



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

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

Erosión del fondo marino: una ventana hacia la energía renovable marina

Gerardo Herbozo¹, Kathy Córdova¹, José Herrera¹, Deisy Arriola¹, Luis Cerpa¹¹Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos

RESUMEN

La tendencia energética a nivel mundial se encuentra definida por fuentes energéticas renovables que sean amigables con el medio ambiente. Desafortunadamente, el Perú es un país que generalmente le da la espalda a esta tendencia debido a la carencia de innovación y conocimiento sobre este tipo de fuentes de energía. Para cubrir tal deficiencia, el Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos de INGEMMET está innovando en investigación geocientífica para explorar potenciales fuentes de energía marina. La erosión del fondo marino observada costa afuera de Tambo de Mora sugiere que la hidrodinámica en el fondo marino debe presentar altos niveles de energía de corrientes de fondo para reducir o restringir completamente el depósito reciente de sedimentos de texturas finas en la plataforma y talud continental. La existencia de discontinuidades en el registro sismoestratigráfico, probablemente del Cuaternario tardío, sugiere que existe una recurrencia espacio-temporal en la intensificación de las corrientes de fondo en el área de estudio. La información de alta resolución, proporcionada por el crucero INGEMAR, ha sido crucial para la generación de nuevos conocimientos sobre la evolución del margen peruano y su potencial en recursos naturales, en este caso, renovable.

Palabras clave: erosión del fondo marino, corrientes marinas de fondo, energía renovable, geofísica marina, geología marina, margen convergente peruano, Perú, Mar de Grau, cuenca Pisco

ABSTRACT

The global energy trend is defined by renewable energy sources that are environmentally friendly.

Unfortunately, Peru is a country that generally turns its back on this trend due to the lack of innovation and knowledge about this type of energy source. To fill this gap, INGEMMET's Marine Geology and Antarctic Studies Program is innovating in geoscientific research to explore potential marine energy sources. Seafloor erosion observed off Tambo de Mora suggests that hydrodynamics near the seafloor should be strong enough to reduce or completely restrict the deposit of recent, fine-grained surficial sediments in the continental shelf and upper slope due to bottom currents. The existence of erosional discontinuities in the recent seismostratigraphic record (probably of late Quaternary) suggests that there is a spatiotemporal recurrence in the strengthening of the bottom currents in the study area. The high-resolution information provided by the INGEMAR cruise has been crucial for the generation of new knowledge about the evolution of the Peruvian margin and its potential in natural resources, in this case, of a renewable character.

Keywords: seafloor erosion, bottom marine currents, renewable energy, marine geophysics, marine geology, Peruvian convergent margin, Peru, Peruvian Sea, off-shore Pisco basin

INTRODUCCIÓN

El potencial de encontrar recursos naturales energéticos y minerales a lo largo del fondo marino del Mar Peruano es hasta ahora impredecible dado que esta región submarina del territorio nacional aún no ha sido caracterizada de forma sistemática. Desde el año 2016 el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en alianza estratégica con la Dirección de Hidrografía y

Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú (MGP), vienen colaborando para estudiar de forma sistemática y detallada el fondo marino de las 200 millas náuticas territoriales soberanas del Mar de Grau mediante cruceros hidrográficos-geológicos denominados INGEMAR. Los cruceros INGEMAR tienen como misión delinear rasgos morfológicos y la naturaleza sedimentaria del fondo marino mediante tecnología hidroacústica, geofísica marina y muestreo geológico y, aparte de representar un hito en la investigación de los fondos marinos en Perú, son íconos de la innovación geocientífica para desarrollar conocimiento sobre los procesos naturales que han controlado la evolución del margen convergente peruano y sus recursos naturales. El conocimiento geocientífico generado tiene el potencial de favorecer temas país de índole económica, geopolítica, ecosistémica, medioambiental, de seguridad nacional, de riesgo geológico y desastres naturales que son estratégicos para la sostenibilidad de la sociedad peruana. Por ejemplo, en el tema energético la información geológica marina permite comprender la potencial energía renovable que tiene el sistema de corrientes marinas del Mar Peruano

