

## IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO SÍSMICO MARINO 3D EN DIGICUPET

**Grisel Ariadna Ameijeiras Fernández, Mericy Lastra Cunill**

Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET) (DIGICUPET) Calle 23 # 105 e/ O y P, Vedado, Ciudad Habana, Habana 4, Cuba. Email: [grisel@diqi.cupet.cu](mailto:grisel@diqi.cupet.cu) [mericy@diqi.cupet.cu](mailto:mericy@diqi.cupet.cu)

### RESUMEN

En estos momentos nuestro centro se encuentra enfrascado en la puesta en marcha de la nueva inversión del Departamento de Procesamiento. Con ella podremos acometer trabajos que anteriormente nos eran imposibles por no contar con el equipamiento requerido, como es el caso del Procesamiento Sísmico 3D.

Este trabajo fue el primer procesamiento 3D realizado en nuestro centro, por lo que ha sido necesario profundizar en el estudio del procesamiento marino 3D y su secuencia.

El dato se obtuvo con una cobertura de 60 usando dos fuentes con dos cables de 240 canales cada uno, obteniéndose una configuración de grabación de 4 líneas CDP por cada línea navegada. La registración se realizó en formato SEG-D hasta 4 seg., con un intervalo de muestreo de 2 mseg. Las líneas de navegación tienen orientación EW.

Como resultado de este, se implementó la metodología del procesamiento 3D post-suma, con el software Geocluster, siendo aplicadas las nuevas herramientas de trabajo. Finalmente se obtuvo el procesamiento de un cubo 3D de aproximadamente 25 km<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Nowadays, our center is trying to put in operation the new investment of the Department of Processing. With it we will be able to assume works that previously were impossible for us because not having with the required equipment, how it is the case of the 3D Seismic Processing.

This work was the first 3D processing carried out in our center. For this has been necessary to deepen in the study of the marine 3D processing and its sequence.

The data was obtained with a covering of 60 using two sources with two cables of 240 each one channels, being obtained a configuration of recording of 4 lines CDP for each navigated line. The registration was carried out in format SEG-D up to 4 seg. with a sampling interval of 2 mseg. The orientation of the sailing lines was EW.

As result of this, the methodology of the 3D processing post-stack was implemented with the software Geocluster, being applied new work tools. Finally we obtained the 3D processing of a cube of approximately 25 km<sup>2</sup>.

### INTRODUCCIÓN

En nuestro centro fue realizado por vez primera un procesamiento 3D en un área de 25 km<sup>2</sup>. El objetivo de este trabajo fue la utilización de nuevas técnicas, que hasta entonces no contábamos, así como la implementación de una metodología de trabajo en el procesamiento sísmico marino 3D, que dará como resultado una mejor respuesta de la imagen sísmica, sobre todo en zonas de geología compleja como la nuestra, ayudando de esta forma al desarrollo de la prospección petrolera en nuestro país.

Los datos adquiridos conforman un área de aproximadamente 470 Km<sup>2</sup>, de la cual solo se tomó una parte hacia el oeste de aproximadamente 25 Km<sup>2</sup>, conformados por 55 líneas de navegación que van del PT 1000 al 1400. Los datos sísmicos fueron adquiridos con un paso de muestreo de 2 ms y una



longitud de registro de 4000 ms, y se grabaron con el formato SEG-D en cartuchos de cintas magnéticas 3590.

Parámetros del dato de adquisición.

# de trazas por fuente.....240 por cable  
Tamaño natural del bin.....25m por 6.25m  
Tamaño del bin procesado.....25m por 12.5 m  
Cobertura nominal.....60

Parámetros de la fuente

Tipo de energía de la fuente.....gun  
Intervalo entre PT..... 12.5m  
# de fuentes.....2  
Separación entre gun.....50m  
Profundidad de la fuente.....6m

Parámetros del cable

Cantidad de cables.....2  
Separación entre cables.....100m  
Longitud del cable.....2987.5m  
Alejamiento mínimo.....121m

La calidad de la información sísmica es buena, se observa buena energía en el registro sísmico. El campo de ondas útiles, se ve afectado por ondas de hodógrafos lineales así como por el ruido del oleaje y también por la presencia de ondas múltiples, producidas por el fondo marino, cuya amplitud es fuerte apantallando la información.

