Estudios entre Hook Ridge e isla Bridgeman en el estrecho de Bransfield

Anomalías acústicas de imágenes multihaz de columna de agua

Ingeniero Oscar Ancco
oscarancco02@gmail.com

Ingeniero Luis Cerpa
lcerpa@ingemmet.gob.pe

Stefani Galvez
stefanigalvez24@gmail.com

Durante la campaña de investigación antártica ANTAR XXVIII, en el marco del proyecto «Evolución del volcanismo submarino en el Estrecho de Bransfield: Relación de las emanaciones hidrotermales con la biodiversidad» liderado por el INGEMMET, se recolectaron datos acústicos entre el monte submarino Orca e isla Bridgeman que fueron revisados y post-procesados para la prospección de anomalías acústicas que sugieran actividad hidrotermal. La detección de anomalías acústicas se basó en establecer patrones de reflectividad verticales o subverticales que cumplan los requisitos de forma, comportamiento, continuidad y repetibilidad. Como resultado se detectaron 59 anomalías acústicas verticales o subverticales por cada uno y dos disparos de pulsos acústicos (pings) agrupados en dos zonas de expulsión. La primera zona de expulsión contiene 44 anomalías acústicas con una altura de ~127 m ubicadas en un monte submarino al suroeste de isla Bridgeman, a una profundidad de columna de agua de ~154 m; además, tienen una relación espacial con una depresión. Asimismo, la segunda zona de expulsión contiene 15 anomalías acústicas con una altura de ~145 m localizadas cerca del borde costero al suroeste de isla Bridgeman, a una profundidad de columna de agua de ~179 m y asociadas espacialmente con una depresión. Se concluye que, las anomalías acústicas en el monte submarino al suroeste de isla Bridgeman y cerca del borde costero al suroeste de isla Bridgeman, muestran una relación directa con sistemas magmático-hidrotermales.

In the context of the project «Evolution of submarine volcanism in the Bransfield Strait: Relationship of hydrothermal emanations with biodiversity» led by INGEMMET during the ANTAR XXVIII Antarctic research campaign, acoustic data were collected between Orca Seamount and Bridgeman Island and reviewed and post-processed for the detection of acoustic anomalies suggestive of hydrothermal activity. Acoustic anomaly detection was based on establishing vertical or subvertical reflectivity patterns that meet shape, behavior, continuity and repeatability requirements. As a result, 59 vertical or subvertical acoustic anomalies were detected each one and two acoustic pulse shots (pings) grouped into two zones of expulsion. The first zone of expulsion contains 44 acoustic anomalies with a height of ~127 m located on a seamount southwest of Bridgeman Island at a water column depth of ~154 m; also, have a spatial relationship with a depression. Likewise, the second zone of expulsion contains 15 acoustic anomalies with a height of ~145 m located near the coastal edge southwest of Bridgeman Island, at a water column depth of 179 m and spatially associated with a depression. It is concluded that the acoustic anomalies on the seamount southwest of Bridgeman Island and near the coastal edge southwest of Bridgeman Island show a direct relationship with magmatic-hydrothermal systems.

Durante el último verano austral (2021-2022) se desarrolló la XXVIII Expedición Científica Peruana a la Antártida - ANTAR XXVIII, que se realizó integramente a bordo del B.A.P. "Carrasco".

En ese contexto, en la primera parte de la expedición se llevó a cabo el Crucero ORCA III, donde se efectuó la ejecución del proyecto "Evolución del volcanismo submarino en el estrecho de Bransfield: Relacion de las emanaciones hidrotermales con la biodiversidad" liderado por el INGEMMET, con la colaboración de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Universidad Científica del Sur (UCSUR) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis (INVEMAR).

El Crucero ORCA continuó el levantamiento batimétrico y geofísico de los montes submarinos que se encuentran entre el Monte Submarino Orca e isla Bridgeman (figura 1). Este levantamiento tiene como objetivo principal caracterizar las geoformas relacionadas a los montes submarinos y en particular detectar anomalías acústicas correspondientes a las zonas de actividad hidrotermal utilizando la información multihaz de la columna de agua.

