

# INFORME FINAL DE PROCESAMIENTO



**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**

**ARIPORO ESTE 85 – 2D**

**ELABORADO POR:**

**PetroSeis Ltda.**



**CENTRO DE PROCESAMIENTO  
Enero de 2006**

## ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. OBJETIVOS .....	8
4. PROCESAMIENTO.....	9
4.1. INFORMACIÓN TÉCNICA RECIBIDA .....	9
4.2. INFORMACIÓN PROCESADA .....	9
4.3. PARÁMETROS DE CAMPO .....	9
4.4. METODOLOGÍA.....	10
4.5. SECUENCIA DE PROCESAMIENTO .....	11
4.5.1 PARÁMETROS GENERALES .....	13
4.5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO .....	13
4.5.2.1. ENTRADA DE DATOS.....	13
4.5.2.2. GEOMETRÍA .....	14
4.5.2.4. RECUPERACIÓN DE LA VERDADERA AMPLITUD (TAR).....	15
4.5.2.5. RECUPERACIÓN DE LA AMPLITUD CONSISTENTE EN SUPERFICIE .....	15
4.5.2.6. DECONVOLUCIÓN TRAZA – TRAZA.....	16
4.5.2.7. BALANCEO ESPECTRAL (TV SPECTRAL WHITENING).....	16
4.5.2.8. CÁLCULO Y APLICACIÓN DE ESTÁTICAS POR REFRACCIÓN .....	16
4.5.2.9. ANÁLISIS DE VELOCIDADES .....	17
4.5.2.10. CORRECCIÓN POR NMO Y ENMUDECIMIENTO.....	17
4.5.2.11. ESTÁTICAS RESIDUALES CONSISTENTES EN SUPERFICIE.....	17
4.5.2.12. APILAMIENTO POR CDP.....	18
4.5.2.13. MIGRACIÓN.....	18
4.5.2.14. PROCESAMIENTO POST - APILADO .....	18
4.5.2.15. FILTRO PASABANDAS.....	18
4.5.2.16. DECONVOLUCIÓN FX .....	18
4.5.2.17. ESCALAMIENTO VARIABLE EN TIEMPO .....	19
5. PRODUCTOS FINALES .....	20
6. CONCLUSIONES.....	21
7. RECURSOS .....	22

## LISTA DE ANEXOS

### ANEXO 1

- Figura 1. Registro RAW de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 2. Registro con TAR  $1/(tv^2)$  de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 3. Registro con TAR 1/dist 0 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 4. Registro con TAR 1/dist 3 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 5. Registro con TAR 1/dist 6 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 6. Registro con TAR 1/dist 9 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 7. Registro con TAR 1/dist 0 dB  $t^{0.5}$  de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 8. Registro con TAR 1/dist 0 dB  $t^1$  de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 9. Registro con TAR 1/dist 0 dB  $t^2$  de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 10. Registro con SCA Shot-Receiver de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 11. Registro con SCA Shot-Receiver-Offset de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 12. Registro con SCA Shot-Receiver-Offset-CDP de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 13. Registro con Deconvolución Spike L. O. 80 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 14. Registro con Deconvolución Spike L. O. 160 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 15. Registro con Deconvolución Spike L. O. 240 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 16. Registro con Deconvolución Predictiva L. P. 8 de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 17. Registro con Deconvolución Predictiva L. P. 12 de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 18. Registro con Deconvolución Predictiva L. P. 16 de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 19. Registro con Deconvolución Consistente en Superficie tipo Spiking de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 20. Registro con Deconvolución Spike Fase Cero L. O. 80 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 21. Registro con TVSW 5 – 15 – 115 – 120 (6 Paneles) de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 22. Registro con TVSW 10 – 15 – 115 – 120 (6 Paneles) de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 23. Registro con TVSW 5 – 10 – ... – 115 – 120 (Manual) de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 24. Registro con Q Compensation de la línea AE – 85 – 01.

### ANEXO 2

- Figura 1. Apilado con TAR  $1/(tv^2)$  de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 2. Apilado con TAR 1/dist 0 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 3. Apilado con TAR 1/dist 3 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 4. Apilado con TAR 1/dist 6 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 5. Apilado con TAR 1/dist 9 dB de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 6. Apilado con TAR 1/dist 0 dB  $t^{0.5}$  de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 7. Apilado con TAR 1/dist 0 dB  $t^1$  de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 8. Apilado con TAR 1/dist 0 dB  $t^2$  de la línea AE – 85 – 01.

- Figura 9. Apilado con SCA Shot-Reciver de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 10. Apilado con SCA Shot-Reciver-Offset de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 11. Apilado con SCA Shot-Reciver-Offset-CDP de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 12. Apilado con Deconvolución Spike L. O. 80 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 13. Apilado con Deconvolución Spike L. O. 160 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 14. Apilado con Deconvolución Spike L. O. 240 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 15. Apilado con Deconvolución Predictiva L. P. 8 de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 16. Apilado con Deconvolución Predictiva L. P. 12 de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 17. Apilado con Deconvolución Predictiva L. P. 16 de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 18. Apilado con Deconvolución Consistente en Superficie tipo Spiking de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 19. Apilado con Deconvolución Spike Fase Cero L. O. 80 ms de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 20. Apilado con TVSW 5 – 15 – 115 – 120 (6 Paneles) de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 21. Apilado con TVSW 10 – 15 – 115 – 120 (6 Paneles) de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 22. Apilado con TVSW 5 – 10 – ... – 115 – 120 (Manual) de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 23. Apilado con Q Compensation de la línea AE – 85 – 01.

### ANEXO 3

- Figura 1. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 01.
- Figura 2. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 02.
- Figura 3. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 03.
- Figura 4. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 04.
- Figura 5. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 05.
- Figura 6. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 06.
- Figura 7. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 10.
- Figura 8. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 12.
- Figura 9. Campo de velocidades RMS Línea AE – 85 – 14.
- Figura 10. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 27.
- Figura 11. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 29.
- Figura 12. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 31.
- Figura 13. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 38.
- Figura 14. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 40.
- Figura 15. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 44.
- Figura 16. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 46.
- Figura 17. Campo de velocidades RMS Línea EL – 85 – 48.

### ANEXO 4

- Figura 1. Stk Final de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 2. Migración Final de la línea AE – 85 – 01.
- Figura 3. Stk Final de la línea AE – 85 – 02.
- Figura 4. Migración Final de la línea AE – 85 – 02.
- Figura 5. Stk Final de la línea AE – 85 – 03.
- Figura 6. Migración Final de la línea AE – 85 – 03.

- Figura 7. Stk Final de la línea AE – 85 – 04.
- Figura 8. Migración Final de la línea AE – 85 – 04.
- Figura 9. Stk Final de la línea AE – 85 – 05.
- Figura 10. Migración Final de la línea AE – 85 – 05.
- Figura 11. Stk Final de la línea AE – 85 – 06.
- Figura 12. Migración Final de la línea AE – 85 – 06.
- Figura 13. Stk Final de la línea AE – 85 – 08.
- Figura 14. Migración Final de la línea AE – 85 – 08.
- Figura 15. Stk Final de la línea AE – 85 – 10.
- Figura 16. Migración Final de la línea AE – 85 – 10.
- Figura 17. Stk Final de la línea AE – 85 – 12.
- Figura 18. Migración Final de la línea AE – 85 – 12.
- Figura 19. Stk Final de la línea AE – 85 – 14.
- Figura 20. Migración Final de la línea AE – 85 – 14.
- Figura 21. Stk Final de la línea EL – 85 – 27.
- Figura 22. Migración Final de la línea EL – 85 – 27.
- Figura 23. Stk Final de la línea EL – 85 – 29.
- Figura 24. Migración Final de la línea EL – 85 – 29.
- Figura 25. Stk Final de la línea EL – 85 – 31.
- Figura 26. Migración Final de la línea EL – 85 – 31.
- Figura 27. Stk Final de la línea EL – 85 – 38.
- Figura 28. Migración Final de la línea EL – 85 – 38.
- Figura 29. Stk Final de la línea EL – 85 – 40.
- Figura 30. Migración Final de la línea EL – 85 – 40.
- Figura 31. Stk Final de la línea EL – 85 – 44.
- Figura 32. Migración Final de la línea EL – 85 – 44.
- Figura 33. Stk Final de la línea EL – 85 – 46.
- Figura 34. Migración Final de la línea EL – 85 – 46.
- Figura 35. Stk Final de la línea EL – 85 – 48.
- Figura 36. Migración Final de la línea EL – 85 – 48.



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Prestación de servicios N°: 045 de 2005  
Nombre del servicio: Reprocesamiento de Alta Resolución de Líneas Sísmicas con una longitud aproximada de 450 km.

Cuenca: Llanos Orientales de Colombia  
Proyecto: Ariporo Este 85 2D

Tipo de Procesamiento: Reprocesamiento de Alta Resolución  
Fecha de Procesamiento: Diciembre de 2005 – Febrero de 2006  
Compañía: PetroSeis Ltda

Responsables.

Por PETROSEIS:

Darío Cortina  
Gerente General

Carlos Rodríguez  
Supervisor de procesamiento

Oscar O. Lancheros R.  
Analista de procesamiento

Por A.N.H. :

Enrique Guzmán  
Supervisor

Ivan Bucheli  
Interprete

## 2. INTRODUCCIÓN

En el Centro de Procesamiento de PetroSeis, ubicado en la ciudad de Bogotá D. C., se realizó el procesamiento 448 kilómetros de sísmica para la compañía AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS A. N. H. correspondientes a 18 líneas del proyecto Ariporo Este 85 2D ubicado en la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia y adquirido por la empresa EXXON. en los años de 1985 y 1986 (Figura 1). Fueron procesados en total 3149 registros.

En este informe se describe la secuencia utilizada durante el procesamiento, la cual fue llevada a cabo con el propósito de obtener la mejor imagen sísmica posible que resalte los aspectos geológicos más relevantes del área y que concuerden con los objetivos exploratorios del proyecto.

El procesamiento se realizó con el software de procesamiento sísmico interactivo ProMAX versión 2003.3.12 instalado en un Servidor Power Edge 2850, con 2 procesadores Xeon de 3.0 GHz cada uno y 2.0 GB de Memoria RAM, con Disco Duro de 100 GigaBytes.

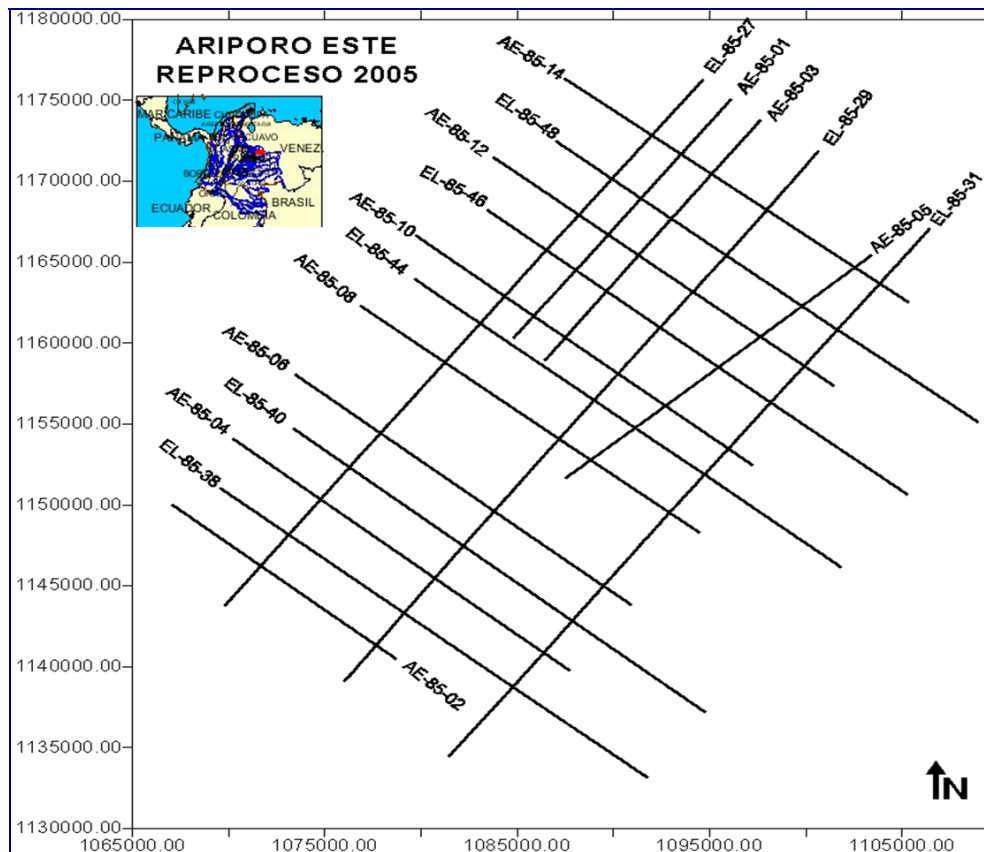


Figura 1. Ubicación del proyecto.

### 3. OBJETIVOS

- Obtener una buena imagen sísmica del área con el fin de mejorar el modelo geológico de la misma y satisfacer las expectativas del cliente
- Realizar un procesamiento de alta calidad para información sísmica 2D de acuerdo con los requerimientos de A. N. H.
- Trabajar en equipo con los geólogos y geofísicos de A. N. H., 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.



## 4. PROCESAMIENTO

### 4.1. INFORMACIÓN TÉCNICA RECIBIDA

- CDs con documentos y Ukooas de Proceso.
- Cintas exabyte con registros de campo en formato SEG-Y.

### 4.2. INFORMACIÓN PROCESADA

La tabla No. 1 muestra las líneas correspondientes al programa Sísmico Ariporo Este 85 2D.

No.	Linea	No.	Linea
1	AE – 1985 – 01	1	EL – 1985 – 27
2	AE – 1985 – 02	2	EL – 1985 – 29
3	AE – 1985 – 03	3	EL – 1985 – 31
4	AE – 1985 – 04	4	EL – 1985 – 38
5	AE – 1985 – 05	5	EL – 1985 – 40
6	AE – 1985 – 06	6	EL – 1985 – 44
7	AE – 1985 – 08	7	EL – 1985 – 46
8	AE – 1985 – 10	8	EL – 1985 – 48
9	AE – 1985 – 12		
10	AE – 1985 – 14		

Tabla 1. Programa sísmico Ariporo Este 1985 2D.

### 4.3. PARÁMETROS DE CAMPO

PARAMETRO	BLOQUE AE – 1985
TIPO DE INSTRUMENTO	DFS-V
FORMATO DE GRABACION	SEG B
INTERVALO DE MUESTREO	2 ms.
LONGITUD DE REGISTRO	3 s
NUMERO DE CANALES DE DATOS	96
CUBRIMIENTO EN SUBSUELO	120 %
FUENTE DE ENERGIA	DINAMITA
PROFUNDIDAD DE LA FUENTE	60 ft.
CANTIDAD DE CARGA	1 lb.
NUMERO DE POZOS	1
<b>FILTROS DE CAMPO</b>	
CORTE BAJO	12 Hz. 18 dB/oct
CORTE ALTO	128 Hz. 72 dB/oct

NOTCH	FUERA
TIPO DE GEOFONOS	GS - 20D / 10 Hz
ARREGLO DE GEOFONOS	12 EN PARALELO CADA 4.16 m.
DISTANCIA ENTRE RECEPTORES	25 m.
DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE DISPARO	100 m.

PARAMETRO	BLOQUE EL – 1985
TIPO DE INSTRUMENTO	DFS-V
FORMATO DE GRABACION	SEG B
INTERVALO DE MUESTREO	2 ms.
LONGITUD DE REGISTRO	3 s
NUMERO DE CANALES DE DATOS	96
CUBRIMIENTO EN SUBSUELO	60 %
FUENTE DE ENERGIA	DINAMITA
PROFUNDIDAD DE LA FUENTE	60 ft.
CANTIDAD DE CARGA	1 lb.
NUMERO DE POZOS	1
<b>FILTROS DE CAMPO</b>	
CORTE BAJO	12 Hz. 18 dB/oct
CORTE ALTO	128 Hz. 72 dB/oct
NOTCH	FUERA
TIPO DE GEOFONOS	GS - 20 D / 10 Hz
ARREGLO DE GEOFONOS	12 EN PARALELO CADA 4.16 m.
DISTANCIA ENTRE RECEPTORES	25 m.
DISTANCIA ENTRE PUNTOS DE DISPARO	200 m.

Tabla 2. Parámetros de adquisición del programa sísmico Ariporo Este 1985 2D.

#### 4.4. METODOLOGÍA

La metodología llevada a cabo durante la realización del procesamiento sísmico se resume en los siguientes pasos (Tabla 3):

- Entrada de la información a partir de las cintas SEG Y entregadas por A. N. H.
- Asignación y chequeo de la geometría y picado de los primeros arribos.
- Elaboración de pruebas de recuperación de amplitudes, análisis de Amplitud Consistentes en Superficie, Deconvolución y Balanceo Espectral; para definir los parámetros iniciales de la secuencia de proceso PRE-apilado. Los parámetros se escogieron tomando como referencia la calidad del registro y apilado (Ver Anexos 1 y 2).
- Definida la secuencia de PRE-apilado se procedió a resolver el problema estático, para lo cual se obtuvo soluciones estáticas por elevación y refracción. Luego se picaron velocidades cada 0.625 km. para cada solución y se apiló; a continuación se corrió y aplicó un primer paso de residuales.
- Posteriormente se revisaron las velocidades y se corrieron las segundas estáticas residuales.



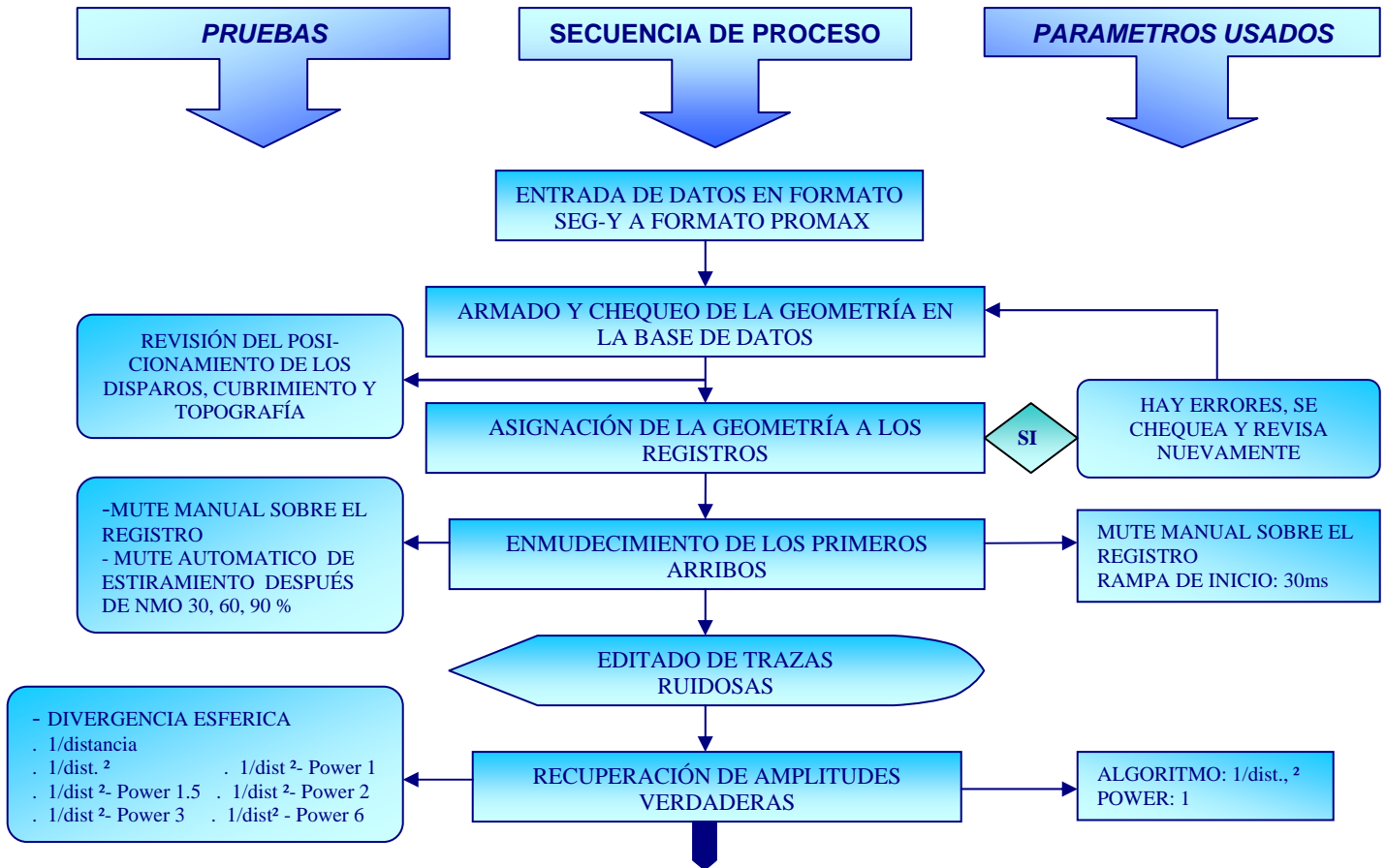
Informe Final de Procesamiento – Ariporo Este 1985 2D

- Adicionalmente se hizo una corrección por NMO aplicando “stretch mute” y mute post apilado.
- Se realizó la migración utilizando el algoritmo de Diferencias Finitas.
- Por último, se realizó la presentación final y se elaboró el presente informe.

No.	M	LINE	No	CDP	KM	SP		No	DATA	GEO	DCN	BRUTE	FB	REFRAI	VEL 1	RES 1	VEL 2	RES 2	MIG	P FIN	%	%																			
						INI	FIN																Reces	5	5	10	5	10	5	10	10	10	10	10	10	10	EJEC	PROY			
1	M	AE-85-01	36.0	12.5	18.5	20015	27415	100.0	184	9-dic	12-dic	13-dic	14-dic	15-dic	16-dic	27-dic	28-dic	29-dic	23-ene	10-feb	100	0																			
2	M	AE-85-02	36.0	12.5	18.5	20015	26015	100.0	151	9-dic	14-dic	13-dic	14-dic	15-dic	16-dic	27-dic	28-dic	29-dic	23-ene	10-feb	100	0																			
3	M	AE-85-03	36.0	12.5	18.5	20015	27415	100.0	85	9-dic	14-dic	13-dic	14-dic	15-dic	16-dic	5-ene	10-ene	16-ene	23-ene	10-feb	100	0																			
4	M	AE-85-04	36.0	12.5	22.5	20015	29015	100.0	224	9-dic	26-dic	26-dic	26-dic	26-dic	26-dic	10-ene	10-ene	16-ene	20-ene	24-ene	10-feb	100	0																		
5	M	AE-85-05	36.0	12.5	21.0	20015	28415	100.0	209	9-dic	14-dic	15-dic	15-dic	15-dic	15-dic	10-ene	11-ene	16-ene	16-ene	24-ene	10-feb	100	0																		
6	M	AE-85-06	36.0	12.5	22.5	20015	29015	100.0	226	9-dic	15-dic	15-dic	16-dic	16-dic	16-dic	5-ene	5-ene	16-ene	16-ene	25-ene	10-feb	100	0																		
7	M	AE-85-08	36.0	12.5	22.5	20015	29015	100.0	226	1-jun	2-jun	8-jun	8-jun	8-jun	10-jun	15-jun	18-jun	18-jun	20-jun	28-jun	10-feb	100	0																		
8	M	AE-85-10	36.0	12.5	22.5	20015	29015	100.0	226	9-dic	16-dic	16-dic	16-dic	16-dic	16-dic	27-dic	2-ene	16-ene	20-ene	25-ene	10-feb	100	0																		
9	M	AE-85-12	36.0	12.5	22.5	20015	29015	100.0	225	9-dic	16-dic	16-dic	16-dic	16-dic	19-dic	19-dic	4-ene	4-ene	17-ene	19-ene	26-ene	10-feb	100	0																	
10	M	AE-85-14	36.0	12.5	22.5	20015	29015	100.0	224	9-dic	16-dic	16-dic	16-dic	19-dic	19-dic	3-ene	3-ene	12-ene	17-ene	24-ene	10-feb	100	0																		
11	M	EL-85-27	36.0	12.5	41.0	20010	36410	200.0	204	9-dic	19-dic	19-dic	19-dic	19-dic	19-dic	5-ene	5-ene	17-ene	19-ene	26-ene	10-feb	100	0																		
12	M	EL-85-29	36.0	12.5	41.0	20010	36410	200.0	205	9-dic	19-dic	19-dic	19-dic	19-dic	19-dic	11-ene	11-ene	18-ene	19-ene	26-ene	10-feb	100	0																		
13	M	EL-85-31	36.0	12.5	41.0	20010	36410	200.0	195	9-dic	20-dic	20-dic	20-dic	20-dic	20-dic	12-ene	12-ene	18-ene	19-ene	26-ene	10-feb	100	0																		
14	M	EL-85-30	36.0	12.5	28.4	9290	20850	200.0	139	9-dic	20-dic	20-dic	20-dic	21-dic	21-dic	5-ene	5-ene	18-ene	19-ene	23-ene	10-feb	100	0																		
15	M	EL-85-40	36.0	12.5	28.6	9290	19930	200.0	133	9-dic	21-dic	21-dic	21-dic	21-dic	21-dic	5-ene	5-ene	17-ene	19-ene	26-ene	10-feb	100	0																		
16	M	EL-85-44	36.0	12.5	28.4	9290	20850	200.0	140	9-dic	21-dic	21-dic	21-dic	21-dic	21-dic	27-dic	2-ene	17-ene	18-ene	24-ene	10-feb	100	0																		
17	M	EL-85-46	36.0	12.5	28.0	9290	20490	200.0	139	9-dic	22-dic	22-dic	22-dic	22-dic	22-dic	5-ene	5-ene	17-ene	17-ene	24-ene	10-feb	100	0																		
18	M	EL-85-48	36.0	12.5	28.0	9290	20490	200.0	140	9-dic	22-dic	22-dic	22-dic	22-dic	22-dic	3-ene	4-ene	17-ene	18-ene	26-ene	10-feb	100	0																		
<b>TOTAL</b>																							<b>470.40</b>				<b>3375</b>													<b>100.0</b>	<b>0.0</b>

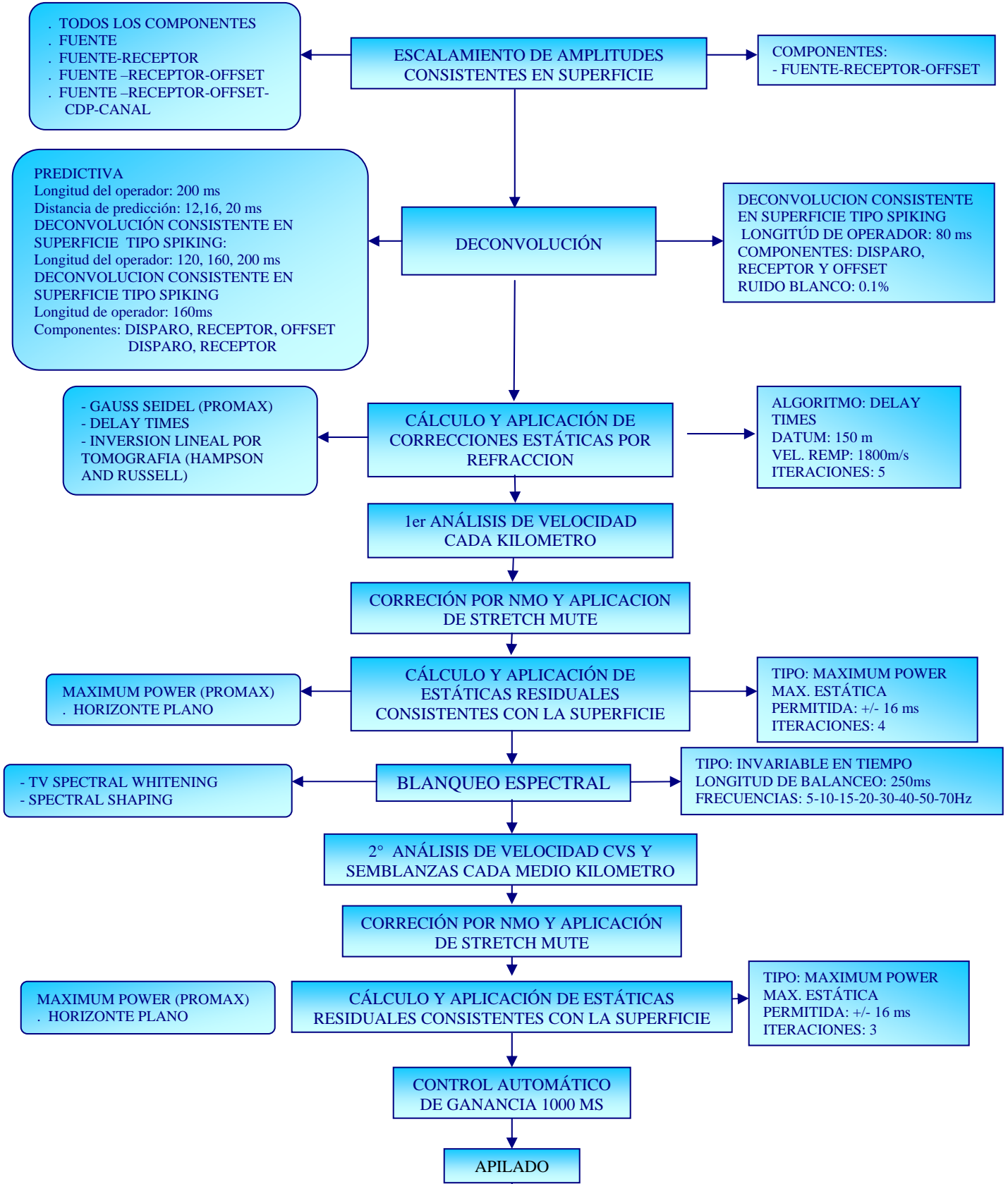
Tabla 3. Cronograma de actividades.

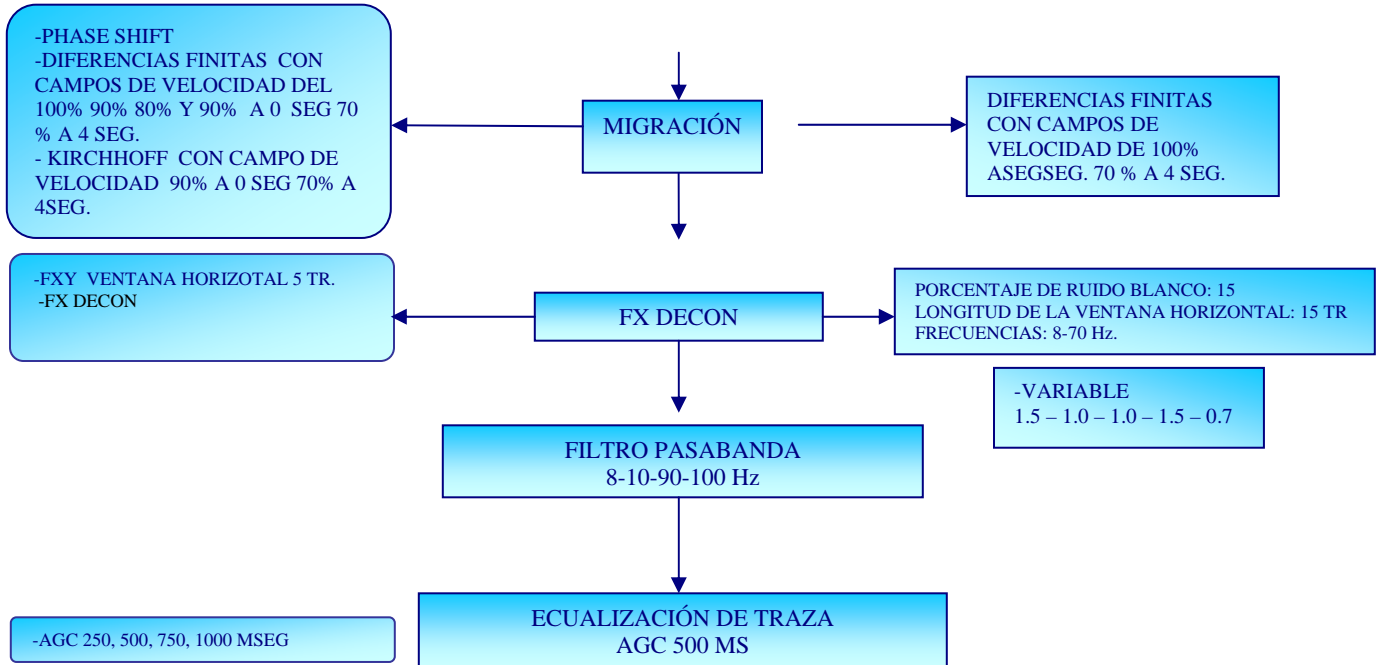
4.5. SECUENCIA DE PROCESAMIENTO





Informe Final de Procesamiento – Ariporo Este 1985 2D





#### 4.5.1 PARÁMETROS GENERALES

En el procesamiento de este proyecto se usaron los siguientes parámetros

Plano de referencia: 150 m  
Velocidad de Reemplazamiento: 1800 m/s  
Intervalo de muestreo: 2 ms  
Tiempo máximo de proceso: 3 segundos Bloque AE – 1985.  
4 segundos Bloque EL – 1985.

#### 4.5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESAMIENTO

##### 4.5.2.1. ENTRADA DE DATOS

La información suministrada al centro de procesamiento estuvo conformada por cintas EXABYTE en formato SEG-Y, que posteriormente fueron convertidas a formato interno ProMAX.

#### 4.5.2.2. GEOMETRÍA

La geometría consta de hojas electrónicas independientes para receptores, fuentes y patrones de tendido. Para llenar estas hojas de cálculo se utilizó la información de los reportes de observador de cada una de las líneas suministradas. Luego se llevo a cabo la asignación de la misma, cargando automáticamente la información de la base de datos a los headers de las trazas. Se realizó el control de calidad para corroborar si la posición de los disparos era la correcta desplegando todos los registros con una corrección por Linear Moveout.

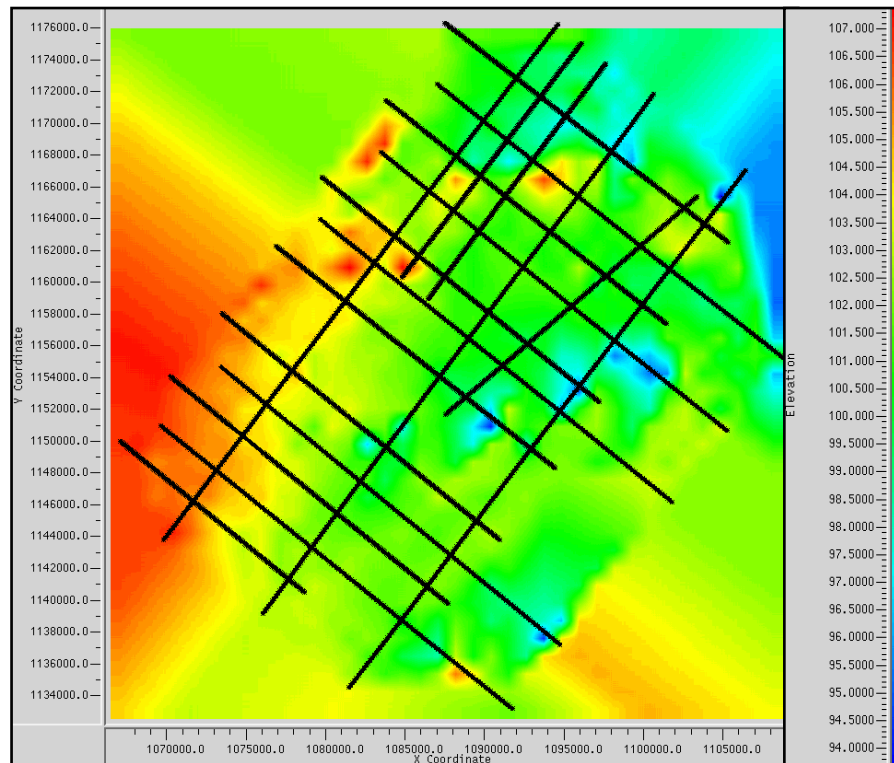


Figura 2. Mapa de elevaciones del proyecto.

De la misma manera se realizó el control de calidad para los receptores. Además se hizo un control de calidad de los gráficos en la base de datos donde tenemos en cuenta el offset, elevación tanto en superficie para los disparos como para las estacas (Figura 3), cubrimiento, número de canales y primer canal vivo por fuente, y la distribución en los CDP's de velocidad y offset. La figura 4 muestra los diagramas de cubrimiento para algunas de las líneas procesadas.

