

APLICACIÓN PRELIMINAR DE ATRIBUTOS SÍSMICOS EN EL BLOQUE CENTRAL DEL YACIMIENTO DE PETRÓLEO BOCA DE JARUCO

Yamicela Tamayo López, Carlos Veiga Bravo, Alberto Domínguez Gómez

UCTB Exploración, CEINPET, Cuba, Washington No. 169 Esquina A Churruca Las cañas Cerro Ciudad Habana, yami@digicupet.cu

RESUMEN

En los últimos años, se ha desarrollado una fuerte corriente dentro del procesamiento, basada en la generación de Atributos Sísmicos. En la literatura internacional se reporta el positivo empleo que han tenido en algunos casos los Atributos Geométricos para el análisis estructural en investigaciones de áreas complejas. Este estudio, preliminar, se enfoca a determinar algunos de estos atributos (Buzamiento y Azimut) en la superficie asociada al tope del horizonte del reservorio principal utilizando la aplicación ChronoVista 3 del software Geocluster 3100 y el cubo sísmico 3D (Migrado en Profundidad Antes de la Suma (PSDM)) del bloque central del yacimiento Boca de Jaruco, el cual fue reprocesado en el año 2008. Como resultado se obtuvo un flujo de trabajo que permitió la elaboración de mapas de atributos geométricos de superficie por el tope del reservorio carbonatado fracturado que corresponde a un área de mucha complejidad geológica dentro del Cinturón Plegado y Cabalgado Cubano. Estos resultados permitieron predecir con mayor certeza algunos elementos estructurales que serán de gran ayuda para la elaboración de los mapas estructurales de esta zona y disminuir los riesgos exploratorios.

ABSTRACT

In the last years, a strong inclination has been developed concerning to processing task, based on the generation of Seismic Attributes. In the international literature the positive employment of Geometric Attributes for structural analysis in complex areas is reported. This preliminary study is focused in the determination of some of these attributes (Dip and Azimuth) on the surface associated to the top of the main reservoir horizon using the ChronoVista 3 application of the Geocluster 3100 software and the 3D seismic cube in the central block of Boca de Jaruco oil field (Pre-Stack Depth Migration (PSDM)), which was reprocessed in the year 2008. As a result a work flow was obtained that it allowed the elaboration of a surface geometric attributes maps for the top of the fractured carbonated reservoir that corresponds to a geologic complexity area in the Cuban Folded and Thrust Belt. These results allowed predict of some structural elements with more certainty, than will be helps for the elaboration of structural map in this zone with consequently diminutions of exploratory risks.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha desarrollado una fuerte corriente dentro del procesamiento, basada en la generación de los atributos sísmicos que constituyen medidas específicas de geometría, cinemática o características estadísticas derivadas de la traza sísmica. **(Brown A, 1992)**. Una de las clasificaciones son los atributos geométricos derivados de los tiempos de arribo como buzamiento y azimut usados para detectar discontinuidades, fallas o cambios de facies que pueden estar definidas por cambios de inclinación y dirección entre otros rasgos estructurales. Estos describen la relación espacial y temporal computarizada por la configuración del reflector y la continuidad, siendo la fase el principal factor para la determinación de las configuraciones geométricas **(Turhan T, Koehler, F, Sheriff E, 2001)**.

En algunas fuentes de la literatura internacional reportan el positivo empleo que han tenido los atributos geométricos buzamiento, azimut y coherencia para la investigación y esclarecimiento de

áreas complejas. Ejemplo lo constituye la aplicación de los atributos buzamiento y azimuth para el análisis estructural, de un campo petrolero ubicado en el cinturón sobrecorrido de los Alpes que a pesar de la complejidad geológica que caracteriza el área, se logró ubicar un horizonte reflector fuerte de interés para la exploración vinculado al Tope del Eoceno (**Dalley RM et al, 1989**). Como resultado del empleo de estos atributos sobre el horizonte, identificaron un tren de plegamientos típico de los frentes de las regiones de tectónica compresiva con el aporte de estas técnicas para la investigación de lineamientos consistentes lateralmente.

Los atributos de coherencia permiten evidenciar las discontinuidades asociadas a fallas en los cubos sísmicos. Ejemplo (**Rijas EJH et al, 1992**) empleo esta técnica para revelar planos de fallas dentro del cubo 3D en una región tectónica compleja.

Es de significar que el análisis de atributos predominantemente se lleva a cabo hoy en día vinculado a la sísmica 3D destacándose en el comportamiento de estos en los cubos de datos a colores (**Trappe H et al, 2003**).

En la actualidad con los métodos tradicionales utilizados para la delimitación geométrica de los yacimientos no satisfacen completamente las expectativas por lo que es necesario recurrir a nuevas técnicas de procesamiento ya introducidas internacionalmente en los últimos 10 años y por primera vez en nuestro país. Por lo que la aplicación de los atributos geométricos durante el procesamiento sísmico disminuiría la incertidumbre durante la interpretación geólogo - geofísica, lo que se traduce en disminuir el riesgo en la exploración petrolera, mediante el acercamiento más real a la localización de la superficie de los altos estructurales revelados en las construcciones de los mapas estructurales, así como su grado de tectonismo.

