



**Título:** Informe técnico Campaña BRAVOSEIS.

**Autores:** Ezequiel GONZALEZ, Ramón AMETLLER, José Alberto SERRANO, Héctor SANCHEZ

**Departamentos:** Acústica, Mecánica, Sísmica y Telemática.

**Fecha:** 18/02/19.

**Páginas:** 134.

**Localización:** Estrecho de Bransfield, Antártida.

**Detalles campaña:** Sísmica de reflexión multicanal MCS + Sísmica de Gran Ángulo + Batimetría Multihaz + Sonda Paramétrica + Magnetometría + Gravimetría

## INFORMACIÓN GENERAL

### Información de Campaña

Barco: Sarmiento de Gamboa  
Campaña N°: SdG-076  
P.N.I.: CTM2016-77315-R  
Área: Estrecho de Brandsfield.  
Fechas: 16 de Enero a 10 de Febrero de 2019

### Fuente de Energía Sísmica para MCS.

Controlador de la Fuente: Big Shot<sup>®</sup>  
Tipo de Ristra: Cañones SERCEL<sup>®</sup> GGUN-II. Volumen total: 1780/1580 cu.in. Presión de Aire: 2000 p.s.i.  
Profundidad de cañones: 5 metros Error de Sincronización: +/- 0.1 ms.  
Frecuencia de Disparo: equidistantes 37.5 metros; controlado por sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish.

### Fuente de Energía Sísmica de Gran Ángulo.

Controlador de la Fuente: Big Shot<sup>®</sup>  
Tipo de Ristra: Cañones SERCEL<sup>®</sup> GGUN-II. Volumen total: 2540 cu.in. Presión de Aire: 2000 p.s.i.  
Profundidad de cañones: 15 metros Error de Sincronización: +/- 0.1 ms.  
Frecuencia de Disparo: constante cada 200m; controlado por sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish y registrado por GPS Fei-Zyfer Starplus. Error de Sincronización: +/- 0.1 ms.

### Compresores fuente sísmica

Modelo: LMF<sup>®</sup> 25/138-207E  
Presión de entrada: 1,013 bar - 14,65 psi Presión de descarga en campaña: 140 bar - 2000 psi  
Volumen Max aire: 25 m<sup>3</sup>/min - 1100 cfm Control por variador de frecuencia: 500-1000 rpm

### Cañones de aire comprimido

Modelo: Sercel<sup>®</sup> GGUN-II Volúmenes utilizados: 380, 250, 150, 110 cu.in.

### Configuración de Navegación/Sincronización sísmica de Gran Ángulo.

Sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish y registrado por GPS FEI-Zyfer<sup>®</sup> GPStarplus

### Configuración de Navegación Sísmica MCS

Sistema de Navegación Integrado: INPROSPECT<sup>®</sup> TriggerFish con sincronización GPS para determinar la posición exacta de la fuente y de todos los equipos desplegados en cada disparo. Integración de Boya de cola con rGPS, birds Nautilus<sup>®</sup> de Sercel<sup>®</sup>, compass-retrievers de Geospace<sup>®</sup>.

### Configuración del "streamer" multicanal.

SSAS Multicanal Sentinel Sercel<sup>®</sup>  
Hidrófonos por canal: 8 Intervalo de canal: 12.5 metros  
Sección activa: 1500 m. Longitud total: 1780 metros.  
Número de canales: 120. Profundidad "streamer": 5 m

### Información de Registro multicanal.

Instrumento de Registro: SEAL<sup>®</sup> 408XL  
Formato de Registro: SEG D, formato IEEE 32 bit  
Tiempo de Registro: 14 segundos Intervalo de registro: 2ms  
Filtro analógico de sección: 3 Hz Filtro Pasa Altas - Bajas frecuencias: Ninguno  
Inicio de Registro: Pulso Trigger por distancia calculada por TriggerFish<sup>®</sup>  
Canales auxiliares de registro: 5 (WB, FTB, 3 hidrófonos de campo cercano)

### Ecosonda Multihaz

Modelo: ATLAS Hydrosweep DS  
Frecuencia de emisión: 14.5 a 16 kHz.

# INFORME TÉCNICO

Campaña BRAVOSEIS. Ene-Feb 2019



Rango de operación: 10 a 11000 metros  
Precisión: 0.5 m, 0.2% de la profundidad (2 sigma)  
Longitud de pulso: 0.17 a 25 ms.  
Frecuencia de muestreo: <12.2 KHz.  
Cobertura máxima: 6 veces la profundidad, 20 km máximo.  
Nº de haces: 141 por hardware y 345 con High Order Beamforming.  
Apertura del haz: 1º x 1º.

## Ecosonda Monohaz

Modelo: SIMRAD EA-600  
Frecuencias de trabajo: 12 kHz y 200 kHz  
(PINGER) utilizado en combinación con el Pinger Benthos®

## Perfilador/Sonda paramétrica

Modelo: ATLAS Parasound P-35  
Señales: Barker, CW, Chirp y señales definidas por el usuario  
Frecuencia primaria: 18-39 kHz. Frecuencia secundaria: 0.5 a 6 kHz.  
Precisión de detección de fondo: 0.2 m +/- 0.2% de la profundidad (1 sigma).  
Longitud de pulso: 0,17 a 25 ms. Max. Range Resolution: 6.1 cm.  
Potencia de transmisión: 35 kW. Resolución del haz: 4.5º Alongtrack - 5º Acrosstrack  
Estabilización electrónica: cabeceo y balanceo.

## Gravímetro Marino Lacoste & Roemberg

Rango: 12000 mGal.  
Deriva: <3 mGal / mes  
Temperature set point: 46 – 53 °C  
Frecuencia de adquisición: 1 Hz  
Resolución: 0.01 mGal.  
Precisión: < 1 mGal

## Gravímetro Portátil Scintrex CG5 Autograv

Tipo de Sensor: Cuarzo fundido  
Resolución de la lectura: 1 mGal  
Repetibilidad estándar: < 5 mGal.  
Rango de operación: 8,000 mGal sin reseteo.  
Deriva residual: < 0.02 mGal / día

## Magnetómetro marino Marine Magnetics

Modelo Sea Spy shallow.  
Precisión: 0.2 nT  
Sensibilidad del sensor: 0.01 nT  
Profundidad máxima de operación: 300 m

## Comentarios

Esta campaña es la segunda que se ha podido realizar con un sistema de navegación que integre de manera precisa y fiable todos los elementos necesarios para el posicionamiento de fuente y receptores sísmicos. **Se recomienda lectura de los criterios de nomenclatura y formato de archivos UKOOA, así como la estructura de directorios de registro y secuencias.**

Se han registrado datos de batimetría en formato \*.sbd mediante el software Eiva NaviScan Online y también se han registrado datos raw en formato \*.asd con el software Parastore. El procesado de la batimetría se ha realizado utilizando estos últimos datos, los asd pues, de momento, Caris no acepta la nueva versión de los archivos sbd, cosa que se espera que se haga en un futuro.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>0. FICHA TECNICA</b> .....  | 6  |
| <b>1. CARACTERÍSTICAS DE CAMPAÑA</b> .....   | 7  |
| 1.1 Volcán Orca. Sísmica de reflexión multicanal.....  | 8  |
| 1.2 Volcán Orca. Sísmica de Gran Ángulo.....   | 10 |
| 1.3 Rift y Edificio A. Sísmica de Reflexión.....   | 12 |
| <b>2. INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA</b> .....  | 13 |
| 2.1. Fuente Sísmica.....   | 13 |
| 2.2 Compresor LMF modelo 25/138-207-E50 .....  | 14 |
| 2.3. Equipamiento de laboratorio y adquisición sísmica .....                                 | 14 |
| 2.3.1. Sistema de control de cañones.....  | 16 |
| 2.3.2. Sistema de navegación y generación del evento INPROSPECT TriggerFish .....            | 18 |
| 2.3.3. Software de procesado y QC de Navegación GeometisMX de NORTHSTART® .....              | 20 |
| 2.3.4. Criterios de nomenclatura de archivos de navegación y estructura de directorios ..... | 20 |
| 2.3.5. Sistema de adquisición multicanal SEAL® 408XL .....                                   | 22 |
| 2.3.6.- “Streamer” multicanal SENTINEL Sercel® .....   | 24 |
| 2.3.7.- Boya de cola y Buoylink de SEAMAP® .....   | 25 |
| 2.3.8.- GEOSPACE® compass y airbags .....  | 28 |
| 2.3.9.- “Birds” NAUTILUS® .....  | 30 |
| 2.3.10.-Servidor de tiempo sincronizado con GPS (NTS) .....                                  | 31 |
| <b>3. EQUIPAMIENTO MECÁNICO</b> .....  | 31 |
| 3.1 Compresor de Alta Presión LMF .....  | 31 |
| 3.2 Cañones de Sísmica .....   | 34 |
| 3.3 Estructura Sísmica .....   | 35 |
| <b>4. INSTRUMENTACIÓN ACÚSTICA</b> .....   | 36 |
| 4.1 Sonda Multihaz Aguas Profundas ATLAS Hydrosweep .....                                    | 36 |
| 4.2 Sonda Monohaz Simrad EA-600 .....  | 39 |
| 4.3 Sonda Paramétrica ATLAS Parasound P-35 .....   | 40 |
| 4.4 Equipos de medida de la velocidad del sonido en el agua .....                            | 43 |
| 4.4.1 Sondas batitermográficas.....  | 43 |
| 4.4.2.-Perfilador de Velocidad del Sonido AML SV Plus V2 .....                               | 45 |
| 4.5.- Magnetómetro marino Sea Spy .....  | 48 |
| 4.6.- Applanix POS MV.....   | 50 |
| 4.7.- SISTEMA DE NAVEGACIÓN EIVA.....  | 52 |
| 4.8.- Gravímetro marino.....   | 53 |
| 4.9.- Gravímetro portátil .....  | 54 |
| 4.10 Sistema de Navegación EIVA .....  | 60 |
| <b>5. TELEMÁTICA</b> .....   | 61 |
| 5.1 Comunicaciones .....   | 61 |
| 5.2 Sistema de Comunicaciones de Banda Ancha en el Sarmiento de Gamboa.....                  | 62 |

|  |    |
|--|----|
| 5.2.1 Descripción del sistema. Introducción.....   | 62 |
| 5.2.2 El equipo del BO Sarmiento.....              | 63 |
| 5.2.3 Acceso a Internet.....                       | 64 |
| 5.2.4 Intranet del Buque.....                      | 64 |
| 5.2.5 Puntos de Acceso Wi-Fi.....                  | 65 |
| 5.2.6 Acceso a la red de la UTM en el CMIMA.....   | 65 |
| 5.2.7 Telefonía.....                               | 65 |
| 5.3 Resumen de actividades.....                    | 66 |
| <b>6. INCIDENCIAS</b> .....                        | 68 |
| 6.1 Incidencias generales (Parte Sísmica).....     | 68 |
| 6.2 Incidencias generales (Parte Acústica).....    | 69 |
| 6.3 Incidencias generales (Parte Telemática).....  | 69 |
| 6.4 Incidencias generales (Parte Mecánica).....    | 71 |
| <b>7. ANEXOS</b> .....                             | 72 |
| Anexo I. Cabecera SEG-D y formato SPECTRA.....     | 72 |
| Anexo II. OBSERVER LOGs (Anotaciones Sísmica)..... | 76 |
| Anexo III. Navigation log.....                     | 81 |
| Anexo IV. Configuración secciones streamer.....    | 82 |
| Anexo V. Modelización fuente sísmica.....          | 83 |

**0. FICHA TECNICA**

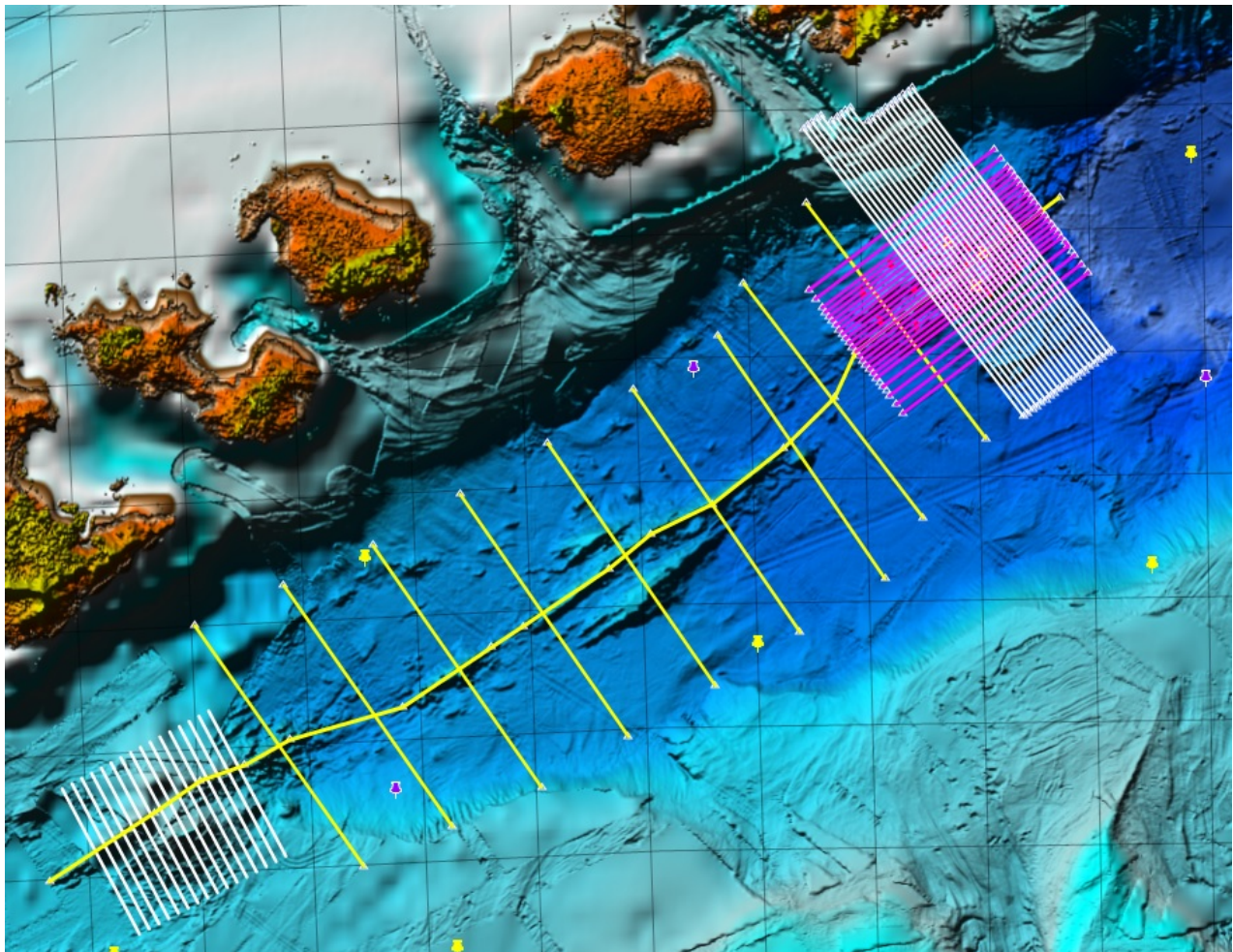
| <b>FICHA TÉCNICA</b>             |  |                     |   |
|----------------------------------|--|---------------------|---|
| <b>ACRÓNIMO</b>                  | <b>BRAVOSEIS</b>   |                     |   |
| <b>Título Proyecto</b>           | <b>Brandsfield Volcano Seismic</b>   |                     |   |
| <b>CÓDIGO REN</b>                | CTM2016-77315-R  | <b>CÓDIGO UTM</b>   | <b>SDG-076</b>  |
| <b>JEFE CIENTÍFICO</b>           | Dr. Javier ALMENDROS   | <b>INSTITUCIÓN</b>  | Instituto Andaluz de Geofísica (I.A.G) – Universidad de Granada (UGR) |
| <b>INICIO</b>                    | Isla Rey Jorge (Antártida)<br>16/Enero/2019  | <b>FINAL</b>        | Punta Arenas (Chile)<br>10/Febrero/2019                               |
| <b>BUQUE</b>                     | <b>Sarmiento de Gamboa</b>   |                     |   |
| <b>Zona de trabajo</b>           | <b>Estrecho de Brandsfield, Antártida.</b>   |                     |   |
| <b>Responsable Técnico</b>       | Ezequiel González Bernárdez  | <b>Organización</b> | U.T.M.  |
| <b>Equipo Técnico</b>            | H. SANCHEZ (UTM Acústica)<br>R. AMETLLER, R. GONZÁLEZ, M. SANCHEZ, P. CAMBEIRO, (UTM Mecánica)<br>E. GONZALEZ, G. MUÑOZ, D. PINA (UTM Sísmica)<br>J.A. SERRANO (UTM Telemática)  |                     |   |
| <b>Instrumentación utilizada</b> | Sonda multihaz ATLAS® Hydrosweep DS, Sonda monohaz SIMRAD® EA-600,<br>Perfilador paramétrico ATLAS® Parasound P-35.<br>Cañones Sercel® GGUN-II, Controlador RTS BIG SHOT®.<br>Sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish®.<br>“Streamer” multicanal Sentinel Sercel®,<br>Sistema de adquisición SEAL®,<br>Tail buoy y Buoylink Rtk-NAV SEAMAP®,<br>“birds” NAUTILUS®, Compass-Retrievers GEOSPACE®.<br>Sistema de sincronización GPS Fei-Zyfer Starplus 565. |                     |   |

## 1. CARACTERÍSTICAS DE CAMPAÑA

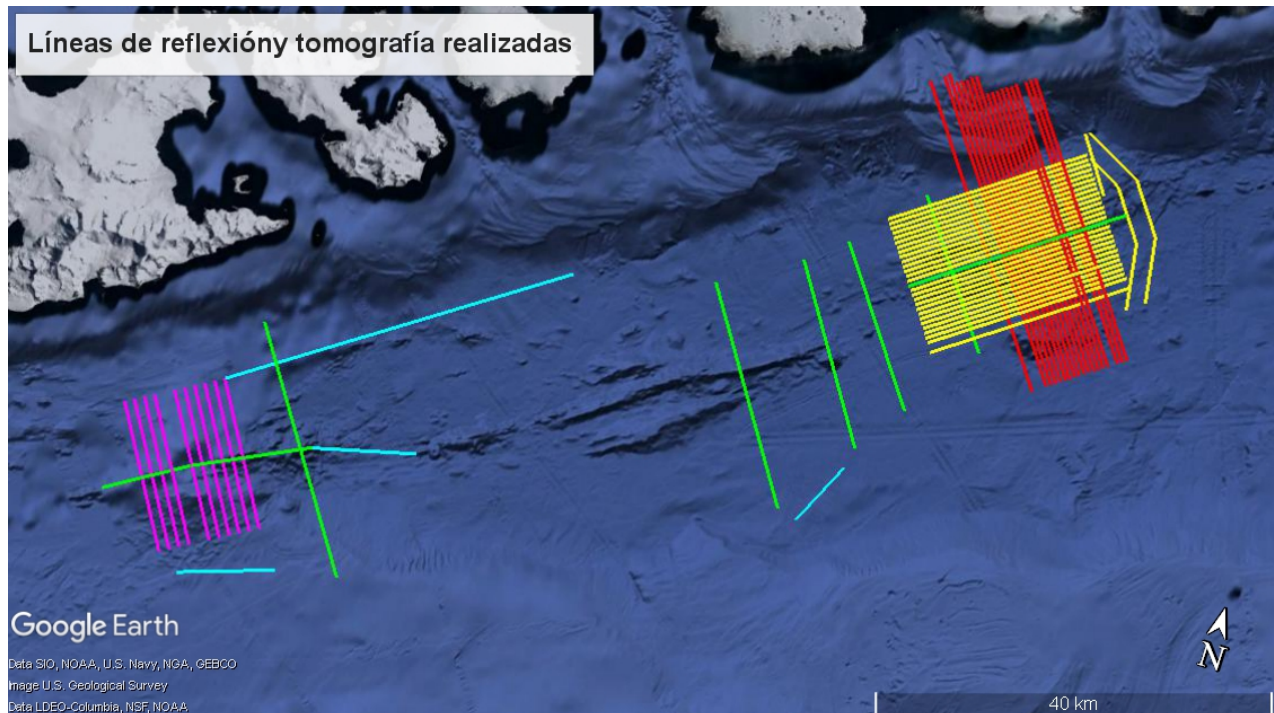
La campaña BRAVOSEIS se ha desarrollado entre el 30 de Diciembre del 2018 y el 10 de Febrero de 2019. El día 16 de enero embarcan los técnicos de sísmica, mecánica y acústica que se encargarán de la parte de batimetría, magnetometría, sísmica de reflexión y de generación de fuente sísmica para tomografía. La zona de trabajo se sitúa en el estrecho de Bransfield, finalizándose la campaña en Punta Arenas (Chile).

Dentro del estrecho de Bransfield las zonas principales de sondeo han sido la del volcán Orca y la del Edificio A así como el Rift entre ambos. En la primera se registraron perfiles sísmicos equidistantes cada 500 m con streamer de 1.5km de sección activa para obtener una imagen 3D del volcán así como disparos con fuente sísmica para tomografía, con objeto de penetrar lo máximo posible y poder llegar a la cámara magmática del mismo. En las otras dos zonas sólo se registraron perfiles de sísmica de reflexión.

En todas las líneas levantadas, se realizó un estudio geofísico completo con ecosonda multihaz, magnetómetro, sonda o perfilador multiparamétrico y sísmica de reflexión multicanal. También se grabaron datos de gravimetría durante toda la campaña. Las calibraciones del gravímetro fueron en Vigo a la partida del buque y en Punta Arenas al final de la campaña.



Mapa 1. Situación geográfica líneas de reflexión y tomografía planeadas.



*Mapa 2. Situación geográfica líneas de reflexión y tomografía realizadas*

### **1.1 Volcán Orca. Sísmica de reflexión multicanal.**

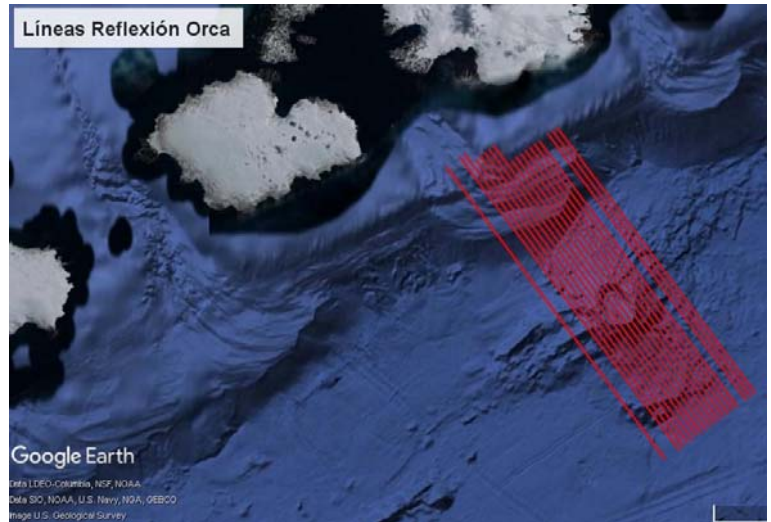
Esta parte consistió en el levantamiento de 19 perfiles sísmicos de reflexión con streamer multicanal. Este sistema ha consistido en un “streamer” con 120 trazas o canales, propiedad del CSIC, con una longitud total de 1780. Se han levantado un total de 560.4 kilómetros de perfil continuo realizando disparos equidistantes cada 37.5 metros. La profundidad del streamer se ha tratado de mantener estable a 5 metros en todas las líneas.

Se configuró una fuente sísmica compuesta por una ristra de cañones estable de 1780 cu.in., a una profundidad de 5 metros; que favoreciese la generación de frecuencias medias y bajas. La ventana de registro ha sido en todos los perfiles de catorce segundos (14 seg.), con una frecuencia de muestreo de 2 ms.

Se instalaron los sistemas de control y procesamiento de datos sísmicos en el laboratorio principal del buque. Continuamente se realizó un control de calidad del registro sísmico y de la navegación. Los datos de navegación se editaron y depuraron con el sistema de QC de UTM-CSIC, GeometisMX de NortStar® para producir los archivos UKOOA P1.



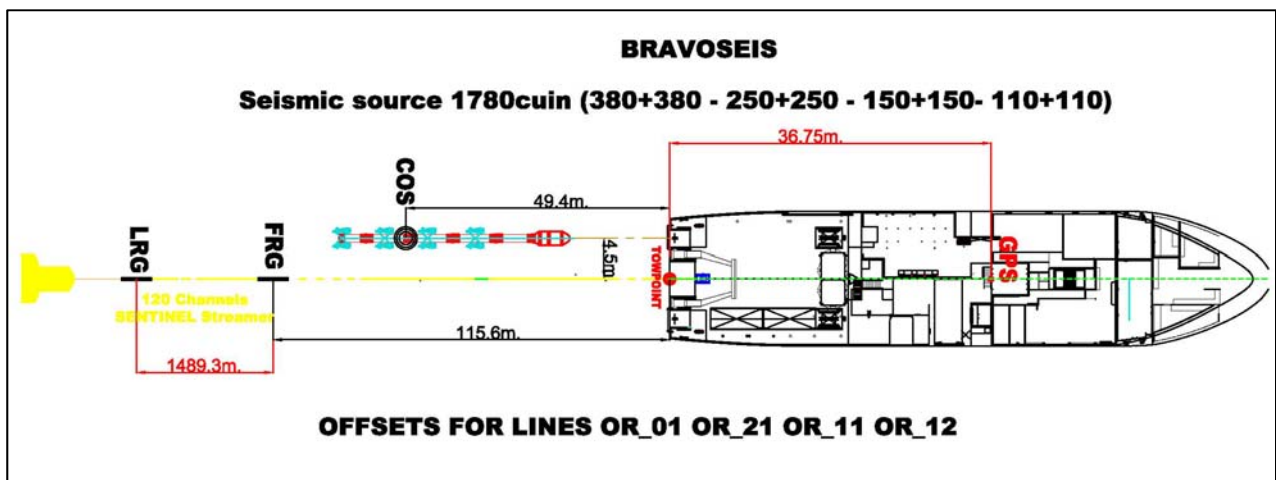
| Perfil       | Distancia recorrida |              | Disparos Realizados |
|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
|              | Km                  | Nm           |                     |
| OR_01        | 29.8                | 16           | 100 - 894           |
| OR_21        | 32.8                | 17.7         | 973 - 100           |
| OR_11        | 29.8                | 16           | 100 - 894           |
| OR_12        | 31.8                | 17.2         | 100 - 896           |
| OR_07        | 29.8                | 16           | 894 - 100           |
| OR_13        | 31.8                | 17.2         | 100 - 889           |
| OR_06        | 29.8                | 16           | 894 - 100           |
| OR_14        | 31.8                | 17.2         | 100 - 916           |
| OR_08        | 29.8                | 16           | 894 - 100           |
| OR_09        | 29.8                | 16           | 894 - 100           |
| OR_16        | 31.8                | 17.2         | 100 - 917           |
| OR_10        | 29.8                | 16           | 894 - 100           |
| OR_17        | 32.8                | 17.7         | 100 - 920           |
| OR_05        | 29.8                | 16           | 894 - 100           |
| OR_15        | 31.8                | 17.2         | 100 - 924           |
| OR_02        | 29.2                | 16           | 894 - 100           |
| OR_18        | 32.8                | 17.7         | 100 - 919           |
| OR_03        | 29.8                | 16           | 880 - 100           |
| OR_19        | 5.6                 | 3            | 101-250             |
| <b>TOTAL</b> | <b>560.4</b>        | <b>302.1</b> |                     |

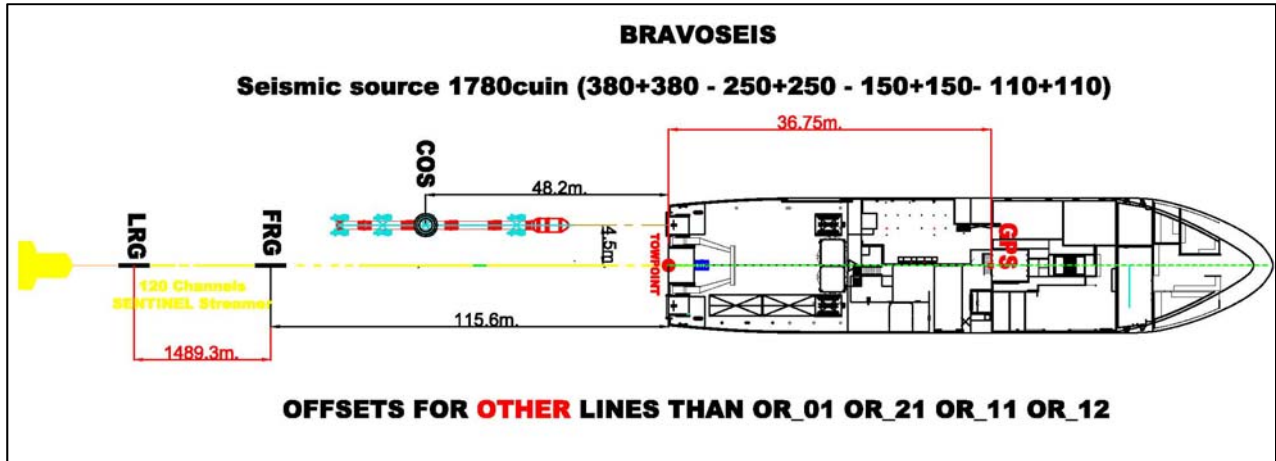


Mapa 3. Líneas de reflexión en el volcán Orca.

La configuración de offsets para la sísmica de reflexión tuvo que modificarse debido a las continuas roturas en la línea de aire en la segunda posición (clúster de 250cuin). Se aumentó la separación entre ese clúster y el de 380cuin de proa para tratar de minimizar el daño. A nivel práctico este cambio simplemente equivalió a encender el clúster adicional de 380 cuin reservado a tomografía, situado al principio del array, y apagar el siguiente clúster de 380cuin. De esta manera se conserva el volumen total de la fuente pero se aumenta la distancia entre el primer y segundo clúster, pasando de ser 2.5m a 5m. Se comprobó mediante modelizado con Gundalf que el cambio no tendría, teóricamente al menos, efectos negativos significativos en la señal generada.

Tenemos pues para esta zona dos configuraciones de offsets, una para las 4 primeras líneas (OR\_01, OR\_21, OR\_11 y OR\_12) y otra para el resto.



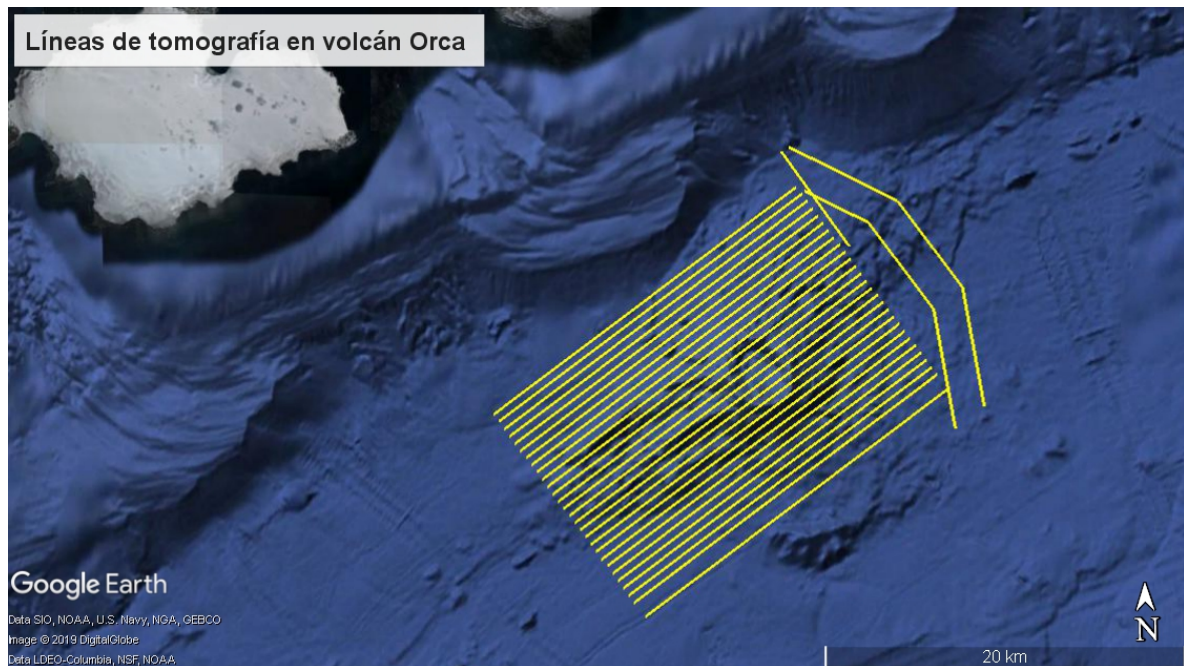


El análisis preliminar de los datos obtenidos y control de calidad en tiempo real, refleja continuidad de registro y funcionamiento óptimo de todos los equipos durante la adquisición y posicionamiento, con el único inconveniente de las varias roturas en líneas de aire sufridas por los cañones.

**1.2 Volcán Orca. Sísmica de Gran Ángulo .**

Para la refracción de gran ángulo se aumentó el volumen total de la fuente sísmica a 2540 cuin. y se modificó su profundidad pasando a ser de 15m.

Se realizaron disparos equidistantes cada 200m a lo largo de 29 perfiles levantado un total de 479.45 kilómetros.

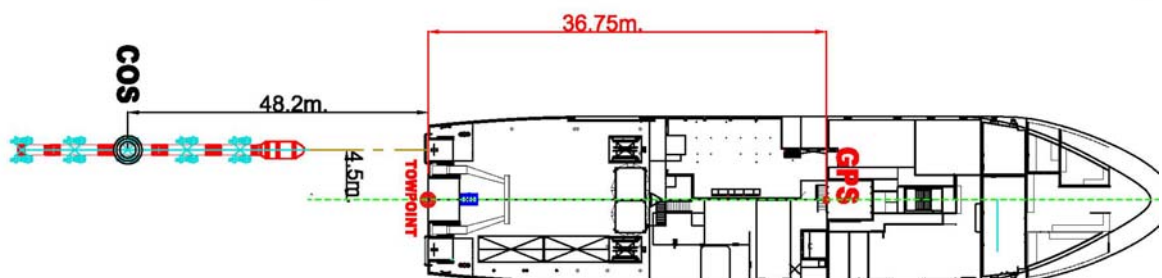


Mapa 4. Líneas de tomografía en el volcán Orca.

| Perfil       | Distancia recorrida |  | Disparos Realizados |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
|--------------|---------------------|--|---------------------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|------|------|--------|------|---|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|---|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|------|----|------|--------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|---------|------|----|------|----------|------|----|------|---------|--------------|---------------|---------------|--|
|              | Km                  | Nm   |                     |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_01         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_03         | 16.85               | 9.1  | 106-70/49-1         |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_05         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_07         | 21                  | 11.4   | 106 - 1             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_09         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_11         | 21                  | 11.4   | 106 - 1             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_13         | 21                  | 11.4 </tr <tr><td>T_15</td><td>21</td><td>11.4</td><td>106 - 1</td></tr> <tr><td>T_17</td><td>21</td><td>11.4</td><td>1 - 106</td></tr> <tr><td>T_19</td><td>21</td><td>11.4</td><td>106 - 1</td></tr> <tr><td>T_21</td><td>21</td><td>11.4</td><td>1 - 106</td></tr> <tr><td>T_23</td><td>21</td><td>11.4</td><td>106 - 1</td></tr> <tr><td>T_25</td><td>21</td><td>11.4</td><td>1 - 106</td></tr> <tr><td>T_27</td><td>21</td><td>11.4</td><td>106 - 1</td></tr> <tr><td>T_29</td><td>21</td><td>11.4</td><td>1 - 106</td></tr> <tr><td>T_30</td><td>3.94</td><td>2.13</td><td>1 - 21</td></tr> <tr><td>T_31</td><td>6</td><td>3.25</td><td>2 - 31</td></tr> <tr><td>T_32</td><td>6.72</td><td>3.63</td><td>2 - 35</td></tr> <tr><td>T_33</td><td>6.71</td><td>3.62</td><td>1 - 35</td></tr> <tr><td>T_34</td><td>6</td><td>3.25</td><td>2 - 32</td></tr> <tr><td>T_35</td><td>6.76</td><td>3.65</td><td>2 - 35</td></tr> <tr><td>T_36</td><td>6.47</td><td>3.49</td><td>1 - 31</td></tr> <tr><td>T_20</td><td>21</td><td>11.4</td><td>82 - 1</td></tr> <tr><td>T_18</td><td>21</td><td>11.4</td><td>1 - 106</td></tr> <tr><td>T_16</td><td>21</td><td>11.4</td><td>106 - 1</td></tr> <tr><td>T_14</td><td>21</td><td>11.4</td><td>1 - 106</td></tr> <tr><td>T_12</td><td>21</td><td>11.4</td><td>106 - 14</td></tr> <tr><td>T_10</td><td>21</td><td>11.4</td><td>1 - 106</td></tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>479.45</b></td> <td><b>260.12</b></td> <td></td> </tr> | T_15                | 21 | 11.4 | 106 - 1 | T_17 | 21 | 11.4 | 1 - 106 | T_19 | 21 | 11.4 | 106 - 1 | T_21 | 21 | 11.4 | 1 - 106 | T_23 | 21 | 11.4 | 106 - 1 | T_25 | 21 | 11.4 | 1 - 106 | T_27 | 21 | 11.4 | 106 - 1 | T_29 | 21 | 11.4 | 1 - 106 | T_30 | 3.94 | 2.13 | 1 - 21 | T_31 | 6 | 3.25 | 2 - 31 | T_32 | 6.72 | 3.63 | 2 - 35 | T_33 | 6.71 | 3.62 | 1 - 35 | T_34 | 6 | 3.25 | 2 - 32 | T_35 | 6.76 | 3.65 | 2 - 35 | T_36 | 6.47 | 3.49 | 1 - 31 | T_20 | 21 | 11.4 | 82 - 1 | T_18 | 21 | 11.4 | 1 - 106 | T_16 | 21 | 11.4 | 106 - 1 | T_14 | 21 | 11.4 | 1 - 106 | T_12 | 21 | 11.4 | 106 - 14 | T_10 | 21 | 11.4 | 1 - 106 | <b>TOTAL</b> | <b>479.45</b> | <b>260.12</b> |  |
| T_15         | 21                  | 11.4   | 106 - 1             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_17         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_19         | 21                  | 11.4   | 106 - 1             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_21         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_23         | 21                  | 11.4   | 106 - 1             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_25         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_27         | 21                  | 11.4   | 106 - 1             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_29         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_30         | 3.94                | 2.13   | 1 - 21              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_31         | 6                   | 3.25   | 2 - 31              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_32         | 6.72                | 3.63   | 2 - 35              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_33         | 6.71                | 3.62   | 1 - 35              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_34         | 6                   | 3.25   | 2 - 32              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_35         | 6.76                | 3.65   | 2 - 35              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_36         | 6.47                | 3.49   | 1 - 31              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_20         | 21                  | 11.4   | 82 - 1              |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_18         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_16         | 21                  | 11.4   | 106 - 1             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_14         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_12         | 21                  | 11.4   | 106 - 14            |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| T_10         | 21                  | 11.4   | 1 - 106             |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |
| <b>TOTAL</b> | <b>479.45</b>       | <b>260.12</b>  |                     |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |   |      |        |      |      |      |        |      |      |      |        |      |    |      |        |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |         |      |    |      |          |      |    |      |         |              |               |               |  |

**BRAVOSEIS**

**Seismic source 2540cuin (380+380 - 380+380 - 250+250 - 150+150- 110+110)**



**OFFSETS PARA TOMOGRAFÍA EN ORCA**

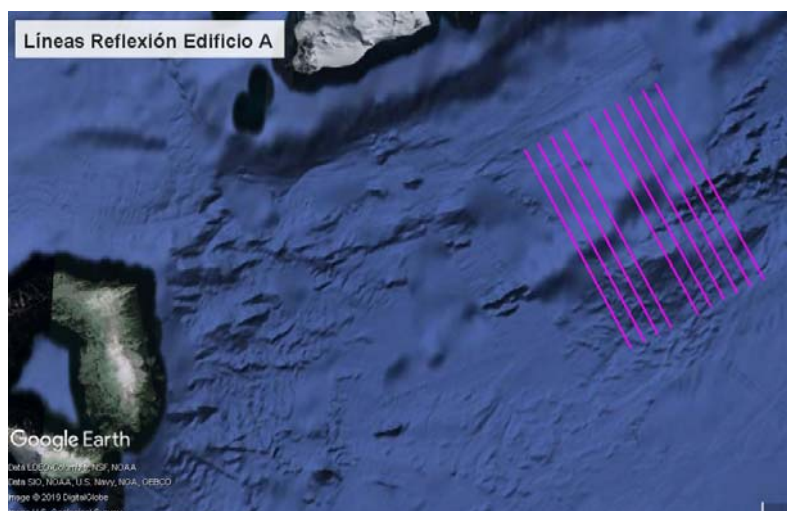
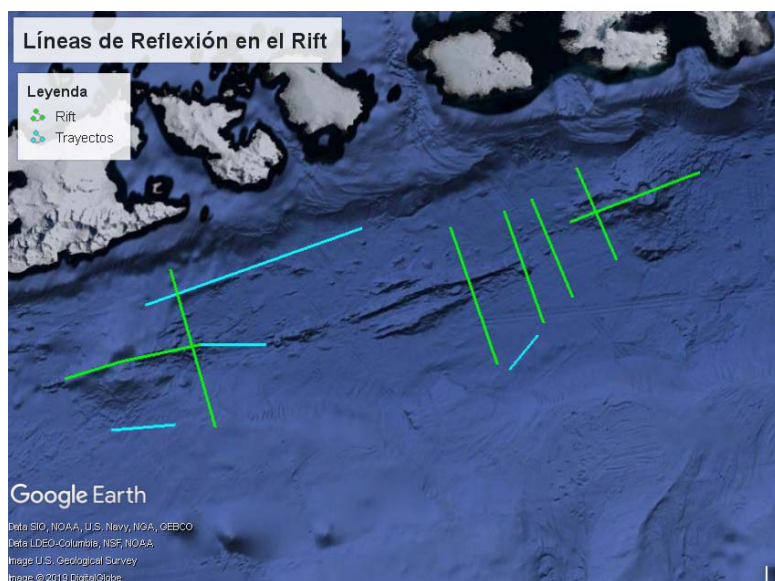
En este caso, con los cañones a 15m de profundidad la fiabilidad fue considerablemente superior, produciéndose sólo una rotura en una línea de aire.

## 1.3 Rift y Edificio A. Sísmica de Reflexión.

Inicialmente se planearon una serie de perfiles pseudoparalelos que iban desde el volcán Orca hasta el Edificio A, perpendiculares al Rift, aunque la presencia de un gran iceberg y abundantes trozos de hielo desprendidos por él imposibilitaron hacer todos los previstos. Se decidió también adquirir durante los tránsitos realizados para rodear la zona conflictiva (líneas PYQ01 y PYQ03).

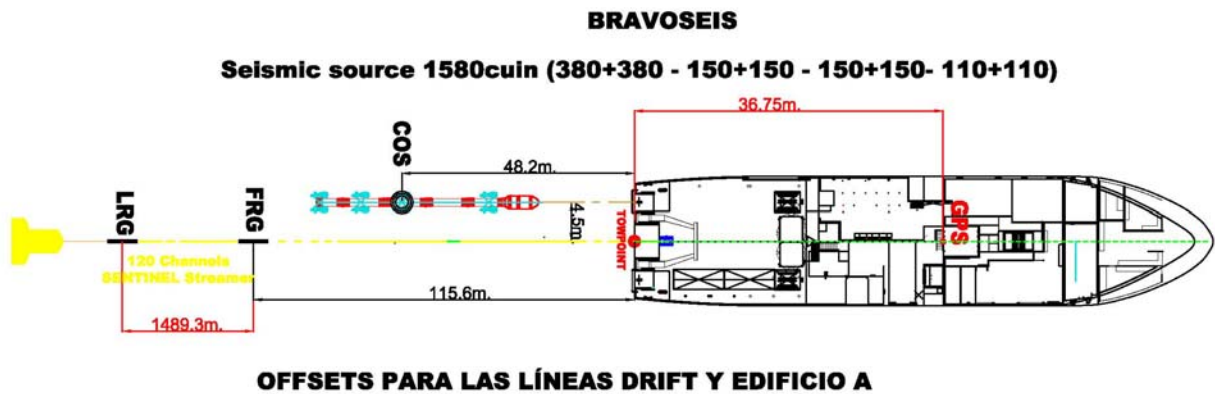
Ya en el Edificio A, se realizaron 12 perfiles de reflexión paralelos entre sí equidistantes cada kilómetro así como una línea perpendicular a estos.

| Perfil       | Distancia recorrida |               | Disparos Realizados |
|--------------|---------------------|---------------|---------------------|
|              | Km                  | Nm            |                     |
| Rift00       | 23.1                | 12.5          | 100 – 727           |
| Rift01       | 16.7                | 9             | 116 – 546           |
| Rift02       | 17.8                | 9.63          | 100 – 576           |
| TR03         | 7.12                | 3.84          | 100 – 290           |
| Rift03       | 19.7                | 10.6          | 100 – 624           |
| Rift04       | 23.5                | 12.7          | 100 – 727           |
| PYQ01        | 36.5                | 19.7          | 100 – 906           |
| EDA03        | 15.5                | 8.37          | 125 – 513           |
| EDA09        | 14.9                | 8.1           | 513 – 100           |
| EDA05        | 15.5                | 8.36          | 100 – 513           |
| EDA11        | 15.5                | 8.36          | 512 – 100           |
| EDA07        | 15.5                | 8.36          | 100 – 512           |
| EDA13        | 15.5                | 8.36          | 512 - 464           |
| Rift11       | 12.4                | 6.67          | 100-446             |
| EDA04        | 15.5                | 8.37          | 100-513             |
| EDA08        | 15.5                | 8.36          | 125-810             |
| EDA06        | 15.5                | 8.37          | 100-513             |
| EDA10        | 15.5                | 8.37          | 513-100             |
| EDA12        | 15.5                | 8.37          | 100-513             |
| Rift12       | 9.22                | 4.98          | 102-426             |
| RS_10        | 10.6                | 5.73          | 101-382             |
| PYQ03        | 9.90                | 5.35          | 100-364             |
| EDA13        | 15.5                | 8.36          | 512-126             |
| Rift09       | 26.7                | 14.4          | 101-167             |
| <b>TOTAL</b> | <b>398.64</b>       | <b>215.27</b> |                     |



Mapas 5 y 6. Líneas de reflexión en el Edificio A y Rift.

Para esta nueva fase de reflexión, a tenor de las frecuentes roturas en las líneas de aire en el clúster de 250cuin, se acordó cambiar éste por otro de 150cuin, a priori más fiable a esa profundidad. Se revisó la modelización con esa nueva configuración y se consideró un cambio asumible.



## 2. INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA.

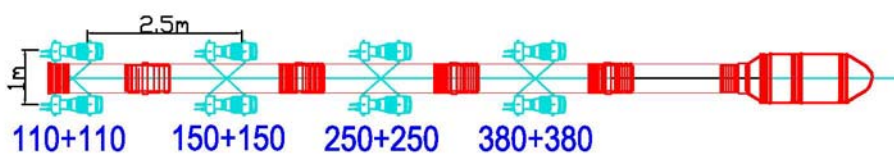
### 2.1. Fuente Sísmica.

Para la realización de sismica activa se requiere una fuente de alta energía capaz de generar un frente de ondas de gran amplitud en el rango de frecuencias lo más adecuado a los objetivos previamente marcados, favoreciendo la propagación de la onda sísmica por capas profundas y detallar sus estructuras. La energía reflejada y refractada en cada uno de los cambios de impedancia acústica, es registrada por los hidrófonos. Con estas técnicas se pretende alcanzar y caracterizar las estructuras geológicas del subsuelo.

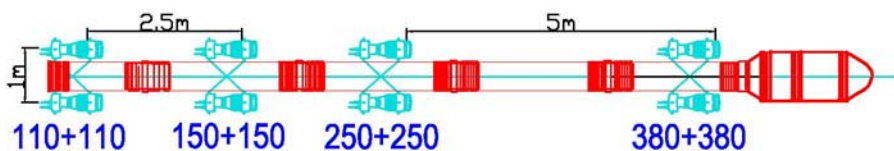
Tras recibir una señal eléctrica procedente del Laboratorio de Sísmica se emite un pulso discreto de energía acústica en el agua generado por la implosión del volumen de aire liberado por la ristra de cañones. La energía emitida se obtiene tras la liberación del aire a presión que está siendo suministrado en todo momento por un grupo de compresores y que es almacenado en cámaras de volumen fijo.

Se utilizaron como máximo un total de 8 cañones SERCEL GGUN-II. Las capacidades/volúmenes de cada cámara de aire de los cañones utilizados y su distribución para cada configuración se detallan en los esquemas a continuación.

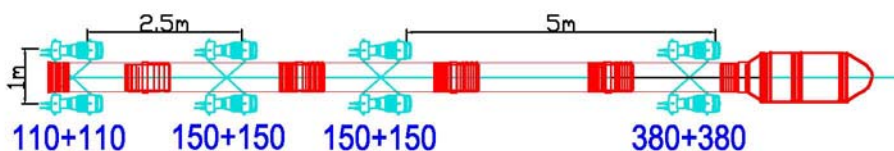
Fuente 1780cuin para REFLEXIÓN A



Fuente 1780cuin para REFLEXIÓN B



Fuente 1580cuin para REFLEXIÓN C



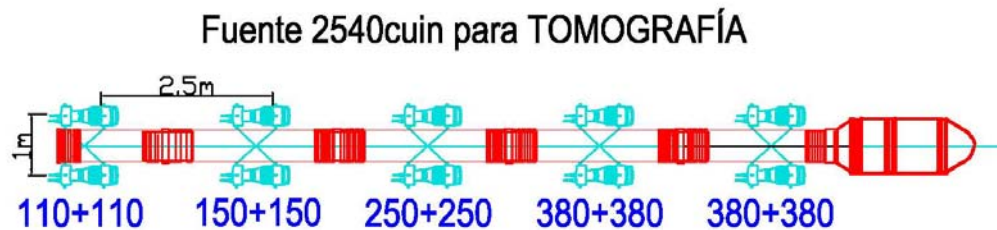


Figura 1 . Esquema de la disposición y capacidad de las rstras de cañones empleadas como fuente sísmica.

## 2.2 Compresor LMF modelo 25/138-207-E50

Para suministrar el aire a la presión de trabajo, 140 bares (2000 PSI), a los cañones, se utilizó un compresor LMF modelo 25/138-207-E50 que dispone el Sarmiento de Gamboa. Con capacidad de proporcionar 416 m<sup>3</sup>/h de aire a 2000 psi. Suministran aire continuamente a unas botellas de volumen fijo, para mantener caudal y presión deseados. Para más información ver apartado mecánica del presente informe.



Figuras 2 y 3. Compresor LMF 25/138-207-E50 instalado a bordo del Sarmiento de Gamboa.

## 2.3. Equipamiento de laboratorio y adquisición sísmica

El equipamiento utilizado para la generación del pulso sísmico, control de sincronización de cañones y registro sísmico ha sido el siguiente:

- Sistema de control de cañones Big Shot<sup>®</sup>
- Sistema de navegación y generación de eventos InProspect TriggerFish<sup>®</sup>
- Sistema de adquisición multicanal SEAL<sup>®</sup> 408XL
- "Streamer" multicanal SENTINEL<sup>®</sup>
- Boya de cola y Buoylink de SEAMAP<sup>®</sup>
- GEOSPACE<sup>®</sup> compass/retrievers
- "Birds" NAUTILUS<sup>®</sup>
- Servidor de tiempo sincronizado con GPS (NTS)

### Sistema de Generación de Disparo

El trigger que activa la secuencia de disparo y grabación para la adquisición sísmica se genera mediante el programa de navegación TriggerFish de INPROSPECT®, que calcula eventos equidistantes sobre la línea de sondeo. En esta campaña en concreto se ha disparado cada 37.5m. Cuando el CMP u otro punto de referencia elegido, pasa por el punto planeado, el sistema de navegación genera el trigger que activa la secuencia de disparo y la adquisición sísmica además de registrar y posicionar la medida de los distintos sensores (birds, compases, GPS, gyro, profundidad, etc.) en ese instante.

Al final tendremos por cada línea una carpeta con los archivos segd generados cada shot por el sistema de adquisición, un log de texto con la información generada por el controlador de cañones en cada disparo y un archivo UKOOA P2 generado por el sistema de navegación. El P2 de UKOOA se procesa para obtener un P1 en el que aparece la posición real de cada receptor.

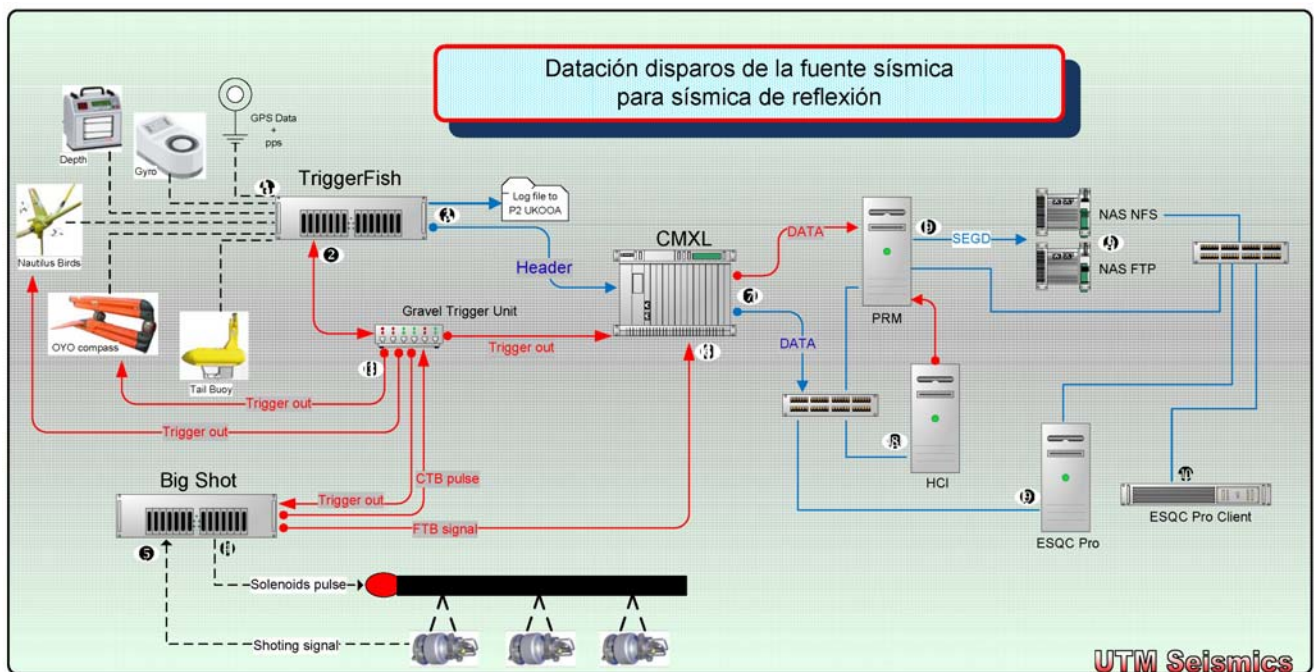


Figura 4. Diagrama de generación de fuente sísmica y adquisición para sísmica de reflexión multicanal 2D.

