Boletin de la Sociedad Geologica del Perú

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

Ausencia de expulsión de gas natural del fondo marino en zona offshore de la Cuenca Pisco

Gerardo Herbozo[1], Oscar Ancco[1], Luis Cerpa[1], Jimmy Yataco[2], Carlos Holguín[2]

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

[2.] Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), Marina de Guerra del Perú (MGP)

RESUMEN

La expulsión de gas natural y petróleo del fondo marino es una herramienta de exploración hidrocarburífera utilizada en el océano a nivel mundial. Durante el crucero geocientífico INGEMAR II del año 2017 liderado por INGEMMET, que fue la campaña inaugural del nuevo buque de investigación "BAP Carrasco" de la Marina de Guerra del Perú (MGP); se realizó el reconocimiento sistemático del fondo marino mediante batimetría multihaz de alta resolución, sísmica de reflexión monocanal de alta resolución y muestreo geológico en el área de la Carta Náutica Recalada N°225 costa afuera de Tambo de Mora (13°S) donde se descubrió una ausencia de expulsión de gas natural del fondo marino tanto en la plataforma como en el talud superior de la zona offshore de la cuenca Pisco. La ausencia en el registro de sistemas de fallas activas y la presencia de una cobertura sedimentaria superficial de texturas finas serían las principales condicionantes para la ausencia de plumas de gas. A pesar de no observar plumas de gas en la columna de agua, se observaron chimeneas de gas natural en la columna sedimentaria lo que sugiere el ascenso de gas natural de origen microbiano o termogénico. En el talud se identificaron posibles domos masivos de hidratos de gas natural, lo cual corroboraría el ascenso enfocado de fluidos intersticiales ricos en gas natural a través de la columna sedimentaria. 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.

Palabras clave: fondo marino, expulsión de gas natural, plumas de gas, hidratos de gas, hidroacústica, geofísica marina, geología marina, costa afuera cuenca Pisco, margen convergente peruano, Perú, Mar de Grau

ABSTRACT

The release of natural gas and oil from the seafloor is used as a hydrocarbon exploration tool in the ocean around the world. During the geoscientific research cruise INGEMAR II led by INGEMMET in 2017, which was the inaugural campaign of the new research vessel "BAP Carrasco" of the Peruvian Navy, a systematic seafloor reconnaissance was carried out using high-resolution swath bathymetry, high-resolution single-channel seismic reflection and geological sampling off the coast of Tambo de Mora (13°S). No gas flares were observed along the continental shelf and upper slope regions in the offshore area of Pisco basin. The absence of active fault systems and the presence of a fine-grained surficial sedimentary cover seem to be the main controlling factors that restrict the occurrence of gas flares in the water column. Although they were not observed, gas chimneys were found in the sedimentary column which indicate the existence of either microbial or thermogenic gas. In the upper slope, possible massive domes of natural gas hydrates were identified which would suggest the existence of focused fluxes of gas-rich interstitial fluids toward the seafloor. The high-resolution information provided by the INGEMAR cruise has been crucial to generate new

knowledge about the evolution of the Peruvian margin and its natural resources.

Keywords: seafloor, natural gas seeps, gas flares, natural gas hydrates, hydroacoustics, marine geophysics, marine geology, offshore Pisco basin, Peruvian convergent margin, Peru, Peruvian Sea

