



Informe final de procesamiento – PROGRAMA SINU SANJACINTO 2D-2005



INFORME FINAL DE PROCESAMIENTO

Elaborado por: **PETROSEIS LTDA.**
Elaborado para: **ANH.**



Área: **CUENCA SINU-SAN JACINTO**
Programa: **ANHSS-2D-2005**
Fecha: **JUNIO DE 2011**

PetroSeis Ltda.
Calle 94A # 13-59 Of. 201
Bogota, D.C. – Colombia
TEL. (571) 6237493
Fax (571) 6237729



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. RESUMEN EJECUTIVO	7
3. OBJETIVOS	8
4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	9
5. GENERALIDADES	10
5.1 INFORMACIÓN TÉCNICA RECIBIDA	10
5.2 INFORMACIÓN PROCESADA	10
5.3 PARÁMETROS DE CAMPO	11
6. METODOLOGÍA	11
7. PROCESAMIENTO	12
7.1. PARÁMETROS GENERALES	12
7.2. DIAGRAMA DE FLUJO PROCESAMIENTO	13
7.2.1. PROCESAMIENTO MIGRACION PSTM	13
7.3. SECUENCIA DE PROCESAMIENTO	15
7.3.1. Entrada de Datos	15
7.3.2. Geometría	15
7.3.3. Recuperación de la verdadera amplitud (TAR)	17
7.3.4. Deconvolución y Recuperación de la amplitud consistente en superficie	17
7.3.5. Calculo y aplicación de estáticas por refracción	17
7.3.6. Análisis de velocidades para apilamiento	18
7.3.7. Estáticas residuales consistentes en superficie	18
7.3.8. Migración KIRCHHOFF PRE-Apilado en tiempo (PSTM)	18
7.3.9. Procesamiento Post-Apilado	18
8. PRODUCTOS FINALES	21
8.1. PRODUCTOS PARA ANH	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.2. PRODUCTOS PARA EL EPIS	21
9. COMENTARIOS	22
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO ANHSS-2D-2005	5
FIGURA 2. MAPA DE LAS LÍNEAS DEL PROYECTO ANHSS-2D-2005	6
FIGURA 3. SECUENCIA DE PROCESO DEL PROGRAMA SÍSMICO ANHSS-2D-2005	14
FIGURA 4. REVISIÓN DE GEOMETRÍA POR CORRECCIÓN DE LINEAL MOVEOUT	15
FIGURA 5. MAPA DE ELEVACIONES CAMPAÑA ANHSS-2D-2005	16
FIGURA 6. DIAGRAMA DE CUBRIMIENTO CAMPAÑA ANHSS-2D-2005	16
FIGURA 7. VENTANAS DE DECONVOLUCIÓN CAMPAÑA ANHSS-2D-2005	17
FIGURA 8. CAMPO DE VELOCIDADES CORRESPONDIENTE A LA LÍNEA ANHSS-2005-08 PROGRAMA ANHSS-2D-2005	19
FIGURA 9. MIGRACIÓN PSTM CORRESPONDIENTE A LA LÍNEA ANHSS-2005-08 PROGRAMA ANHSS-2D-2005	20
FIGURA 10. ESPECTRO DE FRECUENCIA REGISTRO DE CAMPO	22
FIGURA 11. ESPECTRO DE FRECUENCIA REGISTRO CON DECONVOLUCIÓN	22
FIGURA 12. ESPECTRO DE FRECUENCIA APILADO PARTE SOMERA	23
FIGURA 13. ESPECTRO DE FRECUENCIA APILADO ZONA DE INTERÉS	23
FIGURA 14. ESPECTRO DE FRECUENCIA APILADO PARTE PROFUNDA	24
FIGURA 15. MIGRACIÓN PRE-APILADO EN TIEMPO LÍNEA ANHSS-2005-08 SIN FX-DECON	24
FIGURA 16. MIGRACIÓN PRE-APILADO EN TIEMPO LÍNEA ANHSS-2005-08 CON FX-DECON	25

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESAMIENTO SÍSMICO DEL PROYECTO ANHSS-2D-2005	9
TABLA 2. PARÁMETROS PROGRAMA ANHSS-2D-2005	10
TABLA 3. PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN DE LAS CAMPAÑAS PROCESADAS DE ANHSS-2D-2005	11



1. INTRODUCCIÓN

En el Centro de Procesamiento de PETROSEIS, ubicado en la ciudad de Bogotá (Colombia), se realizó Procesamiento de 10 líneas sísmicas del PROGRAMA **SINU SAN JACINTO 2D-2005** ubicado en la cuenca **Sinú-San Jacinto** para la empresa ANH. (Figura 1). Con un total de 16918 disparos que cubren un total de 845.98 Km. procesados. En la Figura 2 se puede observar el mapa de las líneas procesadas.

En el presente informe se describen las pruebas realizadas para escoger los parámetros de la secuencia de procesamiento, con el propósito de obtener una imagen sísmica que resalte los aspectos geológicos más relevantes que concuerden con los objetivos exploratorios del programa. Se detalla el desarrollo de dicha secuencia y se presentan las principales conclusiones.

El proceso se realizó con el software interactivo ProMAX versión 2003.12 de Land Mark, instalado en la Workstation Dell Precisión 370, 2 CPU's Intel Xeon 2.8 GHz, con 8 GB de memoria RAM y disco duro de 750 GB.

