



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**DETECCIÓN DE RIESGOS POTENCIALES
MEDIANTE ESTUDIOS GEOFÍSICOS PREVIOS A LA
CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS MARINAS**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO GEOFÍSICO

P R E S E N T A

JULIO CESAR RAMÍREZ ALVARADO



DIRECTOR DE TESIS: DR.MARTIN CARDENAS SOTO.

2010



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
60-I-299

SR. JULIO CÉSAR RAMÍREZ ALVARADO
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Dr. Martín Cárdenas Soto y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Geofísico:

**DETECCIÓN DE RIESGOS POTENCIALES MEDIANTE ESTUDIOS GEOFÍSICOS PREVIOS A LA
CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS MARINAS**

- RESUMEN**
- I ANTECEDENTES**
- II METODOLOGÍA Y ADQUISICIÓN DE DATOS**
- III INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN DE DATOS OBTENIDOS**
- IV EVALUACIÓN DE RESULTADOS**
- V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- BIBLIOGRAFÍA**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo, le recuerdo que la ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

CD. Universitaria, D. F. a 23 de Marzo de 2010

El Presidente del Comité de Titulación de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

DR. RICARDO JOSÉ PADILLA Y SÁNCHEZ

RJPYS*EAT*srs

DEDICATORIA

A mis padres José y Guadalupe a quienes amo profundamente, les dedico esta tesis por haberme brindado su comprensión y apoyo incondicional durante todos mis estudios, por sus consejos que me orientaron a tomar las mejores decisiones, por creer en mi, por amarme y guiarme ante la vida, por ser las personas más maravillosas que he conocido, por que me enseñaron con su ejemplo, que todo objetivo en la vida, sea cual sea, se puede alcanzar siempre y cuando se busquen con amor, con alegría y con trabajo.

Esta tesis se la dedico también a mis hermanos, quienes como mis padres siempre velaron por mi seguridad y educación, en particular a mis hermanas Josefina y Martha, a la primera por ser como una segunda madre para mí, procurando mi bien al darme sus consejos y al cuidarme en forma incondicional y desinteresada, siempre con ese toque muy personal de amor, cariño y bondad. A mi hermana Martha por ser comprensiva ante las horas de desvelo, por compartir mis alegrías y tristezas, por ayudarme cuando más lo necesitaba, por ser mi amiga, por alentarme en mis decisiones y por motivarme a seguir siempre adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme dado la oportunidad de estudiar en sus aulas, por haber compartido conmigo los conocimientos que han hecho de mi una persona competente en mi trabajo, y a su vez una persona honesta y responsable ante la sociedad.

Agradezco al Ing. José Aguilar Castro, Gerente General de C&C Technologies México, por ser mi jefe, maestro y amigo desde hace ya bastantes años, le doy las gracias por la paciencia y por la generosidad de su conocimientos que han enriquecido este trabajo y mi formación profesional. Además por permitir la utilización de este material.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
I. ANTECEDENTES.....	3
I.1 Breve historia de los sondeos marinos.....	3
I.2 Uso del sonido en la prospección marina.....	4
I.3 Descripción de Onda.....	5
I.4 Método sísmico de reflexión.....	7
I.5 Tipos de fuentes:	
I.5.1 Pistola de agua.....	10
I.5.2 Pistola de aire.....	12
I.5.3 Sparker.....	14
I.5.4 Boomer.....	15
I.5.5 Chirp.....	16
II. METODOLOGÍA Y ADQUISICION DE DATOS.....	18
II.1 Generalidades del sitio de trabajo.....	18
II.2 Geología regional.....	20
II.3 Metodología Personal y equipos.....	22
II.3.1 Sistema de posicionamiento (GPS) CNAV	24
II.3.2 Ecosonda monohaz.....	25
II.3.3 Ecosonda multihaz.....	27
II.3.4 Sonar de barrido lateral.....	28
II.3.5 Perfilador Somero (Chirp II).....	31
II.3.6 Perfilador Profundo (Pistola de aire).....	32
III. INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN DE DATOS OBTENIDOS	33
III.1 Batimetría.....	33
III.2 Morfología del lecho Marino.....	35
III.3 Perfilador Somero (Características Estratigráficas).....	37
III.4 Correlación de perfiles someros con pozo Geotécnico.....	39
III.5 Perfilador Profundo.....	41
IV. EVALUACION DE RESULTADOS.....	43
IV.1 Riesgos Potenciales.....	43
IV.2 Fallas y presencia de gas.....	44
IV.3 Estratigrafía.....	44
IV.4 Intervención Humana.....	44
IV.5 CONCLUSIONES Y COMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	46
ANEXOS.....	47

ANEXOS

(DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS)

Embarcación.....	48
Ecosonda Digital Doble Frecuencia	49
Ecosonda Digital MultiHaz.....	50
Sonar de Barrido Lateral.....	51
Perfilador Somero.....	52
Perfilador Profundo (Pistolas de Aire)	53
Sistema de Posicionamiento GPS Diferencial	56
Software de Navegación Winfrog.....	57

Relación de figuras.

No	Cve	Descripción.	Página.
1	I.1	*H.M.S. Challenger, Dragando .(Viaje del challenger Bailey,Herbert 1953.)	3
2	I.2	*H.M.S. Challenger, muestreando.	3
3	I.3	Patrón visible de ondas acústicas.	4
4	I.4	Forma de Onda, Mostrando su Longitud y Amplitud.	5
5	I.5	Diagramas de interacciones de la energía con el lecho marino.	6
6	I.6	Diagrama de los elementos básicos de reflexión sísmica marina.	7
7	I.7	Proceso Básico del levantamiento con sísmica de reflexión.	7
8	I.8	Pistola de agua.	10
9	I.9	Etapas de funcionamiento de una pistola de agua.	11
10	I.10	Pistola de Aire.	12
11	I.11	Pistola de Aire, Configuración de armado y disparo.	13
12	I.12	Componentes básicos del sistema Sparker (trabant, 1984).	14
13	I.13	Sistema Sparker.	14
14	I.14	Componentes básicos del sistema del Boomer.	15
15	I.15	Trineo donde el Boomer es montado.	15
16	I.16	Sistema Chrip.	16
17	I.17	Sistema Chirp, modelo SB-424 con un rango de frec. de 4-24 Khz.	16
18	I.18	Sistema chirp, montado en un trineo flotante.	16
19	II.1	Localización General de la zona de estudio.	18
20	II.2	Área de estudio 2.1Km por 2.1Km.	18
21	II.3	Límites del área de estudio.	19
22	II.4	Distribución de los sedimentos superficiales.	21
23	II.5	Distribución porcentual de carbonatos.	21
24	II.6	Diagrama de ubicación de instrumentos en el Barco de adquisición de datos.	23
25	II.7	Componentes geométricos del funcionamiento (Ecosonda).	25
26	II.8	Obtención de Profundidad con la Ecosonda.	25
27	II.9	Funcionamiento del Multebear.	27
28	II.10	Equipo completo de Multihaz.	27
29	II.11	Equipo completo de Sonar de Barrido Lateral.	28
30	II.12	Tow fish remolcado con la grúa, en la popa de la embarcación	28
31	II.13	Vista en planta del registro con Side Scan Sonar.	29
32	II.14	Arrastre del Tow Fish.	30
33	II.15	Geometría en el levantamiento con Sonar de Barrido Lateral.	30
34	II.16	Recorrido de la embarcación, en un levantamiento con Sonar.	30
35	II.17	Recorrido de la señal (Chirp II).	31
36	II.18	Grafica del Perfilado, en Pantalla.	31
37	II.19	Consolas de Transmisión y recepción del pulso.	31
38	II.20	Sistema Adquisición de Datos Sísmicos.	32
39	II.21	Pistola de Aire(90 Inch ³), Fuente Sísmica.	32
40	II.22	Compresor de aire.	32
41	II.23	Arreglo de Hidrófonos.	32
42	II.24	Ubicación de los GPS en la embarcación.	24
43	II.25	Antena GPS e interface.	24
44	III.1A	Plano Batimétrico (Ecosonda Monohaz).	33
44	III.1B	Plano Batimétrico Ecosonda Multihaz.)	34

Relación de figuras (Continúa).

No	Cve	Descripción.	Página.
45	III.2	Imágenes generadas con el sonar de barrido.	35
46	III.3	Plano generado con información de Sonar de barrido lateral.	36
47	III.4	Sección central del Perfilador Somero, Línea S-N.	37
48	III.5	Sección central del Perfilador Somero, Línea central Oste-Este.	38
49	III.6	Sección central interpretada, Línea Sur-Norte.	40
50	III.7	Sección central interpretada, Línea Oeste-Este.	40
51	III.8	Sección central interpretada del Perfilador Profundo, Línea S-N.	41
52	III.9	Sección central interpretada del Perfilador Profundo, Línea W-E.	42
53	IV.1	Plano de riegos potenciales.	40
54	IV.2	Plano que muestra el sitio de la propuesta original modificada.	45

Relación de Tablas.

Tablas.	Descripción.	Página.
1	Tipos De Fuentes Sísmicas.	9
2	Comparación de frecuencias de fuentes sísmicas.	9
3	Parámetros geodésicos.	19
4	Coordenadas del área de estudio.	19
5	Columna estratigráfica típica en el Golfo de México, frente a Campeche.	20
6	Estratigrafía obtenida en el Sondeo Geotécnico.	39
7	Coordenadas del Sondeo Geotécnico.	39
8	Simbología.	40

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de una serie de estudios geofísicos llevados a cabo en suelo y subsuelo marino, cuyo objetivo es detectar riesgos potenciales que pudieran ser un obstáculo para la colocación de plataformas petroleras marinas.

Los estudios consistieron en sondear, mapear y prospectar el fondo marino, con el fin de conocer a detalle las características físicas del lugar. El equipo utilizado fue el siguiente : Sistema de posicionamiento DGPS, Ecosonda Digital, Ecosonda Multihaz, Sonar de Barrido Lateral, Perfilador Somero y Perfilador Profundo(Pistola de Aire).

El sitio estudiado se localiza a 36 Km al noroeste del Puerto de Dos Bocas, Tabasco, el estudio se desarrolló durante el mes de febrero del 2006, el área estudiada se conforma por una cuadrícula de 2.1 Km por 2.1 Km, con 15 líneas principales equidistantes a cada 150 metros entre sí, orientadas N-S y 5 líneas secundarias, perpendiculares a las primeras, equidistantes cada 525 metros entre sí, orientadas W-E, para reunir un total de 42 Km de exploración.

Los estudios geofísicos se enfocaron a la investigación de la superficie del lecho marino y de los primeros 300 metros de profundidad; Estos definieron las condiciones locales de superficie (erosión, superficie accidentada, pendientes pronunciadas rasgos morfológicos, presencia de coral) y del subsuelo (detección de procesos geológicos tales como deslizamientos, fallas activas, hidratos de gas). Estos resultados fueron integrados a un estudio geotécnico que definió la estratigrafía del sitio.

De la interpretación final de los resultados, se puede destacar los siguiente: Los tirantes de agua fluctúan entre 29 y 33.5 metros, en el mapeo con el sonar de barrido lateral no se observan riesgos significativos en el piso marino. El fondo está caracterizado por la existencia de sedimentos predominantemente arenosos compactos con alternancias arcillosas. En los registros del perfilador somero y profundo se identificaron paleocanales, no se encontraron fallas geológicas dentro del sitio de estudio, se identificaron emanaciones de gas a una profundidad de 6 a 7 metros por debajo del fondo marino, aunque éstas no se consideran peligrosas por su baja concentración, por seguridad, se recomendó reubicar la localización original de la construcción de la plataforma 150 metros al oeste de la posición original..

INTRODUCCIÓN

La localización de hidrocarburos en el mar, hoy en día, es fundamental para la economía mexicana, basada principalmente en la producción y venta de esta materia prima, la exploración y búsqueda de nuevas zonas que pudiera contener este recurso es una actividad continua y primordial, principalmente en el Golfo de México, sobre todo en lugares cercanos a la zona productora de Cantarell.

La construcción de plataformas en el mar requiere de estudios geofísicos y geotécnicos previos que definan principalmente, el sitio más adecuado para su instalación, el método de cimentación apropiado y el procedimiento constructivo aplicable; lo anterior reducirá el número de imprevistos que pueden presentarse durante la instalación y/o construcción .

Con dichos estudios, se busca la identificación clara de las condiciones locales del suelo marino, además de ubicar los procesos geológicos y artificiales que pueden representar un peligro (riesgo potencial). Los riesgos pueden ser: pendientes pronunciadas, superficie marina accidentada, deslizamientos, fallas activas, acumulaciones o emanaciones de gas, erosión del lecho marino, cambios litológicos, arrecifes, desperdicios industriales, etc.

Los diferentes métodos geofísicos para el reconocimiento del subsuelo se dividen según el parámetro físico investigado: Gravimetría (Densidad), Magnético (susceptibilidad magnética), Eléctricos (Resistividad), Electromagnéticos (conductividad eléctrica y permeabilidad magnética), Sísmicos (Velocidad de propagación), Radioactivos (niveles de radiación natural), etc.

Para el estudio del suelo y subsuelo marino se requieren de la operación simultánea de tres tipos de equipos; Los equipos que obtienen el tirante de agua, los que mapean la superficie marina y los que exploran el subsuelo del mismo.

Para la caracterización de suelos marinos se emplea geofísica de alta resolución, ejecutada a través de equipos que generalmente usan la propiedad de velocidad de propagación de ondas sísmicas.

Los trabajos realizados en el mar son muy particulares, por lo tanto, los equipos que se utilizan, son creados específicamente para utilizarse en condiciones marinas.

En particular en este estudio se utilizaron los siguientes equipos:

- Equipo de Posicionamiento (GPS) y programas de navegación.-Para guiar la embarcación por el área de estudio.
- Ecosonda Digital.- Para determinar el tirante de agua.
- Ecosonda Multihaz.- Para configurar el fondo marino.
- Sonar de Barrido Lateral.-Para cartografiar el piso marino.
- Perfilador Somero.- Determina las características de los estratos someros.
- Perfilador Profundo.-Permite definición de los estratos la estratigrafía más profunda.

I. ANTECEDENTES.

I.1 Breve historia de los sondeos marinos.

Primeros sondeo marinos.

La exploración del fondo marino ha fascinado a la humanidad por siglos. Los primeros exploradores emplearon una multiplicidad de dispositivos mecánicos ingeniosos, usando diferentes formas de energía (luz y sonido).



Figura I.1) *H.M.S. Challenger, Dragando.
(Bailey-Herbert, 1953, Viaje del challenger.)



Fig. 12.—Trawling and sounding arrangements on board the Challenger.
Figura I.2) *H.M.S. Challenger, muestreando.
(Bailey-Herbert, 1953, Viaje del challenger.)

Las expediciones del *H.M.S. Challenger (Figura I.1 y I.2) a partir de 1872 a 1876 fueron documentados por ser los primeros estudios en grande de los océanos, con el objetivo de la caracterización del piso marino. Viajaron casi 115.000 kilómetros a través de todos los océanos excepto el ártico, realizando sondeos y dragando, entre otras operaciones y observaciones científicas.

Mientras que la ciencia y tecnología se fueron desarrollando, se lograron avances en el estudio de la energía de onda electromagnética y acústica, ampliando así, la capacidad de exploración marina.

*H.M.S. Challenger (*Her/His Majesty's Ship Challenger*. - Embarcación Challenger de su MaJestad).

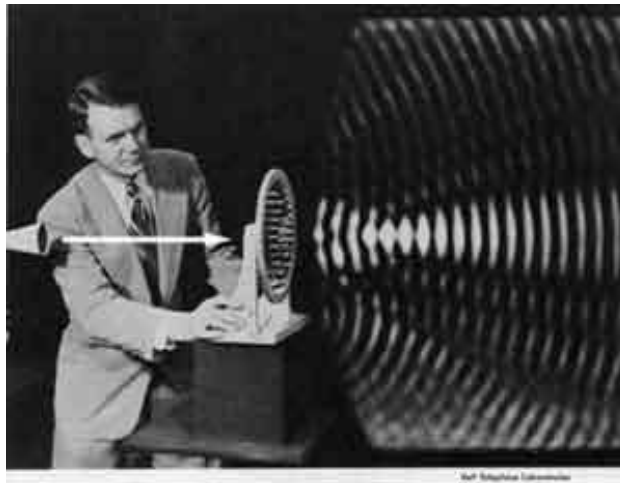
I.2 Uso del sonido en la prospección marina.

Se descubrió que la energía acústica se propagaba muy bien en el agua de mar, debido a una transferencia eficiente de energía. Las ondas acústicas son vibraciones mecánicas que se transmiten en aire y agua (Figura I.3) generadas por vibraciones que produce una fuente (Knight, 1960).

En el Siglo veinte se consideró el uso práctico del sonido subacuático, por ej. La campana submarina, usada por las naves para la navegación costa afuera (Urick, 1983). La tragedia del Titanic en 1912 incitó esfuerzos de utilizar el eco que se propagaba para detectar objetos sub acuáticos.

En 1913, el inventor canadiense, Dr. Reginald Fessenden, jefe de Física para el estudio de señales submarinas en Boston, usó ondas acústicas para medir profundidades del fondo marino y para detectar icebergs; Estos instrumentos que Fessenden inventó, fueron utilizados para registrar reflexiones y refracciones de formaciones geológicas cerca de Framingham, Massachusetts (Seitz,).

El inicio de la **Primera Guerra Mundial** en 1914 estimuló el uso del sonido subacuático, estos progresos conducen a mejorar a las ecosondas modernas, a su vez, trajo avances en usos prácticos como la localización de blancos (Urick, 1983) en barcos y submarinos.



*Figura I.3) Patrón visible de ondas acústicas.
Las ondas acústicas se emiten del cuerno (izq.) y se enfocan con la
lente acústica cerca de la mano derecha del hombre de traje
(David C. et al., 1960)*

Entre las dos guerras mundiales, los esfuerzos fueron dirigidos en el estudio de este campo definiendo mejor las características y principios del sonido subacuático, en los campos de la oceanografía y geofísica.

I.3 Descripción de onda.

El término “Sonar” se empezó a utilizar, los progresos de la acústica en tiempos de guerra fueron aplicados a la investigación oceanográfica, comenzaron las investigaciones en las cuencas oceánicas. Las ecosondas llegaron a ser más sofisticadas para detallar estudios batimétricos, mientras que los sistemas sísmicos y del Side Scan Sonar se desarrollaron en el estudio del fondo y subfondo marino, los datos recolectados en estos estudios sirvieron como base para la teoría de tectónica de placas.

El sonido son vibraciones causadas por una fuente (por ejemplo), el retumbe de un tambor, pistolas de aire comprimido, transductores, etc.

Las vibraciones causan un disturbio en las partículas que componen el medio circundante, en nuestro caso, agua de mar. Estas partículas se perturban de una manera secuencial con las partículas vecinas. Este disturbio es modelado como una onda que se mueve hacia fuera desde la fuente en todas las direcciones, moviendo la energía a través del agua, o cualquier otro medio.

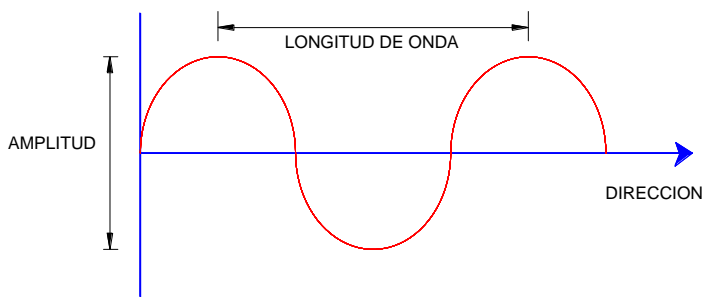


Figura I.4) Forma de Onda,
Mostrando su Longitud y Amplitud.
(Lurton,2002)

Figura I.4.- **Cresta:** La cresta es el punto más alto de dicha amplitud o punto máximo de saturación de la onda. **Período** (desplazamiento horizontal): Consiste en el tiempo de duración o intervalo de tiempo que este presenta entre dos crestas. **Amplitud:** Es la distancia vertical entre una cresta y el punto medio de la onda. **Frecuencia:** Número de veces que es repetida dicha vibración. **Valle:** Es el punto más bajo de una onda. **Longitud de Onda:** Distancia que hay entre dos crestas consecutivas. (Introducción a la Acústica Marina Lurton, 2002).

El número de las vibraciones que ocurren en un segundo se conoce como la frecuencia de onda, y se mide en ciclos por segundo ó Hertz (hertzio); Mientras más alta es la frecuencia, más corta es la longitud de onda.