INTRODUCCIÓN

El fondo marino del Mar Peruano representa el 40% del territorio nacional y tiene el potencial de albergar recursos naturales energéticos y minerales a lo largo de su compleja y amplia extensión (e.g., Huchon and Bourgois, 1990; Bialas and Kukowski, 2000; Herbozo et al., 2013). Uno de los recursos más requeridos durante las últimas décadas ha sido el petróleo y gas natural, y el Perú ha demostrado tener cuencas sedimentarias con sistemas petroleros y prospectos hidrocarburíferos (Fildani et al., 2005) así como reservas de hidrocarburos no convencionales como son los hidratos de gas natural (Herbozo et al., 2013). Sin embargo, en la zona del antearco la información es escasa o desactualizada lo cual dificulta la exploración del potencial hidrocarburífero de cuencas sedimentarias del margen convergente peruano. En el año 2016 el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en cooperación con la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú (MGP) comenzaron un reconocimiento sistemático y detallado del fondo marino de las 200 millas náuticas del Mar de Grau mediante cruceros hidrográficos-geológicos denominados INGEMAR. Estos cruceros de investigación forman parte de un plan de largo aliento del Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos de la Dirección de Geología Regional (DGR) del INGEMMET donde se planea obtener información base para generar la Carta Geológica Marina Nacional a lo largo del Mar de Grau a escala 1:100 000. El crucero INGEMAR I del 2016 se enfocó en la Carta Náutica Recalada N°112 costa afuera de Talara donde se reconocieron y cartografiaron (Ancco et al., presente congreso) zonas de expulsión de gas natural a lo largo de la plataforma continental donde existen pozos exploratorios de hidrocarburos como en zonas de frontera en el talud superior. Esta expulsión de gas, conocida como plumas de gas, es abundante y era desconocida en esta parte del margen convergente peruano. El crucero INGEMAR II 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).

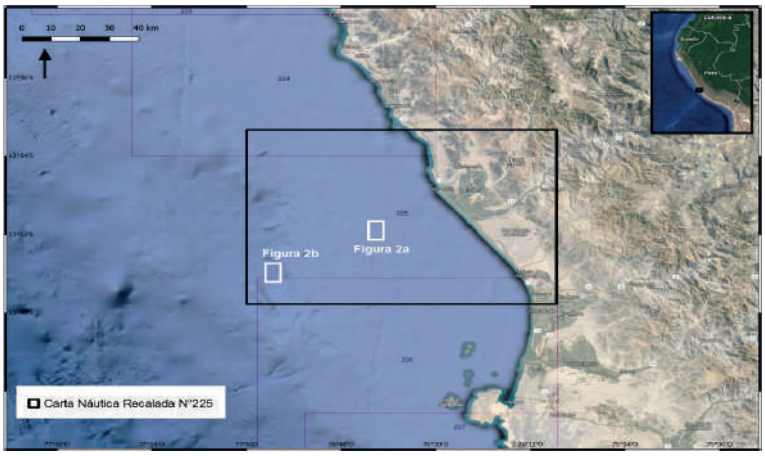

Figura 1. Área de estudio del crucero geocientífico INGEMAR II en la Carta Náutica Recalada N°225.

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. Adicionalmente, el EM122 permite registrar ecos provenientes de la columna de agua con los cuales localizar dispersores acústicos en la columna de agua tales como zonas de expulsión de gas natural (conocidos como plumas de gas). El perfilador de subsuelo Kongsberg SBP120 (SBP o *sub-bottom profiler*) es un equipo de sísmica de reflexión monocanal de alta resolución que funciona de for-

