



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Uso de sismica de reflexión convencional para la exploración del fondo marino frente a Tambo de Mora (12.5°S - 13.5°S)

Deisy Arriola¹, Gerardo Herbozo¹

¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos

RESUMEN

La sismica de reflexión convencional es utilizada para interpretar y definir la geometría del subsuelo indirectamente; desde la década de 1950 en exploraciones petroleras alrededor del mundo, usando como recurso la propagación de ondas elásticas generadas de forma artificial. El Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos tiene como objetivo principal realizar el cartografiado geológico y la caracterización textural del fondo marino; por lo cual el presente trabajo indica los usos y la importancia de trabajar con la sismica convencional y brinda una metodología para la caracterización textural del fondo marino a través de la extracción de sus valores de amplitud, el cual fue corroborado y guarda relación con el mapa textural adquirido en el crucero INGEMAR II.

Palabras clave: sismica de reflexión convencional, ondas elásticas y amplitud.

ABSTRACT

The conventional seismic reflection is used to interpret and define the geometry of the subsoil indirectly; since the 1950s in oil exploration around the world, using as a resource the propagation of artificially generated elastic waves. The main objective of the Marine Geology and Antarctic Studies Program is to carry out the geological mapping and the textural characterization of the subsea; for which the present work indicates the uses and importance of working with conventional seismic and provides a methodology for the textural characterization of the

seabed through the extraction of its values of amplitude, which was corroborated and related to the textural map acquired in the cruise INGEMAR II.

Keywords: Conventional seismic reflection, elastic waves and amplitude.

INTRODUCCIÓN

La sismica convencional es usada para explorar los sistemas petroleros profundos para la búsqueda de prospectos económicamente recuperables. Está información ha sido adquirida en el margen peruano durante los últimos 50 años, lo cual ha permitido entender la evolución geológica y tectónica regional. Sin embargo, para estudiar el fondo marino las campañas de sismica convencional tiene limitaciones respecto a diversidad de las tecnologías de adquisición sísmica (distintos parámetros de adquisición sísmica entre campañas), el espaciamiento entre líneas sísmicas y la resolución vertical de los datos. Es por ello que el Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos del INGEMMET desarrolla los cruceros INGEMAR mediante información batimétrica y sísmica de reflexión de alta resolución, está complementa la sismica convencional (Arriola et al, CPG 2018) para estudiar y cartografiar el fondo marino de manera eficiente. Para el planeamiento de los cruceros INGEMAR es necesario contar con mapas regionales preliminares con los cuales permitan optimizar el cartografiado y muestreo geológico del fondo marino durante estos cruceros geocientíficos. Este planeamiento se logra mediante el análisis de la información de sismica convencional que se encuentra disponible gracias al convenio entre INGEMMET y Perupetro. Por ende, el objetivo del presente resumen es pre-

sentar una metodología de trabajo para realizar un cartografiado preliminar del fondo marino en base a sísmica convencional en la zona de la Carta Náutica N°225. Esta metodología se basa en la reflectividad del fondo marino derivada de “atributos sísmicos” tales como la amplitud instantánea (Taner et al., 1994; Barnes 1997; Tanner, 2001; Schlumberger, 2010) los cuales están definidos por propiedades físicas de los sustratos presentes en el fondo marino (por ejemplo, texturas, litologías). Chopray (2005) presenta una

reseña sobre la evolución tecnológica y aplicación de atributos sísmicos en base a *softwares* aplicados a la prospección geofísica. El objetivo del presente trabajo es utilizar sísmica convencional para identificar las estructuras y unidades geológicas regionales en base a pozos petroleros, realizar un mapa textural preliminar del fondo marino y comparar estos resultados con los mapas de alta resolución derivados del crucero INGEMAR II en el área de la Carta Náutica N°225.