La frecuencia de onda es constante, por ello las ondas acústicas se describen en términos de frecuencia. La mayor parte de las fuentes se caracterizan por su función en una frecuencia específica o dentro de una gama bien definida de frecuencias (Lurton, 2002).

La amplitud correlaciona la cantidad de energía con una onda, cuanto más alta es la amplitud, más energía lleva. Como las ondas se propagan en un medio, la energía se transfiere y se va perdiendo debido a la transferencia de una partícula a su vecina. Esta pérdida de energía se le llama atenuación, la cual se correlaciona con la pérdida de amplitud de la onda (McQuillin et al., 1979).

El sonido de alta frecuencia se atenúa más rápidamente que el sonido de baja frecuencia, así la energía de fuentes con una frecuencia más baja puede propagarse a mayores distancias que fuentes de frecuencia alta.

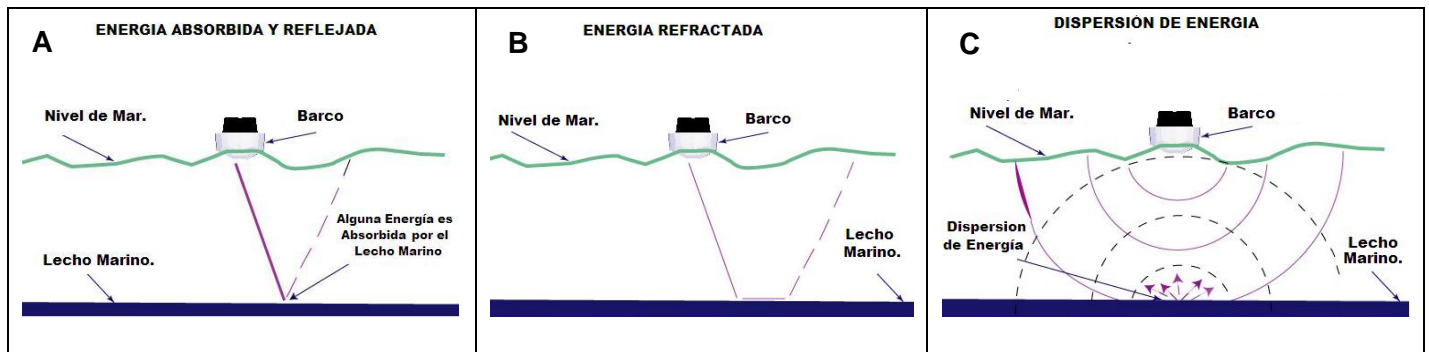


Figura I.5) Diagramas de interacciones de la energía con el lecho marino.
(USGS Woods Hole Coastal and Marine Science Center)

Cuando la energía que se mueve a través del agua, golpea el lecho marino, algo de esa energía se refleja, otra se transmite bajo el lecho marino, otra parte se refracta, y otra se dispersa (Figuras I.5).

La cantidad relativa de energía que es transmitida y reflejada es una función del contraste de impedancia $Z = r \cdot V_p$ (Vel. sonido X Densidad) entre el agua de mar y el lecho marino, el ángulo en los cuales el sonido golpea el piso de mar (ángulo de incidencia), y rugosidad del lecho marino.

Las proporciones relativas de la energía transmitida y reflejada se determinan por el contraste en el valor de la Impedancia Acústica (Z) a través de la superficie. La Impedancia acústica de una roca es el producto de su densidad y de su velocidad de las ondas compresivas.

Aunque resulta difícil relacionar la impedancia acústica con una propiedad tangible de las rocas, en general se puede decir que cuanto más resistente sea una roca, mayor será su impedancia acústica.

1.4 Método sísmico de reflexión.

La reflexión sísmica utiliza la propiedad del reflejo de la energía del sonido en el fondo marino y el sustrato subyacente. La energía es reflejada por las superficies y esta es recibida por hidrófonos en, o cerca de la superficie del mar.

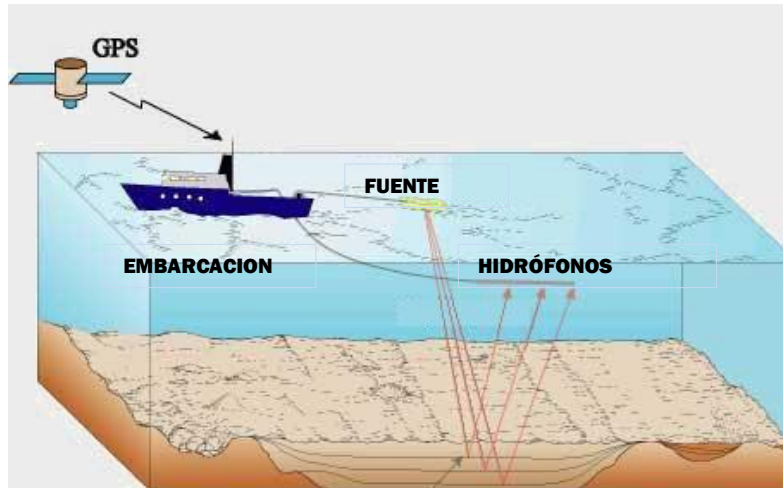


Figura I.6) Diagrama de los elementos básicos de reflexión sísmica marina, un buque de investigación, equipo de navegación GPS diferencial, remolcando una fuente y un arreglo de hidrófonos. (McQuillin, R., Bacon, M., 1979)

Diagrama general que muestra los componentes básicos de un perfilador (Figura I.6) con fuente que emite energía acústica, remolcado por una embarcación, la energía acústica transmitida se refleja de entre los límites de varias capas, la señal acústica reflejada es recibida por un hidrófono en superficie, el receptor convierte la señal reflejada a una señal análoga, la señal análoga se convierte a digital y se registra en las computadoras de alta velocidad, los datos se procesan después usando programas para su manejo e interpretación, el diagrama (figura I.7) muestra los pasos básicos que sigue dicho proceso.

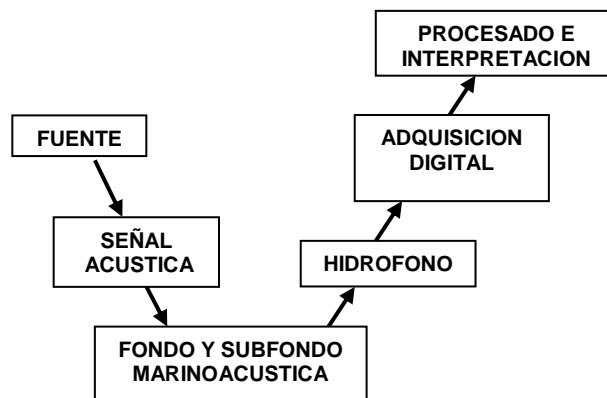


Figura I.7) Proceso Básico del levantamiento con sísmica de reflexión. (McQuillin, et al., 1979)

Desde un principio, la dinamita u otros explosivos fueron utilizados como fuente, ya que estos generan un pulso breve e intenso de energía. Pero, debido al peligro, el menoscabo de la vida marina, las tasas de repetición de bajo fuego y la necesidad de dos embarcaciones (uno para "disparar" y otro para grabar) era muy costoso, por lo que los explosivos ya no se utilizan. En la década de 1950 fueron desarrollados el boomer, Sparker eléctrico, y una pistola de gas (que hizo estallar una mezcla de propano y oxígeno) (Sengbush, 1982).

Actualmente, sólo se utiliza pistolas de aire y agua, lo cual permite la optimización de la señal (reduce el ruido y la atenuación de la energía de burbuja). El pulso de burbuja – se genera un pulso secundario no deseado después de la descarga inicial de una pistola de aire - oculta la forma de onda. El problema del pulso burbuja fue direccionado por el desarrollo de la pistola de agua, que inyecta agua en la columna de agua que lo rodea en lugar de aire comprimido.

Otra fuente utilizada en la reflexión sísmica es chirp, o "barrido" de frecuencia, las fuentes de energía pueden proporcionar una gama limitada de frecuencias en un período finito de tiempo. Para las fuentes de impulso, alternativamente, pueden "barrer" a través de una gama de frecuencias en un período de tiempo relativamente prolongado. Una larga, señal oscilatoria transmite los cambios de frecuencia, que con el tiempo, ya sea de forma lineal o no lineal.

En la post-Guerra de la 2da Guerra Mundial, el radar fué desarrollado utilizando el principio del chirp por los Laboratorios Bell (Klauder et al., 1960). En este caso, en lugar de intensificar la señal de la energía de salida, la señal es transmitida utilizando un período de tiempo corto a un rango de frecuencias. La señal recibida es comprimida a un pulso deseado por la cross correlación con la señal de entrada (Sengbush, 1982).

Cuando el pulso de energía es emitida, la señal se atenúa a medida que viaja lejos de la fuente debido a varios factores:

- a) Se refleja en las interfaces acústicas (es decir, los horizontes que se define por un contraste de impedancia).
- b) La absorción de la energía mediante la conversión en calor (después de McQuillin et al., 1979).
- c) La propagación esférica resulta en una disminución de la amplitud con el tiempo.

Las frecuencias más altas se atenúan más rápidamente, pero por lo general producen una señal de alta resolución, con una penetración limitada, las frecuencias más bajas generan una señal que puede penetrar muy profundamente, pero a cambio un rendimiento de baja resolución.

1.5 Tipos de fuentes.

Existe una variedad de fuentes sísmicas para realizar operaciones en una variedad de ambientes, aquí presentamos algunas fuentes con relación a sus frecuencias:

TIPO DE FUENTE	FRECUENCIA
Pistola de Agua.	20-1500 Hz
Pistola de Aire.	100-1500 Hz
Sparker (chispazo).	50-4000 Hz
Boomer (Tronido).	300-3000 Hz
Chirp (chirrido).	2 - 7 kHz 4 - 24 kHz 3.5 kHz and 200 kHz

Tabla 1) Tipos De Fuentes (trabant et al., 1984).

La operación de frecuencias altas proporciona la resolución más alta, pero se limitan en la cantidad de penetración bajo el lecho marino. Las frecuencias más bajas rinden más penetración, pero menos resolución.

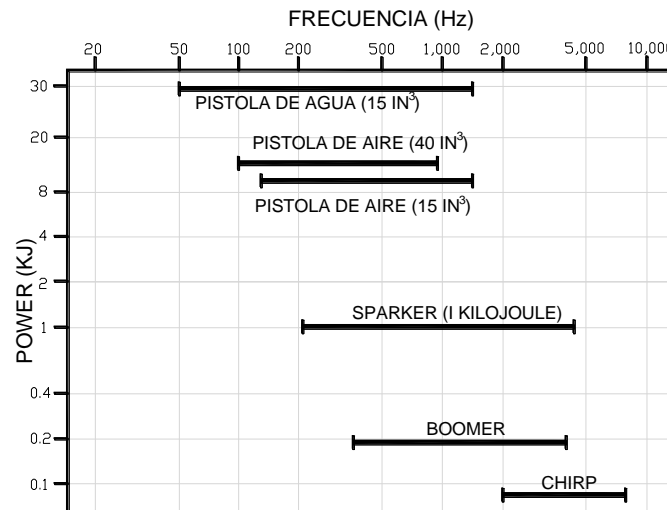


Tabla 2) Comparación de frecuencias de fuentes sísmicas.
(Trabant et al., 1984)

Al seleccionar un sistema en un estudio prospectivo, se tratará primero de identificar el contexto geológico, si es posible, por ejemplo, ¿Cuáles son los tipos de sedimentos potenciales y unidades geológicas?, ¿Cuál es la profundidad estratigráfica máxima que es relevante para el estudio en particular?. Esto ayuda a determinar el sistema adecuado para su uso.

Los objetivos de investigación, el equilibrio entre la penetración y resolución, además de los parámetros logísticos (por ejemplo, costo, tamaño del barco, el ruido, el tiempo disponible, el número de tripulantes disponibles, clima, factores ambientales (ruido ambiental, tráfico de buques, etc.) influirán en la decisión sobre la fuente a utilizar en un levantamiento.

I.5.1 Pistola de agua.

Fuente Neumático de sonido (Aire a alta presión) generan frecuencias del orden de 20 Hz - 1500 Hz, dependiendo del tamaño de la cámara de aire. La pistola de agua se divide en dos cámaras (Figura I.8), la cámara de acción superior, que contiene el aire comprimido, y la cámara baja, que se llena de agua. Cuando el arma se dispara, el aire comprimido emite las fuerzas necesarias hacia la cámara inferior y expulsa el agua de la cámara baja. La inyección de agua que sale de la pistola crea un vacío detrás de ella y la caída de agua en este vacío crea una onda acústica. La presión de aire de gran tamaño de la cámara y da una pequeña señal de alta frecuencia (de alta resolución y penetración poco profunda). Las señales de retorno son recibidos por una serie de hidrófonos remolcados.

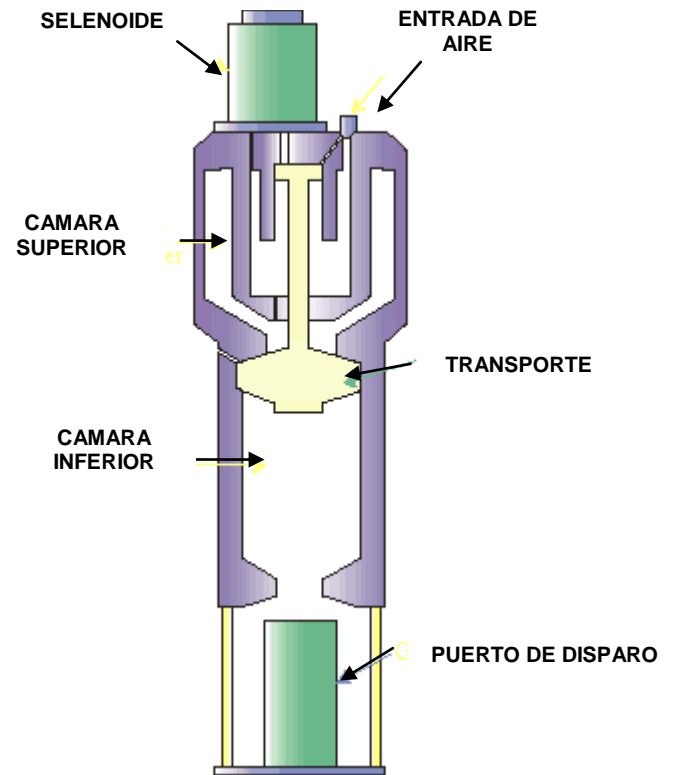


Figura I.8) Pistola de agua.
(Hutchinson-Detrick , 1984)

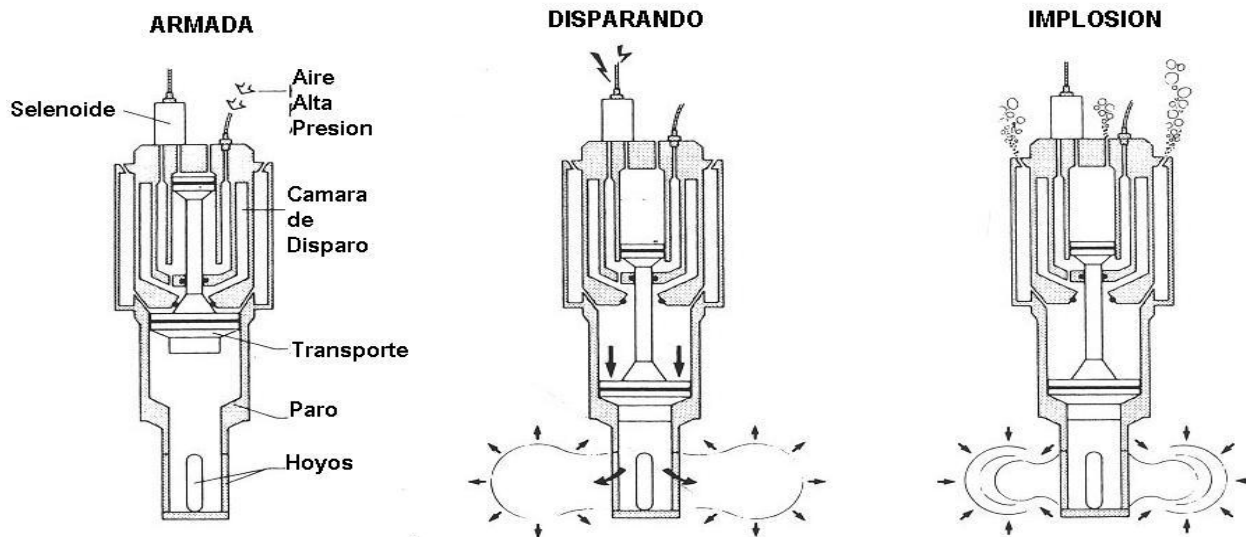


Figura I.9) Etapas de funcionamiento de una pistola de agua.
(Hutchinson-Detrick , 1984)

La pistola de agua produce un pulso sísmico debido a la implosión de una cavidad detrás de un chorro de agua a alta presión, expulsado por la pistola (diagrama de los sistemas sísmicos, Inc. manual, ahora Sercel-France).

Cuando no se libera el aire, no hay pulso de burbuja, se debe tomar en cuenta la posición del pistón cambiado durante el proceso de disparo. Después de que el arma se dispara, el aire de la cámara alta es liberado de las válvulas en la parte superior de la pistola. La presión hidrostática envía el pistón hacia arriba, la cámara superior es armada de nuevo, entonces el arma está lista para usarse nuevamente. Este ciclo requiere alrededor de 0.5 seg. En pistolas cortas y 0.8 segundos en armas grandes.

Una cámara individual en la pistola de agua (opera frecuencias aproximadamente 20Hz-1500Hz) es una fuente de penetración relativamente profunda. Puede ser utilizado en ambientes marinos, lacustres y estuarios. La pistola de agua tiene un pulso estable y repetible en términos de composición de frecuencia y amplitud. Además es de fácil implementación porque va remolcado en popa (por detrás de la embarcación).

La pistola de agua es similar a la pistola de aire, pero es más eficaz en el colapso de la burbuja del pulso, generando así una señal más nítida, es una fuente excelente para los estudios de alta resolución y de trabajo en aguas poco profundas, especialmente en zonas lacustres.

I.5.2 Pistola de aire.

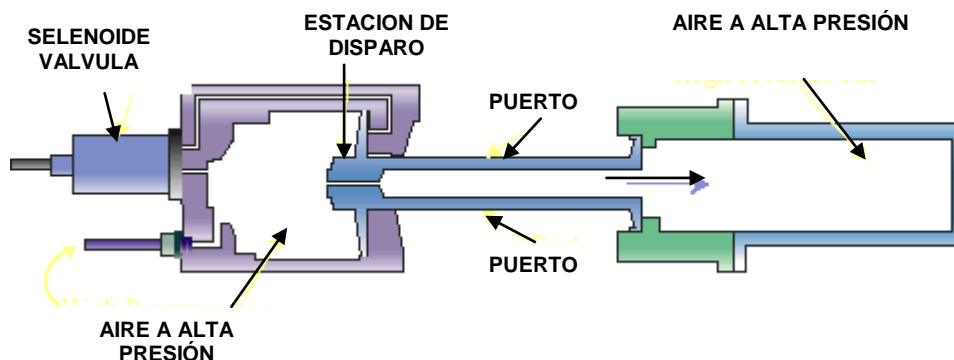


Figura I.10) Pistola de Aire.
(Hutchinson-Detrick, 1984)

La pistola de aire comprimido es también una fuente limpia, el sistema consiste en un compresor de aire y tanques de almacenaje a alta presión, una consola con un circuito eléctrico que controle el disparo, un sistema sísmico de la grabación, y unas o más pistolas de aire comprimido, el diagrama esquemático (Figura I.10) (Bolt Associates, Inc., 1979) muestra el arreglo de los componentes básicos. Al mando del sistema sísmico de la grabación, la pistola de aire comprimido lanza un volumen específico de aire a alta presión dentro del agua. El lanzamiento del aire produce un frente de onda seguida por varias oscilaciones resultantes de la repetición del colapso y expansión de la burbuja de aire (pulso de la burbuja).

La pistola de aire GI se configura para trabajar en “modo armónico” que utiliza un compartimiento (generador) para producir un pulso primario, y el compartimiento secundario (inyector) inyecta un segundo pulso cerca de la extensión máxima del pulso primario. El arreglo más apropiado es cuando el arma se configura como generador de 105 in³ e inyector de 45 in³. Ésta es la configuración óptima para suprimir totalmente la oscilación de la burbuja, pues el segundo pulso se inyecta en el pulso primario para prevenir colapso de burbuja. La energía máxima se obtiene en el modo armónico cuando ambas cámaras se configuran para ser del mismo tamaño y se disparan simultáneamente. Funciona mejor con una presión de aire máxima de 3000 psi o mayor.

