



ANALISIS DE MADUREZ TEXTURAL Y PROVENIENCIA DE LOS FRAGMENTOS DE LOS RESERVORIOS Terciarios DE LA FRANJA NORTE DE CRUDOS PESADOS

Asel María Aguilar Sánchez⁽¹⁾, Carlos Morales Echevarría⁽¹⁾, José Fernández Carmona⁽¹⁾, Aliena Flores Nieves⁽¹⁾, José Hernández León⁽¹⁾

(1) Centro de Investigaciones del Petróleo, Washington No. 169 esquina a Churruca, Cerro, Ciudad de La Habana, Cuba. E-mail: asel@ceinpet.cupet.cu

RESUMEN

A raíz del descubrimiento de un nuevo reservorio de edad terciaria en la Franja Norte de Crudos Pesados con características texturales distintas a las del reservorio tradicional conocido en ésta área, fue necesario aplicar a muestras de canal una metodología de análisis textural concebida para muestras de núcleo. Se determinó el redondeamiento, análisis granulométrico y de proveniencia de los sedimentos en estudio en muchos pozos de los yacimientos de la Franja Norte de Crudos Pesados, utilizándose los resultados como un elemento más de correlación en zonas que no existían núcleos y teniéndose en cuenta en la elaboración del nuevo modelo geológico de la Franja.

Palabras clave: madurez textural, redondeamiento, proveniencia

ABSTRACT

Soon after the discovery of a new oil reservoir of tertiary age located in the Northern Heavy Crude Belt of Cuba, with textural aspects different to the traditional reservoir in this area, it was necessary to carry out some studies in order to characterize the sequences as roundness classes, size analysis and provenance of fragments. This way was demonstrated the clastic nature of the new reservoir and the results was taken in count as one more correlation element among the different areas that don't possess cores; these results were used for establish the new sedimentological model.

INTRODUCCIÓN

Durante la perforación de pozos horizontales en los yacimientos de la Franja Norte de Crudos Pesados se ha determinado la presencia de sedimentos sinorogénicos de edad Paleoceno –Eoceno, los cuales actúan como reservorios potenciales y presentan características litológicas y bioestratigráficas muy diferentes al reservorio tradicional conocido hasta el momento como Grupo Veloz, de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, que representa el principal reservorio de petróleo y gas en la Franja Norte de Crudos pesados. Se ha podido comprobar que la composición de la unidad es compleja, dada la ocurrencia de bruscos cambios faciales en concordancia con una estructura interdigitada y dislocada.

El presente trabajo forma parte del proyecto concebido para el estudio de los nuevos reservorios y sus objetivos principales son la determinación del coeficiente de redondeamiento, el análisis granulométrico y de proveniencia de los sedimentos en estudio. Se utilizaron las muestras de cuttings de perforación de las rocas del reservorio. Con la información así obtenida se puede demostrar la naturaleza clástica de éstas rocas donde no se poseen núcleos, así como utilizar éstos resultados como elemento de correlación entre las diferentes áreas. El estudio de la proveniencia de los fragmentos es un aspecto medular en el conocimiento de la naturaleza de una roca clástica, facilitando la obtención de una clara idea de las características geológicas de la zona que funcionó como fuente aporte en el momento en que esos fragmentos se formaron.



MATERIALES Y METODOS

El análisis textural se aplicó en pozos de las áreas Canasí, Puerto Escondido, Yumurí, Boca de Jaruco y Varadero, determinándose el redondeamiento y granulometría en las facies de reservorio, específicamente en la facies de creta arenosa. Se utilizaron los fragmentos enteros encontrados en las muestras de cuttings, sin utilizar los pedazos provenientes de la matriz.

Coeficiente de redondeamiento

Fue utilizado el método clásico de Wadell (W.C. Kumbain y F.J. Pettijohn, 1938) ver Fig. 1. Se utilizó la escala tradicional que relaciona el coeficiente de redondeamiento en función de las formas de los fragmentos.