Este estudio se enfoca en el área del yacimiento Boca de Jaruco y en específico el bloque central, situada en la Franja Norte de Crudos Pesados (FNCP) Figura 1, representa las mayores reservas gasopetrolíferas que aportan mas del 90 % de la producción de crudo al país. Esta área cuenta con una sísmica 3D procesada y reprocesada lo cual permite obtener una imagen e identificación confiable, además cuenta con pozos que cortaron tanto las secuencias de la formación canasí, la formación vega Alta y las rocas del grupo Veloz (**Domínguez, A.H, 2008**).

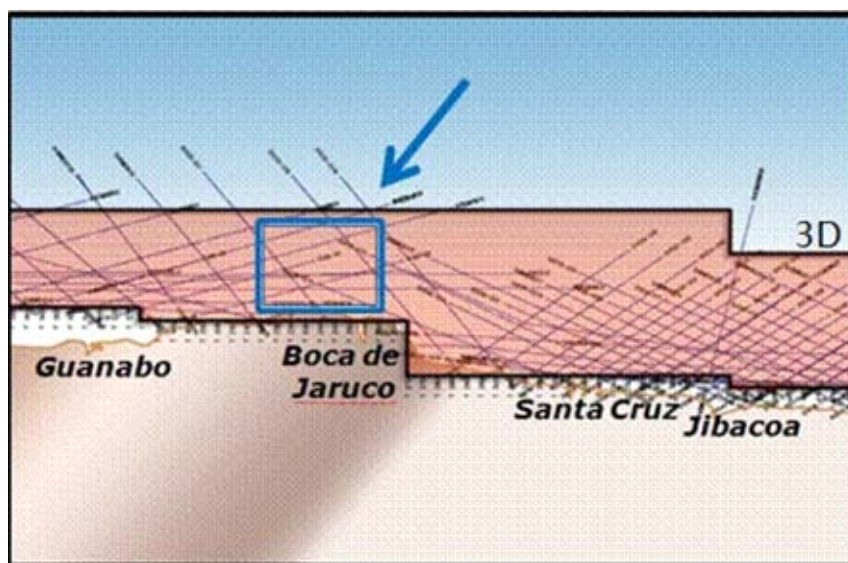


Figura 1.- Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Por todo lo anteriormente expuesto nos trazamos el siguiente objetivo:

Delimitar la superficie estructuralmente por el tope del reservorio principal del bloque central de Boca de Jaruco mediante la aplicación de atributos geométricos de superficie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el procesamiento y determinación de los atributos geométricos de superficie se diseñaron las siguientes etapas que son descritas a continuación:

Etapas 1. Preparación del dato sísmico.

Generalmente se considera que los datos sísmicos deben tener un mínimo de calidad para poder ser sometidos al análisis de atributos ya que de lo contrario estas técnicas no proporcionan los resultados esperados (Rijas EJH et al, 1992). Por lo que la metodología de procesamiento debe considerar la preservación de amplitudes para obtener un resultado confiable, con mejor diferenciación y continuidad de los eventos, teniendo en cuenta los siguientes objetivos (Veiga, C.B, 2008):

- Eliminar efectos que se producen debido a la propagación de la onda a través del medio.
- Eliminar los diferentes tipos de ruido que interfieran en la reflexión de los eventos de interés.
- Atenuar las variaciones producto de los alejamientos (distancia fuente-receptor).

En la Figura 2 se presenta un resumen de los diferentes factores que afectan la amplitud y que son objetivos a tener en cuenta en la secuencia de procesamiento PAM.

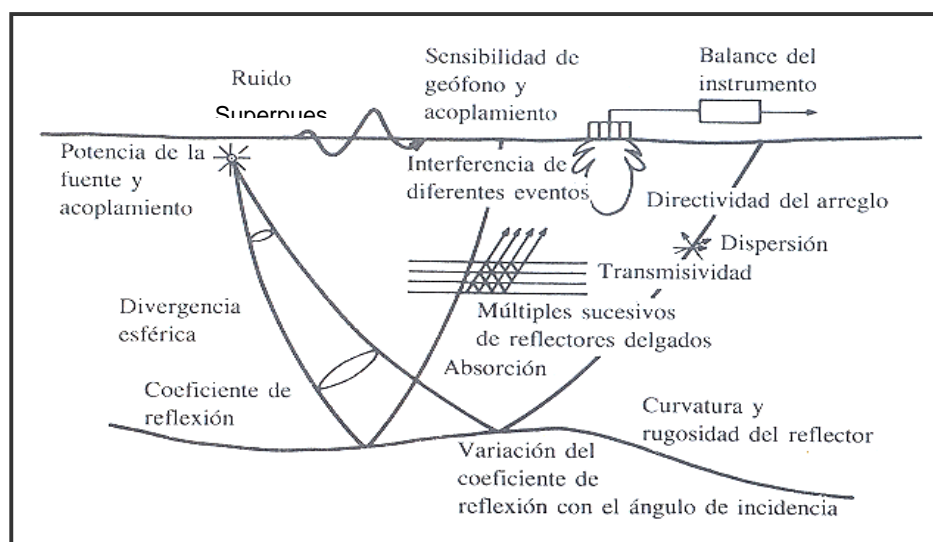


Figura 2.- Factores que afectan las amplitudes.