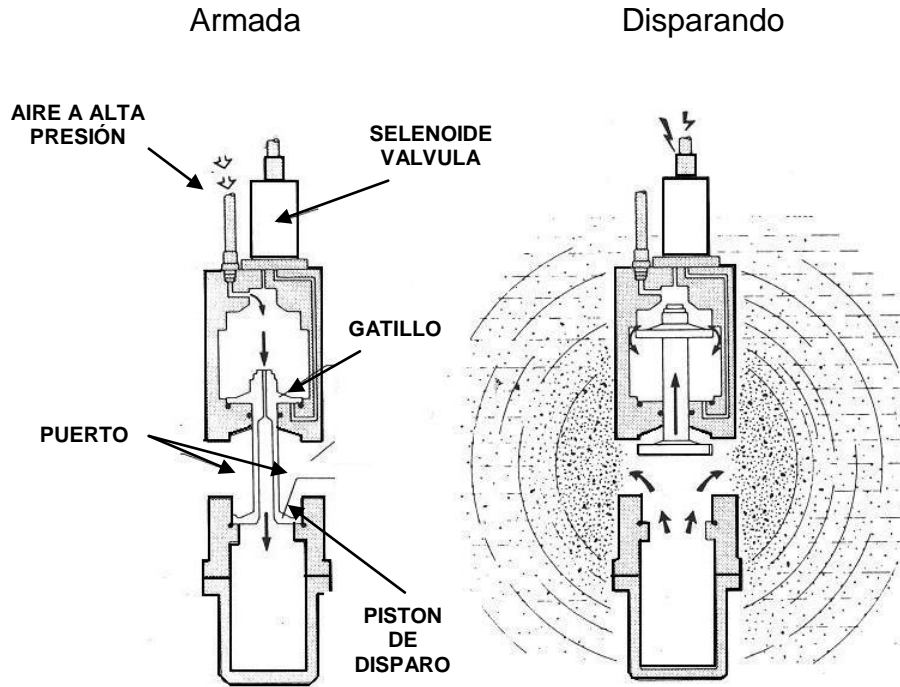


Figura I.11) Pistola de Aire, Configuración de armado y disparo.
(Hutchinson-Detrick, 1984)

La señal acústica es producida por el lanzamiento explosivo del aire a alta presión directamente en el agua (diagrama modificado de sistemas sísmicos, inc., ahora Sercel-Francia). Observe que durante el disparo, el pistón se ha conducido hacia arriba a una alta velocidad en el compartimiento superior, mientras que el aire de alta presión sale del compartimiento más bajo en el agua circundante. (Hutchinson y Detrick, 1984).

La pistola de aire requiere un compresor de alta presión a bordo que rinda una presión de aire de 2000 a 3000 PSI. Para resolución máxima, se utiliza la cámara más pequeña del compartimiento. Si la penetración máxima es la meta, se configura con la cámara más grande, disminuyendo la resolución.

Ambas armas tienen un pulso estable y repetible en términos de amplitud y composición de frecuencia. La pistola de aire genera más fuerza que la señal de boomer, Sparker y los sistemas de chirp. La pistola de aire es remolcado por la popa. Las señales de retorno son recibidas por una serie de hidrófonos, los cuales son remolcados en popa.

I.5.3 Sparker

(Fuente de onda por descarga eléctrica “chispa”).

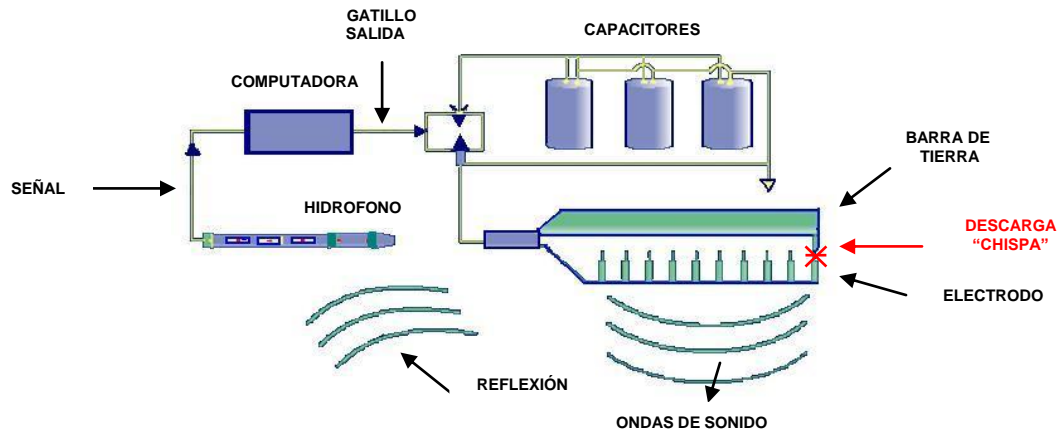


Figura I.12) Componentes básicos del sistema Sparker (trabant, 1984).

El sistema sparker es una fuente relativamente de alta potencia, consiste en un arco eléctrico que vaporiza el agua existente entre las terminales de carga positiva y carga negativa. Las burbujas que se colapsan producen un pulso con un ancho de banda de (50 Hz - 4 KHz) penetrando varios cientos de metros bajo el lecho marino. Los hidrófonos remolcados reciben las señales de vuelta. Puede funcionar solamente en agua salada para cumplir con las necesidades de conductividad del sistema.

El sistema sparker (opera en un rango de frecuencias de 50-4000Hz); generalmente produce una penetración más grande que los sistemas boomer o chirp, con una resolución del orden de unos cuantos metros. El sistema Sparker tiene un diseño sencillo y versátil, aunque la resolución y penetración pueden modificarse por la variación de capacitancia y voltaje del sistema. Se despliega fácilmente en popa, o puede ser remolcado junto a la embarcación. Sin embargo la longitud de pulso generado está limitada por la repetibilidad y la creación del pulso de burbuja, y requiere de un alto voltaje a bordo de la embarcación para alimentar al sistema. Actualmente, no se utiliza extensamente, debido al alto mantenimiento (el sistema debe ser limpiado periódicamente, o substituir los electrodos) y tiene limitaciones en los ambientes de agua dulce o salobres (los electrodos deben descargar la carga en un líquido que sea conductor, es decir, agua salada).



Figura I.13) Sistema Sparker.

I.5.4 Boomer

El boomer (Fuente de onda por golpeo), es una fuente que trabaja con un ancho de banda de 300 Hz - 3 KHz, enviando energía eléctrica de la fuente de alimentación a través de las bobinas de alambre (véase la figura I.14), los dos resortes que contienen las placas en el transductor del boomer son cargadas eléctricamente, esto hace que las placas se repelen, generando así un pulso acústico. Dependiendo de los tipos de materiales usados en las placas del sistema boomer, sus rangos de penetración puede ser a partir de la 0.5 a 1 m, y de 25 a 50 m de profundidad. La señal reflejada es recibida por un hidrófono remolcado. El sistema boomer trabaja en un rango de (300 Hz - 3 KHz), es un sistema de alto voltaje y requiere una fuente de alimentación grande y pesada para su operación (en el orden de 5000 voltios).

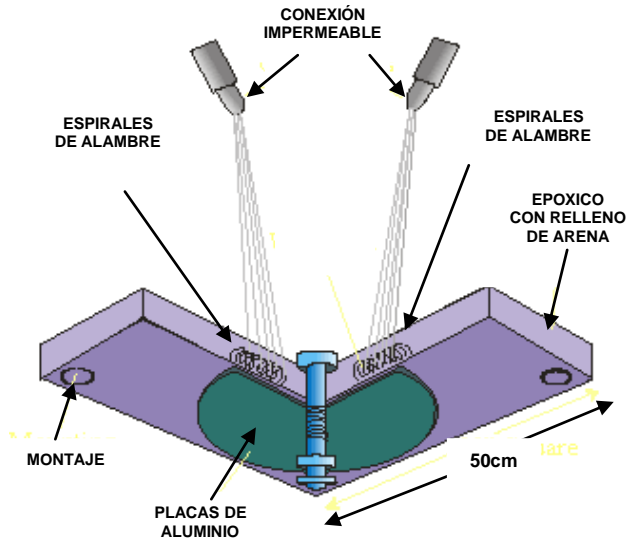


Figura I.14) Componentes básicos del sistema del boomer (Kramer , 1968).

El boomer crea una fuente muy estable, se monta en un trineo (Figura I.15) que se remolca en popa o junto a la embarcación, y es más difícil de desplegar que las escopetas de aire comprimido o el sparker debido a su tamaño y peso. La configuración del remolque limita la velocidad de la nave. También, el movimiento de la onda puede distorsionar la señal.



Figura I.15) Trineo donde el Boomer es montado.

En aguas poco profundas o ambientes profundos, el boomer se utiliza en un modo de baja energía, para eliminar el repique o zumbido (las reverberaciones, o las reflexiones múltiples indeseadas) - funciona generalmente en 100-175 joules. Las fuentes de Boomer proporcionan buenas grabaciones del subfondo marino, en ambientes geológicos donde son dominantes las arenas y gravas de depósitos glaciales.

I.5.5 Chirp.

El sistema Chirp (chirrido) emite en su señal un barrido de frecuencias, la señal es transmitida y emitida durante un periodo de tiempo y una banda de frecuencias.

Esta forma de onda (transmitida) repetible puede ser variada en términos de longitud del pulso, y longitud de banda de frecuencia. Un filtro igualado, o proceso de correlación, colapsa el barrido de frecuencia modulada (FM) de la señal recibida dentro de un pulso de corta duración, maximizando la proporción señal-ruido (Mosher y Simpkin, 1999).

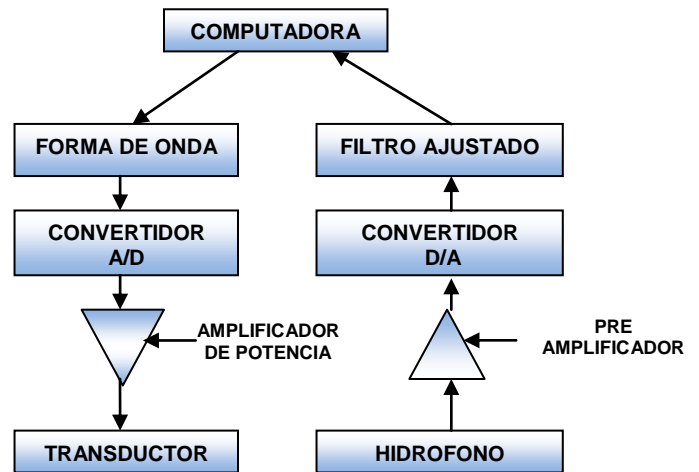


Figura I.16) Sistema Chirp.
(Mosher y Simpkin 1999)

En algunos de los sistemas, durante la adquisición de datos se registra la profundidad, altitud e inclinación del vehículo, así como el balanceo, para poder hacer las correcciones necesarias durante el procesado. La señal reflejada es recibida por el mismo transductor que genera la energía acústica saliente.



Figura I.17) Sistema Chirp, modelo SB-424 con un rango de frecuencias de 4-24 KHz.
(Mosher y Simpkin 1999).



Figura I.18) Sistema chirp, montado en un trineo flotante. (Mosher y Simpkin 1999).

Los sistemas Chirp permiten un mapeo de alta resolución en depósitos relativamente bajos, y en general tienen menos penetración que el impulso-tipo (pistolas de agua, aire, sparker o boomer).

Los sistemas actuales del Chirp (chirrido) pueden penetrar a los niveles comparables como el boomer, presentan buen detalle en la resolución de sección, las profundidades de penetración se extienden cerca de 3 m, en arena gruesa alcanza cerca de 200 m, en sedimentos fino-granulosos, dependiendo del rango de frecuencia de la señal utilizada. La resolución varía de cerca de 4 a 40 centímetros, dependiendo del rango de frecuencia o del sistema usado y del tipo del sedimento.

II METODOLOGIA Y ADQUISICION DE DATOS.

II.1 GENERALIDADES DEL SITIO DE TRABAJO.

El sitio de estudio se localiza a 36 Km al NW del Puerto de Dos Bocas, Tabasco (Figura II.1). El área estudiada se conforma por una cuadrícula de 2.1 Km por 2.1 Km, con 15 líneas principales equidistantes cada 150 metros entre sí, orientadas al N-S y 5 líneas secundarias, perpendiculares a las anteriores, equidistantes cada 525 metros entre sí, orientadas W-E, para un total de 42 Km de longitud total (Figura II.2).

Figura II.1) Localización General de la zona de estudio.

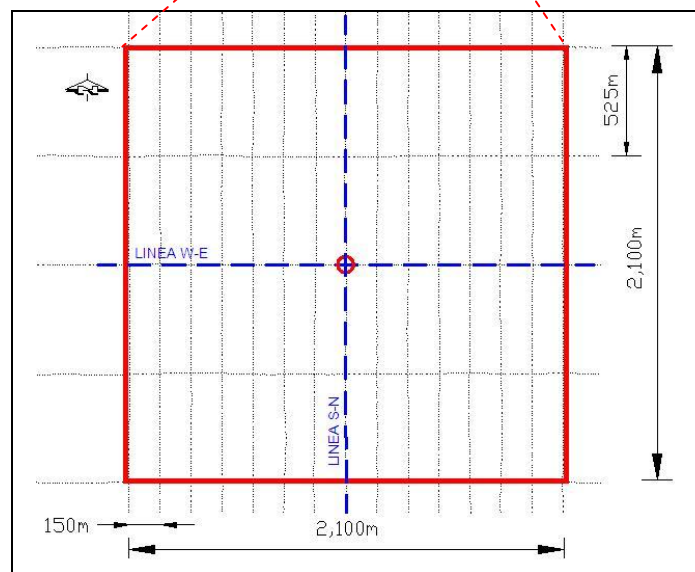


Figura II.2) Área de estudio 2.1Km por 2.1Km.

Las coordenadas fueron obtenidas en WGS-84 y convertidas a NAD27 mediante los siguientes parámetros de transformación, los cuales son proporcionados por la supervisión del cliente.

PARAMETROS GEODESICOS	PARAMETROS DE TRANSFORMACION
DATUM GEODÉSICO: NAD27 ELIPSOIDE: CLARKE 1866 UNIDAD: METROS PROYECCIÓN: UNIVERSAL TRANSVERSA MERCATOR ZONA: 15N MERIDIANO CENTRAL : 93° 00' W FALSO ESTE: 500,000.0 METROS EN M.C. FALSO NORTE: 0.00 METROS EN 00° 00' N	PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN DE WGS84 A NAD27 USANDO CONVENCIÓN COORDINATE FRAME DX=+12.60m, DY=-156.60m, DZ=-180.52m RX=0", RY=0", RZ=+0.294" ESCALA(PPM): -0.4263

Tabla 3) Parámetros geodésicos.

La conversión utilizada para dicha transformación fué la "coordinate frame", también especificada por el cliente.

No	LOCALIZACION	X	Y	LAT. N	LONG. W
1	SITIO	443,952	2,050,657	18°32'41.952"	93°31'51.918"
2	Esquina NE	445,002	2,051,707	18°33'23.216"	93°31'16.205"
3	Esquina SE	445,002	2,049,607	18°32'14.887"	93°31'15.998"
4	Esquina SW	442,902	2,049,607	18°32'14.686"	93°32'27.627"
5	Esquina NW	442,902	2,051,707	18°33'23.014"	93°32'27.842"

Tabla 4) Coordenadas del área de estudio.

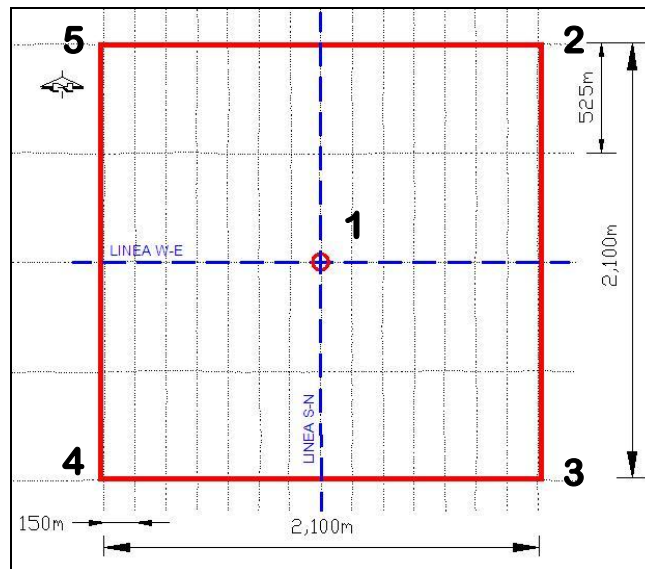


Figura II.3) Límites del área de estudio.

II.2 GEOLOGÍA REGIONAL.

La localización del levantamiento se ubica en el Golfo de México, en la zona costera del litoral tabasqueño, dentro de la plataforma continental. Los depósitos sedimentarios del Cuaternario en el área de estudio se componen de sedimentos calcáreos y detritos terrígenos, producto de la descarga principalmente de los ríos Grijalva, Usumacinta, San Pedro y de la desembocadura de la Laguna de Términos. Estos sedimentos son característicos del fondo marino del área de Campeche. Las principales estructuras presentes, sobre todo en los sedimentos Cuaternarios, consisten de complejos arrecifales formados por depósitos calcáreos de restos de organismos que poseían un potencial ecológico suficiente para sustentar la vida en estructuras rígidas y resistentes al oleaje, antiguos cauces de ríos sepultados (paleocanales) y fallas de tipo normal.

La distribución granulométrica es uniforme, así como también la columna estratigráfica. El espesor promedio del Cuaternario es de aproximadamente 650 metros en el área de estudio.



Tabla 5) Columna estratigráfica típica en el Golfo de México, frente a Campeche.

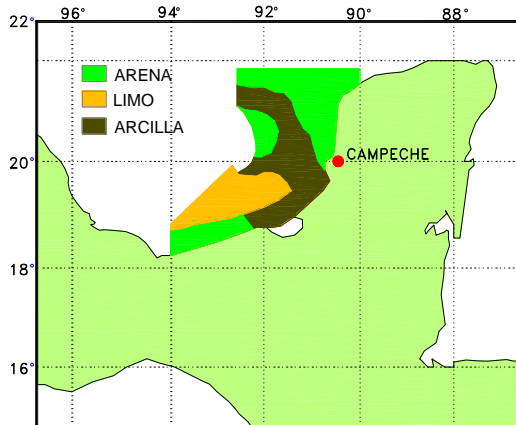


Figura II.4) Distribución de sedimentos superficiales.

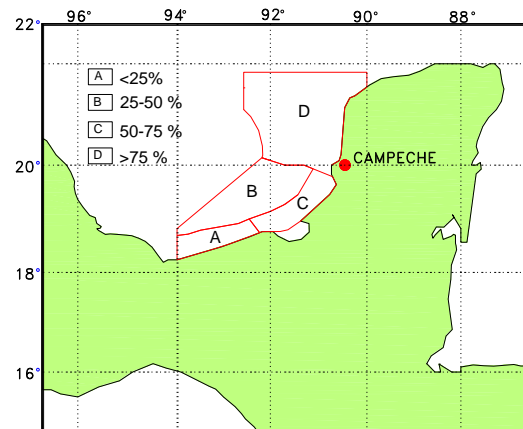


Figura II.5) Distribución porcentual de carbonatos.

La distribución porcentual de los carbonatos ha sido dividida en cuatro zonas (Figura II.5):

- 1) Zona **A** los sedimentos carbonatados es menor a 25%.
- 2) Zona **B** de 25% a 50%.
- 3) Zona **C** de 50% a 75%.
- 4) Zona **D** mayor a 75%.

Los principales rasgos estructurales presentes en el área son: la falla Frontera, la Cuenca o Fosa de Macuspana limitada por fallas normales, al Oriente, la Fosa de Comalcalco delimitada por fallas normales y domos de la Cuenca Salina del Istmo en Coatzacoalcos por el Poniente; plegamientos frontales de la Sierra de Chiapas al Sur y la plataforma continental al Norte. Los sedimentos del Terciario y Cuaternario están siendo influenciados por estas estructuras, algunas se manifiestan en sedimentos recientes, en forma de fallas de crecimiento.

II.3 METODOLOGIA , PERSONAL Y EQUIPOS

PERSONAL DE CAMPO Y TRABAJOS PREVIOS.

