

CARACTERIZACIÓN PETROFÍSICA DEL YACIMIENTO CAÑADÓN LEÓN: PROPUESTA DE UN MODELO LITOLÓGICO SINTÉTICO

Carlos Leopoldo Pérez¹

1: YPF S.A., carlos.l.perez@ypf.com

Palabras clave: Tobas, reservorios, Fm. Mina el Carmen, Fm. Pozo D-129, Cañadón León

ABSTRACT

La participación piroclástica en los sedimentos en la cuenca del Golfo San Jorge ha dificultado la interpretación de los perfiles de pozos desde sus comienzos. Esta singularidad se debe a las variaciones en la composición de las arenas y al mecanismo de transporte del material desde su origen hasta su depositación final. El objetivo de la presente contribución es estimar el volumen de toba para poder caracterizar con mayor precisión en las distintas Formaciones del Grupo Chubut, a partir de los registros de pozos, con principal interés en las unidades Mina el Carmen y Pozo D-129 por el potencial productivo que demuestran.

A partir de la identificación de las tobas por el cruce de las porosidades de los perfiles de Densidad y Sónico se pudieron ubicar zonas con presencia importante de las mismas (con más de 10 unidades de porosidad en la Fm. MEC). Una vez localizada las zonas de tobas se grafican los valores de densidad y pef en un gráfico Pma-Uma para identificar el punto extremo donde caen los valores de tobas de mayor pureza y así generar un modelo litológico sintético en el que se pueda cuantificar las distintas litologías. Complementariamente luego se estiman las gargantas porales para definir las distintas calidades de roca.

Como resultado de esta metodología se puede observar en el perfil litológico obtenido la presencia de toba en toda la columna. El contenido de tobas no condición suficiente para establecer la calidad del reservorio, pero si los parámetros petrofísicos y el cálculo de saturación de agua.

INTRODUCCIÓN

El yacimiento Cañadón León se encuentra ubicado en el sector Noreste de la provincia de Santa Cruz, y en la zona sur de la Cuenca del Golfo San Jorge (Figura 1). De acuerdo con Ferello y Socco (1952) dentro de la Fm. Castillo (o su equivalente Fm. Mina el Carmen) se pueden identificar tres secciones utilizando como criterios caracteres litológicos, composición y color. Una sección inferior en la que predominan tobas, con escasas areniscas cuarzosas y lentes conglomerádicos. Una sección intermedia con mayor porcentaje de componentes arenosos, conglomerádicos y tobas arenosas. Por último, una sección superior caracterizada por la alternancia de tobas y lutitas con lentes de areniscas y conglomerados.

Estos sedimentos fueron depositados en ambientes continentales de tipo “fluvio-torrencial”, en una cuenca de carácter árido a semi-árido. Estos autores (íbidem) consideran que el material

tobáceo presenta atributos para ser considerado como retrabajado en ambiente subácueo e indica que el relleno de los cuerpos canalizados es polimíctico, con mala selección granulométrica, constituido por tobas, pórfiros cuarcíferos y cuarzo, y que la abundancia de cuarzo es mayor en la fracción arenosa. Definen también el pase entre la Formación Castillo y Bajo Barreal donde aparece el primer estrato de tobas blancas, criterio ya utilizado por Feruglio (1949).

La Formación Mina el Carmen tiene un espesor aproximado de 550 mts en el bloque sur y llega a 820 mts en el bloque norte de Cañadón León -Cañadón Seco, de la misma manera el número y espesor de los reservorios aumenta en el bloque norte en relación con el bloque sur principalmente en la sección media y basal.

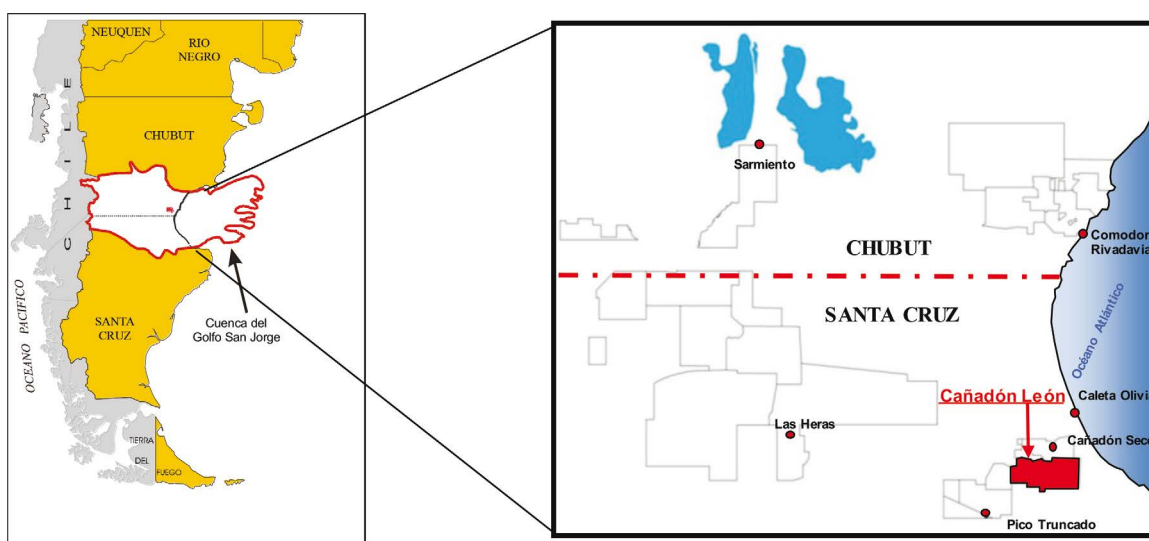
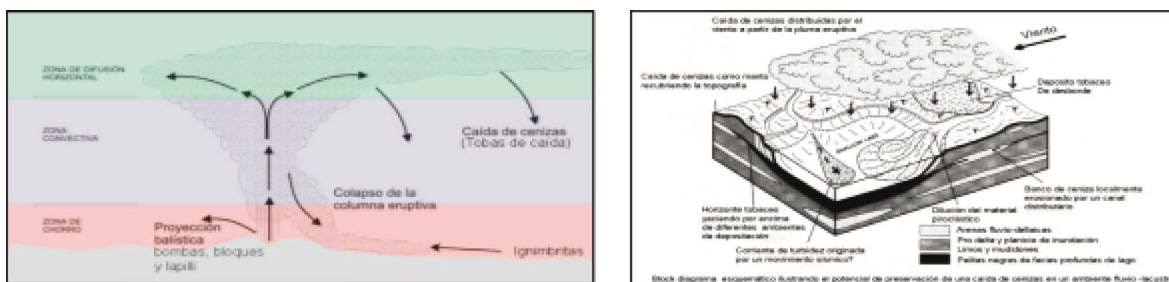