Para este trabajo se utiliza el cubo sísmico 3D Migrado en Profundidad Antes de la Suma (PSDM), cuya calidad se ve afectada por un AGC (Control de Ganancia Automática) aplicado en el post-procesamiento.

Para preservar la amplitud del dato sísmico original se revierte esta ganancia o ecualización de los datos a través del modulo DYNQU opción SG, incluido en el software Geocluster 3100, el cual utiliza la ecualización traza a traza conservando la expresión dinámica de la traza.

En la Figura 3 se observa la variación de amplitud con respecto al tiempo representándose para el dato original y el dato sísmico después de aplicado el DYNQU SG RV viéndose una mayor diferenciación de las amplitudes entre las trazas.

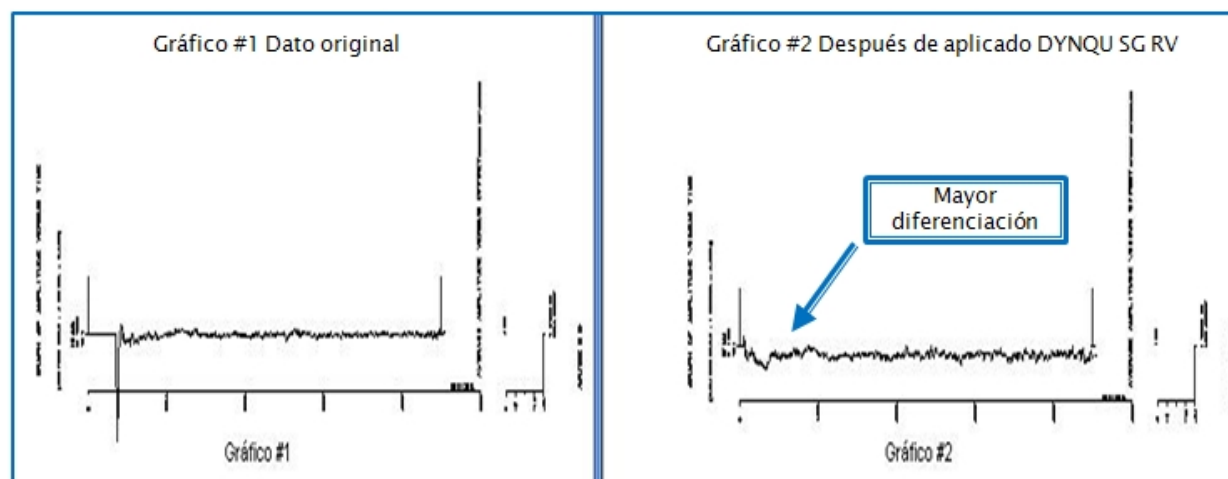


Figura 3.- Gráfico de variación de la amplitud con respecto al tiempo.

Etapla 2. Cargar el dato sísmico y realizar el control de calidad.

Para leer y realizar el control de calidad del dato sísmico 3D post – apilado se utilizó la aplicación ChronoVista 3 del software Geocluster 3100.

Se diseña el bloque sísmico 3D teniendo en cuenta los límites por inline (350-446), crossline (2300-2550) y la longitud de registro por la vertical (0-4500 m), determinando automáticamente el tamaño en bytes del bloque sísmico. Luego se edita la topografía 3D donde se introducen los parámetros para formar la red (distancia entre inlines y crosslines, coordenadas del punto de referencia y la orientación). El dato se puede cargar en formato SEG Y o CST, y asignárselo al proyecto y al bloque sísmico 3D. El control de calidad se realiza visualizando la geometría del cubo sísmico 3D por inlines, crosslines, depth slices etc.

Etapla 3. Interpretación del horizonte por el tope del reservorio principal del bloque central del yacimiento Boca de Jaruco. Propagación 3D en el cubo sísmico.

En la Figura 4 se presenta el esquema de flujo de trabajo que se seguirá para la propagación del horizonte en el cubo sísmico 3D.