ma simultánea 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el área de trabajo de la Carta Náutica Recalada N°225 no se observaron dispersores hidroacústicos en la columna de agua relacionados a la expulsión de gas natural del fondo marino. La ausencia de estas plumas de gas en la columna de agua se debería a dos factores: (1) la ausencia de fallamiento activo, (2) la presencia de una cobertura superficial de sedimentos finos que actúa como capa impermeable para el escape de burbujas de gas natural. La existencia de una capa impermeable cerca al fondo marino, compuesta por sedimentos arcillosos limosos, puede ser la causa más probable para la ausencia de plumas de gas. En base a información regional referente a contenido de materia orgánica en sedimentos marinos de la plataforma y talud continental del margen convergente peruano (Suess and von Huene, 1988; Kvenvolden and Kastner, 1990), se espera que zonas de las cuencas Lima y Pisco contengan altas concentraciones de gas metano (CH_4) de origen microbiano en los primeros 100 m por debajo del fondo marino. Esta afirmación sería un indicio para encontrar gas subsuperficial y, por ende, expulsión de gas natural en la zona de estudio si existieran los conductos que permitan la expulsión de burbujas de gas desde el fondo marino (e.g., fallas y fracturas). A pesar de observar zonas de alta reflectividad en el fondo marino asociadas a probables afloramientos rocosos y/o fallamiento que podrían actuar como conductos verticales o subverticales para el escape de fluidos subsuperficiales ricos en gas natural hacia la columna de agua, el análisis de los datos hidroacústicos no corrobora tal expulsión. Sin embargo, en los datos de SBP se observan chimeneas de gas en la plataforma continental (Figura 2a). Las chimeneas de gas son patrones sísmicos caóticos de baja energía similares al ruido aleatorio que se alinean verticalmente entre los intervalos sismoestratigráficos de datos de sísmica de reflexión (Connolly, 2008). El gas natural presente en capas sedimentarias es conocido como gas libre y representan micro-burbujas de gas presentes en los fluidos del poro intersticial de la matriz sedimentaria.

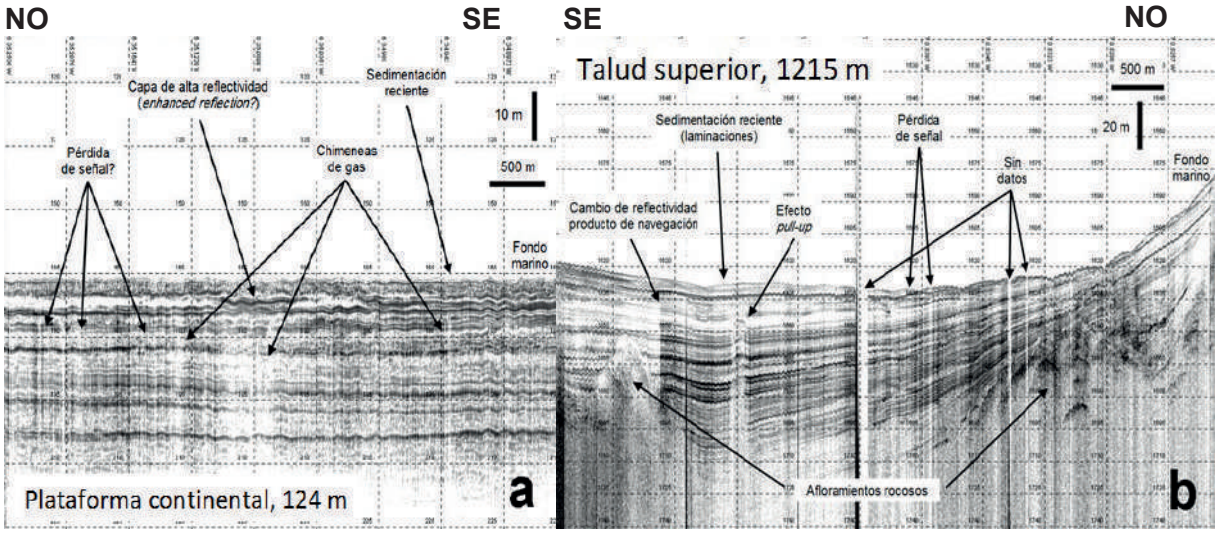

Figura 2. (a) Ejemplo de chimeneas de gas en la plataforma continental (124 m de columna de agua) en el área de estudio. (b) Estructura "pull-up" posiblemente definida depósitos masivos de hidratos de gas natural en el talud continental (1215 m de columna de agua) en el área de estudio, así como eventos sísmicos relacionados a patrones verticales de baja amplitud producto de pérdidas de señal y cambios bruscos de reflectividad producto de la navegación.