La actividad hidrotermal es el resultado del calentamiento o sobrecalentamiento del agua al entrar en contacto con magma y rocas volcánicas calientes. Donde hay vulcanismo submarino, hay actividad hidrotermal debido al papel activo del agua de mar circulante en el enfriamiento, alteración y ruptura del magma recién emplazado (Judd y Hovland, 2007).

El presente trabajo muestra los resultados de la revisión y análisis de los ecogramas multihaz recolectados en la Expedición Científica Antártica ANTAR XXVIII, para la prospección de anomalías acústicas asociadas a la actividad hidrotermal.

Metodología

Levantamiento y post-procesamiento de batimetría multihaz

El levantamiento batimétrico se realizó con una ecosonda multihaz Kongsberg EM122 que trabaja con una frecuencia de 12 kHz y una resolución de 10 m,

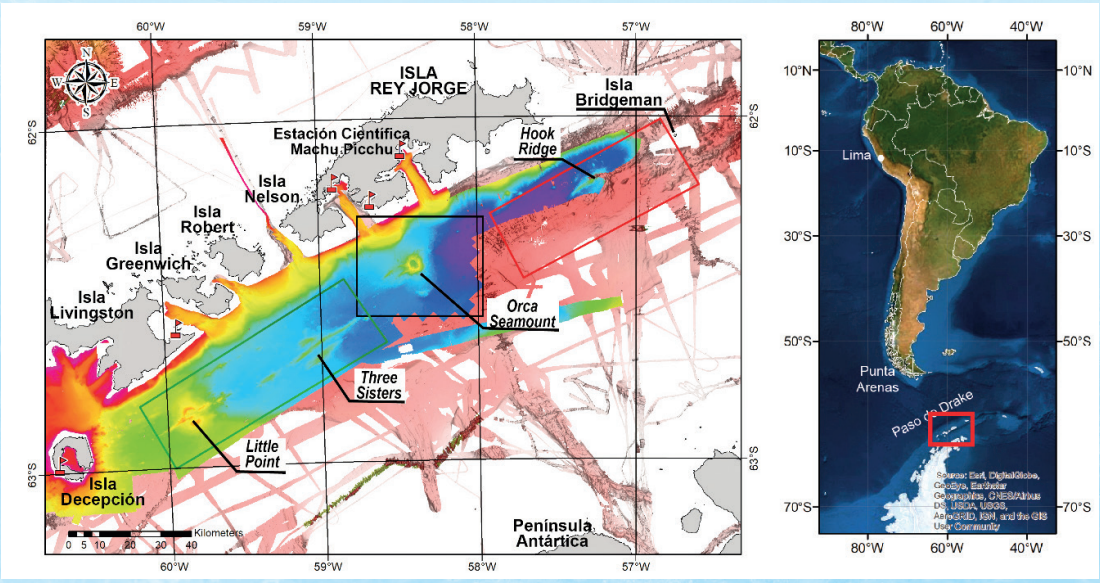


Figura 1. Área de estudio del estrecho de Bransfield, en la parte central y de color negro, el área con levantamiento batimétrico del ANTAR XXVI (ORCA I). A la izquierda y en color verde, se ubica el levantamiento realizado en el ANTAR XXVII (ORCA II). En el sector izquierdo y enmarcado en rojo esta el área levantada en el ANTAR XXVIII (ORCA III). Tomado de INGEMMET (2021).

con una emisión de 432 haces de sonido por disparo y una recepción de 288 haces de sonido por disparo, a una distancia angular de 1° y una apertura máxima de 150°. Se utilizó una configuración de 120° (60-60), que permite obtener una cobertura de tres veces la profundidad, consiguiendo de esta manera mejorar la calidad de los datos recolectados.