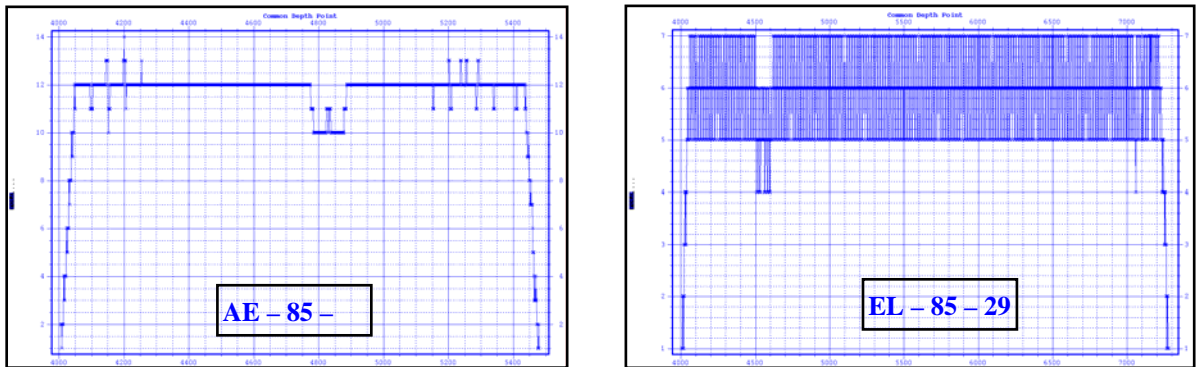


Figura 3. Gráficos de cubrimiento de algunas de las líneas del proyecto.

#### 4.5.2.4. RECUPERACIÓN DE LA VERDADERA AMPLITUD (TAR)

Este programa ofrece varias opciones de recuperación de la verdadera amplitud (tales como la divergencia esférica y la atenuación inelástica), las cuales pueden ser usadas separadamente o en combinación. Este algoritmo aplica a la traza una función de ganancia variable en tiempo para compensar la pérdida de amplitud debida a la atenuación y dispersión inherentes a la propagación de la energía a través del subsuelo.

Por medio de pruebas realizadas para diferentes opciones, se determinó el parámetro más adecuado para aplicar, en este caso era  $\frac{1}{[dist]}$ , en una ventana de tiempo de 3000 ms.

#### 4.5.2.5. 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, la contribución puede ser estimada estadísticamente en muchas trazas. La herramienta Surface Consistent Ampls, estima y ajusta las amplitudes relativas en fuente, receptor, offset, CDP y canal, sobre una base consistente en superficie.

Para el cálculo se utilizaron las componentes de Disparo, Receptor, offset, cdp y canal en cada una de las líneas. Para la aplicación se usaron las componentes de Disparo, Receptor, offset y cdp.

#### 4.5.2.6. DECONVOLUCIÓN TRAZA – TRAZA

La información sísmica registrada es considerada como la convolución de la señal de la fuente con el subsuelo (la respuesta de la tierra), los instrumentos, los geófonos. La respuesta de la tierra incluye efectos no deseados, los cuales se pretenden remover aplicando filtros inversos a través de la deconvolución. Estos efectos se estiman como filtros lineales.

Teniendo en cuenta el objetivo del proyecto se optó por utilizar deconvolución de tipo spiking. Se hicieron pruebas con longitudes de operador de 80,160 y 240 ms y un porcentaje de ruido blanco de 0.1%

Los parámetros de deconvolución escogidos fueron:

<i>Tipo de Deconvolución:</i>	Spiking Fase Mínima
<i>Longitud del operador:</i>	80 ms.
<i>Porcentaje de ruido blanco:</i>	0.1 %

#### 4.5.2.7. BALANCEO ESPECTRAL (TV SPECTRAL WHITENING)

En esta etapa las trazas son transformadas al dominio de la frecuencia, donde es realizado el espectro con base en ganancias calculadas de acuerdo a unos intervalos definidos por el procesador con el fin de mejorar la calidad de los datos.

Los parámetros definidos por el procesador fueron los siguientes:

- Tipo de filtro: invariable con el tiempo.
- Frecuencias para balanceo espectral  
5 – 15 – 115 – 120.

#### 4.5.2.8. 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 realizadas sobre el mismo plano, sin presencia de capa meteorizada, zonas de baja velocidad o diferencias de altura.



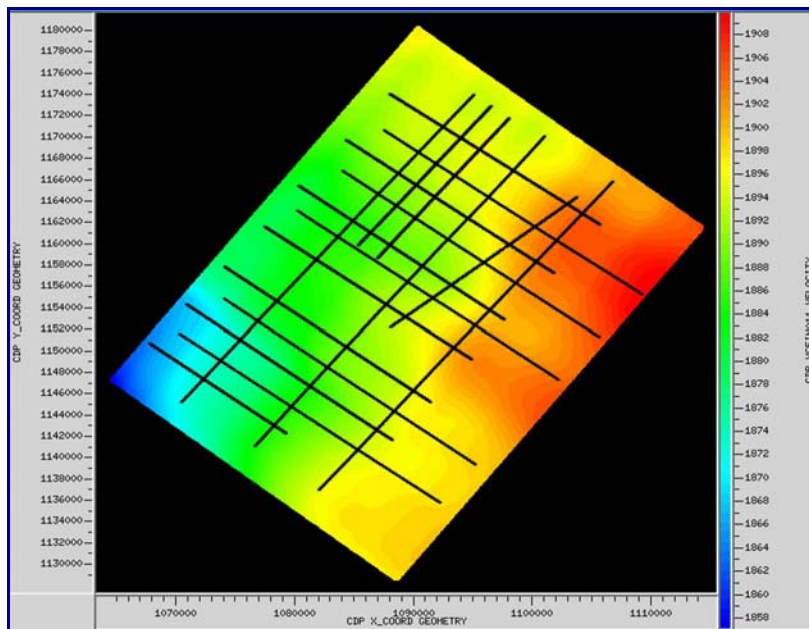


Figura 4. Mapa de velocidad de refracción calculada para el proyecto.

La figura 4 muestra la velocidad de refracción obtenida utilizando el software de Promax, el cual usa el algoritmo de Delay-Time con un datum de 150m y una velocidad de procesamiento de 1800m/s.

#### 4.5.2.9. ANÁLISIS DE VELOCIDADES

Se realizó cada 50 CDP's para cada uno de los apilados. Se efectuaron dos pasos de picado de velocidades en el procesamiento. Después de la aplicación de estáticas por refracción (un análisis cada 0.625 km.). Los gráficos de velocidades para cada línea se muestran en el Anexo 3.

#### 4.5.2.10. CORRECCIÓN POR NMO Y ENMUDECIMIENTO

Se aplicó la herramienta de Normal Moveout Correction para las velocidades obtenidas en el segundo análisis, con un Stretch Mute de 30%.

#### 4.5.2.11. ESTÁTICAS RESIDUALES CONSISTENTES EN SUPERFICIE

Para el cálculo de estáticas residuales se utilizó el método llamado "Maximum Power Autostatics", el cual selecciona la estática de fuente y receptor que maximiza la respuesta del apilado. "Máximo Power Autostatic" es efectiva para un amplio rango de calidades de información.

Los parámetros elegidos fueron los siguientes:

Algoritmo: Maximum Power



Informe Final de Procesamiento – Ariporo Este 1985 2D

*Tipo:* Ventana Plana  
*Número de Iteraciones:* 4  
*Estática máxima permitida:* +/- 16 ms

#### 4.5.2.12. APILAMIENTO POR CDP

Se agruparon los CDPs y se sumaron para generar el apilado (Ver Anexo 4).

#### 4.5.2.13. MIGRACIÓN

Se realizó una migración post-apilado en el tiempo. En esta se aplica una transformada de Fourier para llevar del dominio del tiempo al de la frecuencia y del dominio de la distancia al número de onda, la cual es muy precisa en áreas con débil variación lateral de velocidades.

Para obtener la velocidad de migración, las velocidades de apilado final fueron llevadas a un Datum plano y suavizadas con un operador de un kilómetro. De este campo se extrajo una función de velocidad y se migró con porcentajes de velocidad para definir el campo para la migración final por Diferencias Finitas (Ver Anexo 4).

Los parámetros elegidos fueron los siguientes:

*Algoritmo:* Diferencias Finitas  
*Velocidades:* Apilado suavizadas  
*Porcentaje:* 100%

#### 4.5.2.14. PROCESAMIENTO POST - APILADO

Se aplicó una deconvolución FX para realzar la relación señal/ruido. La traza resultante debe tener menos ruido aleatorio que la traza de entrada.

Los parámetros utilizados fueron:

#### 4.5.2.15. FILTRO PASABANDAS

Frecuencias 8-12-90-100 Hz.

#### 4.5.2.16. DECONVOLUCIÓN FX

*Porcentaje de ruido blanco:* 10%  
*Longitud ventana horizontal:* 15



Informe Final de Procesamiento – Ariporo Este 1985 2D

#### 4.5.2.17. ESCALAMIENTO VARIABLE EN TIEMPO

*Valores de Ganancia*            1.5 – 1.0 – 1.0 – 1.5 – 0.7

## 5. PRODUCTOS FINALES

- 1 copia en Exabyte 8mm de Apilados Finales y Migraciones OUT-OUT de todas las líneas.
- 1 copia en Exabyte 8mm de Apilados Finales y Migraciones Finales IN-IN de todas las líneas.
- 1 copias de Velocidades Finales de Apilado para cada una de las líneas.
- 1 copias del Informe Final de Procesamiento y de display de Apilados y Migraciones Finales.
- 1 copia en película de Apilado y Migración Final para cada una de las líneas.
- 1 copia de archivos en formato TIFF de Apilado Final y Migración Final de todas las líneas.

## 6. CONCLUSIONES

- Se obtuvo una imagen sísmica de gran calidad para las secciones objeto de este procesamiento haciendo énfasis en la zona de interés del cliente.
- Con los análisis de velocidad se obtuvo un campo de velocidad con pocas variaciones laterales y un incremento de su valor en tiempo, lo que facilitó la obtención del campo final de velocidades de migración.
- Se lograron buenos resultados en cuanto a calidad de imagen especialmente en la zona de interés, gracias a la conservación del rango de frecuencias predominante y al detallado picado de velocidades de apilado.
- La interacción del grupo de proceso con los profesionales de A. N. H., fue de gran ayuda en la escogencia de los parámetros de procesamiento, lo que permitió obtener el mejor producto final posible.

## 7. RECURSOS

### ***EQUIPOS:***

- Servidor Power Edge 2850.
- Memoria RAM 2 GB.
- Capacidad disco duro 100 GigaBytes.
- 2 procesadores Xeon de 3.0 GHz.
- Unidad de lectura de cintas 8mm (alta Densidad) Co. COMP, INC 5.0 GB.
- Plotter Térmico OYO-GEOSPACE GS-636 (Centro de Proceso).
- Plotter HP DesingJet 750 CPlus Color 36”

# **ANEXO 1**

# **ARIPORO ESTE 1985**

## **REPROCESO 2005**



**Agencia Nacional de Hidrocarburos**  
**Republica de Colombia**



# LINEA AE – 85 – 01

## PRUEBAS PRE PROCESO SOBRE REGISTRO



Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia





# PRUEBAS TAR



Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia



SOU\_SLOC

2281

RAW

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

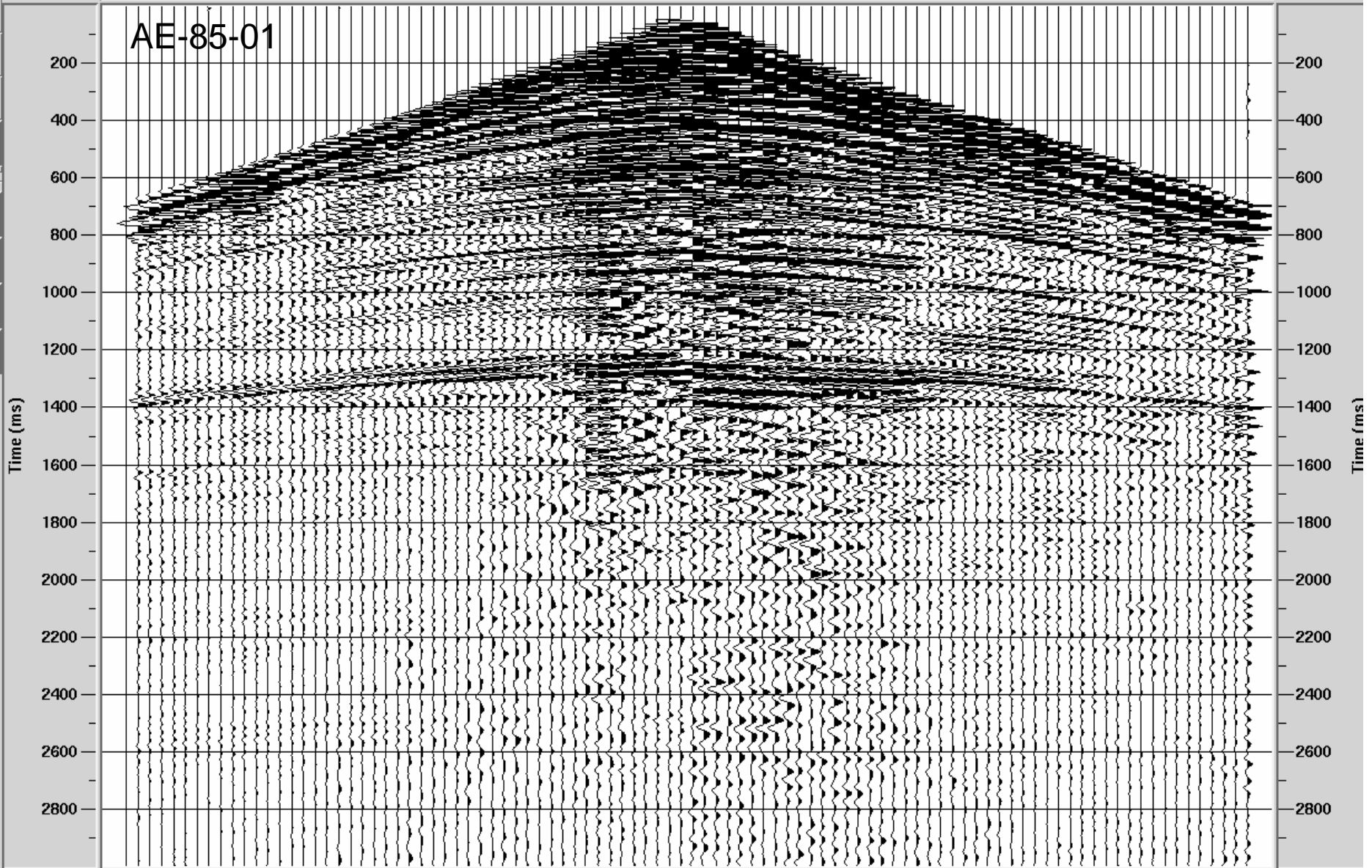
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



SOU\_SLOC

2281

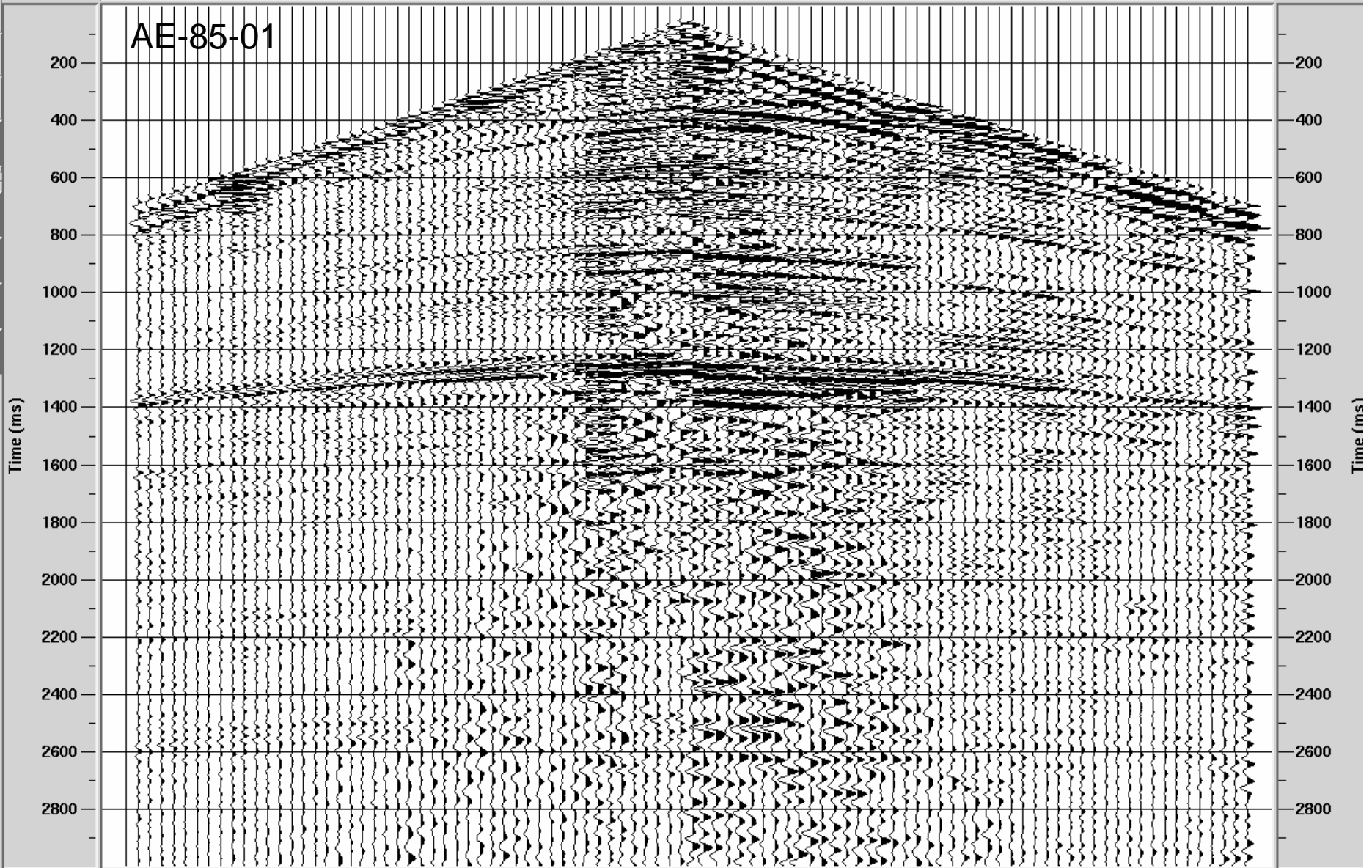
1/tv2

SRF\_SLOC

2231 2241 2251 2261 2271 2287 2297 2307 2317 2327



AE-85-01



SOU\_SLOC

2281

1/dist 0 dB

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

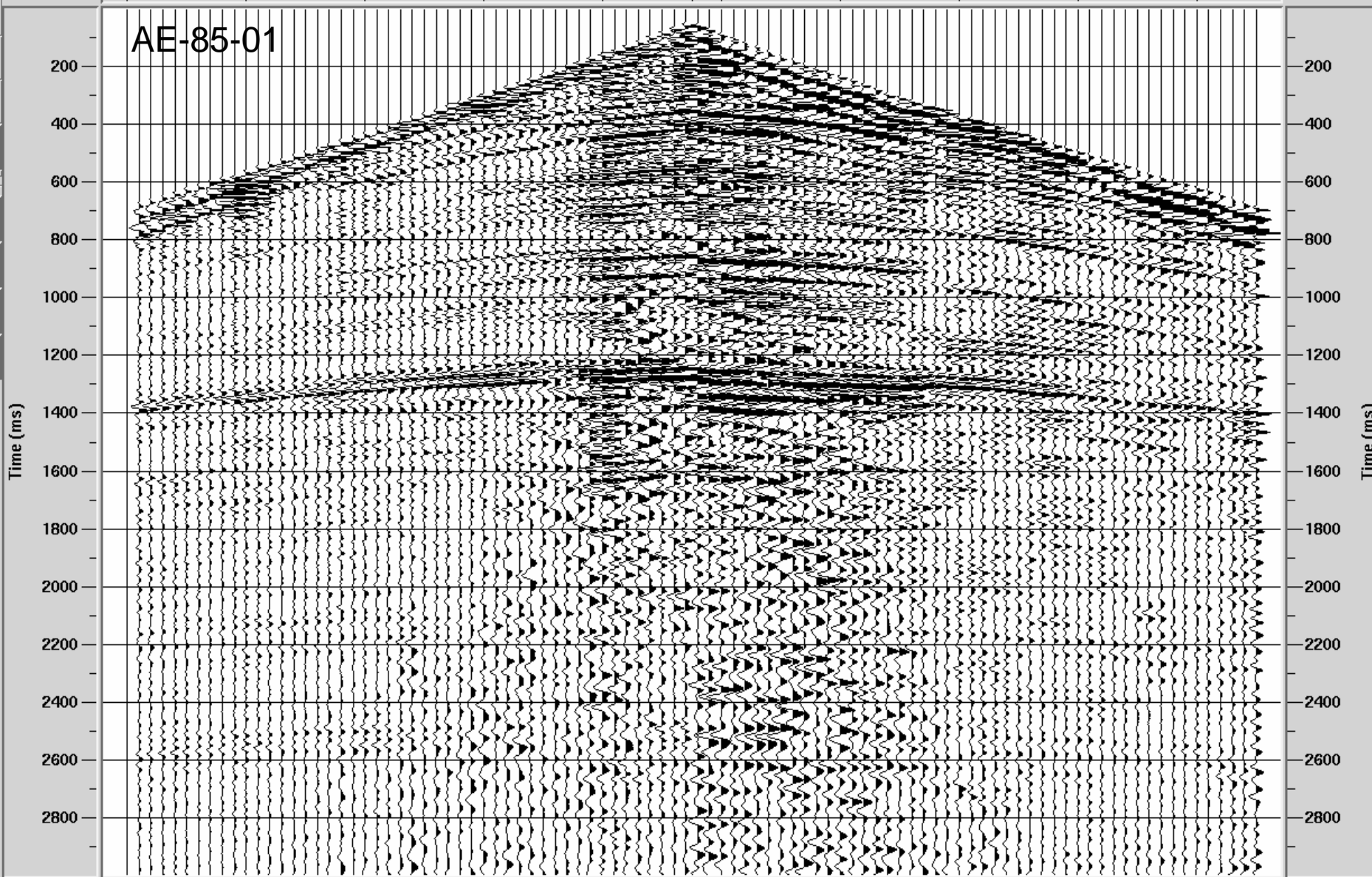
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



SOU\_SLOC

SRF\_SLOC

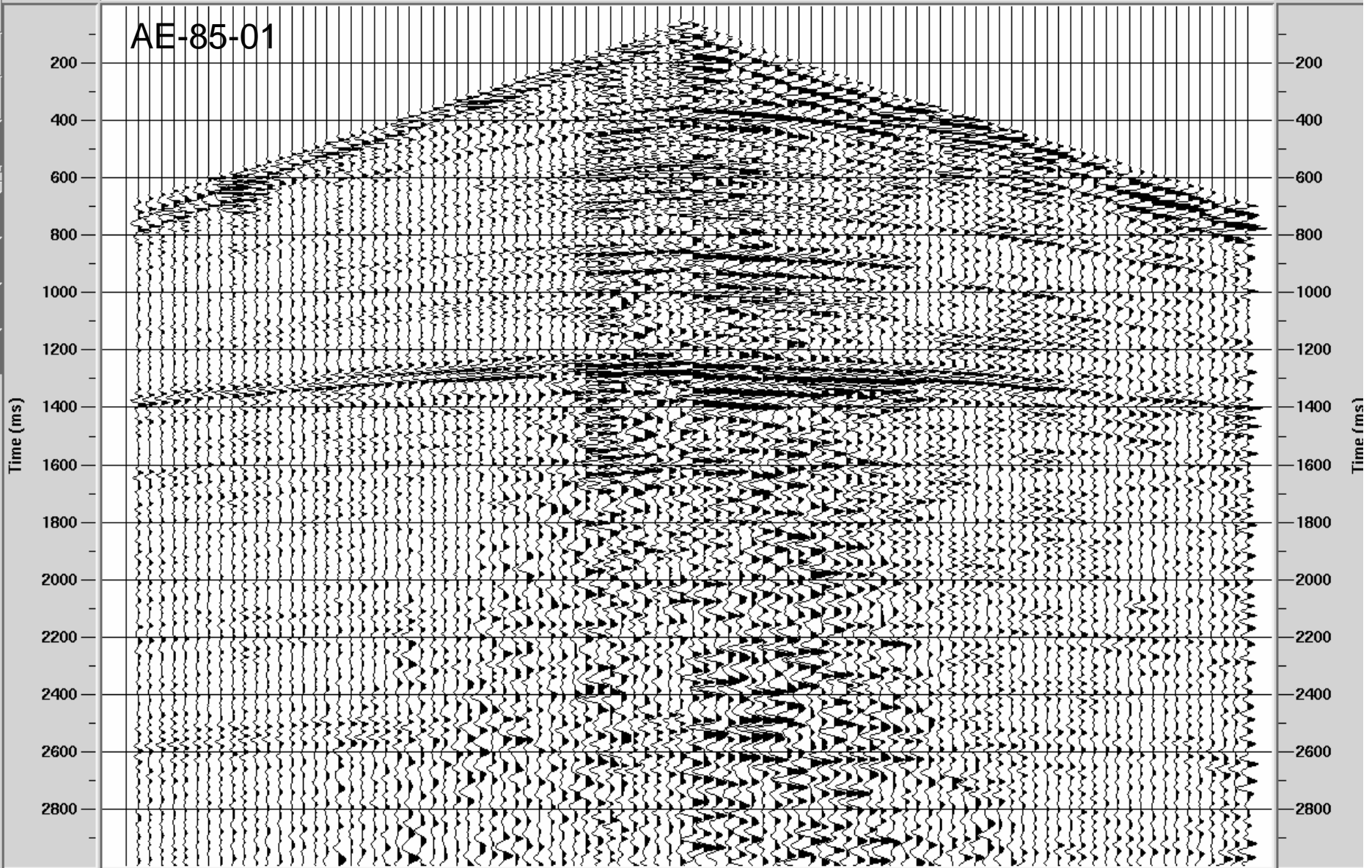
2281

1/dist 3 dB

2231 2241 2251 2261 2271 2287 2297 2307 2317 2327



AE-85-01



SOU\_SLOC

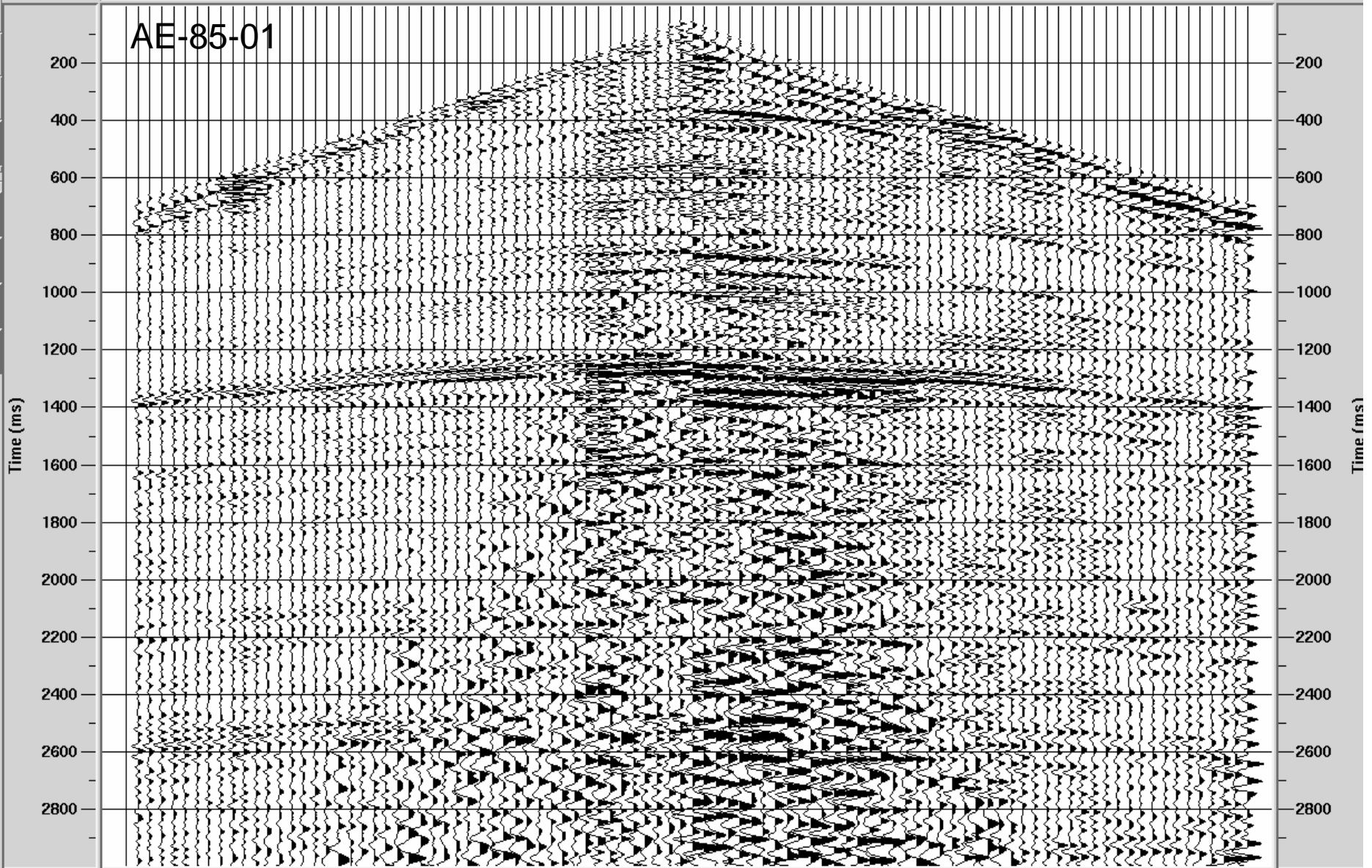
SRF\_SLOC

2281

1/dist 6 dB

2231 2241 2251 2261 2271 2287 2297 2307 2317 2327

AE-85-01



Navigation and tool icons:

- Play button
- Stop button
- Zoom in
- Zoom out
- Print
- Cursor
- Amplitude scale (A)
- Derivative (dx/dt)
- Max button

SOU\_SLOC

1/dist 9 dB

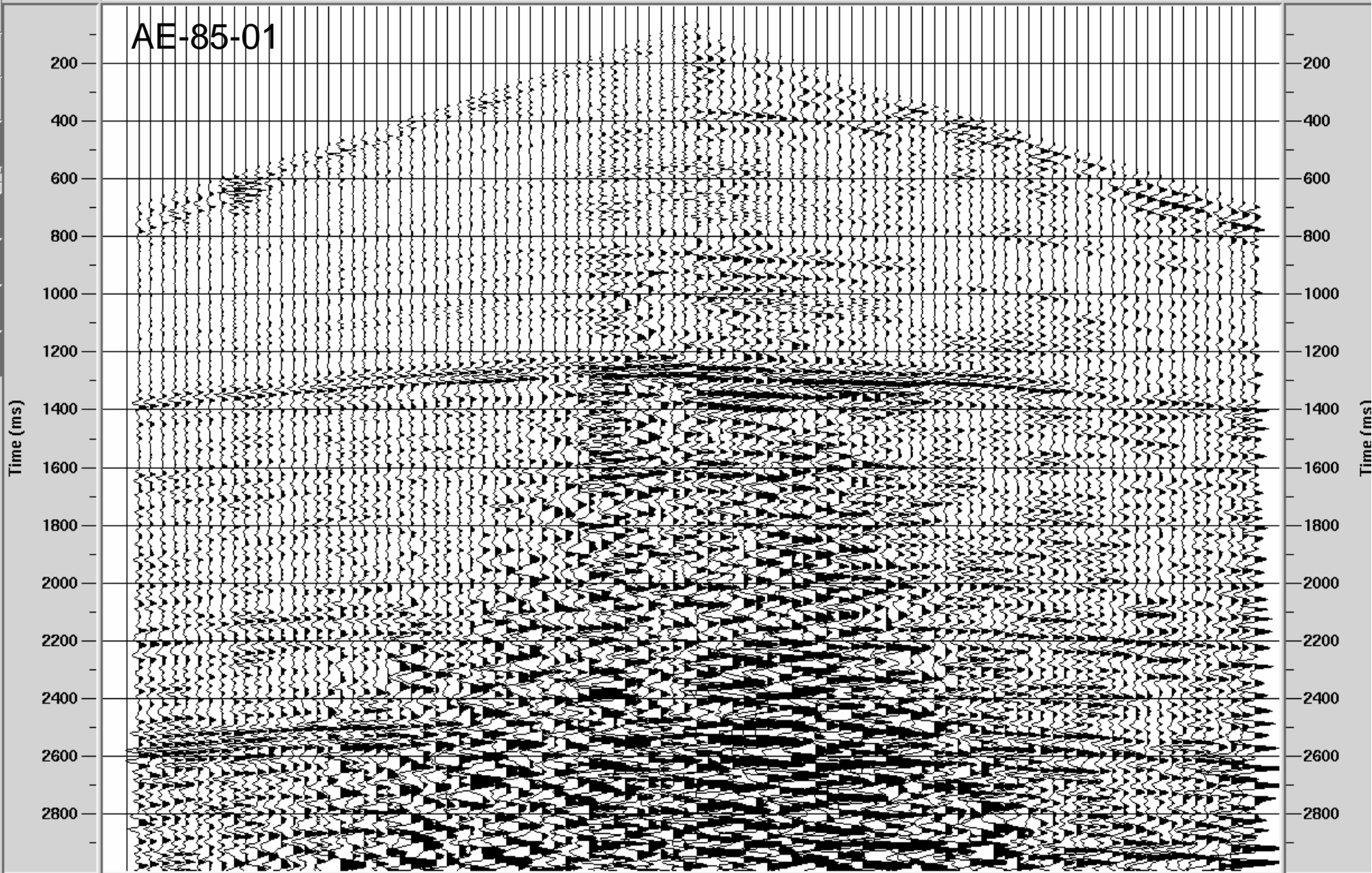
SRF\_SLOC

2281

2231 2241 2251 2261 2271 2281 2297 2307 2317 2327



AE-85-01



SOU\_SLOC

2281

1/dist 0 dB  $t^{0.5}$

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

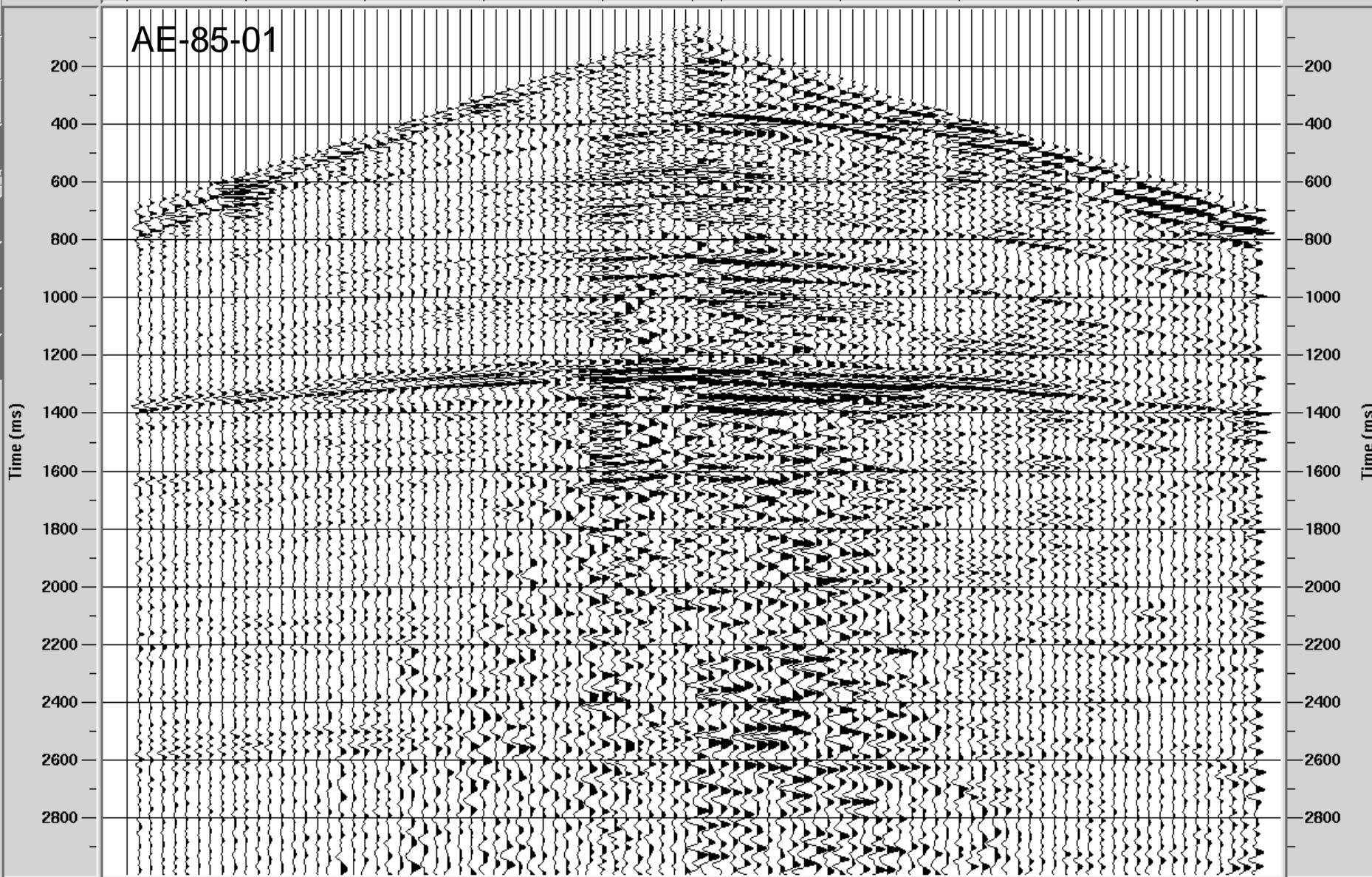
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



Navigation icons: play, stop, zoom in, zoom out, pan, and a 'max' button.