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

En numerosas ocasiones y por distintos autores (Khatchikian, 1973; Breda y Lucero, 1995) se ha mencionado la dificultad de evaluar petrofísicamente por el alto contenido de material piroclástico a la Formación Mina el Carmen o Complejo IV en la cuenca del Golfo San Jorge. Esta complejidad se debe a las variaciones en la composición de las arenas y al mecanismo de transporte del material (Figura 2) desde su origen hasta su depositación final. Dicho análisis debería tener en



Petrinovic y Scasso (2011).

Königer y Stollhofen (2001).

Figura 2. Mecanismos de transporte al salir el material piroclástico del volcán. Posible re-trabajo del material piroclástico en una zona fluvio deltaica.

cuenta si se trata de: un material de caída ó de re-trabajo, así también los procesos diagénéticos a los que puede haber estado sometido el material piroclástico que pueden ocasionar por ejemplo algún tipo de disolución creando porosidad secundaria: Esta información deberá obtenerse de los afloramientos, testigos rotados y coronas.

Los objetivos de este trabajo son estimar el volumen de toba en la columna y diferenciar las distintas calidades de rocas para identificar los mejores reservorios. De esta manera caracterizar de forma más precisa las distintas secuencias, a partir de los registros de pozos, con principal interés en la Fm. Mina el Carmen (MEC) y Fm. Pozo D-129 por su potencial productivo.

Metodología y Materiales

En trabajos presentados por otros autores Khatchikian (1973) y Breda (1983), se determinó la discriminación de tobas mediante el uso de los perfiles sónico y densidad compensada (Figura 3). A partir de esta metodología se pudo identificar en la Fm. MEC del yacimiento Cañadón León, una zona de la columna con un importante cruce Sónico-Densidad y de gran extensión areal (Figura 4 y 5).

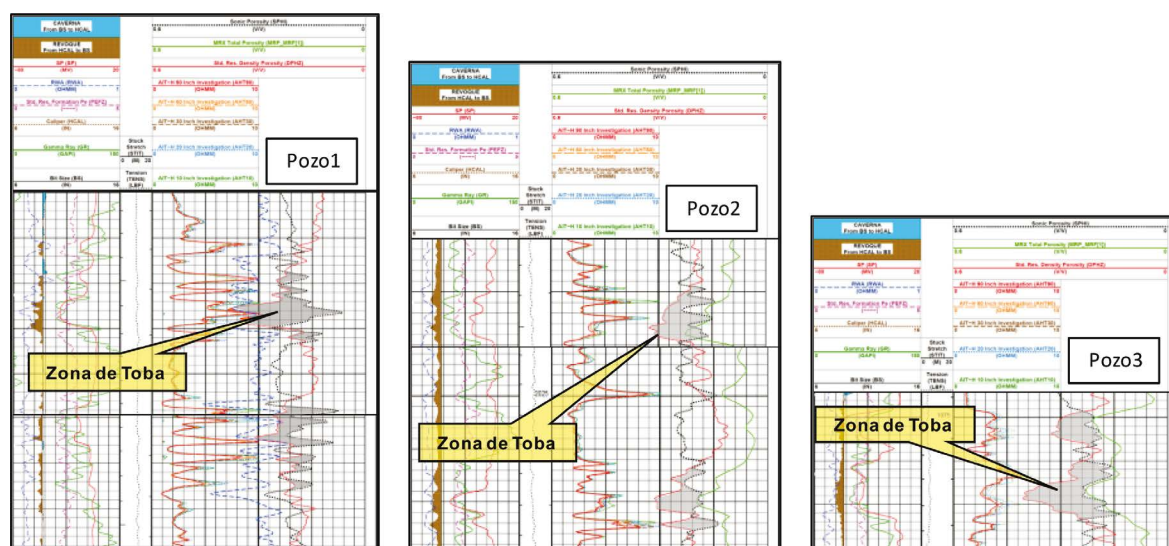


Figura 3. Discriminación de tobas mediante el uso de perfiles sónico y densidad compensada

