

29SG20250422- TRIDENT

Informe Técnico

Abril-Mayo-2025



Título: Informe técnico Campaña

Autores: Juan Martínez, Ana Vidal, Alberto Arias, Marcos Boullosa , Eduardo de Novoa

Departamento: Equipos desplegables, Acústica, Laboratorio, Telemática y Mecánica.

Fecha: 22 Abril / 16 Mayo 2025

Páginas: 48

Localización: Sur de Islas Canarias

Detalles campaña: Equipos de laboratorio + Batimetría Multihaz + Sonda TOPAS + EA640 + Gravity Core + CTDs + HiPAP.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



INFORMACIÓN GENERAL

Información de Campaña

Barco: Sarmiento de Gamboa

Campaña Nº: **29SG20250422**

Área: Sur de Islas Canarias.

Fechas: 22 de Abril a 16 Mayo 2025

CTD

- Seabird 911 Plus

Gravity Core

Equipos de Laboratorio.

- Destilador de agua Elix10 Reference (Millipore)
- Purificador de agua Milli-Q IQ 7000 (Millipore)
- Estufa de desecación UF30 (Memmert)
- Cámaras de 4°C y -20°C
- Ultra congelador MDF593 (Sanyo)
- Lupa SMZ800N + cámara fotográfica DS-Fi3 (Nikon)
- Lupa binocular SMZ1500 (Nikon)
- Bomba de vacío WP6222050 (Milipore)
- Las cámaras de 4 °C, - 20 °C y el ultra congelador - 80 °C

Ecosonda Multihaz.

- Modelo: ATLAS Hydrosweep DS
- Frecuencia de emisión: 14.5 a 16 kHz.
- Rango de operación: 100 a 11000 metros
- Longitud de pulso: 0.17 a 25 ms.
- Cobertura máxima: 6 veces la profundidad, 20 km máximo.
- Precisión: 0.5 m, 0.2% de la profundidad (2 sigma)
- Apertura del haz: 1° x 1°.
- Nº de haces: 320 por hardware y 960 con High Order Beamforming.

Perfilador paramétrico de subsuelo.

- Modelo: TOPAS PS18
- Transductor: 8x16 canales
- Tipos de pulso: Ricker, CW, Chirp (LFM) y Chirp (HFM).
- Frecuencia primaria: 15-21 kHz.
- Frecuencia secundaria: 0.5 a 6 kHz.
- Amplitud de haz primario: 3.5°
- Amplitud de haz secundario: 4.5x4.5°

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



- Max. Range Resolution: <0.15 m.
- Capacidad de penetración: 200 m
- Rango de profundidad: >20-11.000 m
- Precisión de detección de fondo: 0.2 m +/- 0.2% de la profundidad (1 sigma).
- Estabilización electrónica: cabeceo y balanceo.

Ecosonda Monohaz.

- Modelo: SIMRAD EA-640
- Frecuencias de trabajo: 12 kHz
- (PINGER) utilizado en combinación con el Pinger Benthos®

Tabla de contenido

| | |
|---|-----------|
| INFORMACIÓN GENERAL | 2 |
| 0. FICHA TÉCNICA..... | 6 |
| 1. RESUMEN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CAMPAÑA..... | 7 |
| 2. EQUIPOS DESPLEGABLES | 8 |
| 2.1. ROSETA Y CTD 911PLUS. | 8 |
| 2.1.1.- <i>Descripción</i> | 8 |
| 2.1.2.- <i>Características técnicas</i> | 8 |
| 2.1.3.- <i>Metodología / Maniobra</i> | 9 |
| 2.1.4.- <i>Calibración</i> | 9 |
| 2.1.5.- <i>Resultados (listado muestreos, ctds, etc.)</i> | 9 |
| 2.1.6.- <i>Incidencias</i> | 16 |
| 2.1.7.- <i>Observaciones</i> | 16 |
| 2.2. TERMOSAL. | 16 |
| 2.2.1.- <i>Descripción</i> | 16 |
| 2.2.2.- <i>Incidencias</i> | 17 |
| 2.3. ESTACIÓN METEOROLOGICA..... | 17 |
| 2.3.1.- <i>Descripción</i> | 17 |
| 2.3.2.- <i>Incidencias</i> | 17 |
| 3 EQUIPOS DE LABORATORIO..... | 18 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN..... | 18 |
| 3.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS | 19 |
| 3.2.1 – <i>LABORATORIO GENERAL</i> | 19 |
| 3.2.2 – <i>LABORATORIO TERMORREGULADO</i> | 19 |

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



| | |
|--|-----------|
| 3.2.3 – LABORATORIO DE QUÍMICA | 20 |
| 3.3 SALA DE DESTILADORES..... | 21 |
| 3.4 SALA DEL CONTINUO | 22 |
| 3.4.1 – SISTEMA DE RECOGIDA DE AGUA DE MAR EN CONTINUO | 22 |
| 3.5 SALA CÁMARAS FRIAS..... | 23 |
| 3.5.1 – ULTRACONGELADORES MDF-593 (SANYO) | 23 |
| 4 TELEMÁTICA | 24 |
| 4.1 COMUNICACIONES | 24 |
| 4.2 ACTIVIDADES..... | 27 |
| 4.3 INCIDENCIAS..... | 28 |
| 5 DEPARTAMENTO ACÚSTICA | 30 |
| 5.1 ECOSONDA MULTIHAZ DE AGUAS PROFUNDAS. ATLAS DS | 30 |
| 5.2 APPLANIX POS MV..... | 33 |
| 5.3 SONDA MONOHAZ EA640 | 36 |
| 5.4 SISTEMA DE NAVEGACIÓN EIVA..... | 38 |
| 5.5 PERFILADOR PARAMÉTRICO DE SUBSUELO (TOPAS PS18)..... | 39 |
| 5.6.- POSICIONAMIENTO SUBMARINO HIPAP 502P..... | 42 |
| 6 DEPARTAMENTO MECÁNICA..... | 47 |
| 6.1 GRAVITY CORER | 47 |