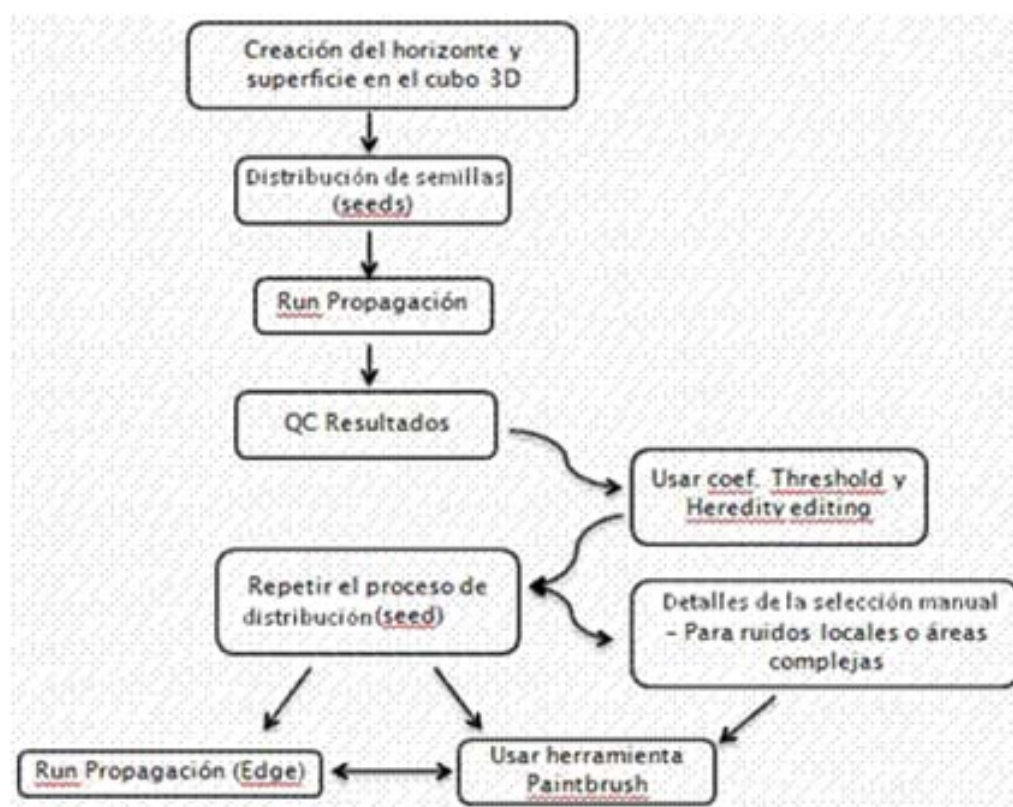


Figura 4.- Esquema de flujo de trabajo para la propagación en 3D.

Para la creación del horizonte y la superficie asociada al tope del reservorio principal del bloque central del yacimiento de Boca de Jaruco se realizaron los siguientes pasos:

Conjuntamente con el interpretador geólogo – geofísico del área de estudio se selecciona el horizonte a estudiar en varias inlines y crosslines del cubo 3D correlacionándose con la información de pozos existentes en el área. Se crea la superficie asociada a este horizonte seleccionado.

Se utiliza el picado de horizontes automático, el cual se rige por la información existente en la sísmica contenida en la sección vertical, este debe ser lo más preciso posible en reflectores continuos y de altas amplitudes.

En ocasiones durante la interpretación se utiliza también el picado manual, siendo su aplicación mejor en áreas de mucha complejidad geológica y pobre continuidad del reflector.

Después de interpretado el horizonte, se selecciona la herramienta de interpretación Propagator 3D, dentro de la cual se escoge la opción seed (semillas) para situarlas por todo el horizonte (Figura 5).

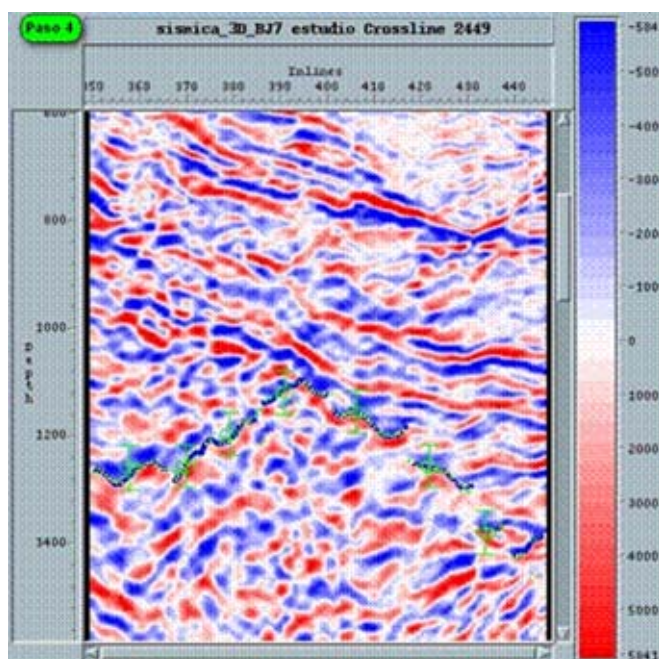


Figura 5.- Representación de las semillas en el horizonte seleccionado.

