

**MEJORAMIENTO DE LA RESOLUCION SISMICA USANDO ATRIBUTOS PARA  
LA INTERPRETACION DE LINEAS SISMICAS MARINAS PROFUNDAS EN EL  
OCCIDENTE DEL GOLFO DE ALASKA**

**JORGE OREJARENA GARCÍA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2014**

**MEJORAMIENTO DE LA RESOLUCION SISMICA USANDO ATRIBUTOS PARA  
LA INTERPRETACION DE LINEAS SISMICAS MARINAS PROFUNDAS EN EL  
OCCIDENTE DEL GOLFO DE ALASKA**

**Autor:  
Jorge Orejarena García**

**Trabajo de Grado para optar al titulo de  
Geologo**

**Director:  
MSc. Jairo Alberto Torres Peña**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2014**

## DEDICATORIA

*Esta dedicatoria la hago principalmente a Dios;  
A mí Madre que con su Amor  
y apoyo ha hecho parte importante de este proceso.  
A mi Padre que ha sido el motor  
Impulsador para realizar los proyectos.  
Mi hermana que ha estado apoyándome con su aliento.  
A Anamaria que ha sido la fuente de inspiración  
para realizar este Trabajo de Grado.*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios que me ha dado la vida por medio de mi madre y padre, a mi hermana que ha sido de apoyo en este proceso, a Anamaria que me ha brindado aliento para seguir adelante cada día, a todas las personas que han pasado por mi vida y me han moldeado como ser humano. Agradecimientos a la Universidad Industrial de Santander y a su Escuela de Geología, a sus docentes como también a todas las personas que hacen parte de esta institución. Especiales agradecimientos a los directores de este Trabajo de Grado, Jairo Alberto Torres Peña que gracias a sus conocimientos y colaboración, fue parte importante en el desarrollo del capítulo de Procesamiento de datos sísmicos.

Agradecimientos también al *U.S. Geological Surveys (USGS)* por sus datos de sísmica de reflexión, y a la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* por permitir el uso de los registros de pozo y núcleos, por los cuales fue posible realizar este trabajo de investigación. Lo mismo para los programas de software como Seismic Unix de instituciones como el *Centre for Wave Phenomena (CWP)* de la *Colorado School of Mines*, en el cual se realizó el procesamiento de los datos. También para instituciones como *dGB Earth Sciences*, que permitió el uso del software de interpretación *OpendTect*.

A mis amigos de la escuela y del Semillero de Investigación de Geofísica UIS, que tuve el gusto de conocer compartiendo momentos de alegría y de estudio a lo largo de todo este proceso de la vida universitaria.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION.....	15
1. GENERALIDADES.....	16
1.1 Localización: Coordenadas Geográficas.....	16
1.2 Planteamiento del Problema.....	18
1.3 Justificación.....	18
2. MARCO TEORICO.....	19
2.1 Atributos Sísmicos.....	19
2.1.1 Atributos Derivados del Tiempo.....	20
2.1.2 Traza Sísmica.....	21
2.1.3 Resolución Sísmica.....	21
2.1.4 Recuperación de Ganancias o Amplitudes.....	23
2.1.5 Filtrados.....	24
2.2 Interpretación Sísmica.....	25
2.2.1 Interfaces Reflectoras.....	25
2.2.2 Etapas de la Interpretación Sísmica Estructural.....	27
2.2.3 Correlación Regional de Pozos.....	28
2.2.4 Correlación Estratigráfica de Pozos.....	28
2.2.5 Carga de Datos.....	29
2.2.6 Errores en la Interpretación Sísmica.....	30
2.2.7 Interpretación Sísmico Estratigráfica.....	31
3. MARCO GEOLOGICO.....	32
3.1 Geología costa Afuera del Golfo de Alaska.....	32
3.1.1 Geología de Aguas Profundas.....	33
3.1.2 Geología de la Planicie Abisal de las Aleutianas.....	33
3.1.3 Geología de la Fosa de las Aleutianas.....	34
3.1.4 Geología del Talud de Shumagin.....	36
3.1.5 Estratigrafía de la Península de Alaska.....	42
3.1.6 Islas de Kodiak.....	47
3.1.7 Fallas.....	47
3.1.8 Levantamiento del Cretáceo Temprano.....	48
3.2 Geología de la Plataforma Continental en el Golfo de Alaska.....	53
3.2.1 Pozos DST de Kodiak.....	54
3.2.2 Discordancia en el Miocenos del Golfo de Alaska.....	56
3.2.3 Pozos de la Reserva Nacional de Petróleo en Alaska.....	57
3.2.4 Geología de la Plataforma de Shumagin.....	59
3.2.5 Estratigrafía Sísmica.....	60

3.3 Geología Estructural.....	66
3.3.1 Delimitación de las Cuencas.....	68
3.3.2 Fallas.....	68
3.3.3 Cresta de Shumagin.....	68
3.3.4 Zona de Subducción de la isla de Sanak.....	69
3.3.5 Alto Central de Sanak.....	69
3.3.6 Alto de la Isla de Sanak SITH.....	70
3.3.7 Bordes de Falla.....	70
3.3.8 Cresta de Unimak.....	71
3.3.9 Cresta del este de Sanak.....	72
4. METODOLOGIA.....	73
4.1 Revisión Bibliográfica.....	73
4.2 Datos Sísmicos.....	74
4.3 Datos de Pozo.....	74
4.4 Generación de Datos Sintéticos.....	74
4.4.1 Generación del Modelo Sintético.....	75
4.4.2 Generación de Sismograma de Pozo.....	75
4.5 Mejoramiento de la Resolución.....	75
4.6 Correlación Sísmica-Pozo.....	75
4.7 Interpretación Sísmica.....	75
5. ANALISIS DE RESULTADOS.....	76
5.1 Generación de Datos Sintéticos.....	76
5.1.1 Generación del Modelo Sintético.....	76
5.1.2 Adquisición del Dato Sintético.....	76
5.1.3 Generación de Sismograma de Pozo.....	77
5.2 Mejoramiento de la Resolución.....	79
5.2.1 Correcciones del Shift en el Tiempo y las Trazas.....	79
5.2.2 Aplicación del Atributo de Similaridad.....	96
5.2.3 Aplicación de Otros Atributos Sísmicos.....	114
5.3 Correlación Sísmica-Pozo.....	117
5.4 Interpretación Sísmica.....	119
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	123
ANEXOS.....	126

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1.</b> Coordenadas Geográficas de la Adquisición sísmica.	16
<b>Figura 2.</b> Mapa batimétrico del occidente del Golfo de Alaska.	16
<b>Figura 3.</b> Mapa satelital de la región del occidente del Golfo de Alaska.	17
<b>Figura 4.</b> Perfil sísmico de reflexión en toda la cuenca del graben asimétrico de la cuenca West Sanak.	29
<b>Figura 5.</b> Perfil longitudinal de la Fosa de las Aleutianas y planicie abisal.	34
<b>Figura 6.</b> Ubicación en el área de Shumagin con los montes submarinos.	36
<b>Figura 7.</b> Perfil sísmico de Shumagin, cresta de Unimak y fosa de las aleutianas.	38
<b>Figura 8.</b> Perfil sísmico de Shumagin, cresta de Unimak y fosa de las aleutianas.	40
<b>Figura 9.</b> Columna estratigráfica de la geología terrestre expuesta de la península de Alaska, Kodiak, Shumagin e Islas Sanak.	44
<b>Figura 10.</b> Columna de correlación en la secuencia sísmica de la plataforma de Shumagin.	56
<b>Figura 11.</b> Ubicación de los pozos en la Reserva Nacional de Petróleo en Alaska.	58
<b>Figura 12.</b> Patrón de fallas en la plataforma de Shumagin y orientaciones tectónicas.	
<b>Figura 13.</b> Mapa de Contornos Estructurales medido en tiempo (segundos). En el tope de la Secuencia A para las cuencas Oeste y Este de las subcuencas de Shumagin.	67
<b>Figura 14.</b> Metodología planteada para el desarrollo del proyecto.	71
<b>Figura 15.</b> Metodología planteada para el desarrollo del proyecto.	73
<b>Figura 16.</b> Modelo sintético del occidente del Golfo de Alaska se generó del script model2.sh.	76
<b>Figura 17.</b> Forma de la ondulada base. El estimado de la longitud de onda es de 120 [ms] en la parte derecha de la imagen se determina el coeficiente de correlación.	77
<b>Figura 18.</b> Sismograma sintético para el Pozo del Golfo de Alaska.	77
<b>Figura 19.</b> Parámetros de las onduladas. Arriba la relación Amplitud Vs Tiempo y abajo la relación Ganancia Vs Frecuencia.	78
<b>Figura 20.</b> Línea Sísmica f9wg8847 con corrección del shift en los ejes.	79
<b>Figura 21.</b> Línea Sísmica f9wg8815 con corrección del shift en los ejes.	80
<b>Figura 22.</b> Línea Sísmica f9wg8822 con corrección del shift en los ejes.	81
<b>Figura 23.</b> Línea Sísmica f9wg8845 con corrección del shift en los ejes.	82
<b>Figura 24.</b> Línea Sísmica f9wg8801 con corrección del shift en los ejes.	83
<b>Figura 25.</b> Línea Sísmica f9wg8805 con corrección del shift en los ejes.	84
<b>Figura 26.</b> Línea Sísmica f9wg8810 con corrección del shift en los ejes.	85
<b>Figura 27.</b> Línea Sísmica f9wg8811 con corrección del shift en los ejes.	86
<b>Figura 28.</b> Línea Sísmica f9wg8812 con corrección del shift en los ejes.	87
<b>Figura 29.</b> Línea Sísmica f9wg8813 con corrección del shift en los ejes.	88
<b>Figura 30.</b> Línea Sísmica f9wg8814 con corrección del shift en los ejes.	89
<b>Figura 31.</b> Línea Sísmica f9wg8819 con corrección del shift en los ejes.	90
<b>Figura 32.</b> Línea Sísmica f9wg8821 con corrección del shift en los ejes.	91
<b>Figura 33.</b> Línea Sísmica f9wg8823 con corrección del shift en los ejes.	92
<b>Figura 34.</b> Línea Sísmica f9wg8831 con corrección del shift en los ejes.	93
<b>Figura 35.</b> Línea Sísmica f9wg8837 con corrección del shift en los ejes.	94
<b>Figura 36.</b> Línea Sísmica f9wg8843 con corrección del shift en los ejes.	95
<b>Figura 37.</b> Ejemplo de los parámetros usados en el cual se aplicó el atributo de	

Similaridad en Líneas Sísmicas 2D	96
<b>Figura 37.</b> Línea Sísmica f9wg8847. Con y sin filtro de Similaridad.	97
<b>Figura 38.</b> Línea Sísmica f9wg8815. Con y sin filtro de Similaridad.	98
<b>Figura 39.</b> Línea Sísmica f9wg8822. Con y sin filtro de Similaridad.	99
<b>Figura 40.</b> Línea Sísmica f9wg8845. Con y sin filtro de Similaridad.	100
<b>Figura 41.</b> Línea Sísmica f9wg8801. Con y sin filtro de Similaridad.	101
<b>Figura 42.</b> Línea Sísmica f9wg8805. Con y sin filtro de Similaridad.	102
<b>Figura 43.</b> Línea Sísmica f9wg8810. Con y sin filtro de Similaridad.	103
<b>Figura 44.</b> Línea Sísmica f9wg8811. Con y sin filtro de Similaridad.	104
<b>Figura 45.</b> Línea Sísmica f9wg8812. Con y sin filtro de Similaridad.	105
<b>Figura 46.</b> Línea Sísmica f9wg8813. Con y sin filtro de Similaridad.	106
<b>Figura 47.</b> Línea Sísmica f9wg8814. Con y sin filtro de Similaridad.	107
<b>Figura 48.</b> Línea Sísmica f9wg8819. Con y sin filtro de Similaridad.	108
<b>Figura 49.</b> Línea Sísmica f9wg8821. Con y sin filtro de Similaridad.	109
<b>Figura 50.</b> Línea Sísmica f9wg8823. Con y sin filtro de Similaridad.	110
<b>Figura 51.</b> Línea Sísmica f9wg8831. Con y sin filtro de Similaridad.	111
<b>Figura 52.</b> Línea Sísmica f9wg8837. Con y sin filtro de Similaridad.	112
<b>Figura 53.</b> Línea Sísmica f9wg8843. Con y sin filtro de Similaridad.	113
<b>Figura 54.</b> Línea Sísmica f9wg8847 con el filtro de <i>Dip Steering</i> .	114
<b>Figura 55.</b> Línea Sísmica f9wg8815 con el filtro de <i>Contour Gradient</i> .	114
<b>Figura 56.</b> Línea Sísmica f9wg8822 con filtro de Porosidad.	115
<b>Figura 57.</b> Línea Sísmica f9wg8845 con filtro de Presión.	115
<b>Figura 58.</b> Línea Sísmica f9wg8801 con filtro de Energía Sísmica.	116
<b>Figura 59.</b> Amarré sísmica-pozo	117
<b>Figura 60.</b> Correlación sísmica-pozo	118
<b>Figura 61.</b> Línea Sísmica f9wg8838 Interpretada.	119
<b>Figura 62.</b> Línea Sísmica f9wg8838 Interpretada.	120

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Script Del Modelo Del W Golfo De Alaska .....	126
Anexo B. Aplicación De Atributos Sismicos En Lineas Sismicas Marinas Profundas .....	127
Anexo C. atributo sismico en lineas del golfo de alasca.....	128

## RESUMEN

**TITULO:** MEJORAMIENTO DE LA RESOLUCION SISMICA USANDO ATRIBUTOS PARA LA INTERPRETACION DE LINEAS SISMICAS MARINAS PROFUNDAS EN EL OCCIDENTE DEL GOLFO DE ALASKA

**AUTOR:** Jorge Orejarena García \*\*

**PALABRAS CLAVE:** Resolución sísmica, líneas sísmicas marinas profundas, interpretación estratigráfica.

Este trabajo de investigación consiste en generar líneas sísmicas en tiempo con datos de campo adquiridos por el USGS. A partir de esto se produjo un control de calidad generando un modelo sintético con trazados de rayos y un sismograma de pozo para un punto estratégico del área occidental del Golfo de Alaska.

Mediante la aplicación de atributos sísmicos, en líneas marinas profundas de la región occidental del Golfo de Alaska, se generó un mejoramiento de la resolución sísmica en las imágenes locales y regionales, esto para finalmente interpretar una línea sísmica, correlacionándola con registros de pozo e información de núcleos de perforación y reportes geológicos. El Mejoramiento de la resolución en las imágenes sísmicas se generó con diferentes atributos, los cuales se destacaron entre otros el atributo de similaridad para determinar los contrastes de las impedancias acústicas en los estratos sedimentarios también se aplicaron otros atributos sísmicos como de porosidad, contornos de gradiente, energía sísmica, buzamiento, presión, entre otros. Posteriormente se determinó la configuración de los topes estratigráficos de dos áreas locales sobre la planicie abisal de las Aleutianas.

El proyecto se realizó con las siguientes herramientas de software: *OpenTect*. El cual que se usó información obtenida por adquisiciones sísmicas exploratorias realizadas por el servicio geológico de los Estados Unidos (*USGS*). También se usó información de registros de pozo y núcleos de perforación, obtenidos del Centro Nacional de Datos Geofísicos de la Administración Atmosférica y Oceánica Nacional de Estados Unidos (*NOAA*).

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Escuela de Geología. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Universidad Industrial de Santander  
Director: MSc. Jairo Alberto Torres Peña

## ABSTRACT

**TITLE:** SEISMIC RESOLUTION IMPROVING USING ATTRIBUTES FOR INTERPRETATION IN DEEPWATER LINES IN THE WESTERN GULF OF ALASKA\*

**AUTHOR:** Jorge Orejarena Garcia\*\*

**KEYWORDS:** Seismic Resolution, Deepwater seismic lines, stratigraphy, Interpretation

This research project consist in generate seismic lines in time, with field data acquired by the USGS. From this there was a quality control generating a synthetic model with ray paths and a seismogram of well to a strategic point in the Western area of the Gulf of Alaska.

Through the application of seismic attributes in deepwater lines of western Gulf of Alaska, was generated an improved seismic resolution in local and regional images, this finally for interpret a seismic line, correlating with well logs and information of core drilling and geological reports. Improvement of the resolution seismic images generated with different attributes, which stood out among others attribute to determine the similarity of acoustic impedance contrasts in the sedimentary strata other seismic attributes such as porosity, gradient contours were also applied, seismic energy, dip, pressure, among others. Subsequently was determined the stratigraphic setting in two local areas on the Aleutians Abyssal Plain.

The project was developed with: Seismic Unix and OpendTect. Which used information obtained by exploratory seismic acquisitions by the Geological Service of United States (USGS), and information well logs and drill cores obtained from the National Geophysical Data Center of the National Oceanic and Atmospheric Administration of the United States (NOAA).

---

\* Grade work.

\*\* School of Geology. Faculty of PhysicalChemical Engineering. Universidad Industrial deSantander. Director: MSc. Jairo Alberto Torres Peña

### **OBJETIVOS GENERALES**

- Obtener secciones sísmicas en tiempo con datos de campo adquiridos por el USGS en la región occidental costa afuera del Golfo de Alaska.
- Mejorar la resolución sísmica de líneas sísmicas marinas profundas.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Aplicar atributos sísmicos para el mejoramiento de líneas sísmicas marinas profundas en el área occidental de Golfo de Alaska.
- Aplicar atributos sísmicos para determinar características de los reflectores.
- Correlacionar información sísmica con registros de pozo para interpretar dos líneas sísmicas y así determinar la configuración de los topes estratigráficos en áreas locales del golfo occidental de Alaska.

## INTRODUCCION

En una primera etapa se realizó la revisión de la teoría básica sobre los conceptos de atributos sísmicos, seguido por los conceptos de interpretación de secciones sísmicas marinas en áreas profundas. Seguido a esto se hizo una síntesis muy generalizada del marco geológico, esto debido a que en el occidente del Golfo de Alaska se tiene una geología sumamente compleja que presenta a su vez un margen activo y pasivo, dado a la gran extensión que se realizó durante la adquisición por parte del USGS en 1988. Es por tal motivo que esta región presente en los mares de Shumagin y Kodiak ubicados en el Noreste del Océano Pacífico, contiene cinco cuencas sedimentarias principales, estructuralmente distintas que forman un evolucionado prisma de acreción *Forearc*. Seguido a esto se generaron datos sintéticos en los que se encuentra un modelo sintético basado en la geológica regional del Golfo de Alaska y un sismograma de pozo con datos de los registros del área.

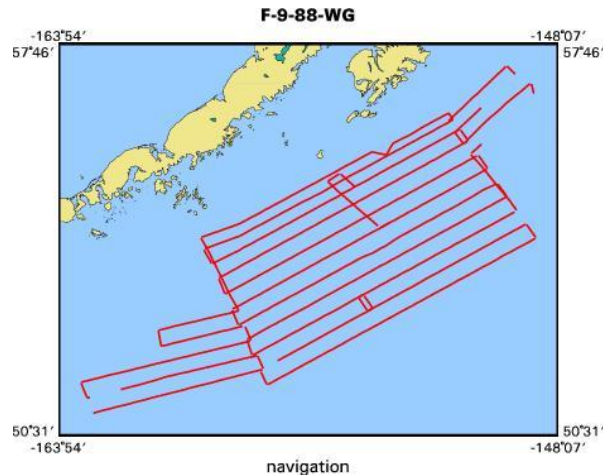
En los reportes geológicos existentes actualmente, específicamente en el área occidental del Golfo de Alaska, no se encuentran imágenes sísmicas con alta resolución, es por este motivo que se recopilaron archivos en formato SEG-Y, en los cuales se les aplicaron diferentes filtros en los que se resaltaron las áreas de interés exploratorio, con el uso de atributos sísmicos y controles por *shift* en profundidad, se generó el mejoramiento de las líneas sísmicas locales y regionales en el área de estudio.

Posteriormente con las líneas sísmicas mejoradas con buena resolución se seleccionaron dos líneas locales que dieran de forma general la geología y además que tuviera registros de pozo para la correlación de estos datos en formato *(.las)*, que fueron obtenidos por el sitio web del Centro Nacional de Datos Geofísicos Marinos del NOAA, esto para generar una interpretación en la línea sísmica apilada en tiempo, con la delimitación de los topes estratigráficos.

# 1. GENERALIDADES

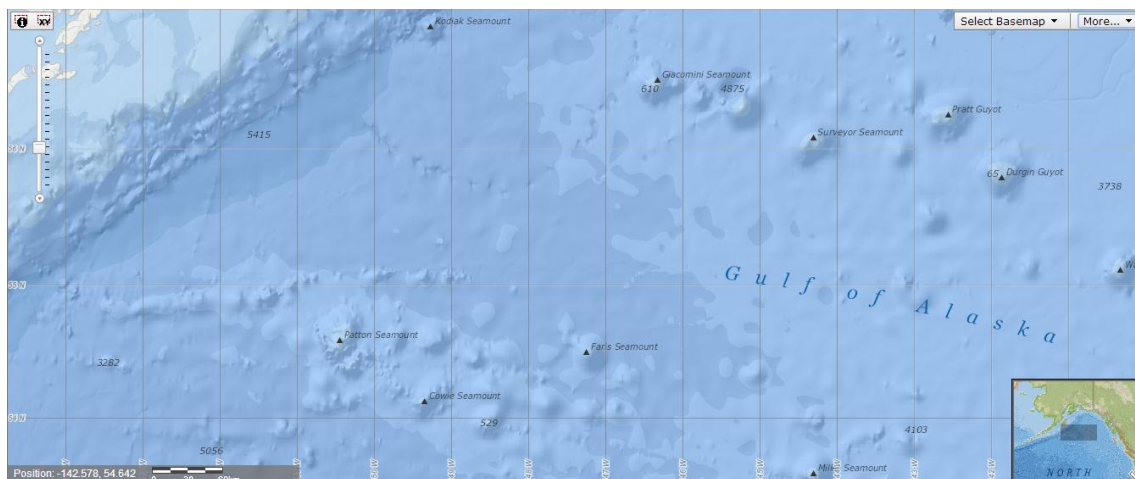
## 1.1 LOCALIZACION: COORDENADAS GEOGRAFICAS

**Figura 1.** Coordenadas Geográficas de la Adquisición sísmica.



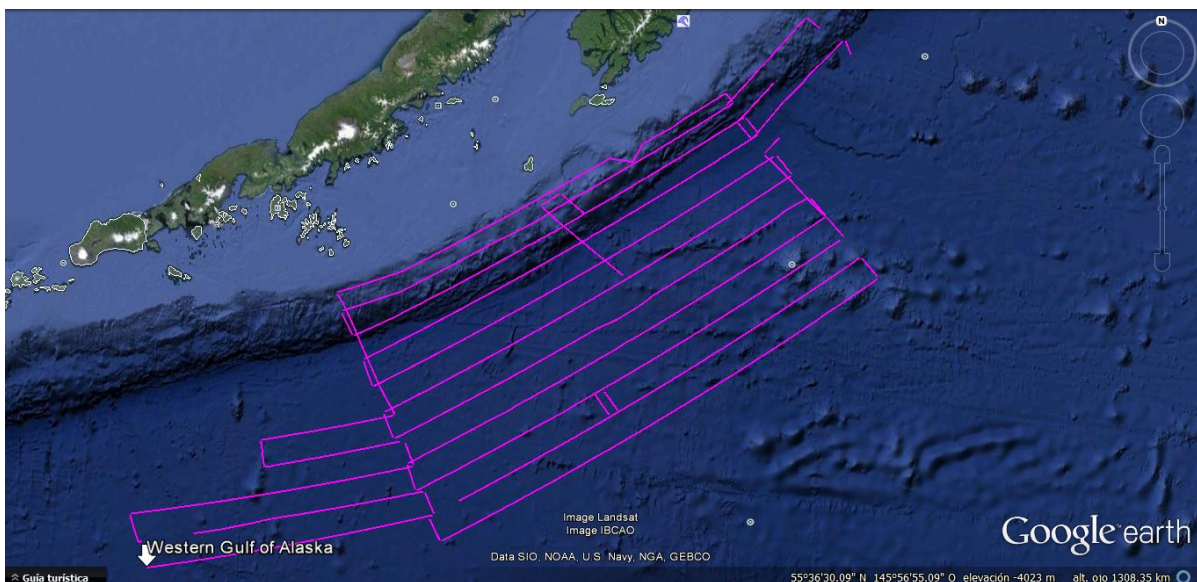
Fuente: USGS National Archive of Marine Seismic Surveys, 1988.

La adquisición de las líneas sísmicas marinas profundas, ocupan un área aproximada de 210.000 Km<sup>2</sup>, como se observa en la Figura 1, el cual abarca el talud de la plataforma continental aproximadamente a unos 3000 metros de profundidad, la planicie abisal que oscila entre 4000 y 5000 metros de profundidad y la fosa de las Aleutianas que forma parte de la frontera entre las placas tectónicas del Pacífico y la placa Norteamericana. En su región más profunda alcanza unos 7650 metros batimétricos en las profundidades del Pacífico. **Figura 2.** Mapa batimétrico del occidente del Golfo de Alaska.



Fuente: National Geophysical Data Centre NOAA, 2014.

El área ocupa porciones de la plataforma continental con pendiente batimétrica de moderada a alta, la Fosa de las Aleutianas pendiente alta a muy alta y la planicie abisal de las Aleutianas con pendiente baja a casi horizontal. Esta región presenta una batimetría de diferentes profundidades que son adentrándose en el Golfo con una profundidad aproximada de 6454,5 metros, como se muestra en la Figura 2. La Fosa de las Aleutianas de 6.500 a 7650 metros de profundidad en el área se encuentra al sureste de la península de Alaska y se extiende por 402.250 metros del extremo al suroeste de Shumagin y está limitada por la Isla Unimak al noreste de las Islas Semidi y 156° longitud W oeste hacia el mar de más de 482.700 metros. El área se extiende hacia el sur hasta 50° de latitud norte. El talud superior, que proporciona una cobertura limitada de zonas de aguas profundas. Datos geológicos analizados incluyen descripciones de muestras de dragado recogidos por el *USGS* del talud continental. **Figura 3.** Se observa la adquisición de las líneas sísmicas en fucsia, note las regiones de la plataforma continental adyacentes a la península de Alaska y las islas cercanas, así como también se observa las plataforma continental debajo del mar del Golfo seguido de un Talud Continental hasta la profunda Fosa de las Aleutianas y la planicie abisal adentrándose al Océano Pacífico donde hace gran parte de la adquisición sísmica.



Fuentes: Plug-in del National Archive of Marine Seismic Surveys usado en Google Earth, 2014.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La resolución sísmica de la literatura existente actualmente en el área occidental del Golfo de Alaska presenta claras deficiencias, es por este motivo que es conveniente actualizar las imágenes con mejoras, gracias a las nuevas plataformas de interpretación sísmica en el cual es posible mejorar notablemente la resolución de las imágenes utilizando filtros generados por algoritmos que tienen como características los atributos sísmicos.

## 1.3 JUSTIFICACION

Recientemente los yacimientos de hidrocarburos más grandes encontrados actualmente, a diferencia de los no convencionales, han sido los de costa afuera en regiones profundas (*Deepwater*). Debido a la alta demanda energética y que aún está en crecimiento, los geólogos y geofísicos se encuentran buscando cada día nuevos horizontes exploratorios. Es por tal motivo que la exploración costa afuera (*Offshore*), está en aumento con grandes retos tecnológicos y científicos. Los yacimientos en aguas profundas notables hoy en día, se encuentran en el Mar del Norte , el Golfo de México (en su mayoría en alta mar en frente de las costas de Texas y Luisiana, también Mississippi y Alabama), California (en la cuenca de Santa Bárbara), el mar Caspio (especialmente algunos grandes campos costa afuera Azerbaiyán), las cuencas Campos y Santos frente a las costas de Brasil, (uno de los últimos yacimientos más grandes encontrados actualmente), el oeste del *offshore* de Nigeria y Angola, también importantes yacimientos de hidrocarburos en alta mar se encuentran en el Golfo Pérsico como Safaniya, Manifa y Marjan que pertenecen a Arabia Saudita.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 ATRIBUTOS SISMICOS**

Con los atributos sísmicos se pueden cuantificar las características geométricas, que tienen los datos sísmicos, dependiendo de cuáles han sido las secuencias de procesamiento previas. Chopra y Marfurt, 2007 definieron los atributos como una medida de los datos, que permiten mejorar las características de interés en el momento de la interpretación. Los atributos con buenas características permiten determinar las propiedades geológicas. Como se usan en la interpretación estratigráfica para definir geometrías internas en los estratos. El objetivo principal de los atributos es que el intérprete pueda reconocer mediante cuantificación de amplitudes características geológicas mediante algoritmos que posea cada atributo. Los atributos sísmicos existen producto de la interpretación de la traza compleja o señal analítica, que consta de una parte real o traza sísmica y una imaginaria que se encuentra determinada por la transformada de Hilbert. De manera general los atributos se calculan representados en tiempo y no en profundidad. Esto lo generan algoritmos que no preservan las amplitudes relativas. Para que un atributo genere datos confiables es necesario haber hecho previamente una correcta secuencia de procesamiento.

Es bien conocido que existen problemas en la sísmica de reflexión por la existencia de factores que afectan la calidad de los datos sísmicos adquiridos, como son: La dispersión de la energía sísmica, el ruido aleatorio, el ruido coherente, etc. En la sísmica de reflexión también se aprecian cambios en la frecuencia de los eventos sísmicos. La principal causa de las variaciones de esta, es la absorción de la energía sísmica en forma de calor en su recorrido por la corteza terrestre. Las señales con altas frecuencias se atenúan a un rango mayor que las de bajas frecuencias, resultando una disminución progresiva de la frecuencia al transcurrir el tiempo. Las líneas sísmicas apiladas o formato stack, están generalmente invadidas por ruido, obteniéndose en consecuencia una sección de difícil interpretación. Los filtros de coherencia, como los filtros f-k y f-x,

son comúnmente aplicados a la sismica con el objetivo de eliminar “impurezas” en los datos. (Duncan and Beresford, 1995).

Un frente de onda sísmico producido por una fuente impulsiva es inicialmente un pulso de gran amplitud que contiene un gran espectro de frecuencias en ese pico instantáneo (*spike*). Matemáticamente puede describirse mediante la función Delta de Dirac. Se puede imaginar la función  $\delta(x)$  como una función que tiene un valor infinito en  $x = 0$  y tiene un valor nulo en cualquier otro punto, de tal modo que su integral es uno, es decir:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x - a) f(x) dx = f(a) \quad e.g. \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) dx = 1 \quad (1)$$

Los tiempos de propagación están relacionados con las estructuras geológicas y las amplitudes estas relacionadas a la información sobre las propiedades físicas de las demás litologías que componen las estructuras. Este proceso destruye la relación de las amplitudes y el medio.

### **2.1.1 ATRIBUTOS DERIVADOS DEL TIEMPO**

Existen varios tipos de atributos sísmicos derivados del tiempo, amplitud y frecuencia; los cuales no explicaremos rigurosamente sino solo una pequeña síntesis de los atributos que más se usaran en este estudio.

#### **2.1.1.1 SIMILARIDAD**

Este atributo es una forma de coherencia en donde esta da evidencia de los segmentos de la traza que son parecidos. También se encuentra con diferentes nombres como semblanza, coherencia, continuidad y covarianza los cuales son básicamente lo mismo.

### 2.1.1.2 FASE INSTANTANEA

En este atributo se centra en la continuidad o discontinuidad espacial de las reflexiones, generando una serie de eventos débiles y fuertes que aparecen con la misma fuerza. Esta no depende de la fuerza de reflexión. Matemáticamente está definida como:

$$\theta_t = \tan^{-1}\left[\frac{f'_t}{f_t}\right]$$

Dónde:  $\theta_t$  = Fase Instantanea

$f'_t$  = Traza de cuadratura

$f_t$  = Traza real

### 2.1.2 TRAZA SÍSMICA

Las amplitudes de las trazas sísmicas están relacionadas con las propiedades geológicas del subsuelo (densidad y velocidad de propagación de las ondas sísmicas) que puede determinar la impedancia acústica. El contraste de impedancia entre dos estratos adyacentes determina la reflectividad de la interface que separa los dos estratos. La traza sísmica es generada por la convolución de una onda sísmica emitida por una fuente artificial con la función reflectividad. (Silva y Robinson, 1979).

### 2.1.3 RESOLUCIÓN SÍSMICA

Está definida como la capacidad de separar dos señales adyacentes y depende fundamentalmente de la relación entre las heterogeneidades del medio en relación a la longitud de onda emitida por la fuente. La longitud de onda está determinada por la razón entre la velocidad y la frecuencia de la onda sísmica

$$\lambda = \frac{V}{f} \quad (2)$$

Dos tipos de resolución son considerados, resolución vertical y resolución horizontal ambas controladas por el contenido de frecuencias. La resolución sísmica vertical indica que tan grueso debe ser un estrato para distinguir entre el tope y la base. Teóricamente la capa puede ser distinguida cuando tiene un espesor de por lo menos, donde  $\lambda$  es la longitud de la onda emitida por la fuente. La resolución sísmica es un asunto relevante a tener presente. Es el espesor geológico mínimo que podemos identificar, que corresponde a un cuarto de la longitud de onda sísmica ( $1/4 \lambda$ ), recordando que  $\lambda = V / f$  ( $V$  es la velocidad y  $f$  la frecuencia a la profundidad considerada). El ancho mínimo resoluble o resolución horizontal resulta de la zona o radio de Fresnel y es función del mismo  $1/4 \lambda$ , siendo:

$$r = \frac{\sqrt{v^* T_0}}{4f} \quad (3)$$

Un caso especial es el fenómeno de resonancia o sintonía (*tunning*), producido por la interferencia constructiva de ondas entre la amplitud principal de la ondícula y los lóbulos laterales. Suele permitir la visualización de espesores menores a  $1/4$  de la longitud de onda, hasta  $1/8\lambda$  e incluso algo menores, no porque podamos ver las respuestas individuales de techo y base, sino porque la fuerte amplitud nos permite inferir la presencia de la capa con un espesor delgado inferior a  $1/4 \lambda$ .

**Resolución horizontal de los datos sísmicos:** La resolución horizontal de los datos sísmicos no migrados está dada por la zona de Fresnel, que tiene una anchura de donde:

$$F_n = \frac{\sqrt{n\lambda d_1 d_2}}{d_1 + d_2} \quad (4)$$

$F_n$  = El radio de la zona de Fresnel de orden  $n$  en metros

$d_1$  = La distancia de  $P$  a partir de un extremo en metros

$d_2$  = La distancia de  $P$  desde el otro extremo en metros

$\lambda$  = La longitud de onda de la señal transmitida en metros

**Relación Señal/Ruido:** Llamamos señal sísmica o simplemente señal a toda la información sísmica que es de interés específica auxiliar en el reconocimiento de los aspectos del subsuelo. Ruido es todo lo demás, aquella información que no es de interés. Las reflexiones múltiples se constituyen ruido. La relación señal ruido S/R representa una cuantificación de la calidad de la señal sísmica, siendo definida como el cociente de la amplitud máxima de todos los eventos de reflexión dentro de una serie de datos sobre la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de la amplitud del ruido. Los ruidos pueden ser clasificados por su coherencia (alineamiento), por las características de la adquisición (terrestre y marina) y su relación con la fuente sísmica (dinamita, vibroseis, cañón de aire, etc.). Los ruidos incoherentes (o aleatorios) no presentan ley de formación, siendo imposible prever la ocurrencia en una traza a partir del conocimiento del comportamiento del ruido en las trazas vecinas. Las ondas de superficie es uno de los ruidos coherentes más importantes, seguidos de las reflexiones múltiples, reverberaciones de los estratos someros, ruido difuso (*scattering*), constituidas por las difracciones generadas por las irregularidades en la superficie de un reflector. Entre los ruidos aleatorios se encuentra el viento, la lluvia, ruidos culturales, ruidos de los amplificadores. (Chelotti., Acosta, N., Foster, M., 2009).

#### **2.1.4 RECUPERACIÓN DE GANANCIAS O AMPLITUDES**

Proceso de corrección por el efecto de la pérdida de amplitudes. Debido a la divergencia cuasiesférica del frente de ondas y las pérdidas por el comportamiento parcialmente inelástico del subsuelo (atenuación), el desperdigamiento (*scattering*) y la partición de la energía. Se hace un análisis iterativo para obtener la curva de ganancia óptima que mediante una curva logarítmica creciente recupera la pérdida total expresada con una curva exponencial decreciente. Una alternativa más lenta, y por lo tanto costosa, es hacer un proceso de recuperación de verdadera Amplitud, que en rigor no lo es, ya que verdadera amplitud es la que se ha registrado de campo, con primeros arribos de gran amplitud y arribos posteriores decreciendo exponencialmente. Llamamos Verdadera Amplitud a la que se

hubiese obtenido si la divergencia esférica y demás fenómenos de pérdida de energía no hubieran sucedido. Y esto se hace mediante cálculos de áreas relativas involucradas en el viaje del frente de onda según sea la profundidad y distancia fuente-receptor de los eventos registrados. Sólo se realiza cuando otros procesos o análisis posteriores lo ameritan: inversión de trazas, método AVO, estudios sismoestratigráficos u otros.

### **2.1.5 FILTRADOS**

Los ruidos se pueden separar de la señal haciendo uso de filtros de frecuencias, de velocidades, de coherencia u otros. Siempre debe evitarse perder parte de la señal, o al menos minimizar la pérdida, en el afán de suprimir ruidos que, en caso de no ser eliminados, podrían dar imágenes sísmicas procesadas de confusa interpretación.

#### **Filtrado de Frecuencias**

Este tipo de filtro permite eliminar aquellos ruidos cuyas frecuencias difieren de las que contiene la señal sísmica. Se aplica en forma de trapecio con dos rampas como corta-bajos y corta-altos para suprimir bajas y altas frecuencias temporales respectivamente. Las frecuencias son suprimidas totalmente, mientras que en la zona central son preservadas totalmente y en las rampas se las va cortando gradualmente desde cero a cien por ciento, lo cual se hace así para evitar la aparición del Fenómeno de Gibbs, uno de los pioneros de la termodinámica, que generaría un corte abrupto tipo cajón, esto es, ruido por el problema de sobrepaso residual de las formas de onda de las series de Fourier.

#### **Filtrado de velocidades**

Se basan en representar la información sísmica en gráficas F/K (frecuencia / número de onda), lo que se realiza a través de la aplicación de una doble transformada de Fourier: primero de la traza (amplitud/tiempo) al espectro de frecuencias (amplitud/frecuencia) y luego a la gráfica F/K. Entonces pueden

eliminarse ruidos que aparecen como eventos lineales de velocidades distintas a la de la señal.

### **Filtrado de Coherencia**

La supresión de ruido se realiza en función de algoritmos de coherencia o semblanza que se aplican a partir de la comparación de trazas sucesivas, de donde se deducen tendencias de alineamientos de eventos, considerados como ruidos presuntos que han de suprimirse. Sin embargo, la aplicación de este tipo de filtrado ha de ser cuidadosa, ya que se corre el riesgo de eliminar también parte de la señal.

## **2.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS SISMICOS**

Es raro que la corrección o incorrección de una interpretación pueda determinarse, ya que la geología real rara vez se conoce con suficiente detalle. En su lugar, la prueba de una buena interpretación es la consistencia con todos los datos disponibles. En la exploración de petróleo y gas, se hace énfasis en la búsqueda de una interpretación que sea más favorable para la acumulación de hidrocarburos. Al igual que con muchas investigaciones científicas, las interpretaciones son casi siempre no únicas. (Kamir Shahid, 2010)

### **2.2.1 INTERFACES REFLECTORAS:**

Debe tenerse siempre presente que los horizontes reflectores representan contrastes de impedancia acústica, tanto mayores cuanto mayor sea la diferencia en el producto de la densidad y velocidad de cada medio respecto al que se encuentra al otro lado de la interfaz, en tal caso mayor será la amplitud resultante.

Los cambios litológicos de cualquier origen casi siempre implican contrastes en las impedancias acústicas, aunque hay algunos casos en que esto no sucede. También debe recordarse que, incluso en el mejor de los casos, hay ruidos remanentes en las secciones o cubos sísmicos que podrían propender a interpretaciones erróneas. Y debe recordarse que la escala vertical normalmente

es de tiempos sísmicos, no de distancias, y entre lo uno y lo otro no existe una relación lineal. (Chelotti., Acosta, N., Foster, M., 2009)

En las cuencas sedimentarias los reflectores tienden a seguir líneas de tiempo geológico, es decir, superficies de sedimentación contemporánea y no líneas-roca, que es lo que suele interpretarse como correlativo cuando se tienen datos puntuales de pozos. Si lateralmente cambia el tipo de roca, por cambios en las condiciones del ambiente sedimentario dentro de un mismo tiempo geológico dado, cambiarán entonces lateralmente las impedancias acústicas y, por lo tanto, la amplitud y, en general, el aspecto o carácter de la reflexión: su amplitud, pero también quizás su frecuencia, y eventualmente también el modo en que se interfiere con otras reflexiones supra o infrayacentes.

La continuidad lateral mayor o menor será resultante de cuán estables lateralmente sean las condiciones sedimentarias en un tiempo geológico dado: un fondo marino con ocasionales cañones de turbidez, una superficie de llanura cortada por canales, un talud con deltas intercalados, una plataforma con arrecifes, un lago continental de fondo parejo, un desierto con dunas en avance, etc. Los contrastes verticales, a su vez, serán indicativos de los cambios en las condiciones de depositación a través del tiempo, sea con energía estable que resultará en reflexiones débiles por los bajos contrastes de impedancias acústicas, o bien energía cambiante en el medio sedimentario y consecuentemente reflectores fuertes, por ejemplo intercalación de arenas de cursos enérgicos con arcillas de planicies de inundación de baja energía del medio de transporte, en este caso el agua en movimiento. Una superficie sísmica de reflexión (lo que llamamos horizonte, nivel guía, reflector o, en inglés, marker) en su expresión geológica actual normalmente muestra el resultado de unos rasgos de sedimentación originales alterados estructuralmente por la tectónica posterior. De modo que mapear un reflector es ver el final de una larga historia.

Si se quisiera ver el paleorrelieve, a nivel de una determinada interfaz reflectora, se debería poder quitar todos los efectos tectónicos posteriores con algún modelo

razonablemente certero. Pero una forma de aproximarse a ese objetivo es aplanar un reflector suprayacente que se vea bien, es decir ponerlo perfectamente horizontal, lo que se denomina aplanamiento o flattening. Esta técnica resultará válida siempre que en ese intervalo de tiempo entre ambos reflectores no haya ocurrido algún evento que modifique sensiblemente la estructura. Se debe advertirse que no siempre los reflectores responden a líneas-tiempo. Puede darse que correspondan a líneas-roca cuando existen especiales configuraciones estratigráficas, por ejemplo arenas no coetáneas pero amalgamadas en patrones de fuerte continuidad lateral o crecimientos arrecifales con pasaje lateral a sedimentación clástica. También serán reflectores extemporáneos los contactos con intrusiones ígneas o diapíricas, los planos de falla subhorizontales y otros.

### **2.2.2 ETAPAS DE LA INTERPRETACIÓN SÍSMICA ESTRUCTURAL:**

Lo más conveniente es partir del punto con mejores datos de correlación sísmico-geológica, por ejemplo un pozo o con una Prueba de Velocidad convencional o un sismograma sintético, ahí elegir dos o tres reflectores continuos con importante significación geológica y/o prospectiva, y desde ahí ir llevando el picado o rayado de los reflectores, con colores y nombres distintivos, en dirección a algún otro pozo con atado de datos entre sísmica y geología, si lo hay. Durante este avance se van interpretando las fallas, al menos las de mayor rechazo en una primera etapa, en general sin asignarles nombres o números identificarlos hasta una etapa posterior, a menos que se tenga pronta certeza de cuál es cuál entre línea y línea. Este gradual avance de la interpretación es conveniente hacerlo en sísmica 2D como se muestra en la Figura 4, cerrando rectángulos de la malla, para ir con mayor certidumbre, dado que si al terminar la vuelta se llega un reflector arriba o uno abajo del punto de partida, significa que habrá que revisar dónde se ha cometido un error. El bloque alto y el bloque bajo respecto a una falla importante que es perpendicular a las líneas que se está rayando. También se puede controlar con secciones horizontales y visualizaciones en perspectiva. Las líneas intermedias pueden completarse en una etapa posterior con alguna opción de

seguimiento automático de horizontes, la cual en casos favorables se puede emplear desde el principio de la interpretación, aunque siempre se deben controlar sus resultados y corregir todo lo que haga falta. Con el avance de la interpretación se podrá nominar las fallas, agregar las más pequeñas, rayar reflectores adicionales y eventualmente recurrir al cálculo y visualización de atributos sísmicos, etc. (Chelotti., Acosta, N., Foster, M., 2009).

### **2.2.3 CORRELACIÓN REGIONAL DE POZOS:**

- Delimitación de bloques principales y correlación de niveles guía o marcadores (*markers*) regionales, donde se define la posición exacta de las fallas en los pozos delimitando correctamente los bloques que componen el área. De esta manera se determina el modelo evolutivo de las fallas en profundidad y la ubicación de las mismas.
- Confección de cortes (cross-sections) regionales (longitudinales y transversales a las principales estructuras reconocidas en el área).