El grado de redondeamiento de los fragmentos de una roca clástica es el resultado de la acción de los procesos de desgaste sufridos por éstos durante la transportación desde la fuente de aporte que los generó hasta la cuenca donde se sedimentaron. De modo que existe una relación directa entre la distancia de acarreo recorrida por los sedimentos y la forma final de éstos: con una distancia mayor se producen fragmentos con formas más elaboradas. En este proceso también son de gran influencia otros parámetros, como la densidad y velocidad del fluido en el que se transportan los granos.

En el área de Boca de Jaruco se observa un predominio de la clase subredondeada (26%), en segundo lugar la clase muy redondeada (25%) siguiendo las clases subangular, redondeada y angular con 21%, 16% y 12%. Este comportamiento es bastante similar al de Canasí, donde la tendencia también es al predominio de las clases muy redondeada (39%) y subredondeada (31%), lo que indica que el material detrítico es bastante maduro y que sufrió un transporte largo desde la fuente de aporte. En otras palabras, la posición de la deposición de los sedimentos de Canasí y Boca de Jaruco debió ocurrir en una zona más distal dentro de la cuenca en relación con Puerto Escondido, donde predomina la clase angular (54%) lo que indica que estos sedimentos desde el punto de vista textural son mucho más inmaduros como consecuencia de una deposición proximal dentro de la cuenca.

El yacimiento Varadero presenta características de redondeamiento diametralmente opuestas a Canasí, Puerto Escondido, Boca de Jaruco y Yumurí, los coeficientes de redondeamiento obtenidos como resultado son muy bajos, tanto en las muestras de cutting como en las muestras de núcleo. Se observa un predominio de las clases angulares (59%) y subangulares (29%). Esta inmadurez textural es consecuencia directa de una menor distancia de acarreo del material detrítico desde la fuente de aporte o lo que es igual, que la deposición en Varadero ocurrió en una posición más proximal dentro de la Cuenca. Otra explicación posible sería que en el momento de la deposición el nivel de energía del medio era muy elevado lo que propició un arrastre rápido con poca reelaboración de las aristas de los fragmentos.

Análisis Granulométrico

El estudio de la granulometría de un sedimento clástico constituye un buen parámetro indicador del grado de maduración del mismo y brinda una idea de los procesos sufridos por los fragmentos antes de la deposición.

Para el análisis granulométrico se utilizó la clasificación de Wentworth (1922).



La madurez granulométrica de una roca clástica es una función directa de la intensidad y extensión de los procesos de acarreo sufridos por los sedimentos desde la fuente de aporte donde se originaron hasta la cuenca donde se sedimentaron, existe una estrecha relación entre la distancia de acarreo recorrida por los sedimentos y su tamaño final: con una distancia mayor de transporte se producen fragmentos cada vez menores

De los resultados del procesamiento de un gran volumen de mediciones hechas en las muestras de cuttings, se puede concluir que de forma general, desde el punto de vista granulométrico, el área Boca de Jaruco presenta similitud con Canasí, aunque en la primera la granulometría es discretamente más fina. El comportamiento granulométrico en estas áreas es diametralmente opuesto al observado en Puerto Escondido donde hay predominio de las clases arena muy gruesa (43%) y grava (43%) y las clases granulométricas más finas están ausentes.

Del análisis se concluye que la cuenca donde se depositaron los sedimentos del área Boca de Jaruco así como los de Canasí estaba situada en una posición más distal de la fuente de aporte que la cuenca que acogió a los sedimentos de Puerto Escondido, lo que coincide con los resultados obtenidos del redondeamiento.

En Varadero la fracción más difundida es la arena muy gruesa que constituye el 49% del total, seguida de la arena gruesa (29%). Las clases granulométricas finas están ausentes casi totalmente, observándose solo un 3% de arena fina.

Si se mira comparativamente la granulometría en las áreas estudiadas se observa que su comportamiento es bastante heterogéneo, el yacimiento Varadero se podría asemejar eventualmente a Boca de Jaruco y en última instancia a Canasí. Fig. 2.