En la ventana de propagación 3D se definen los siguientes parámetros de ajustes de correlación:

- 1) El tamaño de la ventana (window size) toma una porción de la traza que va a ser comparada con otra traza para determinar el por ciento de correlación (-20 a 20).
- 2) Coeficiente de semejanza entre las trazas (Coef. Threshold o Coef. Correlación) por el cual el horizonte puede ser propagado entre (75-99 %). Restringe el picado en caso de no satisfacer el intervalo.
- 3) Señal del evento por el cual el horizonte será propagado (lóbulo de máxima amplitud).

La propagación basada en el modelo 3D o picado de horizonte en memoria trabaja en el cubo sísmico usando muy eficiente las funciones para analizar rápidamente la continuidad espacial de los eventos. Después de propagado el horizonte, se realiza un control de calidad de la superficie como resultado de la propagación editándose el horizonte en lugares que producto de algún ruido o discontinuidad se pare la propagación. Además se pueden modificar los parámetros para futuros picados.

Siguiendo el esquema del flujo de trabajo de la Figura 4 se utiliza la propagación por bordes (Edge), el cual se ejecuta cuando hay existencia de una superficie de horizonte interpretada, completando áreas no picadas y de muy buena calidad promedio utilizando los mismos parámetros de correlación. Y por último se emplea el propagador Paintbrush el cual dirige la interpretación del horizonte en áreas de mucha complejidad geológica.

Etapas 4. Cálculo de atributos geométricos de superficie (buzamiento y azimuth)

- 1) Seleccionar la superficie del horizonte.
- 2) Seleccionar los mapas de atributos buzamiento y azimuth.
- 3) Generic Map Suffix: Ej dip_0.5by1.

Los mapas de atributos son generados con el nombre del atributo y un sufijo que constituye los valores de factores de peso para compensar X y Y, para un bin no cuadrático de 12.5 m entre crosslines y 25 m por inline el factor de peso para compensar X sería de 0.5 ya que para un bin cuadrático es de 1x1 (**Manual Geomig 4.0**).

4) Ventana de suavizamiento.

Se recomienda 3x3 para mostrar perturbaciones locales mientras que para 7x7 despliega grandes tendencias.

5) Factor de unidad de conversión por la vertical

En el diagrama se representa como se determinan los atributos de buzamientos y azimuth (Figura 6). El azimuth (rumbo de la estructura) es calculado tomando la orientación inline con respecto al norte, es en grados y la rotación es positiva en sentido de las manecillas del reloj. El buzamiento es perpendicular al rumbo y se calcula con referencia a las inlines.

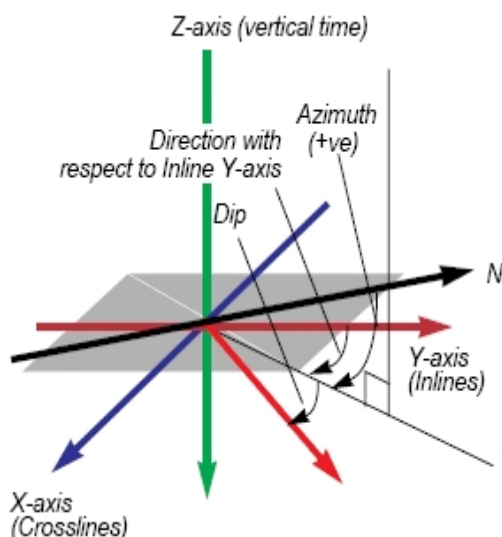


Figura 6.- Diagrama que representa como se determinan los atributos buzamientos y azimuth en el software Geocluster 3100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 7 se representa la distribución del % de correlación de la propagación por semillas por la superficie del tope del reservorio, yendo de un 75 a 100 % de correlación (mayor calidad), de 75 a 80 % áreas de color rojo (menor calidad).

