



CARACTERIZACIÓN MECÁNICA MEDIANTE TÉCNICA DE SCRATCH DE FACIES CARBONÁTICAS EN MUESTRAS DE AFLORAMIENTO. MIEMBRO PILMATUÉ, FORMACIÓN AGRIO (EL PORTÓN), CUENCA NEUQUINA

Manuela Zalazar^(1,2), Diego A. Pino^(1,2,3), Maísa A. Tunik^(1,2) y Juan P. Álvarez⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología. Universidad Nacional de Río Negro, Av. Roca 1242, General Roca, Argentina. E-mail: mzalazar@unrn.edu.ar.

⁽²⁾ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁽³⁾ CONICET - Museo Municipal Carmen Funes, Plaza Huincul, Neuquén.

⁽⁴⁾ YPF tecnologías S.A., Berisso, Buenos Aires.

El miembro Pilmatué de la Formación Agrio es reconocido por su importancia como roca generadora por presentar facies ricas en materia orgánica con madurez suficiente para permanecer dentro de la ventana de generación. Si bien ha sido estudiado en detalle desde el punto de vista sedimentológico y geoquímico, una completa caracterización del reservorio requiere también de una evaluación geomecánica y un conocimiento de los parámetros principales que caracterizan a las facies presentes. Este estudio tiene como objetivo caracterizar la resistencia mecánica de las facies carbonáticas del miembro Pilmatué mediante un perfil continuo de alta resolución obtenido a partir de la técnica de *scratch*, donde la resistencia mecánica corresponde a la energía intrínseca específica equivalente a la UCS (Detournay and Defourny, 1992; Germay et al., 2015).

Para el estudio se relevó un perfil 1:2000 en la localidad de El Portón localizado a 5 km del yacimiento homónimo (37°11'55.37"S, 69°40'46.97"O) y se extrajeron 22 muestras de afloramiento orientadas (base-techo) correspondientes a facies carbonáticas (*mudstone*, *wackstone*, pelitas calcáreas masivas y pelitas calcáreas laminadas) con espesores desde 4 cm hasta 40 cm (Fig. 1A). Los cortes petrográficos con tinción para carbonatos y las técnicas de difracción de rayos X, realizados en 15 y 19 muestras respectivamente, se utilizaron para determinar la variabilidad composicional, textural y estado diagenético, que son factores determinantes para la respuesta mecánica de la roca. A partir del análisis petrográfico se identificaron seis microfacies según la clasificación de Mount (1985): *muddy micrite* (Fig. 1B), *micrite mudrock* (Fig. 1C), *micrite* (Fig. 1D), *muddy allochem limestone* (Fig. 1E), *allochemic mudrock* (Fig. 1F), *sparse biomicrite* (Fig. 1G), con algunas variantes dada por la predominancia de ciertos componentes aloquímicos como foraminíferos o peloides micritizados, reemplazos dolomíticos, variaciones en el contenido orgánico y presencia de estructuras internas. Dichas microfacies (Fig. 1H) corresponden a cuatro litotipos de la clasificación composicional de Gamero-Díaz (2012) (*carbonate dominated lithotype*, *silica-rich carbonate mudstone*, *carbonate-rich siliceous mudstone* y *clay-rich carbonate mudstone*) (Fig. 1I). Las muestras presentan contenidos de materia orgánica marina y continental de abundancia variable, y en algunos casos un grado bajo de bioturbación. Por otra parte, se determinaron estadios diagenéticos desde la eodiagénesis temprana (micritización peloidal y homogénea, y piritización framboidal) (Fig 1J), a la mesodiagénesis (disolución de bioclastos, cementación granular, laminaciones por compactación física, estilolitas, vetillas carbonáticas y de yeso por compactación química y piritización aislada) (Fig 1K) hasta la telodiagénesis (dolomitización, dedolomitización y reemplazos con calcita rica en hierro) (Fig 1L).

La técnica de *Scratch* se realizó sobre superficies frescas, en dirección techo-base y perpendicular a las estructuras para las muestras laminadas. Se realizaron para cada muestra al menos ocho pasadas a distintas profundidades de corte bajo el modo de falla dúctil. Los resultados obtenidos de los perfiles continuos de alta resolución muestran variaciones de la energía intrínseca específica (MPa) en las distintas litofacies (Fig. 1A y 1M). Las facies de *mudstones* presentan variaciones entre 77±22 MPa y 107±15 MPa, los *wackstone* entre 57±14 MPa y 112±15 MPa, las pelitas calcáreas masivas 92±24 MPa y las pelitas calcáreas laminadas presentan dos comportamientos diferenciados: un grupo de baja resistencia mecánica con valores de 27±10 MPa y otro grupo de resistencias más altas entre 74±19 MPa y 99±14 MPa. Los mayores contrastes mecánicos se observan en las pelitas calcáreas laminadas de baja resistencia localizadas en la sección basal y media del perfil respecto a las facies de *mudstone*, *wackstone*, pelitas calcáreas masivas y laminadas de alta resistencia que presentan energías intrínsecas específicas más semejantes. Las variaciones de la resistencia dentro de las mismas litofacies son consecuencia de cambios composicionales y texturales, como son: proporciones variables de fango, micrita y aloquímicos (Fig.1H), presencia o ausencia de estructuras internas y distintos grados de diagénesis. A escala milimétrica, dentro de las

muestras, los diagramas de distribución de frecuencia de la energía intrínseca específica muestran un comportamiento no uniforme debido a contrastes internos de ± 30 MPa que corresponden a heterogeneidades texturales de pequeña escala.

