



# Reconocimiento de hidratos de metano a partir de datos de reflexión sísmica, línea SO161-29, offshore Valdivia, Chile

\*Pas Toledo Rubilar<sup>1</sup>, Iván Vargas Cordero<sup>2</sup>, Lucía Villar<sup>3</sup>, Verónica Pineda Mascayano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Víctor Lamas 1290, Barrio Universitario, Concepción, Chile

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería, Geología, Universidad Andrés Bello, Quillota 980, Viña del Mar, Chile

<sup>3</sup>GEMAR Helmholtz Centre for Ocean Research, Wischhofstr 1-3, 24148 Kiel, Germany

\* email: [pastoledorubilar@gmail.com](mailto:pastoledorubilar@gmail.com)

**Resumen.** La interpretación preliminar del perfil sísmico SO161-29 (39°S - 40°S) permite reconocer el BSR. Se pueden identificar dos zonas de interés. La primera caracterizada por un BSR continuo y de alta amplitud, la cual estaría asociada a la mayor acumulación de gas libre en la zona de estabilidad de los hidratos. Por otra parte se identifica un BSR más discontinuo y de baja amplitud relacionado a una tectónica activa, que por medio de fallas permitiría la migración de fluidos desde la zona del gas libre. Un procesamiento más detallado (análisis de atributos sísmicos y de la columna de agua), permitiría reconocer eventualmente escapes de fluidos (principalmente metano) a la atmósfera, que podrían tener repercusiones en el cambio climático.

**Palabras Claves:** Hidratos de metano, BSR, línea sísmica, procesamiento standard

## 1 Introducción

Los hidratos de metano son sólidos constituidos principalmente de agua que contienen grandes concentraciones de gas, especialmente metano (Kvenvolden & Barnard, 1983). Estos son encontrados en ambientes de permafrost y en los márgenes continentales de todo el planeta. En el margen continental chileno los hidratos de metano se reconocen desde Valparaíso hacia el Sur y son del tipo submarino con profundidades de agua entre 1 - 4 km donde se dan las condiciones de presión y temperatura para su existencia (Vera & Díaz-Naveas, 2010). El estudio y prospección de los hidratos de metano se lleva a cabo a través de mediciones directas (sondajes profundos, geoquímica de isótopos, etc) e indirectas (geofísica marina). Un método de reconocimiento geofísico utiliza el análisis de reflexión sísmica para identificar el Reflector Simulador del Fondo Marino (BSR por sus siglas en inglés), siendo este un buen indicador del hidrato de metano (Vargas-Cordero *et al.*, 2011). El BSR representa el límite entre una capa sobreyacente de alta velocidad sísmica asociada a la fase hidratada y una capa subyacente de baja velocidad sísmica asociada a la fase gaseosa, la que se traduce en una inversión de la fase sísmica (Haacke *et al.*, 2007). La identificación del BSR ha permitido definir la distribución de los hidratos de metano a lo largo del margen continental (Shipley *et al.*, 1979;

Hyndman & Spence, 1992; Tinivella & Accaino, 2000; Berndt *et al.*, 2004).

El presente estudio tiene como objetivo identificar hidratos de metano y emanaciones de éste, desde el análisis de la sísmica de reflexión, en el área mar adentro de Valdivia, en particular se estudiará la línea sísmica SO161-29 (Fig. 1). El análisis incluye procesamiento standard (geometría de datos sísmicos, filtro, divergencia esférica, corrección de Normal Moveout, apilamiento y migración en tiempo).

## 2 Metodología

### 2.1 Procesamiento standard

Los datos sísmicos fueron adquiridos por el crucero geofísico RV SONNE en el año 2001, como parte del proyecto “Subduction Processes Off Chile (SPOC)”. La adquisición de los datos se llevó a cabo utilizando un *streamer* de 3.000 m de longitud con 132 canales, con una intertraza de 12,5 m en los primeros 24 canales y 25 m en los canales restantes. La fuente sísmica fue una matriz sintonizada de 20 cañones de aire comprimido, proporcionando un volumen total de 54,1 L. El espaciamiento entre disparos fue de 50 m.