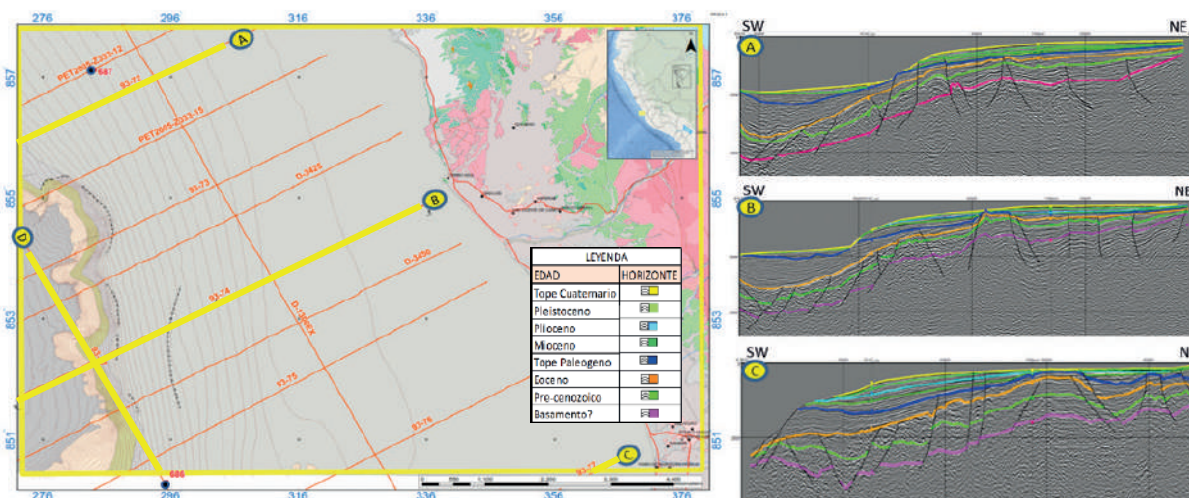


Figura 1. Mapa geológico e interpretación de las líneas sísmicas en el área de estudio frente a Tambo de Mora.

METODOLOGÍA

Para el cartografiado geológico se interpretaron 15 líneas sísmicas, las cuales pertenecen a 3 campañas distintas y 1 pozo petrolero (Pisco 4X) perforado en tierra por la empresa Texaco en 1955 ubicada en el extremo sureste del área de estudio. Además, también se consideró la información de las perforaciones realizadas en los pozos ODP 686 y 687, los cuales fueron perforados en la campaña Leg 112 en 1986 (Suess y von Huene, 1988). Esta información fue cargada en el *software* libre *OpendTect* (Beheer, 2009) para realizar la interpretación sísmica de las unidades geológicas identificando los límites sismo-estratigráficos en base al registro litológico de los pozos cargados previa corrección de *misties* (i.e., incongruencias en la intersección entre líneas sísmicas). Cabe resaltar que muchas de las líneas sísmicas utilizadas no poseían coordenadas geográficas por lo cual se utilizó el *software* libre *Seismic Unix* (Soares y Maciel, 2011) para georreferenciarlas. Para interpretar la naturaleza del fondo marino en base a la sísmica

convencional se ha implementado una nueva metodología en el *software* *OpendTect* que consiste en la extracción de la amplitud instantánea (atributo sísmico) a partir del horizonte que represente el fondo marino (De Groot et al., 2008). El atributo de amplitud se basa en el principio de impedancia acústica, el cual es el resultado del producto de la densidad del sustrato por la velocidad sísmica del sustrato. Los valores obtenidos fueron interpolados en el *software* libre GMT (*The Generic Mapping Tools*) (Wessel y Smith, 2000). La matriz regular (o grilla) interpolada sirve para obtener una capa temática de amplitud que debe tener relación con la litología del fondo marino. Para efectos de comparación se presenta los mapas de reflectividad y textural generado a partir de los datos multihaz de alta resolución del crucero INGEMAR II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área de la Carta Náutica N°225 se encuentra en la región central del margen convergente peruano. La evolución geológica regional Cenozoica de esta zona ha sido dominada por procesos de levanta-

miento, erosión, ruptura del talud y subducción del material erosionado del margen peruano (von Huene y Lallemand, 1990. Hasta antes el Eoceno había sido controlada por grabens y hemi-grabens y en el Eoceno sufrieron un truncamiento erosional regional debido a una intensa erosión que formó paleo-relieves que han controlado la sedimentación del Paleógeno. A partir del Mioceno medio (11.2 Ma), la colisión de la cresta de Nazca empezó a subducir en 11°S del antearco peruano, lo que promovió levanta-