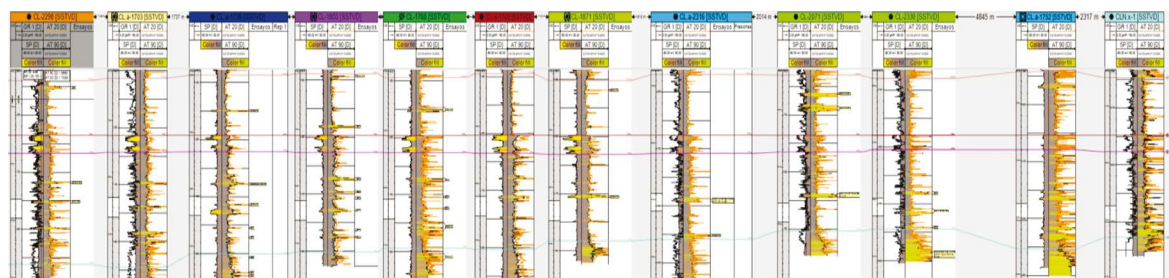


Figura 4. Corte Regional E-O

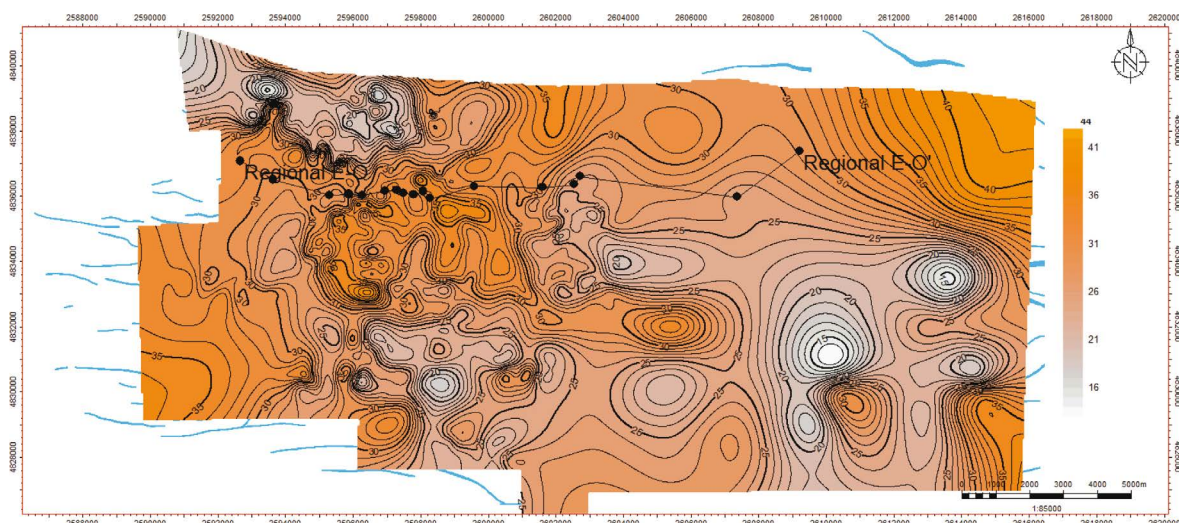
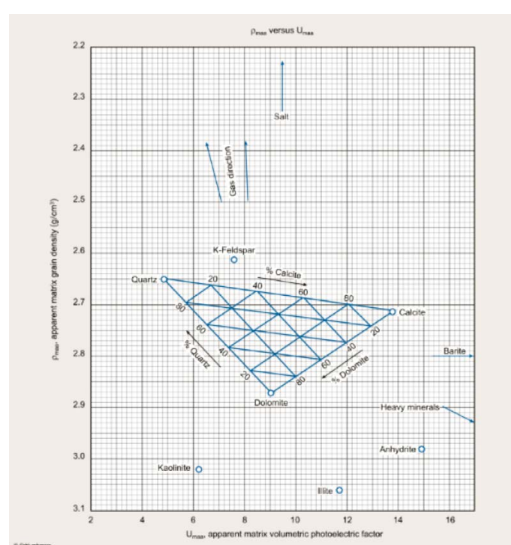


Figura 5. Mapa Isopáquico de la Toba de MEC inferior Área Cañadón León.

A partir de lo observado en los perfiles se procedió a graficar las zonas de los cruces densidad-sónico en diferentes gráficos de identificación de Matriz, observando un comportamiento particular en el gráfico ρ_{ma} vs U_{ma} (Figura 6). Este tipo de gráfico se usa principalmente en cuencas de alto contenido carbonático, donde los minerales principales de la matriz son cuarzo, calcita y dolomita, que forman los vértices del triángulo del gráfico. Por ende, ha sido escasamente utilizado en la Cuenca del Golfo San Jorge.



