

4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 DATOS PROCESADOS

Los datos usados para el desarrollo de este proyecto, pertenecen a un diseño llamado Blackfoot 3D-3C. El diseño fué propuesto por Boyd Exploración Consultants Ltd y CREWES Project en el verano de 1995, para evaluar la eficacia de integrar datos de onda PP y PS en el mejoramiento de la exploración de hidrocarburos. Los objetivos eran demostrar que los datos sísmicos 3D-3C pueden fortalecer y mejorar a los datos convencionales de onda P proporcional imágenes stratigraficas y estructurales adicionales del subsuelo, discriminar litología y pruebas de la anisotropía que puede ser causada por las fracturas y las direcciones regionales de esfuerzos. [Lawton *et al.*(1995)Lawton, Stewart, Cordsen y Hrycak].

El sitio elegido para el diseño, fué sobre el campo Blackfoot, cerca a Strathmore Alberta. En la figura 4.1 se muestra una columna estratigráfica de las rocas del Cretáceo, de esta área. El principal horizonte objetivo del diseño 3D-3c es el miembro Glaucónitic del grupo Mannville. Areniscas y lutitas glaucónitic llenaron los valles que inciden en la estratigrafía regional del bajo Manneville. Los miembros Ostracod y Bantry del bajo Mannville fueron truncados por los valles. Esto también se produjo en los miembros Sunburst y Detrital. El reservorio Glaucónitic ocurre a una profundidad de 1550 m. [Lawton *et al.*(1995)Lawton, Stewart, Cordsen y Hrycak].

4.1.1 GEOMETRÍA DE LA ADQUISICIÓN

- Tamaño del bin: 30 x 30 [m]
- Parametros de fuentes:

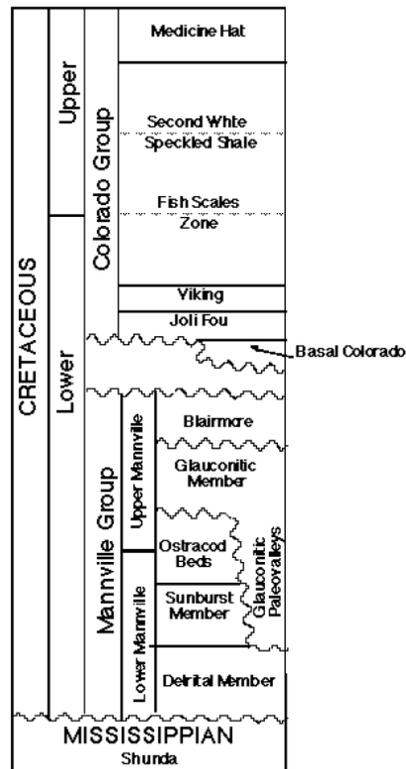


Figura 4.1: Columna estratigráfica de la zona de estudio, en ella se detalla la composición del grupo Mannville. Tomado de [Margrave *et al.*(1997)Margrave, Stewart, Miller, Yang, Simin, Potter, Zhang y Todorov].

1. Orientación de las líneas: Norte-Sur
 2. Intervalo entre fuentes: 60 [m]
 3. Intervalo entre líneas: 210 [m]
 4. Líneas de fuentes: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47
- Parametros de receptores:
 1. Orientación de las líneas: Este-Oeste
 2. Intervalo de receptores: 60 [m]
 3. Intervalo de líneas: 255 [m]
 4. Líneas de receptores: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36
 - Patch:
 1. Número de Patches: 2
 2. Geófonos vivos por patch: 700

Debido a que la información que se consiguió no fué el diseño completo, sólo se procesó un patch, el cual es llamado Glauconitic y su geometría se muestra en la figura 4.2.

El número de receptores vivos en los datos que se procesaron es de 690. Las líneas de receptores vivos eran:

- Líneas de 42 receptores: 2-18, 22, 26 y 30
- Líneas de 62 receptores: 20, 24 y 28

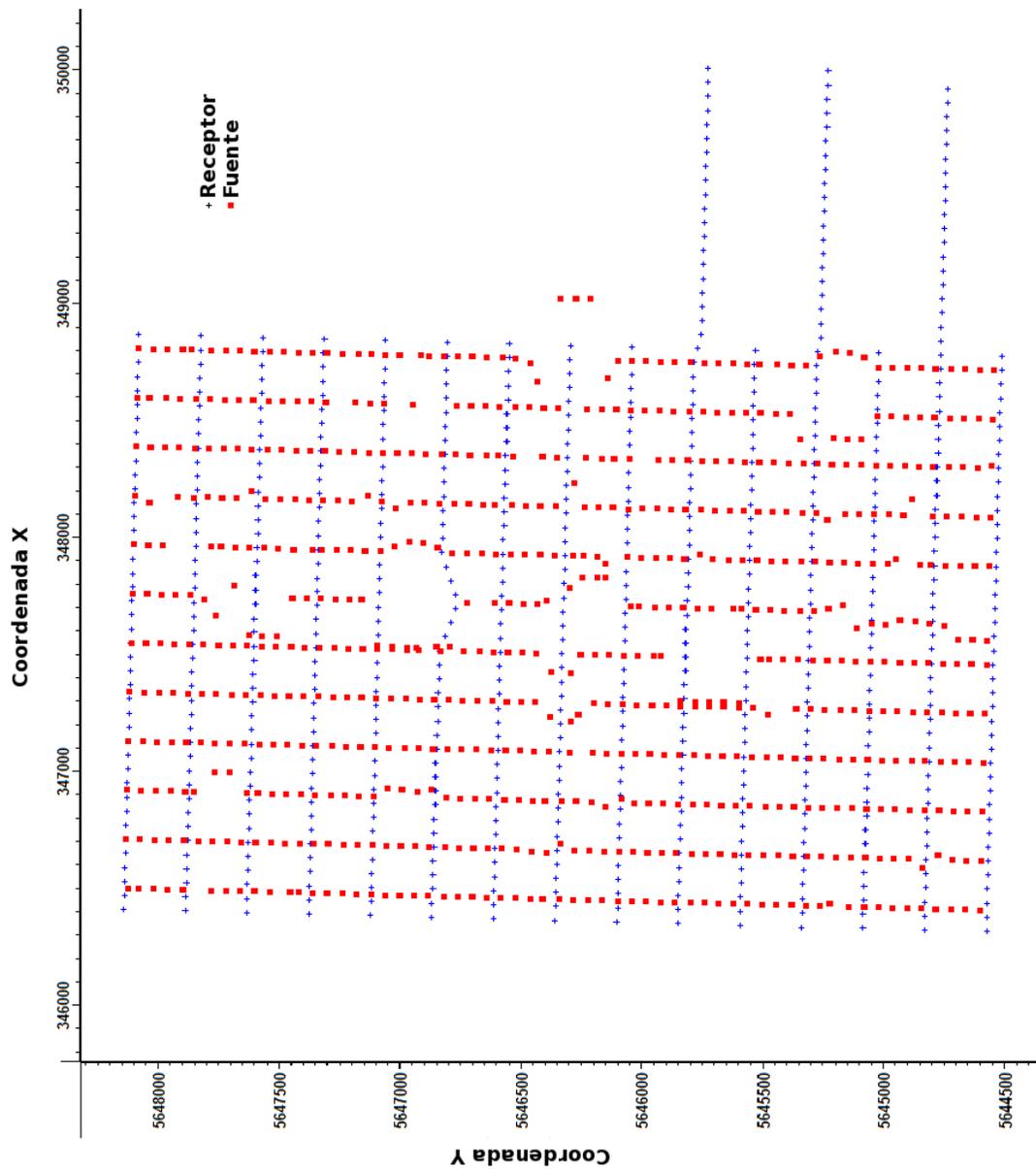


Figura 4.2: Diseño de la adquisición, se puede observar las líneas de fuentes y receptores, los receptores están activos para todas las fuentes.

Cada traza tiene un tiempo máximo de 2 [s], con un tiempo de muestreo de 2 [ms].

En la figura 4.3 se puede observar el fold del diseño con el que se trabajó, con offset entre fuente y receptor de 0-2100 [m].

Una característica muy importante en los datos escogidos, es el cubrimiento acimutal en cada bin, si el cubrimiento es total, es decir, para cada grupo de ángulos existen más de una traza, mejor será la migración pre-apilado por cada acimut. En la figura 4.4 se observa el cubrimiento para una zona central de los datos, aquí se puede observar que hay un buen cubrimiento.

4.2 FLUJO DE PROCESAMIENTO

En cuanto al procesamiento, se diseñó un flujo sencillo, el cual se puede observar en la figura 4.5

Se empieza por la edición de trazas, en esta etapa se eliminó las trazas que contenían un alto nivel de ruido y se invirtió las trazas en cuyas estaciones la polaridad estaba errada. Luego se pasó a la recuperación de amplitudes, donde se corrigió el efecto de dispersión esférica, se analizó la composición espectral de las trazas y se aplicó un filtro pasabandas con frecuencias de corte 12-15-75-80 Hz.

Una vez reducido el ruido y el ground roll por medio del filtrado, se aplicó la deconvolución a los datos, para remover el efecto de la ondícula en los datos, y luego el muting de las ondas refractadas. Antes de aplicar el muting, se hizo un picado de primeros arribo, los se van a usar más adelante para las estáticas de refracción.

A partir de esta etapa empiezan a aplicarse las estáticas, primero se aplicó las estáticas de elevación, para esto se usó un datum de 900 [m] y una velocidad de reemplazo de 2200 [m/s], se hizo el primer análisis de velocidad, con esto se obtuvo el primer modelo de velocidades.

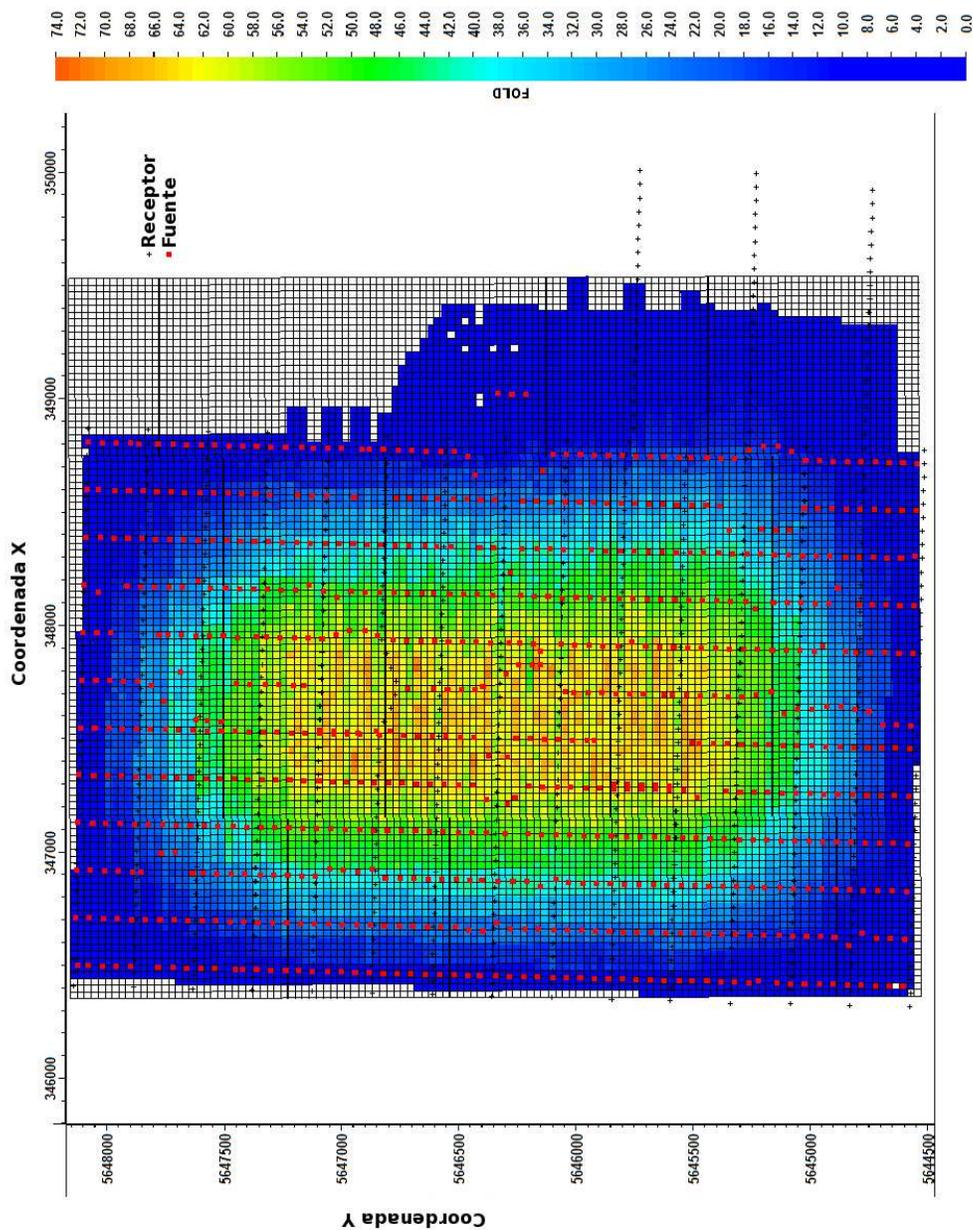


Figura 4.3: Fold del diseño de los datos procesados, los colores indican el número de trazas en cada bin, los bins están demarcados por la cuadrícula. Se puede observar que el mayor fold se encuentra en la zona central y en los extremos es bajo e inclusive nulo, estas características son uno de los principales factores que influyen en la calidad de la imagen final.

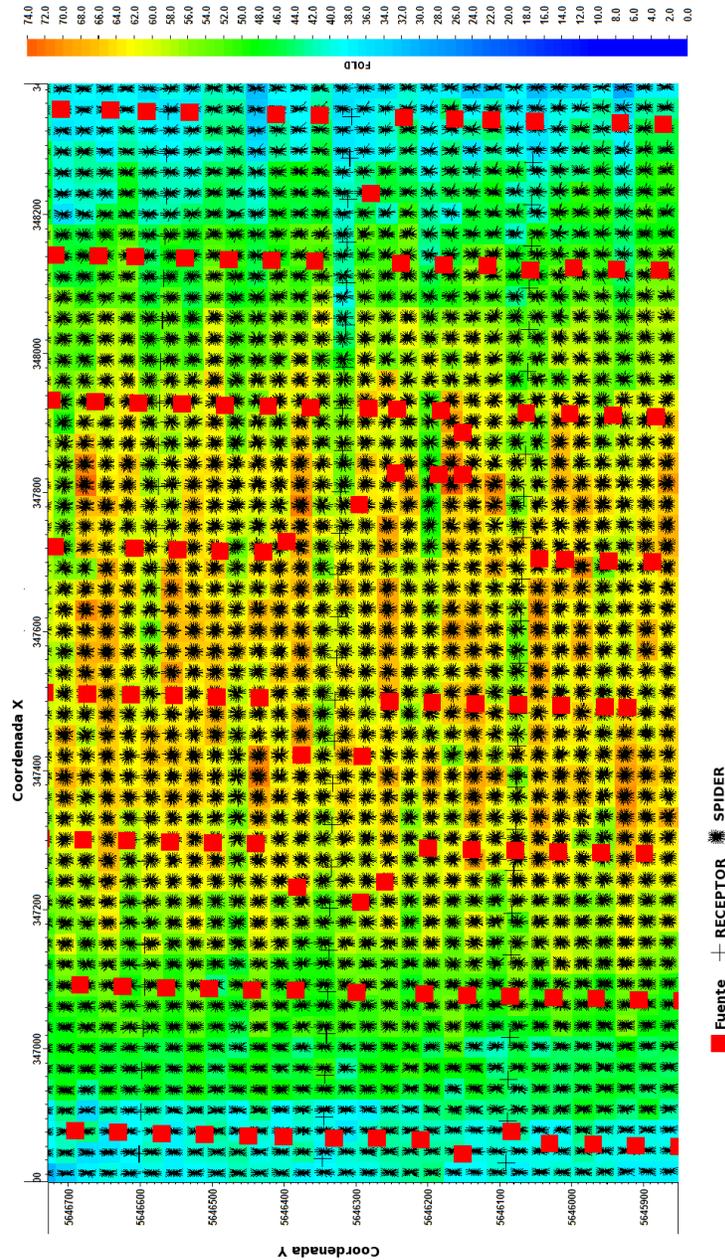


Figura 4.4: Diagrama spider de una zona de los datos procesados, el spider indica el cubrimiento acimutal de acuerdo a la definición convencional, aquí se observa que tiene un buen cubrimiento para la zona central, donde hay un alto fold, esto es un factor importante, que afecta el resultado de la migración. La tabla de colores indica el fold.

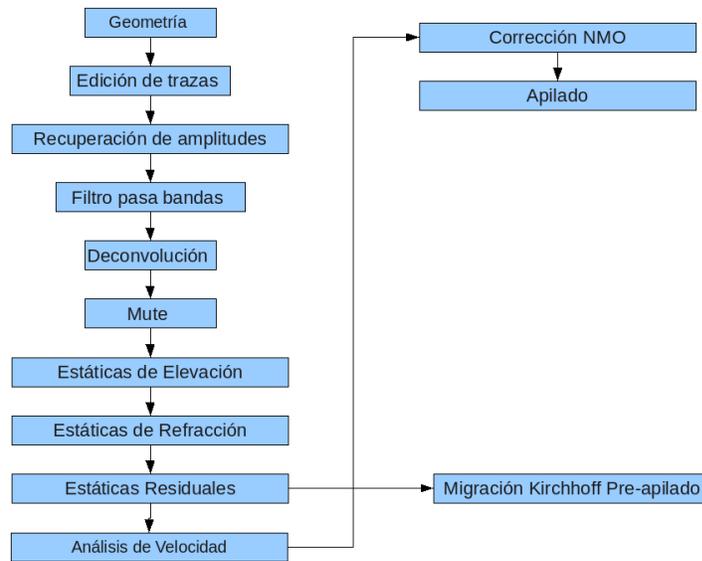


Figura 4.5: Flujo de procesamiento aplicado a los datos de estudio, se muestran cada una de las etapas que se tuvo en cuenta.

Después se aplicaron las estáticas de refracción y se realizó el segundo análisis de velocidad, obteniendo así, el segundo modelo de velocidades y el segundo apilado, observando que se mejora la imagen del apilado, en comparación con el primer apilado.

Por último se aplicaron las estáticas residuales y se realizó el tercer análisis de velocidad, en el tercer apilado se vió como mejoro la imagen y la definición de los reflectores. Se aplico un suavizado del modelo de velocidades y se obtuvo el cubo, con el cual se realizó la migración de los datos, ver figura 4.6

Con el tercer modelo de velocidades, se procedió a hacer la migración pre-apilado Krichhoff, para esto en cada bin, las trazas se separaron en los diferentes acimuts y se realizó la migración, obteniendo así 8 volúmenes por cada definición de acimut. Estos volúmenes fueron los que se analizaron.

Para obtener el volumen total, se hizo un stack de los 8 volúmenes obtenidos, en

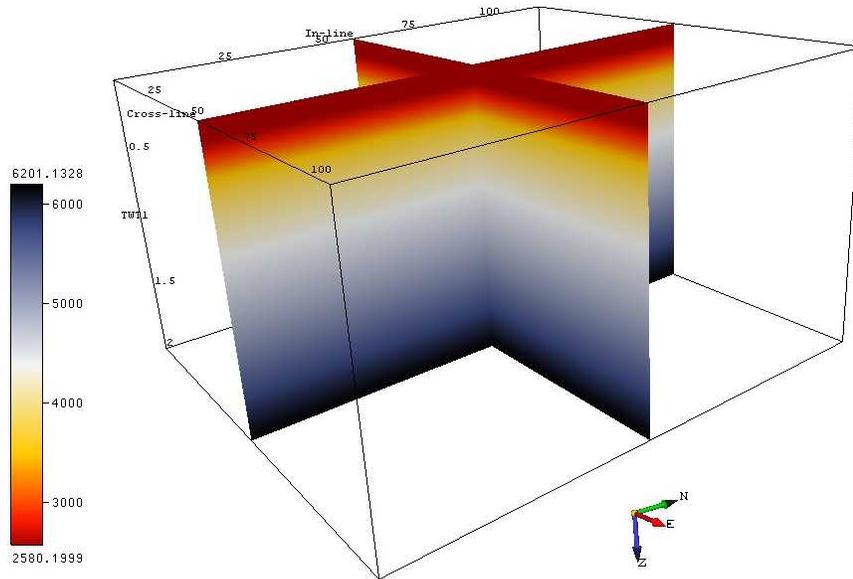


Figura 4.6: Cubo de velocidades aplicado en el proceso de migración. Los inlines están alineados con el norte y los crosslines con el este.

cada definición de acimut. Obteniendo dos volúmenes totales, uno por la definición convencional y otro por la nueva definición.

Aunque la migración pre-apilado es eficiente para corregir las inclinaciones de los eventos en medios complejos, el tiempo de procesamiento, es un factor que debe ser tenido en cuenta. Los tiempos de cómputo para cada definición de acimut se presentan en las tablas 4.1 a 4.4

Las características del equipo usado para el procesamiento fué:

- Computador con procesador phenom Quad Core de 2400 MHz.
- Memoria ram de 4 GB.
- Sistema operativo Fedora 12 de 32 bits.
- Procesamiento con MPI, se usó un núcleo como maestro y los otros 3 como

esclavos.

El archivo procesado tenía un tamaño de 1.9 GB y contenía 488169 trazas sísmicas, con un tiempo de muestreo de 2 [ms] y un tiempo máximo de 2 [s].

Proceso	Maestro
Inicializar matrices	2
Lectura y transformada de Fourier de los datos de entrada	1394
Envío de datos transformados	145397
Recepcion y escritura de imagen de salida	59
TIEMPO TOTAL TRANSCURRIDO	146853

Tabla 4.1: Tiempos totales de los diferentes procesos realizados por el núcleo maestro, para la definición convencional de acimut, el tiempo está en segundos.

Proceso	Proc 1	Proc 2	Proc 3
Inicializar matrices	1	1	1
Recepción de datos transformados	49	2501	2950
Filtrado e interpolacion de datos	170	169	170
Encontrar localizaciones unicas	1	2	2
Cálculo de tiempos de propagación	111088	108972	108675
Migración de datos	35424	35092	34935
Envio imagen de salida	20	19	20
TIEMPO TOTAL	146853	146853	146853

Tabla 4.2: Tiempos totales de los diferentes procesos realizados por cada núcleo esclavo, para la definición convencional de acimut, el tiempo está en segundos.

Las tablas demuestran un procesamiento más rápido para la nueva definición de binning, al procesar el mismo set de datos, dividiendo la cobertura acimutal en 8, con una diferencia de aproximadamente 21 minutos. Aunque la diferencia de

Proceso	Maestro
Inicializar matrices	1
Lectura y transformada de Fourier de los datos de entrada	1418
Envío de datos transformados	144106
Recepcion y escritura de imagen de salida	54
TIEMPO TOTAL TRANSCURRIDO	145580

Tabla 4.3: Tiempos totales de los diferentes procesos realizados por el núcleo maestro, para la nueva definición de acimut, el tiempo está en segundos.

tiempo no es significativa, se debe tener en cuenta que cuando el tamaño de los datos aumente, esta diferencia puede aumentar.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la sección anterior se introdujo el flujo de procesamiento aplicado a los datos, donde parte de un punto en común para realizar la migración pre-apilado. De tal manera que al realizar el análisis señal/ruido se parte de condiciones similares para obtener resultados con los dos tipos de migración.

A continuación se va a analizar los resultados obtenidos con cada definición de acimut, teniendo como parámetro cuantitativo la la relacion señal/ruido de los datos, después de migrar.

4.3.1 ACIMUT CONVENCIONAL

La migración Kirchhoff pre-apilado, que se aplicó a los datos, se hizo dividiendo los bins en 8 grupos de acimut. Aplicando la definición convencional de acimut, se obtuvo 8 volúmenes, cada uno con características diferentes, a continuación se van a analizar las principales diferencias.

Proceso	Proc 1	Proc 2	Proc 3
Inicializar matrices	1	1	1
Recepción de datos transformados	884	913	910
Filtrado e interpolacion de datos	168	168	169
Encontrar localizaciones unicas	1	2	1
Cálculo de tiempos de propagación	108229	108750	108743
Migración de datos	36154	35606	35619
Envío imagen de salida	17	15	16
TIEMPO TOTAL	145580	145580	145580

Tabla 4.4: Tiempos totales de los diferentes procesos realizados por cada núcleo esclavo, para la nueva definición de acimut, el tiempo está en segundos.

En las figuras 4.7 a 4.14, se visualiza el time-slice a 1.43 [s], de los 8 volúmenes hechos por medio del binning convencional. A medida que el acimut aumenta la imagen se distorciona hasta llegar a 90 grados, a partir de ahí, la imagen mejora hasta llegar a 157.5 grados (se menciona el ángulo central de cada grupo de acimuts). En los bordes izquierdo y derecho se nota la distorsión para todos los ángulos, esto debido al bajo fold o escaso, que es uno de los parámetros que afectan la resolución. Otro parámetro para tener en cuenta es, que en los bordes no hay cubrimiento de todos los acimuts y por eso para unos el resultado es mejor que para otros.

Algo llamativo en estas imágenes (figuras 4.7 a 4.14), es que parece que la resolución desmejorara cuando el acimut es perpendicular a las estructuras, observar la flecha de la figura 4.7, cuando el acimut avanza y se acerca a 90 grados, la resolución desmejora, lo que haría pensar que de acuerdo a la orientación de la estructura, se escogería el acimut. Mas adelante se retomara esta suposición.

Observando el time-slice del apilado total, ver 4.15, se observa que el acimut que más se aproxima al total es el de 0 grados, ver 4.7, en las otras imágenes se notan

muchas distorsiones y discontinuidades de las estructuras, esto sugiere que sería el volumen con mejor relación señal/ruido, ya que el apilado total en teoría tiene un mejor SNR.

Haciendo un corte en el volumen y tomando el crossline 54, se hizo una comparación similar a la del ejemplo anterior, en las imágenes 4.16 a 4.23 se puede observar este crossline. Al igual que con el time-slice a medida que se avanza en el acimut, la imagen se distorciona hasta llegar a 90 grados luego trata de recuperar la calidad hasta llegar a 157.5 grados. Al enfocarse en los reflectores cercanos a 1.5 [s], se detalla como se pierde continuidad en estos, cuando la imagen se distorciona, esto haría pensar que en esos puntos existen fallas o fracturas.

Hasta aquí, se ha observado, en los dos ejemplos, que para cierto grupos de acimuts, se obtiene mejor resolución que para otros, estos resultados dependen de los factores antes mencionados y por esto en los extremos los comportamientos son similares, con mucha distorsión. Pero no se tiene un parámetro en el cual se pueda hacer énfasis y comparar los diferentes grupos de acimut, por esta razón se calculó la relación señal/ ruido o SNR para cada volumen.

En las figuras 4.24 y 4.28 se visualiza la relación señal/ruido de cada grupo de acimuts (observar para la definición convencional), se nota que varía dependiendo de la posición inline-crossline, también, como era de esperarse, en los bordes la relación señal/ruido es baja y la posición de los valores altos de SNR varian con el acimut.

La variación de los valores de la SNR es paralelo al acimut, por ejemplo para los ángulos entre 22.5 y 67.5, los valores altos se desplazan hacia, la esquina superior derecha y la esquina inferior izquierda, ver figuras 4.25 a 4.27. Igual sucede cuando la rotacion esa entre 112.5 y 157.5 grados, los valores de alto SNR se desplazan hacia la esquina inferior derecha y la esquina superior izquierda, ver figuras 4.29 a 4.31, hay que tener en cuenta, que esto se hace con la poca información que se

tiene en los bordes, ya que allí el fold es bajo. Lo mencionado antes hace reorientar la idea que la mejor resolución va paralela a las estructuras, lo que sucede es que los puntos de mayor resolución se desplazan con el acimut.

Si se detalla la línea que señala al crossline 54, señalado en las imágenes de la SNR, cruza una zona de baja amplitud para los ángulos cercanos a 90 grados, es por eso que al visualizar el crossline se nota la distorsión cercana a estos ángulos, así queda en evidencia que la orientación que se suponía en el primer y segundo ejemplo, no afecta la calidad de las imágenes.

Si se hace un corte en el crossline 67, se observa que la resolución para los grupos cercanos a 90 grados, mejora. Lo cual confirma, que la resolución en el volumen depende de la posición y estos resultados dependen de muchos factores, que fueron mencionados antes, ver figuras 4.32 a 4.39. A través de un corte no se puede extrapolar las características para todo el volumen, en cambio, a través de la imagen de SNR, se tiene un estimado de la resolución del volumen en todas las posiciones

En las figuras 4.24 a 4.31 se observa que mientras el crossline 54 corta un sector que tiene una pobre relación señal/ruido para el grupo de ángulos cercanos a 90, en el crossline 67 el corte se hace por un sector donde se mejora la SNR para los ángulos cercanos a 90 y por esto las imágenes mejoran un poco. Con esto queda confirmado lo anterior.

Aunque se mejora la resolución para algunos grupos de ángulos, la distorsión aparece y genera discontinuidades en los reflectores. Por esta razón se sufiere que para la interpretación de algún volumen migrado por este método, se tenga a la mano un mapa de relación señal/ruido, lo cual ayudara a conocer si lo que se interpreta, es real o es producto del método.

ATRIBUTO DE COHERENCIA

Para analizar el comportamiento de la definición convencional de acimut con los atributos, se procesó el algoritmo de coherencia para cada grupo de ángulos, ver figuras 4.40 a 4.47 (columna izquierda), en general para cada grupo de acimut, se obtuvo lineamientos en varias direcciones acimut, líneas de color rojo, y no se encontró una aparente relación entre el grupo de acimuts y la dirección de los lineamientos.

En la parte inferior de las figuras se hizo un traslape entre la relación señal/ruido y el atributo de coherencia, el resultado fue, que muchos de los lineamientos se encuentran en zonas de bajo SNR, y si se recuerda los anteriores ejemplos, en los lugares donde la SNR es baja, se produce distorsión y discontinuidades en los reflectores, por tal razón hay que tener cuidado al considerar estructuras que no existen en el momento de interpretar. Una recomendación sería, el uso de mapas de SNR para tener mayor confianza en lo que se está interpretando.

En las figuras 4.40 a 4.47 (parte inferior), se observan los diferentes gráficos de roseta, para los lineamientos de cada grupo acimuts. Para los primeros acimuts, los lineamientos poseen orientaciones dispersas, sin tendencia, pero para el grupo de acimuts de cercanos a 67.5 grados, figura 4.43, este comportamiento cambia, los lineamientos están orientados, aproximadamente perpendiculares al acimut y para los siguientes grupos vuelve a variar sin tendencia alguna. En general, no se puede identificar una relación entre la orientación de los diferentes lineamientos y el valor del acimut.

Lo anterior demuestra que el acimut no tiene relación con la orientación de los diferentes lineamientos que aparecen al aplicar el atributo de coherencia. Así se puede concluir que al aplicar la definición convencional de acimut, se obtienen características en todas las orientaciones, ya que no se tiene en cuenta una dirección

especifica en el punto imagen.

4.3.2 NUEVA DEFINICIÓN DEL ACIMUT

Para la nueva definición de binning, se hizo un análisis similar al de la definición convencional, empezando por detallar, las principales diferencias en el time-slice a 1.43 [s], como para cada grupo de acimuts se tiene un volumen, se generaron 8 imágenes de este time-slice, que se pueden observar en las figuras 4.48 a 4.55

La principal característica que se puede observar, es que el comportamiento es diferente, a lo que sucedía con la definición convencional, es decir, la resolución mejora cuando el acimut se acerca a 90 grados, y al igual que en la sección anterior, esto haría pensar, que los acimuts perpendiculares a las estructuras dejan mejor resolución. Aunque el acimut de 90 grados, ver figura 4.52 , deja la mejor resolución aparentemente, el resultado es muy diferente del resultado obtenido con el apilado total, ver figura 4.56.

En los bordes se nota distorsión, para todos los grupos de acimuts, esto debido al bajo fold o fold nulo, como se mencionó antes, por tal razón, las estructuras que aparecen en este sitio, no son confiables, debido a que la información de esa zona es escasa o nula.

Un segundo ejemplo que se tuvo en cuenta, fué al hacer un corte en el cross-line 54, al comparar el resultado para cada grupo de acimuts, ver figuras 4.57 a 4.64. La variación en la resolución tiene un desfase de 90 grados, en comparación con la definición convencional, a medida que el acimut se acerca a 90 grados la resolución mejora, y a medida que se acerca a 0 o a 180 grados, la resolución empeora, al decir que empeora, es que aparecen efectos del no colapso de las reflexiones. En las zonas de baja resolución, aparecen discontinuidades en los reflectores, observar reflectores cercanos a 1.5 [s], esto haría suponer, presencia de fallas que no existen y se podrían

interpretar como reales.