Para la sísmica de refracción se ha utilizado un GPS Modelo Fei-Zyfer GPS Starplus modelo 565. Este GPS se programa para que al recibir un pulso de trigger genere un telegrama con el tiempo exacto del disparo. Como en la sísmica de reflexión, para la tomografía también se ha elegido hacer disparos a intervalos de distancia fijos, en este caso de 200m. Al iniciar la línea, el sistema de navegación da la orden de disparo al controlador de cañones el cual genera un pulso cuando todos los cañones disparan, en el "Aim Point", denominado Clock Time Break que se manda al GPS para que registre en este instante un telegrama con el tiempo exacto del disparo. Este mismo pulso se recibe paralelamente en el sistema de navegación TriggerFish, que registrará además la localización de la fuente sísmica (COS) y del barco en ese instante con la mejor precisión disponible.

En este caso dispondremos por cada línea de un archivo de texto con el tiempo exacto de cada disparo (Time TAG) con precisión hasta los nanosegundos, generado por el GPS Fei-Zyfer, y un archivo P2 generado por el sistema de navegación. A partir del P2 se genera un P1 donde se aparece la posición del centro de la fuente (COS).

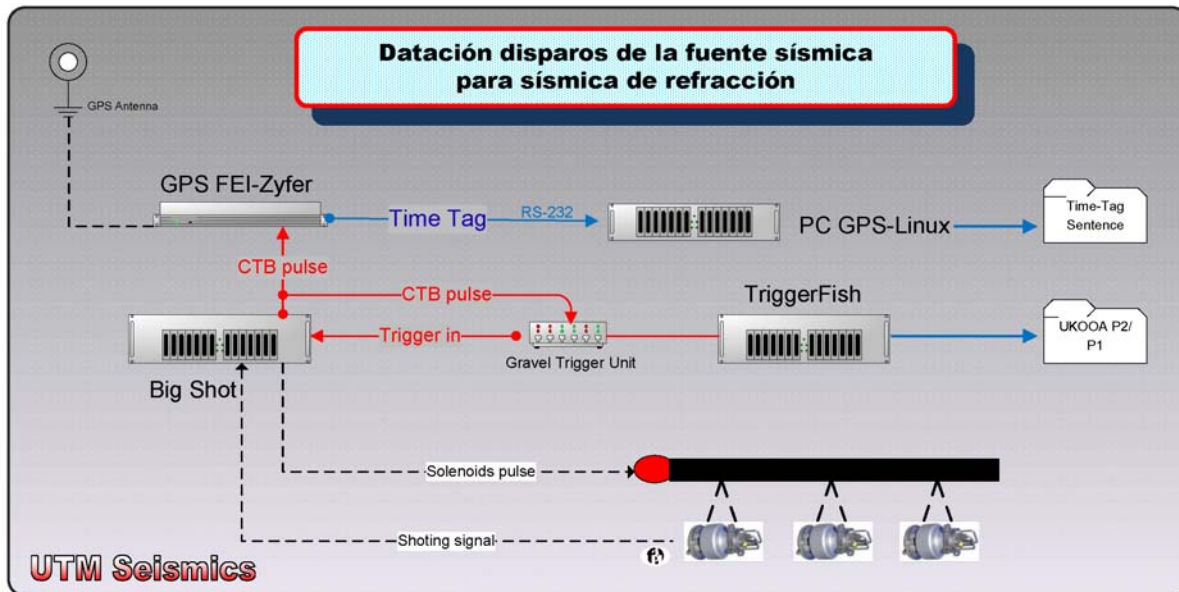


Figura 5. Diagrama de generación de fuente sísmica y datación para tomografía.

### 2.3.1. Sistema de control de cañones

El controlador de cañones se encarga de generar los pulsos que activarán las electroválvulas/solenoides así como de adquirir las señales procedentes de los sensores e hidrófonos instalados en cada uno de los cañones (señal “Near Field”). Estas son las que posteriormente utiliza el sistema para calcular las diferencias en el momento de disparo entre los cañones y aplicar las debidas correcciones para que el disparo se produzca con un error máximo de un milisegundo respecto al “Aim point”, asegurando así la máxima amplitud posible de la señal emitida y que la señal sea de fase mínima.

En todo momento se monitoriza la señal de respuesta de cada uno de los cañones al generarse la burbuja. Se controlan diferentes parámetros para ajustar y garantizar la perfecta sincronía de todos ellos. Es de gran importancia para la generación de un frente de ondas sísmicas único y limpio que todos los cañones emitan al unísono.

El sistema en conjunto está configurado para poder disparar y sincronizar hasta 96 cañones de tipo BOLT, SLEEVE ó GGUN I y II.

Está formado por los siguientes elementos:

- a) *Controlador de cañones Big Shot<sup>®</sup> de Real Time Systems<sup>®</sup>*. Nuestro controlador de cañones *Big Shot<sup>®</sup>* v. 2.57 es capaz de disparar y sincronizar hasta un total de 96 cañones, y alimentar y digitalizar las señales provenientes de 48 hidrófonos y otros tantos sensores de presión/profundidad. El sistema está compuesto por una consola que controla el instante de disparo y fuentes de alimentación cada 8 cañones y otros tantos sensores.
- b) *Ordenador que gestiona el controlador con el interfaz de usuario cliente*. Un ordenador dedicado exclusivamente al funcionamiento del programa *Big Shot<sup>®</sup>* V2.1. El programa es capaz de visualizar los parámetros de control de la consola, así como las señales provenientes de los sensores de los cañones u otros sensores que se pueden usar con el controlador.
- c) *Dispatch panel*. Gestiona las conexiones entre el controlador de cañones y los umbilicales que soportan los cañones de aire. Contiene también las conexiones de los módulos de rGPS de cada ristra.

El disparo de los cañones (aiming point) se produce **50 ms** después de la recepción del pulso precedente



de la navegación (fix point). El *fix point* se produce 0.1 ms después de la generación del pulso, que indica que se ha llegado al segundo correspondiente a un nuevo disparo, por lo que el disparo real de los cañones se calcula a tiempo real para cada segundo. En el instante programado de la generación del la fuente sísmica se genera un pulso denominado CTB (Clock Time Break). Este instante es datado y se incluye en los telegramas generados tras cada disparo, hora UTC. Para entender con más detalle la secuencia de disparo ver los esquemas que se muestran a continuación.

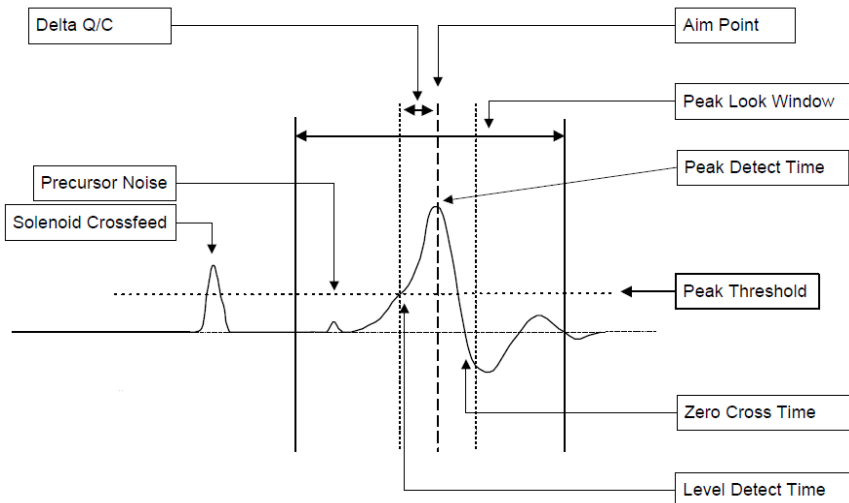
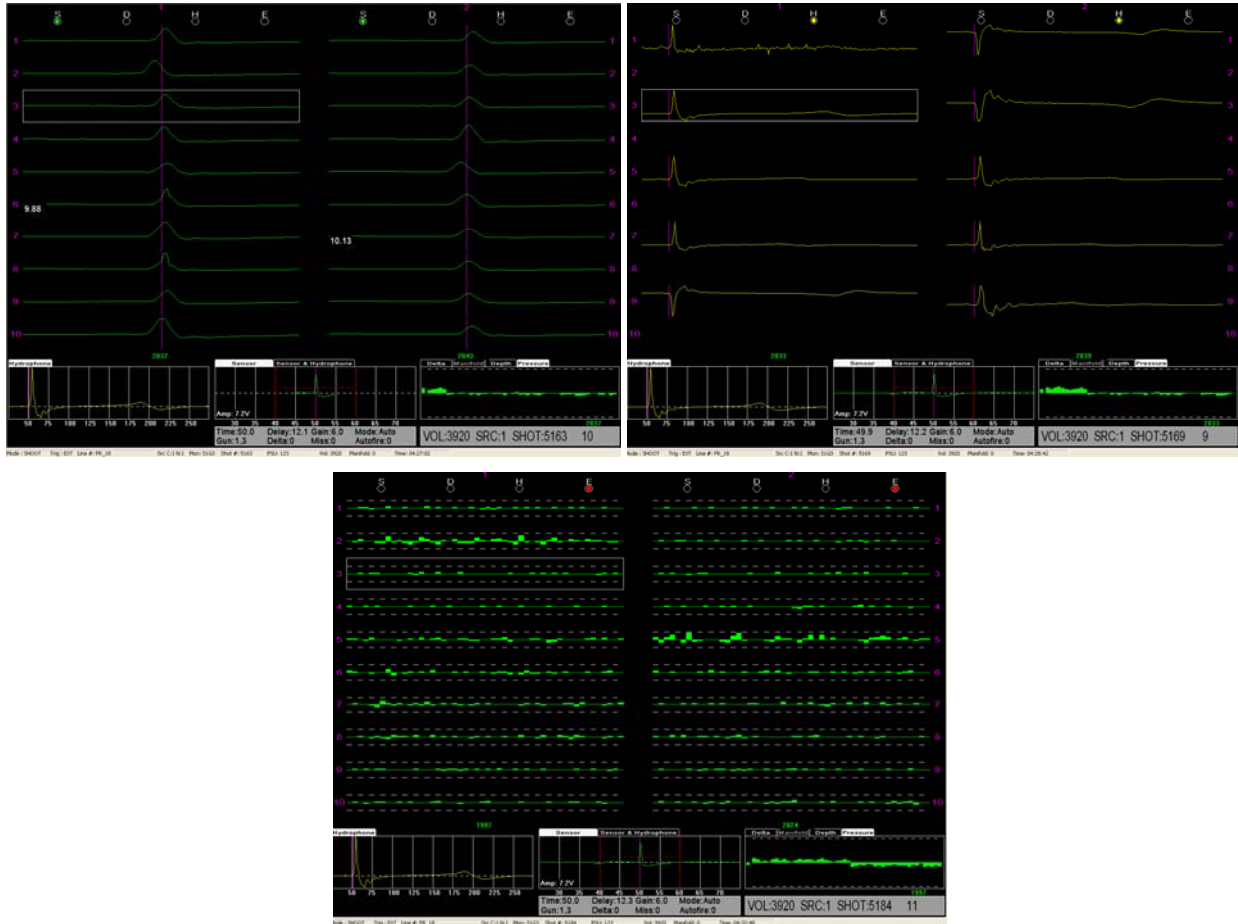


Figura 6. Esquema de generación del pulso en controlador cañones.

Junto con el pulso procedente de la navegación, el controlador de cañones puede recibir por puerto serie (COM 1) toda la información referente al *fix point*: latitud, longitud, fecha, hora UTC, rumbo, velocidad, profundidad, nombre de la línea que se está realizando, y número de evento o de *fix point*. Una vez se ha producido el disparo de los cañones, el controlador emite también por puerto serie (COM2) un telegrama que contiene toda la información recibida del sistema de navegación añadiendo toda la referente a los cañones disparados; como la capacidad total, el desfase temporal de cada cañón respecto al *aiming point*, “missfire”, errores de profundidad o presión, más la información referente al *fix point*. El telegrama emitido se exporta al sistema de adquisición como “header”.

Justo en el momento de disparo, en el punto de *Fire Time Break* se suma la señal procedente de cada sensor en todos los cañones, señal que es enviada al sistema de adquisición SEAL para que quede registrado en uno de sus canales auxiliares. El inicio de registro del sistema de adquisición del streamer se produce también con el pulso generado por el sistema de navegación, de manera que **la grabación se inicia también 50ms antes del disparo de los cañones.**

En las figuras siguientes podemos ver un ejemplo de la representación visual de la sincronización de un disparo y monitorización de los sensores instalados a lo largo de la ristra de cañones.



Figuras 7,8 y 9. Detalle de funcionamiento del controlador de cañones.

| Gun | Port | Source | Cluster | Mode | Delay (msecs) | Invert                              | Gain | Offset | Volume | Sensor Power                        | Sensor Detect Method |
|-----|------|--------|---------|------|---------------|-------------------------------------|------|--------|--------|-------------------------------------|----------------------|
| 1   | 2    | 1      | 1       | OFF  | 12.8          | <input checked="" type="checkbox"/> | 5    | 0      | 380    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |
| 2   | 1    | 1      | 1       | OFF  | 12.4          | <input type="checkbox"/>            | 5    | 0      | 380    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |
| 3   | 5    | 1      | 2       | OFF  | 10.9          | <input checked="" type="checkbox"/> | 6    | 0      | 150    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |
| 4   | 6    | 1      | 2       | OFF  | 12            | <input checked="" type="checkbox"/> | 5    | 0      | 150    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |
| 5   | 8    | 1      | 3       | OFF  | 11.3          | <input type="checkbox"/>            | 5    | 0      | 150    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |
| 6   | 7    | 1      | 4       | OFF  | 12.9          | <input type="checkbox"/>            | 5    | 0      | 150    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |
| 7   | 10   | 1      | 4       | AUTO | 12            | <input type="checkbox"/>            | 5    | 0      | 110    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |
| 8   | 9    | 1      | 0       | AUTO | 12.7          | <input type="checkbox"/>            | 5    | 0      | 110    | <input checked="" type="checkbox"/> | PEAK                 |

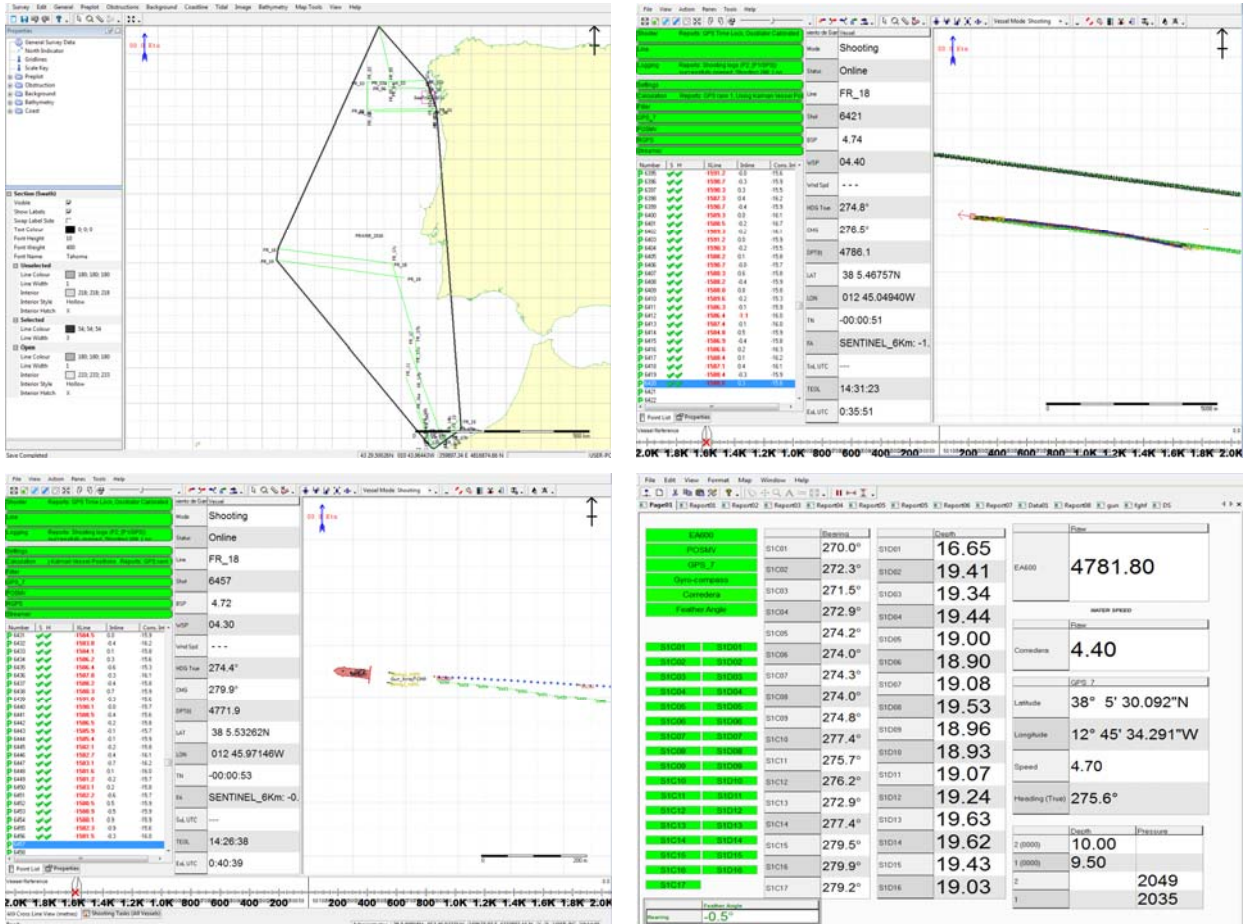
Figura 10. Control y visualización de los tiempos de retraso/adelanto (delays) en cada cañón por disparo.

### 2.3.2. Sistema de navegación INPROSPECT TriggerFish®

TriggerFish® de INPROSPECT® es un sistema de navegación integral 2D y 3DHR certificado para tener perfectamente posicionados equipos desplegados/remolcados que requieren exactitud en su localización constante. En tiempo real, sincroniza todos los datos de cada dispositivo del barco y de los sistemas auxiliares sísmicos, así como de todos los datos registrados. Es un control eficiente y certificado del levantamiento sísmico multicanal.

Especificaciones principales:

- Integra información del controlador de cañones, del streamer, sistemas de adquisición, RGPS de boyas de cola y autopilots.
- Sincronización y monitorización de toda la telemetría para posicionar todos los dispositivos y sensores desplegados con fiabilidad.
- Herramienta de monitorización y QC “on-line” QC y generación de informes a final de línea.



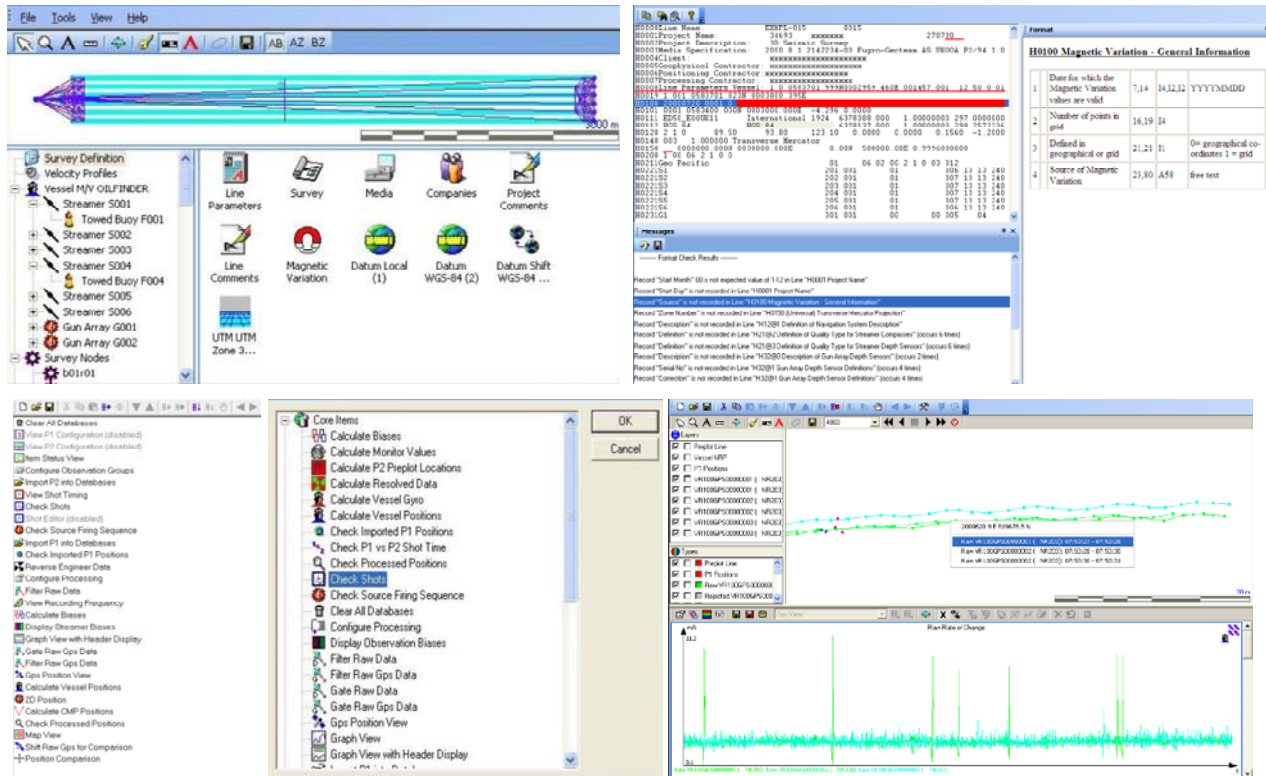
Figuras 11,12 y 13. Pantallas de configuración, levantamiento, monitorización y QC de TriggerFish®.

Características técnicas:

- Gestor de la geodesia, planificación y mapeado de un levantamiento.
- Licencias para poder disparar desde el barco principal ó remotamente vía “master radio”.
- Sincronización GPS, QC remoto y generador de cabeceras.
- Radio link dedicada para sincronización y control de fuentes remotas rGPS.
- Integración y generación de archivos de navegación con formatos de sentencias estándares (UKOOA, SPS, GCS90, User header 7).
- Configuración y monitorización de cada elemento del Streamer (towpoint, stretch, cálculo catenaria, rotación hasta boya de cola).
- Control de fuente dual en modo “flip-flop” y GAM (Gun Array Mean).
- Marcador MOB, seguimiento del chaseboat/work boat, delimitación de zonas de exclusión, integración AIS.

### 2.3.3. Software de procesado y QC de Navegación GeometisMX de NORTHSTART®

GeometisMX® de NORTHSTART® es un sistema de procesado para filtrar cualquier dato erróneo, inexistente ó espurio que se haya podido registrar en el levantamiento sísmico. Se leen los formatos y contenidos de los archivos registrados, los datos incorporados de cada uno de los dispositivos y se editan, corrigen, interpolan ó extrapolan los que no pasen los filtros y criterios de calidad.



Figuras 14, 15, 16 y 17. Pantallas de lectura de base de datos, edición y QC de GeometisMX®.

Se incorporan a una base de datos los archivos brutos en formato P2 UKOOA, se editan los offsets y revisan los datos registrados por cada uno de los equipos. Se editan, borrando y/o interpolando los que sean erróneos ó no pasen un filtro de control de calidad. Como resultado final se exportan en formato P1 UKOOA.

### 2.3.4. Criterios de nomenclatura de archivos de navegación y estructura de directorios

El sistema de navegación anexa la secuencia al nombre de la línea en el archivo bruto de navegación que contiene los datos de todos los dispositivos necesarios para posicionar, referenciar y sincronizar todo el escenario sísmico. Esta información es imprescindible para regenerar la geometría relativa.

Previo al levantamiento se definen los puntos de sondeo a lo largo de líneas planificadas, es el denominado “pre-plot”. Este se carga en las tareas a ejecutar con una secuencia creciente y continua desde el inicio de la campaña (la primera línea deberá contener una secuencia y las siguientes otras distintas y consecutivas). Así se diferencia fácilmente líneas, segmentos ó “re-shooting” de cualquier tramo continuado de registro.

Cuando se inicia el levantamiento, el sistema de adquisición deberá contener los mismos campos “nombre de línea”, “secuencia” y “shot number” que le proporciona el sistema de navegación en la cabecera del archivo SEG-D. Es decir, debe de haber coincidencia total de estos tres campos y registrarse consecuentemente en el directorio y cabecera (se recomienda consulta del formato de la cabecera en el anexo I). El archivo final P1 UKOOA, con todos los datos depurados y las posiciones de cada receptor, se generará con el nombre de línea y secuencia final identificativo.

```

H0000Line Name:          EDA11          40straight
H0001Project Name:      1-2019  BRAVOSEIS          2019 117
H0002Project Description:  Shetlands 0
H0003Media Specification: 2019 2 1              Ukooa P2/94 1.1
H0004Client:
H0005Geophysical Contractor:
H0006Positioning Contractor:
H0007Processing Contractor:
H0018Line Parameters Vessel: 1 1 03020301.79N00356453.53E 513 -1 37.50 0 1
H0019 1 1 03033396.02N 00348182.86E
C0001 Logged by TRIGGERFISH Version 2.0.3 build 2241
C0001 GPS Age of Correction = T621# with DOP Type 5
C0001 if NMEA GPS GGA msg only is used,
C0001 T620# Satellites used field = number in constellation
C0002 If NMEA GST message is used the error ellipse standard
C0002 deviations in the T621# record are 1 sigma
H0100 2019 117 1 0
H0101 1 0000000.000N 0000000.000E 10.400 0.0000
H0111 WGS84          WGS84          6378137.000 1.00000000 298.2572236
H0112 WGS-84        WGS-84          6378137.000 1.00000000 298.2572236
H0120 1 2 0          0.00          0.00          0.00          0.0000 0.0000 0.0000
H0140 2 1.00000000 UTM-21S
H0150 21 0000000.000N 0570000.000W 10000000.00N00500000.00E 0.9996000000
H0200 1 0 0 2 1 0 0
H0211Sarmiento de Gamboa          1 1 1 0 1 1 0 2 2
H0221SENTINEL_1500m          201 1 1 0 5 4 120
H0231Gun_Array          301 1 0 0 1 1
H0241TB          401 201 0 0 1
H1010 0.0 GPS antenna at centre
H1110 Vessel Ref Point
H1210 Triggerfish 2D
H1310 0.00 0.000
H1411 -1.1 16.8 6.5 0.00 0.00 010 EA600
H1710 1 00030 1.0 1.0 00 0.00000 0.00000 0.00000 MRU
H2110 201 0.0 -36.8 0.0 0.0 -152.4 -5.0 0.0 0.0
H2111 201 15.0 25.0 10 150.0 150.0 0 0.0 0 0.0 0 0.0 0 0
H2112
H2113
H2210 201 1101 10056 8.8 1 1103 10011 -268.0 1
H2210 201 1102 10013 -568.3 1 1104 10058 -869.0 1
H2210 201 1105 10046 -1169.4 1
H2310 10056 0.0
H2310 10011 0.0
H2310 10013 0.0
H2310 10058 0.0
H2310 10046 0.0
H2410 201 1 0.0 12 -137.5 12 12.5
H2410 201 13 -150.0 24 -287.5 12 12.5
H2410 201 25 -300.4 36 -437.9 12 12.5
H2410 201 37 -450.4 48 -587.9 12 12.5
H2410 201 49 -600.7 60 -738.2 12 12.5
H2410 201 61 -751.1 72 -888.6 12 12.5
H2410 201 73 -901.5 84 -1039.0 12 12.5
H2410 201 85 -1051.5 96 -1189.0 12 12.5
H2410 201 97 -1201.8 108 -1339.3 12 12.5
H2410 201 109 -1351.8 120 -1489.3 12 12.5
H2510 201 R67702 -293.9 0.0 1 P22521 -594.3 0.0 1
H2510 201 N72648 -895.0 0.0 1 P20315 -1195.4 0.0 1
H3110 301 -4.5 -36.8 0.0 -4.5 -80.0 -5.0 -0.0 -5.0 2000.0110
H3111 301 1 0.5 0.0 0.0 380 2 -0.5 0.0 0.0 380
H3111 301 5 -0.5 -5.0 0.0 150 6 0.5 -5.0 0.0 150
H3111 301 7 0.5 -7.5 0.0 150 8 -0.5 -7.5 0.0 150
H3111 301 9 0.5 -10.0 0.0 110 10 -0.5 -10.0 0.0 110
H3210 301 0
H3211 301 2 0000 -0.5 -7.5 0.0
H3310 301 1 11 111111
H3410 301 4 0000 0.0
H4110 401 201 0.0 -1489.3 0.0 -0.0 -1565.3 -5.0 TB
H5110 1 V1 1 0.0 0.0 0.0
H5110 100 rGPS 1 7.3 -6.0 9.2
H5110 102 Gun_Array 301 0.0 0.0 0.0
H5110 101 TB_rGPS 401 0.0 0.0 2.0
H5211 1 Gyro-compass 1 3 1
H5411 1 1.0000000000 0.0000000000 0 0 1.0000000000 0.00000000 0.000000 1.00 0
H5201 2 rGPS-TB_rGPS-R 100 101 0 1
H5401 2 1.0000000000 0.0000000000 0 0 1.0000000000 0.00000000 0.000000 1.00 0
H5211 3 rGPS-TB_rGPS-B 100 101 3 1
H5411 3 1.0000000000 0.0000000000 0 0 1.0000000000 0.00000000 0.000000 0.50 0
H6004 GPS_7 2 EGNOS 3D Dif. DG 2.0
H6005 POSMV 2
H6204 601 1 1 -3.2 12.7 15.8 GPS_7
H6205 602 2 1 0.0 0.0 0.0 POSMV
H7000 1 2 Anemometer
H7010 1 1 12 WIND DIRECTION
H7010 1 2 12 WIND SPEED IN KNOTS
H7000 2 2 Corredera
H7010 2 1 12 VESSEL WATER SPEED
H7010 2 2 12 VESSEL WATER SPEED VECTOR
H7000 3 3 Tide Gauge
H7010 3 1 12 TIDE LEVEL
H7020 3 1 2 0.00
H7010 3 2 12 DATUM
H7010 3 3 12 SPEED OF SOUND
H7000 4 3 Micro-s shot time from GTU
H7010 4 1 12 MICRO-s JULIEN_TIME
H7010 4 2 12 UTC TIME USED
H7010 4 3 17 Shottime-UTC
    
```

Figura 18. Formato cabecera archivo de navegación bruto P2 UKOOA.

|        |                             |                                    |                   |             |                   |
|--------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| H0100  | Survey Area                 | BRAVOSEIS                          |                   |             |                   |
| H0101  | General Survey Details      | Shetlands 0                        |                   |             |                   |
| H0102  | Vessel Details              | Sarmiento de Gamboa                | 1                 |             |                   |
| H0103  | Source Details              | Gun_Array                          | 1                 | 1           |                   |
| H0104  | Streamer Details            | SENTINEL_1500m                     | 1                 | 1           | 1                 |
| H0200  | Date of Survey              | 01022019                           |                   |             |                   |
| H0201  | Date of Issue               | 01022019                           |                   |             |                   |
| H0202  | Tape Version                | P1/90                              |                   |             |                   |
| H0203  | Line Prefix                 |                                    |                   |             |                   |
| H0300  | Client                      |                                    |                   |             |                   |
| H0400  | Geophysical Contractor      | ,                                  |                   |             |                   |
| H0500  | Positioning Contractor      |                                    |                   |             |                   |
| H0600  | Position Processing         |                                    |                   |             |                   |
| H0700  | Onboard Navigation          | Sarmiento de Gamboa Triggerfish 2D |                   |             |                   |
| H0800  | Co-ordinate Location        | Centre of Source                   |                   |             |                   |
| H0900  | Sarmiento de Gamboa to Gun_ | 1                                  | 1                 | -4.50       | -85.00            |
| H0900  | Sarmiento de Gamboa to SENT | 1                                  | 1                 | 0.00        | -152.40           |
| H1000  | Clock Time                  | GMT                                |                   |             |                   |
| H1100  | Receiver Groups per Shot    | 120                                |                   |             |                   |
| H1400  | Surveyed Datum              | WGS84                              | WGS84             | 6378137.000 | 298.2572236       |
| H1401  | Transformation to WGS84     | 0.0                                | 0.0               | 0.0         | 0.0000000         |
| H1500  | Post Plot Datum             | WGS84                              | WGS84             | 6378137.000 | 298.2572236       |
| H1501  | Transformation to WGS84     | 0.0                                | 0.0               | 0.0         | 0.0000000         |
| H1600  | Transformation H14 to H15   | 0.0                                | 0.0               | 0.0         | 0.0000000         |
| H1700  | Vertical Datum              | SL                                 | Echo Sounder      |             |                   |
| H1800  | Projection Type             | 2UTM-21S                           |                   |             |                   |
| H1900  | Projection Zone             | 21S                                |                   |             |                   |
| H2000  | Grid Units                  | 1Meters                            | 1.000000000000    |             |                   |
| H2001  | Height Units                | 1Meters                            | 1.000000000000    |             |                   |
| H2002  | Angular Units               | 1Degrees                           |                   |             |                   |
| H2200  | Long of Cent Meridian       | 0570000.000W                       |                   |             |                   |
| H2301  | Grid Origin                 | 0000000.000N0570000.000W           |                   |             |                   |
| H2302  | Grid Coords at Origin       | 00500000.00E10000000.00N           |                   |             |                   |
| H2401  | Scale Factor                | 0.9996000000                       |                   |             |                   |
| H2402  | Lat/Long of Scale Factor    | 0000000.000N0570000.000W           |                   |             |                   |
| VEDA11 | 1                           | 513625504.2780594938.97W           | 356412.23020407.8 | 987.6       | 32122732          |
| EEDA11 | 1 1                         | 513625503.90S0594939.84W           | 356399.43020418.8 | 987.6       | 32122732          |
| SEDA11 | 11                          | 513625506.47S0594935.32W           | 356466.73020342.2 | 987.6       | 32122732          |
| ZEDA11 | 11                          | 513625506.47S0594935.32W           | 356466.73020342.2 | 987.6       | 32122732          |
| CEDA11 | 111                         | 513625507.28S0594933.73W           | 356490.13020318.2 | 987.6       | 32122732          |
| TEDA11 | 1 1                         | 513625519.24S0594746.81W           | 358013.73020014.1 | 987.6       | 32122732          |
| R      | 1                           | 356513.53020294.1                  | 9.8               | 2           | 356524.33020288.0 |
| R      | 4                           | 356546.13020275.7                  | 9.8               | 5           | 356557.03020269.6 |
| R      | 7                           | 356578.83020257.3                  | 9.8               | 8           | 356589.73020251.2 |
| R      | 10                          | 356611.53020239.0                  | 9.8               | 11          | 356622.43020232.8 |
| R      | 13                          | 356644.23020220.6                  | 9.8               | 14          | 356655.13020214.5 |
| R      | 16                          | 356676.83020202.2                  | 9.8               | 17          | 356687.83020196.1 |
| R      | 19                          | 356709.53020183.8                  | 9.8               | 20          | 356720.43020177.7 |
| R      | 22                          | 356742.23020165.4                  | 9.8               | 23          | 356753.13020159.3 |
| R      | 25                          | 356775.33020147.0                  | 9.7               | 26          | 356786.43020141.2 |
| R      | 28                          | 356808.63020129.7                  | 9.2               | 29          | 356819.83020124.1 |
| R      | 31                          | 356842.33020113.2                  | 8.6               | 32          | 356853.63020108.0 |
| R      | 34                          | 356876.43020097.7                  | 8.0               | 35          | 356887.93020092.7 |
| R      | 37                          | 356910.93020083.1                  | 7.5               | 38          | 356922.53020078.4 |
| R      | 40                          | 356945.83020069.4                  | 6.9               | 41          | 356957.53020065.1 |
| R      | 43                          | 356981.13020056.6                  | 6.3               | 44          | 356992.93020052.6 |
| R      | 46                          | 357016.73020044.9                  | 5.8               | 47          | 357028.63020041.2 |
| R      | 49                          | 357052.93020033.9                  | 5.3               | 50          | 357064.93020030.5 |
| R      | 52                          | 357089.03020024.1                  | 5.4               | 53          | 357101.23020021.0 |
| R      | 55                          | 357125.53020015.2                  | 5.4               | 56          | 357137.73020012.5 |
| R      | 58                          | 357162.13020007.3                  | 5.5               | 59          | 357174.43020004.9 |
| R      | 61                          | 357199.33020000.3                  | 5.6               | 62          | 357211.73019998.2 |
| R      | 64                          | 357236.43019994.4                  | 5.6               | 65          | 357248.83019992.7 |
| R      | 67                          | 357273.53019989.5                  | 5.7               | 68          | 357286.03019988.1 |
| R      | 70                          | 357310.83019985.6                  | 5.8               | 71          | 357323.33019984.5 |
| R      | 73                          | 357348.63019982.6                  | 5.8               | 74          | 357361.13019981.8 |
| R      | 76                          | 357386.03019980.4                  | 5.8               | 77          | 357398.53019979.8 |
| R      | 79                          | 357423.53019979.0                  | 5.8               | 80          | 357436.03019978.6 |
| R      | 82                          | 357461.03019978.3                  | 5.8               | 83          | 357473.53019978.2 |
| R      | 85                          | 357498.53019978.3                  | 5.8               | 86          | 357511.03019978.5 |
| R      | 88                          | 357536.03019979.2                  | 5.7               | 89          | 357548.53019979.6 |
| R      | 91                          | 357573.43019980.7                  | 5.7               | 92          | 357585.93019981.4 |
| R      | 94                          | 357610.83019983.1                  | 5.7               | 95          | 357623.33019984.0 |
| R      | 97                          | 357648.53019986.0                  | 5.7               | 98          | 357661.03019987.0 |
| R      | 100                         | 357685.93019989.0                  | 5.7               | 101         | 357698.43019989.9 |
| R      | 103                         | 357723.33019991.9                  | 5.7               | 104         | 357735.83019992.9 |
| R      | 106                         | 357760.73019994.9                  | 5.7               | 107         | 357773.13019995.9 |
| R      | 109                         | 357798.03019997.8                  | 5.7               | 110         | 357810.53019998.8 |
| R      | 112                         | 357835.43020000.8                  | 5.7               | 113         | 357847.93020001.8 |
| R      | 115                         | 357872.83020003.8                  | 5.7               | 116         | 357885.33020004.7 |
| R      | 118                         | 357910.23020006.7                  | 5.7               | 119         | 357922.63020007.7 |
| R      |                             |                                    |                   | 120         | 357935.13020008.7 |

Figura 19. Formato del archivo de navegación procesado P1 UKOOA, con su cabecera y la posición de cada receptor.

### 2.3.5. Sistema de adquisición multicanal SEAL® 408XL

SEAL® 2000 versión 5.2 es un sistema de alta resolución y gran capacidad diseñado para la adquisición de datos en sismica marina. Está compuesto de dos partes diferenciadas, la instrumentación de a bordo y el equipo marino. Los primeros consisten en un Interfaz entre operador y procesador (HCI, "Human Computer Interface" o terminal de trabajo), un Modulo de Procesador Remoto (PRM), un Módulo de control (CMXL), una Unidad de Alimentación (PWMC, PWM-2), equipos Auxiliares (AXCU), Unidades de Control (DCXU); el equipo de cubierta y periféricos. El instrumental implicado en la adquisición sísmica se

ha instalado en un container móvil de 10 pies adecuado a este propósito. La segunda parte consiste en el equipo marino, compuesto de secciones elásticas, secciones activas y módulos electrónicos.

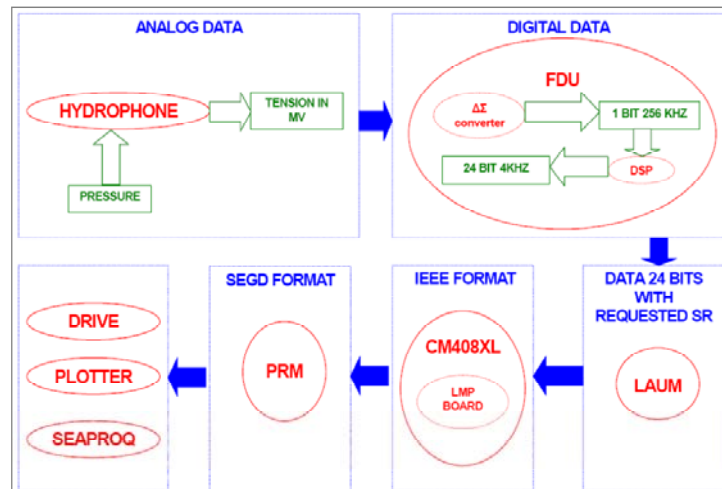


Figura 20. Diagrama de funcionamiento.

Utiliza una base de datos orientada a objetos, obteniendo un alto nivel de flexibilidad en la visualización del instrumental marino. Tiene un entorno gráfico que permite la configuración estos equipos. Tiene como función monitorizar:

- Instrumentos y sensores con calidad de control.
- Control del disparo.
- Canales auxiliares de adquisición.
- Control de la producción sísmica: Control de calidad de datos a tiempo real (monitorización en tiempo real del sonido ambiente, distorsión del instrumento, Common-Mode Rejection Ratio, errores de fase y ganancia, nivel de ruido, ruido capacidad y continuidad de los sensores) y grabación de datos.
- Visualización de cambios: Tres diferentes tipos de vista (topológica, numérica e histórica), clonación de ventanas y visualización de errores gráficos.

| Tabla 1. Arquitectura Global                                  |  |
|---|--|
| Arquitectura flexible   | Redundancia en los modos de transmisión de datos.<br>Transmisión de datos reconfigurable cuando falla línea. |
| Alta Integración electrónica                                  | Tecnología ASICS.<br>Convertor 24 bit Sigma/Delta.<br>Conversores A/D individuales por canal.                |
| Electrónica integrada en las secciones activas del "streamer" |  |
| Reducido peso/diámetro/tensión/alimentación                   |  |

El resultado final es la grabación de un fichero SEGDF por cada disparo realizado. Integrando en su cabecera la información recibida desde el sistema de navegación y los sensores. El formato compatible entre nuestro UTM-CSIC sistema de navegación y SEAL es el denominado SPECTRA.

| Tabla 2. SEAL NAVIGATION SETUP |         |
|--------------------------------|---------|
| Navigation Type                | SPECTRA |
| Port Type                      | RS-232  |
| Baud Rate                      | 38400   |
| TO Input                       | Plug 1  |

Tabla 3. Exportación de datos

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Formato</b>                        | 4 byte<br>SEG-D Rev 1.0. Demultiplexado.<br>32 bit IEEE<br>Código 8050 |
| <b>Dispositivos de almacenamiento</b> | NAS NFS 1<br>NAS NFS NASUTM2<br>NAS FTP:NASUTM                         |
| <b>Protocolo</b>                      | FTP<br>NFS   |

Para analizar gráficamente las señales provenientes de los hidrófonos, se ha instalado el módulo SEAL SGA. Permite analizar cualquier tipo de señal grabada por el sistema SEAL (trazas sísmicas o auxiliares) y particularmente para controlar la posición de la fuente y analizar alguna señal de los canales auxiliares.

El software SGA se encuentra instalado en la estación de trabajo HCI. Para analizar las señales adquiridas ofrece las siguientes funciones, con respecto al tiempo o la frecuencia:

- Amplitud y fase de espectro.
- Comparativa de varias señales.
- Análisis de la frecuencia o espectro.
- Operaciones de auto-correlación y cross-correlación.

### 2.3.6.- “Streamer” multicanal SENTINEL Sercel®

En este sistema de adquisición de sísmica marina, el “streamer” multicanal es el primer componente de la cadena, donde se alojan los hidrófonos o sensores de cada canal. A cada grupo de hidrófonos de un canal se asocian dispositivos electrónicos encargados de gestionar de forma adecuada la señal adquirida. La composición del “streamer” se basa fundamentalmente en las secciones activas SENTINEL que contienen 8 canales de 12,5 m en cada sección de 150 m (SSAS). Además de estas secciones se componen de una serie de secciones pasivas para colocar módulos de adquisición y control de la señal (LAUM), y también dispositivos para el control navegación y monitorización del posicionamiento de todo el “streamer”.

El “streamer” se transporta a bordo con un chigre fabricado por IBERCISA®. El despliegue del mismo se hace por la popa del barco pasando por una pasteca especialmente diseñada para este tipo de sensores, ODIM® modelo 7000/53, que está colgada en el pórtico de popa. Esta maniobra supone una seguridad óptima para los equipos y facilita considerablemente las operaciones de cubierta. Consiste en ir largando de forma continuada hasta que aparezcan las posiciones donde se encuentran los “bird”, previamente insertados, y las asignadas para los “compass”. Para el largado de cada “bird” es necesario retirar la funda protectora de goma, despertarlo y calibrarlo, para finalmente ensamblar el fuselaje o alas y proceder a su lanzamiento. El despliegue de los “compass” consiste en colocarlos en los nodos con bobinas acústicas para la comunicación a través del “streamer”. La maniobra de recogida simplemente consiste en repetir el proceso inverso.

#### SECCIÓN ACTIVA SSAS 150 m

La sección activa (SENTINEL SOLID ACQUISITION SECTION) es la parte fundamental del “streamer”, contiene la electrónica y sensores necesarios para la adquisición sísmica.

- Cada sección tiene un diámetro de 59.5 mm y una longitud de 150 m.
- Adquiere datos de 12 canales de 12,5 m de longitud cada uno. Cada canal está formado por 8 hidrófonos, solapando uno entre canales adyacentes. Sumando un total de 96 hidrófonos por sección activa.
- Dos bobinas de comunicación: 1 para birds acústicos y 1 para unidades acústicas.



- 6 Módulos dobles de conversión AD y multiplexación de la señal sísmica (FDU2). Cada pareja se encuentra 50 m. Cada módulo procesa dos canales sísmicos.

| Tabla 4. Especificaciones sección SSAS |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <b>Hidrófono</b>                       | Capacidad Nominal                               | 34,5 nF @ 20°C ± 10%                  |
|  | Sensibilidad Nominal                            | -193 dB re 1V/μPa @ 1bar @ 20°C       |
| <b>Canal</b>                           | Hidrófonos por canal                            | 8                                     |
|  | Capacitancia del canal                          | 278 nF @ 22°C                         |
|  | Sensibilidad del canal                          | 19,7 V/bar @ 22°C                     |
| <b>Dimensiones físicas</b>             | Longitud  | 150 m                                 |
|  | Diámetro del cable                              | 59,5 mm                               |
|  | Tensiómetro                                     | Twaron/Vectran                        |
| <b>Streamer</b>                        | Máxima longitud sin alimentación con telemetría | 15750 / 12n 60 ch                     |
| <b>Ambiente</b>                        | Temperatura de funcionamiento                   | -10° a +40°C                          |
|  | Temperatura de almacenamiento                   | -35° a +50°C                          |
|  | Max. Profundidad de operación                   | 30m<br>Profundidad restringida = 22 m |
|  | Profundidad de colapso                          | 250 m                                 |
|  | 12km streamer                                   | 3865 daN @ 5 nudos                    |

| Tabla 5. Comportamiento                     |                          |
|---|--------------------------|
| <b>Ruido (3-200Hz)</b><br>@ G1600<br>@ G400 | 700 nV RMS<br>200 nV RMS |
| Rango dinámico instantáneo                  | 124 dB                   |
| Rango dinámico del sistema                  | 136 dB                   |
| Distorsión                                  | -105 dB                  |
| Precisión de la ganancia                    | <1%                      |
| Precisión de la fase                        | 20s                      |
| CMRR  | 110 dB                   |

### 2.3.7.- Boya de cola y Buoylink de SEAMAP®

Para la posición el perfil sísmico se ha incorporado al final del “streamer” una boya de cola diseñada para tal cometido. En esta se ha instalado un receptor GPS y el sistema EX-SEAMAP® Buoylink, basado en posicionamiento RGPS capaz de proporcionar posicionamiento submétrico. La boya de cola realiza la labor de un vehículo a distancia, soporte físico de los emisores de datos de posición. Está preparado para proporcionar estos vía radio UHF o directamente a través del “streamer”, o ambas simultáneamente.



El sistema de Ex-Buoylink de SEAMAP® presenta soluciones adecuadas a los remolques de sensores como es el “streamer” multicanal en sísmica. Tanto el GPS como la radio se encuentran ubicadas en receptáculos estancos con carcasa robusta y a prueba de corrosión. También se ha tenido especial consideración al tipo de conectores, ya que las condiciones de trabajo son especialmente duras en medio marino. Las unidades de control remoto para comunicarse por radiotelemetría a los emisores se encuentran ubicadas en el buque. En concreto se instala una antena de radio de alta potencia en el lugar más alto accesible, normalmente sobre el puente de gobierno del buque. El alcance de las radios es aproximadamente de 12 kilómetros con una antena de RF situada sobre 20 metros de altura.

Un receptor de referencia GPS está instalado en el buque para proporcionar una posición de referencia. El procesador y unidad PC calcula una distancia y la demora a cada módulo a distancia utilizando el GPS y el pseudorange de los datos en la fase portadora. Con esta información se logra un posicionamiento submétrico, sin necesidad de aplicar correcciones diferenciales y sin dependencia de la recepción de estas.

Una ventaja que presenta este dispositivo es que la alimentación de los equipos instalados en la boya de cola puede ser proporcionada por un cable de voltaje a final del “streamer”. Tiene como opcional la instalación de equipos autónomos que suministren la energía necesaria como son un panel solar o generador-dinamo hidrodinámico.

### Componentes del sistema:

- Módulo remoto GPS.
- Módulo máster radio en barco.
- Máster GPS
- PC con *Buoy-Link*®

### Módulo remoto GPS:

Este módulo está montado en la boya de cola, las funciones del cual son las siguientes:

- Recibir la corriente continua de la batería o a través del “streamer”.
- Recibir las señales del GPS por satélite y transmitir la información vía módem-radio al transceptor UHF o cable de datos a través del “streamer”.
- Recibir las señales de sincronización, comandos, datos sobre el estado de la Radio emisora y consumo a través de grabación interna vía transmisor-receptor de radio UHF con antena externa o cable de transmisión vía “streamer”. Así como transmitir su estado al controlador instalado a bordo.

La transmisión de cable se limita a aproximadamente 6 km con una velocidad de transmisión de 2400 baudios.

### Módulo Máster Radio en barco:

- Recibe la corriente continua de la unidad de interfaz de GPS Maestro.
- Transmite, a través del enlace de radio-telemetría, la sincronización de tiempo y las señales de comando para todas las unidades remotas de la red vía radio.
- Recibe, a través del enlace de radio-telemetría, la posición del GPS y los datos referentes al estado de todas las unidades remotas de la red vía radio.

- Envía información toda la información al procesador instalado en el contenedor de adquisición.
- Medio de modulación de las instrucciones que se envían a las unidades remotas desde el controlador.

## Módulo Máster GPS

- Suministra energía DC al Módulo Máster Radio.
- Contiene la electrónica del GPS maestro de referencia y la interfaz de datos para el PC de control.
- Muestra información del estado del transmisor-receptor de radio entre el Master Radio y el receptor GPS de referencia.

## PC con Buoy-link®

La función de esta unidad es el control de la radio-telemetría y comunicaciones a distancia mediante puertos serial RS-485. Registra los datos GPS, los procesa y visualiza. Tiene instalado el software *SEAMAP ExGATE®* que interpreta la cadena de datos recibidos mediante el módulo máster radio RF. El siguiente módulo de software instalado denominado *SEAMAP ExDMX®*, demultiplexiona los datos recibidos del módulo ExGATE y los vuelca a un puerto TCP/IP.

El siguiente diagrama muestra la ruta de transmisión de datos vía radio. Los datos GPS de los módulos remotos se ensamblan en paquetes y transmitidos al máster RF. Los datos pasan a través de la unidad que también contiene el GPS Máster y posteriormente al PC de control Buoylink, mediante puerto serie.