A continuación presentamos el personal Técnico y Tripulación mínima necesaria en un barco de registros geofísicos (El número de personal puede depender de las actividades y tamaño del barco).

Personal Técnico.

Cantidad.	Especialidad.	Categoría.	Actividad
1	Ing.Civil o Geofísico	Representante	Administrativo
1	Ing. Geofísico.	Superintendente	Responsable Gral. (Ctrol. de calidad).
8	Técnicos	Operadores	4 operadores por turno de 12 hrs.

Personal de la Embarcación (Tripulación).

Cantidad.	Especialidad.	Actividad
1	Capitán.	Responsable de la embarcación.
1	Oficial de Cubierta.	Auxiliar del Capitán.
2	Marineros.	Actividades varias.
2	Cocineros	Preparación de alimentos
2	Limpieza	Aseo y limpieza.

ACTIVIDADES PRELIMINARES.

- 1.-Se realiza una cuadrícula en el software de navegación que delimitara el área de interés y mostrara en pantalla los recorridos de la embarcación.
- 2.-Se solicita permiso de trabajo a Control Marino, el cual observa las actividades desde el punto de vista seguridad.
- 3.-Se realiza chequeo general y calibración de equipos.

DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN LA EMBARCACIÓN.

Se presenta la metodología y equipos empleados para la caracterización geofísica del fondo y subfondo marino. La figura II.6, ilustra los equipos y su distribución en el barco de adquisición de datos.

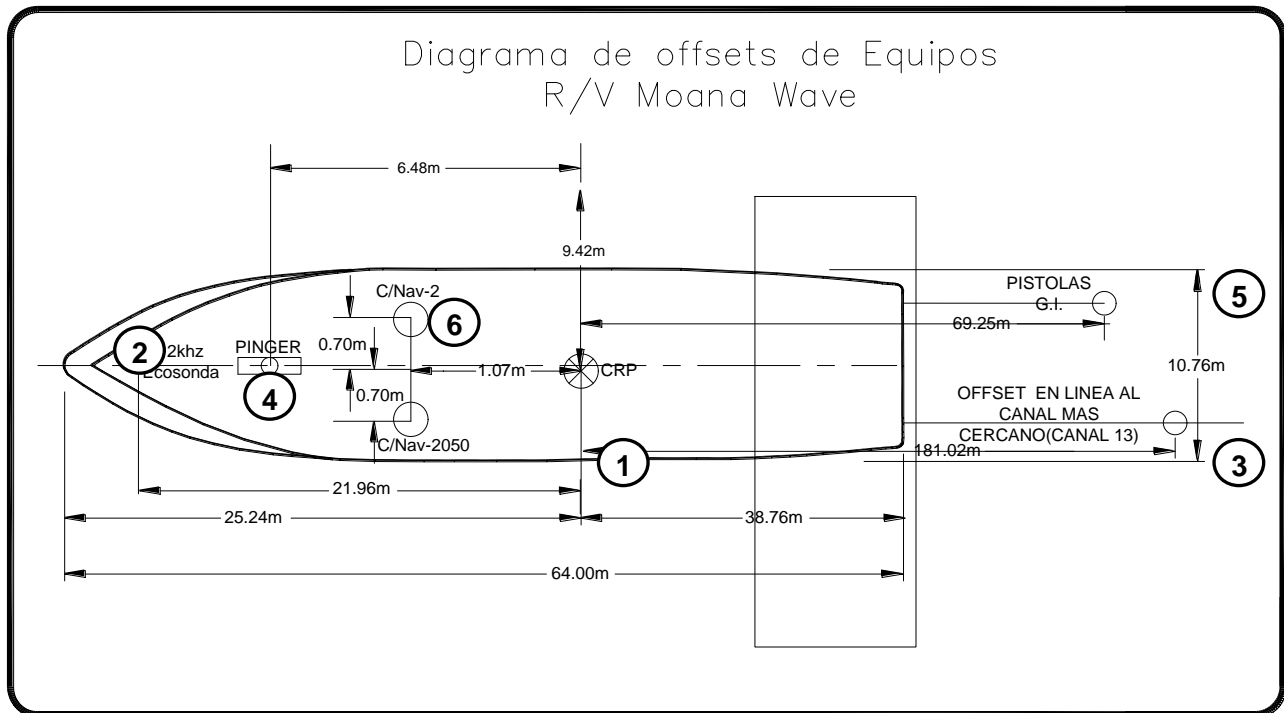


Figura II.6) Diagrama de Ubicación de instrumentos en el Barco de adquisición de datos.

Para el levantamiento geofísico se utilizó el siguiente equipo:

- 1) Ecosonda Mono haz de precisión para determinar las medidas del tirante de agua.
- 2) Ecosonda Multihaz de precisión para cartografiar el piso marino.
- 3) Sonar de Barrido Lateral, para cartografiar el piso marino y sus eventos marcados en superficie.
- 4) Perfilador Somero, para determinar las características del subfondo y sedimentos no consolidados.
- 5) Perfilador Profundo, que permite definir la estratigrafía a mayor profundidad, utilizando como fuente a una pistola de aire.
- 6) Sistema de posicionamiento (G.P.S) CNAV. De doble frecuencia, en forma diferencial con precisión de 10 cm, el cual permite dar una ubicación muy acertada para cada línea geofísica corrida.

II.3.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO (GPS) CNAV.

El sistema de Posicionamiento Global funciona mediante señales de satélite codificadas que pueden ser procesadas en un receptor GPS permitiéndole calcular su posición, velocidad y tiempo.



Figura II.24) Ubicación de los GPS en la embarcación.
(J.Ramírez,2006,Moana Wave)



Figura II.25) Antena GPS e Interfase.

Los errores en las medidas GPS tienen orígenes diversos como por ejemplo, los relojes de los satélites, órbitas transmitidas inexactas y la propagación de las señales a través de la atmósfera. Estos errores son variables y muy difíciles de predecir con alta exactitud por lo que se hace necesario un método que permita medir los errores reales a la vez que éstos están afectando a las medidas GPS. Por tal motivo, para el caso de navegación en el mar, se utiliza el método Diferencial (Tiempo real), éste trabaja con un receptor (base), colocado en tierra generando una serie de correcciones, las cuales son enviadas vía radio y/o satélite a la embarcación de trabajo, generando así, una precisión de centímetros.

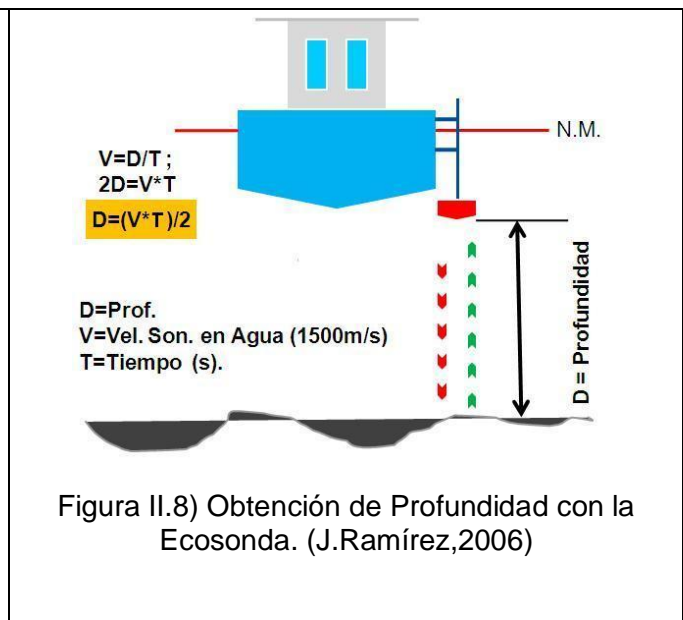
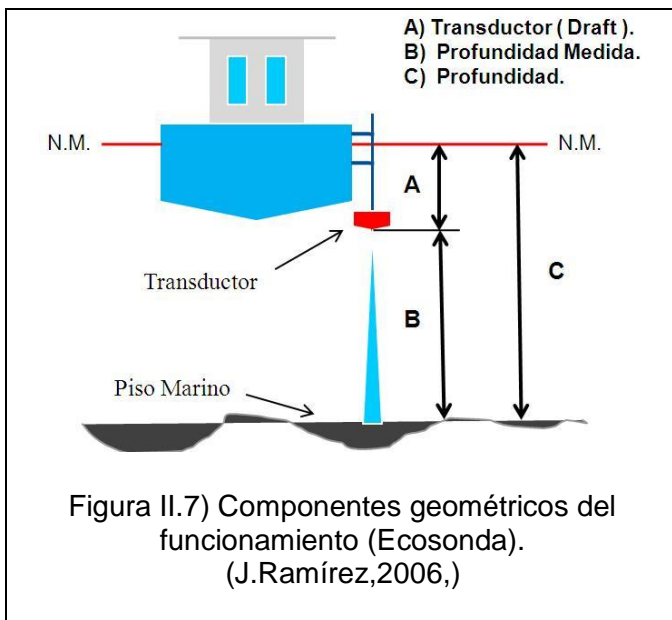
El sistema de posicionamiento C-NAV, es un sistema globalmente corregido vía diferencial, este sistema es propiedad y operado por C & C Technologies. El receptor GPS CNAV combina un receptor del rango geodésico de doble frecuencia, con un receptor de comunicaciones integrado de Banda L y RF, también incluye un detector y decodificador conectados con un microprocesador interno. El CNAV utiliza una serie de estaciones localizadas alrededor del mundo para proporcionar precisiones de 0.25m.

El Sistema de Posicionamiento C-NAV es integrado con un mini demodulador con antena receptora GPS y Diferencial Satelital Integradas en una sola, un programa de navegación llamado Winfrog, el cual, procesa la información satelital y controla la navegación de la embarcación durante las operaciones de posicionamiento. Para los eventos de la geofísica, éste sistema genera las marcas de punto de tiro a una distancia (fija) cada 12.5 m sobre cada línea de la retícula, en cada uno de los sistemas de registro. Toda esta información es grabada digitalmente en formato ASCII, con lo que se genera el Plano de Posicionamiento, o plano base con las fijas (puntos de control horizontal).

II.3.2 ECOSONSA MONO HAZ.

La ecosonda Echotrac MKIII está compuesta por una sola consola, es decir: emisor, receptor y digitalizador en una sola unidad. Este equipo utiliza lo último en ingeniería de circuitos digitales y analógicos para procesar las profundidades e imprimirlas o mostrarlas en pantalla, según se requiera.

La ecosonda Echotrac MKIII, está basada en un procesador de 16 Bits que permite realizar todas las operaciones en tiempo real, lo que la hace extremadamente portátil y versátil. El equipo tiene, las frecuencias 12 KHz y 100 KHz, adicionalmente se le puede conectar un compensador de movimiento y corrige en tiempo real los movimientos de oleaje, cabeceo y bamboleo, resultado de mares agitados. Tiene dispositivos para discriminar ruidos de señal verdadera proveniente del fondo marino. La alimentación eléctrica de este equipo es de 24 volts de corriente directa. Tiene capacidad de medición para profundidades de hasta 2,500 m y precisiones de 0.01% de la profundidad. La ecosonda es un instrumento básico para la obtención de profundidades en los estudios batimétricos. La batimetría es la ciencia que mide las profundidades marinas para determinar la topografía del fondo del mar. Un plano batimétrico es un mapa que representa la forma del fondo de un cuerpo de agua, normalmente por medio de líneas de profundidad, llamadas isobatas.



El plano batimétrico del lugar de nuestro sitio de estudio fué creado electrónicamente a partir de los datos generados por la ecosonda durante el levantamiento. Estos valores acústicos medidos fueron calibrados y corregidos en tiempo real con la velocidad del sonido en el agua y compensados por oleaje.

Los datos fueron ajustados posteriormente por marea de acuerdo a las Tablas de Predicción de Mareas del Servicio Mareográfico Nacional, del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El programa de computadora calculó las cotas de las líneas, que describen con precisión la profundidad del fondo marino. Las cotas calculadas por la computadora fueron entonces comparadas con los datos del Ecosonda, donde se verificaron contra los tirantes de agua, para confirmar la precisión del plano generado.

Los archivos son generados en formato ASCII, dentro de los cuales tiene la información de cada línea (coordenadas, fijas, hora y profundidades de tirante de agua), estos archivos se emplearon para la corrección por marea con respecto al Nivel Medio del Mar.

El software que se utilizó para la adquisición de datos batimétricos y posicionamiento es WINFROG (**Winfrog** Integrated Navigation System.- Thales Geosolutions (pacific), inc. Fugro pelagos).

II.3.2 ECOSONSA MULTHAZ.

Multibeam (mb) es un instrumento hidroacústico, utilizado para levantamientos batimétricos de precisión.

FUNCIONAMIENTO

Al igual que una ecosonda, el Multibeam, emite un pulso sónico que al rebotar en el lecho marino transforma el tiempo de viaje de la señal en distancia, todo esto multiplicado por 160 veces, permitiendo un ángulo de cobertura de 130°

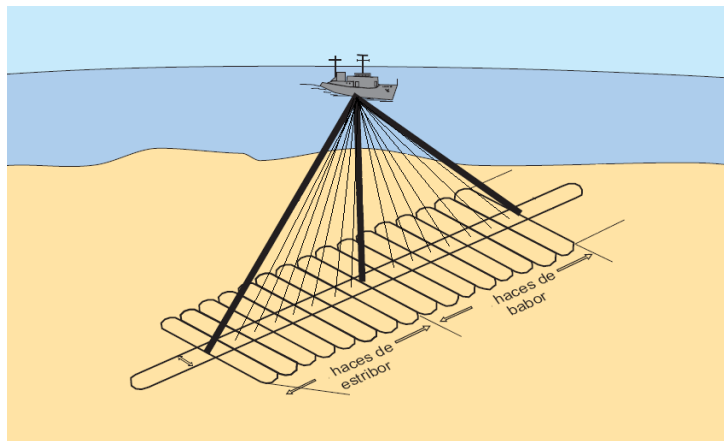


Figura II.9) Funcionamiento del Multibeam.
(C.rodriguez,1998,Anuario Hidrografico de Chile)

Para la medición con precisión del tirante de agua se utilizó el Ecosonda Multihaz Kongsberg modelo EM-3200, con 160 haces. Los datos del Ecosonda se calibraron con la velocidad del sonido en el agua obtenida con el CTD SEACAT, y previo al levantamiento se realizó el "Patch Test".

Para la corrección del movimiento de cabeceo y rotación, se empleó un sensor de referencia de movimiento marca Aplanix y un girocompás Meridian Surveyor.

El equipo Multihaz es integrado por tres partes: Transductor, Consola generadora y Software de procesado.



Figura II.10) Equipo completo de Multihaz.
(Kongsberg, 2006)

Todas las profundidades están referidas al nivel medio del mar al aplicar la corrección por marea obtenidas de las Tablas de Predicción de Marea del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, tomando en cuenta la fecha y la hora del levantamiento. Los datos se registraron con una frecuencia de 200 KHz. Con dicha información se elaboró el mapa con la variación del tirante de agua o Plano Batimétrico. Los datos se grabaron en formato ASCII.

II.3.4 SONAR DE BARRIDO LATERAL.

Para la cartografía del fondo marino se empleó un Sonar de Barrido Lateral digital de doble frecuencia marca Geo Acoustic, que utiliza tecnología Chirp, lo cual permite una gran discriminación entre las señales de ruido y los reflejos verdaderos del fondo. El sonar estuvo manipulado digitalmente con el paquete ISIS que permite realizar filtrados, correcciones espaciales y la realización de mosaicos digitales.

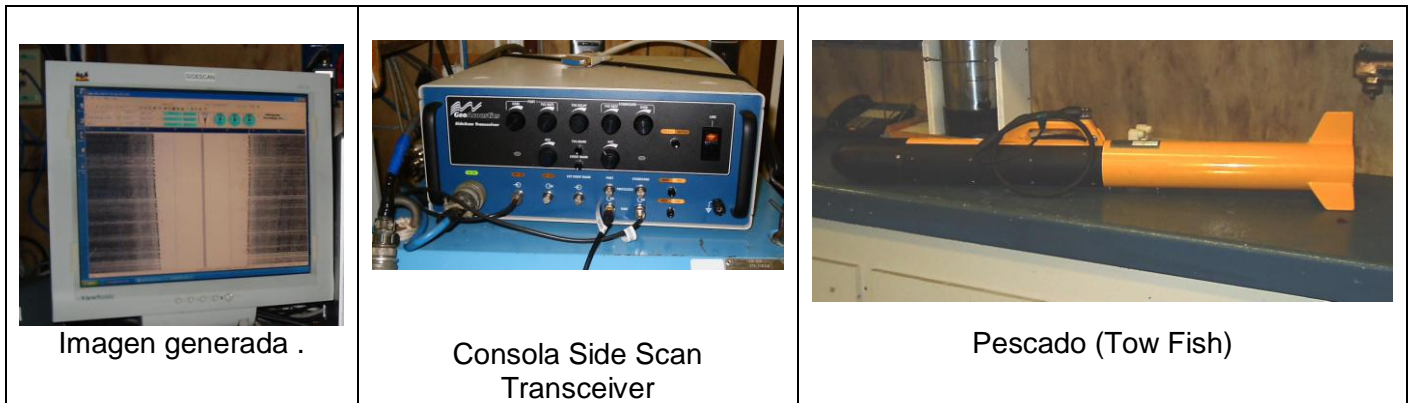


Figura II.11) Equipo completo de Sonar de Barrido Lateral.
(J.Ramírez,2006, Moana Wave)



Figura II.12) Tow fish remolcado con la grúa, en la popa de la embarcación. (J.Ramírez,2006, Moana Wave)

Con el sistema side scan sonar, se logra la proyección de la imagen del lecho marino, remolcando un Tow-Fish (pescado) sobre el área de estudio. El Tow Fish está equipado con un arreglo lineal de transductores que emiten, y reciben más adelante, un pulso acústico de energía en un rango de frecuencia específico. El pulso acústico se diseña específicamente, tal que es ancho en la dirección transversal y estrecho a lo largo del recorrido (Figura II.13).

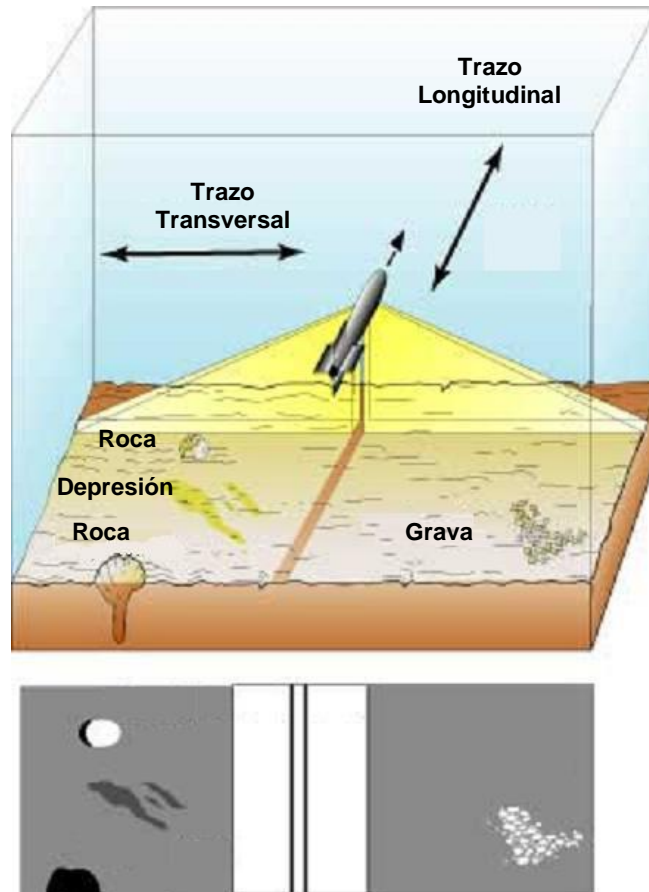
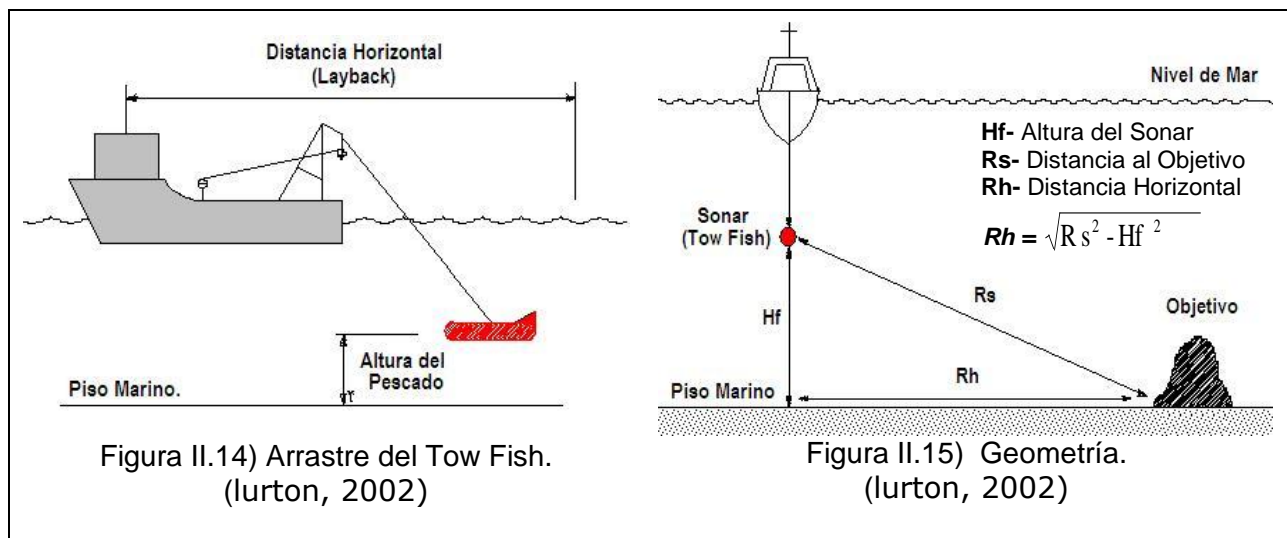


Figura II.13) Vista en planta del registro con Side Scan Sonar.
(k.w. et al., 1987)

Los recuadros grises contienen los objetivos visualizados durante un levantamiento en las márgenes Izquierda y Derecha (Figura II.13).

