

Reporte Sismicidad Estrecho de Bransfield Noviembre 2020

Reporte para Onemi

21 noviembre de 2020

S. Barrientos y M.C. Flores

Resumen Ejecutivo

El día 29 de agosto de 2020 a las 12:47 (UTC) ocurre un sismo Mww 4.9 (USGS) en el Estrecho de Bransfield, Península Antártica, y al día siguiente, a las 10:31 (también UTC) ocurre un sismo Mww 5.4, ambos advertidos por la dotación de la Base Presidente Frei, ubicada en Isla Rey Jorge (Shetland del Sur).

Hasta el 14 de noviembre el USGS ha reportado un poco más de 100 sismos localizados en esta área. El sismo de mayor magnitud en este período alcanza Mww 6.0 ocurrido el 6 de noviembre a las 23:49 UTC.

Debido a la existencia de datos de estaciones en línea de la red mundial de estaciones sismológicas en el área (estaciones JUBA y ESPZ parte de la red ítalo-argentina AI, así como la estación PMSA, parte de la red IU, del USGS) es posible conocer con mayor detalle la evolución de la sismicidad que se ha generado en esta región. El reporte que se adjunta, preparado por María Constanza Flores, geofísica integrante del CSN, muestra las capacidades de análisis de un gran volumen de datos registrados en pocas estaciones. Con técnicas de reconocimiento automatizado, a través de correlación cruzada de señales, ella ha identificado más de 30 mil eventos de variadas magnitudes ocurridos en el Estrecho de Bransfield.

La sismicidad, que se ha podido localizar, se extiende geográficamente de manera paralela al Estrecho de Bransfield con una extensión del orden de 80 km en una dirección nor-este sur-oeste centrada muy cerca del monte submarino Orca.

Los sismos de mayor magnitud muestran una variedad de mecanismos y geometrías de fallas, todas consistentes con una extensión nor-oeste sur-este por lo que se interpretan como parte del proceso de apertura (y expansión) del Estrecho de Bransfield. Esta observación es corroborada al comparar las observaciones de posicionamiento satelital de dos sitios ubicados en ambos costados del Estrecho de Bransfield, Base Artigas (Uruguay, en Isla Rey Jorge) y Base Esperanza (Argentina, en la Península Antártica). Estas últimas revelan un cambio -a fines de agosto- en la velocidad de desplazamiento de la isla Rey Jorge en relación a la Península Antártica, aumentando drásticamente desde un valor de 8 mm/año a 15 cm/año.

Antecedentes

La tectónica alrededor de la Península Antártica es compleja ya que existen variados procesos de convergencia, divergencia y deslizamiento lateral de segmentos de placas en un área relativamente reducida, tal como se muestra en la Figura 1 (Berricoso et al, 2008). En ella se muestra la zona de subducción del remanente de la paleo placa Fénix por el noroeste de las Islas Shetland del Sur y la separación de la micro-placa Shetland del Sur de la placa Antártica.

