



XVIII Congreso Peruano de Geología

MODELADO DE VELOCIDADES DURANTE EL PROCESAMIENTO SÍSMICO 3D PSDM Y SU IMPLICANCIA EN LA CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DEL CAMPO KINTERONI-SAGARI, LOTE 57, CAMISEA-PERÚ.

Nereyda Noheli Luque García¹, Vidal Carlos Huamán Ccollatupa²

¹ Repsol Exploración Perú Sucursal del Perú, Av. Víctor A. Belaunde 147, Lima, Perú (nn.luque.garcia@repsol.com)

² Repsol Exploración Perú Sucursal del Perú, Av. Víctor A. Belaunde 147, Lima, Perú (vidalcarlos.huaman@repsol.com)

1. Resumen

La estructura Kinteroni-Sagari fue inicialmente definida a partir de la interpretación de 09 líneas sísmicas 2D PSTM, adquiridas por las compañías Shell y Repsol en los años 83/84 y 2007 respectivamente. En el año 2014, Repsol adquirió 210 km² de información sísmica 3D sobre la misma estructura, teniendo como principal objetivo mejorar la interpretación estructural en zonas sin información sísmica previa, poniendo especial énfasis en la atenuación de ruido, procesamiento de la señal y correcciones estáticas.

Con el fin de mejorar la interpretación de la estructura Kinteroni-Sagari, y así reducir la incertidumbre inherente a la data sísmica en tiempo, se optó por realizar el procesamiento sísmico pre-apilado en profundidad (PSDM) del cubo PSTM adquirido, basándose en la creación de un modelo de velocidad interválica, integrando las velocidades de los pozos, velocidades de procesamiento sísmico (RMS) y estimación de anisotropía mediante parámetros de Thomsen (η, ϵ, δ)¹.

El presente trabajo muestra la metodología para la generación de un modelo de velocidad calibrado a las velocidades de los pozos, y que combinado con los parámetros de anisotropía, sea capaz de representar las variaciones estructurales y estratigráficas en este tipo de ambiente geológico compresivo; de tal manera que pueda ser utilizado en la migración a profundidad con un alto grado de confiabilidad.

2. Introducción

La estructura Kinteroni-Sagari está ubicada al SE del lote 57, en la selva central peruana, provincia de la Convención-Cusco (Fig.1). Esta estructura forma parte del tren estructural de los campos de Camisea, localizados en la cuenca Ucayali Sur. Cinco pozos han sido perforados en la estructura Kinteroni-Sagari, iniciándose la producción de gas y condensados de los principales reservorios clásticos Upper Nia (Cretácico) y Lower Nia (Pre-Cretácico) en el año 2014.

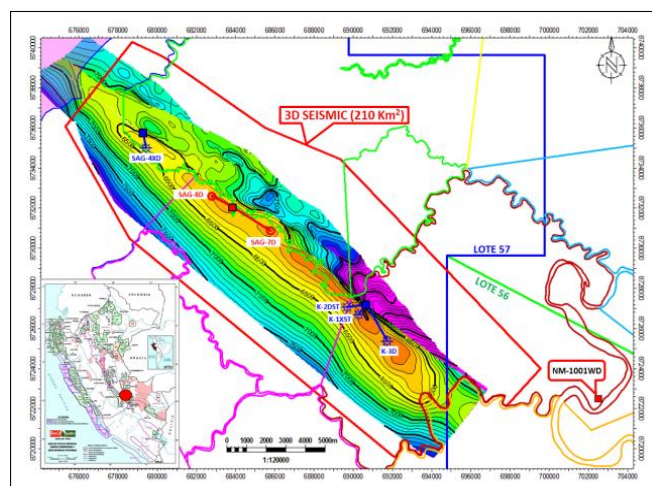


Fig. 1.- Mapa de localización del lote 57. Estructura Kinteroni-Sagari.

¹ Thomsen, Leon (1986). "Weak Elastic Anisotropy"

3. Metodología de trabajo

La migración en profundidad, parte de la generación de un modelo inicial de velocidades interválicas, el cual representa el comportamiento real de las velocidades en el subsuelo.