En las zonas donde las variaciones de las profundidades marinas son bruscas, se aprecian desde la superficie, la presencia de múltiples difracciones que hacen más complejo el cuadro de ondas.

En base a las características de los ruidos y de la información adquirida fue dirigido el procesamiento.

Como resultado final se obtuvo una migración post suma en tiempo.

## MÉTODOS

La secuencia de procesamiento utilizada fue.

1. Verificación del dato de campo y reformato
2. Entrada y chequeo en el proceso de los datos de radionavegación.
3. Remuestreo de 2 mseg a 4 mseg.
4. Corrección por fuente y por cable.
5. Aplicación de filtro corte bajo para la atenuación del oleaje.
6. Edición de trazas malas y atenuación de los ruidos impulsivos.
7. Aplicación de la signatura y su deconvolución.
8. Filtro FK en PT.
9. Actualización en los encabezamientos de las trazas sísmicas del dato de navegación.
10. Normalización de las amplitudes.
11. Ordenamiento por punto medio de profundidad.
12. Primer análisis de velocidad y mute.

13. Binnig estático y dinámico.
14. Segundo análisis de velocidad y mute.
15. Eliminación de las ondas múltiples.
16. Tercer análisis velocidad y mute.
17. Corrección por divergencia esférica.
18. DMO suma.
19. Migración de Kirchhoff de cero Offset.
20. Atenuación de ruidos aleatorios.
21. Filtro pasa banda.
22. Ecualización.

## RESULTADOS

- Implementación de la metodología de Procesamiento 3D post-suma, con el software del Geocluster.
- Fueron aplicadas las nuevas herramientas de trabajo.
- Se obtuvo el procesamiento del cubo 3D de aproximadamente 25 km<sup>2</sup>.

## DISCUSIÓN

Breve descripción de algunos pasos importantes de esta secuencia.

### Entrada y chequeo en el proceso de los datos de radionavegación.

En esta etapa se verificó mediante un control de calidad los datos de la navegación, como chequeo de las fuentes, ploteo de las trazas de alejamientos cercanos, posición de los cables en su movimiento, como cambia el dispositivo a medida que la adquisición va progresando. Encabezamiento de las trazas de radio navegación.

También se realiza un control de la geometría, indicando el tipo de fuente, cables, cantidad de canales, se comprobó la secuencia de los PT (punto de tiro), orden y sincronismo de las fuentes y posición de estas en términos de crossline e inline.

Otro dato de interés es la cobertura real de las líneas navegadas, obtenidas a través de las coordenadas de navegación.