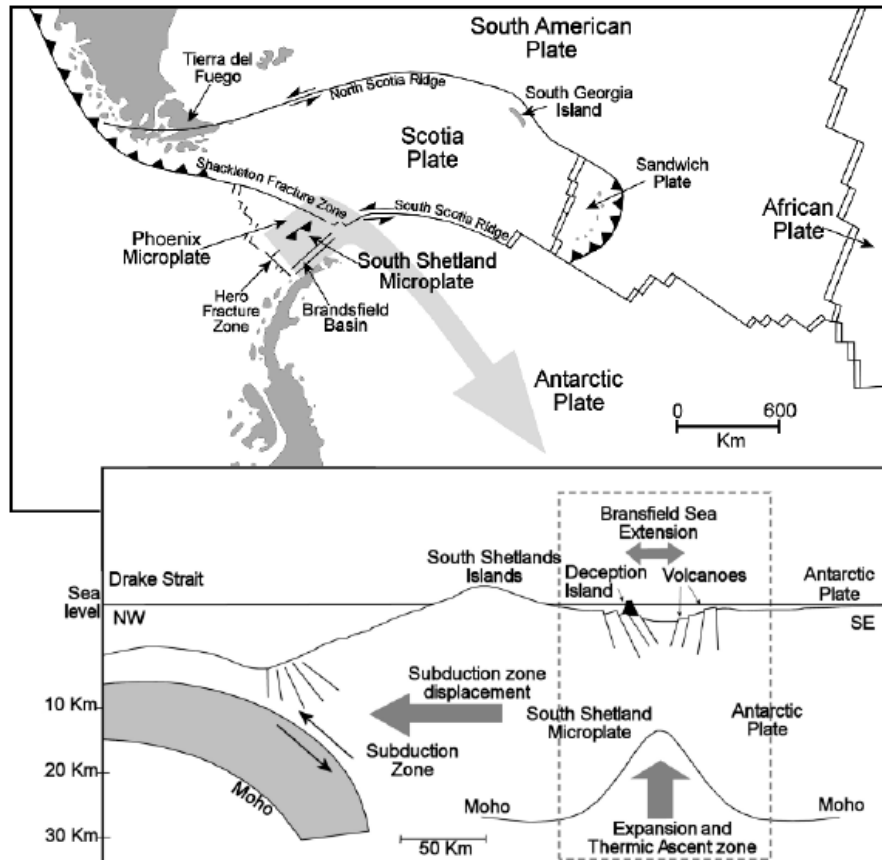


Fig. 1. Tectónica de la zona de las Islas Shetland del Sur y el Estrecho de Bransfield ubicados hacia el noroeste de la Península Antártica, según Berricoso et al. (2008).

Estimaciones de la tasa de expansión del Estrecho de Bransfield, basadas en datos de anomalías magnéticas, indican tasas de apertura que varían entre 2.5 cm/año (Roach, 1978; Barker y Dalziel, 1983) a 0.9 cm/año (Parra y Yáñez, 1988). Estimaciones iniciales de expansión, basadas en observaciones del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) indican una expansión del orden de 1 cm/año.

Roberston et al. (2003) reportan enjambres de sismos en las cercanías de las islas Bridgeman y Elefante, en el segmento noreste del Estrecho de Bransfield, luego de un estudio con un despliegue temporal de estaciones portátiles y sistemas de observación sísmológica en el fondo marino. Almendros et al. (2018) reportan una sismicidad de más

de 9000 sismos ubicados hacia el sur-este de la Isla Livingstone registrados mediante una red temporal en un período de 8 meses entre 2014 y 2015.