La energía acústica recibida por el vehículo del remolque, proporciona la información en cuanto a la distribución y las características generales de los sedimentos superficiales y de los estratos que sobresalen del piso marino. Generalmente si el resto de los parámetros son constantes, una superficie rugosa regresa una señal más fuerte que una superficie lisa. Las sombras resultan de áreas en donde la señal no choca con ningún material y por tanto no hay información de regreso.



La distancia horizontal y la altura del Tow Fish, se calculan dependiendo la profundidad en la zona de estudio,

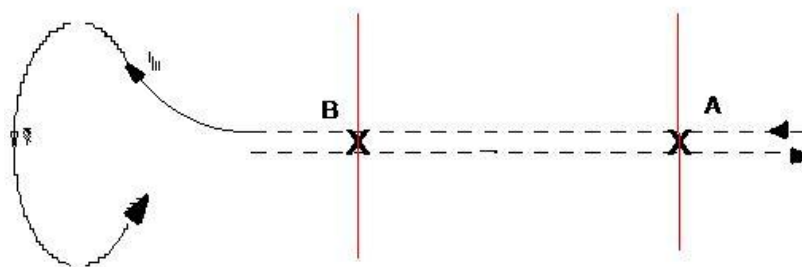


Figura II.16) Recorrido de la embarcación, en un levantamiento con Sonar. (Iurton, 2002)

La información obtenida se va imprimiendo y a su vez, se va guardando en archivo electrónico por medio del programa ISIS.

II.3.5 PERFILADOR SOMERO.

Con el Perfilador Somero Geopulse, tecnología CHIRP II, tiene una penetración de registro de 0 hasta 30 metros de profundidad (según permitan las características acústicas de los sedimentos). Los registros se grabaron con una frecuencia de 3.5 KHz y escala de 25 m por división. Se imprimió en papel al mismo tiempo que se grabó en disco duro.

El sistema Chirp emite un barrido de frecuencias, la señal es transmitida y emitida durante un periodo de tiempo y una banda de frecuencias.

La señal reflejada es recibida por el mismo transductor que genera la energía acústica saliente.

La figura II.17, muestra el camino que sigue la señal, desde que es emitida por la consola de transmisión.

La señal fue procesada con el programa SonarWiz, el cual controló la adquisición de datos del perfilador somero y del Side Scan Sonar simultáneamente.

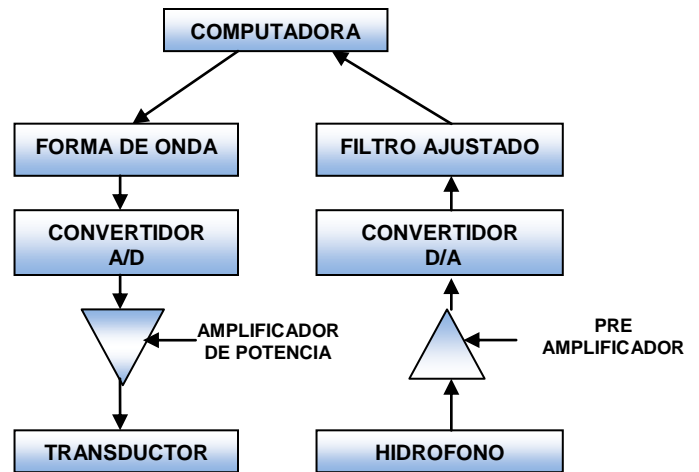


Figura II.17) Recorrido de la señal (Chirp II). (Poppe et al.,2003)

Con el perfilador somero se determina la distribución y características de los sedimentos no consolidados, además se logra captar la presencia de emanaciones de gas en los sedimentos. Con esta información se generaron los Planos de Riesgos Potenciales.



Figura II.18) Grafica del Perfilado, en Pantalla. (J.Ramírez,2006,Moana Wave)



Figura II.19) Consolas de Transmisión y recepción del pulso. (J.Ramírez,2006,Moana Wave)

II.3.6 PERFILADOR PROFUNDO.

Este tipo de registro acústico permite definir la geología estructural y estratigráfica del área, definir la presencia de gas, y la actividad relativa de las fallas geológicas, la penetración es variable según el tirante de agua, la presencia de gas y la energía de la fuente sísmica, pudiendo alcanzar dos segundos u 2,600 m de información aproximadamente. Los registros se efectuaron con el sistema de pistolas de aire (GI) de 90 in³, registrándose 24 canales en un sistema Seamux, con muestreos a cada medio milisegundo, graficándose hasta 4 segundos y registrándose en formato digital hasta dos segundos.



Figura II.20) Sistema Adquisición de Datos Sísmicos.
(J.Ramírez,2006,Moana Wave)

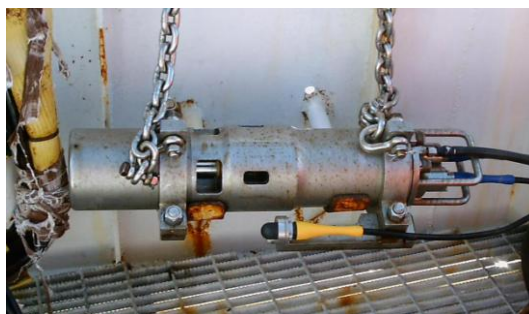


Figura II.21) Pistola de Aire(90 Inch³), Fuente Sísmica.
(J.Ramírez,2006,Moana Wave)

Se utilizaron 24 canales digitales, a diferencia de los 12 canales especificados por contrato, debido a que la configuración geométrica con 12 canales resultó muy pobre en cuanto a información a procesar. Así mismo la relación señal / ruido se mejora considerablemente al duplicar el número de canales.

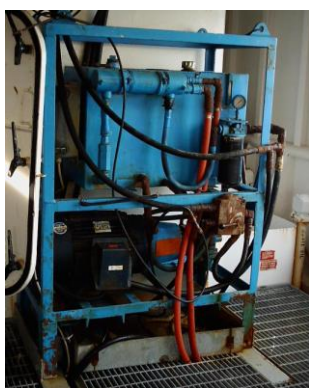


Figura II.22) Compresor de aire.
(J.Ramírez,2006,Moana Wave)



Figura II.23) Arreglo de Hidrófonos.
(J.Ramírez,2006, Moana Wave)

A estos datos se les aplicó un pre-procesamiento, el cual consistió en un Apilamiento Promediado (Mixing Stack), filtrado de un ancho de banda de 10 Hz a 800 Hz, y ganancia variable en tiempo para el control de calidad. Las líneas procesadas se guardaron en formato SEG-Y para su posterior procesamiento.

III. INTERPRETACIÓN Y EVALUACION DE RESULTADOS

III.1 BATIMETRÍA (ECOSONDA MONOHAZ Y MULTIHAZ).

La magnitud de los tirantes de agua dentro del rectángulo de estudio, varía entre los 29 metros a 33.5 metros de profundidad, teniendo como referencia el nivel medio del mar. El gradiente regional se inclina hacia el NW con una pendiente promedio de 0.2%. La profundidad en el sitio de estudio es de 31.9 metros (Figura III.1).

La velocidad del sonido empleada para el cálculo de las profundidades fue de 1,532.6 m/s. El relieve del fondo marino es relativamente liso prácticamente en toda el área de estudio. Aparentemente no existen rasgos significativos en el lecho marino lo cual se muestra en la figura III.1.

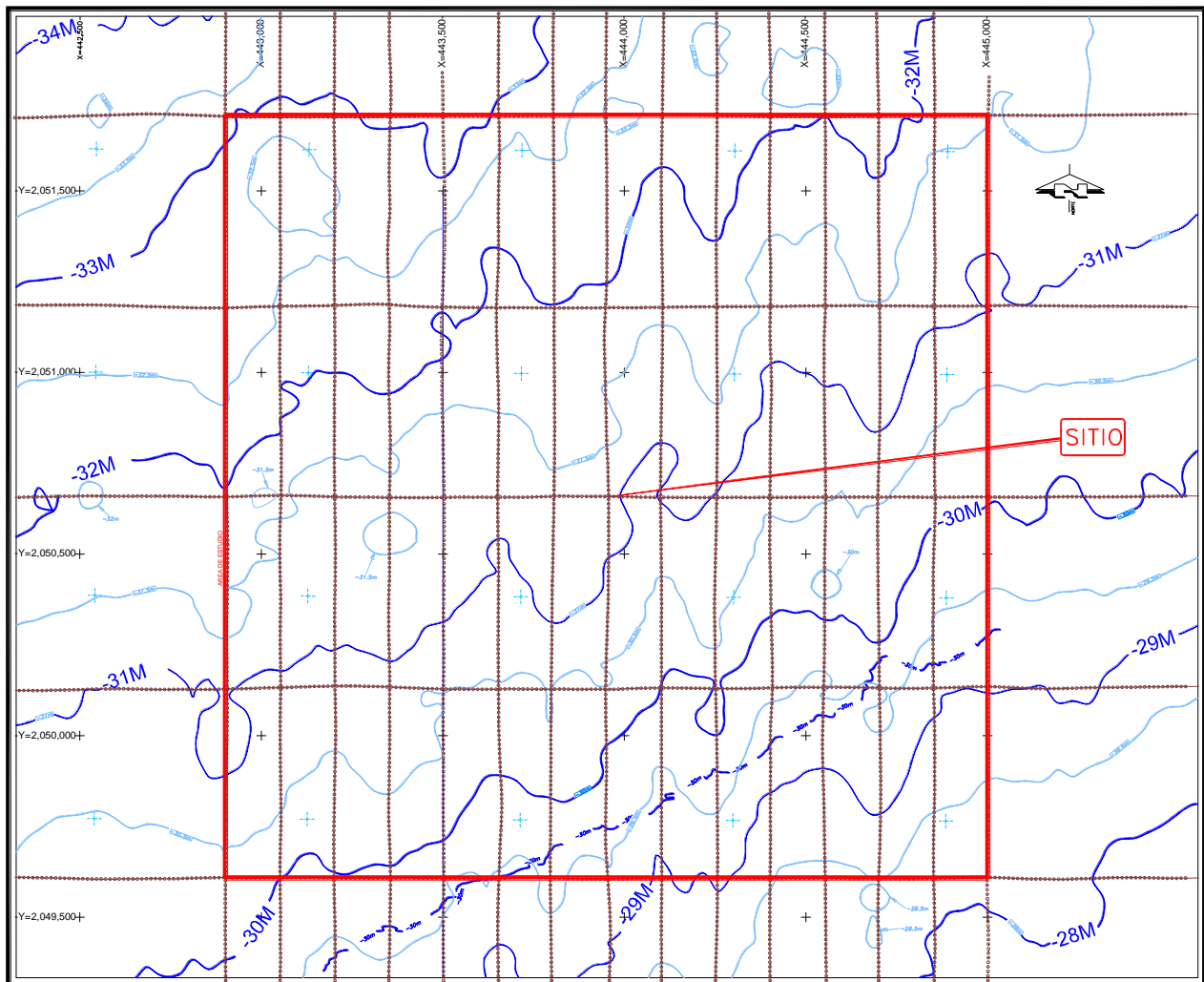


Figura III.1A) Plano Batimétrico realizado con Ecosonda Monohaz.

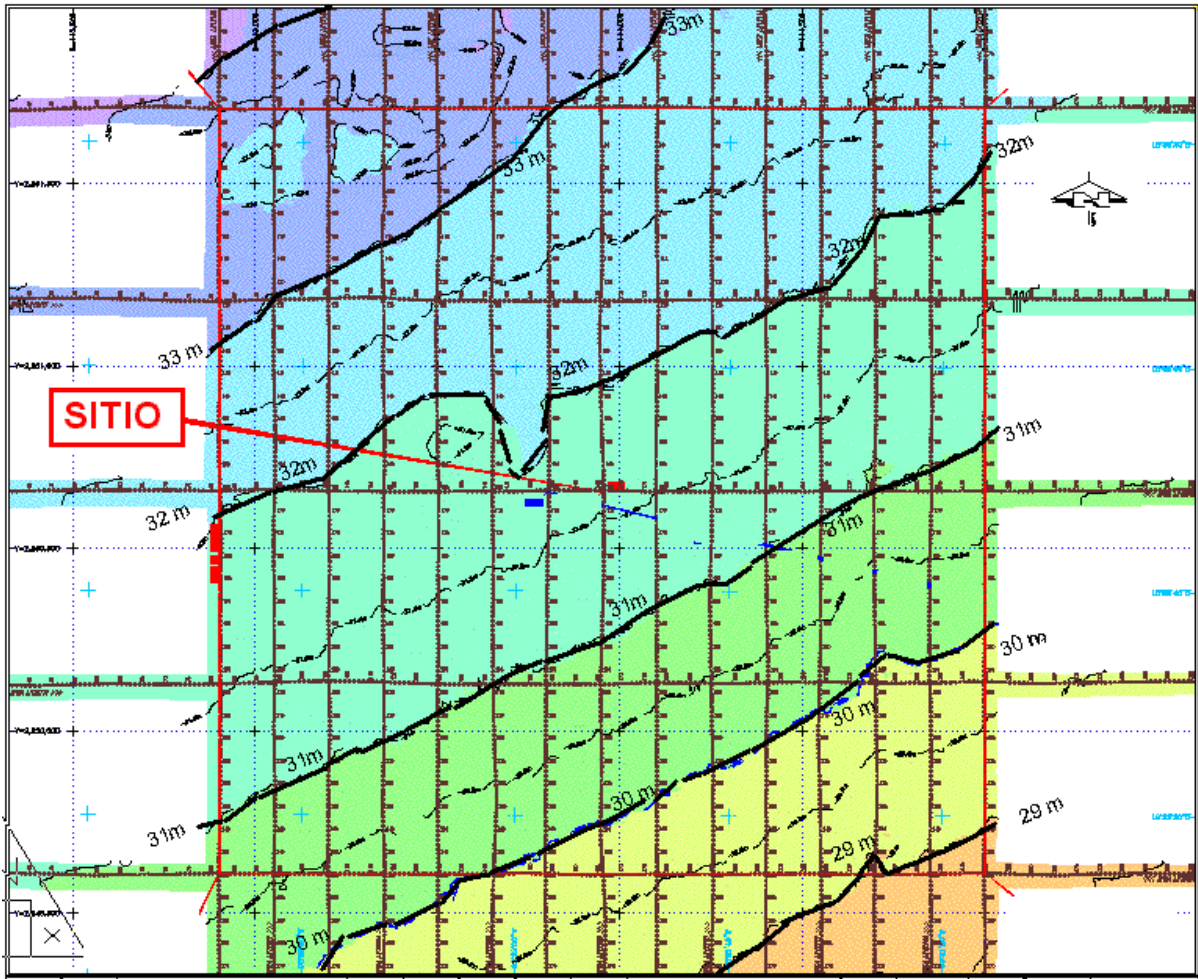


Figura III.1B) Plano Batimétrico realizado con Ecosonda Multihaz, muestra la disposición de profundidades en el área de estudio.

III.2 MORFOLOGÍA DEL FONDO (SONAR DE BARRIDO LATERAL)

La morfología del fondo marino es continua y sin interrupciones, salvo la cartografiada en el cuadrante NW, en donde se registraron unas leves depresiones del piso marino, el cual se encuentra alterado en tal zona respecto a su forma natural.

Se identificaron algunas zonas de escapes de gas ya inactivas, que se evidencian por el tipo de estructura que dejan sobre el suelo marino, las cuales regularmente tienden a tener formas semicirculares de escasa dimensiones y suelen a agruparse en racimos. Estas zonas se encuentran diseminadas en varias áreas del sitio y no representan riesgo alguno para las actividades de perforación, al no estar conectadas con yacimientos profundos.

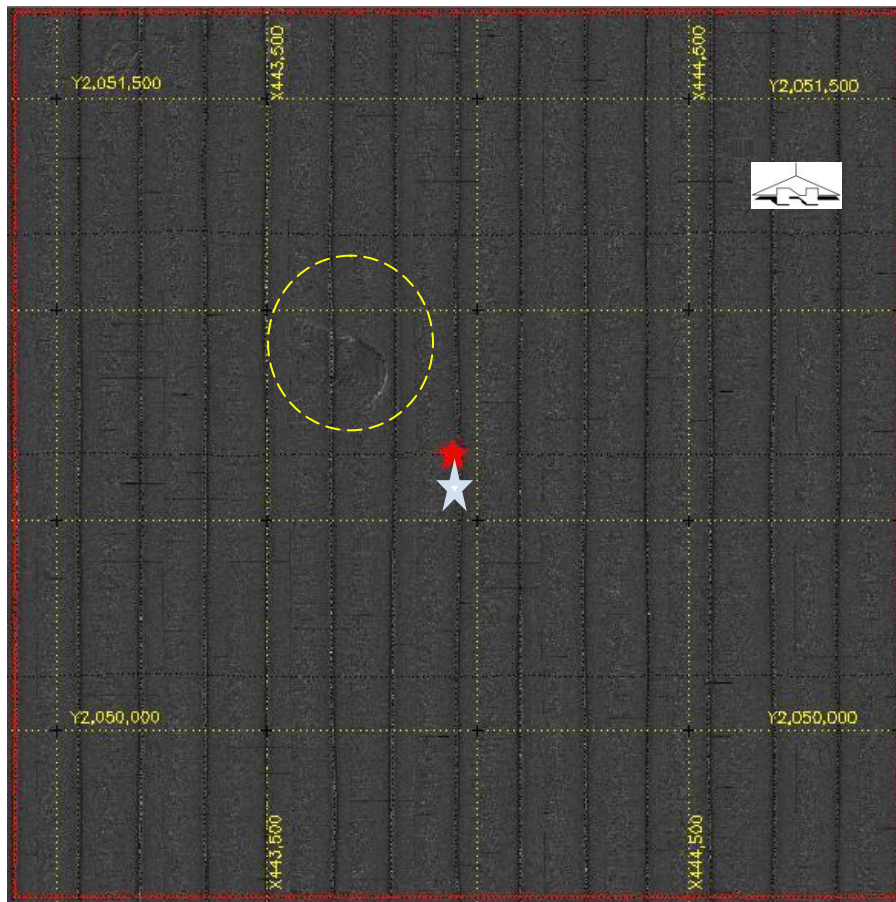


Figura III.2) Imágenes generadas con el sonar de barrido lateral (Side Scan Sonar). El círculo amarillo muestra leves depresiones en el lecho marino. La estrella blanca es el sitio inicial propuesto.
(Moana Wave 2006,)

El siguiente plano se realizó , partiendo de los datos que se obtuvieron con el sonar de barrido lateral, tales como zonas de inestabilidad del fondo marino, montes de lodo o “Pock Marks” y afloramientos de coral entre otros.