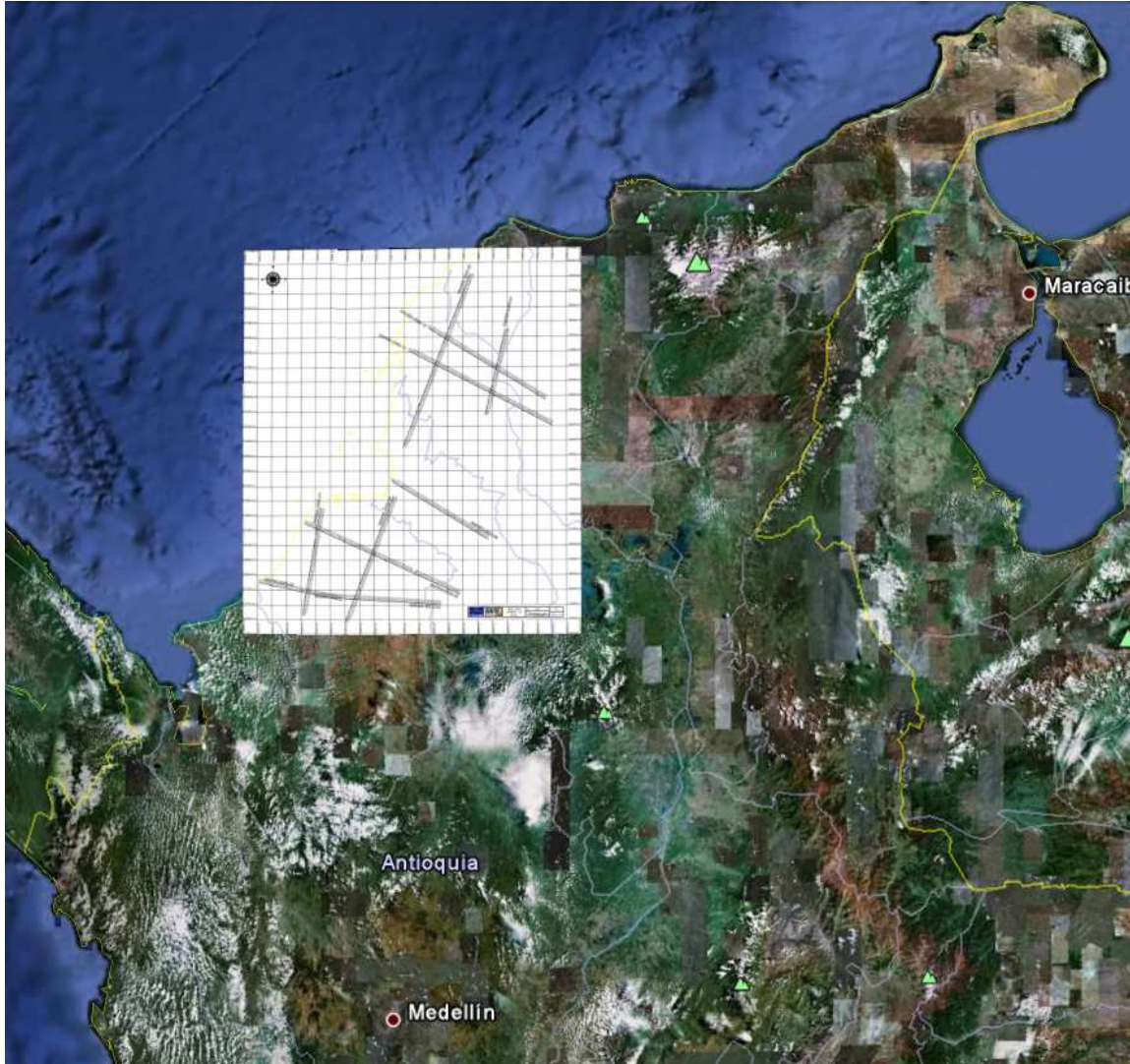


Figura 1. Ubicación del Proyecto ANHSS-2D-2005

Informe final de procesamiento – PROGRAMA SINU SANJACINTO 2D-2005

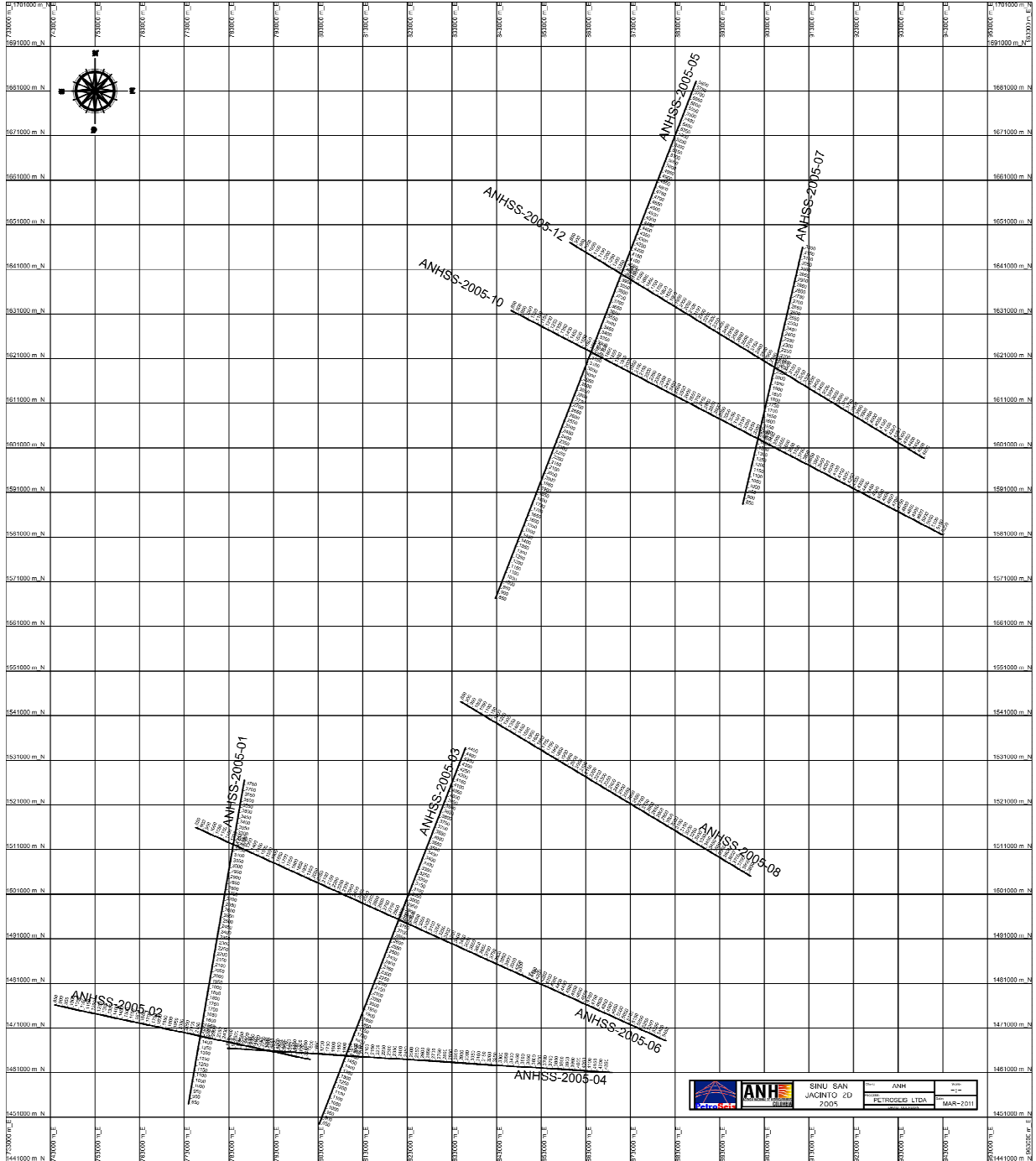


Figura 2. Mapa de las Líneas del Proyecto ANHSS-2D-2005



2. RESUMEN EJECUTIVO.

Nombre del servicio: Procesamiento de Datos Sísmicos

Proyecto: SINU SAN JACINTO 2D-2005

Cuenca: Sinú San Jacinto

Tipo de Procesamiento: Procesamiento PSTM.

Fecha de Procesamiento: Junio de 2011

Compañía: PetroSeis Ltda.

Responsables:

Por PETROSEIS:

Enrique García
Gerente General

Luis A. Espinel
Geólogo/Analista Líder de Procesamiento

David Querubín Villegas
Analista de procesamiento

Diana Carolina Pedraza
Analista de procesamiento

Por ANH:

Luis Alberto Briceño
Geofísico /Asesor de Geofísica-Subdirección Técnica

Cristian Peñafort
Geólogo / Subdirección Técnica



3. OBJETIVOS.

- Realizar un procesamiento sísmico convencional en tiempo, para información sísmica 2D con el objeto de obtener una imagen de buena calidad de acuerdo con los requerimientos de ANH.
- Por medio de diferentes pruebas obtener la mejor secuencia de procesamiento con el fin de mejorar el contenido de frecuencias y obtener una mejor recuperación de las amplitudes en toda la sección sísmica.
- Trabajar en equipo con los geólogos y geofísicos de ANH de manera que el producto final sea obtenido con la mejor secuencia de procesamiento y parámetros, así como la entrega de los productos finales, dentro de los plazos acordados.
- Garantizar que la entrega de los productos finales sea dentro de los plazos acordados.

4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Las siguientes fueron las actividades realizadas para cada línea y el tiempo en el cual fueron ejecutadas.

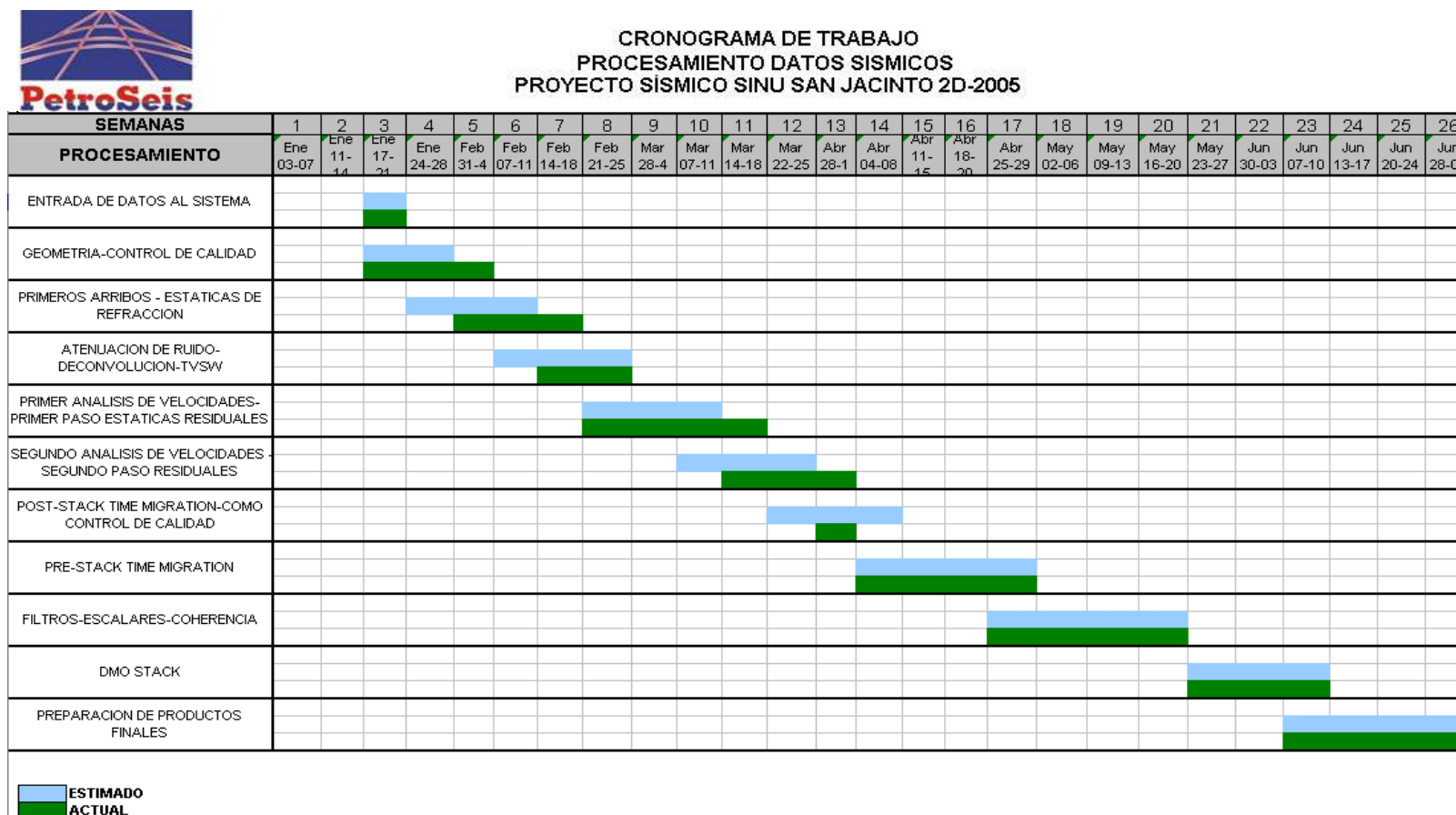


Tabla 1. Cronograma de Actividades del Procesamiento Sísmico del Proyecto ANHSS-2D-2005.