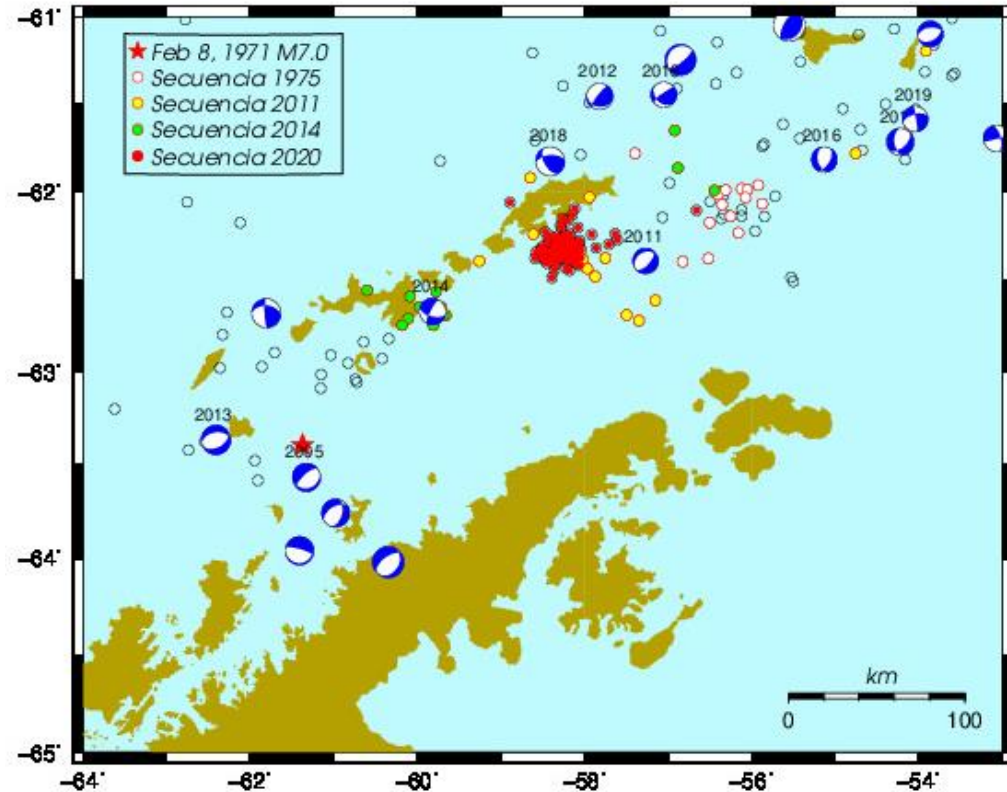


Fig. 2.

Sismicidad registrada en los alrededores de la Península Antártica e Islas Shetland del Sur. Secuencias similares se han observado en 1975, 2011 y 2014. Los mecanismos focales revelan una extensión predominantemente normal a la Península e islas.

El registro sísmico en la región comienza el 8 de febrero del año 1971 con un evento M7.0, una magnitud suficientemente alta para que el sismo haya sido registrado en las estaciones de la red mundial operativas de esa época. Este sismo ocurre un poco más de cuatro años después de la gran erupción que ocurrió en Isla Decepción, en diciembre de 1967. Corresponde al sismo de mayor magnitud ocurrido en la zona durante los últimos 50 años.

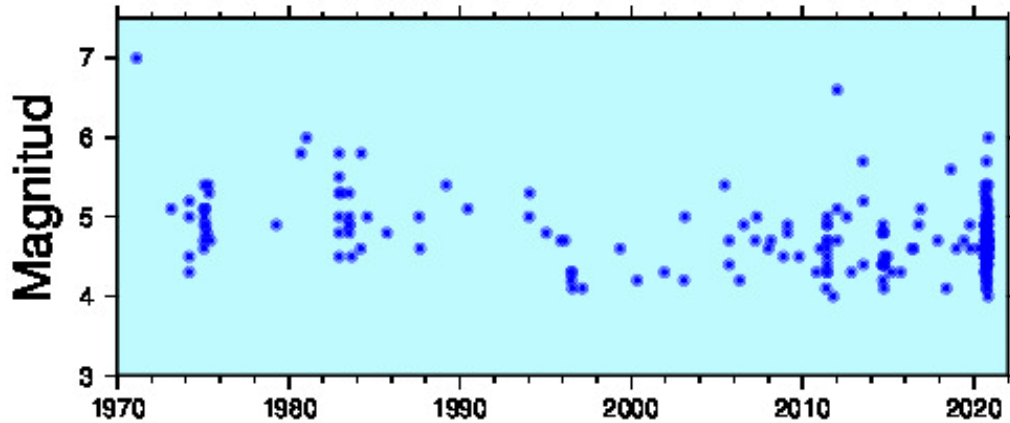


Fig. 3. Distribución en magnitud de los sismos mostrados en la figura 2.

En el catálogo del NEIC (National Earthquake Information Center del Servicio Geológico de Estado Unidos), el sismo que le sucede en tamaño posee una magnitud de 6.6, ocurriendo el 15 de enero de 2012. Como las capacidades de la red mundial de estaciones sismológicas han tenido avances significativos en las últimas décadas, ella permite actualmente la detección de sismos del orden de magnitud 4 en cualquier lugar del globo, incluyendo la zona de la Península Antártica.

Sismicidad actual

El 29 de agosto de 2020 ocurrió un sismo M4.9, el cual fue percibido en Isla Rey Jorge, donde se encuentra ubicada la Base Presidente Frei junto a bases antárticas de otros ocho países. Al día siguiente ocurrió un sismo M5.4, el que también fue percibido; de hecho, solamente entre el 13 y 20 de noviembre se han reportado cinco sismos con intensidades fluctuando entre III y IV en la Escala de Mercalli Modificada (M. Ortiz, comunicación personal).

