



La Formación Vaca Muerta (Weaver 1931) constituye una unidad espesa de sedimentarias marinas ampliamente distribuida en la cuenca Neuquina. Está compuesta por materiales silicoclásticos – carbonáticos de granos finos (margas y lutitas) con abundante contenido orgánico. A su vez, presenta intercalaciones menores de calizas y banco de areniscas. La depositación de estos materiales tuvo lugar durante el Tithoniano temprano – Valanginiano temprano (Leanza y Hugo 1977).

Actualmente, se encuentra bajo un intensivo proceso de perforación y desarrollo, llevado a cabo por diferentes empresas operadoras, que representa más del 95% de las actividades relacionadas con reservorios no convencionales del tipo Shale.

Ahora bien, partiendo del interés que existe en desarrollar dicha Formación, analizaremos uno de los pozos perforado horizontalmente en el área de estudio. El pozo **VM1** con objetivo la Formación Vaca Muerta perforado en el año 2017 hasta una profundidad total de 2750 m. En este pozo fueron adquiridos varios perfiles a hoyo abierto y testigos de coronas, precisamente para caracterizar y determinar varias propiedades de interés.

A continuación se muestra una imagen del registro adquirido en el pozo VM1 compuesto por los siguientes tracks o pistas:

**Track 1:** Profundidad en MD (Measurement Depth).

**Track 2:** Imagen del pozo.

**Track 3:** Caliper en la escala de 5" a 10" (pulgadas).

**Track 4:** Registro de Rayos Gamma, 0-250 °API.

**Track 5:** Curvas de Gamma Ray Espectral (Potasio, Torio, Uranio).

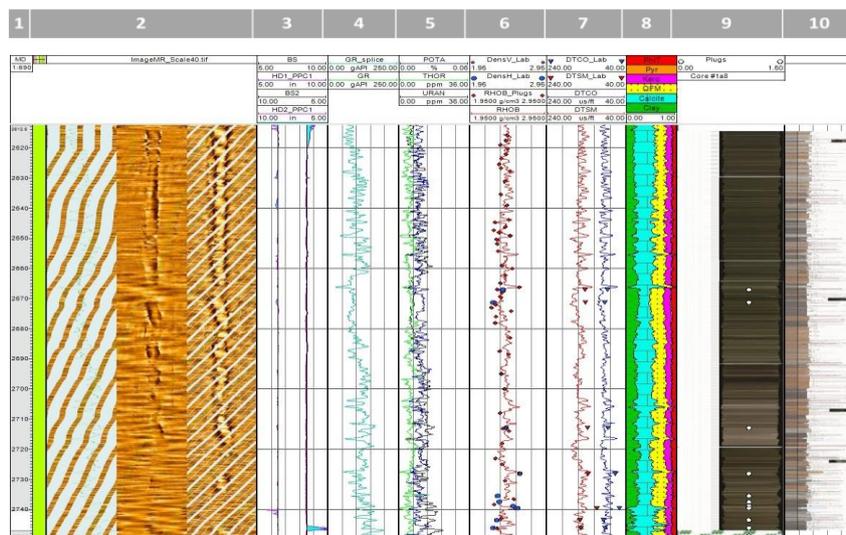
**Track 6:** Curva de Densidad calibrado por datos de laboratorio ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

**Track 7:** Curva del registro sónico (us/ft) calibrado con datos de laboratorio.

**Track 8:** Curva mineralógica que muestra el contenido de arcilla (clay), carbonato (calcite), cuarzo (QFM), kerógeno (Kero) y pirita (Pyr).

**Track 9:** Coronas recuperadas con indicación de corte de plugs (círculos blancos).

**Track 10:** Descripción de detalle de las coronas. Esta descripción considera la litología, límites de capas, estructuras sedimentarias internas, presencia de fracturas, tamaño de grano, y los cambios de facies en sentido del eje de las coronas.



**Figura 3.** Imagen del perfil del pozo VM1.

Basado en la información del área y datos adquiridos a partir del perfil del pozo VM1

**Parte I:** (2 ptos)

**Responder a lo siguiente:**

1.- En el Track # 4 se presenta el perfil Gamma Ray, teniendo en cuenta que este mide la radioactividad natural de una roca; y los minerales radioactivos están asociados a las arcillas ¿Cuáles de las siguientes zonas (superior, media e inferior) previamente identificadas se observa mayor valores de radioactividad? Razone su respuesta.

Considere que la escala que se muestra en el perfil aumenta de izquierda a derecha.

- a.- Zona Superior (2612 – 2661 m)
- b.- Zona Media (2661 – 2711 m)
- c.- Zona Inferior (2711 – 2750 m)

2.- La presencia de minerales radioactivos ¿podrían tener asociada materia orgánica? Si su respuesta es positiva, deberá justificarla.

- a.- Si
- b.- No

**Parte II.** Potencial del reservorio (3 ptos)

Como se puede observar en el track o pista # 10 del perfil eléctrico, el pozo VM1 cuenta con testigo de corona para el intervalo comprendido desde 2612 hasta 2750 m, de los cuales fueron extraídos diez (10) plugs o núcleos.