5. GENERALIDADES.

5.1 INFORMACIÓN TÉCNICA RECIBIDA.

- Dos (2) DLT con archivos de campo en formato SEG-D.
- Un (1) Disco Duro con información de Soporte en formato digital.

5.2 INFORMACIÓN PROCESADA

En la siguiente tabla se muestra la información básica de proceso para cada una de las líneas que se procesó de ANHSS-2D-2005

LINES	INTERV. DE GRUPO (MTS)	No. DE CANALES	FUENTES					CDP	
			FUENTES		INTERVALO DE FUENTES (MTS)	NUMERO DE DISPAROS	KMS	PRIMER	ULTIMO
			PRIMERA	ULTIMA					
ANHSS-2005-01	25	640	921.5	3703.5	50	1386	69,55	1763	7489
ANHSS-2005-02	25	640	921.5	3102.5	50	1092	54,53	1765	6286
ANHSS-2005-03	25	640	916.5	4379.5	50	1729	86,58	1758	8839
ANHSS-2005-04	25	640	923.5	4215.5	50	1646	82,30	1765	8511
ANHSS-2005-05	25	640	923.5	5731.5	50	2409	120,23	1764	11543
ANHSS-2005-06	25	640	921.5	5399.5	50	2236	111,80	1766	10867
ANHSS-2005-07	25	640	921.5	3125.5	50	1100	55,05	1763	6327
ANHSS-2005-08	25	640	921.5	3799.5	50	1440	71,95	1763	7679
ANHSS-2005-10	25	640	921.5	5123.5	50	2105	105,05	1763	10327
ANHSS-2005-12	25	640	921.5	4479.5	50	1775	88,95	1763	9039

Tabla 2. Parámetros Programa ANHSS-2D-2005

5.3 PARÁMETROS DE CAMPO

En la siguiente tabla se muestran los parámetros de adquisición para cada una de las campañas que se procesó del PROGRAMA SINU SAN JACINTO 2D-2005:

PARAMETROS	
ANHSS-2D-2005	
Intervalo de fuentes	50 Mts
Total Canales	640
Tipo de Instrumento	Sercel 408 XL
Tipo de Fuente	Dinamita
Carga	4500g
Filtro de Corte Bajo	Fuera
Filtro de Corte Alto	200 Hz
Intervalo de grupo	25 ms.
Tipo de Geófonos	SM-24 U
Numero de Geófonos	6
Profundidad	9m
Cubrimiento	160
Intervalo de Muestreo	2 ms
Longitud de Registro	12 s
Formato de Grabación	Seg-d

Tabla 3. Parámetros de Adquisición de las Campañas Procesadas de ANHSS-2D-2005.

6. METODOLOGÍA

La metodología llevada a cabo durante la realización del procesamiento sísmico se resume en los siguientes pasos:

- Entrada de la información y conversión a formato ProMAX.
- Asignación y chequeo de la geometría.
- Apilado preliminar para revisión de geometría.
- Picado de primeros arribos de forma manual.
- Elaboración de pruebas de recuperación de amplitudes, deconvolución y balanceo de amplitudes, para definir la secuencia de proceso pre-apilado. Los parámetros se escogieron usando como referencia la calidad del apilado para cada prueba.
- Definida la secuencia PRE-apilado se procedió a resolver el problema estático, para lo cual se obtuvieron soluciones por elevación y refracción. Se utilizó un tendido de 350-2050 metros de OFFSET para la estimación de velocidad del primer refractor utilizada en el cálculo de estáticas por DELAY TIMES. El tendido se escogió observando en los registros las velocidades del primer arribo y acotándolas donde se evidenciaban posibles velocidades de la primera capa consolidada.

- Posteriormente se realizaron dos análisis de velocidades antes y después del primer paso de estáticas residuales (cada 1Km), y se corrieron las segundas estáticas residuales.
- Después de tener una buena solución estática y de velocidades se ejecutó una migración POST-Apilado en tiempo de control.
- A continuación se corrió la primera iteración de migración PRE-Apilado en tiempo con las velocidades de apilado.
- Una segunda iteración PSTM fue corrida después de refinar el campo final de velocidades.
- Por último se realizaron pruebas de filtros y escalares Post-Apilado.
- Se realiza Apilado DMO y se realiza un análisis final de velocidades para DMO.

Durante el transcurso del procesamiento se llevaron a cabo reuniones con los representantes de ANH. Para evaluar los resultados de las pruebas realizadas, sugerir nuevas pruebas y finalmente la implementación de aquellas que ofrecieron una mejor solución al problema planteado.

7. PROCESAMIENTO.

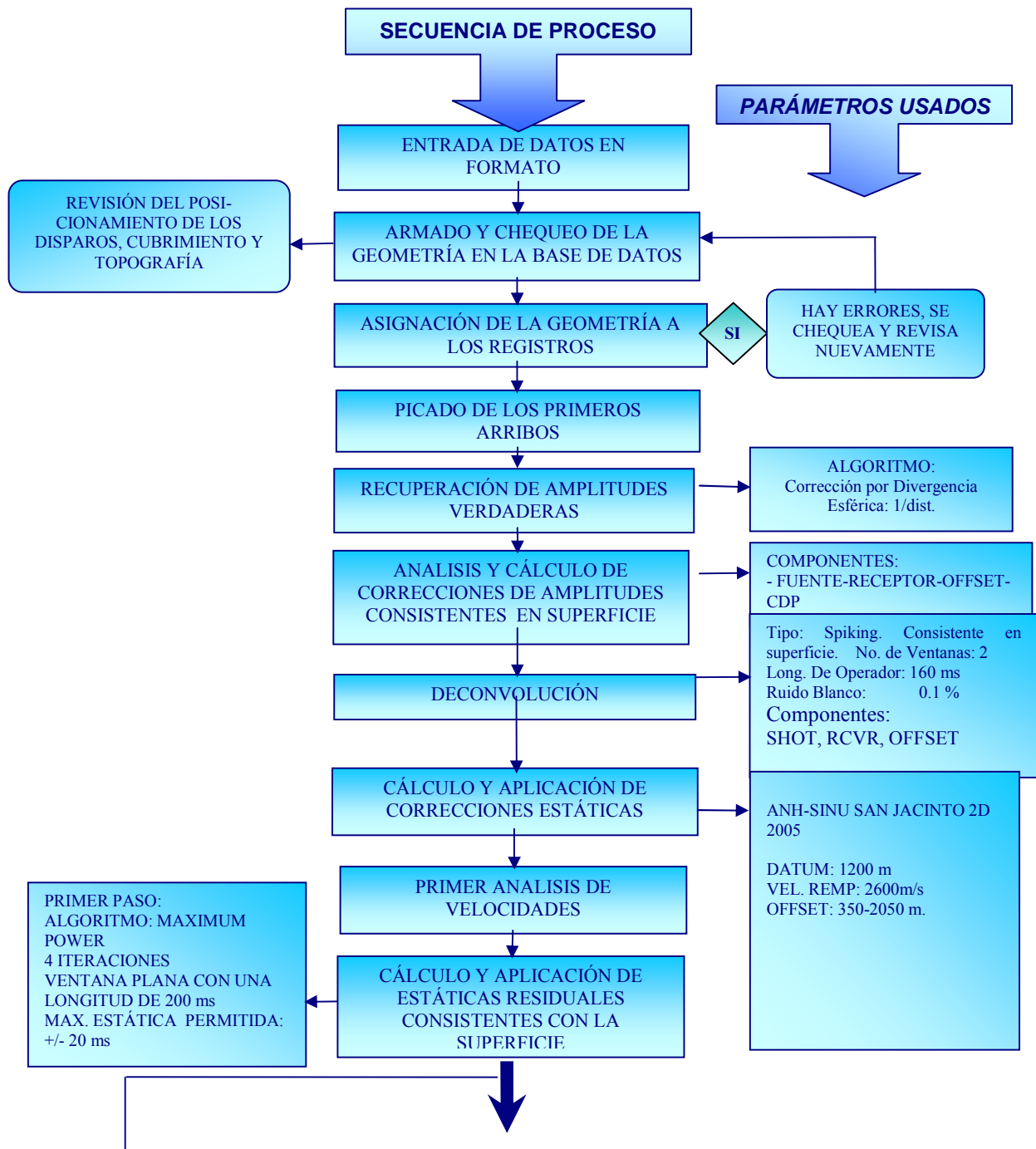
7.1. PARÁMETROS GENERALES.