Time (ms)

Time (ms)



SOU\_SLOC

1/dist 0 dB t<sup>1</sup>

SRF\_SLOC

2281

2231

2241

2251

2261

2271

2281

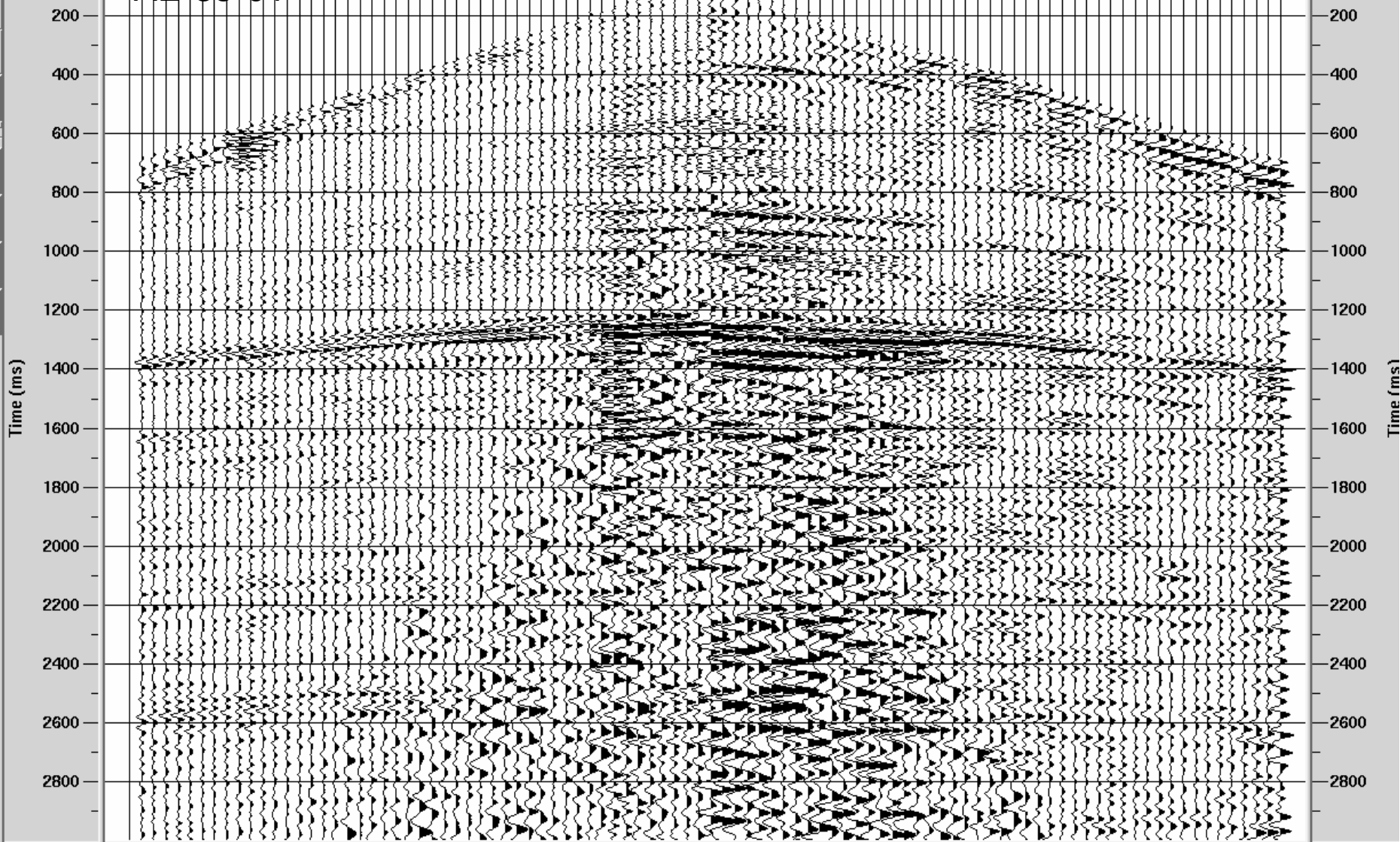
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



Navigation and tool icons:

- Play button
- Stop button
- Zoom in
- Zoom out
- Print
- Cursor
- Annotation tool (A)
- Derivative tool (dx/dt)
- Max button

SOU\_SLOC

SRF\_SLOC

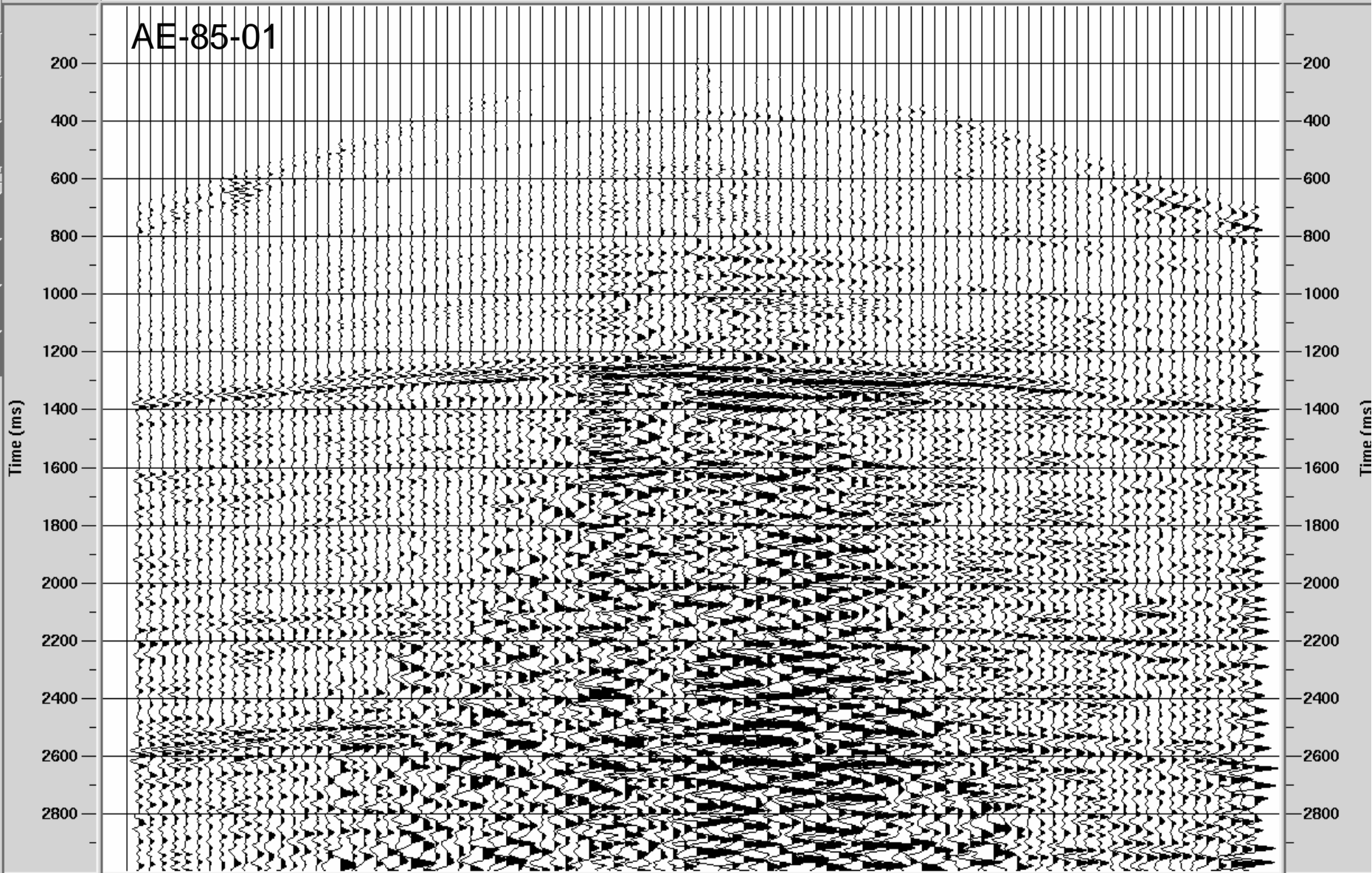
2281

1/dist 0 dB t<sup>2</sup>

2231      2241      2251      2261      2271      2281      2297      2307      2317      2327



AE-85-01



# PRUEBAS SCA



**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**



SOU\_SLOC

SCA S R

SRF\_SLOC

2281

2231

2241

2251

2261

2271

2281

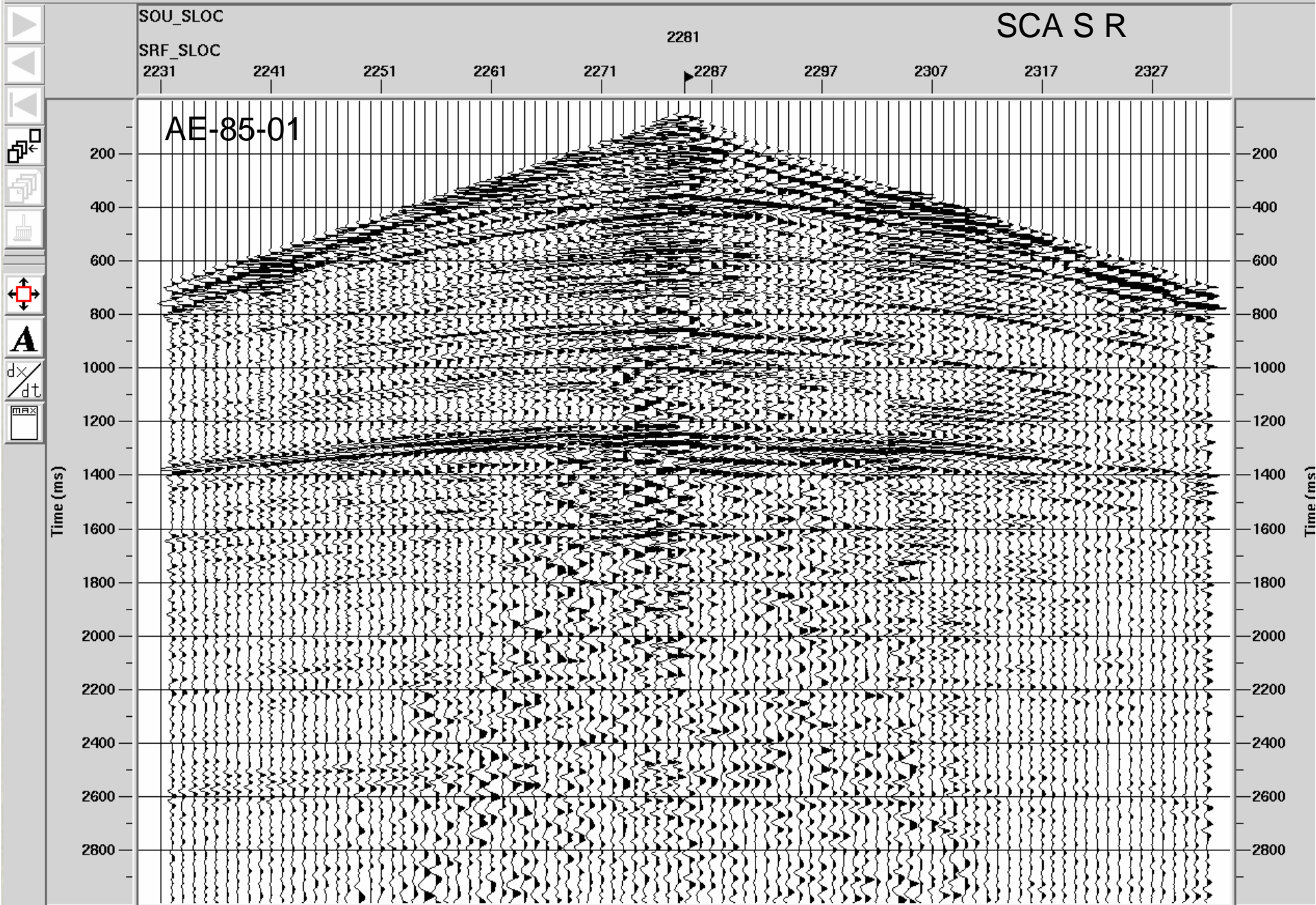
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



SOU\_SLOC

2281

SCA S R O

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

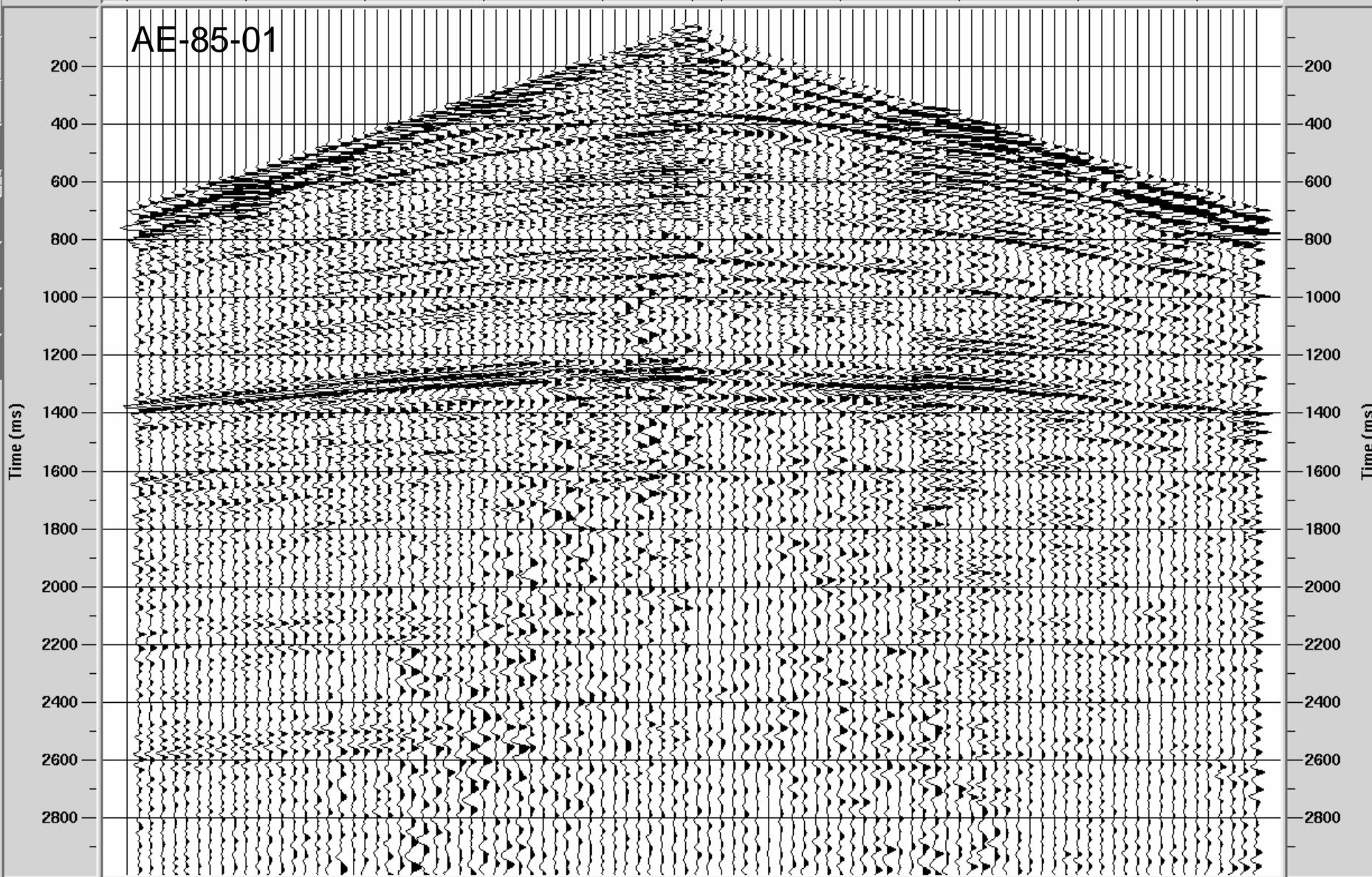
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



Navigation and tool icons:

- Play button
- Stop button
- Home button
- Zoom in/out buttons
- Cursor selection tool
- Annotation tool (A)
- Derivative tool ( $\frac{dx}{dt}$ )
- Max button

SOU\_SLOC

SCA S R O C

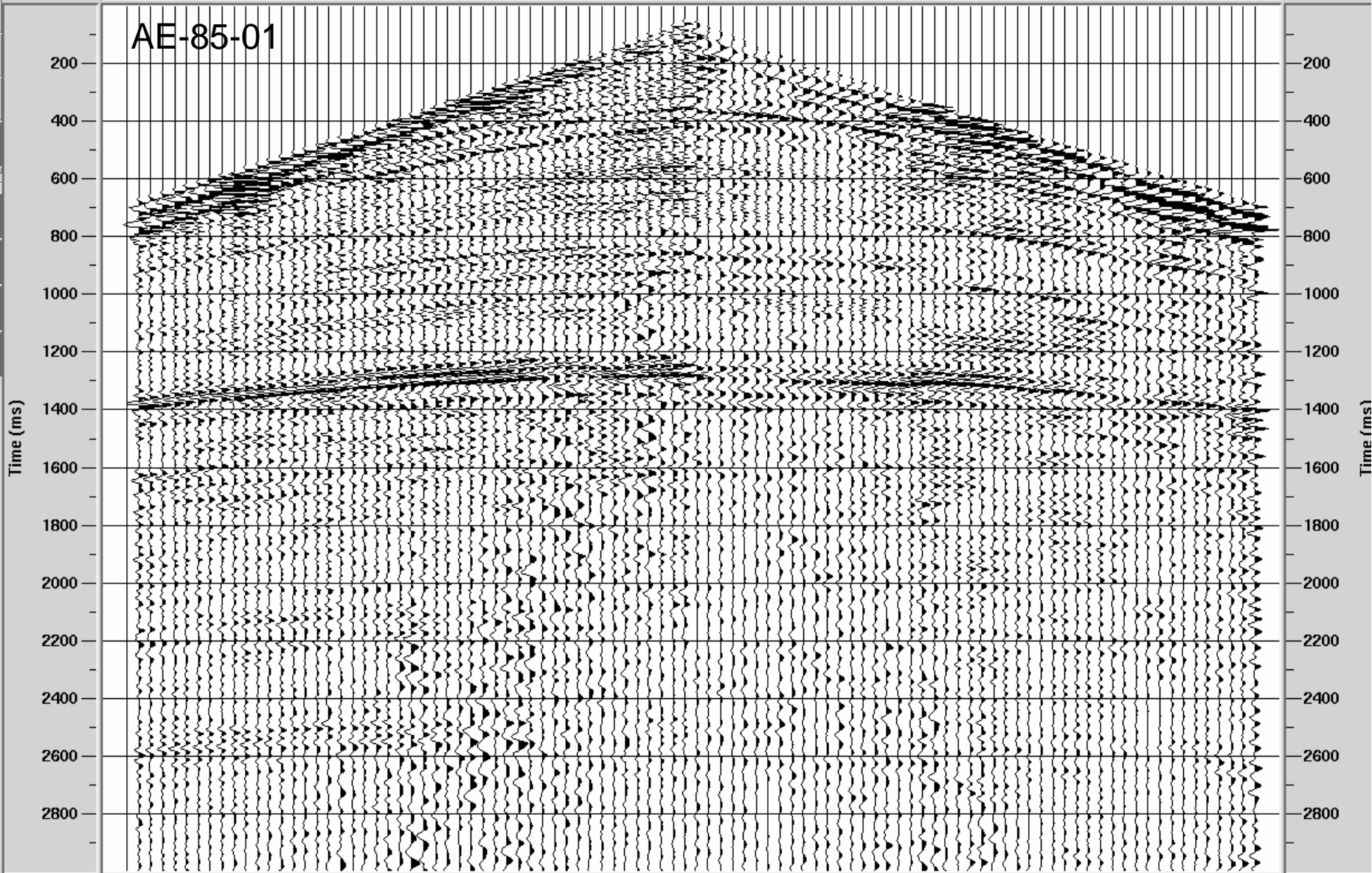
SRF\_SLOC

2281

2231 2241 2251 2261 2271 2287 2297 2307 2317 2327



AE-85-01



# PRUEBAS DECON



**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**



SOU\_SLOC

SRF\_SLOC

2281

DCN\_SPK80

2231

2241

2251

2261

2271

2287

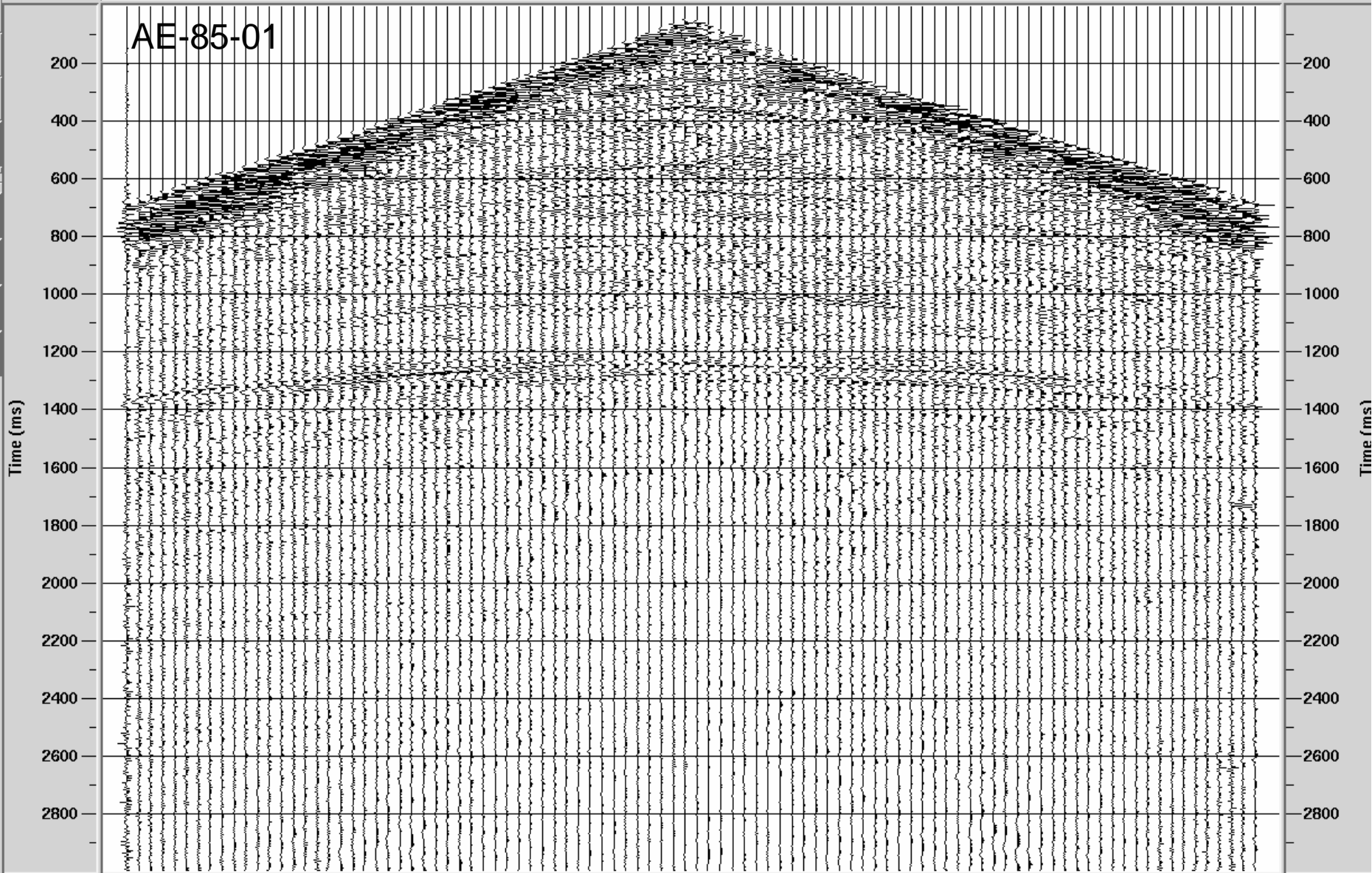
2297

2307

2317

2327

AE-85-01





SOU\_SLOC

2281

DCN\_SPK160

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

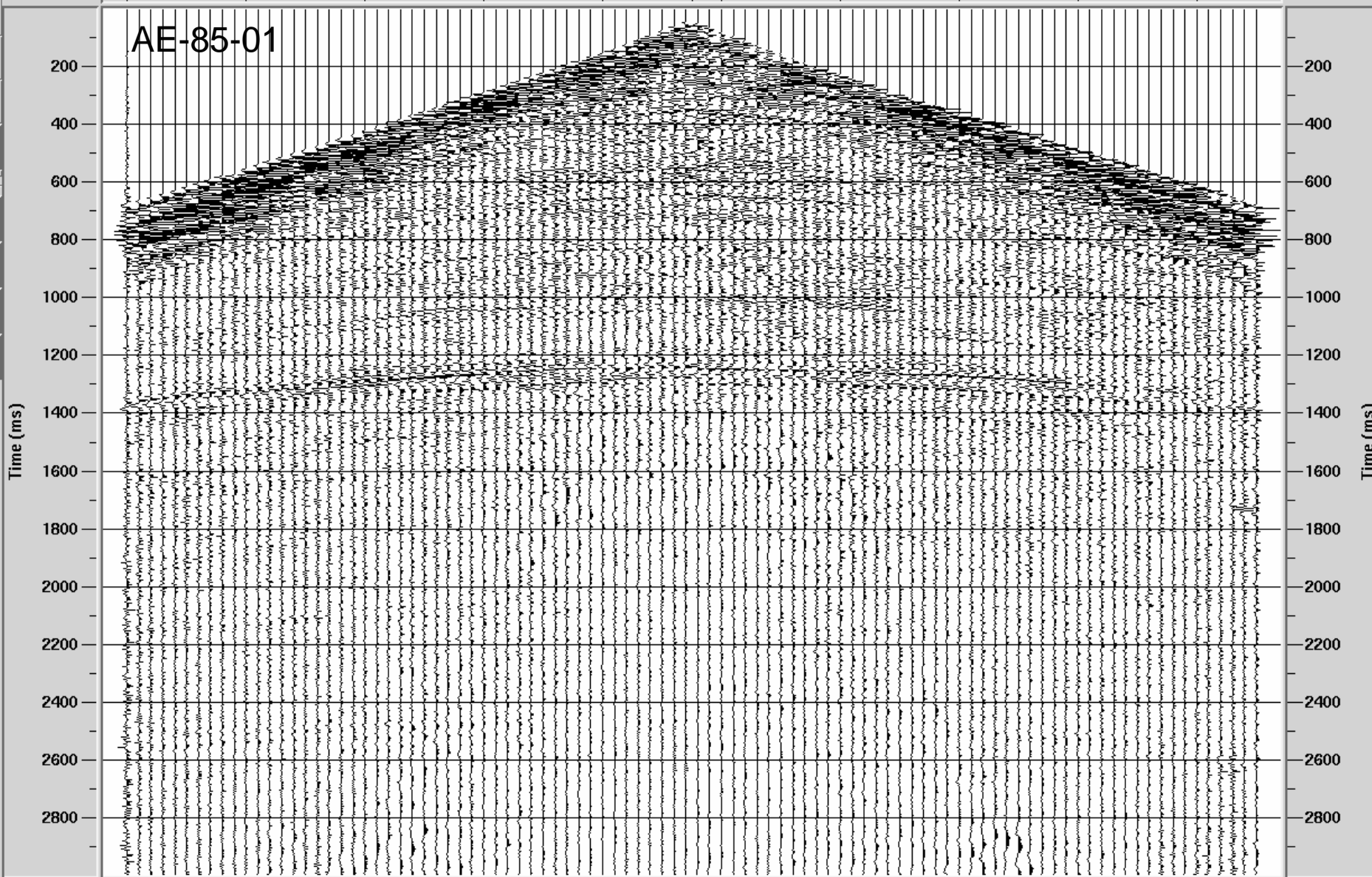
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



SOU\_SLOC

SRF\_SLOC

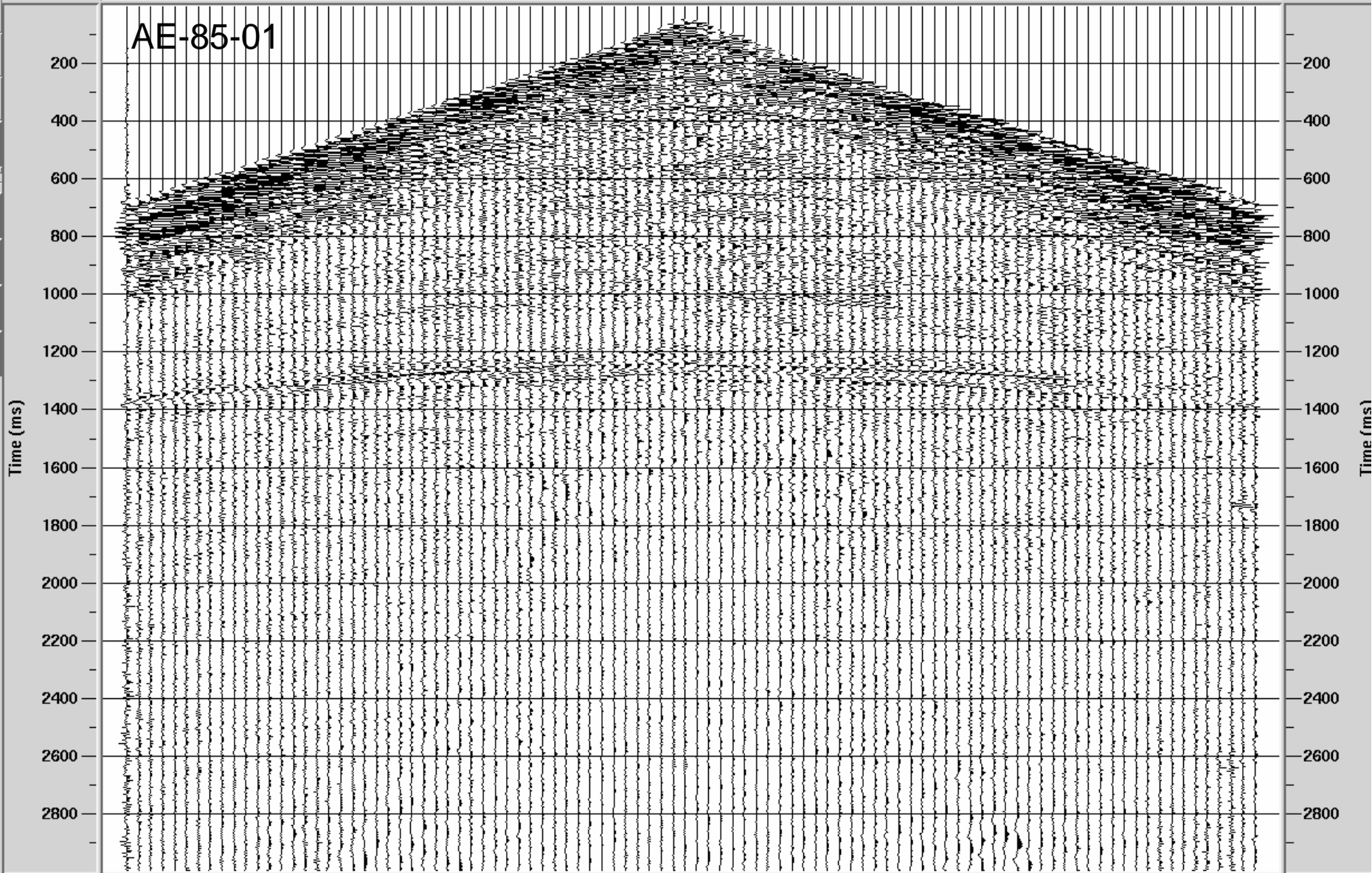
2281

DCN\_SPK240

2231 2241 2251 2261 2271 2287 2297 2307 2317 2327



AE-85-01



SOU\_SLOC

2281

DCN\_PRE8

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

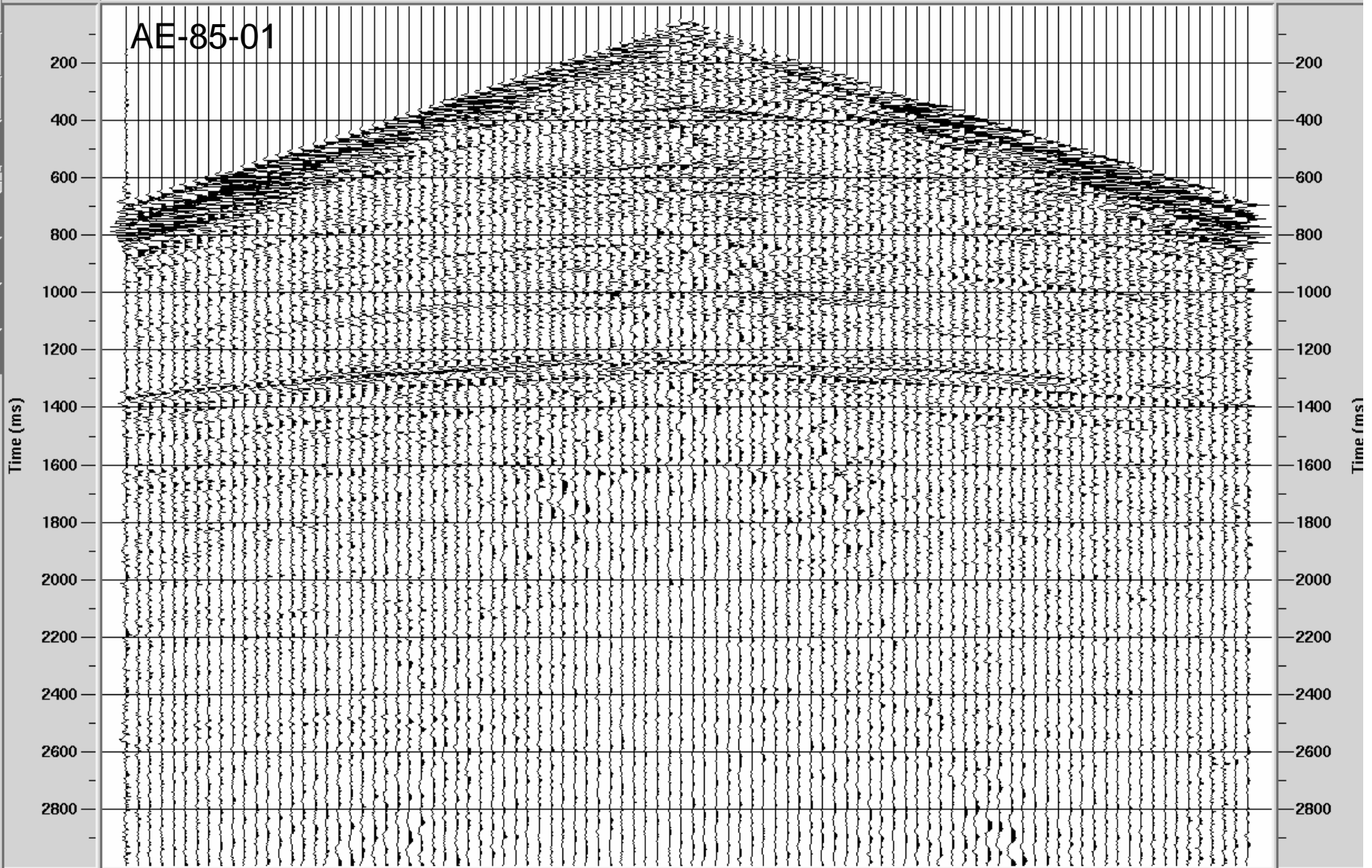
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



Navigation and tool icons including play, stop, zoom, pan, and a calculator icon with the formula  $\frac{dx}{dt}$  and a 'max' button.