El procesamiento sísmico fue realizado usando software libre Seismic Unix (Cohen & Stockwell, 2001). El procesamiento incluye:

a) determinación de la geometría de adquisición; b) filtrado de bajas y altas frecuencias (band-pass filtering); c) corrección de amplitud producto de la divergencia esférica; d) corrección de Normal Moveout; e) apilamiento y f) migración Kirchhoff en tiempo. En este trabajo se muestra un sección apilada considerando una análisis de velocidad de stack preliminar (Yilmaz, 2001).

## 3 Discusión

Desde los 3000 a los 3300 CMP (Fig. 2), se observa a los 4,5 segundos aproximadamente, un reflector continuo y de alta amplitud el cual estaría asociado al BSR. A partir de los 3300 CMP este reflector se hace discontinuo y con media a baja amplitud hasta desaparecer a los 4400 CMP. El BSR se encuentra a una profundidad de 4050 m (3200 CMP) suponiendo que la velocidad sísmica promedio al

BSR es de 1800 m/s (Vargas-Cordero *et al.*, 2011; Rodrigo *et al.*, 2009). La continuidad y alta amplitud del BSR podría estar asociada a la acumulación de gas libre bajo el estrato de gas hidrato, dado que las condiciones tectónicas lo permitirían (Vargas-Cordero *et al.*, 2011; Brown *et al.*, 1996). Mientras que la discontinuidad y baja amplitud hacia el Este podría estar asociado a posibles fallas que en el perfil estarían representadas por las zonas donde son evidentes las difracciones (aproximadamente 3600 CMP, 3700 CMP, 41500 CMP, 4400 CMP). Éstas fallas representarían las vías de migración de fluidos profundos (Hustoft *et al.*, 2006).

En la figura 3.a y 3.b se pueden observar líneas curvas verticales de muy baja amplitud que corresponderían a posibles conductos de migración de fluidos. En esta área se identifican discontinuidades en el BSR (Fig. 3.b). Sin embargo la alta amplitud que presenta el BSR localmente, como ya se mencionó, podría estar asociado a una mayor acumulación de gas libre y por lo tanto explicaría el aporte de fluidos.

Para completar estas conclusiones se considerarán otros análisis (amplitud y frecuencia instantánea), los cuales permitirán reconocer escapes de fluidos en la columna de agua que podrían alcanzar la atmósfera.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Andrés Bello y al proyecto Fondecyt de Iniciación Número 11140216 que hicieron posible la realización de este trabajo. Así mismo al Dr. Iván Vargas Cordero por la lectura crítica del documento y al resto de los autores.

## Referencias

Berndt, C.; Bünz, S.; Clayton, J.; Mienert, J.; Saunders, M. 2004. Seismic character of bottom simulating reflectors: examples from the mid-Norwegian margin, *Marine and Petroleum Geology*, vol. 21, no. 6, pp. 723-733.

Brown, K.M.; Bangs, N.L.; Froelich, P.N.; Kvenvolden, K.A. 1996. The nature, distribution, and origin of gas hydrate in the Chile Triple Junction region, *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 139, no. 3-4, pp. 471-483.

Cohen, J.K.; Stockwell, W.J. 2001. CWP/SU: Seismic Unix release 35: a free package for seismic research and processing, Center for wave phenomena, Colorado school of Mines.

Haacke, R. R.; Westbrook, G.K.; Hyndman, R.D. 2007. Gas hydrate, fluid flow and free gas: Formation of the bottom-simulating reflector. *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 261, pp. 407-420.

Hustoft, S.; Mienert, J.; Bünz, S.; Nouzé, H. 2006. High-resolution 3D-seismic data indicate focussed fluid migration pathways above polygonal fault systems of the mid-Norwegian margin. *Marine Geology*, vol. 245, pp. 89-106.

Hyndman, R.D.; Spence, G.D. 1992. A seismic study of methane hydrate marine bottom simulating reflectors, *Journal of Geophysical Research*, vol. 97, no.5, pp. 6683-6698.