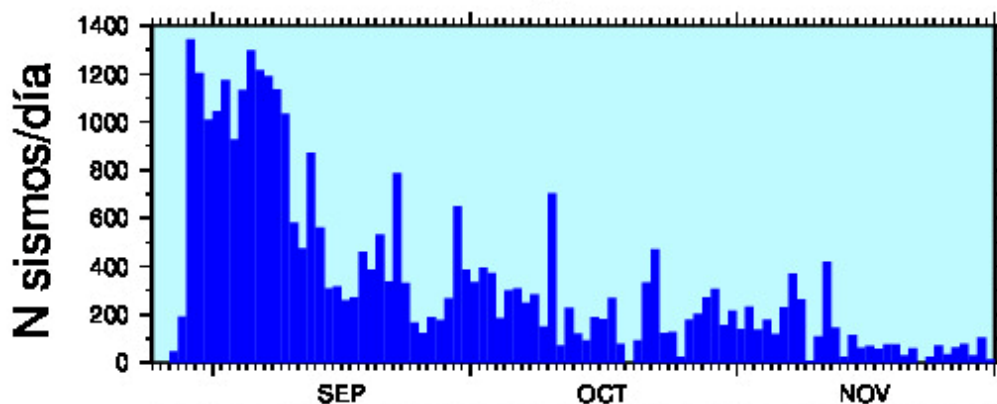


Fig. 4. (Figura actualizada en relación al reporte v1). Número de eventos por día registrados en la estación JUBA, ubicada en la Base Carlini, perteneciente a la red ítalo-argentina AI, utilizando un procedimiento automático. Los más de 30.000 eventos se distribuyen fuertemente concentrados al inicio, durante el mes de septiembre, con más de mil sismos diarios, tendiendo a disminuir en el último mes.

La estación sismológica operativa más cercana, que se encuentra entregando datos al sistema mundial y disponibles en línea, corresponde a JUBA, ubicada en la Base Carlini, en Isla Rey Jorge, parte de las Islas Shetland del Sur. Al revisar los datos de esta estación, se observa que la secuencia había comenzado el día 28 de agosto en tiempo UTC. Un análisis más exhaustivo de los registros anteriores, evidencia que hubo actividad esporádica de menor magnitud incluso con anterioridad a esta fecha, en junio pasado.

Un análisis de los registros de la estación JUBA mediante metodologías basadas en reconocimiento de señales utilizando correlación cruzada y detectores de cambios en la amplitud de la señal en diferentes intervalos de tiempo, permite la identificación de más de 30.000 sismos, los que se distribuyen como lo muestra la figura 4.

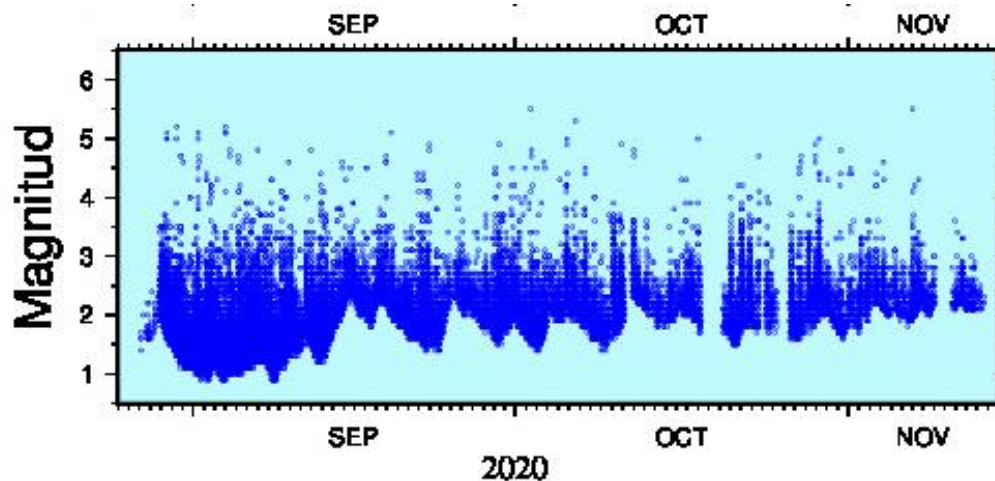


Fig. 5. Distribución por magnitud de cada uno de los eventos de la secuencia iniciada el 28 de agosto de 2020 basada en la amplitud máxima registrada en la estación JUBA.

