

## CARACTERIZACIÓN SEDIMENTOLÓGICA Y PETROFÍSICA DE LA FORMACIÓN VIVIAN EN EL CAMPO CASHIRIARI, ÁREA CAMISEA, CUENCA UCAYALI, PERÚ

Tomás Marky y Santiago Grosso

Pluspetrol Perú Corporation S.A., Av. República de Panamá 3055, Lima - Perú  
tmarky@pluspetrol.net, sgrosso@pluspetrol.net

### INTRODUCCIÓN

El Campo Cashiriari se encuentra en la región sub-Andina de la Cuenca Ucayali, dentro de los linderos del lote 88, del área Camisea, ubicada en el departamento de Cusco, Perú. Las Formaciones de este campo tienen edades que van del Pérmico al Cretácico y se denominan de base a tope: Ene, Noipatsite, Nia Kaatsirinkari, Chonta basal, Chonta Superior y Vivian. El espesor total promedio es de 460 metros de los cuales 240 metros están mineralizados con Gas y Condensado. La estructura del yacimiento es un pliegue anticlinal elongado en dirección WNW-ESE. Figura N° 1.

La Formación Vivian es el reservorio más reciente y el primero en ser encontrado luego de atravesar con la perforación unos 2,000 metros de capas rojas de los Grupos Terciarios Ipururo y Huayabamba, constituyendo uno de los reservorios más importantes que contiene el 42% del volumen de reservas de Gas y Condensado “in place” del Campo Cashiriari, con un potencial teórico máximo productivo por pozo de 1007 MM cfgd y una relación de líquidos asociados al gas de 52 bls/1MMcfg.

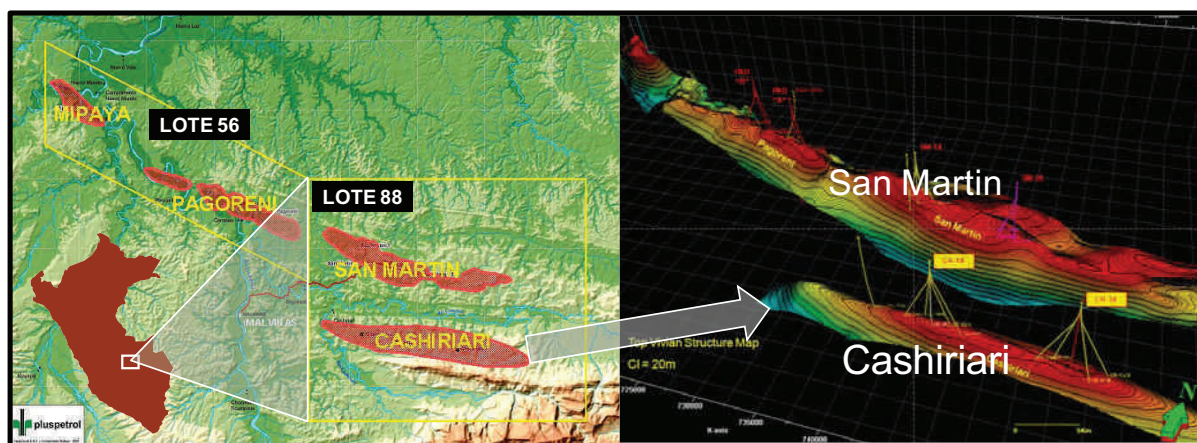


Figura 1. Ubicación y Estructura del Campo Cashiriari

### CARACTERÍSTICAS DE LA FORMACIÓN VIVIAN

La Formación Vivian se encuentra depositada de modo continuo en todo el Campo Cashiriari, con espesores que varían de 80 a 90 metros y se divide de base a tope en tres miembros que presentan correlación en subsuelo: Vivian Inferior, Vivian Medio y Vivian Superior. Los miembros Vivian Inferior y Vivian Superior son predominantemente arenosos y masivos con delgadas intercalaciones de arcilitas, mientras que, el Miembro Medio es predominantemente pelítico con intercalaciones de areniscas finas, aunque, algunas veces también se lo puede encontrar con buenos desarrollos de cuerpos arenosos. Figura N° 2.