En el procesamiento se usaron los siguientes parámetros:

Plano de referencia:	500 m.
Velocidad de Reemplazamiento:	2600 m/s
Intervalo de muestreo:	2 ms.
Tiempo máximo de proceso:	12 s.
Datum topográfico:	Magna, Origen Bogotá

7.2. DIAGRAMA DE FLUJO PROCESAMIENTO.

7.2.1. PROCESAMIENTO MIGRACION PSTM



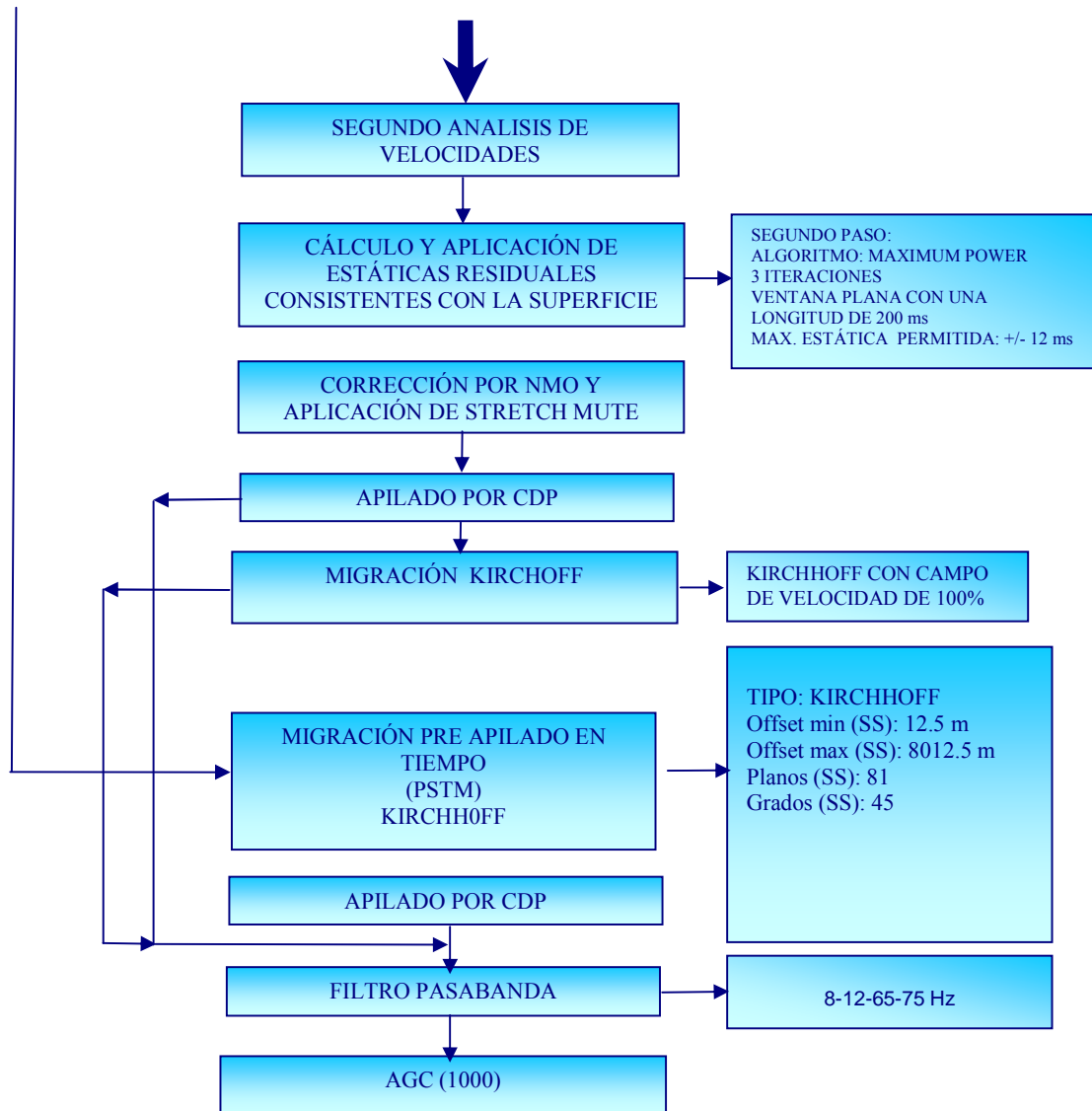


Figura 3. Secuencia de Proceso del Programa Sísmico ANHSS-2D-2005

7.3. SECUENCIA DE PROCESAMIENTO.

A continuación se describe en detalle la secuencia de procesamiento utilizada.

7.3.1. Entrada de Datos.

La información suministrada por ANH al centro de procesamiento en formato SEG-D, fue convertida a formato interno ProMAX@.

7.3.2. Geometría.

La geometría consta de hojas electrónicas independientes para receptores, fuentes y patrones de tendido. Estas hojas de cálculo se complementan con la información de los reportes de observador y los archivos SPS de cada una de las líneas. Seguido a la asignación de la geometría, se realizó una revisión de la información en la base de datos y los encabezados de las trazas. Para corroborar si la posición de los disparos era la correcta se desplegaron todos los registros con una corrección por Linear Moveout que lo que hace es por medio de los offset y una velocidad, dar una estática a cada una de las trazas de manera que el registro queda casi plano, en la medida que la velocidad del primer refractor sea más o menos constante, como se muestra la figura ejemplo:

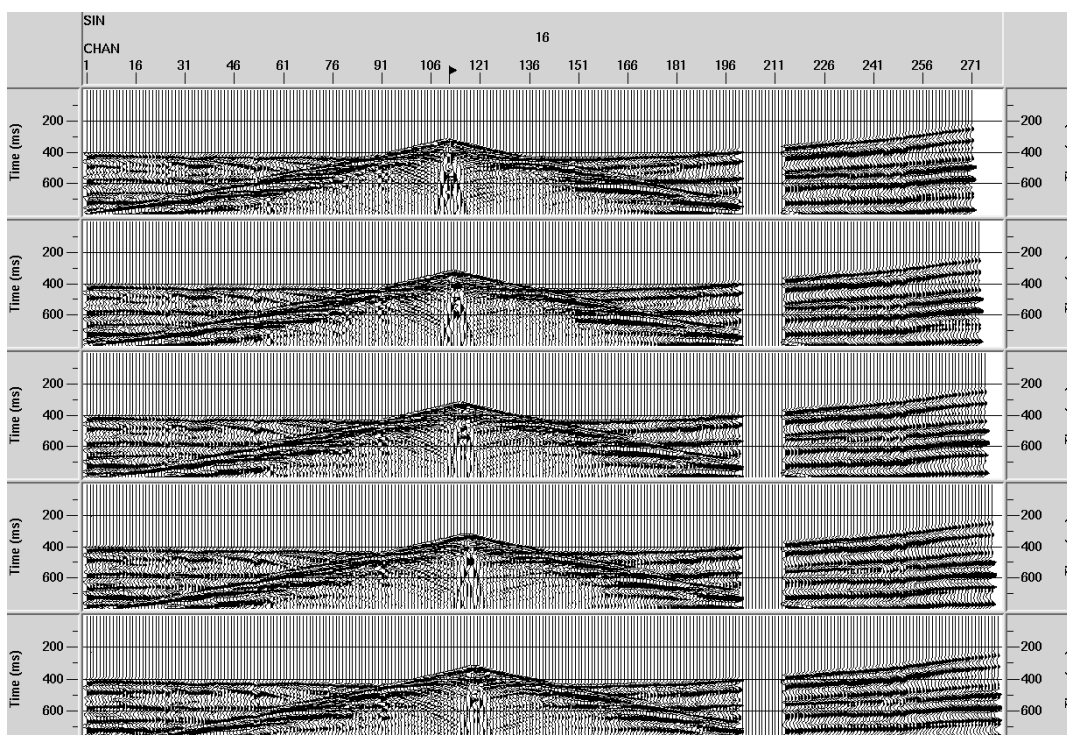
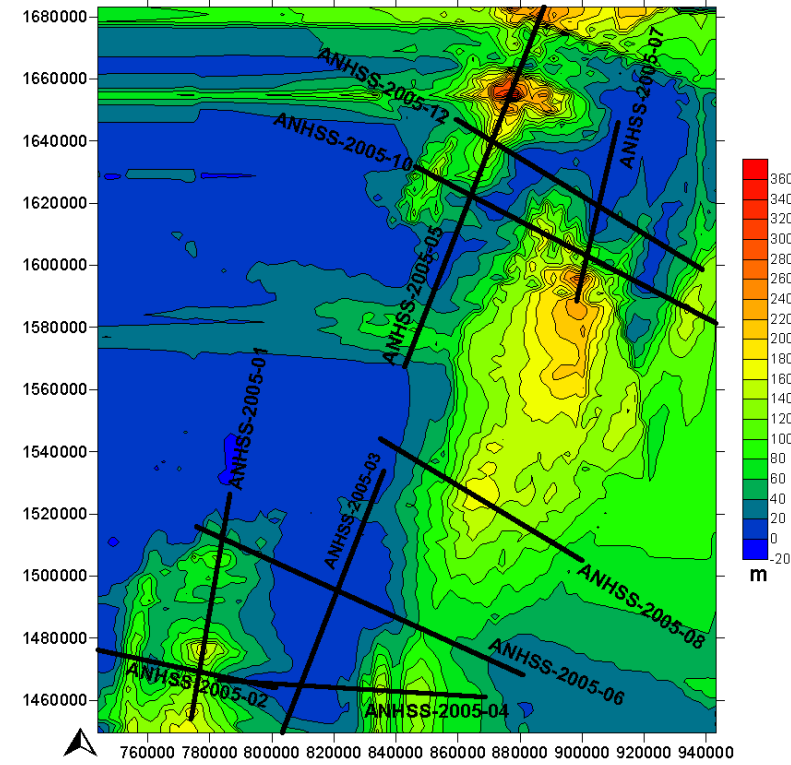


Figura 4. Revisión de Geometría por Corrección de Lineal Moveout.