SOU\_SLOC

DCN\_PRE12

SRF\_SLOC

2281

2231

2241

2251

2261

2271

2281

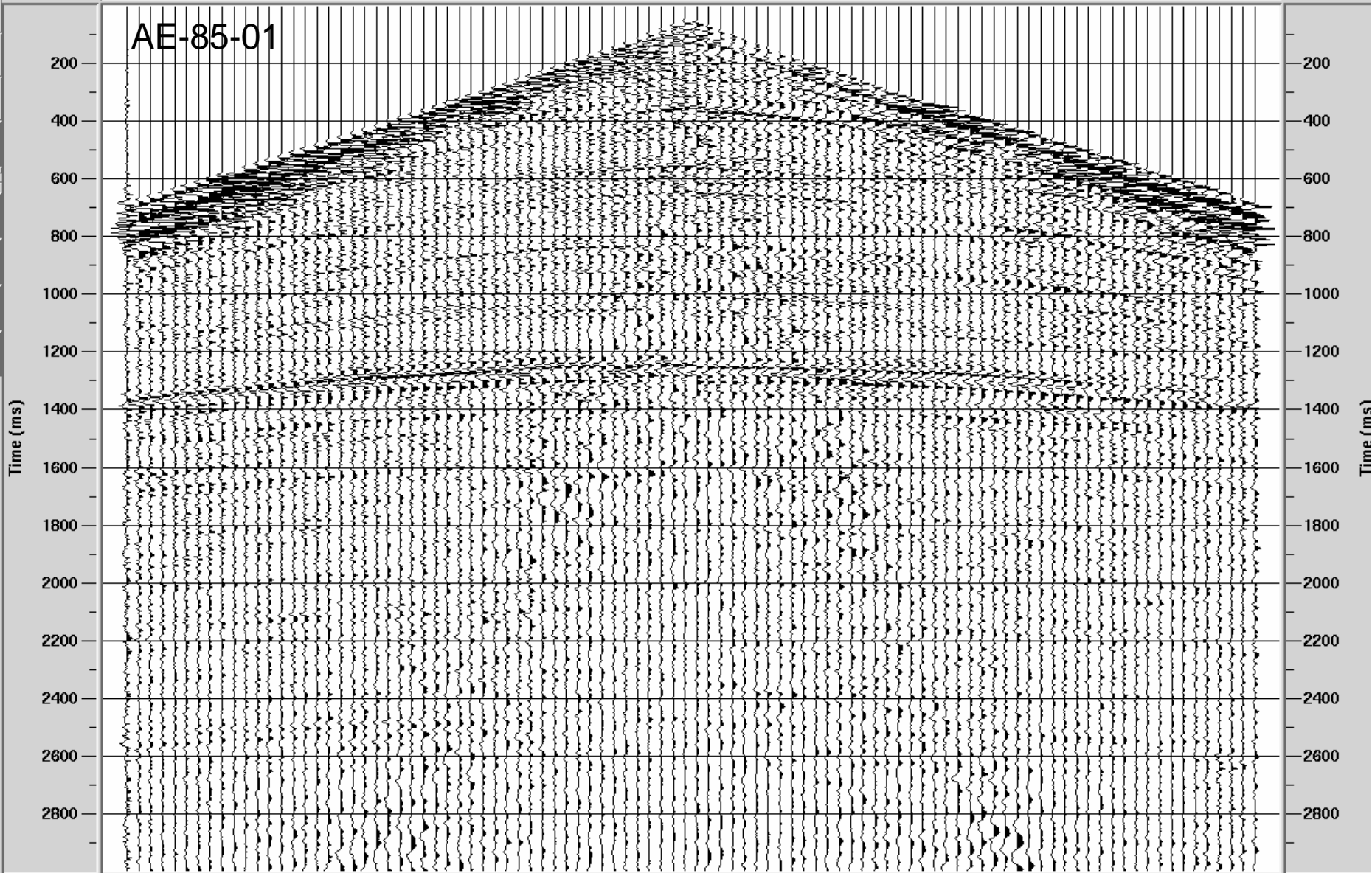
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



SOU\_SLOC

DCN\_PRE16

SRF\_SLOC

2281

2231

2241

2251

2261

2271

2281

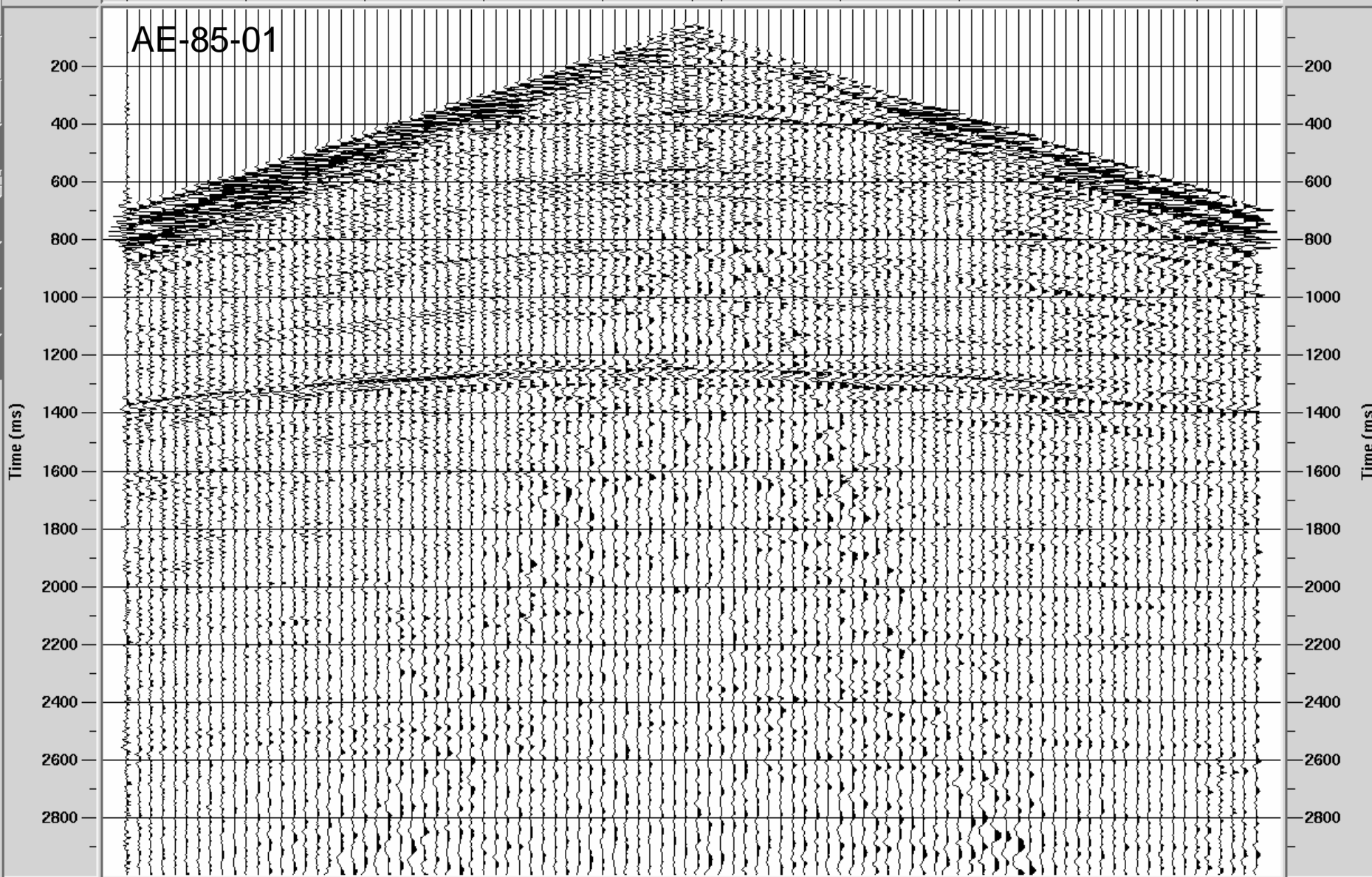
2291

2301

2311

2321

AE-85-01



SOU\_SLOC

# SURFACE CONSISTENT DCN

SRF\_SLOC

2281

2231

2241

2251

2261

2271

2287

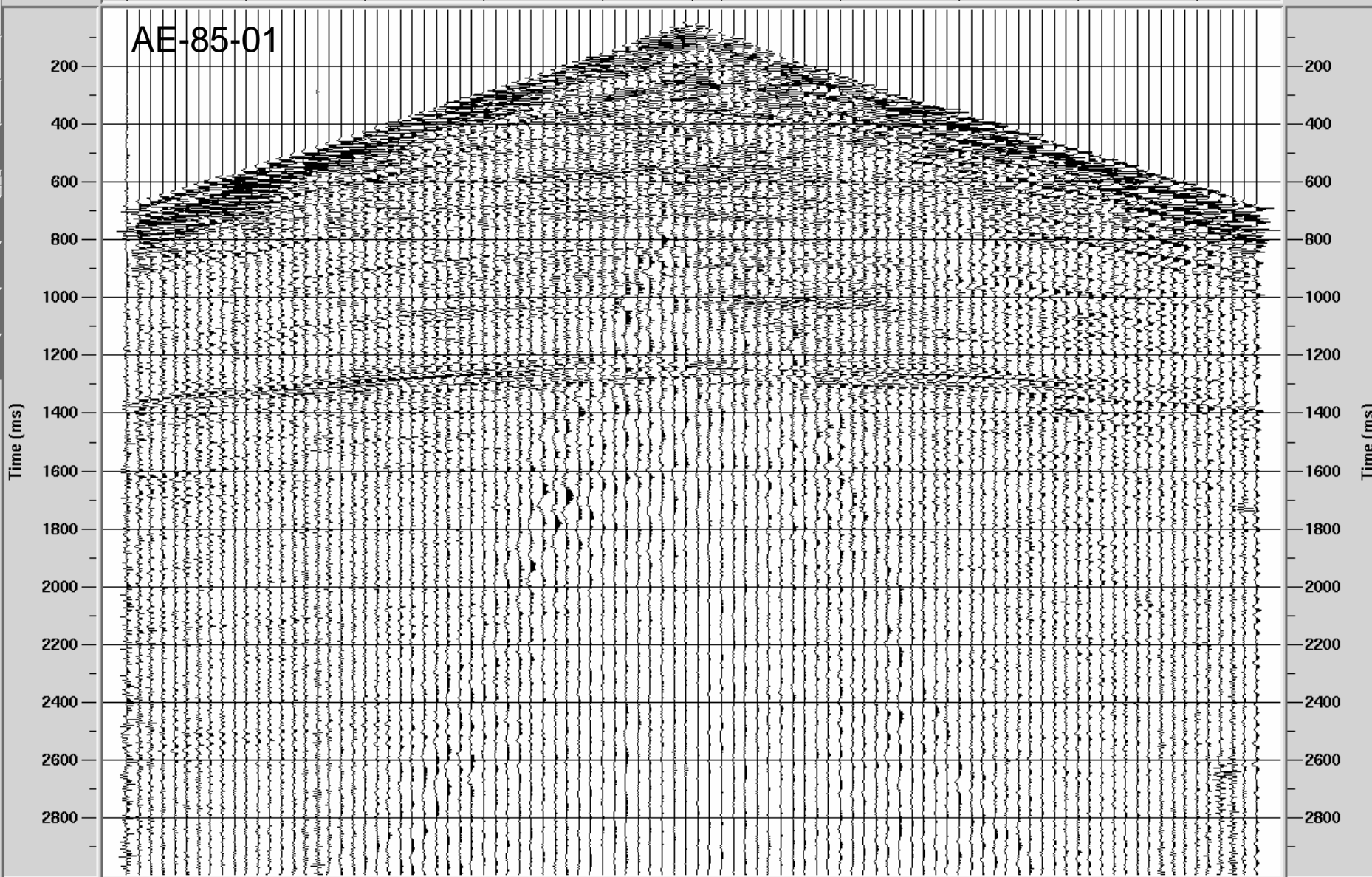
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



Navigation and tool icons:

- Play button
- Stop button
- Home button
- Zoom in/out buttons
- Cursor selection tool
- Annotation tool (A)
- Derivative tool ( $\frac{dx}{dt}$ )
- Max button

SOU\_SLOC

2281

ZERO-PHASE DCN\_SPK80

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

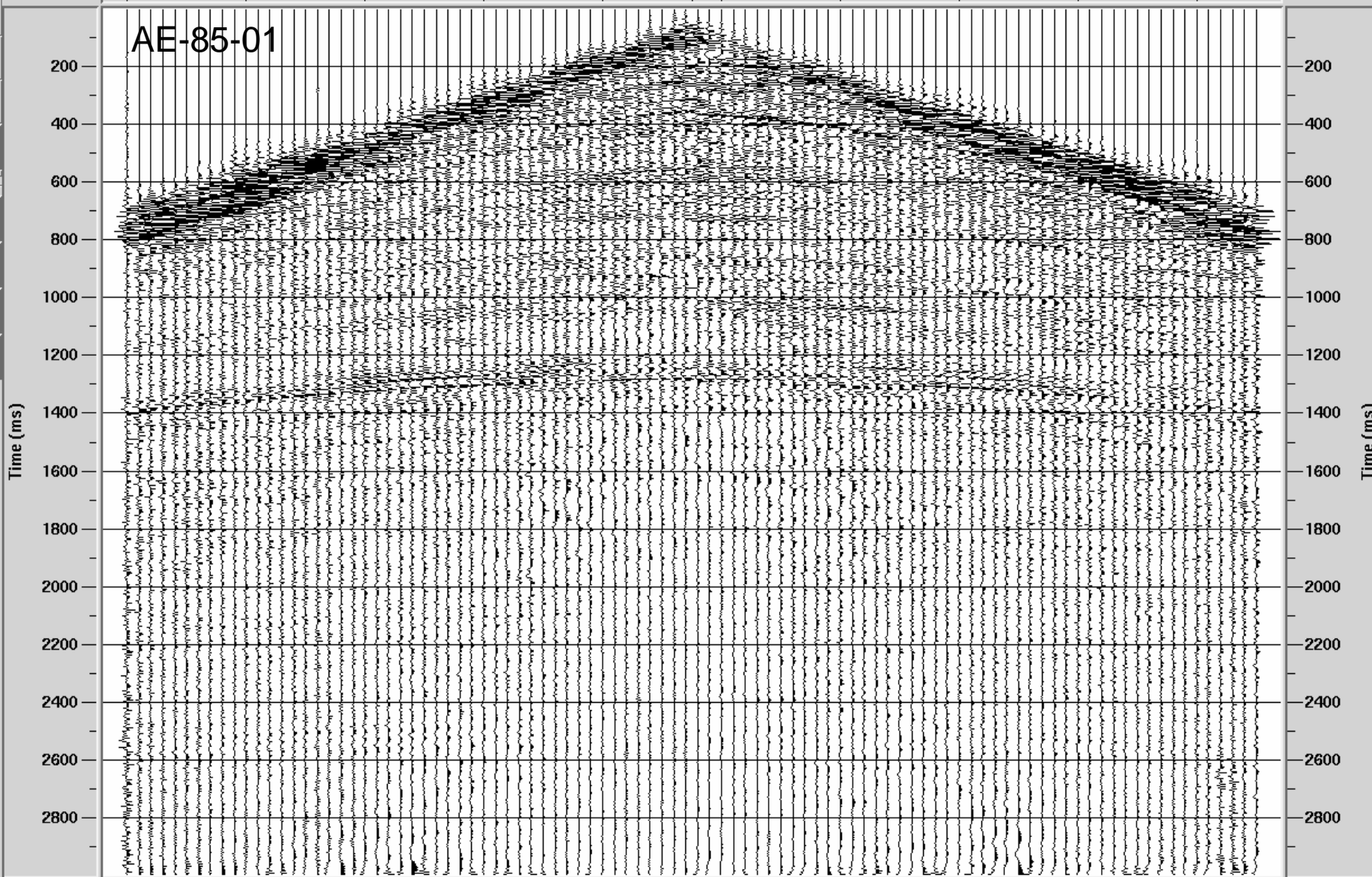
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



Navigation and tool icons:

- Play button
- Stop button
- Zoom in/out buttons
- Cursor selection tool
- Amplitude scale tool (A)
- Derivative tool ( $\frac{dx}{dt}$ )
- Max/Min tool (MAX)

# PRUEBAS TVSW



Libertad y Orden

**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**





SOU\_SLOC

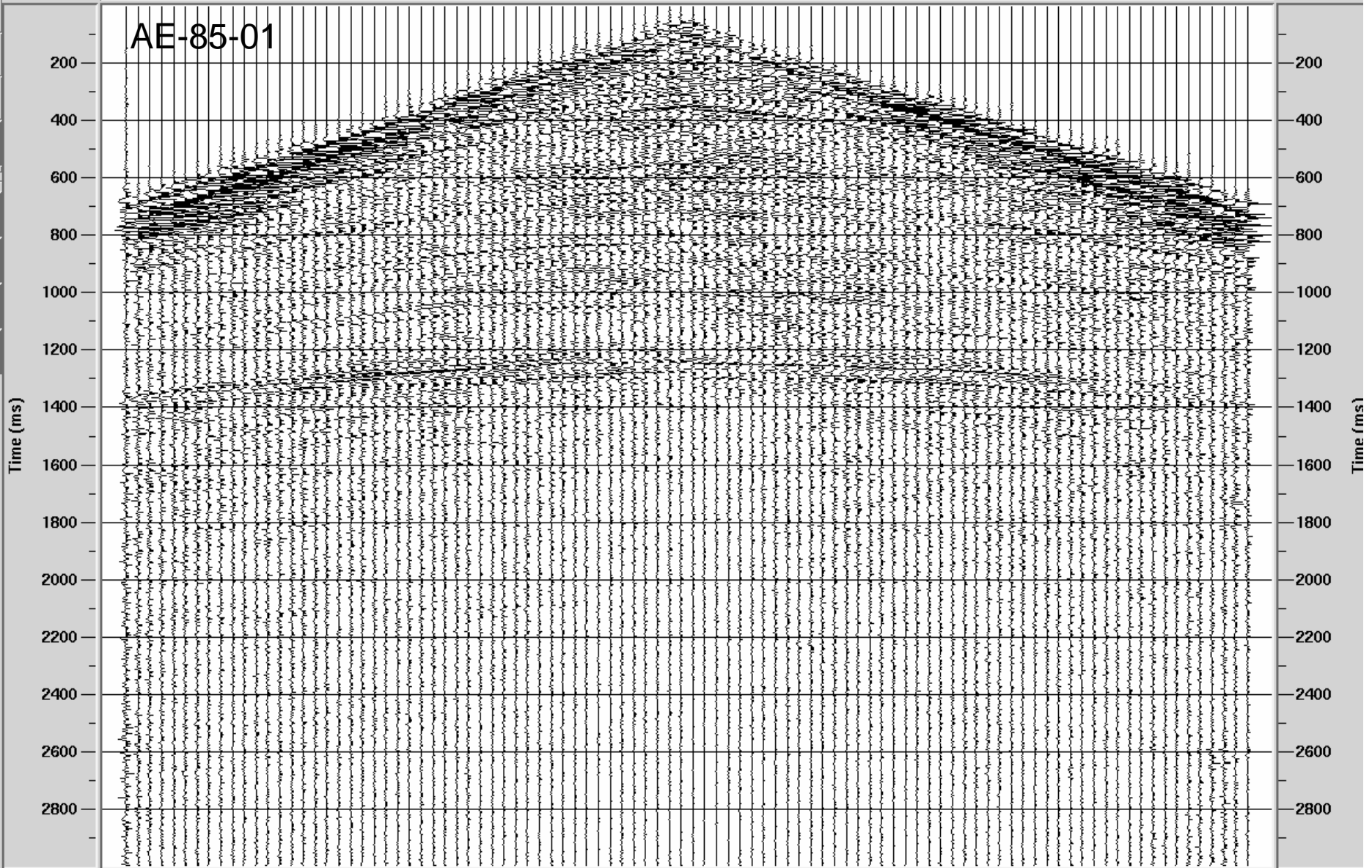
2281 TVSW 5-15-115-120 (6 PANELES)

SRF\_SLOC

2231 2241 2251 2261 2271 2281 2297 2307 2317 2327



AE-85-01



SOU\_SLOC

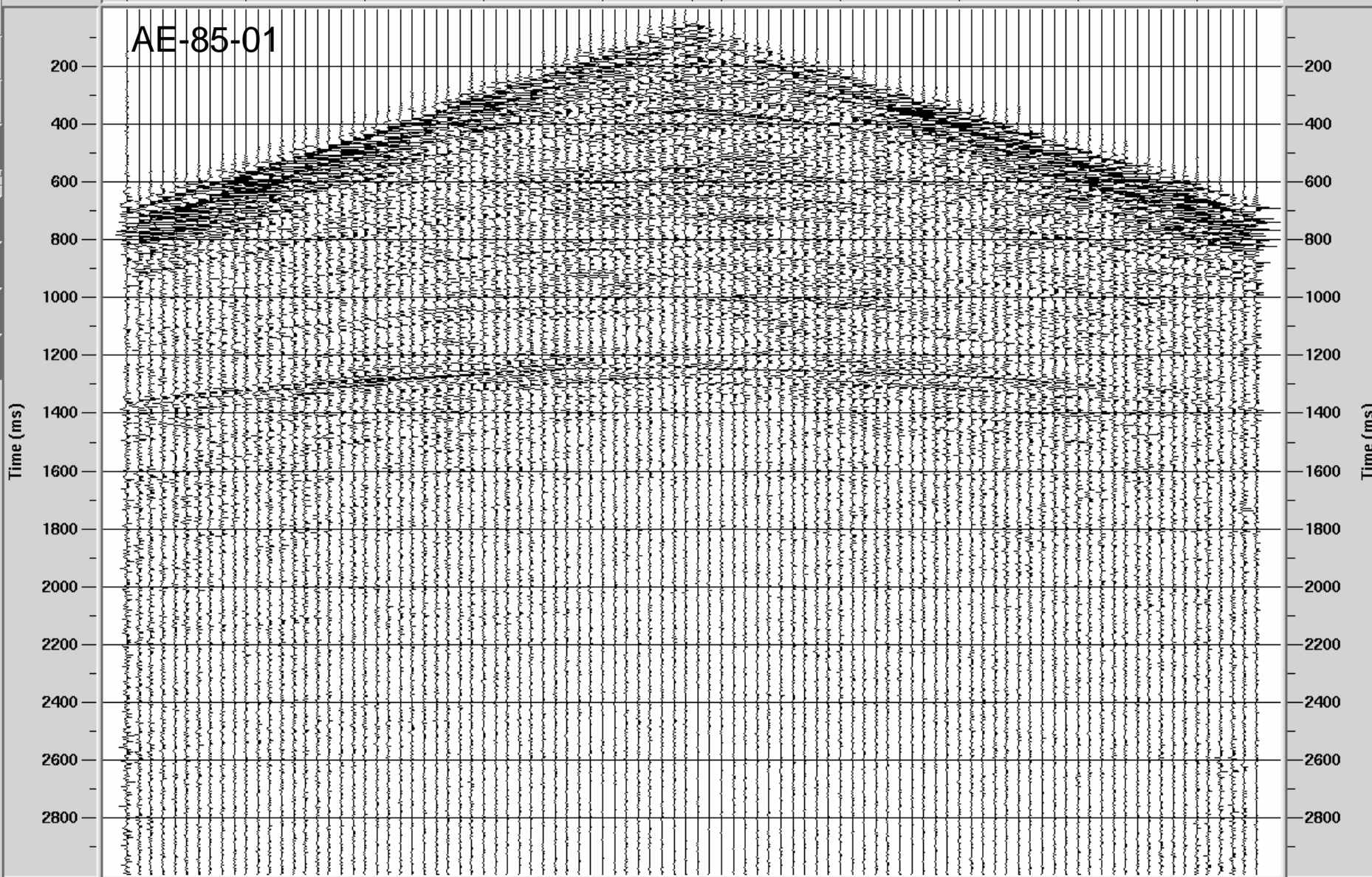
2281 TVSW 10-15-115-120 (6 PANELES)

SRF\_SLOC

2231 2241 2251 2261 2271 2281 2297 2307 2317 2327



AE-85-01



SOU\_SLOC

2281

TVSW 5-10...115-120 MANUAL

SRF\_SLOC

2231

2241

2251

2261

2271

2287

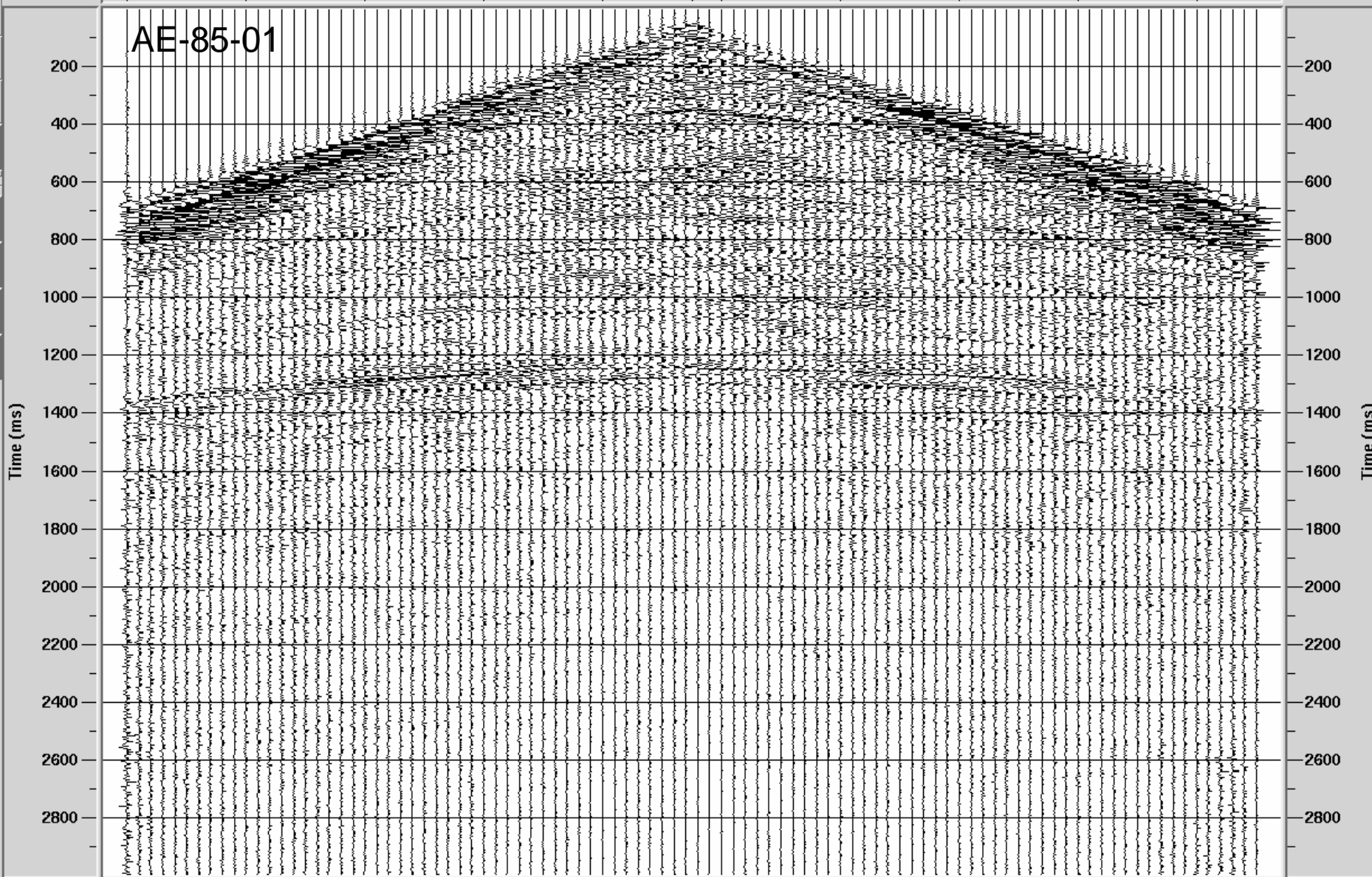
2297

2307

2317

2327

AE-85-01



Navigation icons: play, stop, first, last, zoom in, zoom out, pan, and a 'MAX' button.

SOU\_SLOC

# Q COMPENSATION

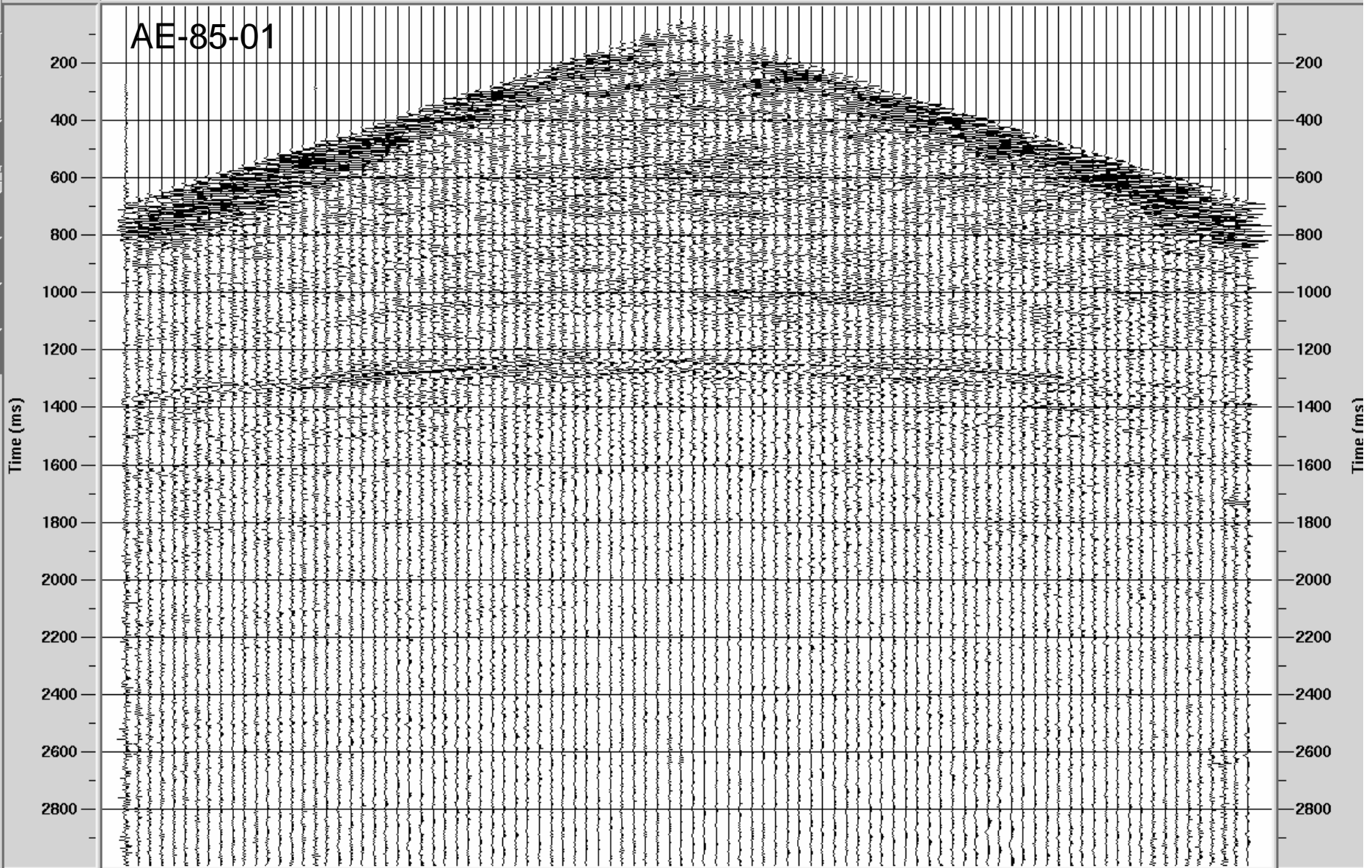
SRF\_SLOC

2281

2231      2241      2251      2261      2271      2287      2297      2307      2317      2327



AE-85-01



# **ANEXO 2**

# **ARIPORO ESTE 1985**

## **REPROCESO 2005**



**Agencia Nacional de Hidrocarburos**  
**Republica de Colombia**



# LINEA AE – 85 – 01

## PRUEBAS PRE PROCESO SOBRE APILADO



Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia



# PRUEBAS TAR



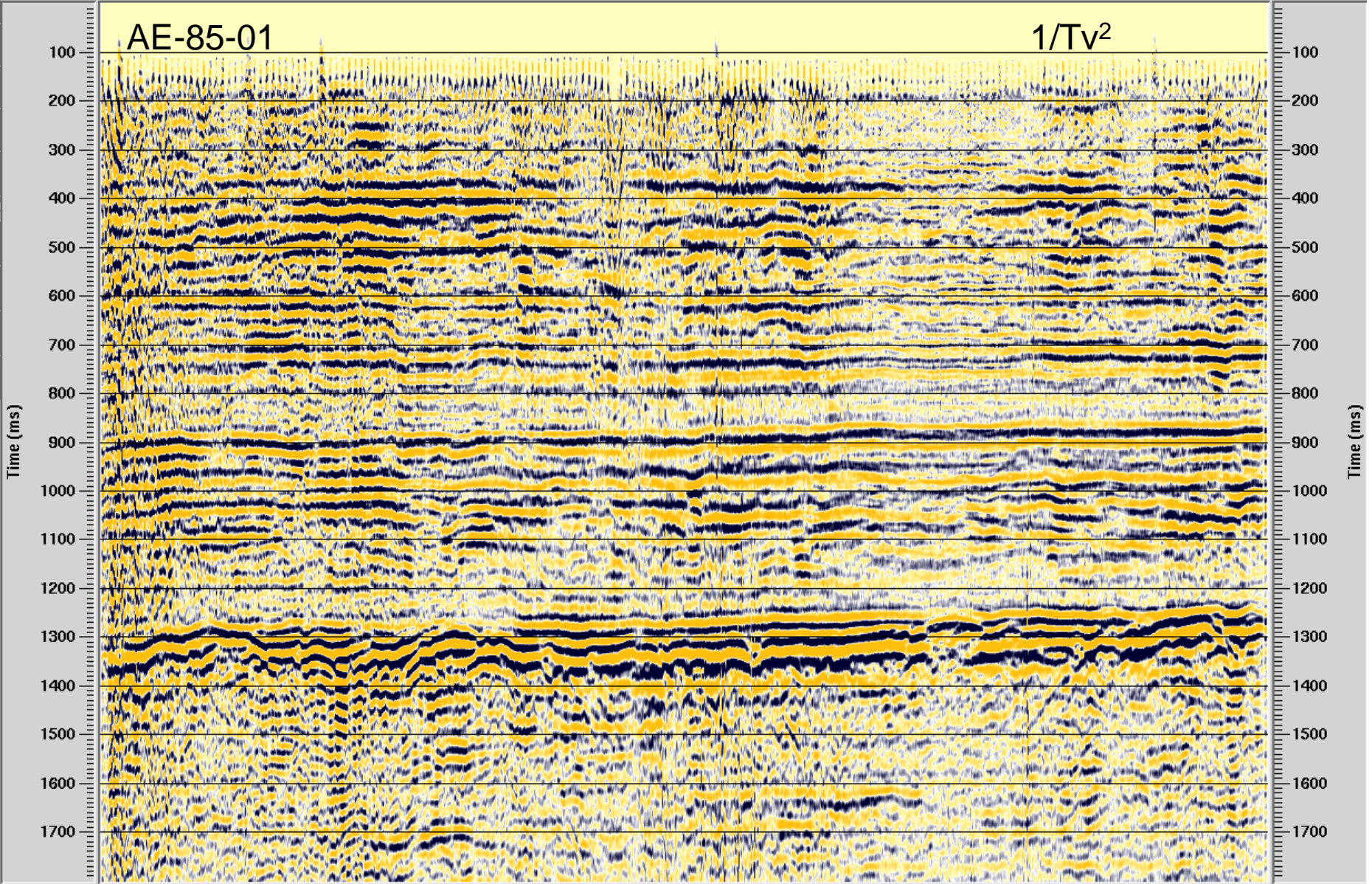
**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

$1/Tv^2$



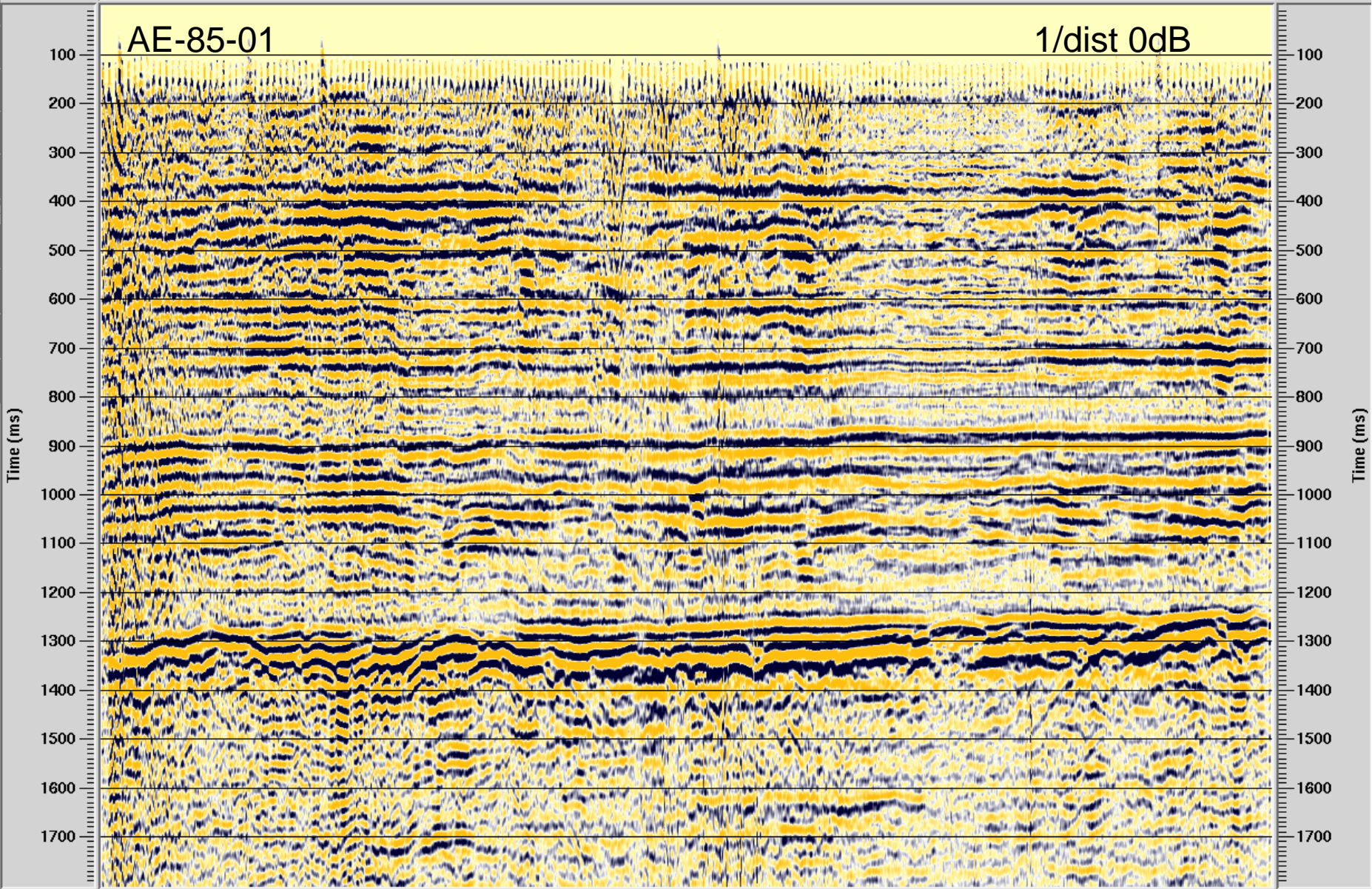
Navigation and tool icons including a red crosshair, a letter 'A', a derivative symbol  $\frac{dx}{dt}$ , and a 'MAX' button.