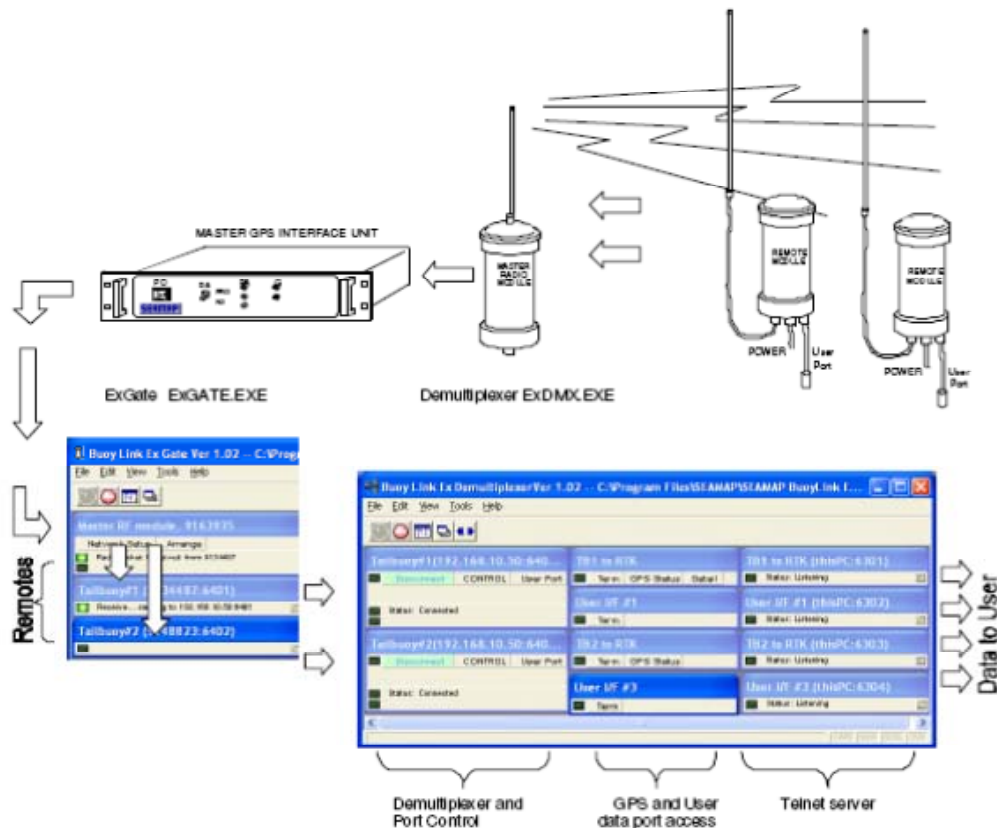


Figura 21. Diagrama de comunicaciones del sistema EXGATE de SEAMAP®

## 2.3.8.- GEOSPACE® compass y airbags

Los dispositivos HSRD-500S de OYO GEOSPACE<sup>®</sup> aportan dos cualidades de vital relevancia para el posicionamiento del registro, así como para rescatar el “streamer” en caso de accidente. Disponen de una brújula electrónica que proporciona medidas vectoriales del rumbo y campo magnético, además son el mecanismo de recuperación automática en caso de hundimiento accidental.



Cada uno de estos dispositivos hidrodinámicos dispone de bobinas que permiten la comunicación por inducción electromagnética con el “streamer”. Incorporan un sensor de rumbo magnético o “compass” que mide el rumbo magnético, con el que se orienta cada tramo de “streamer”. Estos dispositivos se ensamblan al “streamer” con collares específicos al inicio o final de cada sección activa. Esto alinea las bobinas de inducción electromagnética que posibilita la comunicación inalámbrica. Esta información es incorporada al sistema de navegación para posicionar el registro sísmico, localizando la posición de cada canal para interpretar con precisión las características del subsuelo del área de prospección.

El controlador de a bordo consta de un PC, que proporciona la interfaz para la comunicación, monitorización y control de estos dispositivos en el agua. El controlador del sistema procesa los datos recibidos y los transfiere al sistema de navegación.

Los datos emitidos por los sensores a través del “streamer” se envían a la unidad de control o módem vía cable coaxial. Esta unidad está operada por el sistema de “compass” que exporta en formato NMEA una sentencia al sistema de navegación. La comunicación entre estos equipos se realiza mediante un puerto serie estándar. El módem hace las conversiones de las comunicaciones entre las señales del puerto serial y el puerto de comunicaciones de la unidad DCXU del “streamer”, que gestiona la emisión y recepción a través de las bobinas de comunicaciones. El módem se denomina “Streamer” Interface Unit (SIU). El sistema dispone de herramientas que facilitan el control de las comunicaciones y calidad de los datos a tiempo real. Estos dispositivos inalámbricos se alimentan mediante una batería de litio no magnética no recargable de una vida útil por carga superior a los 12 meses.

Cuando reciben un pulso o “trigger” actualizan el registro, enviando la orientación o rumbo magnético en sus tres componentes espaciales, así como la componente total que indica la dirección respecto al Norte magnético. Una simple corrección de la declinación magnética local nos proporciona el rumbo magnético geodésico de cada uno de los “compasses”. Esta información es altamente útil en la realización de un estudio de cada uno de los componentes del campo magnético, proporciona componentes de intensidad de campo magnético horizontal y vertical, junto con el rumbo magnético.

Los dispositivos HSRD500S son también el mecanismo de recuperación del “streamer” en caso de hundimiento accidental. Cuando se alcanza una presión que supere las 70 psi (aproximadamente 48 metros de profundidad), automáticamente se libera el globo o “airbag” contenido en el cilindro inflándose con CO<sub>2</sub>. Esto permite la recuperación del “streamer” en caso de accidente, elevándolo a superficie. Para un “streamer” de las características del Sentinel de Sercel<sup>®</sup> se recomienda la instalación de un dispositivo cada 300 metros, no estando asegurada su flotabilidad plena y no por más de 48 horas.

El HSRD-500S tiene un diseño hidrodinámico, con mordazas especiales para ser ensamblado en los collares acústicos del “streamer” y no tiene componentes magnéticos, no interfiriendo en el sensor de rumbo magnético que contiene.

### Características principales:

- Sensor electrónico de rumbo magnético.
- Comunicación inalámbrica a través de los collares acústicos del “streamer”.

- Carcasa estanca para proteger el instrumental constantemente.
- Baterías de Ion-Litio reemplazables con kits de recarga.
- LED frontal parpadeante que indica activación del sistema de “airbag”. Conector magnético que desactiva este mecanismo para evitar apertura accidental en cubierta.
- Sistema de baterías dual entre “compass” y airbag.
- Resistente a la corrosión marina.

## Fundamentos básicos de lectura del dispositivo OYO® HSRD-500S:

La fuerza del campo en la superficie de la tierra se extiende de menos que 30 microteslas (0.3 gauss) en un área incluyendo la mayor parte de Suramérica y Suráfrica al excedente 60 microteslas (0.6 gauss) alrededor de los polos magnéticos en Canadá norteño y el sur de Australia, y en la parte de Siberia.

Este campo se puede comparar con el campo correspondiente a un dipolo (como un imán de barra) situado en el centro de la Tierra, cuyo eje está inclinado con respecto al eje de rotación de la Tierra. El dipolo está dirigido hacia el Sur, de tal modo en el hemisferio Norte cerca del polo Norte geográfico se ubica un polo Sur magnético y en el hemisferio Sur cerca del polo Sur geográfico se ubica un polo Norte magnético. Por convención se denomina el polo magnético ubicado cerca del polo Norte geográfico polo Norte magnético y el polo magnético situado cerca del polo Sur geográfico polo Sur magnético. El campo geomagnético no es constante sino sufre variaciones con el tiempo y con respecto a su forma.

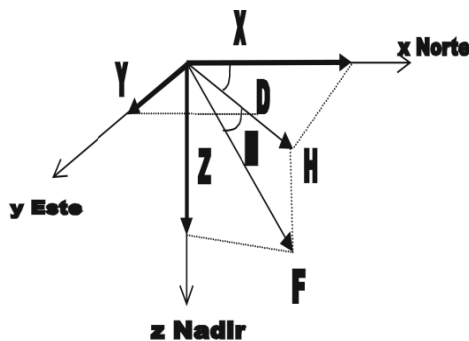
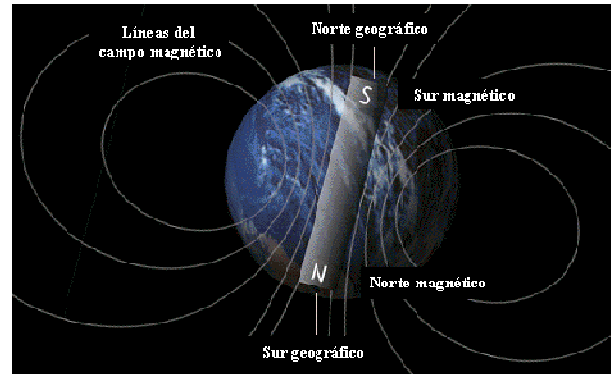
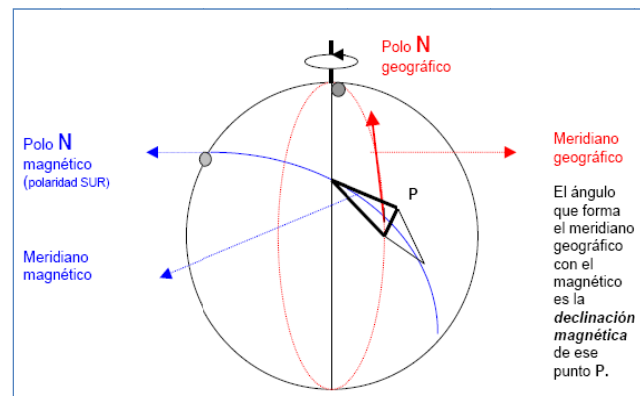


Figura 22. Descomposición vectorial del campo magnético terrestre.

El campo magnético terrestre es una magnitud de carácter vectorial, por lo que para estudiar sus componentes se toma como referencia en un punto de la superficie de la Tierra un sistema tri-rectangular de ejes vertical, N-S y E-O. De esta forma, la intensidad del campo ( $F$ ) y sus proyecciones horizontal ( $H$ ) y vertical ( $Z$ ) están relacionadas a través de los ángulos de declinación ( $D$ ), que forma  $H$  con el norte geográfico, y de inclinación magnética ( $I$ ), que forman  $F$  y  $H$ . Así, para expresar el campo magnético en un punto basta con definir las tres componentes  $F$ ,  $I$ ,  $D$ . (web IGN 2010).

Debido a la disposición de las líneas de flujo magnéticas, el campo magnético terrestre posee una orientación ligeramente oblicua. La Declinación es la diferencia entre el norte magnético y el norte geográfico - un valor que varía según la latitud a la que nos encontremos. Tanto el controlador de los dispositivos desplegados, como el sistema de navegación implementan una rutina para corregir esta desviación a los datos y representar correctamente el rumbo real.



## 2.3.9.- “Birds” NAUTILUS®

El Nautilus® es un sistema de dispositivos hidrodinámicos en forma de tridente necesario para el control de la profundidad y dirección del “streamer”. Estos elementos tienen un diseño y mecanismo diseñado específicamente para el modelo Sentinel® de “streamer” Sercel® que actualmente posee la UTM.

Además, ofrece la posibilidad de proporcionar un posicionamiento marino acústico de alta resolución en caso de utilizar en un futuro “streamers” paralelos, sísmica 3D.

### Características principales:

- ✓ Integración de todas las funciones: Control omnidireccional del “streamer”.
- ✓ profundidad, dirección, acústica y telemetría.
- ✓ Transductores acústicos alineados con el “streamer”.
- ✓ Batería interna para que opere durante mantenimiento del “streamer” o en caso de avería de este.
- ✓ Diseño sencillo de instalar por el operador.
- ✓ Telemetría y energía en sistemas redundantes.
- ✓ Acústica basada en un esquema de modulación y derivación de tiempos, que permite determinar la desviación estándar en cada medición.
- ✓ Controlador de superficie:
  - Incluye un interfaz de usuario gráfico autónomo que permite un control total de la red de acústica, profundidad y dirección de cada “bird” instalado por “streamer”.
  - Compatibilidad con el “streamer” y todos los equipos Sercel® instalados a bordo.
  - Exporta los datos de control para integración en cualquier sistema de navegación.

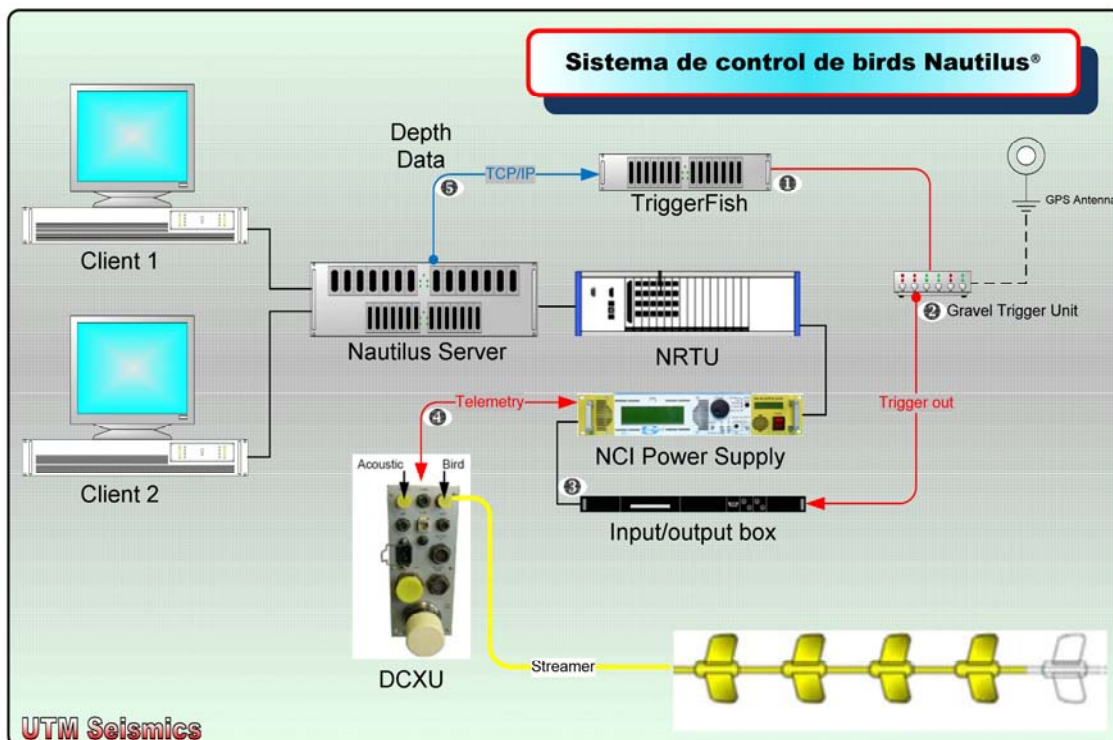


Figura 23. Esquema de funcionamiento del sistema de “birds” Nautilus®.

2.3.10.-Servidor de tiempo sincronizado con GPS (NTS)

Se ha instalado un GPS servidor de tiempos Galleon® para sincronizar todas las unidades de adquisición del sistema MCS. De esta manera se logra una sincronización global de todos los equipos con tiempo absoluto GPS con hora UTC, para trabajar todos al unísono y no haya problemas de desfase de tiempo entre datos.

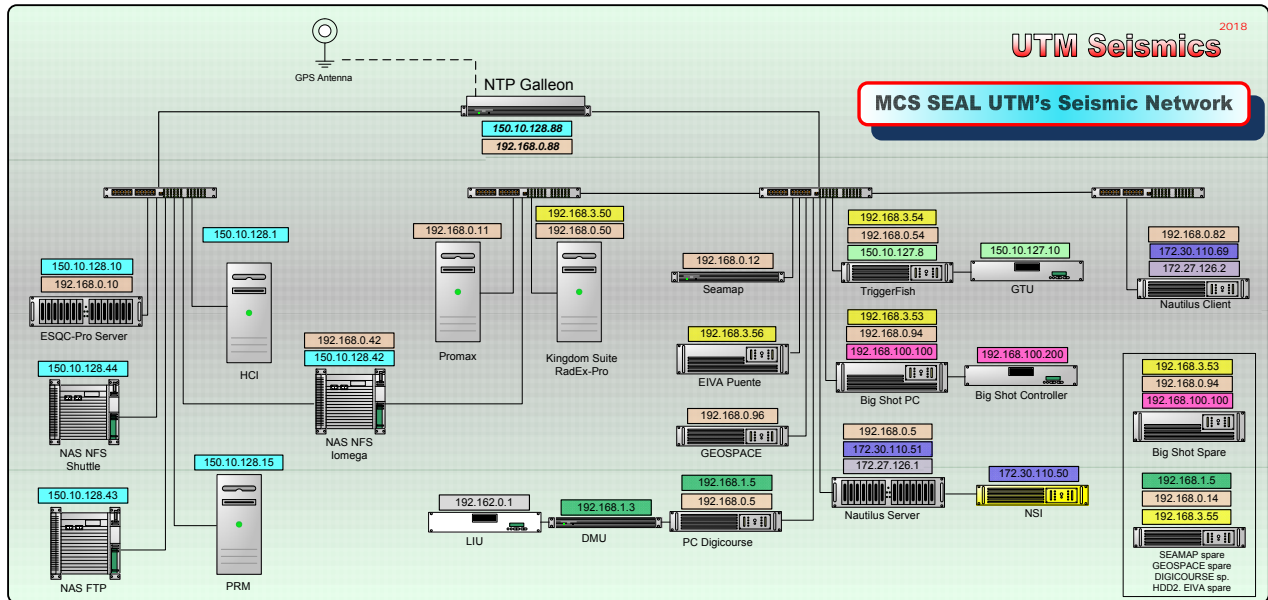


Figura 24. Esquema de red de sincronización y redes del Sistema 2D MCS de UTM-CSIC.

**3. EQUIPAMIENTO MECÁNICO**

**3.1 Compresor de Alta Presión LMF**

Modelo: LMF25/138-207E

Tipo de Gas: aire

Presión de entrada: 1,013 bar - 14,65 psi

Presión Max de descarga: 207 bar - 3000 psi

Volumen Max aire: 25 m<sup>3</sup>/min - 1100 cfm

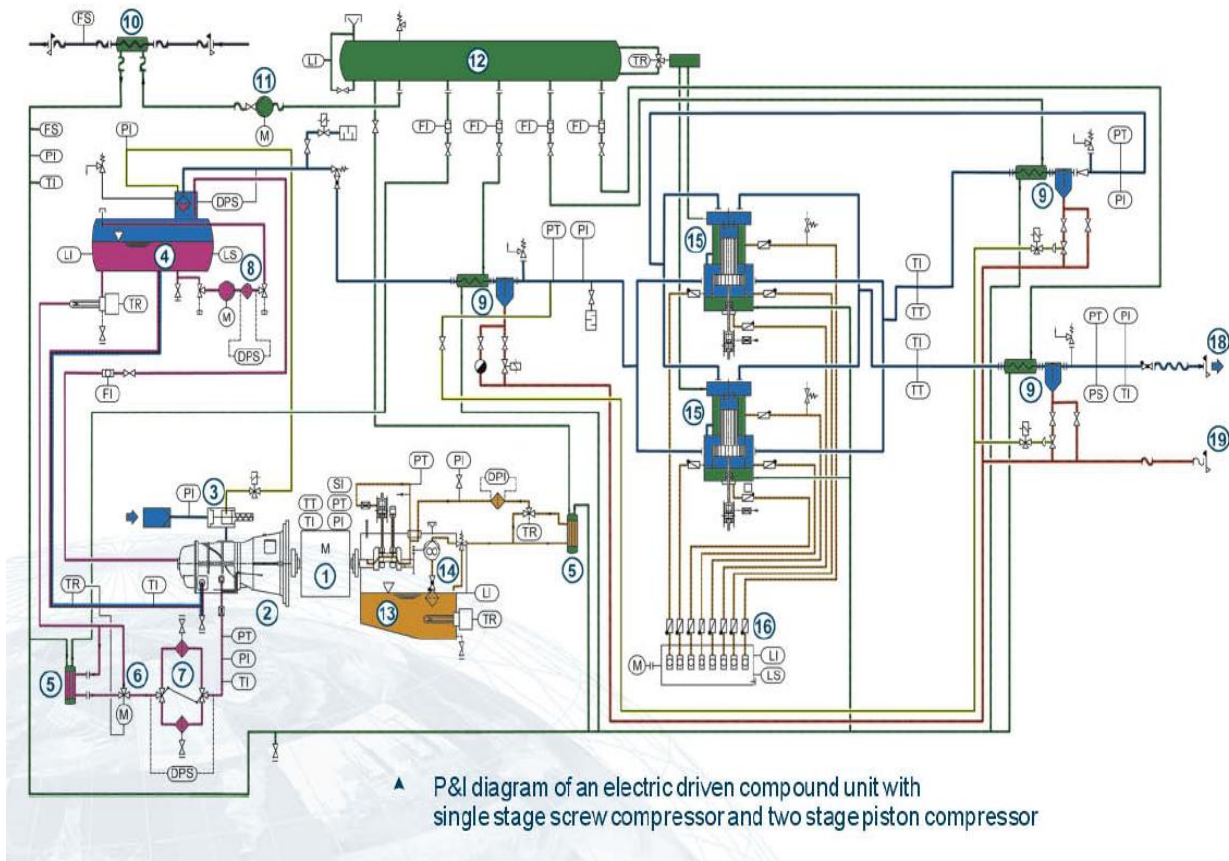
Sistema de refrigeración: circuito cerrado

Volumen de refrigeración: 87 m<sup>3</sup>/h – por compresor.

Régimen compresor controlado por variador de frecuencia: 500-1000 rpm

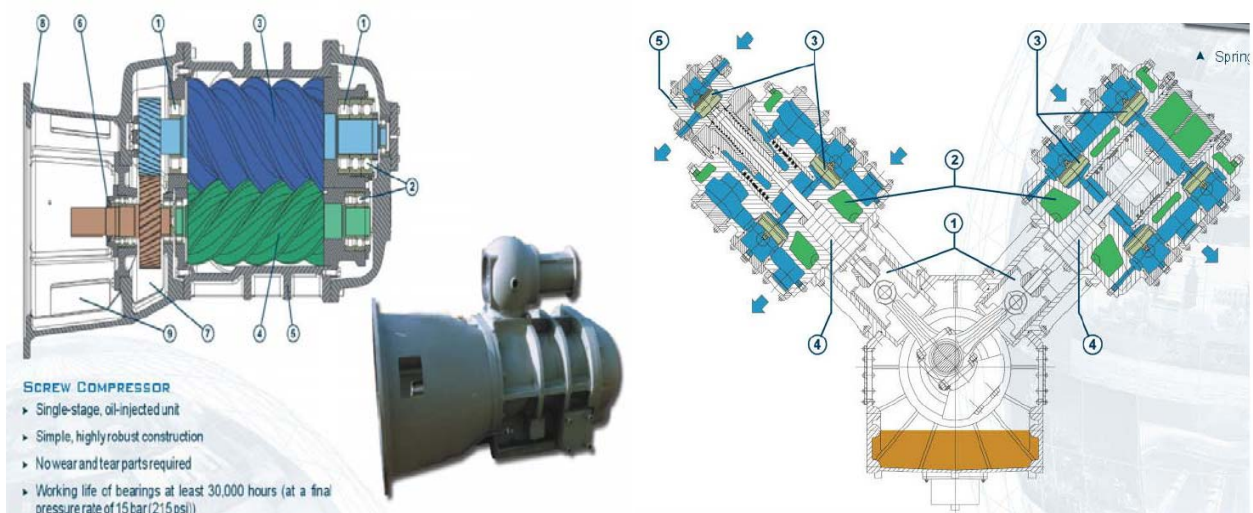
Este tipo de compresores son llamados de ciclo combinado. Tienen una primera etapa de tornillo con baño de aceite, que posteriormente se separa. A continuación consta de una 2ª etapa, una 3ª etapa y dos 4ª etapas de pistón.

**Diagrama de funcionamiento Compresor**



**1ª Etapa (Tornillo)**

**2º, 3ª y 4º Etapas (Pistón)**



Se ha realizado un seguimiento continuo de su funcionamiento y el mantenimiento habitual.



Incidencias compresor

- Obturación filtro aceite compresor tornillo 1ª etapa.
- Se rompe el contactor de seguridad diferencial de presión parando e compresor, se arregla puentando con el contactor de alarma. Hay que cambiar el sensor de diferencial de presión.

Cálculo rendimiento/generación de caudal del compresor:

| presión (bar) | litros/segundo generados compres. | vol. cañones cu in | total volumen cu in | total vol. litros array | nº comp | frecuencia de disparo | total litros generados |
|---------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|---------|-----------------------|------------------------|
| 138           | 350                               | 760                | 1780                | 40,260,396              | 1       | 18                    | 6300                   |
|               |                                   | 500                |                     |                         |         |                       |                        |
|               |                                   | 300                |                     |                         |         |                       |                        |
|               |                                   | 220                |                     |                         |         |                       |                        |
|               | sarm                              |                    |                     |                         |         |                       |                        |
|               | 416l-207 bar                      |                    |                     |                         |         |                       |                        |

Figura 25. Detalle volumen generado y consumido por compresor para sísmica de reflexión.

| presión (bar) | litros/segundo generados compres. | vol. cañones cu in | total volumen cu in | total vol. litros array | nº comp | frecuencia de disparo | total litros generados |
|---------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|---------|-----------------------|------------------------|
| 138           | 350                               | 760                | 2540                | 57,450,396              | 1       | 90                    | 31500                  |
|               |                                   | 760                |                     |                         |         |                       |                        |
|               |                                   | 500                |                     |                         |         |                       |                        |
|               |                                   | 300                |                     |                         |         |                       |                        |
|               |                                   | 220                |                     |                         |         |                       |                        |
|               | sarm                              |                    |                     |                         |         |                       |                        |
|               | 416l-207 bar                      |                    |                     |                         |         |                       |                        |

Figura 26. Detalle volumen generado y consumido por compresor para sísmica refracción

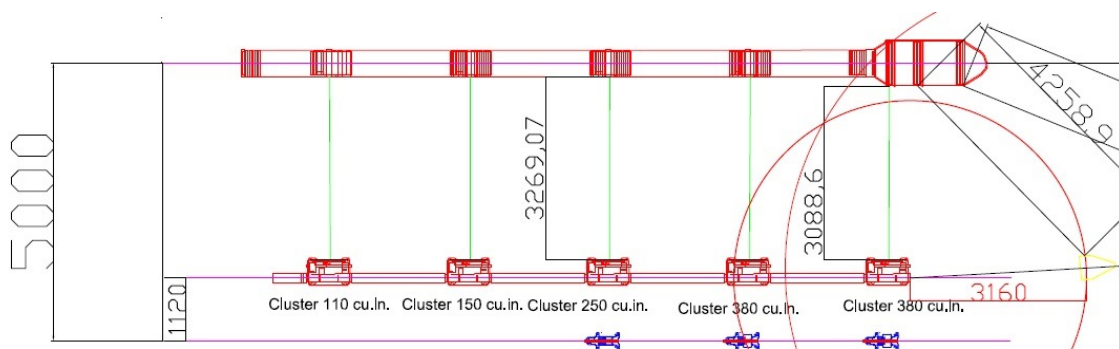


Figura 27. Detalle Configuración Ristra Reflexión

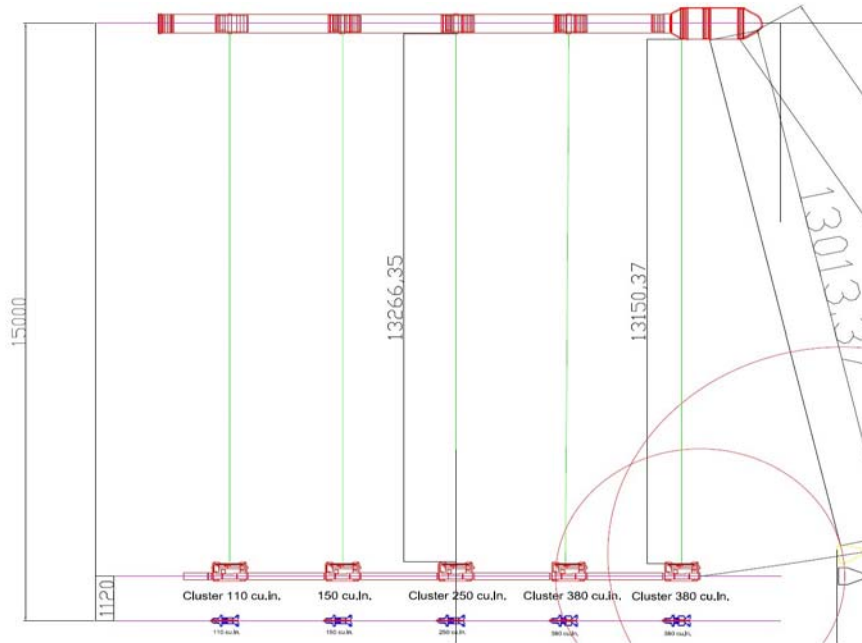


Figura 28. Detalle Configuración RistraHRS

### 3.2 Cañones de Sísmica

#### Descripción

Modelo: G-GunII Sercel

Nº de cañones utilizados **reflexión**: 8

Volúmenes Utilizados: 380+380,250+250,150+150,110+110 (1 x String)

Volumen Total 1ª Fase Reflexión: 1780 cu.in.

Volumen Total 2ª Fase Reflexión: 1580 cu.in

Presión de trabajo: 138 bares/ 2000 psi

Nº de cañones utilizados **tomografía**: 10

Volúmenes Utilizados: 380+380, 380+380,250+250,150+150,110+110 (1 x String)

Volumen Total: 2540 cu.in Cada disparo.

Presión de trabajo: 138 bares/ 2000 psi





Fotos 1, 2 y 3. Cañones Sercel® GGUN-II.

### Incidencias array de cañones

- Múltiples roturas líneas de aire en clúster 250 cu.in, durante la primera fase reflexión. Se recomienda no trabajar con clúster de 250 a 5m, el mismo clúster a 7,5m trabaja mejor.
- Solo se han cambiado 3 pigtails.
- Varias roturas cadena de unión entre Gunplates.
- Múltiples problemas con el flotador del array de cañones, se recomienda estudiar un sistema diferente

### 3.3 Estructura Sísmica

Para asumir los objetivos científicos y acometer los compromisos adquiridos con la comunidad científica, el equipo técnico de la UTM ha diseñado y fabricado una estructura de cañones específica para las necesidades actuales de la Sísmica en el buque “Sarmiento de Gamboa”.

Consta de una estructura en contenedor de 40 pies en la que la ristra de cañones se suspende sobre un par de raíles. De esta manera se consigue una maniobra de largado libre de obstáculos, más facilidad y seguridad en el despliegue.

La estructura va asistida por tres chigres, uno en el centro proa de la estructura, otro en el centro popa de la estructura y otro debajo del espartel, con capacidad para 25m de cabo Dynema de 14mm, estos chigres están situados para asistir en todas las fases de largado y recuperación de los cañones.



Foto 4. Estructura de cañones diseñada y fabricada por UTM.

## 4. INSTRUMENTACIÓN ACÚSTICA

### 4.1 Sonda Multihaz Aguas Profundas ATLAS Hydrosweep#

#### Descripción

La sonda multihaz Hydrosweep DS es una sonda multihaz de última generación, diseñada para realizar levantamientos batimétricos de fondos marinos hasta profundidades mayores de 11000 metros, cumpliendo las normativas IHO S44 para dichos levantamientos.

La Sonda multihaz Atlas Hydrosweep DS es un sistema completo que incluye desde los transductores hasta el procesado final de los datos y su impresión final.

El equipo está compuesto por los siguientes módulos:

- **Transductores:** Instalados en una barquilla situada a proa del buque, a 6 m. de profundidad.
- **Transceptores:** Es la electrónica de adquisición y tratamiento de los datos. La forman diferentes unidades:
- **AEU:** Unidad de electrónica analógica. Contiene la electrónica de potencia (electrónica de transmisión y bloques de capacitadores) y recepción (preamplificadores, digitalizadores).
- **DEU:** Unidad Digitalizadora. Incluye todas la unidad de tratamiento y filtrado de los datos adquiridos. También incluye las fuentes de alimentación de baja y alta tensión para el resto de unidades.
- **ICU:** Unidad de interconexión.
- **Ordenador de Control:** Gestiona la adquisición de los datos en diferentes formatos y controla la electrónica de adquisición.
- **Sensores auxiliares (posición, actitud, velocidad del sonido, etc.):** Se conectan a unidades independientes de adquisición (DIP) que re-envían la información a la red para que esté disponible para todos los instrumentos (Atlas MD, Atlas PS).

La adquisición de los datos brutos se hace con el software propio de Atlas (Atlas Parastore y Atlas Hydromap Control), creando los ficheros (\*.ASD). Se utiliza también un software externo, en este caso EIVA NaviScan, para adquirir los datos de la sonda (ficheros \*.SBD) y representar por pantalla el Modelo Digital del terreno, así como los datos de Side Scan.

Se ha realizado procesado a bordo de los datos. Los archivos \*.sbd y los \*.asd de la frecuencia PHS ambos con Caris Ships and Hips, versión 8.1. La zona UTM de trabajo ha sido la 21S.

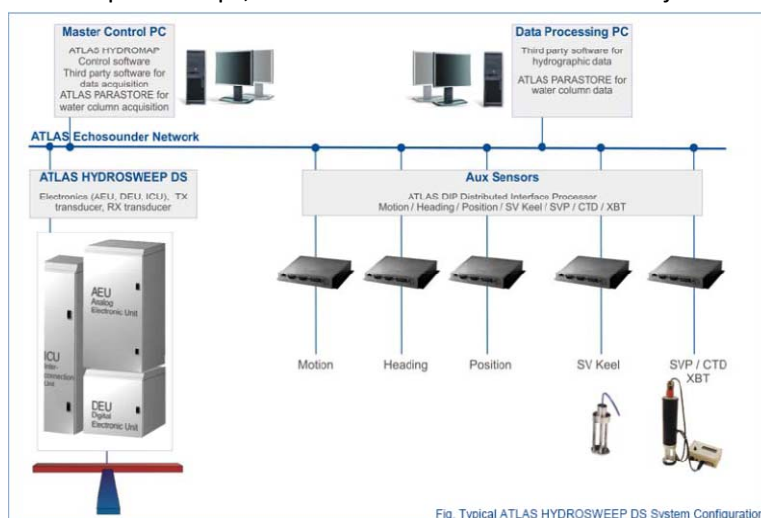


Figura 29. Esquema del sistema. Atlas DS

### Características técnicas

- Frecuencia de emisión: 14.5 a 16 kHz.
- Rango de operación:; 10 a 11000 metros
- Max. Range Resolution: 6.1 cm
- Precisión: 0.5 m, 0.2% de la profundidad (2 sigma)
- Longitud de pulso: 0.17 a 25 ms.
- Frecuencia de muestreo: <12.2 KHz.
- Máx. tasa de emisión: <10 Hz.
- Cobertura máxima: 6 veces la profundidad, 20 km máximo. En esta campaña hemos estado en 5 veces la profundidad.
- Nº de haces: 320 por hardware y 960 con High Order Beamforming.
- Apertura del haz: 1º x 1º.
- Espaciado de haces: Equi-angular, equidistante.
- Estabilización
  - Telegramas de profundidad: Cabeceo, balanceo.
  - Software NaviScan: Cabeceo, balanceo, guiñada, altura de ola.
- Interfases:
  - Sensor de actitud F180
  - Software de adquisición EIVA NaviScan
  - Sensor de velocidad del sonido superficial
  - Sistema de navegación EIVA.

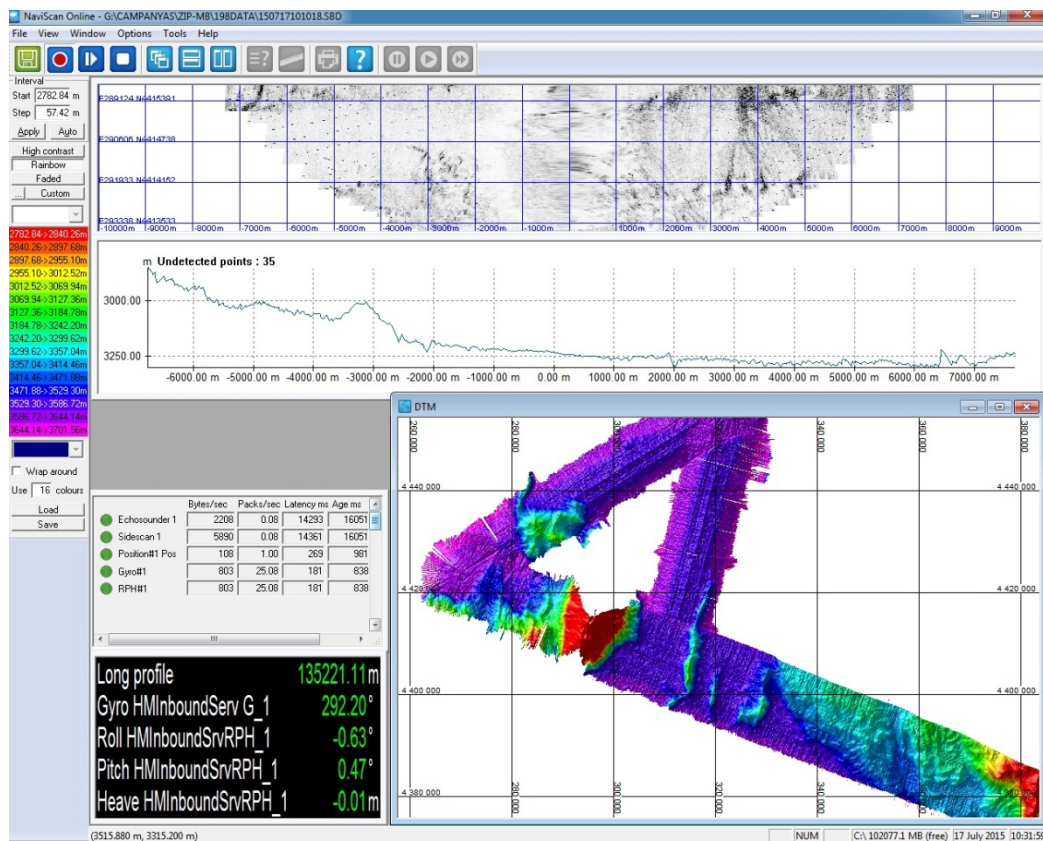


Figura 30. Imagen del funcionamiento en pantalla de la Atlas Hydrosweep DS.

## Metodología

El software corrige las posiciones GPS y las lleva al transductor, por lo que no es necesario hacer ninguna corrección adicional. Se ha trabajado con las sondas sin sincronizar al no detectarse ninguna interferencia reseñable entre los equipos.

Se tienen en pantalla y en tiempo real los valores del sensor de velocidad de sonido superficial situado en la quilla retráctil de estribor. De tal modo que si el operador observa una variación de más de 5 m/s respecto al valor a 6 m de profundidad, que es la profundidad a la que se despliega dicha quilla durante el registro batimétrico, se hace o un perfil de velocidad del sonido o se lanza un XBT, esto último en el caso de que la sismica esté desplegada.

## Calibración

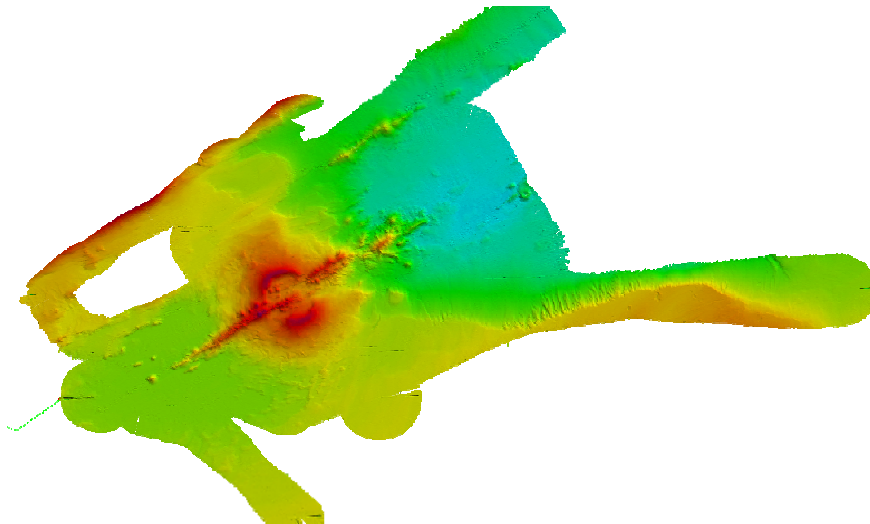
Para que los datos de batimetría nos den unos resultados correctos se debe calibrar tanto la velocidad de desplazamiento del sonido en el agua como las variaciones en las coordenadas xyz del transductor respecto a su posición de equilibrio.

La calibración de la velocidad del sonido se hace midiendo las características de la columna de agua en cuanto a temperatura y conductividad.

Se utilizaron las mismas líneas planificadas para la sismica para hacer la calibración, obteniendo los siguientes resultados:

Pitch: 0.22

Roll: -0.36



*Figura 31. Geotiff procesado del Edificio A, la zona más al oeste.*

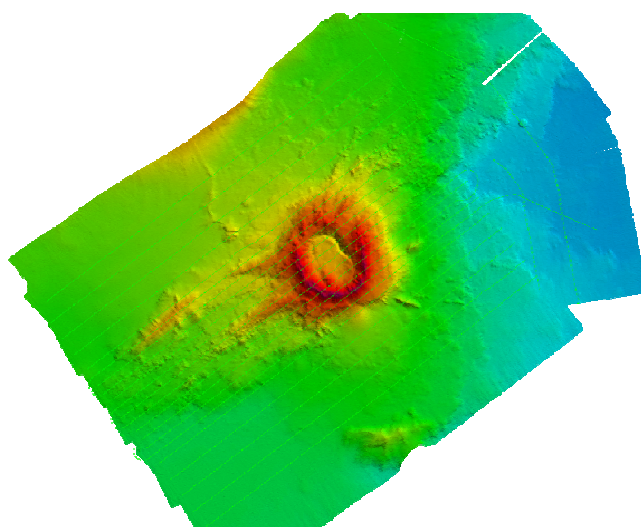


Figura 32. Geotiff procesado del volcán Orca, la zona más al Este

## Incidencias

Se han registrado datos de batimetría en formato \*.sbd mediante el software Eiva NaviScan Online. Estos datos a día de hoy no son procesables por Caris, estando a la espera que en futuras actualizaciones sea esto posible. Debido a esto, se han registrado datos raw en formato \*.asd con el software Parastore, en formato PHF para los datos de batimetría y PHS para los datos de backscatter.

El día 4 se cuelga la electrónica de la Multihaz y tengo que reiniciar desde la electrónica de abajo.

En general el sistema se ha mostrado robusto. Ha habido cortes en el registro debidos a despistes de los operadores, muchos de ellos inexpertos. Ha habido alguna línea que no se ha grabado por esta causa.

## 4.2 Sonda Monohaz Simrad EA-600

### Descripción

Sonda monohaz de doble frecuencia. Las frecuencias de trabajo son de 12 kHz en modo activo o pasivo activo, (PINGER) utilizado en combinación con el Pinger Benthos, y 200 kHz.

La sonda dispone de salidas serie, Ethernet y Centronics para impresora. Los datos se presentan en pantalla, a los que se añaden los datos de navegación y hora. Los datos de navegación, tiempo y actitud le llegan del F180, mediante unas líneas serie cuya configuración es la siguiente:

| Telegrama           | Puerto | Baudios | Bits Datos | Bits Stop | Paridad |
|---------------------|--------|---------|------------|-----------|---------|
| Navegación y tiempo | COM3   | 9600    | 8          | 1         | No      |
| Actitud             | COM2   | 19600   | 8          | 1         | No      |

La profundidad se envía a través de la red Ethernet por el puerto UDP:2020 al sistema de adquisición de datos SADO.

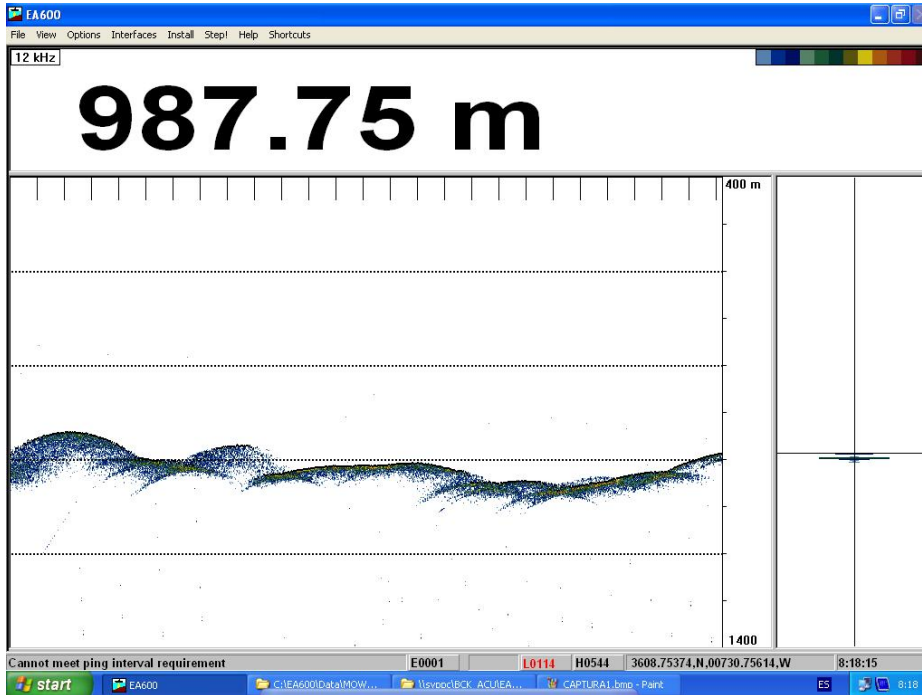


Figura 33. Pantalla principal EA 600

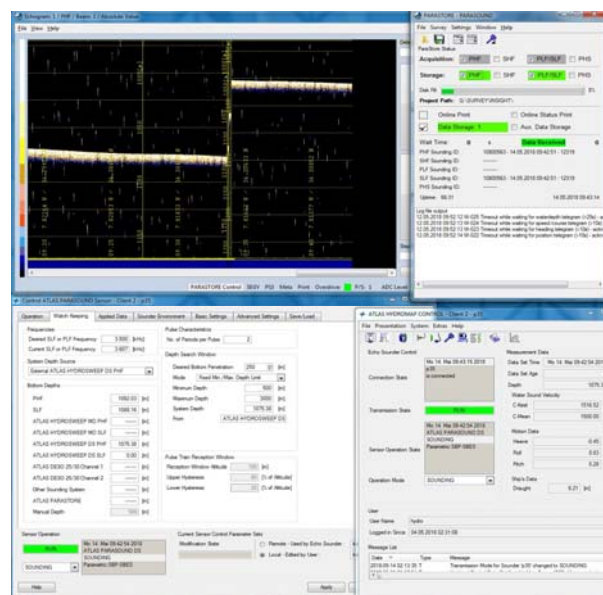
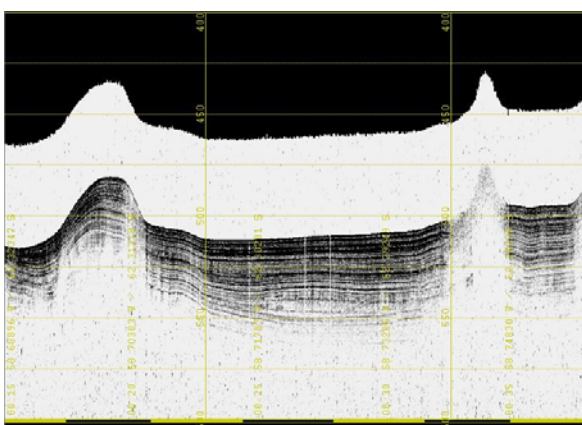
**Metodología**

Esta sonda se utiliza para la navegación y para incorporar la profundidad en el telegrama de datos distribuido y la BBDD SADO. Paralelamente, ha sido de gran utilidad en los muestreos de piston corer y box corer, dado que se detectaban estos equipos durante el descenso y ascenso, y se sabía cuándo se tocaba fondo.

**Incidencias**

Ninguna incidencia reseñable.

**4.3 Sonda Paramétrica ATLAS Parasound P-35**



Figuras 34 y 35. Pantallas de adquisición de la Parasound P35.



## Descripción

---

La sonda paramétrica Atlas Parasound P-35 es un perfilador sísmico de alta resolución y haz estrecho con capacidad para trabajar en cualquier océano del globo. Utiliza un único transductor de pequeño tamaño para emisión y recepción.

1. La aplicación principal de este perfilador es la realización de perfiles sísmicos de alta resolución de las capas sedimentarias superficiales, así como la detección de elementos enterrados en el fondo marino.
2. La resolución espacial del sistema es su habilidad para distinguir objetos próximos entre sí, en ángulo y/o espacio. La resolución espacial viene dada por dos parámetros:
3. La resolución angular viene dada por la geometría del array de transductores.
4. La resolución de alcance viene dada por el ancho de banda de la señal.
5. La tasa de emisión está relacionada con la velocidad del buque, cuanto mayor sea la tasa (o menor la velocidad del buque) mayor será la definición horizontal del perfil.

El equipo está compuesto por los siguientes módulos:

- **Transductores:** Instalados en una barquilla situada a proa del buque, a 6 m. de profundidad.
- **Transceptores:** Es la electrónica de adquisición y tratamiento de los datos. La forman diferentes unidades:
- **AEU:** Unidad de electrónica analógica. Contiene la electrónica de potencia (electrónica de transmisión y bloques de capacitadores) y recepción (preamplificadores, digitalizadores).
- **DEU. Unidad Digitalizadora:** Incluye todas la unidad de tratamiento y filtrado de los datos adquiridos. También incluye las fuentes de alimentación de baja y alta tensión para el resto de unidades.
- **ICU:** Unidad de interconexión.
- **Ordenador de Control:** Gestiona la adquisición de los datos en diferentes formatos y controla la electrónica de adquisición.
- **Sensores auxiliares (posición, actitud, velocidad del sonido, etc.):** Se conectan a unidades independientes de adquisición (DIP) que re-envían la información a la red para que esté disponible para todos los instrumentos (Atlas MD, Atlas PS).

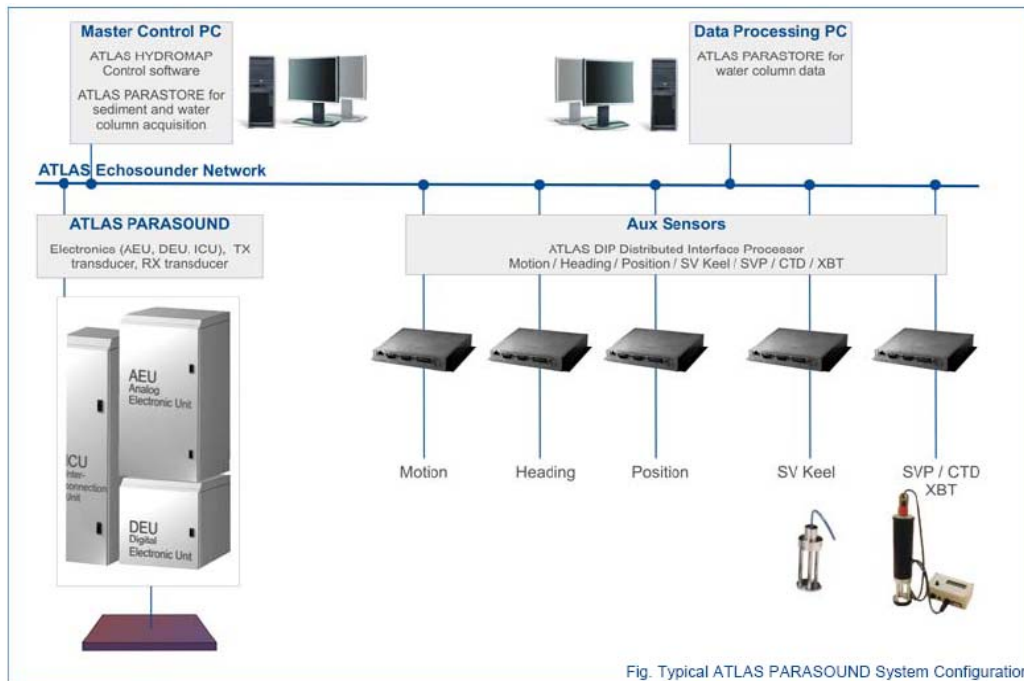


Figura 36. Esquema del sistema, ATLAS PARASOUND

### Especificaciones:

- Señales: Barker, CW, Chirp y señales definidas por el usuario.
- Modos de emisión:
- Multiping, hasta 16 pings simultáneamente en el agua.
- Quasy-equidistant mode,
- Single ping
- Frecuencia primaria: 18-39 kHz.
- Frecuencia secundaria: 0.5 a 6 kHz.
- Longitud de pulso: 0,17 a 25 ms.
- Frecuencia de muestreo máxima: 12.2 kHz.
- Max. Range Resolution: 6.1 cm.
- Precisión de detección de fondo: 0.2 m +/- 0.2% de la profundidad (1 sigma).
- Resolución del haz: 4.5º Alongtrack - 5º Acrosstrack
- Potencia de transmisión: 35 kW.
- Consumo eléctrico < 3 kW.
- Estabilización electrónica: cabeceo y balanceo.
- Seguimiento de fondo.
- Tasa máxima de emisión 10 Hz.

### Metodología

Durante la presente campaña se han utilizado la siguiente configuración:

- Secuencia de transmisión: Modo Quasi-Equidistant-Transmission
- Longitud de pulso: Manual
- Tipo de pulso: Chirp

- Forma del pulso: Rectangular.
- Longitud de pulso manual: 0.500 ms
- Nº de periodos por pulso: 2
- Frecuencias: PHF=20 kHz, SLF=3.5 kHz
- Potencia: 100 %.
- Cadencia de disparo: Modo Quasi-Equidistant-Transmission
- Filtro paso bajo: 2-6 kHz, activado según condiciones.
- Correlación activada.
- Longitud de la traza: 200 m.
- Botton Tracking activado.

Los datos se han grabado brutos en ASD, para las frecuencias primaria y secundaria y en procesado en SEGY+PS3 para la frecuencia secundaria.

En esta campaña se han procesado a bordo los datos con el software Parastore, versión 3.4.4.1. En el mismo se parte de los ficheros raw del Parastore en formato \*.asd y se generan los archivos procesados en formato \*.seg.

## Incidencias

---

En alguna ocasión los científicos se han liado a la hora de grabar los datos, registrando el segy de la onda primaria en lugar de la secundaria. Se advirtió al IP del tema. De todos modos, se ha grabado en formato raw, con lo que se puede reprocesar de nuevo con el Parastore.

## 4.4 Equipos de medida de la velocidad del sonido en el agua

### 4.4.1. Sondas batitermográficas

#### Descripción

---

El sistema de adquisición de datos oceanográficos SIPPICAN MK-21 utiliza un PC estándar y un conjunto de sondas desechables para medir y visualizar parámetros físico-químicos del océano, tales como temperatura (sondas XBT), velocidad del sonido (sondas XSV), conductividad y salinidad (XCTD). El sistema realiza la adquisición, presentación y almacenamiento de los datos en tiempo cuasi-real, permitiendo una presentación posterior de los datos para su análisis.