De la misma manera se realizó el control de calidad para el tendido de cada disparo. Se revisaron coordenadas de fuentes y receptores y se realizaron diferentes gráficas tales como elevaciones, cubrimiento, profundidad de carga, tiempo de pozo etc.; Todo con el objeto de analizar ciertas características de la zona, para tener un entendimiento mayor del comportamiento de los datos.



BOGOTA MAGNA
Figura 5. Mapa de Elevaciones Campaña ANHSS-2D-2005.

A continuación se muestra el diagrama de FOLD representativo del programa según la campaña de ANHSS-2D-2005:

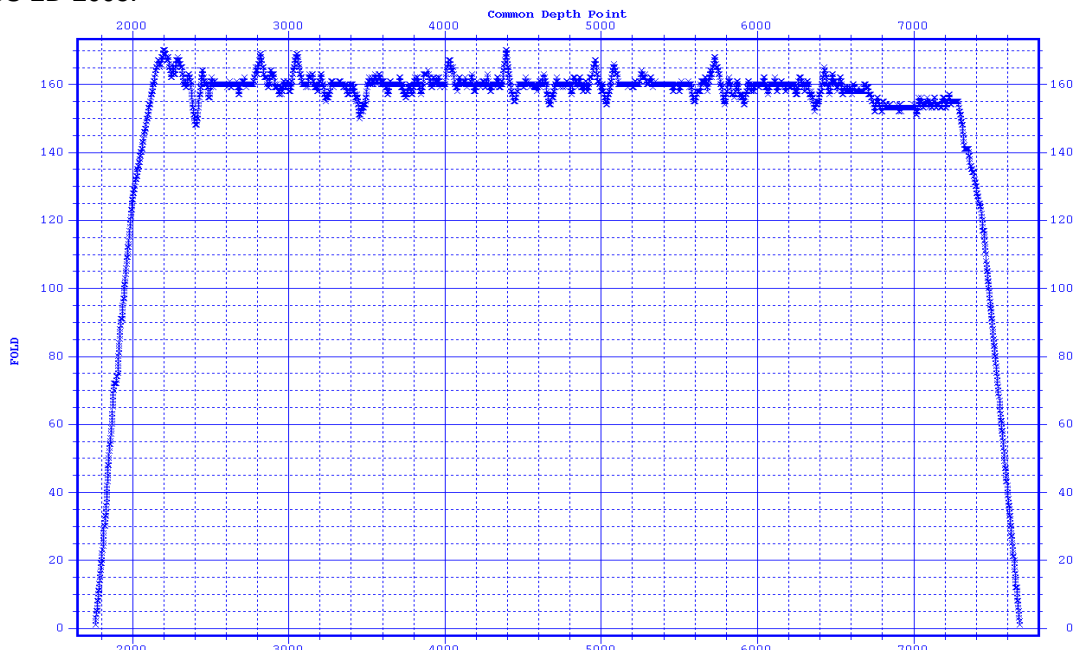


Figura 6. Diagrama de Cubrimiento Campaña ANHSS-2D-2005

7.3.3. Recuperación de la verdadera amplitud (TAR).

Este programa ofrece varias opciones de recuperación de la verdadera amplitud, las cuales pueden ser usadas separadamente o en combinación. Estos algoritmos aplican a las trazas una función de ganancia variable en tiempo o por OFFSET para compensar la pérdida de amplitud debida a la atenuación y dispersión inherentes a la propagación de la energía a través del subsuelo. Se aplicó una recuperación de amplitudes en OFFSET por medio de la divergencia esférica usando una función inversa a la distancia (1/dist.).

7.3.4. Deconvolución y Recuperación de la amplitud consistente en superficie.

El valor de la amplitud depende de varios factores. Estos incluyen la energía de la fuente, la respuesta de los receptores, la respuesta de amplificación del canal, la distancia entre trazas, el contraste de densidad y velocidad de los reflectores y otros factores entre los que se encuentran los ruidos ambientales. Se hace difícil separar la contribución de cada uno de estos factores en una sola traza, pero puede ser estimada estadísticamente en muchas trazas. La herramienta SPIKING/PREDICTIVE DECON estima y ajusta las amplitudes relativas en Fuente, Receptor, Offset, Cdp y canal. Tanto para el cálculo como para la aplicación se utilizaron las componentes de Fuente, Receptor y Offset en cada una de las líneas. Diferentes pruebas de deconvolución fueron ensayadas de acuerdo al objetivo principal. Se seleccionó la deconvolución tipo Spiking con una longitud de operador de 160 ms con dos ventanas, una que se enfocara en la zona de interés y la otra para la zona más profunda como se muestra en la siguiente gráfica (En AZUL la ventana de la zona de interés y en ROJO la parte profunda):

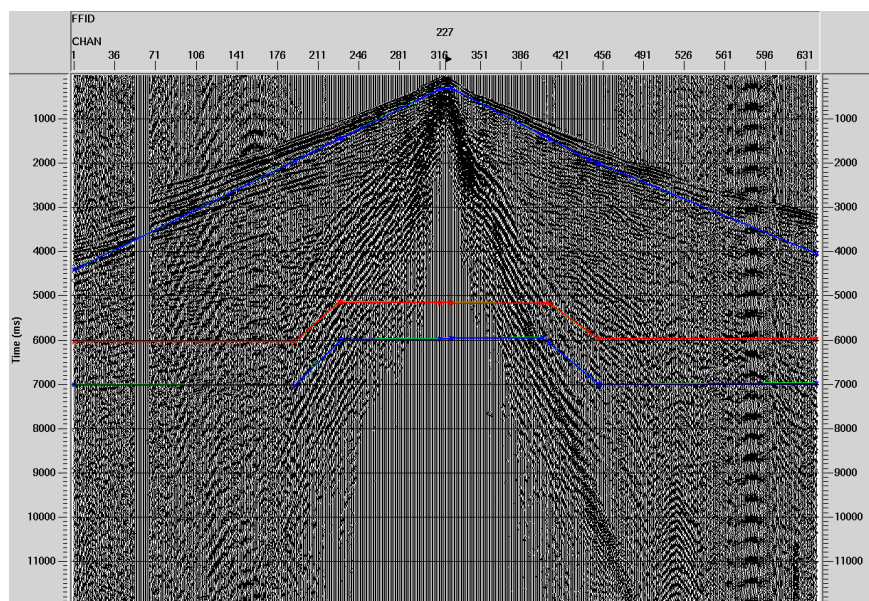


Figura 7. Ventanas de deconvolución Campaña ANHSS-2D-2005.

7.3.5. Cálculo y aplicación de estáticas por refracción

Las correcciones estáticas son ajustes constantes de tiempo aplicados a cada traza sísmica con el objeto de corregir tiempos de viaje anómalos producidos por variaciones en la topografía o cambios en la velocidad y espesor de las capas someras (capa de baja velocidad o capa meteorizada). El objetivo básico de estas correcciones es determinar el tiempo de arribo de las reflexiones, como si todas las medidas hubiesen sido hechas sobre el mismo plano, sin presencia de capa meteorizada, zonas de baja velocidad o diferencias de altura.

Los parámetros usados fueron:

Algoritmo: Gauss Seidel
Datum: 500 m. Velocidad de reemplazamiento: 2600 m/s.
V0: 1100 m/s. Longitud del cable: 350-2050

7.3.6. Análisis de velocidades para apilamiento.

Se realizaron dos pasos de análisis de velocidades para apilamiento. El primer paso después de la aplicación de estáticas por refracción, y el segundo paso después de la aplicación del primer paso de estáticas residuales consistentes en superficie. Para el primer análisis, se corrieron funciones de velocidad constantes desde 1700 hasta 6000 m/s, cada 1000 m agrupando 21 cdps por panel de velocidad. Para el segundo análisis se varió la función de velocidad previamente obtenida en +/-10% desplegando 21 funciones de velocidad y se realizó cada 1000m.

7.3.7. Estáticas residuales consistentes en superficie.

Con el fin de optimizar la continuidad de los eventos y mejorar la solución estática, se aplicaron dos pasos de estáticas residuales consistentes en superficie. El algoritmo utilizado selecciona la estática de fuente y receptor que maximiza la respuesta del apilado.