### **2.2.4 CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE POZOS:**

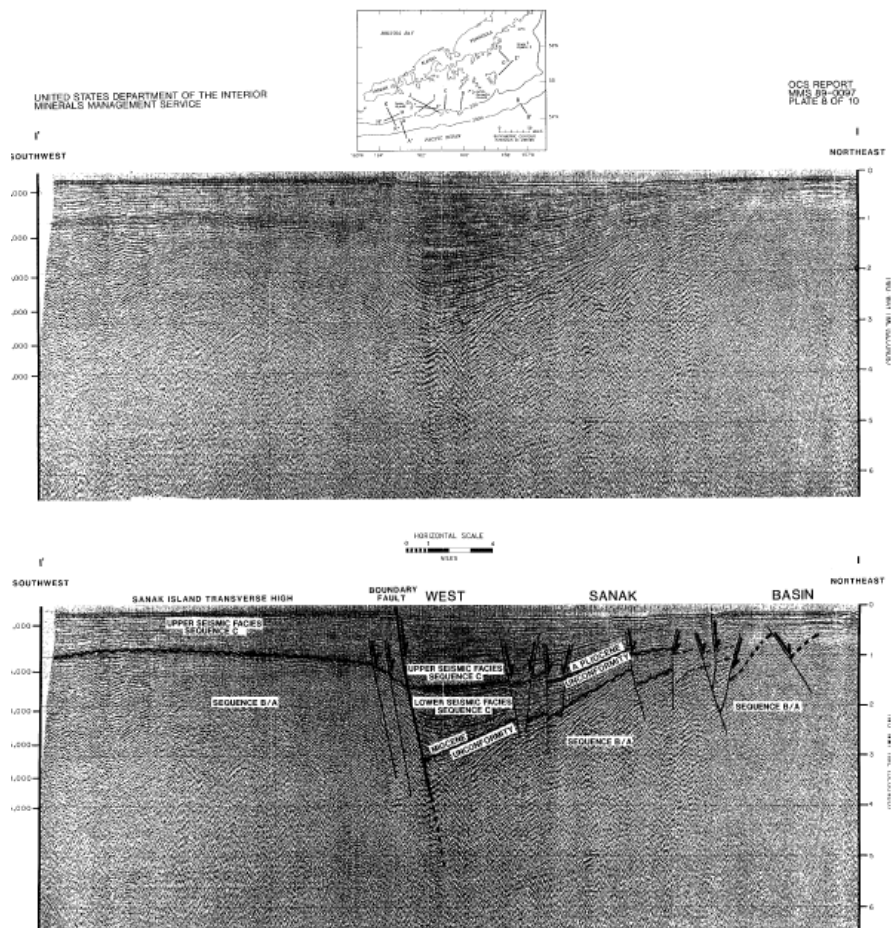
- Elección de bloques a estudiar y secuencias a interpretar mediante correlación estratigráfica: se correlacionan en películas en escala 1:1000, o en pantalla, todas las arenas seleccionando para el control de correlación una serie de horizontes
- Guía locales más los regionales. Esta correlación se realiza por grillas con pozos nodos y control de cierre.
- Confección de cortes estructurales cruzados a escala conveniente.
- Cortes estratigráficos de detalle (capa a capa) a escala apropiada.
- Diagramas estratigráficos de paneles.

## 2.2.5 CARGA DE DATOS:

Es una etapa imprescindible antes de la interpretación sísmica. Incluye la carga de:

- Planimetría de sísmica y de pozos
- Archivos SEG Y de la sísmica procesada, incluyendo sísmica de pozo
- Archivos de perfiles geológicos de pozo
- Datos geológicos, de los cuales los relevantes son: topes y bases de capas (en metros bajo boca pozo y metros bajo nivel mar), espesores útiles y permeables, valores de porosidad medidos por perfil, puntos de corte de fallas en cada pozo (en mbbp y mbnm)
- Datos de ingeniería de perforación y de terminación, etc.
- También se debe construir los sismogramas sintéticos que hagan falta.

**Figura 4.** Perfil sísmico de reflexión en toda la cuenca del graben asimétrico de la cuenca West Sanak.



Fuente: Warren L. W, Steffy D, Hoose P, 1989.

## **2.2.6 ERRORES EN LA INTERPRETACION SÍSMICA O PITFALLS**

En la interpretación de secciones de reflexión, incluso en sus versiones horizontales de 3D, debe partir de la premisa de que las imágenes sísmicas que se perciben no son cortes geológicos. Cuando se observa una sección vertical procesada puede tenerse problemas significativos si ésta no ha sido migrada, sobre todo si se está en un área de regulares o altos buzamientos: los reflectores sísmicos no estarán en su verdadera posición relativa y además se tendrán difracciones sobre planos de falla y toda geología que presente variaciones laterales significativas (intrusiones, diapiros, arrecifes, lentes arenosos, etc.). (Chelotti., Acosta, N., Foster, M., 2009)

### **Recuperación de Amplitudes Excesivas**

La tendencia a ecualizar en exceso hace indistinguibles secuencias de bajos contrastes internos respecto a otras que contienen altos contrastes acústicos. Recuperar en Verdadera Amplitud es la mejor opción para poder realizar interpretaciones sísmo estratigráficas o para poder aplicar adecuadamente inversión de trazas o método AVO).

### **Ruidos en general**

Los ruidos que no han podido ser removidos durante la adquisición ni tampoco en el procesamiento de los datos, por lo cual pueden dificultar la interpretación de la geología e incluso generar falsas interpretaciones. Las reflexiones múltiples son un caso típico cuando no se ha recurrido a toda la batería de remedios disponible para eliminarlas.

### **Variaciones laterales de velocidad**

A profundidad actual constante generadas sobre todo por cuestiones estructurales (sobrecorrimientos, fallas gravitacionales o transcurrentes, pliegues por inversión tectónica, diapirismo, intrusiones, u otras muchas posibilidades) como en menor medida también por cuestiones estratigráficas (crecimientos arrecifales, lentes

arenosas, etc.). El resultado es similar al de las estáticas erróneas (tirones y empujones de velocidad), aunque en estos casos no hay nada que corregir en el proceso convencional. Si el fenómeno ocurre bajo una superficie de falla recibe el nombre alternativo de Sombra de Falla (*Fault Shadow*), que se grafica a continuación.

### **2.2.7 INTERPRETACIÓN SISMICOESTRATIGRÁFICA**

La interpretación sísmica más básica es siempre la de tipo estructural, sin embargo muchas veces de gran complejidad. Pero una etapa habitualmente posterior de la interpretación es la de tipo estratigráfico. Sólo en áreas tectónicamente muy estables puede comenzarse directamente con el análisis sismoestratigráfico sin una previa evaluación del marco estructural.

En este tipo de estudios se toman como base los conceptos geológicos de relaciones estratigráficas: paralelas o divergentes, formas progradacionales sigmoides u oblicuas, formas monticulares en abanico, valles cavados, truncación erosiva, *onlap*, *downlap*, *toplap*, etc. Pero también la observación de las relaciones de amplitud entre reflectores individuales o secuencias sísmicas: con o sin reflexiones internas, con reflexiones de aspecto caótico o estratificado, con amplitud reflectiva fuerte o débil, con una continuidad lateral grande o pequeña, con sucesión de reflexiones de bajo o de alto contraste, etc.

Si se quiere avanzar hasta un trabajo de sismoestratigrafía secuencial será mucho más factible en cuencas marinas, o al menos continentales con vinculación al mar, que en cuencas cerradas donde las variaciones globales no hayan ejercido una influencia mensurable. El otro factor importante es la tectónica, esencialmente la tasa de subsidencia o algún eventual pulso de levantamiento que generará erosión.

Una herramienta práctica cuando se trabaja en áreas con variables inclinaciones tectónicas es el aplanamiento (*flattening*) ya comentado. Su aplicación posibilita independizarse de los buzamientos y la observación de los cambios de potencia resulta más fácilmente interpretable.

Ahora bien, siendo la sísmica de reflexión en la gran mayoría de los casos el mejor método geofísico para visualizar cuencas sedimentarias, existe no obstante una limitación concreta ya explicada: la resolución sísmica. No está permitido ver capas de menor espesor que un cuarto de la longitud de onda presente a la profundidad de interés. Con la excepción de tener resonancia sísmica o capas de alto contraste acústico que, aunque delgadas, podrían detectarse debido a su fuerte amplitud, aunque naturalmente sin poder conocerse su exacto espesor: sólo se sabrá que se encuentran por debajo del cuarto de longitud de onda, a condición de que se haya podido aseverar la existencia de tales capas mediante el descarte de otras posibles causas de sus amplitudes.

### **3. MARCO GEOLOGICO**

#### **3.1 GEOLOGÍA COSTA AFUERA DEL GOLFO DE ALASKA**

El suroeste de Alaska ha tenido una historia compleja debido a la convergencia de placas desde el Cretácico, y una mayor historia más compleja de la convergencia que se extiende hacia anterior del Jurásico, con las placas oceánicas del Océano Pacífico que se hunde constantemente bajo la península de Alaska. La península de Alaska se encuentra en un arco magmático con una abertura en el arco adyacente del Margen Antearco de Shumagin. El margen de Shumagin ha evolucionado geológicamente por acreción tectónica en sedimentos de aguas profundas con la corteza oceánica.

### **3.1.1 GEOLOGIA EN REGIONES DE AGUAS PROFUNDAS EN EL OCCIDENTE DEL GOLFO DE ALASKA**

En la región offshore occidental del Golfo de Alaska, se encuentra la fosa de las Aleutianas que se encuentran a profundidades mayores 4.800 metros. Estas características de aguas profundas están sobre la placa del Pacífico, que ha ido convergiendo con la placa Norteamericana en el margen forearc de Shumagin desde el Cretáceo. Una tercera característica de aguas profundas, es la que se presenta con el fallamiento de menor pendiente, paralela a la Fosa de las Aleutianas en profundidades entre 600 y 5000 metros. Los datos geofísicos utilizados de la zona de la plataforma indican que no hay una relación directa en la geología de estas zonas de aguas profundas, a pesar de una mejor comprensión de la plataforma que puede proporcionar cierta información sobre la evolución de las zonas de aguas profundas. (Bruns, von Huene, y otros, 1987)

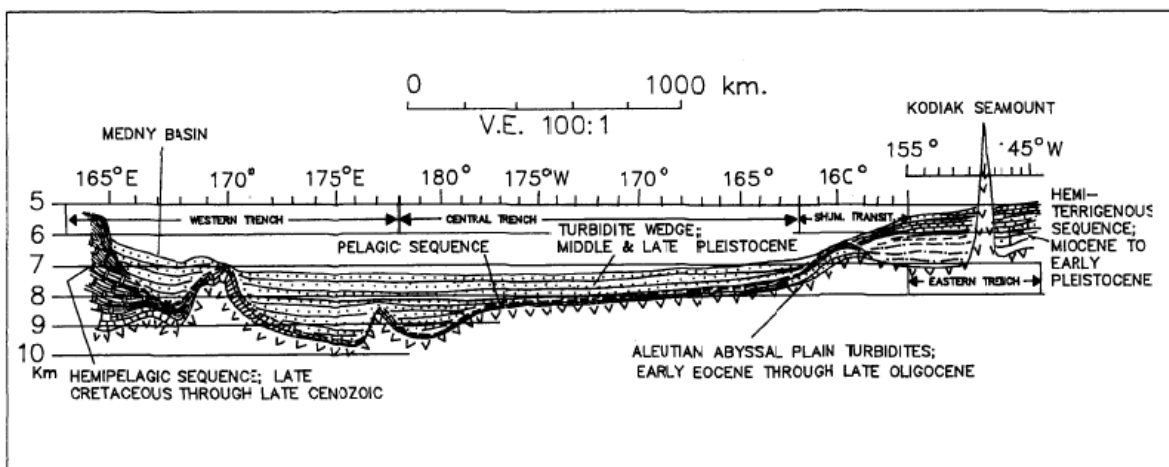
### **3.1.2 GEOLOGÍA DE LA PLANICIE ABISAL DE LAS ALEUTIANAS**

La Planicie Abisal de las Aleutianas es el rasgo más occidental de las tres planicies oceánicas profundas en el Golfo de Alaska como se muestra en la Figura 6. El *Alaskan Tufts Abyssal Plains* ocupa la parte central y oriental partes del Golfo, respectivamente. La planicie abisal de las Aleutianas es una plataforma sedimentaria en forma de abanico con un área de más de 380.000 kilómetros cuadrados que se extiende hacia el sur de la Fosa de las Aleutianas por más de 1931 metros en profundidades de agua en promedio de 3962 metros. El rango de espesor de los abanicos sedimentarios es de 396 a 793 metros cerca a la fosa a unos 198 metros cerca del sur meridional de la zona de fractura *Surveyor*. (Stevenson y otros, 1983).

### 3.1.3 GEOLOGÍA DE LA FOSA DE LAS ALEUTIANAS

Las trincheras del Pacífico norte, incluyendo la Fosa de las Aleutianas, contienen gruesos depósitos de trincheras axiales a diferencia de las otras trincheras del *circum-Pacífico*. Esta región contiene una parte única de la Fosa de las Aleutianas, en la cual una zona de transición entre el centro y porciones del este que no tienen gruesos depósitos debido a una inversión estructural aparente. Los depósitos de cuña a lo largo del eje longitudinal de la Fosa de las Aleutianas tienen rango de espesor de 2500 metros de espesor en la Fosa de las Aleutianas como se muestra en la Figura 6, son occidentales a una completa ausencia de depósitos en la zona de transición de Shumagin. (Scholl, 1974) explica la ausencia o el agotamiento de una cuña turbidítica del Mioceno medio al Pleistoceno, en la parte de transición Shumagin de la fosa por el mayor gradiente batimétrico del fondo de la fosa. El segmento central de la fosa de las Aleutianas se encuentra al oeste de la zona de transición Shumagin y 162° de longitud W. A mediados del Mioceno a Pleistoceno una cuña turbidítica (que está ausente en la zona de transición) tiene un espesor de más de 1981.2 metros a lo largo de la pared interior del Centro de la Fosa de las Aleutianas y cubre una dirección de inmersión en la secuencia pelágica del Cretácico tardío al Neógeno.

**Figura 5.** Perfil longitudinal de la Fosa de las Aleutianas y planicie abisal.



Fuente: Warren L. W, Steffy D, Hoose P, 1989

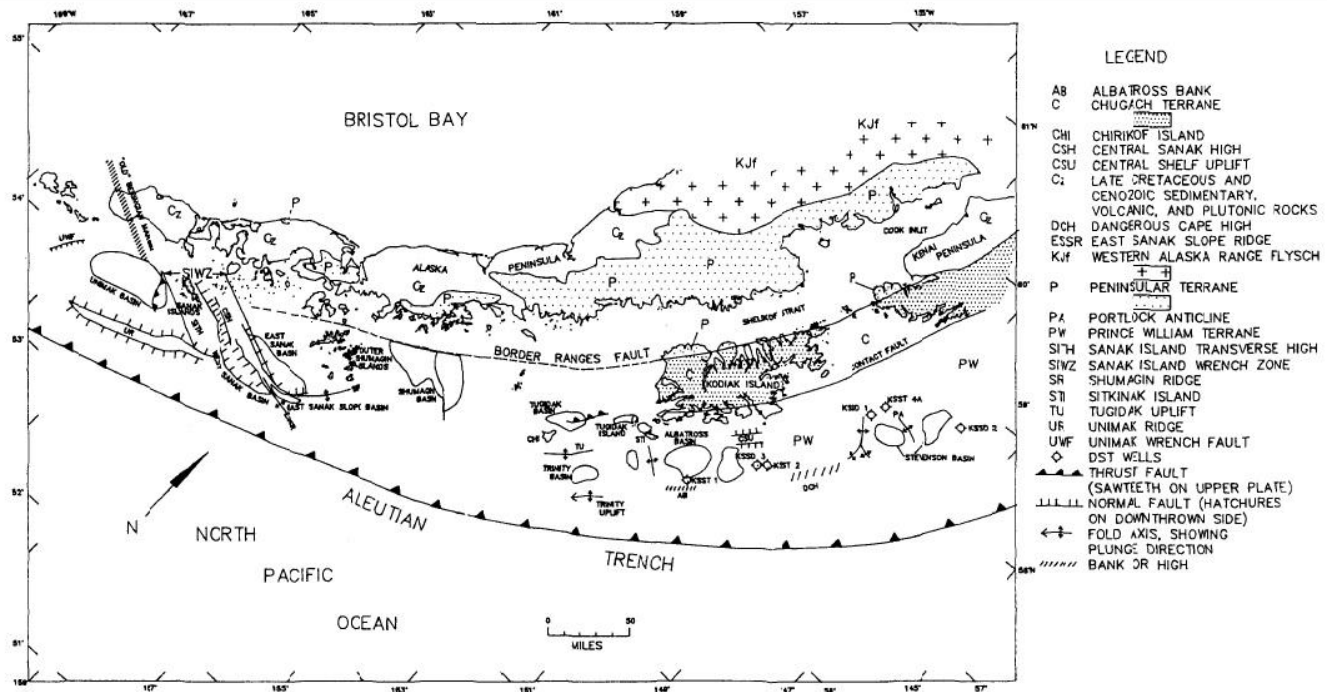
El occidente del Golfo de Alaska ha tenido una historia compleja producto convergencia de placas desde el Cretácico, y una mayor más compleja convergencia de placas que se extiende hacia atrás del Jurásico, con las placas oceánicas bajo el Océano Pacífico la cual está subduciendo continuamente por debajo la península de Alaska. La península de Alaska se encuentra en un arco magmático y la abertura de arco en la fosa adyacente al margen antearco de Shumagin. El margen de Shumagin se ha formado por acreción tectónica de sedimentos en aguas profundas y una corteza oceánica ígnea, por los depositación de sedimentos en cuencas antearco subsidentes, y también por el emplazamiento de intrusiones graníticas.

El *forearc* de Shumagin exhibe una variedad de estilos estructurales. Desde un *forearc* normal a inclinado en el extremo suroeste de la planicie abisal, donde la plataforma se encuentra a 16.7 metros y a una distancia de la fosa de 193.1 metros, el ante-arco inclinado en el noreste de la planicie abisal, con una longitud de 144.8 metros, presenta una brecha entre la fosa de 257.5 metros. El margen Shumagin se ensancha hacia la cresta del *forearc* emergente que forman las Islas Kodiak y la Península de Kenai, con una plataforma de unas 241.4 metros y un espacio hacia la fosa de 386.2 metros. Esta cresta emergente (compuesta por el terreno Chugach) separa la cuenca *forearc* construida, en el sistema de cuencas de *Albatross*. Secuencias del Terciario en la península de Alaska y las Islas sobre el mar de Shumagin contienen fragmentos volcanoclásticas, la mayoría derivados del continente como lo son andesitas y basaltos. Eventos plutónicos ocurrieron en el Jurásico medio, Cretácico y principios a mediados Paleógeno. Las rocas intrusivas expuestas en la península de Alaska junto al área de la planicie abisal de Shumagin son del Mioceno y Plioceno. También se encuentran flujos volcánicos del Paleógeno tardío y Neógeno temprano, lo cuales son aglomerados y brechas. Del Plioceno reciente se hallan estrato-volcanes con características asociadas abundantes. (Pavlis y Bruhn, 1983).

### 3.1.4 GEOLOGÍA DEL TALUD DE SHUMAGIN

La unión entre el talud inferior de la fosa de las Aleutianas es el límite exterior de un 20 kilómetros de ancho, existe un cinturón de empujes activos y pliegues en la que fosa de las Aleutianas. Comúnmente, el límite de esta deformación es la trinchera que se fractura, una discontinuidad que separa la salida frontal del arco desde una zona hacia la subsidencia de las crestas axiales (por ejemplo, la cuenca de Unimak y la Cuenca de Sanak). Primeras interpretaciones de esta discontinuidad de la pendiente en el este de las Aleutianas en el *Arc System* (margen Kodiak-Shumagin) se describe como una zona de falla. Sin embargo, el reciente mapeo a lo largo del margen de Shumagin como lo muestra la Figura 7, que indica que la discontinuidad se compone de crestas exteriores que antearco han actuado como deflectores de sedimentos del terciario por acumulación en el talud de la plataforma y la parte superior. La acumulación de sedimentos comúnmente se encuentra sobre cantos y se extiende en la ladera de la fosa inferior. (von Huene, 1972).

**Figura 6.** Marco Geológico los márgenes continentales de Kodiak y Shumagin en la península de Alaska sobre el Golfo en el norte del océano Pacífico.



Fuente: Warren L. W, Steffy D, Hoose P, 1989

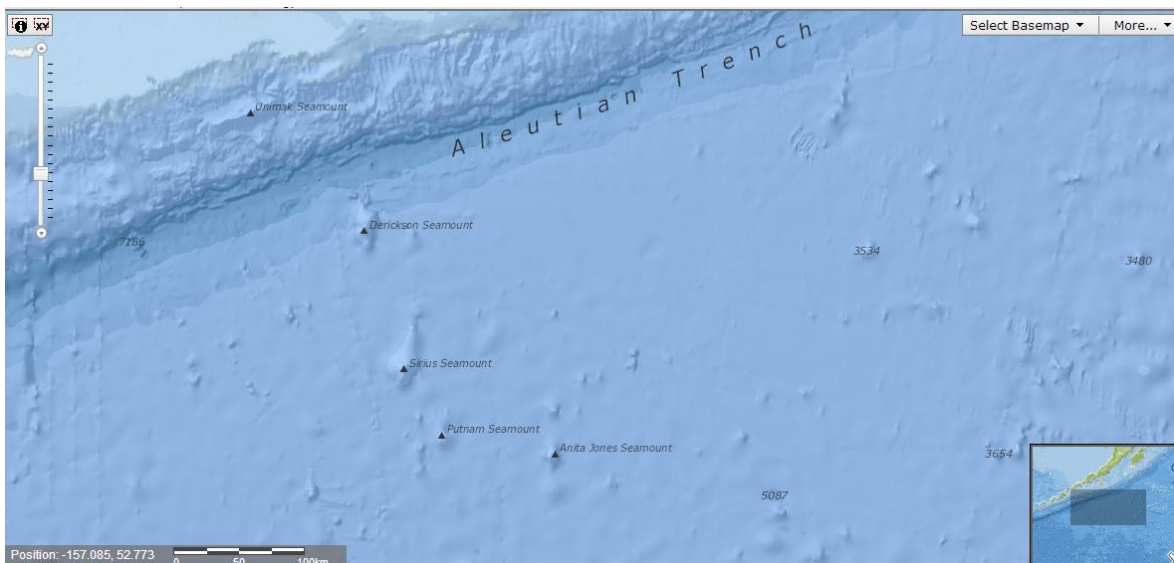
A lo largo del margen en el *forearc* del Área de Shumagin como se muestra en Figura 8, en la parte superior de la capa sedimentaria subducida que genera acreción al arco frontal a medida que avanza el cabalgamiento. Este proceso de acreción eleva la pendiente y construye la pendiente de la plataforma hacia el mar. El proceso incluye la acreción *offscraping* de sedimentos de aguas profundas que están limitados por inmersión fallas inversas. A medida que la acreción prisma crece y una presión de carga más crítica es alcanzada, se forma una superficie dentro de desprendimiento subcutáneo arcillas pelágicas no deformadas presentan por encima de la subducción corteza oceánica. (Von Huene, 1972, Seely y Dickinson, 1985).

El marco tectónico por la acreción y debajo de complejos de subducción se ha identificado en sísmica como áreas tales como la subsidencia de Nankai, y el prisma de acreción Makran. Recientemente, estudios indican que la acreción y subducción son características principales del complejo de *Barbados Ridge* y Antillas Menores que fueron identificados utilizando tanto los datos sísmicos como núcleos convencionales a partir de las perforaciones ODP Log 110. Los resultados de la perforación aclaran el concepto asociado con el prisma de acreción y subducción en segmentos del complejo. El pozo 671 consta de 40 metros de lodolitas que separan 500 metros de un complejo tectónico denominado *Imbricately Thrusted offscraped*, relativamente poco formado de lutitas y limonitas. El agua de los poros intersticiales de las rocas están en los diversos 110 sitios de perforación que se indicaron por la subducción que actúa como una barrera hidrológica, que separa con fluidos ricos en metano asociados con los estratos fallados del metano libre de fluidos en los estratos cizallados (Masle y otros, 1988).

Secuencias de sedimentos deformados por la acreción están limitadas generalmente por inmersiones producto de fallas inversas sísmicamente observables en la figura. Algunas de estas fallas puede haberse fracturado y entrar grandes volúmenes de agua se mueven durante deshidratación y

compactación de los sedimentos acrecionados. Lewis y otros (1986) asignan fallas de empuje sobre la superficie de la pendiente inferior a lo largo del margen de Shumagin. Estas fallas inversas, que golpean subparalelamente al eje de la fosa y se extienden hasta 37 millas y comúnmente se encuentran dentro de 12 a 18 kilómetros de la ruptura de la fosa. Las fallas son a menudo reemplazadas por anticlinales plegados de compresión de hasta 6 kilómetros de longitud, que también hacen parte de la fosa que se muestra en la Figura 19. Las fallas inversas se pueden remontar pendiente ascendente en aparentes fallas de desgarre que son oblicuas para el eje de la fosa y el desplazamiento de la base de la fosa. Existen dos tipos de fallas de desgarre oblicuas : una en conjunto , al oeste de 161 ° de longitud oeste que golpea al oeste y por el noroeste con un sentido de desplazamiento lateral derecha, y el otro conjunto , al este de 161 ° de longitud oeste , golpea al norte -noreste con una sentido lateral izquierdo de desplazamiento (Lewis y otros, 1988 ).

**Figura 7.** Ubicación en el área de Shumagin con los montes submarinos de Unimak, Derickson, Sirius, Putnam, Anita Jones. Note que la fosa de las Aleutianas en esta región tiene una batimetría de 7186 metros de profundidad.



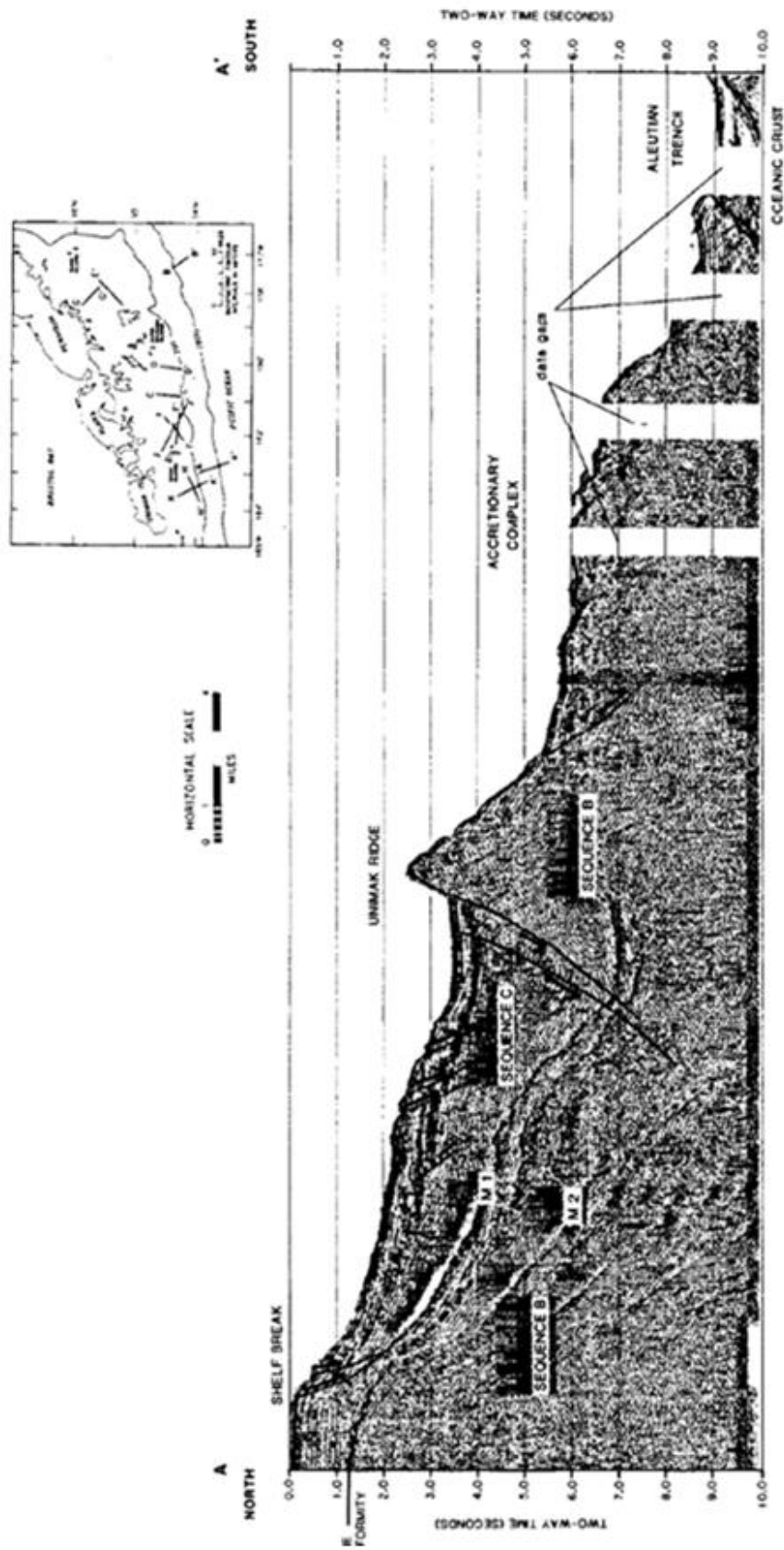
Fuente: (National Geophysical Data Centre NOAA, 2014).

En la figura 9 se presentan los pliegues como crestas estructurales el área de Shumagin. La estructura de estas características sugiere que se formaron por el

levantamiento. Expresada por la inclinación del Plio-Pleistoceno (?) sección hacia la fosa, también se documenta en el área del talud adyacente de la isla de Kodiak por von Huene (1972).

Un pliegue estructural en forma de cresta en ladera de *Unimak*, que se extiende desde el suroeste de la isla de *Sanak*, donde es un alto batimétrico y un límite para la depositación de la plataforma en la cuenca *Unimak*, al este de la isla *Sanak*, donde se convierte en un límite de subsuperficie de la cuenca *West Sanak*. Muestras de dragado fueron recogidas por el *USGS* en 1979 desde el noroeste al sureste y los lados de la cuenca *Unimak*. Litologías identificadas destacan Lutitas calcáreas del Eoceno, una secuencia de rocas sedimentarias del Mioceno Temprano a Medio, como lutitas y areniscas que contienen abundante pómez, fragmentos de vidrio y escombros de granito, un basalto de principios Mioceno y Plioceno tardío al Cuaternario acompañado de. La geoquímica del basalto, que parece ocurrir estratigráficamente por debajo de las otras litologías por dragado, sugiere un origen relacionado con el arco (Bruns, von Huene, y otros, 1987).

Un *Forearc* al noreste de la cuenca de *Unimak*, la cuenca de *Sanak* por la ladera oriental, está formado como una compresión alta paralela al borde de la plataforma durante el Paleógeno tiempo en el que ha funcionado como un deflector de acumulación de sedimentos desde su inicio. Esta cuenca es en gran parte responsable de la existencia de la cuenca vertiente de *west Sanak*. Es posible que al este de *Sanak* debido a su pendiente pudo haber formado originalmente un margen paralelo de la cresta y de la cuenca *Unimak* pero ha sido girada a su posición actual a finales de Paleógeno como movimiento de desgarre.



**Figura 8.** Perfil de sísmica de reflexión de la pendiente de reflexión de la pendiente Shumagin, la cresta Unimak, y la Fosa de las Aleutianas. Fuente: USGS, 1987

En el sitio del pozo DSPD las muestras del talud superior aproximadamente 105 kilómetros de la fosa al noreste del margen de *Shumagin*. La muestra, tomada en 2408 metros bajo el agua, se recogió una muestra del nódulo de caliza del Pleistoceno al Plioceno tardío, limonita calcárea y una dacita con afinidad calco-alcalinas típicas de un entorno de la isla formado de un arco volcánico. (Bruns, Vallier, y otros, 1987).

Se han tomado muestras en el pozo 18 en la ubicación de la plataforma 181, que se encuentra hacia el mar de la isla de *Kodiak* en 3.1 metros de agua. A la plataforma 181, sobre 305 metros de lodolitas del Pleistoceno intercaladas con láminas de limo bien calibradas y mal calibrados con presencia de arenas y gravillas. Las inferiores a 650 metros de la sección se interpretan como tectónicamente sedimentos deformados en la fosa. Con alto grado de deformación tienen los sedimentos y son comunes en la parte de baja pendiente de *Shumagin*, sobre la base de la interpretación de perfiles sísmicos CDP. Que son estratigráficamente horizontales y datan del Plio-Pleistoceno (?) como depósitos que llenan zonas estructuralmente más bajos entre zonas levantadas como altos y se extienden al fondo del mar circundante.

Depósitos de *Slump* están presentes en la base de la pendiente y en diferentes, áreas dispersas cuesta arriba. El levantamiento del arco frontal altamente empinado de pendiente con caída masiva. Los depósitos de asentamiento están generalmente separados a lo largo de fallas normales lístricas en el lado cuesta arriba del talud. Estos depósitos del fondo marino son montículos y son sísmicamente caracterizados por reflexiones interrumpidas. (Bruns, von Huene, y otros, 1987).

### 3.1.5 ESTRATIGRAFÍA DE LA PENÍNSULA DE ALASKA

La superficie y la geología del subsuelo de la península de Alaska han sido ampliamente investigadas. La sección combinada incluye rocas metamórficas, rocas volcánicas, rocas plutónicas, rocas sedimentarias tan antiguas que datan del Pérmico. La roca Peninsular más antigua que bordea el área de la plataforma de *Shumagin* es del Jurásico Medio como la *Formación Shelikof*. Esta formación se compone de sedimentos continentales y marinos de aguas profundas, esta formación incluyen areniscas, limonitas fragmentos volcanoclásticas, conglomerados, y depósitos de cenizas, que fueron depositados en una rápida cuenca remitiendo al borde de un sistema de arcos-islas volcánicas. Este sistema de arco-isla fue clasificado por rocas plutónicas de edad del Jurásico del noreste - suroeste en el rango Alaska – Batolito de las Aleutianas (Reed y Lanphere, 1973). La *formación Shelikof* es discordante y se superpone al Jurásico Tardío de la Formación Naknek, que consiste de areniscas arcósicas, limonitas y conglomerados.

La *Formación Naknek* fue depositada en entornos fluviales de la plataforma externa, y sus sedimentos arcósicos registran el tope de origen volcánico en el sistema de islas de arco con exposición de los plutones graníticos. Este levantamiento y la erosión se infiere que han iniciado en el Jurásico Medio y continuado en el Cretácico Inferior. De acuerdo con Detterman y otros, gran parte de la "mitad " de la sección Cretácica del Aptiano a Santoniano; no aparece en la Península de Alaska. (McLean, 1979).

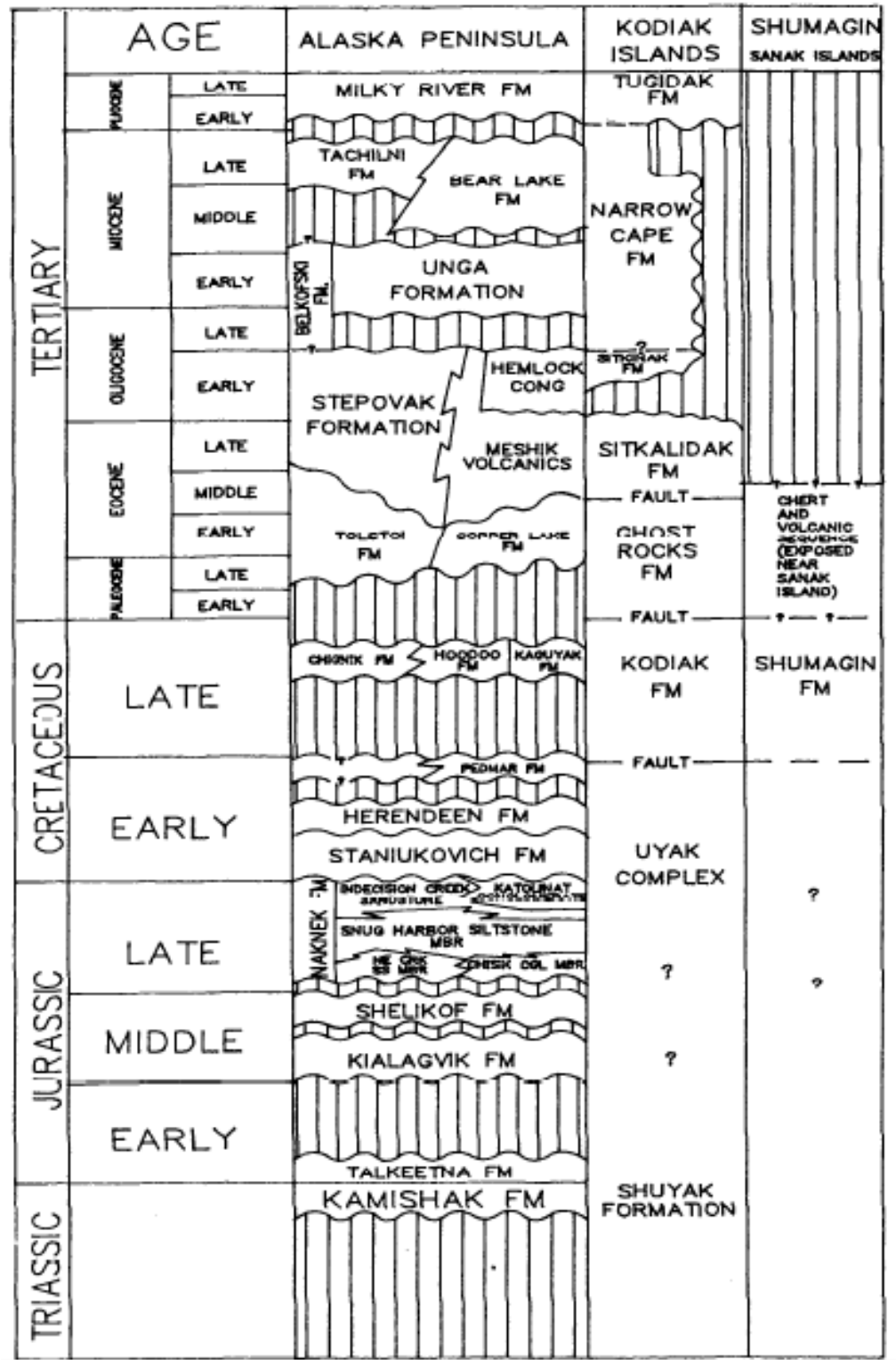
Durante el Cretácico superior, un arco volcánico-plutónico al norte de la actual *Bruin Bay* proporciono una afluencia heterogénea de origen volcánico, granítico, y detritus sedimentario que se acumularon en un forearc la cuenca asociada a una plataforma continental estrecha. El Cretácico Superior *Formación Chignik*, es una secuencia cíclica continental y también con estratos marinos que recubren localmente la discordancia, de la *Formación Naknek*, esta se compone de

arenisca, conglomerados de guijarros del adoquín, limonita, pizarra y carbón. La *Formación Hoodoo* cubre lateralmente intercalaciones con la *Formación Chignik* y se compone de sedimentos de aguas profundas marinas como pizarra negra, roca sedimentaria, y piedra arenisca. La *Formación Kaguyak*, un Depósito *flysch* del cretácico tardío, y fue descrito por Detterman y Miller (1985).

Una discordancia regional separa estratos del Mesozoico debajo del Cenozoico debajo de la *formación Shelikof* en la Península de Alaska. Esta discordancia trunca estratos de edades comprendidas entre el Jurásico Tardío (*Formación Naknek*) del final del Cretácico (*Formación Hoodoo*) y está presente en la base del Paleógeno en la *Formación Tolstoi* (Detterman y otros, 1981).

La *Formación de Tolstoi* del Paleoceno tardío al Eoceno medio, consiste en sedimentos continentales y sedimentos clásticos marinos que recubren discordantemente la tarde *Formación Hoodoo* del Cretácico. La *Formación Tolstoi* incluye formación de fragmentos finos volcanoclásticas, conglomerados, tobas, areniscas, limonitas, lutitas y carbón depositado principalmente en entornos fluviales. La parte superior esta concordante pero contiene numerosos clastos de conglomerados distintivos y escombros volcánicos abundantes. La meteorización y el degradado generaron y se deriva de detritus volcánico y fragmentos graníticos de la *Formación Tolstoi*.

**Figura 9.** Columna estratigráfica de la geología terrestre expuesta de la península de Alaska, Kodiak, Shumagin e Islas Sanak.



Fuente: Adaptado de Moore y otros (1983) y Detterman y otros (1985).

Durante el Eoceno tardío y Oligoceno, el centro Península de Alaska fue ocupada por el arco magmático de *Meshik*. Los fragmentos volcánicos de *Meshik* está en discordancia recubriendo la *Formación Tolstoi* y contiene fragmentos volcanoclásticos conglomeraticos intercalados, por flujos piroclásticos, flujos de escombros y lahares. Los flujos han sido radiométricamente fechados entre 42,4 y 21,2 millones años, lo que sugiere que el vulcanismo era activo a partir de Eoceno al Mioceno temprano. La *formación Stepovak* en el área de *Port Moller* es estratigráficamente equivalente a las rocas volcánicas de *Meshik* y consta de tobas, areniscas de grano fino y lodolitas. Fósiles marinos en Bacalao Bay y secciones del *McGinty Point* indican depositación neríticas batiales a profundidades superiores. (Detterman, 1985).

La *Formación Belkofski* es probablemente de edad del Mioceno medio a superior y del Oligoceno superior y consta de una secuencia marina inferior y una superior secuencia continental. La formación consiste en fragmentos sedimentarios volcanoclásticos, arenisca, lutitas carbonosa, arenisca, y tobas. Diques andesíticos e intrusiones de cuarzo-dioritas invaden la formación. Un nivel local, es la *Formación Belkofski* contiene una mezcla conjunto fósil de agujas perennes y deja residuos de hoja ancha. Estos fósiles de plantas, tomadas, a través de estratificación cruzada, sugieren depositación que fue influenciada por las mareas del mar y sus corrientes. En general, la *Formación Belkofski* parece representar una planicie del delta en comunicación con un sistema marino abierto del sur (Detterman y otros, 1985).

La *Formación Unga*, ubicado en Isla *Unga*, es una secuencia sedimentaria continental del Oligoceno tardío y principios del Mioceno medio. La formación es compuesta por conglomerados, areniscas, volcanoclásticos limonitas y capas de carbón que están intercaladas con tobas soldadas masivas, lahares y flujos de escombros que contiene los registros y madera carbonizada. El Oligoceno presenta macro fauna y macro flora de la *Formación Unga* sugieren que puede ser, en parte, correlativa con la *formación Belkofski*. La *Formación Unga* es

discordante con la subyacente *Formación Stepovak* y es discordantemente recubierta de rocas volcánicas del Mioceno. (Detterman y otros, 1985).

La *Formación del lago Bear*, está expuesta principalmente a lo largo del costa norte de la península de Alaska, contiene fósiles de ese rango de edad entre mediados del Mioceno tardío y consiste en sedimentos no marinos en depósitos entre zonas marginal-marinos depositados en ambientes fluvio-deltaico e influenciado por las mareas. Las Areniscas del Lago de las *Formación Bear* contiene abundante detritus graníticos. Estructuras sedimentarias y componentes mineralógicos indican que el *Bear Lake Formación* se deriva de un terreno volcánico emergente y de batolitos al sur, presumiblemente el *batolito Kodiak-Shumagin*. Alternativamente, plantean que el inferior de la *formación Bear Lake* varía presenta una inconformidad que se transforma a una discordancia angular con las *formaciones Meshik, Stepovak y Tolstoi*. (Detterman y otros, 1985)

La *Formación Tachilni* se expone en una capa entre la *Cold Bay* y la *Morzhovoi Bay* en la península de Alaska. La *Formación Tachilni* contiene fragmentos volcánicos con alto contenido en areniscas, lutitas y conglomerados depositados en entornos continentales y marinos. La fauna es similar a la de la *Formación Bear Lake* del Mioceno. Aunque la *Formación Tachini* contiene más clastos volcánicos (Detterman y otros, 1985).

La *formación Milky River* del Plioceno está en discordancia y se superpone a las *formaciones Bear Lake y Tachilni*. La erosión del evento que separa las formaciones parece haber sido regional en la medida. La *Formación Milky River* consta de hasta 1524 metros de rocas sedimentarias continentales y flujos volcánicos intercalados. Flujos andesíticos, lahares y capas de tobas son numerosas en la parte superior de la formación (Detterman y otros, 1985).

### 3.1.6 ISLAS DE KODIAK

Las rocas expuestas de los terrenos Peninsulares, de *Chugach*, y el *Príncipe William* en *Kodiak* y las islas adyacentes ilustran un período prolongado de subducción y acumulación que se inició en el Mesozoico temprano. Las islas de *Kodiak* se construyen de acreción paralela a los terrenos tectonoestratigráficos que son sucesivamente más jóvenes hacia el sureste (Connelly, 1976; Moore y Allwardt, 1980).

Las Rocas de los terrenos de *Chugach* y el *príncipe William* son terrenos se encuentran en la isla de *Kodiak* presumiblemente se extienden al suroeste a lo largo y son parte del área de plataforma de *Shumagin*. Un cinturón del Terreno Peninsular está expuesto a lo largo de la frontera norte de la isla de *Kodiak*, *Afognak* y las *Islas Shuyak*. La formación más antigua embebida en las islas es la *Formación Shuyak* del Triásico Tardío, que presenta *pillow* basaltos verdes almohadillada y turbiditas volcanoclásticos. El Triásico tardío o Jurásico temprano en *Kodiak* presenta esquistos estructuralmente que subyacen en la *Formación Shuyak* de Triásico superior largo de la falla *Shuyak*. El ajuste estructural, proporciona diferentes grados de metamórfico, y la edad radiométrica de potasio-argón en el esquisto *Kodiak* son muy similares a los del Esquisto de Selgovia de la península de Kenai. Ambas formaciones se han transformado a alta presión y condiciones de temperatura similares (Carden y otros, 1977). El terreno peninsular presenta rocas de los islotes y de las penínsulas de *Kenai* y Alaska delinean colectivamente la extensión suroccidental de una cuenca *forearc* del Mesozoico. (Forbes y Lanphere, 1973).

