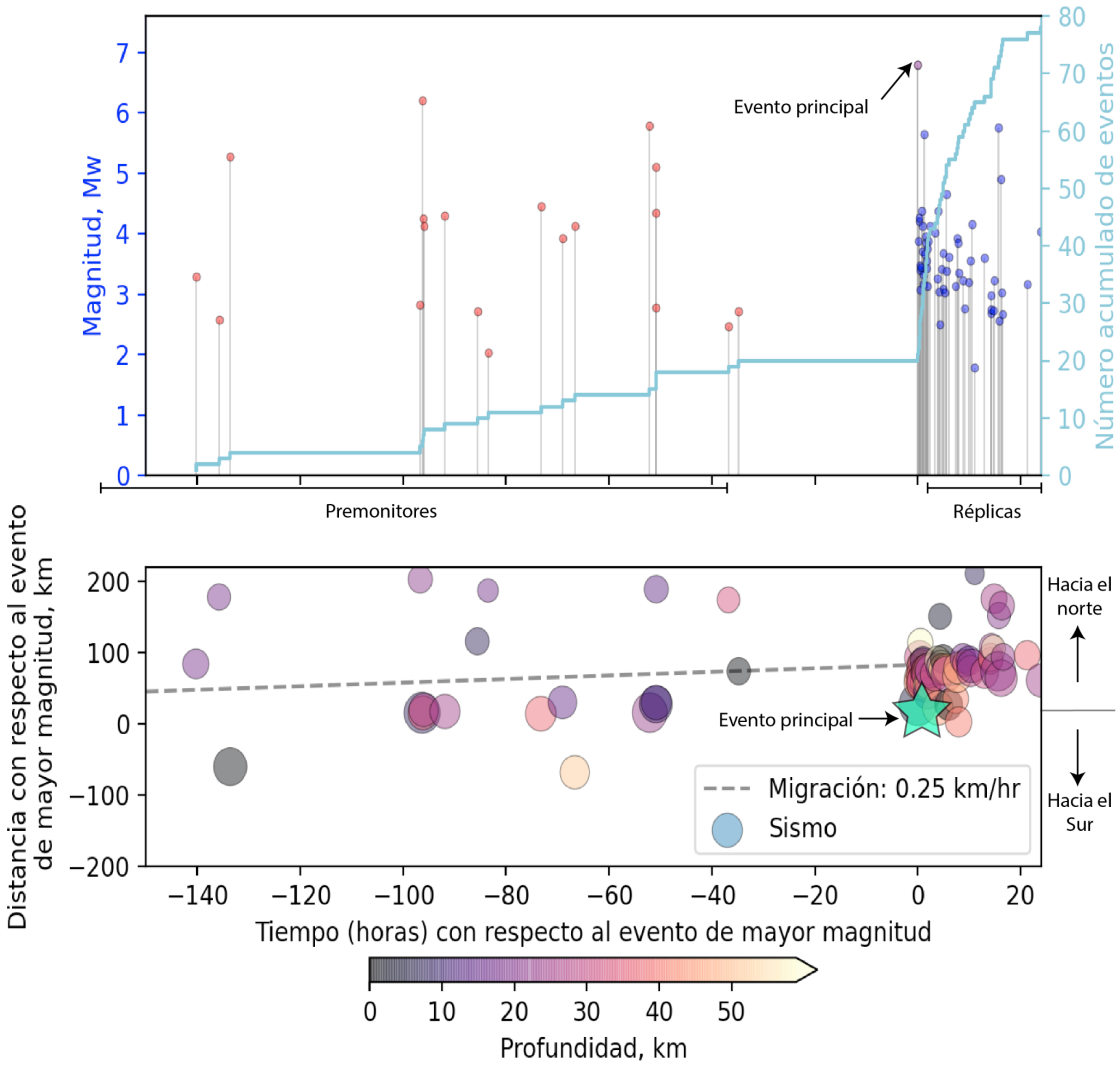

Figura 3. Evolución temporal de las secuencias sísmicas en la Zona de Fracturas de Panamá. En el panel superior A) se observa la cantidad acumulada de sismos en función del tiempo (línea de color azul) en conjunto con distribución de magnitud de los sismos premonitores (círculos en color rojo) y las réplicas del sismo de magnitud Mw=6.8 ocurrido el miércoles 21 de julio (círculos en color azul). En el panel B) se detalla la tasa de migración epicentral de la secuencia de sismos premonitores, de 0.32 km / hr hacia el área de ruptura del sismo principal de la secuencia.