Proveniencia

El estudio de la bioestratigrafía descriptiva de los ditches que se realizaron en los fragmentos de las rocas del reservorio, permitió reconocer un grupo diverso de edades de los fragmentos que se pueden generalizar en las siguientes categorías:

-Jurásico Superior-Cretácico Inferior. Se incluyen las edades de todas las formaciones del Grupo Veloz (Fernández J et al, 1998). Los bioeventos que caracterizaron este grupo en el presente estudio fueron *calpionélidos calcáreos*, *Calpionella alpina*, *Nannoconus spp*, *Nannoconus steinmanni* y *moldes de radiolarios*.

-Indeterminados (estériles o con moldes de radiolarios recristalizados). En esta categoría están los wackestone bioclásticos que solamente poseen moldes de radiolarios muy recristalizados, de edad indeterminada, así como los mudstone calcáreos finamente recristalizados de aspecto "viejo" (probablemente relacionados con las facies someras de la Fm. Cifuentes). Estos fragmentos pueden provenir de las formaciones del grupo Veloz, particularmente Cifuentes (Tithoniano-Kimmeridgiano), Ronda (Berriasiano-Valanginiano) y de la formación Carmita (Albiano-Cenomaniano).

-Cretácico Medio. En esta categoría se encuentran los fragmentos pertenecientes a la formación Carmita, del Albiano-Cenomaniano, los que son por lo general wackestone bioclásticos. Se describieron *Hedbergella sp.* y *Pithonella sp.*

-Terciario. Se describieron los grupos de nannopláncton calcáreo: *Discoaster spp*, *Thoracosphaera sp*, *Sphenolithus sp*, *Chiasmolithus spp*, *Cruciplacolithus sp*, *Ericsonia* y *cocolitos del Grupo 1*, además se describen *foraminíferos planctónicos globulares (Morozovella sp. Globigerina sp).*



En las áreas de Boca de Jaruco, Canasí y Puerto Escondido existe similitud en cuanto a la proveniencia de los fragmentos, pero aunque en todas las áreas hay un predominio de los fragmentos de edad indeterminada y los fragmentos provenientes del Grupo Veloz son escasos en Canasí y Puerto Escondido (16% y 6%), éstos son abundantes en Boca de Jaruco alcanzando un 50 %. Los fragmentos pertenecientes a la formación Carmita son muy bajos en todas las áreas, no sobrepasando el 7%.

Los fragmentos terciarios en Boca de Jaruco alcanzan una cantidad similar en abundancia con respecto a Canasí (34% y 22%), mientras que en Puerto Escondido alcanzan un 43%.

En Varadero hay un predominio de los fragmentos del grupo Veloz (35%) y de los fragmentos indeterminados que podrían atribuirse por su litología a diferentes formaciones de dicho grupo (53%). Los fragmentos pertenecientes a la formación Carmita se manifiestan apenas en un 1%. Los fragmentos de edad Terciario están presentes en un 11% siendo también muy escasos en comparación con las otras áreas estudiadas. Ver Fig. 3.

Se puede, entonces, esbozar las características geológicas de la fuente de aporte que suministró los fragmentos de las rocas del reservorio en estos yacimientos. Se trataba de un corte geológico donde afloraban las calizas del Grupo Veloz y quizás más al sur, las rocas de la Fm. Carmita. Estos sedimentos estaban parcialmente cubiertos por rocas jóvenes de edad Terciaria. La mayor abundancia de los fragmentos provenientes del Grupo Veloz pudiera deberse a que éstas afloraban en un área considerablemente mayor que las restantes unidades en la fuente de aporte.

En el estudio realizado solamente con muestras de cuttings, se discriminaron automáticamente los fragmentos de mayor tamaño, como guijas, guijarros, cantos y bloques. Estos fragmentos grandes, diferentes sin dudas por su propia naturaleza y proveniencia de los más pequeños, fueron objeto de especial atención cuando se estudiaron los núcleos de éstas áreas. Ver Fig. 4.

Los resultados del tratamiento estadístico de los fragmentos calcáreos gruesos observados en las secciones delgadas de las litofacies de Conglobrecha y Conglobrecha+Grauvaca, demuestran que al menos el 85% de éstos provienen de la erosión de las calizas del Grupo Veloz, mientras que el 15% restantes están divididos entre los que tienen edad Cretácico Medio, provenientes de la Fm. Carmita y aquellos de edad Terciario indiferenciado.