Fotos 5 y 6. Lanza fija



Foto 7. Pistola de mano.

## Características Técnicas

### EXPENDABLE BATHYTHERMOGRAPH (XBT)

|                       | APPLICATIONS   | MAXIMUM DEPTH     | RATED SHIP SPEED* | VERTICAL RESOLUTION |
|-----------------------|--|-------------------|-------------------|---------------------|
| T-4                   | Standard probe used by the US Navy for ASW operations                                    | 460 m<br>1500 ft  | 30 knots          | 65 cm               |
| T-5                   | Deep ocean scientific and military applications  | 1830 m<br>6000 ft | 6 knots           | 65 cm               |
| Fast Deep™            | Provides maximum depth capabilities at the highest possible ship speed of any XBT        | 1000 m<br>3280 ft | 20 knots          | 65 cm               |
| T-6                   | Oceanographic applications   | 460 m<br>1500 ft  | 15 knots          | 65 cm               |
| T-7                   | Increased depth for improved sonar prediction in ASW and other military applications     | 760 m<br>2500 ft  | 15 knots          | 65 cm               |
| Deep Blue             | Increased launch speed for oceanographic and naval applications                          | 760 m<br>2500 ft  | 20 knots          | 65 cm               |
| T-10                  | Commercial fisheries applications  | 200 m<br>660 ft   | 10 knots          | 65 cm               |
| T-11 (Fine Structure) | High resolution for US Navy mine countermeasures and physical oceanographic applications | 460 m<br>1500 ft  | 6 knots           | 18 cm               |

### EXPENDABLE SOUND VELOCIMETER (XSV)

|        | APPLICATIONS  | MAXIMUM DEPTH     | RATED SHIP SPEED* | VERTICAL RESOLUTION |
|--------|---|-------------------|-------------------|---------------------|
| XSV-01 | ASW application where salinity varies; Naval and civilian oceanographic and acoustic applications   | 850 m<br>2790 ft  | 15 knots          | 32 cm               |
| XSV-02 | Increased depth for improved ASW operation where salinity varies; Naval and civilian oceanographic and acoustic applications                          | 2000 m<br>6560 ft | 8 knots           | 32 cm               |
| XSV-03 | High resolution data for improved mine counter-measures and ASW operations in shallow water; geophysical survey work; commercial oil industry support | 850 m<br>2790 ft  | 5 knots           | 10 cm               |

System depth accuracy: 4.6 meters or 2% of depth; whichever is larger (for XSV).

\*All probes may be used at speeds above rated maximum, however there will be a proportional reduction in depth capability.

All probes are shipped in a case which is constructed of weather-resistant biodegradable material. Shipping weight varies from 25 lbs. to 43 lbs. depending on probe type. Dimensions of the case vary from 17" X 14" X 18" (2.3 cu. ft.) to 17" X 14" X 19" (2.6 cu. ft.).

## Calibración

Las sondas vienen ya calibradas de fábrica.

## Metodología

Una vez obtenido el perfil, se le hizo un procesado para limpiar los valores picos y errores. Mediante el software Sound Speed Manager los hemos podido extender y convertir a formato asvp para su empleo en el Caris.

Los lanzamientos realizados han sido de sondas XBT del modelo T 5 y T 7. Se han realizado desde la banda de estribor con el lanzador fijo los primeros días, hasta que se averió y se utilizó la pistola manual

## Incidencias

La lanza fija se averió y tuvimos que realizar los lanzamientos con la pistola de mano.

### 4.4.2.-Perfilador de Velocidad del Sonido AML SV Plus V2

#### Introducción

El SVPlus V2 es un perfilador de velocidad del sonido que proporciona datos de presión (profundidad) y velocidad del sonido en la columna de agua. Este equipo tiene capacidad para bajar hasta los 6000 m de profundidad. La información obtenida la guarda en una memoria interna, la cual, es descargada al PC de adquisición mediante el software del fabricante, una vez el equipo se ha recuperado.



Foto 8. Perfilador de velocidad del sonido AML SV Plus V2

#### Características técnicas

El equipo está diseñado para bajar hasta profundidades de 6000 metros. Las especificaciones técnicas de los sensores instalados son las siguientes:

| Sensor               | Tipo                          | Range            | Accuracy   | Precision  | Resolution | Response Time |
|----------------------|-------------------------------|------------------|------------|------------|------------|---------------|
| Velocidad del sonido | Invar                         | 1400 to 1600 m/s | ± 0.05 m/s | ± 0.05 m/s | 0.01 m/s   | 145 µs        |
| Temperatura          | Standard B                    | -2 to 32°C       | ± 0.05 °C  | ± 0.003 °C | 0.001 °C   | 1 sec         |
| Presión              | Temp Compensated Strain Gauge | 6000 dbars       | ± 0.05 %FS | ± 0.03 %FS | 0.01 %FS   | 10 ms         |

### Calibración

El equipo fue calibrado el 09/07/2018.

### Metodología

El equipo se largó con el chigre de redes de plancton mediante el pórtico de la banda de estribor.

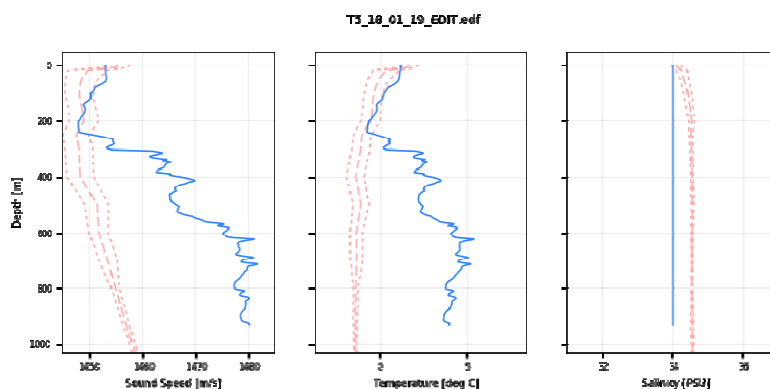
### Tabla de perfiles de velocidad del sonido

Estos son los XBT y el perfil de SVP usados en esta campaña junto con un perfil utilizando el perfilador AML.

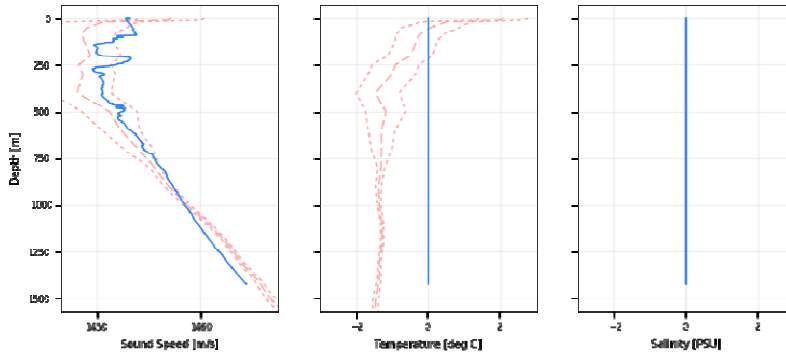
| Sonda   | Fecha      | Hora Local | Latitud       | Longitud     | Prof fondo (m) | Prof XBT (m) | Fichero                |
|---------|------------|------------|---------------|--------------|----------------|--------------|------------------------|
| T5      | 18/10/19   | 13:15      | -62° 46.70' S | -59°58.29' W | 980            | 980          | T5_18_01_19            |
| SVP AML | 20/01/19   | 20:30      | -62° 24,4 S   | -58° 40,7W   | 1580           | 1425         | Perfil_1_20_01_19      |
| T5      | 22/01/2019 | 11:30      | 62 28.0963S   | 58 13.6547W  | 1700           | 1700         | T5_22_01_19            |
| T5      | 24/01/2019 | 12:46      | 62 27.1555S   | 58 21.0476W  | 1200           | 288 *        | T5_24_01_19            |
| T5      | 27/01/2019 | 14:07      | 62 25.5905S   | 58 23.6922W  | 1100           | 1100         | T5_27_01_19_01_19      |
| T5      | 30/01/2019 | 17:27      | 62 24.2483S   | 58 33.3389W  | 1467           | 1467         | T5_30_01_2019          |
| T5      | 01/02/2019 | 16:58      | 62 54.4769S   | 59 44.8757W  | 950            | 263*         | T5_01_02_2019_Cortado  |
| T5      | 01/02/2019 | 17:17      | 62 55.1643S   | 59 45.4658W  | 959            | 959          | T5_01_02_2019_Completo |

*\*No alcanzaron la profundidad deseada por enredarse con los cañones.*

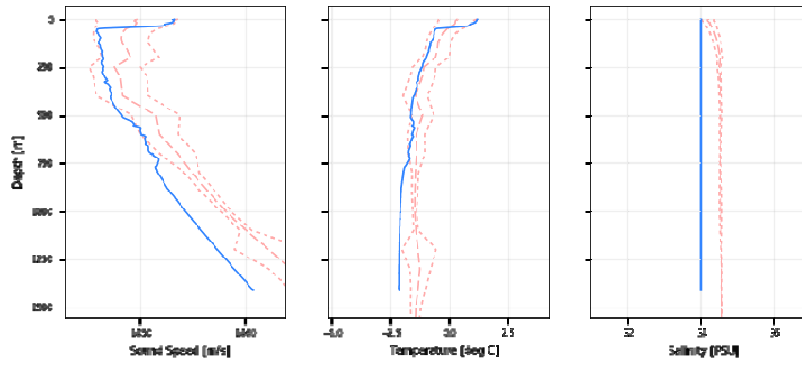
### Gráficas de los XBTs y del SVP



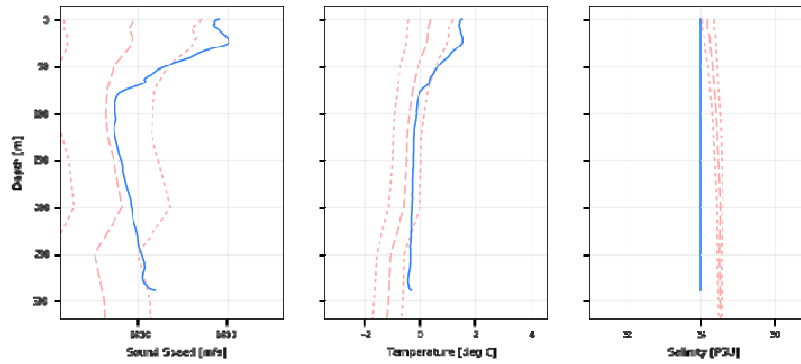
Perfil\_1\_20\_01\_19\_edit.asvp



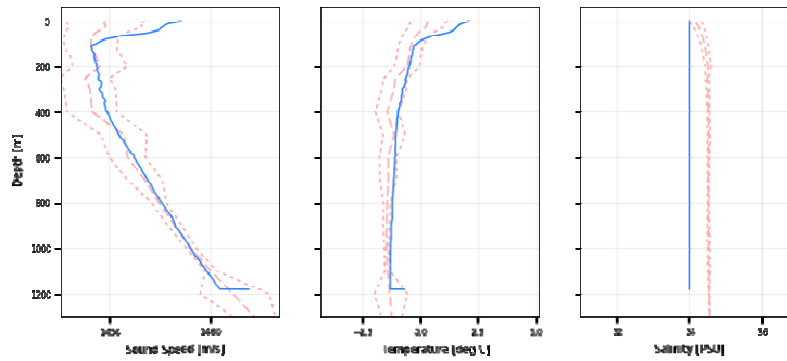
T5\_27\_01\_19\_FDT.edf

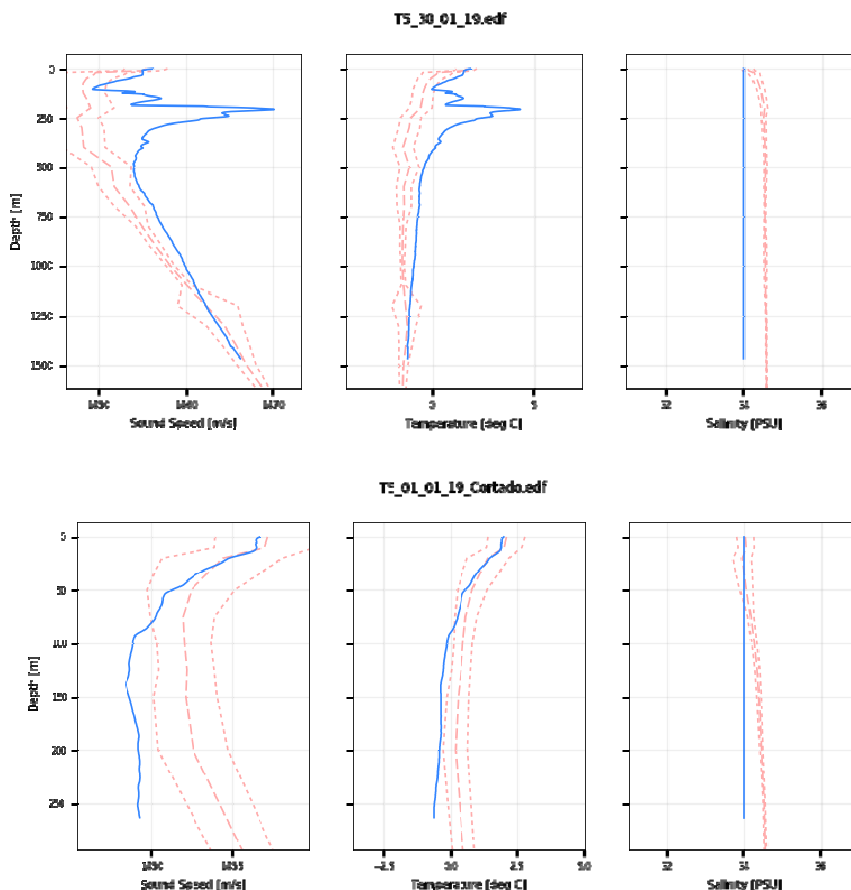


T5\_24\_01\_19\_EDM.edf

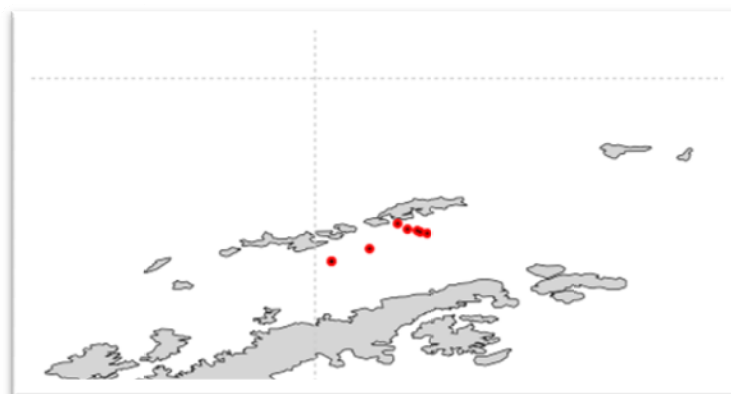


T5\_27\_01\_19\_FDT.edf





Mapa de los perfiles obtenidos durante la campaña



**4.5.- Magnetómetro marino Sea Spy**

**Descripción**

El magnetómetro SeaSPY es un sistema de adquisición de datos magnéticos de la casa Marine Magnetics que dispone de un sensor Overhauser de gran precisión. Es un magnetómetro de protones.

El sensor Overhauser es completamente omnidireccional, con lo que la cantidad de señal producida es independiente de la dirección del campo y muy estable en el tiempo, el reloj utilizado tiene una precisión de 1 ppm, además se puede sincronizar con el tiempo GPS que le llega por el puerto de navegación. El equipo está estabilizado en temperatura, de forma que la precisión sea la misma tanto en aguas frías como cálidas y debido a sus características de construcción, no presenta errores de “heading”





Foto 9. Magnetómetro Marino SeaSpy

### Características técnicas

---

|                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Rango de medida                   | 18000 nT a 120000 nT                  |
| Precisión absoluta                | 0.2 nT                                |
| Sensibilidad del sensor           | 0.01 nT                               |
| Sensibilidad del contador         | 0.001 nT                              |
| Resolución                        | 0.001 nT                              |
| Zona muerta                       | ninguna                               |
| Heading Error                     | ninguno                               |
| Deriva temporal                   | ninguna                               |
| Consumo de potencia               | 1 W en parado, 3W máximo              |
| Estabilidad de la base de tiempos | 1 ppm de $-45^{\circ}$ a $60^{\circ}$ |
| Frecuencia de muestreo            | 4 Hz a 0.1 Hz                         |
| Trigger externo                   | Vía RS-232                            |
| Comunicaciones                    | RS-232, 9600 baudios                  |
| Temperatura de trabajo            | $-45^{\circ}$ a $+60^{\circ}$         |

### Metodología

---

El magnetómetro toma las medidas de campo magnético y mediante el software Sealink, estas son almacenadas y georreferenciadas con el telegrama GPS del PosMv. El magnetómetro tiene un sensor de presión que nos indica en todo momento la profundidad a la que se encuentra el pez. Se le ha puesto un layback de 200 m.

Se ha largado por el tangón de estribor. Para ello se puso una pasteca como se muestra en las fotos inferiores.



*Fotos 10 y 11. Magnetómetro desplegado por el tangón*

## Incidencias

---

Se trabajó con el software SeaLink.

El último día se recoge el magnetómetro por la mañana temprano y antes de comer nos comenta el IP si se puede volver a largar para acabar una línea que se hará durante el tránsito final hasta isla Decepción. Lo largamos de nuevo pero no me da señal el sensor de magnetismo, por lo que habrá que abrir el pez y ver si el sensor esta averiado.

## 4.6.- Applanix POS MV

### Introducción

---

El POS-MV es el alma de los sensores de actitud del barco. Consta de dos antenas GPS, situadas en el sobrepunte, una unidad central y su pantalla, situadas en el rack de proa del laboratorio de Equipos Electrónicos Proa (Sondas) y la VRU situada en el local de gravimetría.

El equipo toma datos del GPS y de la VRU (Unidad de referencia vertical) que da información sobre la actitud del barco, cabeceo, balanceo, oleaje. Procesa los datos y genera telegramas NMEA heading, actitud y de posición, que se reparten por todo el barco a través de unas cajas con puertos serie también se reparten los telegramas vía Ethernet.

La posición que proporciona el POS-MV corresponde al centro de gravedad del Barco (MRU en el local de gravimetría).

### Descripción del sistema

---

Las antenas GPS proporcionan la información de Heading, velocidad, posición y tiempo, mientras que la VRU proporciona la información de actitud.

Para asegurar que las marcas de tiempo son correctas, el PPS del GPS se utiliza como tiempo de referencia tanto para la unidad central como la VRU.

La información de POS-MV está disponible en la pantalla y en 5 Leds situados en la unidad central. Los Leds indican el estado de la unidad.

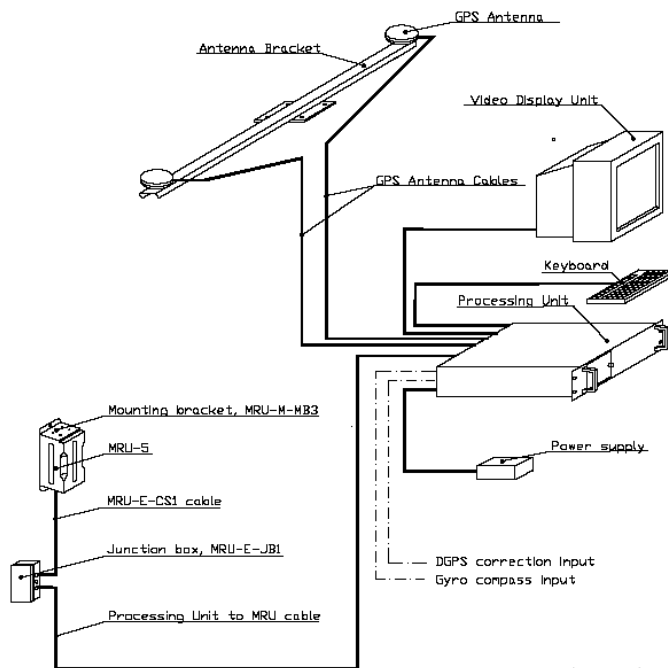


Figura 37. Esquema de la instalación del POS-MV.

### Características técnicas

- Precisión del cabeceo y balanceo: 0.02° RMS (1 sigma)
- Precisión de altura de ola: 5 cm o 5% (el que sea mayor)
- Precisión del rumbo: 0.01° (1 sigma)
- Precisión de la posición: 0,5 a 2 m (1 sigma) dependiendo de las correcciones
- Precisión de la velocidad : 0,03 m/s en horizontal



Figura 38. Pantalla principal del POS-MV

**Incidencias**

El día 31/01 se cuelga el Pos Mv. Lo reinicio y se recupera.

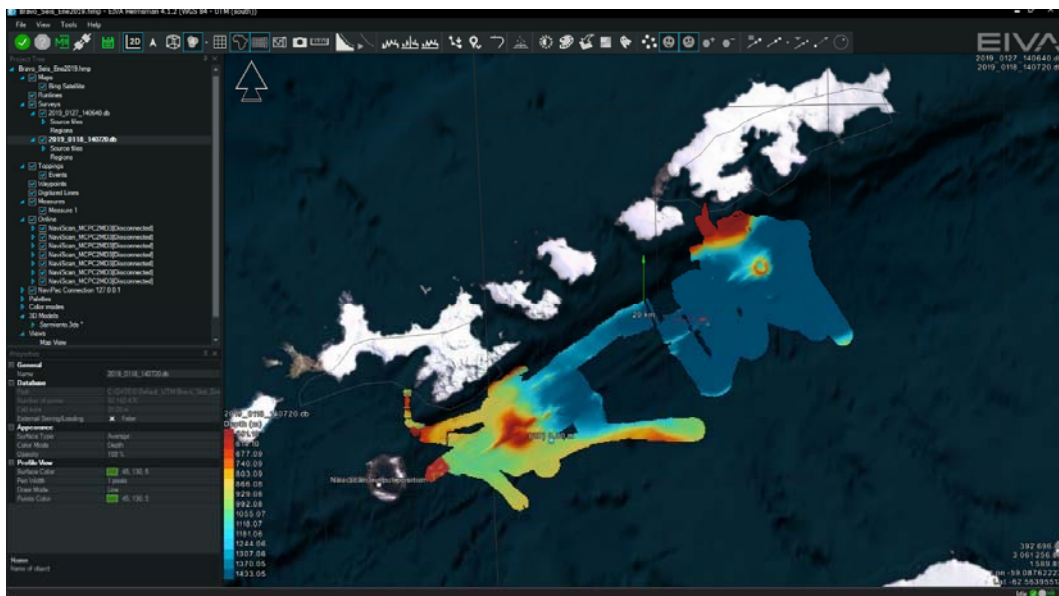
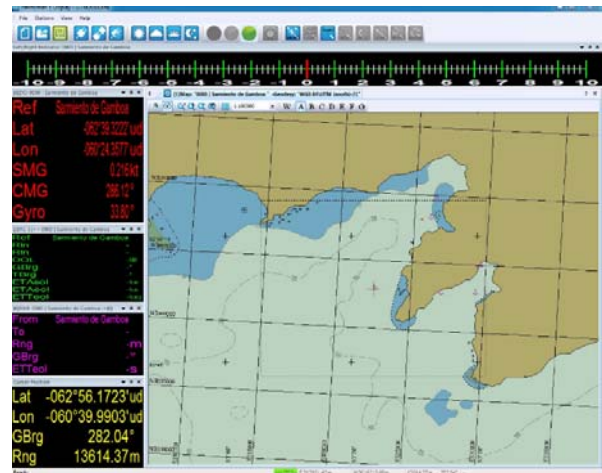
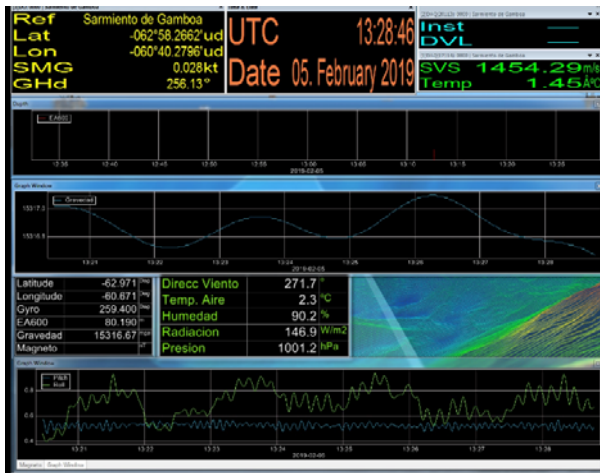
Hemos tenido poca calidad en los datos diferenciales, en algunas ocasiones la precisión ha sido mayor de 4 m.

**4.7.- SISTEMA DE NAVEGACIÓN EIVA**

**Descripción**

El sistema de navegación EIVA consta de un ordenador con S.O. Windows, los datos de los diferentes sensores le llegan vía Ethernet y serie. Con estos datos y un software específico, el programa genera una representación georreferenciada de la posición del barco y crea una serie de telegramas que alimentan a diferentes sistemas e instrumentos.

En la nueva versión se trabaja con 4 pantallas, donde se muestran los 2 navegadores Helmsman, el nuevo, el antiguo, que es el que se repite para la señal del puente, el Datamon, donde se representan los datos de posición, rumbo, velocidad, etc, estación meteorológica, además del gravímetro, y la pantalla de configuración.



Figuras 39, 40 y 41. Imágenes de la configuración de las pantallas del navegador Eiva.

Los sensores de entrada son los siguientes:

| DATO     | PUERTO | SENSOR      | COMUNICACION                 |
|----------|--------|-------------|------------------------------|
| Posición | COM 4  | GPS Ashtech | 9600, 8, N, 1                |
| Gyro     | COM 3  | POS-MV      | 4800, 8, N, 1                |
| Motion   | UDP/IP | POS-MV      | Port:8602 Addr:<br>127.0.0.1 |

El programa recoge todos los datos de los sensores que le llegan por los diferentes puertos y los representa en pantalla, sobre un sistema geodésico elegido anteriormente.

Para facilitar la navegación, en el puente hay un monitor repetidor del navegador. En esta campaña se instaló un Eiva “cliente”, a partir del Eiva de los equipos sísmicos. De este modo, los oficiales del puente tienen la facilidad de cargar y seleccionar líneas, ampliar o alejar la pantalla a su antojo, etc.

Con el módulo de Eiva DataMon se presentaron en la pantalla superior los datos de navegación, estación meteorológica y gravímetro.

## Incidencias

Durante toda la campaña se trabajó con proyección UTM 21 S..

En algunas fases de la campaña no se tuvo una óptima posición diferencial, pasando el error horizontal de lo normal, que suele estar entorno a 1 m, a más de 2 m. Durante este tiempo el error fue superior a 4 m.

En una ocasión se colgó el Helmsman.

## 4.8.- Gravímetro marino

### Descripción

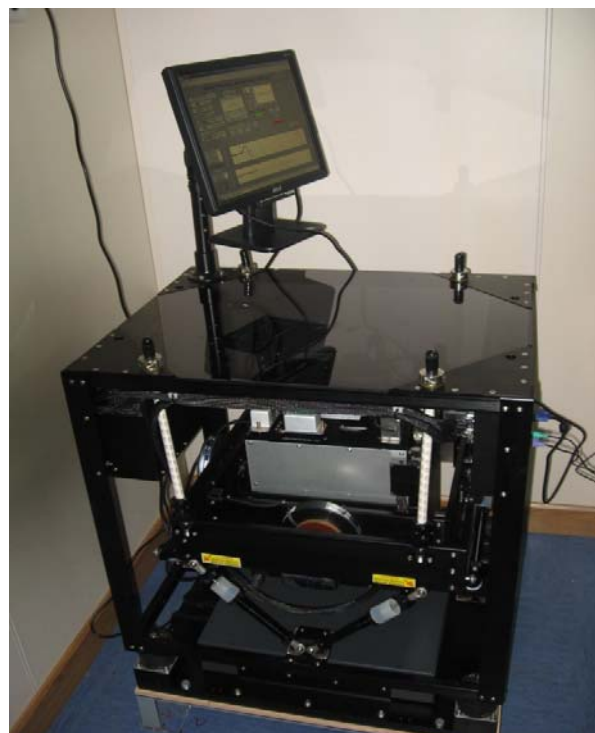


Foto 12. Imagen del gravímetro.

El gravímetro marino Lacoste&Romberg consiste en un sensor de tipo muelle altamente amortiguado y montado en una plataforma giroestabilizada, con toda la electrónica asociada para la estabilización y adquisición de lecturas de gravimetría.

El sensor tiene un rango de operación de 12000 mGal, lo que permite su utilización en todo el globo sin necesidad de recalibración del rango.

El sensor está aislado de los movimientos del buque por diferentes métodos:  
 Amortiguadores neumáticos de gran capacidad de absorción para las aceleraciones verticales.

Plataforma giroestabilizada, para mantener la nivelación horizontal del sensor.

Montando el sensor en una plataforma giroestabilizada se elimina la influencia del cabeceo y balanceo del buque sobre el dato de gravedad adquirida, consiguiéndose precisiones mejores de 1 mGal con aceleraciones de 0.1 g.

### Características Técnicas

| Sensor                    |                      |                             |                 |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------|
| Rango                     | 12000 mGal           | Deriva                      | < 3 mGal / mes  |
| Temperature set point     | 46 – 53 °C           |                             |                 |
| Plataforma                |                      |                             |                 |
| Pitch                     | 22 °                 | Roll                        | 25 °            |
| Periodo                   | 4 – 4-5 min.         | Damping                     | 0.707           |
| Sistema de control        |                      |                             |                 |
| Frecuencia de adquisición | 1 Hz                 | Salida datos                | RS232           |
| I/O adicionales           | Temperatura, presión |                             |                 |
| Performance               |                      |                             |                 |
| Resolución                | 0.01 mGal            | Repetitibilidad (estática.) | 0.05 mGal       |
| Precision (embarcado)     | < 1 mGal.            | Precisión (laboratorio)     | 0.25 a 0.5 mGal |
| Otros                     |                      | T. Almacenamiento           |                 |
| Temp. de funcionamiento   | 0 – 40 °C            |                             | -30 °C a 50 °C  |

### Incidencias

El gravímetro ha registrado desde Vigo hasta Punta Arenas. No se ha detectado ningún error en la lectura pero es posible que haya algún tipo de error en la integración de la misma con la posición. Se ha consultado y se avisará al IP si es necesario realizar algún procesado adicional.

### 4.9.- Gravímetro portátil

#### Descripción

El Modelo que actualmente tenemos en el SdG para la calibración de la gravimetría es el Scintrex CG-5 Autograv.

Este modelo se debe enchufar a la corriente eléctrica unas 24 horas antes para que el sensor sea estable.

Consta de un trípode para nivelarlo, el gravímetro en sí y una tableta por si queremos enviarle los datos en tiempo real y vía bluetooth.

## Metodología



El equipo fue empleado para calibrar las medidas tomadas por el gravímetro marino Lacoste&Romberg. Para ello medimos la gravedad alternativamente en un punto gravimétrico cercano al buque y en el propio buque. En este caso se midió en la base gravimétrica de Vigo, localizada en la entrada de la Concatedral, al inicio de la campaña y en Punta Arenas en el punto gravimétrico de la antigua Autoridad Portuaria.

Fotos 13 y 14. P. Imágenes del CG5 Autograv.

Se mide 3 veces en el buque y 2 en el punto gravimétrico. En las medidas del buque se ha medido la altura desde el nivel del agua hasta el muelle. Ver Anexo I.

Una vez hechas estas medidas se cubre la hoja de calibración, para la cual se han de tomar la media de los datos del gravímetro durante el periodo de dicha calibración en tierra. Estos datos se cogen del Sado

Las características técnicas del equipo son las siguientes:

### CG-5 SPECIFICATIONS

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Sensor Type:                     | Fused Quartz using electrostatic nulling  |
| Reading Resolution:              | 1 microGal  |
| Standard Field Repeatability:    | <5 microGal   |
| Operating Range:                 | 8,000 mGal without resetting  |
| Residual Long-Term Drift:        | Less than 0.02 mGal/day (static)  |
| Automatic Tilt Compensation:     | ±200 arc sec  |
| Tares:                           | Typically less than 5 microGals for shocks up to 20 G   |
| Automated Corrections:           | Tide, Instrument Tilt, Temperature, Drift, Near Terrain, Noisy Sample, Seismic Noise Filter   |
| Operating Temperature:           | -40°C to +45°C (-40°F to 113°F)   |
| Ambient Temperature Coefficient: | 0.2 microGal/°C (typical)   |
| Pressure Coefficient:            | 0.15 microGal/kPa (typical)   |
| Magnetic Field Coefficient:      | 1 microGal/Gauss (typical)  |
| Memory:                          | Flash Technology (data security)  |
| Dimensions:                      | 30 cm (H) x 22 cm x 21 cm (12" (H) x 8.5" x 8")   |
| Weight (including batteries):    | 8 kg (17.5 lbs)   |
| Battery Capacity:                | 2 x 6.6 Ah (11.1 V) rechargeable Lithium-Ion Smart Batteries. Full day operation in normal survey conditions with two fully charged batteries   |
| Power Consumption:               | 4.5 W at +25°C (77°F)   |
| Standard System:                 | CG-5 Console, Tripod base, 2 rechargeable batteries, Battery Charger 110/240 V, External Power Supply 110/240 V, RS-232 and USB Cables, Carrying Bag, Data dump and utilities software, Operating Manual (CD), Transit Case |

### GPS

Enables GPS station referencing from an external 12 channel smart GPS antenna being connected via the RS-232 port. Standard GPS accuracy: <15 m DGPS (WAAS) <3 m. Client has the option to use other higher accuracy GPS receivers outputting NMEA data string through serial port.

### RF Transmitter

The CG-5 Autograv gravity meter is equipped with a radio frequency remote start transmitter to allow measurements to be taken without disturbing the meter by touch.

## Incidencias

Ninguna incidencia.

## Anexo I: Calibraciones

Se realizaron dos calibraciones, una en Vigo, en el punto gravimétrico del muelle de la Concatedral, el día 04/10/2018, antes de la campaña, y otra en Punta Arenas, en el punto gravimétrico de la antigua Autoridad Portuaria.

Para las calibraciones se ha empleado un gravímetro portátil Scintrex CG5 Autograv.

## Reseña gravimétrica de Vigo

104/12

Instituto Geográfico Nacional



Ministerio de Fomento  
Subsecretaría  
General | báñez de Ibero, 3  
28003 Madrid  
Dirección General de Instituto Geográfico Nacional  
Subdirección General de Geodesia y Geofísica

### RESEÑA DE LA BASE GRAVIMÉTRICA 1.896

#### Datos geográficos

Hoja del Mapa Topográfico Nacional 1/25,000: 223-3

Número de estación: 223-28

Nombre de la señal: VIGO B

Nombre de la provincia: Pontevedra

Longitud:  $-8^{\circ} 43' 35,9''$

Latitud:  $42^{\circ} 14' 24,0''$

Altitud (m): 27,8

#### Datos gravimétricos

Gravedad observada (miligales): 980377,6

Fecha de observación: 30/10/1973

Error medio cuadrático (miligales): 0,02

Reconocimiento:

Datos altimétricos procedentes de: Nivelación de Precisión.

Datos planimétricos procedentes de: Mapa topográfico 1/50,000

Tipo de red: Red Fundamental



#### Situación

#### Observaciones

#### GPS





Hoja de calibración de la base de la Concatedral, Vigo

| <b>HOJA DE CALIBRACIÓN</b>                 |                                 |                |             |
|--|---------------------------------|----------------|-------------|
| <b>GRAVÍMETRO:</b>                         | L&R S142                        |                |             |
| <b>BUQUE:</b>                              | Sarmiento de Gamboa             |                |             |
| <b>Fecha:</b>                              | 07/11/18                        | <b>Hora:</b>   | 10:00       |
| <b>Referencia BASE:</b>                    | 00223-028                       |                |             |
| <b>Localización BASE:</b>                  | Concatedral Vigo                |                |             |
| <b>Localización SdG</b>                    | Muelle de Transatlánticos. Vigo |                |             |
| <b>Campaña:</b>                            | Bravo Seis                      |                |             |
| <b>Operador / es:</b>                      | Héctor Sánchez                  |                |             |
| <b>Gravímetro portátil:</b>                | Scintrex CG5                    |                |             |
| <b>(0) Valor BASE (mgal):</b>              | <b>980377,65</b>                |                |             |
| <b>DATOS DE CAMPO</b>                      |                                 |                |             |
| Medidas                                    | Hora GMT                        | Lectura (div.) | Altura (m.) |
| (1) SdG 1                                  | 10:32                           | 4548,31        | 4,8         |
| (2) BASE1                                  | 10:42                           | 4544,85        |             |
| (3) SdG2                                   | 11:05                           | 4548,60        | 4,3         |
| (4) BASE2                                  | 11:22                           | 4545,02        |             |
| (5) SdG3                                   | 11:38                           | 4548,82        | 3,9         |
| <i>Núm medidas BASE</i>                    | 2                               |                |             |
| <i>Núm. medidas SdG</i>                    | 3                               |                |             |
| <b>CÁLCULOS</b>                            |                                 |                |             |
| (6) Valor medio en SdG:                    | 4548,58                         |                | div.        |
| (7) Valor medio en BASE:                   | 4544,93                         |                | div.        |
| (8) Diferencia medias (6)-(7):             | 3,64                            |                | div.        |
| (11) $G_{\text{muelle}}$ (mgal):           | <b>980381,2948</b>              |                | mgal.       |
| (12) Altura del muelle (m.):               | 4,33                            |                | m.          |
| (13) Distancia Gravim a línea flotación:   | -0,5                            |                | m.          |
| (14) Distancia total:                      | 3,83                            |                | m.          |
| (15) Cte. por correcc. por Aire Libre:     | 0,3086                          |                | mgal. / m.  |
| (16) Correc. total por Aire Libre (mgal.): | 1,18                            |                | mgal.       |
| (17) G. calculada en Local gravimetría:    | <b>980382,48</b>                |                | mgal.       |
| (18) Valor medio L&R (G medida):           | <b>13479,33</b>                 |                | mgal.       |
| (19) Offset en L&R                         | <b>966903,15</b>                |                | mgal.       |

## Reseña gravimétrica de Punta Arenas

### Datos Geográficos:

Número de estación: DOD 0216-5 , WH 1019, IGB 51230 N

Latitud: 53° 09.5' S

Longitud: 70° 54.0' W

Altitud (m): 32.9 m.

### Datos Gravimétricos:

Gravedad Observada (miligales): 981320,81

Fecha de observación: 01/07/1973

Error Medio Cuadrático (miligales): 0.0

Reconocimiento: Clavo de bronce al pie de las escaleras del antiguo edificio administrativo del Puerto de Magallanes (Punta Arenas).

### Observaciones:

Ninguna.

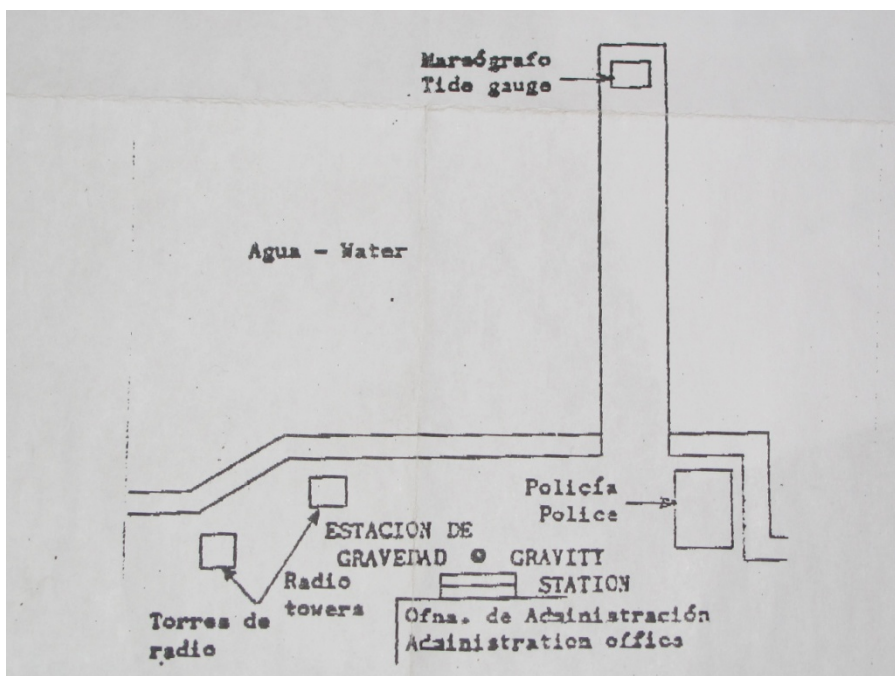


Figura 42. Esquema de la base que aparece en la reseña.

## Hoja de calibración de la base de Punta arenas

| <b>HOJA DE CALIBRACIÓN</b>                        |  |                       |                    |
|---|--|-----------------------|--------------------|
| <b>GRAVÍMETRO:</b>                                | L&R S142   |                       |                    |
| <b>BUQUE:</b>                                     | Sarmiento de Gamboa  |                       |                    |
| <b>Fecha:</b>                                     | 11/02/19   | <b>Hora:</b>          | 13:30              |
| <b>Referencia BASE:</b>                           | DOD 0216-5 , WH 1019, IGB 51230 N                                  |                       |                    |
| <b>Localización BASE:</b>                         | Oficina de Administración Portuaria. Puerto de Punta Arenas. Chile |                       |                    |
| <b>Localización SdG</b>                           | Muelle de Punta Arenas   |                       |                    |
| <b>Campaña:</b>                                   | BravoSeis  |                       |                    |
| <b>Operador / es:</b>                             | Héctor Sánchez   |                       |                    |
| <b>Gravímetro portátil:</b>                       | Scintrex CG5   |                       |                    |
| <b>(0) Valor BASE (mgal):</b>                     | <b>981320,81</b>   |                       |                    |
| <b>Medidas</b>                                    | <b>Hora GMT</b>  | <b>Lectura (div.)</b> | <b>Altura (m.)</b> |
| (1) SdG 1   | 13:34  | 5491,69               | 3,94               |
| (2) BASE1   | 13:49  | 5492,44               |                    |
| (3) SdG2  | 14:02  | 5491,491              | 4,09               |
| (4) BASE2   | 14:14  | 5492,324              |                    |
| (5) SdG3  | 14:26  | 5491,115              | 4,11               |
| <b>Núm medidas BASE</b>                           | 2  |                       |                    |
| <b>Núm. medidas SdG</b>                           | 3  |                       |                    |
| <b>(6) Valor medio en SdG:</b>                    |  | <b>5491,43</b>        | div.               |
| <b>(7) Valor medio en BASE:</b>                   |  | <b>5492,38</b>        | div.               |
| <b>(8) Diferencia medias (6)-(7):</b>             |  | <b>-0,95</b>          | div.               |
| <b>(11) G<sub>muelle</sub> (mgal):</b>            |  | <b>981319,8578</b>    | mgal.              |
| <b>(12) Altura del muelle (m.):</b>               |  | <b>4,05</b>           | m.                 |
| <b>(13) Distancia Gravim a linea flotación:</b>   |  | <b>-0,5</b>           | m.                 |
| <b>(14) Distancia total:</b>                      |  | <b>3,55</b>           | m.                 |
| <b>(15) Cte. por correcc. por Aire Libre:</b>     |  | <b>0,3086</b>         | mgal. / m.         |
| <b>(16) Correc. total por Aire Libre (mgal.):</b> |  | <b>1,09</b>           | mgal.              |
| <b>(17) G. calculada en Local gravimetría:</b>    |  | <b>981320,95</b>      | mgal.              |
| <b>(18) Valor medio L&amp;R (G medida):</b>       |  | <b>14109,29</b>       | mgal.              |
| <b>(19) Offset en L&amp;R</b>                     |  | <b>967211,67</b>      | mgal.              |

## 4.10 Sistema de Navegación EIVA

### Descripción

El sistema de navegación EIVA consta de un ordenador con S.O. Windows, los datos de los diferentes sensores le llegan vía Ethernet y serie. Con estos datos y un software específico, el programa genera una representación georreferenciada de la posición del barco y crea una serie de telegramas que alimentan a diferentes sistemas e instrumentos.

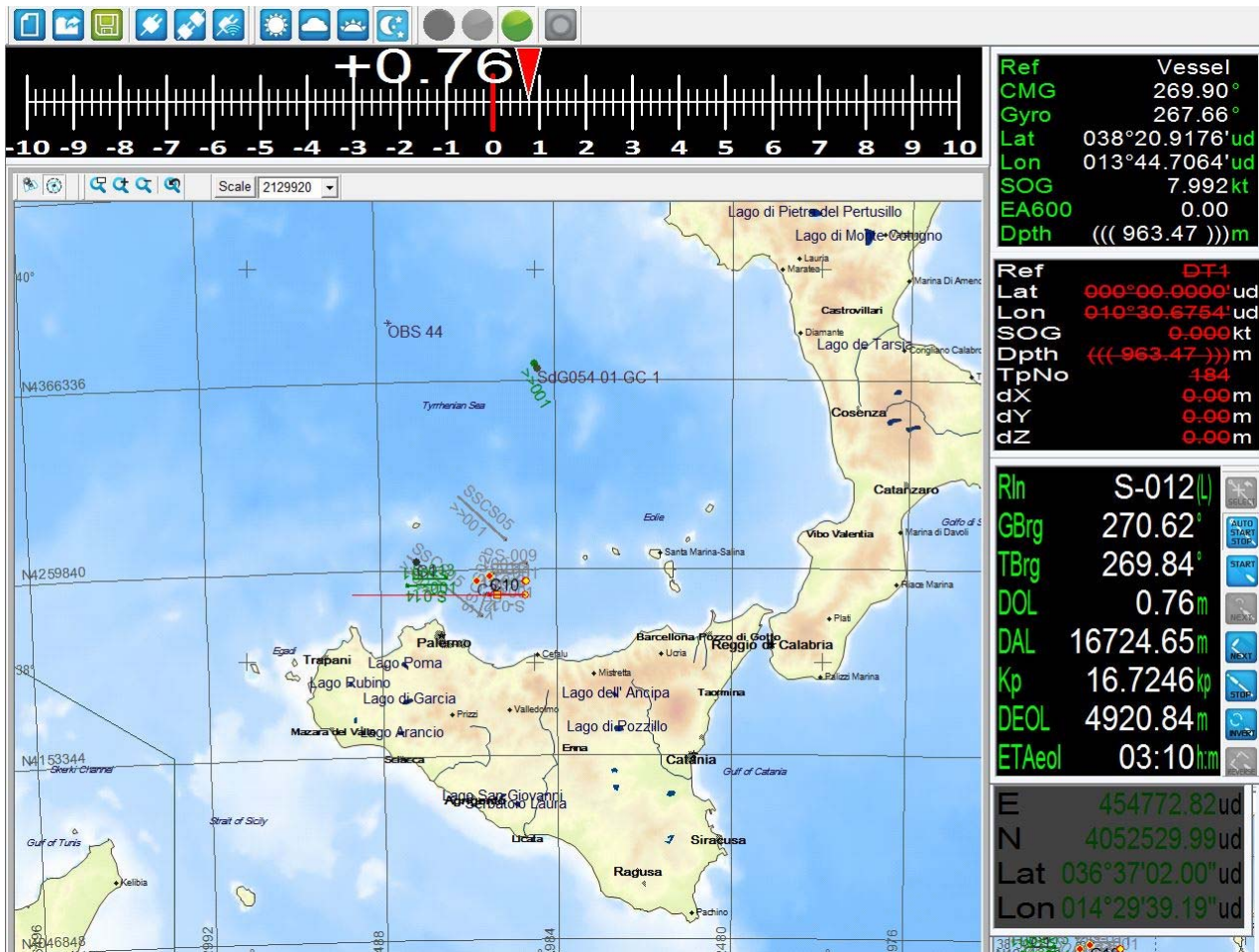


Figura 43. Esquema Imagen del navegador Eiva, concretamente el módulo Helmsman.

Los sensores de entrada son los siguientes:

| DATO     | PUERTO | SENSOR      | COMUNICACION                    |
|----------|--------|-------------|---------------------------------|
| Posición | COM 4  | GPS Ashtech | 9600, 8, N, 1                   |
| Gyro     | COM 3  | POS-MV      | 4800, 8, N, 1                   |
| Motion   | UDP/IP | POS-MV      | Port:8602 Addr:<br>127.0.0.1    |
| USBL     | UDP/IP | Posidonia   | Port:2500 Addr:<br>192.168.3.78 |

El programa recoge todos los datos de los sensores que le llegan por los diferentes puertos y los representa en pantalla, sobre un sistema geodésico elegido anteriormente.

Para facilitar la navegación, en el puente hay un monitor repetidor del navegador. En esta campaña se instaló un Eiva “cliente”, a partir del Eiva de los equipos sísmicos. De este modo, los oficiales del puente tienen la facilidad de cargar y seleccionar líneas, ampliar o alejar la pantalla a su antojo, etc.

## Incidencias

---

Durante toda la campaña se trabajó con proyección UTM 21S.

No hubo ninguna incidencia.

## 5. TELEMÁTICA

### 5.1 Introducción

Durante la campaña se han utilizado los recursos de la red informática del buque para la adquisición y el almacenamiento de datos, la edición e impresión de documentos, el primer procesado de los datos y el servicio de correo electrónico.

El Sistema Informático del buque cuenta con los siguientes servidores:

- **TABLERO**:..... Servidor de Virtualización con los sistemas: Mero, Dorada y Merluza.
- **MERO**:..... Sistema ZENTYAL Virtualizado en TABLERO para VPN, QoS, Firewall, DNS, NTOP.
- **DORADA**:..... Sistema Virtualizado para la Intranet, RTP.
- **MERLUZA**:..... Futuro Sistema Virtualizado para el SADO.
- **SEPIA**:..... Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos (SADO) Principal.
- **NTOP**:..... Visualización de tráfico de red en Mero.
- **DATOS**:..... NAS de Datos de Campaña.
- **TRABAJO**:..... NAS con ficheros del: Capitán, Cocina, Máquinas, Puente, Tripulación y la UTM.
- **BIGBROTHER**:..... Servidor de cámaras.
- **CÁMARAS**:..... Acceso a Cámaras y DataTurbine
- **NTPO**:..... Servidor de tiempo 1.
- **NTP1**:..... Servidor de tiempo 2.
- **ALDRISI**:..... SADO de Respaldo, DataTurbine, GIS, WebGUMPII y Web Eventos.
- **CONTROL-LEDS**:..... Servidor de control de los paneles led.
- **ROUTER-4G**:..... Servidor de salida a internet vía 3G.

Para acceder a Internet se dispone de 3 PCs de usuario en la Sala de Informática y Procesado. Se han conectado todos los portátiles a la red del barco usando el servicio DHCP que asigna direcciones a estos equipos de manera automática, salvo configuraciones manuales requeridas para el Jefe Científico.

Para la impresión se ha dispuesto de 7 impresoras y un plotter:

- **Color-Info:**..... HP LaserJet Pro 400 Color MFP m475dw, en la sala de informática y procesado.
- **Plotter:**..... HP DesignJet 500 Plus, sito en la sala de informática y procesado.
- **Color-Puente:**.... HP Color LaserJet 2840, en la oficina del puente.
- **Fax-Puente:**..... BROTHER MFC-490CW, en la oficina del puente.
- **B/N-Puente:**..... HP LaserJet 1018, en la oficina del puente.
- **Puente:**..... OKI Microline 280 Elite, en el puente.
- **Multifunción:**.... HP OfficeJet J4680, en el camarote del Capitán.

Los datos adquiridos por el Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos (S.A.D.O.), se almacenan en:

[\\sado\datos\instrumentos\CHIANTI\](#)

Los Datos adquiridos por los instrumentos y los Metadatos generados se almacenan en:

[\\datos\datos\CHIANTI-1\](#)

El espacio colaborativo común para informes, papers, etc de los científicos, está en:

[\\datos\cientificos\CHIANTI\](#)

Al final de la campaña de todos estos datos se realizan 2 copias, una que se entrega al Jefe Científico, y otra copia para la UTM, esta copia queda claramente etiquetada y bajo llave en nuestros armarios de la sala de informática del Sarmiento a la espera de que se lleve a Barcelona.

Posteriormente y antes de comenzar la siguiente campaña, se borran TODOS los datos de esta campaña de:

[\\datos\instrumentos\CHIANTI\](#) igualmente se borran todos los informes y ficheros de:  
[\\datos\cientificos\CHIANTI\](#)

## 5.2 Sistema de Comunicaciones de Banda Ancha en el Sarmiento de Gamboa

### 5.2.1 Descripción del sistema. Introducción.

Desde Abril de 2008, el BO Sarmiento de Gamboa cuenta con un enlace de datos de “banda ancha” vía satélite con capacidad de conexión a redes IP (Internet) y con cuatro líneas de voz de alta calidad (3 de voz y 1 de fax).

Dicho enlace se realiza a través de un terminal VSAT (Very Small Aperture Terminal) que permite enlazar con los satélites geoestacionarios de telecomunicaciones de la red Seamobile. Dichos satélites geoestacionarios poseen una órbita circular, en el plano ecuatorial a una altura de 35786 km, de periodo igual al de rotación de la tierra por lo que se les ve siempre en la misma posición. Su disposición orbital y la de las estaciones en tierra, que los enlazan con las redes de comunicaciones terrestres, proporcionan cobertura global en todo el planeta a excepción de las zonas polares (su cobertura eficaz está entre 70º N y 70º S).

El terminal del buque emplea la tecnología de banda C, en la que se emplean frecuencias 5,925 - 6,425 GHz para el enlace del satélite a tierra y 3,7 – 4,2 GHz para el sentido contrario.

La antena del terminal, de 2.4 m de diámetro, permite alcanzar tasas de transmisión de datos cercanas a los 5 Mbs (Megabits por segundo) en un escenario de cobertura global.

A diferencia de las conexiones vía satélite Inmarsat, utilizadas hasta ahora en el buque, el terminal de banda C proporciona mayor capacidad de transmisión de datos, no sólo porque nominalmente es capaz de transmitir datos a mayor velocidad si no porque dicha tasa está garantizada bajo contrato con un mínimo establecido. En las conexiones Inmarsat todos los buques situados en una misma zona deben “competir” por el enlace de satélite, mientras que para las conexiones VSAT se establecen canales de comunicación exclusivos.