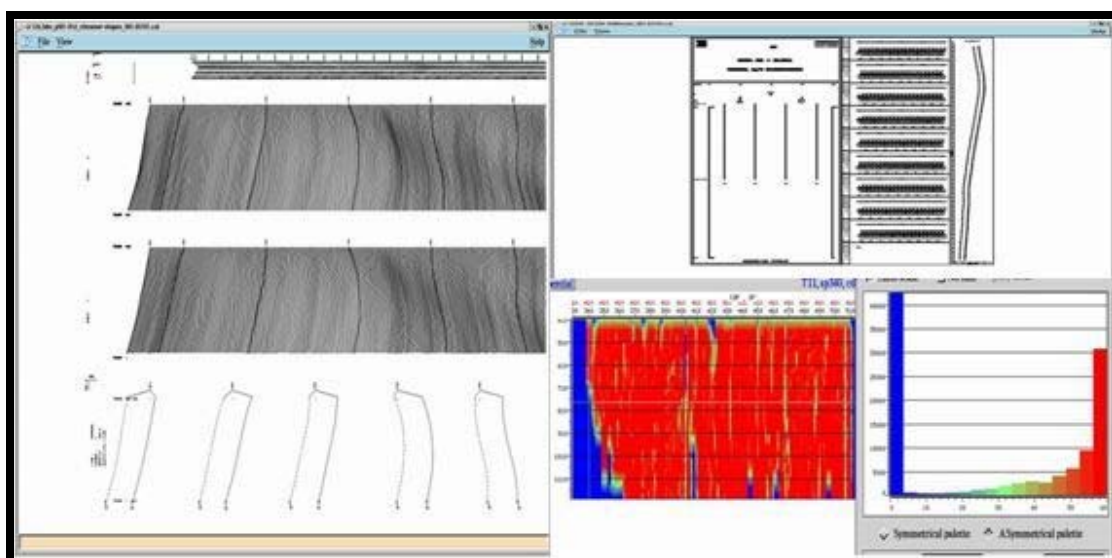


Figura 1.- Control de los datos de radionavegación.

### Atenuación de los ruidos.

Se realizó una edición de las trazas malas y de los ruidos impulsivos que se observaron en los datos. Para ello se aplicó una atenuación automática de ruidos impulsivos, la cual ecualiza las trazas ruidosas con respecto a la amplitud de las trazas vecinas preservando las amplitudes.

También se detectó la presencia de ruidos de baja frecuencia a lo largo de toda la traza sísmica, producido por el ruido del oleaje, por lo que se realizó un filtrado por las bajas frecuencias de 3 Hz. para la eliminación del mismo. Además para la atenuación de las ondas de hodógrafos lineales se utilizó el filtro FK.

Aspecto importante en el tratamiento de los ruidos, es la atenuación de la múltiple del fondo marino, la cual apantalla totalmente la información sísmica.

Para ello se utilizó un módulo de alta resolución, que atenúa la múltiple en el dominio radon en su variante parabólica, este calcula el modelo de las ondas primarias y los eventos múltiples y sustrae el modelo de la múltiple formado por pequeñas parábolas, de los datos de entrada, considerando solo los eventos primarios.

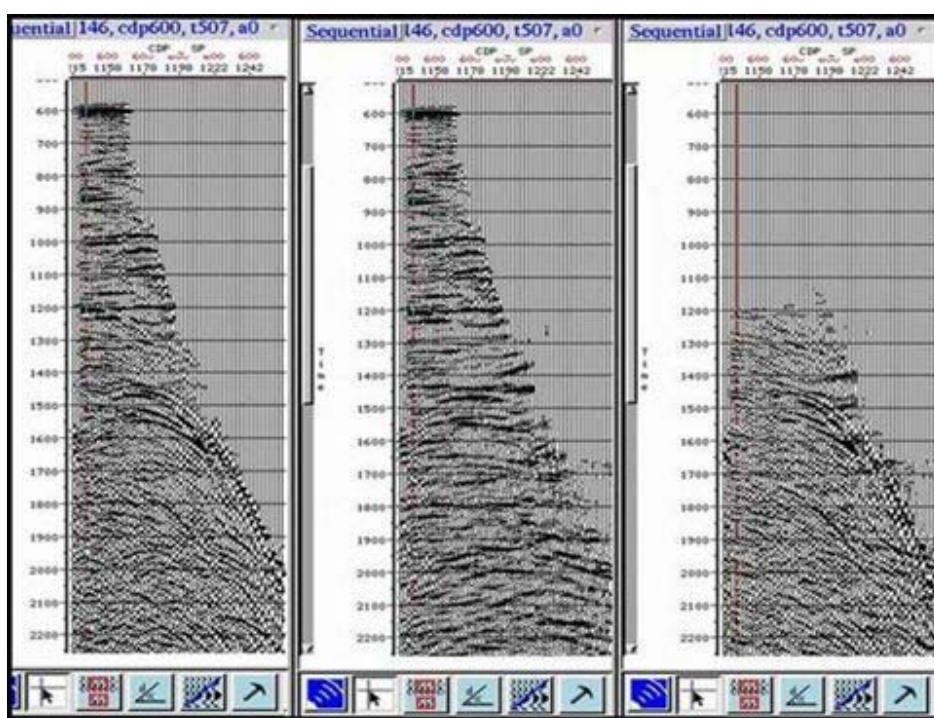


Figura 2.- Cdp antes y después del tratamiento de las ondas múltiples y diferencia.