En las figuras 4.24 a 4.31 (parte inferior), se visualiza los mapas de la relación señal/ruido para cada una de las trazas de los 8 volúmenes de acimuts, con la nueva definición, se puede observar un movimiento en las grandes amplitudes, en algunos acimuts que están entre 22.5 y 67.5 (se menciona el ángulo central del grupo, o podría decirse, el grupo 2 y 4), se alcanzan a detectar líneas de alto valor de SNR, que son perpendiculares a la flecha que indica el valor del acimut. Los valores altos de SNR se expanden en las direcciones perpendiculares al valor de acimut, a excepción de lo que sucede con el acimut de 0 grados, donde los valores de SNR son tan bajos que no se alcanzan a distinguir.

Para poder comparar las amplitudes de la relación señal/ruido con las obtenidas con la definición convencional de acimut, se estandarizó la tabla de colores a valores entre 0 y 230, por esta razón, se puede decir que los valores de SNR con la nueva definición de acimut, son más bajos, los colores casi no llegan a fucsia, esto podría sugerir que al aplicar este binning desmejora la resolución de los volúmenes.

Al comparar los valores de SNR, para el crossline 54, se puede observar que sucede lo mismo que en el caso del acimut convencional, las zonas de baja relación señal/ruido generan distorsión debido al no colapso de las reflexiones, que coincidentalmente atraviezan zonas de alto SNR cuando los acimut se aproximan a 90 grados. Este fenómeno haría pensar que las imágenes de gran resolución serían cuando los acimuts son perpendiculares a las estructuras. Este tema se retomará cuando se aplique el atributo de coherencia.

Al hacer un corte en el crossline 67, para todos los grupos de acimuts, ver figuras 4.65 a 4.72, se observa que la línea atravieza zonas de alta y baja SNR dependiendo del grupo de ángulos, pero a diferencia de la definición convencional, los valores de SNR, son bajos y no se nota tanto el cambio.

Por ejemplo en el acimut 157.5, en donde, para el crossline 54, los primeros inlines, poseen buena resolución, pero después baja, en cambio para el crossline 67, casi todo tiene bajo SNR y por tal razón casi toda la imagen se torna distorciónada. Con esto se puede confirmar que las zonas de baja SNR, son zonas de baja resolución

Otro ejemplo ocurre en el acimut de 0 grados, el crossline 54 cruza zonas de mas baja SNR, en cambio el crossline 67 cruza zonas donde los valores de SNR son más altos, por tal razón al observar las figuras 4.57 y 4.65, se observan zonas de mejor resolución.

Al comparar los mapas de la relación señal/ruido con los crossline, se observa que en las zonas de baja SNR, la distorción es mayor, y debido a esto aparecen discontinuidades en los reflectores, esta observación es muy importante, ya que estas discontinuidades podrían ser interpretadas como fallas, esto mismo ocurrió con la definición convencional como se mencionó antes. Y se hace la misma propuesta, y es la de usar mapas de calidad de la imagen, como lo es la relación señal/ruido, para tener un parámetro, que me indique que lo interpretado es real y no producto de algun proceso computacional.

ATRIBUTO DE COHERENCIA

Al igual que se hizo con la otra definición de binning, para analizar el comportamiento con los atributos, se aplicó el algoritmo de coherencia para cada volumen de acimuts obteniendo diferentes lineamientos, líneas color azul, pero a diferencia del caso anterior, la mayoría de estos siguen una orientación específica para cada grupo de acimuts, ver figuras 4.40 a 4.47.

Observando cada una de las imágenes de coherencia, se nota que los lineamientos tienen una orientación específica, excepto en el acimut de 0 grados, ver figura ??, donde la relación señal/ruido es tan baja, que no existe coherencia en los reflectores

y por esto, la mayoría de la imagen aparece de color oscuro y no se observa una orientación clara de lineamientos.

A partir de los 22.5 grados, se pueden observar orientaciones específicas, y lo más notable es que son perpendiculares al acimut, es decir para 22.5 grados, la mayoría de las orientaciones están en el rango cercano a 112 grados, lo mismo ocurre con los siguientes valores de acimut.

Al traslapar la relación señal/ruido y el atributo de coherencia, se detalla que la mayoría de los lineamientos se encuentran en zonas de baja SNR y por esta razón se duda de si los lineamientos, que pueden ser interpretados como fallas o fracturas, son reales o son producto del procesamiento. Si se reviza las imágenes de los crossline, se puede detallar que muchos de las discontinuidades, son productos de distorsiones.

Por último para comprobar las direcciones de los lineamientos, se hicieron los gráficos de roseta, para cada grupo de acimuts, ver figuras 4.40 a 4.47, se puede observar que para cada grupo de acimuts, la mayoría de los lineamientos aproximadamente perpendiculares al valor del acimut, lo cual sugiere, que con esta metodología solo se resaltan lineamientos con orientaciones específicas. Con lo anterior, se puede decir, que existe una relación entre el valor del acimut y la orientación de los lineamientos, y es la perpendicularidad

4.3.3 RELACIÓN SEÑAL/RUIDO DEL VOLUMEN TOTAL

Al hacer el volumen total, al sumar cada uno de los grupos de acimuts, para cada definición de acimut, se encontró que los valores de SNR fueron superiores, en comparación con cada uno de los acimut, y además comparando la relación señal/ruido de los dos volúmenes totales, dejó como evidencia que al hacer la suma de los acimuts con la definición convencional, se obtiene mejor SNR, que al hacerlo con la nueva definición, esto es muy importante en el momento de escoger un volumen

total, para analizar, ver figura 4.73.

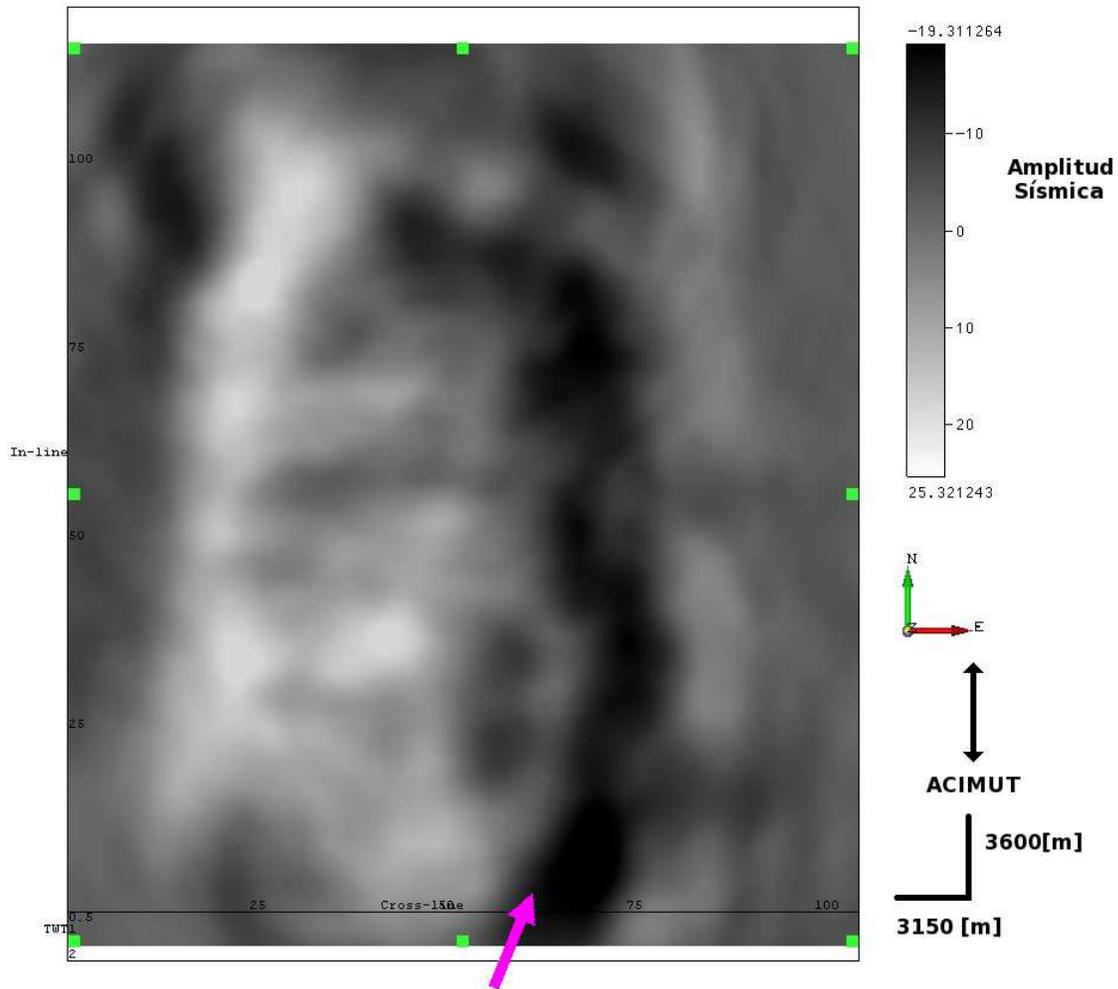


Figura 4.7: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 1, definición convencional de acimut. Se nota una resolución aceptable en la zona central, pero en los extremos derecho e izquierdo, se alcanza a observar un poco de distorsión. La flecha fucsia indica la dirección de un cambio de amplitud, que es aproximadamente paralelo al acimut.

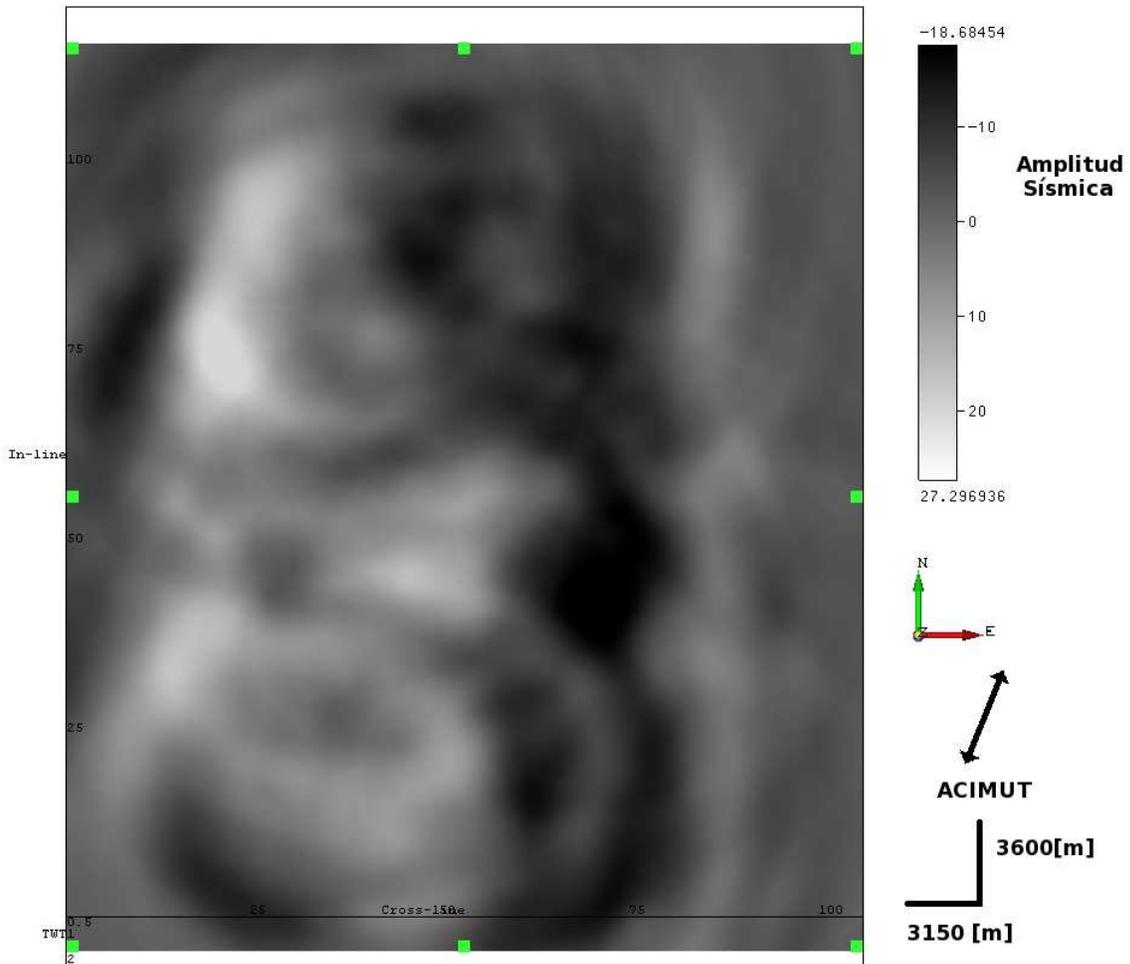


Figura 4.8: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 2, definición convencional de acimut. Se observa zonas de mayor distoción, comparado con el acimut anterior, no sólo es en los extremos.

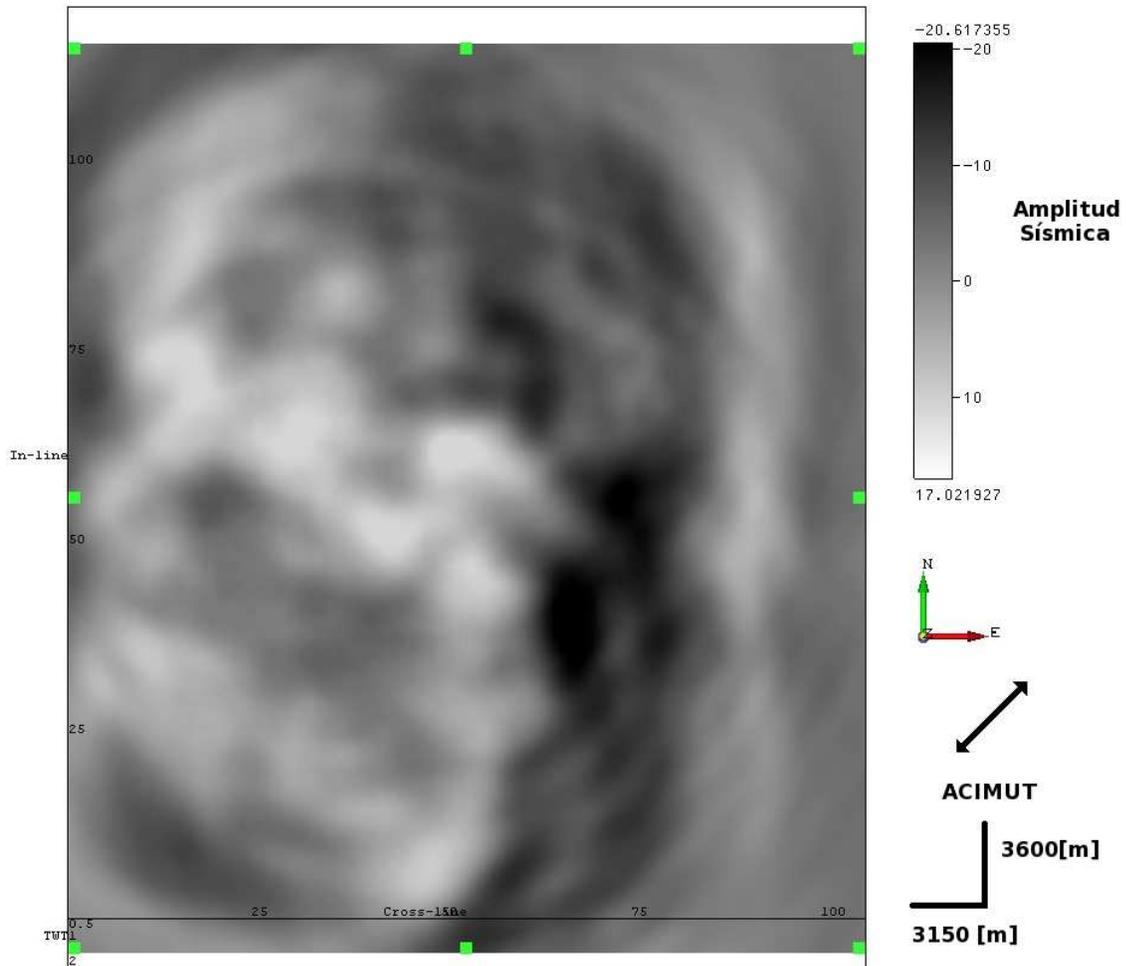


Figura 4.9: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 3, definición convencional de acimut. Se observa aun mas distorción, pero en zonas diferentes a las zonas anteriores.

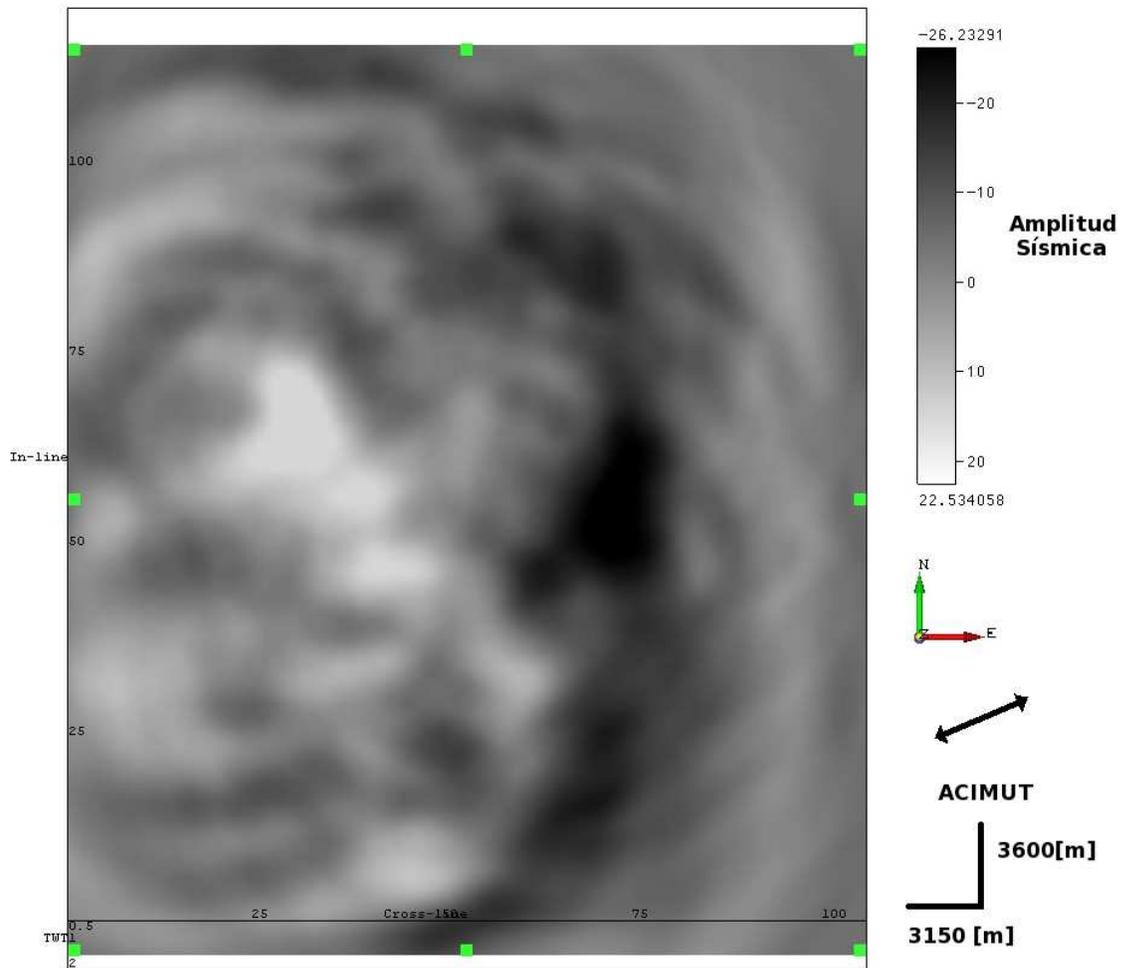


Figura 4.10: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 4, definición convencional de acimut. Se visualiza zonas con alta distoción.

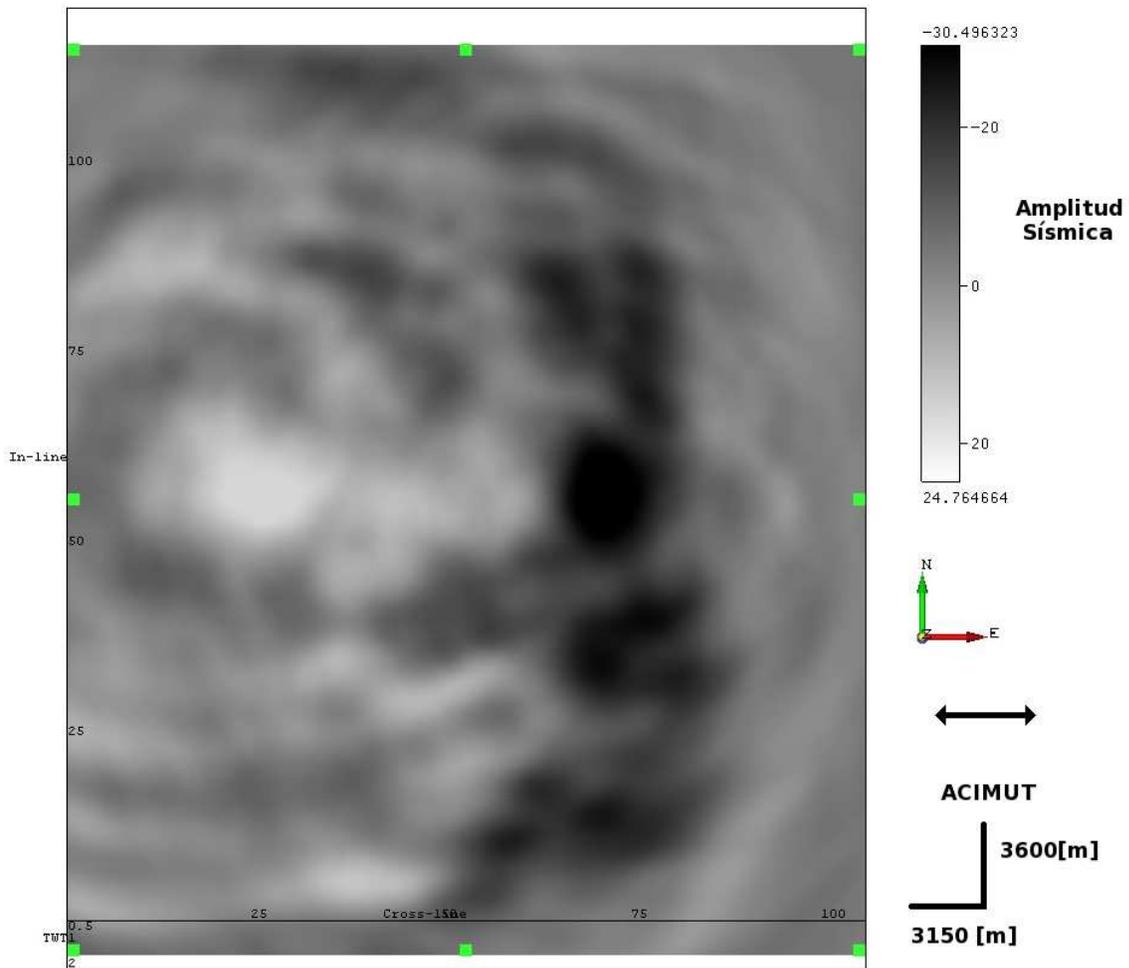


Figura 4.11: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 5, definición convencional de acimut. La distorsión es similar al anterior grupo, y es muy alta.

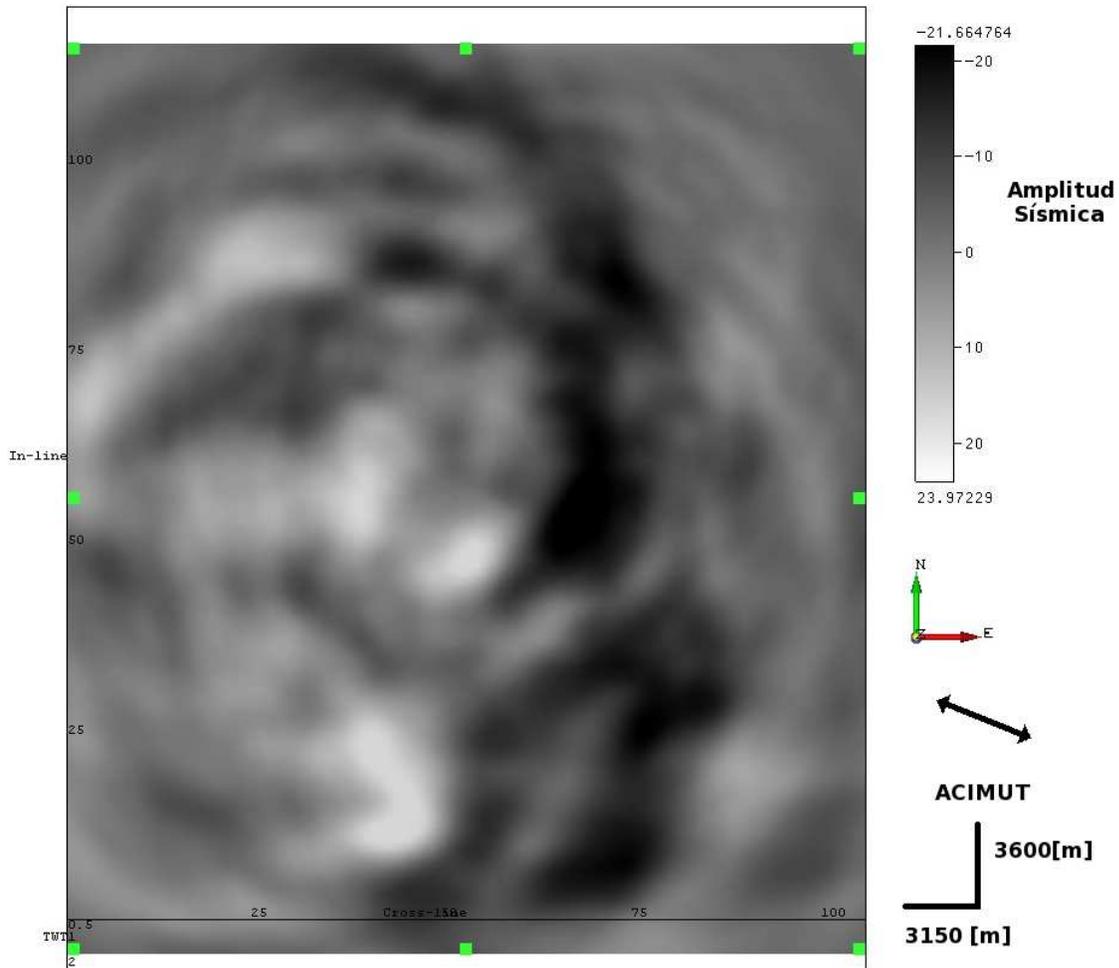


Figura 4.12: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 6, definición convencional de acimut. El nivel de distorción se reduce en algunas zonas pero en otras no.

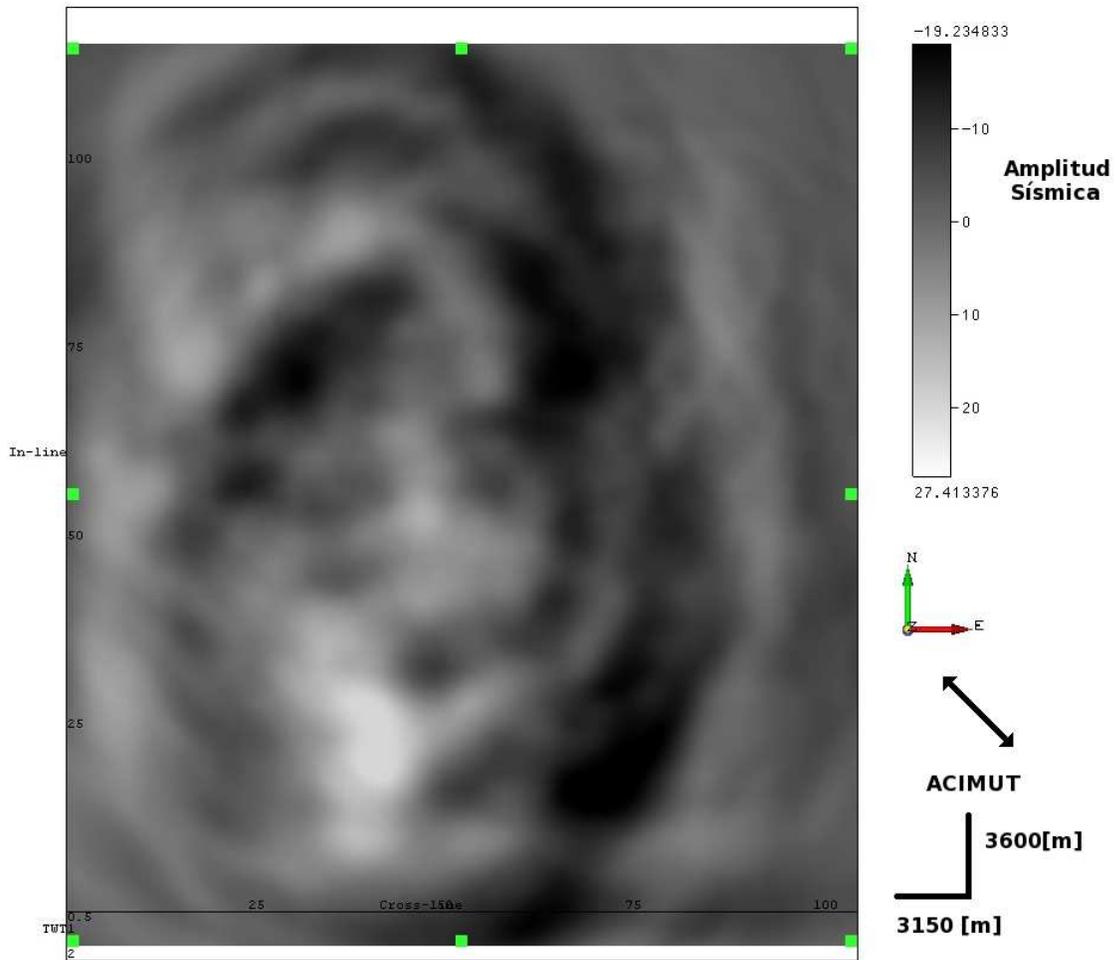


Figura 4.13: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 7, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen mejora, comparándolo con los acimuts cercanos a 90 grados.