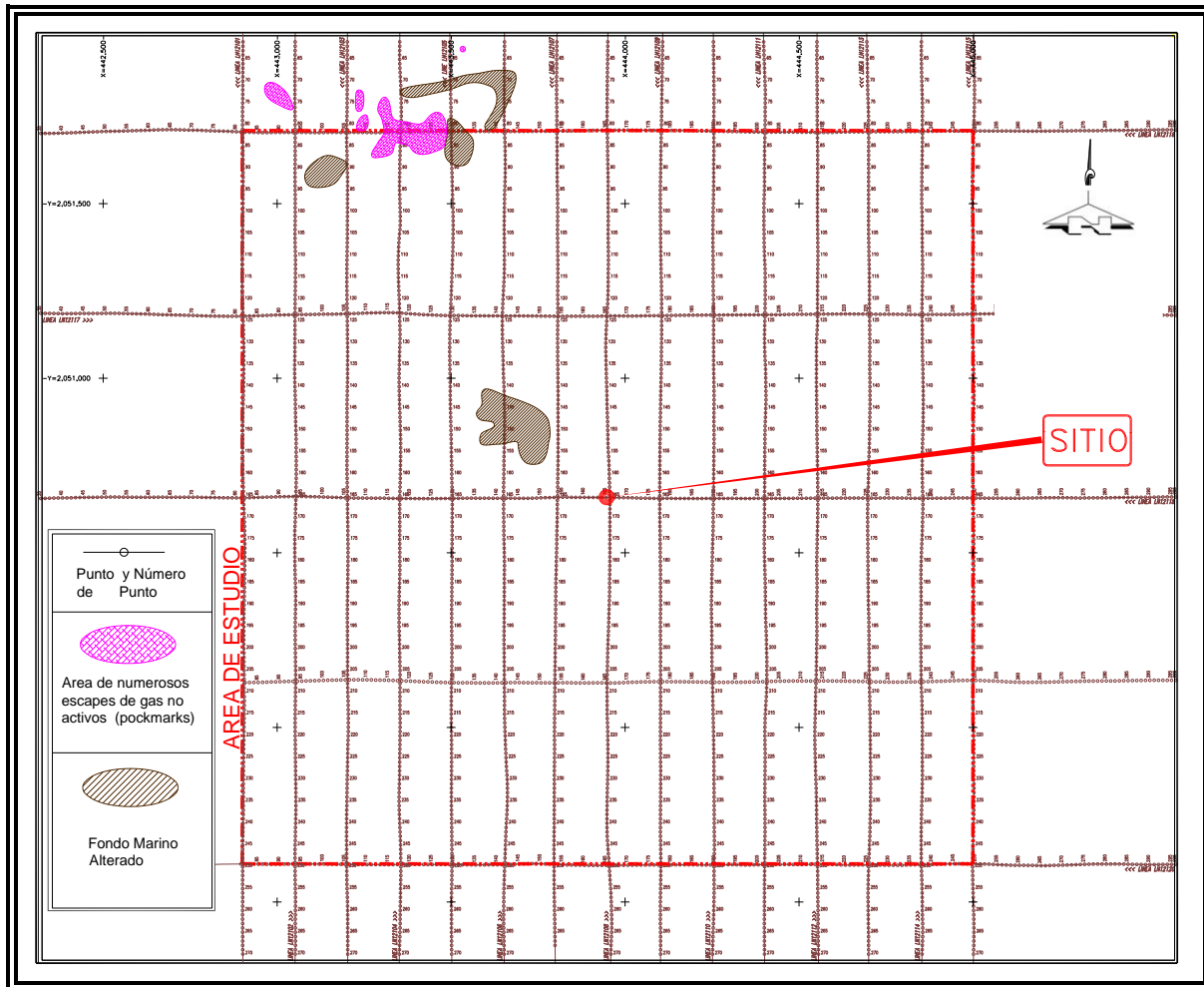


Figura III.3) Plano generado en base a las Imágenes del sonar de barrido lateral, en la cual se observar a mayor detalle las alteraciones existentes en el piso marino. (Moana Wave ,2006,)

III.3 CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS CON PERFILES SOMEROS.

La geología superficial dentro del área de estudio consiste en sedimentos de material arenoso muy compacto en los tres primeros metros, alternados con material arcilloso, que fueron depositados por mares transgresivos al marcar el fin de la Era Glaciar y dar paso al Holoceno hace 10,000 años.

En este trabajo se identificaron numerosos vestigios de canales sepultados, los cuales se asocian con la migración de la costa a principios de la era Reciente, en donde el mar se retiró en este sitio cerca de 40 Km de su localización actual.

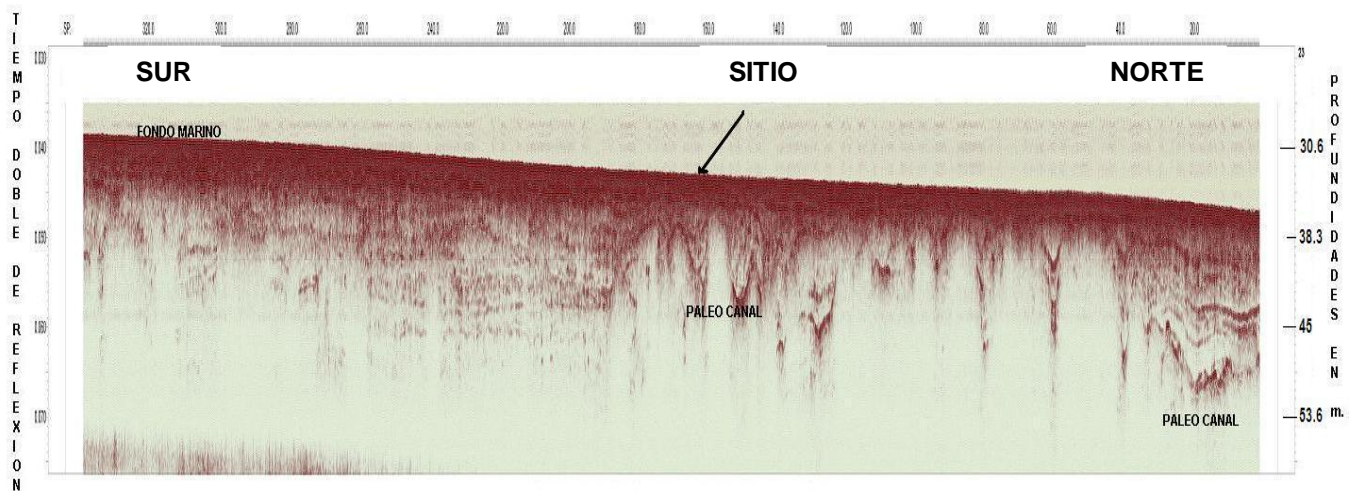
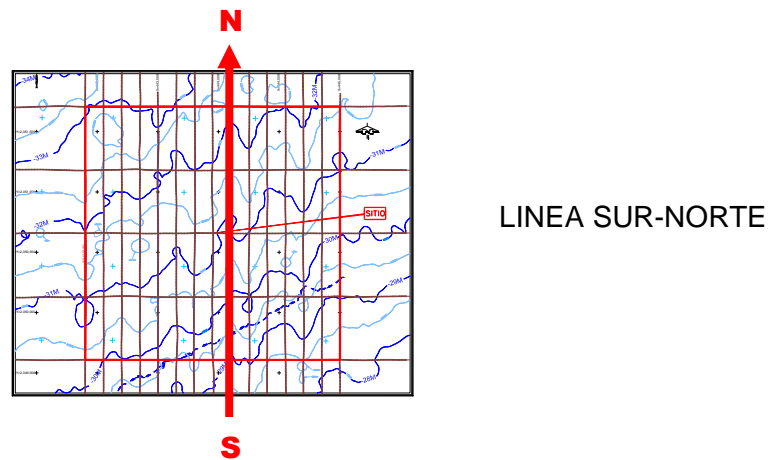
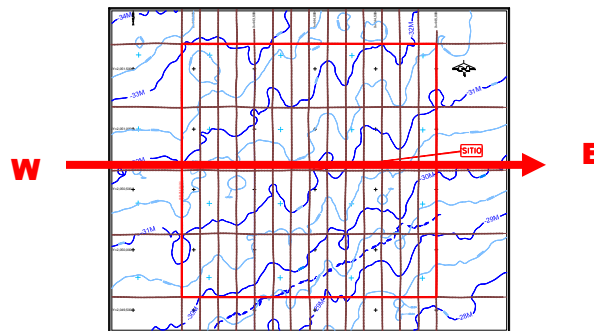


Figura III.4) Sección central del Perfilador Somero, Línea S-N. Muestra la presencia de paleocanales (Moana Wave, 2006.)

LÍNEA OESTE-ESTE



La presencia de paleocanales representa un riesgo para la instalación de plataformas y pilotes debido a la existencia heterogénea de los materiales que rellenan el cauce, en comparación con los de sus márgenes.

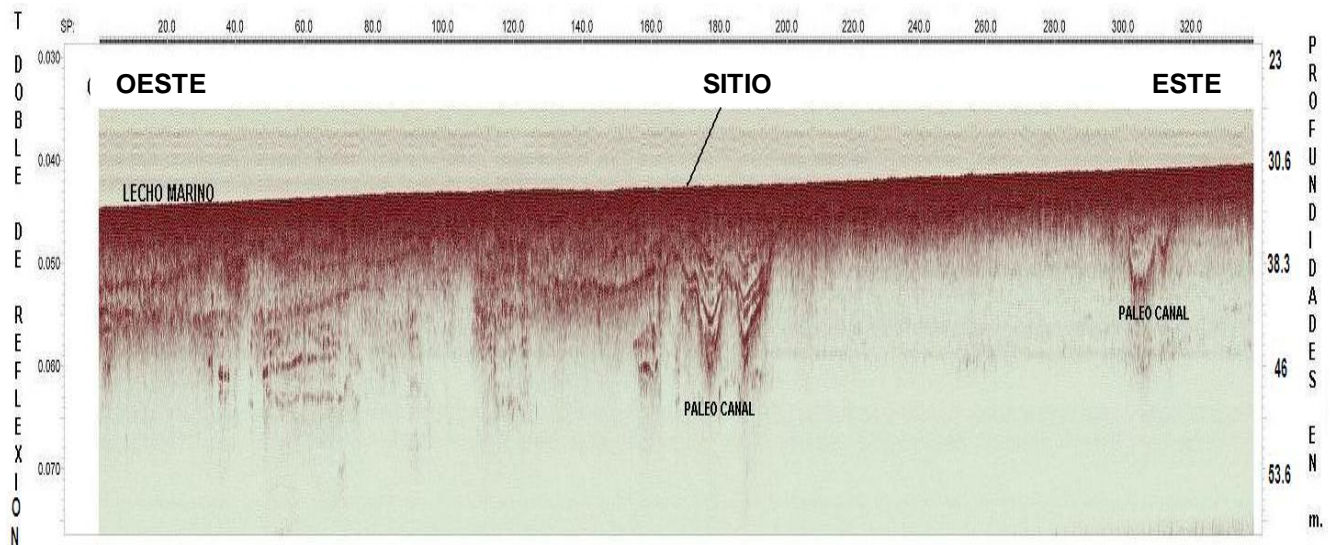


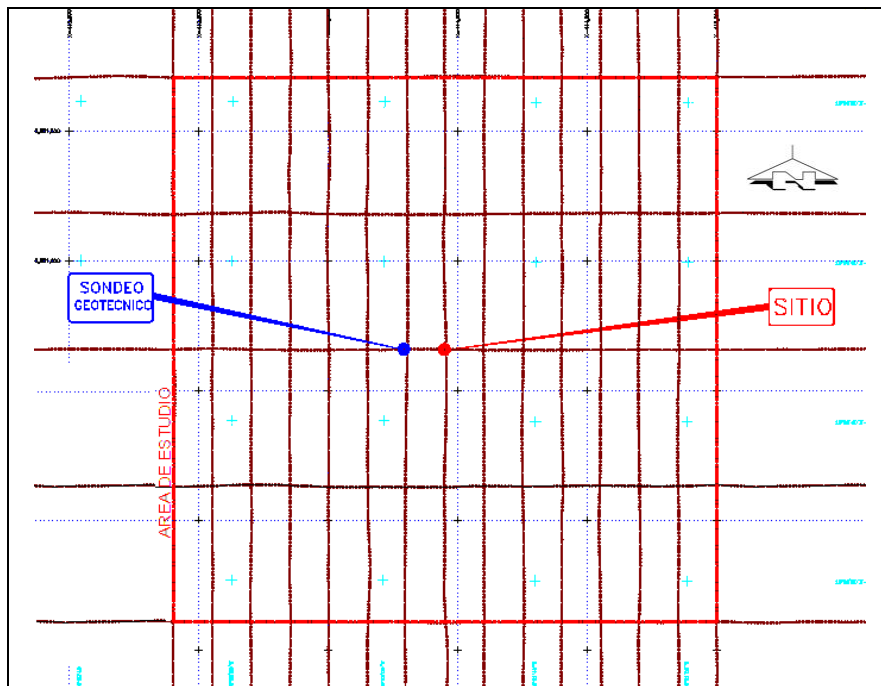
Figura III.5) Sección central del Perfilador Somero, Línea central Oeste-Este.
(Muestra la presencia de paleocanales) (Moana Wave,2006,)

III.4 CORRELACION DE PERFILES SOMEROS CON POZO GEOTECNICO.

La metodología de la geotecnia (adquisición, análisis y ensayos del laboratorio) fueron realizados por una compañía alterna, entre sus trabajos, realizó una perforación a 120 metros de profundidad a partir del lecho marino. La estratigrafía obtenida en el sondeo geotécnico se correlacionó con las respuestas acústicas del Perfilador Somero y Profundo. De este análisis se definieron ocho unidades estratigráficas (Tabla 6).

Tabla 6) Estratigrafía obtenida en el sondeo geotécnico.

UNIDAD	Mts. BAJO EL FONDO		DESCRIPCION
	DE	A	
A-I	0.0	3.0	ARENA FINA A GRUESA MUY COMPACTA A SUELTA, COLOR GRIS VERDOSO
A-II	3.0	9.0	ARCILLA FIRME COLOR GRIS VERDOSO
A-III	9.0	12.0	ARENA LIMOSA MEDIANAMENTE COMPACTA COLOR GRIS OSCURO
A-IV	12.0	31.5	ARCILLA FIRME COLOR GRIS OSCURO
A-V	31.5	36.5	ARENA FINA A MEDIA MUY COMPACTA COLOR GRIS VERDOSO
A-VI	36.5	41.0	ARCILLA MUY FIRME COLOR GRIS VERDOSO
B-VII	41.0	110.5	ARENA FINA MUY COMPACTA COLOR GRIS VERDOSO A GRIS OSCURO
B-VIII	110.5	121.5	ARCILLA DURA COLOR GIS OSCURO
C	121.5		SEDIMENTOS ARCILLOSOS CON INTERCALACIONES DE MATERIAL GRUESO



COORDENADAS DEL SONDEO GEOTÉCNICO			
Sondeo	X	Y	Z
	443,802	2,050,657	32.4

Tabla 7) Coordenadas del Sondeo Geotécnico.

Los resultados de esta correlación permitieron definir los perfiles estratigráficos del área de estudio, los cuales se ilustran en la figuras III.6 Y III.7. Ver Perfil Estratigráfico Oeste-Este y Perfil Estratigráfico Norte-Sur, en esas figuras se resumen los resultados en función de la estratigrafía encontrada (Tabla 7).

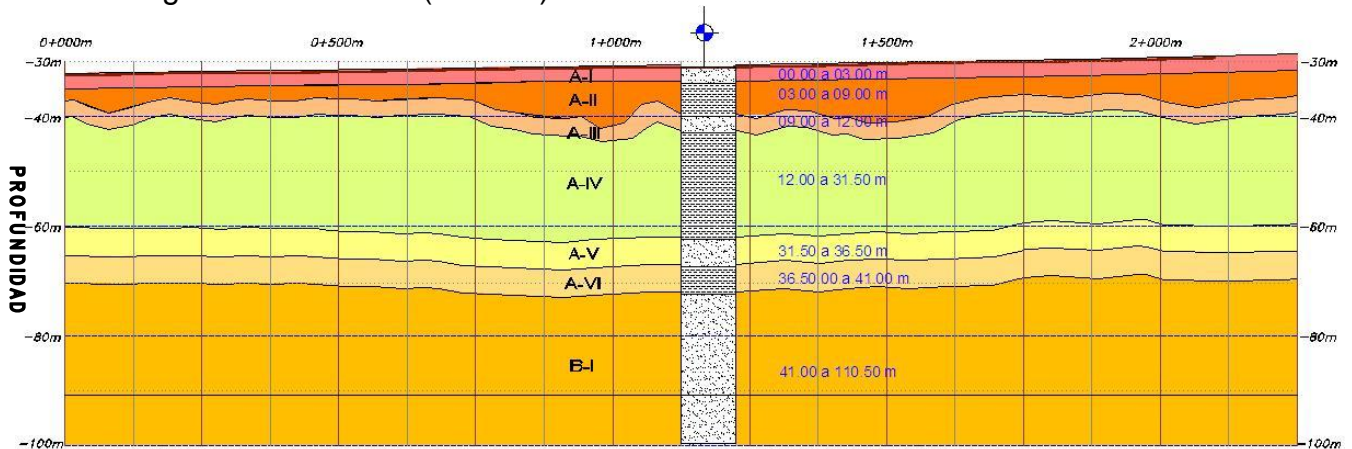


Figura III.6) Sección central interpretada, Línea Sur-Norte

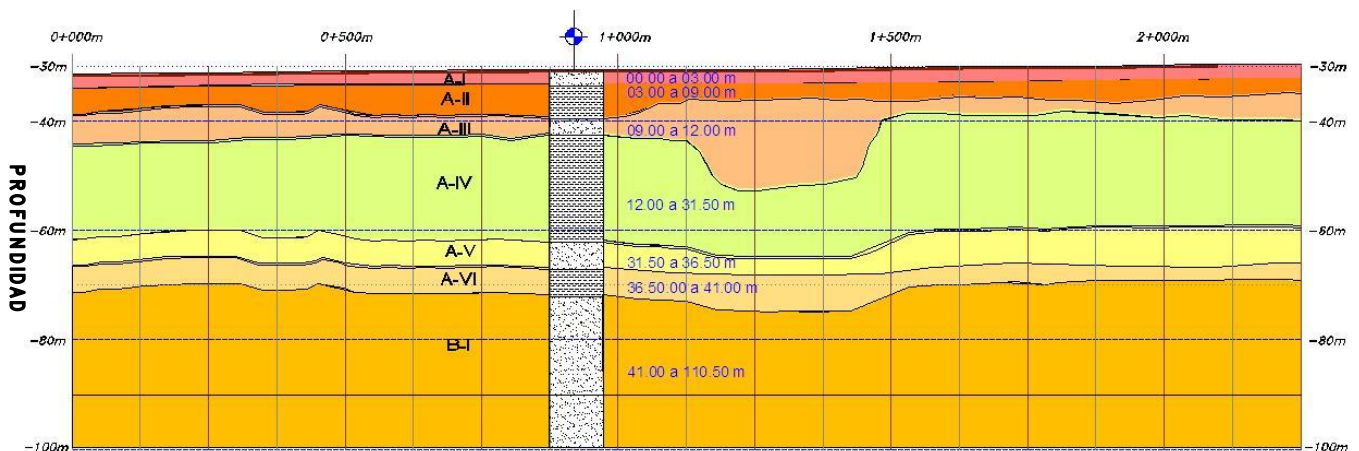
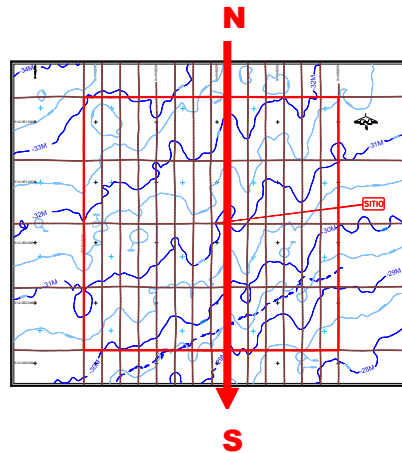


Figura III.7) Sección central interpretada, Línea Oeste-Este

SIMBOLOGIA	
A-I	Arena fina a gruesa muy compacta, color gris verdoso.
A-II	Arcilla firme color gris verdoso.
A-III	Arena limosa medianamente compacta, color gris oscuro.
A-IV	Arcilla firme color gris oscuro
A-V	Arena fina a media, muy compacta, color gris verdoso.
A-VI	Arcilla muy firme, color gris verdoso.
B-I	Arena fina, muy compacta, color gris verdoso a gris oscuro.