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

0. FICHA TÉCNICA

| FICHA TÉCNICA | | | |
|---------------------------|--|--------------|----------------------------|
| ACRÓNIMO | TRIDENT | | |
| Título Proyecto | TRIDENT (Baseline-2 Survey) | | |
| CÓDIGO REN | | CÓDIGO UTM | 29SG20250422 |
| JEFE CIENTÍFICO | Francisco J. González Sanz | INSTITUCIÓN | IGME - CSIC |
| INICIO | Las Palmas de Gran Canaria (ESP) 22/Abril/2025 | FINAL | Vigo (ESP) 16/Mayo/2025 |
| BUQUE | Sarmiento de Gamboa | | |
| Zona de trabajo | Sur de las Islas Canarias | | |
| Responsable Técnico | Juan Jose Martínez Román | Organización | U.T.M. |
| Equipo Técnico | Juan Martinez (UTM Acústica) Ana Vidal (UTM Laboratorio) Eduardo de Novoa (UTM Telemática) Marcos Boullosa (UTM Mecánica) Alberto Arias (UTM Equipos desplegables) | | |
| Instrumentación utilizada | Sonda multihaz ATLAS® Hydrosweep DS, Sonda monohaz SIMRAD® EA-640, Perfilador paramétrico TOPAS®. CTD LADCP Equipos de Laboratorio Gravity Core | | |

INFORME TÉCNICO

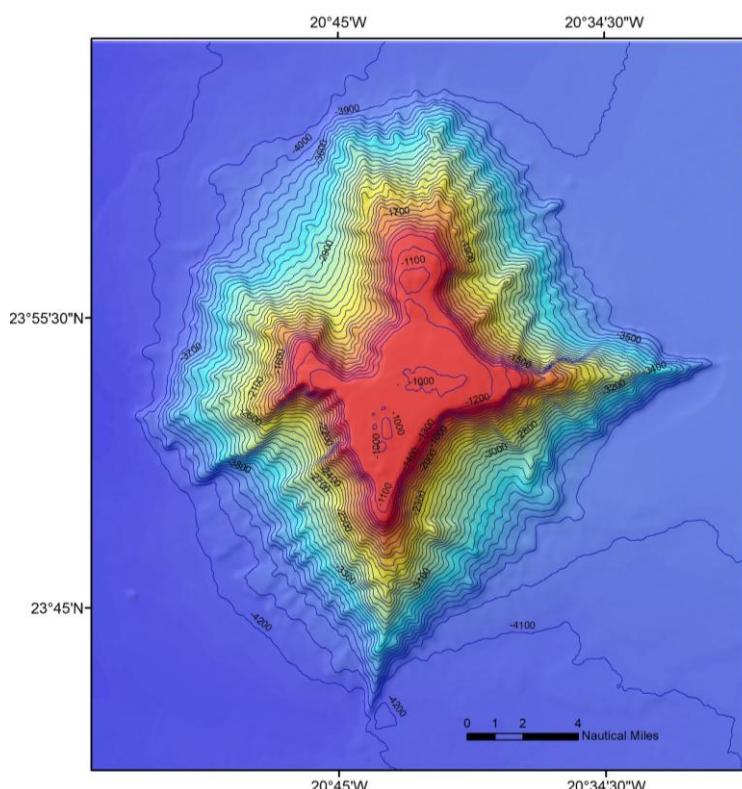
Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

1. RESUMEN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CAMPAÑA

El Proyecto TRIDENT busca desarrollar un sistema fiable, transparente y rentable para la evaluación del impacto ambiental y el monitoreo en tiempo real de las actividades que alteran el lecho marino (p. ej., excavación de zanjas, dragado, minería (nódulos polimetálicos, costras de ferromanganeseo y sulfuros polimetálicos), pesca, etc.) en aguas profundas. TRIDENT desarrollará e integrará tecnología y soluciones innovadoras para operar de forma autónoma en zonas remotas bajo condiciones extremas y proporcionar datos en tiempo real a las autoridades reguladoras.

Antes de iniciar las actividades de perturbación, es fundamental comprender plenamente los posibles impactos ambientales y las estrategias de mitigación. El sistema eficaz de monitoreo e inspección que se desarrollará cumplirá con los marcos legales internacionales y nacionales. La sostenibilidad ambiental y la plena transparencia en la gobernanza de la minería de aguas profundas, por ejemplo, son factores cruciales para su aceptación social.

En proyecto TRIDENT se desarrollará en la montaña submarina del trópico.



TRIDENT recopilará datos adicionales para complementar todos los parámetros físicos, químicos, geológicos y biológicos relevantes ya conocidos en la superficie del mar, aguas medias y el fondo marino. El proyecto también identificará lagunas en los conjuntos de datos y métodos, y desarrollará soluciones tecnológicas para abordarlas. Estos son pasos esenciales para desarrollar bases de referencia ambientales estadísticamente sólidas, establecer indicadores fiables de buen estado ambiental y definir umbrales de impacto significativo, lo que permitirá la estandarización de herramientas y métodos.

Este sistema se demostrará y validará en condiciones reales en el monte submarino tropical del Atlántico Norte. Creemos que la arquitectura de la solución permitirá definir las variables con la frecuencia correspondiente para su monitoreo, así como su representación en diferentes escalas espaciales y temporales, basándose en la máxima variabilidad de fondo.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

2. EQUIPOS DESPLEGABLES

2.1. Roseta y CTD 911plus.

2.1.1.- Descripción

El CTD Seabird 911 Plus mide la conductividad, temperatura y presión además de otros parámetros al poder conectar hasta ocho sensores analógicos auxiliares. Está diseñado para perfiles verticales y escanea hasta 24 veces por segundo, 24 Hz. Además, dispone de una caja principal de aluminio lo que le permite descender hasta 6800 metros. También permite recoger muestras de agua a distintas profundidades mediante el uso de la roseta y las 24 botellas Niskin.

2.1.2.- Características técnicas

| Especificaciones generales | | | | |
|----------------------------|------------------------------------|------------|--------------|----------------|
| | Temp (°C) | Cond (S/m) | Presión | Entrada A/D |
| Rangos de medida | -5 a +35 | 0 a 7 | 0 a 10500 | 0 a 5 Voltios |
| Precisión inicial | 0.001 | 0.0003 | 0.015 % | 0.0005 Voltios |
| Estabilidad | 0.0002 | 0.0003 | 0.0015 % | 0.001 Voltios |
| Resolución (24 Hz) | 0.0002 | 0.00004 | 0.001 % | 0.0012 Voltios |
| Caja | Aluminio (6800 metros profundidad) | | | |
| Peso | 25 Kg (Aire) | | 16 Kg (Agua) | |

La roseta lleva 24 botellas Niskin de 12 litros cada una accionada con muelles externos.



INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



2.1.3.- Metodología / Maniobra

Se han realizado 21 estaciones de CTD durante la campaña. Se comienza largando a 30m/min los primeros metros y se establece una velocidad constante de 45 m/min. Nos acercamos al fondo a velocidad de 30 m/min. El cobrado se realiza a una velocidad de 45 m/min con el chigre del CTD.