Una estimación automática de la magnitud de estos sismos, basada en la amplitud máxima registrada en la estación JUBA, se puede observar en la figura 5. Se puede apreciar una mayor cantidad de sismos pequeños en relación a los más grandes, que alcanzan, según esta metodología, valores de 5.6 (la magnitud estimada por el NEIC para este mismo sismo es 6.0). La relación magnitud-frecuencia para esta secuencia de sismos se puede observar en la figura 6.

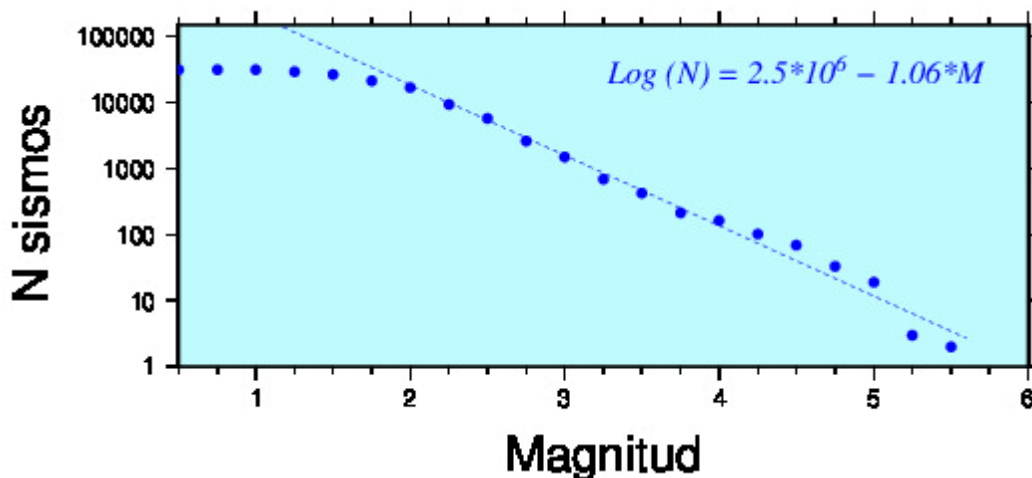


Fig. 6. Relación de magnitud-frecuencia de la sismicidad iniciada el 28 de agosto de 2020. Cada círculo corresponde al número de sismos cuya magnitud es igual o superior a la magnitud mostrada en la abscisa.

La relación de Gutenberg-Richter, que relaciona el número de sismos de diferentes magnitudes en una secuencia determinada, expresada como el $\text{Log}(N) = a - bM$, se puede observar en la figura 6. En ella se puede apreciar que el valor de b es del orden de 1, lo que es consistente con valores que se observan en diversos regímenes tectónicos, tal como lo es la sismicidad que se observa en el país producto de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana.

Gran parte de estos sismos solamente se han registrado en la estación JUBA; sin embargo, aquellos de mayor magnitud, que se hayan registrado en al menos tres estaciones sismológicas, se pueden localizar. La figura 7 muestra el resultado de las relocalizaciones, utilizando SeisComp y los tiempos de arribo de las ondas a las estaciones JUBA, ESPZ y PMSA. La estación JUBA se encuentra en la Base Carlini, ESPZ en la Base Esperanza y PMSA corresponde a la Base Palmer, ubicada en la isla Anvers, fuera del área mostrada en la figura. Las dos primeras estaciones son parte de un esfuerzo ítalo-argentino en tanto que la tercera es parte de la red IU, que administra el Servicio Geológico de Estados Unidos de Norteamérica.