Los parámetros aplicados fueron los siguientes:

Algoritmo: MAXIMUM POWER
Solución: SHOT AND RECEIVER.
Tipo: Ventana variable con una longitud máxima de 1000ms.
Número de Iteraciones: 4
Estática máxima permitida: +/- 20 ms. para la primera iteración
+/- 12 ms. para la segunda iteración

7.3.8. Migración KIRCHHOFF PRE-Apilado en tiempo (PSTM)

Antes procesar la PSTM, se corrió una migración Kirchhoff Post-Apilado en tiempo usando el 100% de las velocidades de apilado. Para este proceso se usó la herramienta SUMMIG desarrollada por TECHCO GEOPHYSICAL SERVICES, la cual trabaja los datos de entrada y el campo de velocidades desde superficie. La entrada consistió en los GATHERS con deconvolución y todas las estáticas aplicadas referidas a DATUM flotante, antes de apilar. Estos GATHERS fueron agrupados en planos de Offset antes de migrar. Así mismo se realizaron algunas pruebas respecto a la cantidad de planos a migrar, al igual que cálculos de la apertura y el ángulo máximo para la migración., todo esto debidamente comprobado migrando con toda la apertura y ángulo, y después con el estimado. Al final se escogió un ángulo de apertura migración de 45° con 81 planos de offset.

7.3.9. Procesamiento Post-Apilado

Para el proceso post-apilado se aplicaron los siguientes filtros: filtro pasabanda de una ventana variable en tiempo y espacio. Los parámetros empleados fueron:

Rango de Frecuencias
Filtro Pasabanda 8-12-65-75

También se le aplicó un filtro FX-Decon que aplica una transformada de Fourier a cada traza y realiza una predicción en la distancia para cada frecuencia en un rango específico, luego se aplica una transformada inversa teniendo como resultado los datos en tiempo de nuevo, pero con un menor contenido de ruido aleatorio.

En las siguientes figuras se muestran los campos de velocidad RMS finales y la migración final PSTM de una de las líneas del programa.

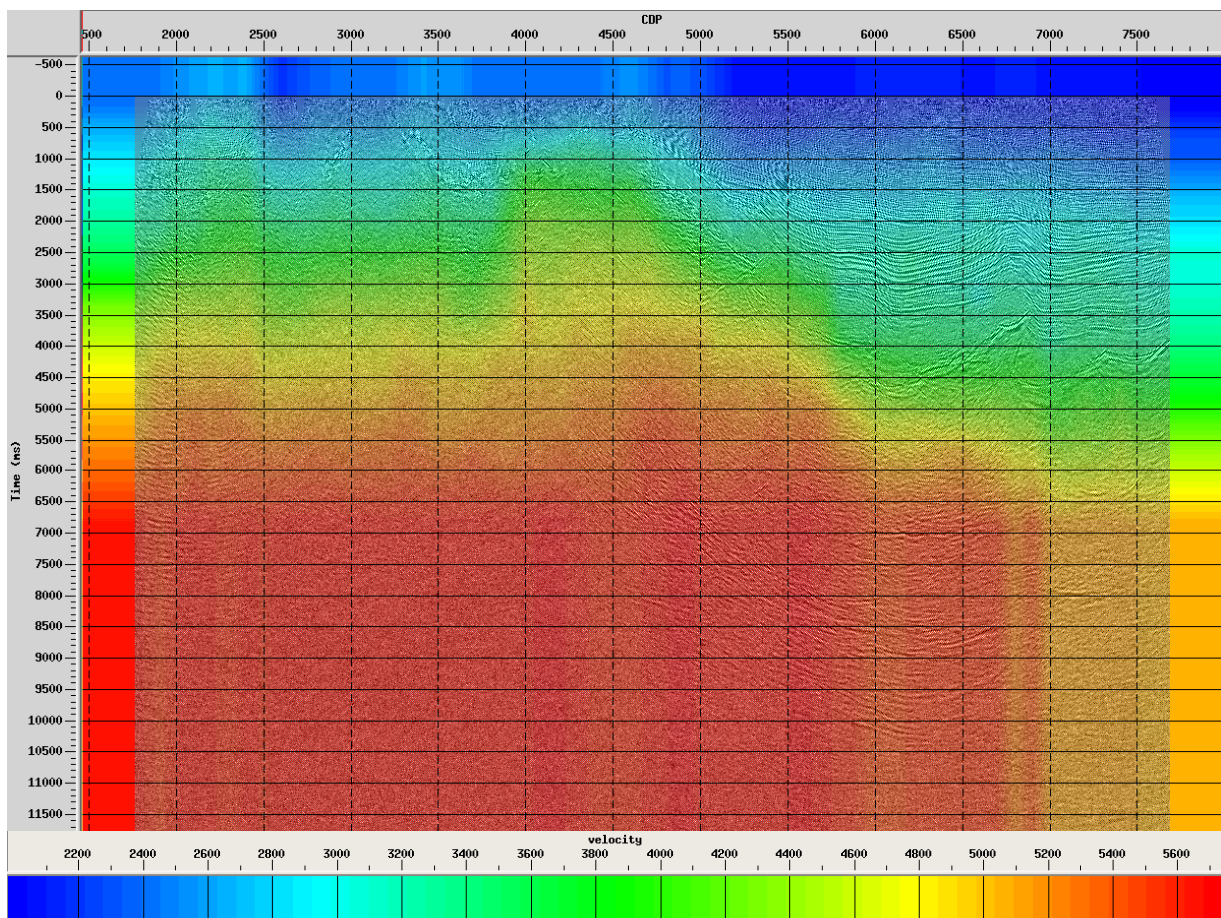


Figura 8. Campo de Velocidades Correspondiente a la línea ANHSS-2005-08 Programa ANHSS-2D-2005.

Informe final de procesamiento – PROGRAMA SINU SANJACINTO 2D-2005

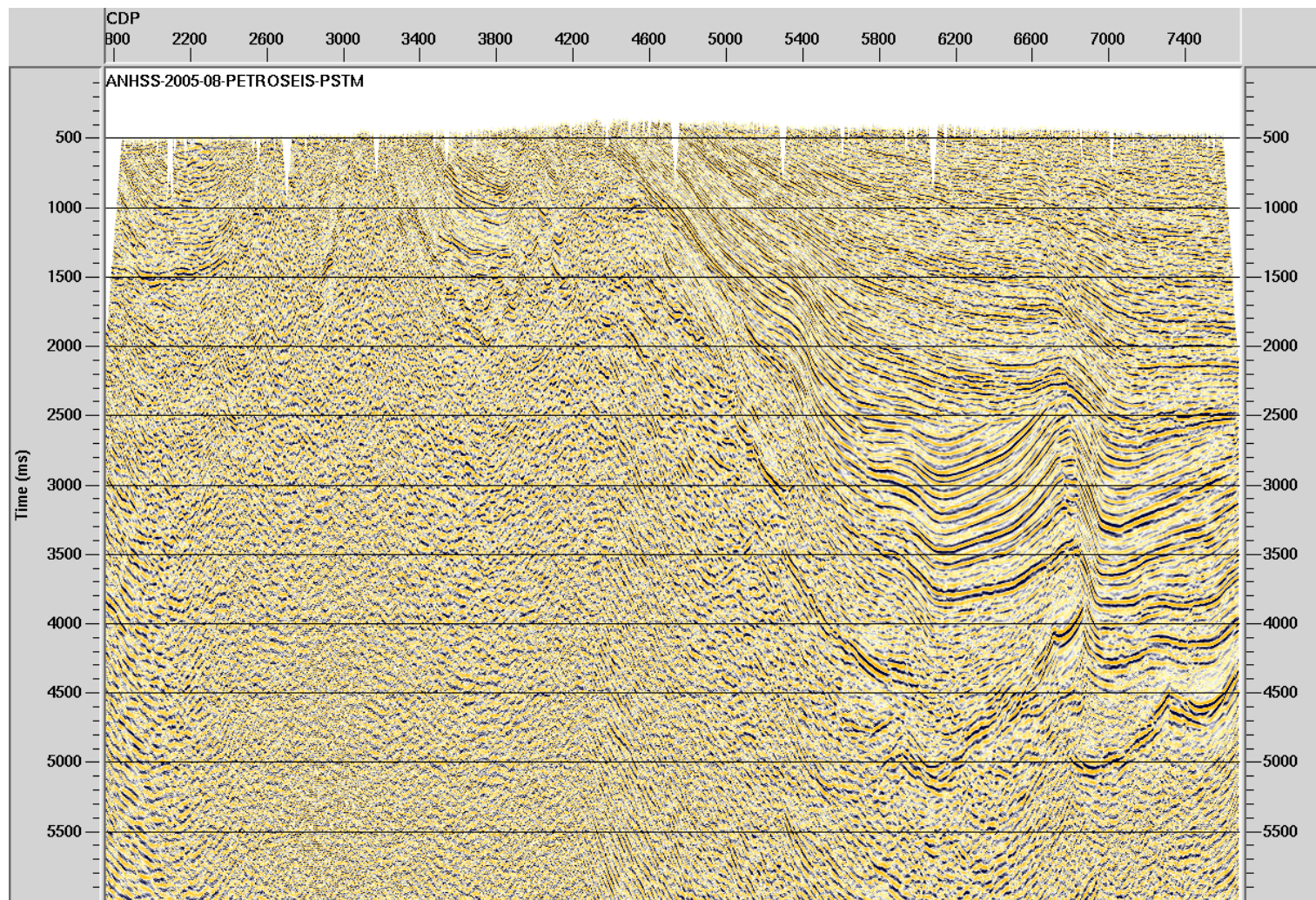


Figura 9. Migración PSTM Correspondiente a la línea ANHSS-2005-08 Programa ANHSS-2D-2005.