Los perfiles registran a partir de los 5 primeros metros de profundidad.

Software para la adquisición y tratamiento de los datos del perfilador CTD SBE 9 Plus:

- Seasave 7.26.7.121, versión 2018, para la adquisición en tiempo real de los datos del CTD.
- SBE Data Processing, para el procesamiento de los datos.

Fichero de configuración TRIDENT.xmlcon

2.1.4.- Calibración

Los sensores utilizados en este equipo y las fechas de calibración son las siguientes:

- **CTD SBE 9 Plus 0851 (13/03/2020)** | Fichero calibración: [TRIDENT.xmlcon](#)
- Sensor de Temperatura Primario SBE 3P 4746 (06/10/2023)
- Sensor de Conductividad Primario SBE 4C 3357 (05/09/2023)
- Sensor de Temperatura Secundario SBE 3P 5363 (06/10/2021)
- Sensor de Conductividad Secundario SBE 4C 3770 (07/10/2021)
- Voltaje 0 Sensor Oxígeno SBE43 1147 (23/11/2021)
- Voltaje 1 Free
- Voltaje 2 Sensor Fluorómetro Wetlabs ECO-AFL/FL 3546 (19/08/2019)
- Voltaje 3 Free
- Voltaje 4 Turbidity Meter, Seapoint 13425
- Voltaje 5 Free
- Voltaje 6 Altimeter
- Voltaje 7

2.1.5.- Resultados (listado muestreros, ctds, etc.)

Las estaciones que se han realizado con el CTD y rosetta son las siguientes:

| CAST | ESTACIÓN | SONDA | FECHA | HORA | LATITUD | LONGITUD | FICHERO |
|------|----------|-------|------------|----------|------------|-------------|-------------|
| 001 | ST01 | 3425 | 24/04/2025 | 20:08:54 | 25 01.12 N | 019 13.66 W | TRIDENT_001 |
| 002 | ST02 | 1035 | 25/04/2025 | 13:15:50 | 23 52.03 N | 020 42.55 W | TRIDENT_002 |
| 003 | ST03 | 1037 | 25/04/2025 | 19:10:11 | 23 51.72 N | 020 42.41 W | TRIDENT_003 |
| 004 | ST04 | 1011 | 26/04/2025 | 14:17:52 | 23 51.85 N | 020 43.15 W | TRIDENT_004 |
| 005 | ST05 | 1034 | 26/04/2025 | 16:10:45 | 23 51.95 N | 020 43.07 W | TRIDENT_005 |
| 006 | ST06 | 1145 | 26/04/2025 | 20:00:22 | 23 51.95 N | 020 42.51 W | TRIDENT_006 |
| 007 | ST07 | 1029 | 27/04/2025 | 14:13:56 | 23 52.40 N | 020 42.41 W | TRIDENT_007 |
| 008 | ST08 | 1027 | 28/04/2025 | 11:27:07 | 23 52.33 N | 020 42.66 W | TRIDENT_008 |

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



| | | | | | | | |
|-----|------|------|------------|----------|------------|-------------|-------------|
| 009 | ST09 | 1035 | 28/04/2025 | 14:17:17 | 23 51.99 N | 020 43.23 W | TRIDENT_009 |
| 010 | ST10 | 1025 | 01/05/2025 | 13:34:17 | 23 53.52 N | 020 42.31 W | TRIDENT_010 |
| 011 | ST11 | 1027 | 01/05/2025 | 15:42:06 | 23 53.45 N | 020 43.10 W | TRIDENT_011 |
| 012 | ST12 | 1031 | 01/05/2025 | 18:09:22 | 23 53.13 N | 020 42.97 W | TRIDENT_012 |
| 013 | ST13 | 1038 | 02/05/2025 | 13:43:31 | 23 53.97 N | 020 42.57 W | TRIDENT_013 |
| 014 | ST14 | 1022 | 02/05/2025 | 15:54:49 | 23 53.66 N | 020 42.40 W | TRIDENT_014 |
| 015 | ST15 | 1026 | 02/05/2025 | 17:50:12 | 23 53.50 N | 020 41.94 W | TRIDENT_015 |
| 016 | ST16 | 1041 | 03/05/2025 | 21:46:12 | 23 51.71 N | 020 43.89 W | TRIDENT_016 |
| 017 | ST17 | 1027 | 04/05/2025 | 21:26:34 | 23 52.98 N | 020 41.70 W | TRIDENT_017 |
| 018 | ST18 | 1033 | 05/05/2025 | 21:22:06 | 23 53.92 N | 020 41.45 W | TRIDENT_018 |
| 019 | ST19 | 1030 | 05/05/2025 | 22:53:27 | 23 52.72 N | 020 42.69 W | TRIDENT_019 |
| 020 | ST20 | 1027 | 06/05/2025 | 19:08:32 | 23 53.27 N | 020 42.38 W | TRIDENT_020 |
| 021 | ST21 | 1034 | 06/05/2025 | 20:34:23 | 23 52.85 N | 020 43.75 W | TRIDENT_021 |

LADCP

SCRIPTS: Slave2015.txt & Master2015.txt

ficheros: SLADCXXX.000 & MLADCXXX.000 (000 ≤ XXX ≤ 005)

SLAVE

Instrument S/N: **16387**

```
;  
; mod Loïc 26 oct 2009  
;  
; Append command to the log file: "C:\adcp\SLADCP.log"  
$IC:\adcp\SLADCP.log  
;  
$P *****  
$P ***** LADCP Slave. Usually looking up *****  
$P *****  
; Send ADCP a BREAK  
$B  
; Wait for command prompt (sent after each command)  
$W62  
;**Start**  
; Display real time clock setting  
TT?
```

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

\$W62
; Set to factory defaults

CR1
\$W62
; Set Water Mode 15 LADCP

WM15
\$W62
LZ030,190
\$W62
; Set baud rate to 9600

CB411
\$W62
; Save settings as User defaults

; CK
; \$W62
; Name data file

RN SLADCP
\$W62
; Set transducer depth to zero

ED0000
\$W62
; Set salinity to 33ppt

ES33
\$W62
; Set system coordinate.

EX11111
\$W62
; Set as Slave ADCP

SM2
\$W62
; LISTENS FOR SYNCHRONIZING PULSE BEFORE EACH PING

SA001
\$W62
; WAIT UP TO 300 SECONDS FOR SYNCHRONIZING PULSE

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



ST0300

\$W62

; Set one ensemble/sec

TE00000100

\$W62

; Set one second between pings

TP000100

\$W62

; Set LADCP to output Velocity, Correlations, Amplitude, and Percent Good

WD111100000

\$W62

; Set one ping per ensemble. Also set the LP command.