Se procesaron 5.04 gigabytes (GB) que contienen 386 ficheros de datos acústicos crudos en formato ALL. Posteriormente, se convirtieron a formato QPD creando una superficie dinámica utilizando la opción Capa de Profundidad CUBE para generar una superficie batimétrica más homogénea con el fin de determinar la morfología del área de estudio, definida por la distancia entre la superficie del mar y el fondo marino (Joo et al., 2020). Seguidamente, se realizó la corrección de batimetría multihaz mediante el filtrado de spikes empleando la opción Desviación Estándar de manera interactiva, a través del módulo de edición 2D y 3D del software Qimera. Por último, se exportó la superficie dinámica post-procesada en formato grilla GeoTIFF de punto flotante para luego ser cargada en el software QGIS (QGIS Development Team, 2009), y generar mapas batimétricos para la distribución de anomalías acústicas del área de estudio.

Revisión y post-procesamiento de datos acústicos multihaz de columna de agua

Se cargaron 7.35 GB, que incluyen 386 archivos de datos acústicos crudos en formato WCD para la visualización de ecogramas digitales. Este proceso se realizó con el software Echoview. Luego, se realizó la revisión manual de ecogramas digitales para la localización y caracterización de anomalías acústicas estableciendo patrones de reflectividad verticales o subverticales que cumplan los requisitos de forma, comportamiento, continuidad y repetibilidad (Ancco, 2022). Asimismo, se cargaron los datos WCD en el software FMMidwater, donde fueron convertidos a formato WGC para la nueva visualización de ecogramas digitales en forma de cortina y cambiar el valor mínimo o máximo del umbral con la herramienta de control deslizante. Este procedimiento permite obtener un mejor análisis e interpretación de los dispersores de sonido que se encuentran en la columna de agua. Por último, se exportaron los puntos de agrupación de anomalías acústicas al software Fledermaus para realizar la interacción con la superficie dinámica del área de estudio.

Resultados

Distribución de anomalías acústicas

Se detectaron 59 anomalías acústicas verticales o subverticales cada uno y dos disparos de pulsos acústicos (pings) que fueron agrupadas en dos zonas de expulsión (figura 2). La primera, contiene 44 anomalías acústicas cada dos disparos y se encuentra al suroeste de la isla Bridgeman al este del cráter de un monte submarino; además, guarda una relación espacial con una depresión cerca del cráter (figura 3). Por otro lado, se localizó una segunda zona de expulsión con 15 anomalías