tamientos y erosión tectónica con fallas normales en el margen convergente en el área de estudio y hasta la posición actual de la dorsal a las afueras de Pisco (15°S) (Hampel, 2004). En el Mioceno tardío y Plioceno se tiene erosión intensa y activación de zonas de debilidad en el talud relacionadas al levantamiento producido por la subducción de la dorsal de Nazca. Finalmente, la deposición de las secuencias Pleistocenas y Cuaternarias se llevan en los depocentros dejados en el Plioceno.

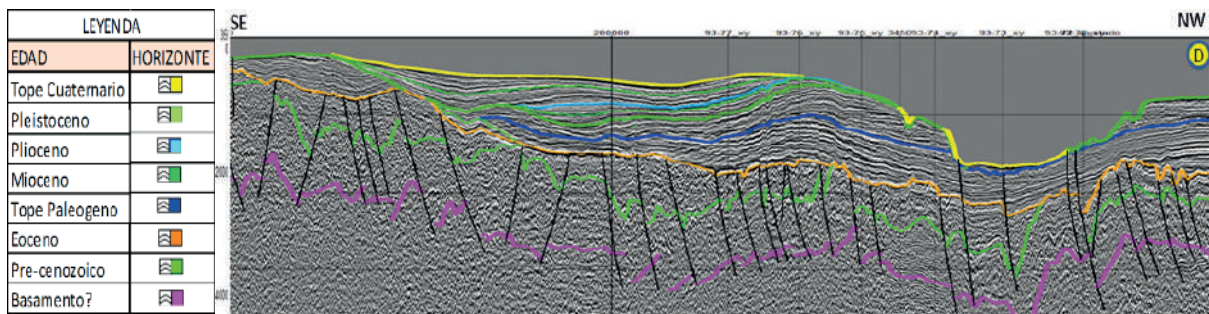
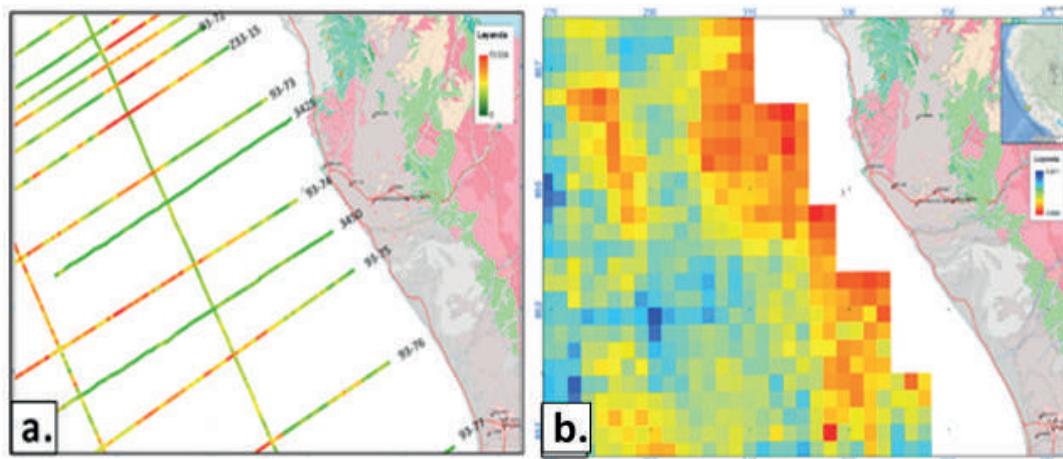


Figura 2. La sección D es un corte de la línea 93-87, que corresponde a la campaña RIBDGC93LZ.