### 3.1.7 FALLAS

El *Border Ranges Fault* es uno de las principales rasgos tectónicos que separa el compleja de acreción Jurásico-Triásico presenta el grado más alto de metamorfismo debido a convergencia de placas y que generan un complejo geológico que tienen edades radiométricas que datan del Cretácico como una

acreción de *Chugach* al sur. Los rangos de los límites de falla se extienden desde las Islas *Chichagof* en el sudeste de Alaska hasta cerca a la isla de *Sanak* en el extremo suroeste de la península. Fisher (1981) y von Huene (1984) trazaron el *Border Ranges Fault* en 965 metros en el lado sur de la cuenca del río *Copper*, y en el lado sureste de la cuenca de *Cook* y el noroeste de la isla de *Kodiak*, al sur de la isla *Sutwik*, donde es reconocido por anomalías magnéticas positivas y paralelas que presenta un contraste gravimétrico. El *Border Ranges Fault* en el lado norte de la isla de *Kodiak* es una falla noreste de empuje que data del Triásico y Jurásico y están constituidas por fragmentos volcánicos-sedimentarios, y rocas ultramáficas.

El Cretácico presenta más proporción de rocas sedimentarias en el sureste. (Wilson, Case, y otros, 1985) han identificado estructuralmente alternancias del Oligoceno y Estratos del Mioceno a 48 metros del noroeste de la proyección de la ubicación del *Border Ranges Fault* entre el interior y las Islas de *Shumagin*. (Forbes y Lanphere, 1973).

### **3.1.8 LEVANTAMIENTO DEL CRETÁCEO TEMPRANO**

El *Complejo Uyak* en la isla de *Kodiak*, presenta una edad radiométrica del Cretácico y es producido por el complejo de subducción que se remonta a 300 millas del sudoeste de Alaska, es estructuralmente y litológicamente similar a la *Complejo McHugh* que esta expuestos en las islas *Barren*, la Península de *Kenai*, que se encuentra cerca de *Anchorage*. El *complejo Uyak* es el mayor de una serie de unidades estratigráficas del Cretácico en aguas profundas que fueron emplazados al sur del *Border Ranges Fault*. El *complejo Uyak* consta de fósiles silíceos de radiolario y sedimentos pelágicos de grano fino que fueron depositados en la corteza oceánica y entre una fosa oceánica. Como estos sedimentos fueron transportados dentro de la fosa, que presentaron mucha deformación y por fuerzas tectónicas. En la *isla de Kodiak*, el *Complejo Uyak* está constituida por argilita altamente deformada que contiene cuarzo gris y grandes bloques de basalto. (Connelly, 1978)

Una fuerza falla en mayor grado generando el empuje que separa el *complejo Uganik*, del *complejo Uyak* en turbiditas jóvenes que presentan acreción de la *Formación Kodiak* del Cretácico superior. La fuerza de cabalgamiento de *Uganik* se extiende por casi 300 kilómetros al noreste a lo largo del margen continental. Cowan y Boss 1988 correlacionan este impulso con la falla de *Chugach Bay* en la Península de *Kenai* y el *Eagle River Fault* cerca de *Anchorage*. La *Formación Kodiak* es la segunda unidad de una serie del Cretáceo en que los depósitos de relleno son producto de la acreción al margen continental de Alaska.

La *Formación Shumagin*, se encuentra expuesta en *Shumagin* y las *Islas de Sanak*, presenta litológicas y estructuras similares a la *Formación Kodiak* (Burk, 1985) y el *Grupo de Valdez* se encuentra en la *península de Kenai*. En el Cretácico Superior se formó el *cinturón Shumagin-Kodiak-Valdez* se caracteriza por el presencia de moluscos, microfósiles como *Znoceramus larsiroensis* (Jones y Clark, 1973), y también han encontrado las *formaciones Hoodoo y Kaguyak*. Las estructuras sedimentarias entre las que se encuentran Wackes arcósicas y lutitas del *cinturón de Shumagin-Kodiak-Valdez* sugieren depositación en un ambiente de aguas profundas.

La *Formación Shumagin* contiene intercalaciones de lutitas y areniscas, con conglomerado de menores, y la ceniza volcánica (Moore, 1974). Las características deposicionales características de las litológicas presentes en el exterior *Islas Shumagin* sugieren que la formación representa un sistema de transición entre un turbiditas proximales y distales sistema. Las areniscas distales masivas son entre 3 y 60 metros de espesor y son caracterizadas por altas presencia de areniscas y lutitas. Unas facies más distales contienen capas más delgadas, graduadas y masivas. La facies que están más hacia el mar se caracterizan por las capas graduadas de menos de 30.48 centímetros de espesor que está conformada de areniscas y lutitas. Análisis de paleo corrientes indican que el flujo paralelo regional de la Fosa de las Aleutianas, es principalmente hacia el suroeste de las Islas. Las tendencias de las paleo corrientes secundarias en el

exterior de las Islas del norte (Moore, 1973). La formación consiste de fragmentos volcánicos angulares protegidas de la intemperie, lo que indica la presencia de un volcán cercano como fuente (Moore, 1971).

La *Formación Shumagin* en el exterior de las *islas de Shumagin* se deforman en apretados pliegues de rumbo noreste con presencia de fallas inversas, mientras que en las *Islas Sanak* los pliegues y fallas de empuje tienen tendencia al noroeste (Moore, 1971). Estas estructuras plegadas delimitan el área de subducción inicial y acrecentamiento de las *formaciones Shumagin y Kodiak*, en la Fosa de las Aleutianas del Cretácico. Moore (1987) propone que estas turbiditas se acrecieron al margen Kodiak durante el Cretácico como procesos de offscraping y underthrusting; offscraping genera el crecimiento hacia el mar de la cuña de acreción y *underplating* de gran espesor y esta levantada verticalmente hacia el prisma de acreción (Byrne, 1986). El complejo de acreción en la isla de Kodiak parece ser similar en origen a un complejo de acreción que sigue creciendo en la actualidad en la fosa de las Aleutianas.

La *Formación Ghost*, el siguiente en una serie más joven de depósitos de relleno de cuenca *Forearc*, se expone litológicamente en el lado sureste de las *Islas Kodiak* en un cinturón de 161 metros de largo y 9 kilómetros de ancho (Byrne, 1984). El fallo de contacto en la *isla de Kodiak* separa la Formación de Kodiak las rocas de la *Formación Ghost*. El fallo de contacto ha sido considerado un límite tectónico entre los terrenos de *Chugach y el príncipe William*, aunque recientes pruebas petrográficas por Dumoulin (1988) sugiere los *terrenos de Chugach y Prince William* pueden ser un solo terreno.

La *Formación Ghost* consiste ligeramente de una secuencia de depósitos de deformados, altamente perturbados y que fueron depositados en una fosa tectónicamente activa (Byrne, 1984). Las principales estructuras de las rocas de la *Formación Ghost* al noreste, paralelo a las estructuras mayores y jóvenes en la *isla de Kodiak*. El *flysch* y *malange* incluyen secuencias intercaladas de areniscas

masivas, pizarras, guijarros mudstone y conglomerado. El bajo porcentaje de cuarzo, altas concentraciones de feldespato, plagioclasas y la abundancia de volcánica detritos líticos. Indican un volcanismo (Magoon y Egbert, 1986).

Las rocas ígneas extrusivas e intrusivas están presentes en la *Formación Ghost*, que incluyen lavas almohadilladas, brechas, toba, y cerca de la fosa basaltos congénicas similares a los basaltos en las dorsales oceánicas (McGill y otros, 1983). Diques andesíticos y basálticos. Plutones dioríticos y tonalíticas con cuarzo y de edades radiométricas de 60 hasta 63 millones años (Byrne, 1982). Plutones graníticos asociados con el *batolito de Kodiak-Shumagin* se adentró en Kodiak y la *formación Ghost* de principios del Paleoceno. Estas rocas graníticas son parte de una cadena de batolitos que se observa en el Golfo de Alaska. A nivel local, al oeste *terreno Prince William* en donde estas rocas han sido predominantemente granodioritas fechadas en 62 hasta 57 millones años. En general, el grado de metamórfico en las rocas de la *Formación Ghost* está dentro de las facies de prehnite – pumpellyita (Moore y otros, 1983). Fósiles del Cretácico Tardío son incorporados en la mezcla tectónica muy plegada de calizas pelágicas del Paleoceno de alguna de las unidades de menos deformadas. (Moore y otros, 1983).

La *Formación Cabo* superpone a la *Formación Sitkalidak* con discordancia angular pronunciada en la frontera sureste de la isla de Kodiak (Nilsen y Moore, 1979). Moluscos de esta localidad se encuentran a principios del Mioceno medio en edad (Allison y Marincovich, 1981). La *Formación Cabo* en las isla de Kodiak exhiben secuencias de areniscas y limonitas que incluyen un depósito basal de Shell o bivalvos. Conforme a Allison (1978), esta secuencia transgresiva representa facies progresivas depositadas ambiente nerítico del interior al exterior. En la *isla de Sitkinak*, una secuencia marina somera de limonita discordante superpone a la *Formación Sitkinak* y contiene los moluscos que son Oligoceno tardío al Mioceno temprano en la edad (Allison y Marincovich, 1981). Esta sección estratigráfica es mayormente la parte de la *Formación del Cabo* (Moore, 1989;

Allison y Marincovich, 1981). Se debe designar una nueva formación (en la isla Trinidad compuesta principalmente de yeso en *Armentrout*, citado por Moore y Allwardt, 1989). En este informe, la unidad de limonita se considera provisionalmente parte de la *Formación Cabo*. Las areniscas cuarzo – feldespáticas de la *Formación Cabo* contienen significativamente mayores porcentajes de cuarzo que las Formaciones terciarias del Cretácico al sur de la *Border Ranges Fault* en la *isla de Kodiak*, probablemente refleja la elevación continua y la fase de la acreción de Kodiak en complejos asociados de rocas plutónicas.

La *formación Furluatiun* se expone en *Tugidak y las Islas Chirikof*, ésta consiste en areniscas glacio-marinas, limonitas y lutitas del Plioceno tardío y principios del Pleistoceno (Allison, 1978). La *formación Tugidak* es discordante con la *formación de Cabo* subyacente en la isla de Kodiak, aunque la discordancia recubre la *Formación Sitkalidak* en la *Isla de Chirikof* (Fisher, von Huene y Hampton, 1984).

La sección estratigráfica del Cretácico y Terciario en la península de Alaska puede ser, en parte, correlacionables con rocas al sur de la *Border Ranges Fault* en Kodiak, Shumagin y las Islas Sanak. El Cretácico Superior la *Formación Hoodoo* puede ser, en parte, correlacionables con las *formaciones Kodiak y Shumagin*. Las Rocas del Terciario en la península de Alaska reflejan predominantemente facies sedimentarias de transgresión marinas. Las formaciones del Terciario en el sur de la cordillera del *Fault Border* consisten en estratos que fueron depositados predominantemente en el exterior plataforma, talud y

planicie abisal. Por lo tanto, algunos de los estratos terciarios en la península de Alaska pueden ser facies costeras equivalentes del fondo de la cuenca llenados por los estratos por debajo de la plataforma continental de Kodiak y Shumagin.

Al sur de la cordillera delimitada por el *Fault Border* de la plataforma, está formada por de Turbiditas del Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Paleógeno tardío, Neógeno y

depósitos de plataforma más jóvenes. Las *Formaciones Cretácicas de Uyak, Kodiak y Shumagin*; así como formaciones de principios del Paleógeno y *Formaciones Sitkalidak* fueron incrementadas con el margen de un complicado proceso de *offscraping* y *underthrusting*. Durante el complejo de acreción del Paleógeno superior y Cretácico fue elevada y fallada. Esta discordancia fue cubierta por depósitos de plataforma del Oligoceno temprano como la *Formación Sitkinak* del Oligoceno tardío y los estratos más jóvenes de las *formaciones Cabo y Tugidak*. Estos sedimentos fueron derivados del complejo de acreción y levantadas en Isla de Kodiak y en el Mesozoico mayores sedimentos en la península de Alaska. La elevación diferencial hasta finales del Neógeno en la isla de Kodiak se indica por el hecho de que estratos del Mioceno y Plioceno, están en discordancia al recubrir la *formación Sitkalidak* del Eoceno.

### **3.2 GEOLOGÍA DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL EN EL GOLFO DE ALASKA**

Estudios previamente publicados sobre la región ante-arco en del Área de Plataforma de Shumagin se basa en datos de sísmica de reflexión *widespaced* de, monocal y multicanal CDP, los datos de campos potenciales, y datos de sísmica de refracción integrados con los datos derivados a partir de muestras de dragado (Bruns, Vallier, y otros, 1987; Bruns, von Huene, y otros, 1987). Este informe utiliza los estudios y datos de sísmica de reflexión CDP disponibles, que están vinculados a la plataforma Kodiak por pruebas de pozos estratigráficos. La Isla de Kodiak presenta una estratigrafía que se proyectó en alta mar para los pozos en Kodiak Fisher, (1979) y von Huene (1980). La diacrónica discordancia regional del Mioceno fue TICD en el Área de Planificación Shumagin. Interpretaciones de los datos sísmicos por debajo de la discordancia del Mioceno, aunque algo especulativa, son sobre la base de los modelos evolutivos y estructurales recientes procesos como: (*offscraping*, *acreción*, *underthrusting*, *underplating* y *dúplex*)

Propuesto para otros márgenes de antearco (Karig y Sharman, 1975; Aoki y otros, 1982; Byrne, 1986, Lewis y otros, 1986,1988). La geometría de la Cuenca, geológica histórica y potencial petrolero se basan, en gran medida, de los datos estratigráficos extrapolados. Este enfoque asume que el sur de Alaska consiste en una serie de terrenos tectonoestratigráficos por acreción y que las tendencias geológicas de estos terrenos pueden ser extrapolados a lo largo de la fosa.

### **3.2.1 POZOS DST DE KODIAK**

Los pozos estratigráficos exploratorios fueron perforados en la plataforma al sureste de la isla de Kodiak (Figura. 4). Los datos de estos pozos indican mediante interpretación de la estructura, estratigrafía, y la evolución de la plataforma Kodiak fueron publicado por el *Minerals Management Service MMS* agencia del departamento de Interior de Estados Unidos. (Turner y otros, 1987).

El pozo KSSD N°1 fue perforado a una profundidad total (TD) de 2595 metros en el lado oeste de la subcuenca sur de *Stevenson* (Turner y otros, 1987). El Cuaternario y sección Neógeno está a una profundidad de 509 a 1872 metros, y consiste de lutitas, limonitas, areniscas y conglomerados depositados en ambientes neríticos a batiales. Debajo de la discordancia angular a 6142 m, y encontradas a 3814 metros de la estructura deformada, probablemente batial, clásticos marinos sedimentos del Eoceno.

El pozo KSSD N°2, localizado 220 metros al noreste de la Isla de Kodiak, fue perforado a una TD profundidad total de 3188 metros sobre el flanco norte de la subcuenca norte de la Cuenca *Stevenson*. El Cuaternario y Neógeno presentan secciones con espesor (448 a 2674 metros) se compone de lutitas, limonitas y lutitas depositadas en ambientes neríticos a batiales. Debajo de la discordancia angular a 8774 metros del pozo se encuentran 498 metros de moderadamente inmersión, probablemente con sedimentos batiales, clásticos marinos Eoceno medio.

El pozo KSSD N°3 situado a 60 km al sureste de Isla Kodiak, fue perforado a una profundidad total TD, de 2852 metros. Localizada en una amplia región plana topográficamente entre dos altos estructurales que forman parte de la formación Cabo. Del Cuaternario al Neógeno presenta un espesor de (417 a 2378 metros) y se componen de lutitas, limonitas, y areniscas depositadas en ambientes neríticos a batiales. Debajo de la discordancia de 7805 metros, El pozo se encuentran a 471 metros atravesando estructuras deformadas, presenta sedimentos batiales clásticos marinos, con edad del medio (?) a finales del Eoceno.

Los pozos KSST 1,2 y 4 también se encuentran en cercanías de Kodiak y se han perforado a través de espesores de hasta 1219 metros FCCT de edad del Plio-Pleistoceno y fueron depositados en ambientes glacio-marinos. Turner y otros (1987) consideran que el Cuaternario y las secciones del Neógeno en los seis pozos de DST son correlacionables con la *formación Tugidak* del Plioceno y formación Cabo del Mioceno en la isla de Kodiak. Del mismo modo, las secciones del Eoceno se encuentran en los pozos son correlacionables con la *Formación Sitkalidak*. La *Formación Sitkinak* del Oligoceno son de edades similares. El pozo N°1 fue perforado a unos 150 kilómetros al noreste del pozo KSSD N°2, pero hacia el mar de la falla de contacto y en LHT; el *terreno Prince William*. En este pozo se encontraron sedimentos terciarios.

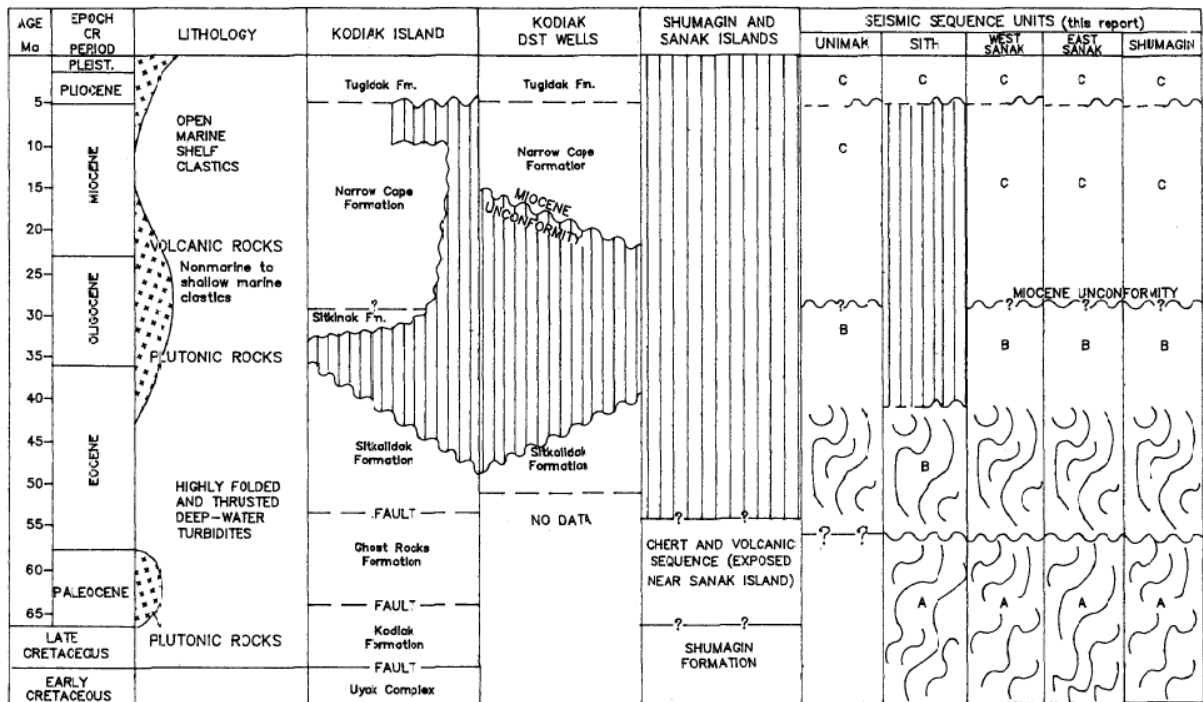
Una discordancia que separa al Mioceno tardío con la Sección del Pleistoceno superior (Keller y otros, 1984). Rau y otros (1983) colocan esta discordancia a 625 metros y en la parte inferior del Mioceno medio. Los sedimentos más antiguos en el pozo son de mediados hasta fines del Eoceno de acuerdo con Rau y otros (1983) y Keller y otros (1984), aunque Larron, 1987 sugiere una edad más temprana como el Eoceno medio. Baxendale y Hemler (1987) propusieron la presencia de sedimentos del Paleógeno. sedimentos tan cerca a la superficie como 3.31 metros. A pesar de que no encontraron evidencia de una importante discordancia, que interpretó un Eoceno tardío que resistió a los pies 150 metros es posible que fuere un breve episodio no marino de erosión. Keller y otros (1984)

observaron una discordancia entre mediados a finales del Eoceno, mientras que Rau y otros (1983) indican que no hay Discordancias en el Paleógeno.

### 3.2.2 DISCORDANCIA DEL MIOCENOS DEL GOLFO DE ALASKA

Una discordancia angular diacrónica fue reconocida entre Neógeno y estratos del Eoceno en la isla de Kodiak (Ficher, Turner y otros, 1987) (Fig. 11). Este horizonte se denomina la discordancia del Mioceno y es un importante horizonte marcador en la interpretación sísmica de reflexión.

**Figura 10.** Columna de correlación en la secuencia sísmica de la plataforma de Shumagin.



Adaptado de Bruns, von Huene, Moore, Turner y otros (1987).

Los datos de registros Sónico en los tres pozos de Kodiak muestran un aumento de la velocidad a través de la discordancia del Mioceno. En el pozo KSSD N°1, el intervalo de velocidades para la sección de la Discordancia de Mioceno temprano (?) hasta finales del superior a 6.142 metros van desde 8000 a 10.500 metros por segundo (m / s), mientras que la velocidad de la sección del Eoceno inferior

presentan rangos de inconformidad de 3383 a 4693 metros / seg. En el pozo KSSD N°2, las características acústicas de los estratos presentan sobrepresión, que comienza a una profundidad de aproximadamente 1981 metros y continúa a la parte inferior del fondo (Shemood, 1987). A mediados de la sección del Mioceno tardío justo por encima del zona sobre presionada se exhibe un rango de velocidad de intervalo de 2773 a 3048 metros / seg. En el pozo KSSD N°3, se presentan velocidades de intervalo para la sección del Mioceno tardío y sección por encima de la discordancia a 7.450 metros de Campo de 3050 m / s. La velocidad para el medio litológico a finales de la sección del Eoceno inferior presenta una discordancia que oscila entre 3250 m / seg.

### **3.2.3 POZOS DE LA RESERVA NACIONAL DE PETRÓLEO EN ALASKA**

La Reserva Nacional de Petróleo - Alaska (con siglas en ingles NPRA) es un área de tierra en el Norte de Alaska y es propiedad del gobierno federal de Estados Unidos y administrado por el Departamento del Interior y la Oficina de Administración de Tierras. Esta región se encuentra al oeste de la (Arctic National Wildlife Refuge) Refugio Nacional de vida salvaje del Ártico. Con un tamaño de 23.599.999 acres (9.550.581 ha), la NPRA es la mayor extensión de tierras públicas sin ser tocadas por el gobierno de los Estados Unidos.

Una evaluación realizada por el *United States Geological Survey (USGS)* en 2010 estimó que la cantidad de petróleo aún por descubrir en el *NPRA* es sólo una décima parte de lo que se cree que se encuentra realmente, en la evaluación anterior, finalizada en 2002. La estimación de 2010 por parte del *USGS* dice que la *NPRA* contiene aproximadamente "896 millones de barriles de petróleo convencional, sin descubrir". La razón de la disminución se debe a las nuevas perforaciones exploratorias, que mostraron que muchas áreas que se cree que poseen aceite que realmente tienen gas natural.

Las estimaciones de la cantidad de gas natural no descubierto en la región también se redujo, desde "61 trillones de pies cúbicos de gas no descubierto, convencional, no asociado" en la estimación de 2002, a 53 billones de pies cúbicos (1.500 kilómetros 3) en la estimación de 2010.

**Figura 11.** Ubicación de los pozos en la Reserva Nacional de Petróleo en Alaska en donde se observa la profundidad en pies (ft) y las propiedades exploratorias y productoras de hidrocarburos (Petróleo y Gas).

API Number	Well Name	Latitude	Longitude	Agency	Spud Date	Completion Date	Total Depth, ft	Datum, sea level, ft	Datum, Kelly Bushing, ft	Note
50-155-20001	<a href="#">AWUNA 1</a>	69.15334	-158.0225	USGS	03/01/1980	04/20/1980	11,200	1,103	1,129	Dry, gas shows, abandoned.
50-279-20007	<a href="#">EAST SIMPSON 2</a>	70.97861	-154.6739	USGS	07/01/1979	04/15/1980	7,504	292	322	Dry, oil & gas shows, abandoned.
50-163-20002	<a href="#">KUGRUA 1</a>	70.58702	-158.662	USGS	02/12/1978	05/29/1978	12,588	65	85	Dry, gas shows, abandoned.
50-137-20003	<a href="#">LISBURNE 1</a>	68.48472	-155.6933	USGS	06/11/1979	06/02/1980	17,000	1,834	1,862	Dry, oil & gas shows, abandoned.
50-287-20007	<a href="#">SEABEE 1</a>	69.38014	-152.1754	USGS	07/01/1979	04/15/1980	15,611	292	322	Dry, oil & gas shows, abandoned.
50-023-20010	<a href="#">SOUTH BARROW 16</a>	71.2825	-156.5464	USGS	01/28/1978	02/16/1978	2,400	8	30	No shows, abandoned.
50-023-20011	<a href="#">SOUTH BARROW 17</a>	71.23361	-156.2594	USGS	03/02/1978	04/13/1979	2,382	7	33	Producing, gas with oil shows.
50-023-20017	<a href="#">SOUTH BARROW 18</a>	71.23972	-156.3114	USGS	09/22/1980	10/14/1980	2,125	7	30	Producing, gas.
50-023-20012	<a href="#">SOUTH BARROW 19</a>	71.24139	-156.3339	USGS	04/18/1978	05/16/1978	2,300	10	30	Producing, gas with oil shows.
50-023-20015	<a href="#">SOUTH BARROW 20</a>	71.2325	-156.3367	USGS	04/07/1980	05/10/1980	2,356	7	30	Producing, oil with gas shows.
50-023-20018	<a href="#">TULAGEAK 1</a>	71.18945	-155.7336	USGS	02/26/1981	03/23/1981	4,015	10	27	Dry, oil shows, abandoned.
50-301-20001	<a href="#">TUNALIK 1</a>	70.20596	-161.0692	USGS	11/10/1978	01/07/1980	20,335	8	110	Dry, gas shows, abandoned.
50-023-20013	<a href="#">WALAKPA 1</a>	71.09944	-156.8844	USGS	12/25/1979	02/07/1980	3,666	31	50	Dry, oil & gas shows, abandoned.
50-023-20019	<a href="#">WALAKPA 2</a>	71.05	-156.9528	USGS	01/03/1981	02/15/1981	4,360	44	61	Producing, gas.

Fuente: USGS, 2013 de datos adquiridos en 1979 y 1980.

La evaluación geológica utiliza un paradigma de análisis de "Play". Un *Play* es un conjunto de acumulaciones de gas y petróleo conocidas que presentan postulado geología, geográfica, y propiedades similares, como la roca madre, los patrones de migración, el tiempo, el mecanismo de captura, e hidrocarburos (Baker y otros, 1984). Originalmente, los geólogos habían definido 24 *Plays* para ser evaluados. En todos los *Plays*, el tamaño mínimo de la acumulación uniforme de acumulaciones de petróleo evaluados se fijó en 50 MMBO de petróleo en el lugar y el tamaño mínimo de la acumulación de las acumulaciones de gas natural evaluados fue de 250 millones de pies cúbicos (mpc) de gas natural no asociado recuperable). Para cada *Play*, los geólogos asignan probabilidades subjetivas a la aparición de acumulaciones de hidrocarburos para capturar *Play* y el riesgo de prospectivo. La probabilidad comúnmente llamado *Play Risk*, era la probabilidad de ocurrencia de al menos una acumulación de tamaño mínimo (50 MMBO aceite

en lugar o 250 BCF gas recuperable). Para datos hipotéticos donde el evaluador no estaba seguro de 6 de la aparición de al menos una acumulación tan grande como el tamaño de umbral, la probabilidad fue el producto de la probabilidad de ocurrencia de los tres atributos de los Plays que son de carga, trampa, y el momento de acumulación. (Bird y Houseknecht, 2002; Schuenemeyer, 2003).

### 3.2.4 GEOLOGÍA DE LA PLATAFORMA DE SHUMAGIN

Los estudios sísmicos de la plataforma Shumagin revelaron un número de discordancias locales y regionales. En el Mioceno se reconoce ampliamente una discordancia. Análisis sísmicos se utilizaron para definir e interpretar los sistemas deposicionales regionales. Esfuerzos para mapear por parte Bruns y von Huene (1377), en los que delinearon cinco cuencas sedimentarias de la plataforma del Terciario y el talud Shumagin (*las cuencas de Shumagin, East Sanak, Sanak Central, West Sanak y Unimak*). En este trabajo de grado se combinan la Cuenca *sanak*, el "este" y cuencas Centrales *sanak* y una cuenca en paralelo y adyacente a la Cuenca Sanak Oriente en la plataforma exterior y la fosa superior que fue identificada como la *cuenca Sanak Central*. Además, un área relativamente pequeña entre los las Islas Semidi y el límite oriental de la Área de Planificación *Shumagin* (la línea de longitud 156 O) es situado sobre el flanco occidental de la *cuenca Tugidak*.

Más de 6097 metros de Cuaternario y del Neógeno marino han sido acumulados en clastos en el margen de la *cuenca Shumagin*. En la base estratigráfica consta de una acreción del Cretácico y del Paleoceno con sedimentos clásticos de aguas profundas en el Paleoceno, intrusivos ígneos. Estas rocas se encuentran probablemente en todas partes debajo del margen de Shumagin excepto bajo la *Cuenca Unimak*, donde se presenta un complejo en la base del Eoceno. La *cuenca de Shumagin* es un graben asimétrico limitado por el norte con una extensión de la cordillera del *Border Fault*, al este y al oeste por las islas Semidi y al sur por una amplia plataforma de última generación. La cuenca oriental de

Sanak ocupa la plataforma continental hacia el noreste con rumbo a la cresta de Shumagin y de rumbo noroeste de *High Sanak*. La cuenca vertiente del Este de Sanak, es un estrecho de rift extensional situado en la plataforma externa y superior pendiente entre la cresta de Shumagin y la isla de Sanak.

La *cuenca West Sanak*, situado al este de Isla Sanak, presenta tendencias al noroeste - sureste. La mayoría de la *Cuenca West Sanak* está en la plataforma continental, aunque una parte se encuentra en la parte superior del talud. La *cuenca de West Sanak* es un graben asimétrico limitada por la parte alta central de Sanak en el noreste, el (*SITH*) al sudoeste, la *cresta de Unimak* en el sur, y la *cresta de Sanak* hacia el este por el sureste. Al suroeste de la isla de Sanak, la cuenca está llena de una secuencia sedimentaria progradacionales en *Unimak* con que probablemente se depositan sobre un sótano de acreción.

### 3.2.5 ESTRATIGRAFÍA SÍSMICA

La sección de Shumagin se divide en tres grandes Secuencias sísmicas, A, B y C. La distribución de las características de reflexión, estratigrafía y propiedades deposicionales se describen. Perfiles Sísmicos de Reflexión se presentan para ilustrar estas características generales y de apoyo interpretaciones de cada secuencia.

#### **Secuencia A (Cretácico y Paleoceno)**

La Secuencia sísmica A es un complejo basal que se ubica en el margen de Shumagin. Datos de sísmica de reflexión indican que la secuencia A consiste en una sección sedimentaria gruesa, que se encuentra a una profundidad mayor de 12192 metros. Una porción de la secuencia A se eleva para formar la región de Shumagin, Sanak e Islas Semidi, que consisten predominantemente de la *formación Shumagin*, en el Cretácico Superior y también la presencia de intrusivos granodioríticos del Paleoceno, pero También pueden incluir el *Complejo Uyak* del Cretácico Temprano (Fig. 42). La Secuencia A también se supone que incluyen

rocas contemporáneas del Paleoceno Rocas de la *Formación Santo* (Fig. 42), aunque esta formación no aflora dentro del Área de Planificación de Shumagin. Este supuesto está basado en el hecho de que intrusivos del Paleoceno son reducidos en *Kodiak* por erosión y la *Formación Ghost* de la isla de Kodiak (Moore y Allwardt, 1980).

La Secuencia A está delimitada en la parte superior por una discordancia que es reconocible en las *cuencas de Shumagin y Central Sanak*. La discordancia muestra caídas mayores que en la subcuenca oriental de Shumagin y el extremo norte de la *cuenca oriental de Sanak*. Estas abruptas caídas pueden indicar que hubo relieve topográfico hacia la superficie y por procesos de erosión se formó. Cuando este límite superior no es evidente, la secuencia A esta diferenciada a partir de la secuencia de B, que es suprayacente.

Una secuencia sísmica se considera que es la acústica que sigue una geometría en el subsuelo durante la mayor parte del margen Shumagin, aunque algunas reflexiones internas están presentes en la secuencia A de la cuenca de central Sanak. Esta se caracteriza por un número relativamente alto de amplitud, inclinada, Paralelamente, y con reflexiones discontinuas. Adyacente a la *cuenca oriental Sanak*, está la *central Sanak*, esta secuencia contiene A y B y se presentan en estratos caracterizados por la ausencia de reflexión interna con continuidad. Al noreste, en el Este de la subcuenca de Shumagin, con una sísmica suroeste–noreste este perfil representa la secuencia A como un conjunto de afilado, relativamente alta amplitud que muestra continuidad moderada dentro de grandes estructuras de plegado. Al suroeste de la cuenca occidental de Sanak, se presenta un perfil sísmico de este a oeste que representa la cuenca y un complejo de base estratigráfica levantada adyacente con el alto transversal de la isla de Sanak (*SITH*). Debido a que el *SITH* se eleva hacia el noroeste para formar as islas de Sanak, se supone que consisten predominantemente de la secuencia A, aunque también pueden incluir estratos más jóvenes de la secuencia B. (Bruns y von Huene, 1977).

La *Formación Shumagin* del Cretácico Tardío (parte de secuencia A) los sedimentos fueron depositados en una fosa y fue posteriormente levantada, deformada, y acrecionados en el margen de Shumagin. Modernos complejos tales como los de acreción son presentados al de sur de Shumagin, y en el complejo del Ridge de Barbados, Antillas Menores. El margen *Forearc* puede incluir la formación de un desgarramiento, en una zona de arcillas cizalladas que presentan *offscraped* a partir de material subducido es necesario para el proceso de (Fig.10). Las características sísmicas más profundas están debajo del margen de *Shumagin* y son una serie de relativamente con alta amplitud, las reflexiones continuas que se interpretan son *decollements* elevados que se originan en la secuencia A. Las reflexiones sísmicas que probablemente representan *decollements* se encuentran por debajo de la *cuenca Shumagin, Cuenca Sanak Medio, y la Cuenca West Sanak*, así como él (*SITH*).

Debajo de la cuenca de Shumagin a una profundidad de 4 a 6 segundos (7315 a 12192 metros), el desprendimiento (*Decollement*) aparece como, una reflexión subhorizontales continua dentro de secuencia A, que se encuentra un basamento controlado por una falla de desgarre. Existen varias inmersiones de fallas inversas al noreste y se originan en el desprendimiento cortical. Una secuencia que recubre los estratos. Similares a los de las inmersiones de fallas inversas del noreste que emanan de un área al noreste de la sección sísmica que aparece para compensar la secuencia C. En la Secuencia A aparecen características sísmicas de reflexión constantes por encima y por debajo de D1 desprendimiento cortical. Debajo de la *cuenca West Sanak y Shumagin, D2 decollement* aparece como una reflexión relativamente de alta amplitud continua, que se produce en una profundidad de 3 segundos (4877 metros). El desprendimiento cortical es compensado por el nordeste por inmersión de fallas normales que se formaron en respuesta a la extensión Neógeno. Debido a que el límite entre las secuencias B y A no es aparente por debajo la *cuenca East Sanak* y la *cresta de Shumagin*, un indiferenciada secuencia *BIA* se identifica entre por el desprendimiento subcutáneo y la discordancia del Mioceno, incluso la secuencia A pesar debe estar

presente directamente por encima del desprendimiento subcutáneo. (Bruns y von Huene, 1977).

El *Decollement* en D3, se cree que está presente dentro de secuencia A lo largo del margen suroeste y al Oeste de la *Cuenca sanak*, a pesar de que parte de la secuencia A, es anterior al desprendimiento subcutáneo no puede ser diferenciada de la secuencia B. *Decollement*, se eleva hacia el este donde ella se superpone por una secuencia sísmica C. Debajo de la *SITH*, el desprendimiento subcutáneo se superpone a una sección diferenciada de la secuencia de *BIA* caracterizado por relativamente tener baja amplitud, discontinuos, reflexiones fuertemente inclinadas que están compensado numerosas fallas de alto ángulo. La exacta posición y el desplazamiento de las fallas individuales son difíciles de determinar, pero la tendencia se puede determinar con cierto grado de fiabilidad. *Decollement D4* se superpone a una sección de la secuencia A y se caracteriza por inmersión suavemente, y por reflexiones relativamente alta amplitud que contienen desprendimiento subcutáneo en D5. La sección anterior del desprendimiento subcutáneo en D4 se piensa que es una secuencia de offscraped, mientras que la sección de abajo de D4 es probablemente un bajo secuencia.

Velocidades de intervalo de Dix, derivados de industria suministrando datos de velocidad CDP de apilamiento, característicamente exhiben un aumento a través de la parte superior límite de la secuencia de A. La velocidad sísmica aumenta desde 3353 a 4846 metros en la secuencia B, a 4572 a 5486 metros / seg para la sísmica en la secuencia A.

En resumen, la secuencia A representa el basamento que se cree ha sido formada del Cretáceo al Paleoceno producto del complejo de subducción. El grado al sudoeste del complejo de subducción es reconocido por afloramientos de la *Formación Shurnagin* del Cretácico superior en las islas de Sanak.

## **Secuencia B (Eoceno)**

La secuencia B se depositó el basamento de la secuencia de A. El límite inferior de la secuencia B, donde se puede reconocer, es una discordancia. Por ejemplo, en la cuenca *East Sanak*, el límite inferior de la secuencia B se deforma por una discordancia angular con esta secuencia debido a sus Reflexiones. En el Este de la *subcuenca de Shumagin*,

el límite inferior de la secuencia B es una discordancia identificada por una discordancia entre reflexiones continuas a discontinuas. También en la *subcuenca oriental de Shumagin*, pero al lado de una de las principales sistemas de fallas controladas, por las secuencias B y A, que están en contacto con fallos debido al movimiento tectónico de Neógeno. Cuando el límite inferior de la secuencia B no pueden distinguirse, una secuencia indiferenciada B / A se indica en los perfiles sísmicos.

El límite superior de la secuencia B es un horizonte sísmico mapeable presente en todo el margen de Shumagin, este horizonte marca como ha estado ligado sísmicamente a la región de los pozos en Kodiak. En los pozos, este horizonte se correlaciona con un Oligoceno superior para la discordancia del Mioceno reconocida por Turner y otros (1987). Los contornos estructurales de la discordancia del Mioceno, en región de Shumagin. En los pozos de Kodiak, la discordancia del Mioceno separa los estratos neógenos subyacentes de estratos del Eoceno. De acuerdo con Turner y otros (1987), la sección del Eoceno es correlacionable con la *Formación Sitkalidak* en la isla de Kodiak. Sobre esta base, la secuencia también se considera en el margen de Shumagin al ser parte equivalente de la *Formación Sitkalidak* y es aquí asignada como de una edad comprendida en el Eoceno.

La Secuencia B está presente en la *cuenca de Shumagin* y el margen noroccidental de la *cuenca oriental de Sanak*, donde se llena en depresiones estructurales en la base del Cretácico - Paleoceno. Un mapa de isócrono de la secuencia B sobre la cuenca de Shumagin muestra que las acumulaciones se

producen a lo largo del margen norte. El rumbo noreste de la *subcuenca de Shumagin* contiene hasta 1829 metros de estratos de la secuencia B, con una acumulación más delgada en una depresión menor al sur. El rumbo oeste de la subcuenca de Shumagin contiene acumulaciones de la secuencia B al menos de 4.000 metros de espesor. Un perfil sísmico al norte del Oriente de la *subcuenca de Shumagin*, muestra poco espaciados, concordantes por reflexiones de amplitud variable que representan relativamente estratos secuencia B no deformada. En la cuenca norte el margen, está fuertemente inclinada en sus estratos que presenta la secuencia B y se truncan por la discordancia del Mioceno u otra discordancia en el Neógeno. El paralelismo con reflexiones subparalelas de secuencia B presenta una fuerte continuidad en la reflexión margen norte de la subcuenca, pero la continuidad y las altas amplitudes a lo largo del flanco sur. Las reflexiones discordantes, discontinuas en la margen de cuenca sur son similares a la caótica reflexión de estas configuraciones, descrito por Vail y otros (1977).

### **Secuencia C (Oligoceno hasta el Plioceno)**

Más de 6096 metros de los estratos de la secuencia C, están presentes en algunas de las cuencas del margen de Shumagin. La secuencia sísmica C se representa por depósitos que llenaban las cuencas de plataforma en evolución, luego se extendió a la parte superior del talud. El límite inferior de la secuencia sísmica C presenta una discordancia regional en el Mioceno que está presente en todo el Margen de Shumagin y la zona de la plataforma Kodiak adyacente. En los pozos de Kodiak, la parte por encima de la discordancia es correlativa con la formación Cabo del Mioceno, Plioceno y Pleistoceno temprano en la formación Tugidak de las islas de Kodiak. Por lo tanto, una porción de la secuencia de C puede ser similar a los sedimentos glacio-marinos que componen la Formación Tugidak y reflejar los eventos glacio-eustáticos que caracterizan la mayoría de las áreas del Golfo de Alaska. Equivalentes de la Formación Sitkinak del Oligoceno no se identificaron los pozos en Kodiak. El diacronismo de la discordancia del Mioceno parece ser la misma discordancia de la isla Sitkinak por Magoon y Egbert

(1986), que separa la formación Sitkinak del Eoceno subyacente. Para este trabajo, se supone que los estratos contemporáneos de la *Formación Sitkinak*, están presentes, y están por encima de la discordancia del Mioceno diacrónico que se originó durante el Oligoceno. (Turner y otros, 1987)

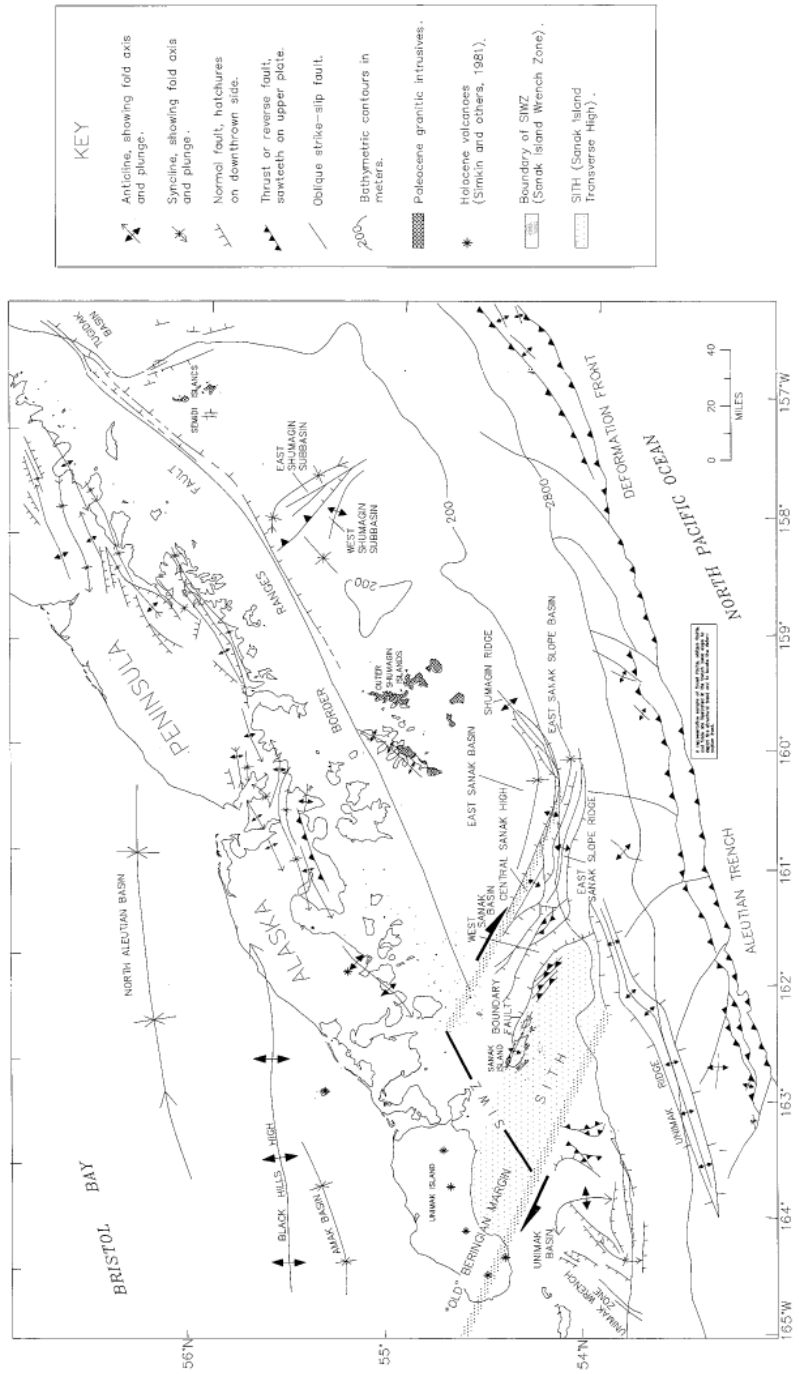
En Shurnagin, la discordancia del Mioceno es separada por la amplitud, el buzamiento por reflexiones de la secuencia B y relativamente por la baja amplitud, continua por reflexiones de la secuencia de C. Existen varias discordancias del Plioceno que están presentes dentro de la secuencia C. Estas discordancias locales que truncan altos estructurales que delimitan cuencas individuales. Dentro de las cuencas, estas discordancias que representa probablemente un período principal de erosión, estas discordancias menores aparecerán para denotar eventos glacio-eustáticos relativamente son cambios en la dinámica de la sedimentación para cuencas individuales.