WP1

\$W62

; Set to record 20 bins. Also set the LN command.

WN020

\$W62

; Set bin size to 200 cm. Also sets the LS command.

WS200

\$W62

; Set blank to 176 cm (default value) Also set the LF command.

WF0176

\$W62

; Set max radial (along the axis of the beam) water velocity to 170 cm/sec.

; Also set the LV command.

WV170

\$W62

; Set ADCP to narrow bandwidth and extend range by 10%

; Also sets the LW command

WB1

\$W62

; Set to use a fixed speed of the sound

EZ0111111

\$W62

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



; Set speed of sound value. 1450 m/sec is default.

EC1450

\$W62

; Heading alignment set to 0 degrees

EA00000

\$W62

; Heading bias set to 0 degrees

EB00000

\$W62

; Record data internally

CF11101

\$W62

; Save set up

CK

\$W62

; Start pinging

CS

; Delay 3 seconds

\$D3

\$p *****

\$P Please, disconnect the ADCP from the computer.

\$P *****

; Delay 7 seconds

\$D7

; Close the log file

\$I

; Exit BBTalk

\$X

MASTER

Instrument S/N: **16386**

;

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



```
; Mod Loic 26 oct 2009
;
; Append command to the log file: "C:\adcp\MLADCP.log"
$IC:\adcp\MLADCP.log
;
$P ****LADCP Master. Usually looking down ****
$P ***** Master and Slave will ping at the same time! ****
$P ****
; Send ADCP a BREAK
$B
; Wait for command prompt (sent after each command)
$W62
;**Start**
; Display real time clock setting
TT?
$W62
; Set to factory defaults
CR1
$W62
; Set Water Mode 15 LADCP
WM15
$W62
; set bottom detection threshold
LZ030,190
$W62
; Set baud rate to 9600
CB411
$W62
; Save settings as User defaults
; CK
; $W62
; Name data file
RN MLADCP
$W62
; Set transducer depth to zero
ED0000
$W62
; Set salinity to 33ppt
ES33
$W62
; Set system coordinate.
EX11111
$W62
; SET AS MASTER ADCP
SM1
$W62
; TRANSMITS SYNCHRONIZING PULSE BEFORE EACH WATER PING
SA001
$W62
; SYNCHRONIZING PULSE SENT ON EVERY PING
S10
$W62
;WAIT 7.5 MILLISECONDS
SW75
```

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



```
$W62
; Set one ensemble/sec
TE00000100
$W62
; Set one second between pings
TP000100
$W62
; Set LADCP to output Velocity, Correlations, Amplitude, and Percent Good
WD111100000
$W62
; Set one ping per ensemble. Also sets LP command.
WP1
$W62
; Set to record 20 bins. Also sets LN command.
WN020
$W62
; Set bin size to 800 cm. Also sets LS command.
WS200
$W62
; Set blank to 176 cm (default value) Also sets LF command.
WF0176
$W62
; Set max radial (along the axis of the beam) water velocity to 170 cm/sec.
; Also sets LV command.
WV170
$W62
; Set ADCP to narrow bandwidth and extend range by 10%
; Also sets LW command.
WB1
$W62
; Set to use a fixed speed of the sound
EZ0111111
$W62
; Set speed of sound value. 1500 m/sec is default.
EC1450
$W62
; Heading alignment set to 0 degrees
EA00000
$W62
; Heading bias set to 0 degrees
EB00000
$W62
; Record data internally
CF11101
$W62
; Save set up
CK
$W62
; Start pinging
CS
; Delay 3 seconds
$D3
$P ****
$P Please disconnect the ADCP from the computer.
$P ****
```

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

```
; Delay 7 seconds  
$D7  
; Close the log file  
$I  
; Exit BBTalk
```

2.1.6.- Incidencias

Debido a la entrada de agua en la batería del LADCP se dejan de registrar perfiles a partir del SLADC005.txt & MLADC005.txt

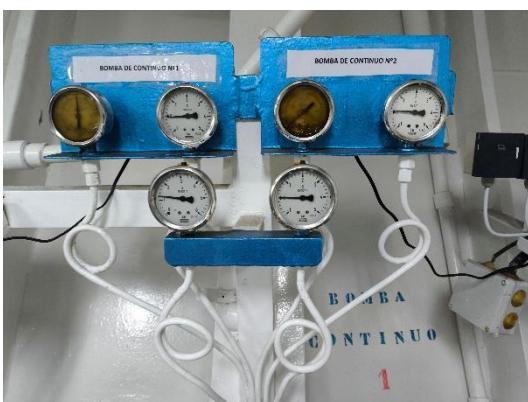
2.1.7.- Observaciones

- Realizamos los ficheros de velocidad del sonido método Che-Millero (m/s).
Data Conversion y Bin Average.
- Se debería cambiar el programa de adquisición del TSS por el programa propio de Seabird SEASAVE.
Esto nos facilitaría una mejor monitorización y adaptación a los parámetros de calibración del equipo.

2.2. TERMOSAL.

2.2.1.- Descripción

El termosalinógrafo SBE 21 es un medidor de temperatura y conductividad de alta precisión diseñado para la toma de medidas en un barco en continuo. Toma medidas de temperatura y conductividad además de hasta 4 canales analógicos/digitales a 4 Hz y está programado para enviar un valor cada 6 segundos. En el barco durante toda la campaña se ha estado adquiriendo valores de fluorescencia, de temperatura y de conductividad de los que se derivan la salinidad y la densidad.



Durante la campaña se utilizó el termosalinógrafo sn 3281 calibrado el 12/03/2020.

Se arranca la bomba nº1.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



2.2.2.- Incidencias

Sin comentarios.

2.3. ESTACIÓN METEOROLÓGICA.

2.3.1.- Descripción

La estación meteorológica instalada en el barco está hecha a partir de un datalogger Campbell CR800 que mide en continuo y en intervalos de 1 minuto. Los sensores que tiene instalados son los siguientes:

- Temperatura del aire
- Humedad relativa
- Presión atmosférica
- Radiación solar
- Dirección del viento
- Velocidad del viento
- Racha de viento

2.3.2.- Incidencias

Inoperativa.

3 EQUIPOS DE LABORATORIO

3.1 Introducción

El técnico de instrumentación de laboratorio embarcado ha llevado a cabo las siguientes tareas:

- Mantenimiento y reparación del equipamiento de laboratorio.
- Control y mantenimiento de los servicios de laboratorio (suministro de agua purificada y agua de mar).
- Control de los equipos para conservación de muestras (cámaras, neveras y ultra congeladores).
- Formación del personal científico en el uso de algunos de los equipos de laboratorio.