Kvenvolden, K.A.; Barnard, L. 1983. Hydrates of natural gas in continental margins. En: Watkins, J.S.; Drake, C.L. (Eds), *Studies in continental margin geology*, vol 34. American Association of Petroleum Geologists Memoirs, pp. 631-640.

Rodrigo, C.; Vera, E.; González-Fernández, A. 2009. Seismic analysis and distribution of a bottom-simulating reflector (BSR) in the Chilean margin offshore of Valdivia (40°S), *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 27, pp. 1-10.

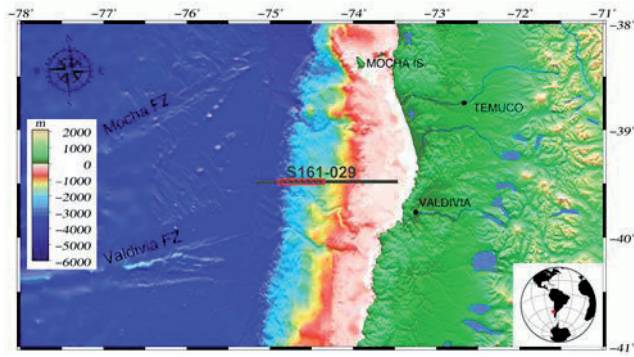
Shipley, T.H.; Houston, M.H.; Buffler, R.T. 1979. Seismic reflection evidence for the widespread occurrence of possible gas hydrate horizons on continental slopes and rises. *AAPG Bulletin*, vol 63, pp. 2204-2213.

Tinivella, U.; Accaino, F. 2000. Compressional velocity structure and Poisson's ratio in marine sediments with gas hydrate and free gas by inversion of reflected and refracted seismic data (South Shetland Islands, Antarctica), *Marine Geology*, vol. 164, no. 1-2, pp. 13-27.

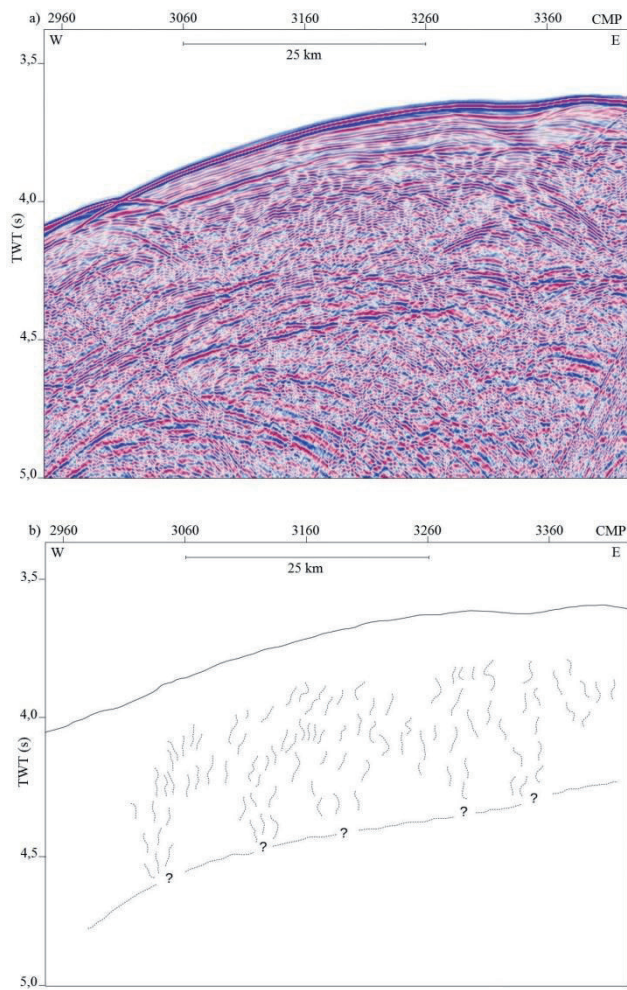
Vargas-Cordero, I.; Tinivella, U.; Accaino, F.; Fanucci, F.; Loreto, M.F.; Lascano, M.E.; Reichert, C. 2011. Basal and Frontal Accretion Processes versus BSR Characteristics along the Chilean Margin. *Journal of Geological Research*.