### **3.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

La geología estructural del margen Shumagin es discutido en términos de características que delimitan los límites de las cuenca. Su estructura en las cuencas individuales, y la evolución global del margen de Shumagin. Las orientaciones actuales de las características tectónicas en el Área de Planificación Shurnagin, tanto del margen paralelo y el margen oblicuo de la placa, se analizan en cuanto a la edad, litología y estructura. El margen paralelo en las estructuras incluye las *cuencas de Tugidak, Unimak y Shumagin*, y los rangos del *Fault Border*. Estructuras del margen oblicuo incluyen la *cuenca de Shumagin*, la *cuenca East Sanak* y la *isla de Sanak*, que incluye las cuencas *West Sanak, High Central Sanak*, el *Sanak Slope* y la cordillera oriental, el *Fault Border*, y el *SITH*. Para fines de conveniencia, el margen de Shumagin y sus elementos tectónicos se dividen en cuencas y subcuenca características de los límites. El patrón de fallas en la plataforma de Shumagin, como se observa en las Figuras 13 y 14. (Scholl,

1979).

**Figura 12** Patrón de fallas en la plataforma de Shumagin orientaciones actuales de las características tectónicas en el Área de Planificación Shumagin, tanto del margen paralelo y el margen oblicuo de la placa, se analizan en cuanto a la edad, litología y estructura. (USGS, 1987)



### 3.3.1 DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS

El Border Fault: La importancia regional de la Border Ranges Fault fue discutido en el Capítulo del Marco Geológico. En donde se mostró que se ubica dentro de la planificación Shumagin al noreste de la isla de Sanak, el Border Ranges Fault define una tectónica límite a norte. El Fault Border Ranges, parece corresponder a una zona de empujes y fallas normales en el margen norte de las cuencas Tugidak, Shumagin y Central Sanak como se observa en la Figura 26.

### 3.3.2 FALLAS

La importancia regional del *Border Ranges Fault* fue discutido en el capítulo del marco Geológico. Dentro de la planificación de Shumagin al noreste de la isla de Sanak, el *Border Ranges Fault* define un límite tectónico al norte. El *Border Ranges Fault* parece corresponder a una zona de empujes y fallas normales que truncan el margen norte de las cuencas *Tugidak*, *Shumagin* y *central Sanak*. (Warren L. W, Steffy D, Hoose P, 1989)

### 3.3.3 CRESTA DE SHUMAGIN

Conocido como el *Shumagin Ridge*, es uno de los cinco altos estructurales que delimitan las cuenca de Shumagin, se compone de una serie de escalones en bloques que tienen tendencia al noreste, estas fallas consisten en secuencias indiferenciadas de estratos de las secuencia de B / A. La *cresta de Shumagin* es la margen sur de la cuenca oriental de Sanak y la margen norte de la cuenca vertiente de Sanak al Oriente. Es importante resaltar que al noroeste del rumbo falla del basamento corresponde con la extensión noreste de las islas de Sanak y trunca el extremo suroeste de la cordillera de Shumagin. Las fallas en la *cresta Shumagin* parecen desplazadas del bloque D2 *decollement*, la discordancia del Mioceno, y Neógeno y los estratos más jóvenes de la cuenca oriental Sanak.

### 3.3.4 ZONA DE SUBDUCCIÓN DE LA ISLA DE SANAK

*Sanak Island Wreath Zone (SIWZ)*, es una zona de 60 kilómetros de ancho que contiene el margen oblicuo de estructuras de extensión y compresión. El *SIWZ*, está situado entre el límite noreste del alto Central de Sanak y el margen suroeste de la isla de Sanak en (*SITH*), esta es paralela a la margen del Beringiano y es oblicua a la plataforma de Shumagin. El margen noreste del *SIWZ* presenta una de las principales tendencias al noroeste, de la falla al margen oblicuo, en la base se trunca las estructuras de la *cresta de Shumagin* y se representa como el límite occidental de la cuenca de Sanak. Muchos otros márgenes oblicuos a las estructuras que son evidentes en la *SIWZ*, que incluyen el *alto Central de Sanak*, el *Sanak Slope* tiene una cresta oriental, el *Fault Border* y el *SITH*. El movimiento en el *SIWZ* puede tener estructuras oblicuas, producidas como el *Fault Border* y reactivaron las estructuras más antiguas, como el alto central de Sanak, el *Sanak Slope* en la cresta oriental, y la *SITH*. El movimiento dentro del *SIWZ* genera en el Neógeno características de compresión, tales como estructuras de flor positivas y el dúplex que invierte la cuenca occidental Sanak. El límite suroeste de la cuenca *SIWZ*, corresponde a un límite de placas y la más occidental medida en el *terreno de Chugach*. (Warren L. W, Steffy D, Hoose P, 1989)

### 3.3.5 ALTO CENTRAL DE SANAK.

*Central Sanak High*, es un rasgo tectónico con rumbo noroeste, que consiste en un bloque de falla levantado en donde se presenta las secuencias de B / A. Esta separa el segmento noroccidental de la *cuenca oriental del Sanak* y la *cuenca West Sanak*. El límite del noreste del *alto central de Sanak*, esta con una falla en el basamento. El límite sureste del alto se trunca por una margen paralela y transversal de la falla que también forma una frontera al noroeste de la *cuenca East Sanak*. El alto se extiende al noroeste de aproximadamente 48 metros, donde se amplía y se eleva a 2.000 metros dentro del fondo marino. La elevación a lo

largo de las fallas que limitan el *alto central de Sanak*, compensan la discordancia del Mioceno y continuó a través del Neógeno.

### **3.3.6 ALTO DE LA ISLA DE SANAK (SITH)**

Es una sección levantada de secuencias de B / A y A, esta ocupa más de 1.000 kilómetros cuadrados de la plataforma continental y el talud superior Shumagin. El *SITH* es un alto estructural de margen oblicua que separa la *cuenca de West Sanak* y la *cuenca Unimak*. El *SITH* parece ser coincidente con una proyección al sur oeste de del margen *Beringiano* y el punto suroeste del *terreno Chugach*.

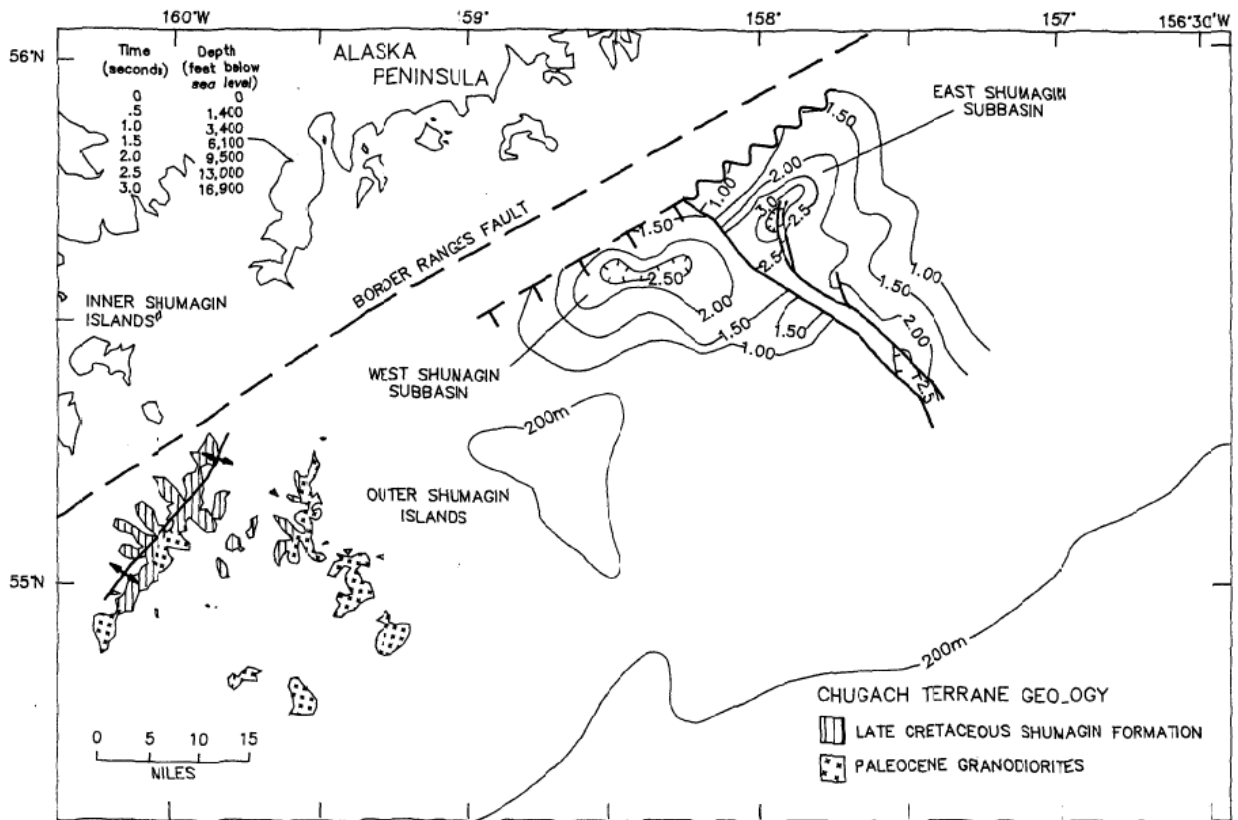
El *SITH* contiene una reflexión importante, desprendimiento subcutáneo *Decollement D4*, que separa fuertemente estratos inclinados, altamente fallados por encima de una sección subyacente, menos deformada. La sección superior se considera para representar materiales de *offscraped*. La sección *offscraped* se trunca por una discordancia de edad del Plioceno y se puede subdividir en dos unidades separadas por un prominente pero discontinuo grupo de reflexiones a una profundidad de 2,7 segundos cerca del extremo oeste de perfil sísmico F-F. Muchas reflexiones son interrumpidas y discontinuas entre desprendimiento subcutáneo o *Decollement D4* y este horizonte estructural es importante en la mitad de la sección porque se sustituye por reflexiones más continuas. Numerosos espaciados que compensan la secuencia B / A por estratos al noroeste, noreste, y terminan en desprendimiento subcutáneo o *Decollement D4*.

### **3.3.7 BORDES DE FALLA**

La Falla de Fronteras es un margen oblicuo, de características tectónicas transtensionales, controlado por un sistema que forma el margen suroeste de la *cuenca West Sanak* e *isla de Sanak*. La *Fault Boundary* separa el Cretácico y Paleógeno del complejo acrecionario del Alto Transversal de la Isla de Sanak *SITH*. La *Fault Boundary* parece ser predominantemente de desgarre. El

movimiento de deslizamiento se indica mediante la naturaleza casi vertical, la base, donde participan las fallas, que tienen una gran extensión lineal, y geometría de la *Cuenca West Sanak*. La *cuenca West Sanak* tiene una extensión concurrente en un área y compresión en otra.

**Figura 13.** Mapa de Contornos Estructurales medido en tiempo (segundos). En el tope de la Secuencia A para las cuencas Oeste y Este de las subcuencas de Shumagin.



Fuente: Warren L. W, Steffy D, Hoose P, 1989

### 3.3.8 CRESTA DE UNIMAK

La *cresta Unimak* es un margen paralelo a la cresta base que esta fuera de las *cuencas Unimak* y *SITH*. Al sur de la cuenca de Unimak, se presenta un alto batimétrico onlapped por la secuencia C, que forma una barrera que evita que sedimentos recientes entren en la Fosa de las Aleutianas. Una curva o desviación en la cresta principal se produce en el límite suroeste de la isla de Sanak. Esta

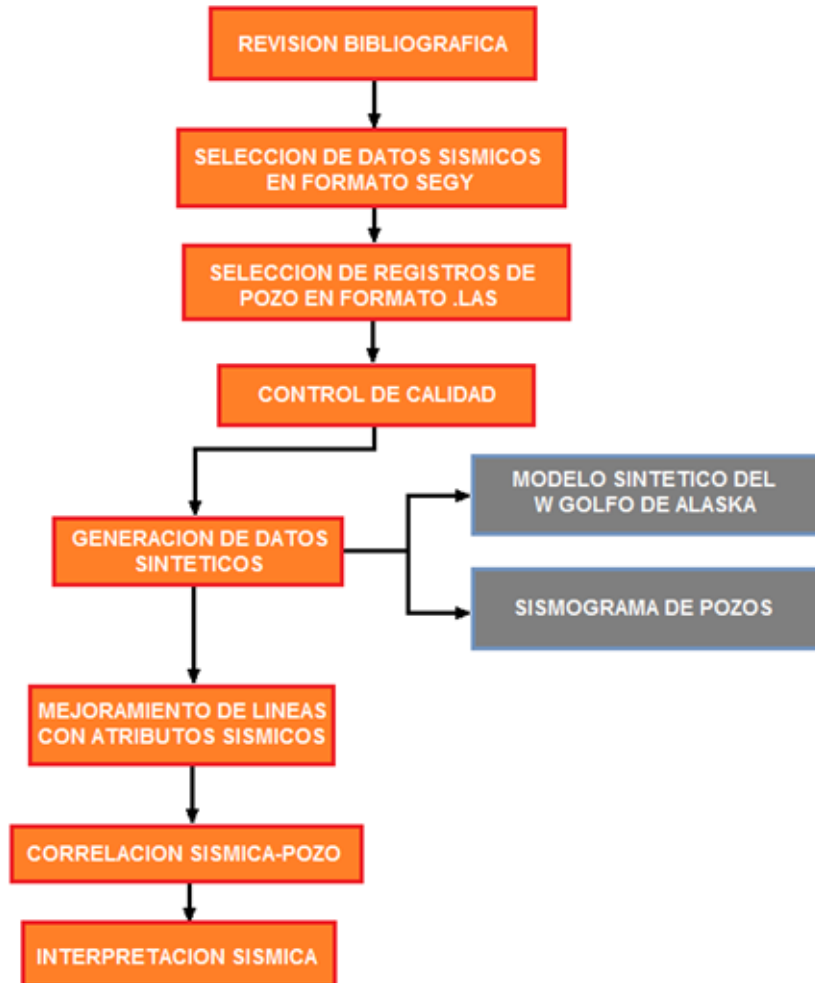
curva es importante porque viene acompañada por un cambio correspondiente en el límite de la plataforma continental de los 200 metros isóbara. Además noreste, la cordillera Unimak es solapado por estratos de la secuencia C y esta truncada y por la *Fault Border*. Aquí, el eje de la falla del límite corresponde a un segundo desplazamiento de la dirección al límite de la plataforma continental. Una destacada reflexión de la cresta Unimak puede representar un plano de falla entre la Secuencia C y las rocas fracturadas que fallan la secuencia B. La firma sísmica de la *cresta Unimak* contiene numerosos difracciones internas. Las muestras de roca Producto del dragado desde la cresta incluyen para el Mioceno medio una arenisca con feldespatos, lutitas calcáreas del Eoceno (?) y del Mioceno temprano se encuentran rocas basálticas (Bruns, Vallier, y otros, 1987).

### **3.3.9 CRESTA DEL ESTE DE SANAK**

El *Sanak Slope* se encuentra en la cresta oriental se extiende desde el límite sureste del *Oeste Cuenca Sanak* y se sumerge debajo del sureste exterior del talud continental, al sur de la cuenca *East de Sanak* (Fig. 45). Bruns, von Huene, y otros (1987) identificaron la *Sanak Slope* en la cordillera Oriental que consta de tipos compuestos por rocas altamente magnetizadas. Sus datos sobre su estructura en cresta mostraron un valor magnético de 170 gammas. La morfología y el carácter de la sísmica al Este de Sanak presenta que su cresta es similar a la de la cresta de Unimak, situado a 20 kilómetros del suroeste. La anomalía magnética sobre la *Sanak Slope* en el filo Este, indica que el núcleo estructural consiste en un material altamente magnético.

## 4. METODOLOGIA

Figura 14. Metodología planteada para el desarrollo del proyecto.



### 4.1 REVISION BIBLIOGRAFICA

Esto principalmente consta en recolectar información de reportes, manuscritos, artículos web en publicaciones diversas como TLE The Leading Edge, Interpretation y Geophysics de la *Society of Exploration Geophysicists (SEG)*, AAPG Bulletin de la *American Association of Petroleum Geologists*, el Journal of Geophysical Research (JGR) de la *American Geophysical Unión (AGU)*, y el *U.S. Geological Survey (USGS)* en su base de datos del *National Archive of Marine Seismic Surveys*.

## **4.2 DATOS SÍSMICOS**

El presente Trabajo de Grado consta de 50 Líneas sísmicas. De estas 47 líneas son de la región de aguas profundas de la parte occidental del Golfo de Alaska. Las 3 líneas restantes son de diferentes puntos costa afuera circundantes a la península de Alaska. Se mejoraron las 47 líneas sísmicas, aplicando atributos sísmicos y controles por shift en su profundidad y longitud, del área occidental del Golfo de Alaska, y se interpretó una línea sísmica con su respectiva correlación sísmica-pozo. También se interpretaron solo geomorfológicamente las líneas restantes.

## **4.3 DATOS DE POZO**

Para este estudio se contó con 10 registros de pozo que se obtuvieron de diferentes puntos, entre lo que se encuentran pozos perforados en la plataforma Kodiak-Shumagin, también pozos del *Deep Sea Drilling Project (DSDP)*, que fue llevado a cabo por instituciones oceanográficas conjuntas para el muestreo de mares profundos (*JOIDES*), tomando muestras de aguas profundas de la Llanura Abisal Aleutianas, talud inferior y Fosa de las Aleutianas. Análisis del proyecto DSDP se incorporaron en el presente trabajo de investigación. Otros tipos de registros como los llevados a cabo por el Servicio Geológico de Estados Unidos *USGS* obtenidos en la isla de Kodiak y Registros de Pozo detallados con información adicional de núcleos recolectados en la Reserva Nacional de Petróleo en Alaska o sus siglas en inglés (*NPRA*). Encontrados en el archivo de datos geofísicos marinos del *NOAA*.

## **4.4 GENERACION DE DATOS SINTETICOS**

Para esta etapa se realizó previamente un control de calidad en donde se seleccionó una línea sísmica con buenas características en las cuales pudiera reflejar de forma general el marco geológico de la planicie abisal del occidente del Golfo de Alaska. Posteriormente se generó a partir de esto un modelo sintético y un sismograma de pozo para el área en cuestión.

#### **4.4.1 GENERACION DEL MODELO SINTETICO**

Con la generación de un modelo sintético relativo al área occidental del Golfo de Alaska se generaron los rayos durante la adquisición del dato sintético con Seismic Unix.

#### **4.4.2 GENERACION DEL SISMOGRAMA DE POZO**

Se realizó un sismograma de pozo comparándolo con trazas sintéticas y reales, en donde se ubicaron los contrastes más relevantes del área occidental de Golfo de Alaska, teniendo en cuenta las amplitudes y frecuencias presentes.

#### **4.5 MEJORAMIENTO DE LA RESOLUCION**

Con la aplicación de atributos sísmicos como el de Similaridad, buzamiento, curvatura, porosidad; se obtuvieron líneas con mejoras en la resolución. En algunas líneas se aplicó correcciones en el shift de profundidad y corrimiento lateral. Estas se aplicaron en algunas líneas de interés las cuales fueron comparadas antes y después de las mejoras para darle al lector mayor detalle de las mejoras presentes en el trabajo de investigación.

#### **4.6 CORRELACION SISMICA-POZO**

En una línea sísmica del occidente del Golfo de Alaska, se realizó la correlación sísmica estratigráfica con registros de pozo. Esto para determinar la posición relativa de los topes estratigráficos más relevantes en esta línea sísmica local.

#### **4.7 INTERPRETACION SISMICA**

Se generó el amarre del pozo con la sísmica teniendo en cuenta la posición y las velocidades de apilamiento para realizar antes una corrección en este caso en tiempo con las polaridades generadas en el sismograma sintético en el cual podemos revisar que sean iguales. Esto para poder identificar los límites de las secuencias sísmicas con otros reflectores con información litológica y cronoestratigráfica importante para nuestra interpretación. En este caso se seleccionaron los mayores contrastes de impedancia acústica usando el registro sísmico y densidad. En el cual se interpretaron dos líneas sísmicas apiladas.

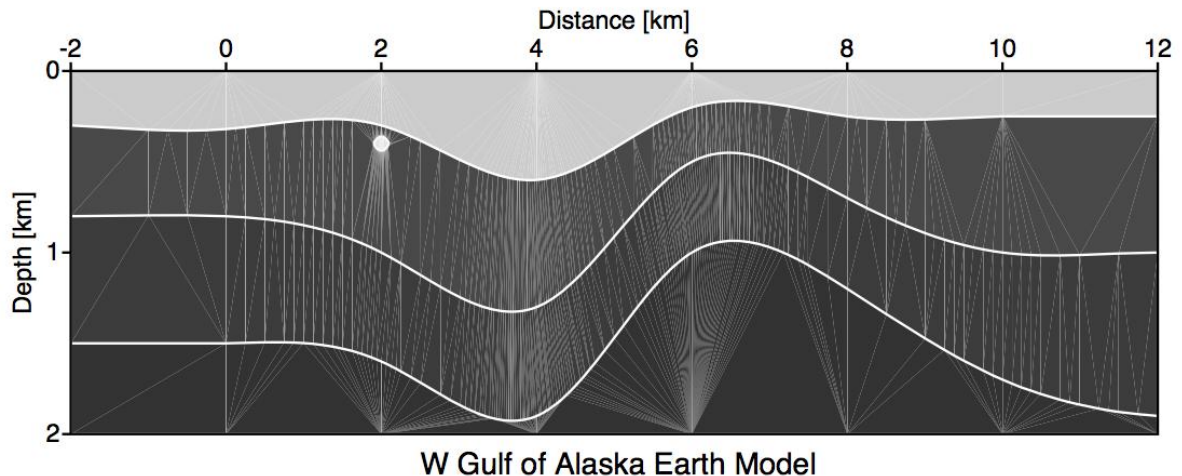
## 5. ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1. GENERACION DE DATOS SINTETICOS

#### 5.1.1 GENERACION DE UN MODELO SINTETICO

Mediante la herramienta Seismic Unix, se obtuvo un modelo con características de la zona. En el apéndice se encuentra el script del siguiente modelo. Compilado como model.ps

**Figura 15.** Modelo sintético con trazado de rayos del occidente del Golfo de Alaska se generó del script model2.sh.



#### 5.1.2 ADQUISICION DEL DATO SINTETICO

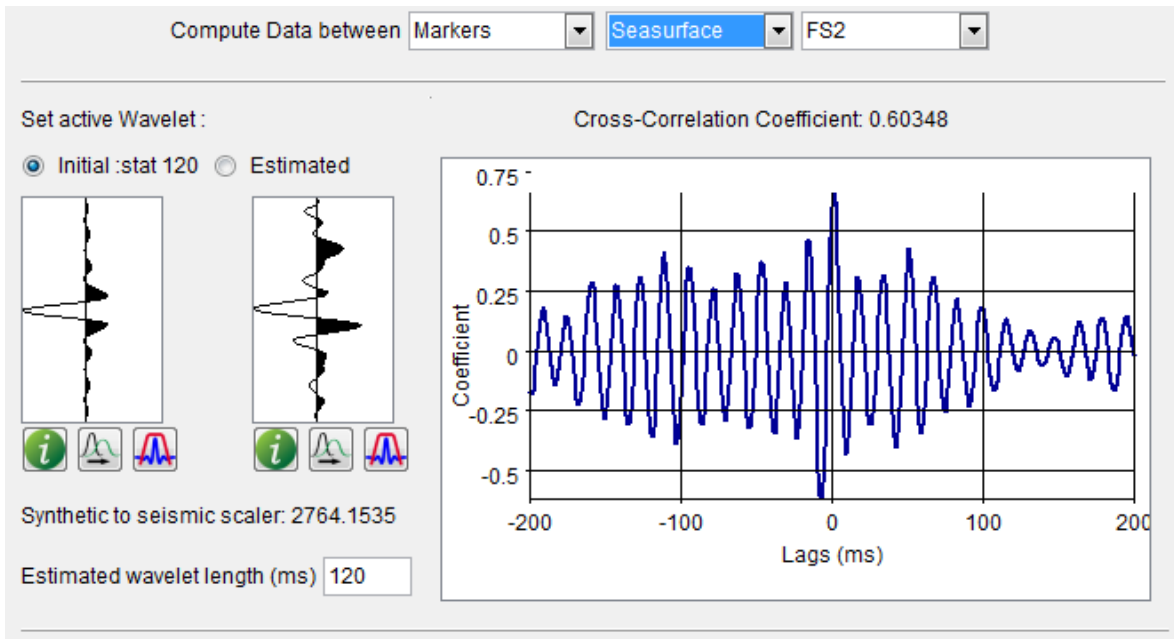
El modelo se compone de 200 puntos de disparo (SP). Distancia entre cada SP es 50 metros. 60 trazas se registran para cada disparo; el espaciamiento del receptor es también de 50 metros. La fuente está posicionada en el centro de la matriz de receptor. El archivo fue guardado como adquisicion.sh y se encuentra en el apéndice al final del libro. Le adicionamos las cabeceras para 12000 trazas como seis.data

```
12000 traces:
trac1  1 12000 (1 - 12000)
tracr  1 12000 (1 - 12000)
fldr   1 200 (1 - 200)
tracf  1 60 (1 - 60)
trid   1
offset -1475 1475 (-1475 - 1475)
sx     0 9950 (0 - 9950)
gx     -1475 11425 (-1475 - 11425)
ns     251
dt     8000
```

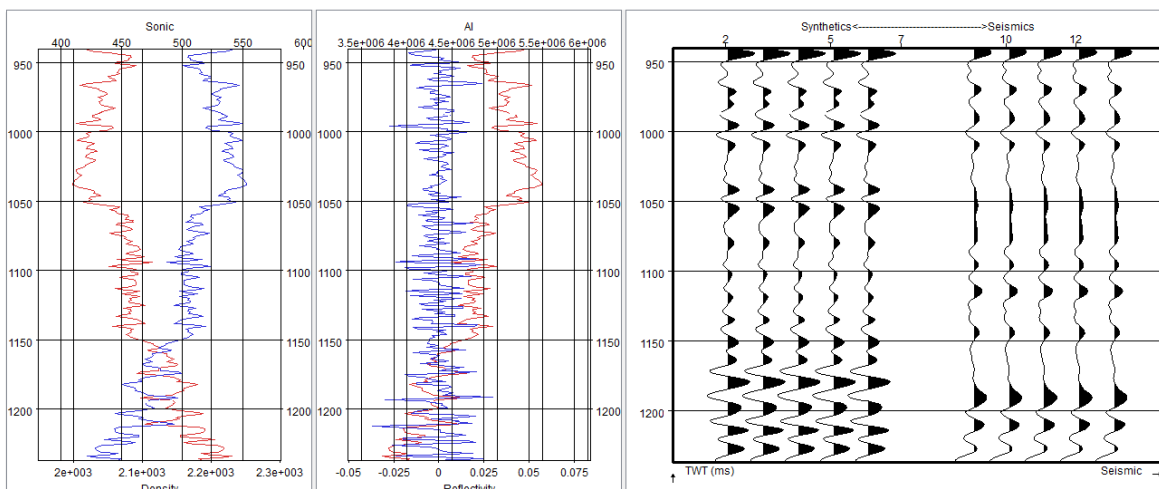
### 5.1.3 SISMOGRAMA DE POZO

En esta etapa se generaron los registros y sismogramas a partir de los registros de pozo encontrado en la zona.

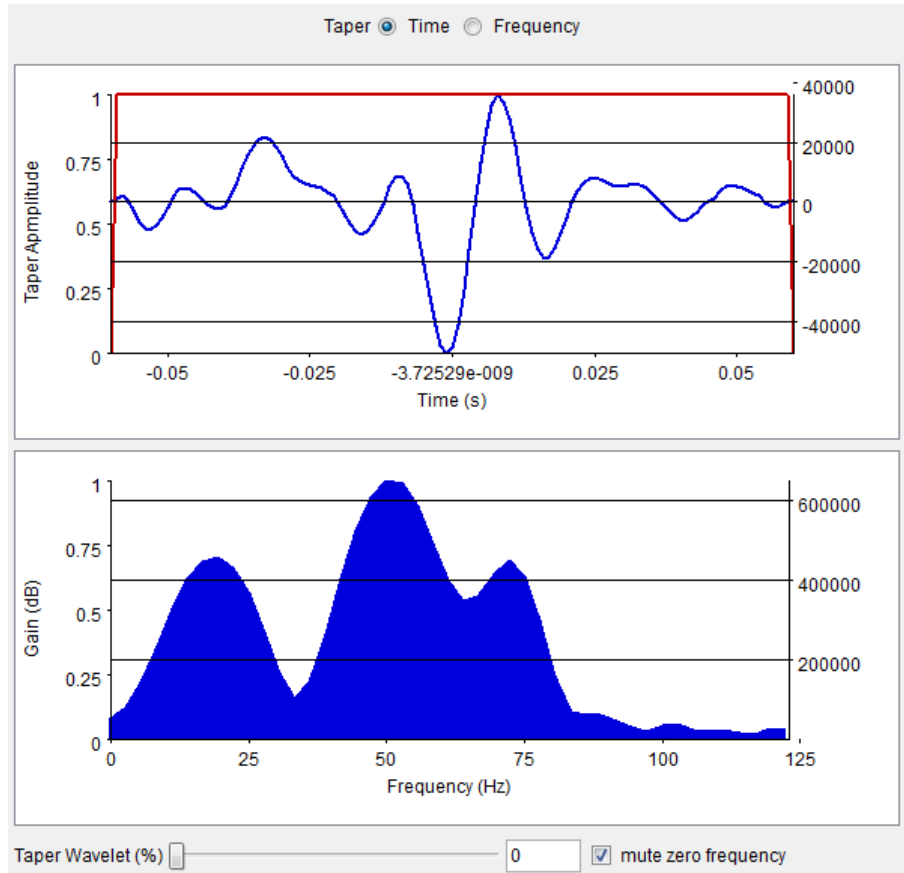
**Figura 16.** Forma de la ondícula base. El estimado de la longitud de onda es de 120 [ms] en la parte derecha de la imagen se determina el coeficiente de correlación.



**Figura 17.** Sismograma sintético para el Pozo del Golfo de Alaska, correlacionando con los registros de pozo del W en el Golfo de Alaska. En este sismograma se utilizó el registro sónico y densidad.



**Figura 18.** Parámetros de las ondiculas. Arriba la relación Amplitud Vs Tiempo y abajo la relación Ganancia Vs Frecuencia.

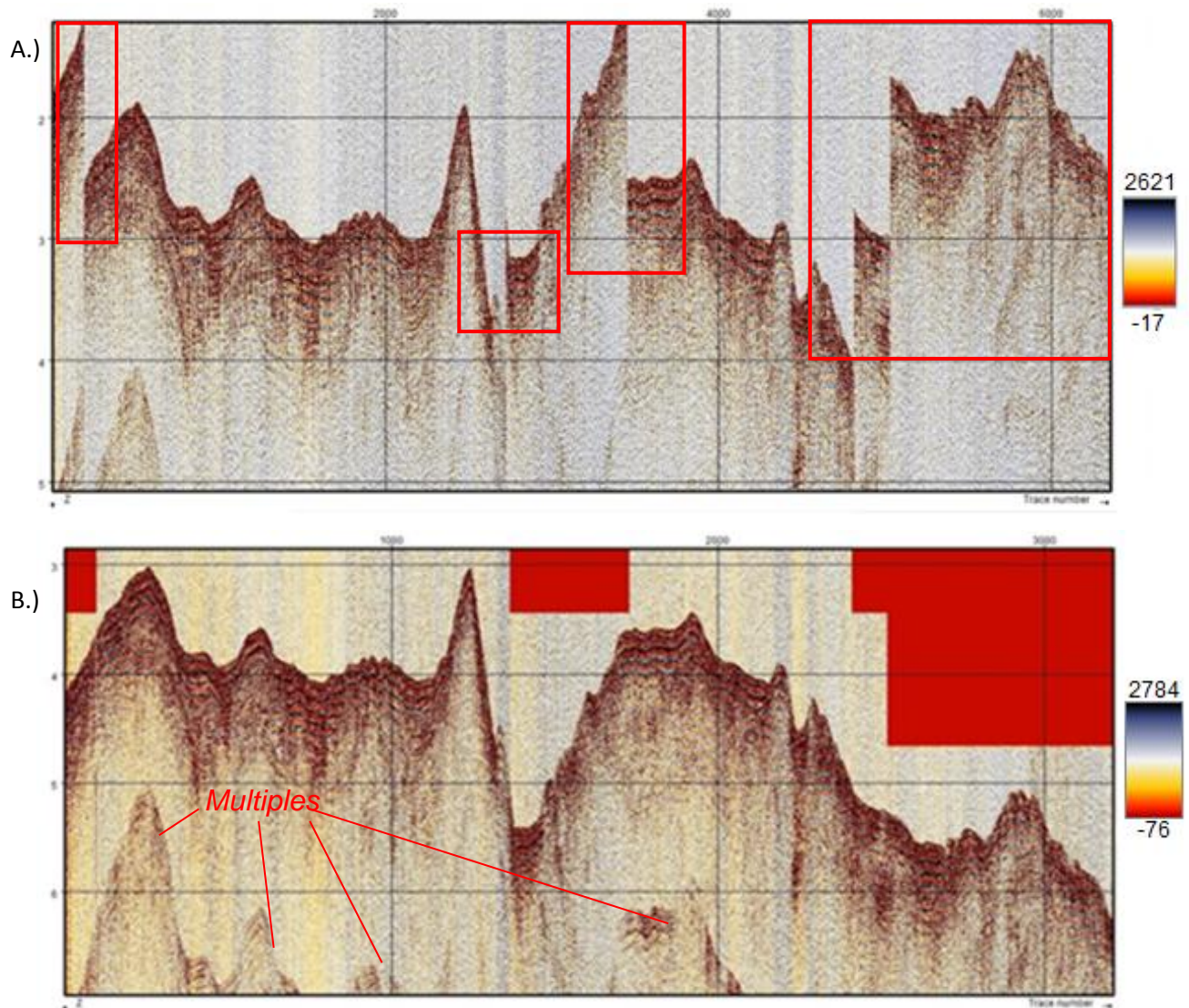


## 5.2 MEJORAMIENTO DE LA RESOLUCION SISMICA

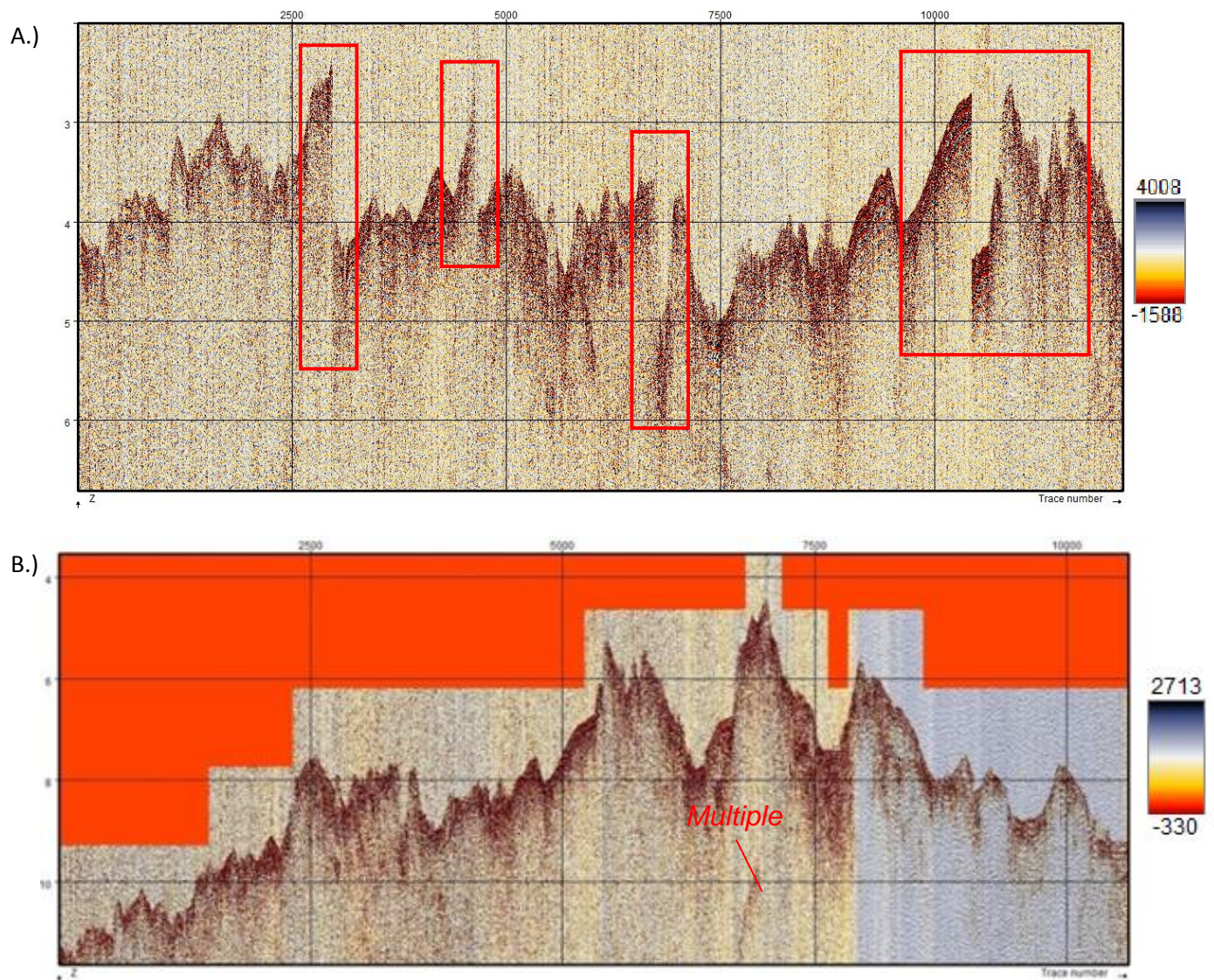
### 5.2.1 CORRECCIONES DEL SHIFT EN TIEMPO Y DEL SHIFT EN LAS TRAZAS

En las siguientes líneas sísmicas apiladas en tiempo, se encuentran problemas en la geometría real del subsuelo del fondo oceánico. Para corregir los errores en los saltos del shift vertical y shift horizontal, se ajustaron los reflectores para determinar la continuidad, lo más real posible, del fondo marino existente.

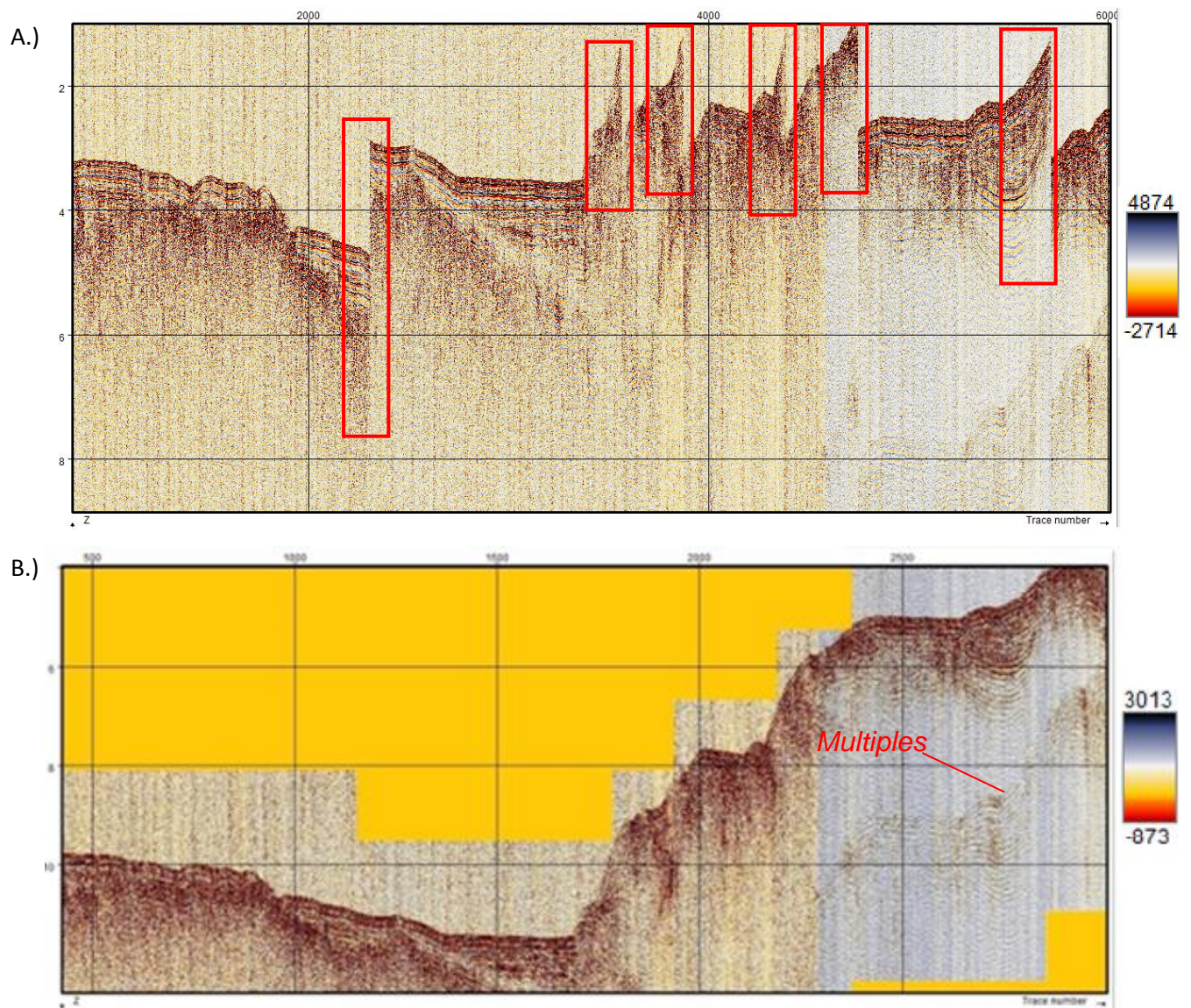
**Figura 19.** Línea Sísmica f9wg8847. A.) Línea previa a la mejora, Cada recuadro en rojo indican un salto en el en los ejes vertical y horizontal del shift. B.) Línea sísmica original, mejorada. Note que se puede identificar esta línea regional en un área de cañones submarinos, denotada por un valle profundo en la parte central en el cual se puede identificar la mejora respecto a la línea anterior.



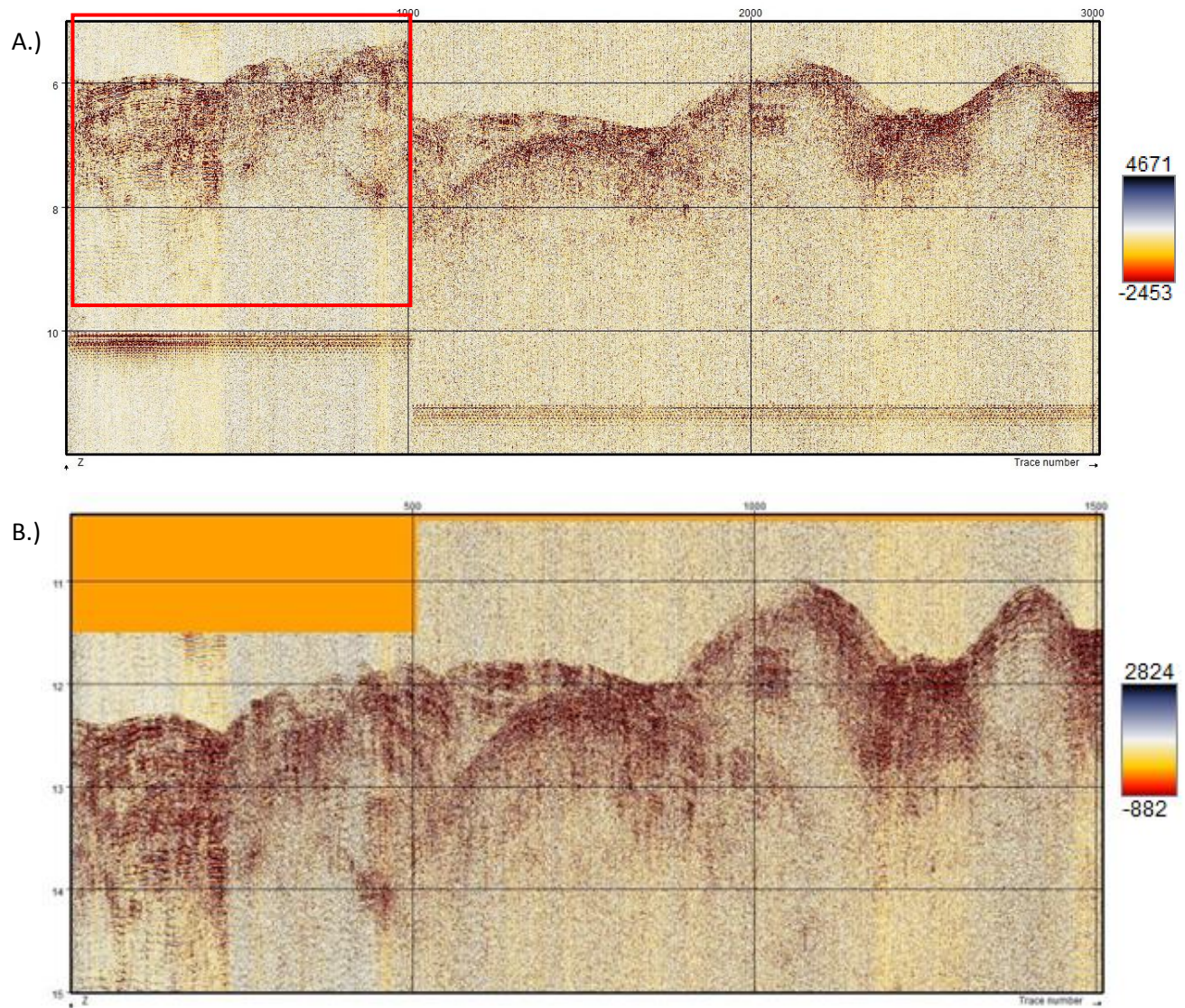
A continuación en la línea sísmica, se tiene que el fondo marino de la imagen mejorada donde ya se puede evidenciar la topografía erosionada del cañón submarino. **Figura 20.** Línea Sísmica f9wg8815. A.) Línea sísmica original, antes de la mejora. Los recuadros en rojo indican un salto en el en el eje vertical del shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, mejorada. Note que al mejorar se elimina el error en el shift vertical de las trazas y su posición relativa. Eso se puede notar en las mejoras que hubo en las partes de color naranja. La Línea original tiene un overlap ratio de 1, un porcentaje de 2,5 en el clipping simétrico.