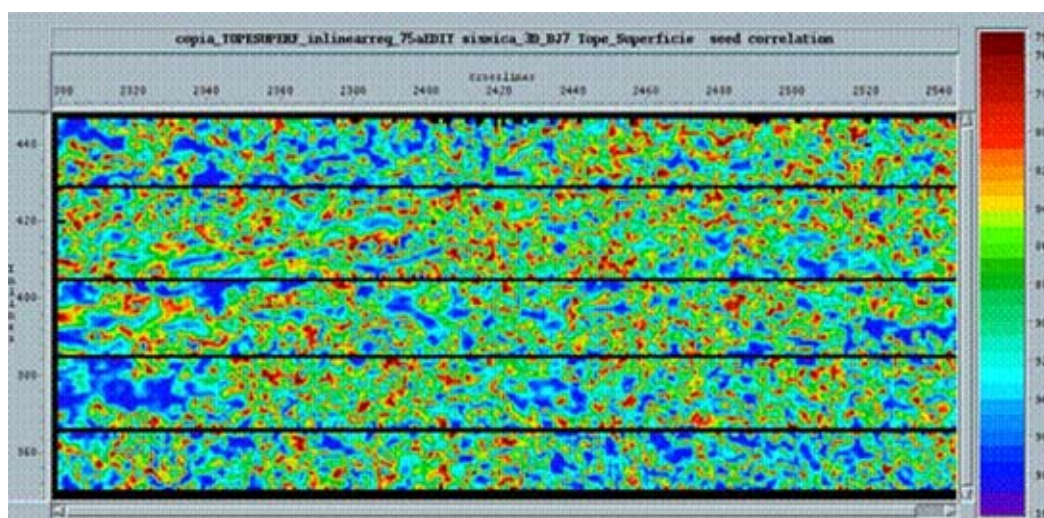


Figura 7.- Distribución del % de correlación de la propagación por semillas (seed).

En la Figura 8 se representa la distribución de la profundidad de la superficie del tope de reservorio principal como resultado de la propagación en 3D.

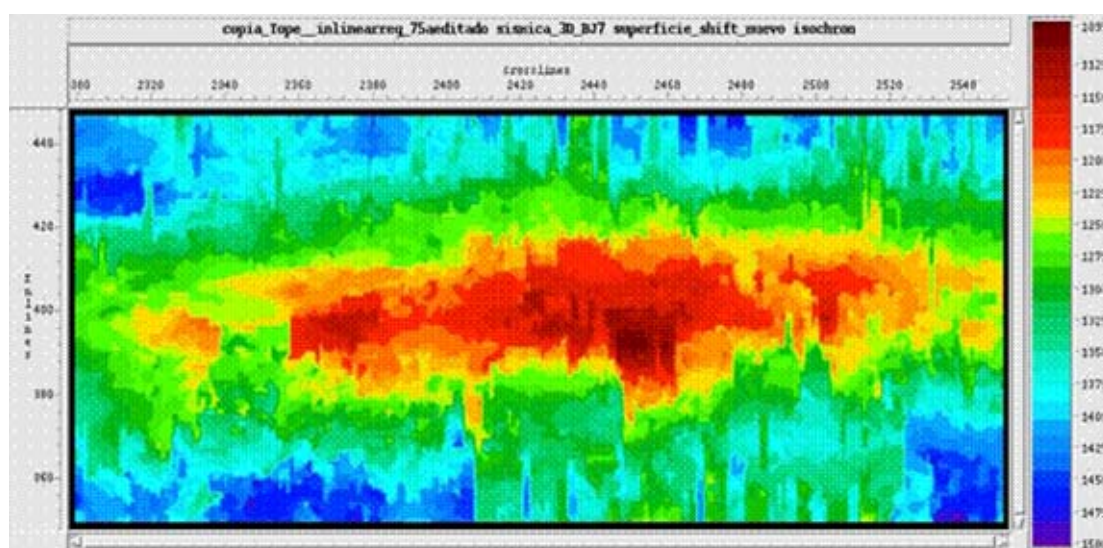


Figura 8.- Distribución de la superficie por el tope del reservorio principal (sin suavizar).

A continuación en la Figura 9 se visualiza el cubo y la superficie en 3D sin suavizar.

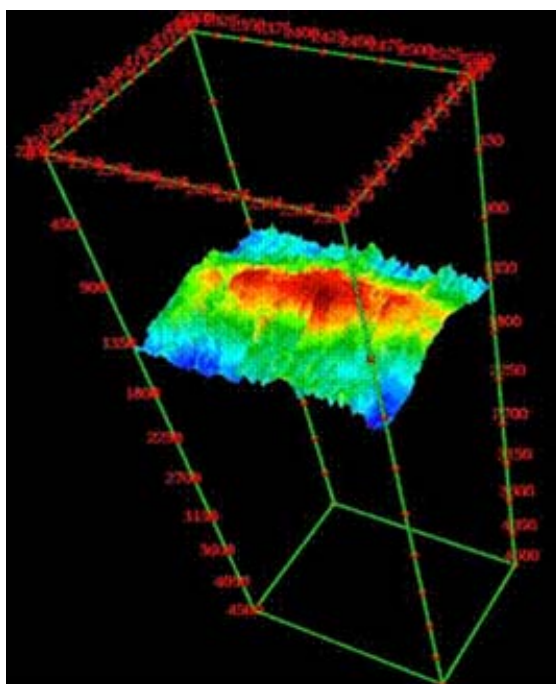


Figura 9.- Distribución de la superficie en el Cubo 3D.

En la Figura 10 se representa la distribución de la superficie suavizada, los colores indican la profundidad del tope del reservorio.