En la zona de plataforma (Figura 2a), las chimeneas se extienden a través de 15 m de estratos sedimentarios hasta 5 m por debajo del fondo marino. La penetración del SBP en esta zona es de aproximadamente 30 m por debajo del fondo marino. Una capa de sedimento superficial próximo al fondo marino, aparentemente impermeable, se extiende a lo largo del perfil de SBP y limita la extensión vertical de las chimeneas hacia el fondo marino. Encima del límite superior de la chimenea más predominante (zona central en Figura 2a) se observa una capa de alta reflectividad.

La existencia de capas de alta reflectividad encima de zonas de chimeneas de gas (conocida como *enhanced reflections*) suelen ser evidencia de estratos porosos donde se concentra gas libre producto de las zonas de migración vertical de fluidos subsuperficiales ricos en gas natural (Connolly, 2008). Al existir una asociación espacial entre tal capa de alta reflectividad con las chimeneas, es posible que fluidos ricos en gas natural se encuentran ascendiendo a través de la columna sedimentaria y se entrampen en subsuperficie en esta parte de la plataforma continental. En el talud continental, el rasgo sísmico identificado como *pull-up* (Figura 2b) es un patrón asociado a cambios anómalos de velocidad en la columna sedimentaria producto posiblemente de concentraciones masivas de hidratos de gas. La formación de concentraciones masivas de hidratos se asocia normalmente a flujos enfocados de fluidos ricos en gas natural. En esta zona del talud los cambios de reflectividad producto de pérdidas de señal son más recurrentes debido a las condiciones de mal tiempo durante la adquisición de datos en zonas de mar afuera.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye que (1) no se observaron plumas de gas en la columna de agua, probablemente debido a la ausencia de sistemas de fallas activas que facilitan el escape de burbujas de gas como a la existencia de una cobertura sedimentaria superficial de texturas finas que funciona como sello para el escape de gas natural del fondo marino, (2) si hay evidencia de chimeneas de gas, lo cual se asociaría a gas natural de origen microbiano presente en formaciones recientes o a gas natural de origen termogénico que proviene de reservorios profundos de hidrocarburos. Adicional a las chimeneas de gas observadas en la plataforma continental, en el talud continental se observan posibles domos masivos de hidratos de gas natural, (3) los datos de alta resolución del crucero INGEMAR han permitido nuevos conocimientos sobre la evolución del margen peruano y su potencial en recursos naturales.

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

Bialas, J. and Kukowski, N. (2000), FS SONNE Cruise Report SO146/1-2, GEOPECO (Geophysical Experiments at the Peruvian Continental Margin: Investigations of Tectonics, Mechanics, Gas hydrates, and Fluid Transport), Vol. 96, IfM-GEOMAR.

Connolly, D. (2008), Detecting vertical hydrocarbon expulsion from source rock in seismic data, in ‘AAPG Annual Convention, San Antonio, TX, April 20–23’.

Fildani, A., Hanson, A., Chen, Z., Moldowan, J., Graham, S., & Arriola, P. (2005). Geochemical characteristics of oil and source rocks and implications for petroleum systems, Talara basin, northwest Peru. AAPG bulletin, 89(11), 1519-1545.

Herbozo, G., Hübscher, C., Kaul, N., Wagner, M., Pecher, I. and Kukowski, N. (2013), Influence of recent depositional and tectonic controls on marine gas hydrates in Trujillo Basin, Peru Margin, Marine Geology 340, 30–48.

Huchon, P. and Bourgois, J. (1990), Subduction-induced fragmentation of the Nazca Plate off Peru: Mendaña Fracture Zone and Trujillo Trough revisited, Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978-2012) 95(B6), 8419–8436.

Kvenvolden, K. and Kastner, M. (1990), Gas hydrates of the Peruvian outer continental margin, in ‘Proceedings ODP, Scientific Results’, Vol. 112, pp. 517–526.

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.