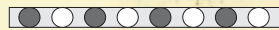




IX CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGÍA



V SIMPOSIO LAC SOBRE GEOPARQUES



Trinidad, 4 al 8 de noviembre de 2019
URUGUAY

RESÚMENES

ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE GASES EN MEDIOS POROSOS DE URUGUAY; SEGURIDAD ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Tomasini, J.; de Santa Ana, H.; Conti, B.; Rodríguez, P.
 Exploración y Producción – ANCAP, Montevideo, Uruguay,
 jtomasini@ancap.com.uy

RESUMEN

El almacenamiento de grandes cantidades de energía en forma de gas requiere la disponibilidad de enormes capacidades en términos de volumen, por lo que el almacenamiento geológico se presenta actualmente como la única opción. Los gases que podrían potencialmente retenerse en medios porosos de Uruguay con fines de almacenamiento de energía son el H₂, el aire comprimido (Compressed Air Energy Storage - CAES) y el gas natural. Asimismo, también se identifica potencial para el almacenamiento de CO₂ (Carbon Capture and Storage - CCS). En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación volumétrica realizada en la sub-cuenca Sur de la Cuenca Santa Lucía para el lead “Sauce” de la Formación Mígues (Cretácico).

La base de datos está compuesta por gravimetría, testigos, registros de pozos y sísmica 2D. A partir de la interpretación conjunta de estos datos, se obtuvieron distribuciones de probabilidad de las distintas variables necesarias para el cálculo volumétrico.

La información del pozo SL_X_SE_01 indica buenas propiedades de reservorio en al menos tres niveles, cuyos topes se encuentran a profundidades de entre 900 y 1500m aproximadamente. Los niveles reservorio estarían dados por areniscas de potentes espesores con algunas intercalaciones lutíticas de poco espesor. Adicionalmente el espesor de las arcillas sugiere sellos eficientes. A partir de la sísmica disponible se interpretó una estructura del tipo anticlinal. El cálculo volumétrico para la suma probabilística de los volúmenes útiles de los tres niveles arroja valores significativos. También se presentan nuevas posibilidades respecto a las combinaciones de los gases considerados incluyendo por ejemplo almacenamiento de gas natural con “colchón” de CO₂ o generación de metano sintético “verde” mediante metanogénesis subterránea a partir de H₂ y CO₂ por procesos biológicos.

Palabras clave: almacenamiento de gas, hidrógeno, CAES, CCS, Cuenca Santa Lucía

INTRODUCCIÓN

El almacenamiento de energía contribuye a la seguridad energética en los sistemas existentes. A medida que estos sistemas de energía evolucionan gradualmente hacia el uso de tecnologías de bajo carbono, se esperan grandes cambios en el rol y tipo de almacenamiento de energía (Dodds y Garvey 2016). Por ejemplo, la mayor penetración de energías renovables como solar y eólica implica desbalances temporales en lo que respecta a generación y demanda, por lo que contar con formas de almacenamiento de esa energía “excedente” se hace fundamental para lograr un mayor aprovechamiento de los recursos. Este es el caso de Uruguay, con una



generación eléctrica de casi el 100% a partir de fuentes renovables (MIEM 2017), donde existen importantes excedentes de energía que son estructurales y han sido evaluados en un mínimo de aproximadamente 2 TWh/año (Scarone et al. 2018).

El almacenamiento de estas grandes cantidades de energía en forma de gas requiere la disponibilidad de enormes capacidades en términos de volumen, por lo que el almacenamiento geológico se presenta actualmente como la única opción. Los gases que podrían potencialmente retenerse en capas porosas con fines de almacenamiento de energía son el hidrógeno (Crotogino 2016; Panfilov 2016), el aire comprimido (Wang y Bauer 2017) y el gas natural (Wang y Economides 2009). Este último es además señalado por varios autores como el combustible fósil que soportará la transición energética debido a que su combustión es la que tiene menos impacto en el efecto invernadero comparado con otros como el carbón o el petróleo. Por otro

lado, el hidrógeno es un vector energético limpio con aplicaciones que van desde la industria al transporte, actualmente considerado clave en el camino hacia la descarbonización de los sistemas energéticos (Staffell et al. 2019). Asimismo, la existencia de objetivos geológicos para almacenamiento de gases en un contexto de reducción de la liberación de gases de efecto invernadero lleva además a la identificación de potencial para almacenamiento de dióxido de carbono (Goodman et al. 2011). Al no contar con posibilidades de almacenamiento en cavernas de sal ni en yacimientos agotados de hidrocarburos en Uruguay, los trabajos exploratorios se centran en la identificación de leads y prospectos en acuíferos salinos (agua no apta para el consumo humano). Si bien existen objetivos en Cuenca Norte así como en las cuencas offshore (principalmente asociados a la exploración de hidrocarburos), actualmente los esfuerzos (para proyectos de almacenamiento) se centran en la Cuenca Santa Lucía.