Vera, E.; Díaz-Naveas, J. 2010. Sección 7.2 Hidratos de gas submarinos en el margen marino. En Díaz-Naveas, J & Frutos, J. (Eds). 2010. *Geología Marina de Chile*. Comité Oceanografía Nacional de Chile-Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, pp. 62-65.

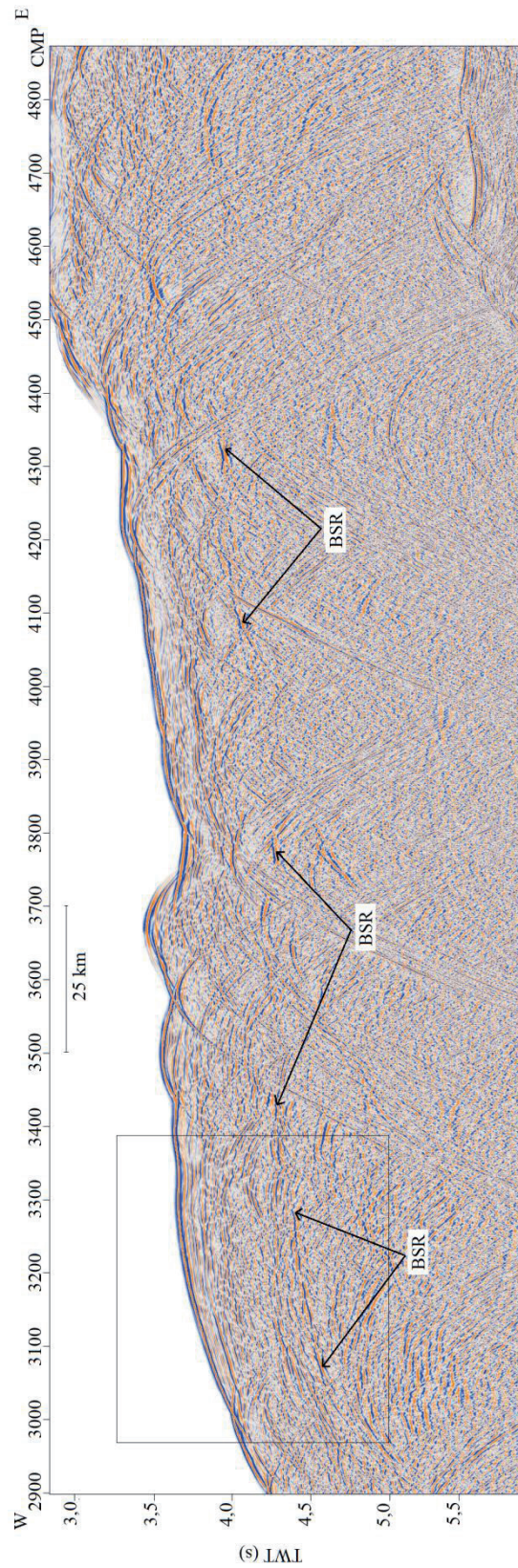
Yilmaz, O. 2001. *Seismic Data Analysis: Processing, Inversion and Interpretation of Seismic Data*, Society of Exploration, Tulsa, Okla, USA.



**Figura 1.** Mapa ubicación línea sísmica S161-029, offshore Valdivia, Chile.



**Figura 3.** a) Sección stack preliminar entre los 2950 y 3380 CMP b) Sección stack preliminar donde se muestran las líneas verticales curvas como posibles conductos de migración fluidos y un BSR discontinuo.



**Figura 2.** Stack preliminar donde se observa el BSR a partir de los 4,5 segundos (4050 m de profundidad), el cual se extiende desde los 3000 a los 3300 CMP de forma continua con una alta amplitud y desde los 3600 CMP de forma discontinuo con una baja amplitud.