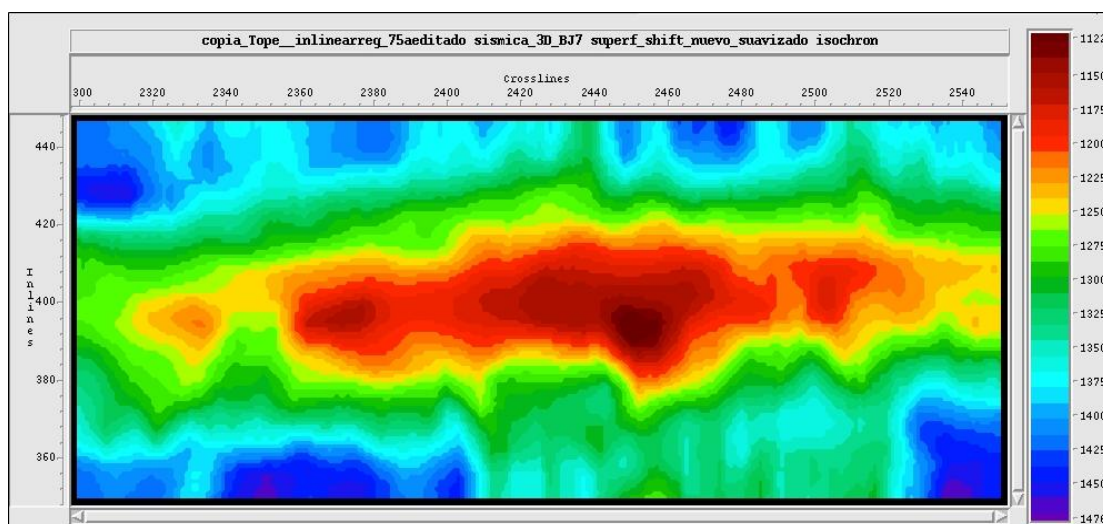


Figura 10.- Distribución de la superficie suavizada

En la Figura 11 se representa el cubo sísmico, y la superficie correlacionado con el pozo Boca de Jaruco – 800.

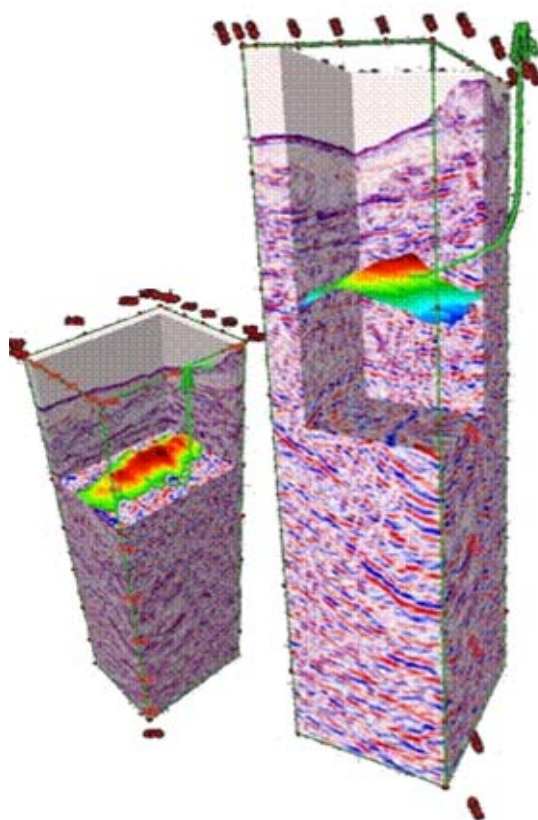


Figura 11.- Representación del Cubo 3D y la superficie correlacionado con el Pozo BJ-800

En la Figura 12 se presenta el mapa de atributos geométricos por la superficie (azimut) de 0 a 360 grados. Como se puede apreciar existe diferenciación entre el flanco sur y el flanco norte (frente del cabalgamiento) delimitándose con precisión la cúpula del cinturón sobrecorrido cabalgado.