A estos plugs se les han realizado los siguientes análisis:

1.- A partir del método de combustión directa, obtuvieron los siguientes valores de % COT.

Plug	Profundidad (MD)	%COT
1	2667	6
2	2671	5
3	2712	4
4	2728	3
5	2736	3
6	2737	4
7	2739	4
8	2740	4
9	2744	3
10	2746	5

2.- Adicionalmente, seleccionaron siete (7) plugs de los diez, para realizarles ensayos de pirólisis y de reflectancia de la vitrinita, arrojando los siguientes valores:

Plug	Profundidad (MD)	S1 (mgHC/g)	S2 (mgHC/g)	S3 (mgCO2/g)	Tmáx (°C)	%Ro
2	2671	14,82	15,1	0,65	445	0,75
3	2712	14,16	12,9	0,54	447	0,72
5	2736	10,37	12,1	0,53	445	0,8
6	2737	9,56	13,4	0,52	446	0,78
8	2740	11,92	12,6	0,53	445	0,85
9	2744	14,2	13,3	0,51	446	0,8
10	2746	12,3	15,2	0,62	445	0,78

A partir de los datos obtenidos del ensayo de pirólisis, determinar:

- Índice de Hidrógeno (HI)
- Índice de Oxígeno (OI)
- Índice de Producción (PI)

**Recuerda:** Para calcular estos índices utiliza el archivo excel disponible en el enunciado del ejercicio en la entrega.

Interpretar y analizar los resultados obtenidos en los gráficos para dar respuestas a las siguientes preguntas.

1.- ¿Es una formación madura térmicamente?

- a.- Si
- b.- No

2.- ¿Qué tipo de hidrocarburo produciría la Formación es estudio?

- a.- Petróleo
- b.- Gas
- c.- Ambos

3.- ¿Se podría conocer el tipo de kerógeno, con estos resultados?

- a.- Si
- b.- No

4.- De ser positiva su respuesta, indicar el o los tipo (s) de kerógeno (s) que presenta la formación en estudio.

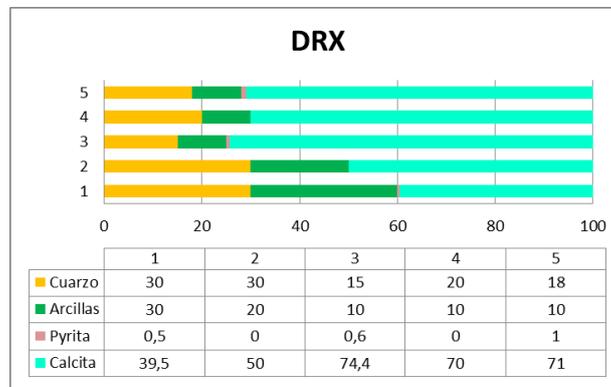
**Parte III. Analicemos ahora la mineralogía de la Formación (3 pts)**

En el track # 8 (ver figura 3) se encuentra la interpretación de los datos adquiridos a partir del perfil mineralógico, se puede observar que en la Formación se encuentran presentes los siguientes minerales:

- Cuarzo (QFM)
- Calcita (Calcite)
- Arcillas (Clay)
- Piryta (Pyr)

A cinco de los plugs adquiridos se les han realizado ensayos de difracción de rayos x (DRX) para obtener de manera directa la mineralogía. A continuación se muestra los resultados, expresados en porcentaje para las cinco muestras.

Plugs	Profundidad (MD)	Cuarzo	Arcillas	Piryta	Calcita
1	2671	30	30	0,5	39,5
2	2736	30	20	0	50
3	2740	15	10	0,6	74,4
4	2744	20	10	0	70
5	2746	18	10	1	71



**Determinar**

- a) El índice de fragilidad (BI) para cada una de las profundidades.

**Analizar**

- 1.- De los resultados obtenidos en cuanto a la mineralogía de la Formación de forma indirecta y directa ¿Cuál o a cuáles conclusiones podría mencionar al respecto?
- 2.- En función a los valores de índice de fragilidad (BI) determinados. La Formación en estudio tendría un comportamiento frente a la deformación: Dúctil, menos dúctil, frágil o menos frágil.
- 3.- En base a los datos obtenidos de tipo geoquímico, petrofísico y mineralógico de la Formación en estudio ¿Sería posible realizar una selección pre-eliminar de los intervalos candidatos a estimular? Justifique su respuesta.

**Parte IV.** Selección del agente sostén (2 ptos)

Calcular las presiones de confinamiento ( $P_c$ ) en la cara del pozo y en la formación productiva, sabiendo que el esfuerzo mínimo es de 10500 psi, la presión poral es de 380 kg/cm<sup>2</sup> y la presión dinámica de fluencia es de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

En función de los resultados obtenidos, recomiende el tipo de agente sostén que se debe utilizar para fracturar el pozo.