### Binnig estático y dinámico.

Se regularizó la cobertura llenando y homogenizando los espacios vacíos producidos por la desviación de los cables, que trae como resultado que se dupliquen o se pierdan algunas clases de alejamientos.

El binnig dinámico copia de las trazas vecinas y el binnig estático de la misma traza, según criterio de selección, ambos fueron utilizados.



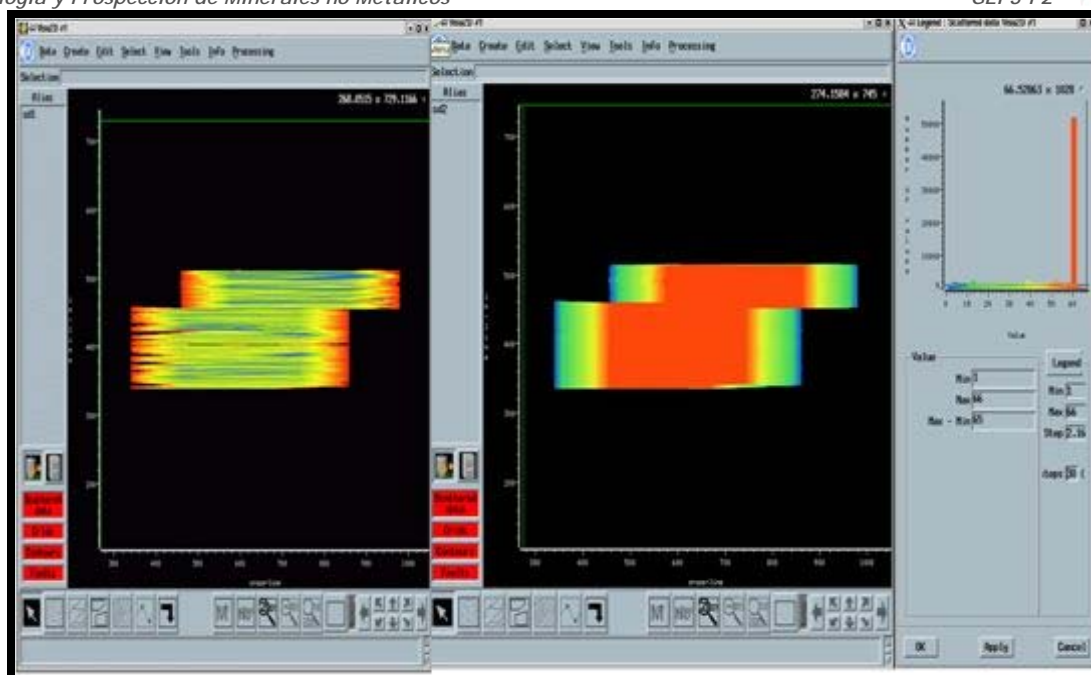


Figura 3.- Mapa antes y después de homogeneizar la cobertura.

### Análisis de las velocidades.

Se ejecutaron a lo largo del procesamiento varios análisis de velocidades, los dos primeros se realizaron con la aplicación interactiva ChronoVista.

Después de la atenuación de la múltiple se realizó un nuevo análisis de velocidad cada 25 inline y 20 crossline, densificando la velocidad en la zona de estudio, obteniéndose un mejor ajuste de la velocidad después de eliminar la onda múltiple.

En esta etapa se utilizó el dmo en su variante de planos de alejamientos para ayudar a una mejor limpieza en el sismograma con el objetivo de obtener un mejor ajuste en las velocidades.