Las comunicaciones VSAT se suelen contratar con una tarifa plana para periodos de uno a tres años, por lo que a pesar de su elevado coste es hoy en día el sistema más eficaz y económico para establecer conexiones de banda ancha permanentes a terminales remotos (buque).

En general las prestaciones de las comunicaciones satélites son inferiores a las conexiones de banda ancha terrestres (de las que disfrutamos en casa o en nuestros centros de trabajo). Las comunicaciones vía satélite, y en especial las instaladas en buques, tienen algunas características singulares que hay que tener en cuenta para valorar su potencial real.

En primer lugar está el retardo que introduce la transmisión de la señal al viajar tan grandes distancias. Con 36.000 km de altura orbital, la señal ha de recorrer como mínimo 72.000 km, lo cual supone un retardo de 250 milisegundos. En algunos casos estos retardos pueden suponer un serio inconveniente, degradando de forma apreciable el rendimiento de los enlaces si los protocolos de comunicaciones empleados no están preparados para asumirlos. A priori no podemos esperar que las aplicaciones de red que acostumbramos a usar en el entorno terrestre funcionen con la misma agilidad usando enlace satélite.

En segundo lugar está el movimiento natural del buque. Puesto que utilizamos satélites geoestacionarios nuestra antena debe estar en continuo movimiento para “enfocar” siempre al satélite que permanece aparentemente inmóvil, compensando todos los movimientos del buque y su continuo cambio de emplazamiento. Las condiciones de mala mar y/o un equilibrado defectuoso de la antena pueden disminuir mucho la calidad de las transmisiones y de la vida útil del sistema.

Finalmente las interferencias electromagnéticas de otros equipos electrónicos empleados en el buque (radares y equipos de radio de elevada potencia) y los obstáculos físicos interpuestos en la línea de visión de la antena al satélite (chimeneas, mástiles, etc.) también pueden reducir sensiblemente la calidad de las transmisiones o hacerlas inoperativas.

## 5.2.2 El equipo del BO Sarmiento.

El VSAT del BO Sarmiento es un equipo ensamblado por la empresa Seamobile (líder mundial en comunicaciones VSAT marinas) y la empresa española ERZIASAT (quien ha realizado la ingeniería de integración del sistema al buque). La antena, de la marca SeaTel, posee un ródomo de 4m de diámetro y un peso de 800Kg.

El conjunto ha sido dimensionado para poder establecer enlaces simétricos de hasta 5Mbps (el mismo ancho de banda de bajada que de subida al satélite) aunque el contrato de comunicaciones que se ha establecido sobre un ancho de banda garantizado de 256 Kbps con el doble en ráfaga. El coste de dicho enlace es de aproximadamente 60.000 € anuales.

La simetría del enlace es ideal para enviar datos en tiempo real de los parámetros de propósito general (posición, meteorología, características físicas/químicas del agua del mar) a los centros de investigación en tierra, permitiendo un seguimiento al segundo del transcurso de una campaña.

Dicha simetría también garantiza una calidad mínima para el establecimiento de llamadas de telefonía IP, videoconferencia o “video streaming” (siempre dentro de unos límites razonables en cuanto al tamaño del video enviado).

Aún con todas las ventajas y garantías de calidad del enlace, es necesario establecer una política de gestión para hacer un uso óptimo del mismo y para evitar al máximo situaciones que pongan en riesgo la seguridad de los sistemas informáticos y de adquisición de datos del buque.

Los escenarios de uso que se detallan a continuación son el fruto de la reflexión técnica sobre estos aspectos y no serán modificados a petición en el transcurso de una campaña.

## 5.2.3 Acceso a Internet.

La conexión de banda ancha permite el acceso permanente desde el buque a redes que trabajen con protocolos IP -Internet. Por motivos de seguridad y eficiencia dicho acceso se ha limitado a ciertos equipos, que disponen de un emplazamiento fijo, una configuración controlada y una funcionalidad que precisa dicha conexión.

El resto de ordenadores del buque solo accederán a Internet cuando el buque esté en un puerto nacional a través de la conexión de telefonía móvil 3G.

**El uso y las limitaciones previstas para estos puestos con conexión IP es el siguiente:**

- Conexión a servidores de los centros de investigación con el fin de recibir/enviar datos (protocolos scp, sftp,...) y consultar bases de datos (bibliográficas, meteorológicas, oceanográficas, geofísicas, etc).
- Navegación por sitios Web. Se excluye la descarga/subida de contenidos multimedia (videos, música, presentaciones) de sitios no relacionados con la actividad científico/técnica que se desarrolle en el buque. Expresamente se deshabilitan en el cortafuegos el acceso a sitios de intercambio de contenidos tipo P2P y sitios chat.

## 5.2.4 Intranet del Buque.

Se ofrecen diversos servicios a través de la Intranet del buque, como son:

- Información general del Buque.
- Visualización de datos de Navegación, Estación meteorológica, Termosalinómetro.
- Graficas de adquisición en tiempo real (RDV).
- Herramienta de extracción de datos y generación de mapas de navegación en PDF, KMZ, KML.



Figura 44. Interface de página de acceso a la intranet del barco.



## 5.2.5 Puntos de Acceso Wi-Fi.

---

Existen diversos puntos de acceso Wí-Fi a la red del Buque, dichos accesos sirven durante las campañas tanto para la conexión a la red interna del buque, como para el servicio de Whatsapp. En puertos nacionales a través de dichos puntos de acceso también es posible la conexión a Internet a través de la red 3G. Los SSID de los A.P. son:

- puente
- tripulación
- científicos
- técnicos
- laboratorio
- cocina
- salaTV
- reuniones

## 5.2.6 Acceso a la red de la UTM en el CMIMA

---

Otra de las características de la conexión del buque es que permite enlazar la red de área local de abordaje con los recursos de red que la UTM tiene en su centro de Barcelona (situado en el Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales) mediante lo que se denomina Red Privada Virtual o VPN.

Este enlace que se establece mediante protocolos de red seguros (IPSec) permite entre otras cosas lo siguiente:

- Realizar copias de seguridad de datos en los servidores de la UTM
- Envío en tiempo real de datos. Monitorizar desde la sede de Barcelona los parámetros de propósito general de los sistemas de adquisición del buque. Acceso desde cualquier punto de Internet a la visualización en tiempo real de un conjunto escogido de dichos parámetros.
- Sincronizar las bases de datos de los sistemas de trabajo corporativo y difusión pública de la UTM con el segmento embarcado de dichos sistemas (página web, sistema de documentación, sistema de gestión de flotas, etc.)
- Acceso remoto a los sistemas informáticos del buque desde la sede de Barcelona. Lo que permite la tele-asistencia en caso de avería, problema o configuración de la mayoría de equipos embarcados críticos.
- Establecer enlaces de voz y video sobre IP, sin ningún coste añadido con la sede de la UTM en Barcelona Por motivos de seguridad y operatividad el acceso a la VPN se ha limitado a los 5 servidores y a los dos puestos de administración de red. Así mismo en Barcelona solo un reducido y escogido conjunto de maquinas tiene acceso a la red del buque.

## 5.2.7 Telefonía

---

Adicionalmente a la conexión de datos, el sistema de banda ancha del buque proporciona tres líneas de voz analógicas y una de fax (ver Figura Anexo).

Estas líneas de telefonía están enlazadas con la centralita de extensiones telefónicas internas del buque distribuyéndose de la siguiente manera:

- Núm. 942 01 63 01 (voz). Extensión 128 localizada en el laboratorio de procesado / informática
- Núm. 942 01 63 03 (voz). Extensión 213 localizada en el camarote del capitán
- Núm. 942 01 63 02 (voz). Extensión 210 localizada en el camarote del jefe técnico

- Núm. 942 01 63 04 (voz/fax). Extensión 101 localizada en el local/oficina radio en puente

El número de teléfono oficial del buque será el **942 01 63 01**. Cuando se llame a este número sonará por primera vez en el laboratorio pero si a los cuatro tonos no se ha descolgado el aparato, sonará a la vez en las demás extensiones (puente, capitán, jefe técnico). El motivo de enlazar el número principal con el laboratorio es el de mantener libre lo máximo posible las extensiones del puente y la del capitán, pues se usan como medio de comunicación entre el puente y máquinas o las demás partes estratégicas del buque.

Se dispone además de un conjunto de 5 terminales de telefonía analógica/IP inalámbricos, enlazados con la extensión 128 (al número 942 01 63 01) mediante una centralita IP.

Con estos terminales podemos hacer lo siguiente:

- Establecer/Recibir llamadas IP (sin coste adicional) con la sede de la UTM en Barcelona
- Establecer/Recibir llamadas analógicas con cualquier teléfono de la red mundial de telefonía conmutada.
- Establecer/Recibir llamadas a una extensión interna del buque
- Establecen/Recibir llamadas entre cualquiera de los 5 terminales inalámbricos.

Los números de voz poseen la numeración de Barcelona, por lo que llamar al buque desde España tiene el coste de una llamada nacional. Las llamadas salientes realizadas desde el buque tienen un coste de 0.5 € minuto.

## 5.3 Resumen de actividades

- Al inicio de campaña se mantiene una reunión con los científicos indicando las normas de funcionamiento de la red informática a bordo, incidiendo especialmente en el uso de la telefonía, priorizando las llamadas entrantes a las salientes. También se les explica la puesta en marcha de un sistema de creación de Metadatos que acompañarán al informe de campaña y a las actividades y equipos desplegados en la misma y se les explica su funcionamiento, aleccionándoles para que ellos mismos se encarguen de ir introduciendo los mismos.
- Se cuelga en el mamparo de la sala de informática un dossier con los servicios que ofrece el Dpto.TIC en castellano e inglés, así como la forma de actuar y marcación a realizar con las llamadas de telefonía.
- Se ayuda en las instalaciones y configuraciones de algunos de los equipos que los científicos traen a bordo.
- Se ayuda con la conexión de algunos usuarios de móviles a los AP del barco para su salida por Whatsapp.
- Se configura la red e impresoras a los portátiles de los científicos que no lo pueden conseguir por sus propios medios.
- Se vigila diariamente que la adquisición e integración de los datos del SADO se realiza correctamente.
- Se vigila periódicamente el estado de los servidores y la conexión y tráfico del enlace V-SAT.
- Se configura el acceso a internet del portátil del Jefe Científico.
- Se proporciona apoyo informático al resto de los departamentos de la UTM embarcados para la campaña.
- Se establecen las copias programadas del SADO con el Software SyncBack en uno de los PCs TIC para que estos datos estén al alcance de los científicos en las carpetas habituales indicadas en la reunión inicial de campaña mantenida con ellos. Igualmente se programa una copia de los datos del XBT mapeando la carpeta compartida del Hydrosync en el PC (tic-windows) y volcando los datos a la carpeta

- correspondiente en Instrumentos, esto mismo también se realiza con los datos del equipo del Magnetómetro.
- Durante el transcurso de la campaña se generan múltiples ficheros .gpx con el OpenCPN de las derrotas y puntos de trabajo. De la misma forma se generan ficheros .kml y .kmz parciales, imágenes del G. Earth y OpenCPN, Gráficas de la Navegación y Meteo, poniendo todo ello a disposición de los científicos.
  - Se instala en 3 portátiles de los científicos el Software de navegación: OpenCPN y se configura para que tengan a su disposición datos de posicionamiento, derrotas y estaciones de trabajo que se comparten con los ficheros .gpx anteriormente mencionados.
  - A petición de los científicos del proyecto ORCA se realizan dos copias de datos vía ssh, una situada en el directorio: /media/pen/TRISTAN/done/ y la otra de ~/antatida2018. Ambas se copian en uno disco duro que se lleva Juan José Blanco Avalos y también se deja una copia en uno de nuestros discos duros con datos de otras campañas.
  - Se restablece el software de escaneo en la impresora Samsung de la oficina del puente pues no estaba operativa dicha opción.
  - Se baja al máximo la densidad de Impresión, en todos sus colores, en la impresora del Puente y en la de la Sala Informática (Ambas son idénticas: HP Laserjet 400 colorMFP M475dw) para el ahorro de tinta.
  - Se termina el rollo de papel del plotter por lo que se procede a cambiarlo. No quedan más rollos para reponer por lo que habrá que comprar más a la llegada a Vigo.
  - Se instala y configura en el portátil de un científico norteamericano las Guest Additions de VirtualBox para la utilización de una carpeta compartida entre su Mac y un sistema Ubuntu Virtualizado.
  - Se realiza el cierre de los Metadatos de la campaña una vez atracado el barco en puerto quedando integrados los datos del SADO así como los introducidos por los científicos.
  - Se crean accesos directos y mapeos de los recursos de red en los portátiles y ordenadores tanto de los científicos como de los miembros de la tripulación que lo requieren.
  - Se habilita temporalmente en varias ocasiones el acceso vía Teamviewer al PC de Janus para que operen remotamente.
  - Una vez sustituida la Raspberry pues vino en un principio en mal estado, se procede a la instalación del S.O. (Rábian, por ser el más óptimo para estos dispositivos), se actualiza el sistema, se desinstala el software no necesario que trae por defecto, se cambia el nombre del Host por: **rpmainlab** , Usuario por defecto: **pi** contraseña: **rasberry** , se desactiva el salvapantallas, se configura el VNC para visualizarla desde cualquier equipo con un VNC Cliente: **192.168.3.211:5900** Password: **123456** y se procede a la instalación del OpenCPN, también a su configuración para que adquiera los datos de posicionamiento, profundidad, viento, etc. Finalizando con la instalación de cartas de navegación para disponer de más información en su visualización. Se configura el sistema para que el OpenCPN arranque al iniciarse este. Dado que se dispone de toda la derrota y puntos de interés de la campaña en otros sistemas idénticos, se exporta dicho fichero y se importa en el nuevo para disponer de esa información. La nueva Raspberry se instala en el Laboratorio principal, para ello se usa la IP de una de las pletinas Axel que no estaba ofreciendo buen rendimiento, pues se ralentizaba mucho. Dicha IP es la: **192.168.3.211** (se modifica el nombre en el DNS) y se aprovecha la antigua TV (Marca: SANYO) para su visualización. Dicha TV se trunca sobre la mesa y queda conectada por HDMI, su resolución es de 1280 x 720, por lo que se ve demasiado grande todo, se trata de cambiar a una resolución mayor, pero no es posible dada la antigüedad de la misma. En el caso de que la TV finalice su periodo de vida, aún está instalado el monitor sobre ella para un uso temporal. Lo ideal sería poder comprar una TV como las adquiridas en la Sala Informática (dado que son económicas) para ofrecer con más garantías y mejor rendimiento la misma visualización de datos pues es una zona de muy alta actividad y en la que se necesita de esa información, y que esta se ofrezca preferiblemente en un formato de TV grande como las ya citadas, y no en monitores minúsculos. Quedaría pendiente esta tarea a futuro en caso de aprobarse dicha adquisición.



Foto 15. Visualización OpenCTN

- Se actualizan y se imprimen los esquemas de red que tenemos a disposición de nuestro Dpto.(TIC), los situados en nuestro puesto de trabajo.
- Se vuelve a dejar como estaba en un principio, el puerto: 6002 (Meteo) en el fichero: **rtp.sh** del rtp.
- Se procede a la grabación de todos los datos de la campaña en varios discos duros. Una copia se le entrega al Jefe Científico, y la copia para la UTM queda en un HD de 3,5" con la etiqueta: **BRAVOSEIS2**. Igualmente, en este disco se realizan las dos copias requeridas de datos del instrumento llamado: TRISTAN (Proyecto ORCA) claramente etiquetadas. Dicho HD queda en custodia bajo llave en los armarios de la sala Informática hasta su entrega en Barcelona.
- Se realizan varias grabaciones que posteriormente se subirán al Drive (Documentación), de la entrada y salida del Sarmiento en la isla *Decepción* en modo Time-Lapse para uso / divulgación de la Unidad.

Una vez se van los científicos y varios días antes del comienzo de la siguiente campaña se procede al borrado de todos los datos de esta campaña

## 6. INCIDENCIAS

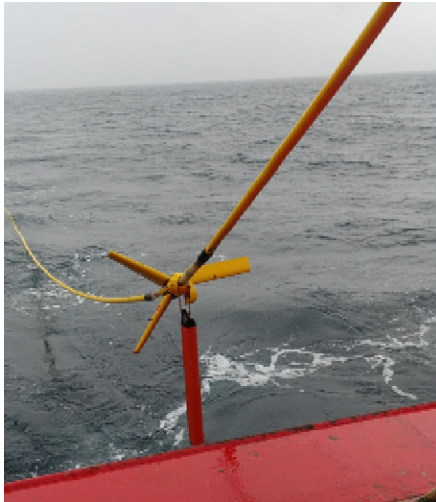
### 6.1 Incidencias generales (Parte Sísmica)#

El nuevo sistema de navegación ha registrado correctamente todos los datos de posicionamiento, generando correctamente los archivos **P2/UKOOA**, los cuales se han procesado con el software GemoetisMX (ajustando los offsets a los reales, filtrando e interpolando cuando fuese necesario, los valores de profundidad del barco, rumbo de los compases y profundidad de los bird) para generar finalmente los archivos **P1/UKOOA**.

Se produjeron frecuentes roturas en las líneas de aire del clúster de 250cuin cuando la fuente estaba a 5m. En el futuro, se recomienda evitar utilizar este tipo de cañones a esa profundidad.

En los giros a babor y en situaciones de viento moderado y fuerte se produjeron tres enganches entre el streamer y los cañones, a pesar del pequeño radio de giro del barco. Se procuró planificar el sondeo priorizando los giros a estribor y se acercaron los cañones durante los giros a babor para minimizar en lo posible el riesgo de enganche.

Debido a las condiciones límite ocurridas durante la adquisición, con vientos de 25 nudos y rachas de 30, dos de los compases se soltaron de las abrazaderas, perdiéndose en ese momento su comunicación y por tanto sus medidas de rumbo. Uno de ellos, al quedar colgando del cabo de seguridad, llegó a dañar las dos alas del bird más próximo. Esto provocó la incapacidad del bird para mantener la profundidad deseada, tendiendo a hundirse. Se recogió el streamer y se recuperaron todos los elementos, si bien para el siguiente despliegue hubo que reemplazar las alas dañadas.



Fotos 16 y 17. Compás suelto y daño provocado en las alas del bird

Tras el primer despliegue se comprobó que las primeras secciones del streamer tenían tendencia a hundirse, haciendo que el primer bird trabajase constantemente para mantenerlo a la profundidad deseada. En el siguiente despliegue se decidió quitar todos los pesos de lastrado de las 4 primeras secciones, con un resultado óptimo.

La inesperada presencia de un gran iceberg y abundantes trozos de hielo desprendidos por él impidieron el levantamiento sísmico en una de las áreas de interés, en concreto el área central del rift. Este hecho obligó al buque a rodear dicha zona para proseguir el sondeo una vez evitado el peligro de colisión/enganche y provocando la consiguiente pérdida de tiempo. Al tratarse este rodeo de una distancia de consideración (unas 20 millas) se decidió ir disparando y registrando datos.

Antes de terminar la campaña el equipo científico decidió navegar de nuevo hacia la zona que no se pudo sondear previamente con la esperanza de que el gran bloque se hubiera desplazado y nos permitiese realizar alguna de las líneas planeadas en esa zona. Lamentablemente el gran iceberg seguía en la zona imposibilitando así los trabajos, sacrificándose así de nuevo varias horas de sondeo.



Foto 18. Iceberg y escombros en el radar

A nivel informático, en lo que respecta a los equipos de adquisición sísmica, únicamente se produjo alguna situación aislada en la que el programa en cuestión se quedó colgado, solucionándose rápidamente con el reinicio del equipo. En los casos en que afectó al propio sistema de navegación tuvo como consecuencia que, tras el reinicio, se produce un miss match entre el número de shot y el número del segd registrado por el sistema de adquisición. Esto fue luego corregido durante el procesado del UKOOA P2, de manera que el número del shot del sistema de navegación que aparece en el UKOOA P1 ya coincide con el número del segd correspondiente. De esa forma cuando se aplique la geometría durante el procesado se puede hacer el match por número de shot de manera inequívoca.

La estación de trabajo PROMAX necesitó reiniciarse a menudo y resultó casi imposible acceder directamente a los datos de NAS desde ella. Se recomienda una revisión y un actualizado de la misma a una versión más moderna y estable.

## 6.2 Incidencias generales (Parte Acústica)#

Ver sección de este Departamento.

## 6.3 Incidencias generales (Parte Telemática)

Se restablecen los drivers de los Hubs USB de los PCs de Usuario de la sala informática. En ocasiones, bien porque no se desmontan bien los USB o por motivos varios el sistema no reconoce bien estos Hubs que están sobre las mesas (debajo de las pantallas) Con un reinicio o restableciendo el driver desde el administrador de dispositivos, estos vuelven a quedar operativos. Dado el carácter tan repetitivo de estos fallos, sería muy recomendable adquirir otros hubs que no reporten tantos problemas a los usuarios.

El mecanismo de corte automático de hoja del Plotter no funciona. Se ha quedado introducido en el lado interior izquierdo del mismo. Al finalizar las impresiones se tiene que cortar la hoja manualmente con un cúter, se usa el de la caja de herramientas pues está más afilada la hoja y facilita esta labor. Se tendrá que subsanar esta incidencia a la llegada a puerto en Vigo.

Durante el transcurso de la campaña la conexión a Internet ha sufrido de múltiples cortes, se trata de que sea mínimo el impacto en tiempo de cara a los usuarios cambiando manualmente el satélite al que debe apuntar para estar en línea. Se observa a lo largo de los días que estos cortes son prácticamente predecibles en rumbos de entre 160º y 180º. En ellos, a pesar de disponer de transmisión y recepción el sistema no entra en red, por lo que la conexión no se establece hasta que se toma una nueva derrota.

Se reinstalan los drivers de la impresora de HP de la oficina del puente pues no escaneaba desde el PC de dicha localización.

La impresora de la sala de Informática se queda bloqueada en varias ocasiones al realizar impresiones. Se tiene que apagar a botón y volver a iniciar para continuar las tareas.

El SAI marca: SALICRU sito debajo del que da servicio al rack del V-SAT indica: **Error de Cableado**. Sería necesario, dado que es el más viejo en el sistema, renovarlo para disponer de un respeto como así ha estado siendo en los últimos años. Días más tarde desaparece la alarma.

El Maxsea del puente sufre problemas, en un principio presenta una desconfiguración en su resolución grafica después de un reinicio del sistema por un Blackout, se trata de volver a dejar la configuración inicial pero ninguna es la optima, se reinicia el equipo y continua con el mismo problema. Se prueba con su salida DVI y se consiguen una resolución y visualización optimas, pero tras unos segundos el equipo se apaga, se prueba varias veces y el proceso se repite. Se observa en la BIOS que la temperatura de la CPU supera los 80º C y tras ello el equipo se apaga, con lo cual se abre y se comprueba que uno de los



ventiladores de 8 cms de la caja está totalmente rígido, y el ventilador y disipador del procesador está suelto en varias de sus esquinas por la rotura de las pestañas que lo sujetan a la placa (ver foto), es por ello de los reinicios al calentarse en exceso. Se cambia el ventilador de 8 cms por uno nuevo y también el juego de disipador/ventilador del procesador. Una vez conectado y tras unos minutos observando la temperatura en la BIOS del sistema, esta permanece estable entorno a los 30º C.

Con las últimas actualizaciones de Windows 10 queda deshabilitado el protocolo SMB 1. Y algunos equipos científicos no consiguen conectarse a los recursos en red. Se habilita temporalmente esta versión del protocolo y se consigue dicho acceso sin problemas.

Foto 19. Ventilador y pestañas rotas

El NTP-1 sigue mostrando alarmas.

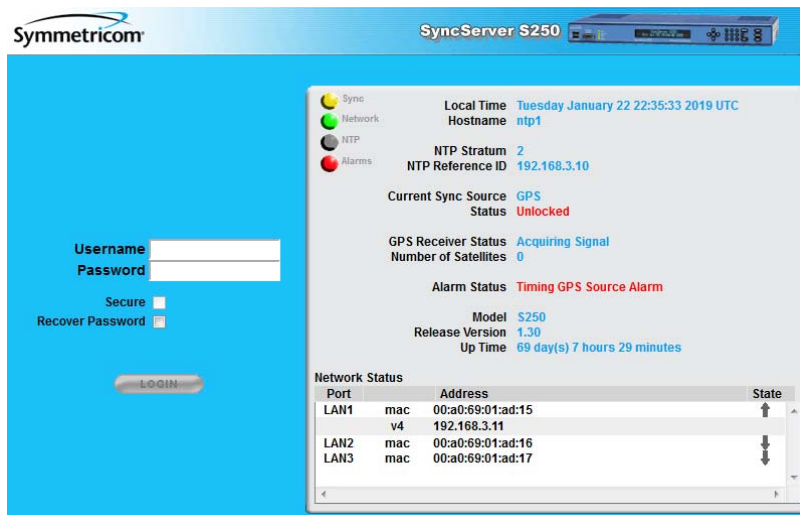


Foto 20. Alarma en el NTP

## 6.4 Incidencias generales (Parte Mecánica)#

Múltiples roturas líneas de aire en clúster 250 cu.in, durante la primera fase reflexión. Se recomienda no trabajar con clúster de 250 a 5m, el mismo clúster a 7,5m trabaja mejor.

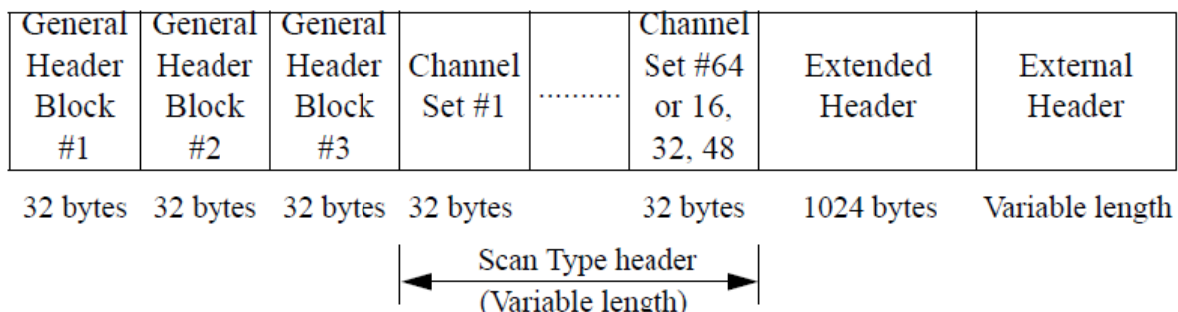
Se han cambiado 3 pigtaills por rotura.

Varias roturas cadena de unión entre Gunplates.

Múltiples problemas con el flotador del array de cañones, se recomienda estudiar un sistema diferente.

## 7. ANEXOS

### Anexo I. Cabecera SEG-D y formato SPECTRA.



#### General header block #1

| Byte No. | Value  | Fmt | Description  | Notes   |
|----------|--------|-----|--|---|
| 1 - 2    | XXXX   | bcd | Four-digit File number (0-9999)  | If file nb > 9999, set to FFFF and <i>Extended File Nb</i> is used. |
| 3 - 4    | 8058   | bcd | Format code (32 IEEE demultiplexed)                                      |   |
| 5 - 10   | X      |     | General constants  | 1 for 408UL<br>2 for SEAL   |
| 11       | XX     | bcd | Last two digits of Year (0-99)   |   |
| 12H      | 2      | bcd | Number of additional blocks in general header                            |   |
| 12L-13   | XXX    | bcd | Julian day, 3 digits (1-366)   |   |
| 14       | XX     | bcd | Hour of day (0-23)   |   |
| 15       | XX     | bcd | Minute of hour (0-59)  |   |
| 16       | XX     | bcd | Second of minute (0-59)  |   |
| 17       | 13     | bcd | Manufacturer's code  |   |
| 18-19    | 0      | bcd | Manufacturer's serial nb   |   |
| 20-22    | XXXXXX |     | Bytes per scan   | 000000non blocked record<br>100000blocked record                    |
| 23       | XX     | bcd | Base scan interval: 0.25 ms = 4 0.5 ms = 8 1 ms = 10 2 ms = 20 4 ms = 40 |   |
| 24H      | 0      |     | Polarity (untested)  |   |
| 24L-25   | 0      |     | Not used   |   |
| 26H      | X      | bcd | Record type: 8 = normal 2 = test record                                  |   |
| 26L-27   | FFF    |     | Record length (extended record length used)                              |   |
| 28       | 01     | bcd | Scan type per record   |   |
| 29       | XX     | bcd | Number of channel sets per record  | 16 for land operations. Variable for marine operations.             |
| 30       | 00     |     | Number of sample skew 32 byte extensions                                 |   |
| 31       | 32     | bcd | Extended header length   |   |
| 32       | XX     | bcd | External header length   | 32 for land operations. FF for marine operations.                   |



**General header block #2**

| Byte No. | Value  | Fmt | Description                                 | Notes   |
|----------|--------|-----|---|---|
| 1 - 3    | XXXXXX | bin | Expanded file number                        | 0-999999  |
| 4 - 5    | 0      |     | Extended Channel Sets/Scan Types (not used) |   |
| 6 - 7    | 0      |     | Extended header blocks (not used)           |   |
| 8 - 9    | XXXX   | bin | External header blocks                      | 0 for land operations (not used). Variable for marine operations. |
| 10       | 0      |     | Not used                                    |   |
| 11 - 12  | x.x    | bin | SEG-D Revision Number                       | 1.0   |
| 13 - 14  | 0      |     | Number of Blocks of General Trailer         |   |
| 15 - 17  | XXXXXX | bin | Extended Record Length (0-128000 ms)        |   |
| 18       | 0      |     | Not used                                    |   |
| 19       | 2      | bin | General Header Block Number                 |   |
| 21 - 22  | XXXX   | bin | Sequence Number                             | 0 if prior to Seal V5.1 Patch03.                                  |
| 23 - 32  | 0      |     | Not used                                    |   |

**General header block #3**

| Byte No. | Value    | Fmt | Description                      | Notes  |
|----------|----------|-----|----------------------------------|--|
| 1 - 3    | XXXXXX   |     | Expanded file number             |  |
| 4 - 8    | XXXXX.XX | bin | Source Line Number (0-99999.99)  | Defaults to HCI setup, or updated by navigation shooting or navigation system. |
| 9-13     | XXXXX.XX | bin | Source Point Number (0-99999.99) | Defaults to HCI setup, or updated by navigation shooting or navigation system. |
| 14       | XX       | bin | Source Point Index (1-9)         | Always 1 in marine operations  |
| 15       | 0        |     | Phase Control (not recorded)     |  |
| 16       | 0        |     | Vibrator Type (not recorded)     |  |
| 17-18    | 0        |     | Phase angle (not recorded)       |  |
| 19       | 3        | bin | General Header Block Number      |  |
| 20       | XX       | bin | Source Set Number                | Defaults to HCI setup, or updated by navigation shooting or navigation system. |
| 21 - 32  | 0        |     | Not used                         |  |

The message from the **SPECTRA navigation system** consists of a header followed by a message from the gun controller system. The format of the header is as follows:

| Definition        | Format                         | Description   |
|-------------------|--------------------------------|---|
| Header ID         | aa                             | '\$1' or '\$2'. '\$1' is default. If "-rstdiff <name>" command line argument is supplied, this field is changed to "\$2".   |
| Length            | nnnn                           | Length of header excluding this field and the 'Header ID' field   |
| Program Revision  | aaaa                           | '0001' or '0002' or '0003'  |
| Line Status       | nn                             | 01=Offline, 02=Approach, 03=Online, 04=Runout   |
| Shot Time:        | nn nn nn .nnnnnn<br>nnnn nn nn | Hours Minutes Seconds Microseconds (optional)<br>Year Month Day   |
| Time Ref          | aaa                            | 'UTC'   |
| Shot Number       | nnnnnn                         | 6 characters  |
| Line Name         | aaaaaaaaaaaaaaaa               | 16 characters   |
| Master Latitude   | nnnn.nnnnnn                    | In degrees  |
| Master Longitude  | nnnn.nnnnnn                    | In degrees  |
| Water Depth       | nnnn.n                         | In metres   |
| Source Latitude   | nnnn.nnnnnn                    | In degrees  |
| Source Longitude  | nnnn.nnnnnn                    | In degrees  |
| Master Gyro       | nnn.n                          | In degrees  |
| Master CMG        | nnn.n                          | In degrees  |
| Master Speed      | nn.n                           | In knots  |
| Vessel ID         | nnn                            | (if Rev. 3)   |
| Master Easting    | eeeeeeee.e                     | meters (11.1f)  |
| Master Northing   | nnnnnnnnn.n                    | meters (11.1f)  |
| Source Delta East | eeee.e                         | meters (7.1f)   |
| Source Delta Nrth | nnnnn.n                        | meters (7.1f)   |
| Line Bearing      | bbb.b                          | degrees (5.1f)  |
| Julian Day        | ddd                            |   |
| TB-Trigger Time   | nnnnn                          | Optional. If the "-rstdiff <name>" command line argument is supplied, this field contains the time difference between the Timebreak and the specified trigger time.<br>i.e. diff = (Trigger Time - Timebreak Time). The units are in integer millisecs. |

**Remote SPECTRA navigation message**

With the Remote SPECTRA navigation option, in addition to the message described previously the following message is supplied by the Spectra system:

| Definition       | Format  | Description   |
|------------------|---|---|
| Header ID        | aa  | '\$\$'  |
| Length           | nnnn  | Length of header excluding this field and the 'Header ID' field     |
| Spectra version  | nn.nn.nn.nn                                   | '09.08.03.01'   |
| Line Status      | nn  | 01=Offline, 02=Approach, 03=Online, 04=Runout                       |
| Shot Time:       | nn<br>nn<br>nn<br>.nnnnnn<br>nnnn<br>nn<br>nn | Hours<br>Minutes<br>Seconds<br>Microseconds<br>Year<br>Month<br>Day |
| Shot Number      | nnnnnn  |   |
| Line Name        | aaaaaaaaaaaaaaaa<br>a                         |   |
| Sequence Num-ber | nnnn  |   |
| Shots To Go      | nnnnnn  | Not available in initial version.                                   |

The table below shows how Header fields in the SEG D file are updated after interpreting the messages supplied by the Remote SPECTRA navigation system:

| SEG D Header Field  | Remote Spectra field copied to SEG D Header (if valid Remote Spectra message) | Default (if invalid Remote Spectra message) |
|---|---|---|
| Line Name (Extended Header block)                               | Line Name   | Line Name from Seal system                  |
| Sequence Number (Extended Header block)                         | Sequence Number   | Sequence Number from Seal system            |
| Source point number (general header block #3)                   | Shot number   | Shot Point from Seal system.                |
| Year julian day, hour, minute, seconds(general header block #1) | Shot time   | Day and time from Seal system.              |

# INFORME TÉCNICO

Campaña BRAVOSEIS. Enero-Febrero 2019



## Anexo II. OBSERVER LOGs (Anotaciones Sísmica)

| DATE       | UTC TIME | LINE  | SHOT GUNS | FILE SEG-D | GUNS VOLUME | STREAMER DEPTH | Shooting Interval | Record length  | REMARKS  |
|------------|----------|-------|-----------|------------|-------------|----------------|-------------------|--|--|
| 20/01/2019 | 23:30    |       |           |            |             |                |                   |  | Se inicia el despliegue del streamer.  |
|            | 00:15    |       |           |            |             |                |                   |  | Boya en el agua  |
|            | 02:53    |       |           |            |             |                |                   |  | Fin del deploy   |
|            | 03:07    |       |           |            |             |                |                   |  | Largando cañones   |
|            | 03:21    |       |           |            |             |                |                   |  | Cañones en el agua   |
|            | 05:12    |       |           |            |             |                |                   |  | Start SoftStart  |
|            | 05:52    |       |           |            |             |                |                   |  | Fin Softstart. Problemas con el cañon de estribor de la posición 4, no se sincroniza la señal. Se detecta además fuga en una línea de aire de los cañones.           |
|            | 05:54    | OR_01 | 100       | 101        | 1530 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |
|            | 06:02    |       | 122       | 122        | 1530 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL Se decide recoger y solucionar los problemas de los cañones.   |
|            | 11:16    |       |           |            |             |                |                   |  | Start SoftStart. Cambiamos los puertos de los cañones (uno por otro) en la posición 3.   |
|            | 11:45    |       |           |            |             |                |                   |  | End SoftStart  |
|            | 11:48    | OR_01 | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |
|            | 15:20    |       | 894       | 894        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL  |
| 15:30      |          |       |           |            |             |                |                   | Recogemos cañones porque se detecta fuga de aire. Había fuga de aire en un latiguillo del segundo cañon de la tercera posición)  |  |
| 17:44      |          |       |           |            |             |                |                   | Start SoftStart  |  |
| 18:17      |          |       |           |            |             |                |                   | Fin Softstart.   |  |
| 18:23      | OR_21    | 973   | 973       | 1780 cuin  | 5 m         | 37,5 m         | 14 sg             | SOL  |  |
| 22:23      |          | 100   | 101       | 1780 cuin  | 5 m         | 37,5 m         | 14 sg             | EOL  |  |
|            |          |       |           |            |             |                |                   | Durante el giro acercamos los cañones al barco porque al girar a babor evitamos que el streamer se ponga debajo de los cañones. Disparamos el cluster de 110 en modo warm para no hacer softstart. |  |
|            |          |       |           |            |             |                |                   | Apartir la línea Or_01 y Or_21 quitamos la declinación magnética del OYO y la introducimos en el TriggerFish. Valor 10.4. Recordar para el P1,90   |  |
| 21/01/2019 | 23:16    | OR_11 | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL. Durante los primeros shots bajamos el streamer para evitar tocar con dos hielos, lo bajamos a unos 8m   |
|            | 02:45    |       | 894       | 894        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL  |
|            | 03:12    | OR_05 | 892       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL Recuperamos unas vueltas de streamer para evitar que se hunda por caída de velocidad del barco 2,1 nudos   |
|            | 03:58    |       | 765       | 766        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL Paramos línea por fuga de aire en los cañones. Se recuperan para reparar avería.   |
|            |          |       |           |            |             |                |                   |  | Recogemos cañones porque se detecta fuga de aire. Había fuga de aire en un latiguillo del segundo cañon de la tercera posición)                                      |
|            | 06:45    |       |           |            |             |                |                   |  | Start SoftStart  |
|            | 07:00    |       |           |            |             |                |                   |  | Fin Softstart.   |
|            | 07:16    | OR_12 | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |
|            | 10:48    |       | 896       | 896        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL, Acabamos la línea antes porque vamos hacia una zona donde el puente no tiene datos de batimetía   |
|            | 11:30    | OR_03 | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |
|            | 12:05    |       | 775       | 775        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL. Recogemos cañones por fuga de aire  |
|            | 17:45    |       |           |            |             |                |                   |  | Cañones en el agua. Había fuga de aire en un latiguillo del segundo cañon de la tercera posición)  |
|            | 18:28    |       |           |            |             |                |                   |  | Start Softstart  |
| 19:00      |          |       |           |            |             |                |                   | Fin Softstart  |  |
| 19:08      | OR_13    | 101   | 101       | 1780 cuin  | 5 m         | 37,5 m         | 14 sg             | SOL  |  |
| 20:03      |          | 305   | 305       | 1780 cuin  | 5 m         | 37,5 m         | 14 sg             | EOL Paramos de disparar por fuga de aire en los cañones  |  |
| 22:02      |          |       |           |            |             |                |                   | Se modifica la geometría de la fuente, encendemos el primer clúster y se apaga el segundo.   |  |
| 22:45      |          |       |           |            |             |                |                   | Start SoftStart  |  |
| 23:14      |          |       |           |            |             |                |                   | Fin SoftStart  |  |
| 22/01/2019 | 23:17    | OR_07 | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL Cambiamos la config de los cañones. Apagamos cluster segunda posición (380cuin) y encendemos el de la primera de 380 cuin. Adquirimos a 4 nudos.                 |
|            | 03:19    |       | 100       | 100        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL  |
|            | 03:57    | OR_13 | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |
|            | 07:55    |       | 889       | 889        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL, Acabamos la línea antes porque vamos hacia una zona donde el puente no tiene datos de batimetía   |
|            | 08:35    | OR_06 | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |
|            | 12:23    |       | 100       | 102        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL. No se han registrado los shots #124 y #125  |
|            | 13:06    | OR_14 | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |
|            | 17:08    |       | 916       | 916        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | A las 16:28 se varia el rumbo (a babor) para esquivar un hielo. Acabamos la línea antes porque vamos hacia una zona donde el puente no tiene datos de batimetía, EOL |
|            | 17:38    | OR_08 | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL Hacia el mitad de la línea el feather angle es ya de más de 14 grados...   |
|            | 21:37    |       | 100       | 100        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | EOL  |
|            | 22:26    | OR_15 | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg  | SOL  |

# INFORME TÉCNICO

Campaña BRAVOSEIS. Ene-Feb 2019



| DATE   | UTC TIME                 | LINE   | SHOT GUNS | FILE SEG-D | GUNS VOLUME | STREAMER DEPTH | Shooting interval | Record length | REMARKS  |   |
|--|--------------------------|--|-----------|------------|-------------|----------------|-------------------|---------------|--|---|
|  | 22:55                    |  | 200       | 200        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | Paramos de disparar por fuga en los cañones  |   |
|  | 02:47                    |  |           |            |             |                |                   |               | Start SoftStart  |   |
|  | 03:05                    |  |           |            |             |                |                   |               | Fin SoftStart  |   |
| 24/01/2019                                       | 03:07                    | OR_09  | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
|  | 03:11                    |  | 880       | 879        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | Nos separamos un poco de línea para esquivar un hielo.   |   |
|  | 07:03                    |  | 100       | 100        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |   |
|  | 08:38                    | OR_16  | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
|  | 12:48                    |  | 917       | 917        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL Se finaliza antes de fin de línea por cambio de rumbo  |   |
|  | 13:20                    | OR_10  | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
|  | 17:10                    |  | 100       | 100        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |   |
|  |                          |  |           |            |             |                |                   |               |  | Corregimos en el TF el towpoint in sea del streamer a 158,1 (en las anteriores líneas lo corregimos en el P2 en el Geomatics) |
|  |                          | 17:56  | OR_17     | 100        | 101         | 1780 cuin      | 5 m               | 37,5 m        | 14 sg  | SOL   |
|  |                          | 21:59  |           | 920        | 921         | 1780 cuin      | 5 m               | 37,5 m        | 14 sg  | EOL Terminamos la línea un poco antes por no haber batimetria del fondo   |
|  | 22:51                    | OR_05  | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
| 25/01/2019                                       | 02:46                    |  | 100       | 100        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |   |
|  | 03:46                    | OR_15  | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
|  | 07:56                    |  | 924       | 924        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |   |
|  | 08:59                    | OR_02  | 894       | 893        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
|  | 13:01                    |  | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |   |
|  | 14:15                    | OR_18  | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL. El compás número 3 a veces da valores raros, revisar al procesar el P2  |   |
|  | 15:10                    |  | 285       | 285        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL. Dejamos de disparar porque se cruzan los cañones con el streamer. Teenmos que girar rumbo y virar cañones hasta que se deslijan. Dejamos el portico más levantado para intentar evitar que vuelva a suceder |   |
|  | 17:32                    |  |           |            |             |                |                   |               |  | Start SoftStart   |
|  |                          | 18:00  |           |            |             |                |                   |               |  | Fin SoftStart   |
|  |                          | 18:01  | OR_18_2   | 280        | 281         | 1780 cuin      | 5 m               | 37,5 m        | 14 sg  | SOL. Dejamos de detectar el compas numero 3, lo desactivamos. Hay bastante mar de fondo, ruido en los canales                 |
|  |                          | 285  |           | 285        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | En ese shot se dejo de disparar  |   |
|  | 19:33                    | 617  |           | 616        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | Acelera el barco, el disparo se hace a 13.5 sg   |   |
|  | 19:51                    | 682  |           | 681        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | Acelera el barco, el disparo se hace a 13.6 sg   |   |
|  | 19:52                    | 684  |           | 683        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | Acelera el barco, el disparo se hace a 14 sg   |   |
|  |                          | 918  |           | 919        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL. Se finaliza antes por presencia de bras   |   |
|  | 22:11                    | OR_03  | 880       | 879        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
| 26/01/2019                                       | 02:03                    |  | 100       | 100        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |   |
|  | 03:17                    | OR_19  | 100       | 101        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |   |
|  | 03:43                    |  | 189       |            | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | El compas numero 4 se desconecta solo  |   |
|  | 04:00                    |  | 250       | 250        | 1780 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL. Paramos línea por fuga de aire en cañon de 250. Último shot bueno 62°18,63'S 58°40,75'W   |   |
|  | 08:25                    | Aprovechamos que los cañones están a bordo y que su reparación llevará unas horas para recuperar parte del streamer y comprobar que pasa con los compases que no detectamos y el primer y segundo bird |           |            |             |                |                   |               |  |   |
|  | 10:50                    | Encontramos el tercer compás suelto y enganchado con el segundo bird. El segundo compas tenía suelta una de las abrazaderas.   |           |            |             |                |                   |               |  |   |
| 12:27  | Todo el streamer a bordo |  |           |            |             |                |                   |               |  |   |
| CAMBIAMOS LA CONFIGURACIÓN PARA HACER REFRACCIÓN |                          |  |           |            |             |                |                   |               |  |   |

**INFORME TÉCNICO**  
 Campaña BRAVOSEIS. Ene-Feb 2019



| DATE       | UTC TIME   | LINE  | SHOT | TAG       | VOLUME  | REMARKS  |     |
|------------|------------|-------|------|-----------|---|--|-----|
| 26/01/2019 | 20:01      |       |      |           |   | Start SoftStart  |     |
|            | 20:35      |       |      |           |   | Fin SoftStart  |     |
|            | 20:39      | T_01  | 1    | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 23:27      |       | 106  | 106       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 23:41      | T_03  | 106  | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 00:41      | 70         |       | 70   | 2540 cuin | Paramos de disparar por fallo en cañón 380 de la posición 1 de babor. |  |     |
| 27/01/2019 | 01:10      | T_03  | 49   | 1         | 2540 cuin   | Gap de 21 shots. Retomamos línea. (Zyfer T_03b. Custom T_03b. TrigerFish T_03. Bigshot T_03) |     |
|            | 02:35      |       | 1    | 49        | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 02:37      | T_05  | 1    | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 05:19      |       | 106  | 106       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 05:32      | T_07  | 106  | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 08:15      |       | 1    | 127       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 08:26      | T_09  | 1    | 128       | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 11:05      |       | 106  | 233       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 11:18      | T_11  | 106  | 258       | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 13:58      |       | 1    | 363       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 14:10      | T_13  | 1    | 388       | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 16:47      |       | 106  | 493       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 17:00      | T_15  | 106  | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 19:42      |       | 1    | 106       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 19:56      | T_17  | 1    | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
|            | 22:35      |       | 106  | 106       | 2540 cuin   | EOL  |     |
|            | 23:03      | T_19  | 106  | 1         | 2540 cuin   | SOL. Nada más entrar en línea tenemos que separarnos por la presencia de un gran iceberg     |     |
|            | 28/01/2019 | 01:53 |      | 1         | 206   | 2540 cuin  | EOL |
|            |            | 02:09 | T_21 | 1         | 1   | 2540 cuin  | SOL |
|            |            | 04:53 |      | 106       | 106   | 2540 cuin  | EOL |
| 05:09      |            | T_23  | 106  | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 07:53      |            |       | 1    | 106       | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 08:06      |            | T_25  | 1    | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 10:39      |            |       | 106  | 106       | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 10:52      |            | T_27  | 106  | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 13:37      |            |       | 1    | 106       | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 13:50      |            | T_29  | 1    | 34        | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 14:05      |            |       | 14   | 47        | 2160 cuin   | Paramos el cañón número 1 por fallo en la señal.   |     |
| 16:21      |            | T_30  | 106  | 139       | 2160 cuin   | EOL  |     |
| 17:01      |            |       | 1    | 241       | 2540 cuin   | SOL. Volvemos a registrar con los 10 cañones   |     |
| 17:32      |            | T_31  | 21   | 261       | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 17:33      |            |       | 2    | 262       | 2540 cuin   | SOL. Por presencia de un hielo tenemos que desviamos ligeramente de la línea                 |     |
| 18:20      |            | T_32  | 31   | 291       | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 18:21      |            |       | 2    | 292       | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 19:13      |            | T_33  | 35   | 325       | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 19:41      |            |       | 1    | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 20:32      |            | T_34  | 35   | 35        | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 20:33      |            |       | 2    | 36        | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 21:17      |            | T_35  | 32   | 65        | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 21:19      |            |       | 2    | 66        | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 22:10      |            | T_36  | 35   | 99        | 2540 cuin   | EOL  |     |
| 22:39      |            |       | 1    | 1         | 2540 cuin   | SOL  |     |
| 23:28      |            |       | 33   | 33        | 2540 cuin   | EOL  |     |

|            |       |      |     |     |           |   |
|------------|-------|------|-----|-----|-----------|---|
| 29/01/2019 | 00:07 | T_20 | 21  | 21  | 2540 cuin | EOL   |
|            | 00:16 | T_20 | 82  | 1   | 2540 cuin | SOL   |
|            | 02:26 | T_20 | 1   | 82  | 2540 cuin | EOL   |
|            | 02:38 | T_18 | 1   | 1   | 2540 cuin | SOL   |
|            | 05:25 | T_18 | 106 | 106 | 2540 cuin | EOL   |
|            | 05:40 | T_16 | 106 | 1   | 2540 cuin | SOL   |
|            | 08:28 | T_16 | 1   | 106 | 2160 cuin | EOL. Hacia el final de la linea el cañon 2 de 380 no sincroniza, en el shot 7 lo desactivamos |
|            | 08:43 | T_14 | 1   | 1   | 2540 cuin | SOL   |
|            | 11:34 | T_14 | 106 | 106 | 2540 cuin | EOL   |
|            | 11:50 | T_12 | 106 | 1   | 2540 cuin | SOL Se inicia fuera de linea  |
|            |       | T_12 | 99  | 8   | 2540 cuin | Primer disparo dentro de linea T_12   |
|            | 14:06 | T_12 | 14  | 92  | 2160 cuin | Apagamos el cañon 2 de 380. Posible entrada de agua.  |
|            | 14:40 | T_10 | 1   | 1   | 2540 cuin | SOL   |
|            | 17:20 | T_10 | 106 | 106 | 2540 cuin | EOL,Recogemos cañones. Rachas de viento fuertes de casi 40 nudos                              |

| DATE       | UTC TIME | LINE   | SHOT GUNS   | FILE SEG-D | GUNS VOLUME | STREAMER DEPTH | Shooting Interval | Record length | REMARKS  |  |
|------------|----------|--|---|------------|-------------|----------------|-------------------|---------------|--|--|
| 29/01/2019 |          | Se cambia la fuente para hacer la segunda fase de reflexión, el cluster de la tercera posición de 250 cuin se reduce a cluster de 150 cuin, quedando una fuente final de 1580 cuin |   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 18:00    |  | Cañones a bordo   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 21:37    |  | Llegados a la zona prevista de despliegue, la velocidad del viento es de 25 nudos con rachas de hasta 30 nudos. Se decide posponer el despliegue hasta que la situación mejore. |            |             |                |                   |               |  |  |
| 30/01/2019 | 14:50    |  | Empezamos deploy del streamer   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 16:01    |  | A partir del tercer bird quitamos todos los pesos (cuarta sección)  |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 16:30    |  | Streamer en el agua   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 17:44    |  | Cañones en el agua  |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 20:18    |  | Start SoftStart Fallo en cañon de la segunda posición 150 babor, no cierra la cámara, se recuperan para solucionar el problema.   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 21:28    |  | Cañones a bordo   |            |             |                |                   |               |  |  |
| 31/01/2019 | 23:19    |  | Start SoftStart   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 00:08    |  | Fin SoftStart (Hacemos el giro antes de entrar en línea disparando solo el cluster de 110 cuin)   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 00:49    | Rift00   | 100   | 101        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | (Mismatch) SOL El segd 101 Esta en un fichero que se llama Rift_00, el resto están en el segd Rift00 |  |
|            | 03:55    | Rift00   | 717   | 717        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |  |
|            | 05:32    | Rift01   | 116   | 115        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | (Mismatch) SOL Empezamos la línea mas tarde para esquivar un hielo                                   |  |
|            | 07:40    | Rift01   | 546   | 545        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |  |
|            | 10:02    | Rift02   | 100   | 101        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |  |
|            | 12:18    | Rift02   | 576   | 576        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |  |
|            | 13:56    | Rift03   | 100   | 101        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |  |
|            | 15:48    | Rift03   | 625   | 624        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |  |
|            | 16:05    | TR03   | 100   | 101        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |  |
|            | 16:59    | TR03   | 290   | 290        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |  |
|            | 17:24    | Rift04   | 100   | 101        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |  |
|            | 18:45    | Rift04   | 377   | 378        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | A una hora de finalizar línea nos desviamos a babor por hielos                                       |  |
|            | 20:27    | Rift04   | 727   | 727        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | EOL  |  |
|            | 20:48    |  | Debido al hielo se vira a babor y se decide ir hacia el Edificio A y hacer las líneas de reflexión que tocan allí.  |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 21:48    |  | Aprovechamos el tránsito al Edificio A para adquirir. START SOFTSTART   |            |             |                |                   |               |  |  |
|            | 22:16    | PYQ01  | 100   | 101        | 1580 cuin   | 5 m            | 37,5 m            | 14 sg         | SOL  |  |
| 02:19      | PYQ01    | 906  | 906   | 1580 cuin  | 5 m         | 37,5 m         | 14 sg             | EOL           |  |  |

|            |   |   |  |     |           |           |        |        |  |
|------------|---|---|--|-----|-----------|-----------|--------|--------|--|
| 01/02/2019 | 03:26   |   | 125  | 126 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 05:19   | EDA03   | 513  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 06:44   |   | 513  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 08:05   | EDA09   | 244  | 241 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | El triggerfish se queda colgado, se reinicia y se recupera la grabacion. Perdimos solo un par de shots |
|            | 08:46   |   | 100  | 103 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 09:29   | EDA05   | 100  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 11:28   |   | 513  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 12:28   | EDA11   | 512  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 14:25   |   | 100  | 100 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 15:12   |   | 100  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 17:09   | EDA07   | 512  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 18:15   |   | 512  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 18:29   | EDA13   | 464  | 464 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL.MODO TRANSIT. SE CRUZA EL STREAMER CON LOS CAÑONES   |
|            | 02/02/2019  | 11:00   | Largamos cañones, el viento ha bajado y la altura de las olas tb |     |           |           |        |        |  |
| 11:31      |   | Se inicia SofStart                                      |  |     |           |           |        |        |  |
| 12:07      |   | Rift11  | 100  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
| 12:52      |   |   | 259  | 259 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | salta alarma compresor.Se para de disparar.Ultimo disparo bueno 255                                    |
| 16:25      |   | Start SoftStart   |  |     |           |           |        |        |  |
| 16:44      |   |   | 100  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
| 18:44      |   | EDA04   | 513  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
| 20:22      |   |   | 125  | 126 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL. Se reinician los nautilus por fallo en la comunicación con server y con el TriggerFish.           |
| 23:34      |   | EDA08   | 810  | 810 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
| 03/02/2019 |   | 00:44   |  | 100 | 101       | 1580 cuin | 5 m    | 37,5 m | 14 sg  |
|            | 01:45   | EDA06   | 298  | 299 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | Se cuelga el TF  |
|            | 01:47   |   | 304  | 305 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | Continua el registro, perdemos 5 seg-d   |
|            | 02:48   |   | 513  | 508 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 03:41   |   | 513  | 512 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 05:11   | EDA10   | 205  | 204 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | Se hunde el streamer a 10 m por fuerte viento que acerca el umbilical a la fuente                      |
|            | 05:41   |   | 100  | 100 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 06:39   |   | 100  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL. El feather angle es elevado, de más de 15º  |
|            | 08:40   | EDA12   | 513  | 513 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 10:52   | Rift11b   | 200  | 201 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL, Perdemos un shot 402  |
|            | 12:00   |   | 445  | 445 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 12:02   | Rift12  | 107  | 107 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 13:33   |   | 426  | 426 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 13:34   | RS_10   | 102  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL, No da tiempo a preparar el SEAL y el shot 102 se corresponde con el segd 101 Mismatch             |
|            | 14:50   |   | 382  | 381 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL.   |
|            | Navegamos para evitar un gran iceberg para ver si podemos hacer la línea Rift05. Tras rodearlo vemos que es imposible hacerla. Vuelta hacia la Rift08 |   |  |     |           |           |        |        |  |
| 20:22      | Start SoftStart (Aprovechamos el transito hacia la línea Rift08 para hacer la PYQ02)  |   |  |     |           |           |        |        |  |
| 20:38      | Alarma en el compresor por diferencial de presión, (filtro doble de tornillo) Se retrasa el softstar.   |   |  |     |           |           |        |        |  |
| 04/02/2019 | 01:03   | Solucionan el problema en el compresor. Start SoftStart |  |     |           |           |        |        |  |
|            | 01:38   |   | 101  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 02:56   | PYQ03   | 364  | 364 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 03:21   |   | 512  | 512 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL  |
|            | 03:35   |   | 464  | 464 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  |  |
|            | 03:43   | EDA13   | 437  | 463 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | Mismatch Se cuelga TF se pierden 26 segd   |
|            | 05:20   |   | 100  | 126 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL  |
|            | 07:42   | Rift09  | 100  | 101 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | SOL. Tenemos que parar, rachas de viento de más de 45 nudos y mantenida de 35.                         |
|            | 08:00   |   | 167  | 167 | 1580 cuin | 5 m       | 37,5 m | 14 sg  | EOL. Recogemos cañones y streamer  |
|            | 11:00   | Todo a bordo  |  |     |           |           |        |        |  |



