

CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LOS DEPÓSITOS EÓLICOS PÉRMICOS EN LOS YACIMIENTOS DE LOS BLOQUES 56 Y 88, CAMISEA, CUENCA UCAYALI SUR, PERÚ.

Santiago A. Grosso¹ y Juan F. Chung Ching¹

¹ Pluspetrol Perú Corporation, Av. República de Panamá 3055, San Isidro 16, Lima, Perú.
Email: sgrosso@pluspetrol.net, jchung@pluspetrol.net

INTRODUCCIÓN

Interpretación de datos geológicos de pozos y de sísmica 3D han permitido reconstruir el paleoambiente sedimentario de dos sistemas desérticos eólicos desarrollados en los miembros inferiores de las Formaciones Noipatsite (Noi) y Nía Kaatsirinkari (Nia) en los yacimientos Mipaya, Pagoreni, San Martín y Cashiriari del área Gran Camisea, Cuenca de Ucayali sur, Perú Central. Fig. 1.

Los depósitos eólicos se ubican en la base de los ciclos sedimentarios representando los miembros basales de las formaciones totalizando un espesor de 186 metros de areniscas finas y limolitas rojizas. Hacia arriba los ciclos eólicos se transforman en fluviales constituyendo los miembros medio y superiores de las formaciones con litologías de conglomerados y areniscas.

Los reservorios de las areniscas eólicas presentan buenas propiedades petrofísicas y geomecánicas produciendo gas y condensado retrógrado con caudales por pozo de 100,000,000 cfd y 7,000 bod de líquidos asociados. Representan un 26% de las reservas probadas de los Bloques 56 y 88.

EDAD Y ESTRATIGRAFÍA

La Formación Noi (Fig. 2) es adjudicada al Pérmico debido a que la Formación Shinai suprayacente corresponde al mismo período y la Formación Copacabana infrayacente pertenece al Carbonífero. La Formación Nía no posee fósiles y puede pertenecer a un rango de edad que abarca del Pérmico al Cretácico superior.

El espesor total del relleno de la cuenca son unos 3000mts de sedimentos de diverso origen depositados en una zona de margen pasivo desde el Silúrico al Cretácico superior; y luego desde el Cretácico superior al Terciario y parte del Cuaternario la cuenca se convierte en tipo de antepaís subandina.

PALEOAMBIENTE SEDIMENTARIO

Formación Noi, Miembro Inferior (Noi Inferior)

El sistema eólico de la Formación Noi, Miembro Inferior está integrado por areniscas que presentan marcados cambios de espesor estratigráfico originado por la alternancia de dunas e interdunas con rumbo NE-SW (Seminario 2005). Se interpreta el ambiente sedimentario como un campo eólico único en donde se preservaban las dunas de la erosión por ascenso de un nivel freático y cementación vadosa temprana de los sedimentos con anhidrita en un clima cálido (Reading 1996).

En el mapa de espesor sísmico de la figura 1 se pueden observar también pequeños meandros fluviales paralelos a las dunas, posiblemente asociado a intervalos fluviales efímeros relacionados a las interdunas húmedas.