Durante la campaña TRIDENT, el equipo científico ha estado trabajando en los laboratorios general, termorregulado, de análisis, química y haciendo uso de la sala de cámaras frías.

Los equipos de laboratorio inicialmente solicitados para la campaña fueron:

- Destilador de agua Elix10 Reference (Millipore)
- Purificador de agua Milli-Q IQ 7000 (Millipore)
- Campanas extractoras
- Estufa de desecación UF30 (Memmert)
- Baño termostático Neslab RTE17 (Thermo)
- Cámaras de 4°C y -20°C
- Ultra congelador MDF593 (Sanyo)
- Lupa SMZ800N + cámara fotográfica DS-Fi3 (Nikon)
- Lupa binocular SMZ1500 (Nikon)
- Centrifuga (agua intersticial)

Los marcados en negrita son los que finalmente han sido usados. Y además se ha utilizado también:

- Bomba de vacío WP6222050 (Milipore)

Las cámaras de 4 °C, - 20 °C y el ultra congelador - 80 °C de popa quedan en uso hasta Vigo.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

3.2 Descripción de equipos

3.2.1 – LABORATORIO GENERAL

3.2.1.1 – ULTRA PURIFICADOR MILLI-Q IQ 7000 (MILLIPORE)

Número de serie: F4KB65356 G

Descripción: Equipo generador de agua ultra pura Milli-Q. El equipo se alimenta del agua destilada generada por los purificadores de agua.

Características técnicas:

- Resistividad del agua producida: > 18.2 MΩ.cm
- Conductividad del agua producida: 0.055 µS/cm
- TOC: < 2 ppb
- Caudal de distribución: 0.5 - 2 L/min
- Filtro final de 0.22 µm



3.2.1.2 – ESTUFA DE DESECACIÓN UF30 (MEMMERT)

Número de serie: B123.2152

Descripción: Estufa para secar y desecar muestras húmedas.

Características técnicas:

- Capacidad: 32 L
- Rango de temperatura: + 20 a + 300 °C
- Resolución del indicador de temperatura: hasta 99.9 °C: 0.1 / a partir de 100 °C: 0.5
- Medidas interiores (x, y, z): 400, 320, 250 mm



3.2.2 – LABORATORIO TERMORREGULADO

3.2.2.1 – LUPA ESTEREOOSCÓPICA SMZ 1500 (NIKON)

Número de serie: 107572

Descripción: Lupa estereoscópica para la visualización de muestras de pequeño tamaño. Dispone de adaptador para acoplar la cámara digital DS-Fi3 (Nikon).

Características técnicas:

- Oculares: 10x
- Dispone de adaptador para acoplar la cámara digital DS-Fi3 (Nikon)
- Iluminación: Desde la base de la muestra con intensidad regulable e iluminación superior por medio de un flexo
- Aumentos: 0.75 - 11.25



INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

3.2.2.2 – LUPA ESTEREOOSCÓPICA SMZ 800N (NIKON)

Número de serie: 1017282

Descripción: Lupa estereoscópica para la visualización de alta resolución de muestras diminutas. Dispone de adaptador para acoplar la cámara digital DS-Fi3 (Nikon).



Características técnicas:

- Oculares: 10x
- Dispone de adaptador para acoplar la cámara digital DS-Fi3 (Nikon)
- Iluminación: Desde la base de la muestra con intensidad regulable e iluminación superior por medio de un flexo
- Aumentos: 5-480x

3.2.2.3 – CÁMARA FOTOGRÁFICA DS-FI1 (NIKON)

Número de serie: 212289

Descripción: Cámara digital para acoplar a microscopio y lupa estereoscópica, la DS-Fi3 permite la conexión directa a un PC a través de una interfaz USB3.0 para controlar la cámara y capturar imágenes.



Características técnicas:

- 5,9 megapixeles
 - Fotografías en color
- Software de captura de imágenes NIS-Elements

3.2.3 – LABORATORIO DE QUÍMICA

3.2.3.1 – ULTRAPURIFICADOR MILLI-Q IQ 7000 (MILLIPORE)

Número de serie: F4KB65356 E

Descripción: Equipo generador de agua ultra pura Milli-Q. El equipo se alimenta del agua destilada generada por los purificadores de agua.



Características técnicas:

- Resistividad del agua producida: > 18.2 MΩ.cm
- Conductividad del agua producida: 0.055 µS/cm
- TOC: < 2 ppb
- Caudal de distribución: 0.5 - 2 L/min
- Filtro final de 0.22 µm
-

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

3.2.3.2 – BOMBA DE VACÍO WP6222050 (MILLIPORE)

Número de serie: 21700004447

Descripción: Bomba de presión y vacío para productos químicos agua. Formato portátil con alto caudal para reducir el tiempo de filtración del proceso



Características técnicas:

- 24.0 pulgadas de Hg de vacío
- 20 psi en continuo, 35 psi intermitente
- 230 V
- 5,4 kg
- Largo 26.7 cm
- Ancho 23.9 cm
- Alto 24.6 cm
- Menos de 60 dB

3.3 SALA DE DESTILADORES

3.3.1 - DESTILADOR DE AGUA ELIX 10 REFERENCE (MILLIPORE)

Número de serie: F3PA52255C

Descripción: Generador de agua destilada. Estos equipos disponen de un tanque de reserva 200 L cada uno y de bombas impulsoras que envían el agua destilada a todos los laboratorios.



Características técnicas:

- Resistividad del agua producida: > 15 MΩ.cm
- Conductividad del agua producida: 1 - 0.055 µS/cm
- TOC: 1 - 999 ppb
- Caudal de distribución: 0.5 - 3 L/min
- Filtro final de 0.22 µm

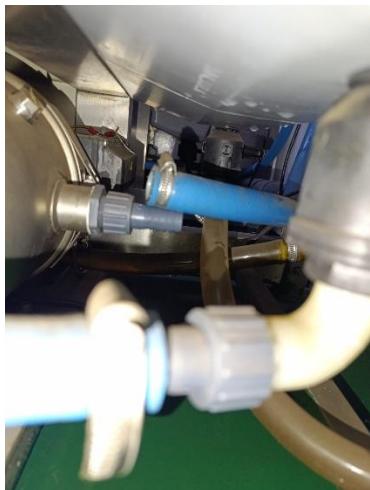
Incidencias: Al principio de campaña se cambió el prefiltro, no se abrió la purga correctamente y provocó una obturación en el destilador de popa (era el que se estaba usando inicialmente). Se realizó el cambio al de proa, al hacerlo se soltó el tubo que envía agua desde el tanque a los laboratorios y provocó el vaciado del mismo. Se apretó la brida y se cebó la bomba para volverlo a arrancar.