# INFORME TÉCNICO

Campaña BRAVOSEIS. Ene-Feb 2019



## Anexo III. Navigation log

| Line      | segD    | UKOOA  | Comentarios  |
|-----------|---------|--|--|
| OR_01.1   | 101-894 | 101-894  | Para estas líneas el FRG está a 152.4m del (0,0) y el COS a 86.2m. Para el resto de las líneas de Reflexión el COS pasa a ser 85m al adelantar la posición del primer cluster  |
| OR_21.1   | 973-100 | 973-100  |  |
| OR_11.1   | 101-894 | 101-894  |  |
| OR_12.1   | 101-896 | 101-896  |  |
| OR_07.1   | 893-100 | 893-100  |  |
| OR_13.1   | 101-889 | 101-889  |  |
| OR_06.1   | 893-100 | 893-100  |  |
| OR_14.1   | 101-916 | 101-916  |  |
| OR_08.1   | 893-100 | 893-100  |  |
| OR_09.1   | 893-100 | 893-100  |  |
| OR_16.1   | 101-917 | 101-917  |  |
| OR_10.1   | 893-100 | 893-100  |  |
| OR_17.1   | 101-921 | 101-920  |  |
| OR_05.1   | 893-100 | 893-100  |  |
| OR_15.1   | 101-924 | 101-924  |  |
| OR_02.1   | 893-100 | 893-100  |  |
| OR_18.1   | 101-285 | 101-481  |  |
| OR_18.2   | 281-919 | 281-918  |  |
| OR_03.1   | 879-100 | 879-100  |  |
| OR_19.1   | 101-313 | 101-313  | El último segd válido es el 250, después se apagaron cañones, sólo se graba ruido  |
| Rift00.1  | 101-717 | 101-717  |  |
| Rift01.1  | 115-545 | 115-545  |  |
| Rift02.1  | 101-576 | 101-576  |  |
| TR03.1    | 101-290 | 101-290  |  |
| Rift03.1  | 101-624 | 101-624  |  |
| Rift04.1  | 101-727 | 101-727  |  |
| PYQ01.1   | 101-906 | 101-906  |  |
| EDA03.1   | 126-513 | 126-513  |  |
| EDA09.1   | 512-103 | Dos archivos P2 : Uno con shots 512-246 y otro 240-100     | El sist de navegación se cuelga y hay que reiniciarlo, se produce mismatch entre navegación y adquisición: el segd237 corresponde al shot 240 y así sucesivamente hasta el segd103 que corresponde al shot 100. Al procesar el P2 se corrige tal mismatch, de manera que en el P1 obtenido ya coincide nº de segd con nº de shot.    |
| EDA05.1   | 101-513 | 101-513  |  |
| EDA11.1   | 512-100 | 512-100  |  |
| EDA07.1   | 101-513 | 101-513  |  |
| EDA13.1   | 512-126 | Dos archivos P2 : Uno con shots 513-465 y otro 463-126     | Al procesar los P2 generamos un sólo archivo P1 con la navegación  |
| Rift11.1  | 101-259 | 101-259  |  |
| EDA04.1   | 101-513 | 101-513  |  |
| EDA08.1   | 126-810 | 126-810  |  |
| EDA06.1   | 101-508 | Dos archivos P2 : Uno con shots 101-298 y otro con 305-513 | El sist de navegación se cuelga y hay que reiniciarlo, se produce mismatch entre navegación y adquisición: el segd300 se corresponde al shot 305 y así sucesivamente hasta el segd508 que corresponde al shot 513. Al procesar el P2 se corrige tal mismatch, de manera que en el P1 obtenido ya coincide nº de segd con nº de shot. |
| EDA10.1   | 512-100 | 512-100  |  |
| EDA12.1   | 101-513 | 101-513  |  |
| Rift11b.1 | 201-445 | Dos archivos P2 : Uno con shots 201-403 y otro con 406-445 | Al procesar los P2 generamos un sólo archivo P1 con la navegación  |
| Rift12.1  | 107-426 | 102-426  |  |
| RS10.1    | 101-381 | 101-381  |  |
| PYQ03.1   | 101-364 | 101-364  |  |
| Rift09.1  | 101-168 | 100-167  |  |

# INFORME TÉCNICO

Campaña BRAVOSEIS. Ene-Feb 2019



## Anexo IV. Configuración secciones Streamer

| Section | Channels | 1.5 Km Streamer config for 2 ms sample rate<br>NAUTILUS Birds + GEOSPACE compass retrievers | Length | Offset from<br>Towpoint | Offset from<br>MRU (0,0) | Compass offset from<br>Towpoint |         |
|---------|----------|---|--------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------|
|         |          | Lead in Tow Cable s/n M60070 001  | 250.00 | -7.80                   | 28.95                    |                                 |         |
|         |          | SHS 4476  | 6.00   | 98.36                   | 135.11                   |                                 |         |
|         |          | HAU 808   | 0.32   | 98.68                   | 135.43                   |                                 |         |
|         |          | SNS 70/70 (sin poner guardada debajo fregadero lab ppal SdG)                                | 0.72   | 99.40                   | 136.15                   |                                 |         |
|         |          | Solid HESA 196  | 10.00  | 109.40                  | 146.15                   | 106.90                          | HSRD 01 |
| 1       | 1-12     | SSAS 11842  | 150.00 | 259.40                  | 296.15                   | 115.65                          | FRG     |
| 2       | 13-24    | SSAS 11803  | 150.00 | 409.40                  | 446.15                   | 383.62                          | HSRD 02 |
|         |          | Bird 01. NSN-50 S/N: R67702   | 0.37   | 409.77                  | 446.52                   |                                 |         |
| 3       | 25-36    | SSAS 11851  | 150.00 | 559.77                  | 596.52                   |                                 |         |
| 4       | 37-48    | SSAS 11700  | 150.00 | 709.77                  | 746.52                   | 683.99                          | HSRD 03 |
|         |          | Bird 02. NSN-50 S/N: P22521   | 0.37   | 710.14                  | 746.89                   |                                 |         |
| 5       | 49-60    | SSAS 11816  | 150.00 | 860.14                  | 896.89                   |                                 |         |
|         |          | LAUM 4086   | 0.34   | 860.48                  | 897.23                   |                                 |         |
| 6       | 61-72    | SSAS 11804  | 150.00 | 1010.14                 | 1046.89                  | 984.36                          | HSRD 04 |
|         |          | Bird 03. NSN-50 S/N: N72648   | 0.37   | 1010.51                 | 1047.26                  |                                 |         |
| 7       | 73-84    | SSAS 11867  | 150.00 | 1160.51                 | 1197.26                  |                                 |         |
| 8       | 85-96    | SSAS 11854  | 150.00 | 1310.51                 | 1347.26                  | 1284.73                         | HSRD 05 |
|         |          | Bird 04. NSN-50 S/N: P20315   | 0.37   | 1310.88                 | 1347.63                  |                                 |         |
| 9       | 97-108   | SSAS 11843  | 150.00 | 1460.88                 | 1497.63                  |                                 |         |
| 10      | 109-120  | SSAS 11865  | 150.00 | 1610.88                 | 1647.63                  |                                 |         |
|         |          | TAPU 767  | 0.45   | 1611.33                 | 1648.08                  |                                 |         |
|         |          | TES 4294  | 50.00  | 1661.33                 | 1698.08                  |                                 |         |
|         |          | STIC  | 25.00  | 1686.33                 | 1723.08                  |                                 |         |
|         |          | Tail Swivel   | 0.50   | 1686.83                 | 1723.58                  |                                 |         |
|         |          | TBJ   | 2.00   | 1688.83                 | 1725.58                  |                                 |         |

# GUNDALF array modelling suite - Array report

Gundalf revision AIR8.11, Date 2017-11-03, Epoch 2017-08-10

Fri Oct 05 08:24:39 GMT Standard Time 2018 (UTMSISMICA)

---

This report is copyright [Oakwood Computing Associates Ltd.](#) 2002-. The report is automatically generated using [GUNDALF](#) and it may be freely distributed in whole or in part provided it retains copyright identifiers.

## Report pre-amble

Author: UTM

Author Organisation: UTM

---

## Contents

- [Signature filtering policy](#)
  - [Some notes on the modelling algorithm](#)
  - [Array summary](#)
  - [Modelling summary](#)
  - [Array geometry and gun contribution](#)
  - [Array centres and timing](#)
  - [Array directivity](#)
  - [Signature characteristics](#)
  - [Acoustic energy characteristics](#)
  - [Drop-out characteristics](#)
  - [Inventory usage](#)
  - [Gundalf calibration details](#)
- 

## Signature filtering policy

For marine environmental noise reports, Gundalf performs no signature filtering other than that inherent in modelling at a sample interval small enough to simulate an airgun array signature at frequencies up to 50kHz, and any requested marine animal weighting functions.

For all other kinds of reports, Gundalf performs filtering in this order:-

- If a pre-conditioning filter is chosen, for example, an instrument response, it is applied at the modelling sample interval.
- If the output sample interval is larger than the modelling sample interval, Gundalf applies appropriate anti-alias filtering. (This can be turned off in the event that anti-alias filtering is included in the pre-conditioning filter, in which case Gundalf will issue a warning.)
- Finally, Gundalf applies the chosen set of post-filters, Q, Wiener and band-pass filtering as specified, at the output sample interval. If none are specified, (often known as unfiltered), only the above anti-alias and/or pre-conditioning are applied.

In reports, when filters are applied, they are applied to the notional sources first so that signatures, directivity plots and spectra are all filtered consistently. The abbreviation muPa is used for microPascal throughout.

Finally note that modelled signatures always begin at time zero for reasons of causality.

## Anti-alias and pre-condition filtering

In this case, no pre-conditioning filter has been applied.

In this case, no anti-alias filtering was necessary.

## Post filtering

Details of the post-filtering used in this report follow. Post filters are applied at the output sample interval after any pre-conditioning and anti-alias filters have been applied.

### Q filtering

No Q filtering performed.

### Wiener filtering

No Wiener filtering performed.

### Band-pass filtering

No band-pass filtering performed.

## Some notes on the modelling algorithm

The Gundalf airgun modelling engine is the end-product of 15 years of state of the art research. It takes full account of all air-gun interactions including interactions between sub-arrays. No assumptions of linear superposition are made. This means that if you move sub-arrays closer together, the far-field signature will change. The effect is noticeable even when sub-arrays are separated by as much as 10m.

The engine is capable of modelling airgun clusters right down to the 'super-foam' region where the bubbles themselves collide and distort. It has been calibrated against both single and clustered guns for a number of different gun types under laboratory conditions and accurately predicts peak to peak and primary to bubble parameters across a very wide range of operating conditions.

In many cases, the predicted signatures are good enough to be used directly in signature deconvolution procedures.

## Array summary

The following table lists the statistics for the array quoted in various commonly used units for convenience. Note that the rms value is computed over the entire modelled signature. Conservative error bounds for the main signature characteristics of peak to peak, primary to bubble and bubble period are also shown. These represent 95% confidence intervals for the Gundalf model against its calibration data.

### Array parameters ...

|   |   |
|---|---|
| Number of guns                                | 8   |
| Total volume (cu.in).                         | 1780.0 ( 29.2 litres)   |
| Peak to peak in bar-m.                        | 51.8 +/- 0.918 ( 5.18 +/- 0.0918 MPa, ~ 254 db re 1 muPa. at 1m.) |
| Zero to peak in bar-m.                        | 28.6 ( 2.86 MPa, 249 db re 1 muPa. at 1m.)                        |
| RMS pressure in bar-m.                        | 2.49 ( 0.249 MPa, 228 db re 1 muPa. at 1m.)                       |
| Primary to bubble (peak to peak)              | 28.9 +/- 2.84   |
| Bubble period (s.)                            | 0.178 +/- 0.00906   |
| Maximum spectral ripple (dB): 10.0 - 50.0 Hz. | 6.67  |
| Maximum spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 202   |
| Average spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 201   |
| Total acoustic energy (Joules)                | 79516.7   |

## Array geometry and gun contribution

The following table lists all the guns modelled in the array along with their characteristics. The last column is completed only if the array has actually been modelled during the interactive session and contains the approximate contribution of that gun as a percentage of the peak to peak amplitude of the whole array. Please note the following:-

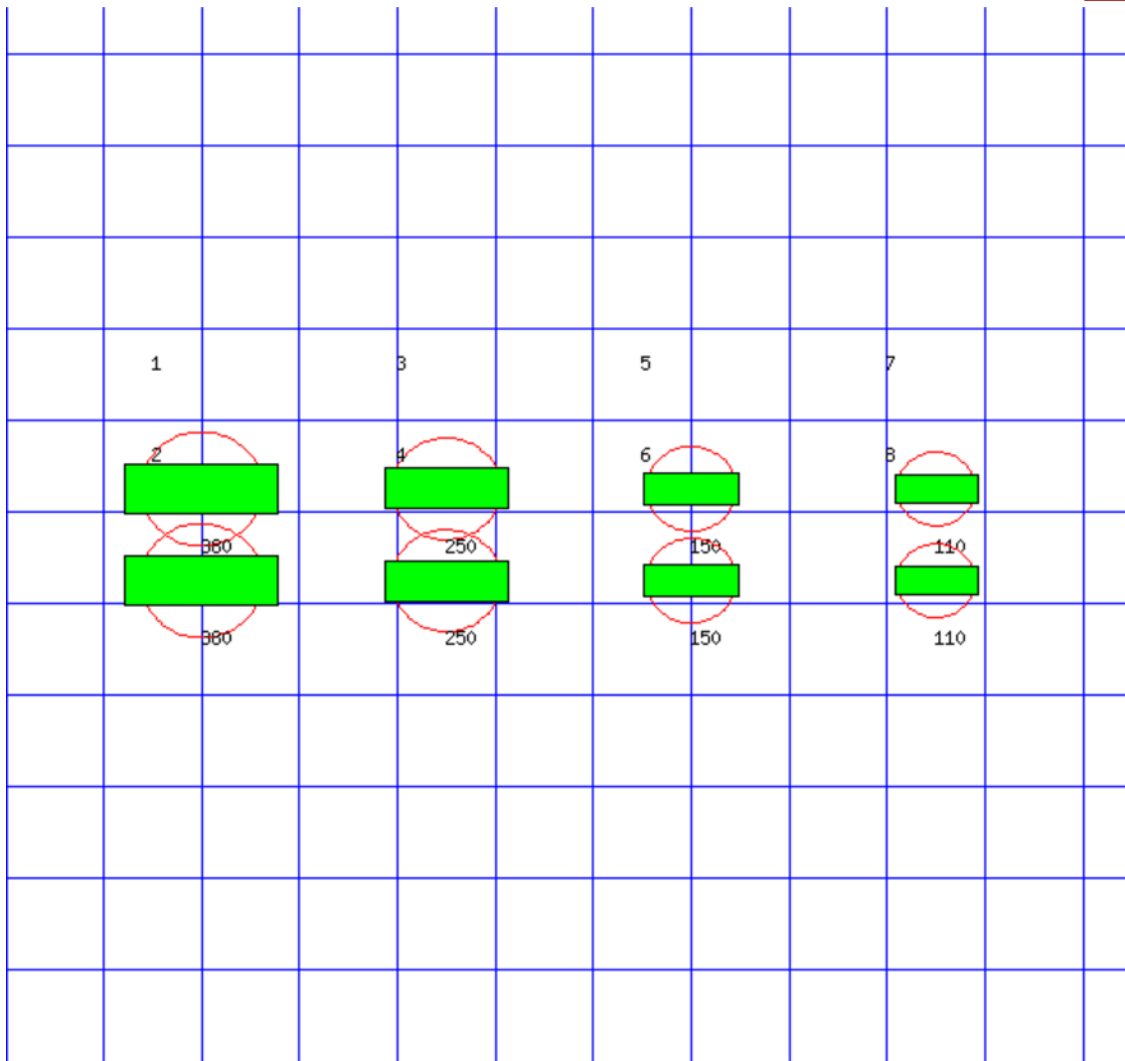
- The peak to peak varies only as the cube root of the volume for the same gun type so that even small guns contribute significantly. This is particularly relevant to drop-out analysis.
- The peak to peak can also be depressed due to clustering effects as reported by Strandenes and Vaage (1992), "Signatures from clustered airguns", First Break, 10(8).

| Gun | Pressure (psi) | Volume (cuin) | Type    | x (m.) | y (m.) | z (m.) | delay (s.) | sub-array | p-p contrib (pct.) |
|-----|----------------|---------------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|--------------------|
| 1   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 67.500 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 13.9               |
| 2   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 67.500 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 14.0               |
| 3   | 2000.0         | 250.0         | G-GUNII | 70.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 12.7               |
| 4   | 2000.0         | 250.0         | G-GUNII | 70.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 12.8               |
| 5   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.7               |
| 6   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.8               |
| 7   | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.4               |
| 8   | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.5               |

The array is shown graphically below.

Hydrophone position: Infinite vertical far-field

<----- Direction of travel ----->, 1 m. grid, plan view



The red circles denote the maximum radius reached by the bubble. Please note that pressure-field interactions take place over a much larger distance than this, (typically 10 times larger). However when bubbles touch or overlap, super-foam interaction can be expected. In this zone, significant peak AND bubble suppression will normally be observed.

Note also that a green rectangle represents a single gun and an orange rectangle indicates that the gun is currently dropped out. Where present, a yellow rectangle represents a vertical cluster (V.C.) of guns. Please see the geometry table above for more details. The small number to the above left of each gun is its reference number in this table. For clusters of guns, these reference numbers mirror the symmetry of the cluster.

[Back to top](#)

## Array centres and timing

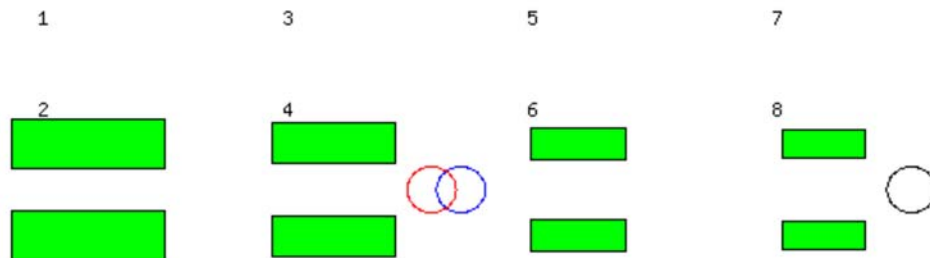
The following diagram shows the array geometric centre, the centre of pressure and the centre of energy defined as follows:-

- The array geometric centre is defined to be the centre of the rectangle formed by the largest and smallest x and y values of the active guns (non-active guns are ignored). This is shown as a blue circle.
- The centre of pressure is defined to be the array centre when each active gun position is weighted by its contribution to the overall peak to peak pressure value. This is shown as a red circle.
- The centre of energy is computed by weighting the coordinates by the self-energy of the active gun at that position. In an interacting array this may be a long way from the centre of pressure as some guns may absorb energy giving a negative self-energy. This is shown as a black circle.

Depending on how first breaks are calculated, these can be used for first break analysis.

Dropped out guns are shown as orange rectangles whilst live guns are shown as green rectangles.

### Array centres



The geometric centre is at ( 71.3, -5.5, 5)

The centre of pressure is at ( 71, -5.5, 5)

The centre of energy is at ( 75.9, -5.5, 5)

Note that Gundalf by default uses the deepest gun to define time zero for the vertical far-field and it uses the nearest gun to the observation point to define time zero if an observation point is specified. This means that if one gun is accidentally run deep, this will cause the bulk of the signature to appear to be delayed. It is still a research question how an airgun array should be timed. There are several candidates as defined above but it is not currently clear which if any is appropriate in complex scenarios such as Ocean Bottom Deployment.

[Back to top](#)

## Array directivity

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in both (angle-frequency) and (angle-amplitude) form and optionally, the azimuthal directivity (theta-phi) form.

Note that the effects of cable ghosting if present are not shown in Gundalf directivity displays although source ghosting is included. This matches common practice in such displays.

For inline directivity displays, the x-axis is the inline angle from the vertical with the word **fore** indicating the end nearest the boat. For crossline directivity displays, the x-axis is the crossline angle from the vertical with the word **port** indicating the port side.

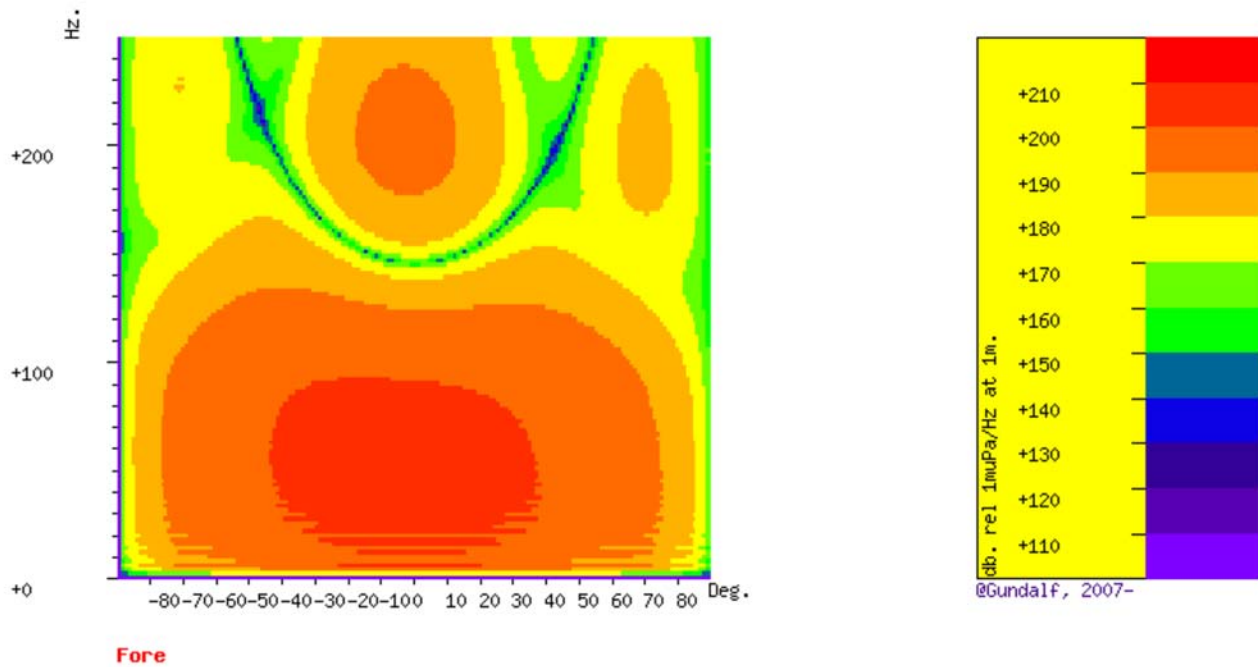
Note that *inline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the boat direction (which corresponds to a bearing of zero degrees). Similarly, *crossline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the perpendicular to the boat direction which is measured as a bearing of 90 degrees, (i.e. starboard). The nominal inline and crossline angles can be set by the user in the report options. The values used are indicated in the diagram titles below as bearings.

Where shown, the azimuthal plots show contours at four chosen frequencies as a function of phi (angle from the x-axis, opposite to the boat direction) and theta (the angle from the vertical). A bearing of zero degrees corresponds to a value of phi of 180 degrees.

### Angle-frequency form

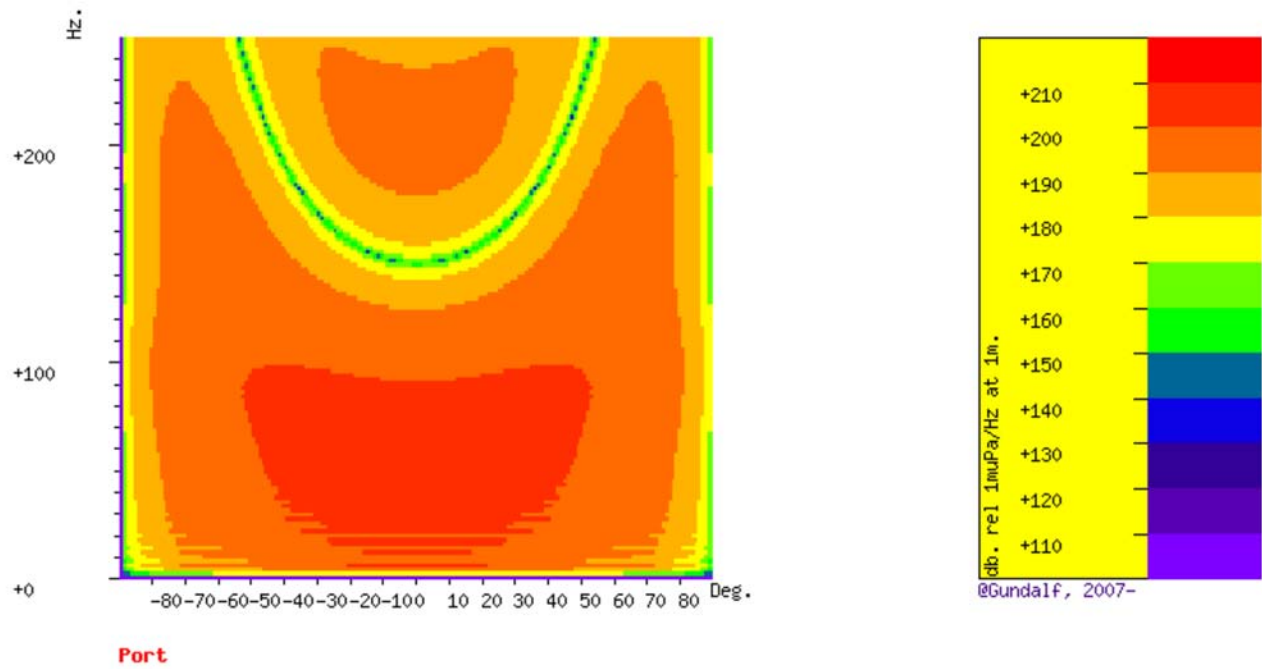
The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle-frequency) form. Both plots are scaled as dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

**Inline directivity, bearing = 0 degrees**



**Crossline directivity, bearing = 90 degrees**

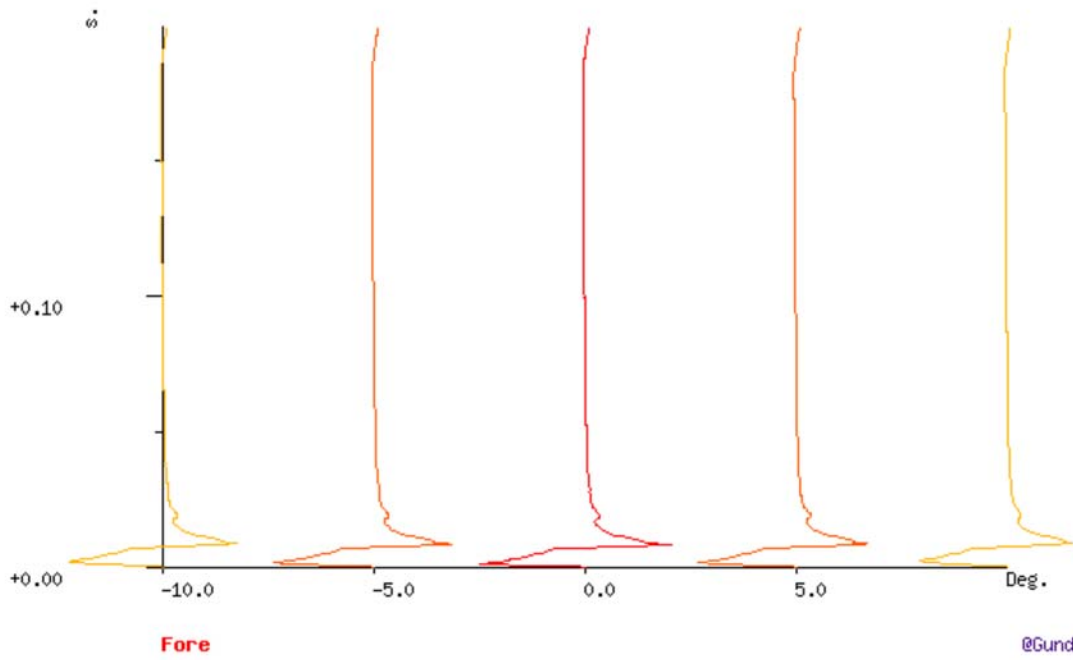




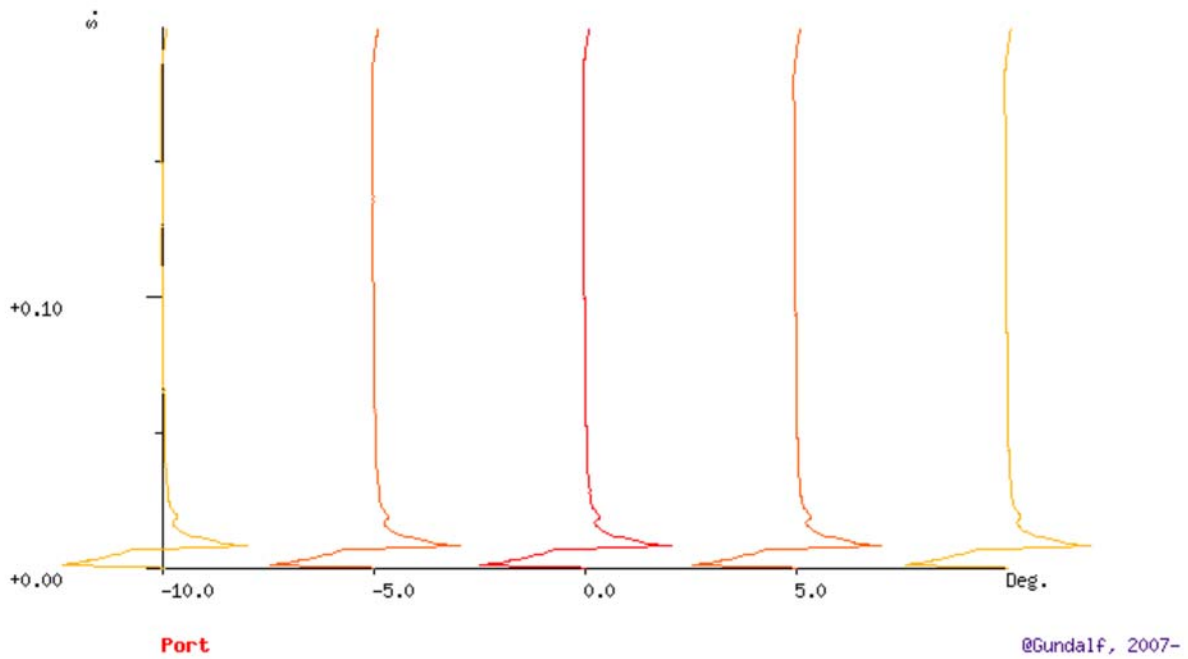
### Angle-amplitude form

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle, amplitude) form. The computed signature (or under option the amplitude spectrum) for each angle is shown in colour varying from red signatures shown in the centre, shading to blue at the furthest angles computed. The vertical scale indicates the type of plot, time or frequency. Both types of plot are individually scaled and plotted with the same units as the corresponding plots in the Signature Characteristics section.

#### Inline directivity, bearing = 0 degrees



Crossline directivity, bearing = 90 degrees



[Back to top](#)

## Signature characteristics

The following tables show the signature parameters, the signature and the amplitude spectrum of the modelled signature.

The amplitude spectrum is shown in units of dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

The position of the bubble by default is determined internally but can be overridden by interacting with the modelled signature using the right hand mouse button to determine the start of the bubble.

### Signature and statistics

The following table includes error bounds for the primary characteristics of an airgun signature: peak to peak, primary to bubble and bubble period.

Airgun modelling programs like Gundalf must be calibrated against real data and no computational model is any better than the quality of that calibration. Calibration datasets however are themselves subject to experimental error so Gundalf is calibrated to best fit the various datasets which are used across the extensive range of volumes, pressures and depths available.

In practice, such experimental errors arise for a variety of reasons including

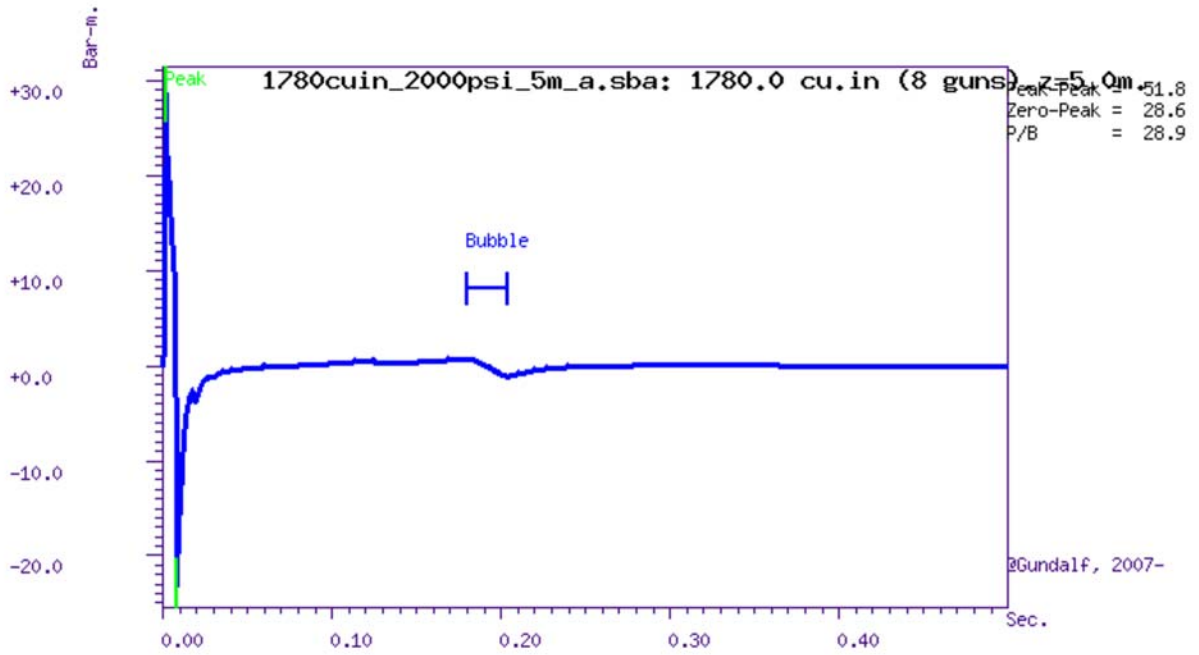
- Depth inaccuracies. These are usually around 3-5% even in the best facilities particularly if there is sea surface movement.
- How frequently the gun is being cycled during measurement. This is rarely recorded but a warmed up gun might be 50deg C warmer than the sea, changing its normal peak-to-peak and other parameters by 5-10% compared with when it is first fired.
- Filtering differences. Filtering is recorded but filtering errors are still more frequent than we would like and analog filter v. digital filter differences are also sometimes a factor.

As a guideline, typical individual errors across different measurement datasets for the best-calibrated guns are of the order of 5% for peak to peak, 15% for primary to bubble and 2% for bubble periods.

Individual gun errors are calculated from the data shown in Help -> Calibration (which themselves accumulate gun data from different sources) and the resulting array error bounds are calculated by accumulating these errors for each gun in the array. The error bounds are calculated as 95% error bounds and for simplicity assume that errors are non-correlated although in practice some are systematic. The total error bound is always greater than any of the individual error bounds and is strongly influenced by the largest gun contributions.

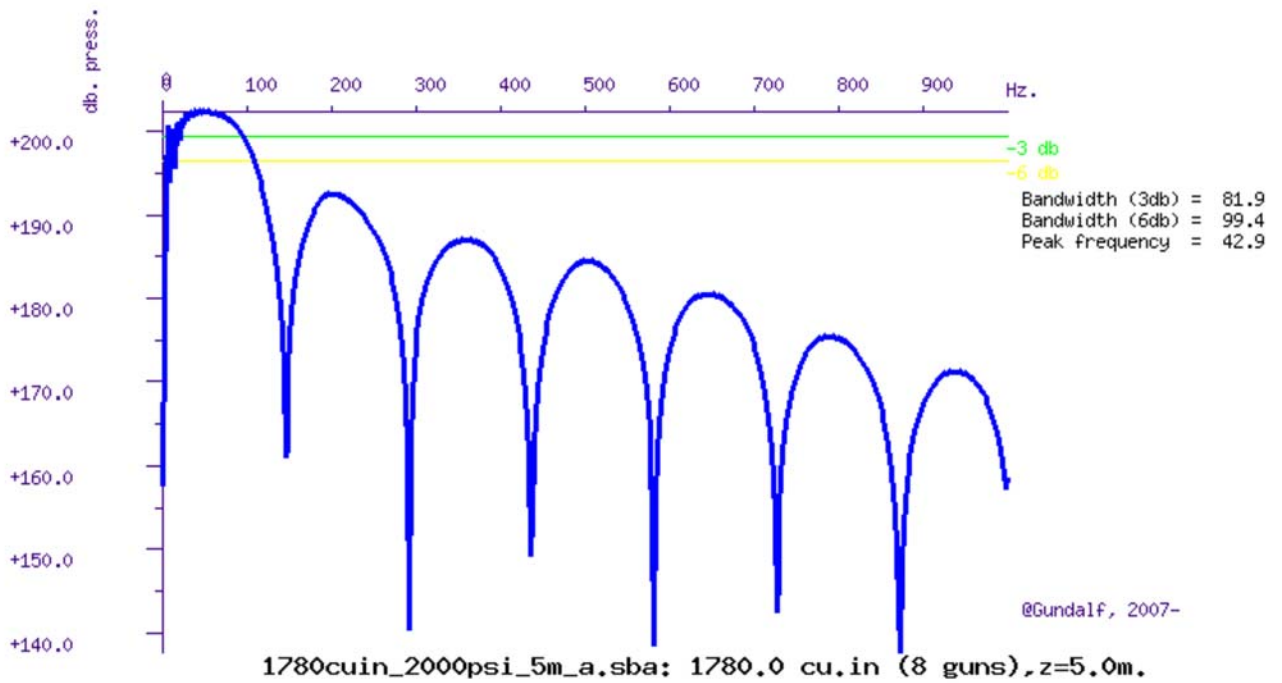
The error bounds simply mean that *it is very likely that the true values for these primary characteristics will be within the ranges shown, but it is not possible to be more precise.* If other comparison data or models indicate values outside this range, this means that those data or models are very likely to be *incompatible* with Gundalf's calibration data. This may be due to several causes as described above. For more on calibration see Gundalf's calibration Help pages.

| Peak to peak in bar-m. | Zero to peak in bar-m. | Primary to bubble (peak to peak) | Bubble period (s.) |
|------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 51.8 +/- 0.918         | 28.6 +/- 0.459         | 28.9 +/- 2.84                    | 0.178 +/- 0.00906  |

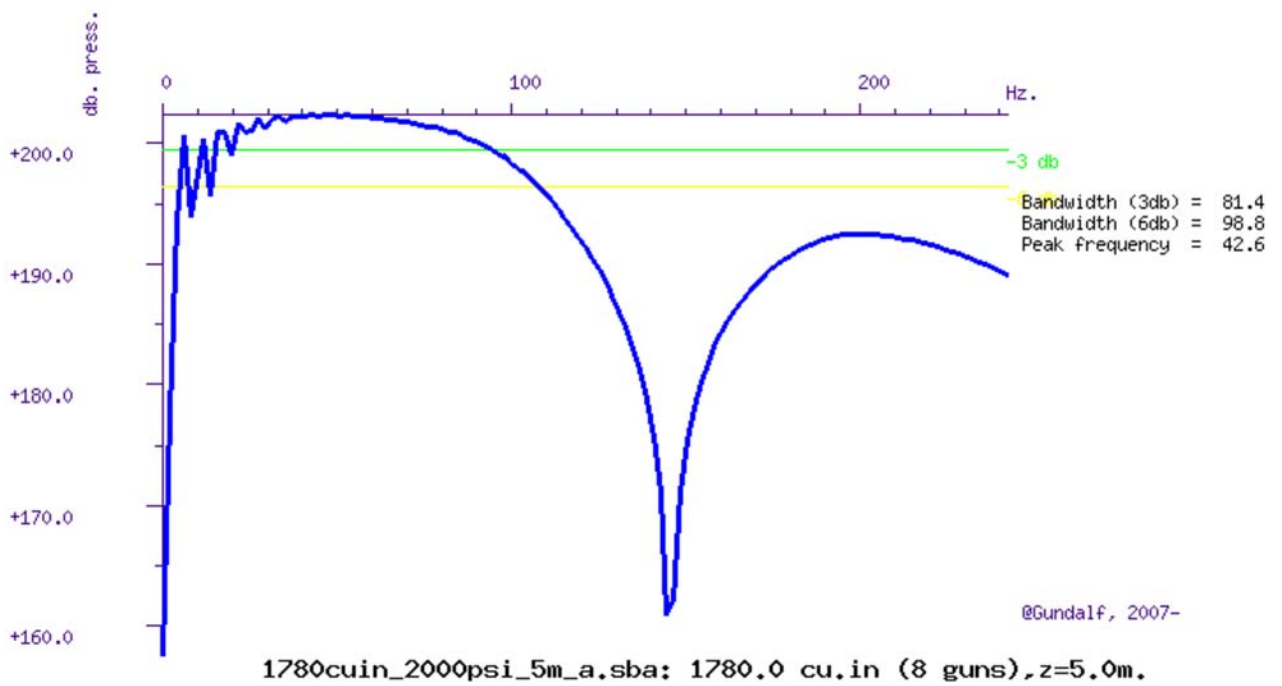


## Filtered amplitude spectrum

Amplitude spectrum. Amplitude Units are dB. relative to 1 muPa / Hz. at 1m.



Close up of amplitude spectrum



[Back to top](#)

## Modelling summary

The following table lists the modelling parameters for the array quoted in various commonly used units for convenience.

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>Signature parameters ...</b>               |                             |
| Output sample interval (s.)                   | 0.0005                      |
| Number of samples in signature                | 1000                        |
| Duration of signature (s.)                    | 0.500                       |
| Modelling sample interval (s.)                | 0.0005                      |
| Observation point                             | Infinite vertical far-field |
| Bubble search start time (s.)                 | 0.04 (Auto)                 |
| <b>Filter parameters ...</b>                  |                             |
| Signature filtering details                   | OFF                         |
| Q filtering                                   | OFF                         |
| Wiener deconvolution                          | OFF                         |
| <b>Sea Surface parameters ...</b>             |                             |
| Source ghost                                  | ON                          |
| Reflection coefficient                        | -1.00                       |
| Source ghost estimation method                | Direct                      |
| Streamer 1 ghost                              | OFF                         |
| Streamer 2 ghost                              | OFF                         |
| <b>Physical parameters ...</b>                |                             |
| Sea temperature (C)                           | 1                           |
| Velocity of sound in water (m./s.)            | 1453                        |
| Expected dominant frequency in signature (Hz) | 20.0                        |
| Observed wave height (m)                      | 0.0                         |
| <b>Gun controller parameters ...</b>          |                             |
| RMS gun controller variation (s.)             | 0.0                         |

[Back to top](#)

## Acoustic energy characteristics

The following table lists the individual gun contributions to the acoustic energy field in joules. A negative value means the gun is actually absorbing energy. This is very common in interacting arrays. It does not however mean that the gun is damaging the array performance. Rather it is acting as a catalyst to allow the other guns to perform more efficiently. The total acoustic energy gives the true performance of the array as a whole. See Laws, Parkes and Hatton (1988) Energy-interaction: The long-range interaction of seismic sources, Geophysical Prospecting (36), p333-348 and 38(1) 1990 p.104 for more details. Note that internal energy is not included in the data below. The true acoustic efficiency of airgun arrays is typically < 5% of the total initial energy.

### Overall acoustic energy contribution

| Total acoustic energy output (j.) | Acoustic energy output due to energy-interaction (j.) | Total potential energy available in array(j.) | Percentage of total potential energy appearing as acoustic energy |
|-----------------------------------|---|---|---|
| 79516.7                           | 10024.5   | 402601.8                                      | 19.8%   |

### Individual acoustic energy contributions

| Volume (cuin) | x (m.) | y (m.) | z (m.) | Acoustic energy contribution (j.) |
|---------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|
| 380.0         | 67.50  | -6.00  | 5.00   | -23511.5                          |
| 380.0         | 67.50  | -5.00  | 5.00   | -23129.3                          |
| 250.0         | 70.00  | -6.00  | 5.00   | 14639.4                           |
| 250.0         | 70.00  | -5.00  | 5.00   | 14803.9                           |
| 150.0         | 72.50  | -6.00  | 5.00   | 25400.7                           |
| 150.0         | 72.50  | -5.00  | 5.00   | 25493.4                           |
| 110.0         | 75.00  | -6.00  | 5.00   | 22878.8                           |
| 110.0         | 75.00  | -5.00  | 5.00   | 22941.2                           |

The red entries denote guns which are catalysing the array by absorbing energy.

[Back to top](#)

## Drop-out characteristics

Information only available in Gundalf Optimiser

[Back to top](#)

## Gundalf calibration details

All modelling software requires calibration against convincing experimental data. Gundalf provides accurate modelling of airguns across a wide range of gun types, gun parameters and operating environments, however, we do not expect you to take this simply on trust. It is therefore our policy to keep users of Gundalf aware of its latest calibration status and up to date information is available under Help -> Calibration.

The latest information, including technical references can be found [here](#).

For sales enquiries please contact: [Gundalf sales](#).

[Back to top](#)

---

Product code : GDF8.1Designer

Licensed to : jlonso@utm.csic.es

Organisation : UTM-CSIC

Maximum users : 1

# GUNDALF array modelling suite - Array report

Gundalf revision AIR8.11, Date 2017-11-03, Epoch 2017-08-10

Fri Oct 05 08:37:51 GMT Standard Time 2018 (UTMSISMICA)

---

This report is copyright [Oakwood Computing Associates Ltd.](#) 2002-. The report is automatically generated using [GUNDALF](#) and it may be freely distributed in whole or in part provided it retains copyright identifiers.

## Report pre-amble

Author: UTM

Author Organisation: UTM

---

## Contents

- [Signature filtering policy](#)
  - [Some notes on the modelling algorithm](#)
  - [Array summary](#)
  - [Modelling summary](#)
  - [Array geometry and gun contribution](#)
  - [Array centres and timing](#)
  - [Array directivity](#)
  - [Signature characteristics](#)
  - [Acoustic energy characteristics](#)
  - [Drop-out characteristics](#)
  - [Inventory usage](#)
  - [Gundalf calibration details](#)
- 

## Signature filtering policy

For marine environmental noise reports, Gundalf performs no signature filtering other than that inherent in modelling at a sample interval small enough to simulate an airgun array signature at frequencies up to 50kHz, and any requested marine animal weighting functions.

For all other kinds of reports, Gundalf performs filtering in this order:-

- If a pre-conditioning filter is chosen, for example, an instrument response, it is applied at the modelling sample interval.
- If the output sample interval is larger than the modelling sample interval, Gundalf applies appropriate anti-alias filtering. (This can be turned off in the event that anti-alias filtering is included in the pre-conditioning filter, in which case Gundalf will issue a warning.)
- Finally, Gundalf applies the chosen set of post-filters, Q, Wiener and band-pass filtering as specified, at the output sample interval. If none are specified, (often known as unfiltered), only the above anti-alias and/or pre-conditioning are applied.

In reports, when filters are applied, they are applied to the notional sources first so that signatures, directivity plots and spectra are all filtered consistently. The abbreviation muPa is used for microPascal throughout.

Finally note that modelled signatures always begin at time zero for reasons of causality.

## Anti-alias and pre-condition filtering



In this case, no pre-conditioning filter has been applied.

In this case, no anti-alias filtering was necessary.

## Post filtering

Details of the post-filtering used in this report follow. Post filters are applied at the output sample interval after any pre-conditioning and anti-alias filters have been applied.

### Q filtering

No Q filtering performed.

### Wiener filtering

No Wiener filtering performed.

### Band-pass filtering

No band-pass filtering performed.

## Some notes on the modelling algorithm

The Gundalf airgun modelling engine is the end-product of 15 years of state of the art research. It takes full account of all air-gun interactions including interactions between sub-arrays. No assumptions of linear superposition are made. This means that if you move sub-arrays closer together, the far-field signature will change. The effect is noticeable even when sub-arrays are separated by as much as 10m.

The engine is capable of modelling airgun clusters right down to the 'super-foam' region where the bubbles themselves collide and distort. It has been calibrated against both single and clustered guns for a number of different gun types under laboratory conditions and accurately predicts peak to peak and primary to bubble parameters across a very wide range of operating conditions.

In many cases, the predicted signatures are good enough to be used directly in signature deconvolution procedures.

## Array summary

The following table lists the statistics for the array quoted in various commonly used units for convenience. Note that the rms value is computed over the entire modelled signature. Conservative error bounds for the main signature characteristics of peak to peak, primary to bubble and bubble period are also shown. These represent 95% confidence intervals for the Gundalf model against its calibration data.