CONCLUSIONES

1. Fue posible aplicar la metodología de Wadell a muestras de canal, determinándose en la Franja de Crudos Pesados las cinco clases fundamentales de redondeamiento.
2. Mediante el análisis granulométrico y el análisis de redondeamiento se puede afirmar que los sedimentos depositados en el área de Puerto Escondido son mucho más inmaduros desde el punto de vista textural que los que se asentaron en el área de Canasí y Boca de Jaruco.
3. En Varadero se observa un predominio de las clases angulares y subangulares lo que indica que la deposición en Varadero ocurrió en una posición más proximal dentro de la Cuenca o que en el momento de la deposición el nivel de energía del medio era muy elevado lo que propició un arrastre rápido con poca reelaboración de las aristas de los fragmentos.
4. La bioestratigrafía descriptiva de los ditchés que se realizaron en los fragmentos permitió reconocer un grupo diverso de edades-*Jurásico Superior-Cretácico Inferior, Indeterminados* que pueden provenir de las formaciones del grupo Veloz, *Cretácico Medio* y *Terciario*

BIBLIOGRAFÍA



Pettijohn F. J. (1957). Sedimentary Rocks, Harper International Edition, Second Edition, 415 pag.
 Pettijohn F. J. (1966). Manual of Sedimentary Petrography, Appleton-Century-Crofts, 547 pag.
 Segura Soto, R. (1973). Introducción a la Petrografía, ediciones URMO, 208 pag.
 Hernandez L. J. et al (2002). Analisis Facial del Bloque Central del Yacimiento Boca de Jaruco, Inédito, Archivo CEINPET

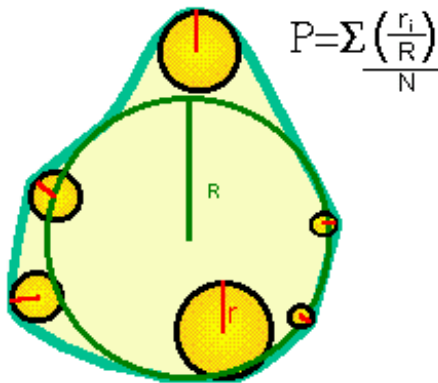


Fig.1. Gráfico básico para la aplicación del método de Wadell en la determinación del coeficiente de redondeamiento, donde R es el radio del máximo círculo inscrito, r es el radio promedio de las esquinas y bordes y n número es esquinas y bordes

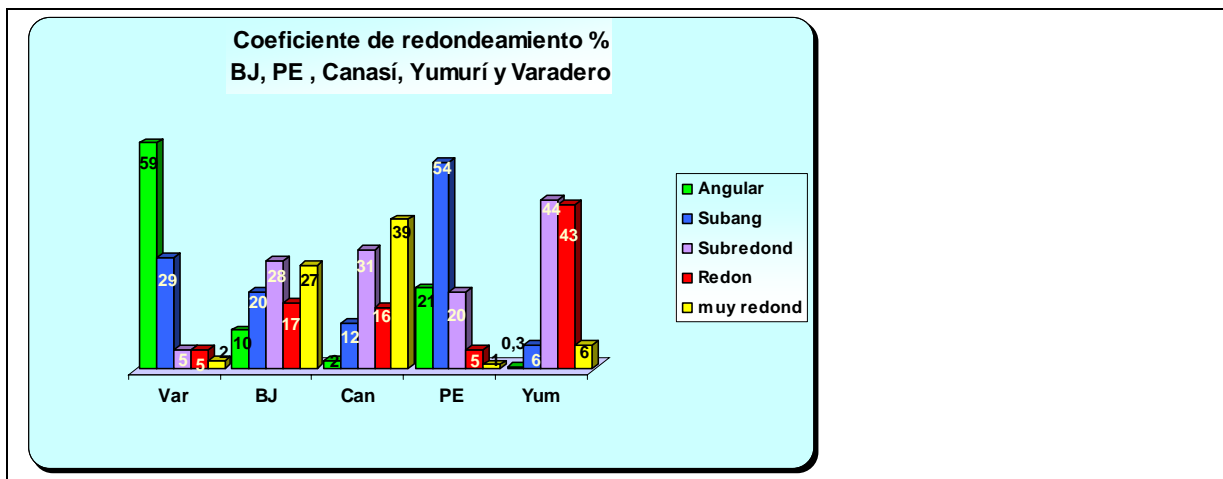


Fig. 2. Comportamiento del coeficiente de redondeamiento en los fragmentos del reservorio terciario de la Franja Norte de Crudos Pesados