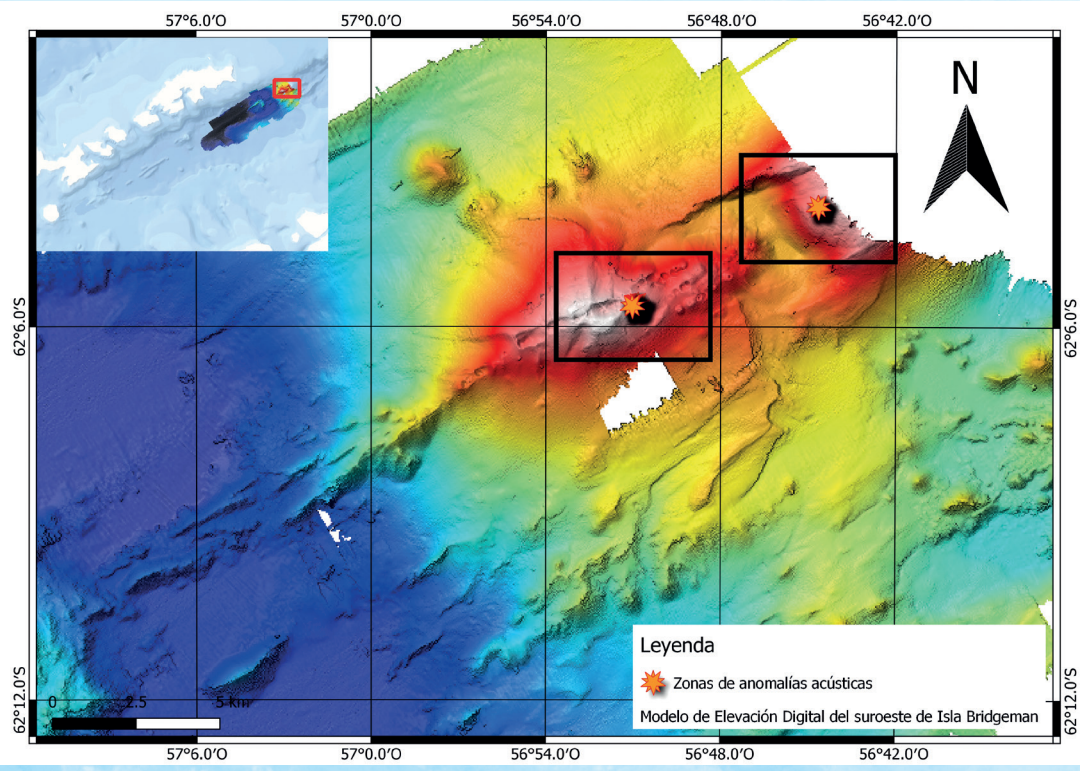
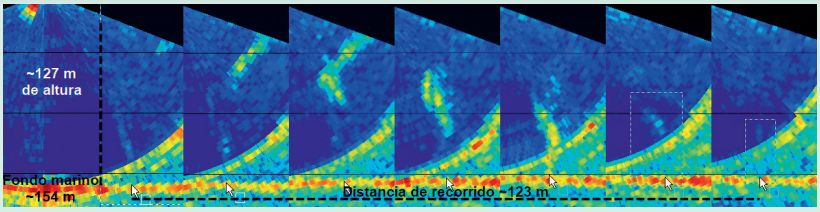
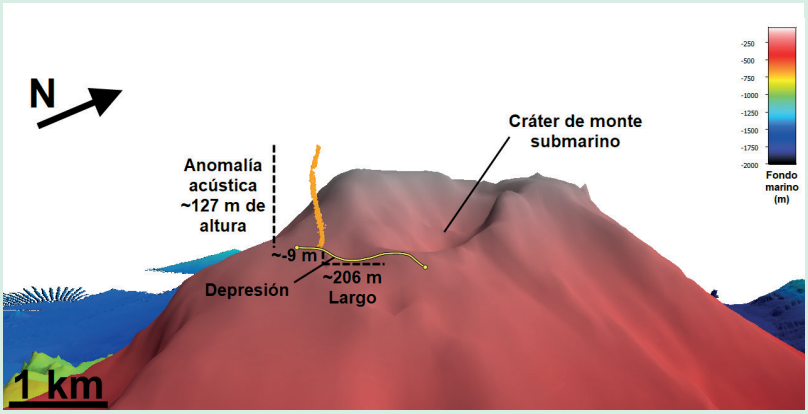


Figura 2. Mapa de distribución de anomalías acústicas del área de estudio.



(a) Cortes de ecogramas 2D multihaz sucesivos (anomalías acústicas por ping) de zona de expulsión a ~154 m de profundidad de columna de agua, ubicado en un monte submarino al suroeste de isla Bridgeman. Estas siete anomalías acústicas cubren una distancia de recorrido de ~123 m y tienen una altura de ~127 m. Sin exageración vertical.



(b) Vista 3D de la zona de expulsión, donde se observa una anomalía acústica en un monte submarino al suroeste de la isla Bridgeman. Esta anomalía tiene una relación espacial con una depresión. Exageración vertical 3x.

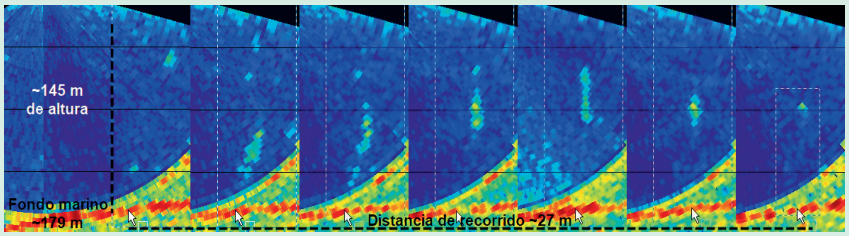
Figura 3. Primera zona de anomalías acústicas.

acústicas cada disparo al suroeste de isla Bridgeman, cerca del borde costero y tiene una relación espacial con una depresión (figura 4).