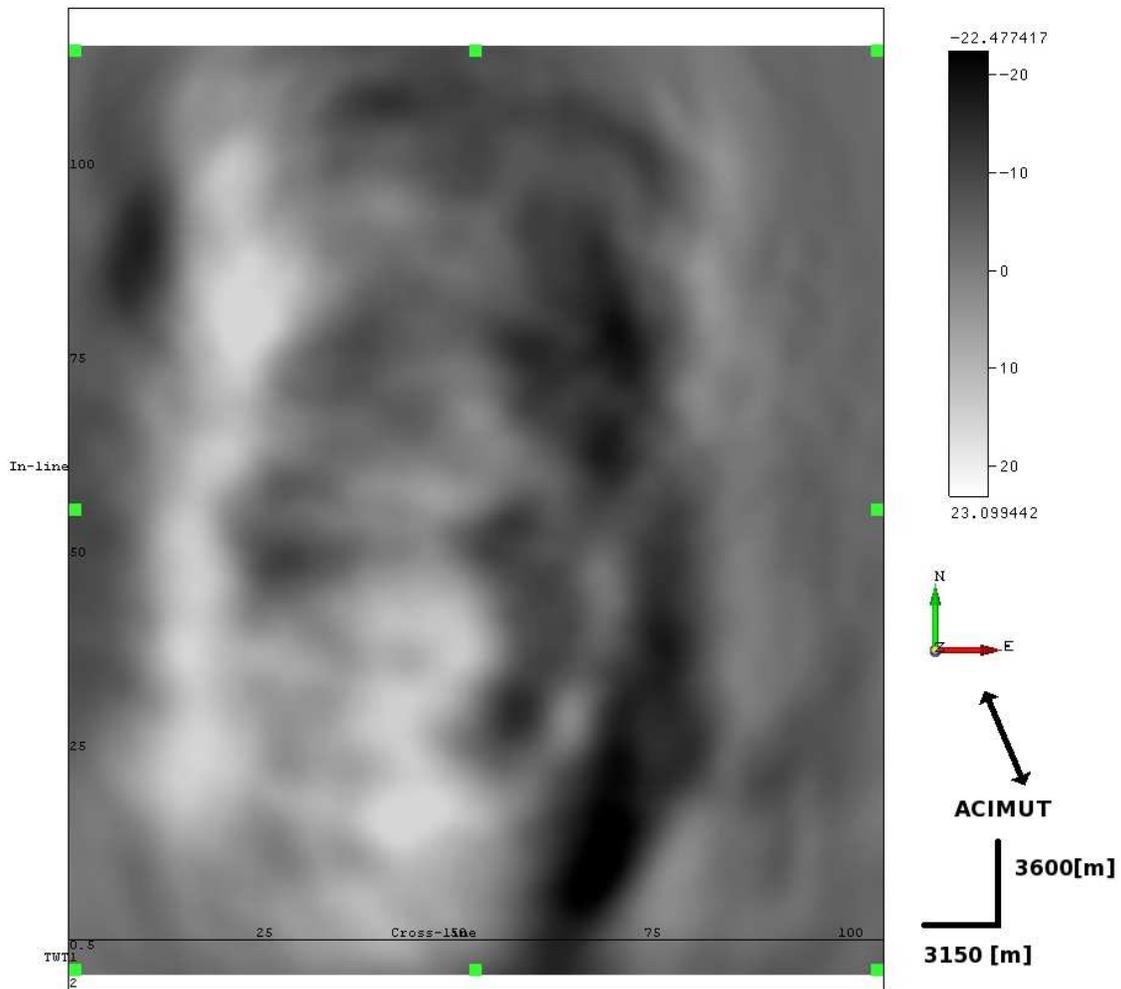


Figura 4.14: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 8, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen es aun mejor y es comparable con la de los primeros acimuts.

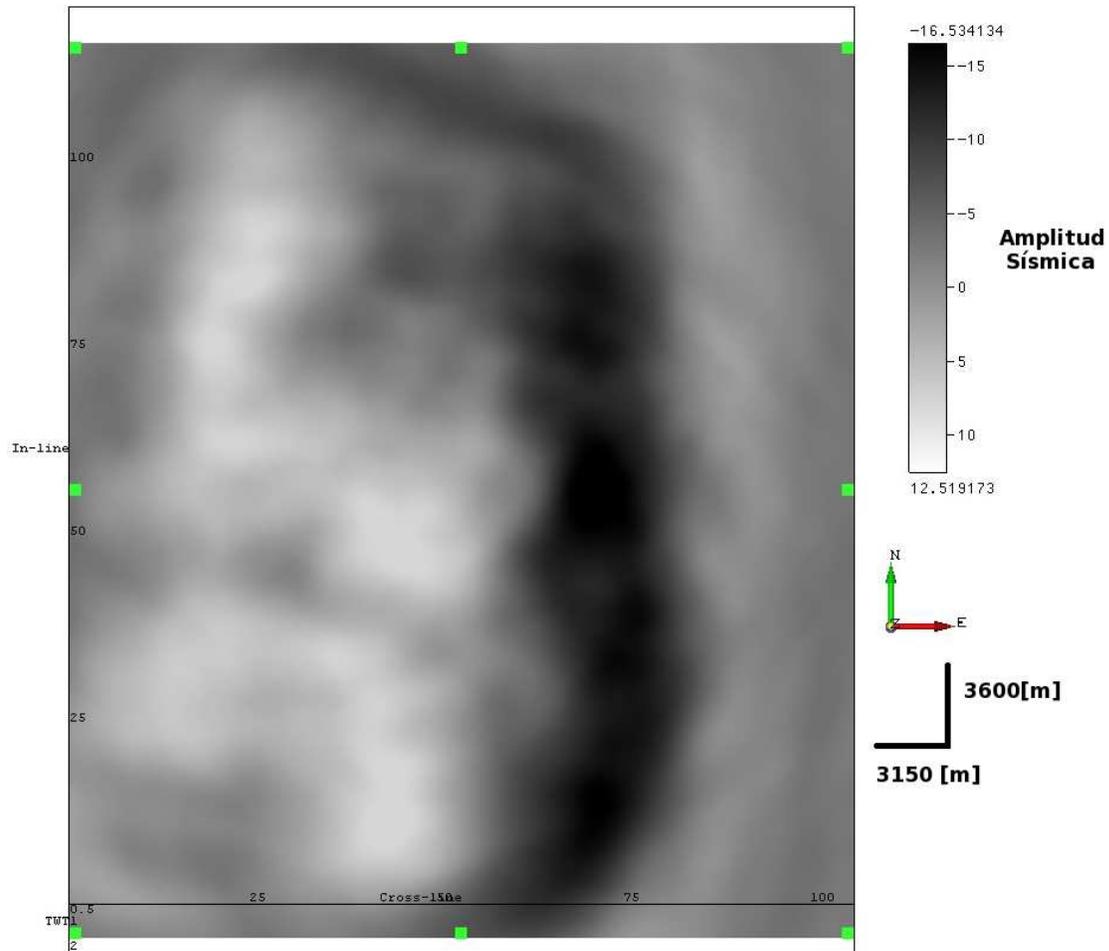


Figura 4.15: Time-slice a 1432 [ms] del volumen completo, luego de sumar cada uno de los grupos de ángulos, definición convencional de acimut. Se aprecia una resolución mucho mejor comparada con cada uno de los grupos de acimuts, y una calidad aproximadamente igual a la de los acimuts cercanos a 0 grados. En las zonas cercanas a los bordes izquierdo y derecho, se alcanza a detectar distorsiones, esto debido al bajo fold, como se mencionaba.

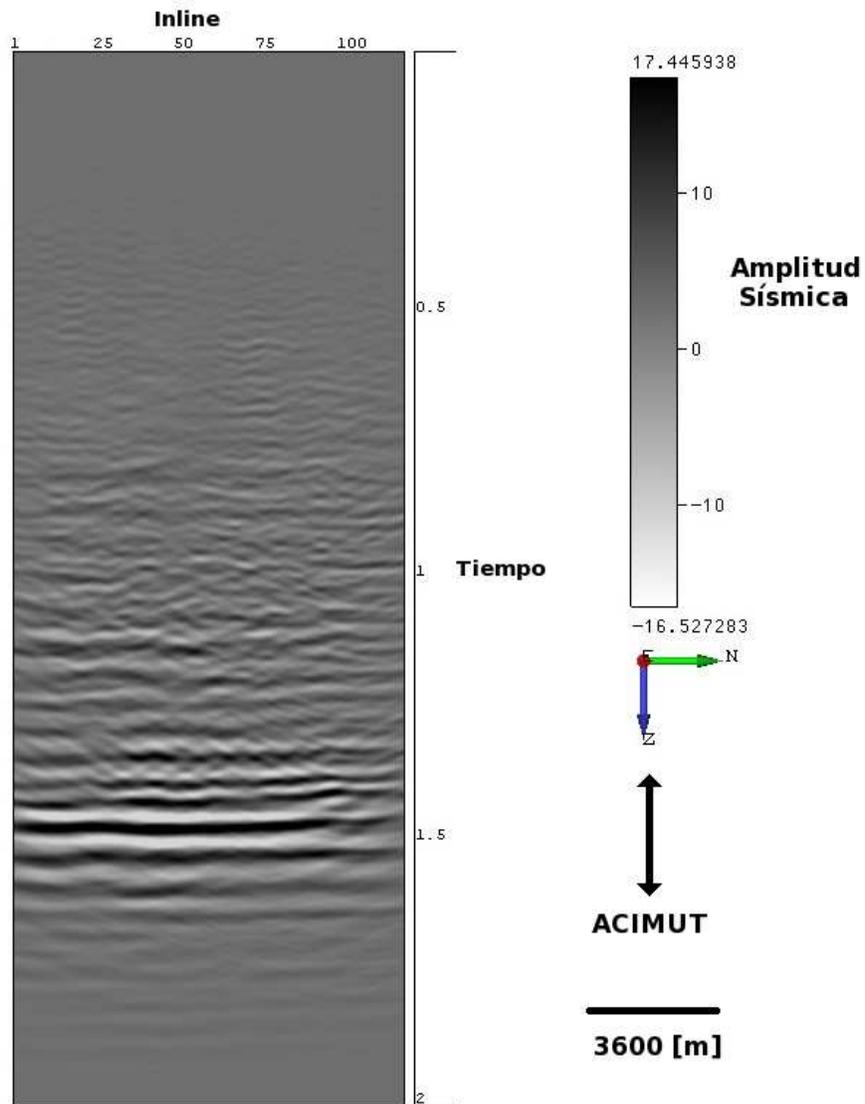


Figura 4.16: Crossline 54, del grupo de acimuts número 1, definición convencional de acimut. La imagen es de una buena calidad, la distorsión es mínima.

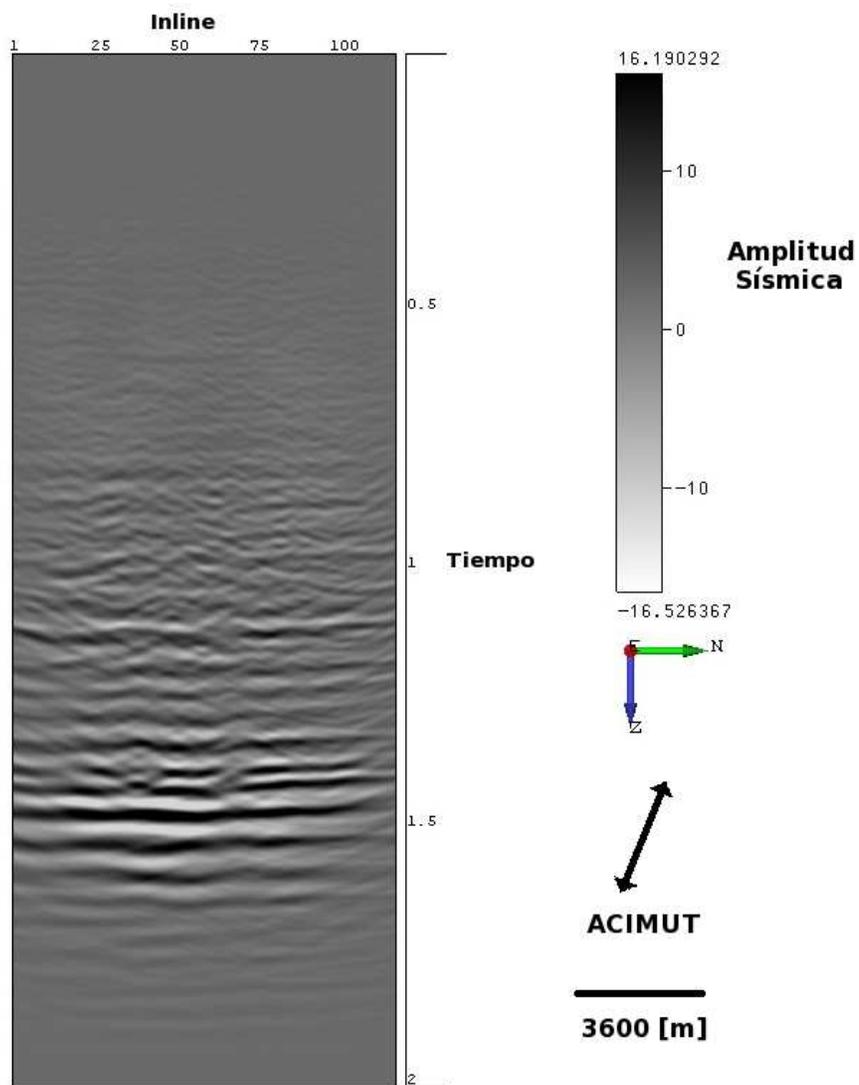


Figura 4.17: Crossline 54, del grupo de acimuts número 2, definición convencional de acimut. Aunque la distorsión de la imagen, continúa siendo mínima, empieza a ser más notable comparada con el acimut anterior.

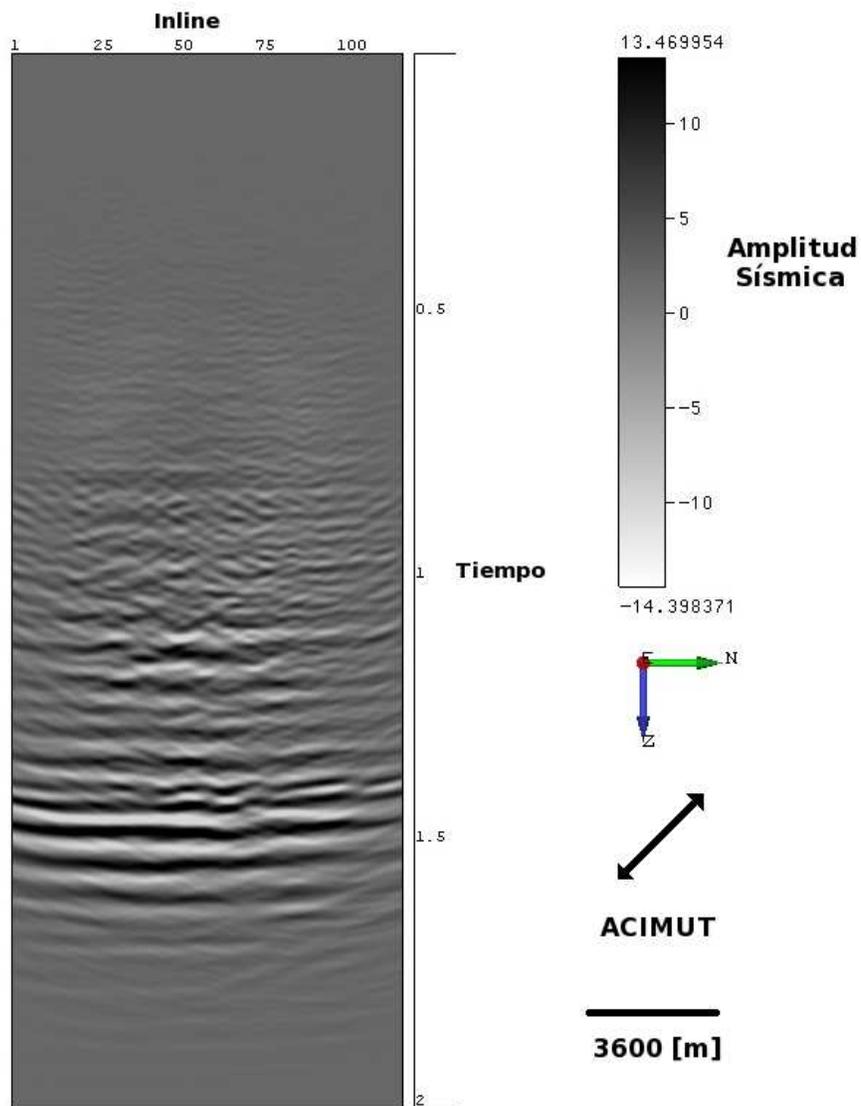


Figura 4.18: Crossline 54, del grupo de acimuts número 3, definición convencional de acimut. La distorsión sigue aumentando y el comportamiento es similar al del time-slice.

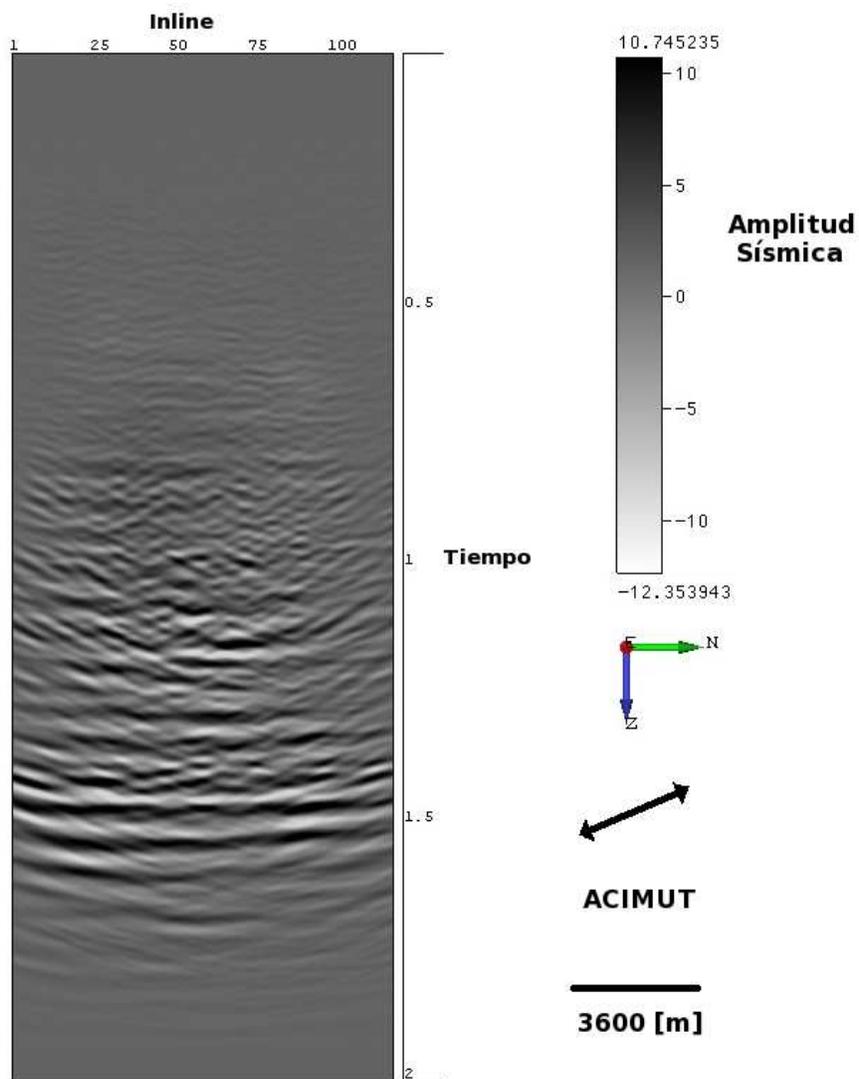


Figura 4.19: Crossline 54, del grupo de acimuts número 4, definición convencional de acimut. La distorción es mayor, se alcanza a visualizar discontinuidades en los reflectores cercanos a 1.5 [s].

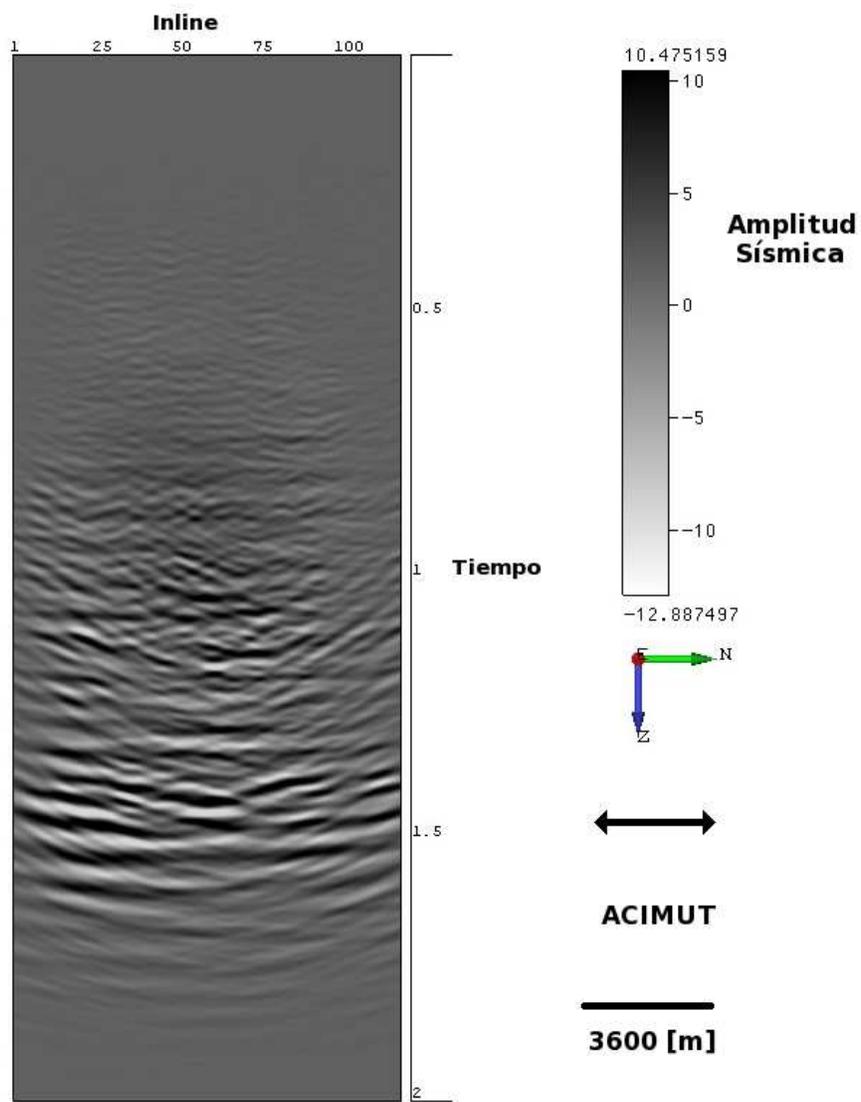


Figura 4.20: Crossline 54, del grupo de acimuts número 5, definición convencional de acimut. Gran distorción y discontinuidades en los reflectores.

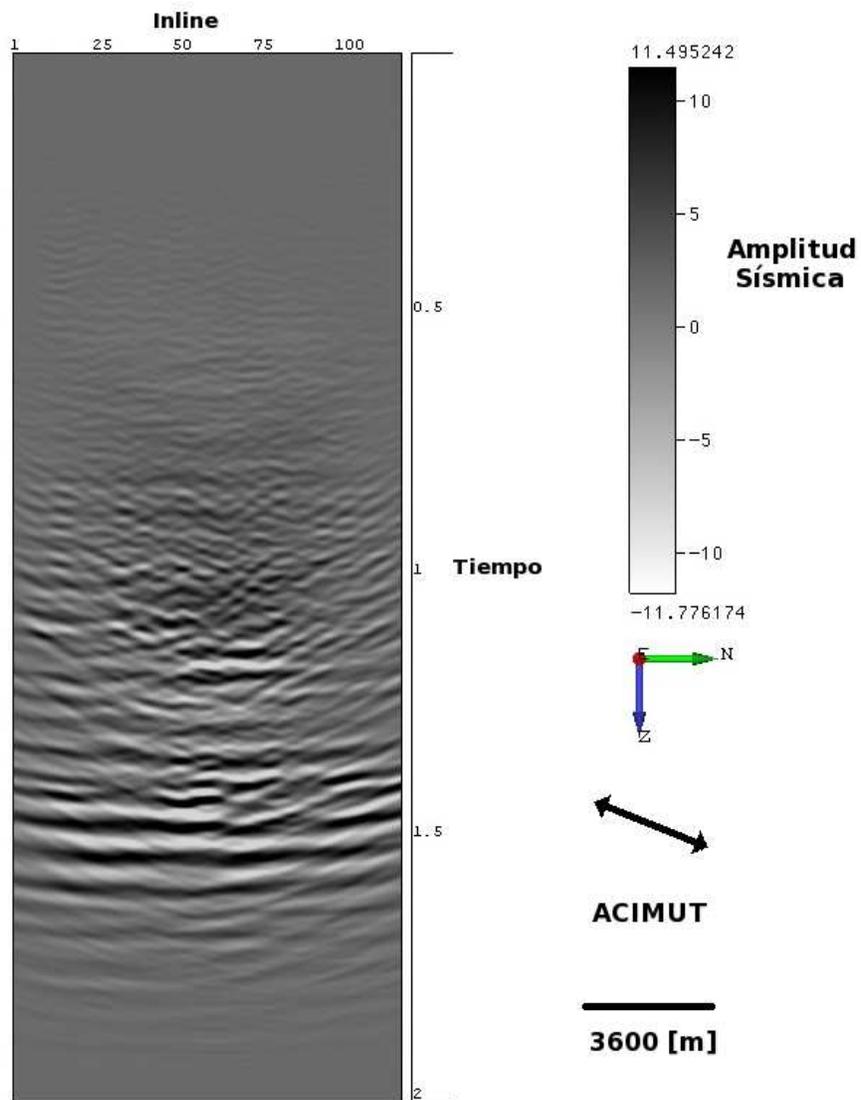


Figura 4.21: Crossline 54, del grupo de acimuts número 6, definición convencional de acimut. La resolución mejora en unas zonas, pero en otras no.

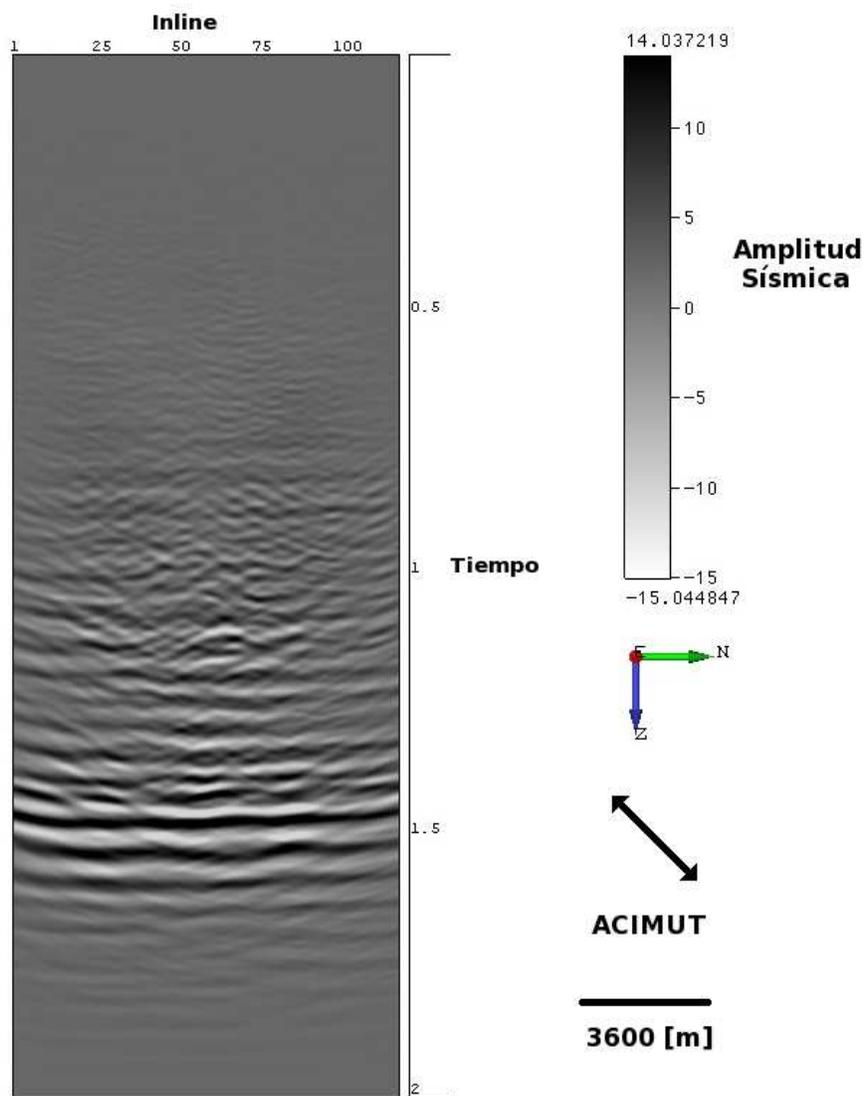


Figura 4.22: Crossline 54, del grupo de acimuts número 7, definición convencional de acimut. Mejora la resolución y la continuidad de los reflectores.

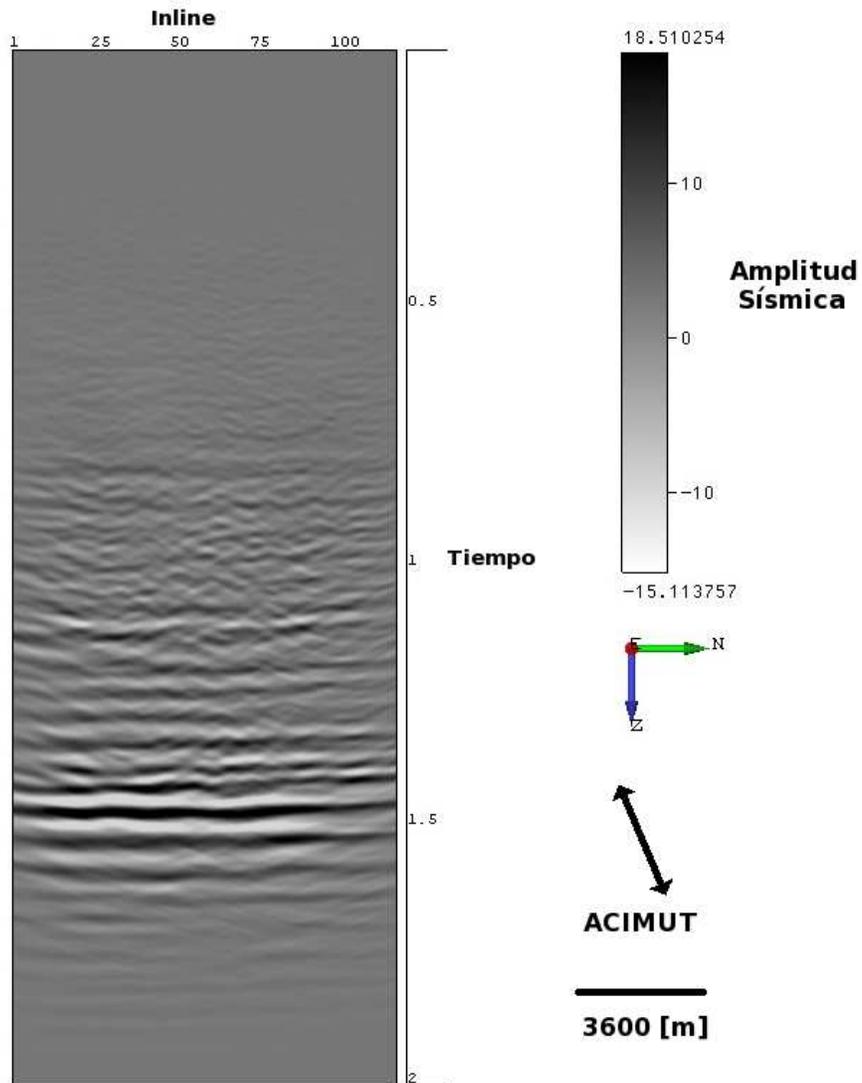


Figura 4.23: Crossline 54, del grupo de acimuts número 8, definición convencional de acimut. La resolución es mucho mejor y es similar a la de los acimuts cercanos a 0 grados.

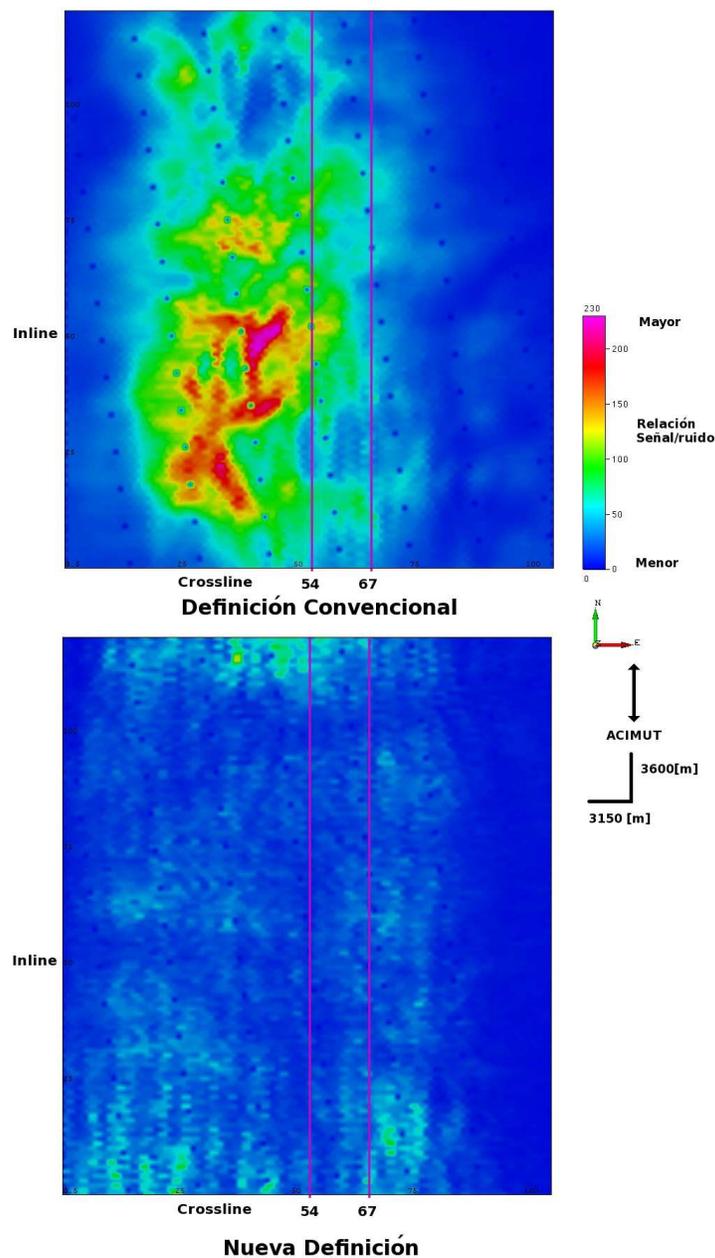


Figura 4.24: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 1, para las dos definiciones de acimut. Los valores más altos de SNR, se obtuvieron con la definición formal y como era de esperarse los valores altos se encuentran en la zona central. Para la definición convencional, el crossline 54 cruza la mayoría de zonas de alto SNR y el crossline 67 cruza zonas de menor SNR. Para la nueva definición los dos crossline cruzan zonas de bajo SNR.