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

1/dist 0dB



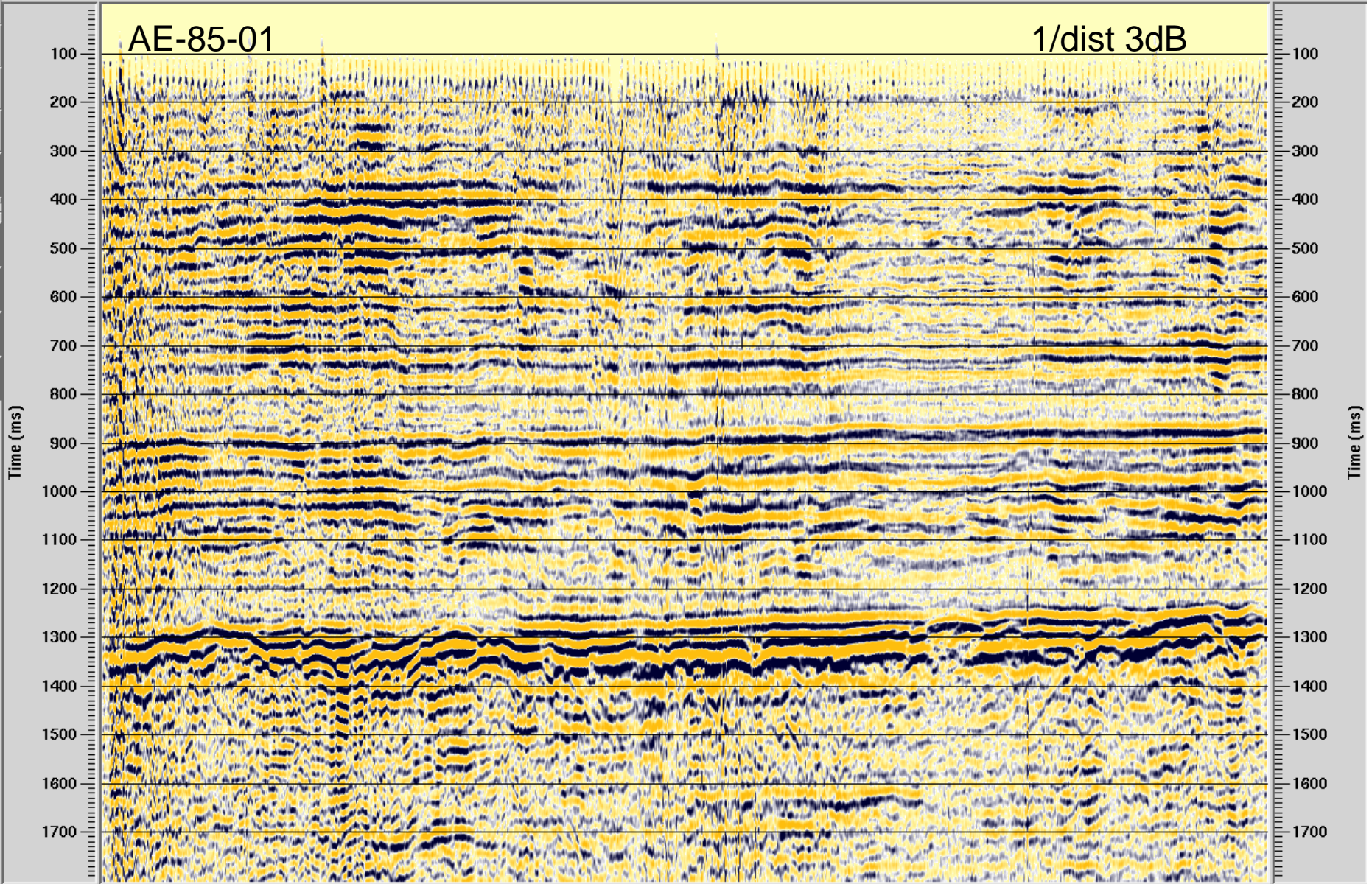
Navigation and tool icons including a play button, a left arrow, a right arrow, a zoom in icon, a zoom out icon, a print icon, a red crosshair, a large 'A' icon, a  $\frac{dx}{dt}$  icon, and a 'MAX' icon.

CDP\_SLOC

2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

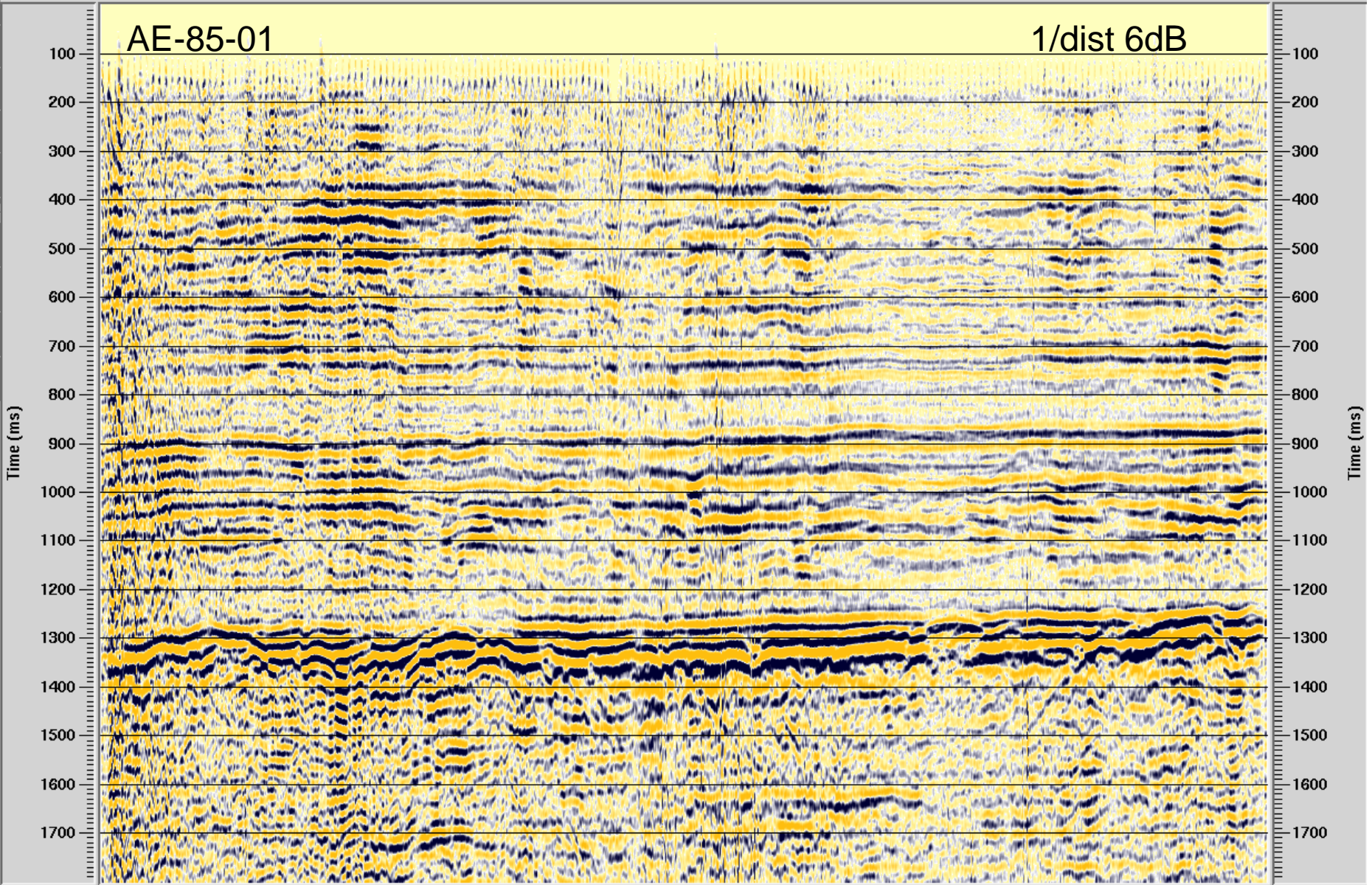
1/dist 3dB



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

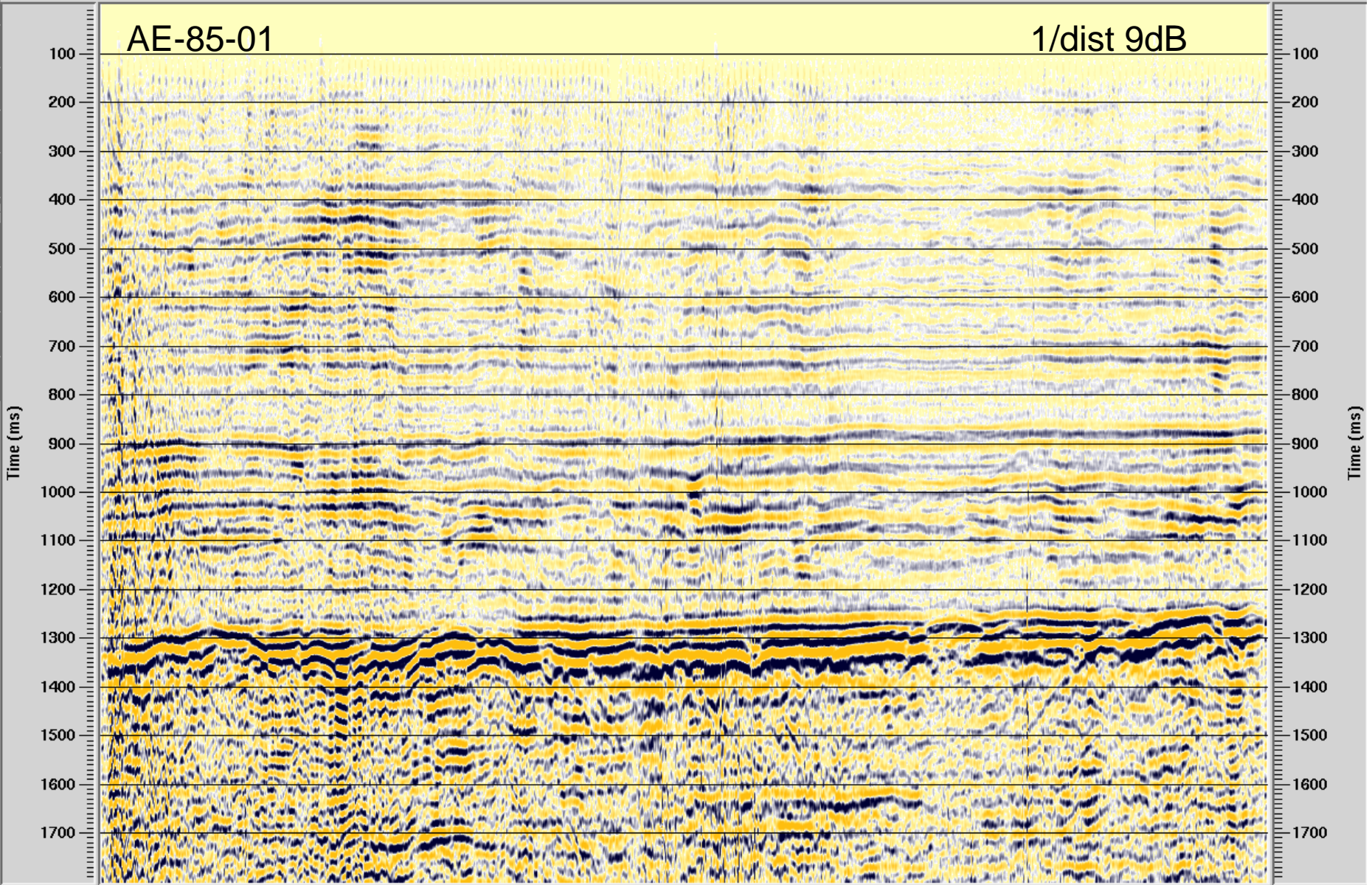
1/dist 6dB



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

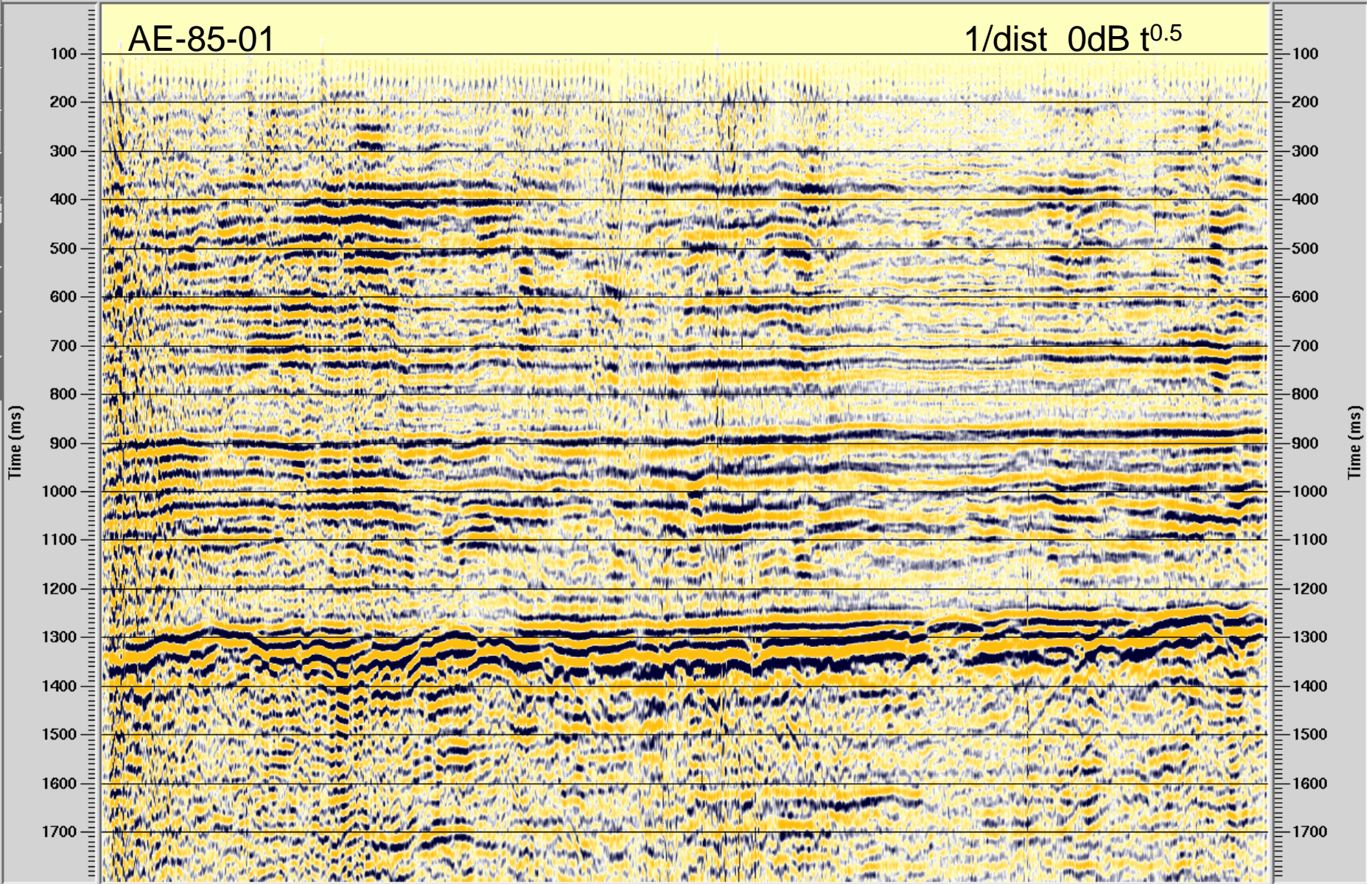
1/dist 9dB



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

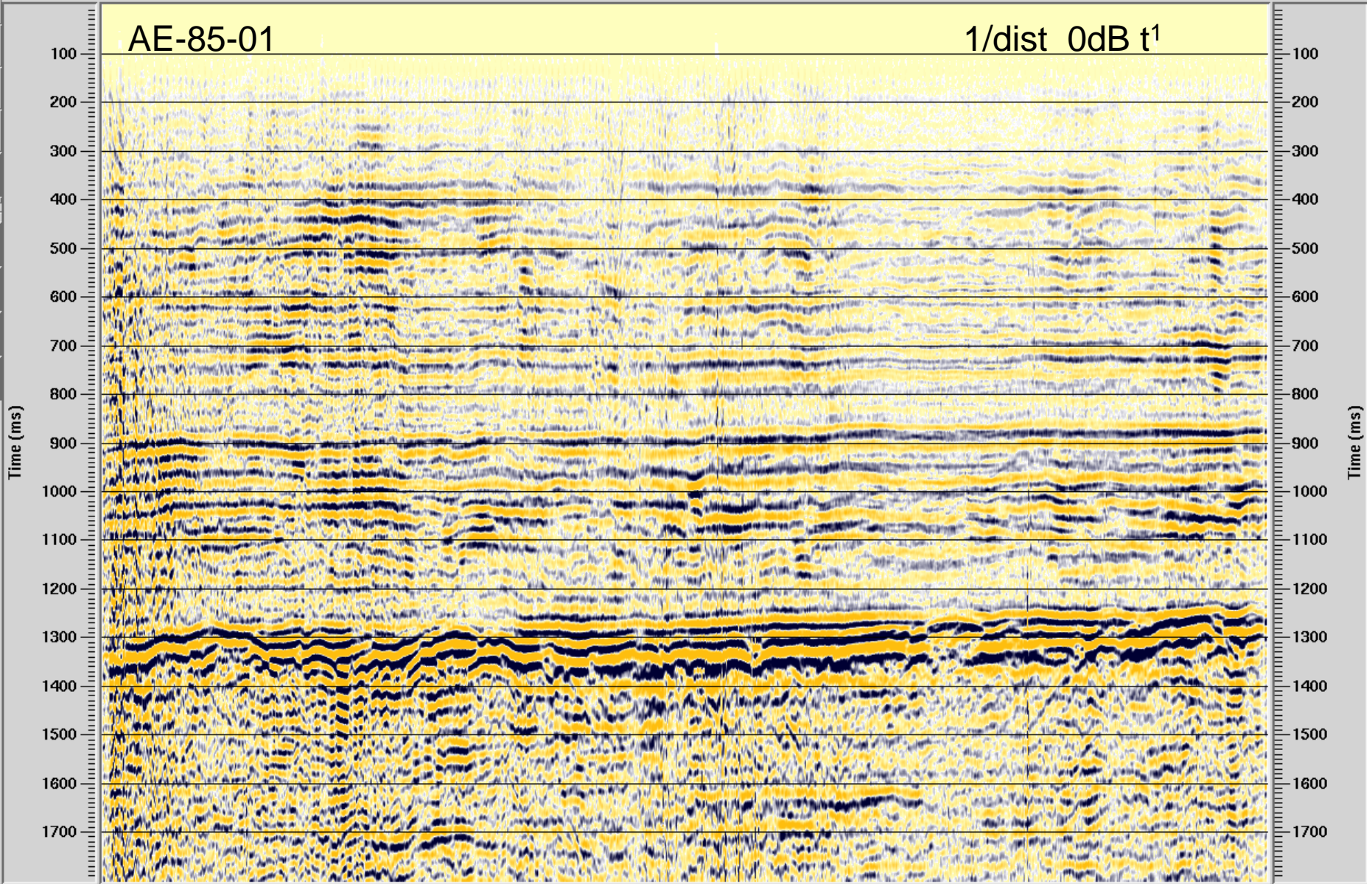
1/dist 0dB  $t^{0.5}$



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

1/dist 0dB t<sup>1</sup>

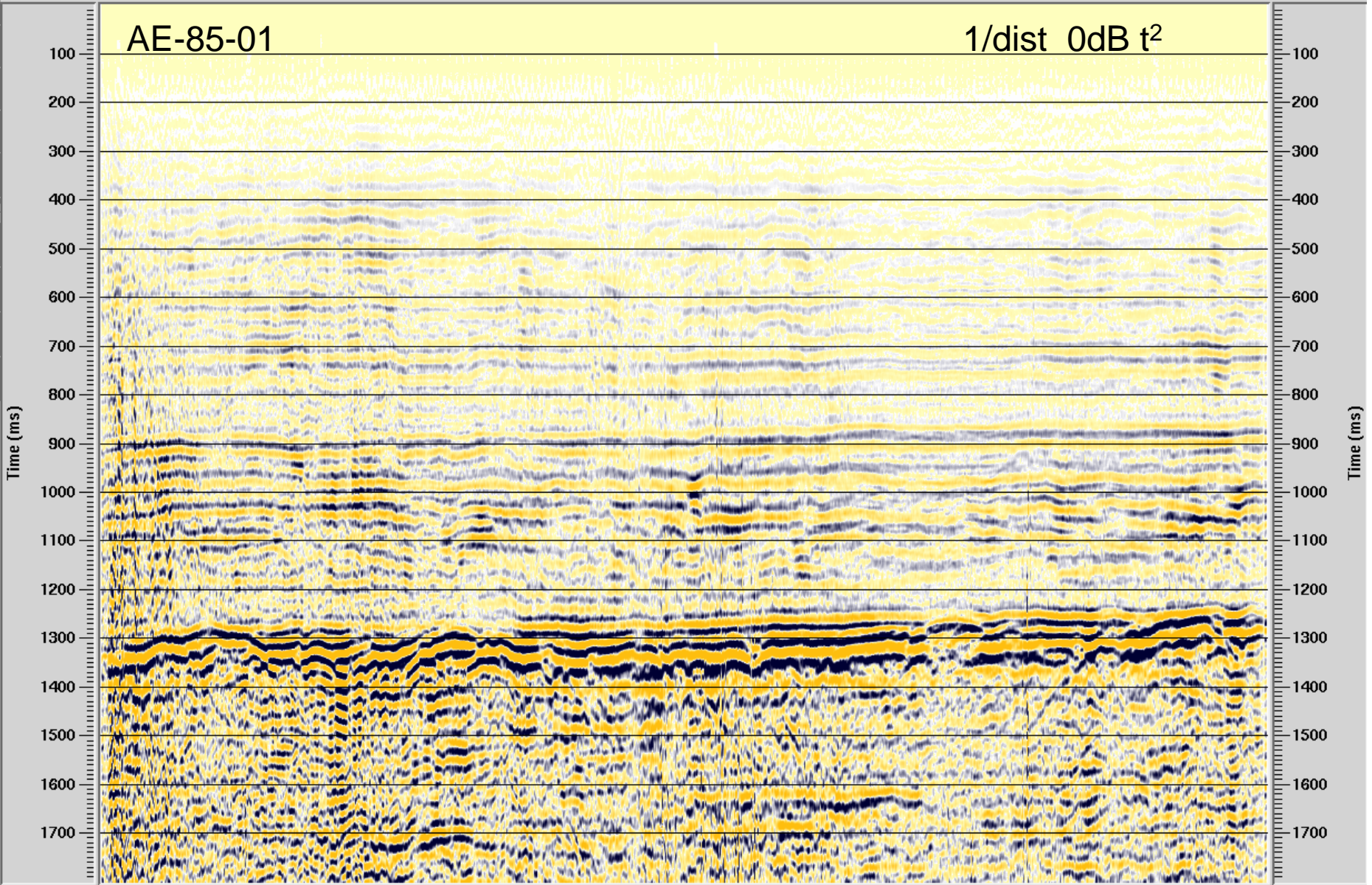


Navigation icons: Play, Stop, Previous, Next, Zoom In, Zoom Out, Print, Pan, A, dx/dt, MAX

CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

1/dist 0dB t<sup>2</sup>



Navigation and tool icons:

- Play/Pause
- Stop
- First
- Previous
- Next
- Last
- Zoom In
- Zoom Out
- Print
- Cursor
- Annotation (A)
- dx/dt
- MAX

# PRUEBAS SCA



**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**

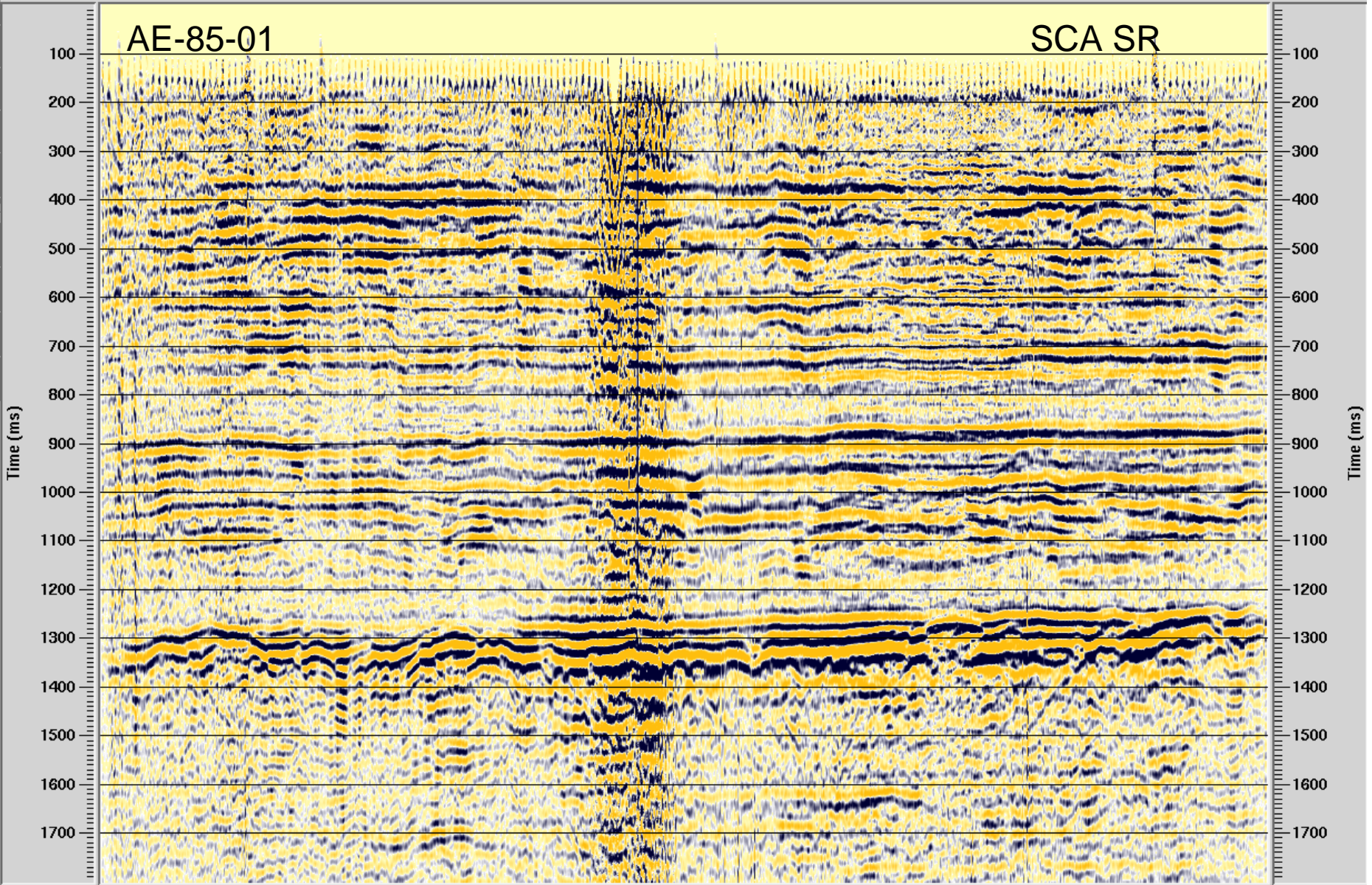




CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

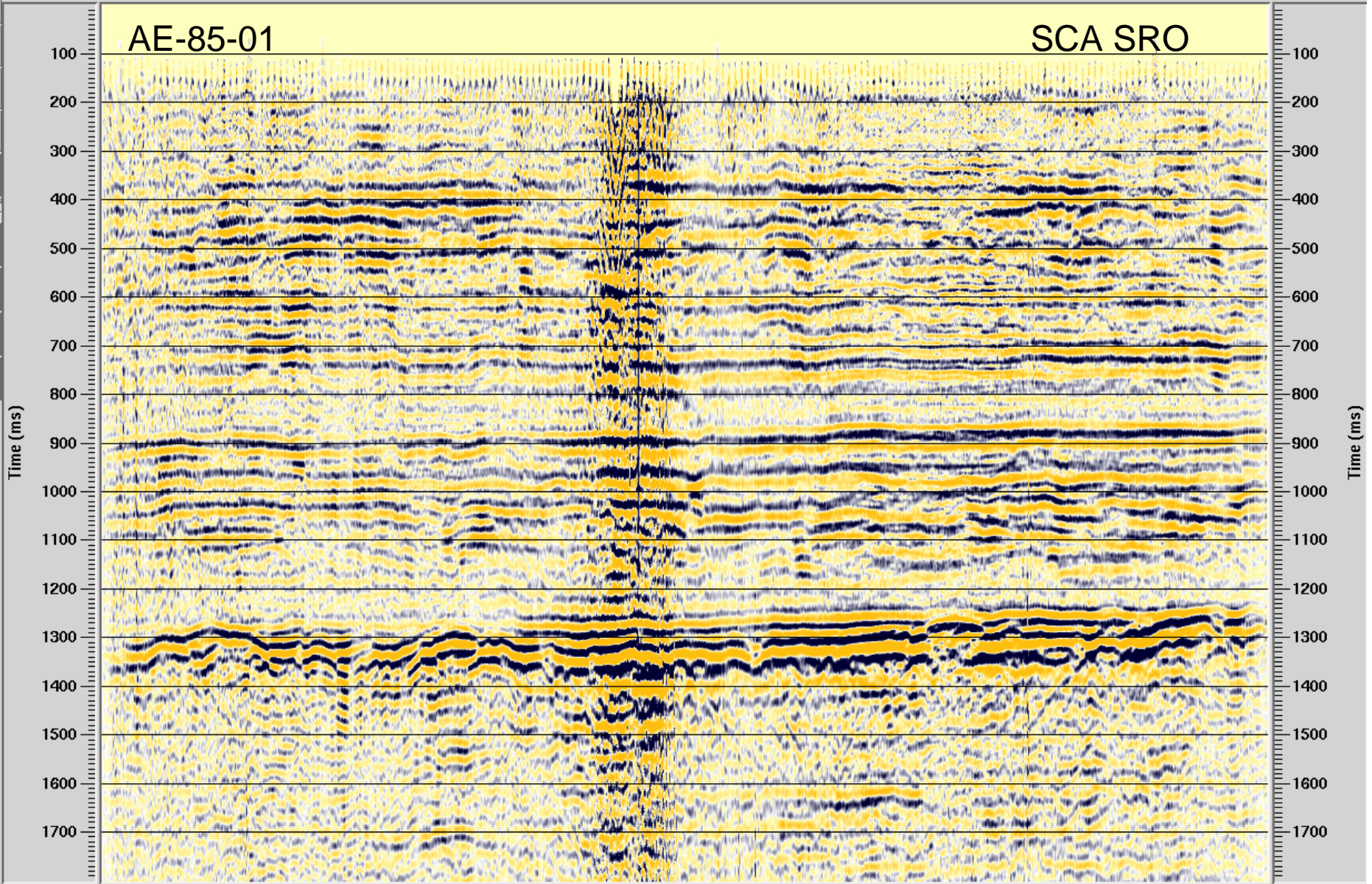
SCA SR



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

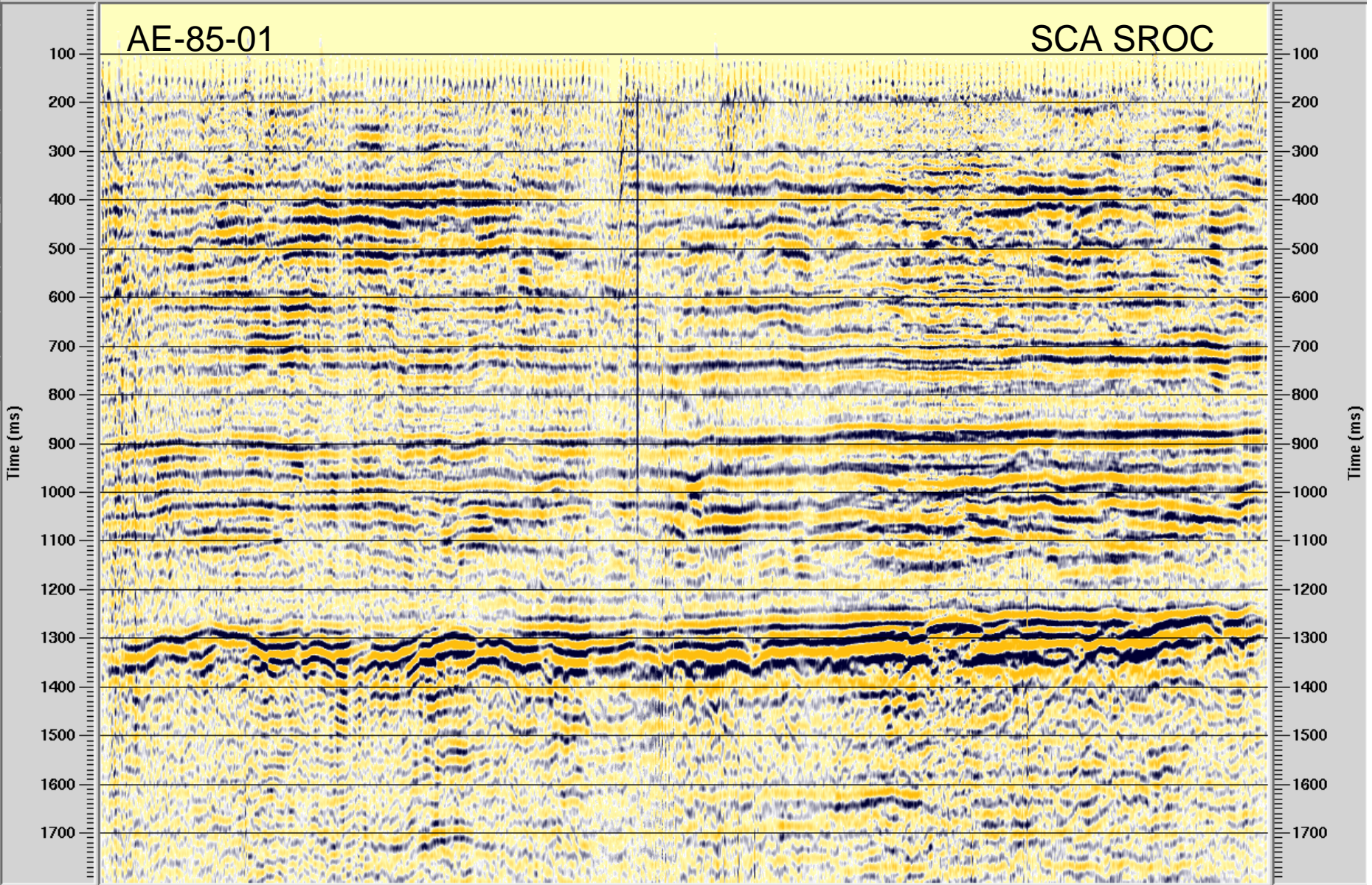
SCA SRO



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

SCA SROC



# PRUEBAS DCN



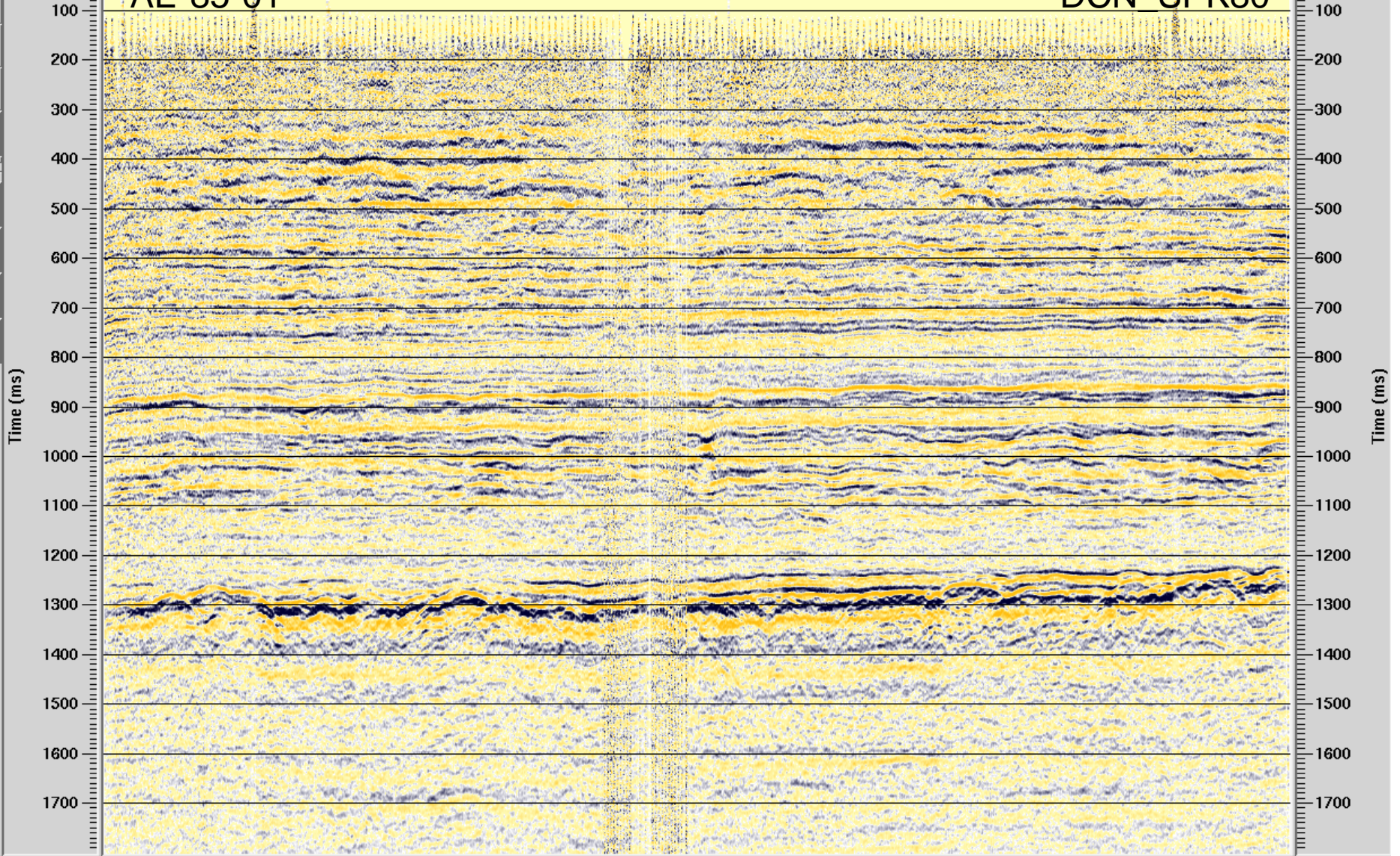
**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