La Cuenca Santa Lucía fue estudiada en la década de los 90s con el objetivo de desarrollar proyectos de almacenamiento de gas natural, encontrando varios leads y prospectos que presentaban condiciones favorables (de Santa Ana y Ucha 2009). Esta cuenca se extiende por aproximadamente 8000 km² en dirección ENE (Veroslavsky 1999) siendo del tipo pull-apart (Rossello et al. 2012). El relleno vulcano-sedimentario data del Jurásico al Cuaternario y su máximo espesor perforado llega a 2450m. Un alto interno de dirección (E-W) divide esta cuenca en dos sub-cuencas (Norte y Sur). En este trabajo se presentan los resultados de la evaluación volumétrica realizada en el lead “Sauce”, el cual es uno de los leads cretácicos de la formación Migués identificados en la sub-cuenca Sur.

METODOLOGÍA

Para la sub-cuenca Sur, la base de datos está compuesta por: (1) 2900 estaciones de gravimetría adquiridas por ANCAP entre 1953 y 2017; (2) testigos y registros eléctricos de 8 pozos, perforados por ANCAP entre 1955 y 1959; y (3) 293km de secciones de sísmica 2D adquiridas

por YPF entre 1975 y 1976. A partir de la interpretación conjunta de estos datos, siguiendo un enfoque probabilístico se obtuvieron distribuciones de probabilidad de las distintas variables necesarias para el cálculo volumétrico, realizado de acuerdo a la ecuación (1): Siendo: V el volumen de gas recuperable de los niveles reservorio luego de almacenado en x106 m3 std; i el nivel reservorio; n el número de niveles reservorio identificados; A el área del lead en km2; h el espesor bruto en m; N/G la relación de espesor neto respecto al espesor bruto; CGF el factor de corrección geométrico; φ la porosidad; Swc la saturación de agua connata; FVF el factor volumétrico de formación en (m3 en condiciones de reservorio)/(m3 std); w la relación entre el volumen útil y el volumen total de gas en reservorio, considerado como 50%; m el porcentaje del gas de interés en mezcla con otro (solo para el caso de H2, considerado en mezcla al 10% con gas natural) ; l el porcentaje de pérdidas (solo para el caso de H2 y por consumo

$$V = \left[\sum_{i=1}^n \frac{A_i \times h_i \times \left(\frac{N}{G}\right)_i \times GCF_i \times \phi_i \times (1 - S_{wc_i})}{FVF_i} \right] \times w \times m \times (1 - l) \quad (1)$$

de microorganismos, considerado como distribución beta general entre 10 y 30%). Para el caso de almacenamiento de CO2 se siguió la metodología descrita en (Goodman et al. 2011). La presión del gas almacenado se consideró igual a la hidrostática.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El análisis de los testigos, cuttings y registros del pozo SL_X_SE_01 indica buenas propiedades de reservorio en al menos tres niveles, cuyos topes se encuentran a profundidades de entre 900 y 1500m aproximadamente. Los niveles reservorios estarían dados por areniscas de la Fm. Miguez con potentes espesores (>100m) y algunas intercalaciones lutíticas de poco espesor. Estas areniscas tienen una porosidad promedio de 22% y valores de permeabilidad de entre 150 a 460 mD aproximadamente. Adicionalmente el espesor de las arcillas (>90m en el nivel superior) sugiere sellos eficientes. A partir de la sísmica disponible se interpretó una estructura del tipo anticlinal con cierre en dirección N-S y Oeste. Los resultados del cálculo volumétrico para la suma probabilística de los volúmenes útiles de los tres niveles arrojan valores en los siguientes rangos (P90-Medio-P10): (2,3 – 6,6 – 13) x109 m3 std de gas natural; (3,9 – 11 – 22) x109 m3 std de aire comprimido; (17 – 49 – 94) x106 kg de H2 y (4 – 12 – 23) x106 ton de CO2. Los volúmenes calculados son realmente significativos, principalmente debido a los grandes espesores de areniscas con bajos contenidos de arcilla para este lead en particular. Por otro lado, un elevado volumen de reservorio implica también un importante volumen de gas “colchón”, el cual es imprescindible para la operación, no es recuperable y puede representar importantes costos.