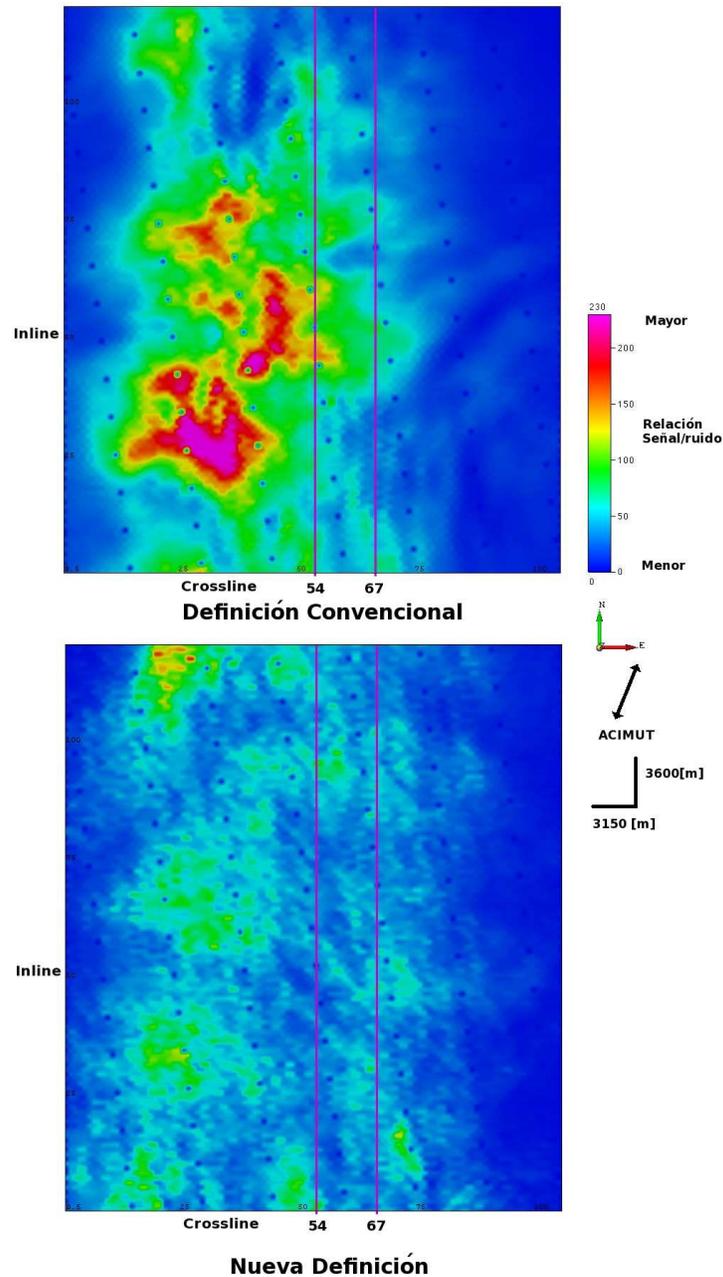


Figura 4.25: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 2, para las dos definiciones de acimut. Al igual que el caso anterior los mayores valores se obtuvieron en la definición convencional. Se observa un desplazamiento de los valores altos, para la definición convencional rotan en paralelo al acimut y para la nueva definición el desplazamiento de los valores altos de SNR es perpendicular. Al igual que en el caso anterior, los crossline cruzan zonas de alto y bajo SNR, pero las diferencias en los valores de SNR se identifica mejor en el caso convencional.

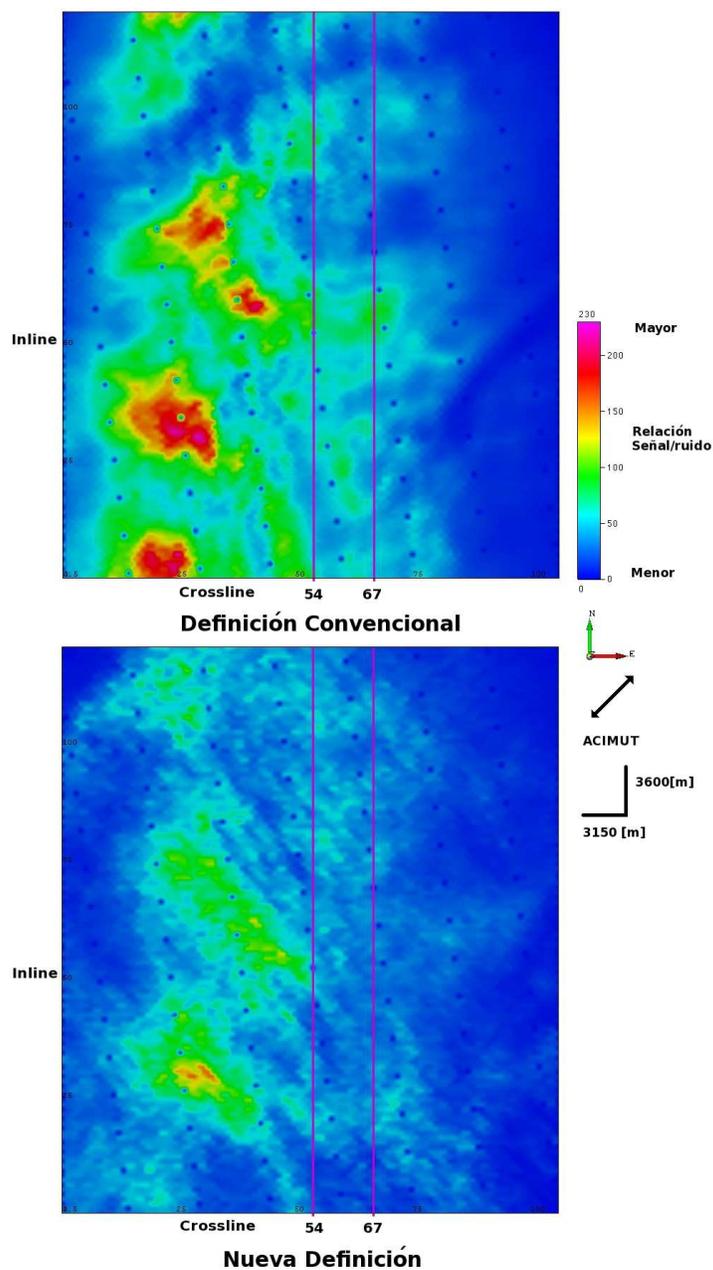


Figura 4.26: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 3, para las dos definiciones de acimut. Los valores más altos de SNR se obtuvieron para la definición convencional. Se observa un desplazamiento de los valores de SNR, en el caso convencional los valores rotan en forma paralela al acimut y en la nueva definición es perpendicular. El crossline 54 en la definición convencional cruza valores altos de SNR, pero no es lo mismo como en el caso anterior, y el crossline 67 cruza zonas similares al crossline 54. Para la nueva definición ambos crosslines, cruzan zonas de valores medios y bajos de SNR.

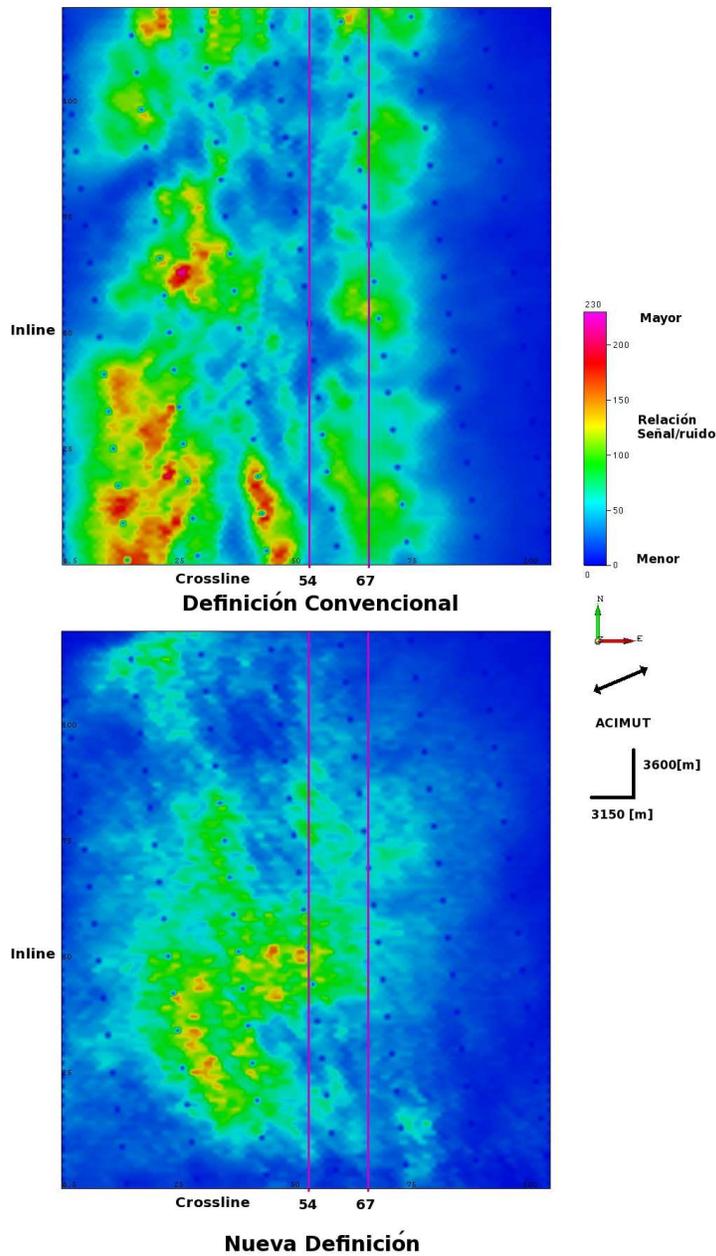


Figura 4.27: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 4, para las dos definiciones de acimut. Ambas definiciones de acimut, poseen valores altos de SNR. Para la definición convencional, el crossline 54 cruza zonas de bajo SNR y el crossline 67 cruza zonas de mejor SNR. En la nueva definición ambos crossline, cruzan zonas similares de SNR. Al igual que en los casos anteriores, se observan desplazamientos de los valores altos de SNR, en la definición convencional, estos se expanden de forma paralela al acimut y en la nueva definición, esta expansión se hace de forma perpendicular.

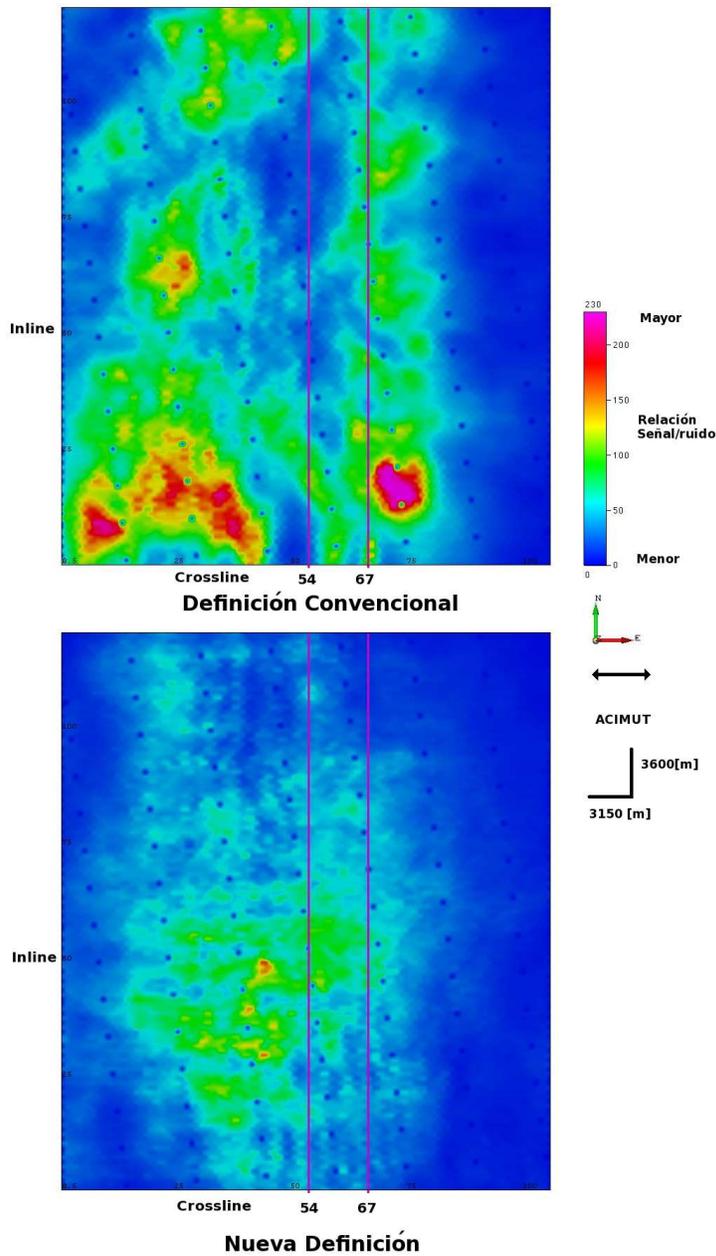


Figura 4.28: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 5, para las dos definiciones de acimut. Hay gran diferencia entre los valores de SNR, para cada definición existen zonas de alto y bajo SNR. Para el caso de la definición convencional, el crossline 54 cruza valores bajos de SNR, en la zona central y el crossline 67 cruza zonas con valores mas altos de SNR. Para la nueva definición, los dos crosslines cruzan zonas similares, no hay gran diferencia. El desplazamiento de los valores altos de SNR, es similar a los casos anteriores.

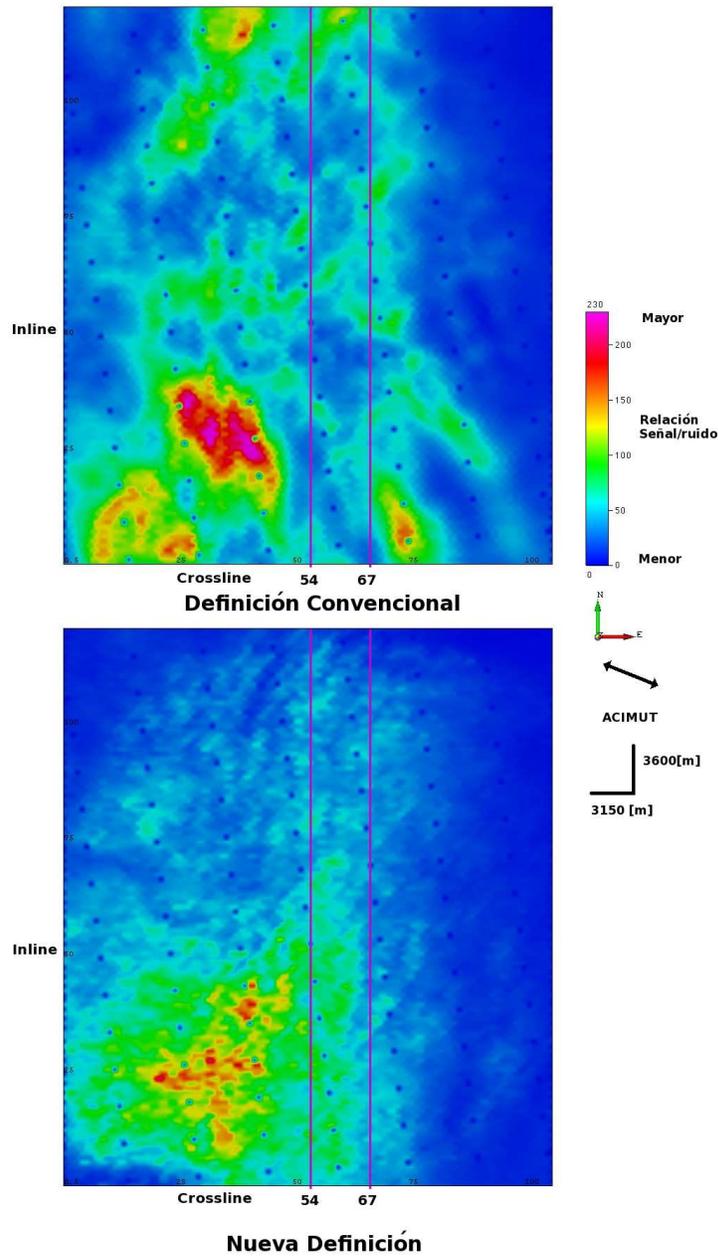


Figura 4.29: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 6, para las dos definiciones de acimut. Cada definición de acimut, posee zonas de alta y baja SNR. En el caso de la definición convencional, el crossline 54 y 67 atraviesan zonas de alto y bajo SNR, no hay gran diferencia. Para la nueva definición el crossline 54, atravieza zonas de mejor SNR, pero la diferencia no es notoria. Ocurren desplazamientos de las zonas de alto SNR, al igual que en los anteriores casos.

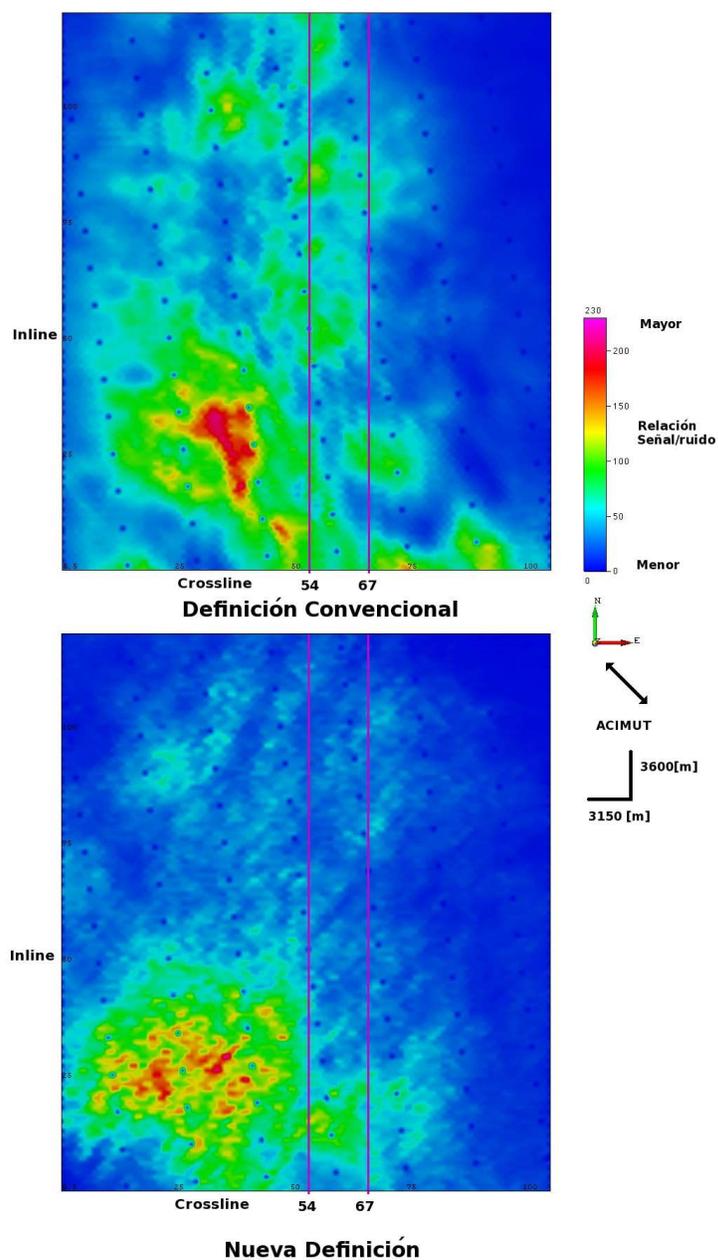


Figura 4.30: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 7, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los dos crosslines pasan por zonas similares, en cuanto a valores de SNR, igual situación sucede con la nueva definición, aquí los valores altos de SNR, están en los primeros inlines. Ocurren desplazamientos de las zonas de alto SNR, al igual que en los anteriores casos.

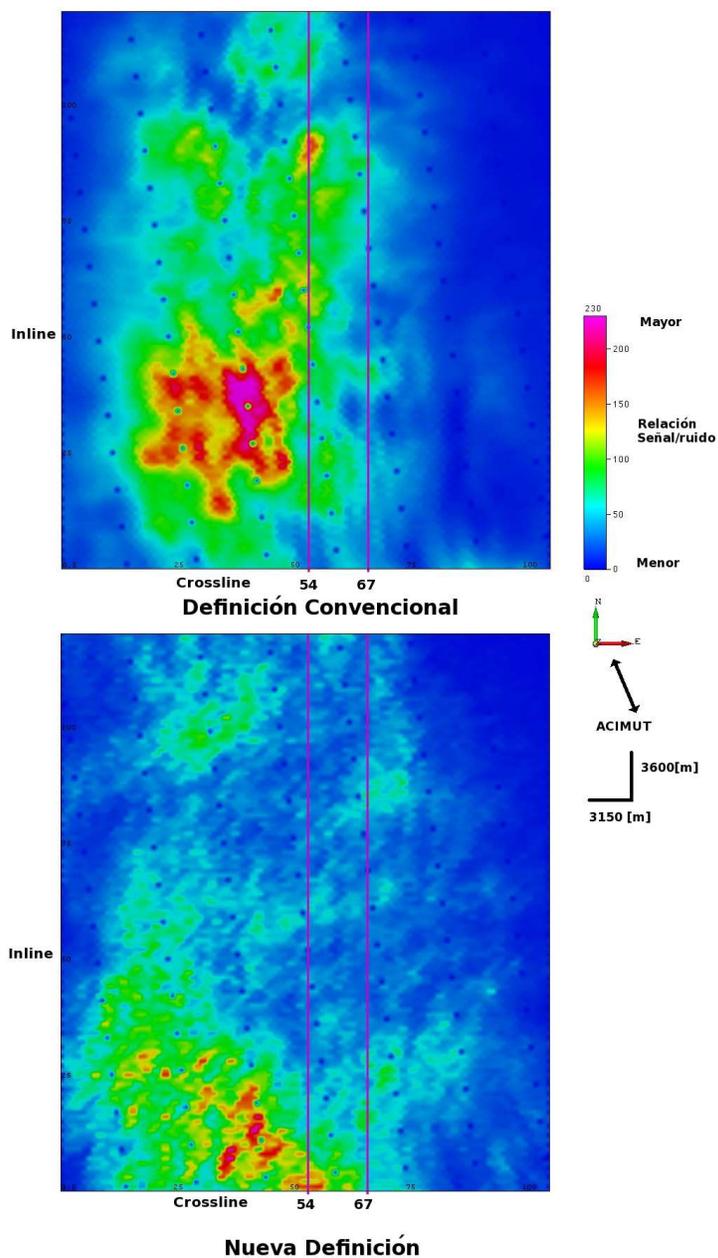


Figura 4.31: Imagen time-slice de la relación señal/ruido para el grupo de acimuts 8, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, el crossline 54 pasa por zonas de alto SNR, y en cambio el crossline 67 pasa por zonas de bajo SNR. En la nueva definición los dos crosslines atraviezan zonas, con comportamiento similar en cuanto a SNR. Ocurren desplazamientos de las zonas de alto SNR, al igual que en los anteriores casos.

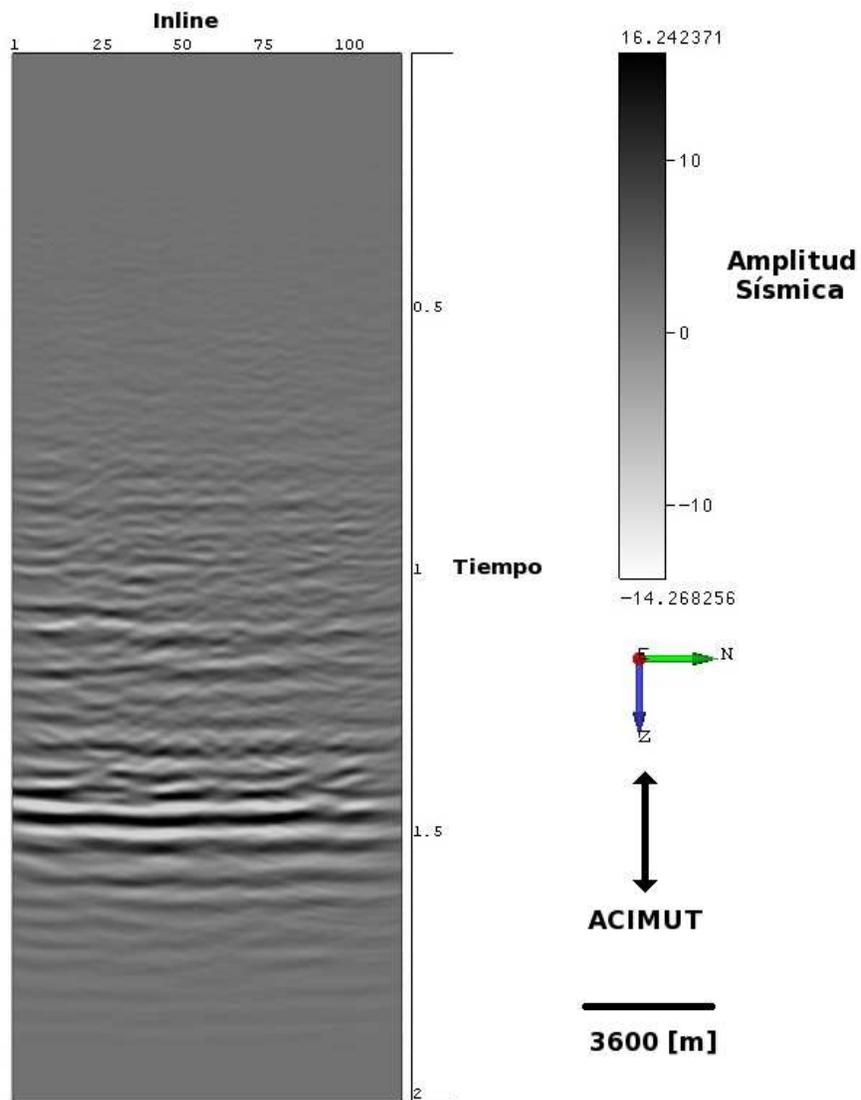


Figura 4.32: Crossline 67, del grupo de acimuts número 1, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

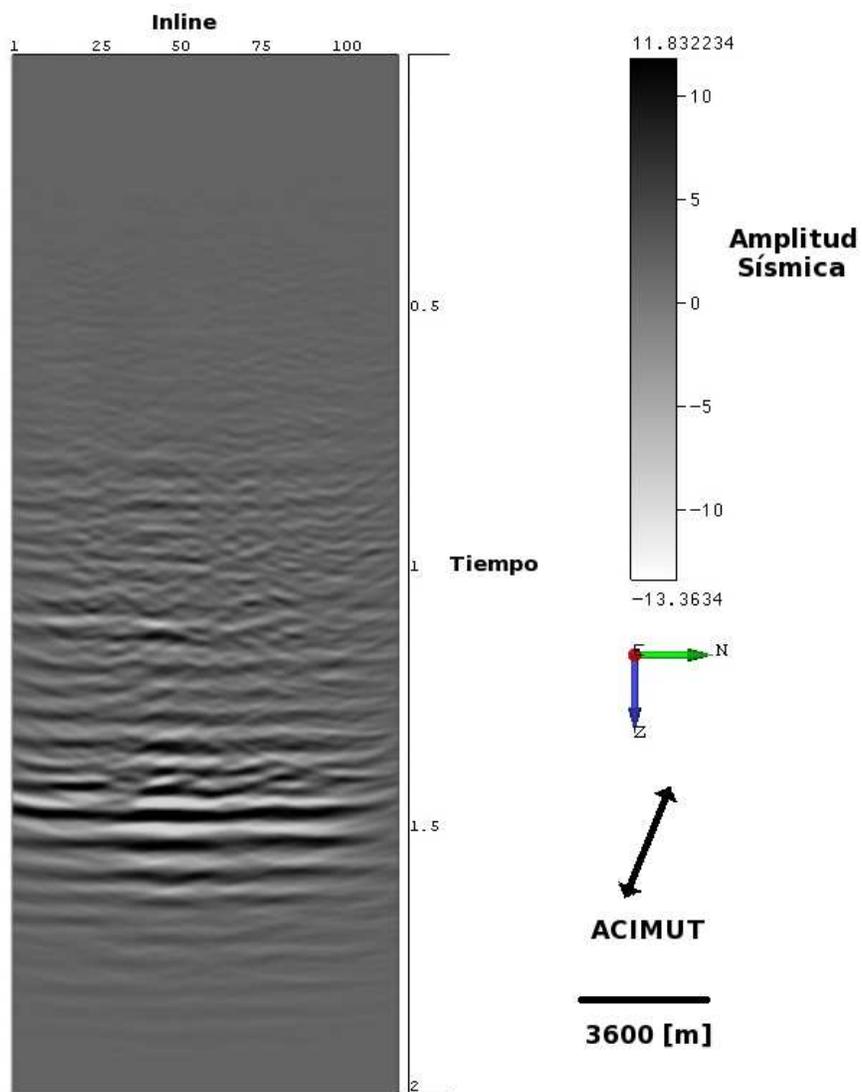


Figura 4.33: Crossline 67, del grupo de acimuts número 2, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

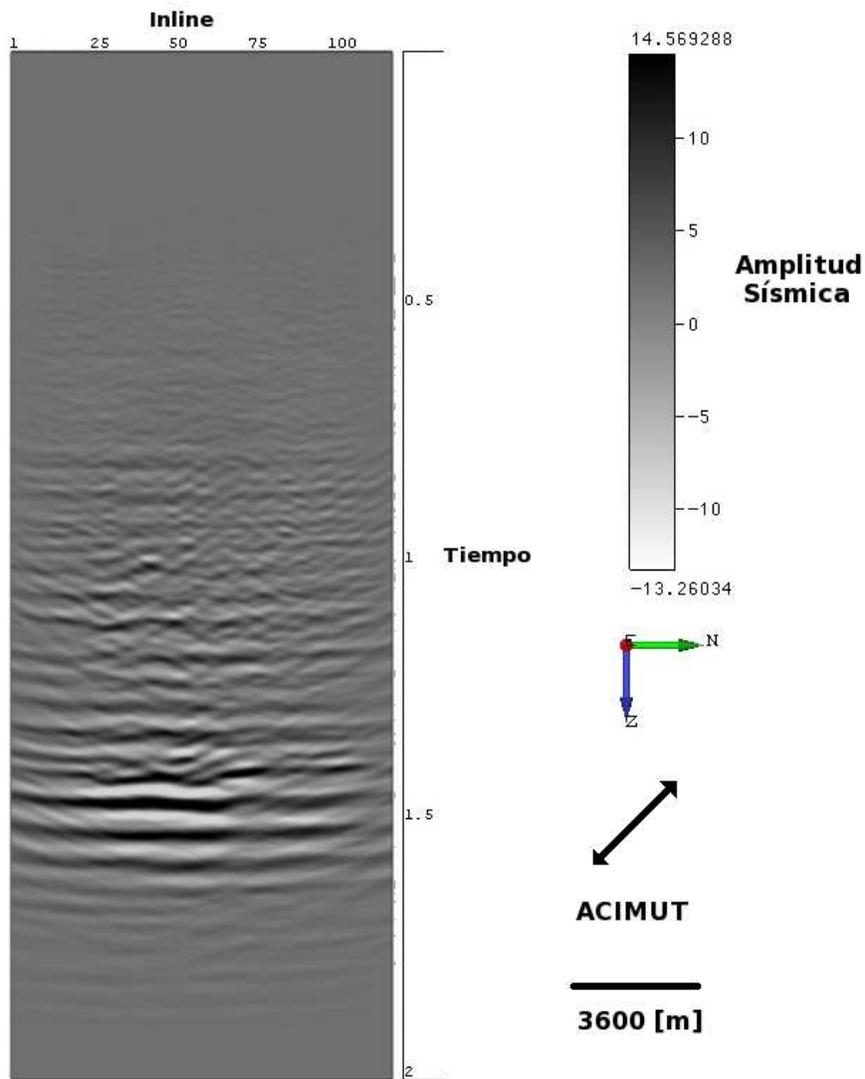


Figura 4.34: Crossline 67, del grupo de acimuts número 3, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