Tabla 7) Simbología.

III.5 CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS CON PERFILES PROFUNDOS.



LINEA NORTE-SUR

La correlación de las unidades estratigráficas con la información sísmica se realizó con los datos del Perfilador Profundo, denominándose con los nombres de A-I a A-VI, la primera unidad identificable en los registros y con B-VII a B-VIII la segunda unidad sísmico-estratigráfica.

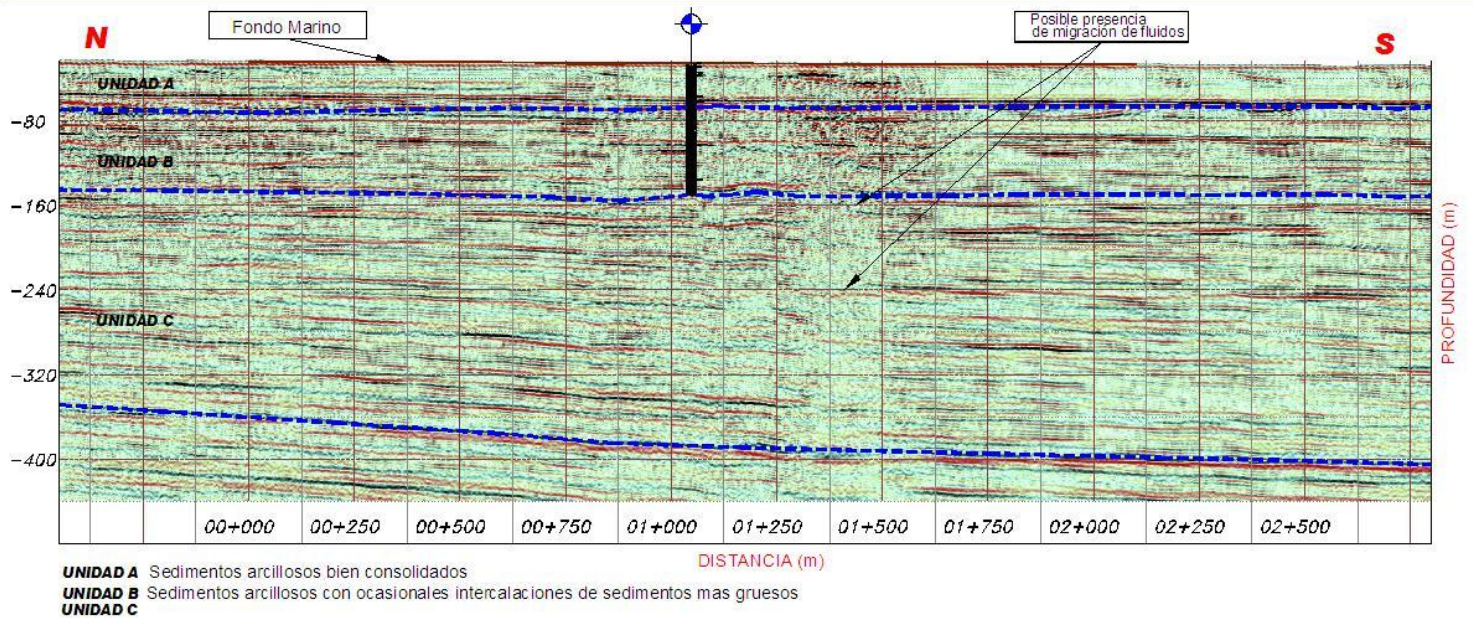
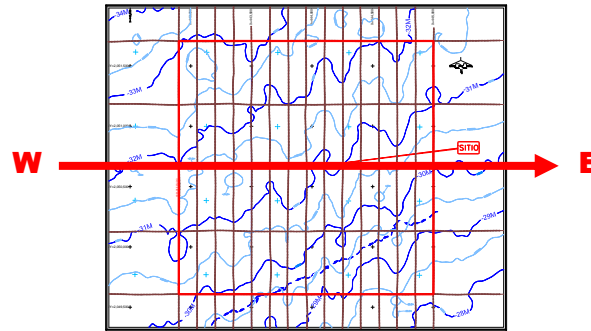


Figura III.8) Sección central interpretada del Perfilador Profundo, Línea S-N. (Moana Wave,2006,)

LINEA OSTE-ESTE



En el sondeo geotécnico se delimitaron los estratos del I al VIII. Las unidades estratigráficas de la I a la VI corresponden a la unidad sísmica A, las VII y VIII correspondieron a la B. La vinculación del nombre final de la unidad se realizó uniendo la letra del horizonte sísmico con el número romano de la unidad geotécnica correspondiente, tal como se les denomina en la columna UNIDAD de la TABLA 6

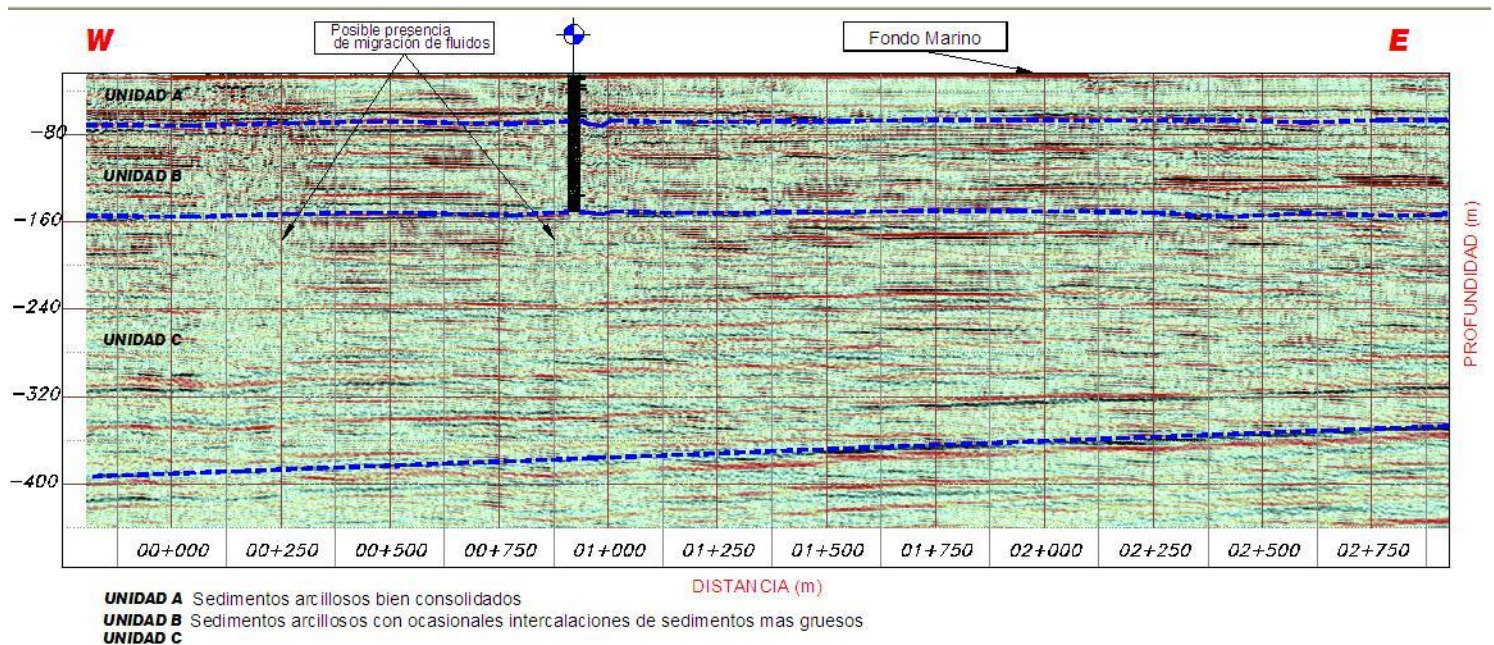


Figura III.9) Sección central interpretada del Perfilador Profundo, Línea W-E.

IV.EVALUACION DE RESULTADOS

IV.1 RIESGOS POTENCIALES

En el plano de riesgos potenciales, se vació toda la información obtenida durante el estudio, mostrando los rasgos cartográficos y geológicos, que pueden influir en la localización, diseño, operación y seguridad de las instalaciones marinas.

Los rasgos geológicos representados en éste plano incluyen simbología simplificada, montículos en el fondo marino, expulsión de gas hacia la columna de agua, fallas y canales enterrados.

Con la información obtenida con el levantamiento geofísico, más el estudio geotécnico, se logra la construcción del siguiente plano de riesgos:

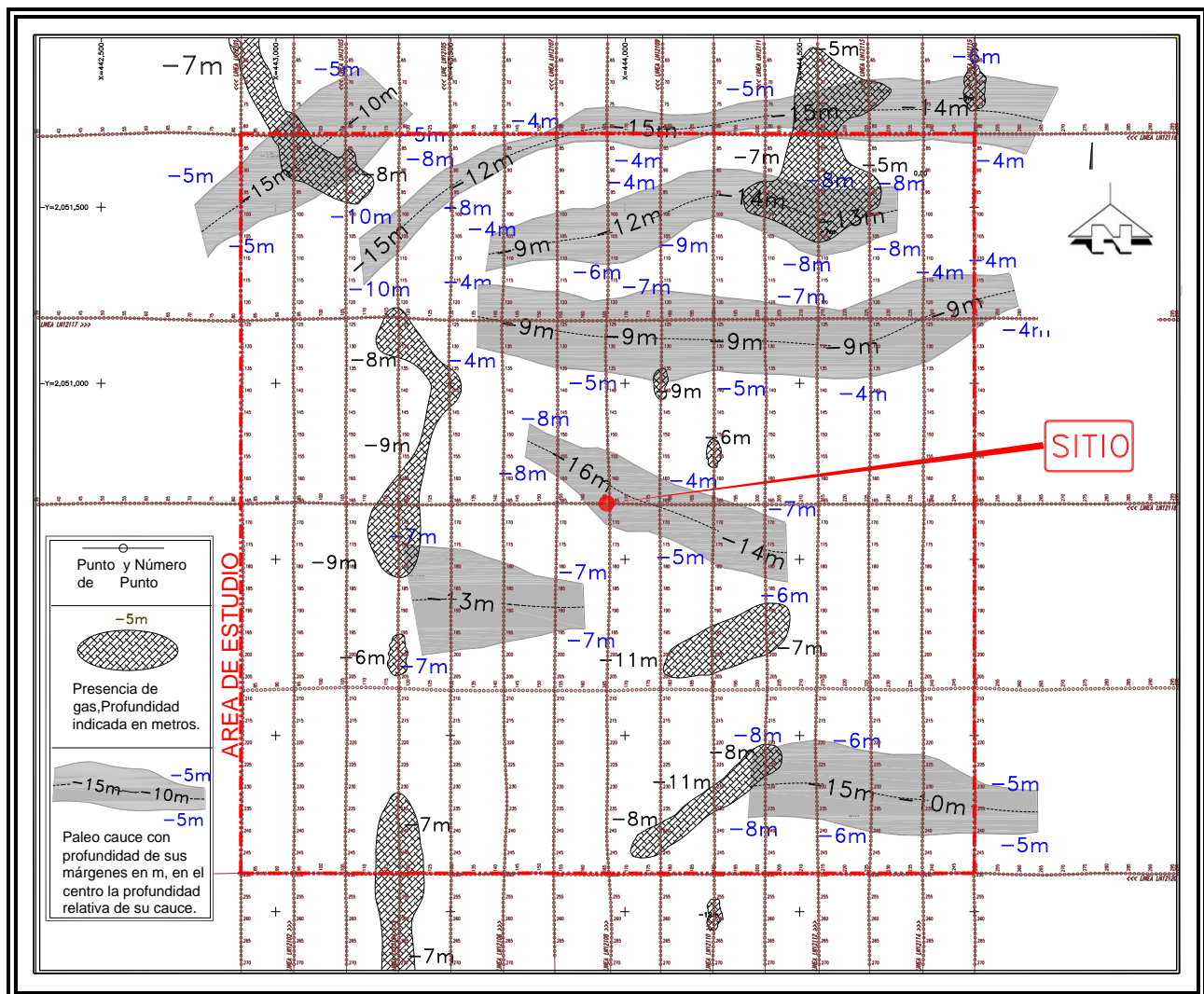


Figura IV.1) Plano de riesgos potenciales.
(Moana Wave ,2006,)

IV.2 FALLAS Y PRESENCIA DE GAS

No se identificaron fallas en los registros sísmicos, en particular en los recorridos centrales (figuras III.8 y III.9).

Se detectaron, en forma indirecta en los registros del Perfilador Somero, anomalías en amplitud, a una profundidad promedio de 6 a 7 metros. Estas anomalías en la reflexión de las señales sísmicas están normalmente asociadas a la presencia de gases atrapados en la sedimentación y normalmente no desarrollan altas presiones.

IV.3 ESTRATIGRAFÍA

Dentro de la estratigrafía se detectó una secuencia de sedimentos cuaternarios formados por materiales arenosos principalmente en forma superficial, dentro de esta secuencia de sedimentos se determinó un estrato no muy claro, enmascarado por la ligera presencia de gas. Este estrato muestra algunos drenajes o canales que ponen en riesgo la localización original.

IV.4 INTERVENCIÓN HUMANA

No existen evidencias de actividad humana dentro del sitio de estudio, es decir, no existe la presencia de materiales o chatarra en el fondo marino, producido por la interacción del hombre en esta zona. Tampoco se encontró evidencia de huellas de las patas de alguna plataforma auto-elevable, lo cual es muy común en esta zona por ser un sitio productor de hidrocarburo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Las condiciones de los Suelos en el sector investigado no muestran cambios drásticos en su relieve, se observan estratos básicamente paralelos, con una pendiente regular hacia el noroeste.
- 2) Condiciones del Sustrato. Los suelos encontrados de acuerdo a su respuesta acústica indican sedimentos gruesos muy compactos, alternados con arcillas firmes, depositados en ambientes de mares transgresivos.
- 3) Existen paleocanales, y un segmento de ellos se localiza por debajo del sitio de la propuesta original, por lo que se propone mover la localización de exploración a 150 metros al oeste franco (nuevas coordenadas X=443,802,Y=2'050,657), como se muestra en la siguiente figura:

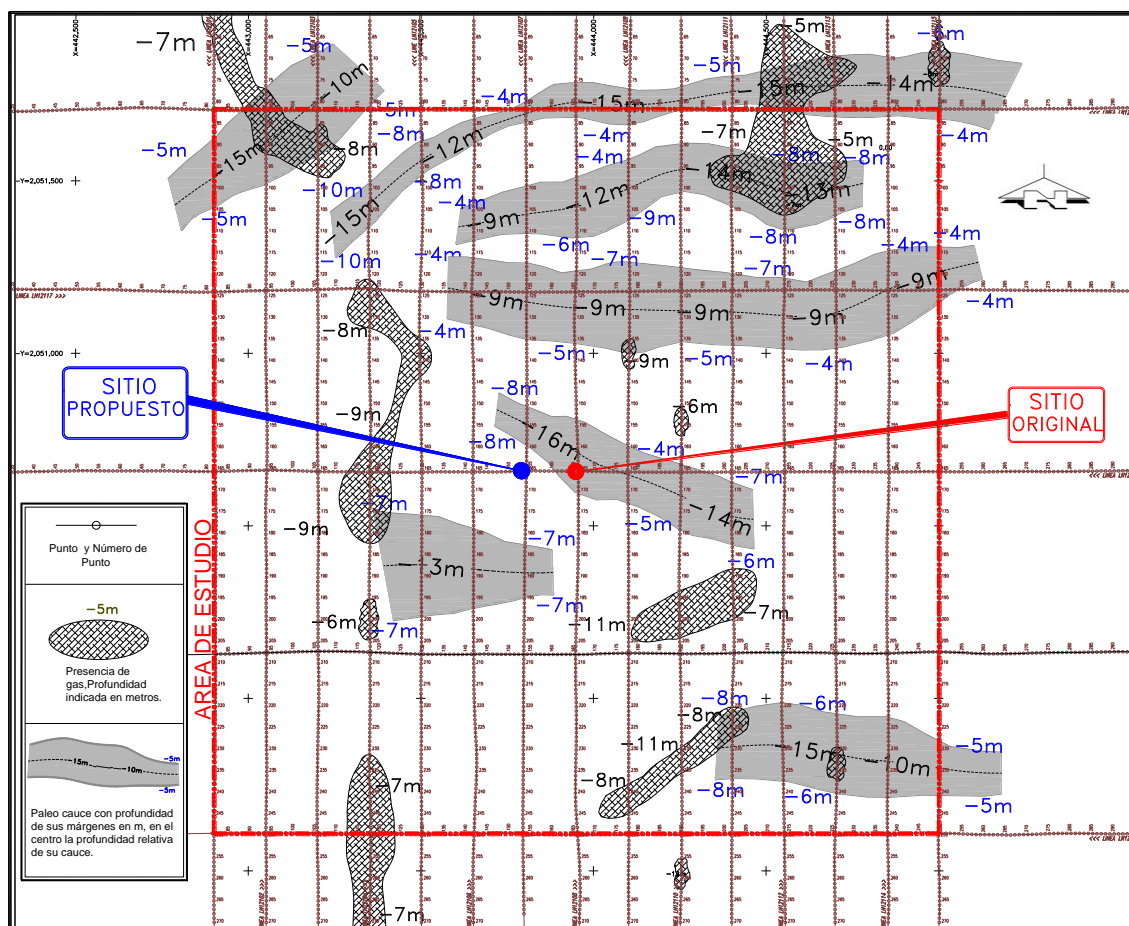


Figura V.1) Plano que muestra el sitio de la propuesta original (rojo), la cual se encuentra sobre un paleocanal, por tal motivo se propone mover su ubicación 150 metros al Oeste (azul).

- 4) Fallas y Gas. Se detectaron algunas anomalías en la amplitud de las secciones sísmicas asociadas con gas. La situación geográfica de estos eventos no pone en riesgo la perforación en la localización de estudio.

ANEXO

DESCRIPCION DE EQUIPOS UTILIZADOS.

- 1.-Embarcación "MOANA WAVE".
- 2.-Ecosonda Digital de Doble Frecuencia, un haz por frecuencia.
- 3.-Ecosonda Multihaz con sistema de referencia de movimiento.
- 4.-Sonar de Barrido Lateral de doble frecuencia.
- 5.-Sistema Perfilador Somero.
- 6.-Sistema Perfilador Profundo (Pistolas de aire).
- 7.-Sistema de Posicionamiento Diferencial "GPS" C-Nav.
- 8.-Software de Navegación Winfrog.

1.-EMBARCACIÓN



B/M "MOANA WAVE"

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Año: 1973
Clase: ABS
Constructor: Halter Marine, New Orleans, LS
Bandera: USA
Número Oficial: 1094642

DIMENSIONES

Eslora: 210 pies
Manga: 36 pies
Calado: 16 pies
Calado cargado: 13.5 pies
Tonelaje Bruto (US / ITC): 293 / 972 GRT
Tonelaje Neto (US / ITC): 281 / 281 NRT

MÁQUINAS

Motores: (2) Caterpillar 398 a 850 HP cada uno.
Caballaje: 1,700 HP
Gears: (2) Liaaen relación de 3.5:1
Propelas: (2) Liaaen de cabeceo controlable.
Generadores: (2) 300Kw a 440 V cada uno.
Bow Thruster Popa: 150 HP eléctrico
Gobierno Eléctrico: Hidráulico
Anclas: (2) 2,000 lb. Baldt Stockless

VELOCIDAD / CONSUMOS

Velocidad (máx./crucero): 11 nudos / 130 GPH
Autonomía 50 Dias

CAPACIDADES

Combustible: 128,500 US Galones
Aceite: 1,450 US Galones
Hidráulico: 1,450 US Galones
Agua potable: 21,000 US Galones
Agua de lastre: 191,000 US Galones
Potabilizadoras (2) de 6,600 gpd salida total

ALOJAMIENTO

Cabinas / camas: 18 / 33
Aire acondicionado y calefacción: Central
Frigorífico: 350 pies cúbicos
Cámara refrigeración: 250 pies cúbicos

EQUIPO ESPECIAL

Alarma de máquinas: Completamente automática
Equipo contra incendio: Completo
Equipo salvavidas: Equipo completo SOLAS
Marco A en popa: 25 Ton.
Grúas hidráulicas: (2) Knuckle Hidráulica.
Winches: de levantamiento y de aire

COMUNICACIONES

Navegación: Completo ARPA, DGPS, ECDIS, AIS
Comunicaciones: Completas SSB, VHF, Sat A/B/C/M
Computadoras: Red dedicada en todo el barco

2.-ECOSONDA DIGITAL DE DOBLE FRECUENCIA ECHOTRACH MKIII

La ecosonda Echotrac MKIII está compuesta por una sola consola. Es decir: emisor, receptor y digitalizador en una sola unidad. Este equipo utiliza lo último en ingeniería de circuitos digitales y analógicos para procesar las profundidades e imprimirlas o mostrarlas en pantalla, según se requiera.