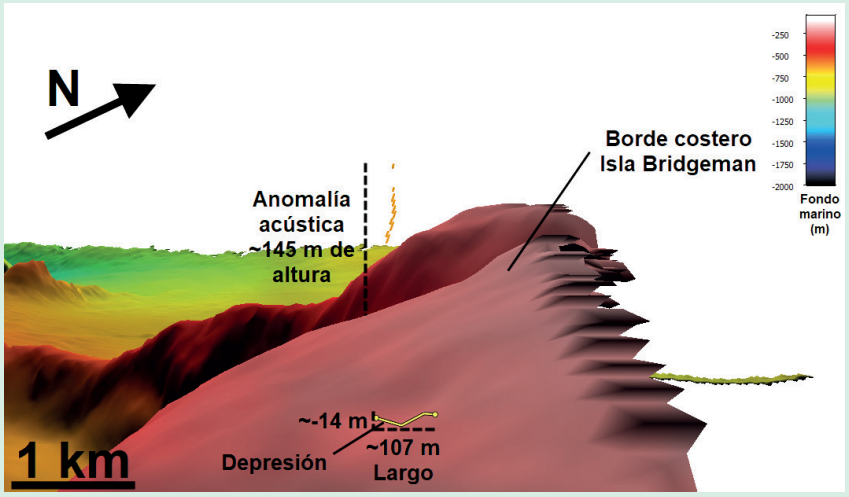
Discusión e interpretaciones

Relación anomalía acústica/actividad magmática-hidrotermal

Las anomalías acústicas detectadas en dos zonas de la parte central de la cuenca Bransfield (monte submarino al suroeste de isla Bridgeman y cerca del borde costero al suroeste de la citada isla), están asociadas a un monte submarino y reflejan actividad magmática de la zona. Es decir, es un sistema volcánico activo que presenta emanaciones hidrotermales relacionadas a los edificios o montes volcánicos, tal como lo muestra el estudio hecho por González et al. (2020) en el cual hicieron el seguimiento al muestreo de un sistema hidrotermal en su fase inicial, posterior al evento volcánico de 2011-2012 del volcán submarino Tagoro, con registros de anomalías acústicas en forma de pluma captadas por ecosondas. Asimismo,



(a) Cortes de ecogramas 2D multihaz sucesivos (ano- malías acústicas por ping) de zona de expulsión a ~179 m de profundidad de columna de agua, ubicado cerca del borde costero al suroeste de la isla Bridgeman. Estas siete anomalías acústicas cubren una distancia de largo de ~27 m y tienen una altura de ~145 m. Sin exageración vertical.



(b) Vista 3D de la zona de expulsión, en la cual se observa una anomalía acústica cerca del borde costero, al suroeste de la isla Bridgeman. La anomalía tiene una relación espacial con una depresión. Exageración vertical 3x.

Figura 4. Segunda zona de anomalías acústicas.

ISSN: 2306 - 9953

Bitácora Hidrográfica

PUBLICACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DE LA MARINA DE GUERRA DEL PERÚ

CALLAO, JUNIO 2022/ Nº 25

dichos autores señalan que, a escala geológica, estas erupciones volcánicas y las fumarolas hidrotermales de baja temperatura podrían contribuir a aumentar los metales disueltos en el agua de mar y producir grandes depósitos de Fe-oxihidróxido como los que se encuentran en antiguos montes submarinos con puntos calientes. Por otro lado, Williams (2021) recopiló una lista cronológica con los informes históricos de isla Bridgeman para comparar y establecer la veracidad de la actividad volcánica de las islas Shetland del Sur, en la cual este proceso reveló una consistencia en la opinión de observadores independientes. Además, las investigaciones hechas por Weaver, Saunders, Pankhurst, y Tarney (1979) así como Keller, Strelin, Lawver, y Fisk (1994) mencionan que el vulcanismo cuaternario en el Estrecho de Bransfield se produjo en las islas Decepción, Pingüino y Bridgeman, así como en montes submarinos y crestas entre las islas Decepción y Bridgeman de igual manera como lo observado en esta investigación. Por lo tanto, se sostiene que la presencia de anomalías acústicas, en dos zonas alrededor de isla Bridgeman, es un indicador de sistemas hidrotermales activos y guardan una relación con el aumento de metales disueltos en la columna de agua y generación de yacimientos de Fe-oxihidróxido.