Donde

ρ_{ma} : Densidad de la matriz (gr/cm^3)

Pef: Factor fotoeléctrico (barns)

U : Índice volumétrico de absorción fotoeléctrica de la matriz (barns/cm^3);

$$U = \rho_{ma} * P_{ef}$$

Figura 6. (Schlumberger Charts CP-21)

A los fines de caracterizar cuales son los reservorios que no presentan participación de la influencia tobácea se realizó un filtro, seleccionando las zonas donde los perfiles de SP y Resistividad definen arenas y no tienen cruce de Densidad-Sónico, como se observa las arenas tienen valores de densidad de matriz entre 2.62 y 2.64, por tal motivo se define un nuevo punto extremo que la represente (Figura 9).

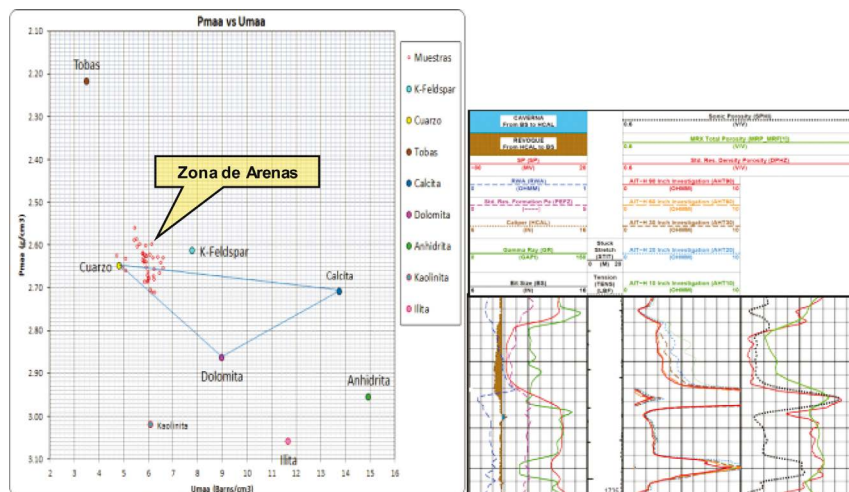


Figura 9. Arenas sin Cruce Densidad-Sónico. Pozo2

Este ejercicio se aplicó extensivamente para cada una de las litologías clásicas que integran las unidades estudiadas, así se identificaron puntos extremos que se proponen para: Arenas, Tobas, Calcitas y Arcillas en el gráfico pmaa vs Umaa, obteniéndose los valores de coordenadas de la Figura 10.

	Tobas	Arena	Calcita	Arcillas
Pma	2.22	2.64	2.71	3.06
Uma	3.50	5.8	13.78	9.40

Figura 10.

De esta manera se genera un gráfico litológico a partir de un gráfico mineralógico adaptado a nuestras unidades litológicas (Figura 11).

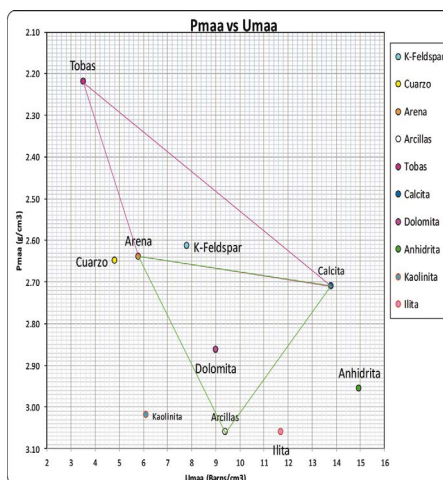


Figura 11.

Tomando como ejemplo el Pozo 1 y a partir de la distribución de los puntos de la columna en el gráfico con respecto a los nuevos puntos extremos, se obtiene un perfil volumétrico (Fig. 12) para cada tipo litológico definido en la tabla (Fig. 10) del gráfico pma vs Uma. Cada color en los perfiles identifica la proporción del tipo litológico que participa para cada punto de la columna atravesada por el pozo, la suma de todos los tipos litológicos nos da 1 equivalente al volumen sólido total de roca para un punto dado en el pozo. Además, se agregó la curva Vsan calculada por petrofísica con los perfiles de Resistividad y Potencial Espontáneo (color negro punteada) para comparar con el perfil de arenas calculado por el gráfico.

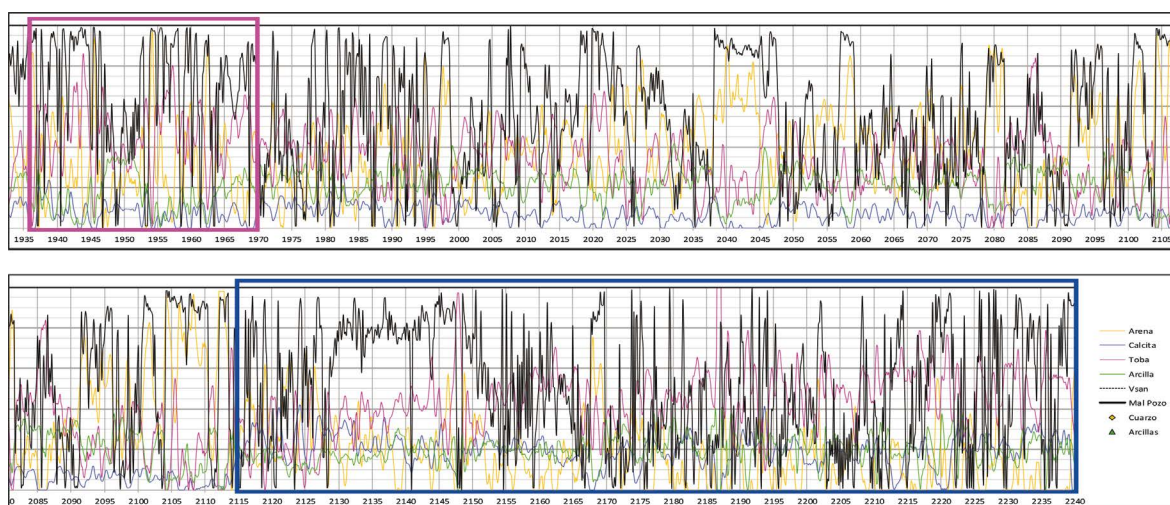


Figura 12.