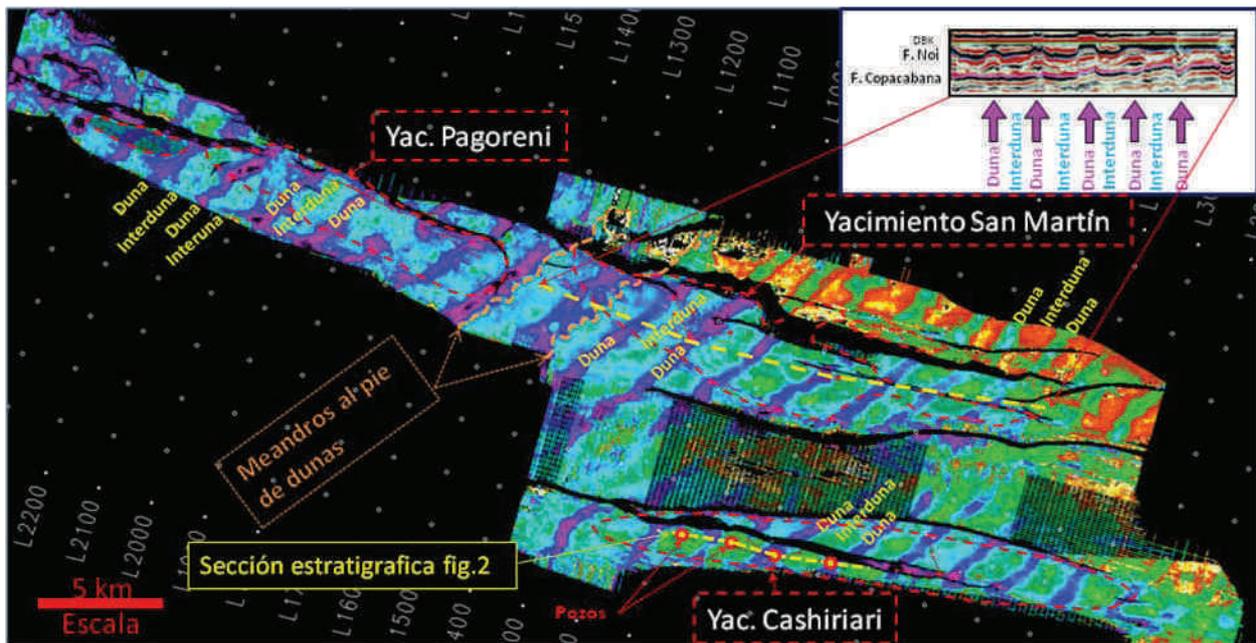


Figura 1: Mapa sísmico isocronopáquico de las Formaciones Noi y Ene de los Yacimientos Pagoreni, San Martín y Cashiriari, mostrando la tendencia NE-SW de las dunas longitudinales de Formación Noi (bandas de color oscuro) con espesores de hasta 80mts y las zonas claras correspondientes a interdunas con espesores de unos 20mts.

La facies de dunas (Facies III) del Miembro inferior de la Formación Noi, están integradas por areniscas medias a finas bien redondeadas, con estratificación entrecruzada de bajo ángulo (LCV-2008) intercaladas con láminas de granulometría más fina ondulítica de color más claro asociado a cemento anhidrítico. La composición de los clastos es mayoritariamente cuarzo y el porcentaje de granos feldespáticos es del 13% (aumentando hasta 17% en las granulometrías más finas), el cemento es hematítico y anhidrítico. El patrón de apilamiento es granocreciente. La dirección de las paleocorrientes es predominante hacia el NE variando en su base al NE y NO. Los rangos de porosidad son de 13% a 19% y la permeabilidad de 4 a 440md.

Las dunas de la Formación Noi, Miembro Inferior han conservado mayor espesor que los sedimentos adyacentes de interduna por ser de mayor tamaño su granulometría resultando ser más resistentes a la compactación. Por el contrario las interdunas han reducido su espesor original presentando un factor de compactación diferencial de 55% a 75%. El ancho de las dunas es de 800 a 1000mts. y el de las interdunas adyacentes es de unos 2100mts. Estas dimensiones aumentan hacia el oeste dirección de profundización de la cuenca. El largo de las dunas longitudinales es de unos 25kms.

La diferencia relativa de compactación ha causado plegamiento de los sedimentos suprayacentes; en el caso de la Formación Nía Inferior (sobre las crestas de las dunas de Noi Inferior) faltan sus términos superiores debido a la erosión de la discordancia pre-cretácica, existe mayor diversidad en las paleocorrientes, mayor heterogeneidad electrofacial y presenta normalmente mayor cantidad de fracturas distensivas rellenas por material semi-consolidado que las dunas de Noi Inferior.

Al tope de las dunas de mayor espesor de Noi Inferior se desarrolla también el mayor espesor de un banco de anhidrita de hasta 9 mts relacionado con un ambiente evaporítico de sabka clástico. El menor espesor de la anhidrita en las interdunas puede deberse en parte a la deformación (ayudado por tectocinésis) ocurrida durante la compactación diferencial de las mismas. Fig. 2.

La facies de interdunas (Facies V) son integradas por areniscas finas con laminación paralela o entrecruzada de muy bajo ángulo, con moteado anhidrítico asociado a paleosuelos con baja bioturbación. Los limos ondulíticos se presentan deformados mostrando estructura nodular. Las paleocorrientes son al Norte y ONO con un patrón de apilamiento granodecreciente.