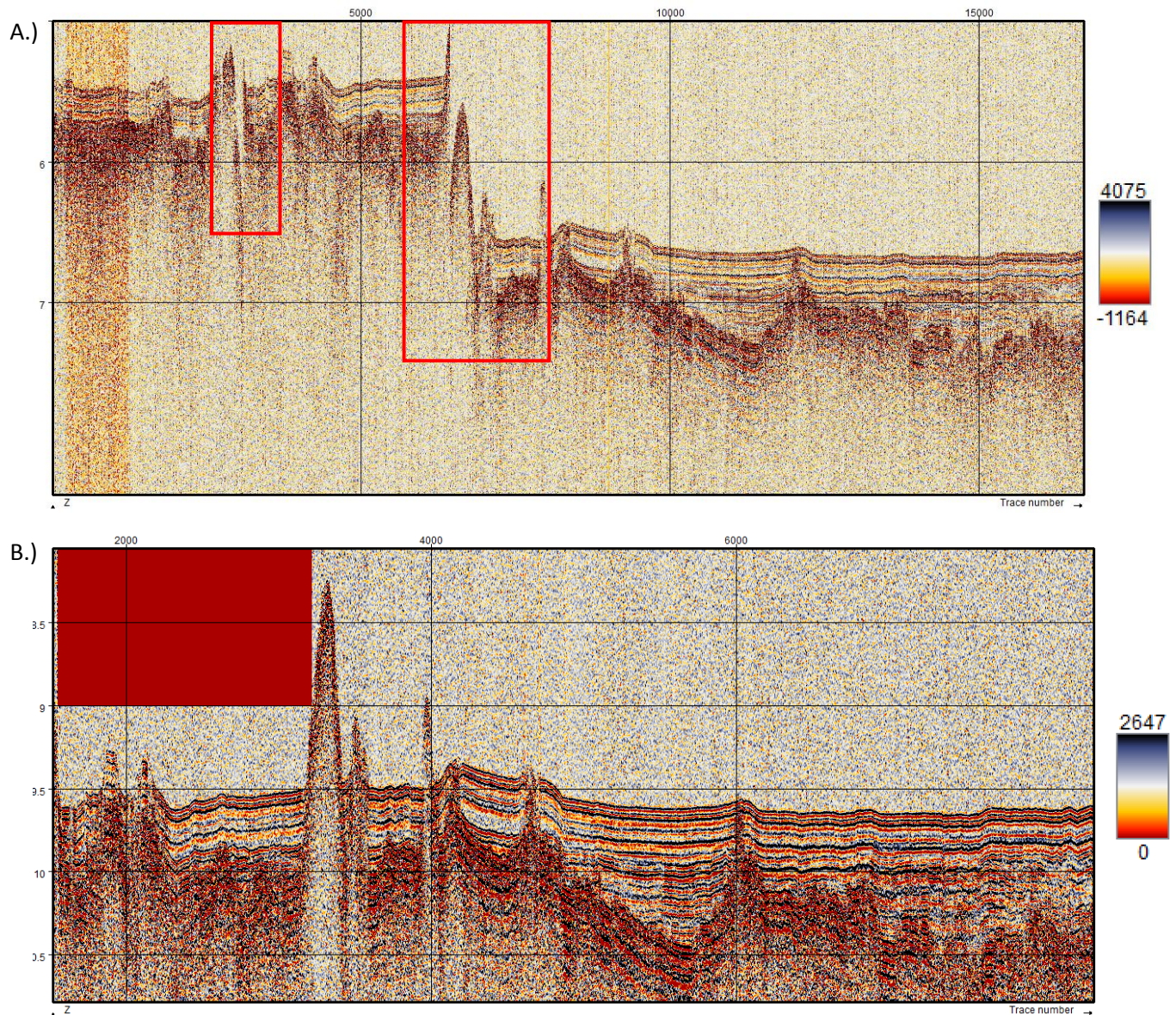
A continuación la línea, se evidencia la topografía del talud continental. **Figura 21.** Línea Sísmica f9wg8822. A.) Línea sísmica original antes de la mejora. Los recuadros en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas, se observa la presencia de un casi invisible monte submarino, que se observa mejor en la línea mejorada. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Aunque en esta imagen se puede ver mejor el casi imperceptible monte submarino antes de la corrección por shift en los ejes.



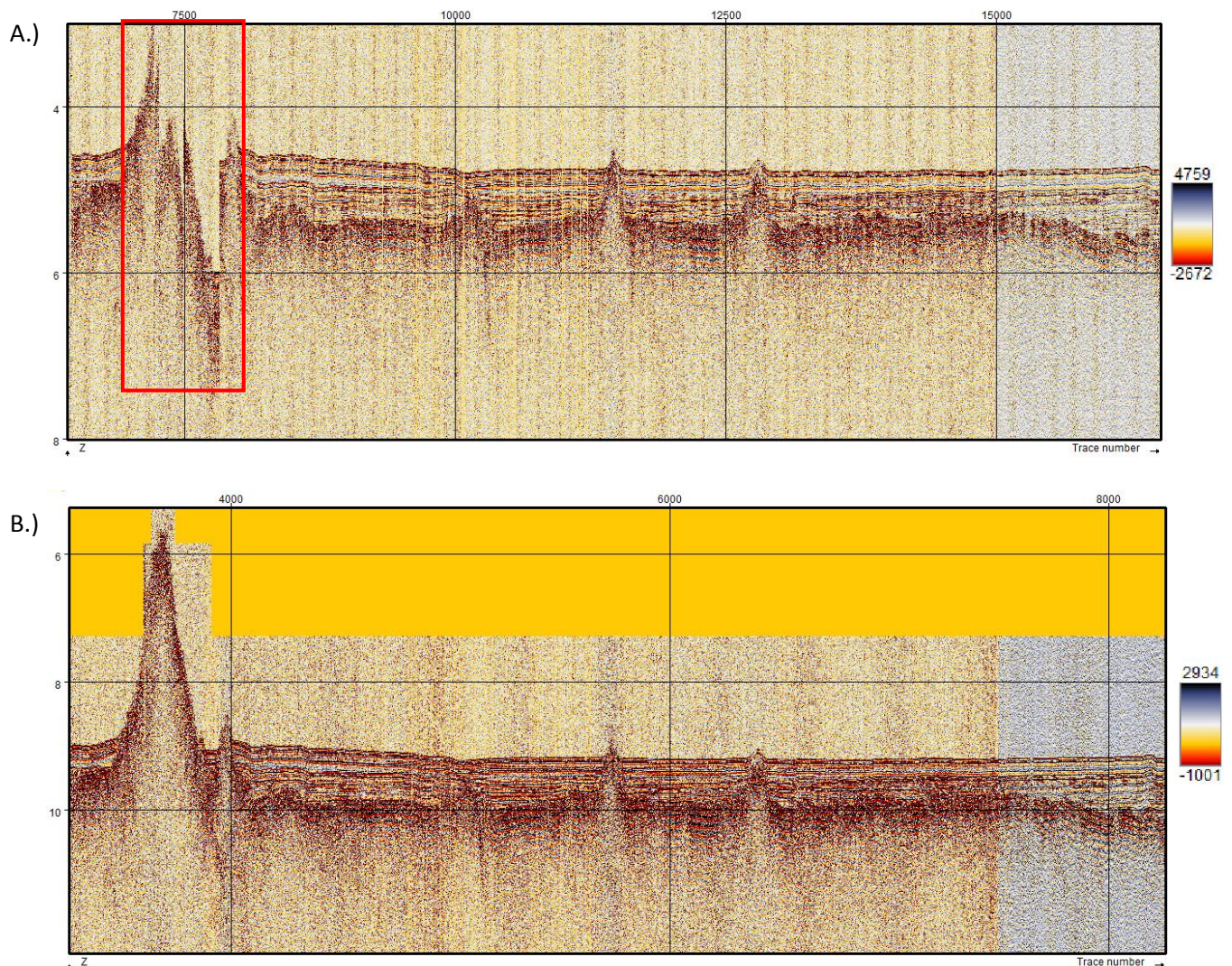
**Figura 22.** Línea Sísmica f9wg8845. A.) Línea sísmica original previo a la mejora, El recuadro en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Note que en esta región está conformada de muchos montes submarinos que fueron emplazados desde la corteza oceánica hasta llegar al fondo marino y formar así esa abrupta topografía.



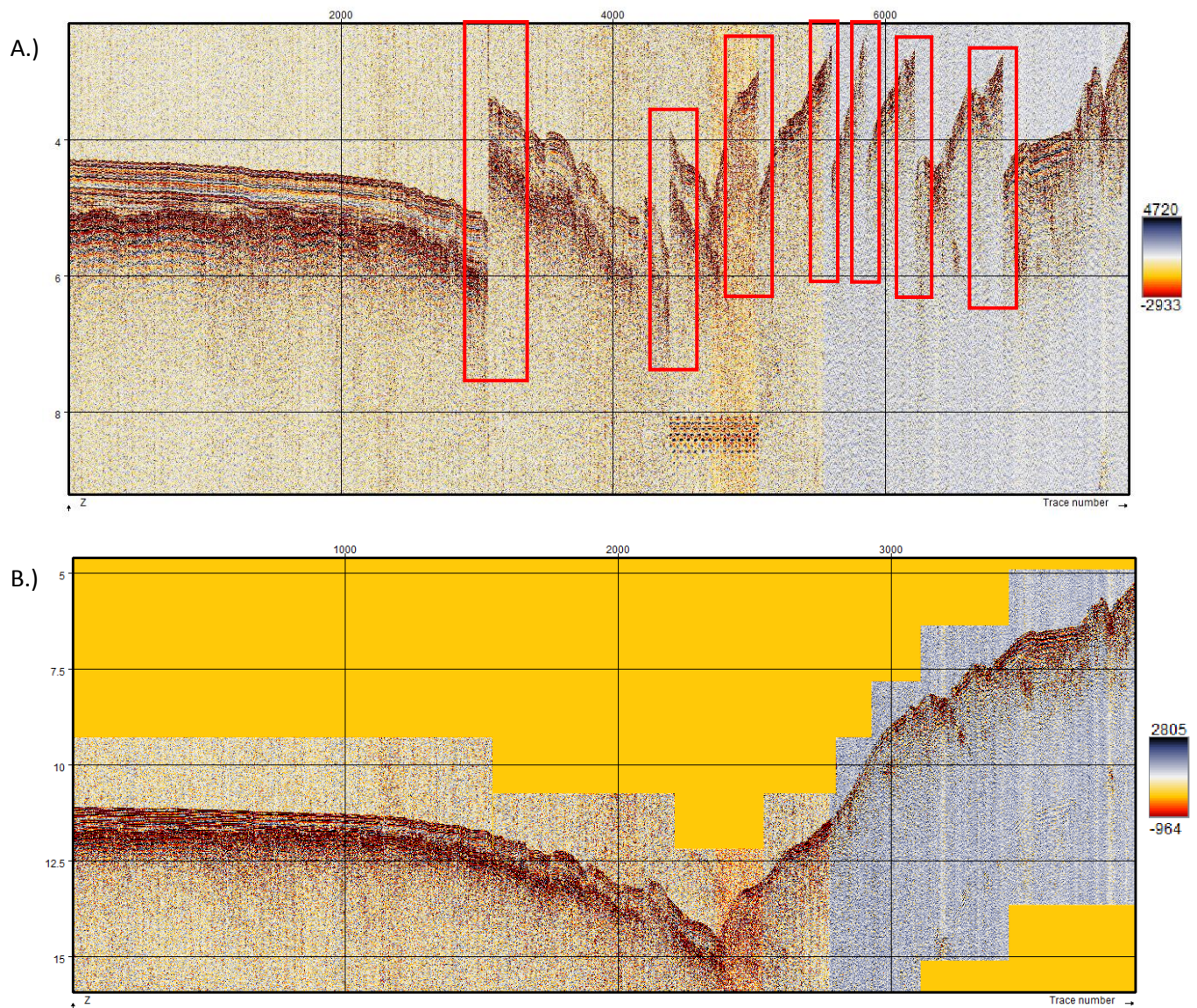
**Figura 23.** Línea Sísmica f9wg8801. A.) Línea sísmica original previa a la mejora. Los recuadros en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. En el recuadro grande se observa un emplazamiento de un monte submarino con un valle profundo, lo cual con la mejora en la siguiente imagen, se observa que está en la posición incorrecta y puede parecer un escarpe, lo cual no es real con la corrección de los shift en los ejes.



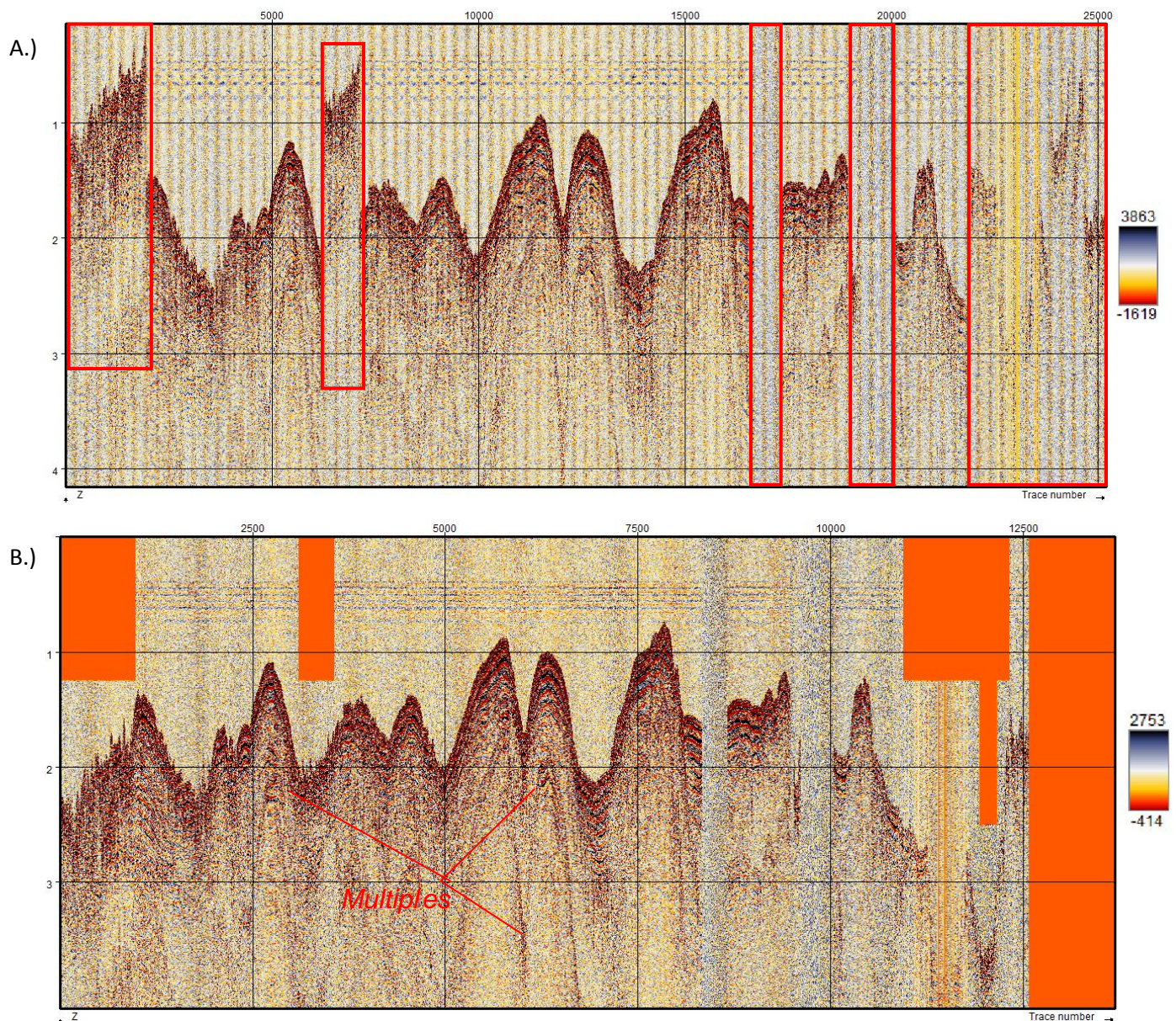
En esta imagen la resolución Sismica de la línea, muestra que el supuesto valle profundo era un corrimiento vertical de la línea lo cual ahora muestra un monte submarino de alta pendiente. **Figura 24.** Línea Sísmica f9wg8805. A.) Línea sísmica original previo a la corrección de shift. Los recuadros en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. En el recuadro grande se observa un emplazamiento de un monte submarino con un valle profundo, lo cual con la mejora en la siguiente imagen, se observa que está en la posición incorrecta y no es real y solo genera un montes emplazado hasta la superficie del fondo oceánico.



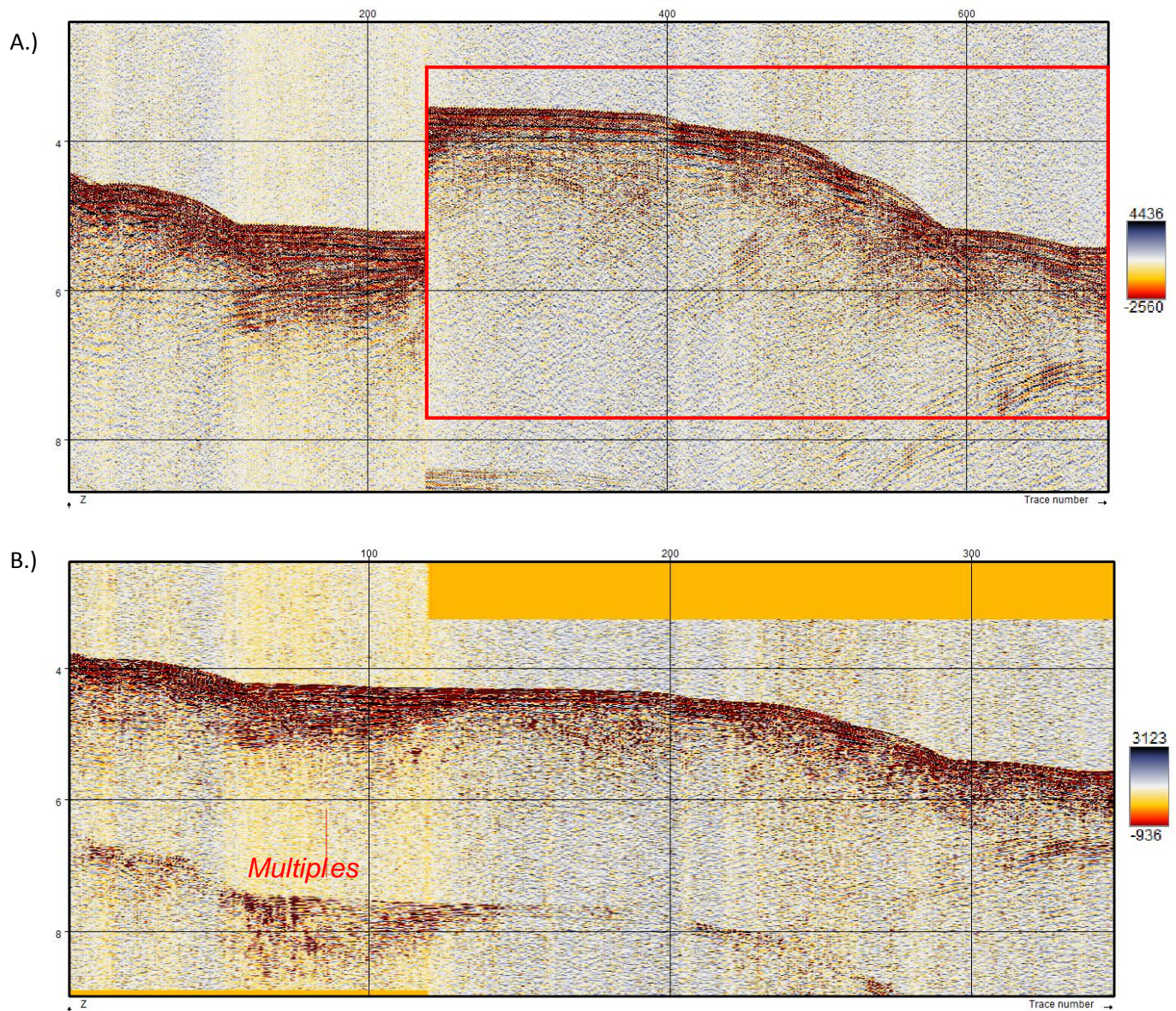
**Figura 25.** Línea Sísmica f9wg8810. A.) Línea sísmica original previo a la corrección por shift en los ejes. Los recuadros en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y el corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Note que existen varios corrimientos verticales que son muy notorios y a su vez genera problemas de interpretación, en esta imagen se recuperó la posición real de las trazas, dado que esta línea regional ocupa grandes extensiones en la cual se ve un valle y un talud de alta pendiente en el margen derecho de la línea sísmica.



En la siguiente línea se observa que la posición relativa de las trazas con respecto a los ejes vertical y horizontal, mejoro notablemente delimitando la interfaz del fondo marino en la siguiente línea regional. **Figura 26.** Línea Sísmica f9wg8811. A.) Línea sísmica original previo a la corrección por shift en los ejes. Los recuadros en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Observe que existe perdida de información en tres sectores de la línea que son difíciles de recuperar durante la mejora. En la línea también es posible reconocer algunas reflexiones múltiples.

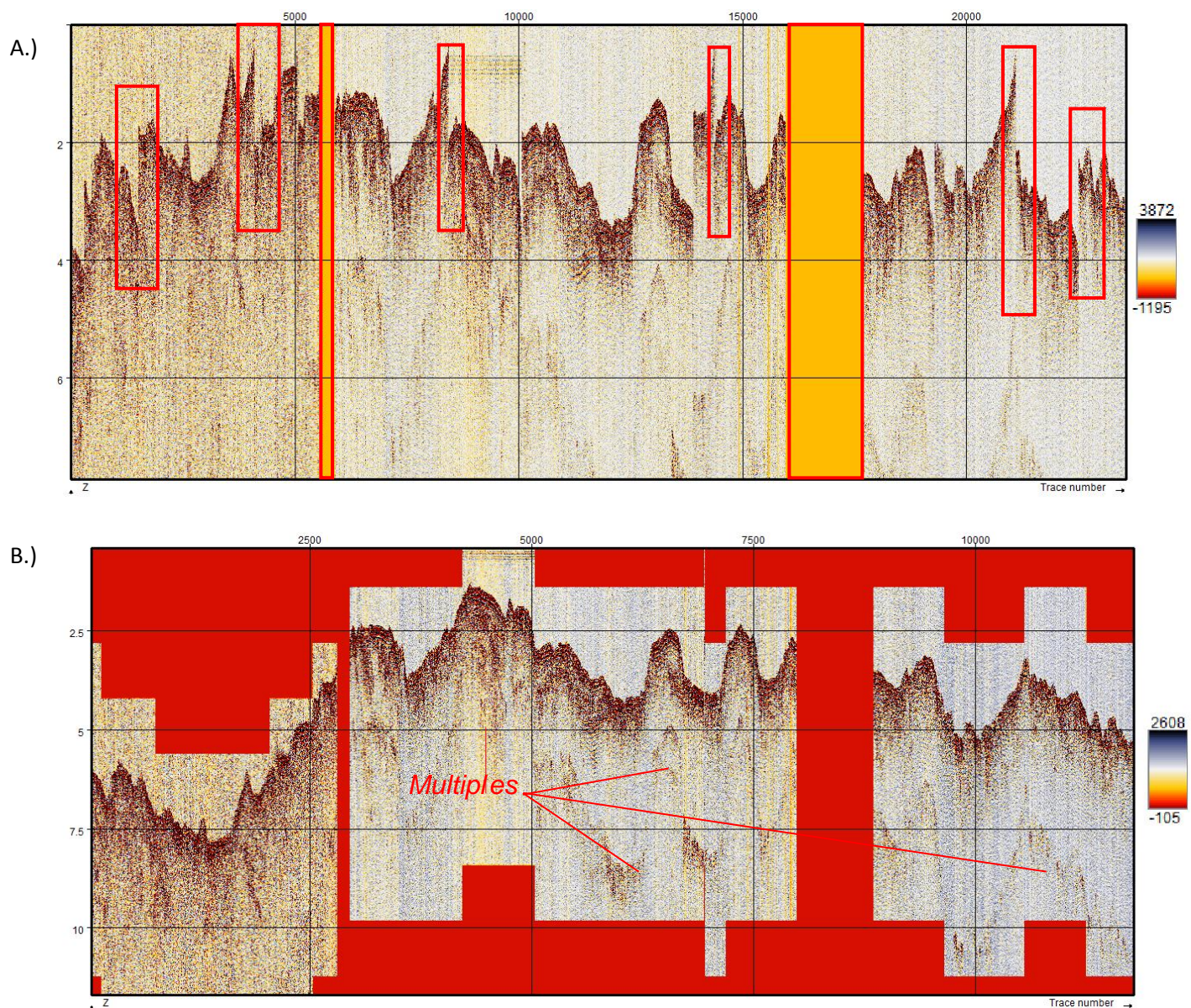


**Figura 27.** Línea Sísmica f9wg8812. A.) Línea sísmica original antes de la mejora, El recuadro en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. El gran salto que se mostró en la Figura A.) en donde ocupa casi toda la línea sísmica fue corregida en los ejes, pero también se observa la presencia de reflexiones múltiples que son producto de las reverberaciones de las ondas acústicas en el fondo oceánico.



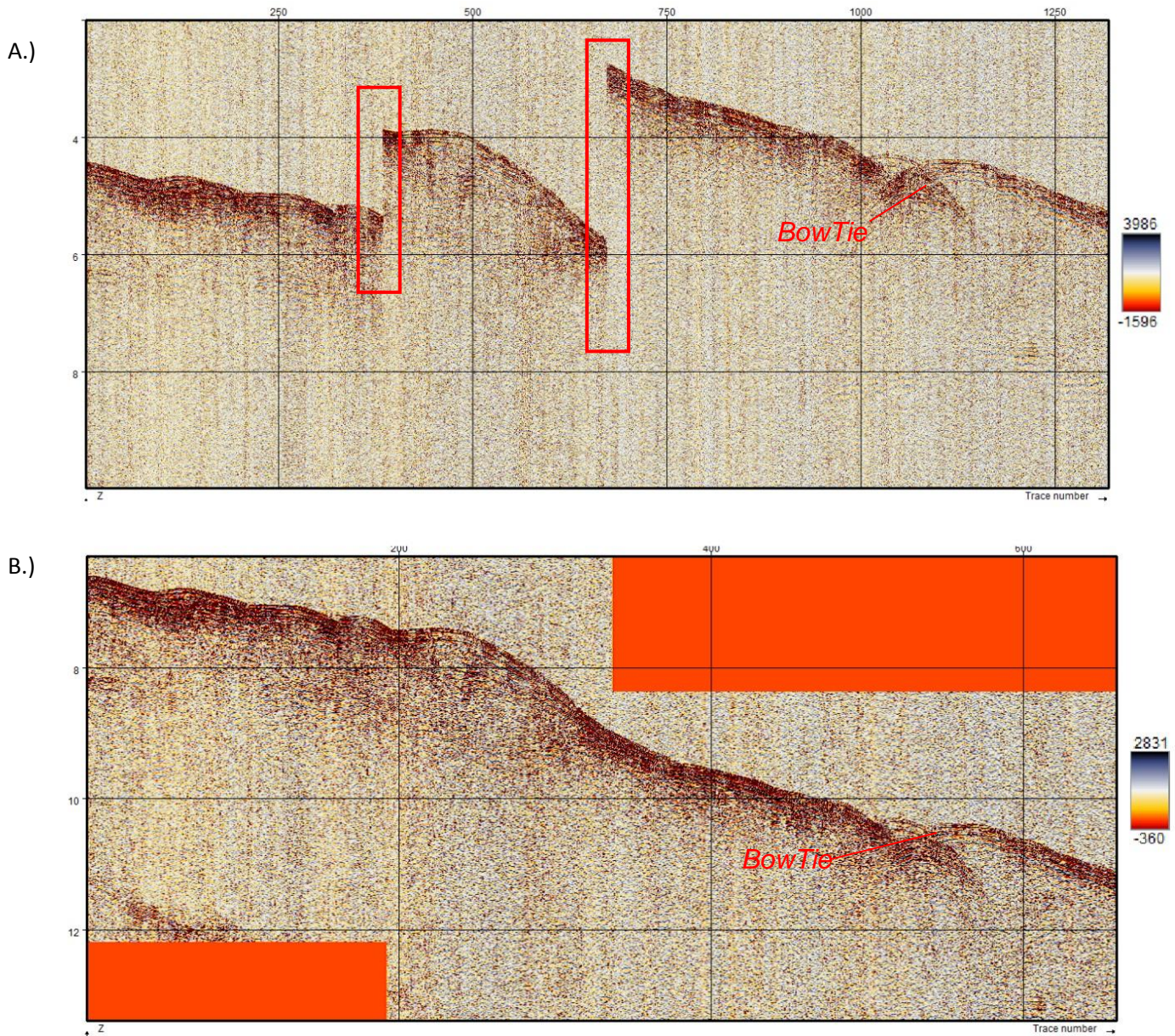
En siguiente línea regional se observa que la mejora corrige la posición relativa en los ejes pero aún no se eliminan por completo los múltiples y algunas difracciones.

**Figura 28.** Línea Sísmica f9wg8813 A.) Línea sísmica original previa a la mejora, El recuadro en rojo indican un salto en el shift de profundidad en tiempo y corrimiento horizontal en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Existen dos sectores con pérdida de información Sísmica. Pero dado a su gran extensión no es muy notorio y se recuperan grandes sectores antes con problemas de resolución. También se observan algunos múltiples a profundidades de 5 a 10 [Mseg].

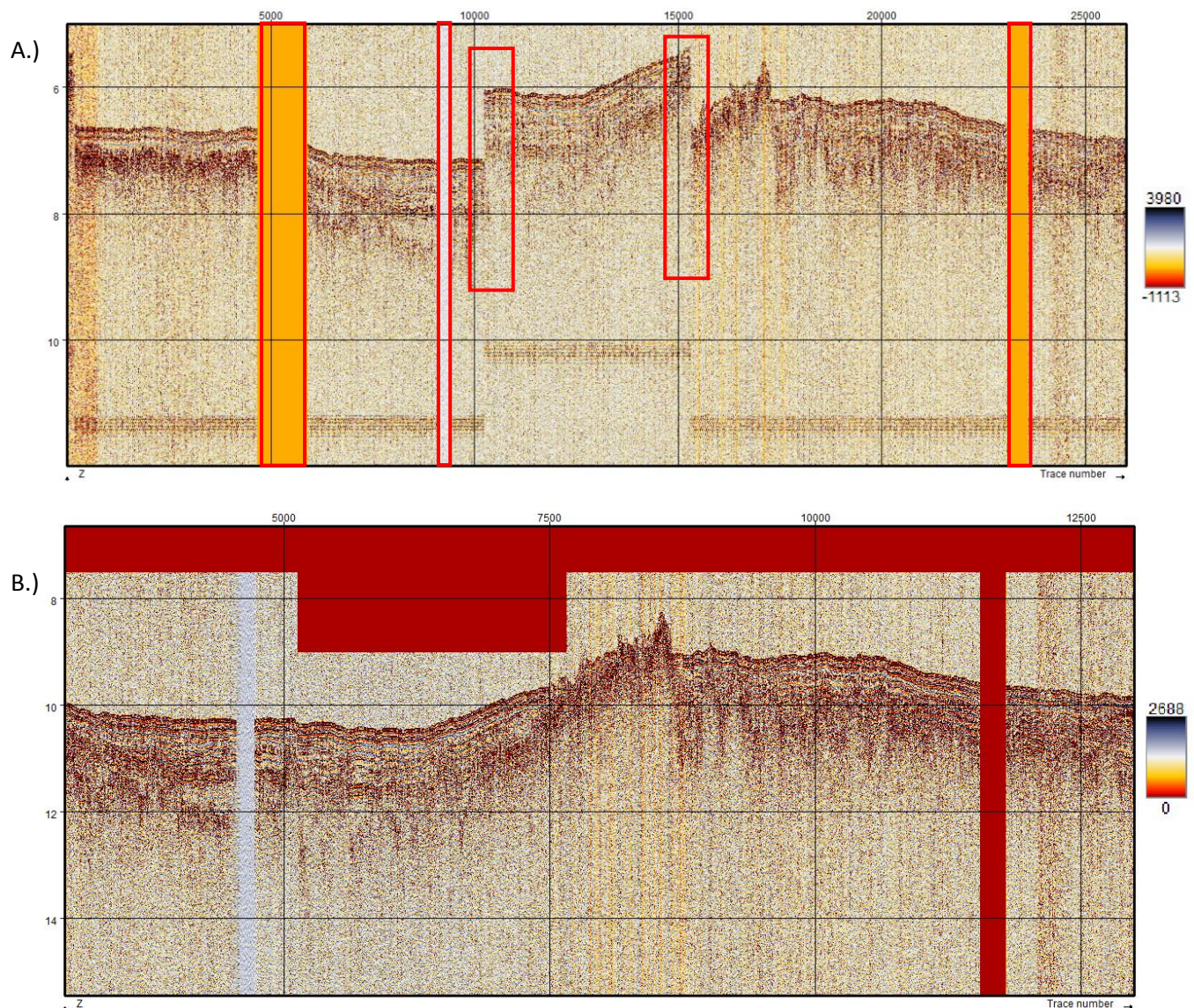


A continuación, note que gran parte de esta imagen sísmica se recuperó las posiciones reales dándole continuidad al fondo marino.

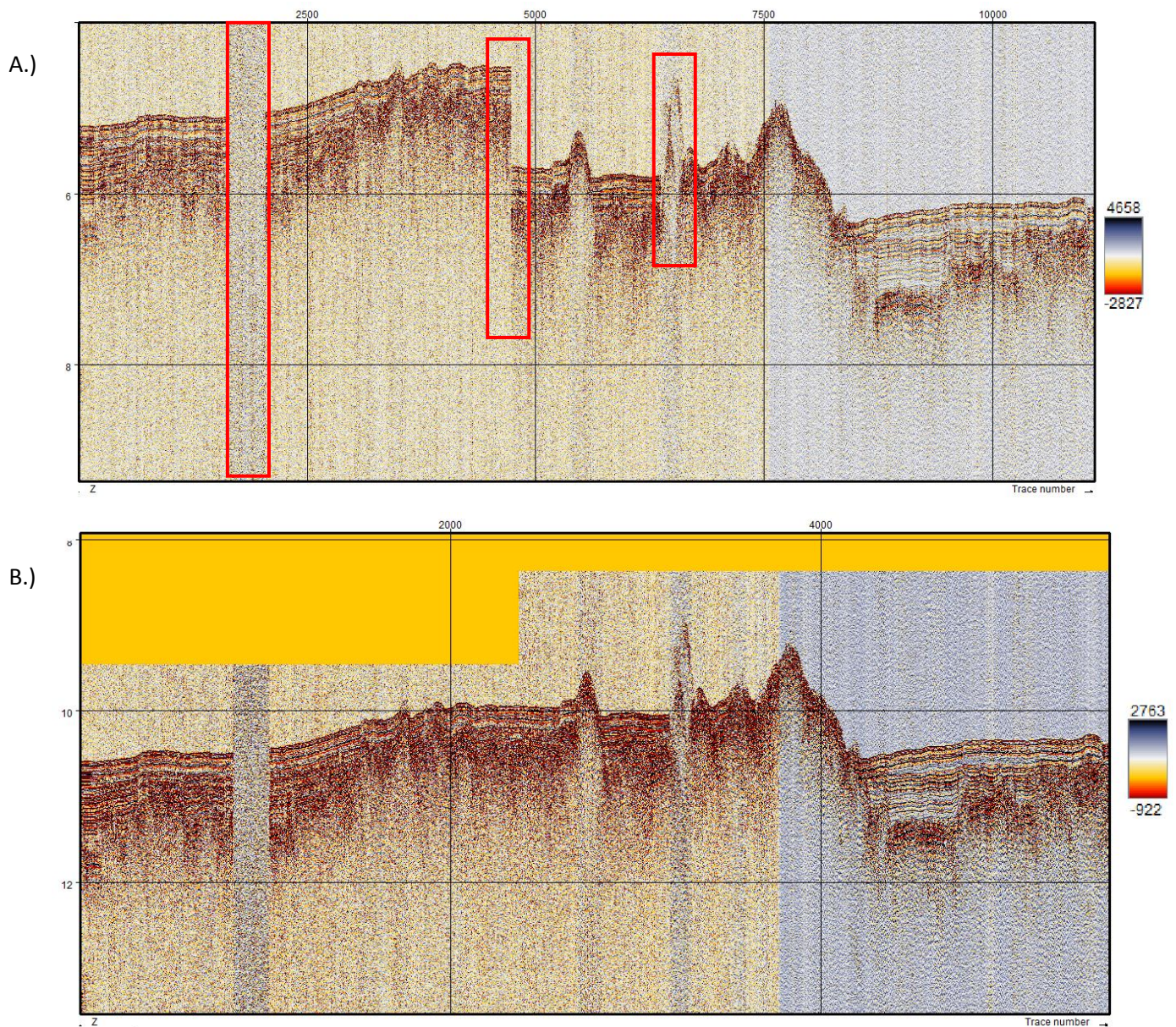
**Figura 29.** Línea Sísmica f9wg8814. A.) Línea sísmica original con problemas en el shift de los ejes. Los recuadros en rojo evidencian los sectores donde existen problemas en la resolución sísmica por saltos en el shift de los ejes. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. se observa también las difracciones y los evidentes saltos de algunos sectores en las trazas. Se aprecian altas difracciones en la que se puede distinguir un Bow Tie producto de las hipérbolas producidas por el emplazamiento del basamento en el margen derecho de la línea sísmica.



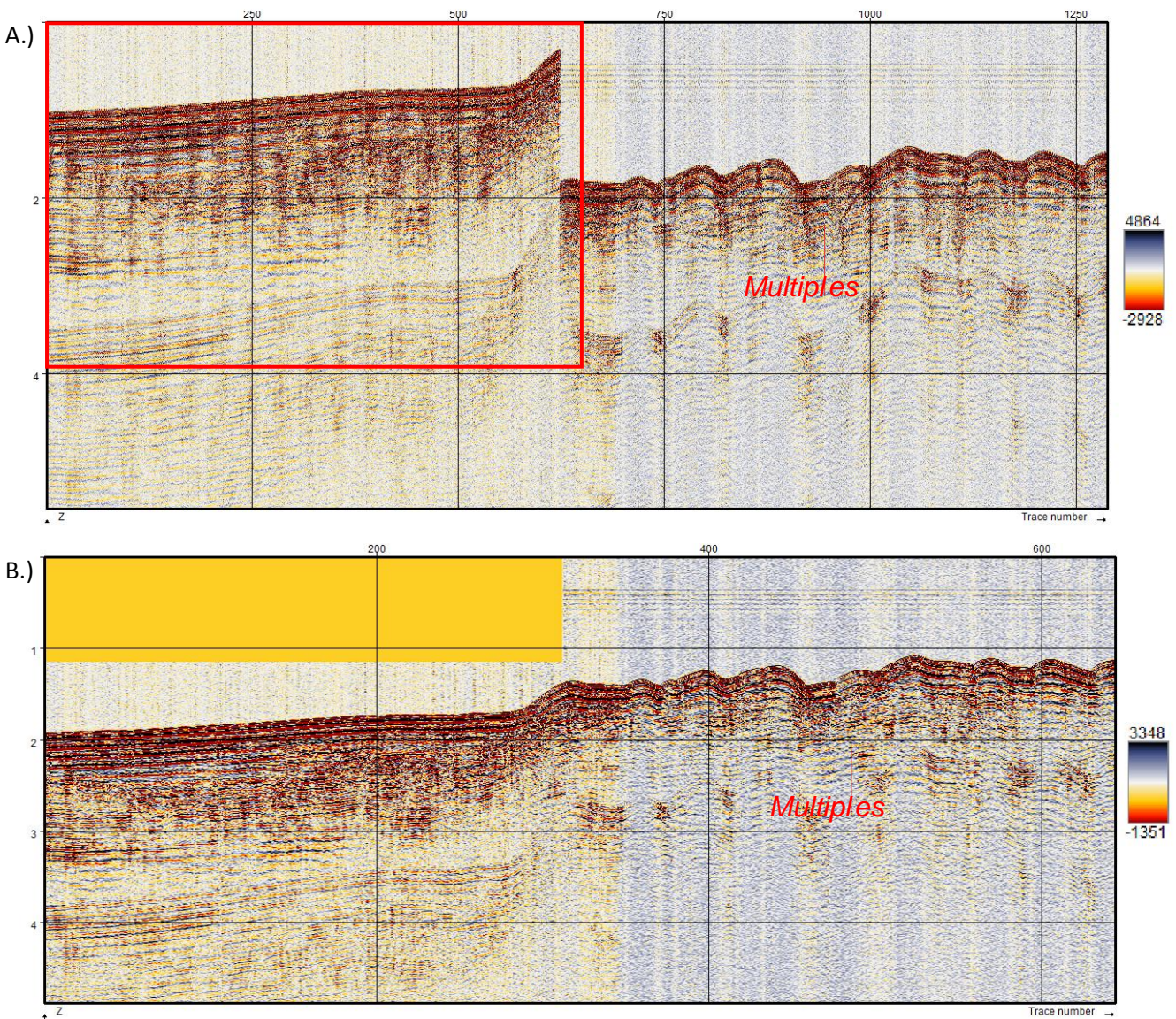
En la siguiente línea regional se observan las mejoras en la resolución sísmica, note que es una línea que no tiene registro sísmico en dos sectores. **Figura 30.** Línea Sísmica f9wg8819. A.) Línea sísmica original con problemas en el shift de los ejes. Los recuadros en rojo evidencian los sectores donde existen problemas en la resolución sísmica por saltos en el shift. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Se puede observar el problema del salto del shift en tiempo que levanta unas trazas respecto a otras. Note que esta línea tiene dos sectores sin registro sísmico. Esta línea regional se recuperó en gran medida a pesar de tener problemas durante la adquisición.



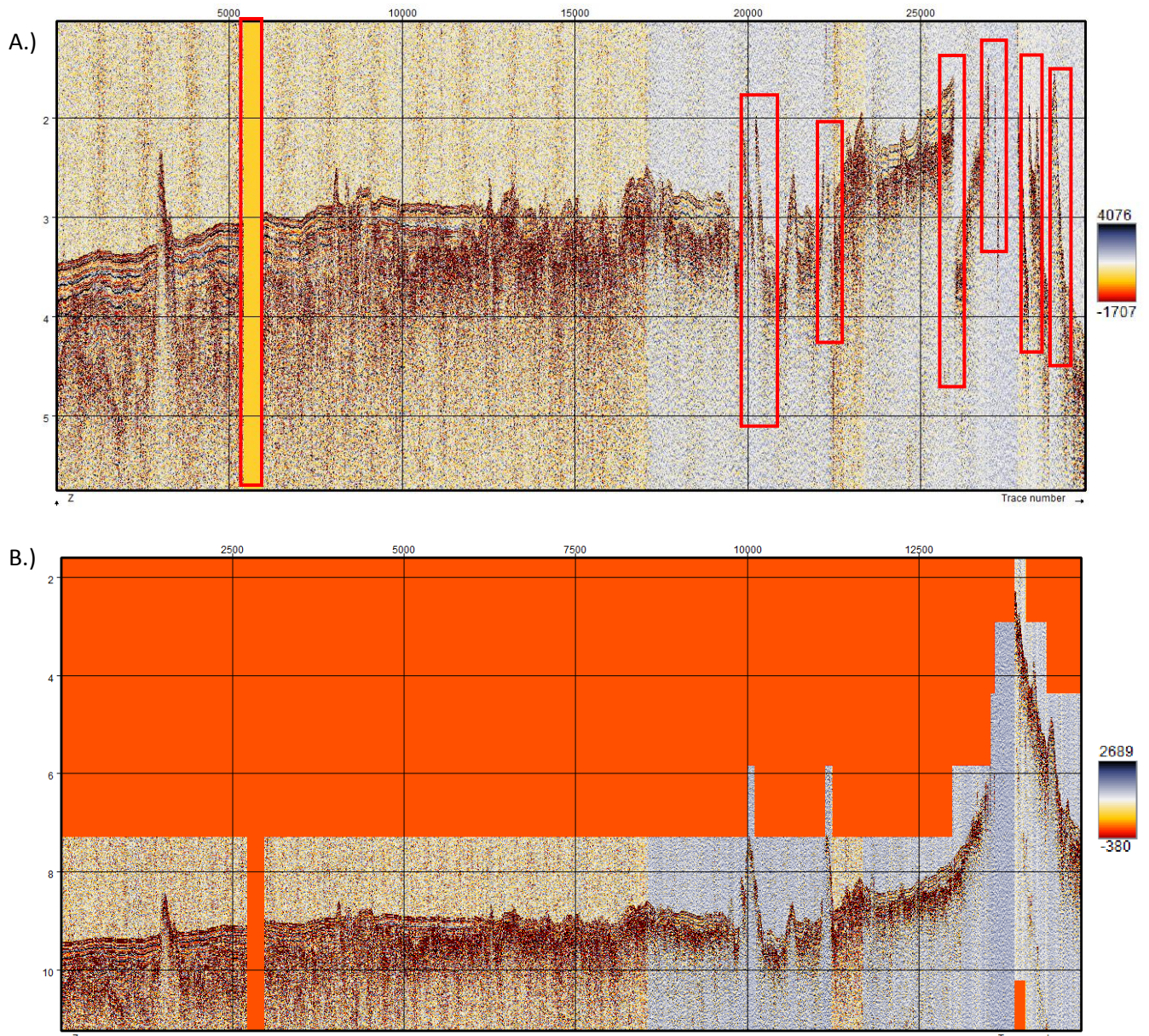
En la siguiente imagen se observan las mejoras realizadas sobre la línea de la a pesar de tener problemas durante la adquisición de los datos. **Figura 31.** Línea Sísmica f9wg8821. A.) Línea sísmica original con problemas en el shift de los ejes X y Y. Los recuadros en rojo evidencian los sectores donde existen problemas en la resolución sísmica por saltos en el shift vertical en tiempo y horizontal dado en trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Note que existen dos sectores de la línea en donde no se presenta el registro sísmico.