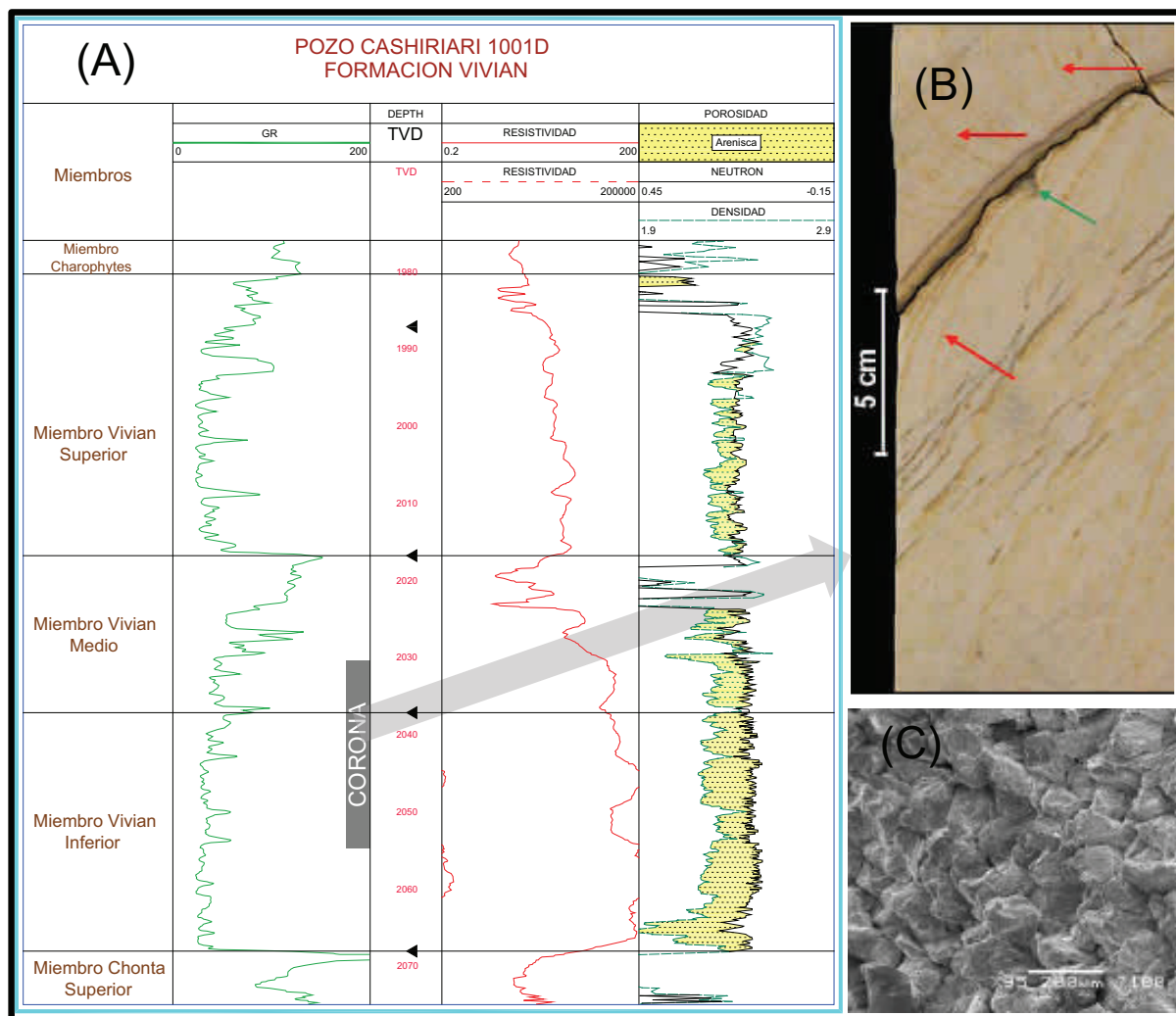


Figura N° 2: Formación Vivian - Pozo Cashiriari 1001D. (A) Perfil eléctrico (GR, Resistividad, y Densidad-Neutrón) de la Formación Vivian mostrando los miembros Inferior, Medio, y Superior. (B) Corona mostrando areniscas con estratificación cruzada de ambiente de llanura mareal. (C) Fotografía bajo el microscopio electrónico mostrando el sistema de poros intergranulares.