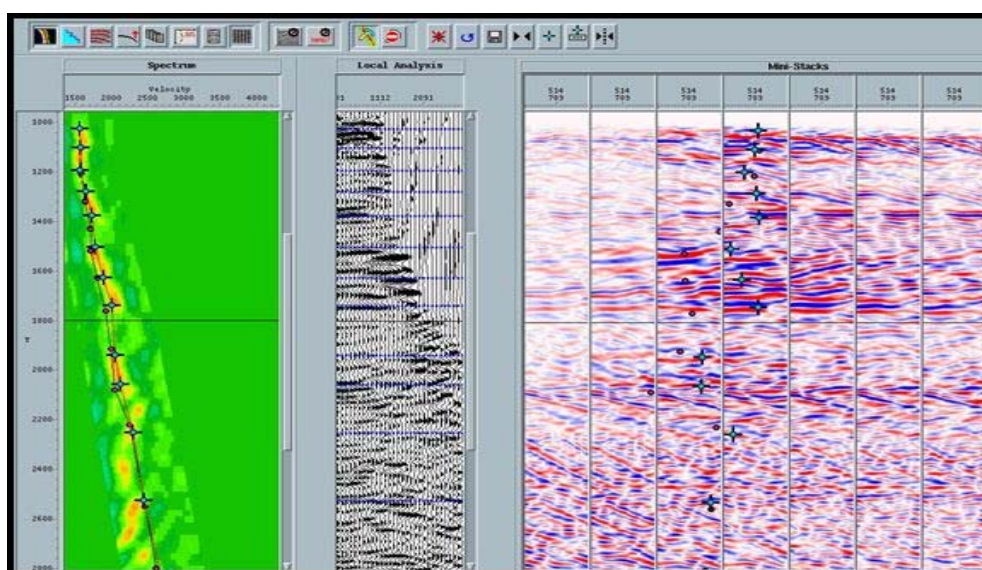


Figura 4.- Análisis de velocidad después de la atenuación de las ondas múltiples.

## DMO

Este módulo calcula y aplica las correcciones DMO a las trazas sumadas totalmente y corregidas por el NMO, usando el método integral de KIRCHHOFF. Podemos observar como el DMO migra parcialmente el dato, atenuando las difracciones.

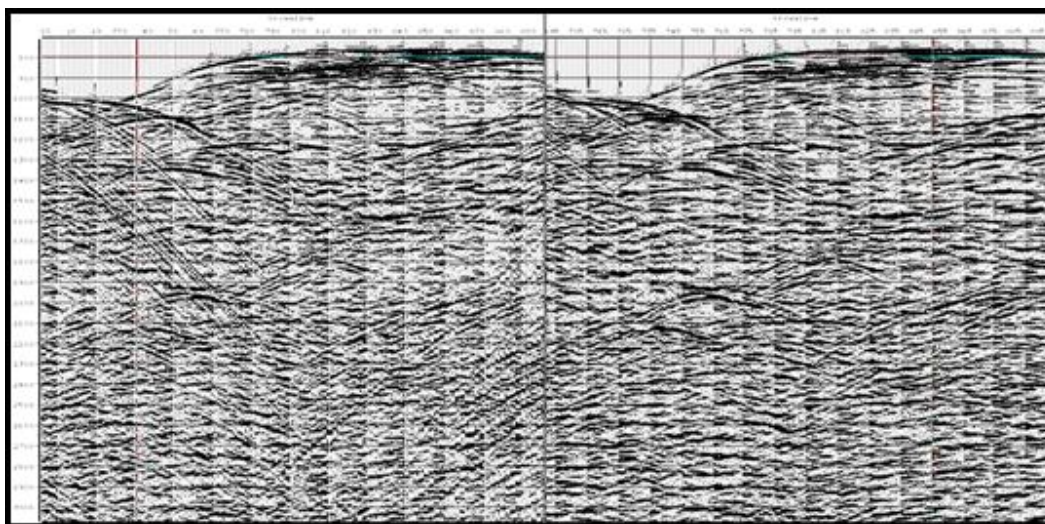


Figura 5.- Suma antes y después de aplicar dmo.

## Migración post suma TIKIM de cero offset.

Se realizó la migración post suma con la utilización del algoritmo de KIRCHHOFF utilizando para ello una velocidad suavizada y migrada al 95-70%.

En este paso se utilizó una librería GD para delimitar la malla 3D y eliminar los efectos de los bordes extremos debido a que la información proviene de solo una porción de la abertura del registro disminuyendo la influencia de estos a la hora de ser migrados.