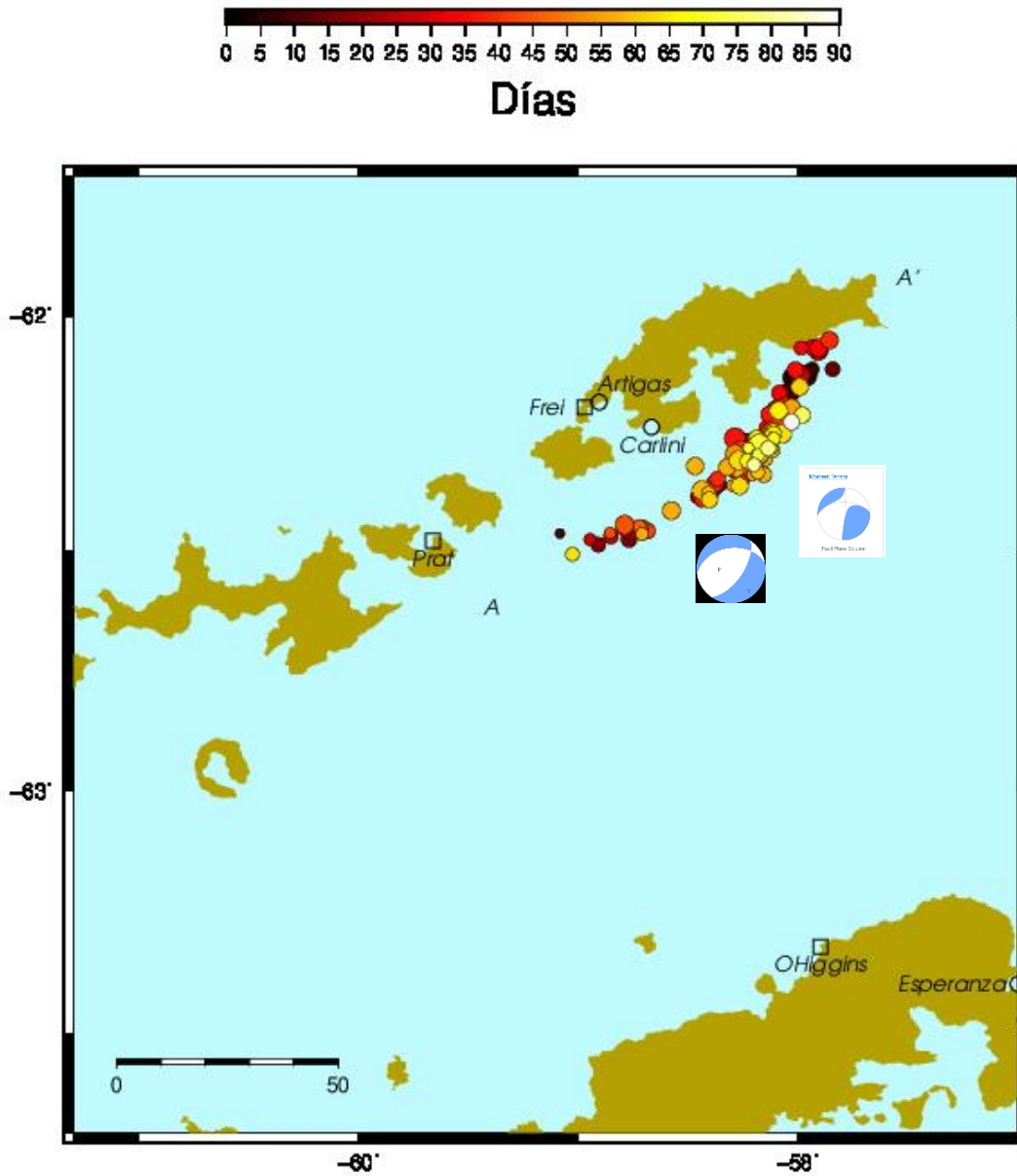


Fig. 7. (Figura actualizada en relación al reporte v1). Distribución espacial de la secuencia sísmica iniciada el 28 de agosto de 2020. La mayor parte de la sismicidad se localiza en el sector central de una faja del orden de 80 km de longitud y de unos 10 km de ancho. Las esferas focales de dos sismos significativos, aunque distintas, evidencian una extensión perpendicular a la línea de sismos.