### Array parameters ...

|   |  |
|---|--|
| Number of guns                                | 8  |
| Total volume (cu.in).                         | 1780.0 ( 29.2 litres)  |
| Peak to peak in bar-m.                        | 52 +/- 0.924 ( 5.2 +/- 0.0924 MPa, ~ 254 db re 1 muPa. at 1m.) |
| Zero to peak in bar-m.                        | 28.9 ( 2.89 MPa, 249 db re 1 muPa. at 1m.)                     |
| RMS pressure in bar-m.                        | 2.55 ( 0.255 MPa, 228 db re 1 muPa. at 1m.)                    |
| Primary to bubble (peak to peak)              | 25.1 +/- 2.68  |
| Bubble period (s.)                            | 0.156 +/- 0.00878  |
| Maximum spectral ripple (dB): 10.0 - 50.0 Hz. | 4.01   |
| Maximum spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 203  |
| Average spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 202  |
| Total acoustic energy (Joules)                | 75266.7  |

## Array geometry and gun contribution

The following table lists all the guns modelled in the array along with their characteristics. The last column is completed only if the array has actually been modelled during the interactive session and contains the approximate contribution of that gun as a percentage of the peak to peak amplitude of the whole array. Please note the following:-

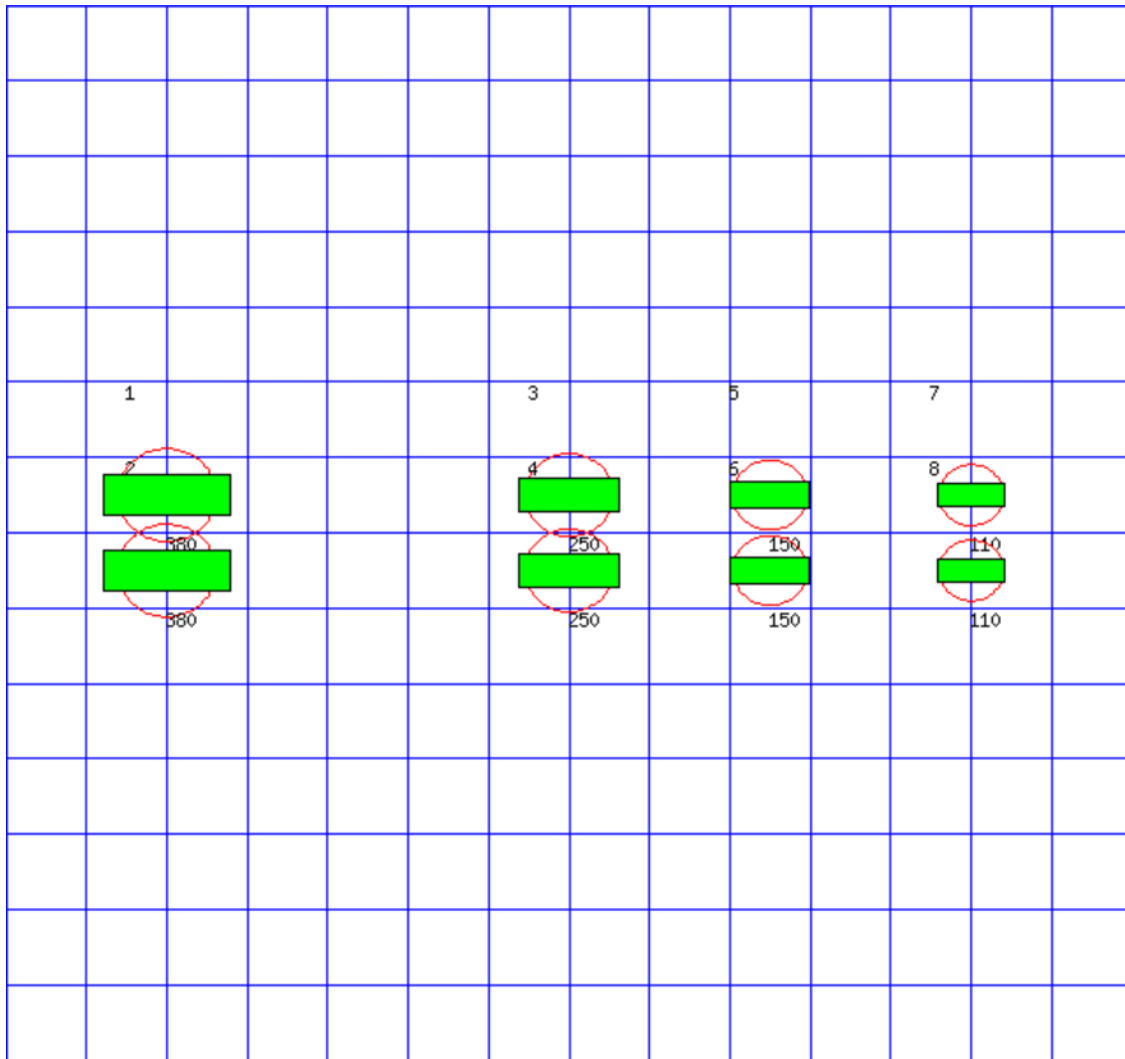
- The peak to peak varies only as the cube root of the volume for the same gun type so that even small guns contribute significantly. This is particularly relevant to drop-out analysis.
- The peak to peak can also be depressed due to clustering effects as reported by Strandenes and Vaage (1992), "Signatures from clustered airguns", First Break, 10(8).

| Gun | Pressure (psi) | Volume (cuin) | Type    | x (m.) | y (m.) | z (m.) | delay (s.) | sub-array | p-p contrib (pct.) |
|-----|----------------|---------------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|--------------------|
| 1   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 65.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 14.0               |
| 2   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 65.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 14.1               |
| 3   | 2000.0         | 250.0         | G-GUNII | 70.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 12.9               |
| 4   | 2000.0         | 250.0         | G-GUNII | 70.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 13.0               |
| 5   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.7               |
| 6   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.7               |
| 7   | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.2               |
| 8   | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.3               |

The array is shown graphically below.

Hydrophone position: Infinite vertical far-field

<----- Direction of travel ----->, 1 m. grid, plan view



The red circles denote the maximum radius reached by the bubble. Please note that pressure-field interactions take place over a much larger distance than this, (typically 10 times larger). However when bubbles touch or overlap, super-foam interaction can be expected. In this zone, significant peak AND bubble suppression will normally be observed.

Note also that a green rectangle represents a single gun and an orange rectangle indicates that the gun is currently dropped out. Where present, a yellow rectangle represents a vertical cluster (V.C.) of guns. Please see the geometry table above for more details. The small number to the above left of each gun is its reference number in this table. For clusters of guns, these reference numbers mirror the symmetry of the cluster.

[Back to top](#)

## Array centres and timing

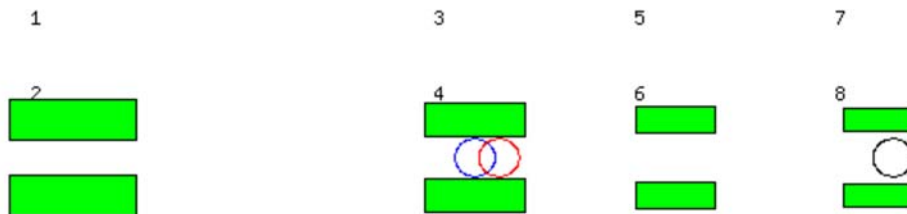
The following diagram shows the array geometric centre, the centre of pressure and the centre of energy defined as follows:-

- The array geometric centre is defined to be the centre of the rectangle formed by the largest and smallest x and y values of the active guns (non-active guns are ignored). This is shown as a blue circle.
- The centre of pressure is defined to be the array centre when each active gun position is weighted by its contribution to the overall peak to peak pressure value. This is shown as a red circle.
- The centre of energy is computed by weighting the coordinates by the self-energy of the active gun at that position. In an interacting array this may be a long way from the centre of pressure as some guns may absorb energy giving a negative self-energy. This is shown as a black circle.

Depending on how first breaks are calculated, these can be used for first break analysis.

Dropped out guns are shown as orange rectangles whilst live guns are shown as green rectangles.

### Array centres



The geometric centre is at ( 70, -5.5, 5)

The centre of pressure is at ( 70.3, -5.5, 5)

The centre of energy is at ( 75.2, -5.5, 5)

Note that Gundalf by default uses the deepest gun to define time zero for the vertical far-field and it uses the nearest gun to the observation point to define time zero if an observation point is specified. This means that if one gun is accidentally run deep, this will cause the bulk of the signature to appear to be delayed. It is still a research question how an airgun array should be timed. There are several candidates as defined above but it is not currently clear which if any is appropriate in complex scenarios such as Ocean Bottom Deployment.

[Back to top](#)

## Array directivity

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in both (angle-frequency) and (angle-amplitude) form and optionally, the azimuthal directivity (theta-phi) form.

Note that the effects of cable ghosting if present are not shown in Gundalf directivity displays although source ghosting is included. This matches common practice in such displays.

For inline directivity displays, the x-axis is the inline angle from the vertical with the word **fore** indicating the end nearest the boat. For crossline directivity displays, the x-axis is the crossline angle from the vertical with the word **port** indicating the port side.

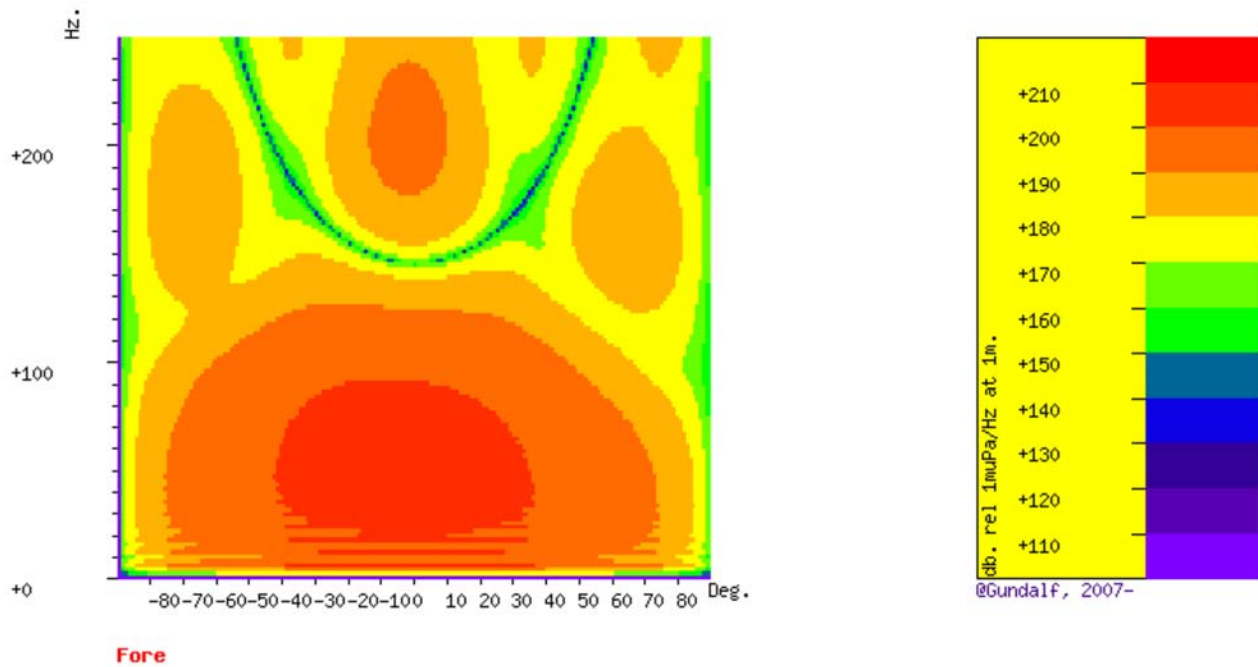
Note that *inline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the boat direction (which corresponds to a bearing of zero degrees). Similarly, *crossline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the perpendicular to the boat direction which is measured as a bearing of 90 degrees, (i.e. starboard). The nominal inline and crossline angles can be set by the user in the report options. The values used are indicated in the diagram titles below as bearings.

Where shown, the azimuthal plots show contours at four chosen frequencies as a function of phi (angle from the x-axis, opposite to the boat direction) and theta (the angle from the vertical). A bearing of zero degrees corresponds to a value of phi of 180 degrees.

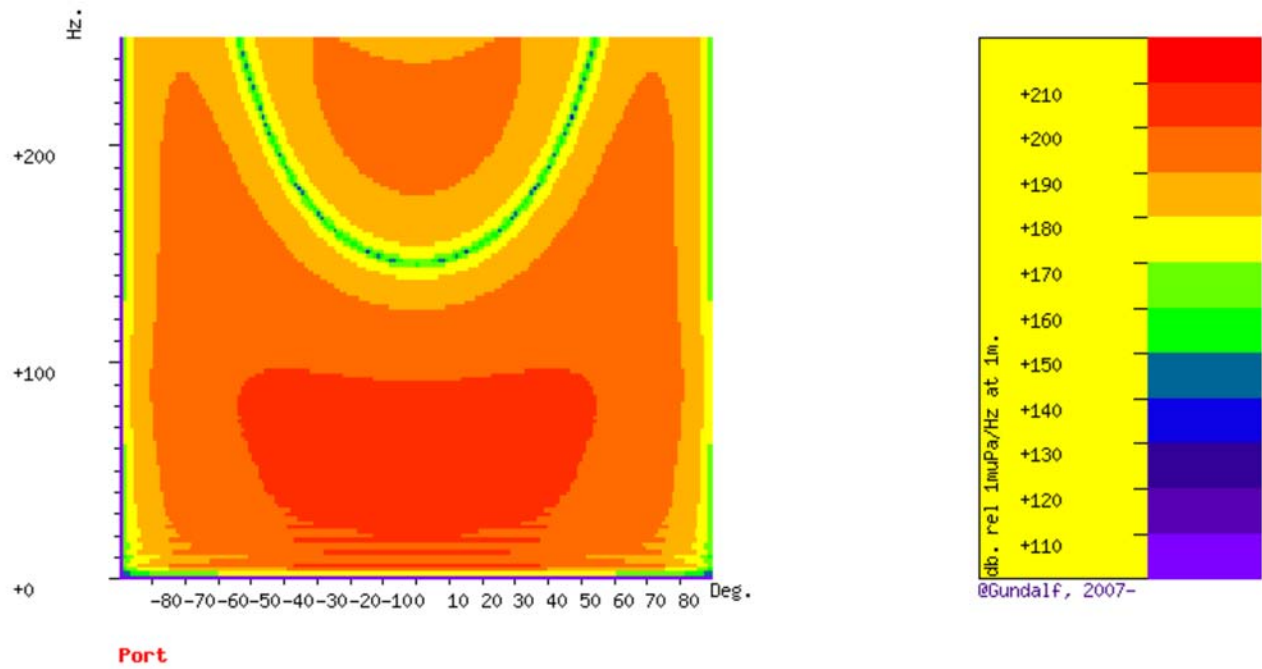
### Angle-frequency form

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle-frequency) form. Both plots are scaled as dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

**Inline directivity, bearing = 0 degrees**



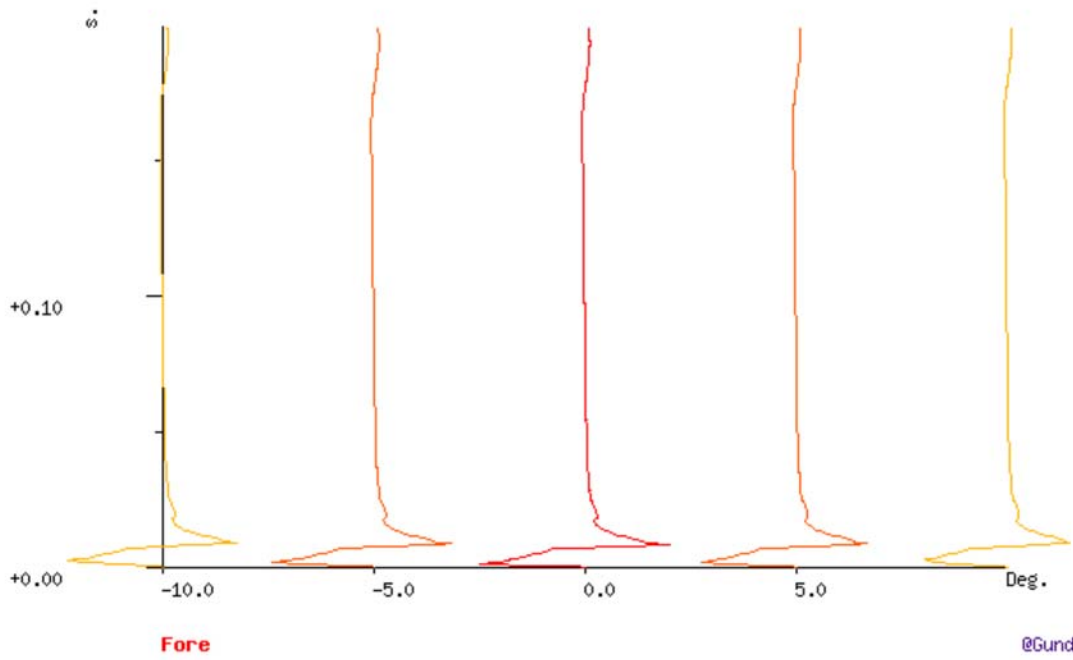
**Crossline directivity, bearing = 90 degrees**



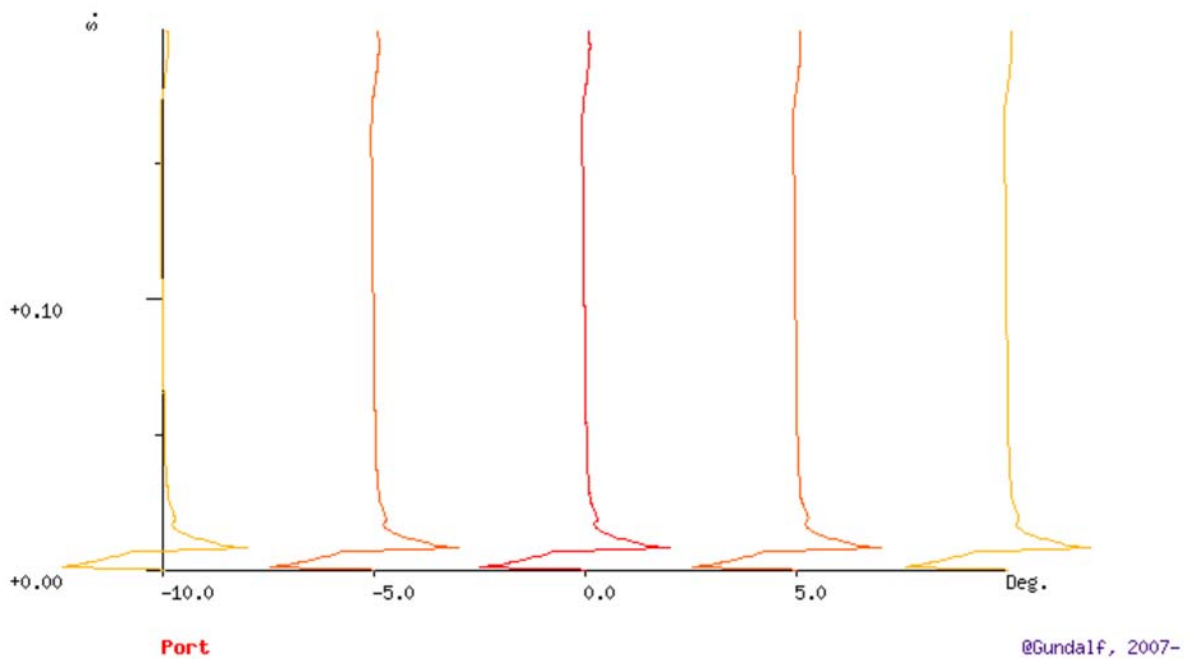
### Angle-amplitude form

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle, amplitude) form. The computed signature (or under option the amplitude spectrum) for each angle is shown in colour varying form with red signatures shown in the centre, shading to blue at the furthest angles computed. The vertical scale indicates the type of plot, time or frequency. Both types of plot are individually scaled and plotted with the same units as the corresponding plots in the Signature Characteristics section.

#### Inline directivity, bearing = 0 degrees



Crossline directivity, bearing = 90 degrees



[Back to top](#)

## Signature characteristics

The following tables show the signature parameters, the signature and the amplitude spectrum of the modelled signature.

The amplitude spectrum is shown in units of dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

The position of the bubble by default is determined internally but can be overridden by interacting with the modelled signature using the right hand mouse button to determine the start of the bubble.

### Signature and statistics

The following table includes error bounds for the primary characteristics of an airgun signature: peak to peak, primary to bubble and bubble period.

Airgun modelling programs like Gundalf must be calibrated against real data and no computational model is any better than the quality of that calibration. Calibration datasets however are themselves subject to experimental error so Gundalf is calibrated to best fit the various datasets which are used across the extensive range of volumes, pressures and depths available.

In practice, such experimental errors arise for a variety of reasons including

- Depth inaccuracies. These are usually around 3-5% even in the best facilities particularly if there is sea surface movement.
- How frequently the gun is being cycled during measurement. This is rarely recorded but a warmed up gun might be 50deg C warmer than the sea, changing its normal peak-to-peak and other parameters by 5-10% compared with when it is first fired.
- Filtering differences. Filtering is recorded but filtering errors are still more frequent than we would like and analog filter v. digital filter differences are also sometimes a factor.

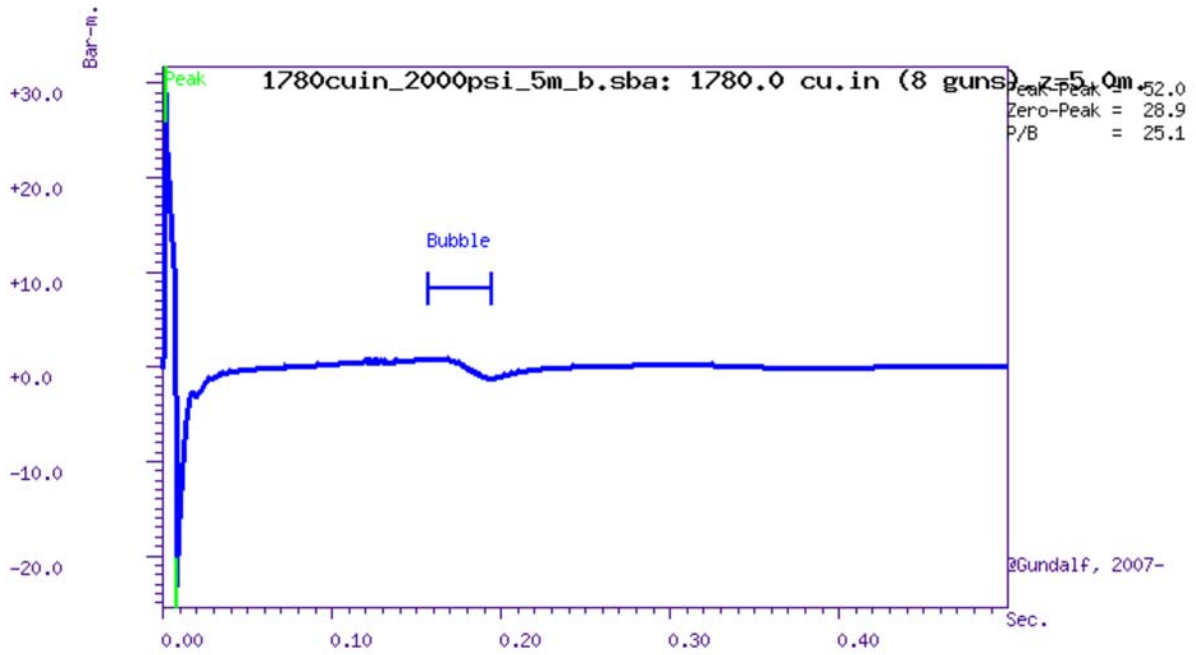
As a guideline, typical individual errors across different measurement datasets for the best-calibrated guns are of the order of 5% for peak to peak, 15% for primary to bubble and 2% for bubble periods.

Individual gun errors are calculated from the data shown in Help -> Calibration (which themselves accumulate gun data from different sources) and the resulting array error bounds are calculated by accumulating these errors for each gun in the array. The error bounds are calculated as 95% error bounds and for simplicity assume that errors are non-correlated although in practice some are systematic. The total error bound is always greater than any of the individual error bounds and is strongly influenced by the largest gun contributions.

The error bounds simply mean that *it is very likely that the true values for these primary characteristics will be within the ranges shown, but it is not possible to be more precise.* If other comparison data or models indicate values outside this range, this means that those data or models are very likely to be *incompatible* with Gundalf's calibration data. This may be due to several causes as described above. For more on calibration see Gundalf's calibration Help pages.

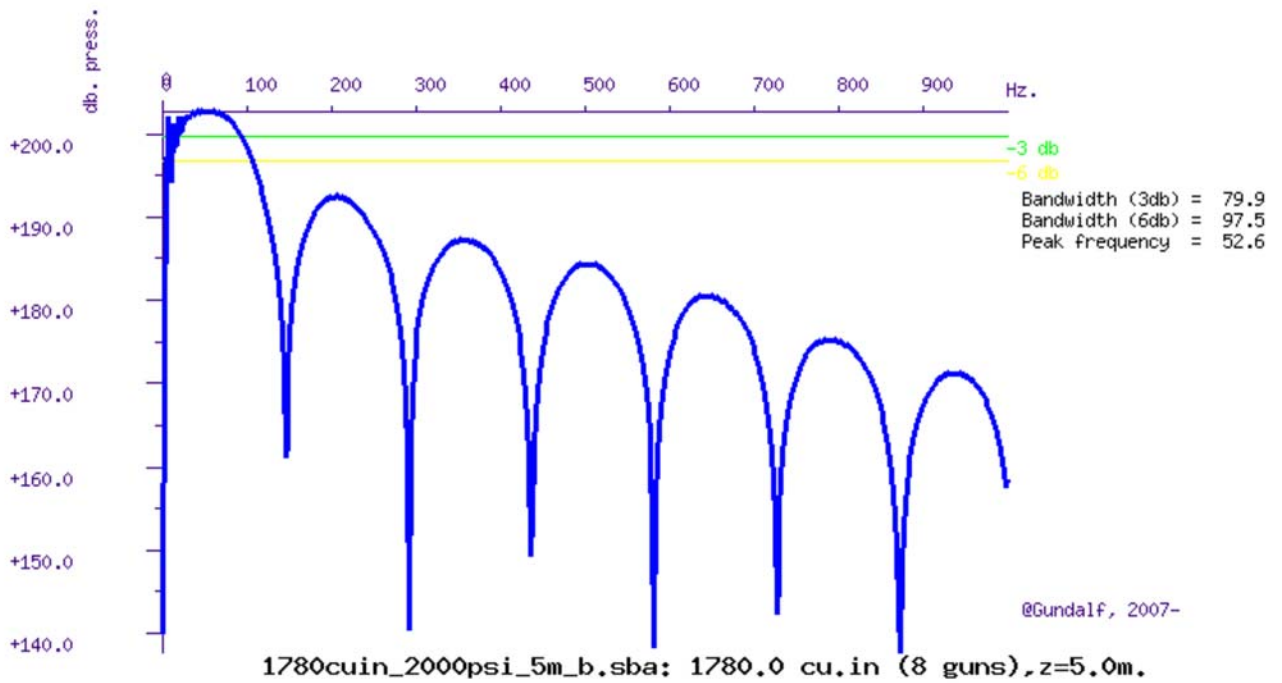
| Peak to peak in bar-m. | Zero to peak in bar-m. | Primary to bubble (peak to peak) | Bubble period (s.) |
|------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 52 +/- 0.924           | 28.9 +/- 0.462         | 25.1 +/- 2.68                    | 0.156 +/- 0.00878  |



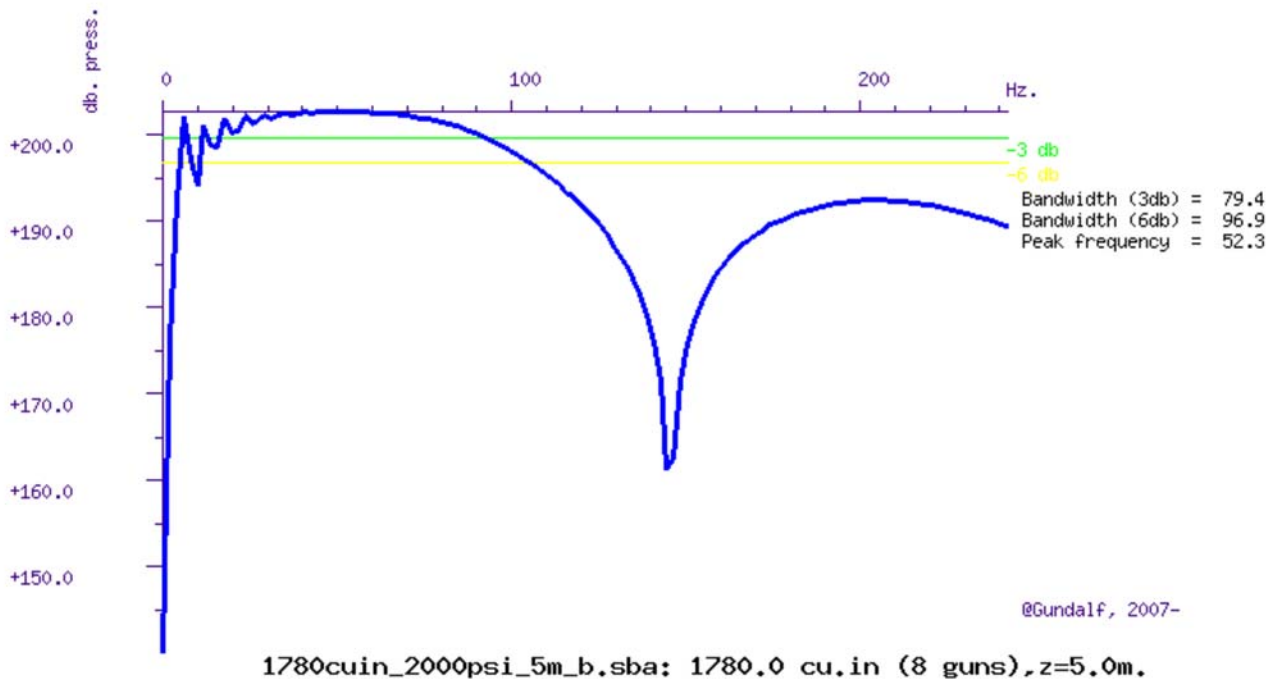


## Filtered amplitude spectrum

Amplitude spectrum. Amplitude Units are dB. relative to 1 muPa / Hz. at 1m.



Close up of amplitude spectrum



[Back to top](#)

## Modelling summary

The following table lists the modelling parameters for the array quoted in various commonly used units for convenience.

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>Signature parameters ...</b>               |                             |
| Output sample interval (s.)                   | 0.0005                      |
| Number of samples in signature                | 1000                        |
| Duration of signature (s.)                    | 0.500                       |
| Modelling sample interval (s.)                | 0.0005                      |
| Observation point                             | Infinite vertical far-field |
| Bubble search start time (s.)                 | 0.04 (Auto)                 |
| <b>Filter parameters ...</b>                  |                             |
| Signature filtering details                   | OFF                         |
| Q filtering                                   | OFF                         |
| Wiener deconvolution                          | OFF                         |
| <b>Sea Surface parameters ...</b>             |                             |
| Source ghost                                  | ON                          |
| Reflection coefficient                        | -1.00                       |
| Source ghost estimation method                | Direct                      |
| Streamer 1 ghost                              | OFF                         |
| Streamer 2 ghost                              | OFF                         |
| <b>Physical parameters ...</b>                |                             |
| Sea temperature (C)                           | 1                           |
| Velocity of sound in water (m./s.)            | 1453                        |
| Expected dominant frequency in signature (Hz) | 20.0                        |
| Observed wave height (m)                      | 0.0                         |
| <b>Gun controller parameters ...</b>          |                             |
| RMS gun controller variation (s.)             | 0.0                         |

[Back to top](#)

## Acoustic energy characteristics

The following table lists the individual gun contributions to the acoustic energy field in joules. A negative value means the gun is actually absorbing energy. This is very common in interacting arrays. It does not however mean that the gun is damaging the array performance. Rather it is acting as a catalyst to allow the other guns to perform more efficiently. The total acoustic energy gives the true performance of the array as a whole. See Laws, Parkes and Hatton (1988) Energy-interaction: The long-range interaction of seismic sources, Geophysical Prospecting (36), p333-348 and 38(1) 1990 p.104 for more details. Note that internal energy is not included in the data below. The true acoustic efficiency of airgun arrays is typically < 5% of the total initial energy.

### Overall acoustic energy contribution

| Total acoustic energy output (j.) | Acoustic energy output due to energy-interaction (j.) | Total potential energy available in array(j.) | Percentage of total potential energy appearing as acoustic energy |
|-----------------------------------|---|---|---|
| 75266.7                           | 10535.8   | 402601.8                                      | 18.7%   |

### Individual acoustic energy contributions

| Volume (cuin) | x (m.) | y (m.) | z (m.) | Acoustic energy contribution (j.) |
|---------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|
| 380.0         | 65.00  | -6.00  | 5.00   | -7820.5                           |
| 380.0         | 65.00  | -5.00  | 5.00   | -7434.9                           |
| 250.0         | 70.00  | -6.00  | 5.00   | 3530.8                            |
| 250.0         | 70.00  | -5.00  | 5.00   | 3698.6                            |
| 150.0         | 72.50  | -6.00  | 5.00   | 19529.3                           |
| 150.0         | 72.50  | -5.00  | 5.00   | 19613.5                           |
| 110.0         | 75.00  | -6.00  | 5.00   | 22044.7                           |
| 110.0         | 75.00  | -5.00  | 5.00   | 22105.2                           |

The red entries denote guns which are catalysing the array by absorbing energy.

[Back to top](#)

## Drop-out characteristics

Information only available in Gundalf Optimiser

[Back to top](#)

## Gundalf calibration details

All modelling software requires calibration against convincing experimental data. Gundalf provides accurate modelling of airguns across a wide range of gun types, gun parameters and operating environments, however, we do not expect you to take this simply on trust. It is therefore our policy to keep users of Gundalf aware of its latest calibration status and up to date information is available under Help -> Calibration.

The latest information, including technical references can be found [here](#).

For sales enquiries please contact: [Gundalf sales](#).

[Back to top](#)

---

Product code : GDF8.1Designer

Licensed to : jlalonso@utm.csic.es

Organisation : UTM-CSIC

Maximum users : 1

# GUNDALF array modelling suite - Array report

Gundalf revision AIR8.11, Date 2017-11-03, Epoch 2017-08-10

Tue Oct 02 11:19:46 GMT Standard Time 2018 (UTMSISMICA)

---

This report is copyright [Oakwood Computing Associates Ltd.](#) 2002-. The report is automatically generated using [GUNDALF](#) and it may be freely distributed in whole or in part provided it retains copyright identifiers.

## Report pre-amble

Author: UTM

Author Organisation: UTM

---

## Contents

- [Signature filtering policy](#)
  - [Some notes on the modelling algorithm](#)
  - [Array summary](#)
  - [Modelling summary](#)
  - [Array geometry and gun contribution](#)
  - [Array centres and timing](#)
  - [Array directivity](#)
  - [Signature characteristics](#)
  - [Acoustic energy characteristics](#)
  - [Drop-out characteristics](#)
  - [Inventory usage](#)
  - [Gundalf calibration details](#)
- 

## Signature filtering policy

For marine environmental noise reports, Gundalf performs no signature filtering other than that inherent in modelling at a sample interval small enough to simulate an airgun array signature at frequencies up to 50kHz, and any requested marine animal weighting functions.

For all other kinds of reports, Gundalf performs filtering in this order:-

- If a pre-conditioning filter is chosen, for example, an instrument response, it is applied at the modelling sample interval.
- If the output sample interval is larger than the modelling sample interval, Gundalf applies appropriate anti-alias filtering. (This can be turned off in the event that anti-alias filtering is included in the pre-conditioning filter, in which case Gundalf will issue a warning.)
- Finally, Gundalf applies the chosen set of post-filters, Q, Wiener and band-pass filtering as specified, at the output sample interval. If none are specified, (often known as unfiltered), only the above anti-alias and/or pre-conditioning are applied.

In reports, when filters are applied, they are applied to the notional sources first so that signatures, directivity plots and spectra are all filtered consistently. The abbreviation muPa is used for microPascal throughout.

Finally note that modelled signatures always begin at time zero for reasons of causality.

## Anti-alias and pre-condition filtering

In this case, no pre-conditioning filter has been applied.

In this case, no anti-alias filtering was necessary.

## Post filtering

Details of the post-filtering used in this report follow. Post filters are applied at the output sample interval after any pre-conditioning and anti-alias filters have been applied.

### Q filtering

No Q filtering performed.

### Wiener filtering

No Wiener filtering performed.

### Band-pass filtering

No band-pass filtering performed.

## Some notes on the modelling algorithm

The Gundalf airgun modelling engine is the end-product of 15 years of state of the art research. It takes full account of all air-gun interactions including interactions between sub-arrays. No assumptions of linear superposition are made. This means that if you move sub-arrays closer together, the far-field signature will change. The effect is noticeable even when sub-arrays are separated by as much as 10m.

The engine is capable of modelling airgun clusters right down to the 'super-foam' region where the bubbles themselves collide and distort. It has been calibrated against both single and clustered guns for a number of different gun types under laboratory conditions and accurately predicts peak to peak and primary to bubble parameters across a very wide range of operating conditions.

In many cases, the predicted signatures are good enough to be used directly in signature deconvolution procedures.

## Array summary

The following table lists the statistics for the array quoted in various commonly used units for convenience. Note that the rms value is computed over the entire modelled signature. Conservative error bounds for the main signature characteristics of peak to peak, primary to bubble and bubble period are also shown. These represent 95% confidence intervals for the Gundalf model against its calibration data.

### Array parameters ...

|   |   |
|---|---|
| Number of guns                                | 10  |
| Total volume (cu.in).                         | 2540.0 ( 41.6 litres)   |
| Peak to peak in bar-m.                        | 69.5 +/- 1.11 ( 6.95 +/- 0.111 MPa, ~ 257 db re 1 muPa. at 1m.) |
| Zero to peak in bar-m.                        | 35.1 ( 3.51 MPa, 251 db re 1 muPa. at 1m.)                      |
| RMS pressure in bar-m.                        | 3.82 ( 0.382 MPa, 232 db re 1 muPa. at 1m.)                     |
| Primary to bubble (peak to peak)              | 7.98 +/- 2.83   |
| Bubble period (s.)                            | 0.137 +/- 0.0072  |
| Maximum spectral ripple (dB): 10.0 - 50.0 Hz. | 38.7  |
| Maximum spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 211   |
| Average spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 203   |
| Total acoustic energy (Joules)                | 208451.1  |

## Array geometry and gun contribution

The following table lists all the guns modelled in the array along with their characteristics. The last column is completed only if the array has actually been modelled during the interactive session and contains the approximate contribution of that gun as a percentage of the peak to peak amplitude of the whole array. Please note the following:-

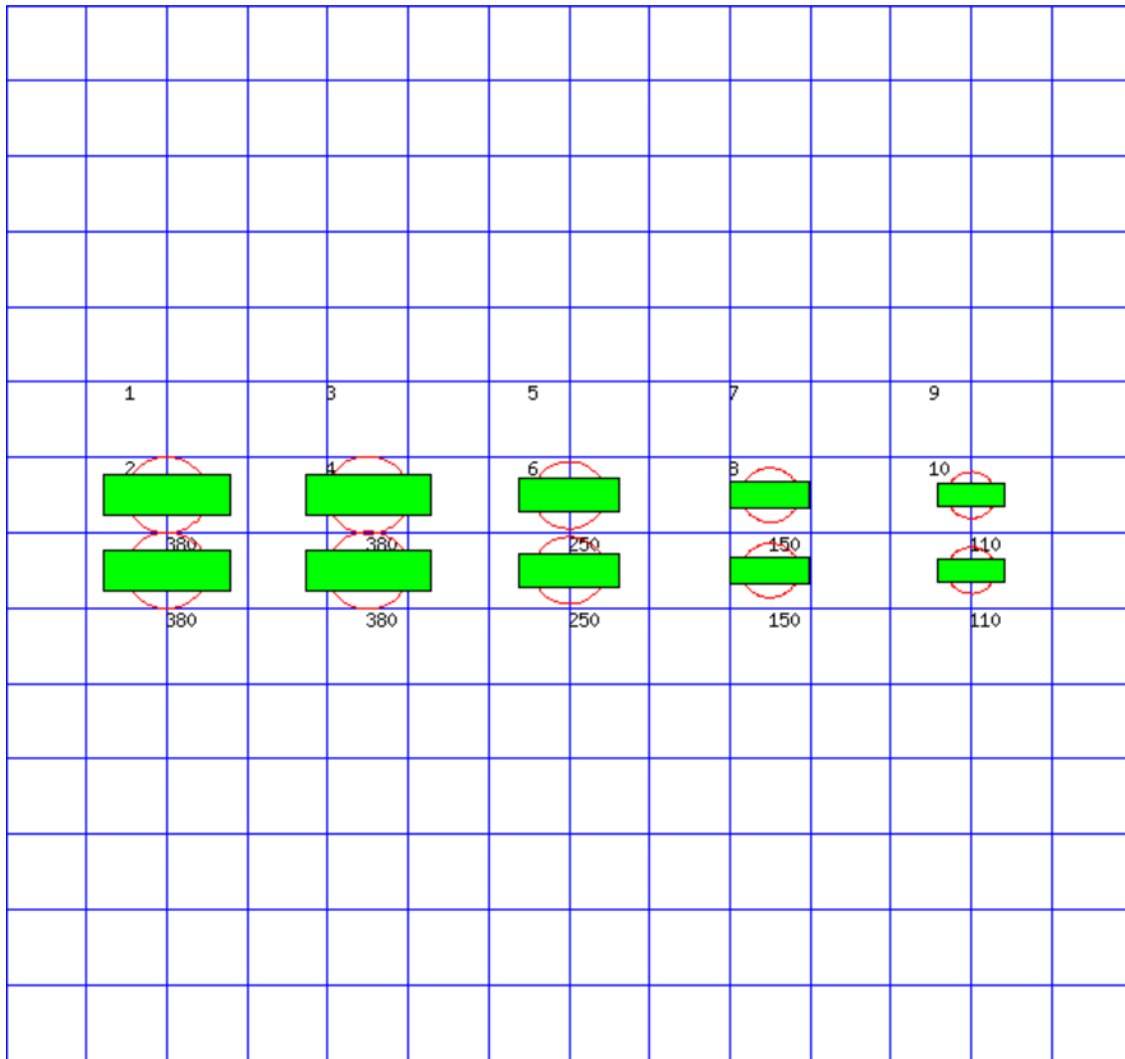
- The peak to peak varies only as the cube root of the volume for the same gun type so that even small guns contribute significantly. This is particularly relevant to drop-out analysis.
- The peak to peak can also be depressed due to clustering effects as reported by Strandenes and Vaage (1992), "Signatures from clustered airguns", First Break, 10(8).

| Gun | Pressure (psi) | Volume (cuin) | Type    | x (m.) | y (m.) | z (m.) | delay (s.) | sub-array | p-p contrib (pct.) |
|-----|----------------|---------------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|--------------------|
| 1   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 65.000 | -6.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 11.7               |
| 2   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 65.000 | -5.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 11.8               |
| 3   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 67.500 | -6.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 11.5               |
| 4   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 67.500 | -5.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 11.5               |
| 5   | 2000.0         | 250.0         | G-GUNII | 70.000 | -6.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 10.0               |
| 6   | 2000.0         | 250.0         | G-GUNII | 70.000 | -5.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 10.0               |
| 7   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -6.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 8.2                |
| 8   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -5.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 8.2                |
| 9   | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -6.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 8.6                |
| 10  | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -5.000 | 15.000 | 0.00000    | 1         | 8.6                |

The array is shown graphically below.

Hydrophone position: Infinite vertical far-field

<----- Direction of travel ----- --, 1 m. grid, plan view



The red circles denote the maximum radius reached by the bubble. Please note that pressure-field interactions take place over a much larger distance than this, (typically 10 times larger). However when bubbles touch or overlap, super-foam interaction can be expected. In this zone, significant peak AND bubble suppression will normally be observed.

Note also that a green rectangle represents a single gun and an orange rectangle indicates that the gun is currently dropped out. Where present, a yellow rectangle represents a vertical cluster (V.C.) of guns. Please see the geometry table above for more details. The small number to the above left of each gun is its reference number in this table. For clusters of guns, these reference numbers mirror the symmetry of the cluster.

[Back to top](#)

## Array centres and timing

The following diagram shows the array geometric centre, the centre of pressure and the centre of energy defined as follows:-

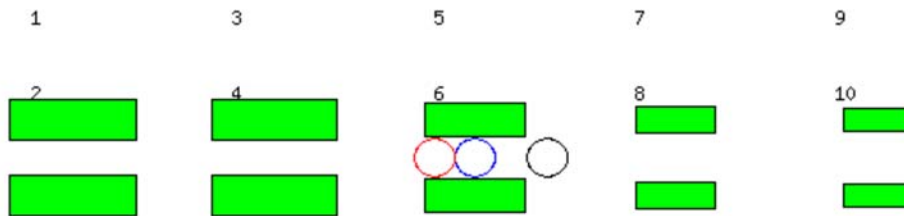
- The array geometric centre is defined to be the centre of the rectangle formed by the largest and smallest x and y values of the active guns (non-active guns are ignored). This is shown as a blue circle.
- The centre of pressure is defined to be the array centre when each active gun position is weighted by its contribution to the overall peak to peak pressure value. This is shown as a red circle.
- The centre of energy is computed by weighting the coordinates by the self-energy of the active gun at that position. In an interacting array this may be a long way from the centre of pressure as some guns may absorb energy giving a negative self-energy. This is shown as a black circle.



Depending on how first breaks are calculated, these can be used for first break analysis.

Dropped out guns are shown as orange rectangles whilst live guns are shown as green rectangles.

### Array centres



The geometric centre is at ( 70, -5.5, 15)

The centre of pressure is at ( 69.5, -5.5, 15)

The centre of energy is at ( 70.9, -5.5, 15)

Note that Gundalf by default uses the deepest gun to define time zero for the vertical far-field and it uses the nearest gun to the observation point to define time zero if an observation point is specified. This means that if one gun is accidentally run deep, this will cause the bulk of the signature to appear to be delayed. It is still a research question how an airgun array should be timed. There are several candidates as defined above but it is not currently clear which if any is appropriate in complex scenarios such as Ocean Bottom Deployment.

[Back to top](#)

## Array directivity

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in both (angle-frequency) and (angle-amplitude) form and optionally, the azimuthal directivity (theta-phi) form.

Note that the effects of cable ghosting if present are not shown in Gundalf directivity displays although source ghosting is included. This matches common practice in such displays.

For inline directivity displays, the x-axis is the inline angle from the vertical with the word **fore** indicating the end nearest the boat. For crossline directivity displays, the x-axis is the crossline angle from the vertical with the word **port** indicating the port side.

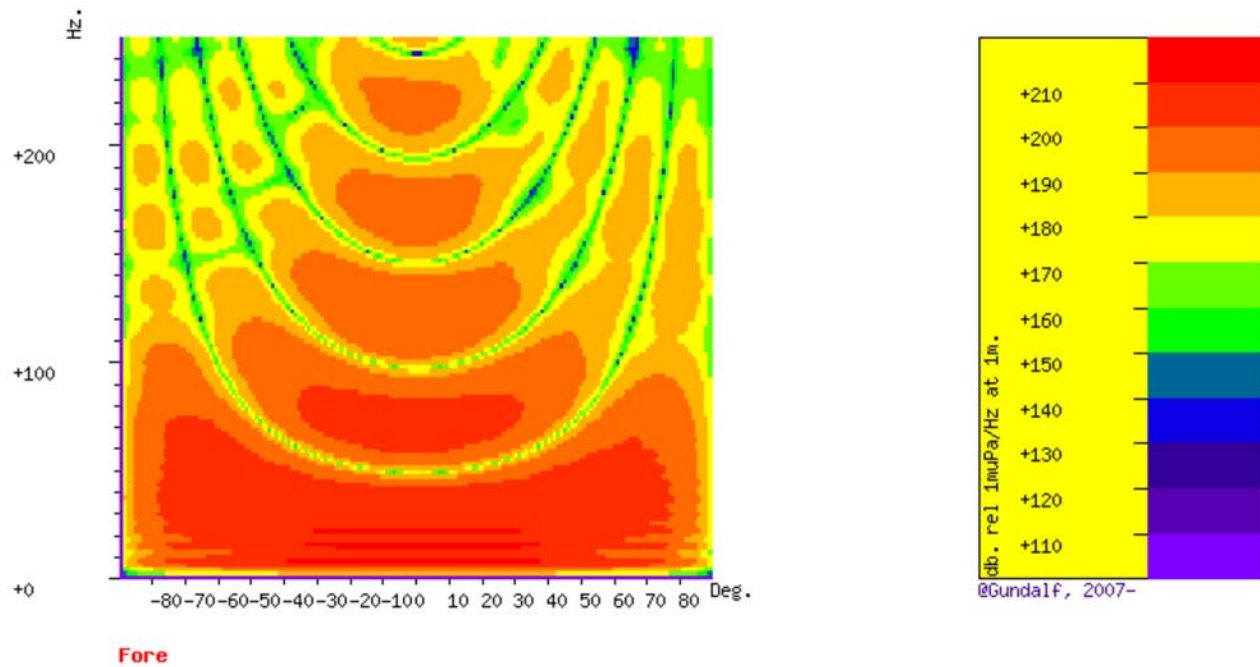
Note that *inline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the boat direction (which corresponds to a bearing of zero degrees). Similarly, *crossline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the perpendicular to the boat direction which is measured as a bearing of 90 degrees, (i.e. starboard). The nominal inline and crossline angles can be set by the user in the report options. The values used are indicated in the diagram titles below as bearings.

Where shown, the azimuthal plots show contours at four chosen frequencies as a function of phi (angle from the x-axis, opposite to the boat direction) and theta (the angle from the vertical). A bearing of zero degrees corresponds to a value of phi of 180 degrees.

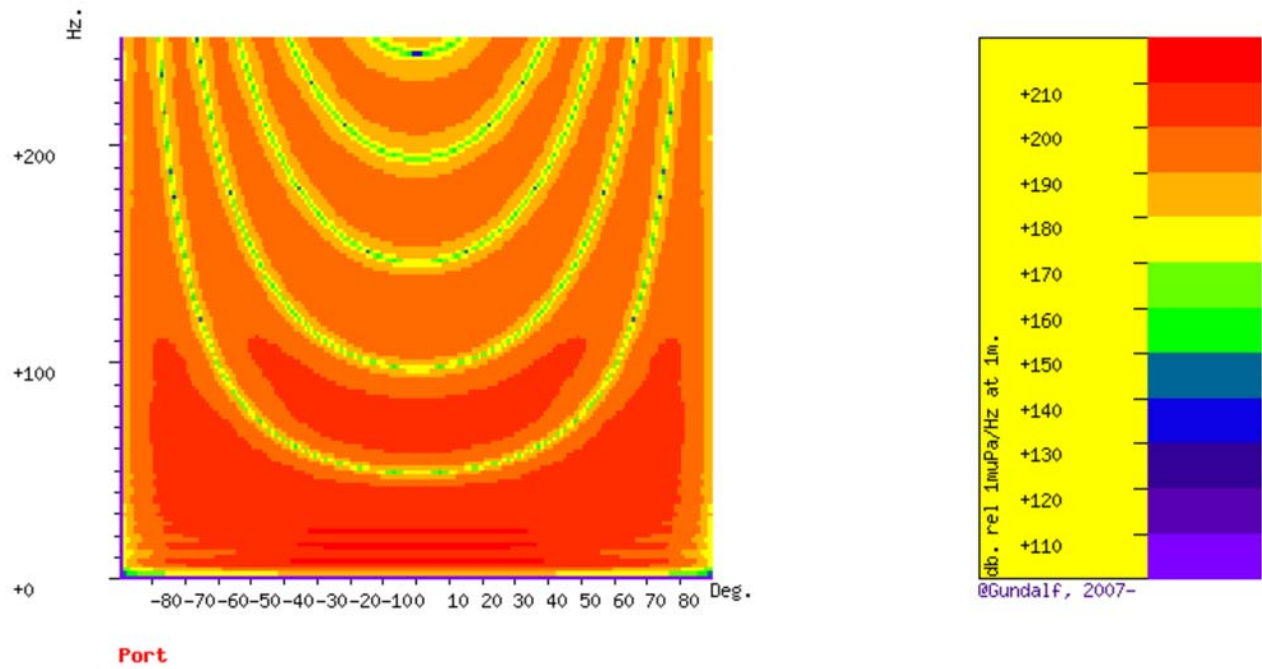
### Angle-frequency form

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle-frequency) form. Both plots are scaled as dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

**Inline directivity, bearing = 0 degrees**



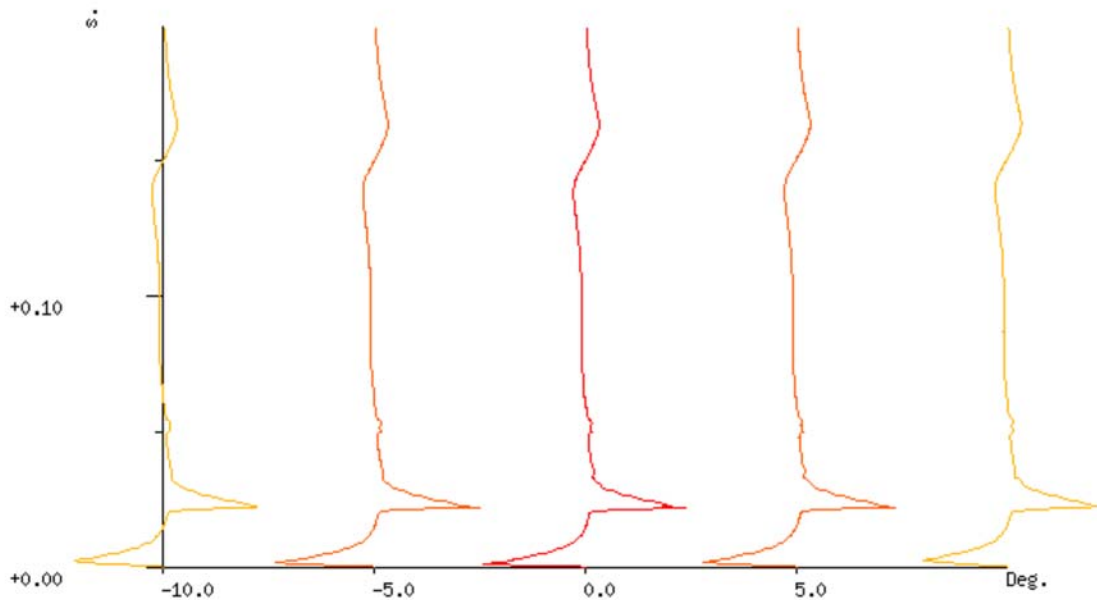
**Crossline directivity, bearing = 90 degrees**



### Angle-amplitude form

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle, amplitude) form. The computed signature (or under option the amplitude spectrum) for each angle is shown in colour varying from red signatures shown in the centre, shading to blue at the furthest angles computed. The vertical scale indicates the type of plot, time or frequency. Both types of plot are individually scaled and plotted with the same units as the corresponding plots in the Signature Characteristics section.