Validación del modelo litológico

Como se observa en la Figura 13, la zona de toba correlaciona con el perfil litológico (recuadro Magenta), con valores equivalentes cercanos a 0.8 de toba.

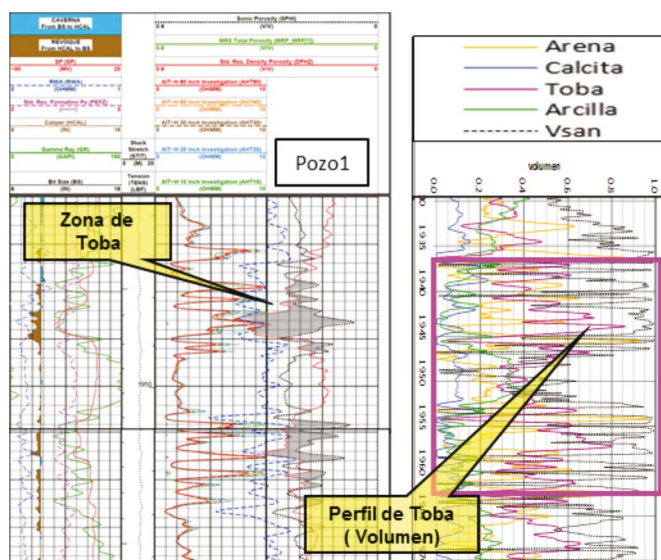


Figura 13.

En la zona identificada con un cuadro Azul (Fig. 12 y 14) se observa un mayor valor en el volumen de Carbonatos, esto coincide con el pase de la Fm. Pozo D-129, esto queda demostrado con el control geológico del pozo.