8. PRODUCTOS FINALES

8.1. PRODUCTOS PARA EL EPIS.

- 4 DVD's con las Migraciones PRE-apilado en Tiempo (PSTM), Apilado Final IN-IN y OUT-OUT, Apilado DMO IN-IN Y OUT-OUT Y Migración Post Apilado en tiempo IN-IN Y OUT-OUT en formato SEG-Y.
- LTO con Gathers con Estáticas Aplicadas referidas a Datum Flotante
- CD con el Reporte Final en formato PDF, Mapa del proyecto en PDF, Coordenadas de Proceso en formato ASCII, velocidades finales en formato ASCII, Secciones de cada una de las Líneas en Formato CGM y TIFF.
- Reporte final de procesamiento impreso.
- Secciones impresas de de cada una de las Líneas (Original y copia.)

9. COMENTARIOS

- A continuación tenemos el espectro en frecuencia de un registro de campo:

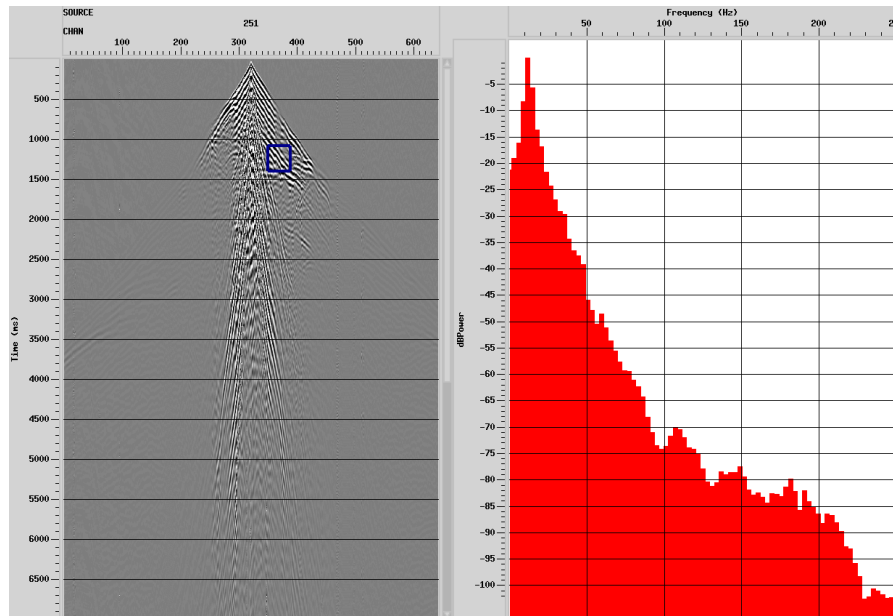


Figura 10. Espectro de frecuencia registro de campo.

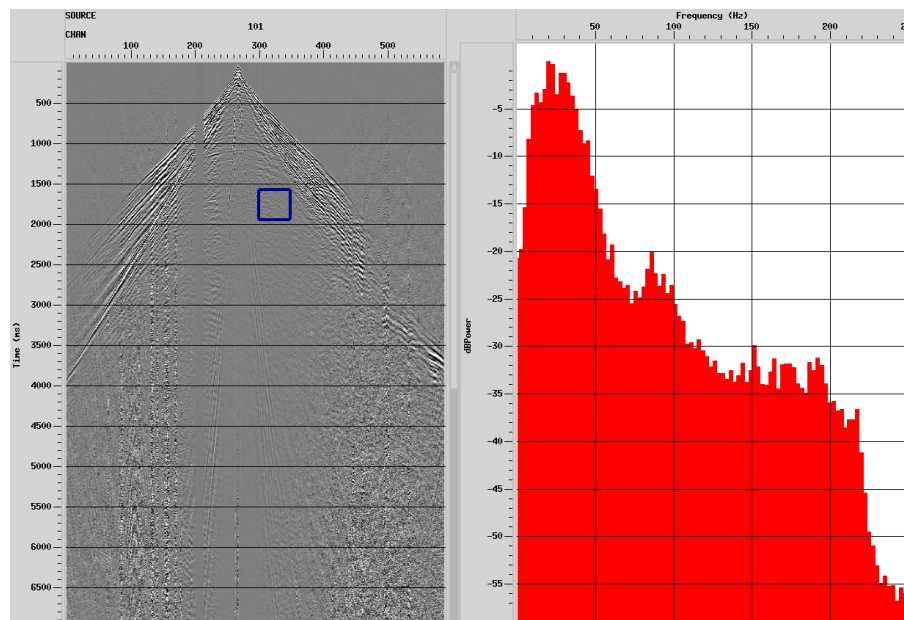
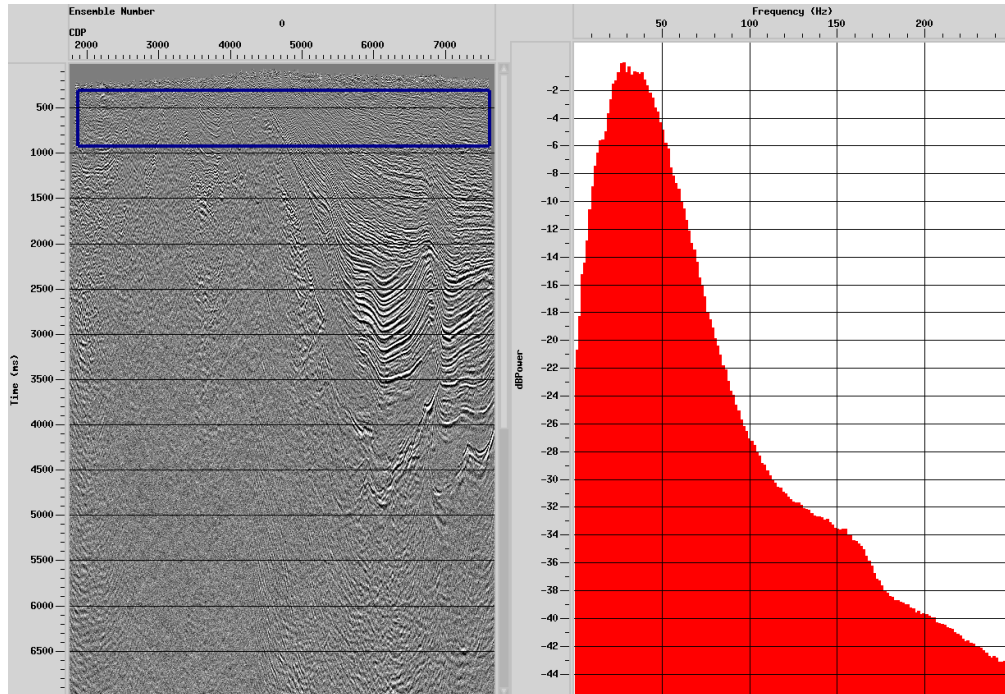


Figura 11. Espectro de frecuencia registro con deconvolución.

- A continuación tenemos los espectros en frecuencia de las PSTM por ventanas los cuales fueron necesarios para escoger los filtros post apilado:

Figura



12.

Espectro de frecuencia apilado parte somera.

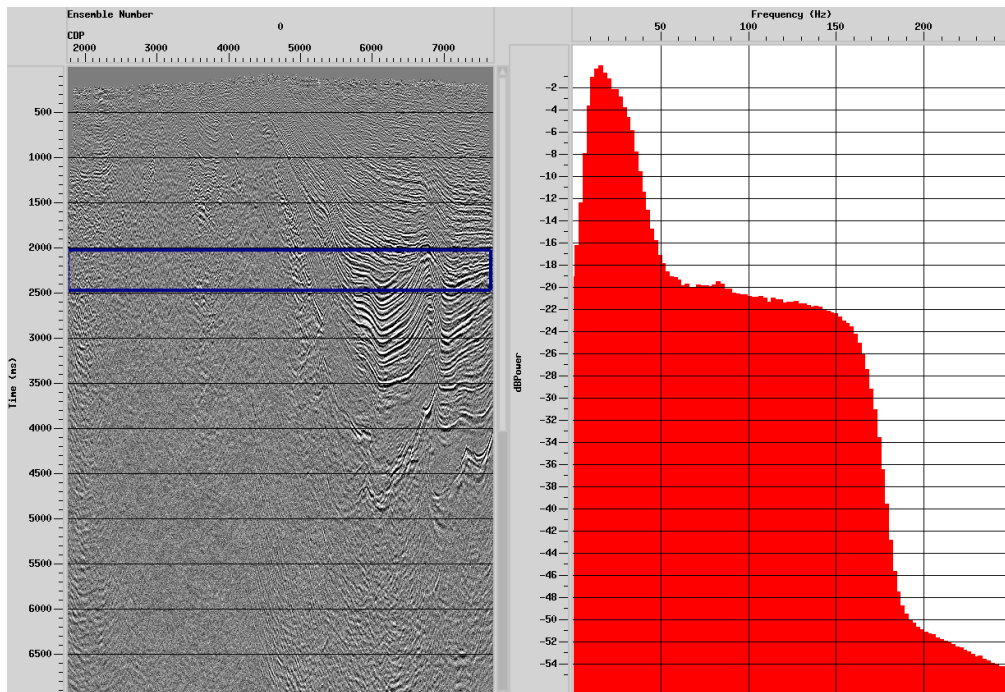


Figura 13. Espectro de frecuencia apilado zona de interés.