conocida a partir de estudios regionales en el Mar Peruano (e.g., Penven et al., 2005). Estos estudios señalan que la variabilidad espacio-temporal en la intensidad de las corrientes marinas superficiales y submarinas se acoplan con las fluctuaciones de eventos oceanográficos (e.g., El Niño) y la morfología del margen convergente peruano. Una de las corrientes marinas más estudiadas es la contracorriente Perú-Chile (*Peru-Chile Undercurrent* o PCUC) la cual se desplaza cerca del fondo marino desde la zona ecuatorial hacia la zona antártica a lo largo del margen convergente peruano. Perpendicular a la costa, la PCUC domina los primeros 180 km cubriendo la plataforma y talud continental donde las velocidades máximas varían entre 15 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y 20 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y se transporta volúmenes máximos de agua de mar de 5 millones de $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ en la zona centro del margen peruano (Penven et al., 2005; Chaigneau et al., 2013). El fondo marino en esta zona del margen peruano ha sido estudiada de forma sistemática durante el crucero INGEMAR II. Este crucero estudió un total de 4800 km^2 del fondo marino entre la zona de la Carta Náutica Recalada N°225 costa afuera de Tambo de Mora en la zona offshore de la cuenca Pisco (Figura 1).

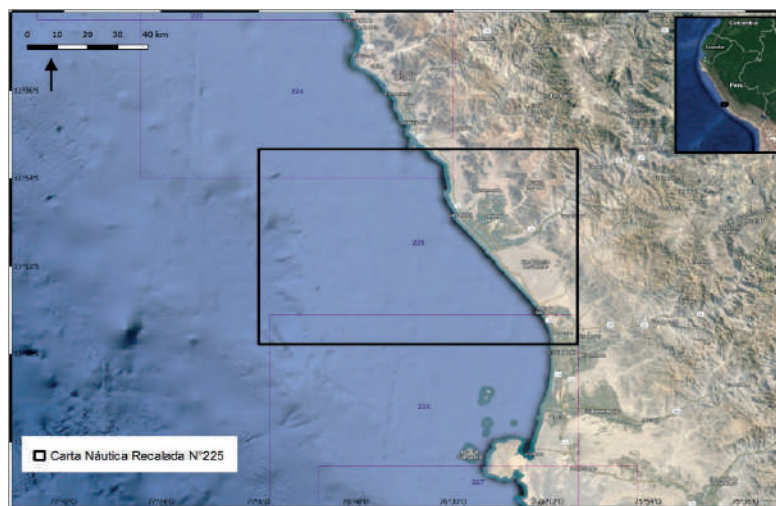


Figura 1. Área de estudio del crucero geocientífico INGEMAR II en la Carta Náutica Recalada N°225.

METODOLOGÍA

Durante el crucero INGEMAR II se obtuvo información de batimetría multihaz, sísmica de reflexión monocanal de alta resolución y muestreo geológico. El ecosonda multihaz Kongsberg EM122 es un sistema batimétrico de alta resolución que opera a una frecuencia de 12 kHz y permite cubrir áreas del fondo marino de hasta 6 veces la profundidad de columna de agua. El perfilador de subsuelo

Kongsberg SBP120 (*sub-bottom profiler* o SBP) es un equipo de sísmica de reflexión monocanal de alta resolución que funciona simultáneamente con el ecosonda multihaz EM122. Este sistema permite delinear la geometría de los primeros 50 m - 200 m por debajo del fondo marino, donde la penetración de las ondas sonoras transmitidas depende del tipo de sustrato subsuperficial. La draga tipo Van Veen es un muestreador que permiten obtener sedimentos superficiales del fondo marino.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el área de trabajo de la Carta Náutica N°225 se observó zonas del fondo marino en la plataforma continental donde existen truncamientos erosionales y paleo-superficies erosionales (Figura 2).