DCN SPK80

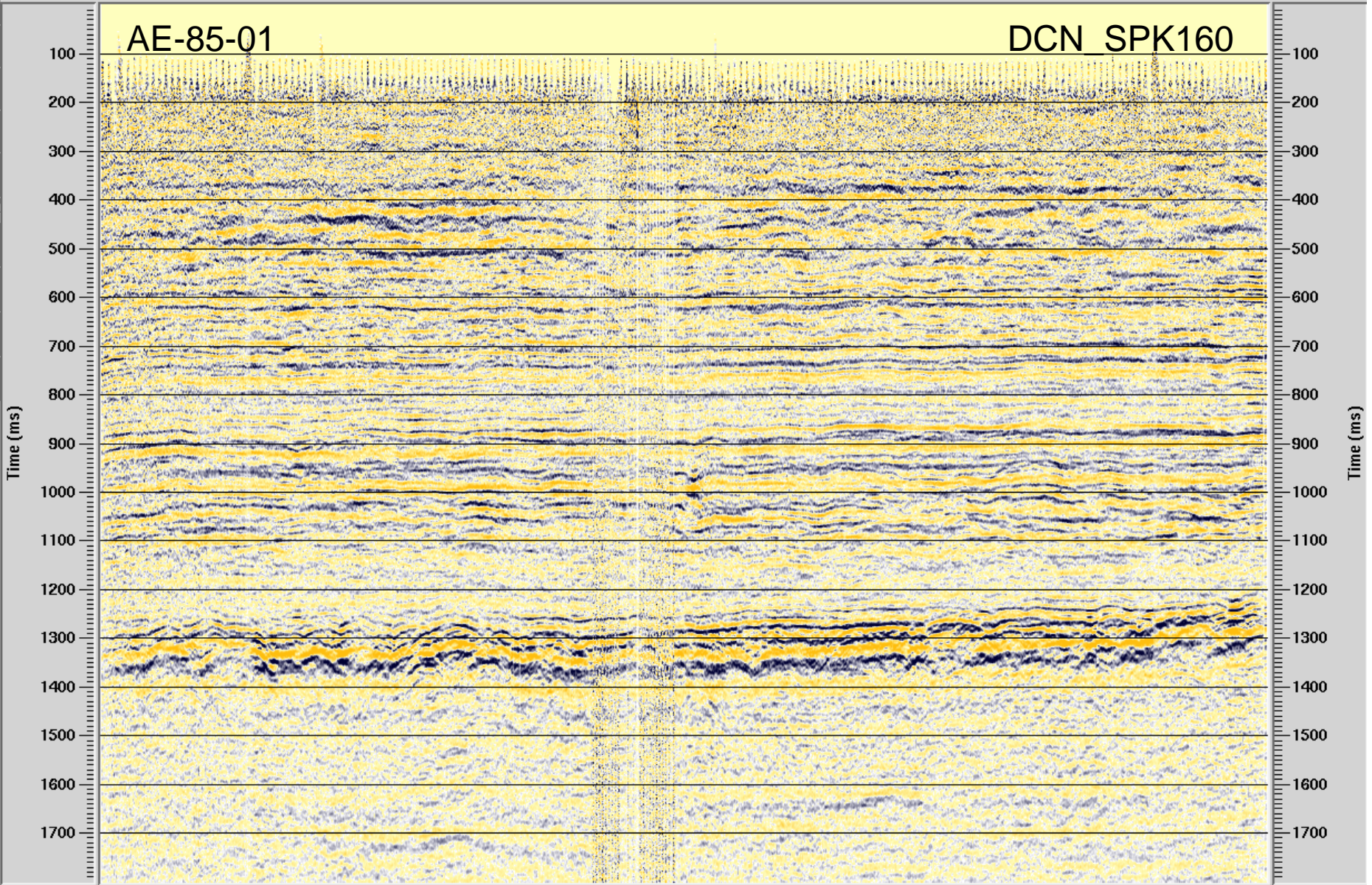


Navigation icons: play, stop, first, last, zoom in, zoom out, pan, A, dx/dt, MAX

CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

DCN SPK160



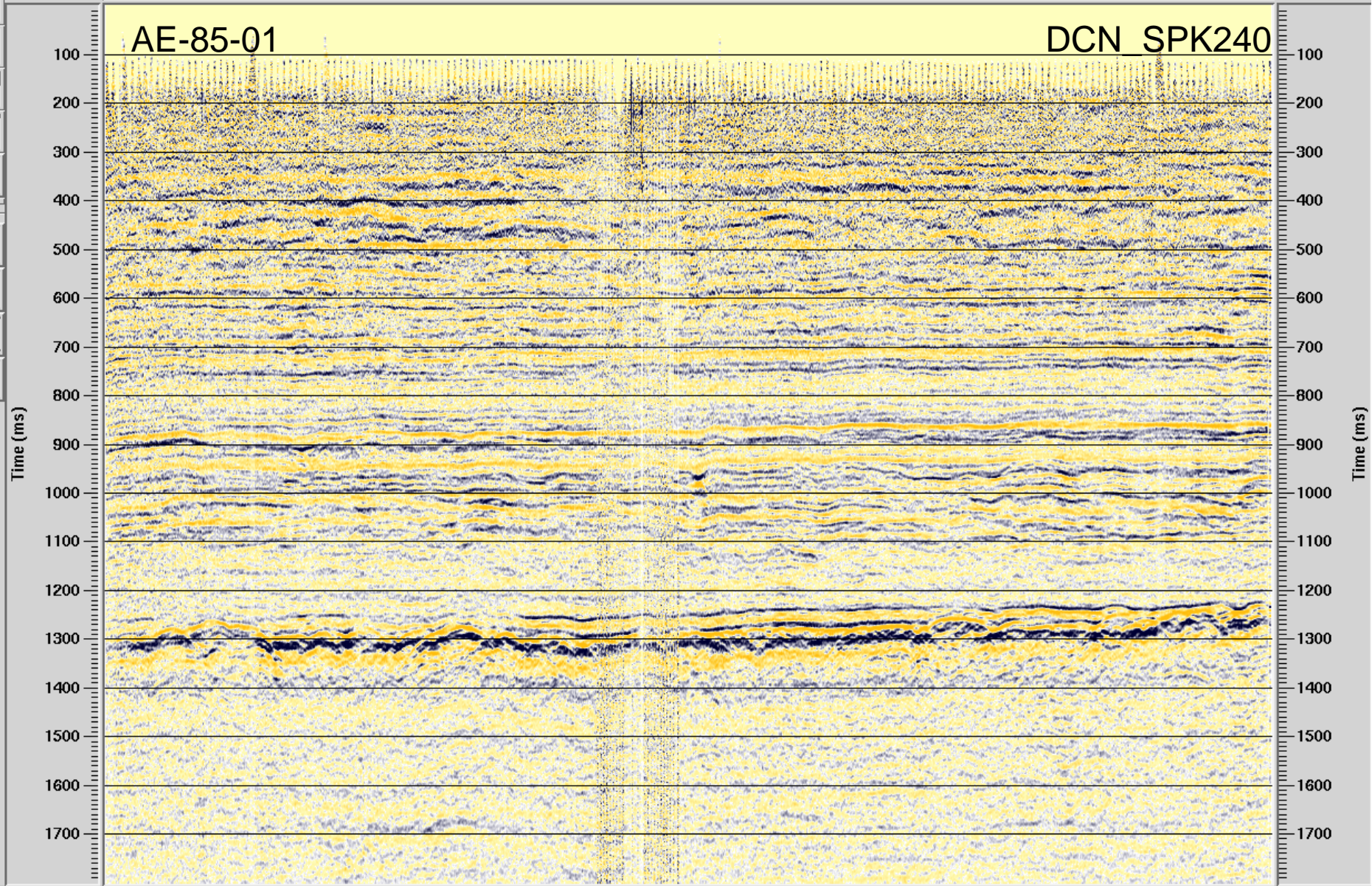
Navigation and processing icons:

- Play button
- Stop button
- Zoom in/out buttons
- Print button
- Cursor selection tool
- Annotation tool 'A'
- Derivative tool  $\frac{dx}{dt}$
- Max button

CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

DCN SPK240



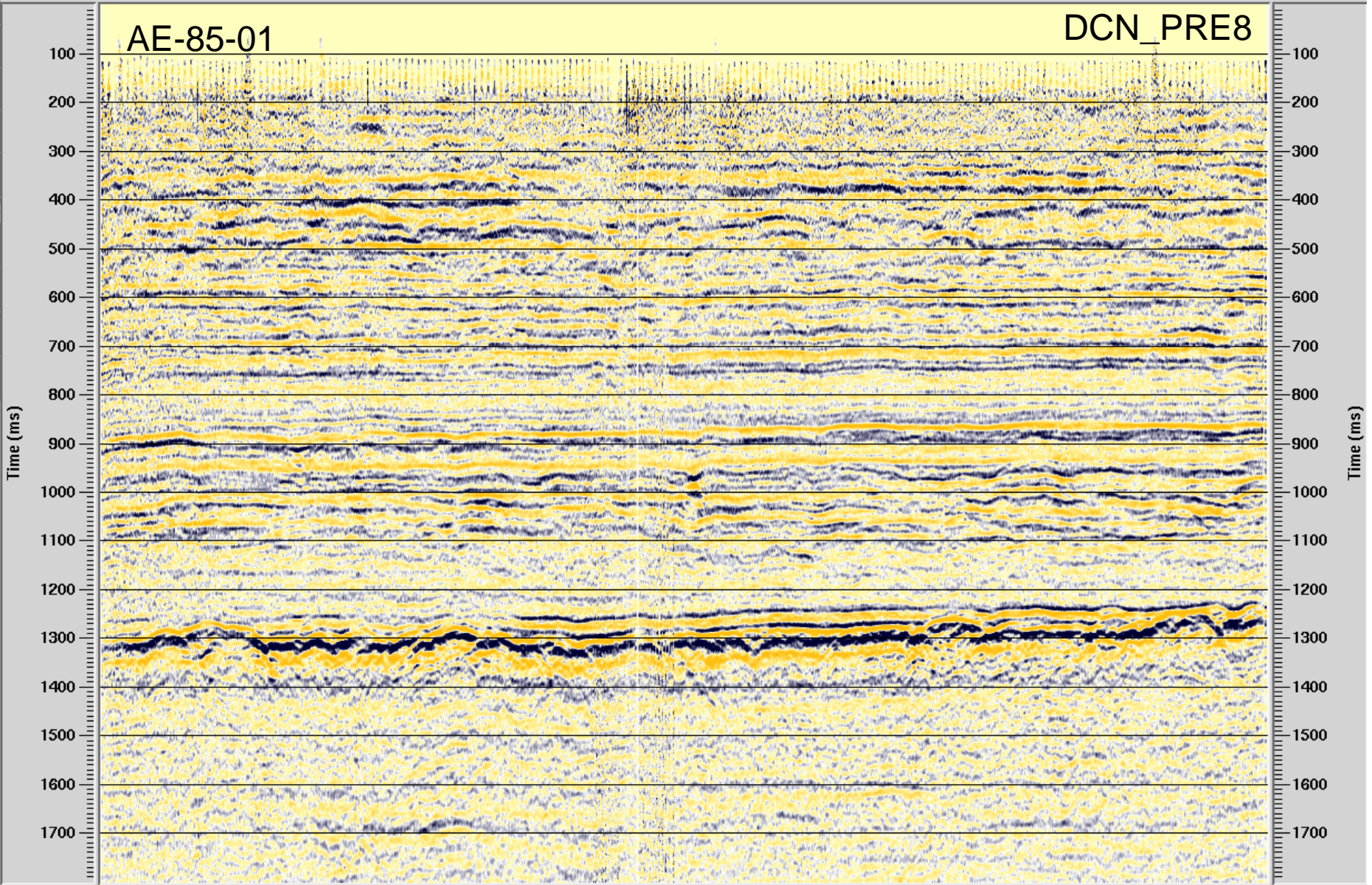
Navigation and tool icons:

- Play button
- Stop button
- Fast forward button
- Fast reverse button
- Zoom in button
- Zoom out button
- Print button
- Cursor tool
- Annotation tool (A)
- Derivative tool ( $\frac{dx}{dt}$ )
- Max button

CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

DCN\_PRE8

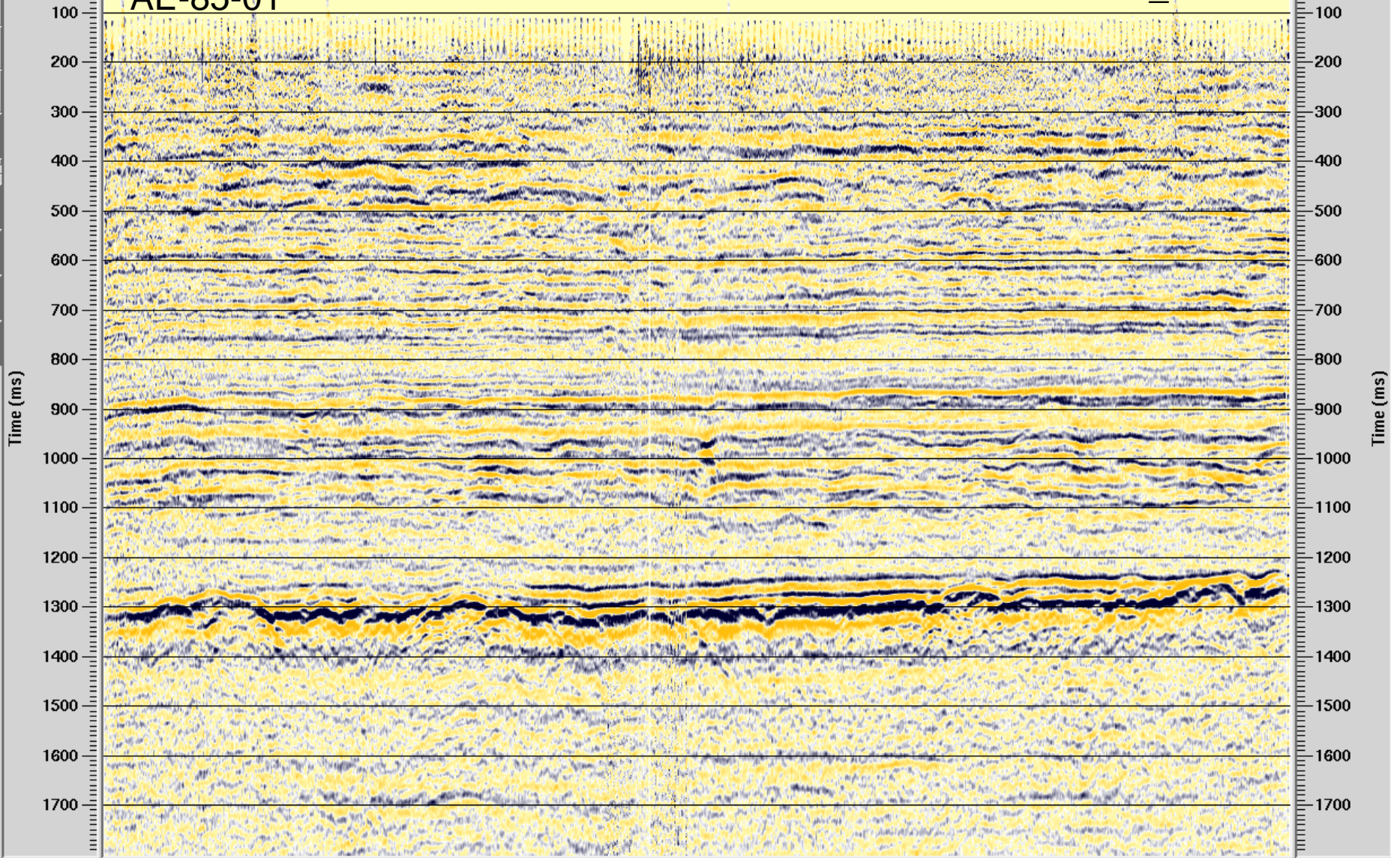




CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

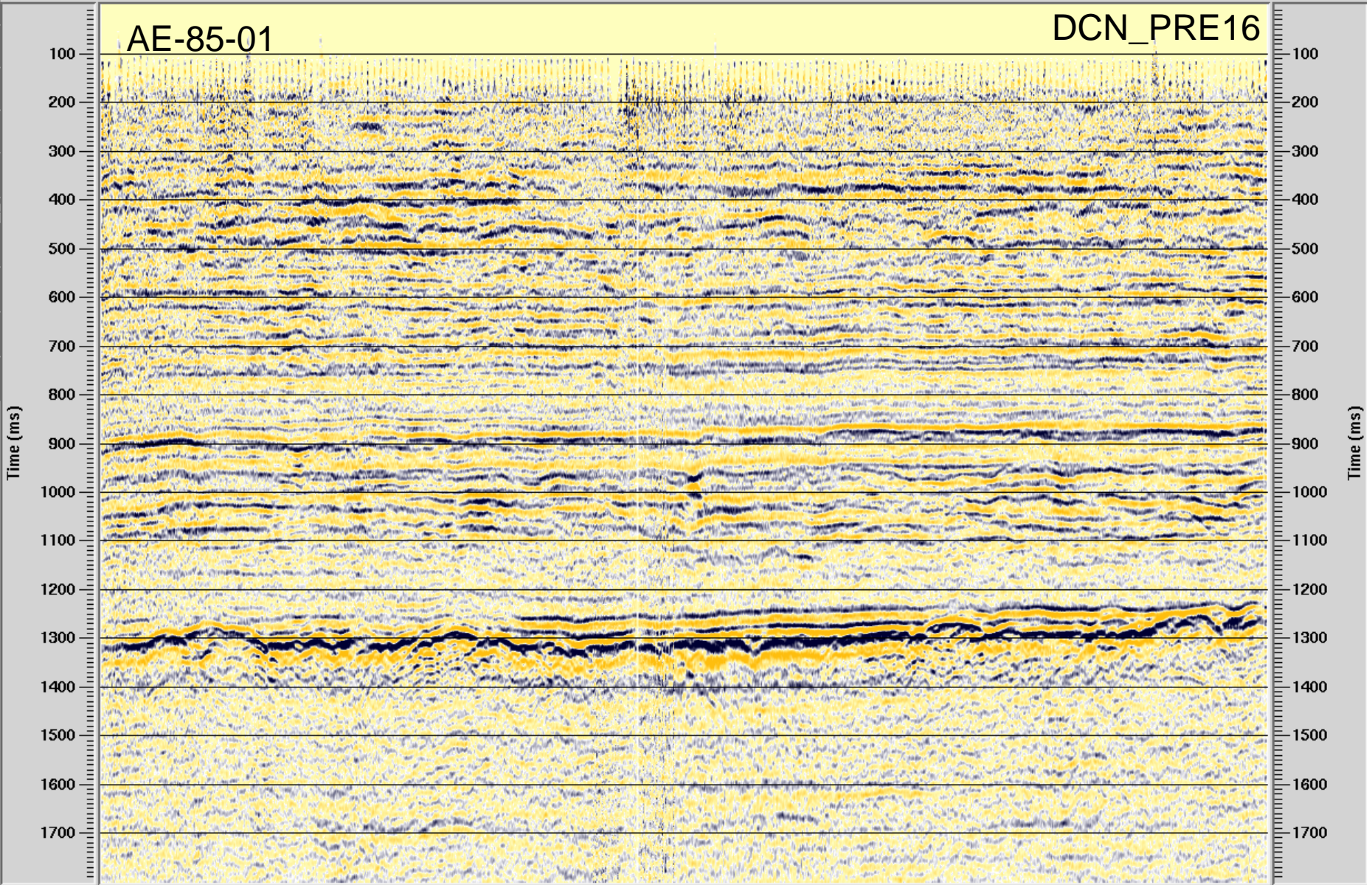
DCN\_PRE12



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

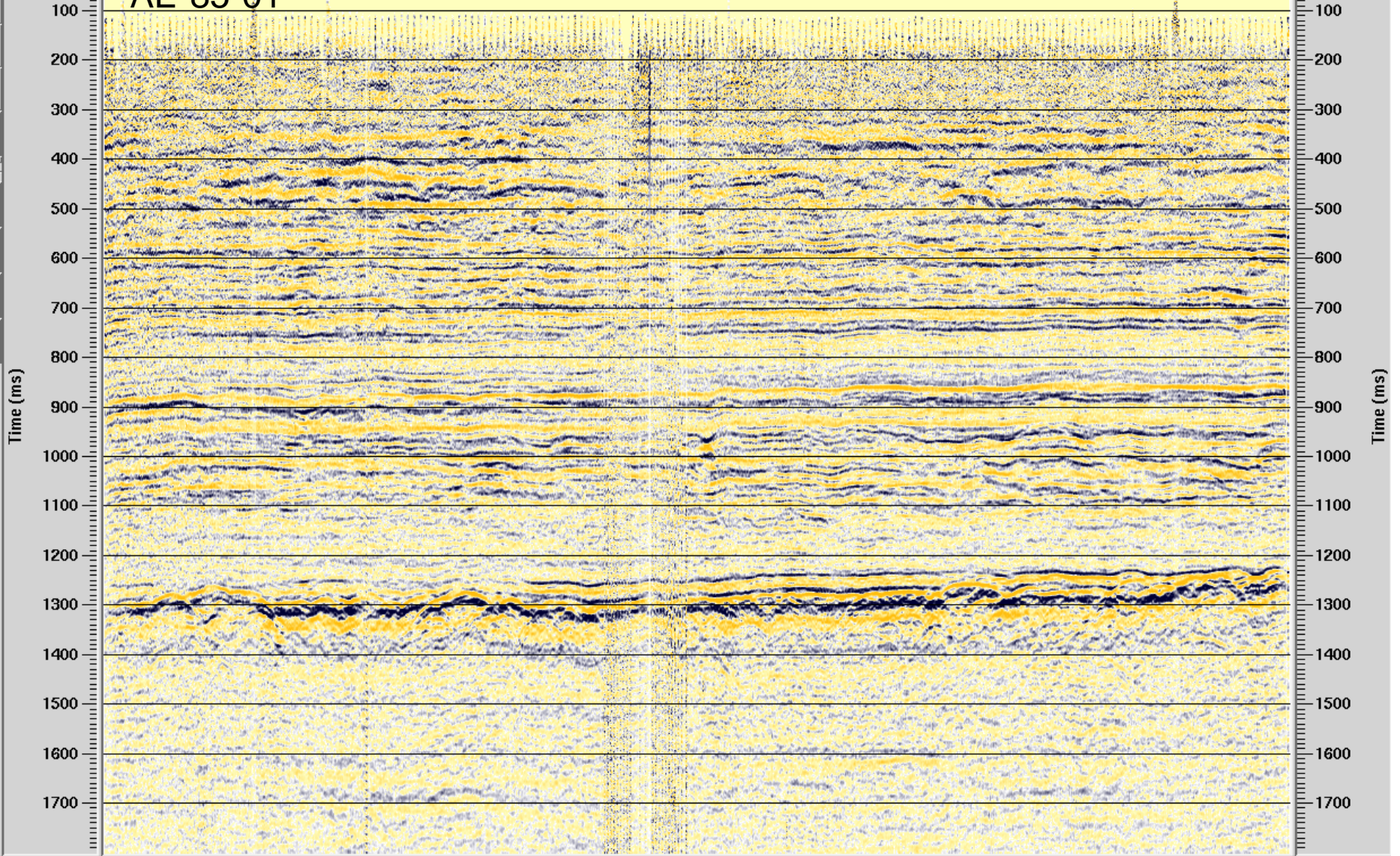
DCN\_PRE16



CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

SURF CONSISTENT DECON



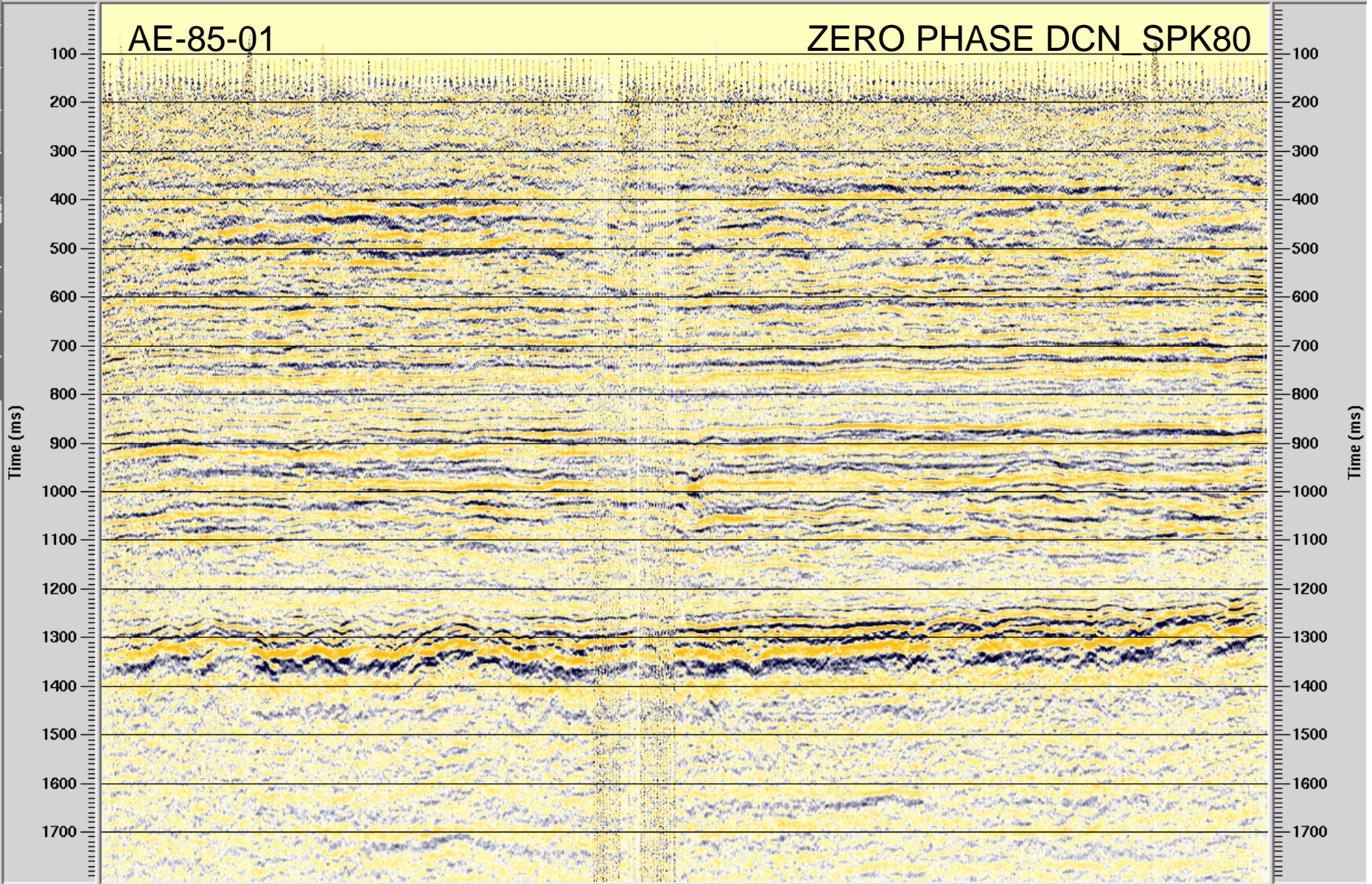
Navigation and tool icons:

- Play/Pause
- Stop
- First
- Previous
- Next
- Last
- Zoom In
- Zoom Out
- Print
- Cursor
- Annotation (A)
- dx/dt
- MAX

CDP\_SLOC  
2700 2650 2600 2550 2500 2450 2400 2350 2300 2250 2200 2150 2100 2050

AE-85-01

ZERO PHASE DCN SPK80



Navigation icons: Play, Stop, Previous, Next, Zoom In, Zoom Out, Print, Pan, A, dx/dt, MAX

# PRUEBAS TVSW



**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**



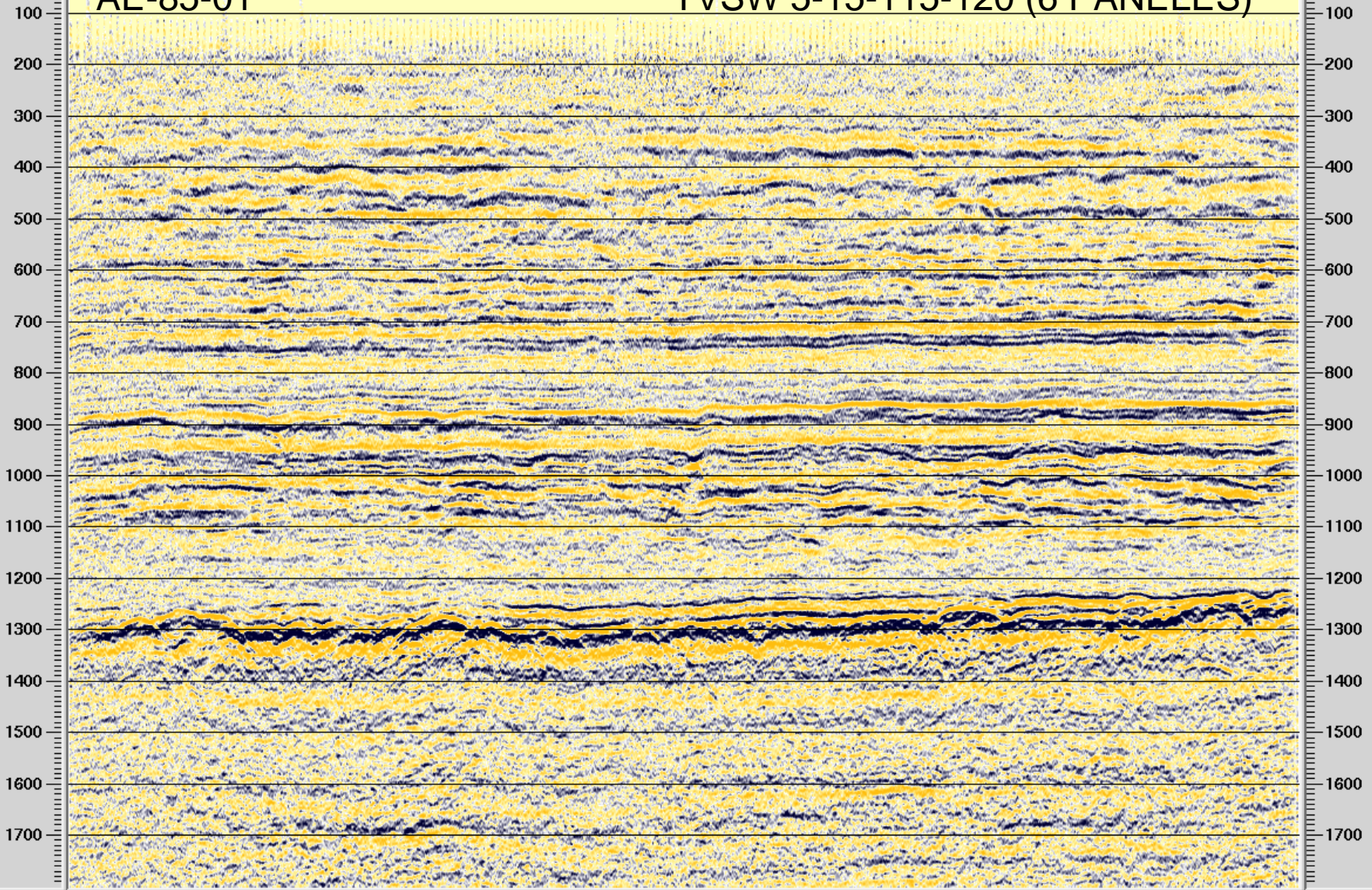
CDP  
79 5399 5319 5239 5159 5079 4999 4919 4839 4759 4679 4599 4519 4439 4359 4279 4199 4119 4039

AE-85-01

TVSW 5-15-115-120 (6 PANELES)

Time (ms)

Time (ms)



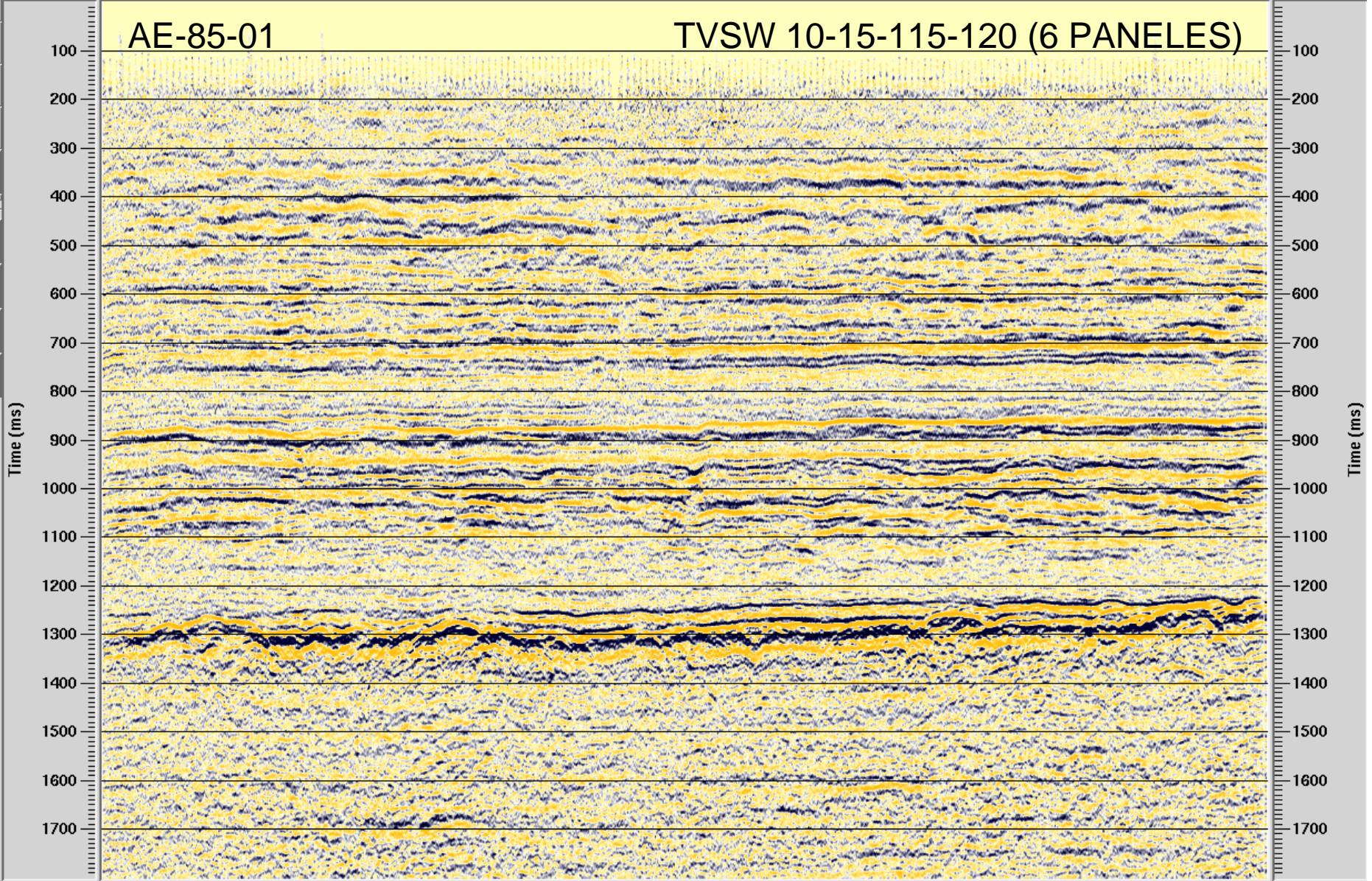
Navigation icons: play, stop, zoom in, zoom out, pan, and a red crosshair.