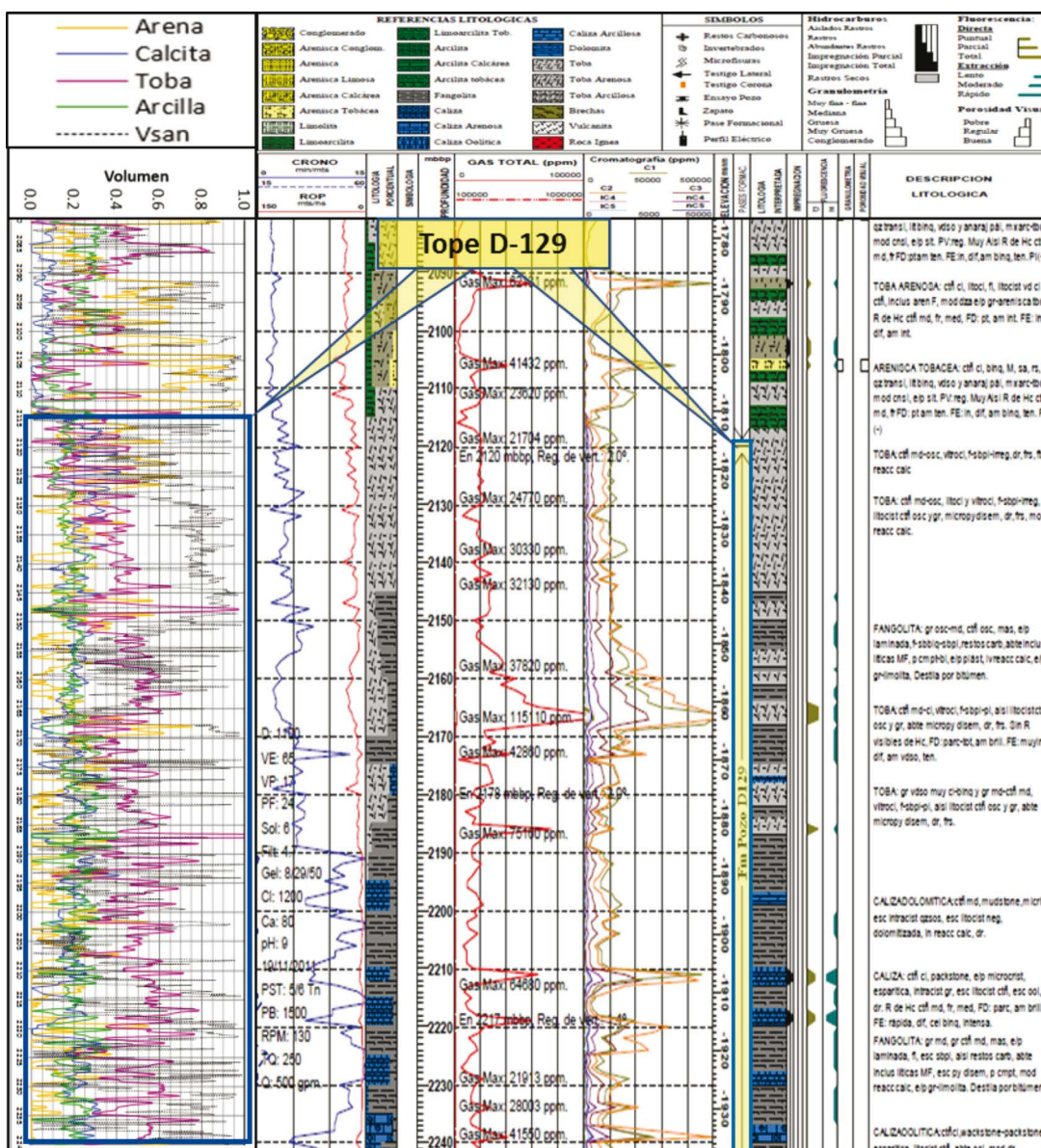


Figura 14.

En la zona con un recuadro color rojo en la Figura 12, se observa baja correlación entre los volúmenes de arena calculado por el grafico y la curva de Vsan calculada por perofísica. Estas diferencias entre los volúmenes podrían corresponder a arenas limosas, esto se puede ver definiendo las diferentes calidades de roca.

Para esto debemos caracterizar las distintas calidades de roca, primeramente, se debe estimar

una permeabilidad de modo cualitativo, y luego aplicar la ecuación de Winland. Esta ecuación permitirá estimar los distintos tamaños de gargantas porales.

Ecuación de Timur-Coates

$$K = 1000 * \left[\frac{FFV^2}{S_{wi}} \right] * \phi^4$$

Ecuación de Winland

$$\text{Log}(r_{35}) = 0.732 - 0.588 * \text{Log}(K) - 0.864 * \text{Log}(\phi)$$

Donde:

K : Permeabilidad en md

FFV : Volumen de Fluido Libre

S_{wi} : Saturación de Agua Irreducible

ϕ : Porosidad

Como se observa en el gráfico de permeabilidad vs porosidad de Winland (Figura 15) ha sido dividido en zonas que corresponden a rangos de tamaños de gargantas porales. De esta manera, se diferencian zonas con distinta capacidad de reservorios.

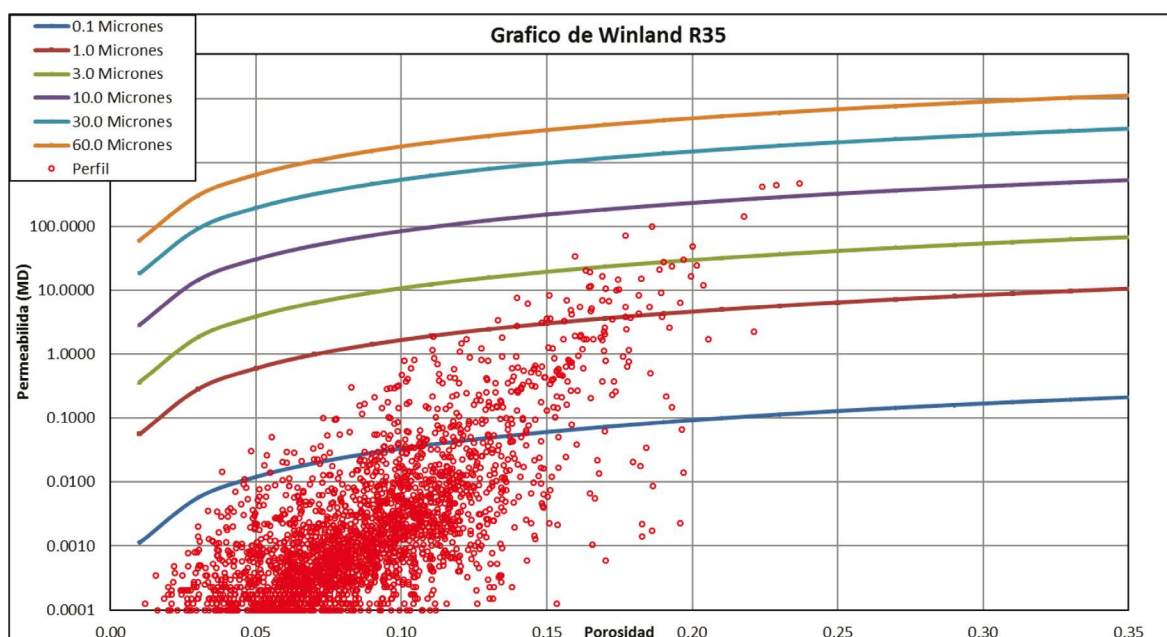


Figura 15.

Seleccionando los intervalos de las zonas con baja correlación entre los volúmenes de arena calculados por el modelo litológico presentado en esta contribución y la curva V_{san} (calculada por S_p y Resistividad), si se grafican los mismos en crossplot de Winland, y se obtienen que las permeabilidades son menores a 0.01 mili Darcy. Así mismo, los puntos caen por debajo de la curva de 0.1 micrón de tamaño de garganta poral, confirmando que las rocas de estos intervalos

no corresponden a reservorios (Fig. 16). En síntesis, las zonas donde hay diferencia entre los volúmenes de arena calculados por esta metodología y la curva Vsan, corresponde a rocas de mala calidad como reservorios.