La litología de la Formación Vivian está representada por areniscas de color gris blanquecino, finas a medias, de composición cuarzosa-feldespática-lítica, y grano subredondeado con muy buena selección. La composición de los granos es en promedio: 98% de cuarzo, 1% de feldespato y 1% de líticos. El cemento es escaso, predominantemente silíceo y subordinado caolínico. La sílice del cemento se presenta como sobrecrecimiento secundario de cuarzo y la fracción arcilla se presenta predominantemente como caolinita (87%) y clorita subordinada (3%). Los poros están muy bien interconectados con porosidad de tipo intergranular con mesoporos (de 104 a 230 micrones) y subordinados macroporos (260 a 334 micrones). Las gargantas porales son abundantes con diámetro que varía de 7 a 31 micrones y la tortuosidad del sistema poral es baja. (LCV 2009).

#### Formación Vivian, Miembro Inferior:

La Formación Vivian comienza en su base con un límite de secuencia, el cual se observa como un cambio neto de litología, apoyándose en paraconcordancia sobre las pelitas verdes de la Formación Chonta. El Miembro Vivian Inferior presenta espesores promedio que varían de 30 a 35 m, está compuesto por una sucesión de bancos masivos de areniscas finas, blancas, levemente consolidadas, con estructura entrecruzada sigmoidal y algunas intercalaciones de láminas pelíticas. Se interpreta que estas areniscas fueron depositadas en un ambiente de llanura mareal, con influencia estuarina y deltaica. El sistema de llanura mareal prograda hacia arriba observándose una tendencia levemente granodecreciente hacia el tope del Miembro Vivian

Inferior. Este miembro es el que presenta mayor continuidad de toda la formación por tener mayor espesor y características de depósitos marinos someros. Se han reportado icnofósiles de scholitus, característicos de ambiente marino somero de alta energía. Hacia el tope de este miembro, en afloramientos del Pongo de Mainique se han encontrado huellas de dinosaurios de hasta 40cm de diámetro. Vivian Inferior es el miembro que mejores características de reservorio presenta, con un rango de porosidad que varía de 4 a 20% y permeabilidad de 1 a 2700 mD, conteniendo alrededor del 65% de las reservas de toda la Formación Vivian en el Campo Cashiriari.

#### Formación Vivian, Miembro Medio

Sobre el Miembro Vivian Inferior, de modo transicional se depositan las areniscas finas a muy finas del Miembro Vivian Medio, continuando con la tendencia granodecreciente pero, más acentuada e incrementándose el contenido arcilloso con participación de estructuras tipo “flaser” y “wavy bedding”. En estos niveles también se presentan trazas de fósiles propios de ambiente marino. Se interpreta que durante la depositación de este miembro hubo un relativo ascenso del nivel del mar que marca la predominancia del sistema de llanura mareal sobre el estuarino. Este miembro tiene espesores que en promedio varían de 15 a 30 m y presenta bastante discontinuidad a lo largo del campo debido a que el sistema estuarino se mantiene activo erosionando los niveles pelíticos. Las arcillas son montmorilloníticas indicando un ambiente de tipo marino. Si bien el Miembro Vivian Medio es predominantemente arcilloso, en algunos sectores presenta buen desarrollo de cuerpos arenosos con características de reservorio semejantes a las del Miembro Vivian Inferior. La porosidad de este miembro tiene valores entre 7 y 15% y permeabilidad entre 0.07 y 373 mD.

#### Formación Vivian, Miembro Superior

Apoyadas de manera abrupta sobre el Miembro Vivian Medio, se depositan areniscas de grano medio del Miembro Vivian Superior con espesores promedio que varían de 30 a 35m. Este cambio neto de litología se interpreta como una caída relativa del nivel del mar en la cual el sistema fluvial pasa a tener predominancia sobre el sistema de llanura mareal. Este Miembro posee las areniscas de mayor tamaño de grano, presentando incluso algunos niveles de conglomerados finos con estratificación entrecruzada en artesa, estratificación planar de alto régimen de flujo y ausencia de intercalaciones pelíticas que se asemejen a sedimentos de llanura mareal. Este miembro presenta la mayor variabilidad de espesor de los cuerpos de arena a lo largo del campo. No se han reportado fósiles, ni trazas de estructuras del tipo marino, por el contrario, se han encontrado marcas de raíces y pelets diagenéticos de siderita correspondientes a paleosuelos de un ambiente continental.