Las discontinuidades erosionales del fondo marino han sido observadas desde la zona norte a la zona sur del área de trabajo. Las superficies erosionales, tanto actuales como pasadas, han sido observadas generalmente entre los 100 m y el quiebre de la plataforma (aproximadamente a 400 m de columna de agua), lo cual representa ~80% del área de trabajo (~3200 km² del fondo marino). La ausencia de información entre los 100 m de columna de agua y la línea de costa no permite definir si estas superficies erosionales también ocurren hacia zonas de la costa. Sin embargo, la distribución de texturas de sedimentos superficiales señala que el fondo marino de la zona sur del área de trabajo se encuentra cubierto por una capa reciente de sedimentos de texturas finas, lo cual sugiere que no debería existir erosión en esa zona (Figura 2a). La distribución de sedimentos de texturas gruesas en la zona norte y centro del área de trabajo corroboran la erosión del fondo marino observada en los perfiles de SBP (Figura 2b). En estas zonas se muestrearon restos de peces fosfatados y costras de fosforitas (Figura 3a, 3c) que deberían ser el resultado de una intensa hidrodinámica de fondo dado que las corrientes de fondo juegan un rol importante en la formación de depósitos de fosforita no solo por concentrar precipitados autigénicos dispersos, sino que también por prolongar la precipitación de fosfato a niveles críticos de enterramiento de poca profundidad (Reimers and Suess, 1983; Reimers et al., 1987). La existencia de diversos tipos de nódulos de fosforita en el registro sedimentario entre el Plioceno y Cuaternario tardío en el área de trabajo ha sido el resultado de periodos de intensificación de las corrientes de fondo (Suess and von Huene, 1988). Durante una estación de muestreo geológico en la zona centro del área de trabajo se obtuvieron tres intentos negativos producto de una intensa hidrodinámica de las corrientes de fondo en la plataforma continental (Figura 3b). A pesar que no se obtuvo información oceanográfica con la cual estimar las velocidades de corrientes superficiales y de fondo, en base a estudios previos se especula sobre el rol de la PCUC en la generación de erosión del fondo marino a lo largo de la plataforma continental.

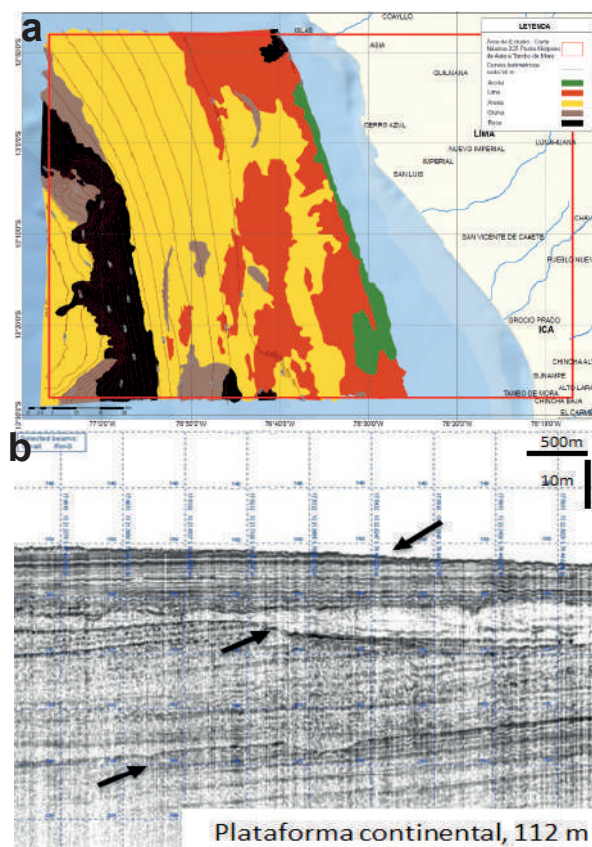


Figura 2. (a) Distribución de texturas del fondo marino donde se indica áreas con arenas donde se observa la erosión del fondo marino en los datos SBP, (b) ejemplo de perfil de SBP donde se observan truncamientos erosionales en el fondo marino y paleo-superficies erosionales. Las flechas de color negro indican tanto las zonas de erosión actual y pasadas.