Está basada en un procesador de 16 Bits que permite realizar todas las operaciones en tiempo real, lo que la hace extremadamente portátil y versátil. El equipo tiene dos frecuencias 12 KHz y 100 KHz. Adicionalmente se le puede conectar un compensador de movimiento y corrige en tiempo real los movimientos de oleaje, cabeceo y bamboleo, resultado de mares agitados. Tiene dispositivos para discriminar ruidos de señal verdadera proveniente del fondo marino.

La alimentación eléctrica de este equipo es de 24 volts de corriente directa. Tiene capacidad de medición para profundidades de hasta 2,500 m y precisiones de 0.01% de la profundidad.



Ecosonda Odom Echotrac.

3.-ECOSONDA DIGITAL MULTIHAZ

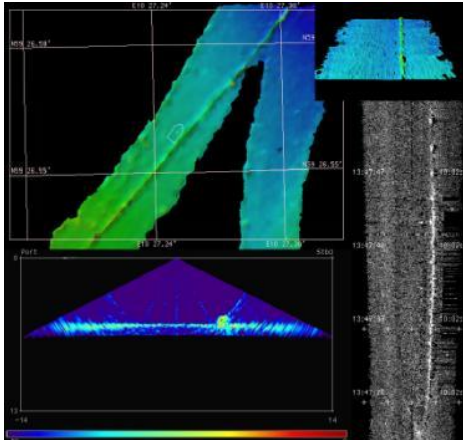


Imagen en Pantalla.



Cabeza de Multibeam

KONGSBERG EM 3002

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LAS CABEZAS DE LA ECOSONDA

- 293 a 307 Khz
- Frecuencia máxima de haces 40 Hz
- Número de haces por cabeza 160
- Número de sondeos por cabeza hasta 254
- Ancho de haz $1.5 \times 1.5^\circ$
- Espaciamiento entre haces: se emplea equiespaciamiento o equidistancia angular
- Cubrimiento sectorial 130° por cabeza (emplea dos cabezas)
- Transmisión de cambio de dirección por haz: hasta $15^\circ \pm$ en pasos de 0.5°
- Resolución de profundidad 1 cm.
- Longitud de pulso 150 microsegundos
- Muestreo de profundidades-distancia 14 Khz y 14.6 Khz (5 cm)
- Método de formación del Haz. Retardo en el tiempo y enfoque dinámico en campos cercanos
- Capacidad de almacenamiento de datos: de 50 a 400 megabits por hora máximo en 10 m de profundidad. Variando con la misma.
- Las frecuencias mas usadas son 297 a 307 Khz en la configuración de dos cabezas.

CAPACIDAD DE INTERFASE

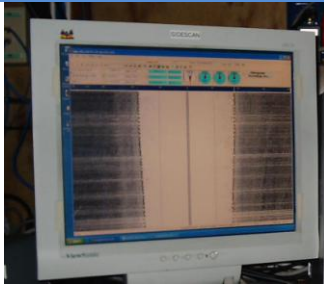
- Interface serial con capacidad de elegir baud rates, paridad, bit de paro y control de retorno.
- Acepta datos de entrada de sensor de movimiento vertical, horizontal, cabeceo y guiñeo, girocompás y posición GPS GPK, y GGA en formato NEMA 1083.

4.-SISTEMA DE SONAR DE BARRIDO LATERAL DE DOBLE FRECUENCIA.

Sonar de barrido lateral Modelo SS981



Tow Fish.



Gráfica en Pantalla.



Consola.

Generalidades	
Energía	110/240 VAC seleccionables, 40-60 Hz, 50 W, opcional 24 VDC.
Dimensiones y Peso	43.2 cm x 45.7 cm x 18.7 cm. - 16 Kg
Temperaturas	Almacenaje: -20 to 75 °C
	Operación: -5 to 50 °C.
Humedad y montaje	10% to 95% RH, sin condensar.----- Adecuada para cancel o banco de trabajo.
Operación	
Salida al vehículo remolcado	150 VDC ±3 VDC, 100 mA promedio, 320 mA pico.
Pulso de salida	455 KHz, anchura del pulso seleccionable 16 Vpp, PRR determinada por la fuente.
Pulso de entrada	Positivo CMOS o TTL, 10 KOhm de impedancia.
Receptores	
Frec. de Mod. y Ancho de banda	Babor 135 kHz, Estribor 65 kHz. - 15 kHz.
Sensibilidad	6 mV rms de entrada producen 800 mV rms con salidas de 20 dB en relación señal-ruido con máxima ganancia
Imp. de entrada y Salida.	5 k Ohms. -----600 Ohms en todas las salidas.
Rango dinámico	Ganancia: ajustable arriba de 60 dB.
	TVG: -20 to +20 dB máximo.
	AGC: -34 dB máximo.
Salida	Seleccionable: señal envolvente o amplitud modulada 12 kHz.
Retardo en la TVG	3.3 ms mínimo, 330 ms máximo.
Marcador de eventos	5 Vpp, 12 KHz, tecla en el panel o entrada BNC para pulso de nivel CMOS or TTL. Produce marca visual sobre las grabaciones.
Salida y Modos	0.6 ms compatible con CMOS/TTL.----- Operación en 100 KHz y 500 KHz. Señales procesada y cruda.
Conectores del Panel frontal	
BNC	Siete para cada una de las señales y claves.
Amphenol	MS3102A-22-34S para el cable de cubierta
Un conmutador permite seleccionar '100' o '500' KHz y no requiere ningún otro ajuste.	

5.-SISTEMA PERFILADOR SOMERO

GeoPulse



Perfilador Somero GeoPulse



Es un equipo probado por muchos profesionales en el mundo, se ha convertido en un estándar de la industria para la geofísica somera. El perfilador permite una operación altamente flexible ya sea remolcado, fijo en el casco o montado a un lado del mismo. La configuración empleada en el barco Moana Wave es fijo al casco de la embarcación bajo la proa.

El sistema básico incluye lo siguiente:

- Transmisor GeoPulse modelo 5430A
- Receptor GeoPulse modelo 5210A
- Vehículo Contenedor de Transductores GeoPulse modelo 136

El modelo 136 de cuatro transductores proporciona un receptor-emisor hidrodinámicamente diseñado, que se puede instalar por debajo del casco de la embarcación, usando un arnés de cables armados de hasta 200 metros de longitud. Los datos del receptor GeoPulse (modelo 5210A) se pueden mostrar directamente sobre monitor o sobre una amplia gama de los registradores gráficos en papel.

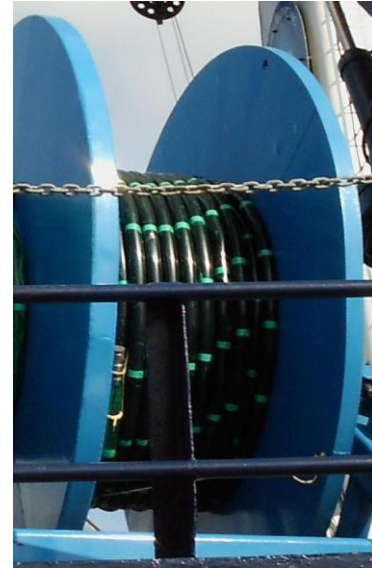
El Perfilador Somero GeoPulse se acopló a un procesador digital Sonar Wiz de marca Sheapeak Bay, que permitió apilar y filtrar los datos para generar sus registros correspondientes, además de permitir mejoras en la presentación de los datos y grabación en el formato SEG-Y.

6.-SISTEMA PERFILADOR PROFUNDO

El sistema de perfilación profunda está integrada por tres elementos: **Sistema de Adquisición, Hidrófonos y Fuente.**



Sistema de adquisición.



Arreglo de Hidrófonos

SISTEMA HYDROSCIENCE SEAMUX 2000-24

El sistema de registro digital multicanal sísmico bidireccional SeaMUX 2000, marca Hydroscience Technologies, consiste en una sección sobre cubierta y otra remolcada, seguidas de un aislador lleno de fluido y de secciones de interconexión, activas y de un módulo de digitalización.

Las secciones remolcada y sobre cubierta consisten en 20 pares de conductores calibre 22 AWG (American Wire Gauge) y de cuatro cables de calibre 20 AWG que están ensamblados alrededor de una pieza de Kevlar de 4,000 lb. de resistencia a la tensión, cubierta con Mylar y poliuretano negro.

Las secciones aislantes consisten en una cubierta de poliuretano que rodea a un cable de nylon de 4 5/16" y a unos parachoques. Una de estas secciones se localiza inmediatamente antes de la sección de remolque y la otra detrás de la sección activa. En cada una de estas secciones se encuentra un "Digicourse" que sirve para comunicarse con un "Digicourse Digibird".

Las secciones activas consisten en una envoltura que rodea cables de tensión. Cada sección activa de 75 m de longitud contiene 96 hidrófonos "Benthos Geopoint". Dependiendo de la configuración, se utilizan 16 u 8 hidrófonos para crear un grupo.

Ocho hidrófonos por grupo dan un espaciamiento de grupo de 6.25 m con 12 canales por sección activa, en tanto que 16 hidrófonos por grupo dan un espaciamiento de grupo de 12.5 m, con 6 canales por sección activa.

Cada sección activa también tiene un a “Digicourse” para comunicarse con un “Digicourse Digibird”. En estas secciones activas se instala espuma de celda abierta para minimizar la ola generada en el fluido de contrapeso, o lastre, durante la operación a fin de reducir el ruido. Los módulos multicanal del sistema “SeaMUX 2000” se pueden utilizar para un arreglo simple a partir de 12 canales, o se pueden configurar en arreglos múltiples de hasta 1,920 canales. Todos los módulos digitizadores y el sistema de adquisición son bidireccionales y permiten su operación desde cualquiera de sus extremos.

La 24 entradas analógicas por módulo se muestrean a ½, 1, 2 y 4 milisegundos por medio de convertidores “Delta Sigma” de 24 bits. Los módulos de digitalización se energizan vía un lazo de corriente constante de 1.2 A de DC, lo que permite usar alambres de bajo calibre y reducir el volumen del cable.

Los datos digitalizados (junto con los datos de los módulos) se envían al sistema de grabación mediante un simple y robusto sistema de telemetría de pares enrollados. La energía, el control, el diagnóstico y la adquisición se llevan a cabo por medio de una estación de trabajo en el barco de grabación.

El módulo de digitalización de 24 canales está contenido en un tubo de Titanio de 3.5” de diámetro, capaz de resistir hasta los 1,524 m de profundidad. El conector tiene un 50% más de área de contacto para reducir los falsos contactos causados por vibración y uso repetido.

PISTOLA DE AIRE (90 pulgadas cúbicas)



Pistola de aire.



Pistola de aire Montada en Flotador.

Este Sistema de Pistolas de Aire es una fuente acústica diseñada con dos pistolas dentro de una sola unidad. El sistema normalmente es empleado como una fuente acústica intermedia o para exploraciones geofísicas de alta resolución.

El generador de aire o compresor produce el primer pulso acústico dentro de la primer pistola, mientras que la segunda pistola inyectora de aire es usada para controlar la oscilación de la burbuja producida por el generador.

Después de que el generador es disparado, el inyector también dispara cuando la burbuja está cercana a su máximo tamaño. El volumen inyectado de aire reduce y redimensiona la burbuja en su oscilación. Este método produce un pulso acústico que es repetido con la misma polaridad.

Los volúmenes del generador e inyector de las pistolas de aire son modificables desde 45 a 105 pulgadas cúbicas. La duración del tiempo de inyección puede también ser modificado. Dentro de los procedimientos de operación normal permite disparar la pistola cada 12.5 metros para cables o hidrófonos de 12 o 24 canales.

Dentro de cada pistola existe un hidrófono que sirve como "Time Break" o tiempo cero de grabación. Se requiere de presiones de 2,000 PSI son requeridas para obtener su mejor desempeño.



Compresor marca wabco
modelo w-2 air gun master.

ESPECIFICACIONES BÁSICAS

Longitud: [1.464 m]

Ancho: [1.108 m]

Altura: 82" [2.083 m]

Peso: 12,000 LBS. [5,000 Kg]

Potencia requerida: 100 HP

Capacidad de Aceite: 17 U.S. GAL. [65 litros]

- Configuración de seis (6)
- Velocidad del compresor: 800 RPM Máximo
- Presión máxima generada: 3,500 PSIG [24,115 Kpa]
- Paso: 5" [127 mm]
- Desplazamiento del pistón: 178 CFM [303 M³/Hr.] a 800 RPM:

7.-SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GPS DIFERENCIAL C-NAV.

GPS C-NAV



CARACTERÍSTICAS

- Precisión global a nivel centímetros con RTG.
- Corrección completamente automática para cada satélite.
- Configuración global Banda L Starfire, WAAS, EGNOS.
- Paquete completamente integrado de instalación simple.
- Antena auto incluida a prueba de agua, polvo y para uso rudo.
- Alimentación amplia de 10 a 40 VDC.
- Bandas L1 y L2, con fase portadora.
- C/A, P1 y P2 códigos de adquisición.
- Salidas de lectura programables.
- Latencia mínima de datos.
- Dos canales separados para WAAS y EGNOS.
- Supresión superior de interferencia.
- Salida y alimentación en NEMA 0183
- Modo de auto levantamiento con promedio de medición.

DESEMPEÑO

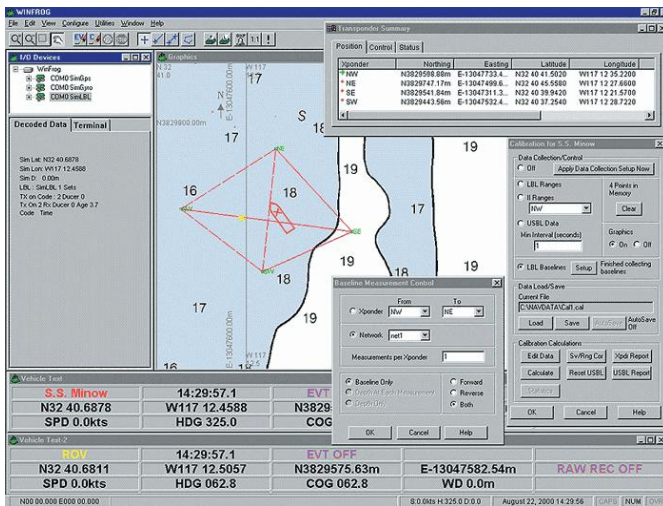
- Recepción de banda L automática.
- Star FIRE tiempo Real Precisión del, DGPS.
- Horizontal .0.1m.
- Vertical 0.3m.
- Velocidad 0.02 m/seg
- Tiempo para primera lectura 90 seg.
- Readquisición de datos 2 seg.
- Tamaño 28.4 x 18.7 cm.
- Peso 2.4 Kg.
- Temperatura -20° a 70°C
- Salidas NEMA GGA, GLL, GSA, GST, RMC, VTG, ZDA, NAVQ, RXQ, SATS.
- Velocidades 4.8, 9.6, 19.2 y 38.4 bauds.
- Lecturas 50 Hz.
- Salida binaria de datos sin procesar, para post-procesado RTK a 38.4 bauds.

8.-SOFTWARE DE NAVEGACIÓN WINFROG

Winfrog es un programa de cómputo completamente integrado que permite la navegación completa, proporcionando otros atributos, tales como profundidades y rumbos de navegación.

A través de este programa se pueden combinar sistemas de posicionamiento en superficie con sistemas de posicionamiento acústico submarino en un solo paquete. Su diseño es modular y permite la personalización del usuario.

El programa proporciona información de navegación y puede adquirir simultáneamente datos de hasta 25 tipos de dispositivos, incluyendo el DGPS, sondas, giróscopos y otros. El programa de posicionamiento Winfrog acepta hasta 300 diferentes dispositivos y múltiples vehículos en tiempo real, teniendo cada uno su posición rumbo y profundidad, offset y formas propias personalizadas. Los datos pueden ser exportados vía NMEA o formatos personalizados.



BIBLIOGRAFIA

1. PEMEX. SUBDIRECCIÓN DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS, GEOTÉCNIA MARINA EN LA SONDA DE CAMPECHE. 1985.
2. SCHLUMBERGER, EVALUACIÓN DE FORMACIONES EN MÉXICO, 1984.
3. JOSE M. GRAJALES-NISHIMURA, ESTEBAN CEDILLO-PARDO, 2000, CHICXULUB IMPACT: THE ORIGIN OF RESERVOIR AND SEAL FACIES IN THE SOUTHEASTERN MÉXICO OIL FIELDS, GEOLOGY, NO. 4.
4. COMACOE.CAMPAÑA GEOFÍSICA Y GEOTECNIA 2006. SONDEO GEOTÉCNICO DEL SITIO.
5. UNAM. 2006, TABLAS DE PREDICCIÓN DE MAREA. INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
6. BALDWIN, W.E. MORTON, R.A., DENNY, J.F., DADISMAN, S.V., 2004, GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE REPORT.
7. W.H. FREEMAN AND COMPANY, SAN FRANCISCO,CA,P20-24, 1971, THE VOYAGE OF THE CHALLENGER BAILEY, HERBERT S., 1953,, SCIENTIFIC AMERICAN, REPRINTED IN J. ROBERT MOORE, EDITOR,1971 , OCEANOGRAPHY – SOME PERSPECTIVES.
8. KNIGHT, DAVID C., 1960,THE FIRST BOOK OF SOUND: A BASIC GUIDE TO THE SCIENCE OF ACOUSTICS,FRANKLIN WATTS,INC. NEWYORK, P.80.
9. LURTON, X., 2002, INTRODUCTION TO UNDERWATER ACOUSTICS, AND, PRINCIPLES AND APPLICATIONS, SPRINGER IN ASSOCIATION WITH PRAXIS PUBLISHING, P, 3.
10. DARLINGTON, S., AND ALBERSHEIM, W.J., 1960, SISMICA DE REFEXION, REFERENCES. KLAUDER, J.R., PRICE, A.S. THE THEORY AND DESIGN OF CHIRP RADARS, BELL SYSTEMS TECH. JOUR., V. 39, P.745.
11. LONDON: H.M.S.O.,1890. REPORT ON THE SCIENTIFIC RESULTS OF THE VOYAGE OF THE H.M.S. CHALLENGER DURING THE YEARS 1873-76, NARRATIVE, and VOL. I, 1880,
12. TRABANT, P.K., 1984, APPLIED HIGH-RESOLUTION GEOPHYSICAL METHODS:, BOSTON, MA., INTERNATIONAL HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT CORPORATION,P.103
13. D.R. AND R.S. DETRICK, 1984, WATER GUN VS AIR GUN: A COMPARISON, MARINE GEOPHYSICAL RESEARCHES, HUTCHINSON, , V. 6, P. 295-310.

-
14. MOSHER, D.C. AND P.G. SIMPKIN 1999, STATUS AND TRENDS OF MARINE HIGH-RESOLUTION SEISMIC PROFILING: DATA ACQUISITION, GEOSCIENCE CANADA, V. 26 (4), P. 6.
 15. SERVICIO MAREOGRÁFICO NACIONAL ,UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, INSTITUTO DE GEOFÍSICA, www.mareografico.unam.mx
 16. WINFROG INTEGRATED NAVIGATION SYSTEM.- THALES GEOSOLUTIONS (PACIFIC), INC. FUGRO PELAGOS, INC. 3738 RUFFIN ROAD · SAN DIEGO · CALIFORNIA · 92123,TEL: +1 858 427 2005 · FAX: +1 858 292 5308, www.fugro-pelagos.com
 17. ABLE, K.W., ET.AL, 1987, SIDESCAN-SONAR AS A TOOL FOR DETECTION OF DEMERSAL FISH HABITATS, FISHING BULLETIN, V. 85, N. 4.
 18. LURTON, X., 2002, PRINCIPLES AND APPLICATIONS AN INTRODUCTION TO UNDERWATER ACOUSTICS, SPRINGER IN ASSOCIATION WITH PRAXIS PUBLISHING, P.3.
 19. FOSTER, D.S., AND POPPE, L.J., 2003, HIGH-RESOLUTION SEISMIC-REFLECTION SURVEYS IN THE NEARSHORE.