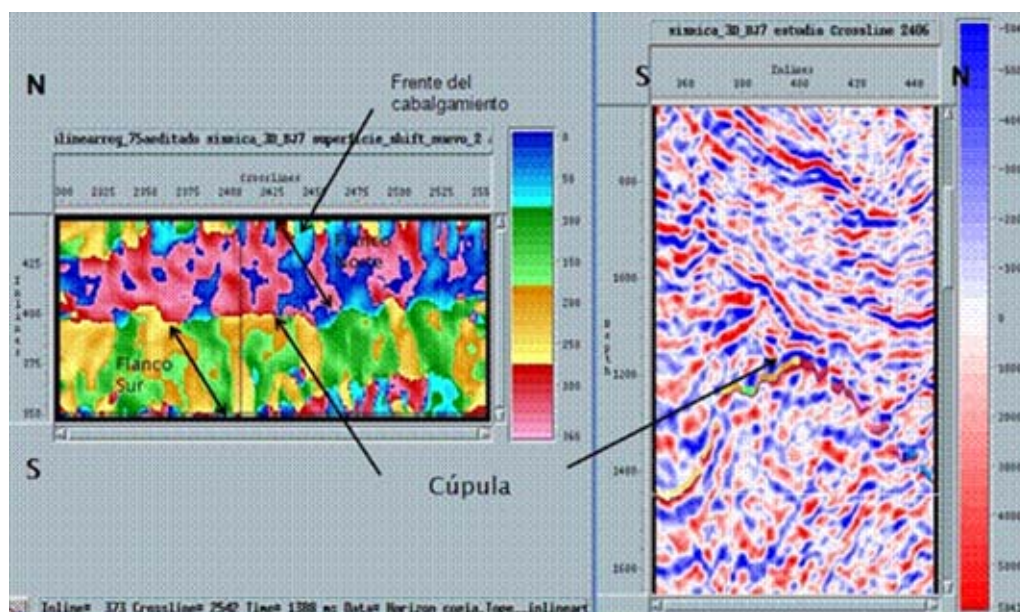


Figura 12.- Mapa de atributos geométricos por la superficie (Azimut).

En la Figura 13 se presenta el mapa de atributos geométricos por la superficie (buzamiento). Se obtuvo valores de pendientes de 5 a 30 grados, caracterizando la cúpula con valores bajos de pendientes y la existencia de grandes valores con mayor predominio en el flanco sur.

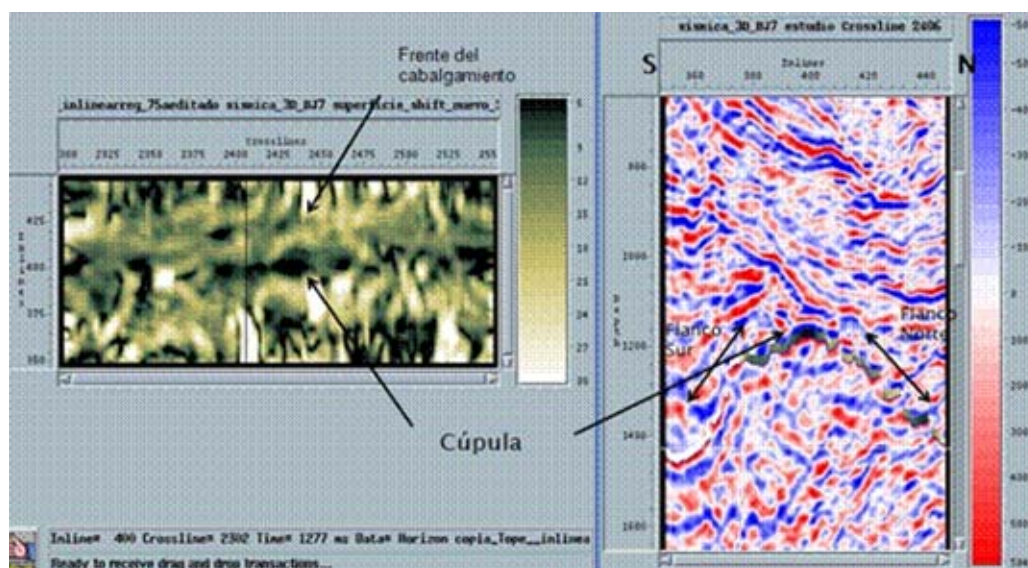


Figura 13.- Mapa de atributos geométricos por la superficie (Buzamiento).

CONCLUSIONES

1. Delimitación de algunos rasgos estructurales en la superficie por el tope del reservorio principal del bloque central del yacimiento Boca de Jaruco.
2. Obtención de mapas de atributos geométricos de superficie mediante el procesamiento.

RECOMENDACIONES

1. Comprobar el resultado obtenido con otros estudios geólogo-estructurales realizados en la zona de estudio para su validación.
2. Realizar similar estudio en otras estructuras que tengan el rumbo (azimut) y el buzamiento ya conocidos para validar la técnica para la determinación de los atributos geométricos.

BIBLIOGRAFÍA

- Brown A, 1992: "Seismic interpretation today and tomorrow", The leading Edge.
- Dalley R M et al, 1989: "Dip and azimuth displays for 3D seismic interpretation", First Break Vol 7, Num 3.
- Domínguez A.H, 2008: Tesis en opción al Título Académico de Máster en Geología: Caracterización sísmica de los reservorios del terciario inferior en la franja septentrional petrolera cubana.
- Manual Geomig 4.0 de la aplicación ChronoVista 3, del software Geocluster 3100
- Rijks E.J.H et al, 1992: "Attributes revisited" INTERNET.
- Trappe H et al, 2003: "Fracture delineation in the area of gas storage using the CohtEEC technology" INTERNET.
- Turhan T, 1992: "Attributes revisited" INTERNET
- Turhan T, Koehler, F, Sheriff E, 2001: Complex seismic trace analysis. Geophysics. SEG. Vol. 44, N° 6. 1979. pp. 1041 – 1063.
- Veiga, C.B, 2008: Tesis en opción al Título Académico de Máster en Geología: Atributos sísmicos para la búsqueda y evaluación de las anomalías gaso-petrolíferas.