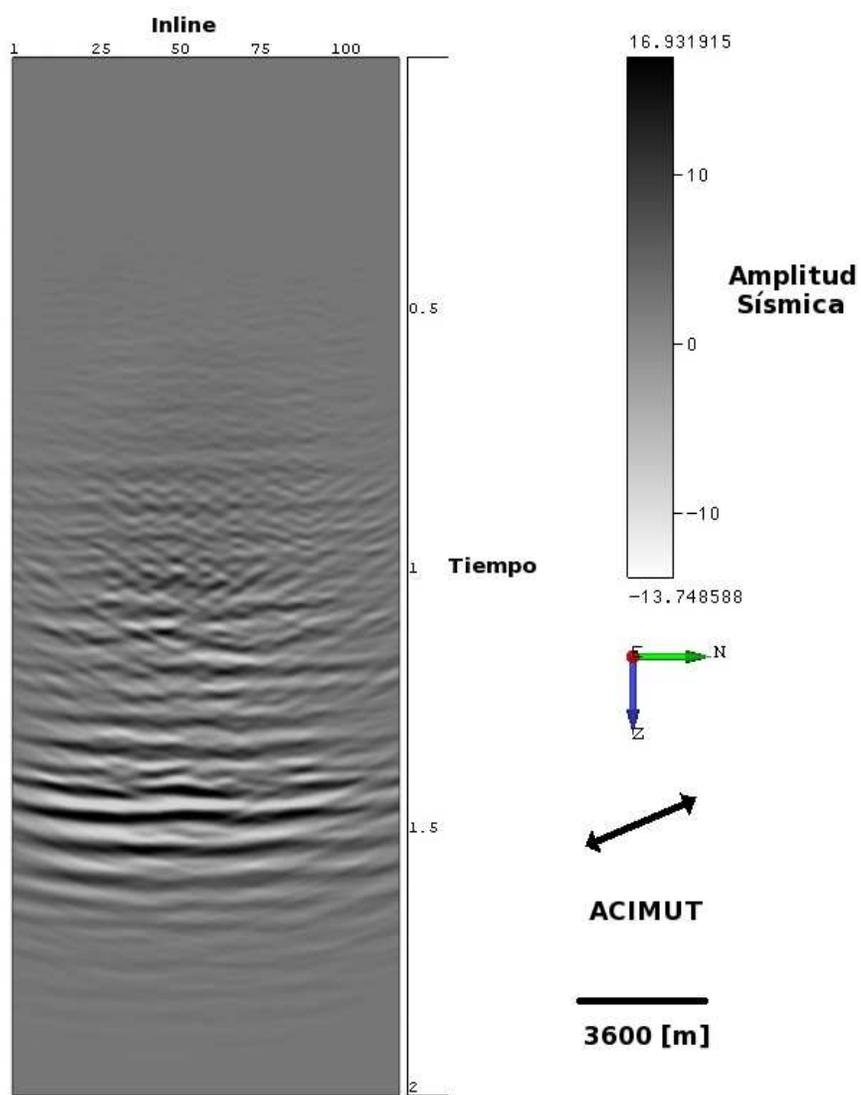


Figura 4.35: Crossline 67, del grupo de acimuts número 4, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

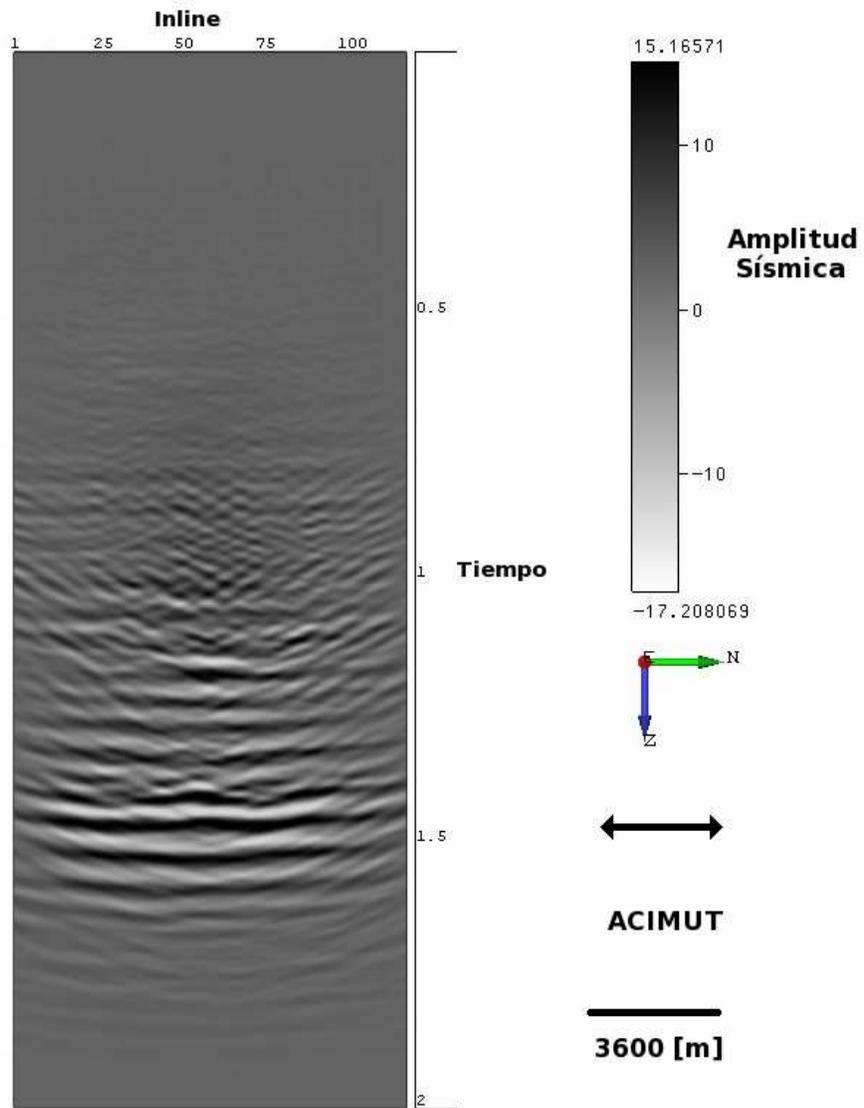


Figura 4.36: Crossline 67, del grupo de acimuts número 5, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

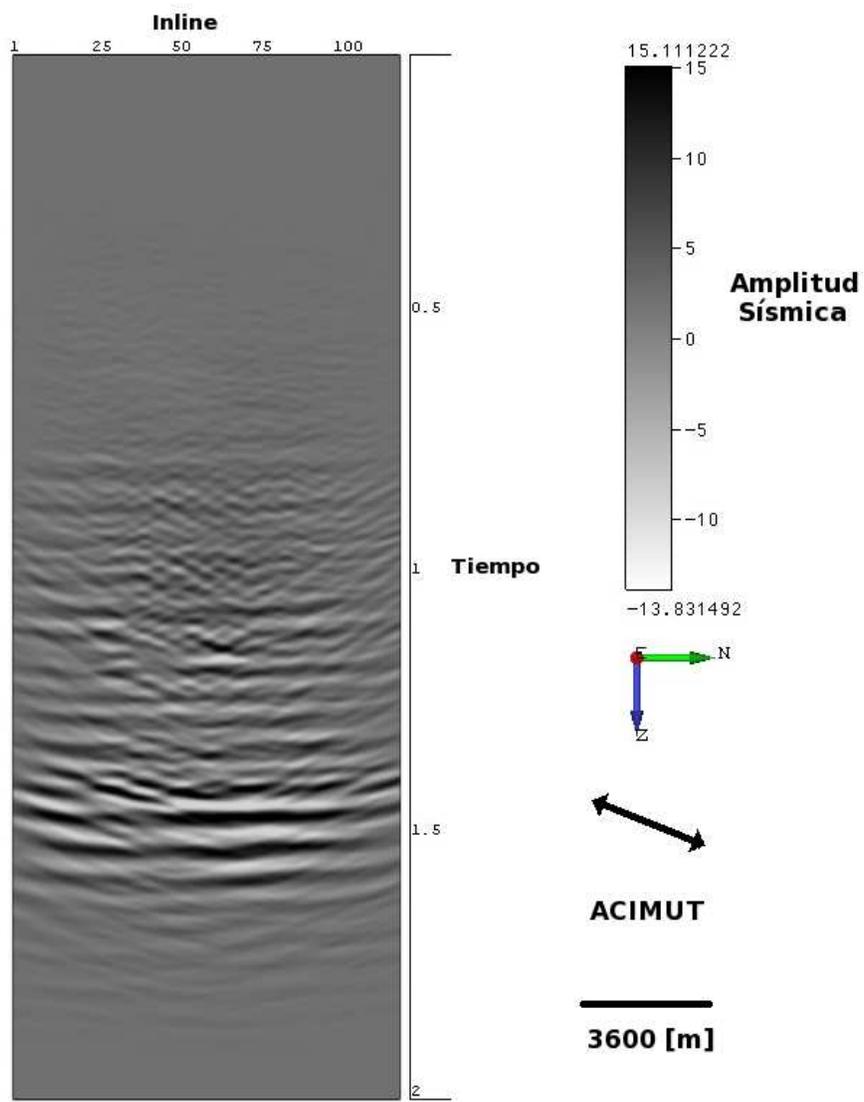


Figura 4.37: Crossline 67, del grupo de acimuts número 6, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

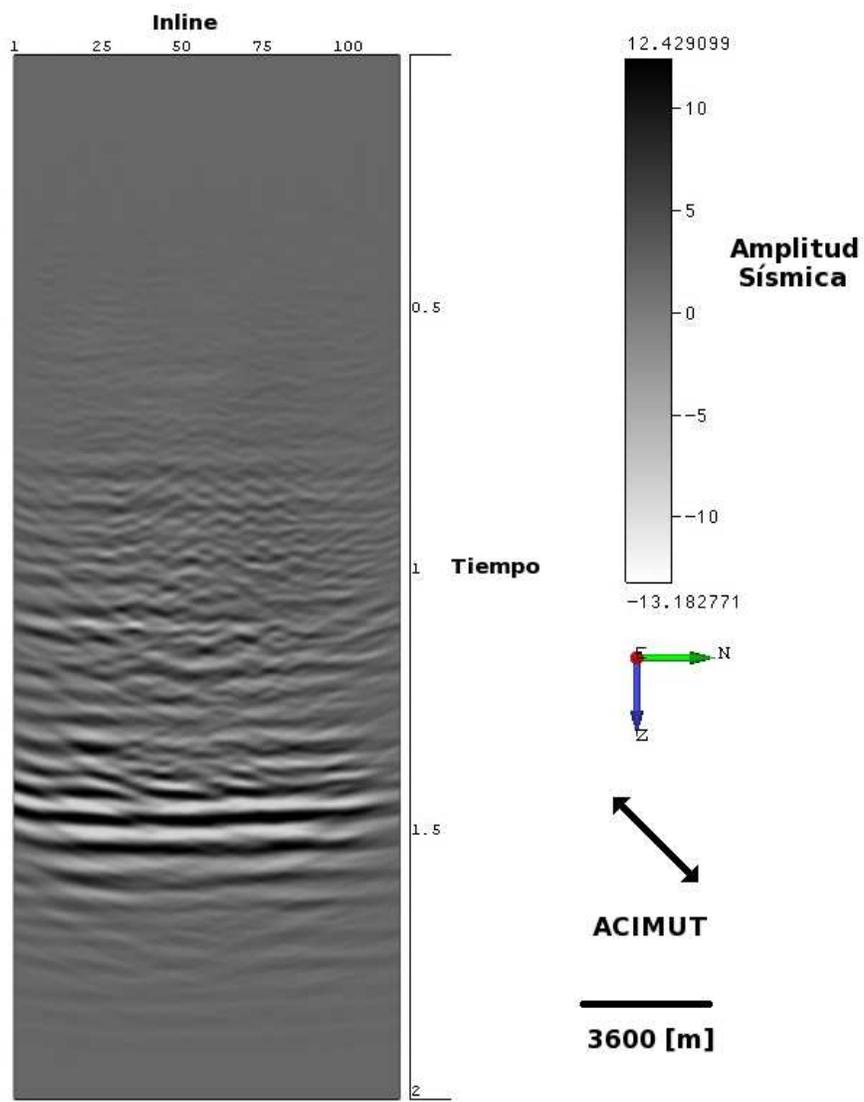


Figura 4.38: Crossline 67, del grupo de acimuts número 7, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

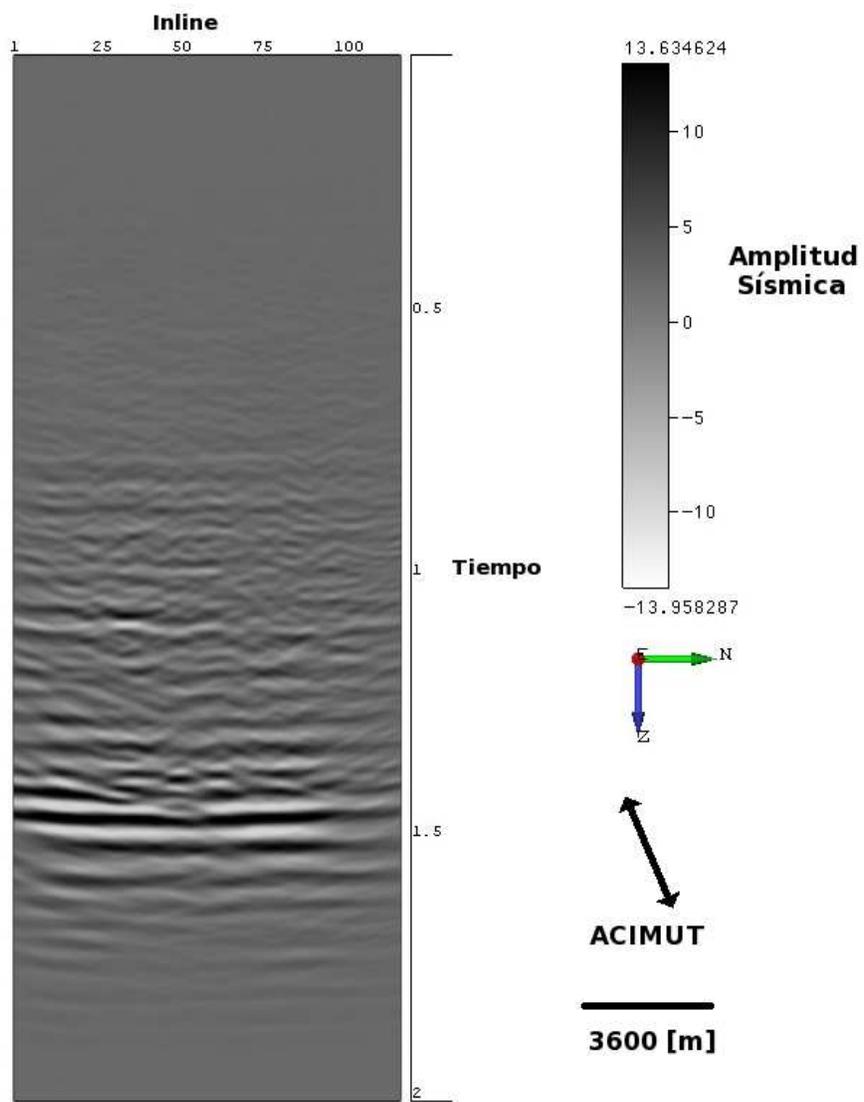


Figura 4.39: Crossline 67, del grupo de acimuts número 8, definición convencional de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

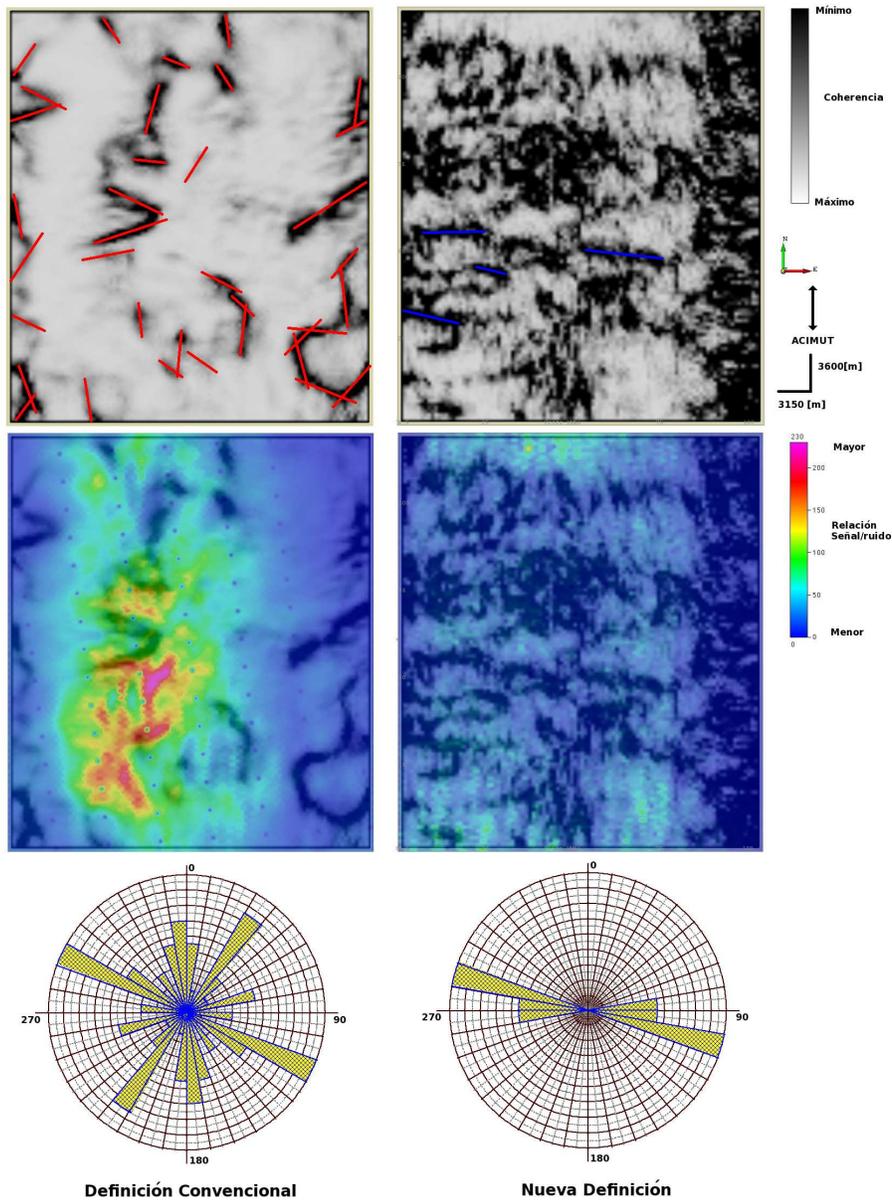


Figura 4.40: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 1, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, se encuentran en varias direcciones, ver roseta en la parte inferior del gráfico, además la mayoría de los lineamientos, se encuentran en zonas de baja SNR. Para la nueva definición, los lineamientos, líneas azules, presentan una orientación preferente, en ángulos aproximadamente perpendiculares al acimut, aunque en este grupo de acimuts, la distorsión es muy grande, ver roseta en la parte inferior. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores.

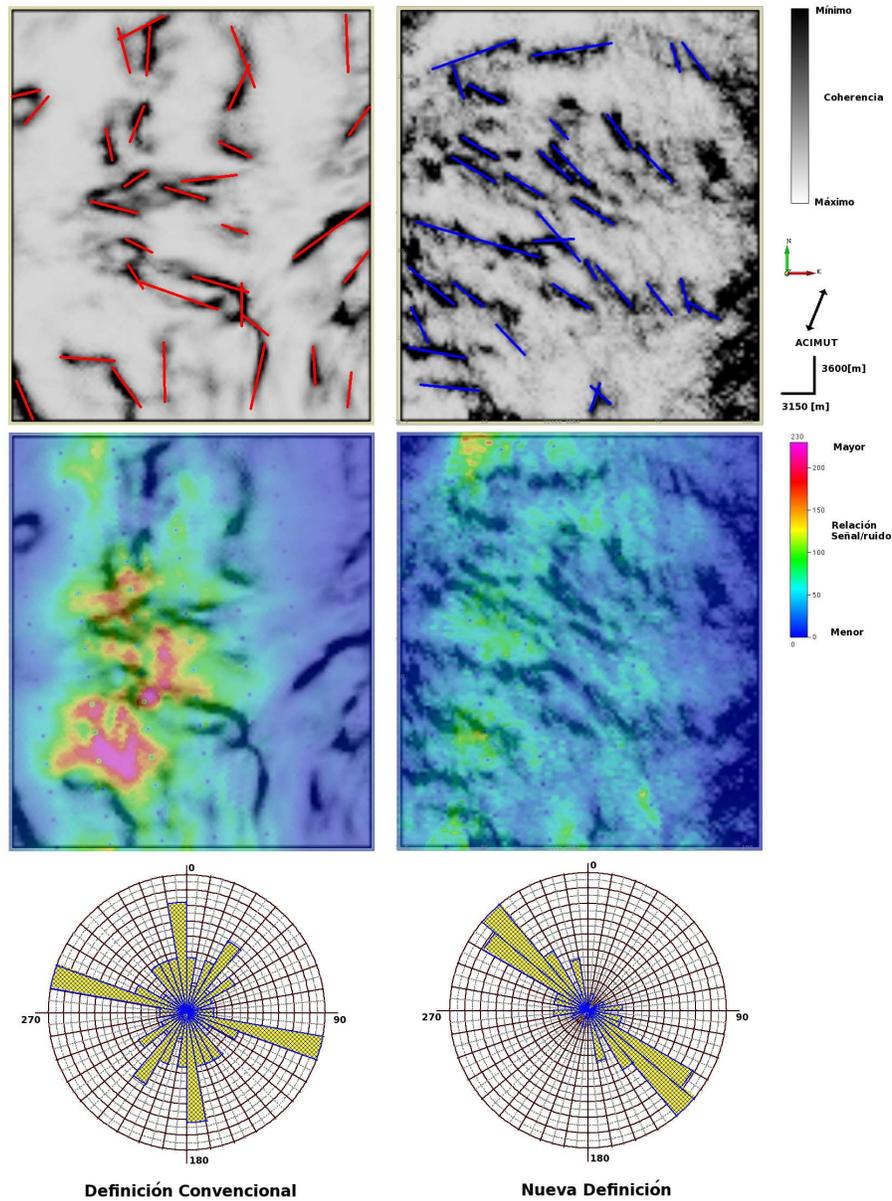


Figura 4.41: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 2, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, se encuentran en varias direcciones, ver roseta en la parte inferior del gráfico, además la mayoría de los lineamientos, se encuentran en zonas de baja SNR. Para la nueva definición de acimut, la mayoría de los lineamientos poseen orientaciones, aproximadamente perpendiculares a los acimuts, ver roseta; al igual que en la definición convencional, gran cantidad de lineamientos están en zonas de baja SNR. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores.

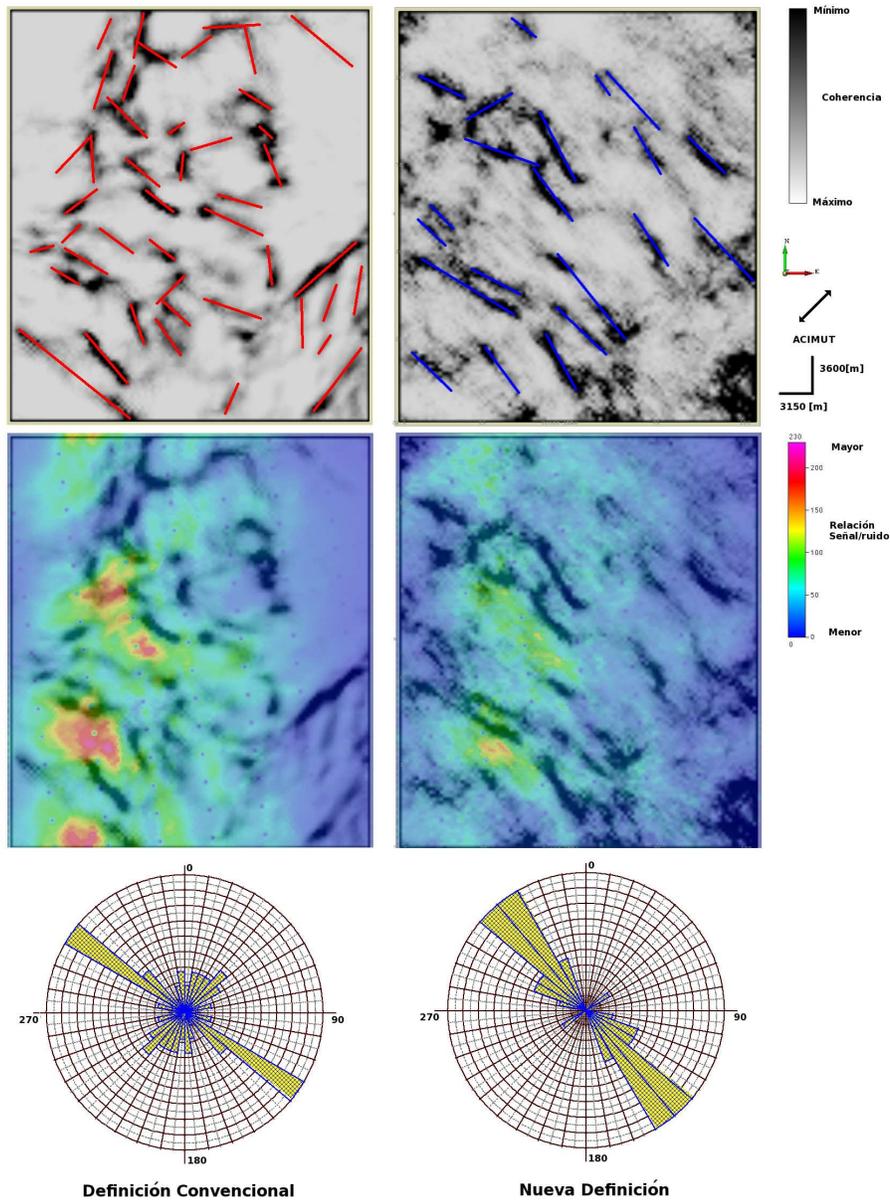


Figura 4.42: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 3, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, tienen orientaciones diferentes a la de los anteriores casos, se aproximan a valores perpendiculares, al valor de los acimuts, ver roseta en la parte inferior. Para la nueva definición, los lineamientos, líneas azules, poseen orientaciones aproximadamente perpendiculares a los valores de los acimuts, ver roseta en la parte inferior. En ambos casos la mayoría de los lineamientos están en zonas de bajo SNR. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores.

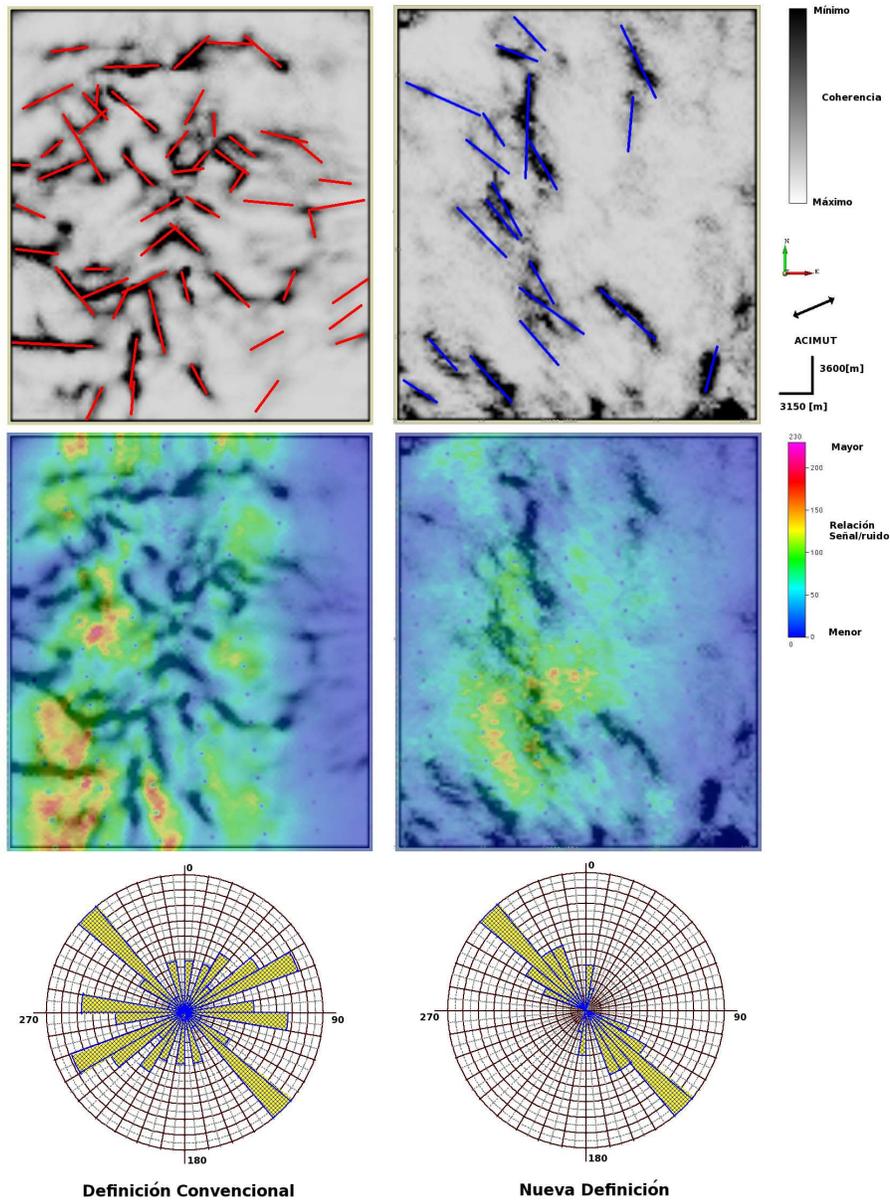


Figura 4.43: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 4, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, se encuentran en varias direcciones, ver roseta en la parte inferior del gráfico. Para la nueva definición, los lineamientos, líneas azules, poseen orientaciones aproximadamente perpendiculares a los valores de los acimuts, ver roseta en la parte inferior. En ambos casos la mayoría de los lineamientos están en zonas de bajo SNR. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores.