Referente a la caracterización textural en base a los valores de amplitud extraídos del fondo marino, se observan zonas con materiales consolidados en el talud superior (colores azules, Figura 3B) y no consolidados en la zona de la plataforma (colores rojos a amarillos, Figura 3B). Los materiales de talud concuerdan con el afloramiento de secuencias más antiguas (Paleógeno, Mioceno, Plioceno) y los materiales de plataforma tiene relación con las unidades recientes (Cuaternario principalmente). Los valores de amplitud obtenidos del fondo marino de las 15 líneas sísmicas (diferentes campañas) (Figura 3A) no

presentan relación o tendencia definida, debido a que los rangos de valores de amplitud son diferentes de acuerdo a las campañas sísmicas. En la campaña Z-33 el rango de amplitud está entre 0.12 y 13.5, mientras que en la campaña PPSDU7374LLAGPIS el rango varía entre 0.01 y 3.52 y la campaña RIBDGC93LZ tiene un rango entre 1.3 y 8.9. Para obtener una tendencia se eligieron los valores de amplitud de la campaña RIBDGC93LZ debido a que en las intersecciones entre líneas sísmicas no existe diferencia de los valores de amplitud, cubren mayor área, tienen mejor calidad y resolución vertical.



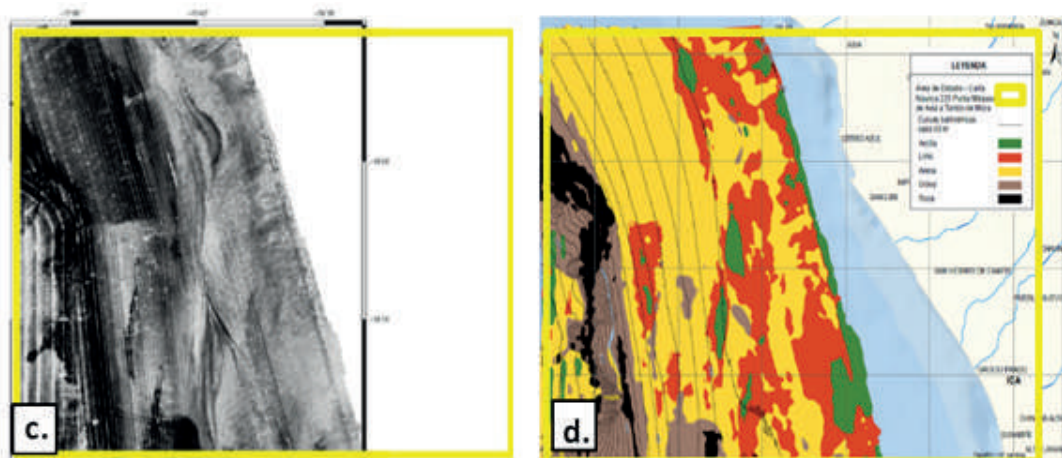


Figura 3. (A) Mapa de amplitudes de todas las líneas sísmicas interpretadas, con rangos amplitud verde = 0 y rojo = 13.5 (B) Mapa de amplitudes interpolado, utilizando el comando triangulate en GMT, correspondiente a la campaña RIBDGC93LZ; con rangos de amplitud rojo = 1.3 y azul = 8.9 (C) Mapa de reflectividad del crucero INGEMAR II, datos sin procesar. (D) Mapa textural del crucero INGEMAR II, con datos procesados; donde los colores: verde, rojo, amarillo, plomo y negro; corresponden a arcilla, limo, arena, grava y roca, respectivamente.

El mapa amplitudes interpolado (Figura 3B) muestra colores que van en una degradación de rojo, amarillo, celeste y azul, donde el color rojo es equivalente a arcilla y limo, amarillo es a limo y arena, celeste a arena y grava y el azul a grava y roca, donde el afloramiento de las unidades más antiguas se encuentran en la zona de talud medio y pertenecen a zonas donde afloran arenas, gravas y rocas; en las unidades recientes se observan en la zona de plataforma, donde se observan zonas arcillas, limos y arenas. En contraste con el mapa textural procesado producto del crucero INGEMAR (Figura 3D) muestran relación en algunos sectores, pero no son comparables debido a las limitaciones respecto a la cobertura y la resolución espacial de los mapas texturales interpolados. Sin embargo, estos pueden ser utilizados como un mapa textural preliminar pre-cruceros INGEMAR.