Conclusión

Evidencia hidroacústica y batimétrica de alta resolución sugiere actividad magmática-hidrotermal en dos zonas de anomalías acústicas de la parte central de la cuenca Bransfield, en un monte submarino al suroeste de isla Bridgeman y cerca del borde costero.

Recomendación

Con base en el catálogo de anomalías acústicas encontrado y reportado se debe diseñar una campaña de muestreo de rocas y sedimento marino, para caracterizar de mejor manera la geología del fondo marino.

Por último, todos los datos pueden ser consultados en el visualizador GeoAntar del INGEMMET.

Agradecimientos

Agradecemos al Ministro Manuel Soarez Document, Director de Asuntos Antárticos del Ministerio de Relaciones Exteriores, así como a todo el personal de la Dirección de Hidrografía y Navegación por darnos el soporte logístico para nuestra participación en la Expedición ANTAR XXVIII. Asimismo, un fraterno agradecimiento al equipo de Geología Marina y Geología de la Antártida del INGEMMET, al notable equipo multidisciplinario «ORCA III» y a toda la dotación del B.A.P. "Carrasco", liderada por el Capitán de Navío Atilio Aste. Finalmente, un reconocimiento especial a los técnicos Jhon Jesús, Aldo Nieto y Gino Zegarra, excelentes hidrógrafos cuyo trabajo es de vital importancia para la generación de nuevos conocimientos en el mar peruano y la Antártida.

Bibliografía

- Ancco, O. (2022). Plumas de gas y rasgos morfológicos a lo largo del margen convergente peruano entre Punta Sal y Punta Pariñas. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- González, F., Rincón-Tomás, B., Somoza, L., Santofimia, E., Medialdea, T., Madureira, P., López-Pamo, E., Hein, J., Marino, E., De Ignacio, C., et al. (2020). Low-temperature, shallow-water hydrothermal vent mineralization following the recent submarine eruption of Tagoro volcano (El Hierro, Canary Islands). Marine Geology, 430, 106333. https://doi.org/10.1016/j.margeo.2020.106333
- INGEMMET. (2021). Plan de trabajo: Vigésimo Octava Campaña Científica del Perú a la Antártida – ANTAR XXVIII.
- Joo, J., Kim, S.-S., Choi, J. W., Pak, S.-J., Ko, Y., Son, S.-K., Moon, J.-w., y Kim, J. (2020). Seabed Mapping Using Shipboard Multibeam Acoustic Data for Assessing the Spatial Distribution of Ferromanganese Crusts on Seamounts in the Western Pacific. Minerals, 10(2), 155. https://doi.org/10.3390/min10020155
- Judd, A., y Hovland, M. (2007). Seabed fluid flow: The impact on geology, biology and the marine environment. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511535918
- Keller, R. A., Strelin, J. A., Lawver, L., y Fisk, M. R. (1994). Dredging young volcanic rocks in Bransfield Strait. Antarct. JUS, 29, 100–102. https://s3.amazonaws.com/Antarctica/AJUS/AJUSvXXVIIIn5/AJUSvXXVIIIn5p98.pdf
- QGIS Development Team. (2009). QGIS Geographic Information System. http://qgis.osgeo.org
- Weaver, S. D., Saunders, A. D., Pankhurst, R. J., y Tarney, J. (1979). A geochemical study of magmatism associated with the initial stages of back-arc spreading. Contributions to Mineralogy and Petrology, 68(2), 151–169. https://doi.org/10.1007/BF00371897
- Williams, K. L. (2021). Bridgeman Island, Antarctica,'burning mount' or old eroded volcano? Polar Record, 57. https://doi.org/10.1017/S0032247421000152