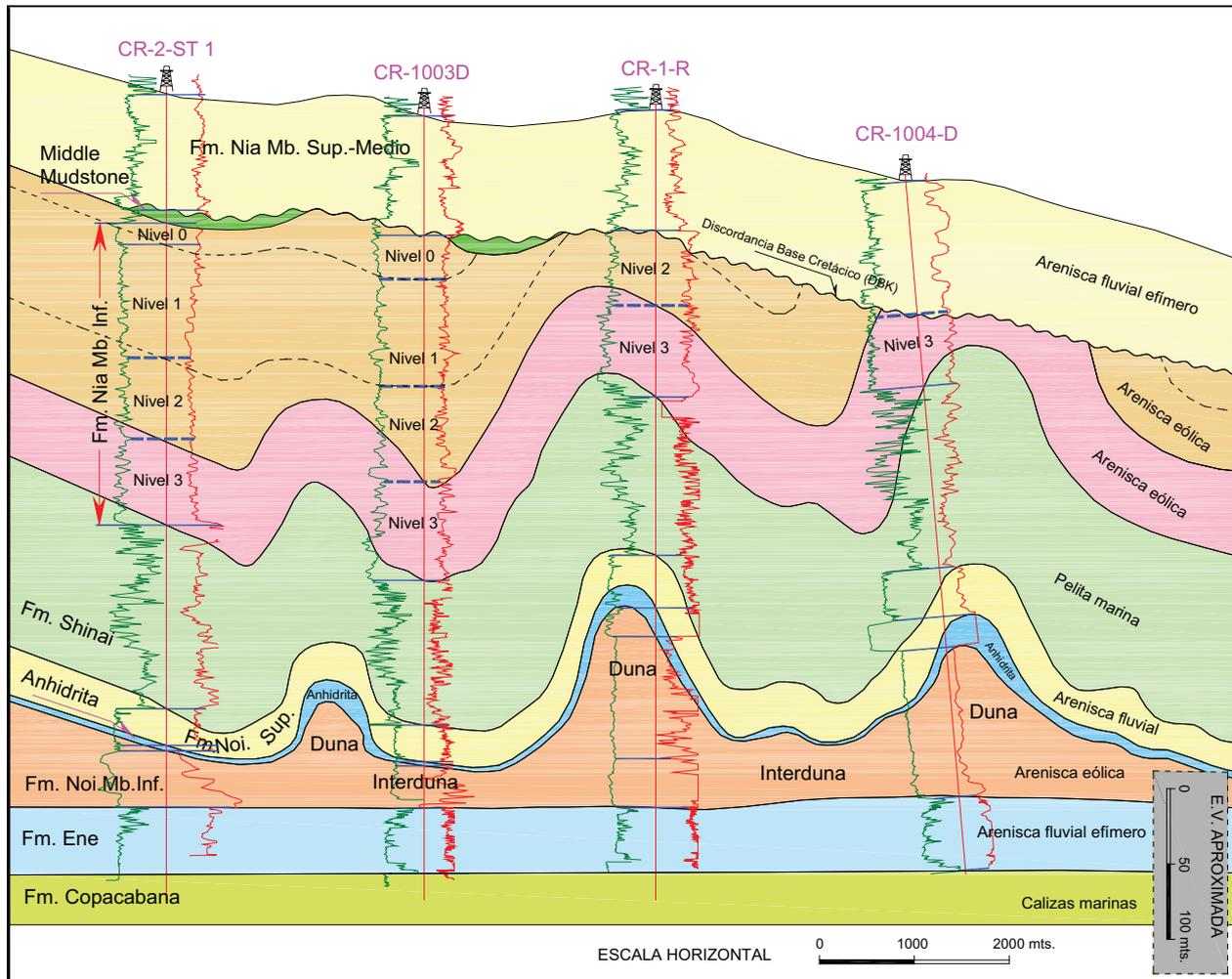


Figura 2. Sección estratigráfica en tiempo (obtenida de la sísmica 3D) nivelada al tope de la Formación Copacabana. La subsidencia ocasionada por la compactación diferencial de la interduna del Miembro Noi inferior, comenzó luego de depositada la base de la Formación Nia inferior, Nivel 3, ocasionando plegamiento y fracturamiento temprano de las formaciones suprayacentes. Luego estos depósitos ya plegados fueron truncados por la Discordancia de la Base del Cretácico (DBK) ubicada en la base de la Fm. Nia Mb. Medio y Sup. En la zona de interdunas se lograron preservar los términos superiores de la secuencia Nia Inferior.