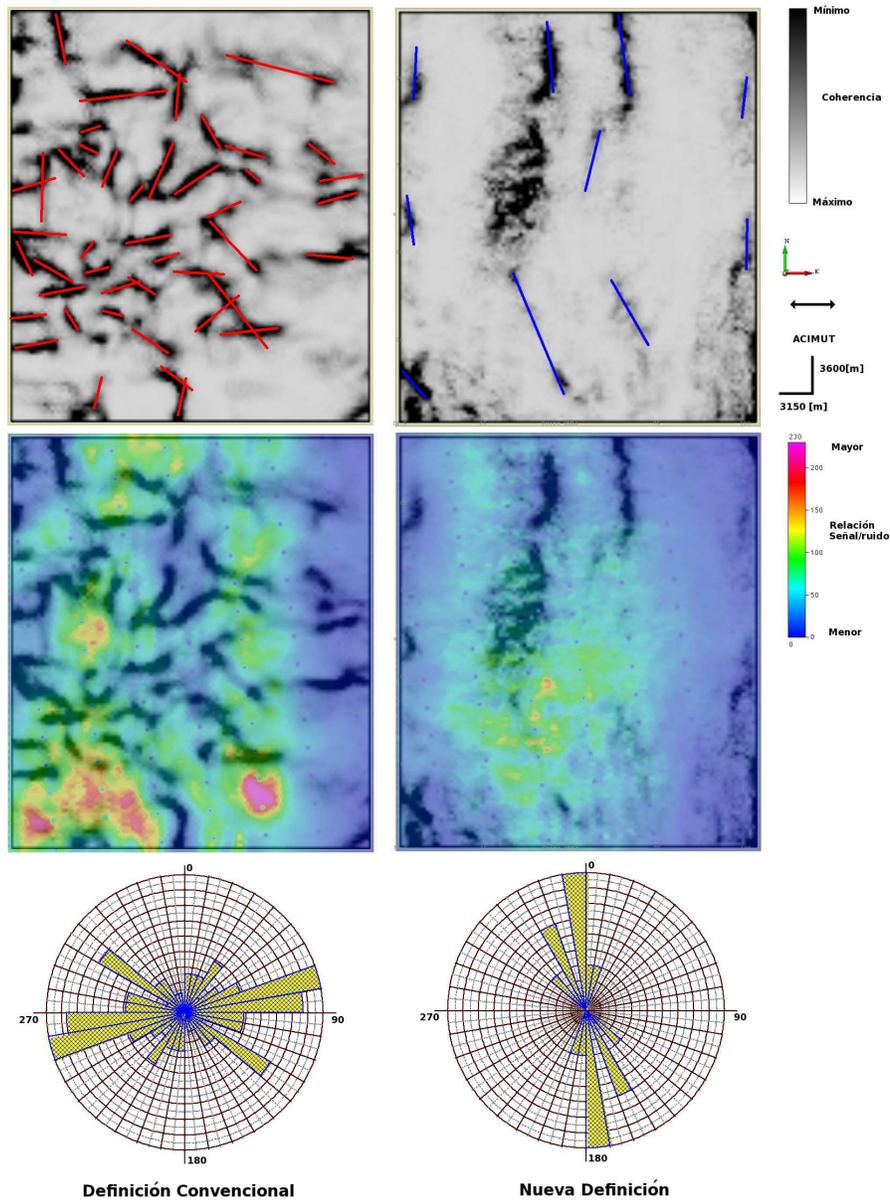


Figura 4.44: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 5, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, se encuentran en varias direcciones, ver roseta en la parte inferior del grafico. Para la nueva definición, los lineamientos, líneas azules, poseen orientaciones aproximadamente perpendiculares a los valores de los acimuts, ver roseta en la parte inferior. En ambos casos la mayoría de los lineamientos están en zonas de bajo SNR. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores.

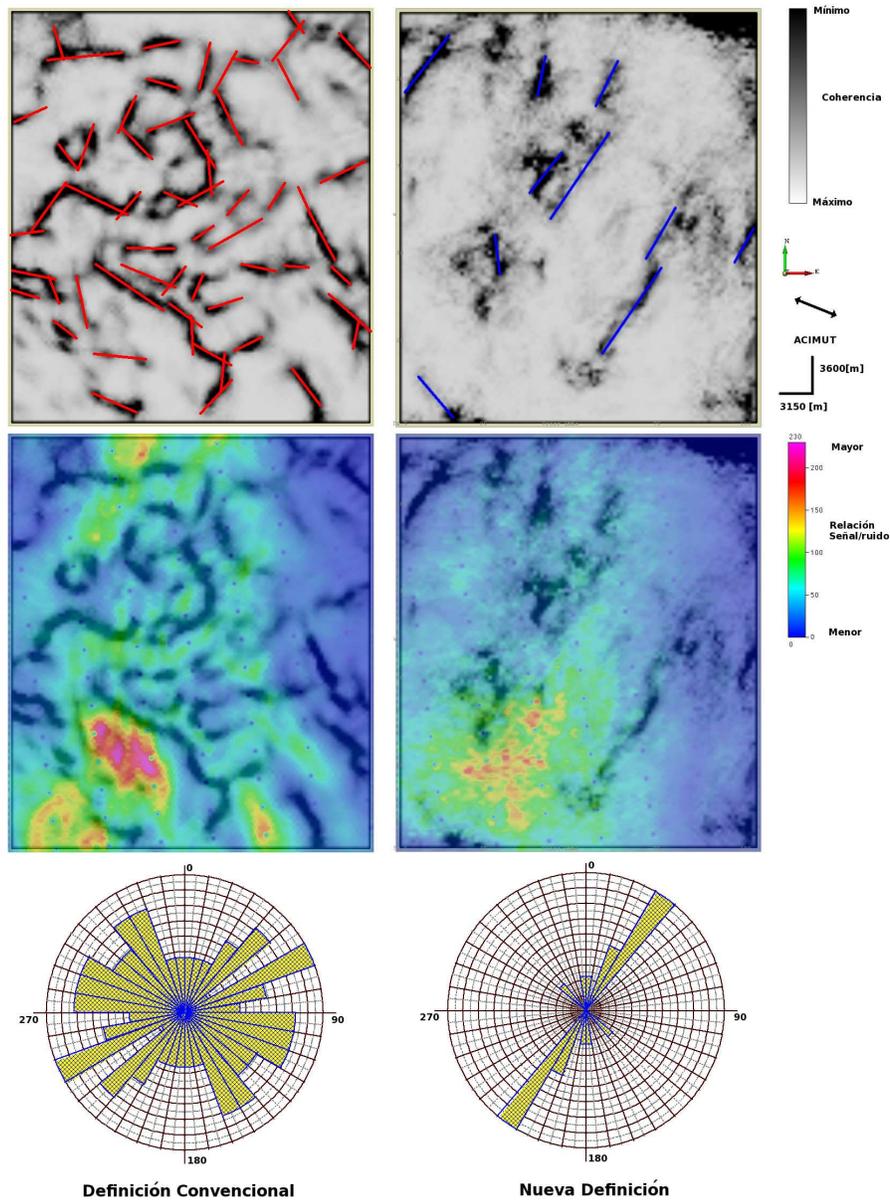


Figura 4.45: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 6, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, se encuentran en varias direcciones, ver roseta en la parte inferior del grafico. Para la nueva definición, los lineamientos, líneas azules, poseen orientaciones aproximadamente perpendiculares a los valores de los acimuts, ver roseta en la parte inferior. En ambos casos la mayoría de los lineamientos están en zonas de bajo SNR. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores.

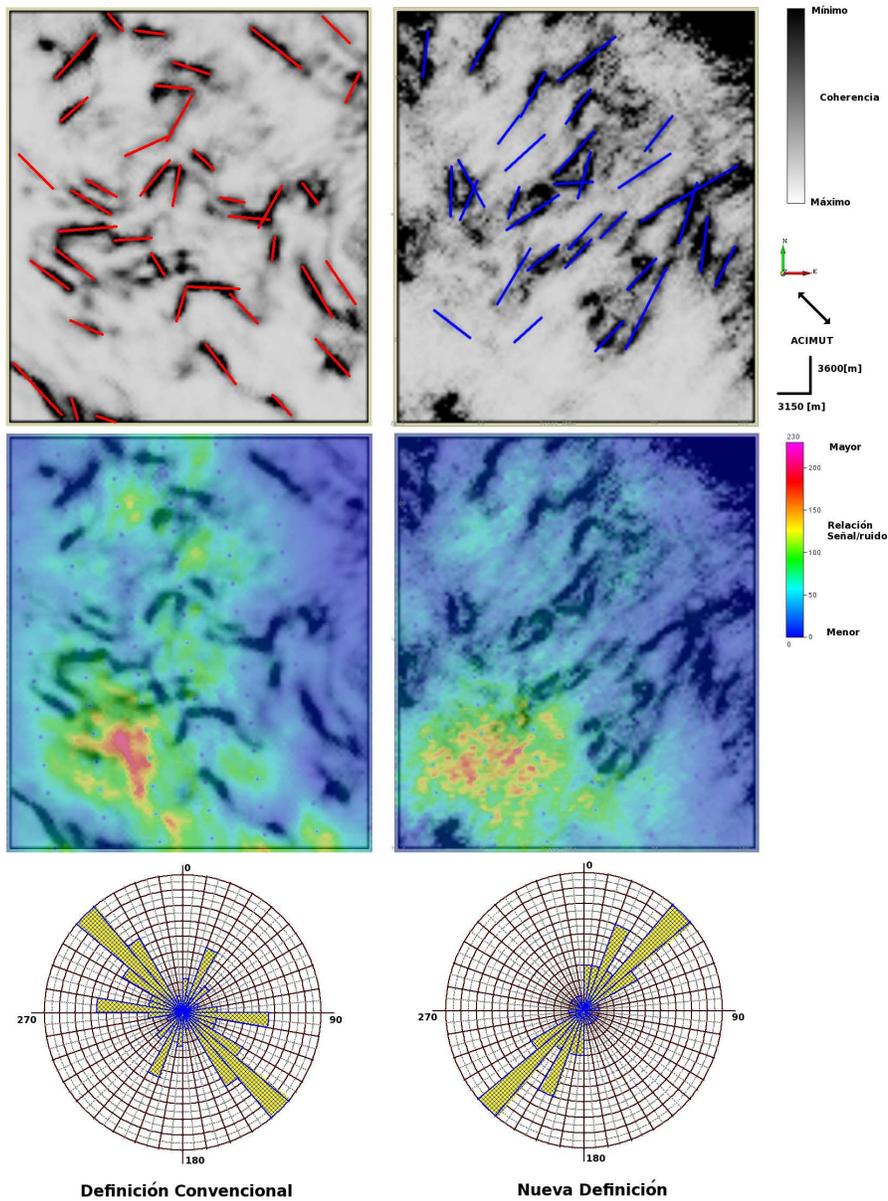


Figura 4.46: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 7, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, se encuentran en varias direcciones, ver roseta en la parte inferior del gráfico. Para la nueva definición, los lineamientos, líneas azules, poseen orientaciones aproximadamente perpendiculares a los valores de los acimuts, ver roseta en la parte inferior. En ambos casos la mayoría de los lineamientos están en zonas de bajo SNR. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores.

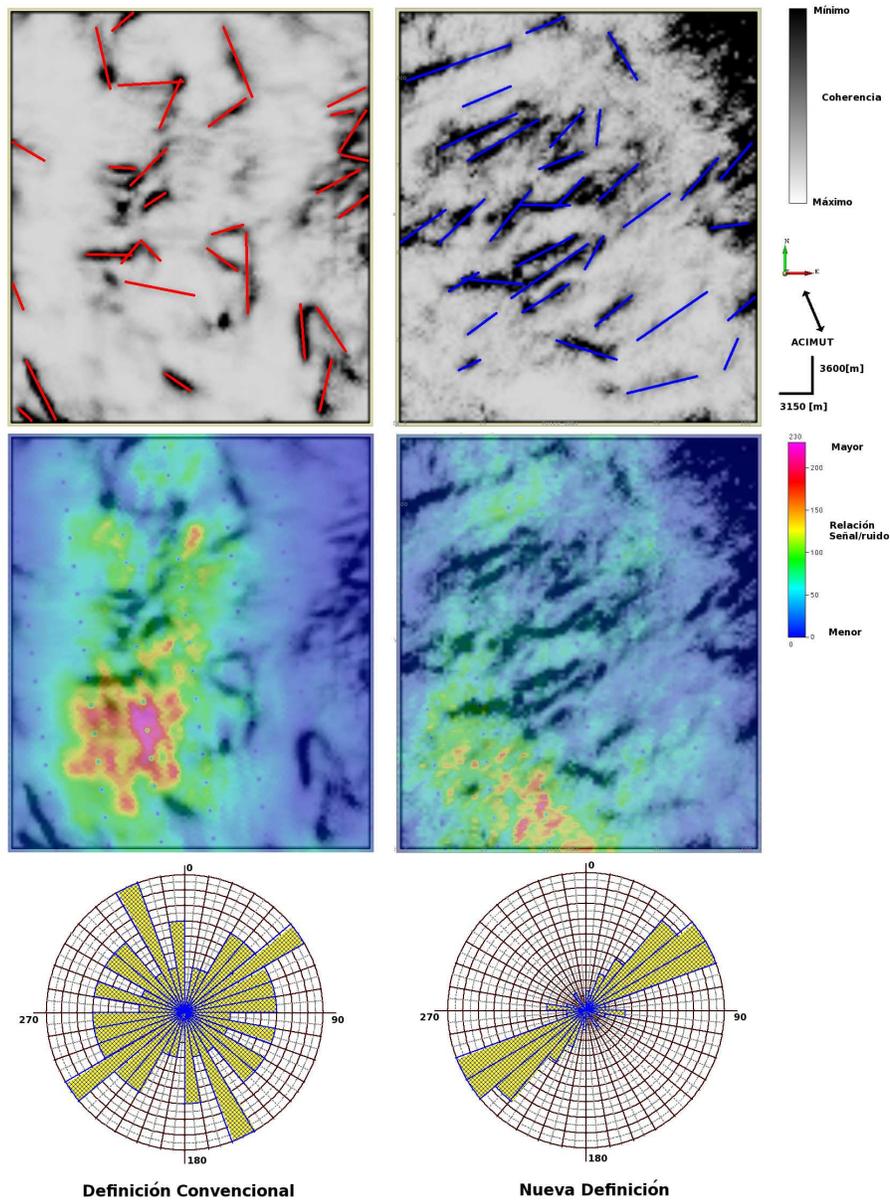


Figura 4.47: Coherencia aplicada time-slice 1408 [ms], del grupo de acimuts número 8, para las dos definiciones de acimut. En la definición convencional, los lineamientos, líneas rojas, se encuentran en varias direcciones, ver roseta en la parte inferior del grafico. Para la nueva definición, los lineamientos, líneas azules, poseen orientaciones aproximadamente perpendiculares a los valores de los acimuts, ver roseta en la parte inferior. En ambos casos la mayoría de los lineamientos están en zonas de bajo SNR. La tabla de colores de coherencia indica que el color negro existe donde hay muy baja coherencia, por ejemplo discontinuidades en los reflectores..

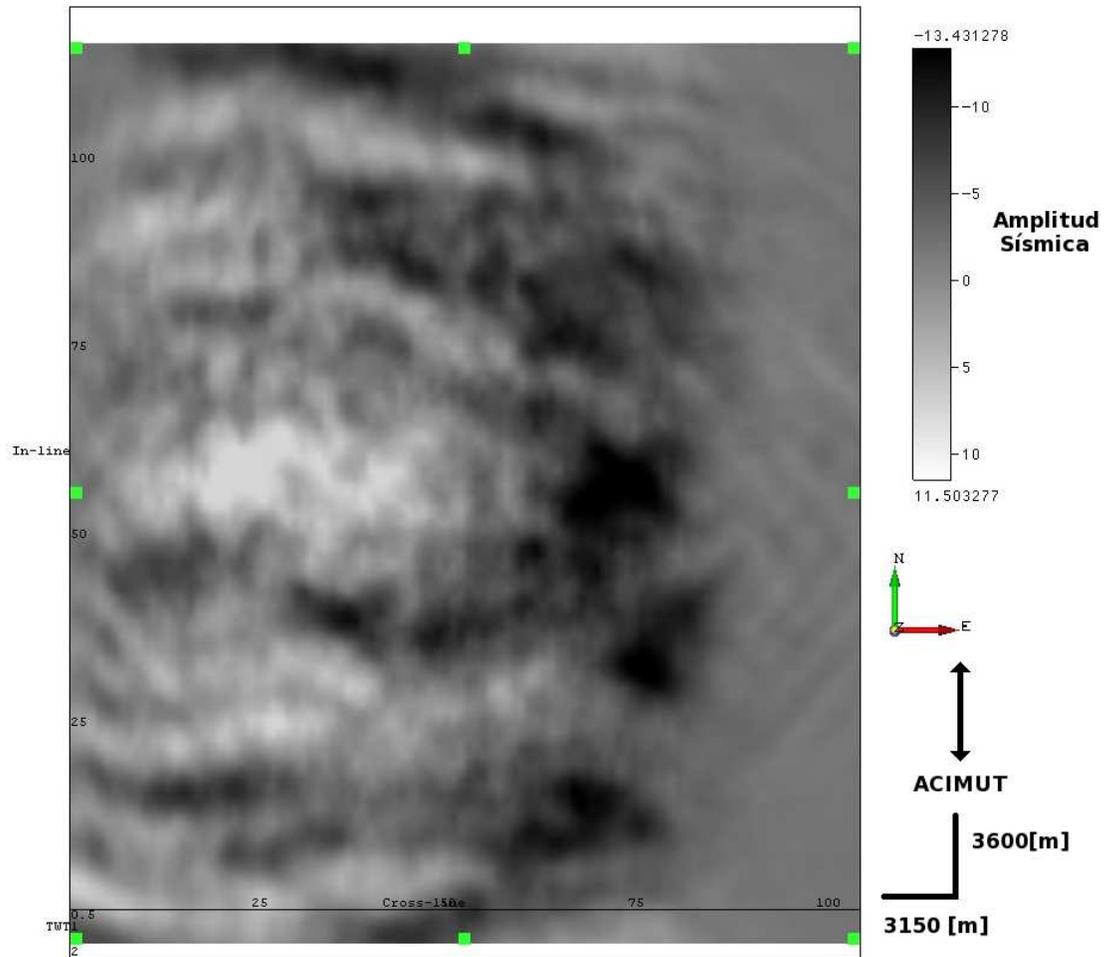


Figura 4.48: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 1, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

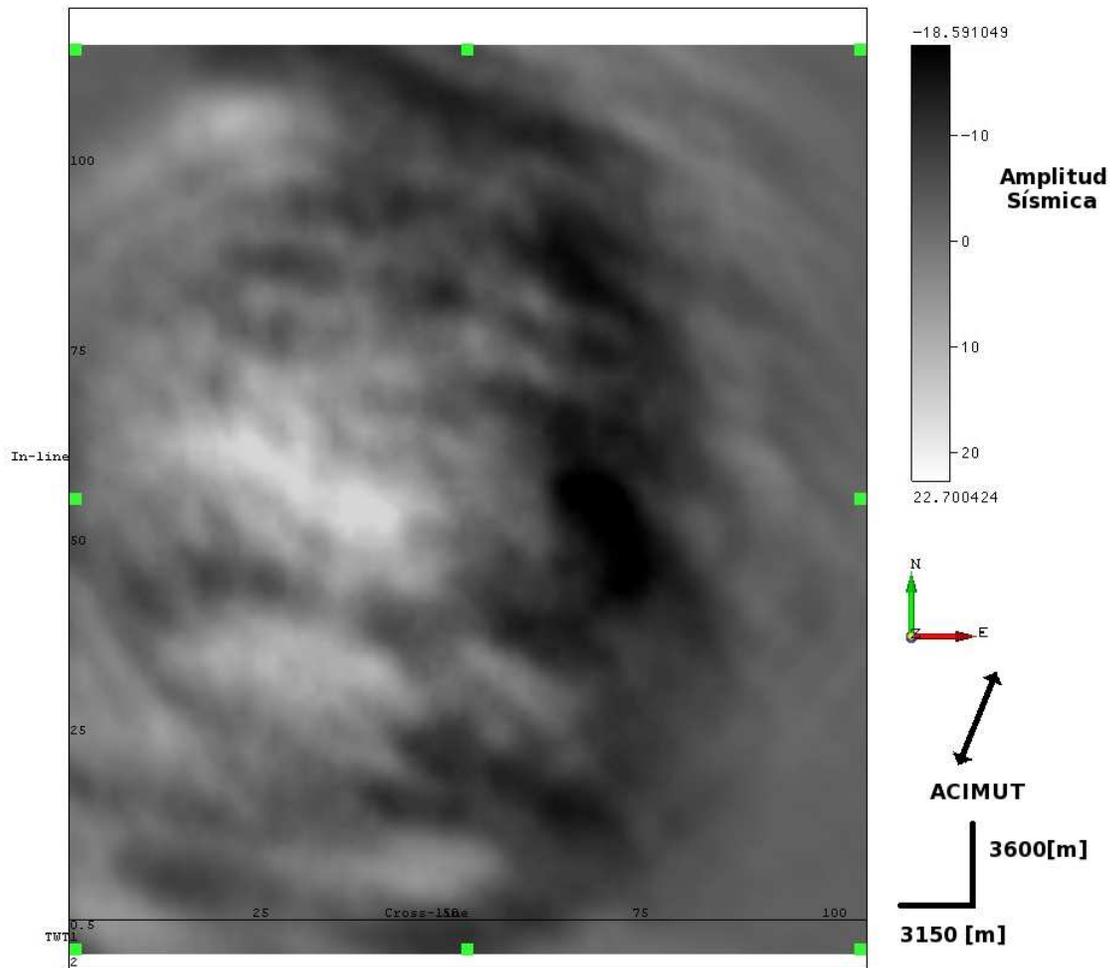


Figura 4.49: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 2, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

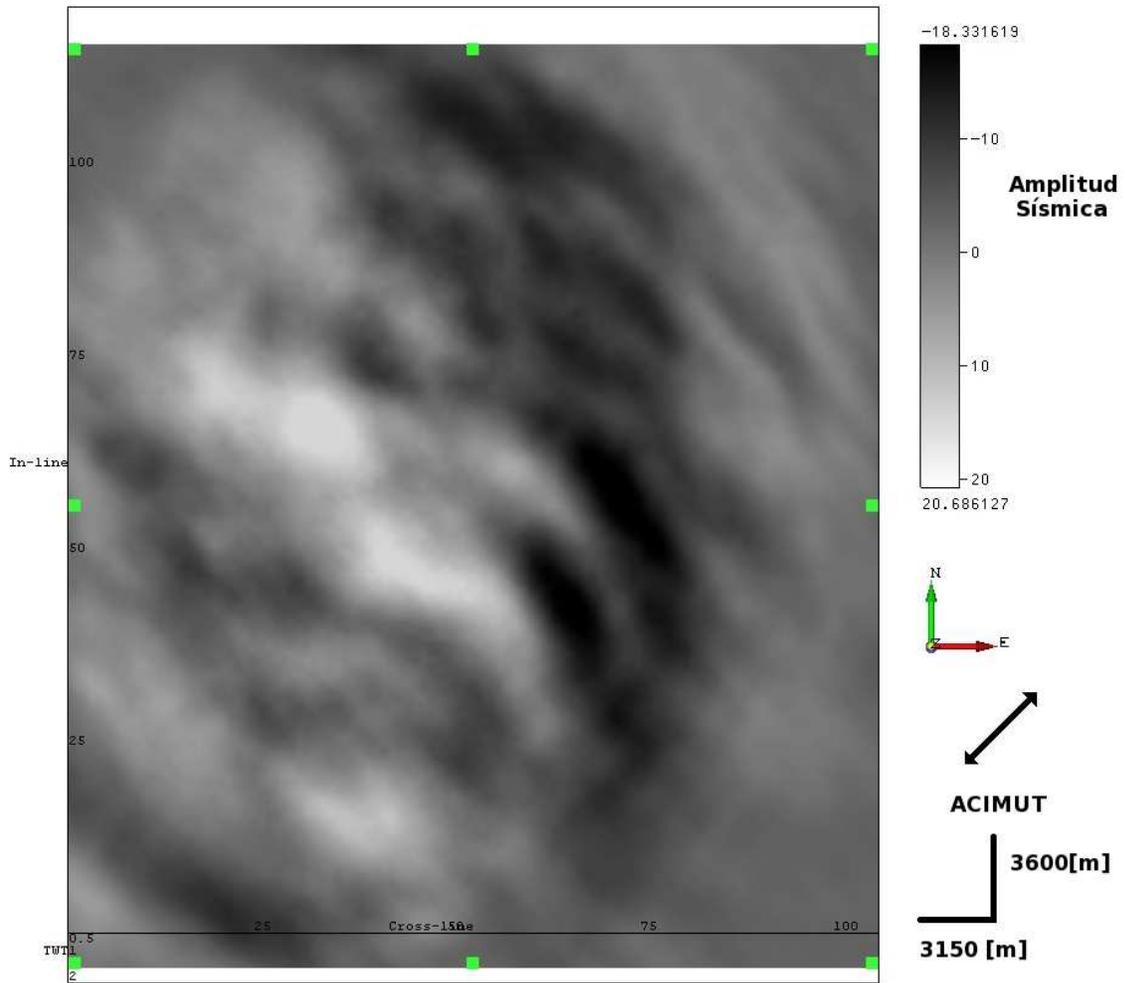


Figura 4.50: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 3, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

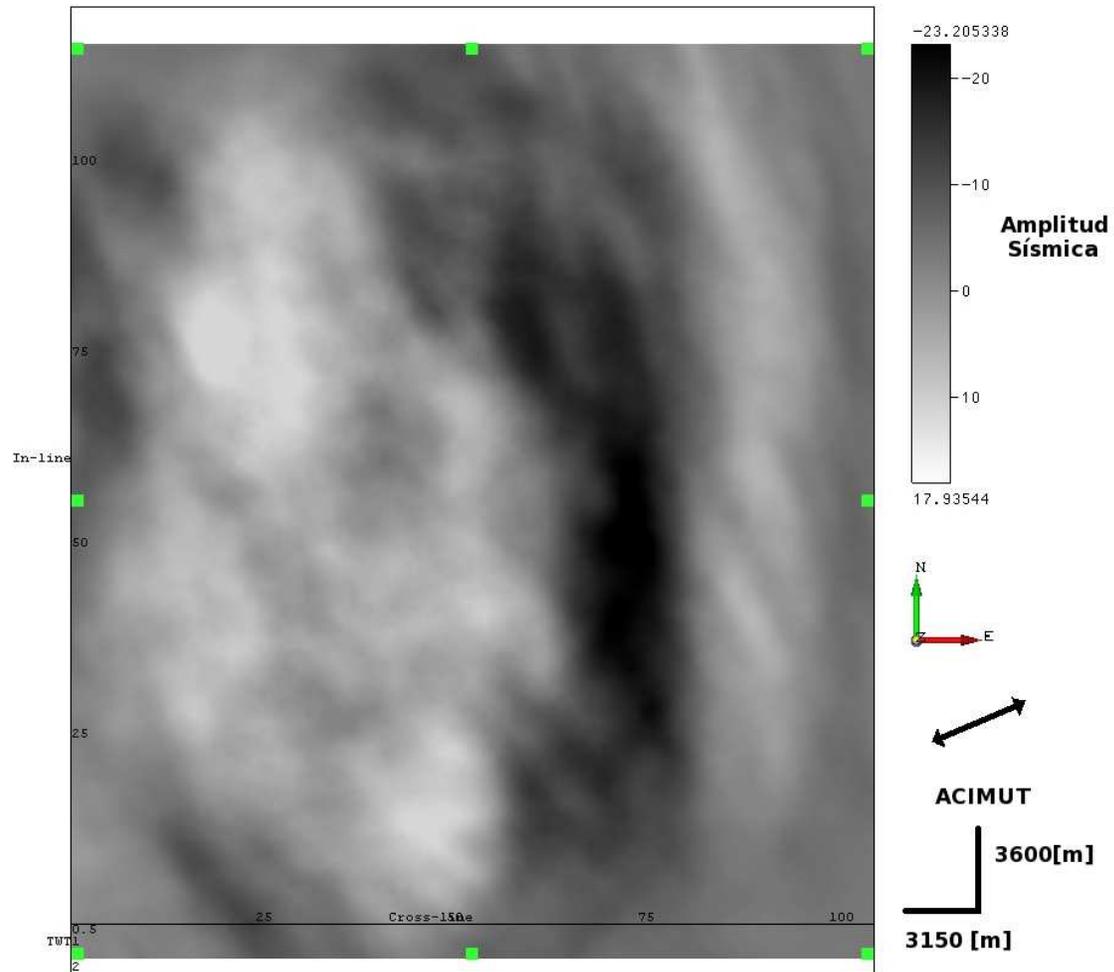


Figura 4.51: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 4, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

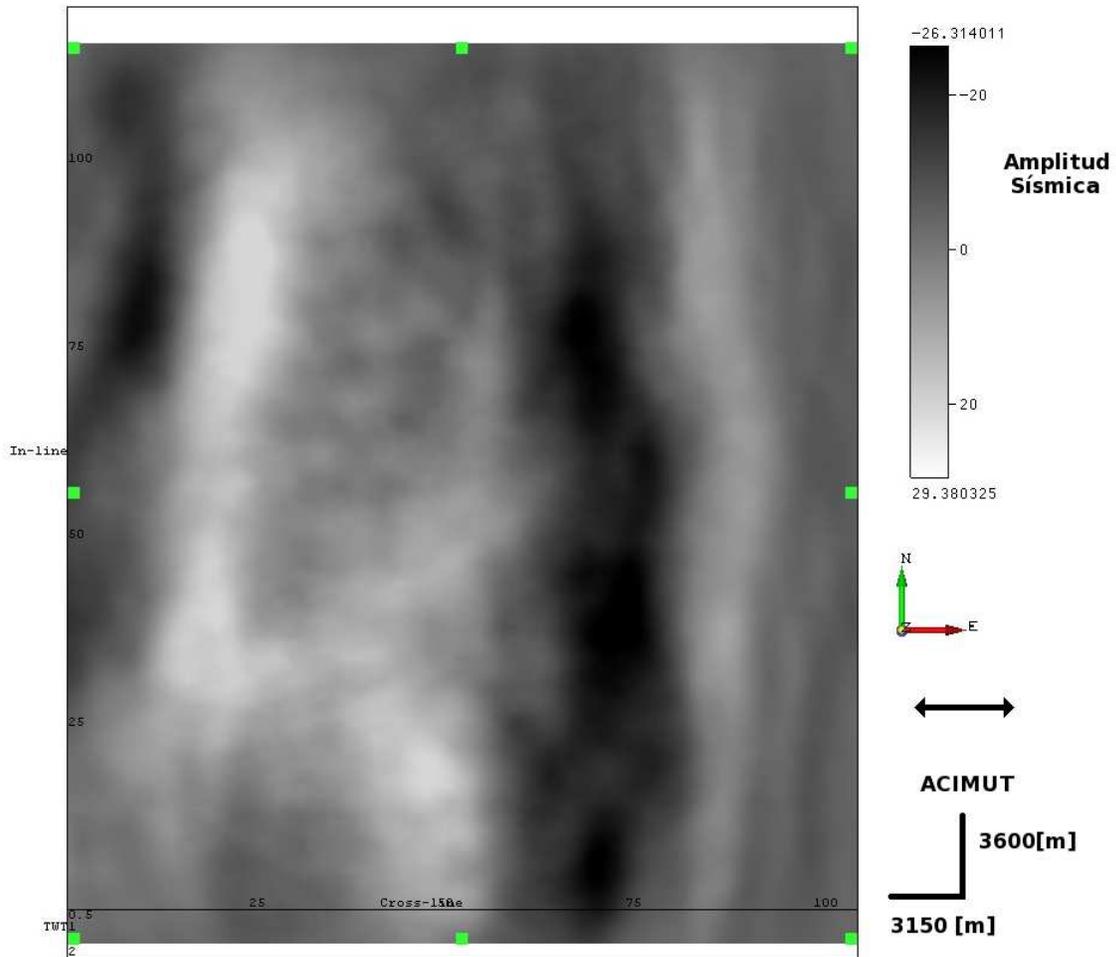


Figura 4.52: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 5, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

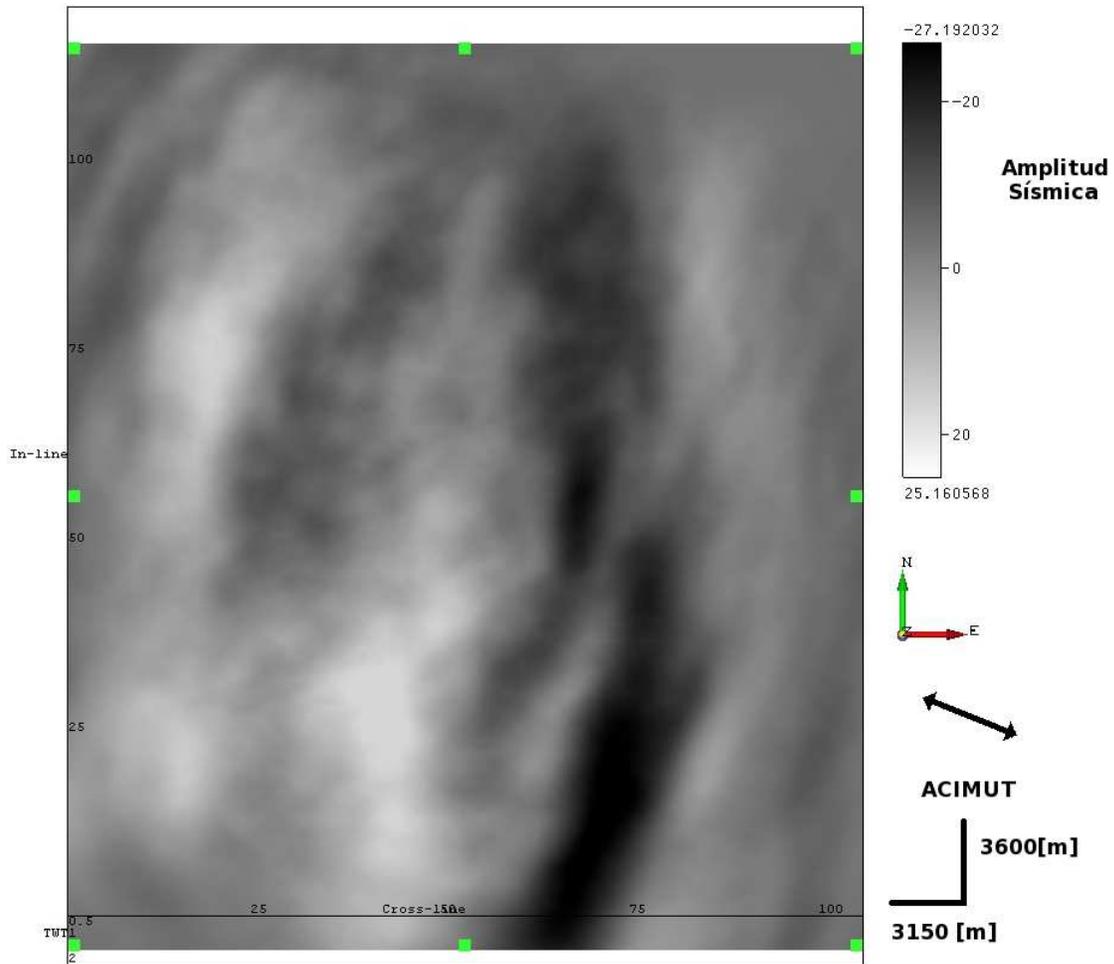


Figura 4.53: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 6, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