El modelo de velocidad final será construido en base a las velocidades RMS, incluyendo los parámetros de anisotropía, los cuales indicarán cómo las ondas sísmicas viajan y se distribuyen en medios no homogéneos. Éstos son conocidos como delta (δ), épsilon (ϵ) y eta (η), comúnmente denominados parámetros de anisotropía.

3.1. Generación del modelo de velocidad interválica inicial

El modelo de velocidad interválica inicial se construyó en base a la información de velocidades disponibles en el área. Para este proyecto, el modelo inicial de velocidades interválicas (Fig. 2) fue construido en base a las velocidades provenientes del procesamiento sísmico en tiempo (velocidades RMS), el cual muestra variaciones laterales de velocidad suaves, que reflejan el modelo real de compactación del subsuelo, es decir, que a mayor profundidad, la velocidad de la onda incrementa.

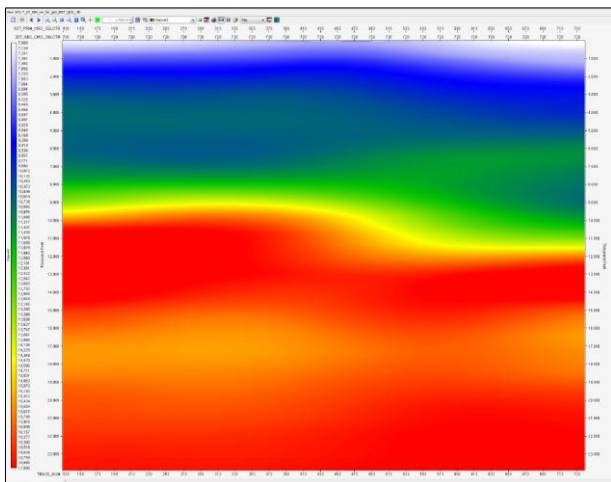


Fig. 2.- Sección de modelo inicial de velocidades interválicas - Inline 720, Kinteroni-Sagari.

$$V_{int} = [(t_2 V_{RMS2}^2 - t_1 V_{RMS1}^2) / (t_2 - t_1)]^{1/2}$$

Dónde:

- V_{int} : Velocidad interválica
- t_1 : Tiempo de viaje hasta el primer reflector
- t_2 : Tiempo de viaje hasta el segundo reflector
- V_{RMS1} : Velocidad media cuadrática hasta el primer reflector
- V_{RMS2} : Velocidad media cuadrática hasta el segundo reflector

3.2. Parámetros de anisotropía (Thomsen)

La estructura Kinteroni-Sagari presenta altos buzamientos de capas en el flanco frontal, y bajos buzamientos en el flanco dorsal; por ello la anisotropía en este tipo de ambiente geológico debe ser estimada mediante modelos de isotropía transversal inclinada o

tilted transverse isotropy models (TTI). El modelo de isotropía sirvió para cuantificar los efectos anisotrópicos de las capas geológicas en el subsuelo en términos de delta (δ), épsilon (ϵ) y eta (η) - parámetros de Thomsen (Fig. 3).

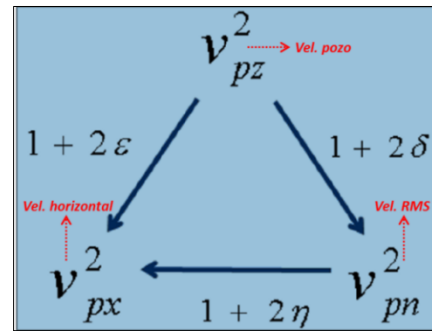


Fig. 3.- Relación entre parámetros de anisotropía en un modelo TTI.

3.2.1. Eta (η)

Parámetro que define la anisotropía efectiva del medio. Eta fue estimado haciendo un análisis de V_{pn}/η , donde V_{pn} es la velocidad RMS o de NMO y corrige el aplanamiento de los gathers cuyos ángulos son menores a 25° de incidencia; mientras que η es usado para corregir los ángulos mayores a 25° (Fig. 4).