**Figura 32.** Línea Sísmica f9wg8823. A.) Línea sísmica original previo a las correcciones por shift. Los recuadros en rojo indican estos saltos en el eje del shift vertical y corrimientos en horizontales en las trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. El recuadro muestra un salto en la posición vertical de las trazas. Se presentan también reflexiones múltiples en donde es posible eliminarlos por filtros de radón o por un procesamiento en migración. Estos múltiples se encuentran a lo largo de la línea aproximándose a los 4 hasta los casi 3 [mseg].

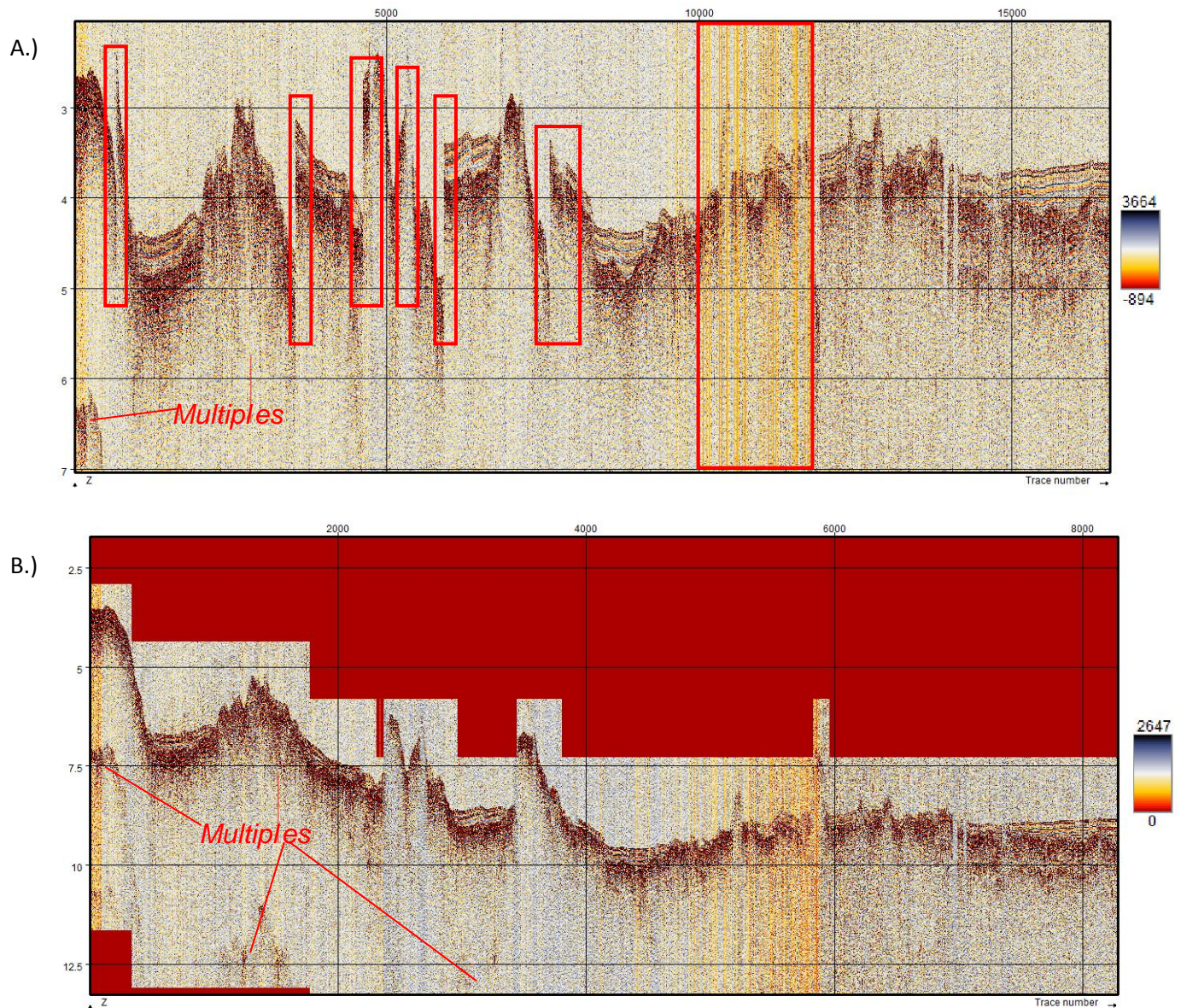


En esta imagen se observa la línea con sus respectivas mejoras en la resolución. **Figura 33.** Línea Sísmica f9wg8831. A.) Línea sísmica original antes de las mejoras del shift en los ejes X y Y. Los recuadros en rojo indican saltos en los ejes vertical y horizontal. Los contrastes de impedancia se notan más en la parte izquierda de la línea. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes en tiempo y número de trazas. Note el corrimiento horizontal de las trazas cambia notoriamente en donde el monte de la derecha salía a las 25000 trazas en la Figura 33 A.) y al hacer la corrección del shift produce un corrimiento del mismo monte en más de 12500 trazas en el eje horizontal.

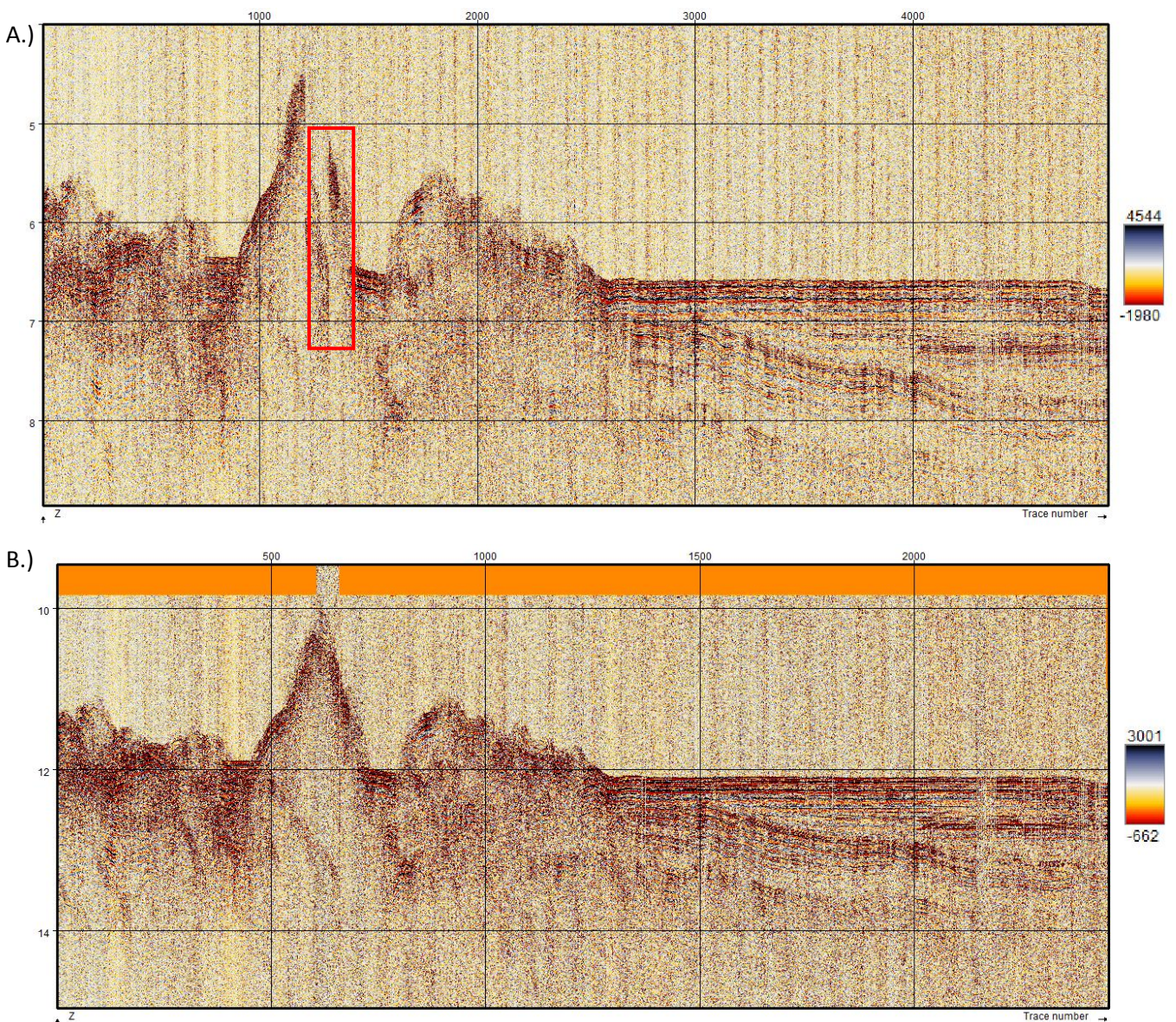


En la siguiente línea regional se observan las mejoras en el shift de los ejes X y Y.

**Figura 34.** Línea Sísmica f9wg8837. A.) Línea sísmica original antes de la mejora. Los recuadros en rojo indican saltos en el shift de profundidad en tiempo y también un corrimiento horizontal en las trazas, además una pérdida alta en la resolución entre las 10000 trazas. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. Se alcanzan a observar múltiples en la parte inferior izquierda de ambas líneas.



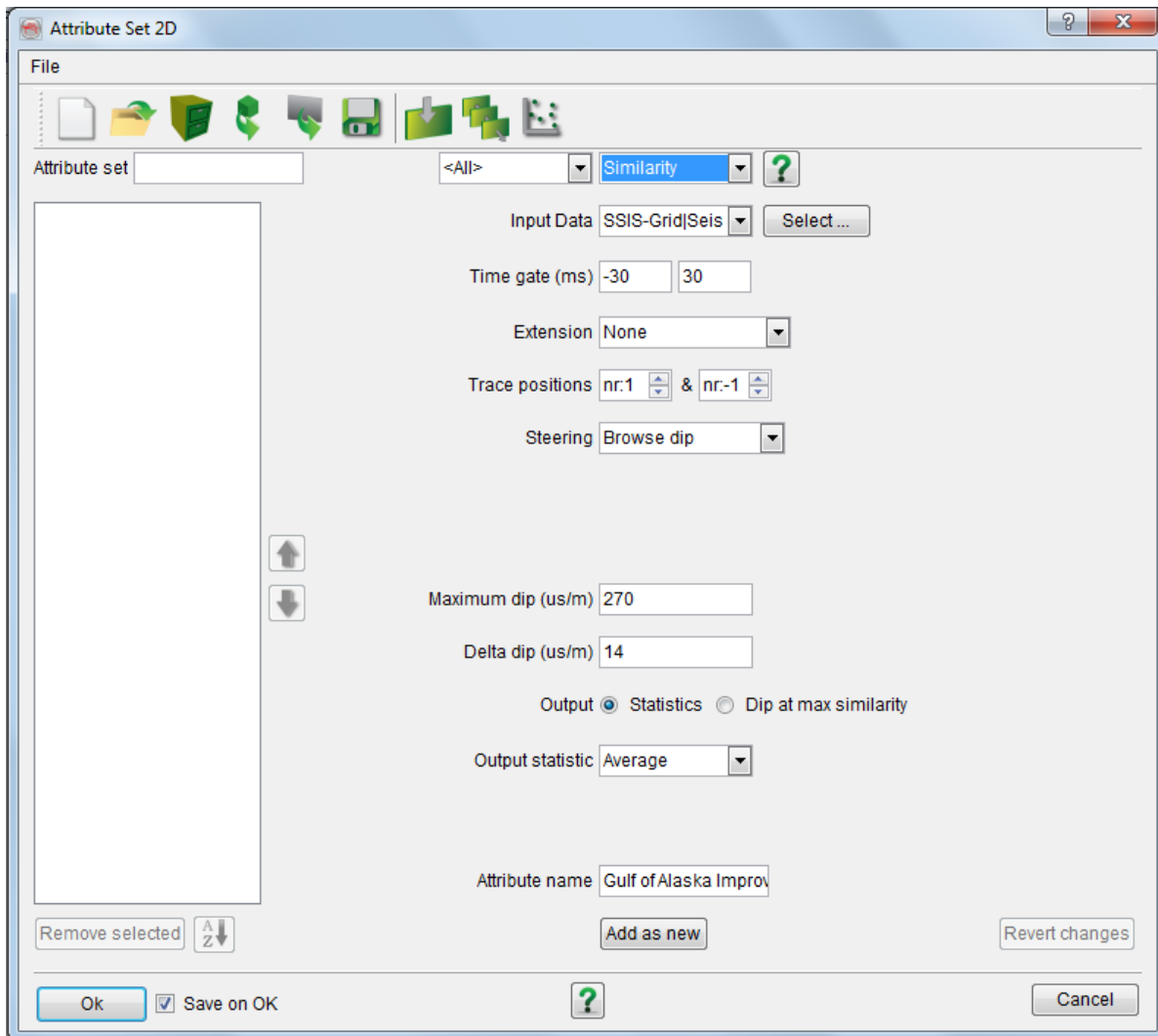
**Figura 35.** Línea Sísmica f9wg8843. A.) Línea sísmica original previo a las correcciones del shift en los eje vertical y horizontal. Esta imagen de buena resolución sísmica presenta unos buenos contrastes en las impedancias acústicas, aunque existe un salto alrededor de las 1000 trazas sobre un monte submarino, antes de la corrección. B.) Línea sísmica original, posterior a la corrección por shift en los ejes. En esta línea también se presenta el evidente salto de las trazas y además el monte submarino que después de la corrección se ubica a más de las 500 trazas.



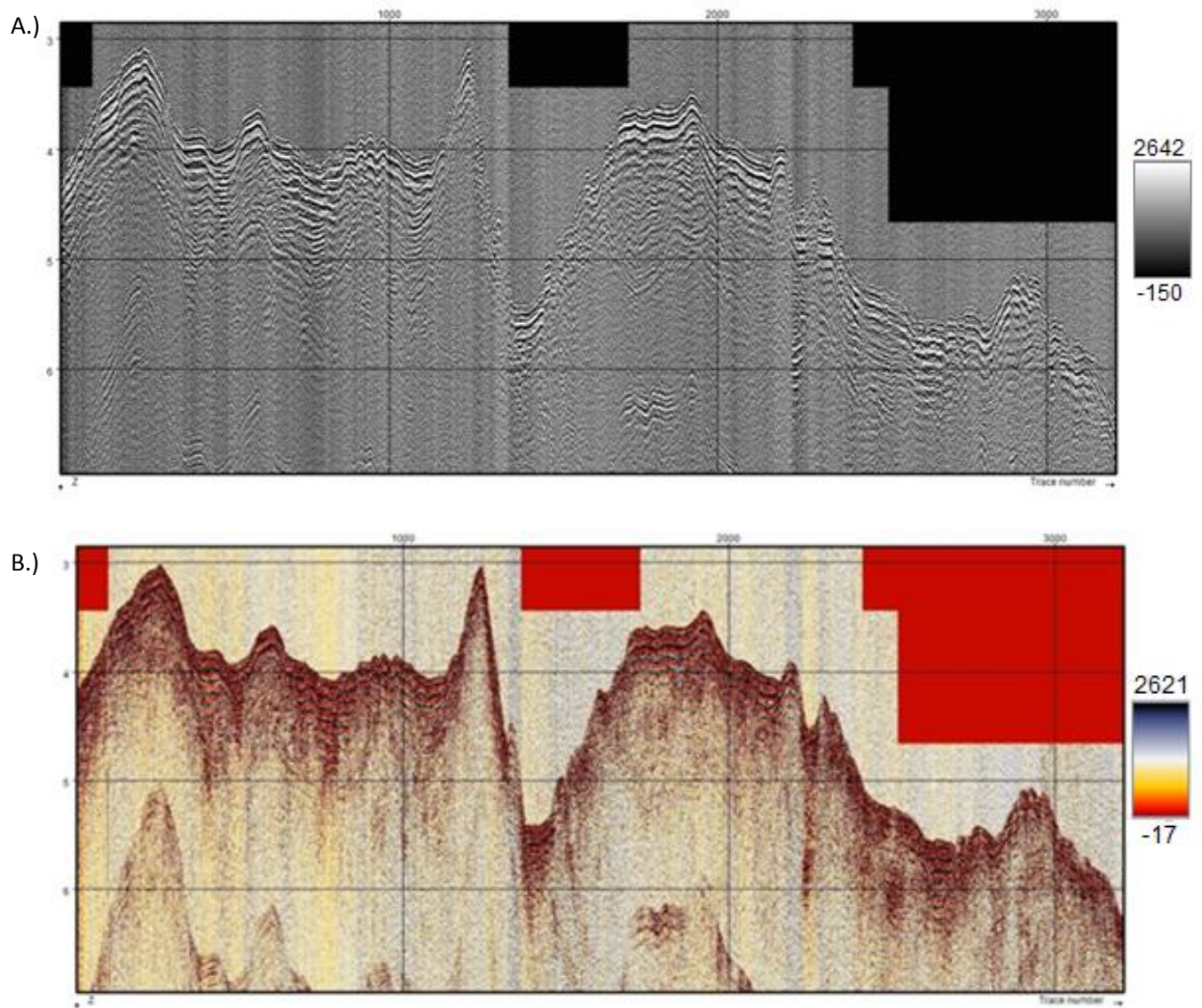
## 5.2.2 APLICACIÓN DEL ATRIBUTO DE SIMILARIDAD

El filtro de Similaridad se utilizó para mejorar la resolución en cuanto a la amplitud lo que generó una mayor resolución sísmica, debido a que resaltaban los contrastes de las impedancias en los estratos sedimentarios de las cuencas en el occidente del Golfo de Alaska. En la siguiente figura se observan los parámetros usados para cada línea sísmica en el cual se les aplicaron como filtro de Similaridad, el cual mejoro la resolución en las imágenes sísmicas.

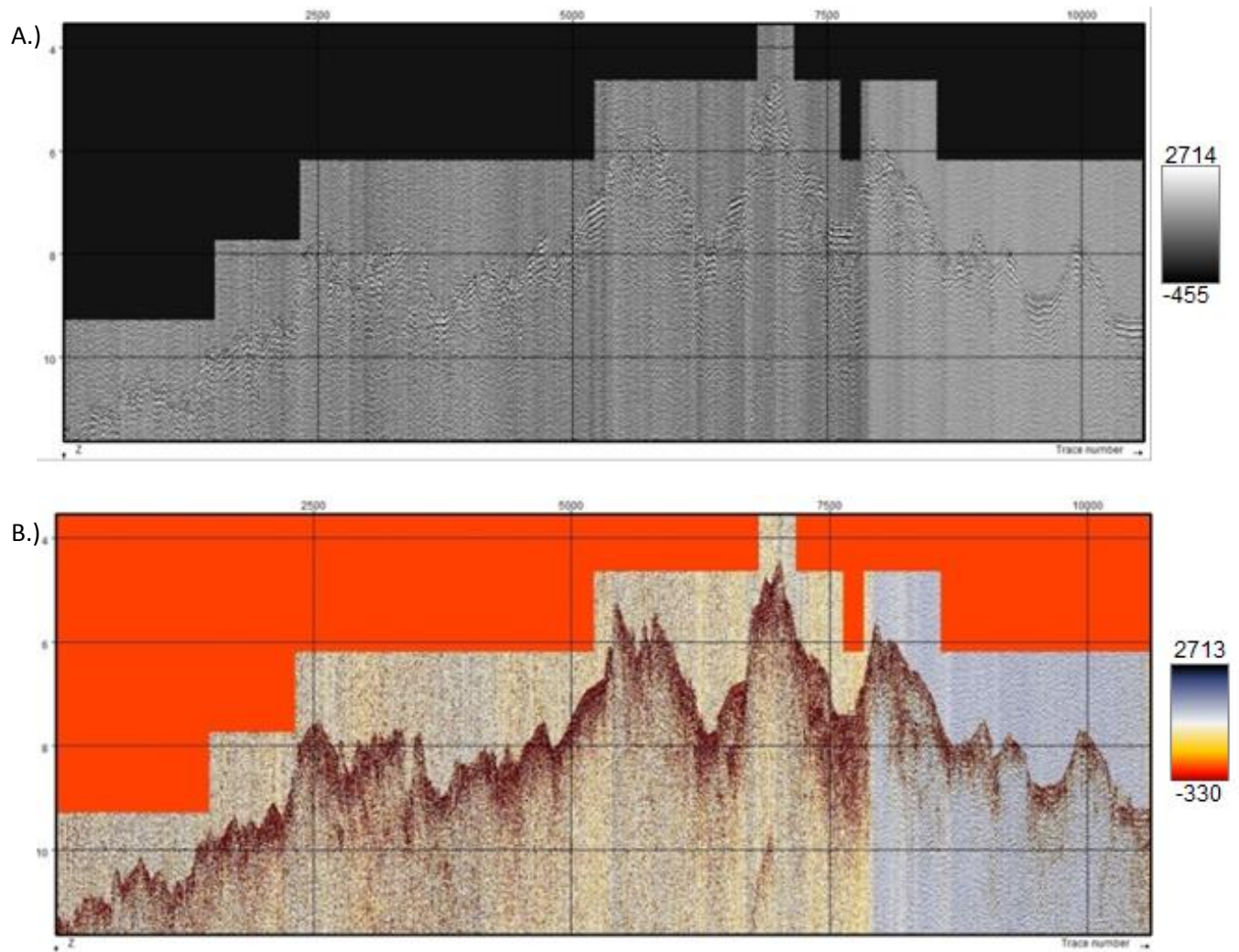
**Figura 36.** Ejemplo de los parámetros usados en el cual se aplicó el atributo de Similaridad en Líneas Sísmicas 2D de la región occidental del Golfo de Alaska.



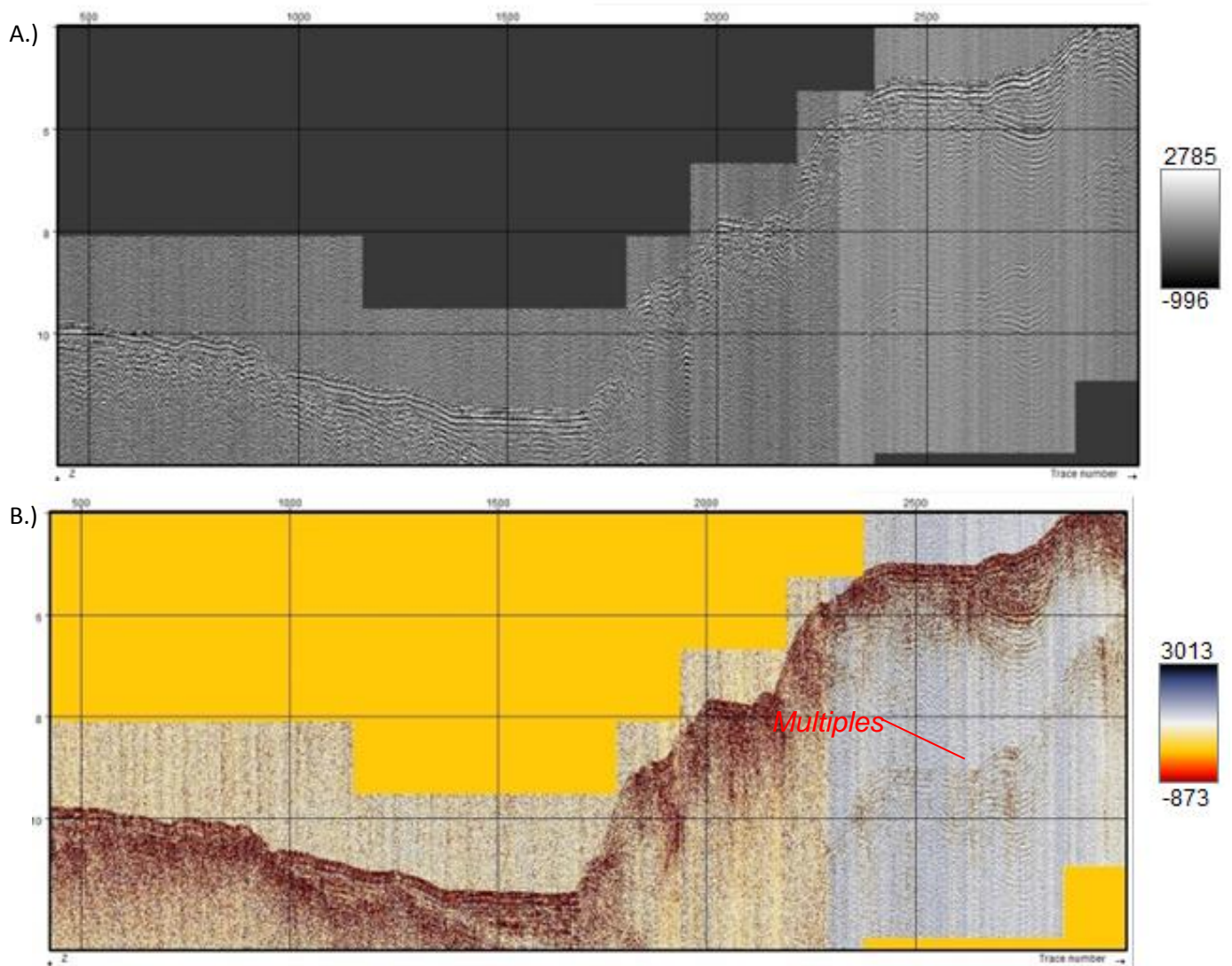
**Figura 37.** Línea Sísmica f9wg8847. A.) Línea con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores con sus contrastes de impedancia. B.) Línea original. Note que hubo mejoras en cuanto a la posición relativa de la profundidad en tiempo y las trazas horizontales.



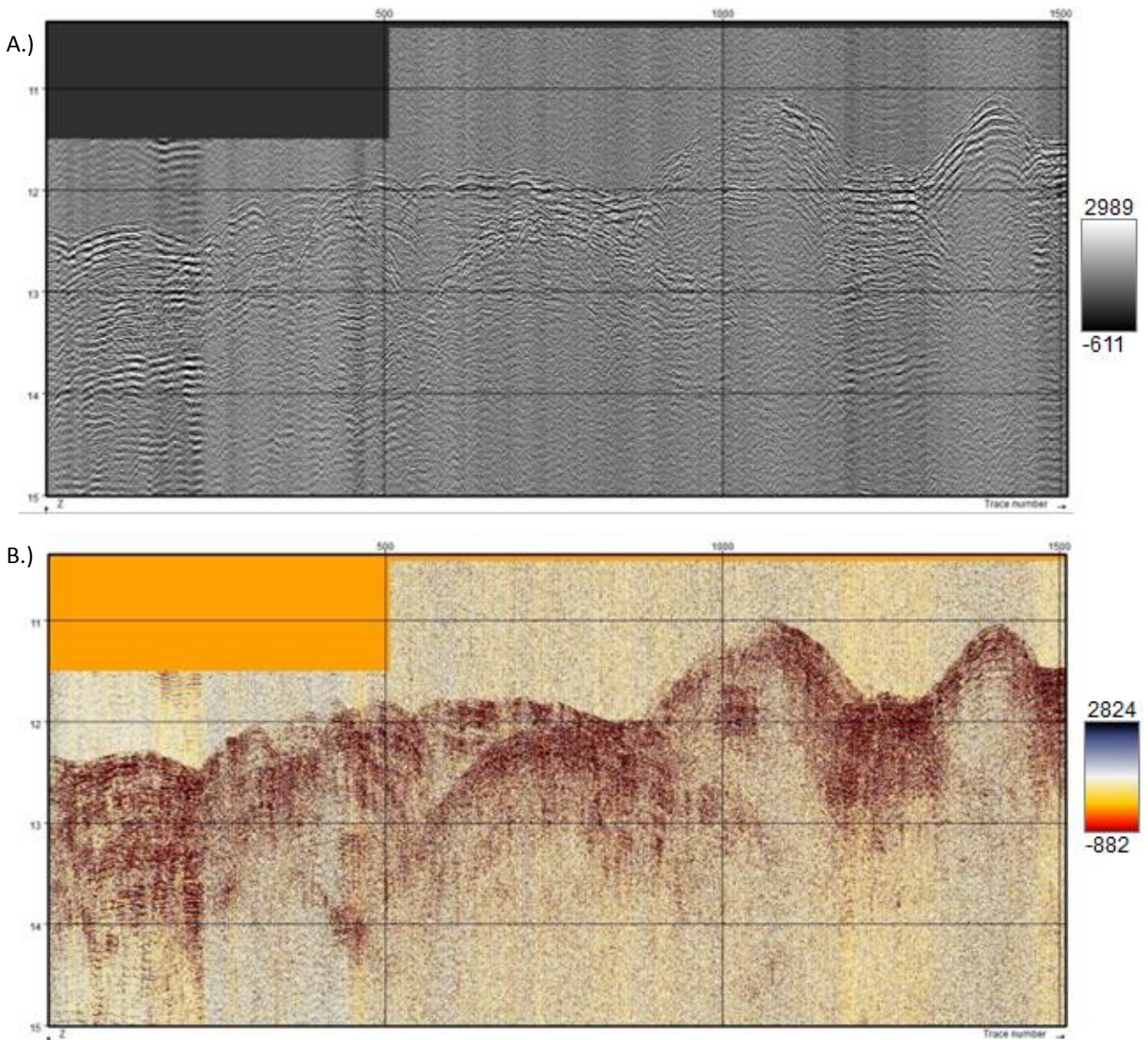
**Figura 38.** Línea Sísmica f9wg8815 A.) Línea con filtro de Similitud. Se evidencia mejor los contrastes de las impedancias con respecto a la línea original. B.) Línea original. Eso se puede notar en las mejoras que hubo en las partes de color naranja. La Línea original tiene un *overlap ratio* de 1, un porcentaje de 2,5 en el *clipping* simétrico.



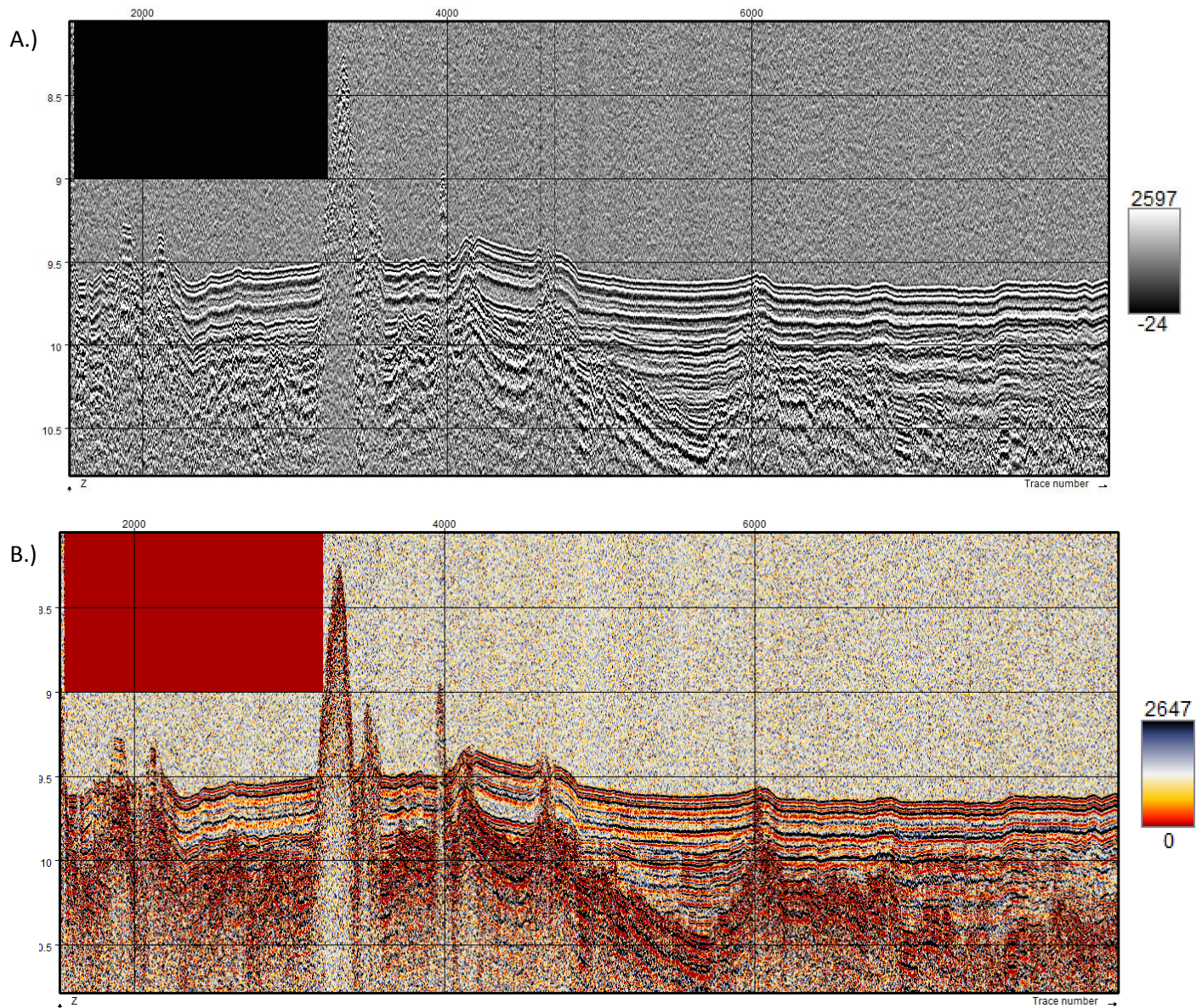
**Figura 39.** Línea Sísmica f9wg8822. A.) En parte superior tenemos la imagen con filtro de Similitud, dado que esta línea sísmica es más regional casi no se notan los contrastes de impedancia pero son más evidentes que en la línea original. B.) Línea sísmica original. En esta imagen son más notorias las reflexiones múltiples del segmento derecho de la línea sísmica, las cuales casi que desaparecen en la línea con filtro de Similitud.



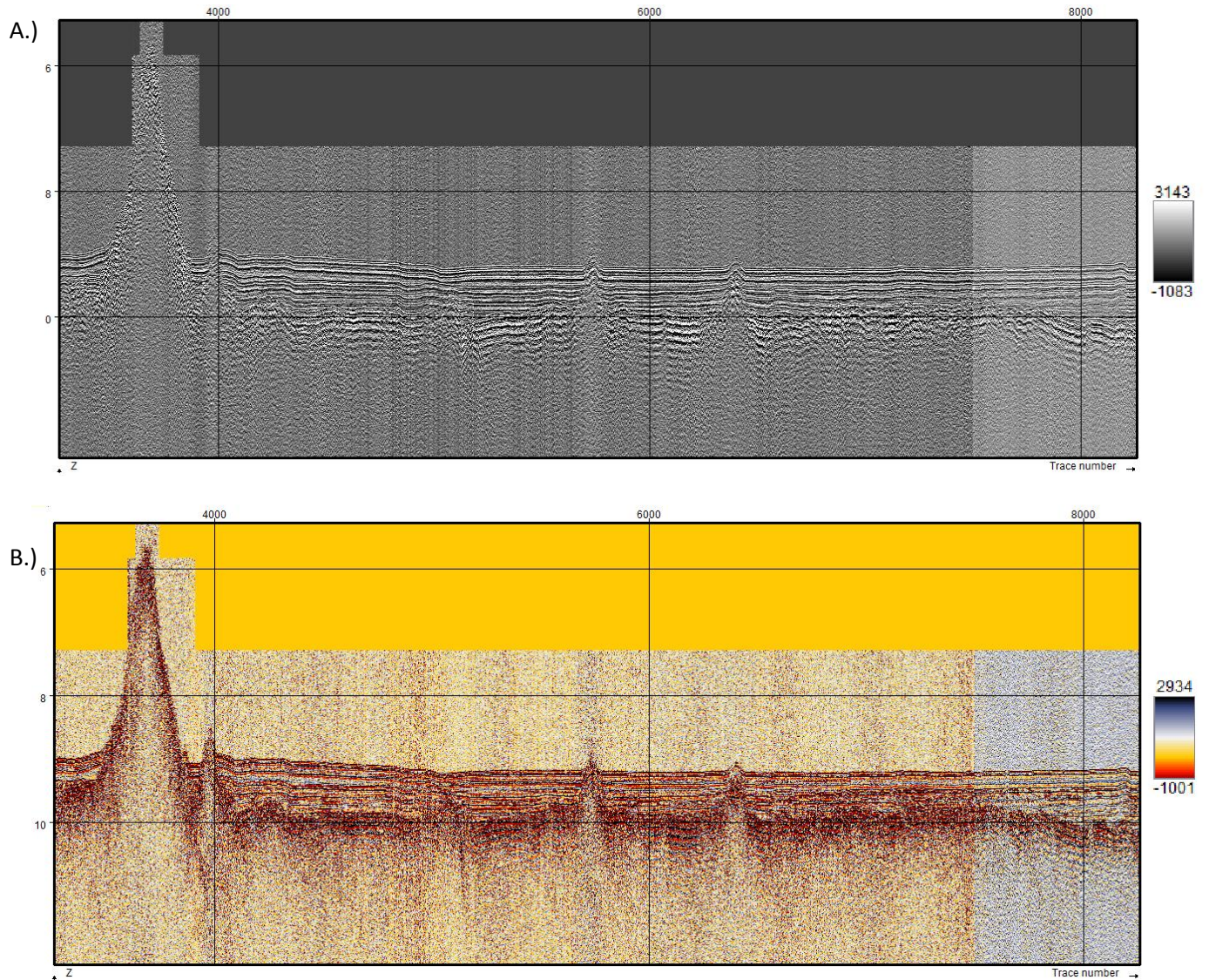
**Figura 40.** Línea Sísmica f9wg8845. A.) Línea con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores con sus contrastes de impedancia, en las áreas deformadas por el emplazamiento del basamento en la corteza oceánica. B.) Línea original. Sobre el Basamento se encuentran estratos sedimentarios deformados, pero que son más evidentes con el filtro de Similitud.



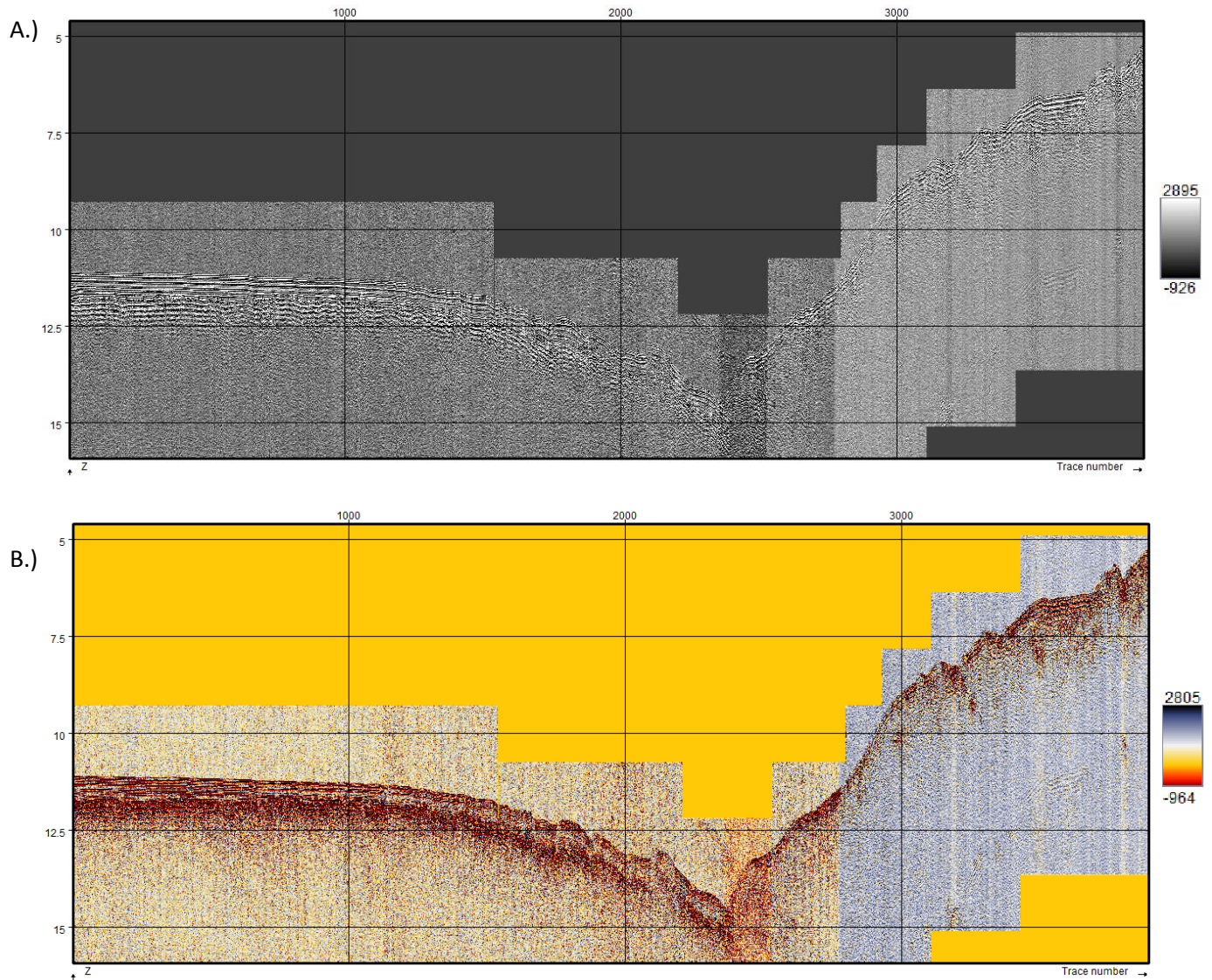
**Figura 41.** Línea Sísmica f9wg8801. A.) Línea con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores con sus contrastes en las impedancias acústicas de los estratos sedimentarios deformados por el emplazamiento del basamento en la corteza oceánica. B.) Línea original. Esta línea debido al aumento en el zoom se puede notar bien los contrastes de las impedancias acústicas.



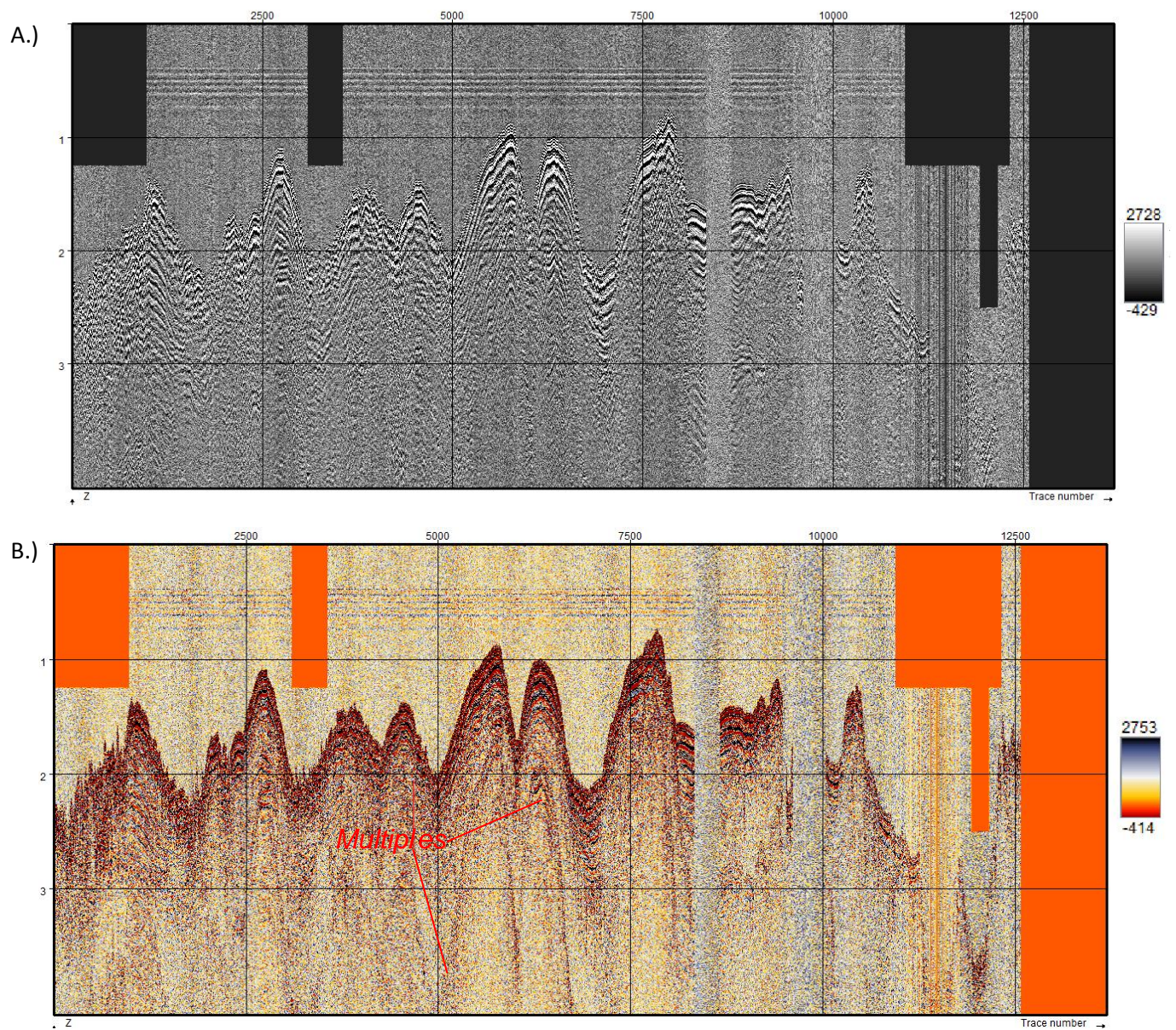
**Figura 42.** Línea Sísmica f9wg8805. A.) Línea con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores con respecto de los contrastes de impedancias acústicas, aunque en el intrusivo casi no es posible tener resolución que forma al monte submarino de la izquierda. B.) Línea original.