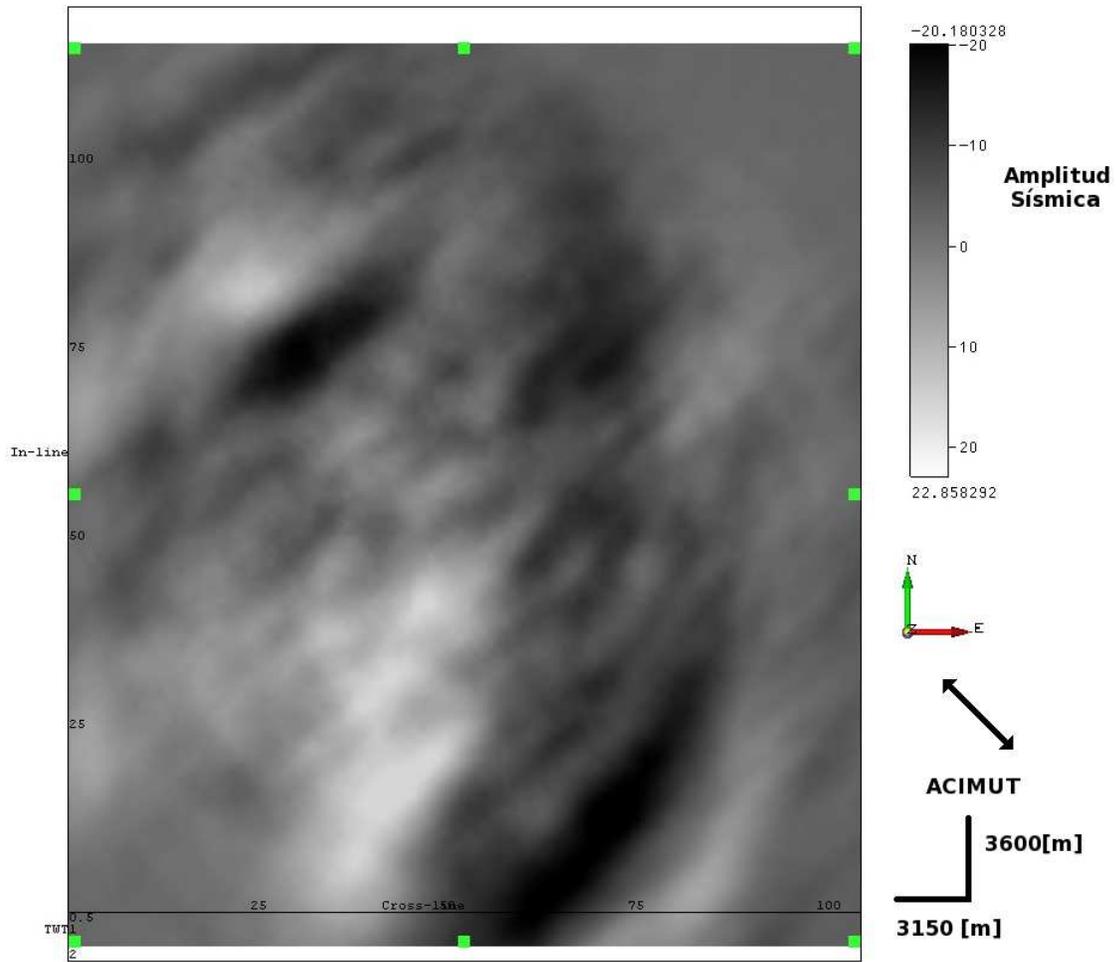


Figura 4.54: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 7, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

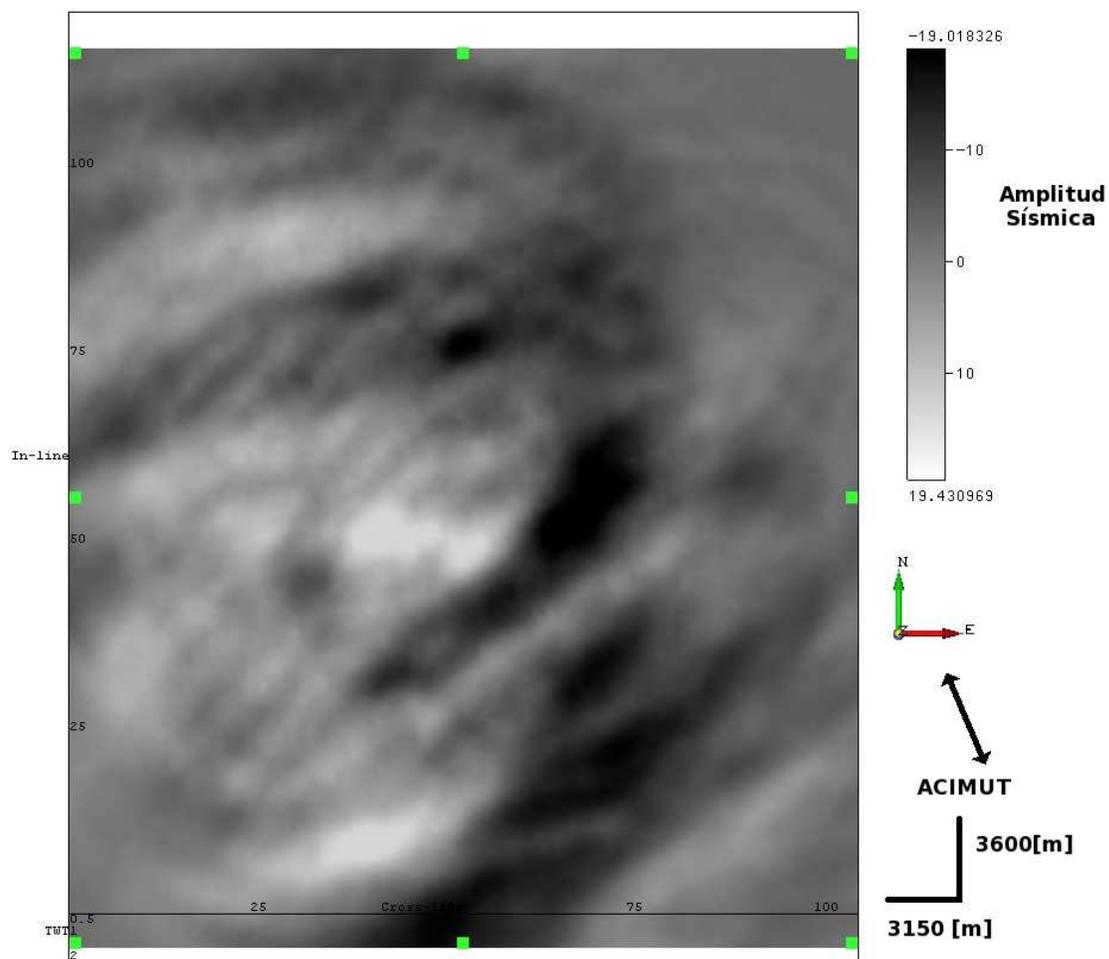


Figura 4.55: Time-slice a 1432 [ms] del grupo de acimuts número 8, nueva definición de acimut. La resolución es acorde con la imagen de SNR.

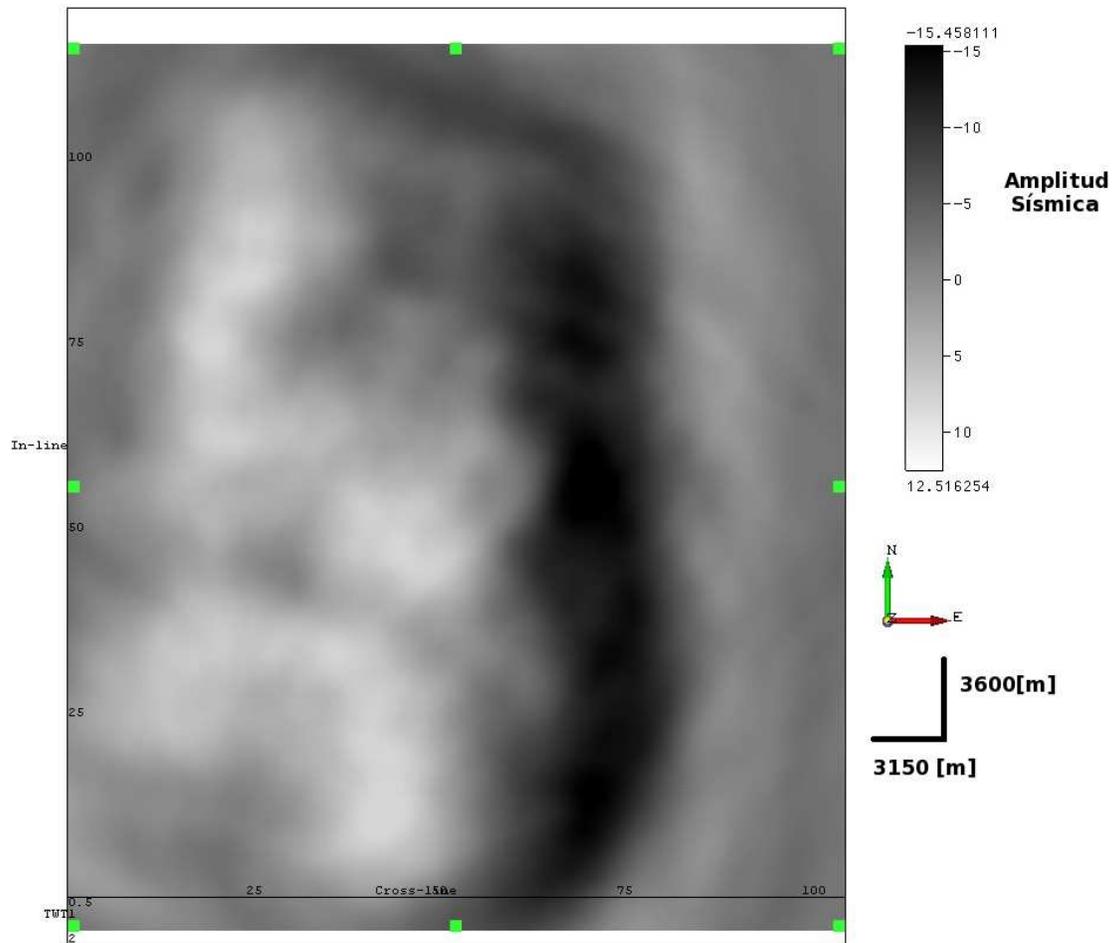


Figura 4.56: Time-slice a 1432 [ms] del volumen completo, luego de sumar cada uno de los grupos de acimuts, nueva definición de acimut. Se aprecia una resolución mucho mejor comparada con cada uno de los grupos de acimuts. En las zonas cercanas a los bordes izquierdo y derecho, se alcanza a detectar distorsiones, esto debido al bajo fold, como se mencionaba.

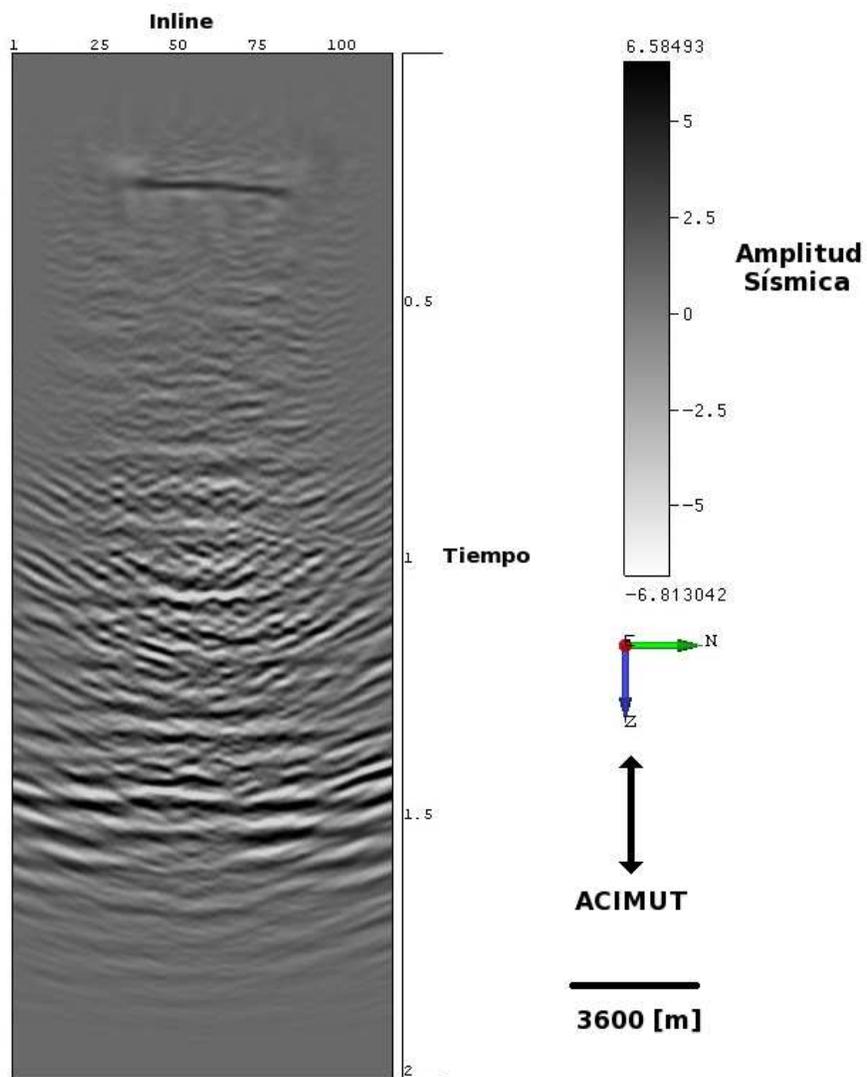


Figura 4.57: Crossline 54, del grupo de acimuts número 1, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

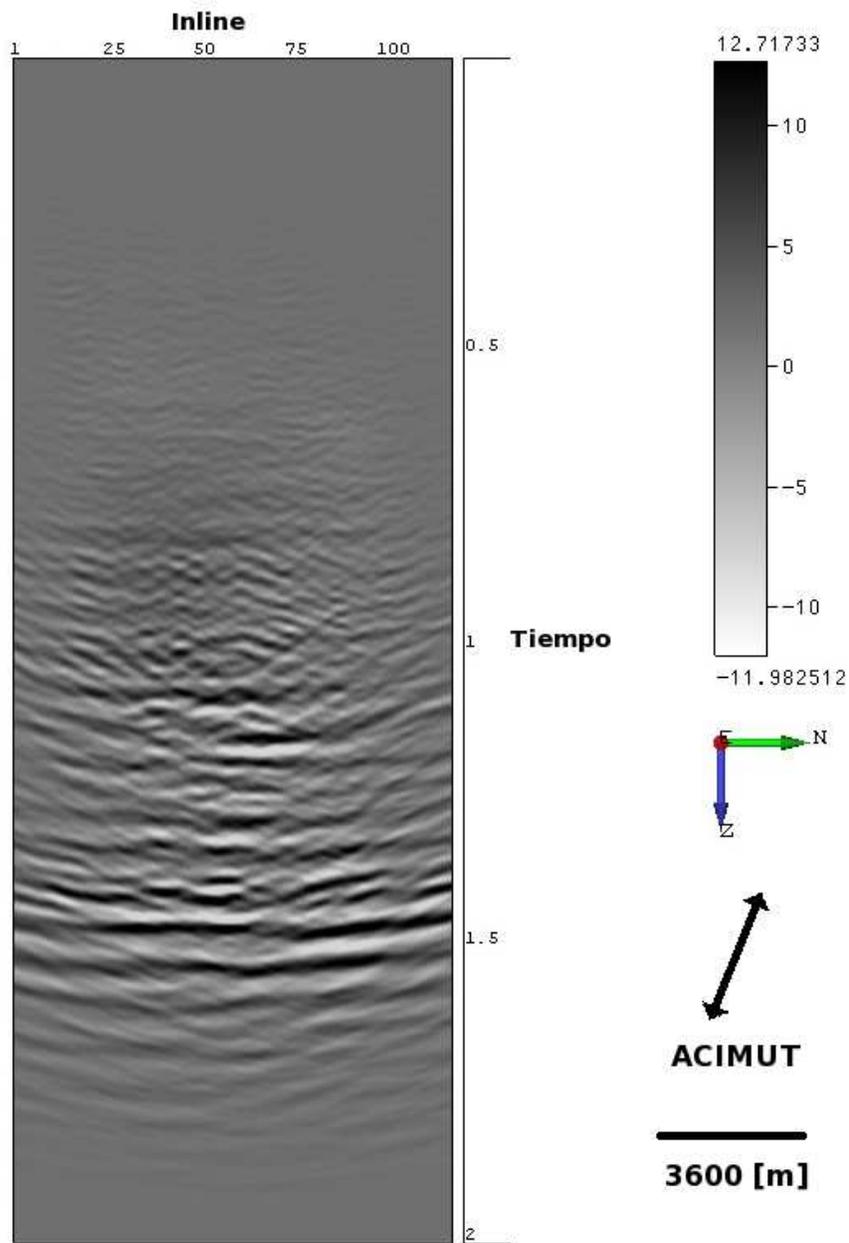


Figura 4.58: Crossline 54, del grupo de acimuts número 2, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

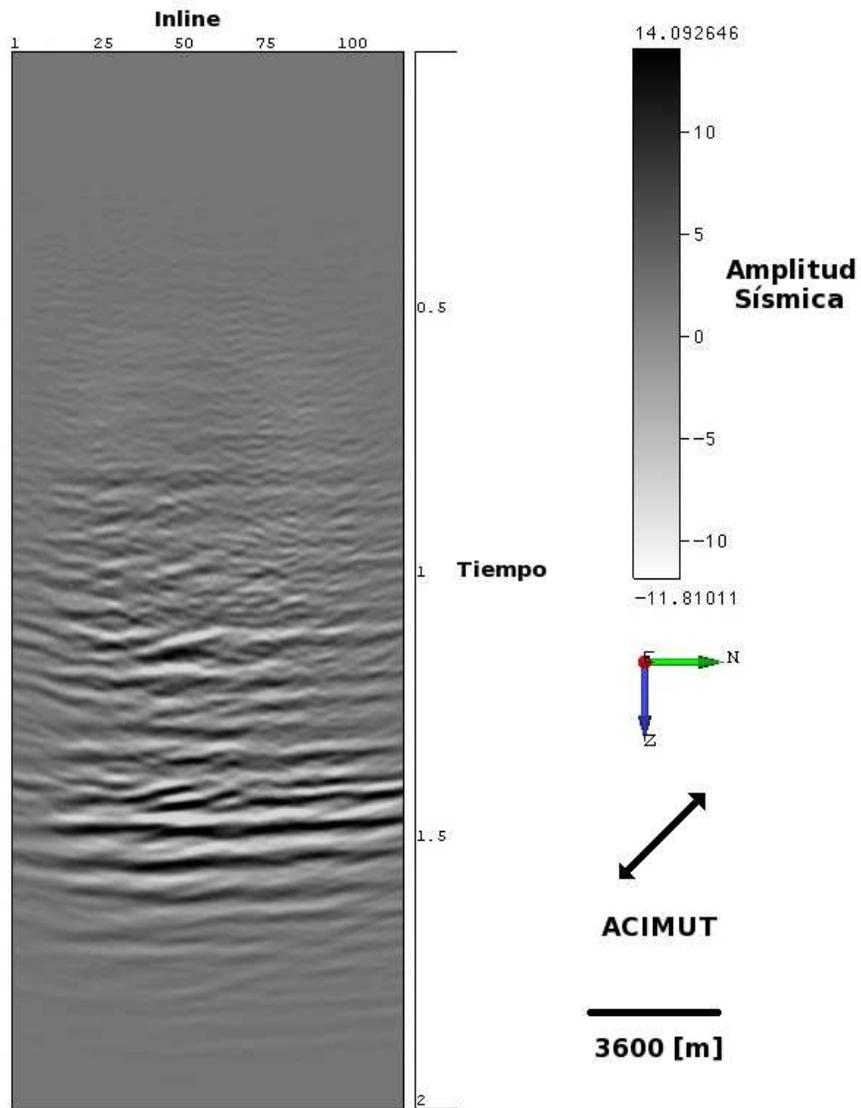


Figura 4.59: Crossline 54, del grupo de acimuts número 3, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

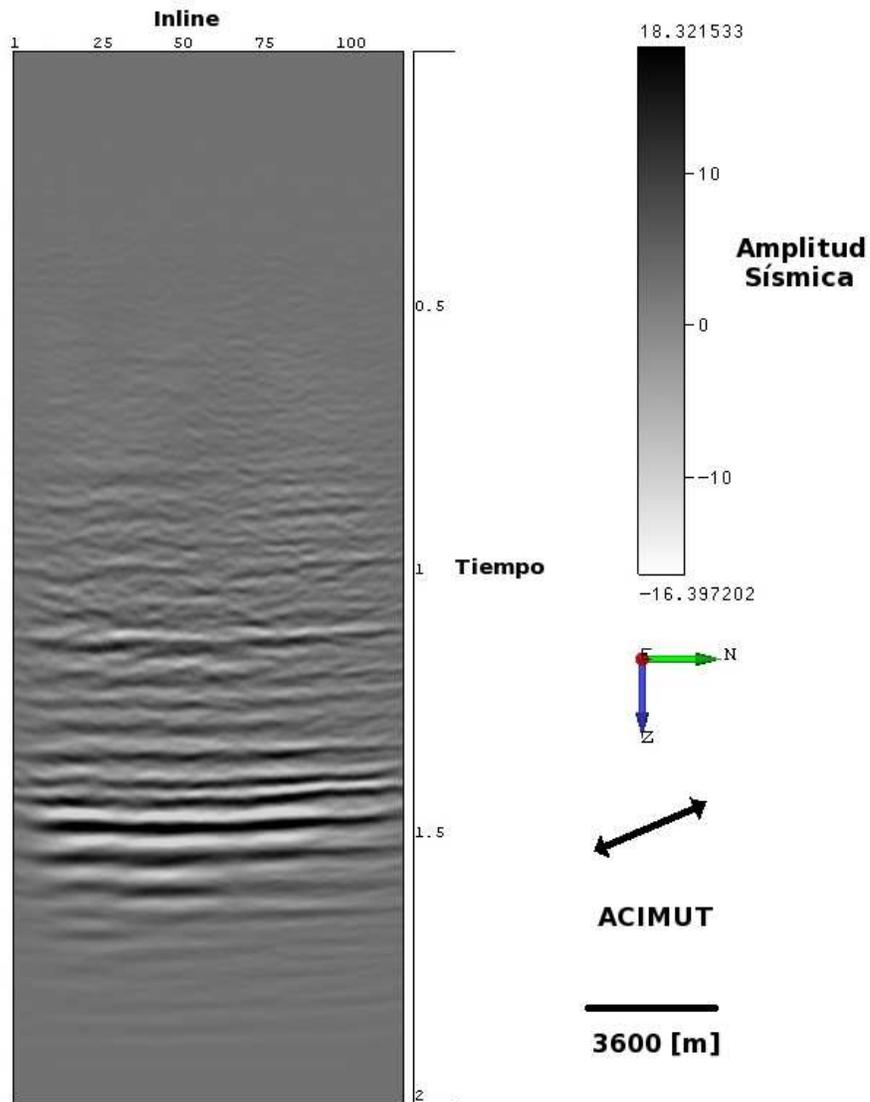


Figura 4.60: Crossline 54, del grupo de acimuts número 4, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

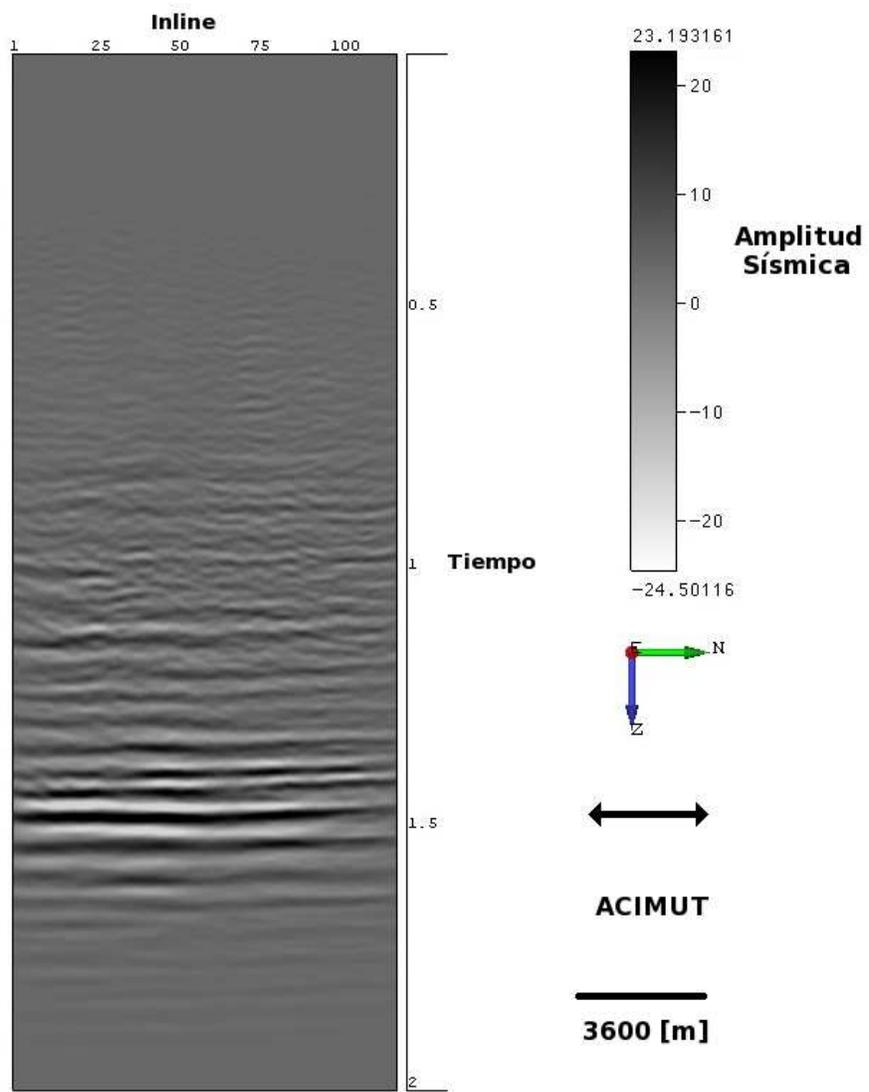


Figura 4.61: Crossline 54, del grupo de acimuts número 5, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

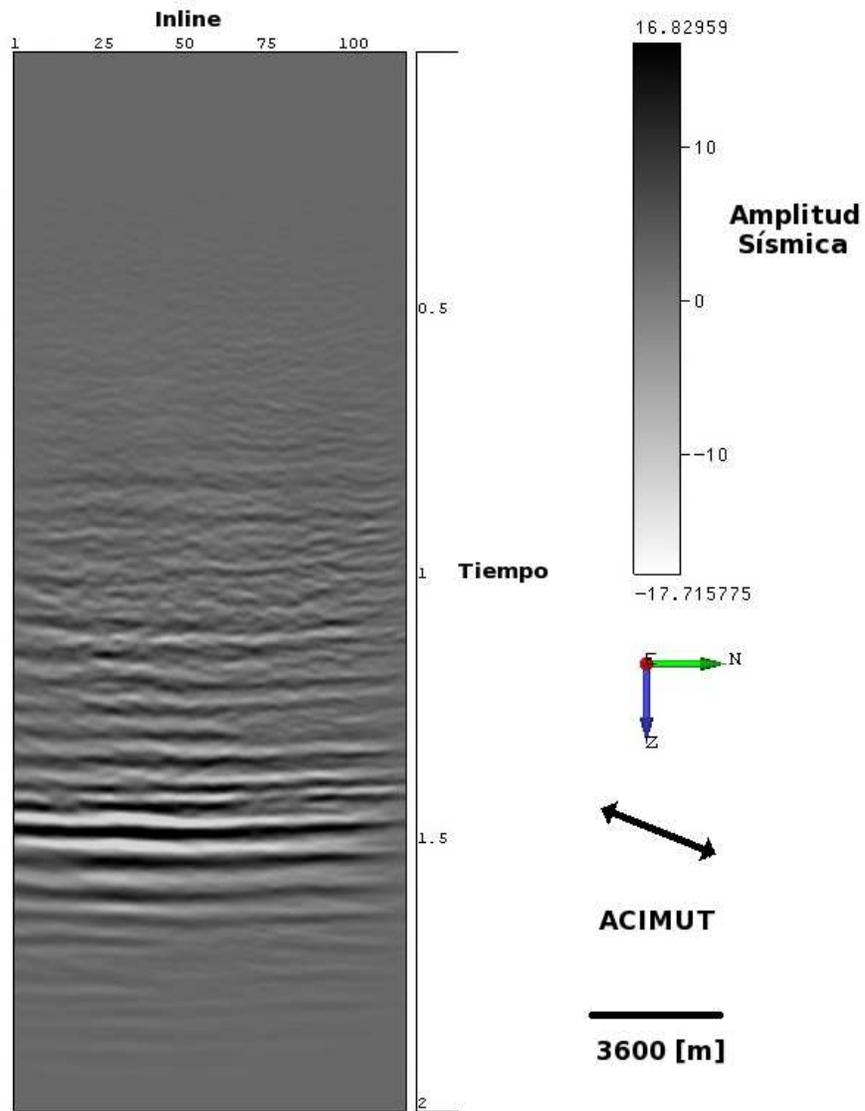


Figura 4.62: Crossline 54, del grupo de acimuts número 6, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

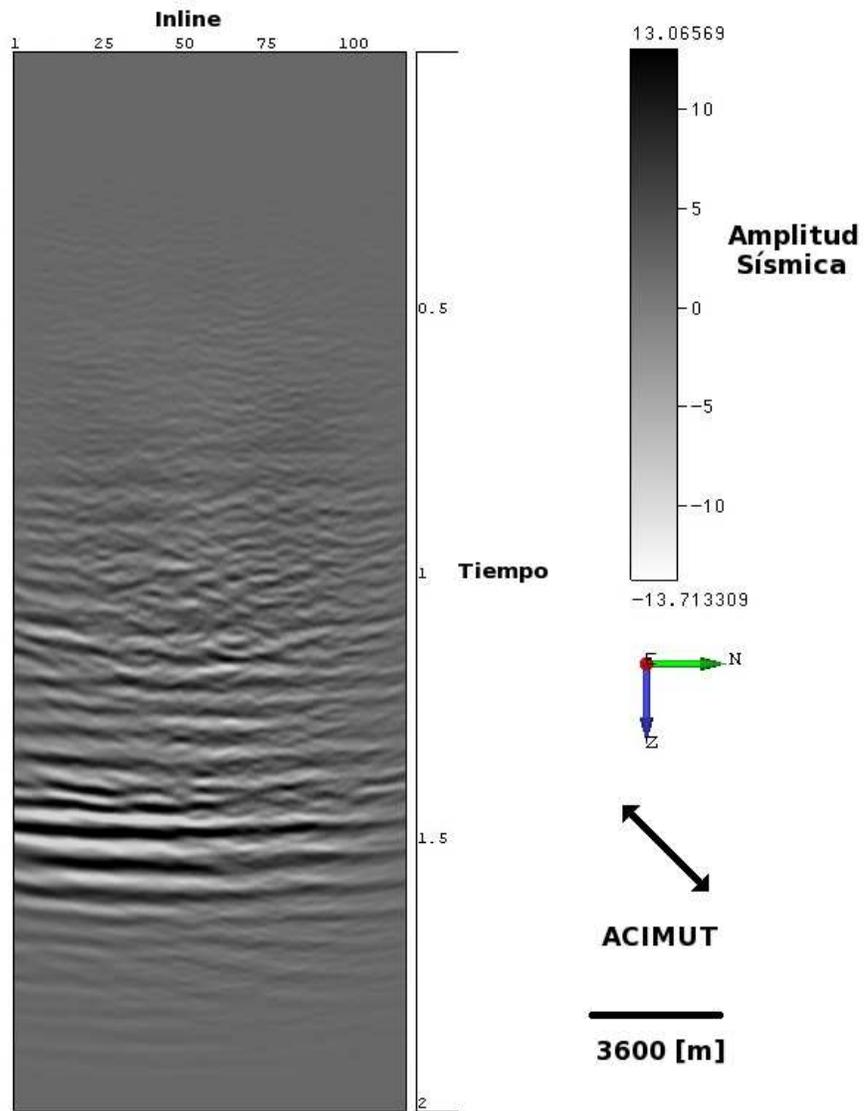


Figura 4.63: Crossline 54, del grupo de acimuts número 7, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

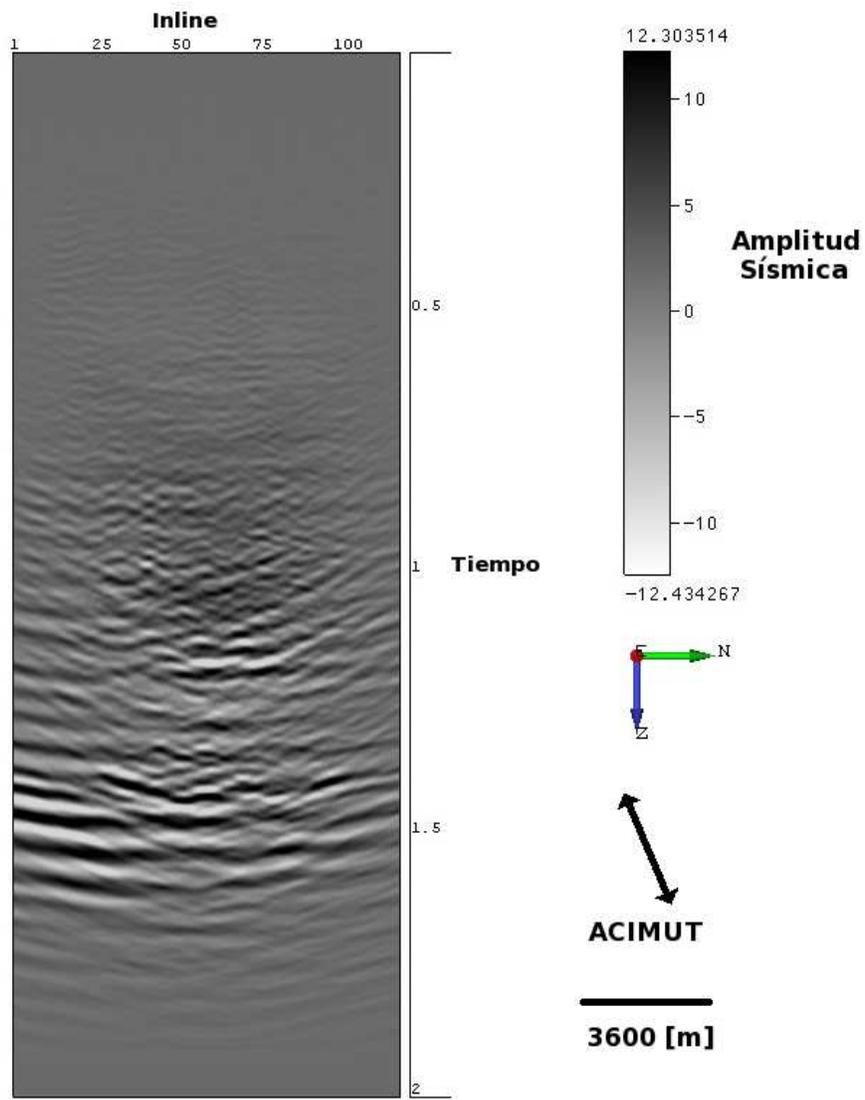


Figura 4.64: Crossline 54, del grupo de acimuts número 8, nueva definición de acimut.