Las electrofacies del Miembro Vivian Superior muestran predominantemente un patrón de apilamiento cilíndrico típico de un ambiente fluvial. En algunos casos, donde el miembro presenta menores espesores el patrón de apilamiento es granodecreciente hacia el tope, interpretándose como un ambiente fluvial con influencia mareal, ambos de tipo meandroso que van perdiendo energía hacia arriba. En otros casos, donde se presentan los mayores espesores, es granocreciente, coincidiendo con zonas de apilamiento de canales fluviales de alta energía. La porosidad de este miembro presenta valores con un rango entre 7 y 19% y permeabilidad entre 0.36 y 681 mD.

La parte superior cercana al tope del Miembro Vivian Superior, las areniscas tienen coloraciones rojizas, producto de la percolación de óxido de hierro proveniente de las arcillas continentales del Miembro Charophytes. Como producto de este proceso diagenético asociado a paleosuelos, las características petrofísicas del reservorio en sus primeros 10 y 15 metros superiores normalmente se presentan deterioradas. En este miembro, tal como se menciona más arriba, las electrofacies del perfil de rayos gamma, muestra una tendencia general cilíndrica pero, la resistividad se manifiesta en la mayoría de los casos granodecreciente hacia arriba, incluso cuando los rayos gamma indican lo contrario. Esto se debe a la presencia de hierro cada vez más concentrado hacia la parte superior que contribuye con la disminución de la resistividad en el mismo sentido. La calidad del reservorio Vivian Superior disminuye paulatinamente de base a tope.

El Miembro Vivian Superior culmina con un pequeño banco granodecreciente de unos 5m de espesor depositado en un ambiente de llanura mareal de muy baja energía. Posteriormente se produce un retiro definitivo del cuerpo de agua, quedando expuesta la formación y afectada por una discordancia subaérea de la base del Terciario que erosiona en algunas partes este último nivel de Vivian depositado.

La dirección de las paleocorrientes de la Formación Vivian presentan dos direcciones predominantes: una Norte-Sur y la otra Este-Oeste. Las paleocorrientes de alta energía asociados a canales erosivos tienen sentido hacia el Sur y las paleocorrientes asociadas a estructuras sedimentarias de energía normal presentan direcciones hacia el Este y el Oeste.

## **CONCLUSIONES**

De base a tope se han identificado tres sistemas sedimentarios distintos dentro de la Formación Vivian: el de llanura mareal con influencia de estuarios y alguna influencia deltaica, en el Miembro Inferior; el sistema netamente de llanura mareal de baja a mediana energía, en el Miembro Medio y el sistema fluvial predominando sobre el sistema de llanura mareal, en el Miembro Superior.

Se han clasificado los miembros de la Formación Vivian, con tres tipos de calidad de acuerdo a su porosidad y permeabilidad: Vivian Medio de baja calidad, Vivian Superior de calidad intermedia y Vivian Inferior de muy buena calidad de reservorio.

El Miembro Inferior de la Formación Vivian presenta valores de porosidad que varía de 4 a 20% y permeabilidad de 1 a 2700 mD, constituyendo el mejor miembro de la Formación, conteniendo alrededor del 65% de las reservas del Campo Cashiriari.

Las areniscas del Miembro Vivian Superior erosionan al Miembro Vivian Medio, haciendo que este disminuya de espesor, contactándolo directamente con las areniscas del miembro inferior, resultando de esta manera que todo el reservorio Vivian se comporte como una sola unidad de flujo.

La Formación Vivian se divide en dos secuencias limitadas por tres discordancias debidas a caídas relativas del nivel del mar: Secuencia I constituida por los Miembros Inferior y Medio y la Secuencia II constituida por los Miembros Superior y el Miembro Transicional del tope.

El perfil de densidad – neutrón, es el mejor indicador de la calidad del reservorio, a mayor separación del cruce de las curvas en la zona de gas, mejor es la calidad de las areniscas. Así, se observa que la calidad de las areniscas disminuye paulatinamente de base a techo a lo largo de todo el reservorio Vivian.

## **REFERENCIAS**

Seminario F., Luquez J., Blanco S., Las Rocas Reservorio Productivas del Gran Camisea, Cuenca Ucayali-Perú  
Pluspetrol P., LCV, Estudio Sedimentológico y Petrofísico de Núcleos, Pozo Cashiriari 1001D, 2009.  
Pluspetrol P., Informe de Reservas, Lote 88, 2009.