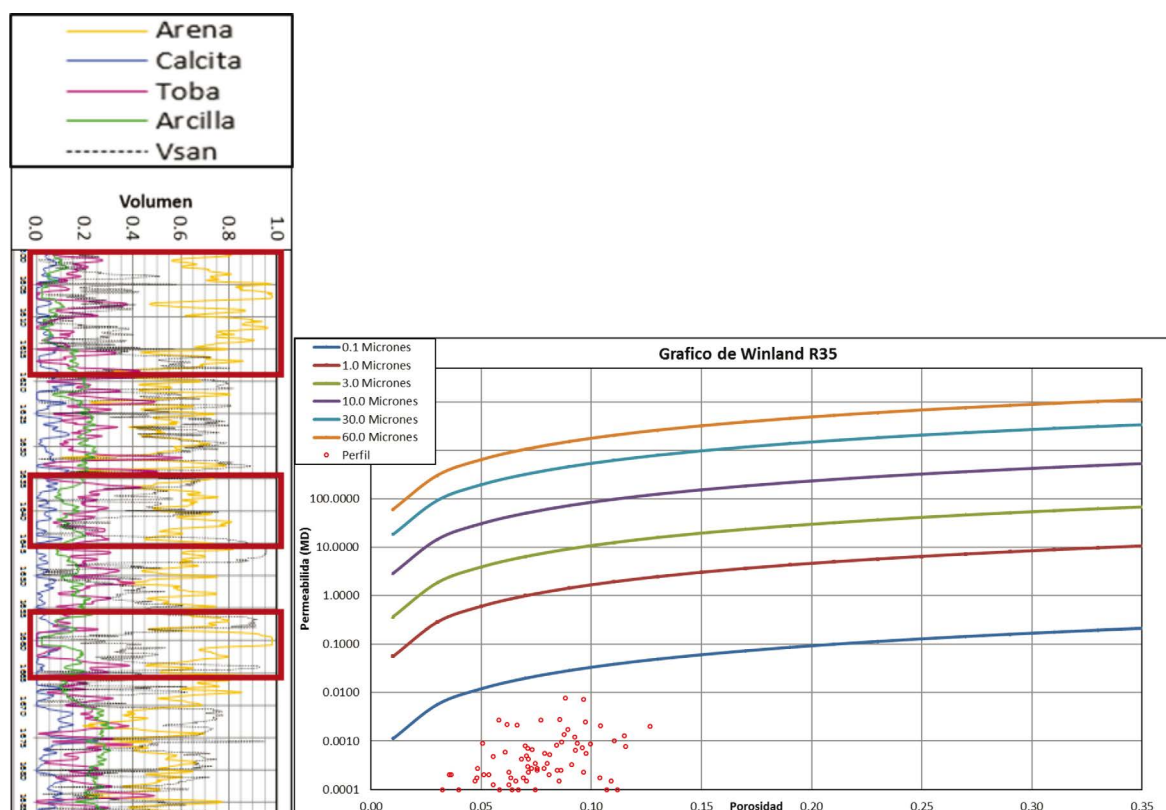


Figura 16.

En el perfil de la Figura 17 se observa en el último track la presentación del cálculo sintético obtenido por la metodología de Modelo litológico con la corrección por porosidad. Los resultados obtenidos hasta el momento permiten observar, que si se suma el perfil de arena más el perfil de toba obtenido por el método pma vs Uma, se obtiene una buena correlación con el perfil Vsan, lo que estaría indicando que todas las arenas tienen en mayor o en menor grado un contenido Tobáceo (Figura 17).

A modo de demostración de la validez del modelo litológico sintético propuesto se presenta la figura 18. En la misma se compara para un tramo del pozo analizado como caso de estudio, la interpretación obtenida por la metodología aquí aplicada versus el perfil Combinado junto al control geológico (derecha). Así se puede apreciar que cada vez que el SP defleca marcadamente, en el control geológico se ha descripto la presencia de arenitas tobáceas, y que el modelo sintético litológico aquí propuesto logra distinguir con claridad una preponderancia de la curva de arena sobre la curva de aporte tobáceo. En tanto, para los tramos caracterizados por control geológico