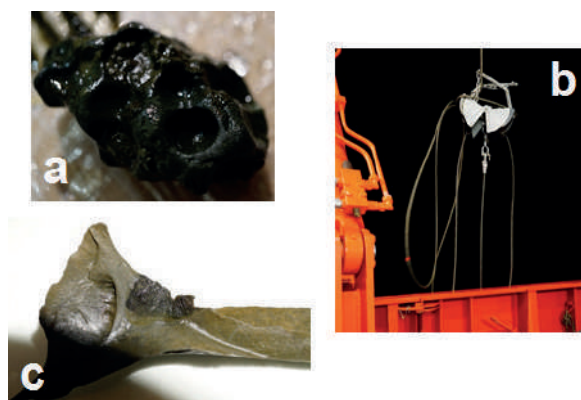


Figura 3. Evidencia de corrientes de fondo energéticas: (a) Costra de fosforita expuesta en el fondo marino de la zona norte de la plataforma continental, (b) Foto de uno de los tres intentos negativos durante un muestreo geológico nocturno donde se observó que el cable subió enredado en la draga producto de las fuertes corrientes de fondo, (c) Resto de peces fosfatados expuesto en el fondo marino de la zona centro de la plataforma continental.

En el talud superior, también existen truncamientos erosionales en el fondo marino pero debido a la separación de los perfiles SBP y cobertura de batimetría multihaz no es posible asegurar que tales discontinuidades cubren el área total del talud superior.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye que (1) existe erosión del fondo marino en la plataforma continental costa afuera de Tambo de Mora y, de acuerdo al conocimiento sobre la hidrodinámica del sistema de corrientes marinas del Mar Peruano; este proceso debería ser el resultado de corrientes marinas de fondo, (2) la existencia de discontinuidades en el registro sismoestratigráfico, probablemente del Cuaternario tardío, sugiere que la intensificación de las corrientes marinas de fondo ha tenido una recurrencia espacio-temporal en el área de estudio, (3) los datos de alta resolución obtenidos durante el crucero INGEMAR II gracias a la tecnología del nuevo buque de investigación de la Marina de Guerra del Perú “BAP Carrasco”; han permitido obtener nuevos conocimientos sobre la evolución del margen peruano y su potencial en recursos naturales, en este caso, renovable.

AGRADECIMIENTOS

Los cruceros geocientíficos INGEMAR son gestionados 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). Los trabajos en el mar al ser siempre una “travesía” logística, agradecemos a todos los participantes del crucero INGEMAR II dado que fueron piezas claves para el buen desarrollo de los trabajos realizados.

REFERENCIAS

Chaigneau, A., Dominguez, N., Eldin, G., Vasquez, L., Flores, R., Grados, C., & Echevin, V. (2013). Near-coastal circulation in the Northern Humboldt Current System from shipboard ADCP data. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118(10), 5251-5266.

Penven, P., Echevin, V., Pasapera, J., Colas, F., & Tam, J. (2005). Average circulation, seasonal cycle, and mesoscale dynamics of the Peru Current System: A modeling approach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 110(C10).

Reimers, C. E. and Suess, E. (1983), Spatial

and temporal patterns of organic matter accumulation on the Peru continental margin, *Coastal Upwelling—Its Sediment Record, Part B* pp. 311-345.

Suess, E., Kulm, L. and Killingley, J. (1987), Coastal upwelling and a history of organic-rich mudstone deposition off Peru, *Geological Society, London, Special Publications* 26(1), 181–197.

Suess, E. and von Huene, R. (1988), ODP Leg 112 Scientific Party: Peru continental margin, sites 679-688, in ‘Proceedings ODP, Initial Reports’, Vol. 112.