Para la sub-cuenca Sur se concluye que, si bien la información sísmica sugiere estructuras interesantes, son necesarios nuevos datos para confirmar el cierre de los objetivos (por ejemplo el cierre del lead Sauce en dirección Este). Asimismo se requieren nuevos testigos para obtener información representativa y para poder realizar ensayos especiales, por ejemplo para el caso



H₂, respecto a la interacción de este gas con los minerales y microorganismos de las formaciones reservorio y sello (Reitenbach et al. 2015).

También se presentan nuevas posibilidades respecto a las combinaciones de los gases considerados incluyendo por ejemplo almacenamiento de gas natural con colchón de CO₂ (Oldenburg 2002) o generación de metano sintético “verde” mediante metanogénesis subterránea a partir de H₂ y CO₂ por procesos biológicos (Pérez et al. 2016).

Agradecimientos

Los autores agradecen a ANCAP por proveer los datos para la elaboración de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CROTOGINO, F. 2016. Chapter 20 - Larger Scale Hydrogen Storage. In T. M. B. T.-S. E. Letcher (Éd.), (p. 411-429). Oxford, Elsevier.

DE SANTA ANA, H. & UCHA, N. 2009. Proyecto de almacenamiento de gas en reservorios salinos de la Cuenca Santa Lucía. In Taller de Recursos Minerales Energéticos del Uruguay: Petróleo, gas, hidratos de gas, lutitas pirobituminosas, carbón y uranio. Montevideo, Uruguay, AIQU.

DODDS, P. E. & GARVEY, S. D. 2016. The Role of Energy Storage in Low-Carbon Energy Systems. Storing Energy, p. 3-22, janvier.

GOODMAN, A.; HAKALA, A.; BROMHAL, G.; DEEL, D.; RODOSTA, T.; FRAILEY, S.; ... GUTHRIE, G. 2011. U.S. DOE methodology for the development of geologic storage potential for carbon dioxide at the national and regional scale. International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol. 5, No. 4, p. 952-965.

MIEM. 2017. National Energy Balance. www.ben.miem.gub.uy

OLDENBURG, C. M. 2002. Carbon dioxide as cushion gas for natural gas storage. <https://www.osti.gov/servlets/purl/808925>

PANFILOV, M. 2016. 4 - Underground and pipeline hydrogen storage. In R. B. Gupta, A. Basile, & T. N. Veziroğlu (Éd.), Compendium of Hydrogen Energy (p. 91-115). Woodhead Publishing.

PÉREZ, A.; PÉREZ, E.; DUPRAZ, S. & BOLCICH, J. 2016. Patagonia Wind - Hydrogen Project: Underground Storage and Methanation. 21st World Hydrogen Energy Conference 2016. Zaragoza, Spain. 13-16th June, 2016.

REITENBACH, V.; GANZER, L.; ALBRECHT, D. & HAGEMANN, B. 2015. Influence of added hydrogen on underground gas storage: a review of key issues. Environmental Earth Sciences, Vol. 73, No. 11, p. 6927-6937.

ROSSELLO, E. A.; LÓPEZ-GAMUNDI, O. R.; VEROSLAVSKY, G. & DE SANTA ANA, H. 2012. The Santa Lucia-Aiguá-Merin rifting (Uruguay): an early aborted branch of the South Atlantic break-up. In European Geosciences Union, General Assembly 2012, Vienna, Austria,

22 – 27 April 2012. Vienna, Austria, European Geosciences Union. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2012/EGU2012-6689-1.pdf>

SCARONE, M.; ECHINOPE, V. & SIERRA, W. 2018. Energy Surpluses and Renewable Energy Backup. In EPIM2018, Energías Renovables - Desarrollo Sostenible. Salto Grande, Uruguay.

STAFFELL, I.; SCAMMAN, D.; VELAZQUEZ ABAD, A.; BALCOMBE, P.; DODDS, P. E.,; EKINS, P.; ... WARD, K. R. 2019. The role of hydrogen and fuel cells in the global energy system. *Energy & Environmental Science*. doi:10.1039/C8EE01157E

VEROSLAVSKY, G. 1999. Geologia da Bacia de Santa Lucía – Uruguai. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, SP, Brasil.

WANG, B. & BAUER, S. 2017. Compressed air energy storage in porous formations: a feasibility and deliverability study. doi:10.1144/petgeo2016-049

WANG, X. & ECONOMIDES, M. 2009. CHAPTER 8 - Underground Natural Gas Storage. In X. Wang & M. B. T.-A. N. G. E. Economides , (p. 289-302). Gulf Publishing Company.