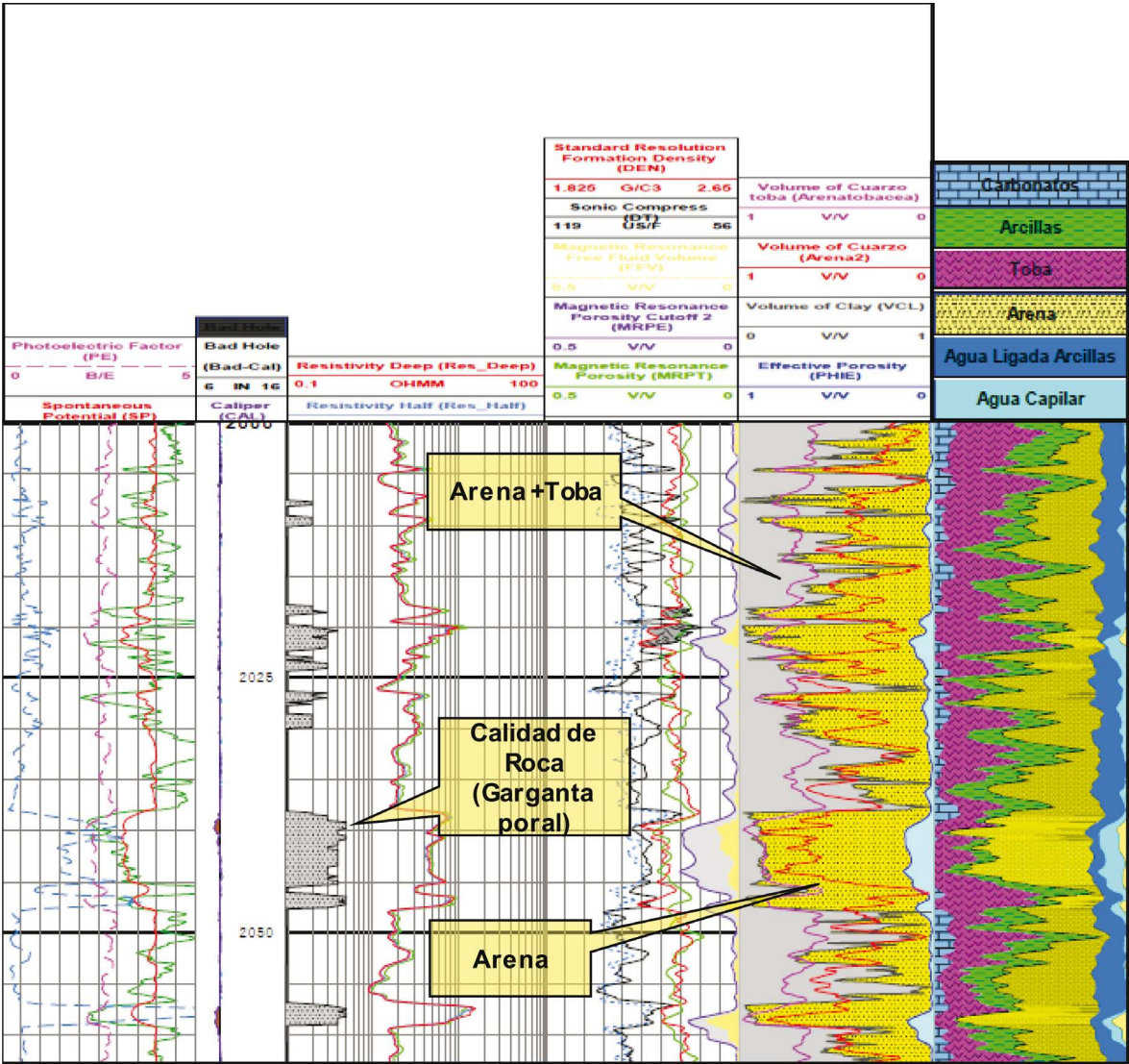


Figura 17.

como tobas, en dichos intervalos se puede apreciar que la curva del modelo litológico sintético principal es la curva de volumen de toba.

CONCLUSIONES

Se ha presentado un modelo litológico sintético que se construye a partir de curvas de uso frecuente en la Cuenca del Golfo San Jorge (RMN, Densidad y PEF). Este modelo ofrece una respuesta a la complejidad de los reservorios de dicha cuenca. El mismo nos permite evaluar la calidad de los reservorios estudiados. Esto se debe a que, a partir de los perfiles de Densidad, Pef. y Resonancia, se puede caracterizar los aportes piroclásticos en los reservorios y definir con mejor precisión los parámetros petrofísicos.

Como resultado el modelado litológico sintético se puede afirmar que toda la columna evaluada presenta toba en mayor o menor medida. Para el caso de estudio aquí abordado el mayor aporte de toba se definió para los intervalos de las unidades media e inferior de la Fm. MEC y tramo superior de la Fm. P. D-129.

Este trabajo viene a reafirmar a través de una metodología petrofísica la importancia del material piroclástico en los reservorios de la Cuenca del Golfo San Jorge.

AGRADECIMIENTOS

Matías Salvarredy Aranguren, Eduardo Breda, María Juliana Continanzia, Cristian Allende, Daniel Krenek, Nahuel Rainieri, Daniel Maza, Fabián Oggier. Maximiliano Iglesias.

REFERENCIAS CITADAS

- | | |
|---|--|
| Van Wyck, D. y Pérez, C., 2012. Integración de Datos Área Seco-León: Jornadas de Ingeniería y Petrofísica Año 2012-YPF Neuquén. | Khatchikian, A: Evaluación de Perfiles en Rocas Ígneas Petrolíferas. Año1983- Schlumberger. |
| Breda, E., 2003. Discriminación de Tobas mediante el uso de Perfiles Sónico y Densidad Compensada. Congreso de Hidrocarburos Repsol-YPF | Dr. Mario Schiuma ¹ , Claudio Larriestra ² : Golfo de San Jorge. Log geoquímico de pozo: Una nueva visión de viejos problemas. VIII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos Simposio de Evaluación de Formaciones: Expandiendo el conocimiento de las rocas y sus fluidos. |
| Breda E. y Lucero M. E., 2005. Caracterización de reservorios de la Formación Bajo Barreal Inferior Arenas y Tobas (Sección Tobácea). Año 2005-IAPG RepsolYPF | Schlumberger: Principios/Aplicaciones de la Interpretación de Registros |