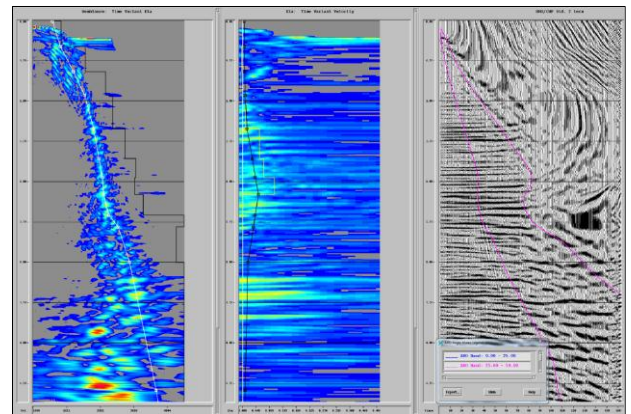


Fig. 4.- Picado de velocidad V_{pn} (izquierda), picado de anisotropía efectiva- η (medio) y gathers aplanados (derecha).

3.2.2. Delta (δ)

Parámetro de ajuste entre las velocidades RMS y las velocidades de los pozos, para finalmente generar un campo delta (δ). Normalmente es derivado del desfase existente entre los pozos y una sección migrada (Tabla 1).

Pozo	Reservorio	Tope formacional medido después de migración con velocidades PSTM (TVDS-m)	Tope formacional medido en el pozo (TVDS-m)	Diferencia entre ambos topes formacionales (δ -%)
SAG-4XD	Nia Superior	2050	1945	5
	Nia Inferior	2145	2080	3
K-2DST	Nia Superior	2000	1882	6
	Nia Inferior	2100	2038	3
δ promedio				4

Tabla 1.- Determinación de delta (δ) para los pozos tipo del área de estudio.

² C. Hewitt Dix (1905-1984). "Seismic Velocities from Surface Measurements"

$$V_{pn} = V_{pz} * (1 + 2 \delta)^{0.5}$$

Dónde:

- V_{pn} : Vel. RMS corregidas por δ
- V_{pz} : Vel. pozos
- δ : Delta promedio

3.2.3. Épsilon (ϵ)

Parámetro que define la razón entre la velocidad vertical y la velocidad horizontal. Se obtiene computando los campos delta ($\delta=4\%$) y eta (η) mediante ecuaciones matemáticas. Luego, la función de epsilon es propagada en el cubo sísmico PSTM usando como guía los horizontes interpretados (Fig.5).

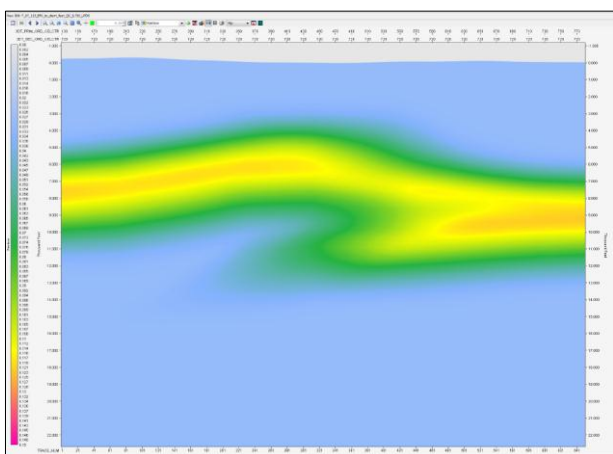


Fig. 5.- Sección de campo epsilon (ϵ) - Inline 720.

3.2.4. Buzamiento y azimuth

Para completar la estimación de los parámetros de TTI, se obtuvieron adicionalmente los campos de buzamiento y azimuth, los cuales son necesarios para estimar el eje de simetría correspondiente a este tipo de ambiente compresivo (Figs. 6 y 7).