Processing icons: a large letter 'A', a derivative symbol  $\frac{dx}{dt}$ , and a 'MAX' button.

CDP  
79 5399 5319 5239 5159 5079 4999 4919 4839 4759 4679 4599 4519 4439 4359 4279 4199 4119 4039

AE-85-01

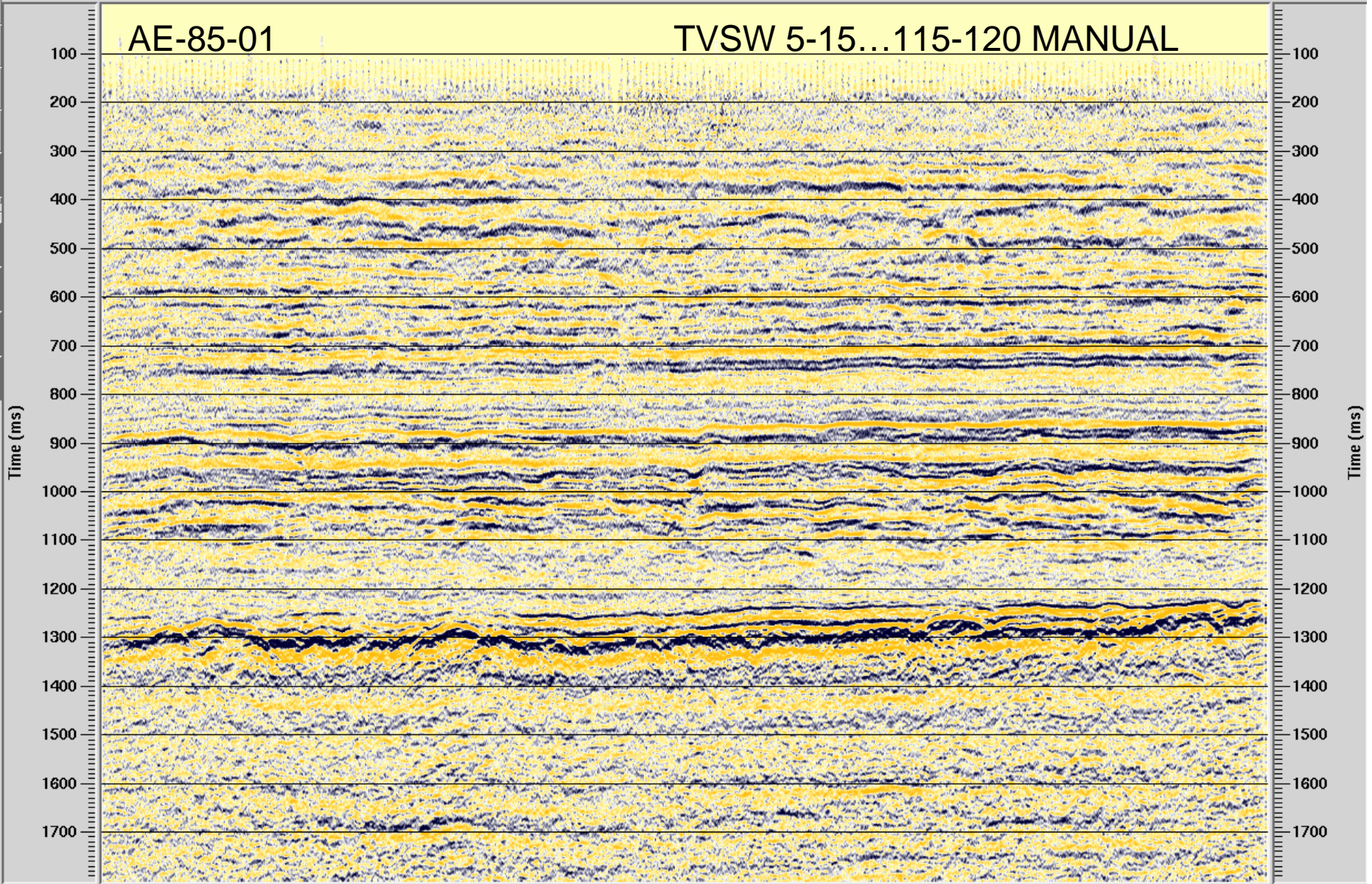
TVSW 10-15-115-120 (6 PANELES)



CDP  
79 5399 5319 5239 5159 5079 4999 4919 4839 4759 4679 4599 4519 4439 4359 4279 4199 4119 4039

AE-85-01

TVSW 5-15...115-120 MANUAL



Navigation and tool icons:

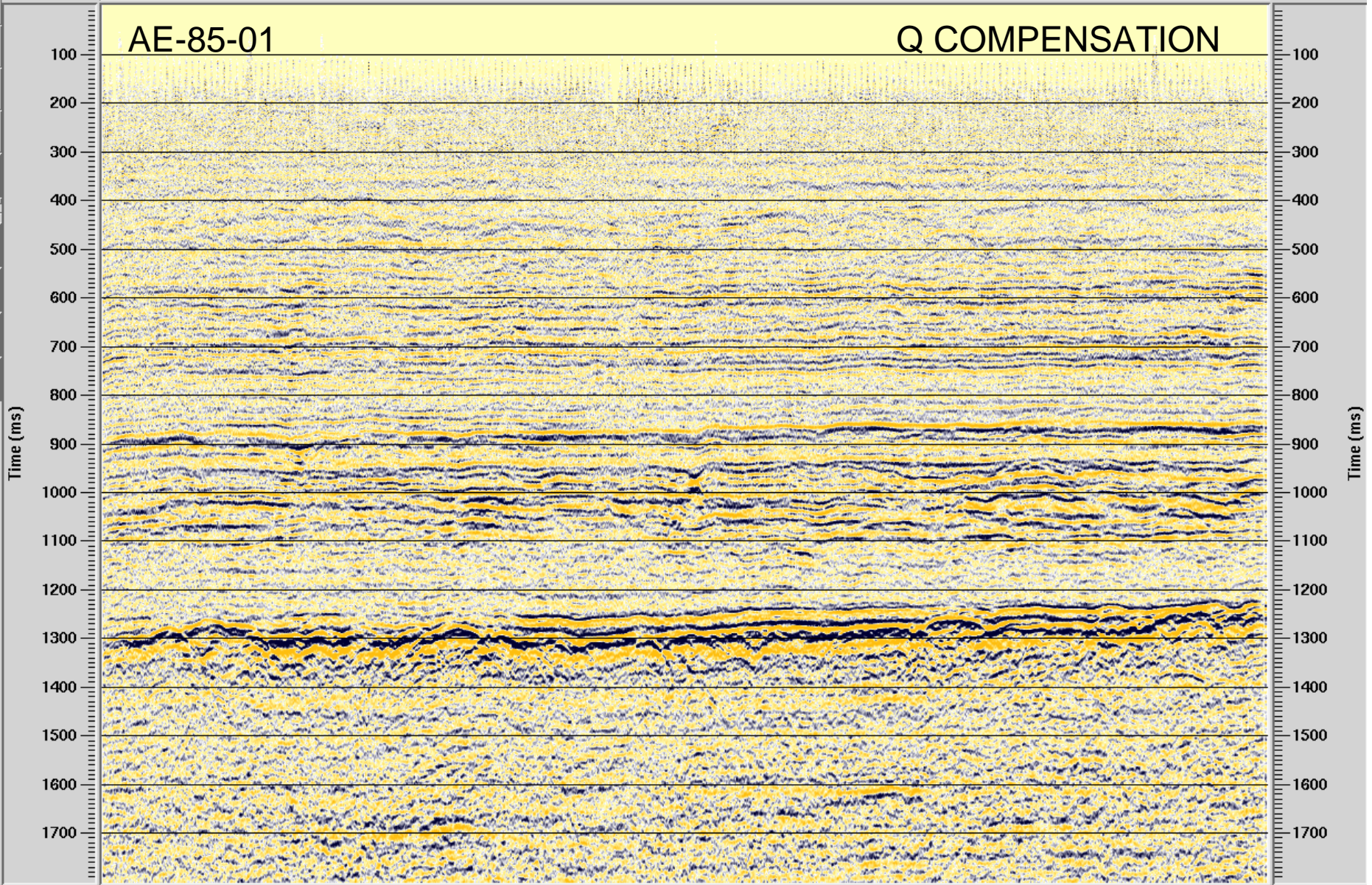
- Play button
- Stop button
- Previous button
- Next button
- Zoom in
- Zoom out
- Print
- Cursor
- Annotation 'A'
- Derivative  $\frac{dx}{dt}$
- MAX



CDP  
79 5399 5319 5239 5159 5079 4999 4919 4839 4759 4679 4599 4519 4439 4359 4279 4199 4119 4039

AE-85-01

Q COMPENSATION



# **ANEXO 3**

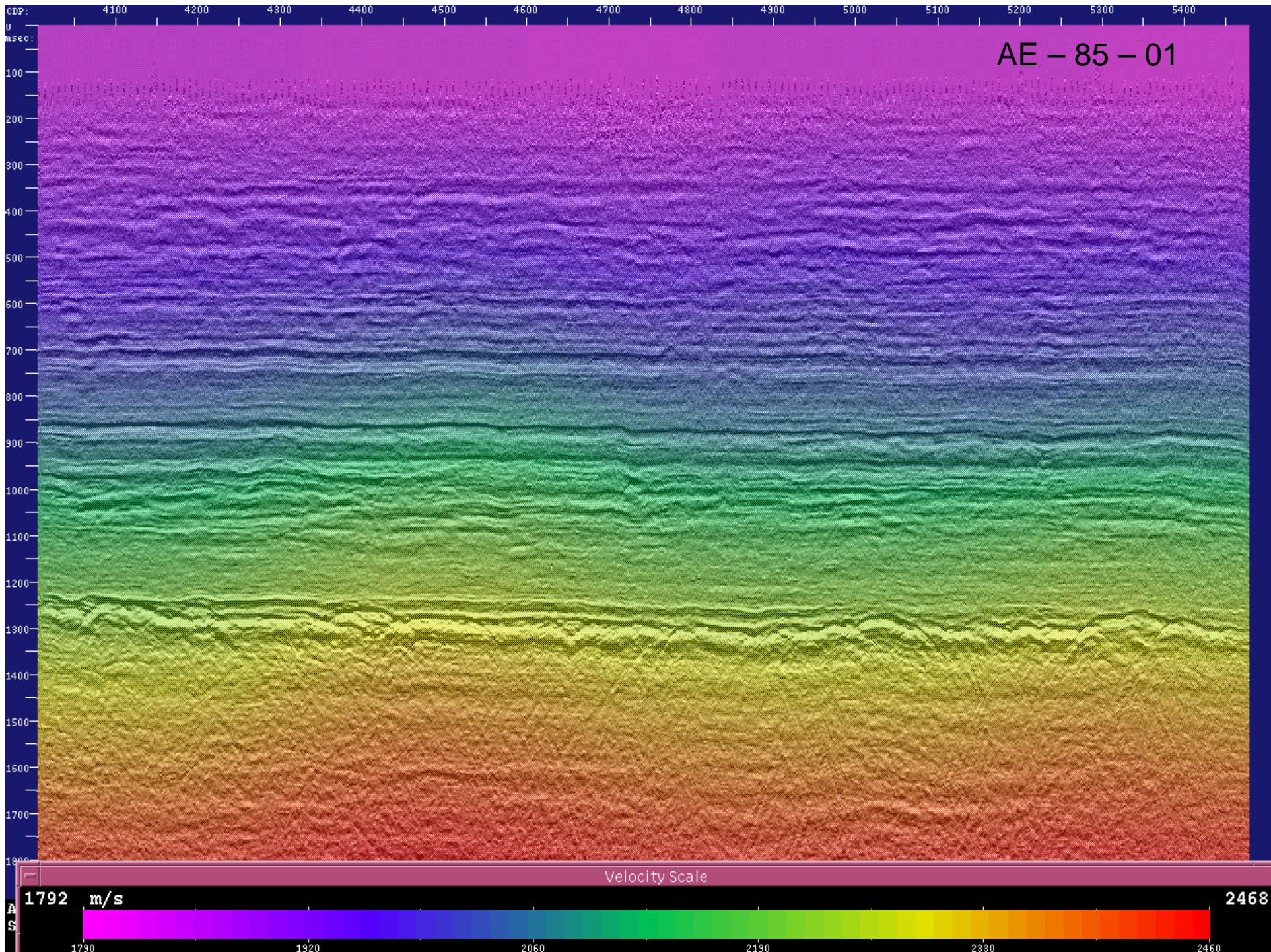
# **ARIPORO ESTE 1985**

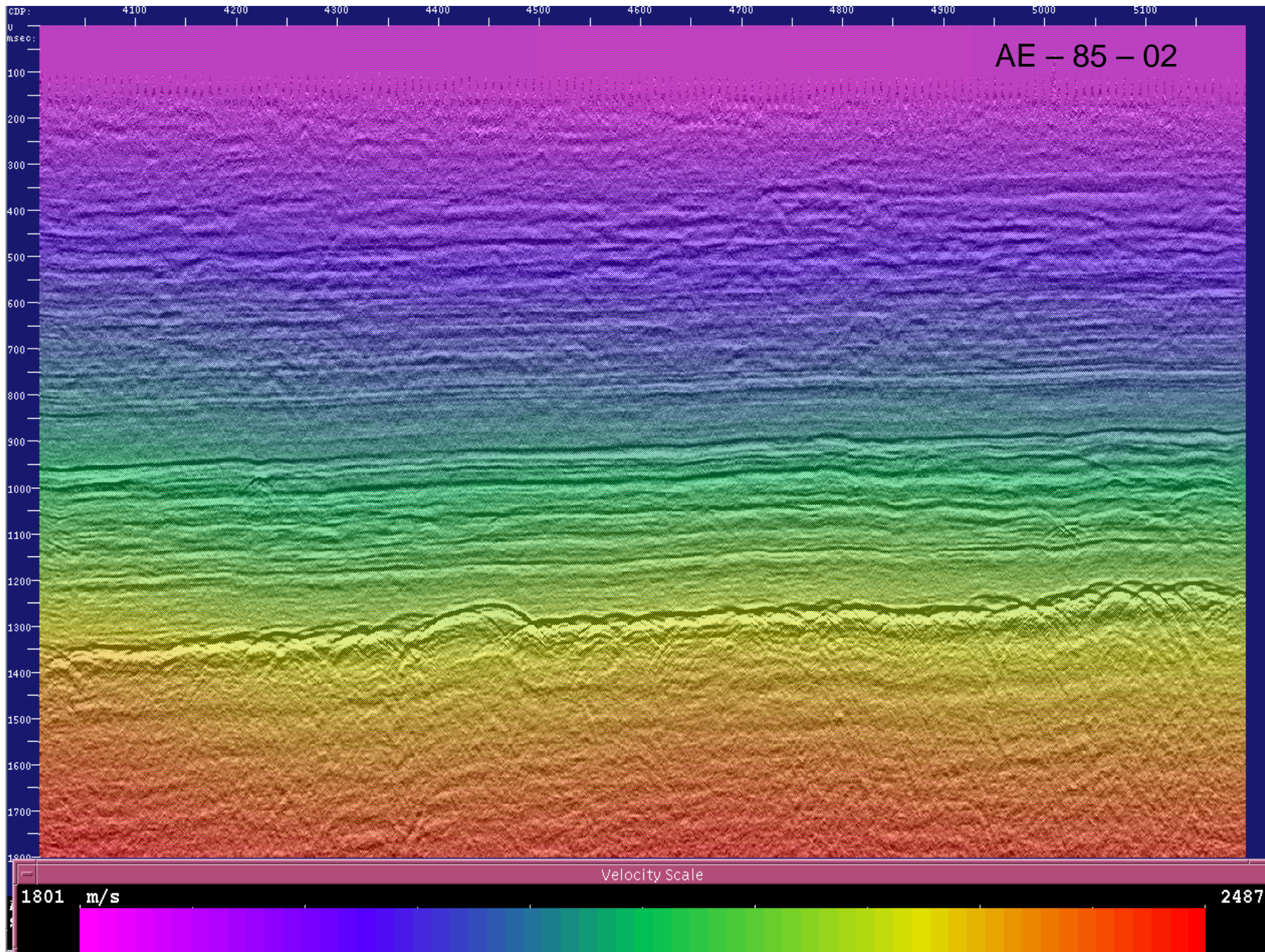
## **CAMPO DE VELOCIDADES**

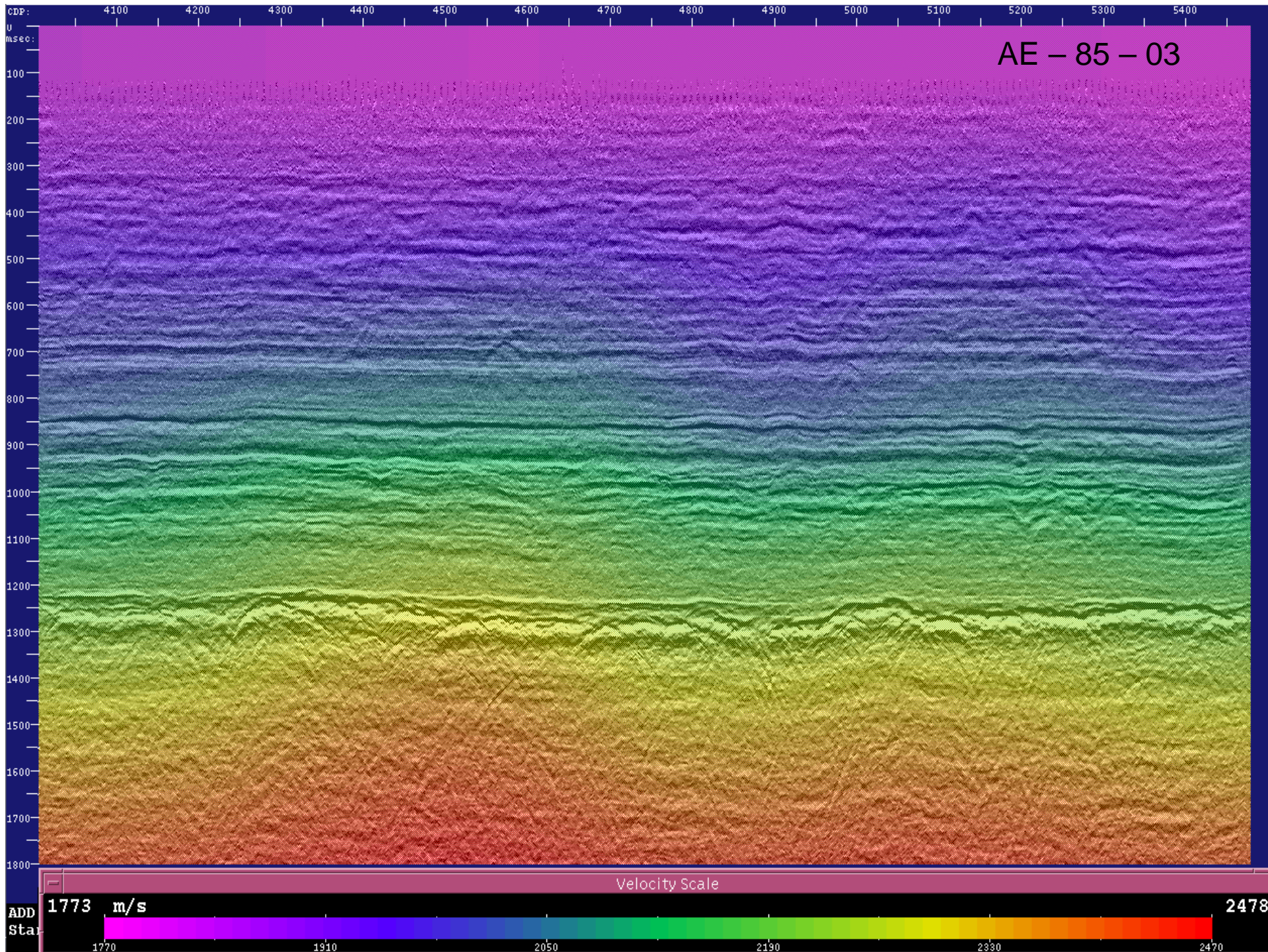


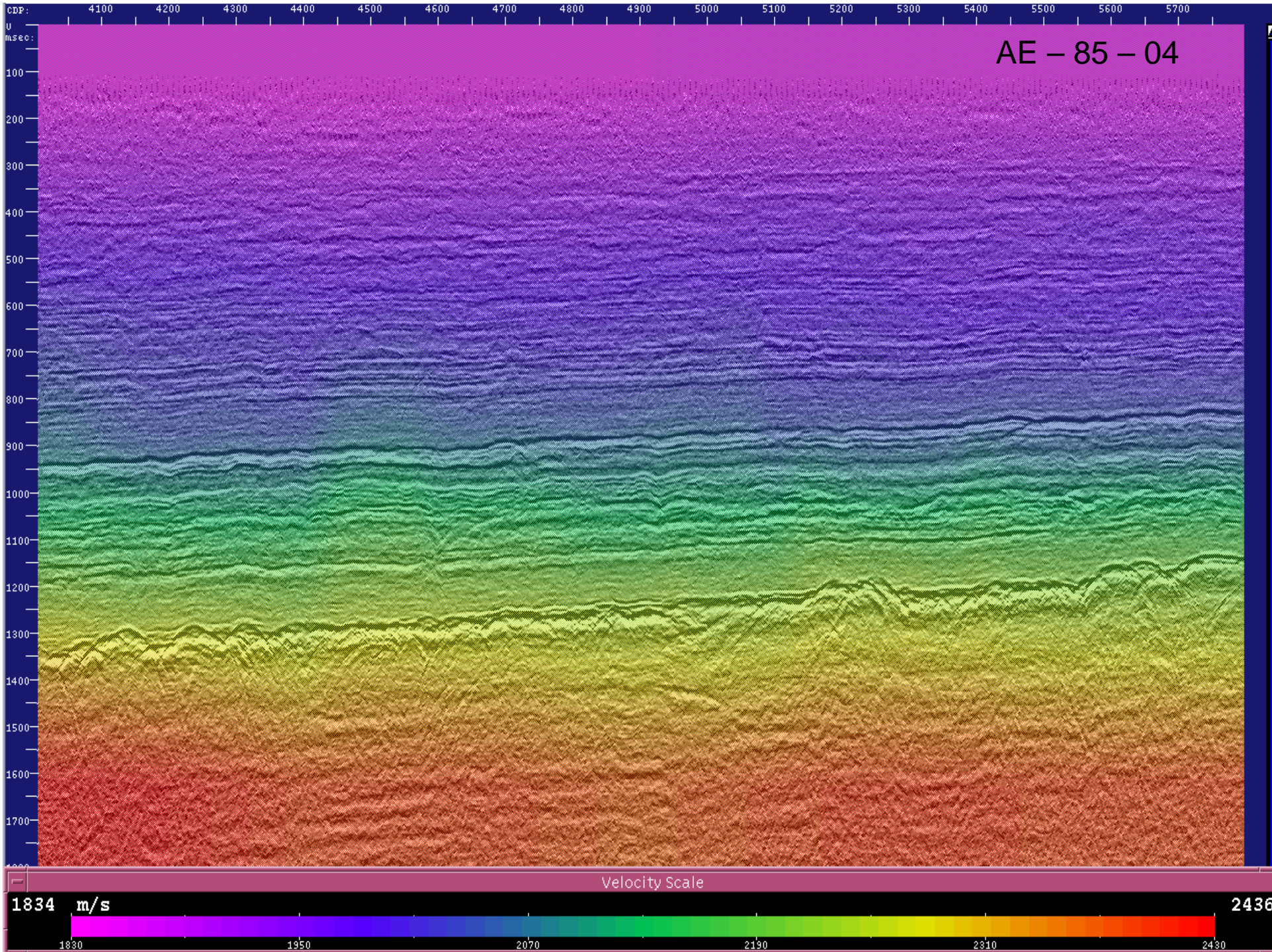
**Agencia Nacional de Hidrocarburos**  
**Republica de Colombia**