Informe final de procesamiento – PROGRAMA SINU SANJACINTO 2D-2005

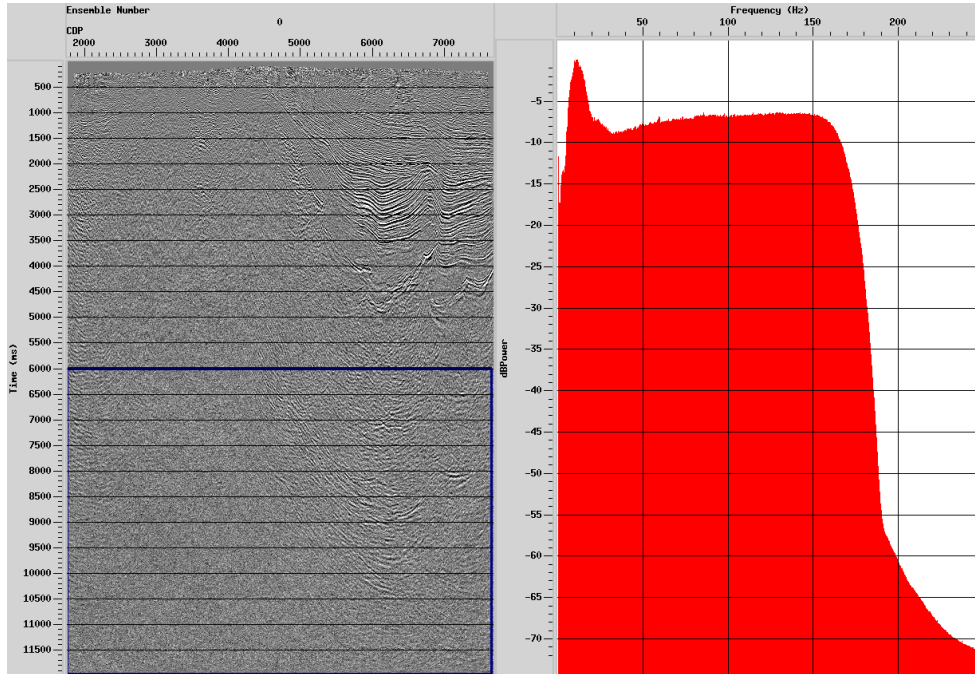


Figura 14. Espectro de frecuencia apilado parte profunda.

- A continuación podemos ver una comparación de la línea ANHSS-2005-08 con y sin FX-Decon.

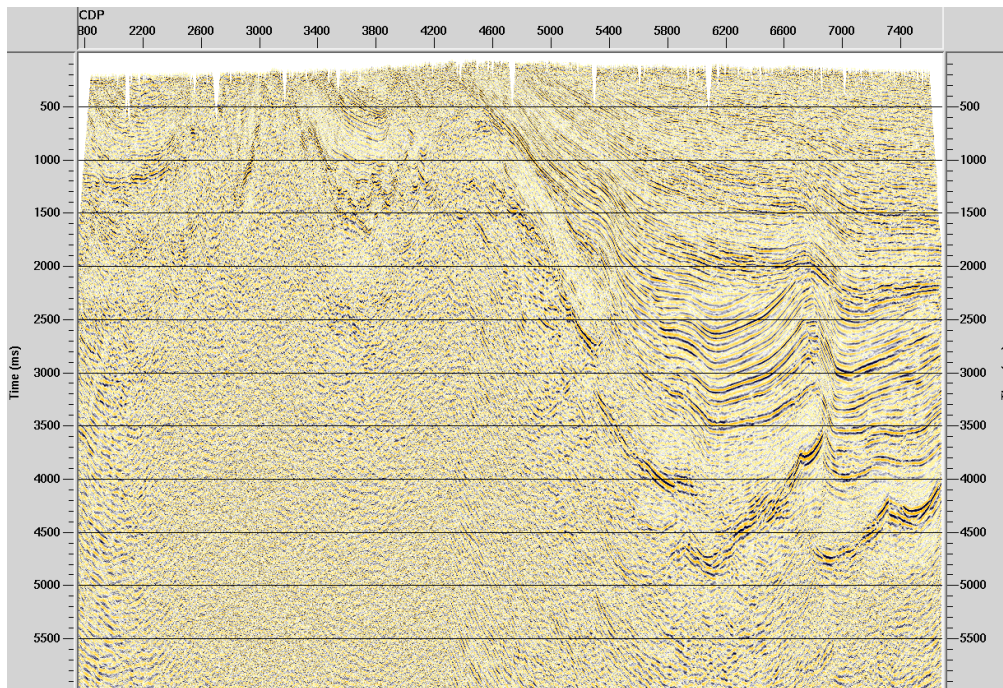


Figura 15. Migración Pre-Apilado en tiempo línea ANHSS-2005-08 sin FX-Decon.

Informe final de procesamiento – PROGRAMA SINU SANJACINTO 2D-2005

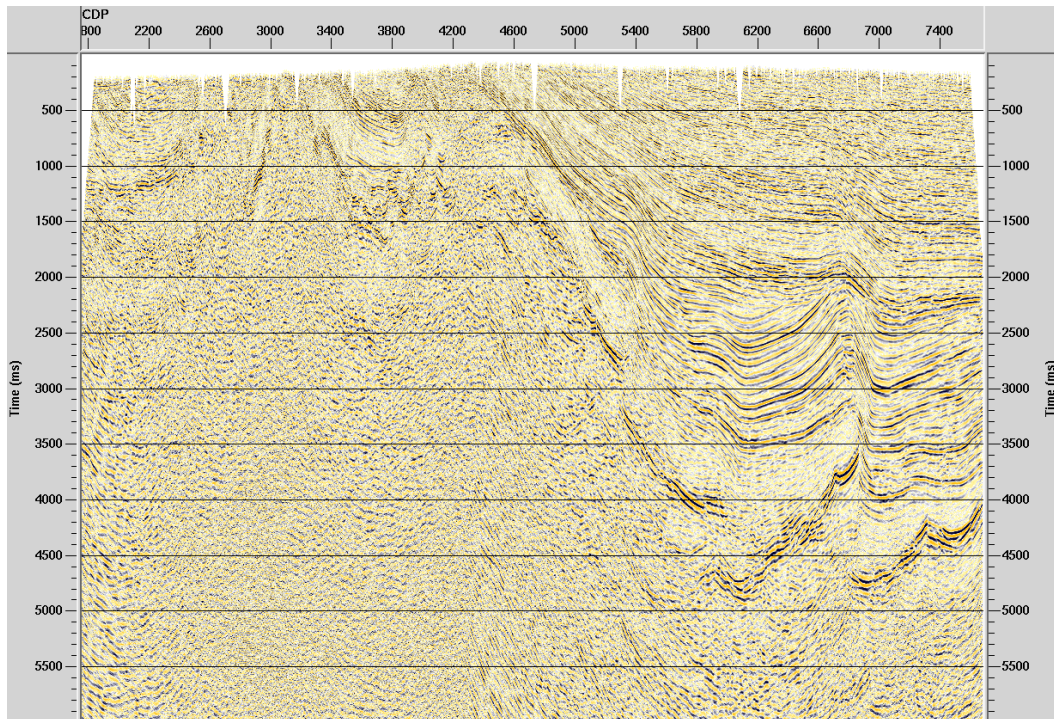


Figura 16. Migración Pre-Apilado en tiempo línea ANHSS-2005-08 con FX-Decon.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se lograron obtener imágenes sísmicas confiables, gracias a un cuidadoso picado de los primeros arribos, con los cuales se obtuvo una buena solución estática. Esto se refleja en el cruce de las líneas, ya que no se encontraron problemas en el amarre.
- Con las pruebas realizadas haciendo énfasis en la zona de interés para ANH, se pudo obtener una buena secuencia de procesamiento para la versión orientada a la interpretación estructural.
- Usando horizontes en el análisis de velocidades, se obtuvo un buen campo de velocidades consistente con la geología, y esto nos ayuda a darle detalle a cada uno de los eventos. Esto de la mano con el campo 3d nos garantiza un campo homogéneo y muy confiable.
- Las dos ventanas en la deconvolución nos mejoraron mucho los datos ya que se enfocaba en la zona de interés y también trabajaba para zonas mas profundas. Esto se noto claramente en la sección y mas en las zonas que se tenía baja energía, donde recupero frecuencias de manera notoria, contra la sección que tenía una sola ventana.
- El trabajo en conjunto con los responsables del proyecto por parte de ANH fue muy enriquecedor para el proyecto, ya que se presentaron inquietudes y se tomaron decisiones vitales para que el producto tenga alta calidad y confiabilidad.
- Se entregaron productos finales satisfactorios, dentro de los plazos acordados gracias a una excelente comunicación, apoyo técnico y trabajo en equipo con los geólogos y geofísicos de ANH.