La obturación en el de popa provocaba que cuando se ponía en lista saltase un mensaje de alarma de "baja presión del agua de alimentación o Progard obstruido". Se cambió el filtro Progard TS2, queda

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

instalado Progard TS2 SN FOJB77359, siendo necesario la adquisición de más filtros Progard para futuros reemplazos. El mensaje de "baja presión del agua de alimentación" persiste, se comprueba la entrada de agua al destilador, la entrada a la electroválvula y que la electroválvula funcione correctamente. Se observa una fuga de agua en la parte superior del tubo que conecta con el Progard. Se sustituye el tubo que conecta la electroválvula de entrada al Progard, corrigiendo así la incidencia. Se deja en uso el destilador de popa.



3.4 SALA DEL CONTINUO

3.4.1 – SISTEMA DE RECOGIDA DE AGUA DE MAR EN CONTINUO

Descripción: Sistema de recogida de agua marina en continuo. El agua se recoge mediante una bomba con el corazón de teflón situado a unos 3 metros de profundidad. El agua es distribuida a los laboratorios a través de tuberías de silicona libre de epóxidos, para evitar contaminación química.



Características técnicas

- Bombas MKMKC 8.10 V (Tecnium)
- Potencia: 0.75 KW
- Revoluciones: 2900 r.p.m.
- Caudal: 3.6 m³/h

Incidencia: La campaña se inició utilizando la bomba 1 del sistema del continuo. Hacia el final de la campaña, se detectó una fuga en la rosca de la tubería de dicha bomba, la cual distribuye el agua del continuo. Se realizó el cambio temporal a la bomba 2. Con el apoyo del personal de máquinas, se desenroscó la tubería, se aplicó cinta de teflón y se volvió a instalar. Tras verificar que no se presentaban nuevas fugas, se restableció el funcionamiento del sistema continuo con la bomba 1.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



3.5 SALA CÁMARAS FRIAS

3.5.1 – ULTRACONGELADORES MDF-593 (SANYO)

Número de serie: 60712132

Descripción: Instrumento para conservar muestras a baja temperatura (- 80 °C).

Características técnicas

- Capacidad efectiva: 487 L
- Sensor de temperatura: Pt 100
- Control de temperatura: de - 20 hasta - 85 °C
- Tamaño interno (x, y, z): 1280, 762, 500 mm



4 TELEMÁTICA

4.1 Comunicaciones

INTRODUCCIÓN

Durante la campaña se han utilizado los recursos de la red informática del barco para la adquisición y el almacenamiento de datos oceanográficos, el preprocesado de los mismos, la edición, impresión y escaneo de documentos, y la conexión a Internet.

El sistema informático del buque cuenta con los siguientes equipos que gestiona el departamento TIC:

- **FORTI**: Firewall en el cuál administramos la red del barco, protegiéndola contra amenazas, priorizando accesos a internet y asegurando las comunicaciones.
- **PFSENSE**: Equipo en el cual administramos la conexión Starlink mediante usuarios, cuotas, etc...
- **HOMERO**: Servidor de máquinas virtuales, que alberga, entre otras, a Copérnico, Dorada, Lenguado y Herodoto.
- **COPERNICO**: Servidor del Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos (SADO), se encarga también de realizar el reenvío de los datos oceanográficos adquiridos a la sede de la UTM en Barcelona.
- **DORADA**: Servidor que aloja la intranet del barco y el visualizador de datos oceanográficos en tiempo real (RTP).
- **LENGUADO**: Servidor OpenCPN que integra fuentes del DGPS, GYRO, AIS y POSMV, entre otras.
- **HERODOTO**: Servidor de aplicaciones.
- **NTP0 y NTP1**: Servidores de tiempo.
- **TRIPULACION**: NAS de uso exclusivo de la tripulación.
- **UTM**: NAS de uso exclusivo de la UTM.
- **DATOS**: NAS utilizado para subir y compartir los datos de la campaña en curso, al que tiene acceso el personal científico abordo.

La **conexión de la red local del barco con Internet** se realiza a través de un enlace de datos vía satélite mediante un terminal VSAT. Dicha conexión permite el acceso permanente desde el buque a redes que trabajan con protocolos IP, como Internet. Debido al limitado ancho de banda de esta conexión, el acceso a través de ella se limita a ciertos equipos, que disponen de un emplazamiento fijo y una configuración controlada.

Además, desde hace un par de años el buque dispone de una **conexión de datos vía satélite de banda ancha y alta velocidad** mediante un enlace de datos con la constelación de satélites LEO de la compañía estadounidense Starlink. Mediante esta conexión, se proporciona a los usuarios de la red del buque un enlace a Internet de alta velocidad y baja latencia, con un consumo de datos limitado por usuario debido al reducido límite mensual de la tarifa contratada.

Para cumplir con las políticas de ciberseguridad del CSIC y del Esquema Nacional de Seguridad, la red del barco dispone de un **cortafuegos**, mediante el cual se controla y regula el flujo de datos entre la red interna y el exterior. Dicho firewall actúa también como servidor DNS y DHCP de la red local.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

Otra de las características de la conexión del buque es que permite enlazar la red local con los recursos de red que la UTM tiene tanto en su sede de Barcelona como en la de Vigo, mediante una **Red Privada Virtual (VPN)**. Este enlace, que se establece mediante protocolos de red seguros (IPSec), permite entre otras cosas lo siguiente:

- Realizar copias de seguridad de los datos en los servidores de la sede central de la UTM en Barcelona.
- Monitorizar en tiempo real desde la sede de Barcelona los parámetros de propósito general de los sistemas de adquisición del buque, y acceder a través de Internet desde cualquier lugar 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, etc.)
- Acceder en remoto a los sistemas informáticos del buque desde las sedes de Barcelona y Vigo, lo que permite la teleasistencia en caso de avería, problema o configuración de los equipos críticos embarcados.

El barco dispone de una **intranet**, a través de la cual se ofrecen diversos servicios, como son:

- Información general del Buque.
- Visualización de datos de navegación, estación meteorológica, y termosalinógrafo.
- Gráficas de adquisición en tiempo real (RDV).
- Herramientas de extracción de datos y generación de mapas de navegación en PDF y KMZ.