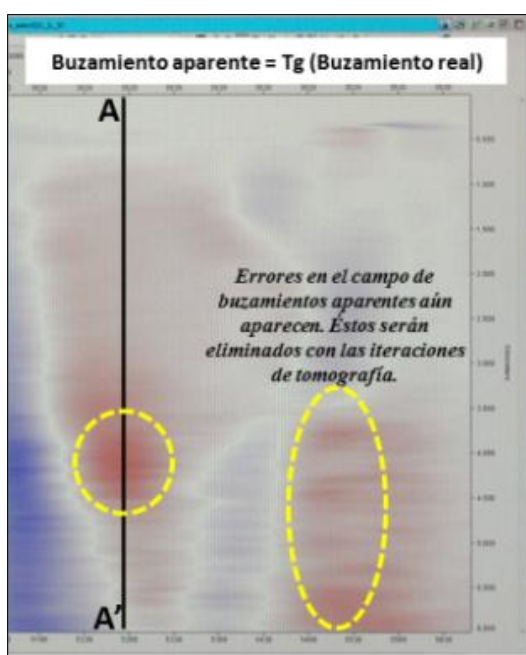


Fig. 6.- Sección de campo de buzamientos aparentes - Inline 720.

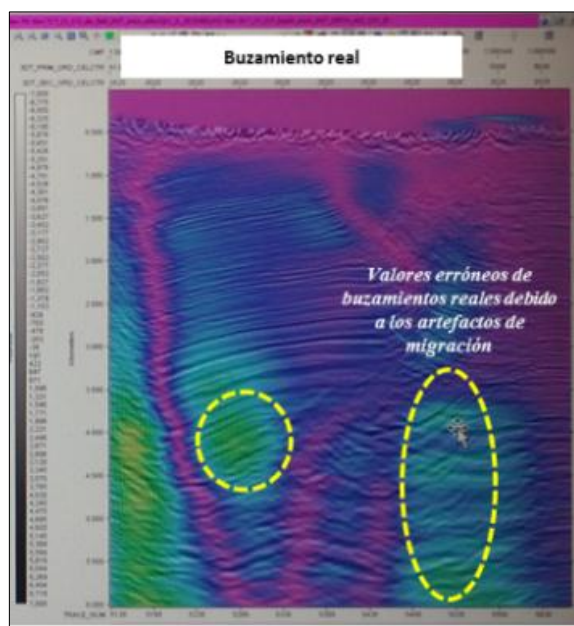


Fig. 7.- Sección de campo de buzamientos aparentes (izquierda) y reales (derecha) - Inline 720.

3.3. Generación del modelo de velocidad interválica final

A partir del modelo inicial de velocidades interválicas, los campos de δ , η , ϵ , así como el buzamiento y azimuth; se obtuvo el modelo de velocidad interválica final, con el cual se trabajaron las diferentes iteraciones de tomografía.

La tomografía usó los errores de tiempo de viaje residuales de los CIP (gatheres pre-apilados migrados en profundidad) así como un trazado de rayos, para derivar un nuevo modelo de velocidad TTI altamente detallado, que fue usado para realizar la migración en profundidad (Figs. 8 y 9).

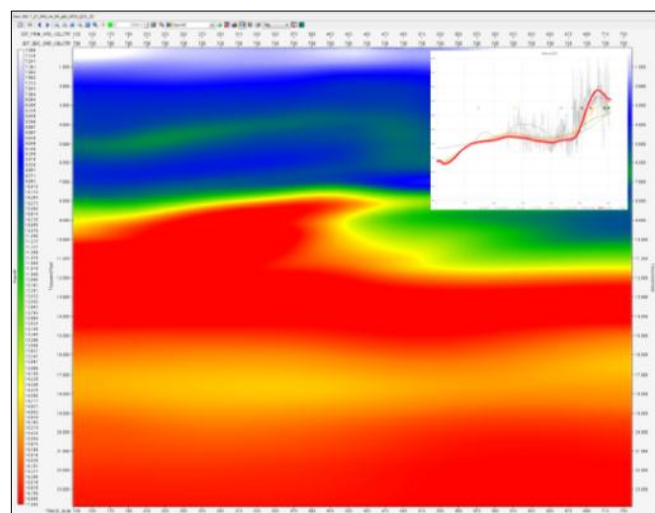


Fig. 8.- Sección de modelo final de velocidades interválicas TTI.