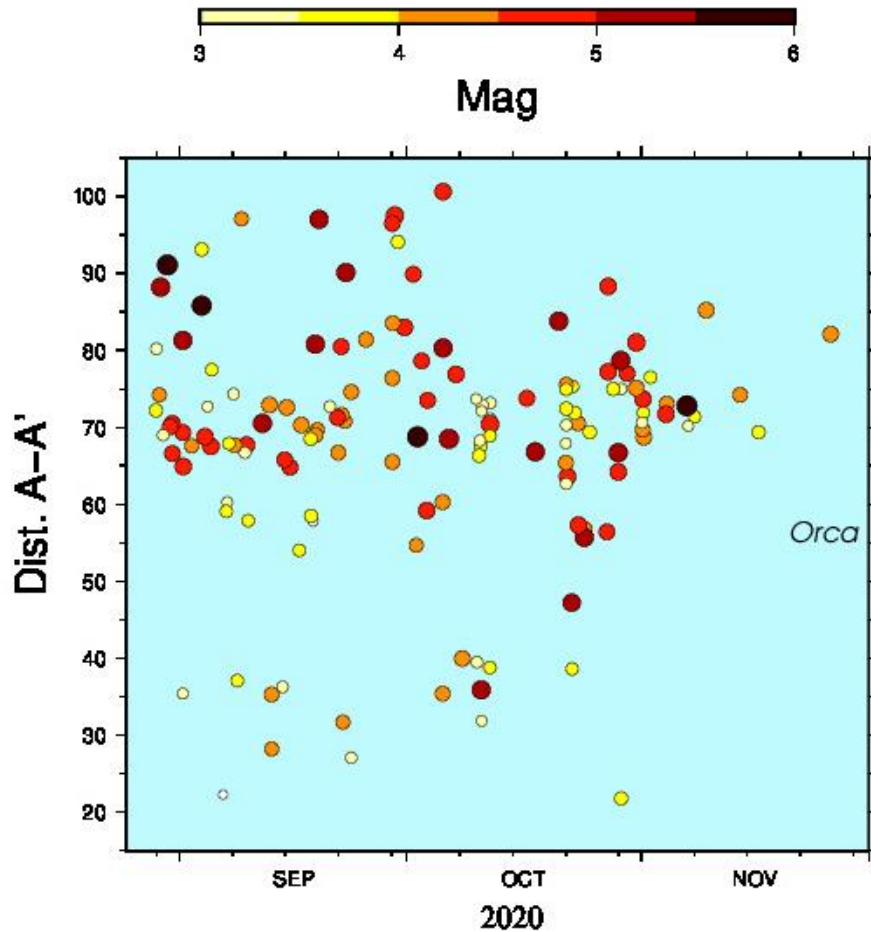


Fig. 8. (Figura actualizada en relación al reporte v1). Distribución espacio-temporal, a lo largo del perfil A-A', de los 140 sismos mostrados en la figura 7 que se han podido localizar. Los sismos de mayor magnitud se sitúan hacia el norte del monte submarino Orca, cuya posición es este diagrama es indicado entre los 55 y 60 km del punto A.

Se interpreta esta sismicidad como parte del proceso de expansión del Estrecho de Bransfield según se evidencia en las medidas de posicionamiento determinadas por el Sistema Global de Posicionamiento Satelital (GNSS) con dos estaciones ubicadas en ambos flancos del Estrecho de Bransfield, en Base Esperanza y en Base Artigas (ambas mostradas en la figura 7).