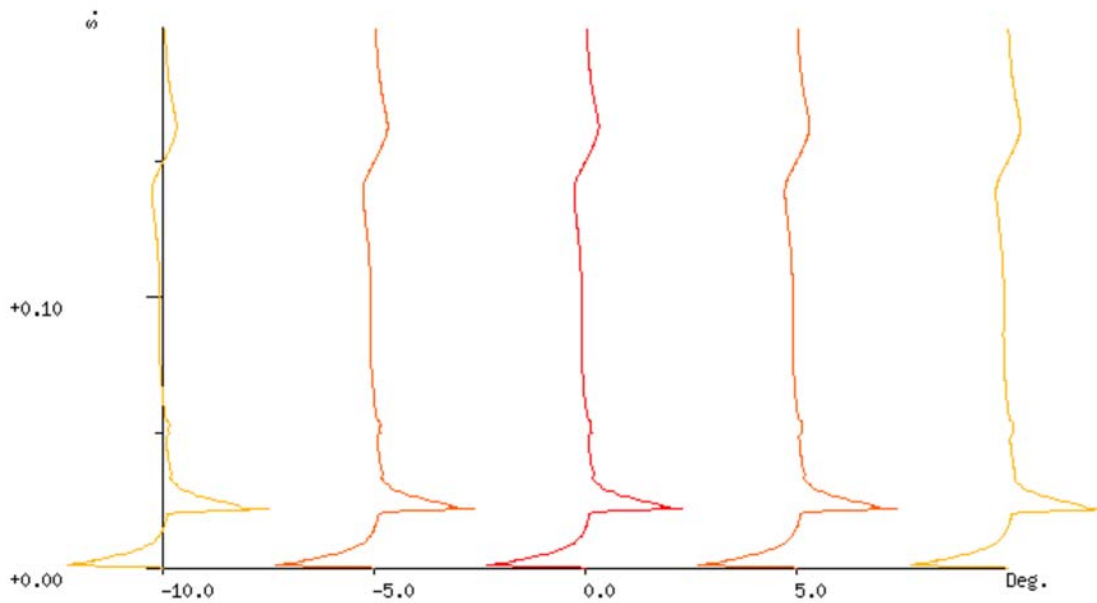
#### Inline directivity, bearing = 0 degrees



Fore

@Gundalf, 2007-

Crossline directivity, bearing = 90 degrees



Port

@Gundalf, 2007-

[Back to top](#)

## Signature characteristics

The following tables show the signature parameters, the signature and the amplitude spectrum of the modelled signature.

The amplitude spectrum is shown in units of dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

The position of the bubble by default is determined internally but can be overridden by interacting with the modelled signature using the right hand mouse button to determine the start of the bubble.

### Signature and statistics

The following table includes error bounds for the primary characteristics of an airgun signature: peak to peak, primary to bubble and bubble period.

Airgun modelling programs like Gundalf must be calibrated against real data and no computational model is any better than the quality of that calibration. Calibration datasets however are themselves subject to experimental error so Gundalf is calibrated to best fit the various datasets which are used across the extensive range of volumes, pressures and depths available.

In practice, such experimental errors arise for a variety of reasons including

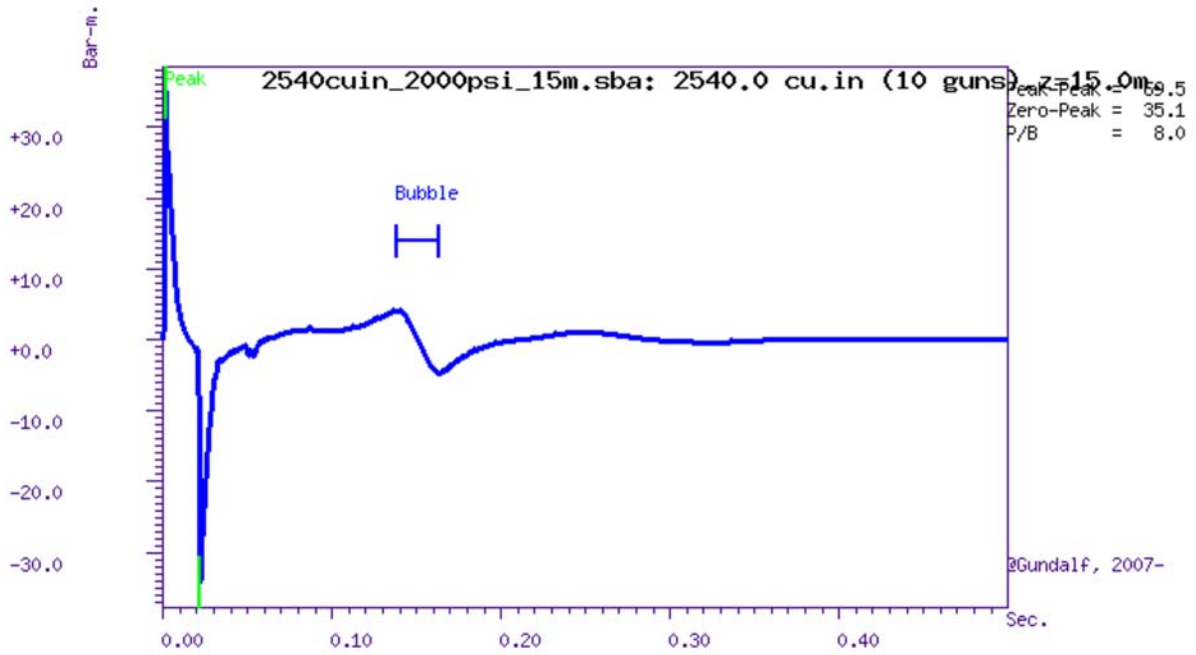
- Depth inaccuracies. These are usually around 3-5% even in the best facilities particularly if there is sea surface movement.
- How frequently the gun is being cycled during measurement. This is rarely recorded but a warmed up gun might be 50deg C warmer than the sea, changing its normal peak-to-peak and other parameters by 5-10% compared with when it is first fired.
- Filtering differences. Filtering is recorded but filtering errors are still more frequent than we would like and analog filter v. digital filter differences are also sometimes a factor.

As a guideline, typical individual errors across different measurement datasets for the best-calibrated guns are of the order of 5% for peak to peak, 15% for primary to bubble and 2% for bubble periods.

Individual gun errors are calculated from the data shown in Help -> Calibration (which themselves accumulate gun data from different sources) and the resulting array error bounds are calculated by accumulating these errors for each gun in the array. The error bounds are calculated as 95% error bounds and for simplicity assume that errors are non-correlated although in practice some are systematic. The total error bound is always greater than any of the individual error bounds and is strongly influenced by the largest gun contributions.

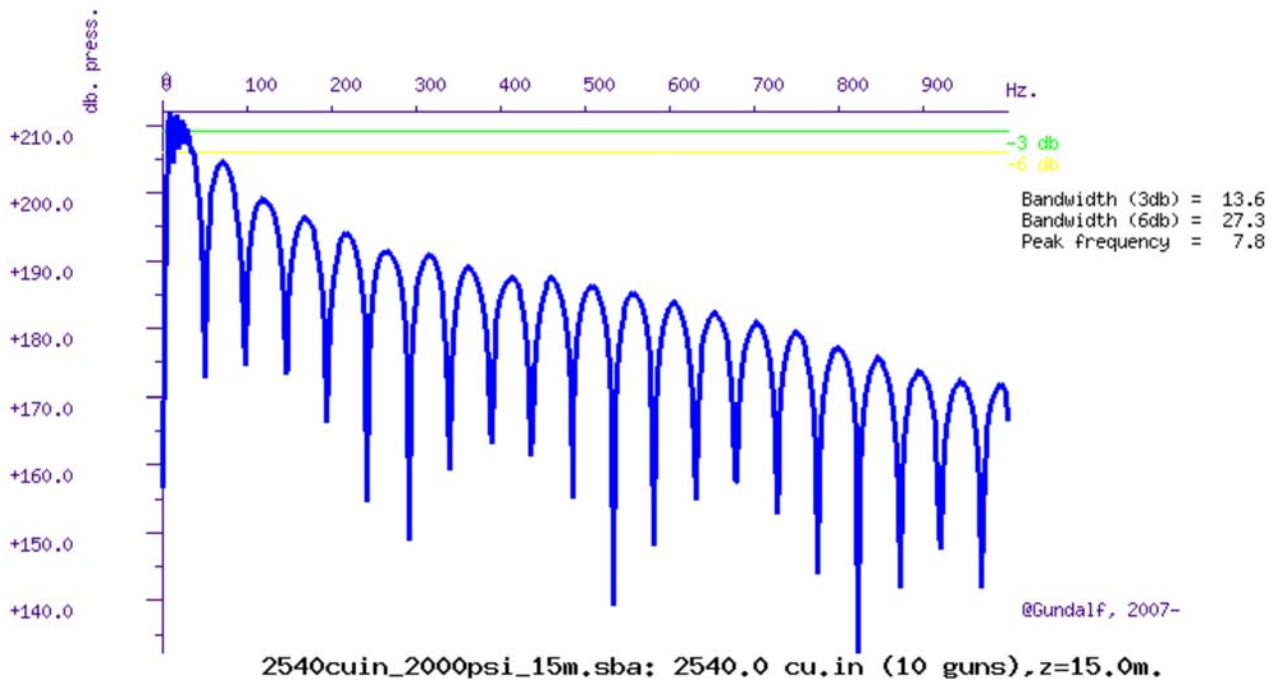
The error bounds simply mean that *it is very likely that the true values for these primary characteristics will be within the ranges shown, but it is not possible to be more precise.* If other comparison data or models indicate values outside this range, this means that those data or models are very likely to be *incompatible* with Gundalf's calibration data. This may be due to several causes as described above. For more on calibration see Gundalf's calibration Help pages.

| Peak to peak in bar-m. | Zero to peak in bar-m. | Primary to bubble (peak to peak) | Bubble period (s.) |
|------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 69.5 +/- 1.11          | 35.1 +/- 0.555         | 7.98 +/- 2.83                    | 0.137 +/- 0.0072   |

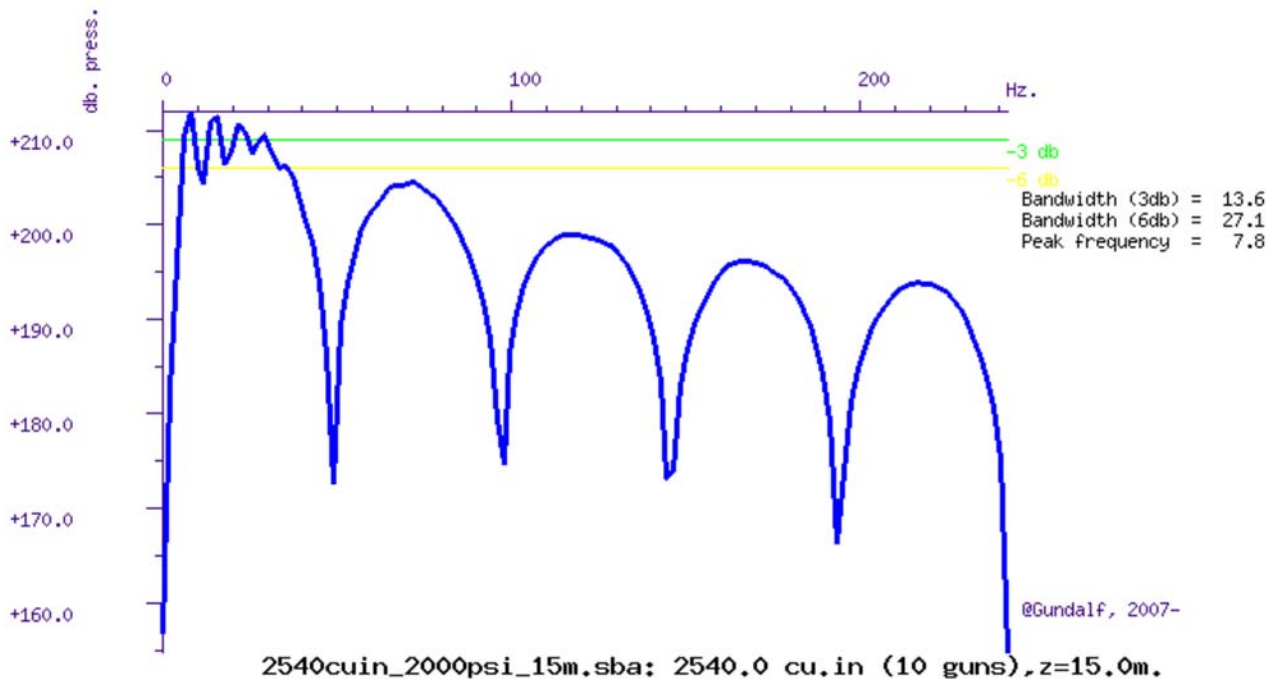


## Filtered amplitude spectrum

Amplitude spectrum. Amplitude Units are dB. relative to 1 muPa / Hz. at 1m.



Close up of amplitude spectrum



[Back to top](#)

## Modelling summary

The following table lists the modelling parameters for the array quoted in various commonly used units for convenience.

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>Signature parameters ...</b>               |                             |
| Output sample interval (s.)                   | 0.0005                      |
| Number of samples in signature                | 1000                        |
| Duration of signature (s.)                    | 0.500                       |
| Modelling sample interval (s.)                | 0.0005                      |
| Observation point                             | Infinite vertical far-field |
| Bubble search start time (s.)                 | 0.04 (Auto)                 |
| <b>Filter parameters ...</b>                  |                             |
| Signature filtering details                   | OFF                         |
| Q filtering                                   | OFF                         |
| Wiener deconvolution                          | OFF                         |
| <b>Sea Surface parameters ...</b>             |                             |
| Source ghost                                  | ON                          |
| Reflection coefficient                        | -1.00                       |
| Source ghost estimation method                | Direct                      |
| Streamer 1 ghost                              | OFF                         |
| Streamer 2 ghost                              | OFF                         |
| <b>Physical parameters ...</b>                |                             |
| Sea temperature (C)                           | 1                           |
| Velocity of sound in water (m./s.)            | 1453                        |
| Expected dominant frequency in signature (Hz) | 20.0                        |
| Observed wave height (m)                      | 0.0                         |
| <b>Gun controller parameters ...</b>          |                             |
| RMS gun controller variation (s.)             | 0.0                         |

[Back to top](#)

## Acoustic energy characteristics

The following table lists the individual gun contributions to the acoustic energy field in joules. A negative value means the gun is actually absorbing energy. This is very common in interacting arrays. It does not however mean that the gun is damaging the array performance. Rather it is acting as a catalyst to allow the other guns to perform more efficiently. The total acoustic energy gives the true performance of the array as a whole. See Laws, Parkes and Hatton (1988) Energy-interaction: The long-range interaction of seismic sources, Geophysical Prospecting (36), p333-348 and 38(1) 1990 p.104 for more details. Note that internal energy is not included in the data below. The true acoustic efficiency of airgun arrays is typically < 5% of the total initial energy.

### Overall acoustic energy contribution

| Total acoustic energy output (j.) | Acoustic energy output due to energy-interaction (j.) | Total potential energy available in array(j.) | Percentage of total potential energy appearing as acoustic energy |
|-----------------------------------|---|---|---|
| 208451.1                          | 27376.7   | 574499.3                                      | 36.3%   |

### Individual acoustic energy contributions



| Volume (cuin) | x (m.) | y (m.) | z (m.) | Acoustic energy contribution (j.) |
|---------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|
| 380.0         | 65.00  | -6.00  | 15.00  | 27355.4                           |
| 380.0         | 65.00  | -5.00  | 15.00  | 27587.1                           |
| 380.0         | 67.50  | -6.00  | 15.00  | -19626.1                          |
| 380.0         | 67.50  | -5.00  | 15.00  | -19342.9                          |
| 250.0         | 70.00  | -6.00  | 15.00  | 47647.0                           |
| 250.0         | 70.00  | -5.00  | 15.00  | 47764.4                           |
| 150.0         | 72.50  | -6.00  | 15.00  | 24065.1                           |
| 150.0         | 72.50  | -5.00  | 15.00  | 24144.0                           |
| 110.0         | 75.00  | -6.00  | 15.00  | 24399.7                           |
| 110.0         | 75.00  | -5.00  | 15.00  | 24457.2                           |

The red entries denote guns which are catalysing the array by absorbing energy.

[Back to top](#)

## Drop-out characteristics

Information only available in Gundalf Optimiser

[Back to top](#)

## Gundalf calibration details

All modelling software requires calibration against convincing experimental data. Gundalf provides accurate modelling of airguns across a wide range of gun types, gun parameters and operating environments, however, we do not expect you to take this simply on trust. It is therefore our policy to keep users of Gundalf aware of its latest calibration status and up to date information is available under Help -> Calibration.

The latest information, including technical references can be found [here](#).

For sales enquiries please contact: [Gundalf sales](#).

[Back to top](#)

---

Product code : GDF8.1Designer

Licenced to : jlalonso@utm.csic.es

Organisation : UTM-CSIC

Maximum users : 1

# GUNDALF array modelling suite - Array report

Gundalf revision AIR8.1n, Date 2018-03-30, Epoch 2018-03-30

Wed Jan 23 09:25:13 GMT Standard Time 2019 (UTMSISMICA)

---

This report is copyright [Oakwood Computing Associates Ltd.](#) 2002-. The report is automatically generated using [GUNDALF](#) and it may be freely distributed in whole or in part provided it retains copyright identifiers.

## Report pre-amble

Author: UTM

Author Organisation: UTM

---

## Contents

- [Signature filtering policy](#)
  - [Some notes on the modelling algorithm](#)
  - [Array summary](#)
  - [Modelling summary](#)
  - [Array geometry and gun contribution](#)
  - [Array centres and timing](#)
  - [Array directivity](#)
  - [Signature characteristics](#)
  - [Acoustic energy characteristics](#)
  - [Drop-out characteristics](#)
  - [Inventory usage](#)
  - [Gundalf calibration details](#)
- 

## Signature filtering policy

For marine environmental noise reports, Gundalf performs no signature filtering other than that inherent in modelling at a sample interval small enough to simulate an airgun array signature at frequencies up to 50kHz, and any requested marine animal weighting functions.

For all other kinds of reports, Gundalf performs filtering in this order:-

- If a pre-conditioning filter is chosen, for example, an instrument response, it is applied at the modelling sample interval.
- If the output sample interval is larger than the modelling sample interval, Gundalf applies appropriate anti-alias filtering. (This can be turned off in the event that anti-alias filtering is included in the pre-conditioning filter, in which case Gundalf will issue a warning.)
- Finally, Gundalf applies the chosen set of post-filters, Q, Wiener and band-pass filtering as specified, at the output sample interval. If none are specified, (often known as unfiltered), only the above anti-alias and/or pre-conditioning are applied.

In reports, when filters are applied, they are applied to the notional sources first so that signatures, directivity plots and spectra are all filtered consistently. The abbreviation muPa is used for microPascal throughout.

Finally note that modelled signatures always begin at time zero for reasons of causality.

## Anti-alias and pre-condition filtering

In this case, no pre-conditioning filter has been applied.

In this case, no anti-alias filtering was necessary.

## Post filtering

Details of the post-filtering used in this report follow. Post filters are applied at the output sample interval after any pre-conditioning and anti-alias filters have been applied.

### Q filtering

No Q filtering performed.

### Wiener filtering

No Wiener filtering performed.

### Band-pass filtering

No band-pass filtering performed.

## Some notes on the modelling algorithm

The Gundalf airgun modelling engine is the end-product of 15 years of state of the art research. It takes full account of all air-gun interactions including interactions between sub-arrays. No assumptions of linear superposition are made. This means that if you move sub-arrays closer together, the far-field signature will change. The effect is noticeable even when sub-arrays are separated by as much as 10m.

The engine is capable of modelling airgun clusters right down to the 'super-foam' region where the bubbles themselves collide and distort. It has been calibrated against both single and clustered guns for a number of different gun types under laboratory conditions and accurately predicts peak to peak and primary to bubble parameters across a very wide range of operating conditions.

In many cases, the predicted signatures are good enough to be used directly in signature deconvolution procedures.

## Array summary

The following table lists the statistics for the array quoted in various commonly used units for convenience. Note that the rms value is computed over the entire modelled signature. Conservative error bounds for the main signature characteristics of peak to peak, primary to bubble and bubble period are also shown. These represent 95% confidence intervals for the Gundalf model against its calibration data.

### Array parameters ...

|   |   |
|---|---|
| Number of guns                                | 8   |
| Total volume (cu.in).                         | 1580.0 ( 25.9 litres)   |
| Peak to peak in bar-m.                        | 49.2 +/- 0.874 ( 4.92 +/- 0.0874 MPa, ~ 254 db re 1 muPa. at 1m.) |
| Zero to peak in bar-m.                        | 28.1 ( 2.81 MPa, 249 db re 1 muPa. at 1m.)                        |
| RMS pressure in bar-m.                        | 2.37 ( 0.237 MPa, 228 db re 1 muPa. at 1m.)                       |
| Primary to bubble (peak to peak)              | 27.8 +/- 2.76   |
| Bubble period (s.)                            | 0.128 +/- 0.0084  |
| Maximum spectral ripple (dB): 10.0 - 50.0 Hz. | 3.98  |
| Maximum spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 205   |
| Average spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.  | 204   |
| Total acoustic energy (Joules)                | 63306.8   |

## Array geometry and gun contribution

The following table lists all the guns modelled in the array along with their characteristics. The last column is completed only if the array has actually been modelled during the interactive session and contains the approximate contribution of that gun as a percentage of the peak to peak amplitude of the whole array. Please note the following:-

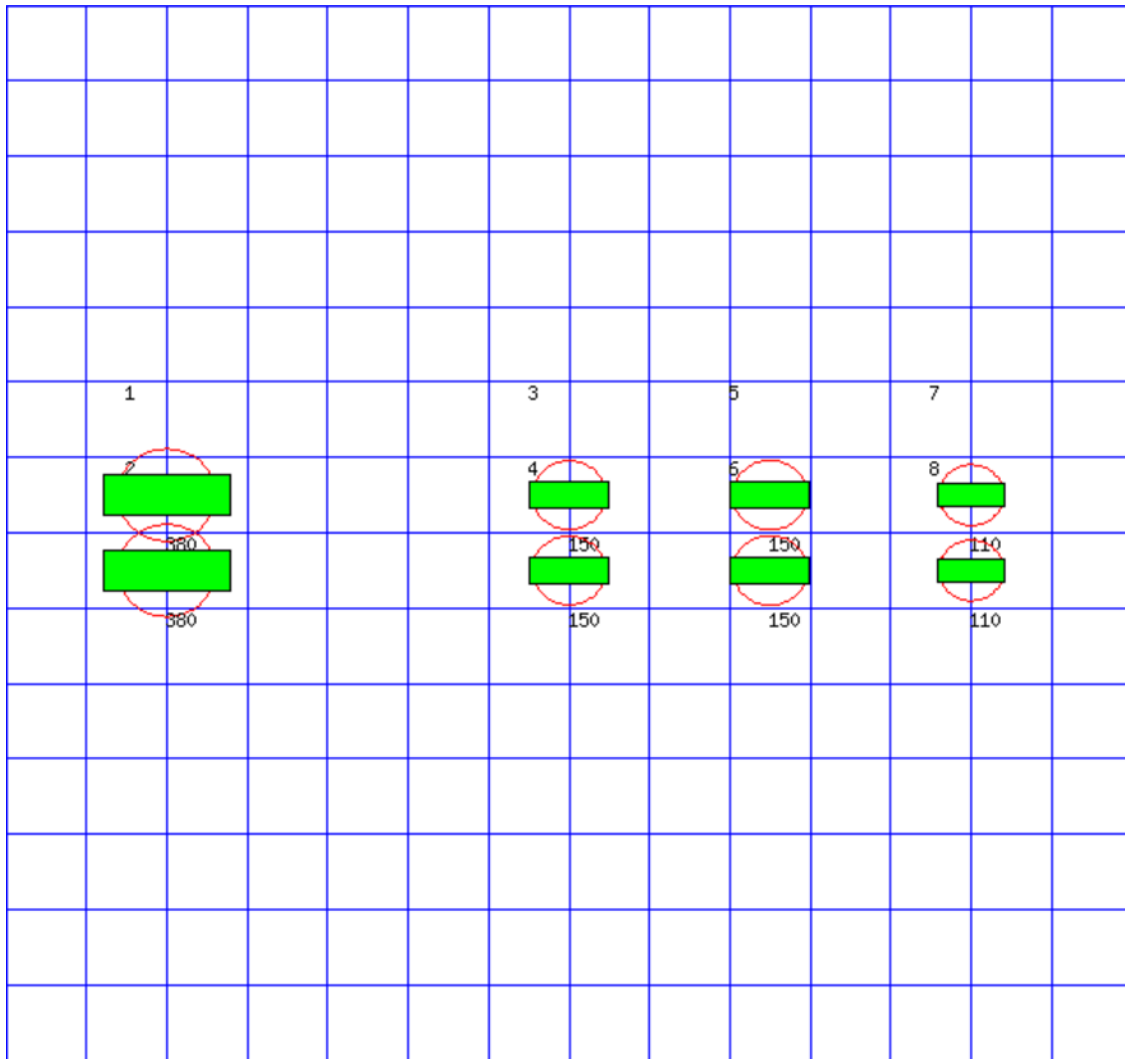
- The peak to peak varies only as the cube root of the volume for the same gun type so that even small guns contribute significantly. This is particularly relevant to drop-out analysis.
- The peak to peak can also be depressed due to clustering effects as reported by Strandenes and Vaage (1992), "Signatures from clustered airguns", First Break, 10(8).

| Gun | Pressure (psi) | Volume (cuin) | Type    | x (m.) | y (m.) | z (m.) | delay (s.) | sub-array | p-p contrib (pct.) |
|-----|----------------|---------------|---------|--------|--------|--------|------------|-----------|--------------------|
| 1   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 65.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 14.6               |
| 2   | 2000.0         | 380.0         | G-GUNII | 65.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 14.8               |
| 3   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 70.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 12.0               |
| 4   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 70.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 12.1               |
| 5   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.9               |
| 6   | 2000.0         | 150.0         | G-GUNII | 72.500 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.9               |
| 7   | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -6.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.3               |
| 8   | 2000.0         | 110.0         | G-GUNII | 75.000 | -5.000 | 5.000  | 0.00000    | 1         | 11.4               |

The array is shown graphically below.

Hydrophone position: Infinite vertical far-field

<----- Direction of travel ----->, 1 m. grid, plan view



The red circles denote the maximum radius reached by the bubble. Please note that pressure-field interactions take place over a much larger distance than this, (typically 10 times larger). However when bubbles touch or overlap, super-foam interaction can be expected. In this zone, significant peak AND bubble suppression will normally be observed.

Note also that a green rectangle represents a single gun and an orange rectangle indicates that the gun is currently dropped out. Where present, a yellow rectangle represents a vertical cluster (V.C.) of guns. Please see the geometry table above for more details. The small number to the above left of each gun is its reference number in this table. For clusters of guns, these reference numbers mirror the symmetry of the cluster.

[Back to top](#)

## Array centres and timing

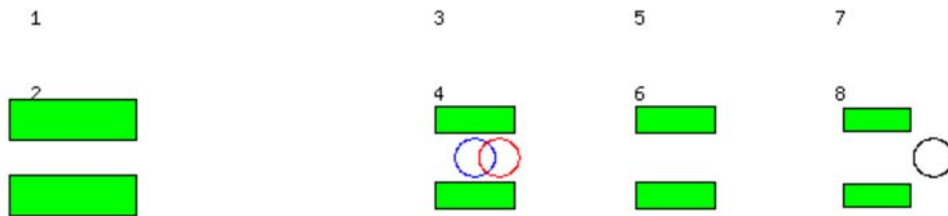
The following diagram shows the array geometric centre, the centre of pressure and the centre of energy defined as follows:-

- The array geometric centre is defined to be the centre of the rectangle formed by the largest and smallest x and y values of the active guns (non-active guns are ignored). This is shown as a blue circle.
- The centre of pressure is defined to be the array centre when each active gun position is weighted by its contribution to the overall peak to peak pressure value. This is shown as a red circle.
- The centre of energy is computed by weighting the coordinates by the self-energy of the active gun at that position. In an interacting array this may be a long way from the centre of pressure as some guns may absorb energy giving a negative self-energy. This is shown as a black circle.

Depending on how first breaks are calculated, these can be used for first break analysis.

Dropped out guns are shown as orange rectangles whilst live guns are shown as green rectangles.

### Array centres



The geometric centre is at ( 70, -5.5, 5)

The centre of pressure is at ( 70.3, -5.5, 5)

The centre of energy is at ( 75.7, -5.5, 5)

Note that Gundalf by default uses the deepest gun to define time zero for the vertical far-field and it uses the nearest gun to the observation point to define time zero if an observation point is specified. This means that if one gun is accidentally run deep, this will cause the bulk of the signature to appear to be delayed. It is still a research question how an airgun array should be timed. There are several candidates as defined above but it is not currently clear which if any is appropriate in complex scenarios such as Ocean Bottom Deployment.

[Back to top](#)

## Array directivity

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in both (angle-frequency) and (angle-amplitude) form and optionally, the azimuthal directivity (theta-phi) form.

Note that the effects of cable ghosting if present are not shown in Gundalf directivity displays although source ghosting is included. This matches common practice in such displays.

For inline directivity displays, the x-axis is the inline angle from the vertical with the word **fore** indicating the end nearest the boat. For crossline directivity displays, the x-axis is the crossline angle from the vertical with the word **port** indicating the port side.

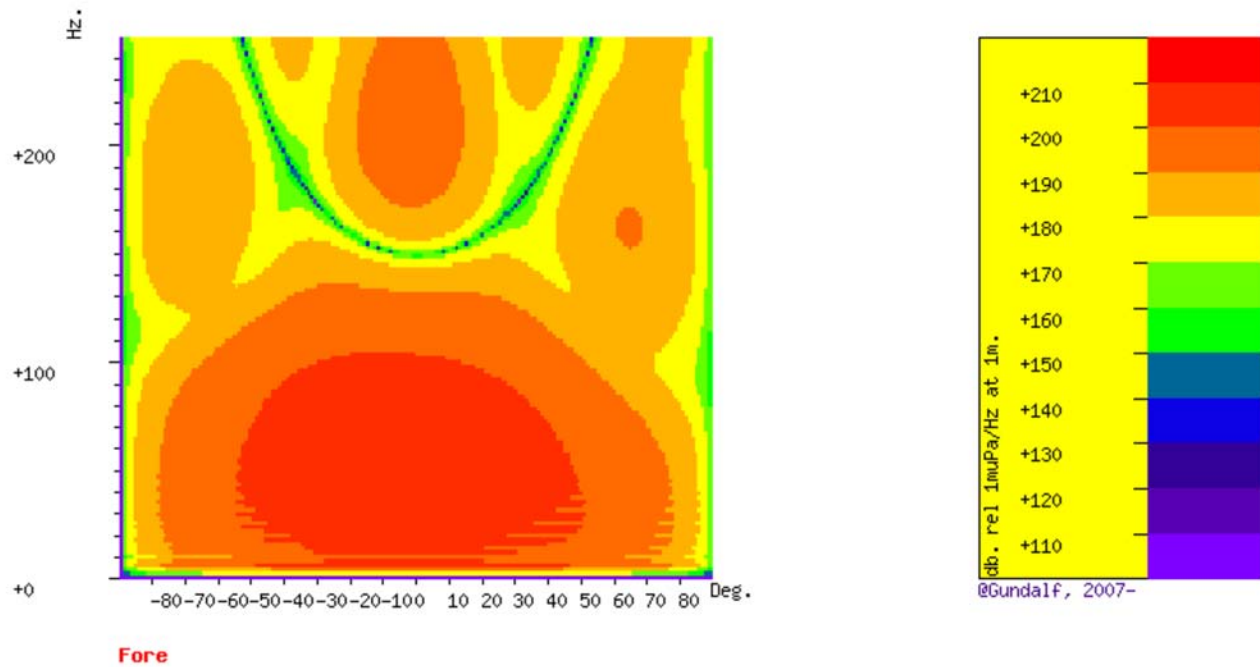
Note that *inline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the boat direction (which corresponds to a bearing of zero degrees). Similarly, *crossline* is used nominally to mean any angle within +/- 45 degrees of the perpendicular to the boat direction which is measured as a bearing of 90 degrees, (i.e. starboard). The nominal inline and crossline angles can be set by the user in the report options. The values used are indicated in the diagram titles below as bearings.

Where shown, the azimuthal plots show contours at four chosen frequencies as a function of phi (angle from the x-axis, opposite to the boat direction) and theta (the angle from the vertical). A bearing of zero degrees corresponds to a value of phi of 180 degrees.

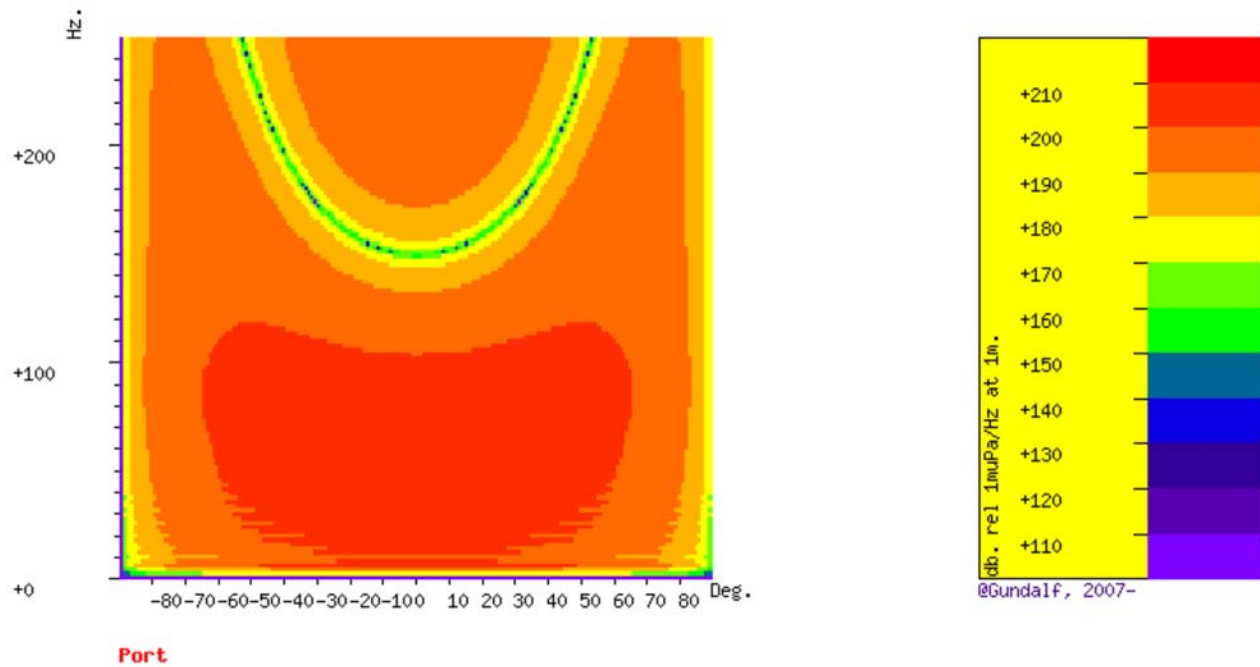
### Angle-frequency form

The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle-frequency) form. Both plots are scaled as dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

**Inline directivity, bearing = 0 degrees**



**Crossline directivity, bearing = 90 degrees**

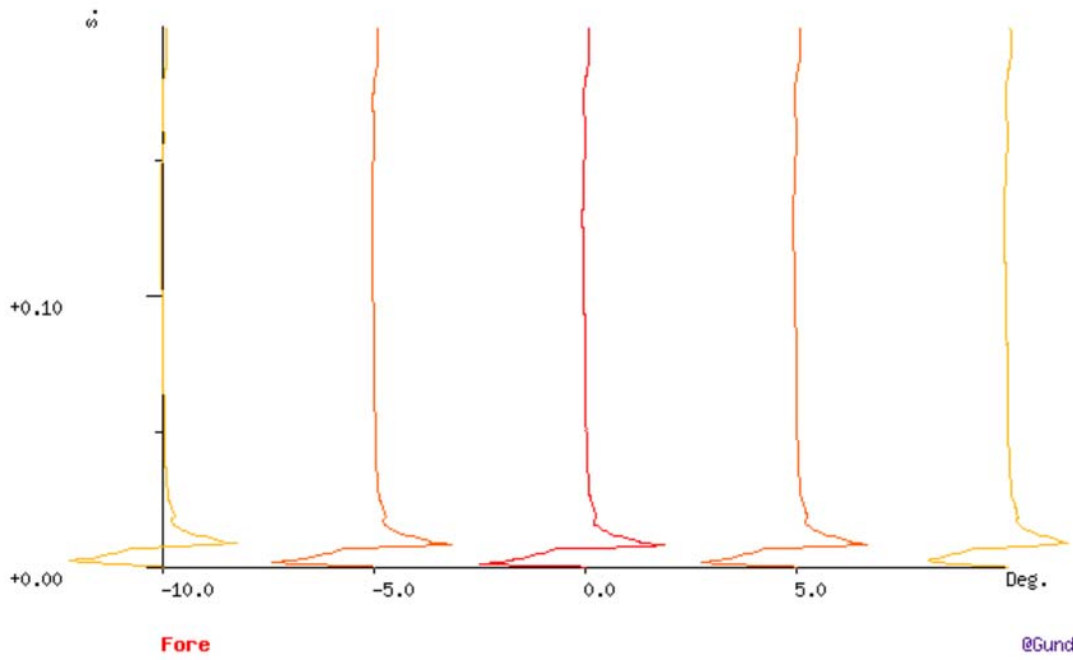


### Angle-amplitude form

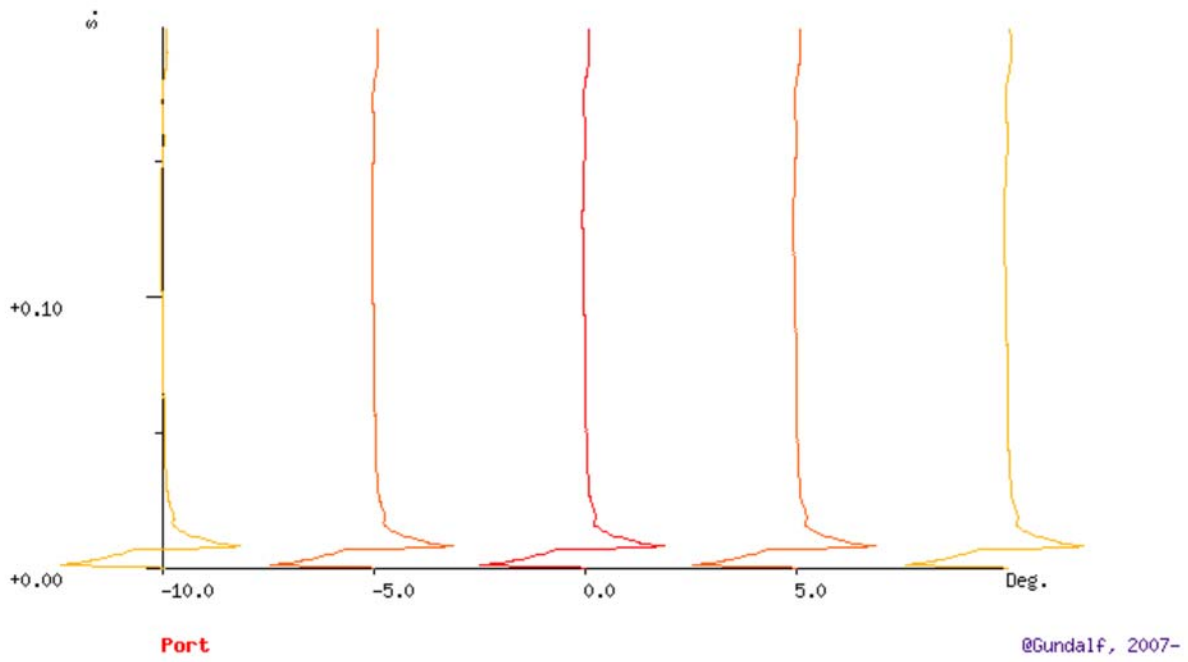
The following tables show the inline and crossline directivity of the array in (dip angle, amplitude) form. The computed signature (or under option the amplitude spectrum) for each angle is shown in colour varying form with red signatures shown in the centre, shading to blue at the furthest angles computed. The vertical scale indicates the type of plot, time or frequency. Both types of plot are individually scaled and plotted with the same units as the corresponding plots in the Signature Characteristics section.

#### Inline directivity, bearing = 0 degrees





**Crossline directivity, bearing = 90 degrees**



[Back to top](#)

## Signature characteristics

The following tables show the signature parameters, the signature and the amplitude spectrum of the modelled signature.

The amplitude spectrum is shown in units of dB. relative to 1 muPa. per Hz. at 1m.

The position of the bubble by default is determined internally but can be overridden by interacting with the modelled signature using the right hand mouse button to determine the start of the bubble.

### Signature and statistics

The following table includes error bounds for the primary characteristics of an airgun signature: peak to peak, primary to bubble and bubble period.

Airgun modelling programs like Gundalf must be calibrated against real data and no computational model is any better than the quality of that calibration. Calibration datasets however are themselves subject to experimental error so Gundalf is calibrated to best fit the various datasets which are used across the extensive range of volumes, pressures and depths available.

In practice, such experimental errors arise for a variety of reasons including

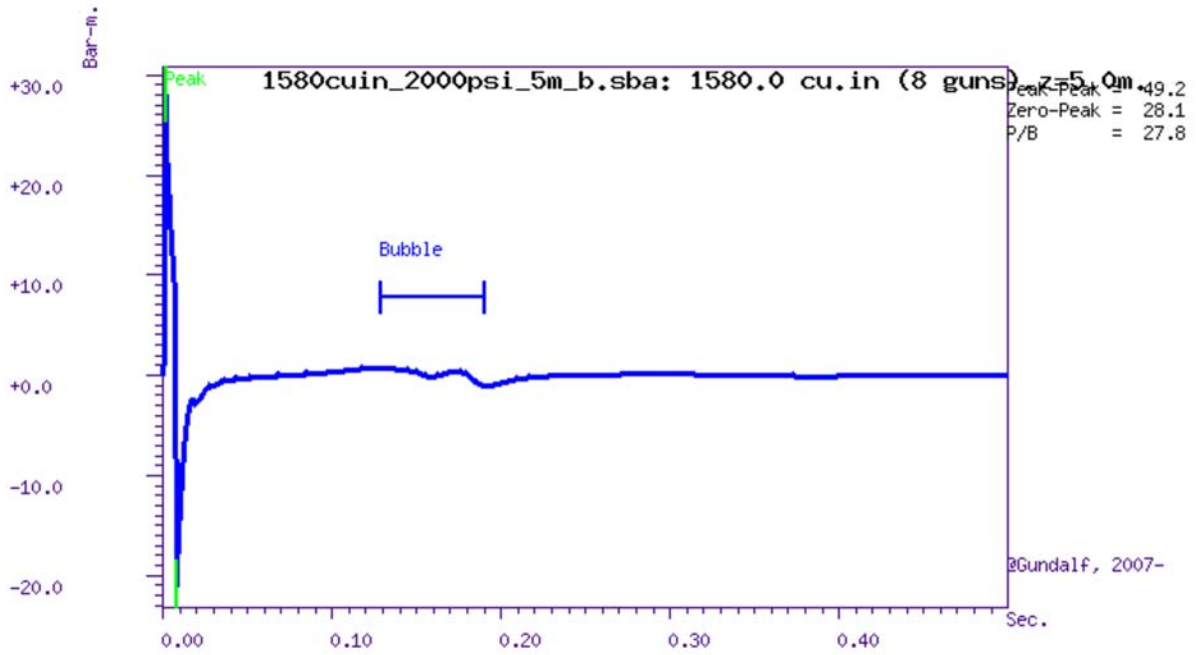
- Depth inaccuracies. These are usually around 3-5% even in the best facilities particularly if there is sea surface movement.
- How frequently the gun is being cycled during measurement. This is rarely recorded but a warmed up gun might be 50deg C warmer than the sea, changing its normal peak-to-peak and other parameters by 5-10% compared with when it is first fired.
- Filtering differences. Filtering is recorded but filtering errors are still more frequent than we would like and analog filter v. digital filter differences are also sometimes a factor.

As a guideline, typical individual errors across different measurement datasets for the best-calibrated guns are of the order of 5% for peak to peak, 15% for primary to bubble and 2% for bubble periods.

Individual gun errors are calculated from the data shown in Help -> Calibration (which themselves accumulate gun data from different sources) and the resulting array error bounds are calculated by accumulating these errors for each gun in the array. The error bounds are calculated as 95% error bounds and for simplicity assume that errors are non-correlated although in practice some are systematic. The total error bound is always greater than any of the individual error bounds and is strongly influenced by the largest gun contributions.

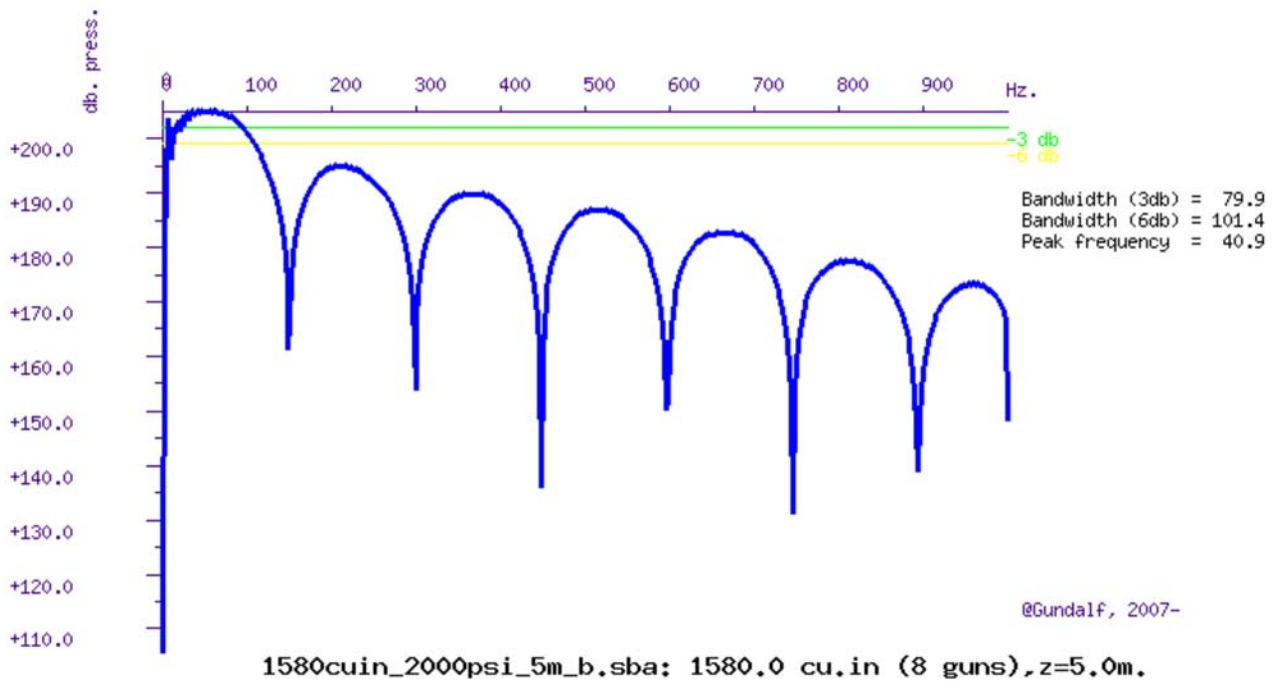
The error bounds simply mean that *it is very likely that the true values for these primary characteristics will be within the ranges shown, but it is not possible to be more precise.* If other comparison data or models indicate values outside this range, this means that those data or models are very likely to be *incompatible* with Gundalf's calibration data. This may be due to several causes as described above. For more on calibration see Gundalf's calibration Help pages.

| Peak to peak in bar-m. | Zero to peak in bar-m. | Primary to bubble (peak to peak) | Bubble period (s.) |
|------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 49.2 +/- 0.874         | 28.1 +/- 0.437         | 27.8 +/- 2.76                    | 0.128 +/- 0.0084   |

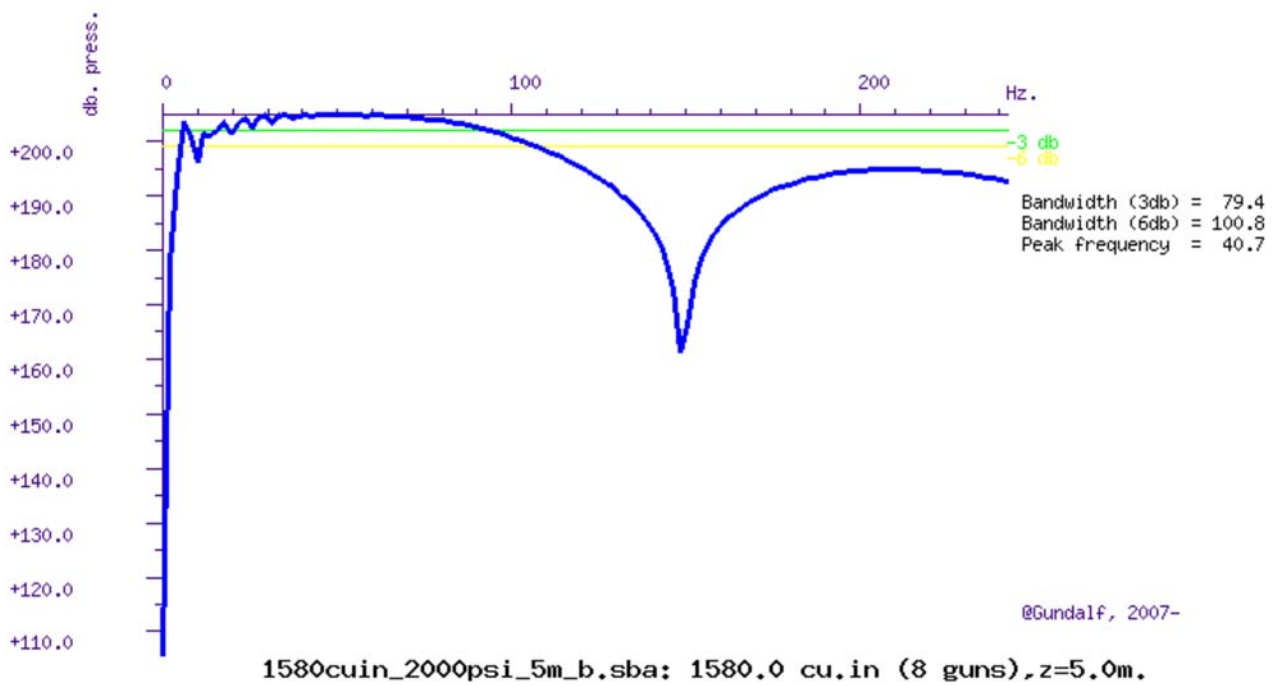


### Filtered amplitude spectrum

Amplitude spectrum. Amplitude Units are dB. relative to 1 muPa / Hz. at 1m.



Close up of amplitude spectrum



[Back to top](#)

## Modelling summary

The following table lists the modelling parameters for the array quoted in various commonly used units for convenience.

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| <b>Signature parameters ...</b>               |                             |
| Output sample interval (s.)                   | 0.0005                      |
| Number of samples in signature                | 1000                        |
| Duration of signature (s.)                    | 0.500                       |
| Modelling sample interval (s.)                | 0.0005                      |
| Observation point                             | Infinite vertical far-field |
| Bubble search start time (s.)                 | 0.04 (Auto)                 |
| <b>Filter parameters ...</b>                  |                             |
| Signature filtering details                   | OFF                         |
| Q filtering                                   | OFF                         |
| Wiener deconvolution                          | OFF                         |
| <b>Sea Surface parameters ...</b>             |                             |
| Source ghost                                  | ON                          |
| Reflection coefficient                        | -1.00                       |
| Source ghost estimation method                | Direct                      |
| Streamer 1 ghost                              | OFF                         |
| Streamer 2 ghost                              | OFF                         |
| <b>Physical parameters ...</b>                |                             |
| Sea temperature (C)                           | 10                          |
| Velocity of sound in water (m./s.)            | 1490                        |
| Expected dominant frequency in signature (Hz) | 20.0                        |
| Observed wave height (m)                      | 0.0                         |
| <b>Gun controller parameters ...</b>          |                             |
| RMS gun controller variation (s.)             | 0.0                         |

[Back to top](#)

## Acoustic energy characteristics

The following table lists the individual gun contributions to the acoustic energy field in joules. A negative value means the gun is actually absorbing energy. This is very common in interacting arrays. It does not however mean that the gun is damaging the array performance. Rather it is acting as a catalyst to allow the other guns to perform more efficiently. The total acoustic energy gives the true performance of the array as a whole. See Laws, Parkes and Hatton (1988) Energy-interaction: The long-range interaction of seismic sources, Geophysical Prospecting (36), p333-348 and 38(1) 1990 p.104 for more details. Note that internal energy is not included in the data below. The true acoustic efficiency of airgun arrays is typically < 5% of the total initial energy.

### Overall acoustic energy contribution

| Total acoustic energy output (j.) | Acoustic energy output due to energy-interaction (j.) | Total potential energy available in array(j.) | Percentage of total potential energy appearing as acoustic energy |
|-----------------------------------|---|---|---|
| 63306.8                           | 8450.1  | 357365.7                                      | 17.7%   |

### Individual acoustic energy contributions

| Volume (cuin) | x (m.) | y (m.) | z (m.) | Acoustic energy contribution (j.) |
|---------------|--------|--------|--------|-----------------------------------|
| 380.0         | 65.00  | -6.00  | 5.00   | -12917.3                          |
| 380.0         | 65.00  | -5.00  | 5.00   | -12528.8                          |
| 150.0         | 70.00  | -6.00  | 5.00   | 18076.5                           |
| 150.0         | 70.00  | -5.00  | 5.00   | 18151.6                           |
| 150.0         | 72.50  | -6.00  | 5.00   | 6060.2                            |
| 150.0         | 72.50  | -5.00  | 5.00   | 6147.1                            |
| 110.0         | 75.00  | -6.00  | 5.00   | 20130.8                           |
| 110.0         | 75.00  | -5.00  | 5.00   | 20186.8                           |

The red entries denote guns which are catalysing the array by absorbing energy.

[Back to top](#)

## Drop-out characteristics

Information only available in Gundalf Optimiser

[Back to top](#)

## Gundalf calibration details

All modelling software requires calibration against convincing experimental data. Gundalf provides accurate modelling of airguns across a wide range of gun types, gun parameters and operating environments, however, we do not expect you to take this simply on trust. It is therefore our policy to keep users of Gundalf aware of its latest calibration status and up to date information is available under Help -> Calibration.

The latest information, including technical references can be found [here](#).

For sales enquiries please contact: [Gundalf sales](#).

[Back to top](#)

---

Product code : GDF8.1Designer

Licensed to : jlonso@utm.csic.es

Organisation : UTM

Maximum users : 1