Unidad de Tecnología Marina
BO SARMIENTO DE GAMBOA



SDG DATOS TIEMPO REAL RDV DATOS EVENTOS METADATOS NEW EVENTOS

SDG

El Buque Oceanográfico (B/O) Sarmiento de Gamboa es un buque de investigación multidisciplinar de ámbito global no polar. La instrumentación y los laboratorios con los que cuenta le permiten investigar los recursos y riesgos naturales, el cambio global, los recursos marinos, la circulación oceánica global y la biodiversidad marina. La investigación que en él se realiza está fundamentalmente dirigida y financiada por el Plan Nacional de I+D+i.

Cuenta además con las tecnologías más avanzadas en cuanto a sistemas de navegación (por ejemplo, el posicionamiento dinámico) y es el primer buque oceanográfico español que puede trabajar con ROV's (Remote Operated Vehicle) de altas profundidades y con AUV's (Autonomous Underwater Vehicle).

El B/O Sarmiento de Gamboa pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas y tiene su base en Vigo donde fue botado en 2006. La Unidad de Tecnología Marina del CSIC es la responsable de la gestión del buque así como del mantenimiento del equipamiento científico y aporta el personal técnico para la realización de las campañas oceanográficas.

Nombre de Usuario
 Nombre de Usuario

Contraseña
 Contraseña

Recordarme

INICIAR SESIÓN

• [¿Olvidó su contraseña?](#)
• [¿Olvidó su nombre de usuario?](#)

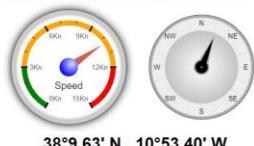


INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

B/O SARMIENTO DE GAMBOA

30/08/2022 - 07:18:29 UTC



38°9.63' N, 10°53.40' W

NAVIGATION

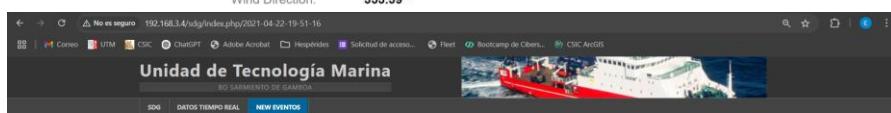
Speed: 10.50 Knots
Heading: 21.45 °
Depth: 4984.35 m
Lat: 38.16063 °
Lon: -10.89000 °

METEOROLOGY

Temperature: 20.47 °C
Pressure: 1028.36 hPa
Humidity: 76.49 %
Solar Radiation: 146.84 w/m²
Wind Speed: 3.42 m/s
Wind Direction: 353.39 °

SEA WATER

30/08/2022 - 07:18:26 UTC
Temperature: 21.65 °C
Salinity: 36.35 psu
Conductivity: 51.32 mS/cm
Fluor: 0.0074 V
σT: 25.35 kg/m³



EVENTOS

| Descripción | Tipo | Instrumento | Fecha inicio | Fecha fin | Posición | Acciones |
|--------------|----------------|---------------|---------------------|---------------------|-------------------------|--|
| TR2_R01 | Equipo al Agua | CTD_ROS_LADCP | 2025-04-24 20:06:00 | 2025-04-24 21:40:00 | 25.0187135N 19.2277203W | Leer Editar Borrar |
| TR2_PKN1-50 | Equipo al Agua | RED | 2025-04-24 21:29:00 | 2025-04-24 21:42:00 | 25.0187463N 19.22772W | Leer Editar Borrar |
| TR2_PKN2-100 | Equipo al Agua | RED | 2025-04-24 21:50:00 | 2025-04-24 22:56:00 | 25.0187492N 19.2277122W | Leer Editar Borrar |
| TR2_PKN3-200 | Equipo al Agua | RED | 2025-04-24 22:11:00 | 2025-04-24 22:53:00 | 25.0186723N 19.2277165W | Leer Editar Borrar |
| TR2_SVA1 | Equipo al Aire | RADIOMETRO | 2025-04-25 08:19:00 | 2025-04-25 10:37:00 | 23.9440237N 20.6951472W | Leer Editar Borrar |

Además de la conexión de datos, el barco dispone de cuatro **líneas de voz**, que están enlazadas con la centralita de extensiones telefónicas internas, con salida al exterior a través del terminal de Starlink, distribuyéndose de la siguiente manera:

- **911 930 957:** llamadas entrantes y salientes desde el **camarote del Capitán** (extensión 213) y el **camarote del Jefe de Máquinas** (ext. 211).
- **911 930 958:** llamadas entrantes y salientes desde la **Sala de Informática y Procesado** (ext. 128).
- **911 930 959:** llamadas entrantes y salientes desde la **cabina del Puente** (ext. 120).
- **911 930 960:** llamadas entrantes y salientes desde el **camarote del Jefe Técnico** (ext. 210) y el **camarote del Jefe Científico** (ext. 212).

El barco dispone de **cobertura Wi-Fi** en todos los camarotes, laboratorios y espacios de uso común, y de **tomas de red** en diversos puntos estratégicos del mismo, de forma que los equipos portátiles del personal abordo puedan conectarse a la red interna del buque desde todos los posibles espacios de trabajo. La red interna del barco usa un servidor DHCP para configurar automáticamente los parámetros de red de los dispositivos que se conecten a esta.

Para la **impresión y escaneado de documentos** se dispone de los siguientes equipos:

- **Multifunción HP Color LaserJet Pro MFP M479fdn**, ubicada en la **Sala de Informática y Procesado**.
- **Plotter HP DesignJet 500 Plus**, ubicado en la **Sala de Informática y Procesado**.
- **Multifunción HP Color LaserJet Pro MFP M479fdn**, ubicada en la **Oficina del Puente**.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



- **Impresora Samsung Xpress SL-M2070/SEE**, ubicada en la **Oficina del Puente**.
- **Impresora HP LaserJet 1018**, ubicada en la **Sala de Control de Máquinas**.
- **Multifunción HP Color OfficeJet Pro 8710**, ubicada en el **Camarote del Capitán**.
- **Multifunción HP Color OfficeJet Pro 9010**, ubicada en el **Camarote del Jefe de Máquinas**.

Los datos adquiridos por el Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos se almacenan en el recurso de red compartido <\\sado>

Los datos adquiridos por los instrumentos oceanográficos se almacenan en el recurso de red compartido <\\Instrumentos>

El espacio colaborativo para uso común por parte del personal científico a bordo se ubica en el recurso de red compartido <\\Científicos>

Al finalizar la campaña, se realizan dos copias de los datos ubicados en <\\Instrumentos>, aquellos ubicados en <\\Científicos> que el Investigador Principal y colaboradores consideran oportunos, y los datos de <\\sado> correspondientes al intervalo de fechas en el que se ha realizado la campaña. Una de estas copias es entregada al Investigador Principal, mientras que la otra copia es entregada al Departamento de Datos de la UTM.