La Formación Nía, Miembro Inferior (Nía Inferior)

El Miembro Inferior de la Formación Nía constituye una secuencia estratigráfica eólica que se encuentra limitada al tope y base por discordancias. Se inicia abruptamente sobre las pelitas de la Formación Shinai con un banco de conglomerado de 30cm de espesor. Luego continúa la sedimentación eólica con una zona inferior de 40mts (Nivel 3) (Fig.2) de grano fino con patrón de apilamiento granodecreciente de espesor constante. Hacia la zona superior continúan 90 mts (Niveles 0, 1 y 2) de areniscas con patrón de apilamiento granocreciente con parasecuencias aridizantes terminando en suelos endurecidos por litificación (“hardgrounds”) de cemento hematítico (“ferricretes”). Se presentan intercalaciones de episodios eólicos húmedos con climbing ripples intracalados con episodios secos con laminación paralela. La bioturbación es muy escasa, de tipo sustrato-blando, de geometría tubiforme horizontal (Scoyenia-Planolites) y en menor medida vertical de gran porte (Skolithos). También se identificaron marcas de raíces pequeñas. Finaliza la secuencia limitada por una suave discordancia de la base del Middle Mudstone o la fuerte truncación de la discordancia de la base del Cretácico (DBK).

La dirección de los paleovientos en el Miembro Nía Inferior es hacia el Oeste en la base (Nivel 3) mientras que hacia arriba (en los Niveles 2, 1 y 0) cambian a una dirección Sur-oeste.

Las facies predominantes del Mb. Nía Inferior están representadas por dunas (Facies II, correspondientes a los Niveles 1 y 2) integradas por areniscas (felsarenitas) de granulometría media homogéneamente laminada con estratificación entrecruzada de bajo ángulo en la base cambiando a alto ángulo hacia el tope de color

castaño rojizo-naranja. El cemento es dolomítico, hematítico, arcilloso y cuarzo secundario. La composición de los clastos es principalmente cuarzo. Se interpreta el ambiente integrado por dunas dispersas de espesor constante. El rango de la porosidad es de 11% a 19% con permeabilidades de 1.5md a 1202md (promedio de 290md).

Las mejores facies como reservorio eólico son las areniscas medias las cuales son las granulometrías más gruesas registradas y corresponden a las Facies I del Nivel 0. Se ubican al tope de la secuencia, con estructuras de laminación paralela difusa a masiva, con algo de bioturbación y estructuras de licuefacción por sobrecarga; este ambiente de sedimentación es interpretado como el correspondiente al momento de colmatación del sistema eólico.

La facies de interdunas húmedas corresponden a las Facies IV, las cuales son intercalaciones que predominan hacia el tope del Nivel 3 y en partes de los Niveles 1 y 2, se componen de algunos limos y de areniscas muy finas a finas en las cuales aumenta el porcentaje de feldespato del 19% a 21% y empeoran las características de reservorio.

CONCLUSIONES

Dos tipos de desiertos eólicos se ha desarrollado en los miembros de las Formaciones Noi Inferior y Nía Inferior. El primero era más húmedo con presencia de nivel freático y precipitación de anhidrita asociada a un ambiente de sabkha en donde la tabla freática ascendió rápidamente conservando individualmente a las dunas e interdunas que por compactación posterior dieron cambios de espesor. El segundo sistema eólico algo más seco de espesor constante tuvo una variación más lenta del nivel freático.

Dos direcciones predominantes de paleovientos se distinguen entre Noi Inferior y Nía Inferior, el primero hacia el NE y el segundo hacia el SO.

Cinco tipos de facies se han identificado de acuerdo a la calidad del reservorio en orden decreciente: Facies I, II, III, IV y V. La granulometría de las areniscas eólicas es fina a media en las dunas (Facies I, II y III) y grada tamaño muy fino a limo en las interdunas (Facies IV y V). La composición de los granos de las areniscas es cuarzo-feldesítica-lítica; el porcentaje del feldespato aumenta con la disminución del su tamaño desde 3% hasta 21% y empeora la calidad del reservorio.

Existe mayor grado de facturamiento de tipo distensivo en el Miembro Nía Inferior debido al plegamiento temprano asociado a la compactación diferencial la cual alcanza valores de 55% a 75% en las interdunas del Miembro Noi Inferior.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a PLUSPETOL S.A. por haber permitido la publicación de este trabajo. Al ing. Federico Seminario por la lectura del manuscrito, al Ing. Johnny Vilca por proveer las láminas sísmicas y a Fernando Gennell y Francisco Panta por la edición de las figuras.

REFERENCIAS

- LCV del Perú, 2008: Pluspetrol Perú Corporation S.A , Pagoreni-1004D (Pagoreni Field), Volumen II: Core #2, Lower Noi Formation, Sedimentologic, petrographic, diagenetic, XRD, SEM and Petrophysical Study.
- Reading, H.G. 1996. Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy. Third Edition, Blackwell Science.
- Seminario F. 2005, Ingepet, Las rocas reservorio productivas del Gran Camisea, Cuenca Ucayali, Perú. EXPL-1-FS-208.