Para el post-procesamiento se utilizaron dos algoritmos nuevos. Atenuación del ruido aleatorio en el dominio F-XY, donde para la aplicación del mismo se entra con el volumen 3D sumado, asumiendo que la señal es predictiva y el ruido aleatorio no y se designan y aplican operadores de deconvolución en Fx. Este trabaja con planos de frecuencias separadamente, definiendo el volumen en las direcciones X y Y.

El otro método utilizado para la atenuación del ruido aleatorio fue el de un filtro proyectivo en el dominio (f-x, Ky), al igual que el anterior se realizó en un volumen sumado 3D. En este caso se asume que la señal útil es predictiva en x y el ruido aleatorio no, para todas las componentes de frecuencia de la señal. Se ejecuta en las dos direcciones, inline-crossline y hay que tener en cuenta la frecuencia, pues esta puede desbordar la memoria de la máquina.

Este último mejoró notablemente la imagen sísmica.



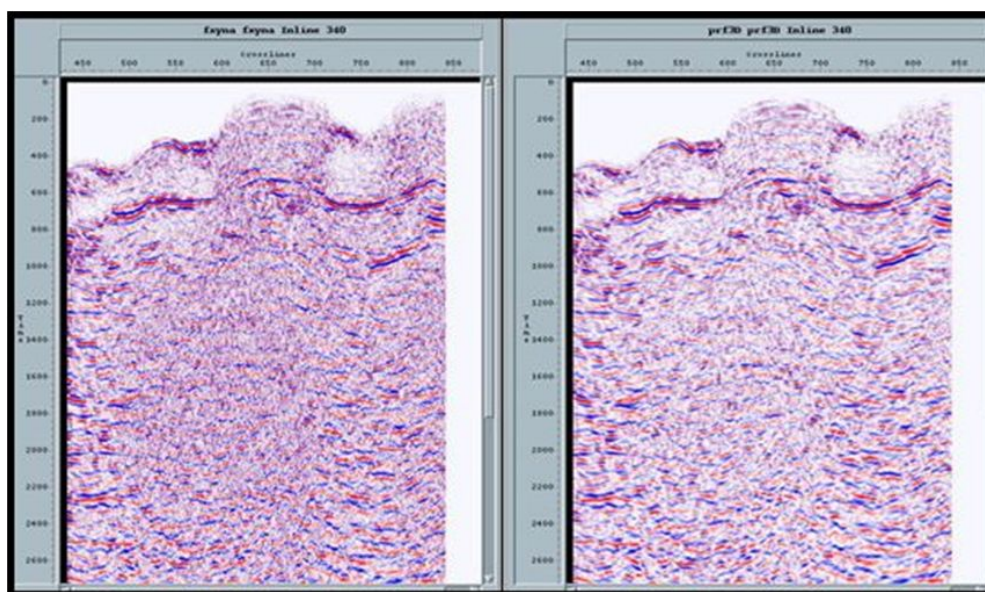


Figura 6.- Atenuación de ruidos aleatorios en el dominio Fxy y en el dominio Fx-Ky.