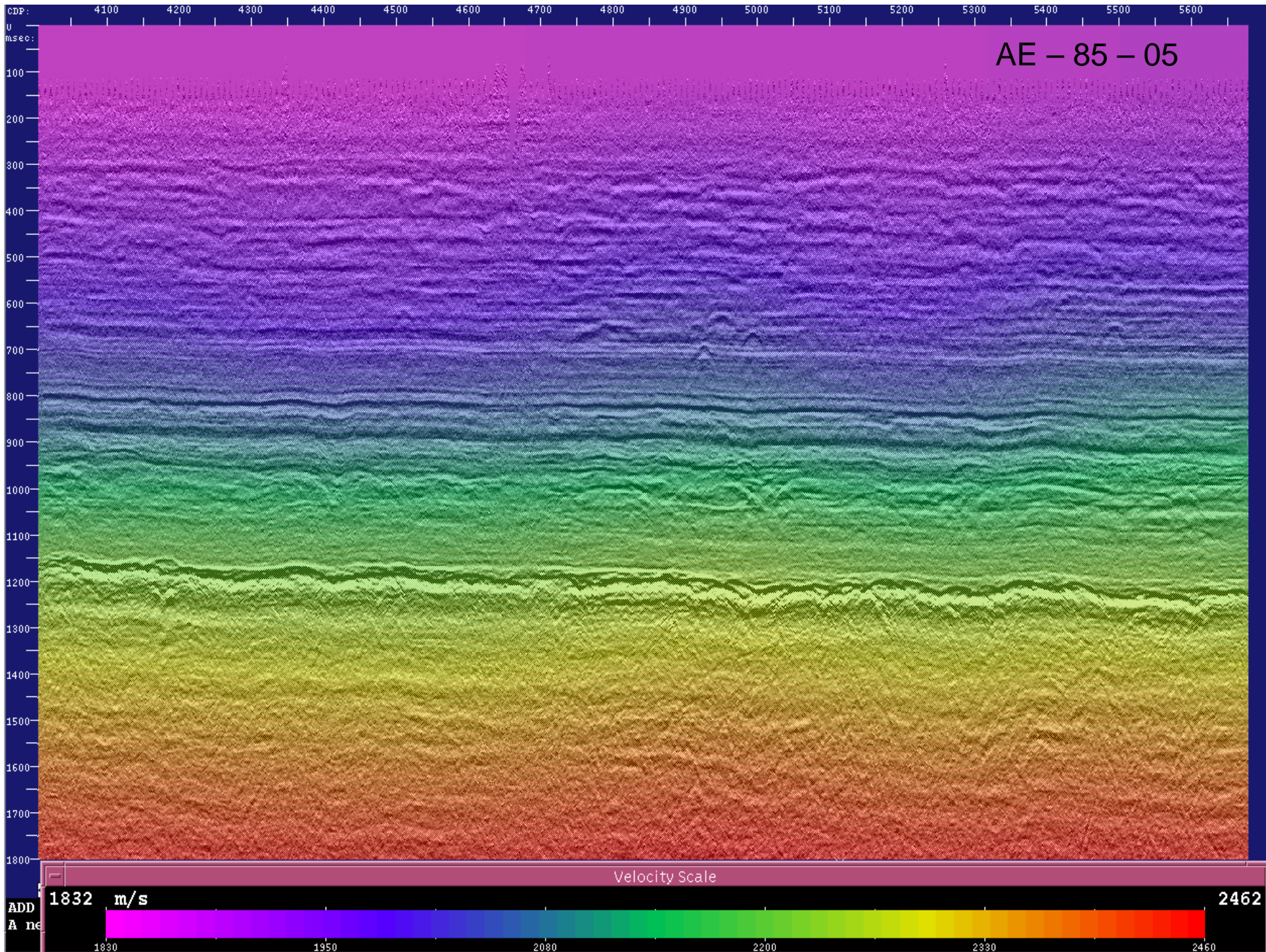


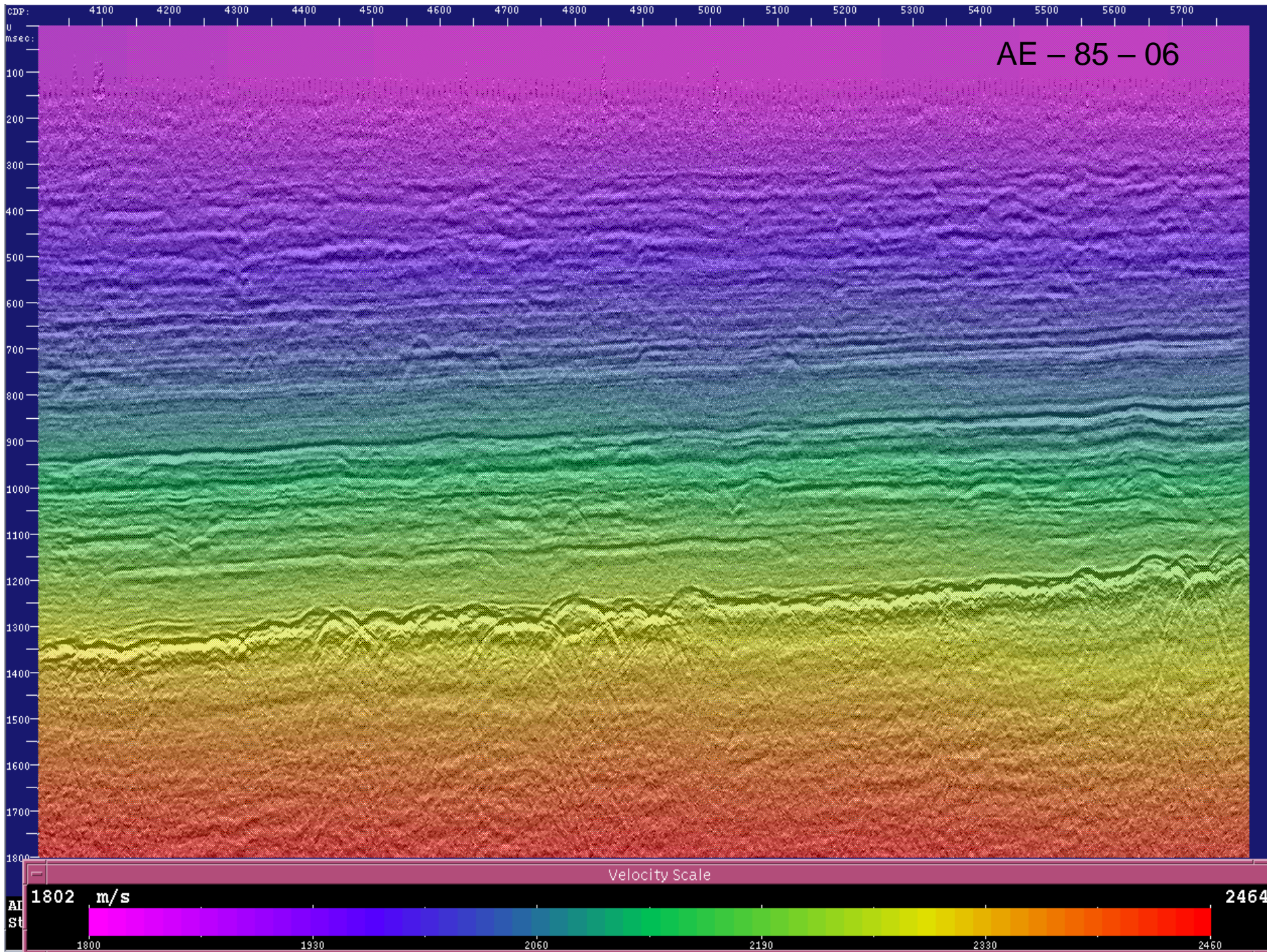




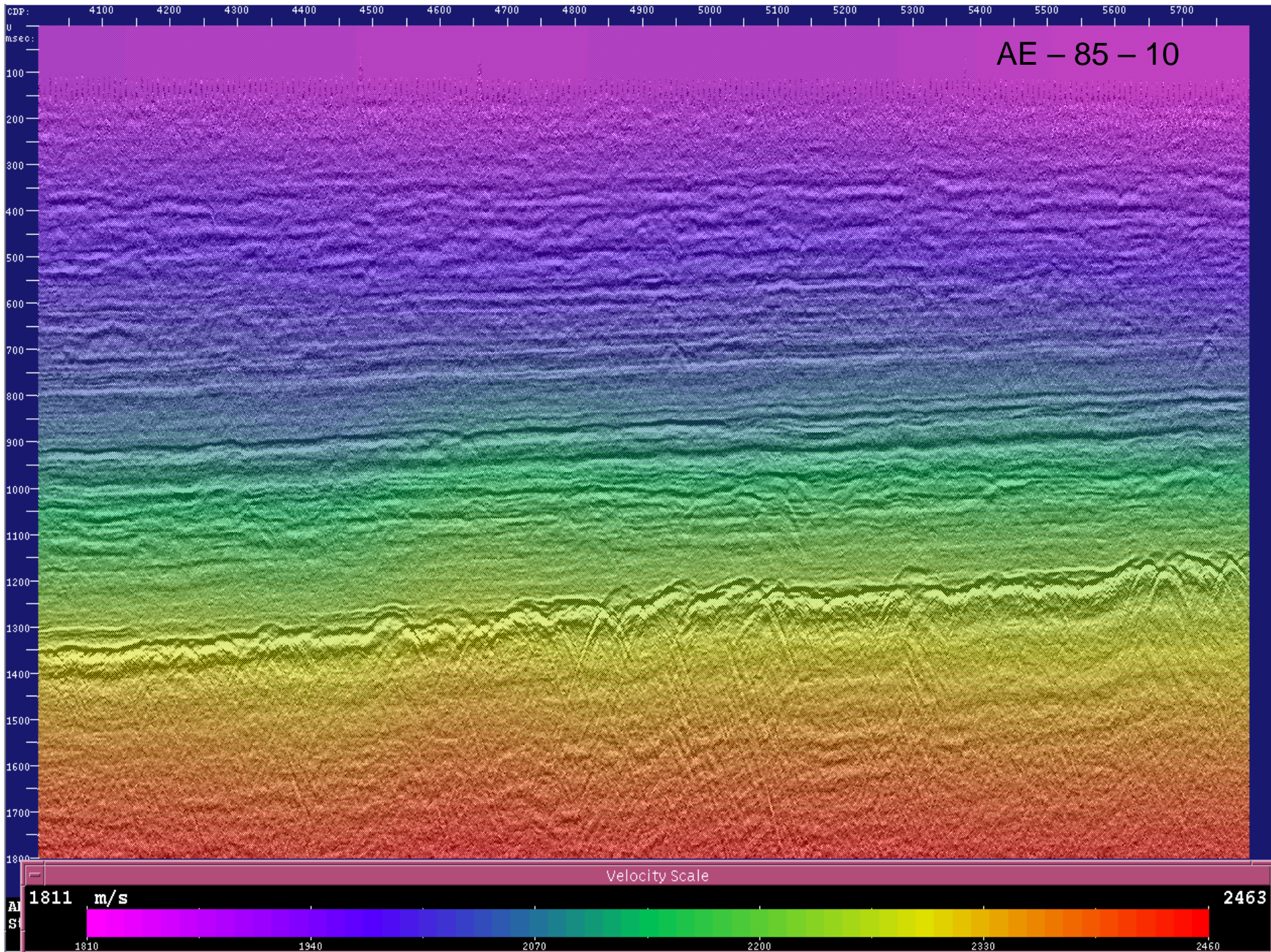


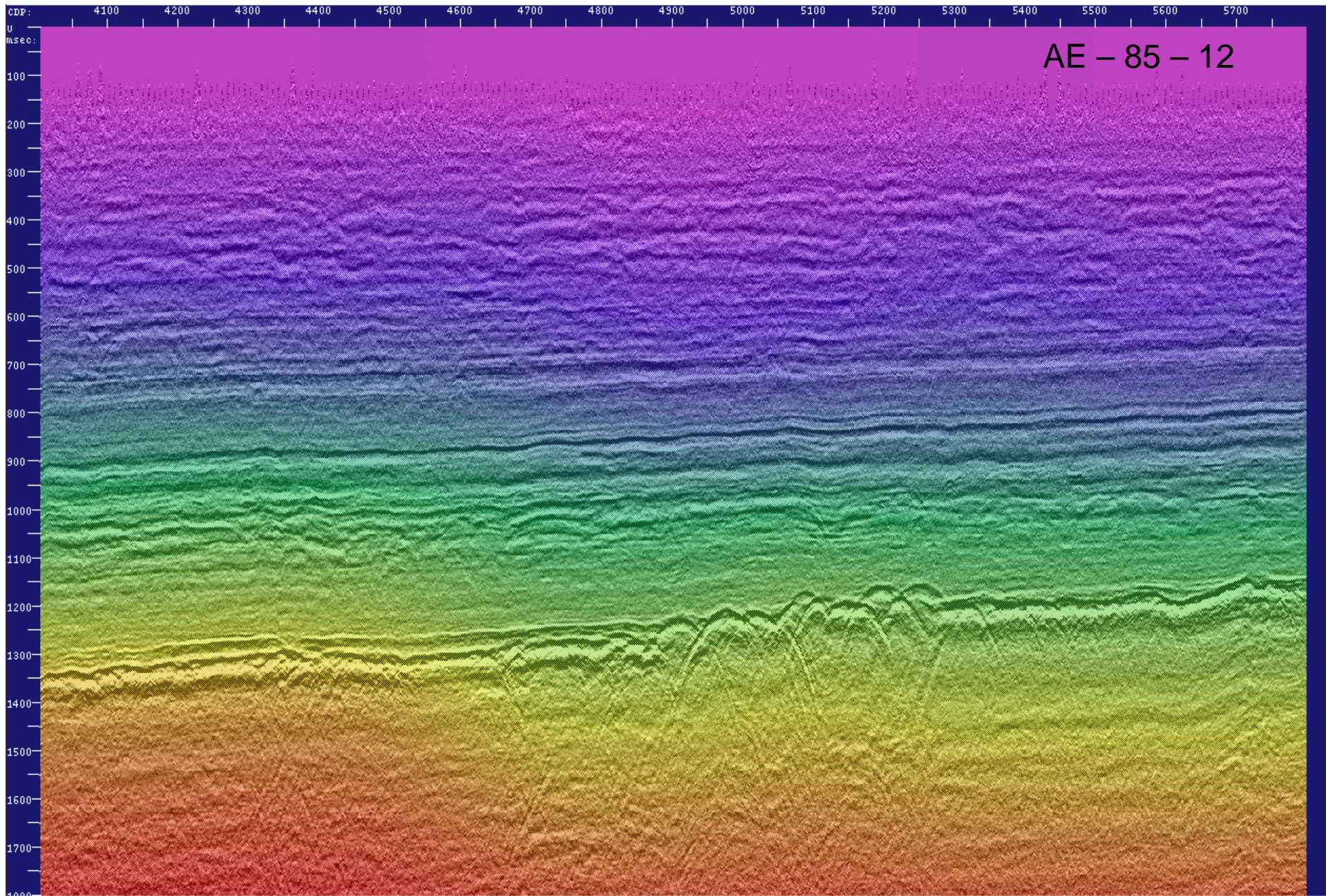










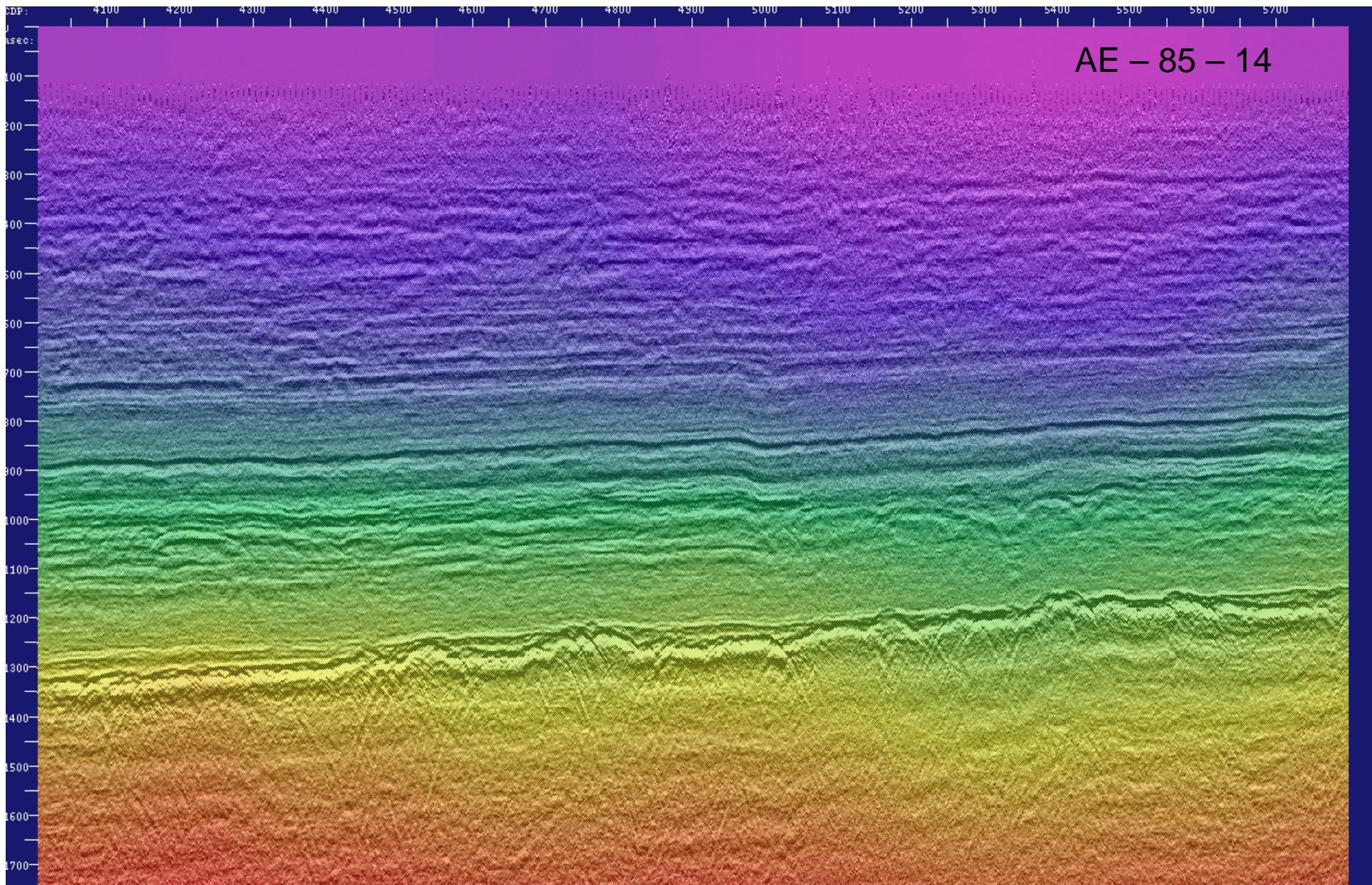


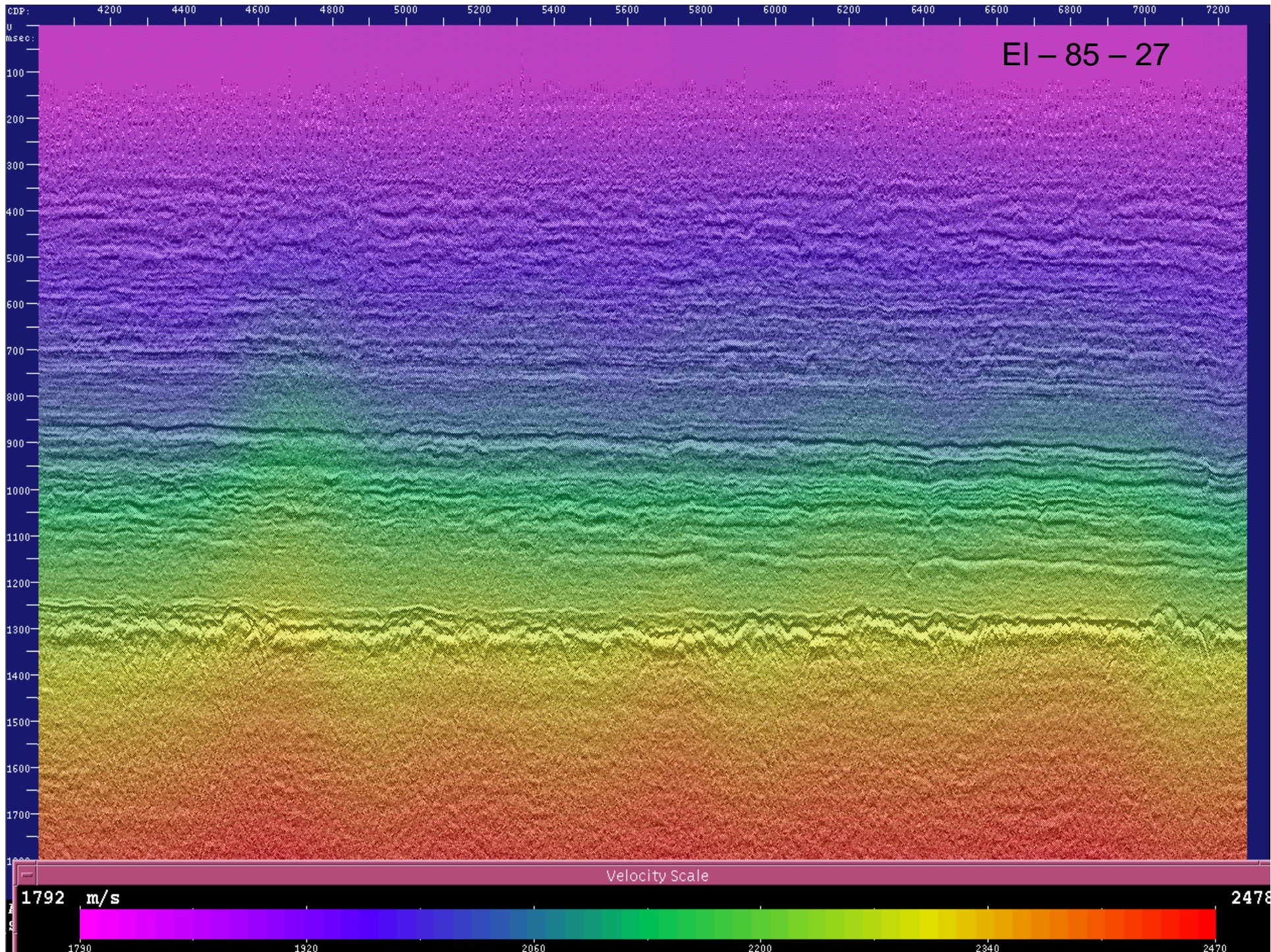
Velocity Scale

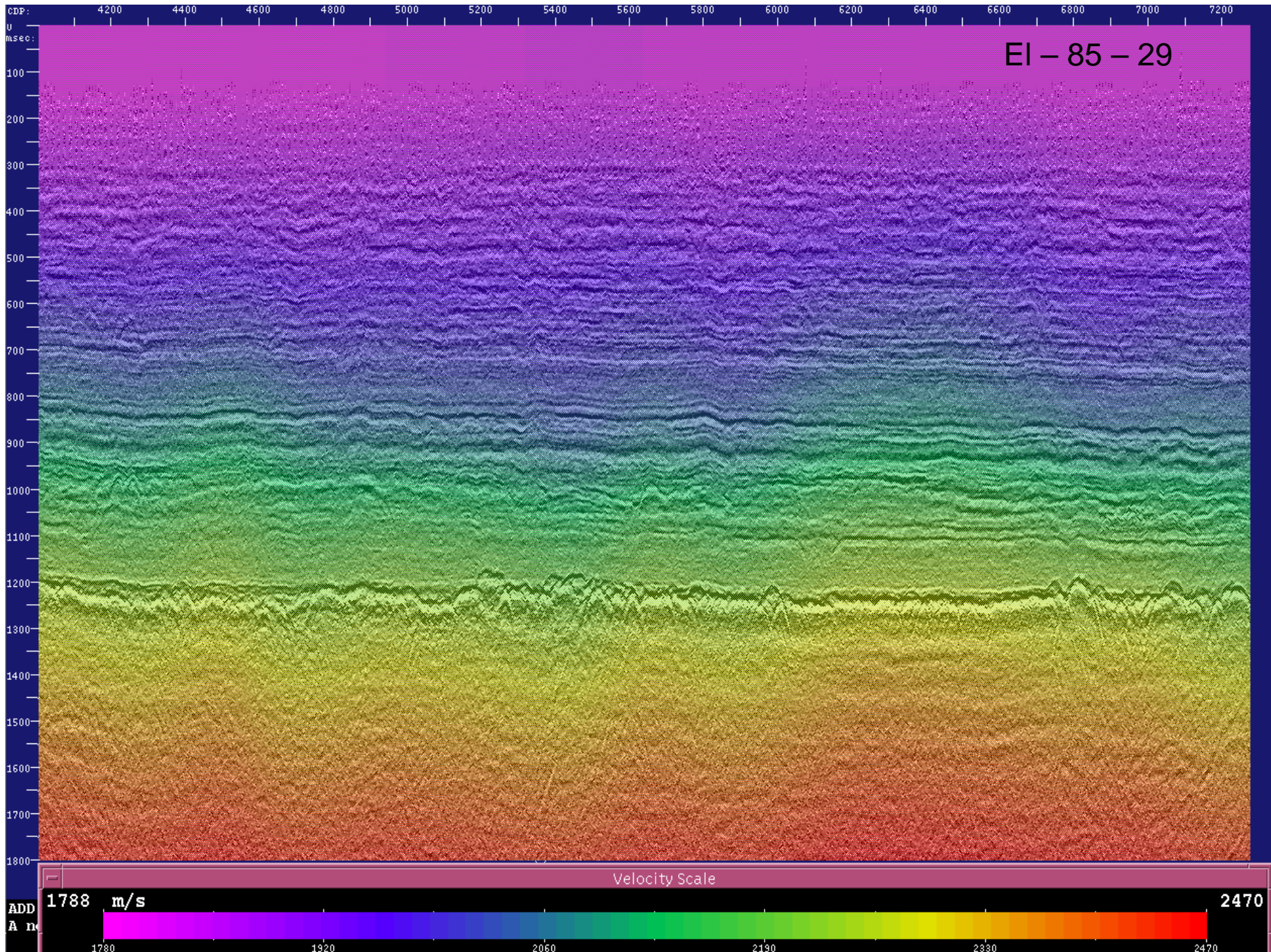
1792 m/s

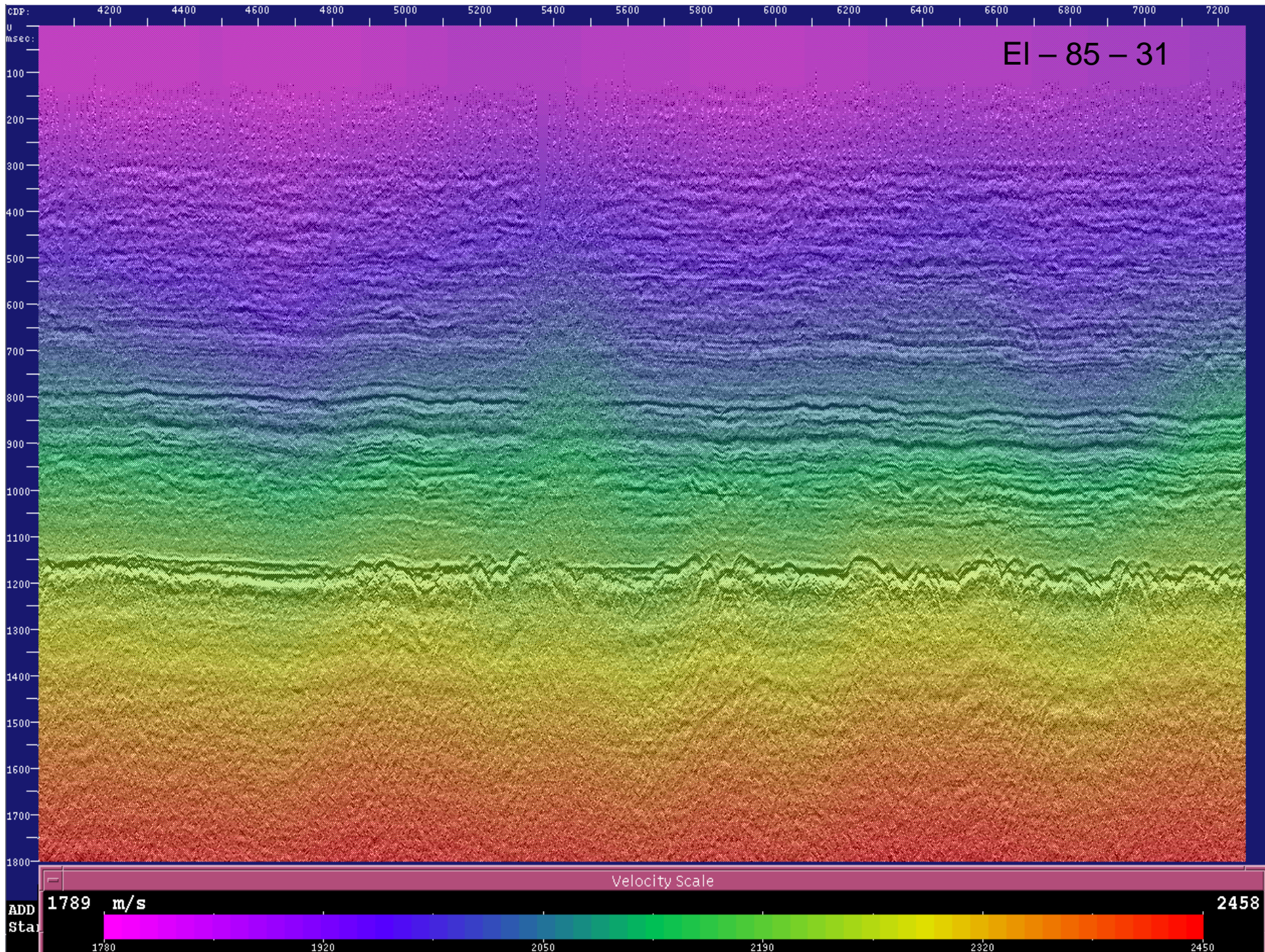
2485

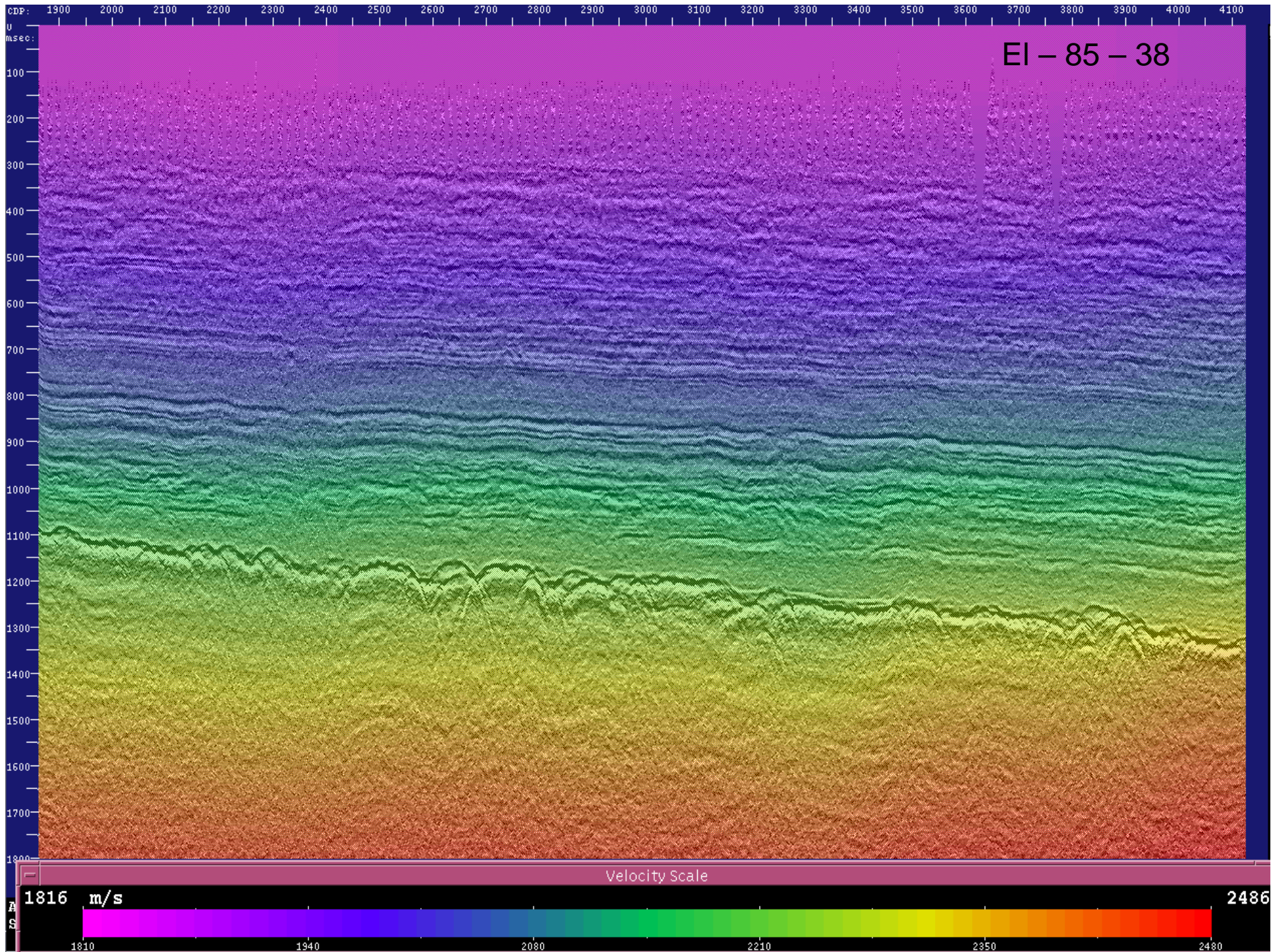


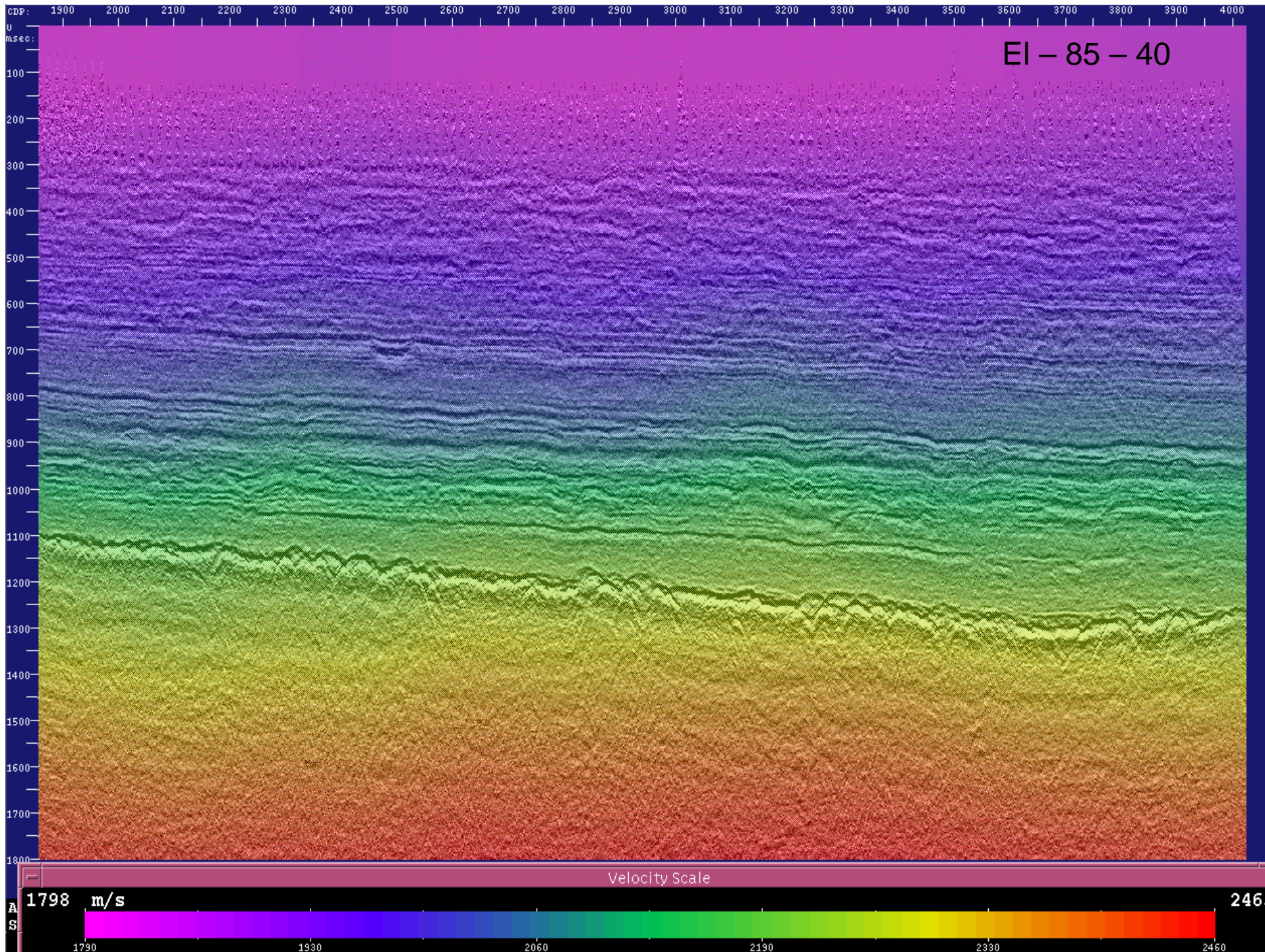




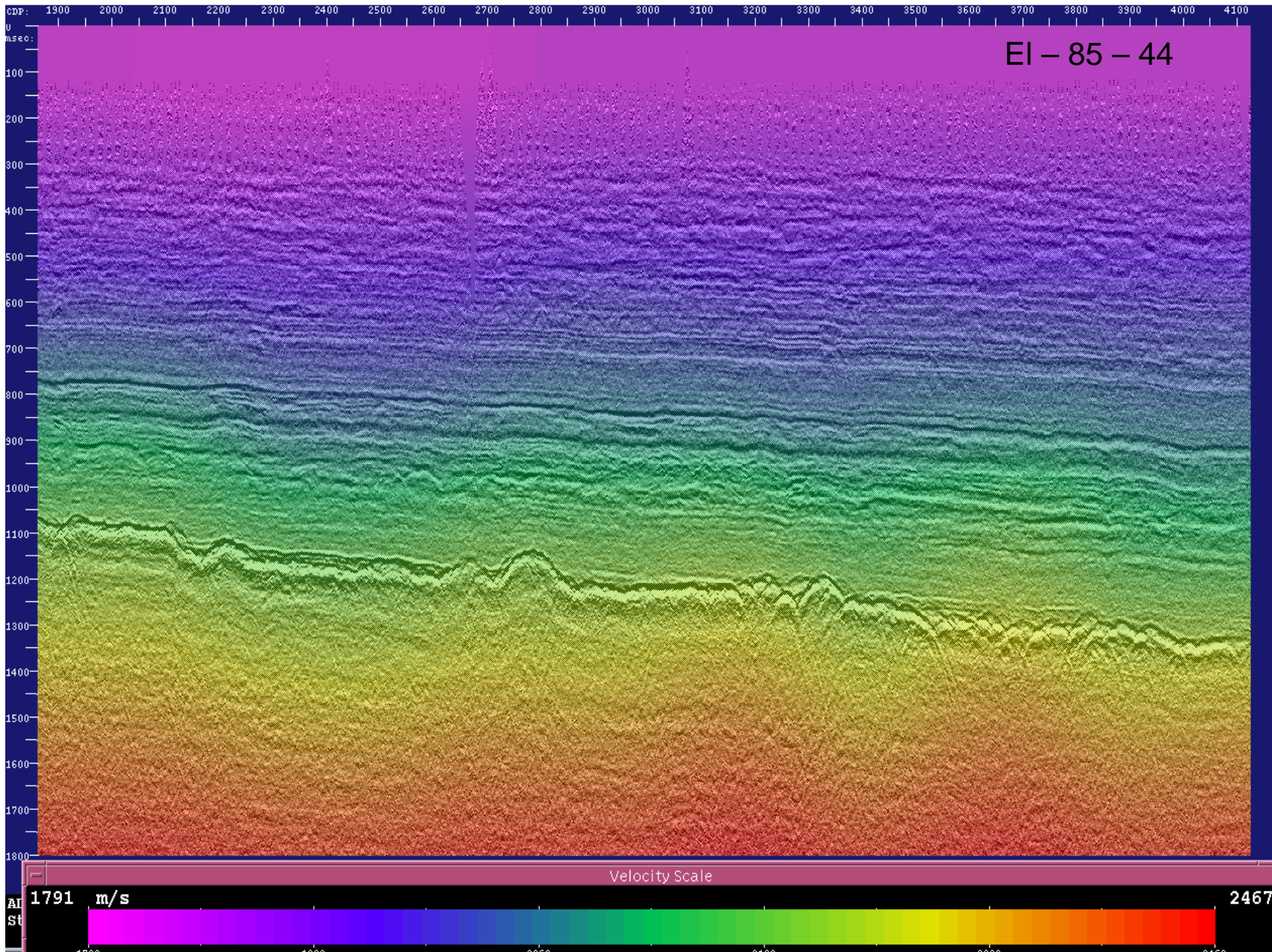


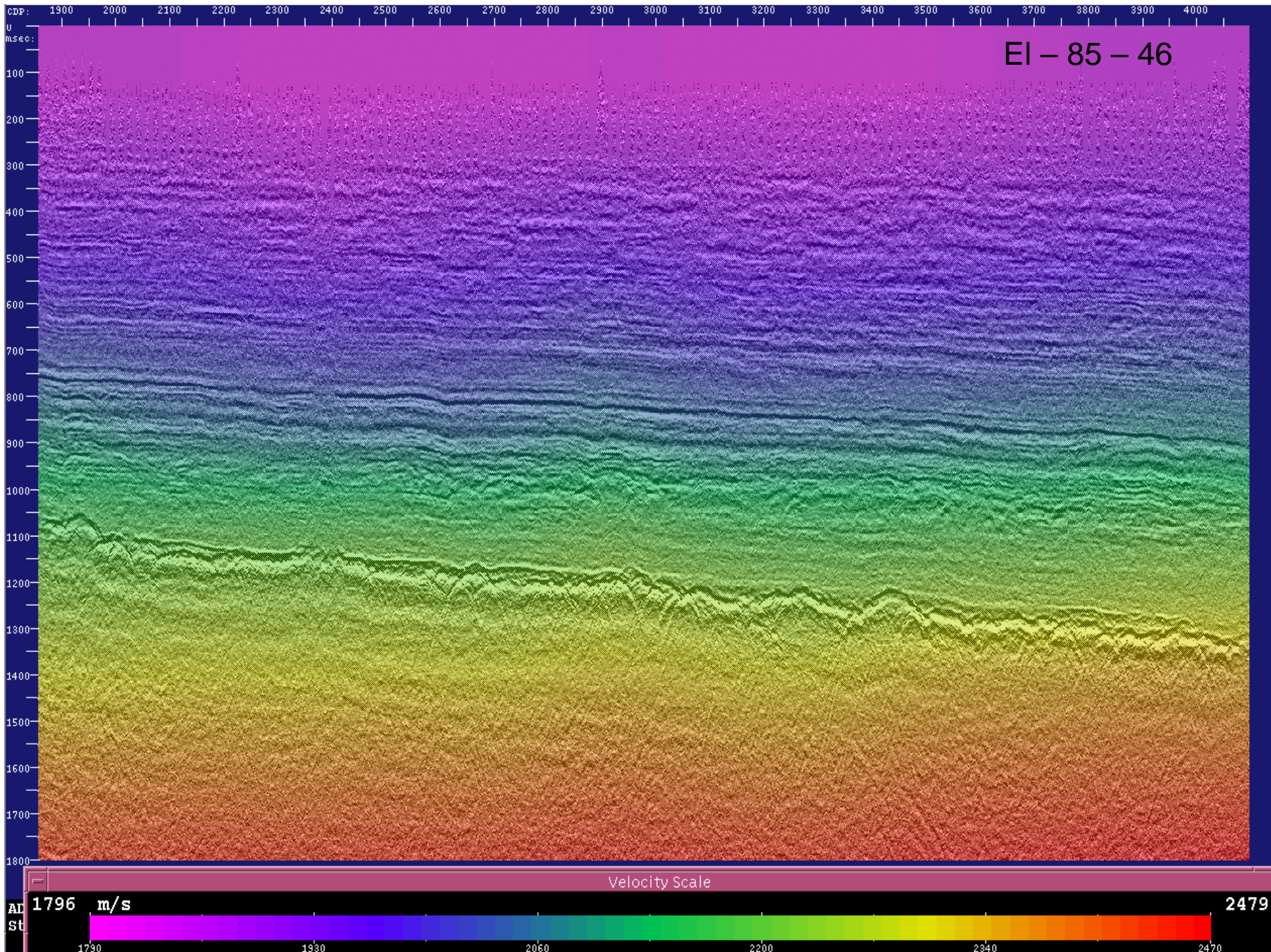


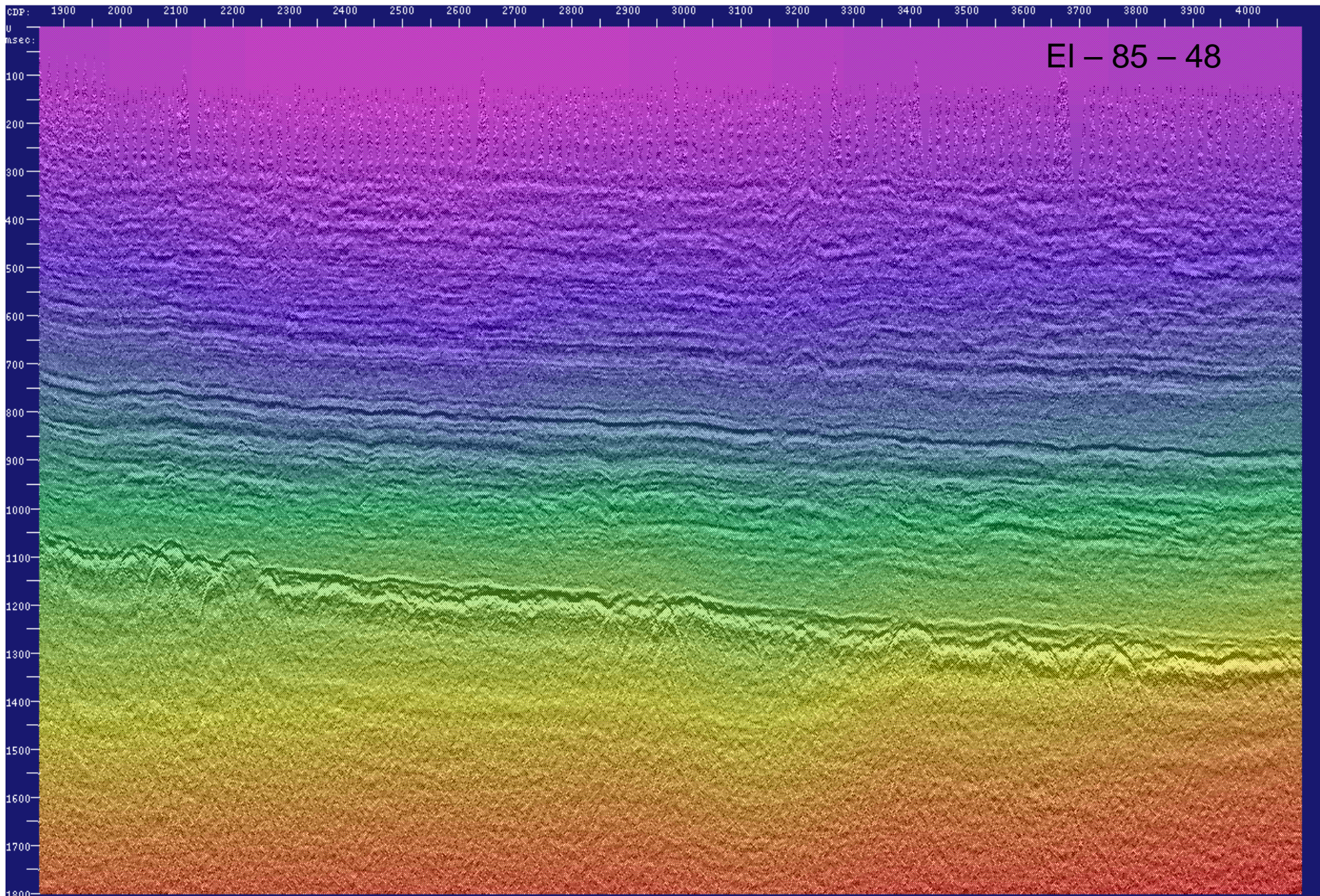












EI - 85 - 48

Velocity Scale

1787 m/s

2491

1780

1920

2060

2200

2350

2490

# **ANEXO 4**

# **ARIPORO ESTE 1985**

## **APILADOS FINALES Y MIGRACIONES**



**Agencia Nacional de Hidrocarburos  
Republica de Colombia**