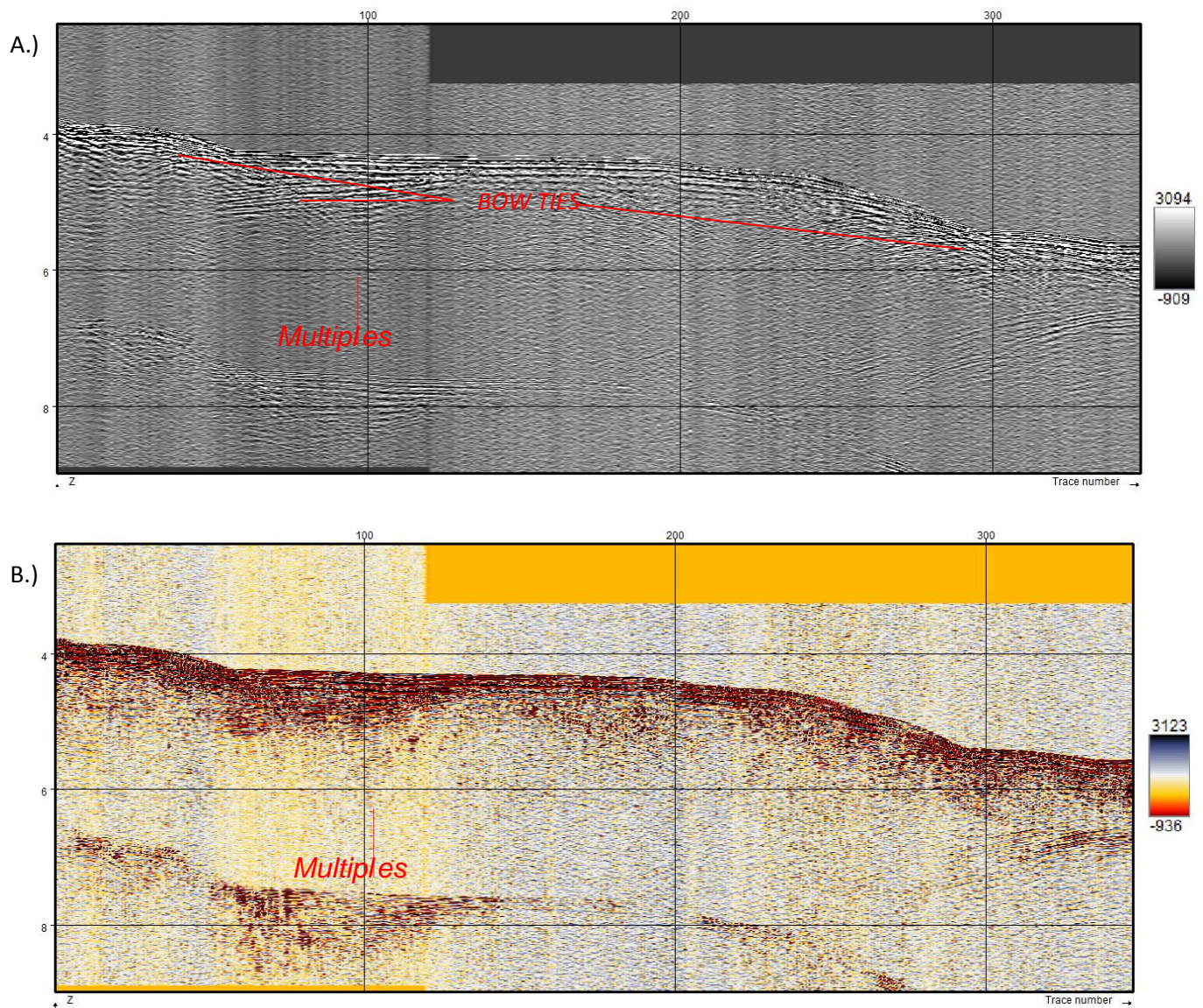
**Figura 43.** Línea Sísmica f9wg8810. A.) Línea con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores con sus contrastes de impedancias acústicas. B.) Línea original.



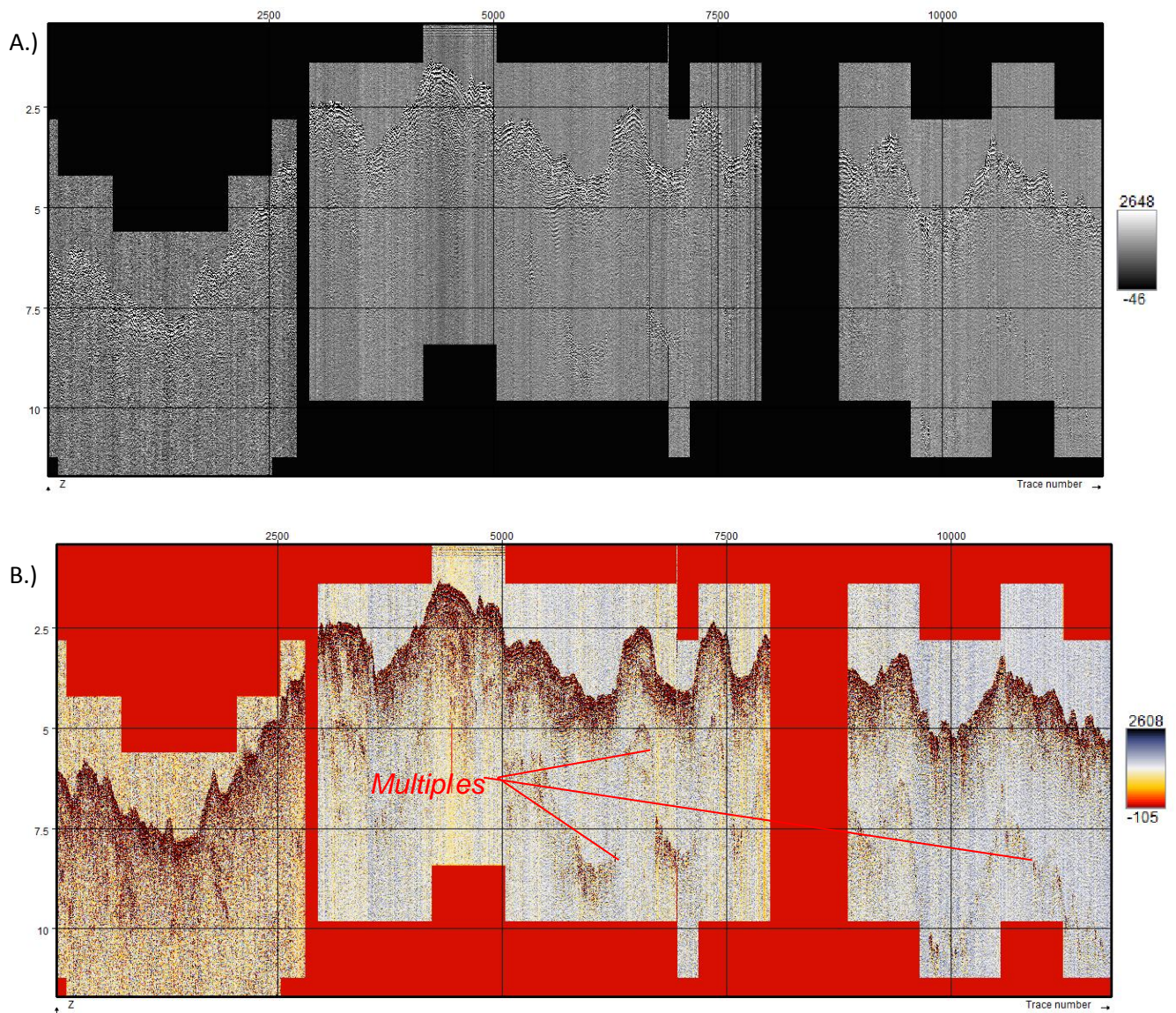
**Figura 44.** Línea Sísmica f9wg8811. A.) Línea sísmica con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores con sus contrastes de impedancias acústicas de los estratos deformados por el emplazamiento de cuerpos intrusivos sobre la corteza oceánica. B.) Línea original. En la posición donde se nota la ausencia de trazas no fue posible tener datos de esos puntos, por eso en la línea mejorada aun aparecen sin registro sísmico.



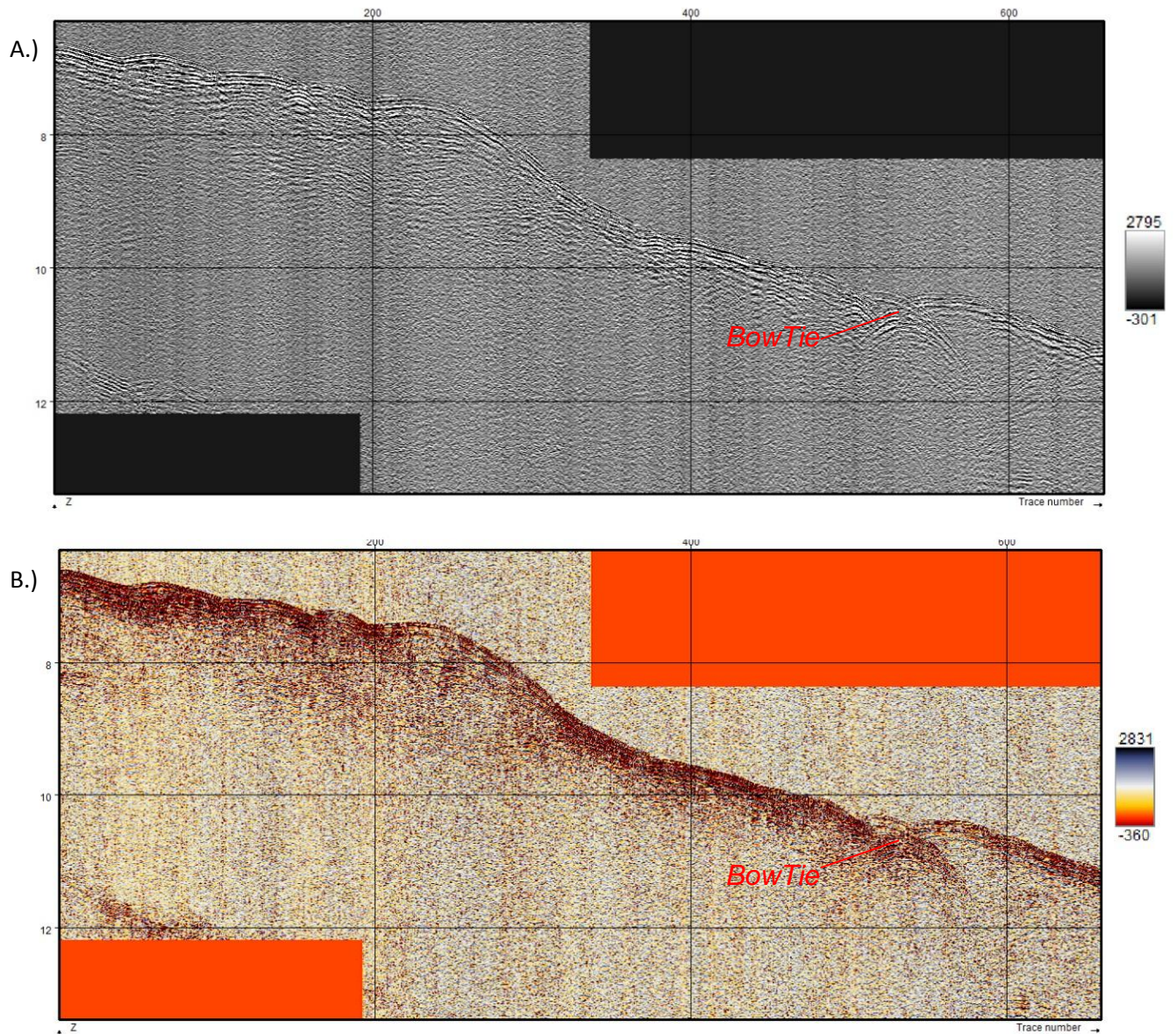
**Figura 45.** Línea Sísmica f9wg8812. A.) Línea Sísmica con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores debido a sus contrastes de impedancias acústicas. B.) Línea original. Aunque se observan aun las reflexiones múltiples se redujeron un poco las difracciones de los *Bow Ties*.



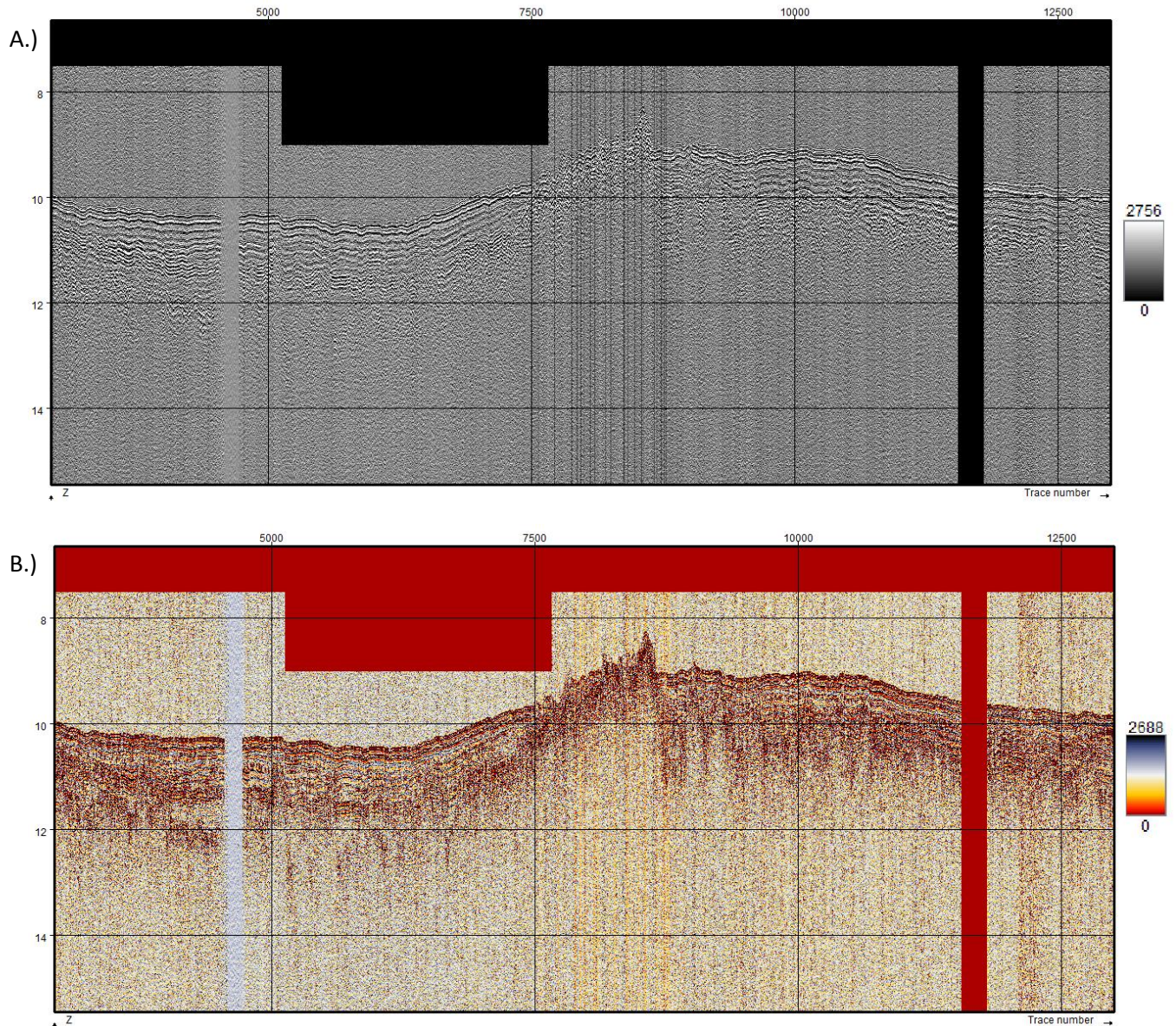
**Figura 46.** Línea Sísmica f9wg8813. A.) Línea Sísmica con el filtro de Similaridad. Note que se pueden evidenciar mejor las amplitudes por los contrastes de las impedancias acústicas de los estratos sedimentarios deformados causados por el emplazamiento de cuerpos intrusivos a través de la corteza oceánica.) Línea original. En esta línea se observan los múltiples los cuales pueden eliminarse con el filtro de radón o también aplicándole migración que los elimine completamente.



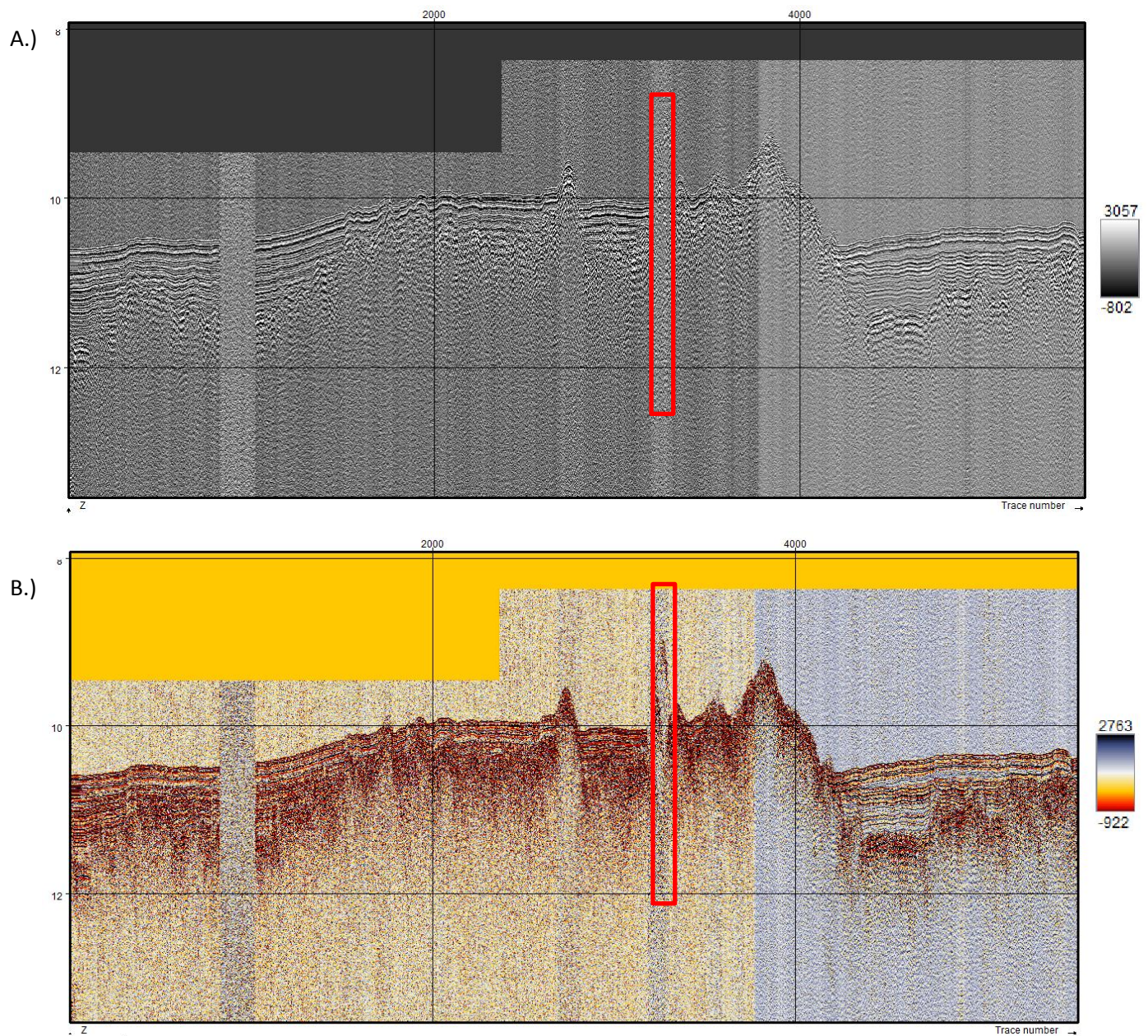
**Figura 47.** Línea Sísmica f9wg8814. A.) Línea sísmica con el filtro de Similaridad, con este atributo es posible mejorar la resolución de las amplitudes con respecto a los contrastes de las impedancias acústicas. B.) Línea sísmica original. En esta imagen en comparación con la figura A.), el Bow Tie casi no se nota como que con el filtro de Similaridad.



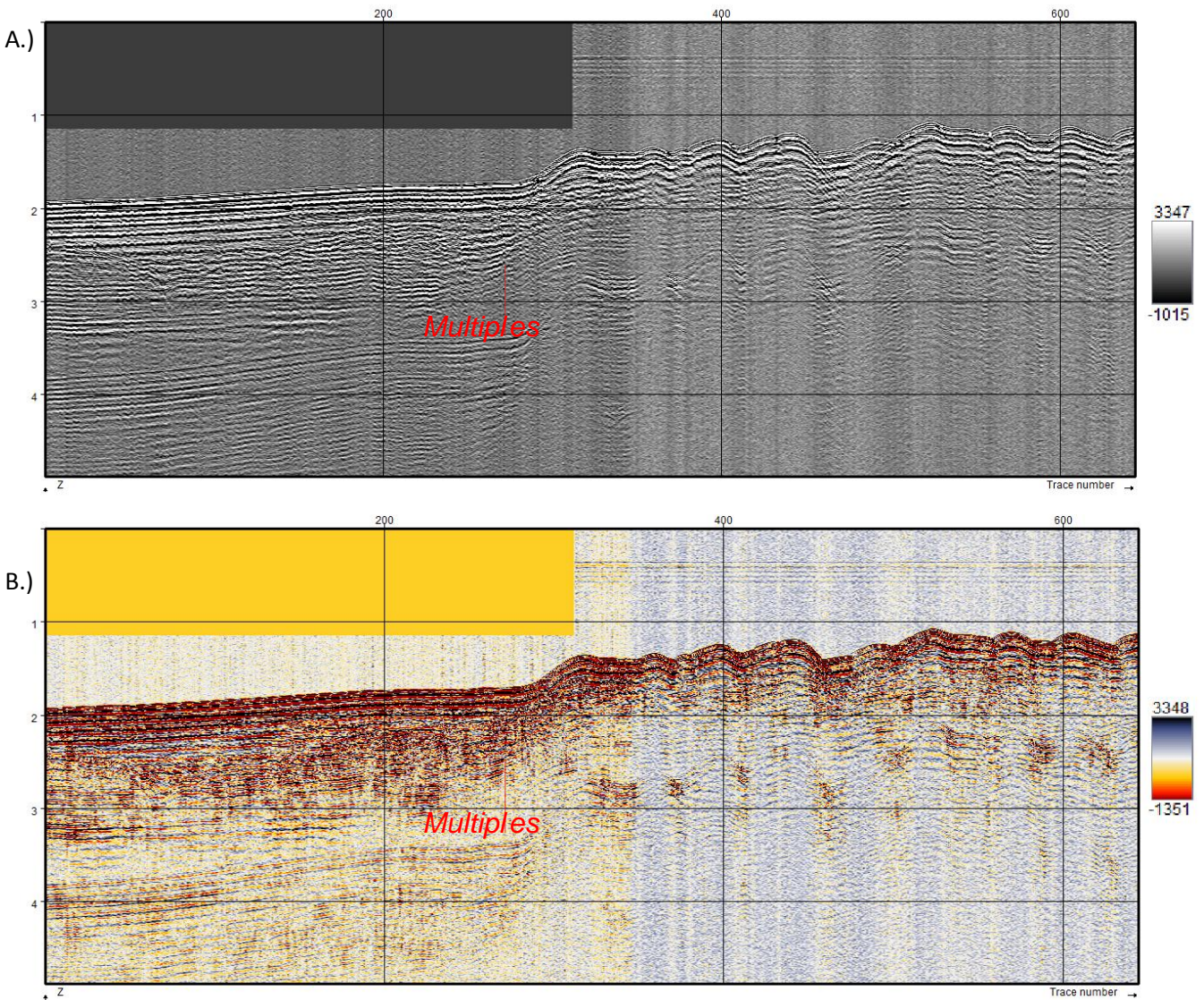
**Figura 48.** Línea Sísmica f9wg8819. A.) Línea sísmica con filtro de Similitud, este filtro permite destacar los contrastes de las impedancias acústicas en los estratos sedimentarios. B.) Línea sísmica original, note las mejoras a lo largo de esta línea, aunque en las regiones sin registro sísmico siguen en blanco y en rojo debido a problemas durante la adquisición de los datos.



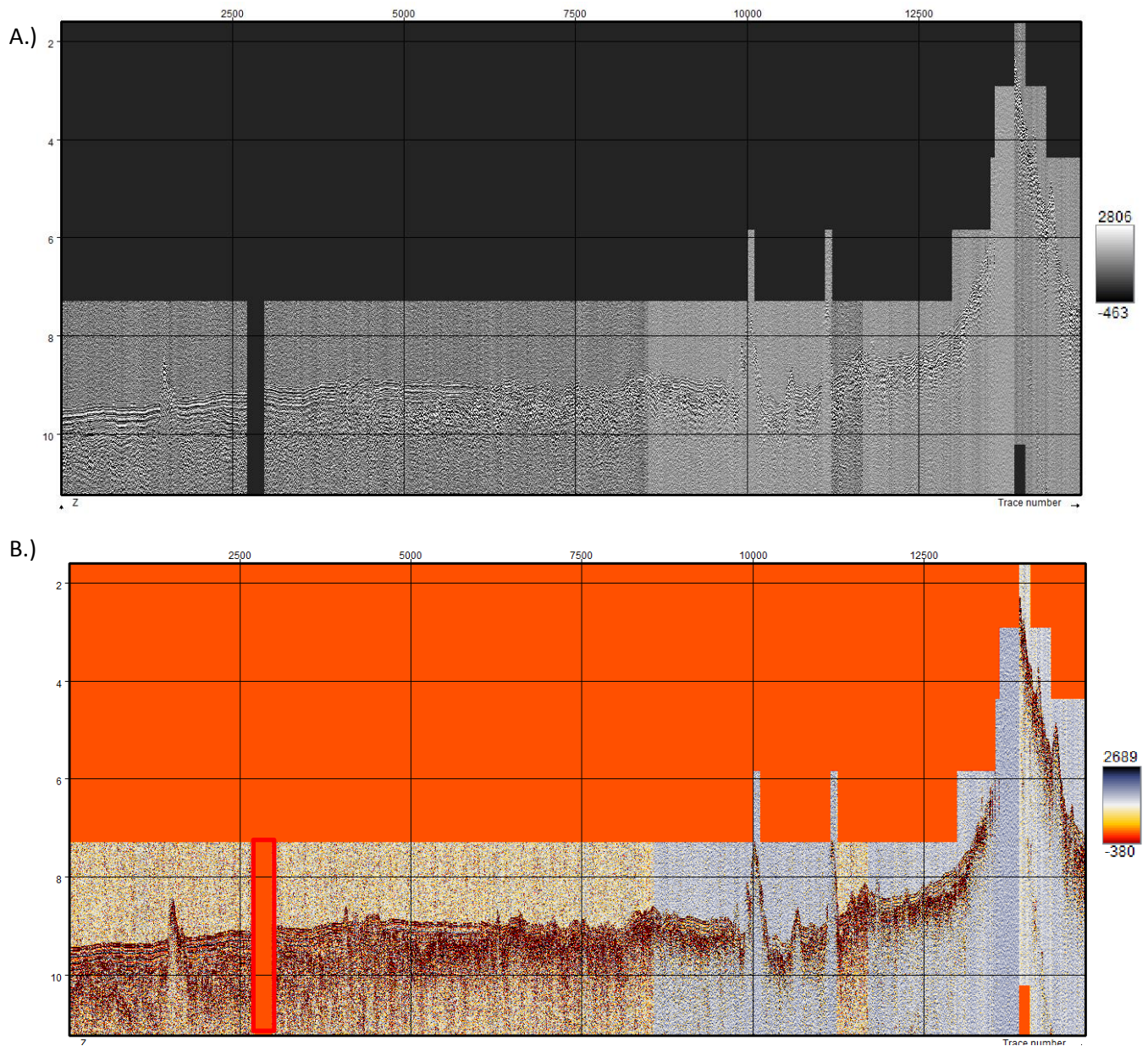
**Figura 49.** Línea Sísmica f9wg8821. A.) Línea sísmica con filtro de Similitud, esta línea se observan más claramente los contrastes de las impedancias en los reflectores sedimentarios. B.) Línea sísmica original, observe que los saltos se mejoraron; excepto en las trazas que se encuentran en el recuadro en rojo, en donde todavía no se aprecia muy bien si es un salto o muy probablemente otro monte submarino. En gran parte de la línea se presenta continuidad en fondo marino que da una idea real de su topografía.



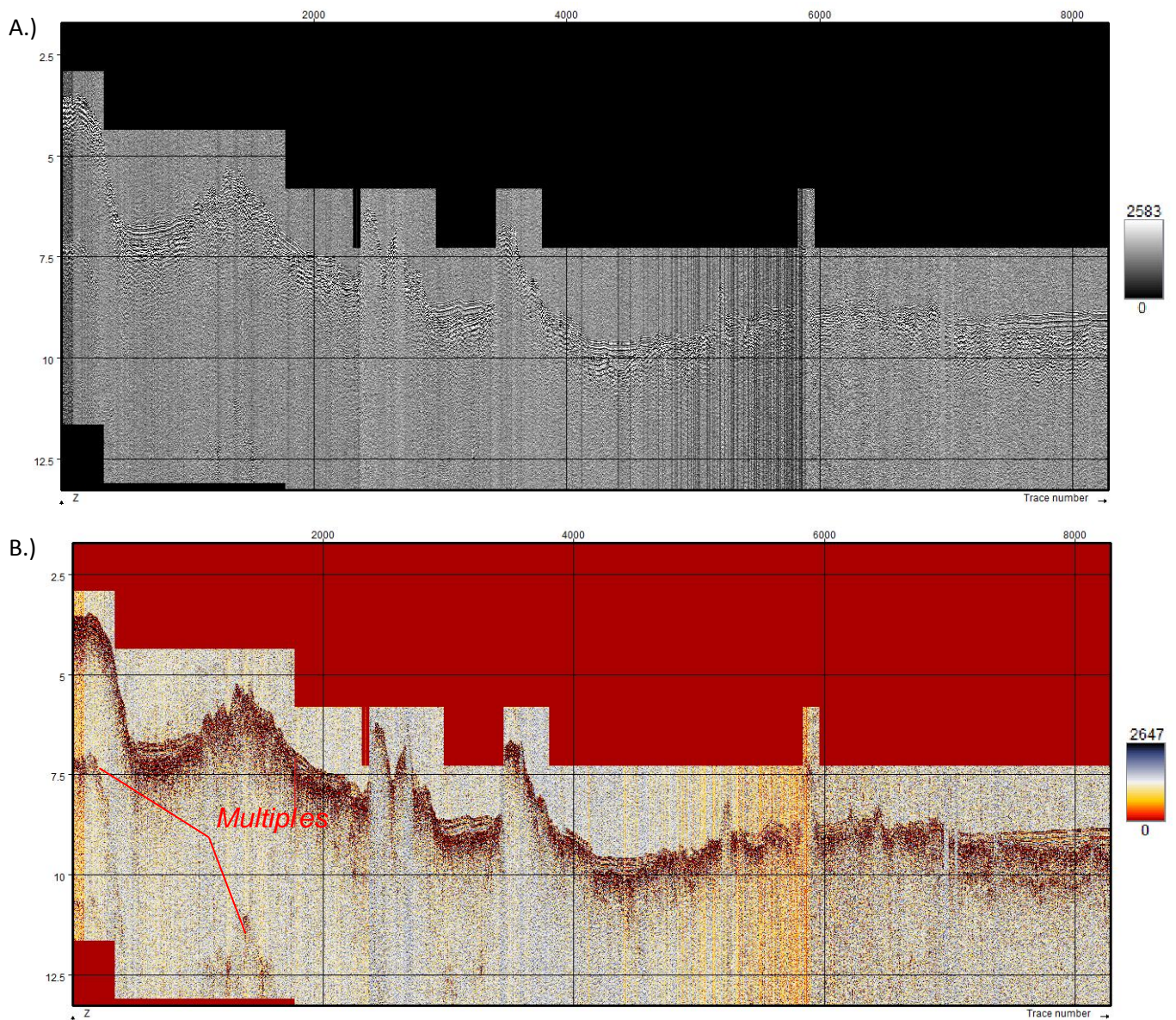
**Figura 50.** Línea Sísmica f9wg8823. A.) Línea con filtro de Similitud en donde se observa mejor la continuidad de los reflectores con sus contrastes de impedancias acústicas en los reflectores sedimentarios, note también que con este filtro casi no se perciben los múltiples como en la línea original. B.) Línea original. En esta línea se resaltan los múltiples los cuales pueden eliminarse con el filtro de radón o también aplicándole migración que se supriman completamente.



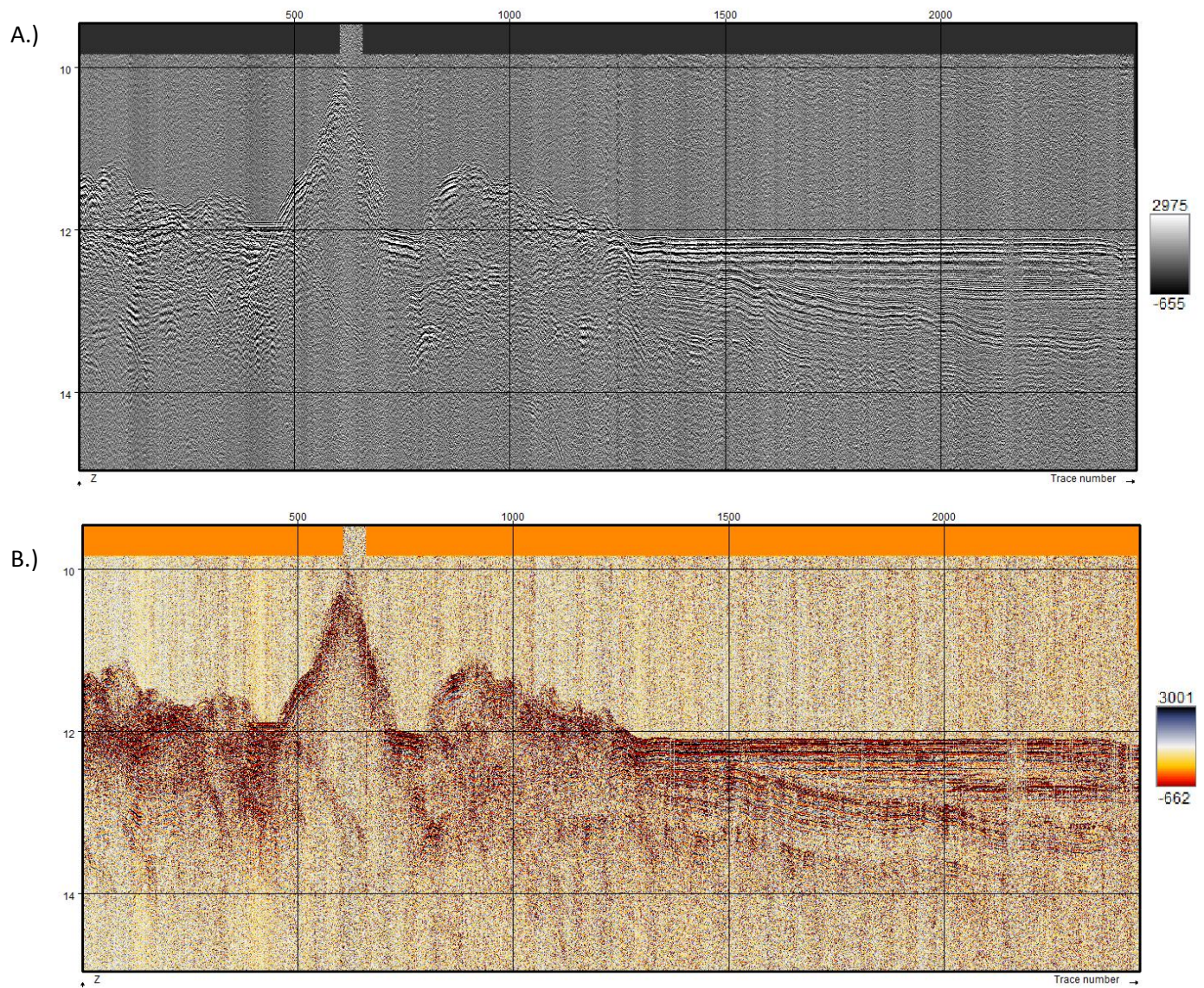
**Figura 51.** Línea Sísmica f9wg8831. A.) Línea sísmica con filtro de Similitud, note que a pesar de que esta línea es regional al aumentar con un zoom se pueden apreciar perfectamente la continuidad de los contrastes de impedancia y se mejora sustancialmente la imagen con respecto a la original. B.) Línea sísmica original, en esta imagen note que se alcanzó a recuperar ciertas trazas del monte submarino en el sector derecho, aunque si existen pérdidas del registro sísmico en dos sectores de toda la línea.



**Figura 52.** Línea Sísmica f9wg8837. A.) Línea sísmica con filtro de Similitud, en esta línea se observa que los múltiples casi desaparecen de la imagen no obstante dado que es una línea regional se observan en gran calidad los contrastes de las impedancias acústica en los reflectores sedimentarios. B.) Línea sísmica original, en esta línea se observa claramente que la resolución sísmica aumenta y se recupera resolución. No obstante se siguen observando los múltiples de los montes submarinos que son casi invisibles cuando se le aplico el filtro de Similitud.

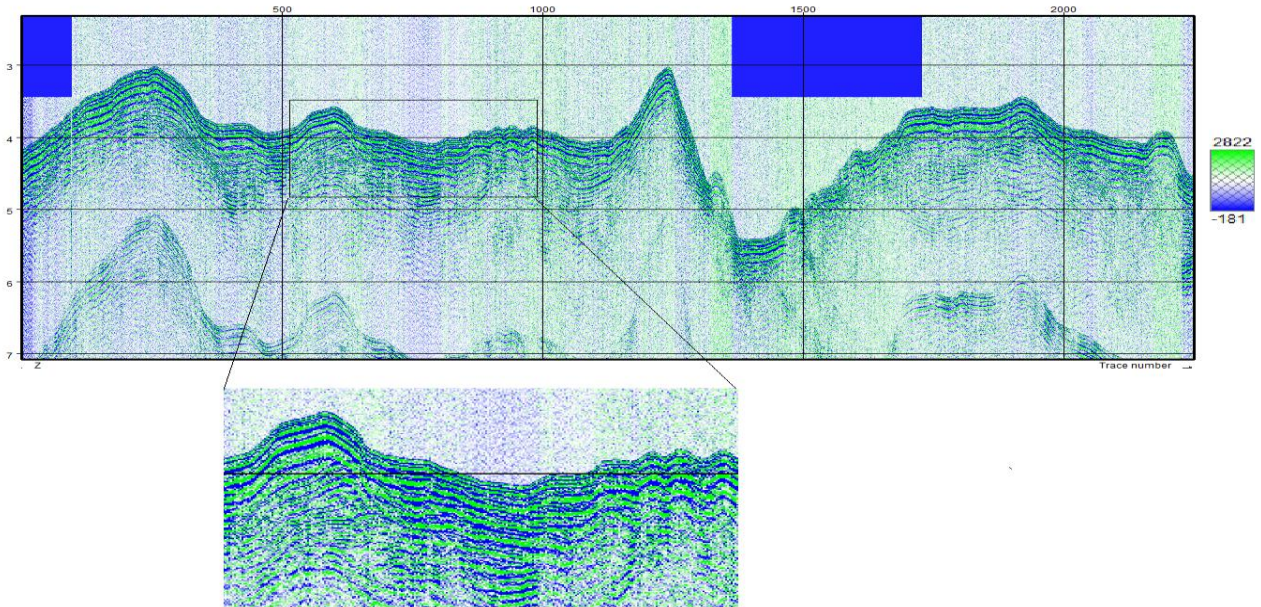


**Figura 53.** Línea Sísmica f9wg8843. A.) Línea sísmica con filtro de Similitud, note que la resolución aumenta con respecto a los contrastes de las impedancias y se observa en gran medida la discordancia angular de los estratos sedimentarios del margen derecho de la imagen. B.) Línea sísmica original, note que el monte submarino ya tiene una estructura real. La evidencia de la buena resolución sísmica está en la discordancia angular presentada en el margen derecho de la imagen y la continuidad sin saltos evidentes del fondo marino.

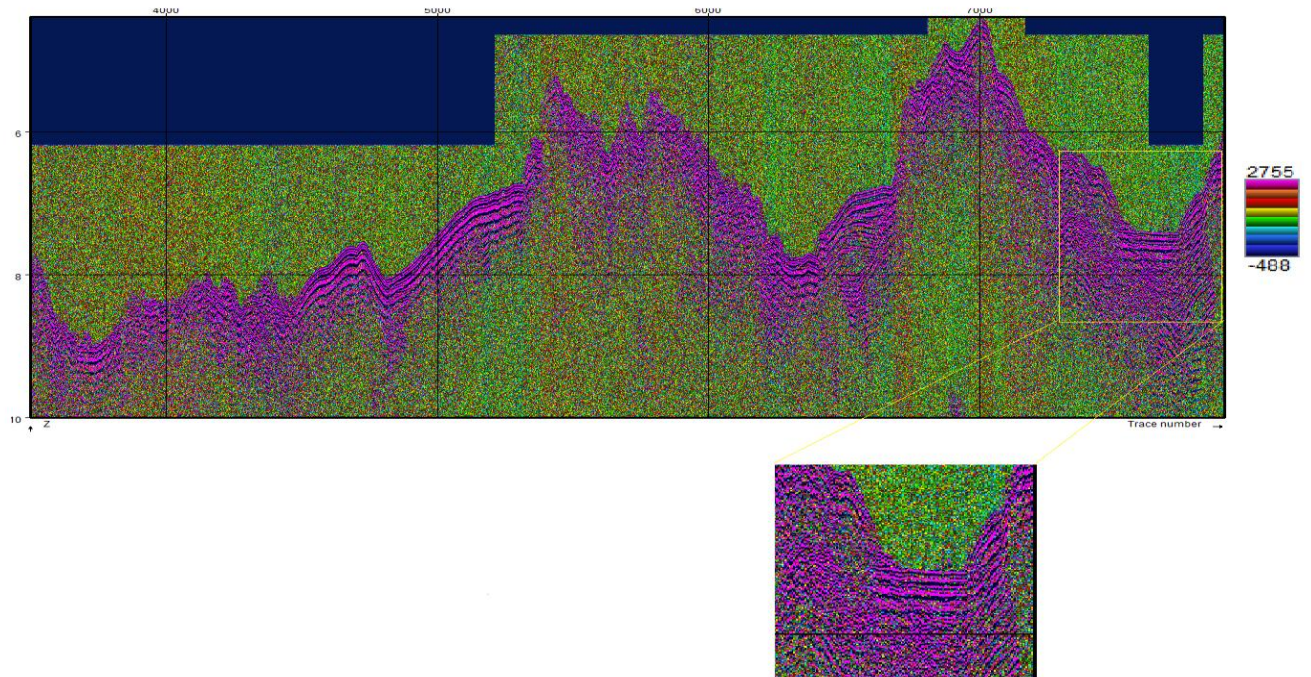


### 5.2.3 APLICACIÓN DE OTROS ATRIBUTOS SISMICOS

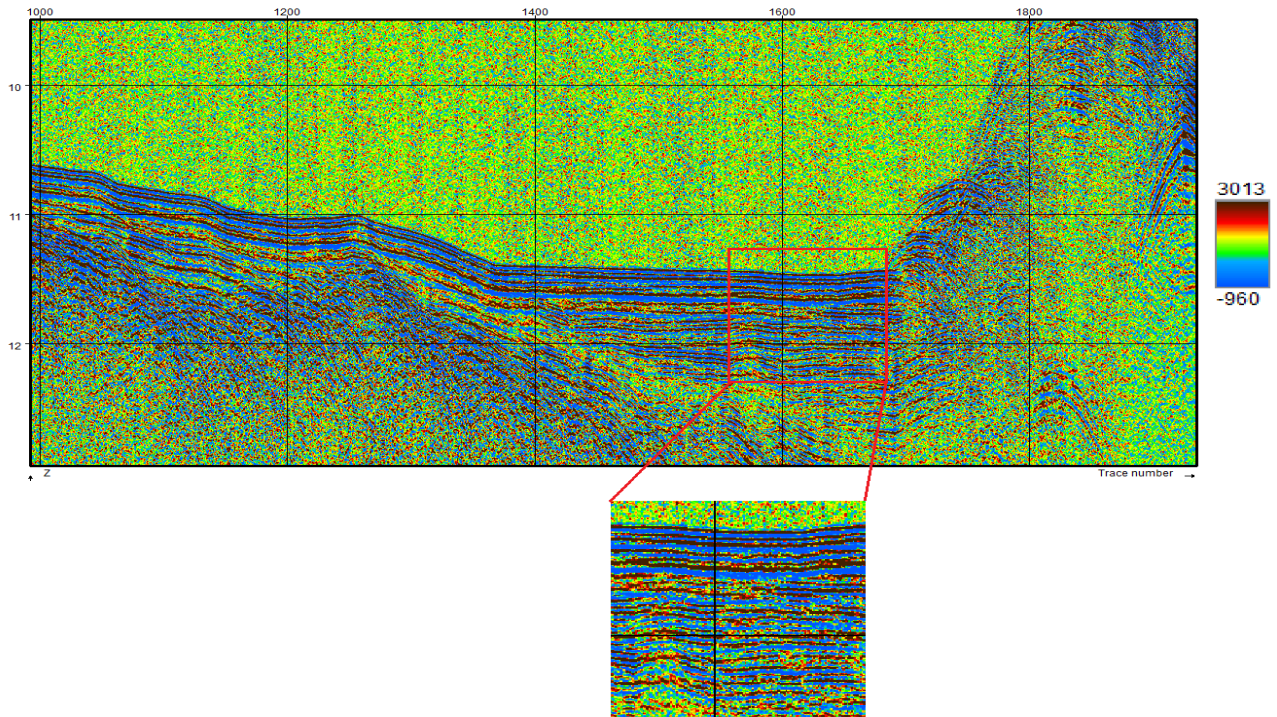
**Figura 54.** Línea Sismica f9wg8847 con el filtro de *Dip Steering*. En este atributo se le aplicaron los siguientes parámetros: Time gate (ms)=-25,25; Maximum dip (us/m)=270, Delta dip (us/m)=14. En cuadro de aumento muestra los contrastes resaltados en la escala del atributo teniendo en cuenta los buzamientos en 2D.