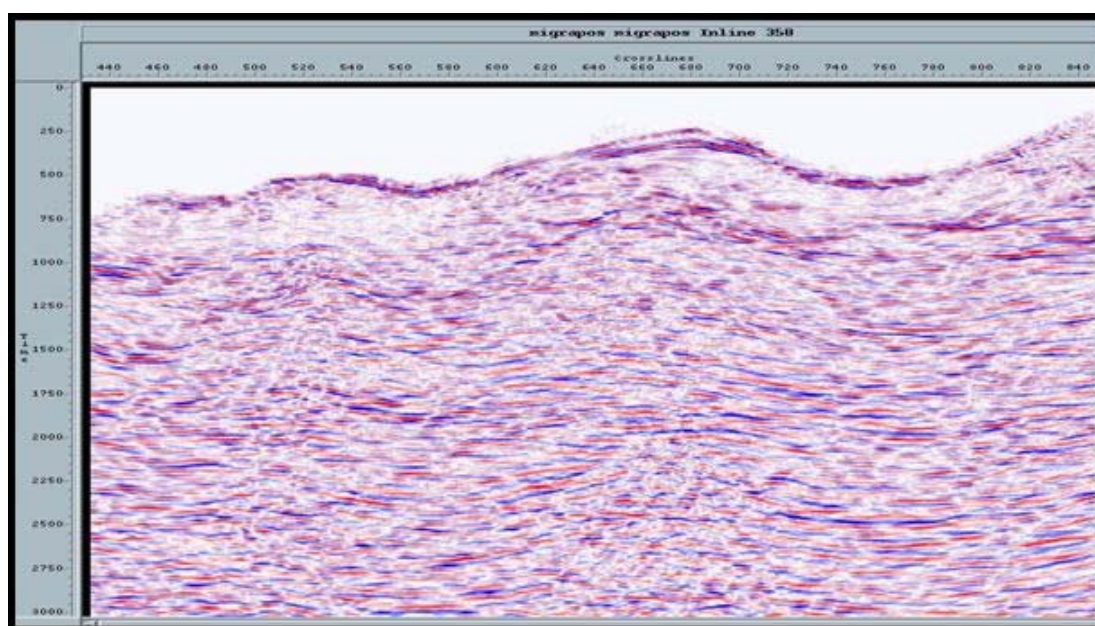


Figura 7.- Migración final posterior a la suma, Inline 358

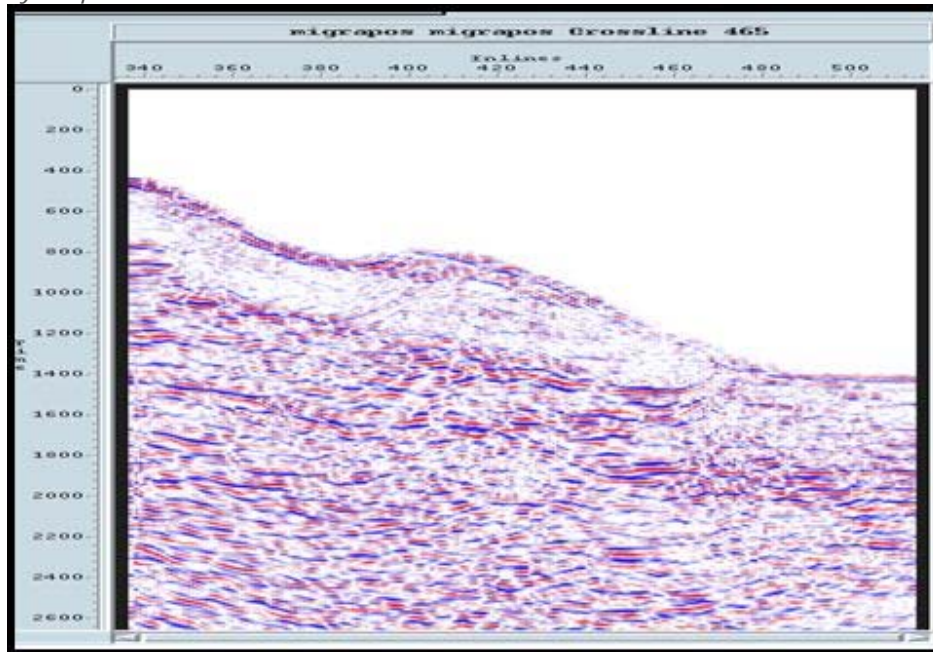


Figura 8.- Migración final posterior a la suma, Crossline 465

## CONCLUSIONES

- Se aplicó por vez primera la metodología de procesamiento 3D post suma en tiempo en nuestro centro con el software Geocluster.
- Se pusieron a punto nuevos módulos 3D anteriormente no utilizados.

## BIBLIOGRAFÍA

Oz Yilmaz, 1987, Seismic Data Analysis. Volume 1,  
Cefoga, March 2004, Noise Attenuation  
Cefoga, March 2004, Marine 3D Processing.  
Cefoga, March 2004, Controlled Phase.