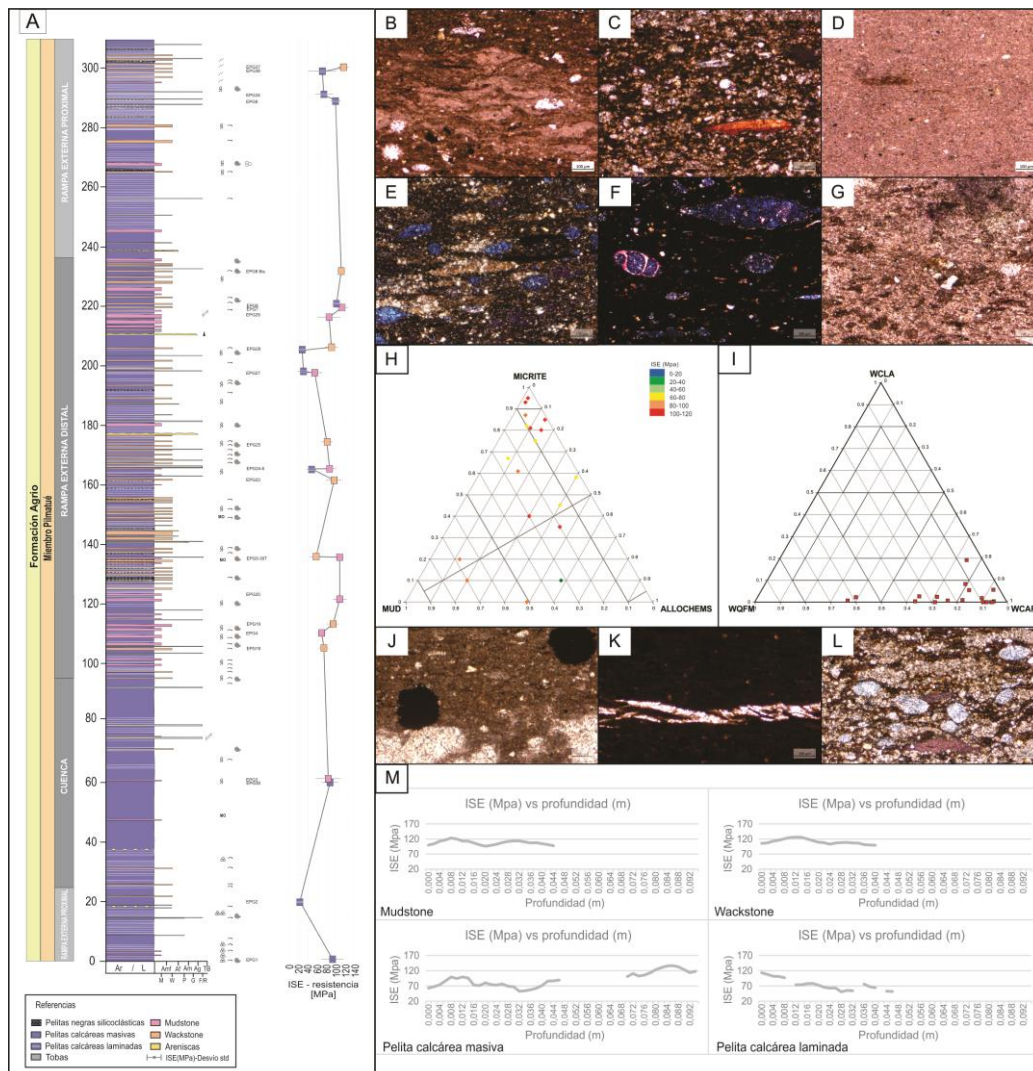


Figura 1. A) Sección relevada en la localidad El Portón con el perfil de resistencia (energía intrínseca específica promedio y desvío estándar) obtenido del ensayo de *Scratch* en las de las 22 muestras de facies carbonáticas. B-G) Ejemplos de secciones delgadas (100 μ m) de las microfácies identificadas. B) Fábrica lenticular de *Muddy micrite* con tinción sin nicoles cruzados. C) *Micrite mudrock* con tinción sin nicoles cruzados. D) *Micrite* con tinción sin nicoles cruzados. E) *Muddy allochem limestone* con tinción sin nicoles cruzados. F) *Foraminifera Allochemic mudrock* con tinción sin nicoles cruzados. G) *Sparce biomicrite* con tinción sin nicoles cruzados. H) Clasificación textural (Mount, 1985) y su relación con la energía intrínseca específica (Mpa). I) Clasificación composicional. J) Pelita calcárea laminada con evidencia de eodiagénesis (piritización framboidal). K) Mudstone con evidencias de mesodiagénesis (vetillas rellenas de yeso). L) Pelita calcárea laminada en estadio de telodiagénesis (dolomitización, reemplazo por calcita ferrosa). M) Ejemplos de perfiles de alta resolución del *scratch test*: energía intrínseca específica (MPa) en función de la longitud (m). La profundidad cero del perfil corresponde al techo de la muestra.

Detournay E. y Defourny P. 1992. A phenomenological model for the drilling action of drag bits. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*: 29 (1): 13-23.

Gamero-Díaz, H., Miller, C. y Richard, L. 2012. sCore: A classification scheme for organic mudstones based on bulk mineralogy. *Search and discovery article # 40951*: 1-18.

Germay, C., Richard T., Mappanyompa E., Lindsay C., Kitching D. y Khaksar A. 2015. The continuous-scratch test profile: a high-resolution strength log for geomechanical and petrophysical characterization of rock. *Society of Petroleum Engineers. SPE Reservoir & Engineering*: 18 (3): 432-440.

Mount J. 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *Sedimentology*: 32, 435-442.