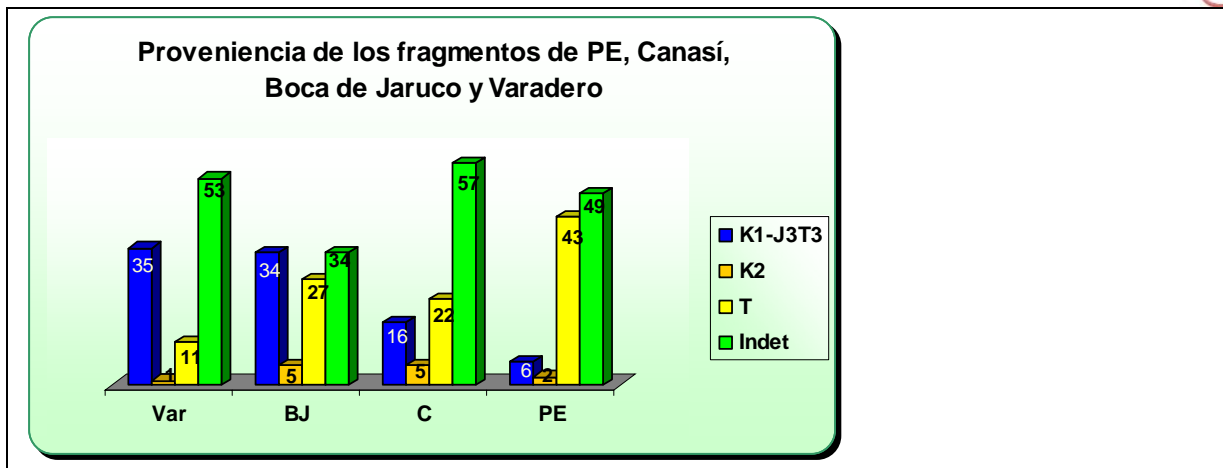


Fig. 3. Proveniencia de los fragmentos de los reservorios terciarios

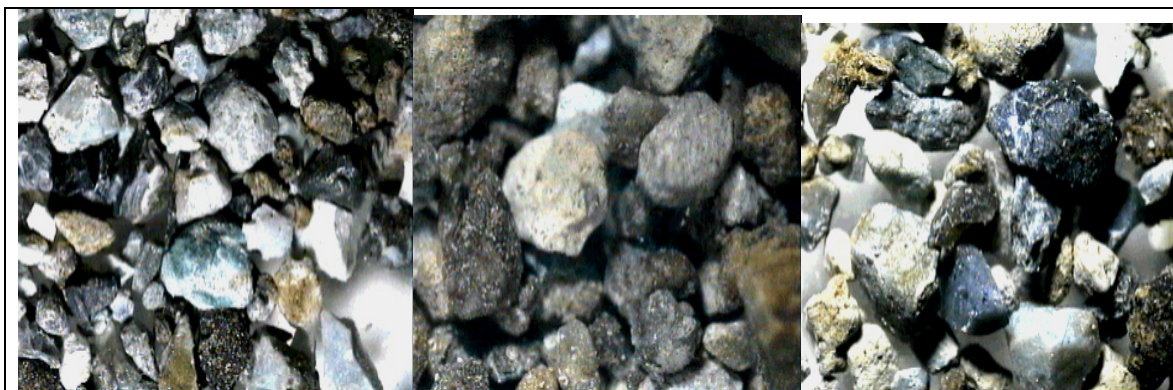


Fig. 4. Cuttings de Puerto Escondido y Canasí que conservan rasgos de redondeamiento