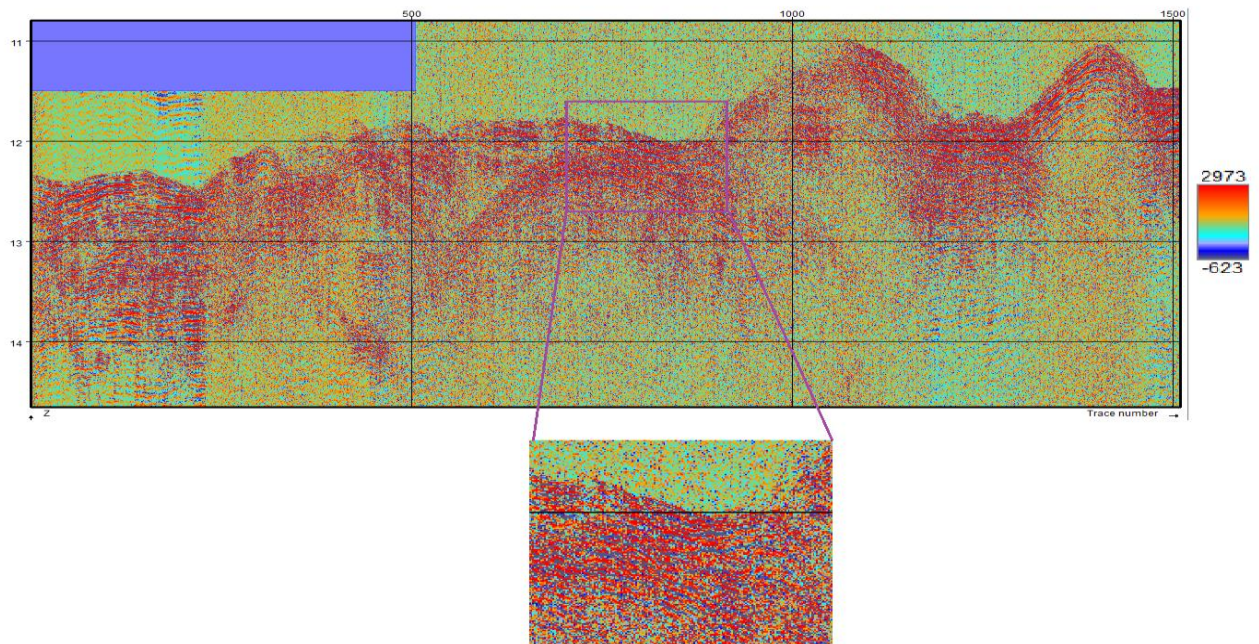
**Figura 55.** Línea Sismica f9wg8815 con el filtro de *Contour Gradient*. Este atributo se le aplicaron los siguientes parámetros: Time gate (ms)=-26,26; Maximum dip (us/m)=250, Delta dip (us/m)=10. En el cuadro de aumento se puede apreciar los contrastes con mejor resolución que la misma línea en la otra sección.



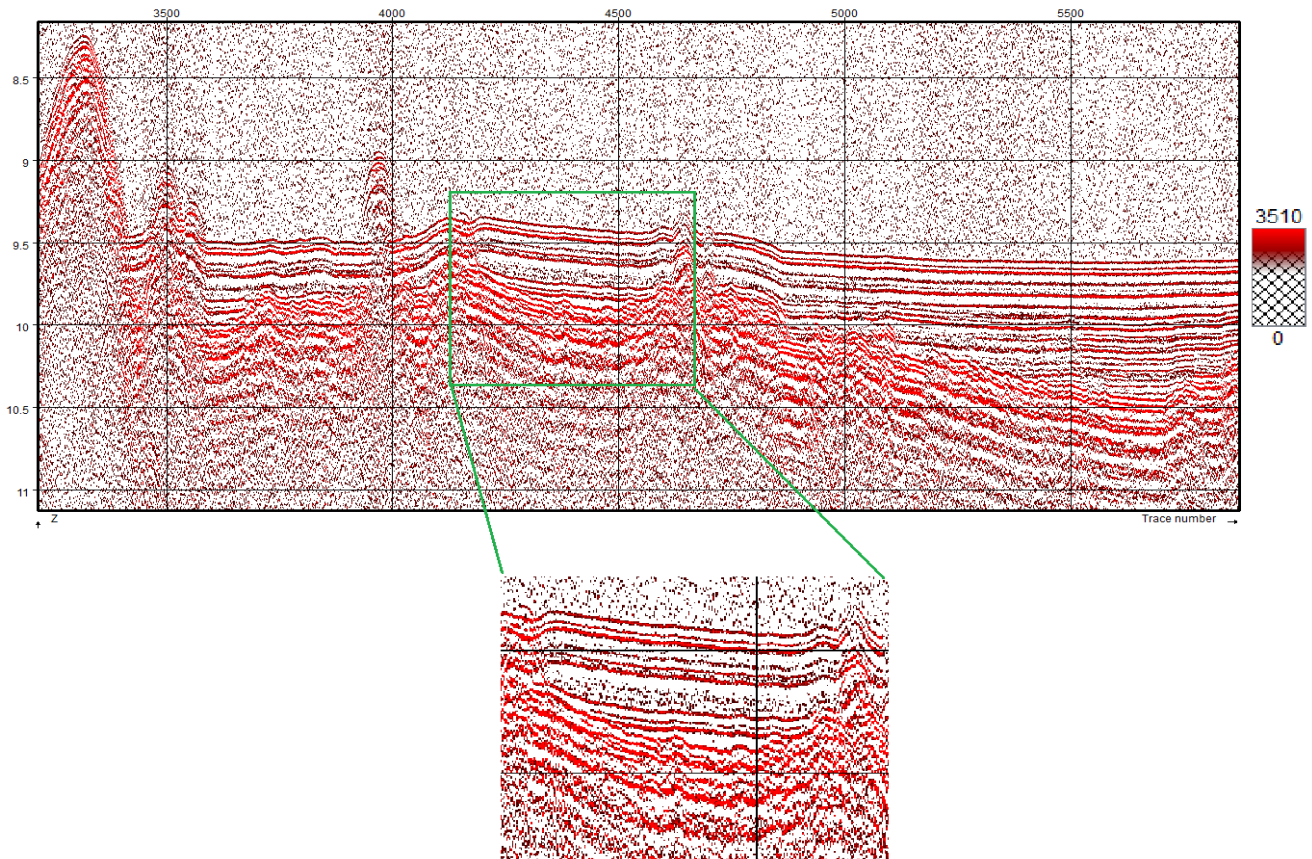
**Figura 56.** Línea Sísmica f9wg8822 con filtro de Porosidad. Este atributo se le aplicaron los siguientes parámetros: Time gate (ms)=-31,31; Maximum dip (us/m)=230, Delta dip (us/m)=18. En el cuadro de aumento se puede apreciar los estratos que mejor porosidad presenta en este caso los de color café y rojo.



**Figura 57.** Línea Sísmica f9wg8845 con filtro de Presion. Este atributo se le aplicaron los siguientes parámetros: Time gate (ms)=-31,31; Maximum dip (us/m)=230, Delta dip (us/m)=18. En el cuadro de aumento se puede apreciar los estratos que tienen mayor presión litostática que son los de color rojo.



**Figura 58.** Linea Sismica f9wg8801 con filtro de Energia Sismica. Este atributo se le aplicaron los siguientes parámetros: Time gate (ms)=-35,35; Maximum dip (us/m)=270, Delta dip (us/m)=18. En el cuadro de aumento se puede apreciar los estratos que tienen mayor energía sísmica que son los de color rojo.



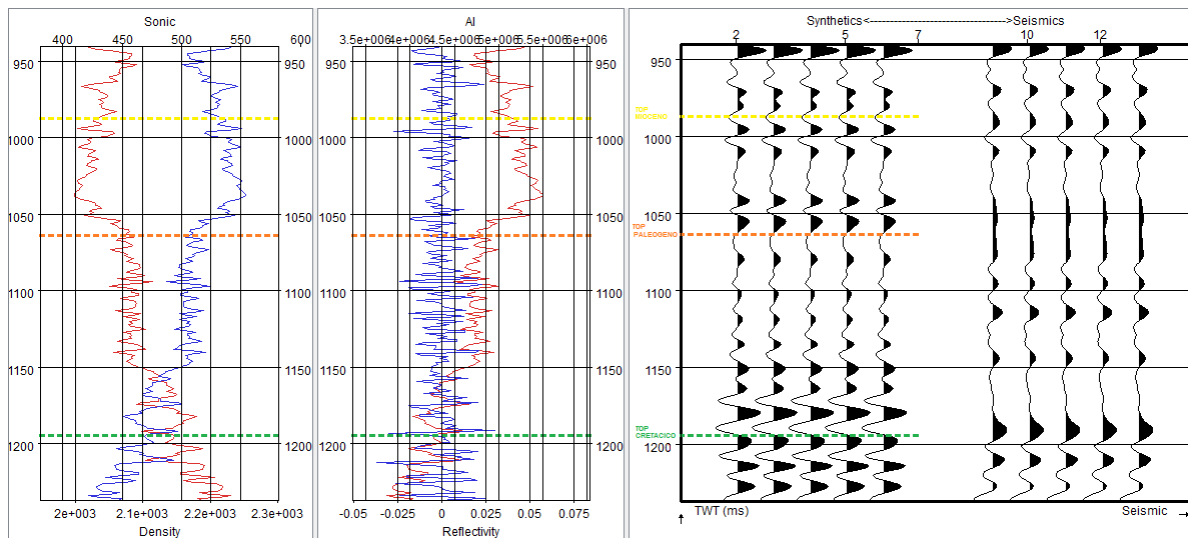
Los atributos sísmicos nos permiten reconocer algunas propiedades intrínsecas en las cuencas sedimentarias, algunas como se resalta en capítulos anteriores son útiles para mejorar la resolución sísmica de las imágenes, otras para determinar propiedades de las litologías como por ejemplo el filtro de porosidad, que nos ayuda a detectar las áreas que mayor porosidad y por ende la capacidad de almacenar fluidos. También existen atributos que me ayudan a determinar las propiedades geométricas de las cuencas sedimentarias como lo es con el filtro de Buzamiento y Gradiente de Contornos, también encontramos atributos sísmicos que me indican los esfuerzos a los que están sometidos los estratos y la energía de propagación de las ondas acústicas en las que se les aplica los filtros de

Presion y Energia Sismica respectivamente. En los anexos de este libro se encuentran las lineas estudiadas con los diferentes atributos sismicos en donde se les aplicaron los diferente filtros según los rasgos mas destacables de cada linea sismica. Dado que este estudio abarco 47 lineas sismicas las imágenes que no se encuentren en este libro, se presentaran en el CD-ROM adjunto a este documento.

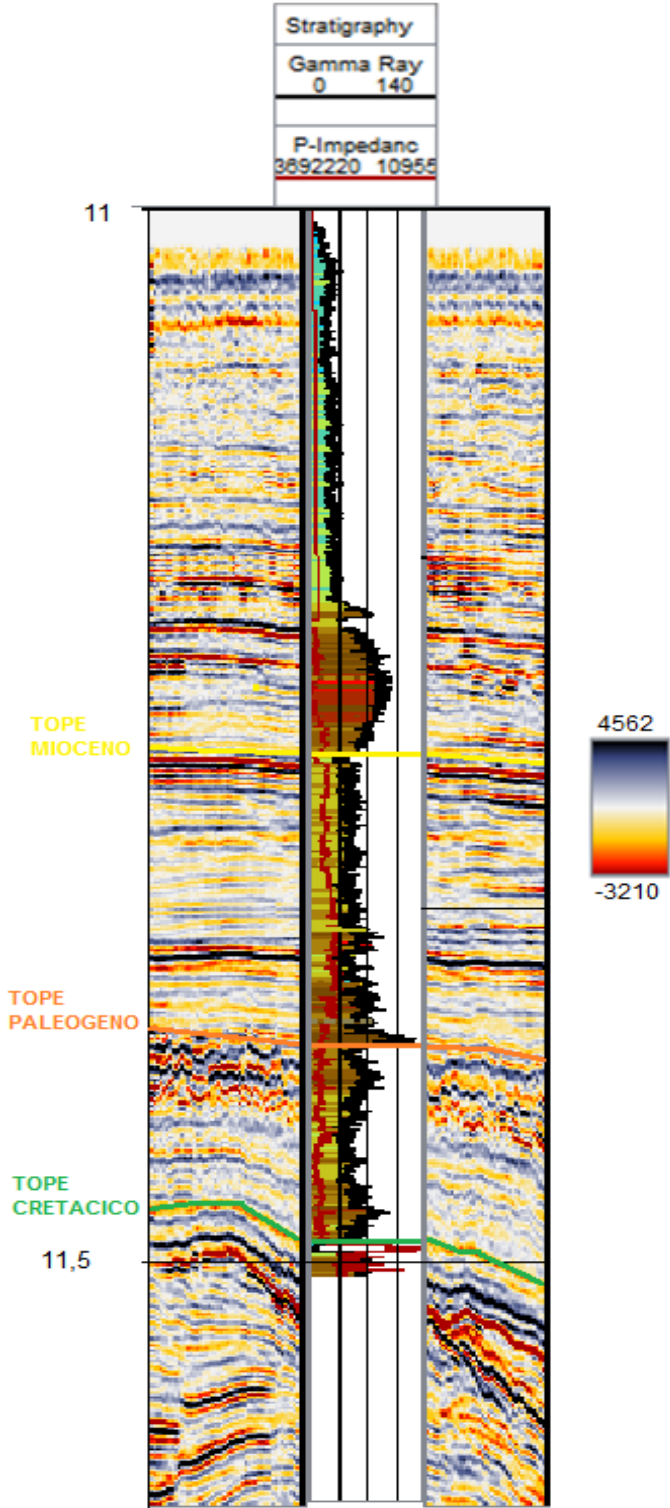
### 5.3 CORRELACION SISMICA-POZO

Para el amarre del pozo fue necesario integrar el registro sónico calibrado. En la correlación para el amarre de los datos sísmicos con el pozo fue destacable las altas amplitudes o las bajas frecuencias que se presentaron bordeando el basamento que data del cretácico.

**Figura 59.** Amarre sísmica-pozo que se encuentra integrada con información de registros de pozo en el cual se usó el registro sónico al lado derecho se observa las trazas sísmicas sintéticas y reales respectivamente.

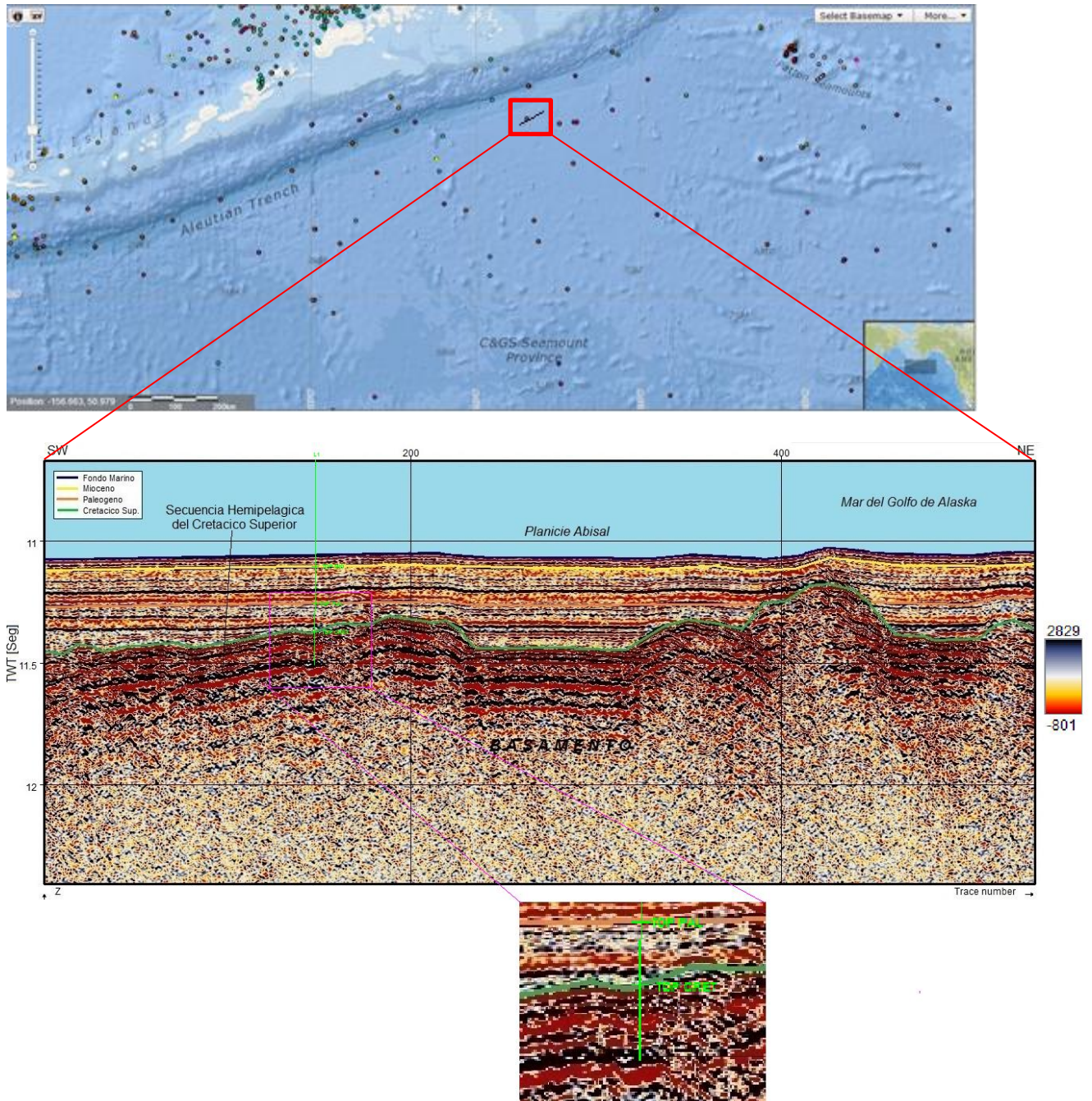


**Figura 60.** Correlación sísmica-pozo que se encuentra amarrada la información de registros de pozo y estratigrafía, note que se encuentran marcados los topes estratigráficos de la zona.

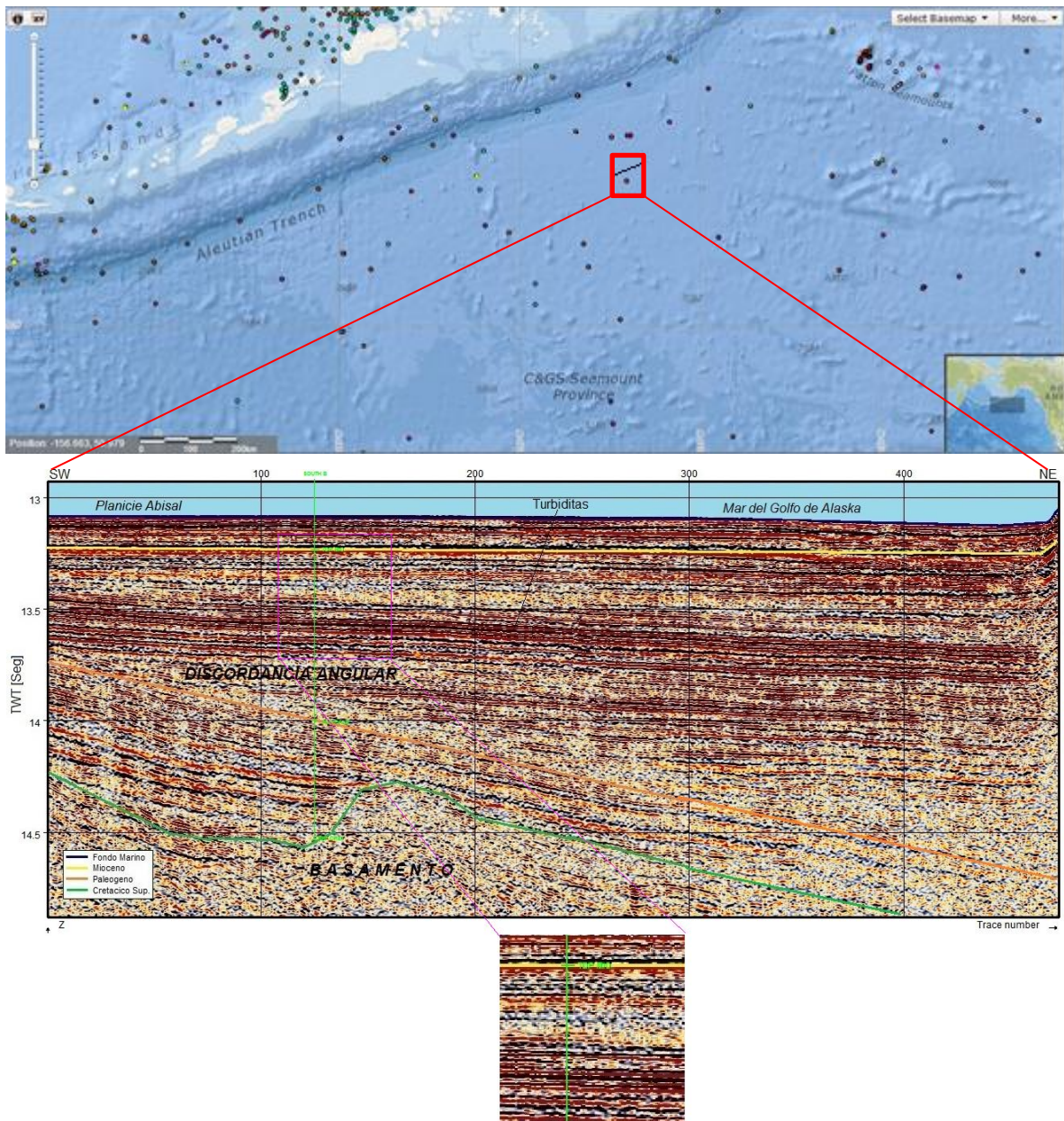


## 5.4 INTERPRETACIÓN DE LA LÍNEA SÍSMICA

Seleccionando una línea de la planicie abisal de las aleutianas para interpretar luego se amarro con un pozo del área occidental del Golfo de Alaska. **Figura 61.** Ubicación del pozo en el recuadro en rojo. El pozo se amarro a la línea sísmica f9wg8838. La línea sísmica interpretada muestra un margen pasivo con la delimitación de los topes cronoestratigraficos. En un zoom en el recuadro fucsia se observa el punto de amarre sísmica-pozo de interés exploratorio.



**Figura 62.** Ubicación del pozo en el recuadro en rojo. El pozo se amarra a la línea sísmica f9wg8844. La línea sísmica interpretada muestra un margen pasivo con la delimitación de los topos cronoestratigraficos. En esta imagen se observa claramente una discordancia angular que data del Paleógeno. En un zoom en el recuadro fucsia se observa el punto de amarre sísmica-pozo de interés exploratorio.



## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Durante la adquisición de los datos sísmicos marinos profundos, se presentaron problemas que redujeron la resolución y confiabilidad de las imágenes sísmicas obtenidas del Golfo de Alaska, por lo cual se evidenciaron estructuras y saltos que no eran reales antes del mejoramiento de la resolución sísmica.

Los controles por shift en los ejes horizontal y vertical tuvieron un papel importante en la mejora de la resolución sísmica, en la cual las líneas fueron significativamente arregladas a su posición original dándole notoria continuidad a las interfaces reflectoras que reflejaban el fondo marino y los estratos en profundidad.

Los atributos sísmicos en el caso especial del filtro de Similaridad también fueron clave para generar mejores contrastes en las impedancias de los reflectores. Esto ofreció una mejor iluminación en áreas donde se evidenciaban rasgos estructurales y estratigráficos.

El control de calidad se produjo con datos sintéticos, en el cual se generó un modelo a partir de una línea sísmica en la planicie abisal del Golfo de Alaska y también se logró obtener un sismograma para un pozo ubicado en el Golfo de Alaska.

El uso adecuado de filtros mediante atributos sísmicos, para el mejoramiento de la resolución sísmica, permitió tener un mejor registro en la imagen Sísmica del que se encuentra en la bibliografía previa en el área de estudio.

En el marco geológico se encontró cinco cuencas sedimentarias principales, estructuralmente distintas que forman un evolucionado prisma de acreción Forearc.

En la interpretación de líneas sísmicas apiladas, se determinaron los topes de los horizontes estratigráficos que ha fue correlacionada con información de registros de pozos estratigráficos, e información de núcleos de perforación sobre la planicie abisal del occidente del Golfo de Alaska.

## RECOMENDACIONES

Utilizar un cubo sísmico 3D que me dé mayor resolución del área estudiada, el cual me ayudaría a comprender mejor los tipos de estructuras, dado a que esta región del Pacífico Norte, presenta gran complejidad geológica, en márgenes activos y pasivos.

Generar un estudio detallado de las cuencas sedimentarias dado que en el área de adquisición se encontraron cinco cuencas de interés exploratorio. En el cual también se debe incluir el riesgo exploratorio en las zonas cercanas a la convergencia de las placas tectónicas del Pacífico y de Norteamérica, debido a su gran actividad tectónica y volcánica.

Utilizar líneas sísmicas de reflexión migrada en tiempo, como por ejemplo el *Post Stack Time Migration (PSTM)* o mejor si los datos sísmicos están en profundidad, como el *Post Stack Depth Migration (PSDM)*, que elimina completamente, las reflexiones múltiples, difracciones, *Bow Ties*, etc.

Es importante tener la migración debido a que podríamos interpretar con mayor seguridad y utilizando los adecuados atributos que me iluminen las áreas de interés exploratorio, para así poder determinar la geometría real del subsuelo y de sus reservorios.

Obtener un modelo del campo de velocidades por medio de tomografías con herramientas de última tecnología por ejemplo usar *Full Waveform Inversion(FWI)*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

*Bruns, T. R., Vallier, T. L., Pickthorn, L. B., and von Henue*, Volcanic-arc dacite and early Miocene basalt dredged from the Shumagia margin, Alaska: U.S. Geological Survey Circular 998, p. 143-146. 1987.

*Bruns, T. R., and von Huene, R*, Sedimentary basins on the Shumagin shelf, Western Gulf of Alaska: Offshore Technology Conference. 9th. Houston, Texas. 1977. Proceedings, v. 1, p. 41-50. OTC 2732. 1977.

*Byrne, T.*, Eocene underplating along the Kodiak shelf, Alaska: im&cations and regional correlations: Tectonics, v. 5, p. 403-421. 1986.

*Charles H. Estabrook, John L. Nabelek, Arthur L. Lerner-Lam*. Tectonic model of the Pacific-North American Plate Boundary in the Gulf of Alaska from broadband analysis of the 1979 St. Elias, Alaska, earthquake and its aftershocks. Journal of Geophysical Research Solid Earth (JGR) of American Geophysical Union (AGU). Volume 97, Issue B5, pages 6587–6612, 10 May 1992. Article first published online: September, 2012.

*Chelotti., Acosta, N., Foster, M.*, Adquisición Sísmica de Reflexión. Procesamiento Sísmico de Reflexión, Interpretacion de datos sísmicos. Memorias explicativas. 2009

*Connelly, W., Hill, M., Hill, B., and Moore, J. C.*, The Uyak complex, Kodiak Islands, Alaska: a subduction complex of early Mesozoic age, in Talwani, M., and Pitman, W. C., III, eds., Island arcs, deep sea trenches, and back-arc basins: American Geophysical Union. Maurice Ewing Series, v. 1.465 p. 1977.

*Dennis M. Mann and Ronald E. VonHeune*. Multichannel Seismic-Reflection Profiles Collected In 1977 in the Western Gulf of Alaska. U.S. Geological Survey. 1984.

*Detterman, R. L., and Miller, J. W*, Kaguyak Formation--an Upper Cretaceous flysch deposit, in Bartsch-Winkler, Susan and Reed, K. M., eds., The United States Geological Survey in Alaska: Accomplishments during 1985: U.S. Geological Survey Circular 945, p. 49-51. 1985.

*Dickinson, W. R., and Seely, D. R.*, Structure and stratigraphy of forearc regions: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 63, p. 2-31. 1979.

*Engebretsen, D. C., Cox, A., and Gordon, R. G.*, Relative motions between oceanic and continental plates in the Pacific Basin: Geological Society of America Special Paper %,59 p. 1985.

*Fisher, D., and Byrne, T.* Structural evolution of underthrusting sediments, Kodiak Island, Alaska: *Tectonics*, v. 6, no. 6, p. 775-793. 1987.

*Fisher, M. A., and von Huene, R.*, Structure of upper Cenozoic strata beneath Kodiak Island, Alaska: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 64, p. 1014-1033. 1980.

*Hoose, P. J., Ashenfelter, K H., Lybeck, L. D., and House, M. J.* Prelease investigation maps of the North Aleutian shelf, Outer Continental Shelf, Bering Sea, Alaska: U.S. Minerals Management Service, MMS Map Series 84-oW2,5 maps. 1984

*H. Pulpan and F. Kienle.* Western Gulf Of Alaska Seismic Risk. Univ. of Alaska, Geophysical Institute. Offshore Technology Conference, 30 April-7 May 1979, Houston, Texas.

*Horowitz, W. L., and Stem, D.* A. Oblique strike-slip fault movement within Shumagin basin, Alaska [abs.]: 1988 Cordilleran Geological Society of America Meeting. Las Vegas, Nevada, March, Abstracts with program, p. 170. 1988.

*J. Davies, L. Sykes, L. House, K. Jacob.* Shumagin Seismic Gap, Alaska Peninsula: History of great earthquakes, tectonic setting, and evidence for high seismic potential. *Journal of Geophysical Research Solid Earth (JGR) of American Geophysical Union (AGU)*. Volume 86, Issue B5, pages 3821–3855, 10 May 1981. Article first published online: September 20, 2012.

*Kvenvolden, K A., and McMenamin, M. A.,* Hydrates of natural gas: a review of their geologic occurrence: U.S. Geological Survey Circular 825, II p. 1980.

*Mark R. Carr.* Description of Wells Drilled at the U.S. Coast Guard Support Center Kodiak, Alaska, U.S. Geological Survey, 1988-89.

*Magoon, L. B.*, Present-day geothermal gradient, in Magoon, L. B., ed., *Geologic studies of the Lower Cook Inlet COST No. 1 well Alaska Outer Continental Shelf*: U.S. Geological Survey Bulletin 1596, p. 41-46. 1986.

*Marlow, M. S., Scholl, D. W., Buffington, E. C., and Alpha, T. R.,* Tectonic history of the central Aleutian Arc: *Geologic Society of America Bulletin*, v. 84, p. 1555-1574. 1973.

*Monty A. Hampton and Arnold H. Bouma.* Generalized Thickness Map of Unconsolidated Surficial Sedimentary Units, Kodiak Shelf, Western Gulf of Alaska. U.S. Department of the Interior Geological Survey. Menlo Park, California. November, 1978.

Oz Yilmaz. Seismic Data Processing. Society of Exploration Geophysicists (SEG) 2008

*Ronald F. Turner and others.* Geological and Operational Summary, Kodiak Shelf Stratigraphic Test Wells Western Gulf of Alaska. Minerals Management Service (MMS). Anchorage, Alaska. October, 1987.

*Schleicher, John A. and Katherine G.* Open Data/Open Source: Seismic Unix scripts to process a 2D land line in Alaska. University of Texas at Austin. January 29, 2012. Austin, TX.

*Scholl, D. W., and Creager, J. S.,* Geologic synthesis of Leg 19 (DSDP) results: far North Pacific, Aleutian Ridge, Drilling Project, v. 19: National Science Foundation, p. 897-913. 1989

*Terry R. Bruns.* Petroleum Geology and Hydrocarbon Plays of the Gulf of Alaska Onshore Province: A Report for the National Hydrocarbon Assessment Program. U.S. Department of the Interior Geological Survey. 1988.

*Thomas M. Brocher, Gary S. Fuis, Michael A. Fisher, George Plafker, Michael J. Moses, J. John Taber, Nikolas, I. Christensen.* Mapping the megathrust beneath the northern Gulf of Alaska using wide-angle seismic data. Journal of Geophysical Research Solid Earth (JGR) of American Geophysical Union (AGU). Volume 99, Issue B6, pages 11663–11685, 10 June 1994. Article first published online: September, 2012.

*Turner, R. F., Lynch, M. B., Conner, T. A., Hallin, P. J., Hoose, P. J., Martin, G. C., Olson, D. L., Larson, J. A., Flett, T. O., Sherwood, K. W., and Adams, A. J.,* Geological and operational summary, Kodiak shelf stratigraphic test wells, western Gulf of Alaska: U. S. Minerals Management Service OCS Report MMS 874109,341 p. 1987,

*von Huene, R., Fisher, M. A., Bruns, T. R., and Shor, Jr., G. G.,* Continental margins of the Gulf of Alaska and late Cenozoic tectonic plate boundaries, in Sisson, A., ed., The relationship of plate tectonics to Alaskan geology and resources: Proceedings of the 6th Alaska Geological Society Symposium, April 4-6, Anchorage, AU, p. 51533. 1977,

*Warren L. Horowitz, David A. Steffy, Peter J. Hoose.* Geologic Report for the Shumagin Planning Area, Western Gulf of Alaska. U.S. Department of the Interior. Anchorage, Alaska 1989.

*Wilson, F. H., Detterman, R. L., Miller, J. W., and Case, J. E.,* Geologic map of the Port Moller, Stepovak Bay, and Sirneonof Island quadrangles, Alaska: U.S. Geological Survey Miscellaneous field studies map, in press, 1:250,000. 1989,

## ANEXOS

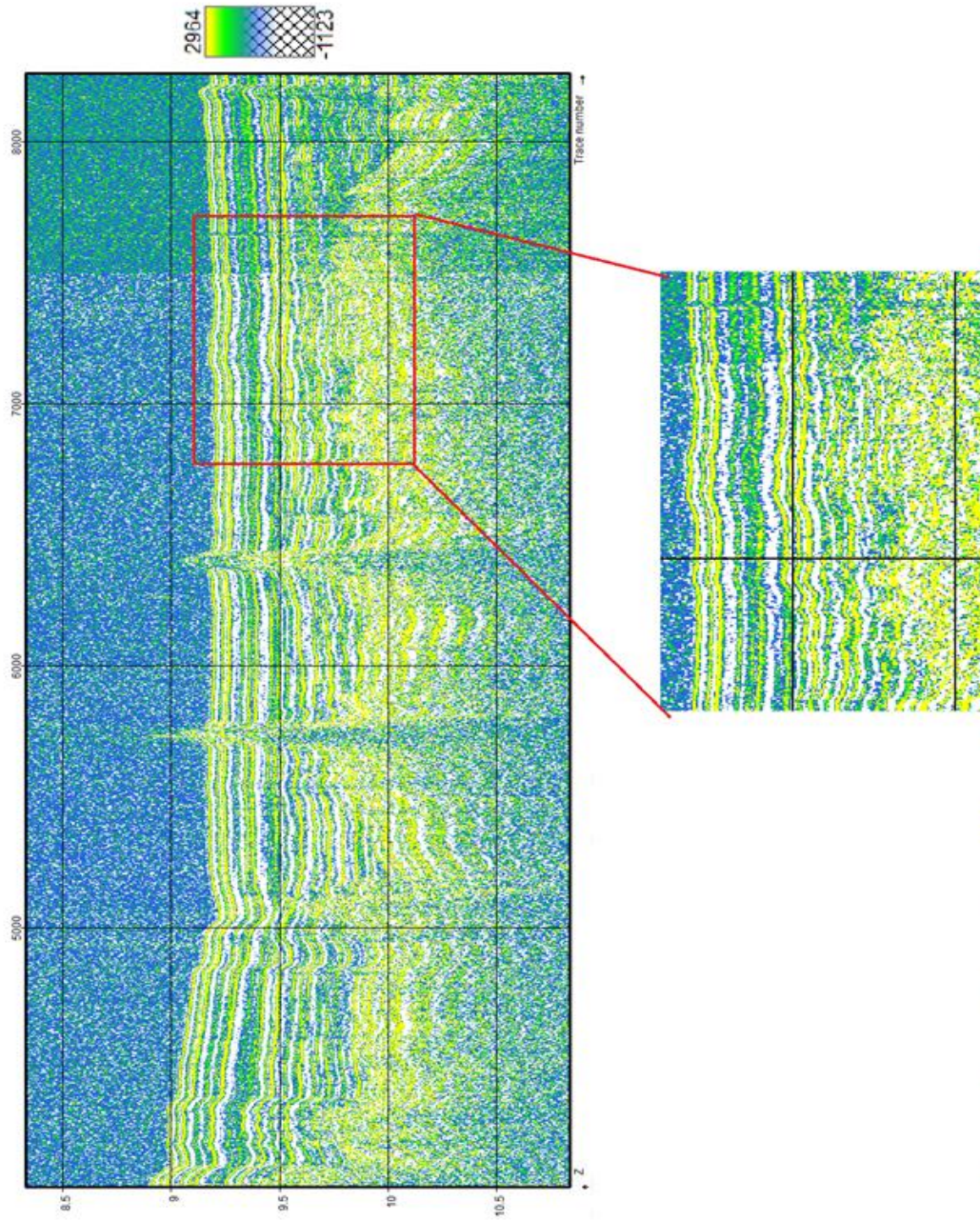
### Anexo A. Script Del Modelo Del W Golfo De Alaska

```
#!/bin/sh
datafile=model.data
trimodel xmin=-2 zmin=0 xmax=12.0 zmax=2.0 \
  1 xedge=-2,0,2,4,6,8,10,12 \
    zedge=0,0,0,0,0,0,0,0 \
    sedge=0,0,0,0,0,0,0,0 \
  2 xedge=-2,0,2,4,6,8,10,12 \
    zedge=0.3,0.32,0.3,0.6,0.2,0.25,0.25,0.25 \
    sedge=0,0,0,0,0,0,0,0 \
  3 xedge=-2,0,2,4,6,8,10,12 \
    zedge=0.8,0.8,1.0,1.3,0.5,0.7,1.0,1.0 \
    sedge=0,0,0,0,0,0,0,0 \
  4 xedge=-2,0,2,4,6,8,10,12 \
    zedge=1.5,1.5,1.6,1.9,1.0,1.2,1.7,1.9 \
    sedge=0,0,0,0,0,0,0,0 \
  5 xedge=1.9,2.0,2.1 \
    zedge=0.4,0.36,0.4 \
    sedge=0,0,0 \
  6 xedge=1.9,2.0,2.1 \
    zedge=0.4,0.44,0.4 \
    sedge=0,0,0 \
  7 xedge=-2,0,2,4,6,8,10,12 \
    zedge=2,2,2,2,2,2,2,2 \
    sedge=0,0,0,0,0,0,0,0 \
    sfill=1,0.2,0,0,0.44,0,0 \
    sfill=1,0.5,0,0,0.15,0,0 \
    sfill=1,1.0,0,0,0.12,0,0 \
    sfill=1,1.9,0,0,0.10,0,0 \
    sfill=2,0.4,0,0,0.10,0,0 \
    kedge=1,2,3,4,5,6,7 \
  >$datafile

# Create a PostScript display of the model
spsplot <$datafile >model.ps \
  title="Layered Earth Model" \
  labelz="Depth [km]" labelx="Distance [km]" \
  labelsz=10 \
  titlefont=Helvetica \
  titlesz=12 \
  gedge=1.0 gtri=2.0 \
  gmin=0.2 \
  gmax=0.8 \
  wbox=6.0 hbox=2.0 &

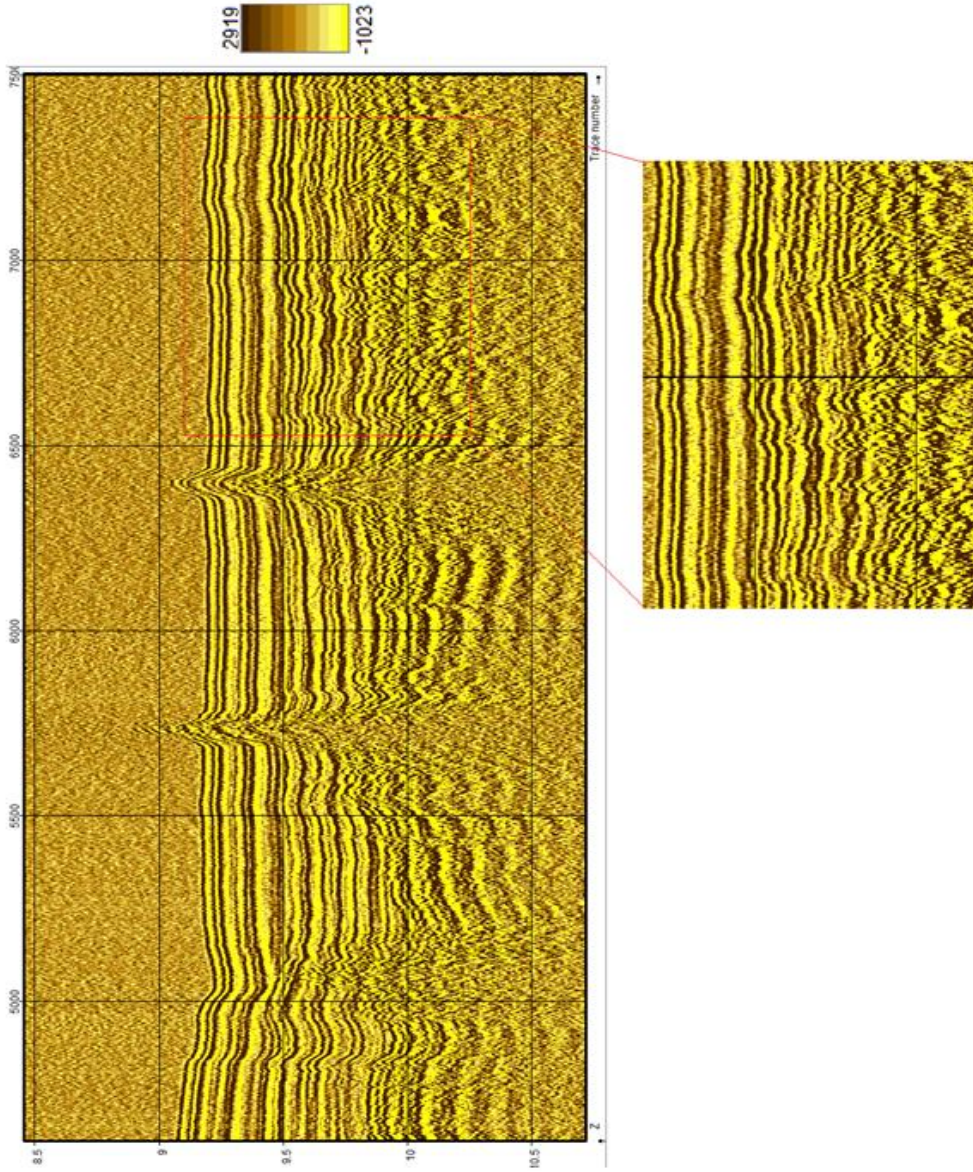
exit
```

## Anexo B. Aplicación De Atributos Sismicos En Lineas Sismicas Marinas Profundas



**Figura A1.** Línea Sismica f9wg8801 con filtro de Chimney. Este atributo se le aplicaron los siguientes parámetros: Time gate (ms)=-38,38, Maximum dip (us/m)=280, Delta dip (us/m)=15. Este atributo nos permite reconocer las áreas donde se presentan chimeneas de Gas a través de los reflectores.

## Anexo C. atributo sismico en lineas del golfo de alasca



**Figura A2.** Línea Sismica f9wg8805 con filtro de Snad Shale. Este atributo se le aplicaron los siguientes parámetros: Time gate (ms) = -27,27; Maximum dip (us/m)=290; Delta dip (us/m)= 18. Este filtro nos da una opción para identificar litologías sedimentarias, en este caso Shales (negro) y Arenas (amarillo) es posible predecir en algunas ocasiones la presencia de estas litologías usando este atributo sísmico