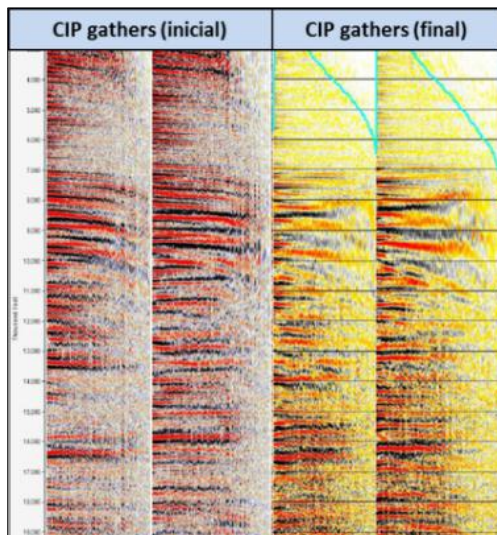


Fig. 9.- Panel de CIP gathers inicial sin corrección y final corregido.

4. Conclusiones

El modelo de velocidad final TTI permitió corregir los gathers residuales en profundidad a través de iteraciones tomográficas de anisotropía de alta resolución.

El modelo de velocidades TTI utilizado en la migración a profundidad PSDM, presentó un desfase del orden de ± 20 pies, comparando con los topes propuestos versus topes perforados. Con ello se confirma la consistencia y validez del modelo de velocidad (Fig. 10, Tabla 2).

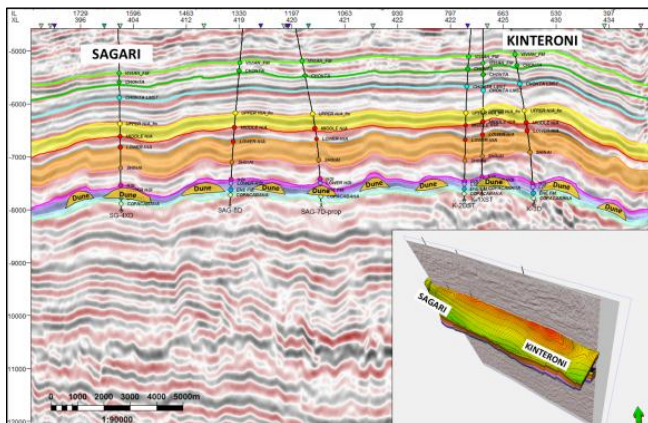


Fig. 10.- Sección sísmica mostrando una muy buena correlación del cubo sísmico PSDM con los topes perforados.

SAGARI 57-23-8D			
Reservorio	Topo Prognosis	Topo Real	Diferencia
	TVDSS_(ft)	TVDSS_(ft)	
<i>Vivian</i>	-5190	-5228	-38
<i>Chonta</i>	-5418	-5383	35
<i>Upper Nia</i>	-6191	-6175	16
<i>Middle Nia</i>	-6446	-6447	-1
<i>Lower Nia</i>	-6710	-6711	-1

Tabla 2.- Diferencias entre topes propuestos y topes encontrados durante la perforación.

Agradecimientos

A Repsol Exploración Perú Sucursal del Perú, por las facilidades brindadas para la elaboración del presente trabajo técnico.

Referencias

Huamán, V., Venturo, D. 2012. Estilos estructurales que controlan los reservorios del área del gran Camisea. Congreso de Geología 2012.

Huamán, V., Luque, N. 2014. Análisis de incertidumbre en la conversión de tiempo a profundidad durante la interpretación sísmica. Lote 57, área de Camisea Perú. VIII INGEPET 2014.

Repsol Exploración Perú. 2011-2015. Informes técnicos de interpretación sísmica 2D, 3D "PSTM-PSDM" y modelado estructural Sagari-Kinteroni Lote57.

Schlumberger PTS Geosolutions. 2015. Sagari 3D-Kirchoff and RTM Pre-stack depth imaging - Final processing report.