CONCLUSIONES

La sísmica de reflexión convencional permite: (1) reconocer las unidades geológicas antiguas que afloran en el fondo marino y las estructuras que las controlan a escala regional, (2) obtener un mapa textural preliminar regional del fondo marino, el cual nos da una idea del grado de consolidación del fondo marino con limitaciones respecto del área de cobertura y resolución, (3) los mapas texturales interpolados pueden ser utilizados como mapas preliminares pre-cruceros y sirven para definir las áreas de muestreo, ya que

está información ha sido corroborada y guarda relación con el mapa textural adquirido en el crucero INGEMAR II. (4) Los mapas texturales INGEMAR son los adecuados para realizar un cartografiado a detalle y de alta calidad del fondo marino.

AGRADECIMIENTOS

A Perupetro por brindarnos la información sísmica convencional, con la cual desarrollamos el presente trabajo de investigación, así mismo a las gestiones realizadas por el Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos de INGEMMET y la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú (MGP) para los cruceros geocientíficos INGEMAR y finalmente, a toda la tripulación del “BAP CARRASCO” y los participantes del crucero INGEMAR II.

REFERENCIAS

- Barnes, A. E. (1997). Genetic classification of complex seismic trace attributes. In SEG Technical Program Expanded Abstracts 1997 (pp. 1151-1154). Society of Exploration Geophysicists.
- Beheer, B. V. (2009). OpendTect
- Chopra, S., & Marfurt, K. J. (2005). Seismic attributes—A historical perspective. *Geophysics*, 70(5), 3S0-28S0.
- De Groot, P., Aminzadeh, F., Hemstra, N., & de Bruin, G. (2008). Advanced seismic interpretation techniques in OpendTect. *Drilling & Exploration World*, 17(03), 42-47.

- Diaz, M., & Esteller, R. (2007). Comparison of the nonlinear energy operator and the Hilbert transform in the estimation of the instantaneous amplitude and frequency. *IEEE Latin America Transactions*, 5(1), 1-8.
- Hampel, H., Buerger, K., Zinkowski, R., Teipel, S. J., Goernitz, A., Andreasen, N., ... & Ohno, H. (2004). Measurement of Phosphorylated Tau Epitopes in the Differential Diagnosis of Alzheimer Disease: A Comparative Cerebrospinal Fluid Study. *Archives of general psychiatry*, 61(1), 95-102.
- León, W. & Aleman, A., 2002, Forearc extension: tectonics, sedimentologic and stratigraphy evolution of the east Pisco basin. 5th Symposium Geodinámica Andina, p. 381– 384.
- Lewis, J., Dodge, J. D., & Powell, A. J. (1990). Quaternary dinoflagellate cysts from the upwelling system offshore Peru, Hole 686B, 687 ODP Leg 112. In *Proceedings of the Ocean Drilling Program, scientific results* (Vol. 112, pp. 297-322). National Science Foundation.
- Pilger, R. H., 1981, Plate reconstructions, aseismic ridges, and low-angle subduction beneath the Andes: *Geolog. Soc. Amer. Bull.*, v.92, 448,456
- Schlumberger. (2010). *The Oilfield Glossary: Where the Oil Field Meets the Dictionary*.
- Suess, E., von Huene, R., et al., *Proc ODP, Init. Repts.*, 112, p803-872 Shipboard Scientific Party, (1988) –Site 687.In.
- Soares, A. G. O., & Maciel, R. C. (2011). Modelamento e processamento de dados sísmicos usando o software livre Seismic Unix.
- Taner, M. T., O'Doherty, R., Schuelke, J. S., & Baysal, E. (1994). *Seismic attributes revisited* (No. CONF-941015--). Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK (United States).
- Taner, M. T. (2001). Seismic attributes. *CSEG recorder*, 26(7), 49-56.
- Von Huene, R., Lallemand, S., 1990. Tectonic erosion along the Japan and Peru convergent margins. *Geological Society of America Bulletin* 102, 704–720.
- Wessel, P., & Smith, W. H. (2000). *GMT-The Generic Mapping Tools*. Web site: <http://gmt.soest.hawaii.edu>.