La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR, para este acimut.

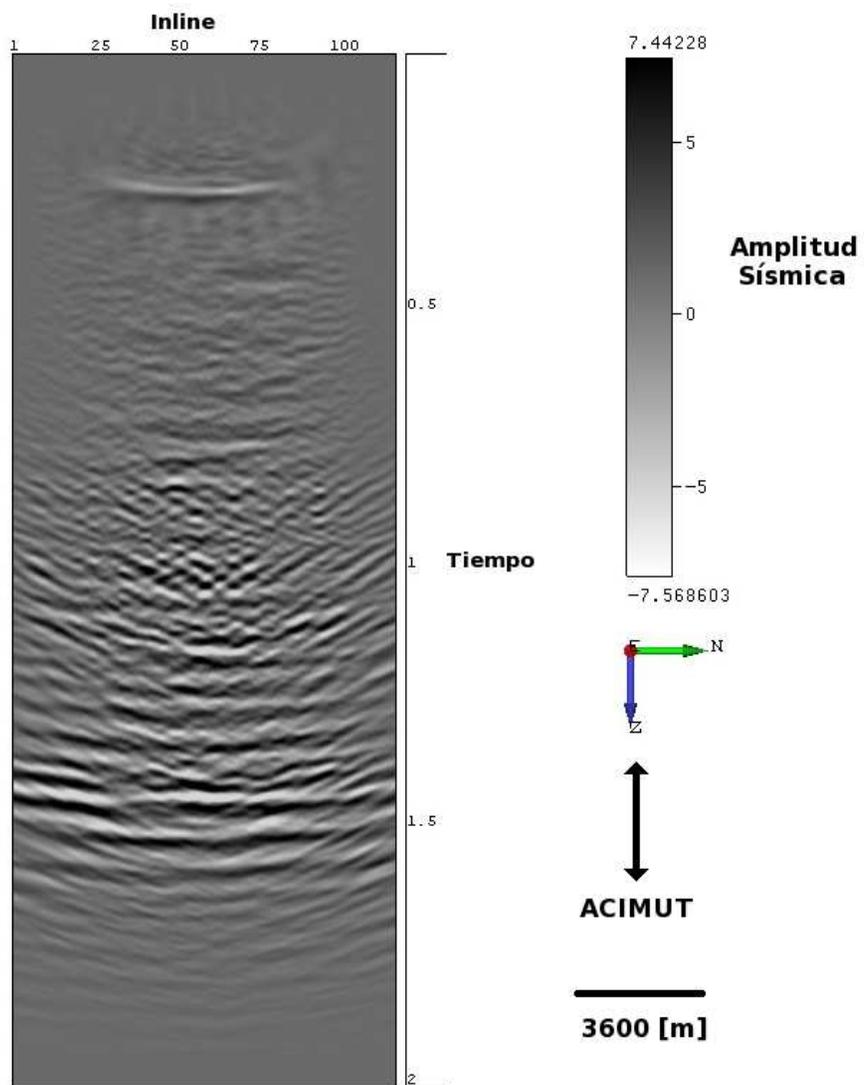


Figura 4.65: Crossline 67, del grupo de acimuts número 1, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

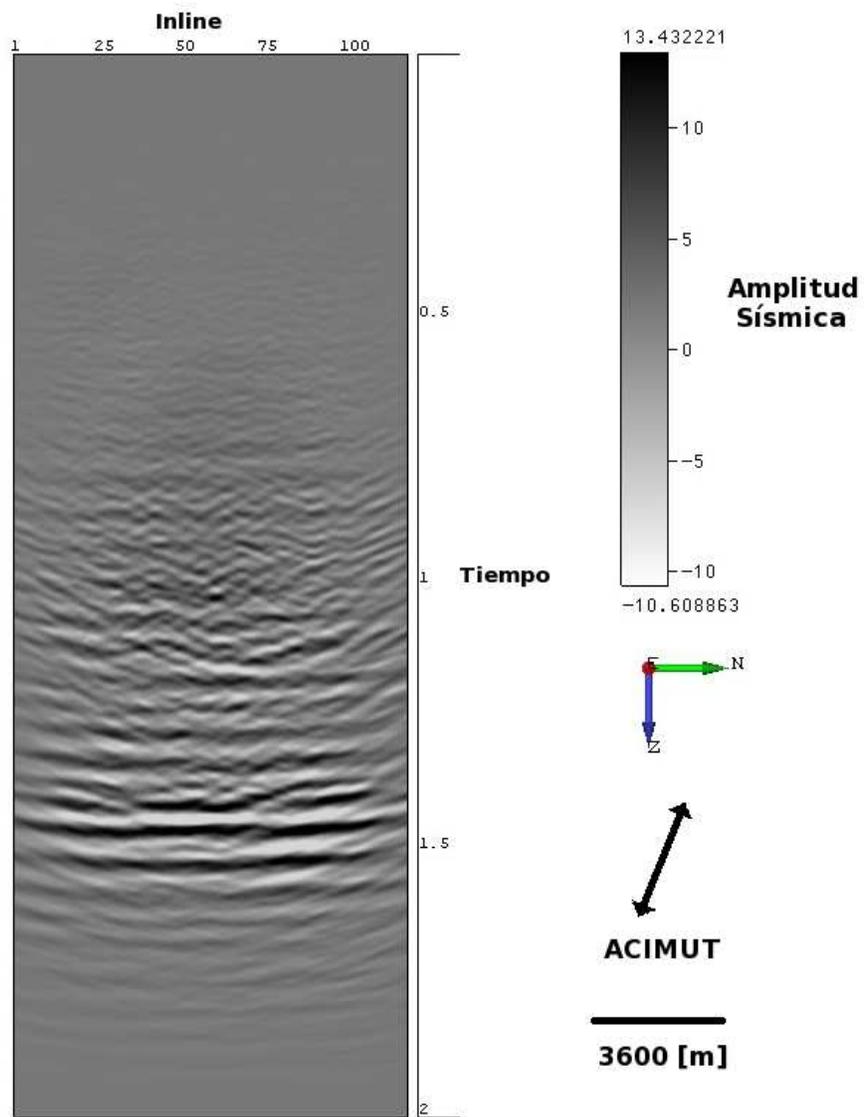


Figura 4.66: Crossline 67, del grupo de acimuts número 2, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

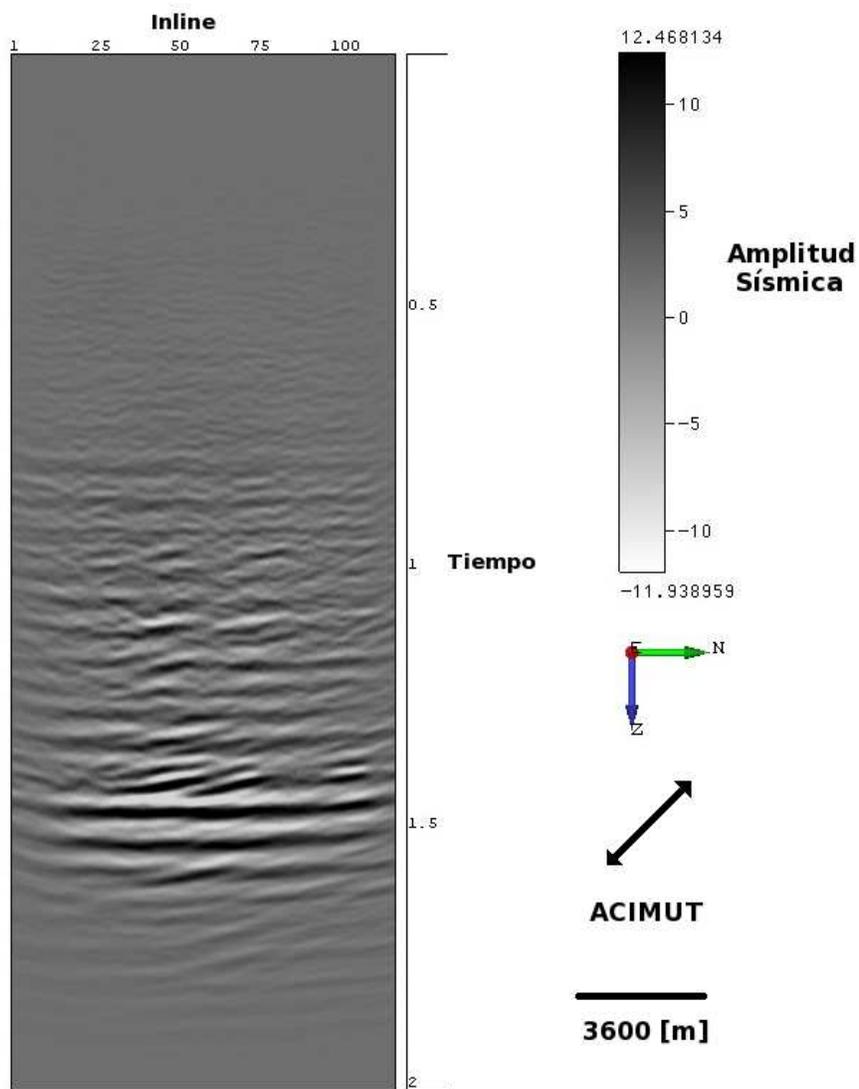


Figura 4.67: Crossline 67, del grupo de acimuts número 3, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

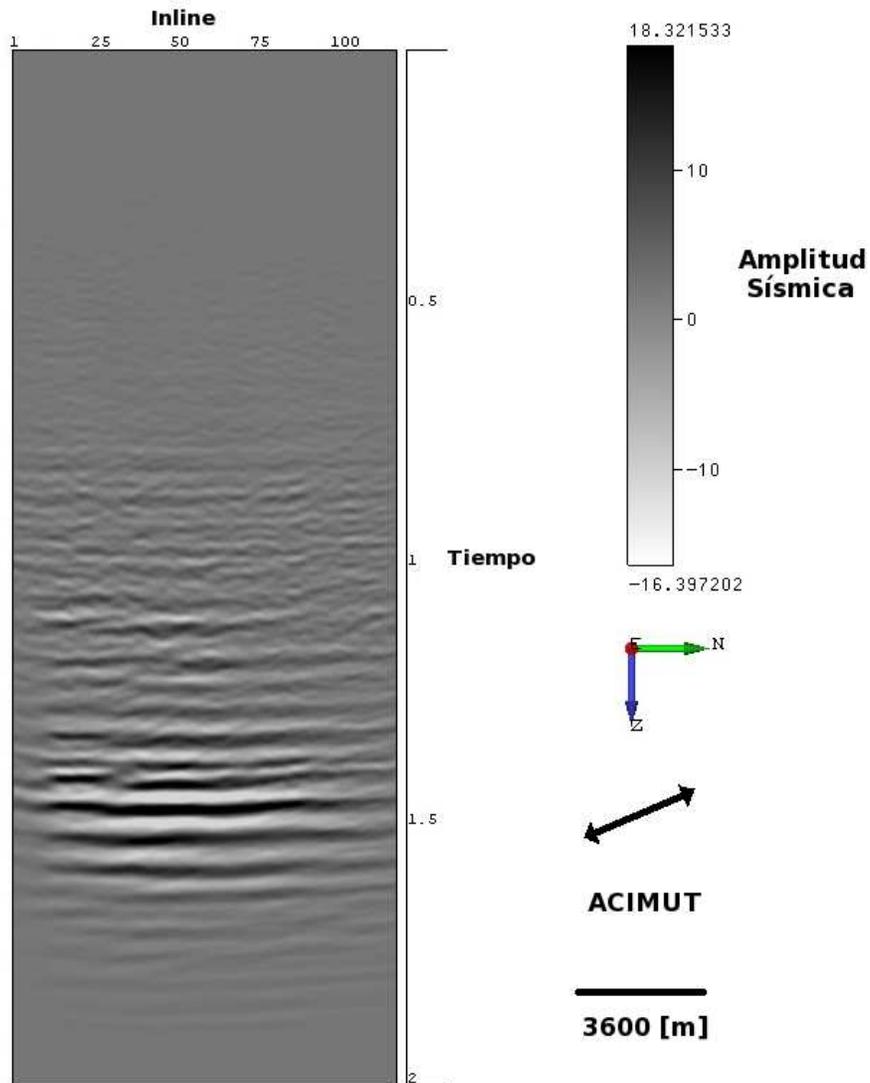


Figura 4.68: Crossline 67, del grupo de acimuts número 4, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

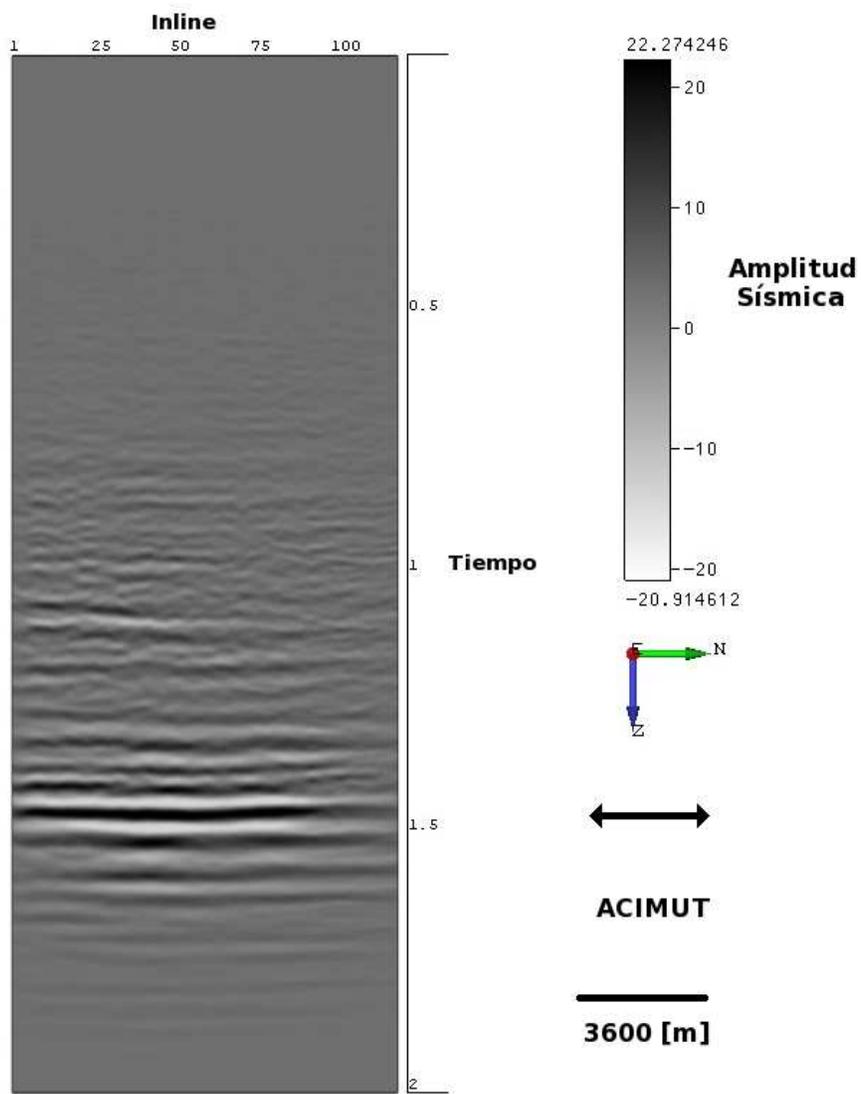


Figura 4.69: Crossline 67, del grupo de acimuts número 5, nueva definición de acimut.

La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

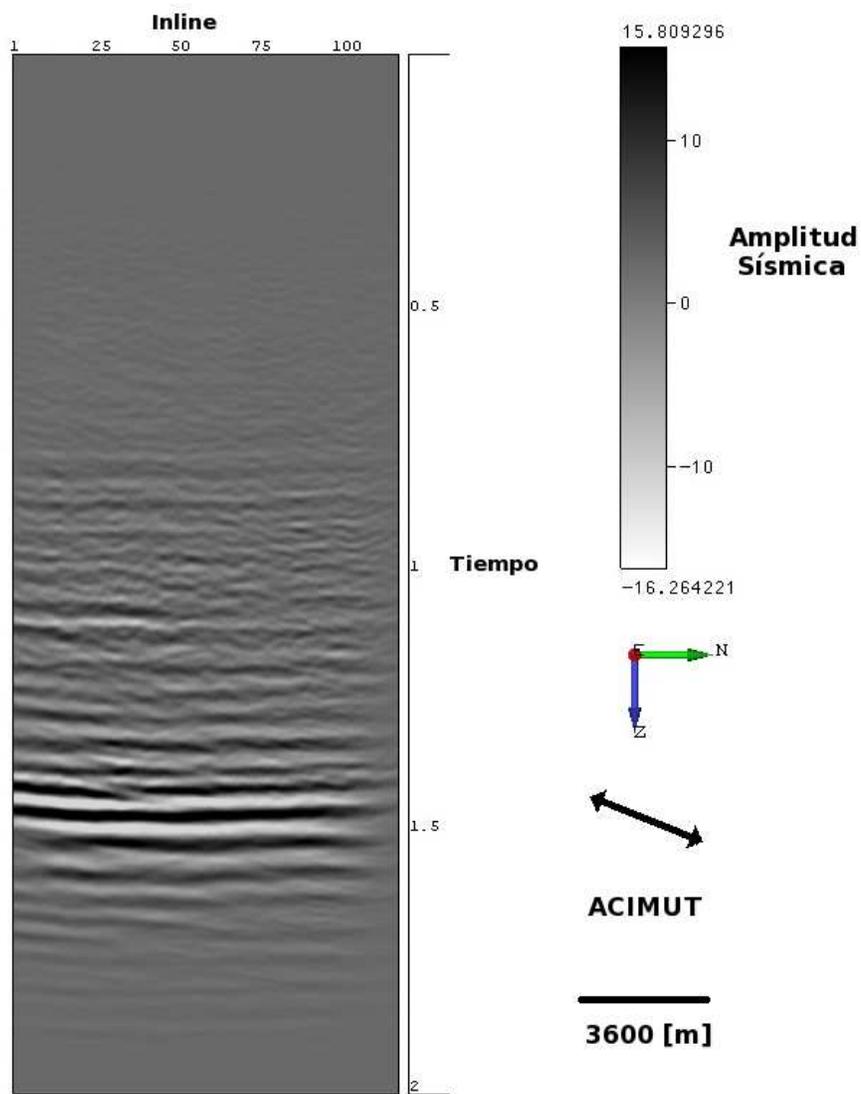


Figura 4.70: Crossline 67, del grupo de acimuts número 6, nueva definición de acimut.

La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

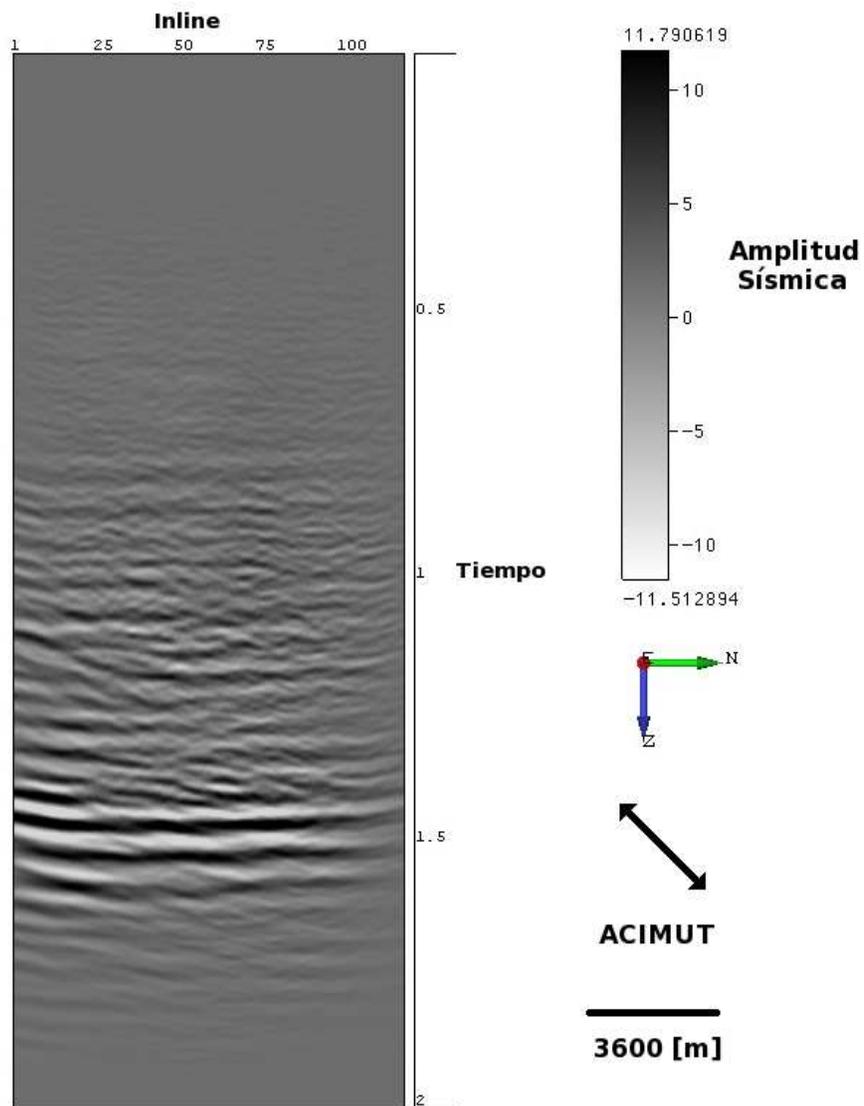


Figura 4.71: Crossline 67, del grupo de acimuts número 7, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

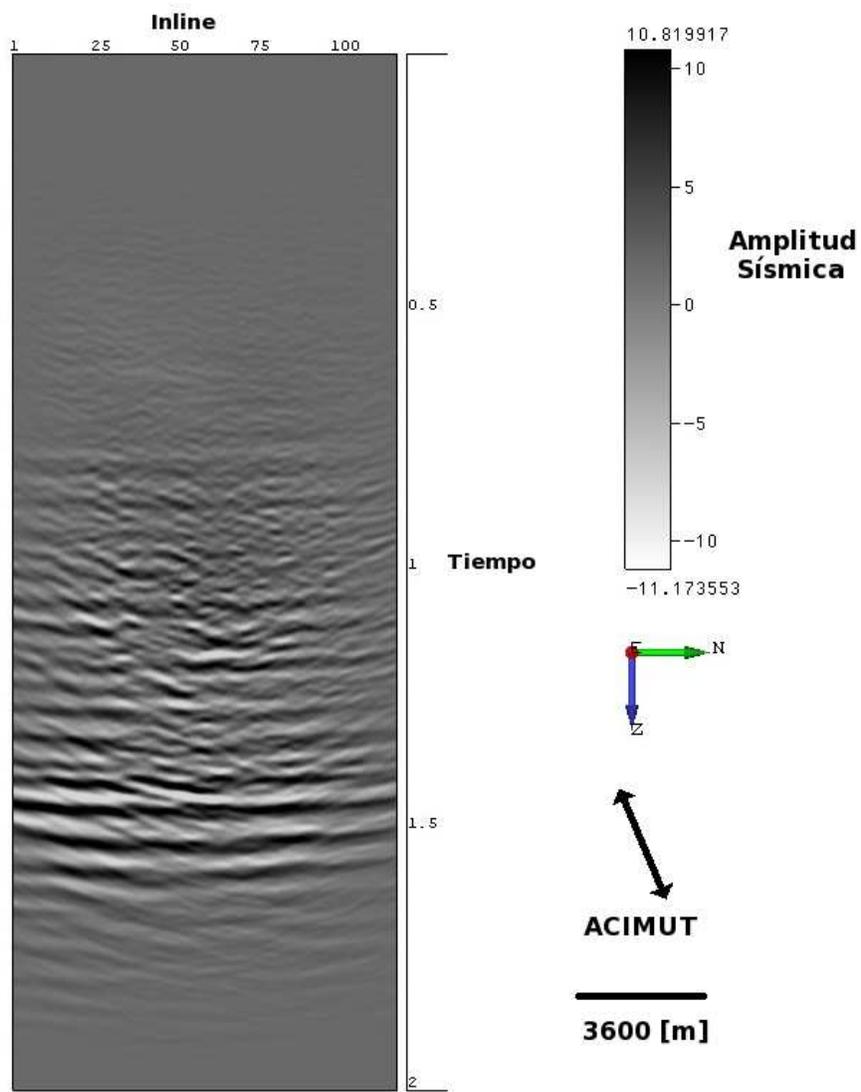


Figura 4.72: Crossline 67, del grupo de acimuts número 8, nueva definición de acimut. La calidad de la imagen, concuerda con los valores de SNR.

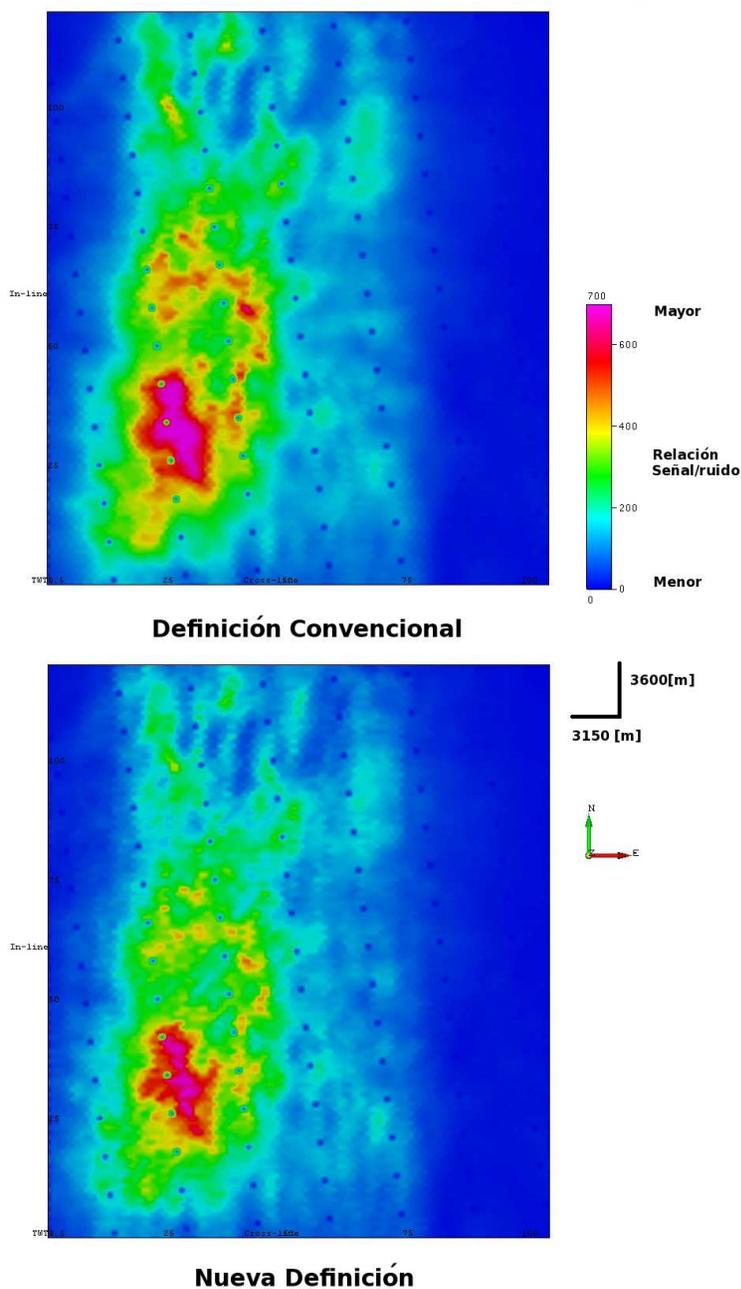


Figura 4.73: Relación señal/ruído para los dos volúmenes completos, con cada definición de acimut. En la figura se observa que al hacer la suma de los ocho grupos de acimuts, con cada una de las definiciones de binning por acimut, se obtienen valores más altos de SNR, para la definición convencional. Se puede observar, que en las zonas donde el fold es bajo, los valores de SNR también lo son.