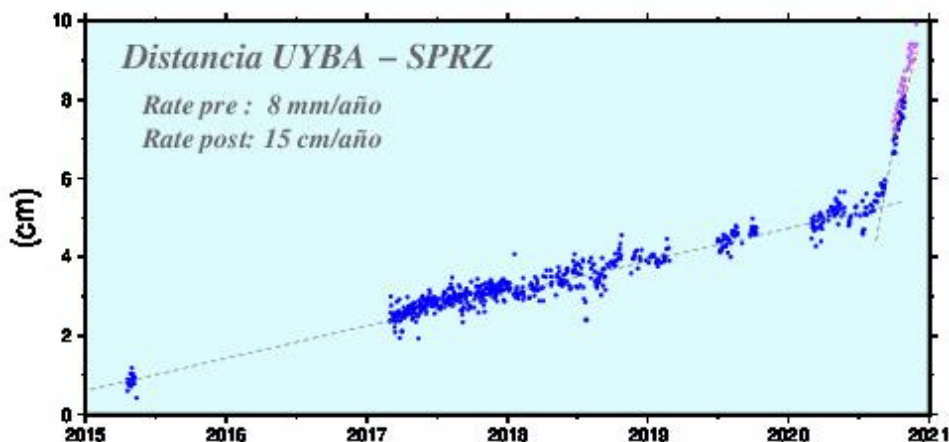


Fig. 9. (Figura actualizada en relación al reporte v1). Evolución de la distancia entre los dispositivos GNSS ubicados en las bases Artigas (UYBA) y Esperanza (SPRZ). La velocidad de separación entre ambos sitios aumenta drásticamente a fines de agosto del presente año, coincidentemente con el inicio de la actividad sísmica de mayor magnitud.

La figura 9 muestra el cambio de la distancia entre los aparatos GNSS ubicados en las bases Artigas (UYBA) y Esperanza (SPRZ) a través del tiempo según la información que se puede descargar desde el sitio del Laboratorio Geodésico de Nevada (Blewitt et al., 2018). Desde el inicio de las observaciones geodésicas en ambos sitios en el año 2015, se puede estimar la tasa de expansión del estrecho a una tasa de 8 mm/año. Esta tasa cambia a fines de agosto de este año y aumenta a 15 cm/año. Por lo tanto, las observaciones geodésicas confirman que la actividad sísmica ocurre como parte de este proceso de expansión acelerada.

Referencias

Almendros, J., Carmona, E., Jiménez, V., Díaz-Moreno, A., & Lorenzo, F. (2018). Volcano-tectonic activity at Deception Island volcano following a seismic swarm in the Bransfield Rift (2014–2015). *Geophysical Research Letters*, 45, 4788–4798. <https://doi.org/10.1029/2018GL077490>

Berricoso et al. (2008). Geodetic Research on Deception Island and its Environment (South Shetland Islands, Bransfield Sea and Antarctic Peninsula) During Spanish Antarctic Campaigns (1987–2007). *Geodetic and Geophysical Observations in Antarctica*. (pp.97-124) Chapter: Geodetic Research on Deception Island and its Environment (South Shetland Islands, Bransfield Sea and Antarctic Peninsula) During Spanish Antarctic Campaigns (1987–2007). Springer Berlin Heidelberg, A. Capra and R. Dietrich, eds. DOI: 10.1007/978-3-540-74882-3_6

Blewitt, G., W. C. Hammond, and C. Kreemer (2018), Harnessing the GPS data explosion for interdisciplinary science, *Eos*, 99, <https://doi.org/10.1029/2018EO104623>. Published on 24 September 2018.

Barker, P. F., and I. W. D. Dalziel, Progress in geodynamics in the Scotia Arc region, in *Geodynamics of the Eastern Pacific Region, Caribbean and Scotia Arcs*, Geodyn. Ser., vol. 9, edited by R. Cabre, pp. 137– 170, AGU, Washington, DC, 1983.

Gonzalez-Ferrán, O., J. A. Crame, and J. W. Thomson, The Bransfield Rift and its active volcanism, in *Geological Evolution of Antarctica*, edited by M. R. A. Thomson, J. A. Crame, and J. W. Thomson, pp. 505– 509, Cambridge Univ. Press, New York, 1991.

Gracia, E., M. Canals, M. L. Farran, J. Sorribas, and R. Pallas, Central and eastern Bransfield basins (Antarctica) from high-resolution swath-bathymetry data, *Antarct. Sci.*, 9, 168– 180, 1997.

Parra, J. C., and G. Yáñez, Reconocimiento aeromagnético en la península Antártica y mares circundantes, integración de información obtenida a diferentes alturas, *Ser. Cient. INACH*, 38, 117– 131, 1988.

Roach, P. J., The nature of back-arc extension in Bransfield Strait, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 53, 165, 1978.

Robertson et al, (2003). Seismicity and Tectonics of the South Shetland Islands and Bransfield Strait from a regional broadband seismograph deployment, *J. Geophys. Res.* 108, B10, 2461.