Posteriormente, y antes del inicio de la siguiente campaña, todos los datos ubicados en <\\Instrumentos> y <\\Científicos> son borrados.

4.2 Actividades

Antes del inicio de la campaña se comprueba que el Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos y las comunicaciones funcionen correctamente.

Se revisan las comunicaciones a través de la red local, VSAT, Starlink, 4G, Inmarsat e Iridium, y se comprueba que el servidor SADO se encuentre operativo. Se recuerda al proveedor del servicio de comunicaciones las fechas y la zona de desarrollo de la campaña, para que revise y configure los satélites convenientes en el terminal VSAT, con vistas a tener un servicio adecuado durante toda la navegación.

Se comprueba también que el resto de servidores y equipos TIC, equipos de usuario, impresoras y puntos de acceso wifi se encuentren operativos.

Al inicio de la campaña, se imparte una charla al personal científico embarcado en la que se explican los recursos TIC que se ponen a su disposición. Además, se imparte una charla de ciberseguridad, en la que se explica cómo usar de forma segura estos recursos.

Tras ambas charlas, se presta ayuda al personal científico abordo para conectar sus equipos a la red local del barco, y se otorga a cada uno de ellos un usuario para la salida controlada a Internet a través de la conexión satelital Starlink.

Durante la campaña, se comprueba y vigila diariamente que tanto el Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos como las comunicaciones del barco se encuentren operativos y funcionen correctamente.

Además, se presta ayuda al personal científico, técnico y tripulación embarcada cuando este lo solicita, y se atienden e intentan resolver todas las incidencias que van surgiendo, enumeradas y explicadas en el apartado "Incidencias" que se encuentra a continuación.

Al finalizar la campaña, se entrega al Investigador Principal un disco duro externo con una copia de todos los datos recopilados tanto por el Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos como por los distintos

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



instrumentos utilizados durante la misma. Además, se entrega también una copia de los archivos de metadatos, y un archivo csv con la lista de todos los eventos registrados. Una segunda copia de toda esta información es realizada en un segundo disco duro externo, para ser entregado al Departamento de Datos de la Unidad de Tecnología Marina.

4.3 Incidencias

- La máquina virtual **Lenguado** al intentar acceder queda colgada, estaría bien actualizar el proxmox ya que hay versiones más recientes y quizás poner más recursos de hardware.
- El moxa de la corredera, situado en la consola central del puente no funciona el primer día de navegación, se resetea y vuelve a funcionar correctamente.
- Se le ha dado un pendrive de 128GB al personal del ROV con una copia de un disco de un ordenador que no les funcionaba.
- El día 28/04/2025 no funciona la telefonía debido al apagón generalizado en la red eléctrica española.
- Este mismo día se pierde la conexión VSAT durante unos 30 minutos, pasado ese tiempo la antena logra establecer conexión con un satélite diferente.
- El último día de abril nos hemos quedado sin conexión a través de Starlink debido al consumo de 1TB de la cuota mensual. Los contadores de tráfico que maneja nuestro dispositivo difieren del dato que maneja el proveedor.
- Se cambia la telefonía para que funcione a través de VSAT durante ese día.
- La cámara de cubierta de popa estribor se encuentra al final de su vida útil, ya que el motor que la hace girar no actúa con precisión y a veces se bloquea, además de que la imagen que captura es bastante pobre. Esta cámara resulta imprescindible para supervisar las maniobras que se realizan con el chigre de plancton de estribor. Es imperativo sustituir esta cámara lo antes posible. Por otro lado, la cámara de cubierta de popa babor se encuentra averiada. Debido a su antigüedad, es conveniente sustituirla.
- El router 4G muestra un funcionamiento errático, de forma que a veces se bloquea y es necesario reiniciarlo.
- El sistema de comunicaciones VSAT sufre cortes constantes durante distintos tramos de la campaña.
- La integrada del SADO no cruza los datos de posición, meteo y termosal de forma homogénea en el tiempo, sino que cada pocos minutos se produce un salto de un segundo en el registro.

El sistema actual de comunicaciones del barco resulta insuficiente para cubrir las necesidades del personal científico y técnico embarcado durante las campañas oceanográficas que se realizan a bordo.

El sistema tradicional de comunicaciones del barco en alta mar, VSAT, tiene un ancho de banda muy limitado (actualmente está limitado por contrato a 6Mbps de bajada y 2Mbps de subida), lo que lo convierte en un sistema prácticamente inoperante cuando hay más de 2 o 3 equipos conectados simultáneamente a Internet. Además, debido a las características del puente del barco, en determinados rumbos el puente de radares bloquea la recepción de la señal satelital por parte de la antena VSAT, provocando la caída del servicio. Por otra parte, la antena tiene averías de forma recurrente, y los cortes en la conexión y la pérdida de paquetes son habituales durante las campañas oceanográficas, lo que, unido a la elevada latencia que tiene este servicio de por sí, impide al equipo científico y técnico trabajar en condiciones.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



El sistema de comunicaciones 4G, usado a unas pocas millas de tierra y en los puertos de España y de la Unión Europea, sufre también caídas constantes del servicio. Un solo router 4G con una sola tarjeta SIM no puede satisfacer las necesidades de más de 5 o 6 usuarios conectados simultáneamente, por lo que se producen cortes en la conexión e incluso el colapso del servicio en determinados momentos.

Por último, el sistema de comunicaciones satelital Starlink ha supuesto una mejora considerable dada la situación anterior, gracias a su elevado ancho de banda y su baja latencia. Sin embargo, la cuota mensual actualmente contratada es extremadamente reducida, siendo esta de 1TB de consumo máximo mensual, la más baja de las ofrecidas por la compañía. Esto, unido al pobre rendimiento que ofrecen los otros sistemas de comunicación, impide al equipo científico y técnico satisfacer gran parte de sus necesidades de conexión durante las campañas oceanográficas.

Por ello, y para que las campañas oceanográficas puedan realizarse en unas condiciones mínimas de conectividad, es absolutamente necesario e imprescindible la mejora del sistema de comunicaciones del BO Sarmiento de Gamboa, lo que requiere el aumento del ancho de banda y la cuota de consumo mensual de los servicios contratados, principal y prioritariamente la cuota de consumo mensual de Starlink, ya que ha demostrado el servicio que mejor rendimiento ofrece con diferencia.

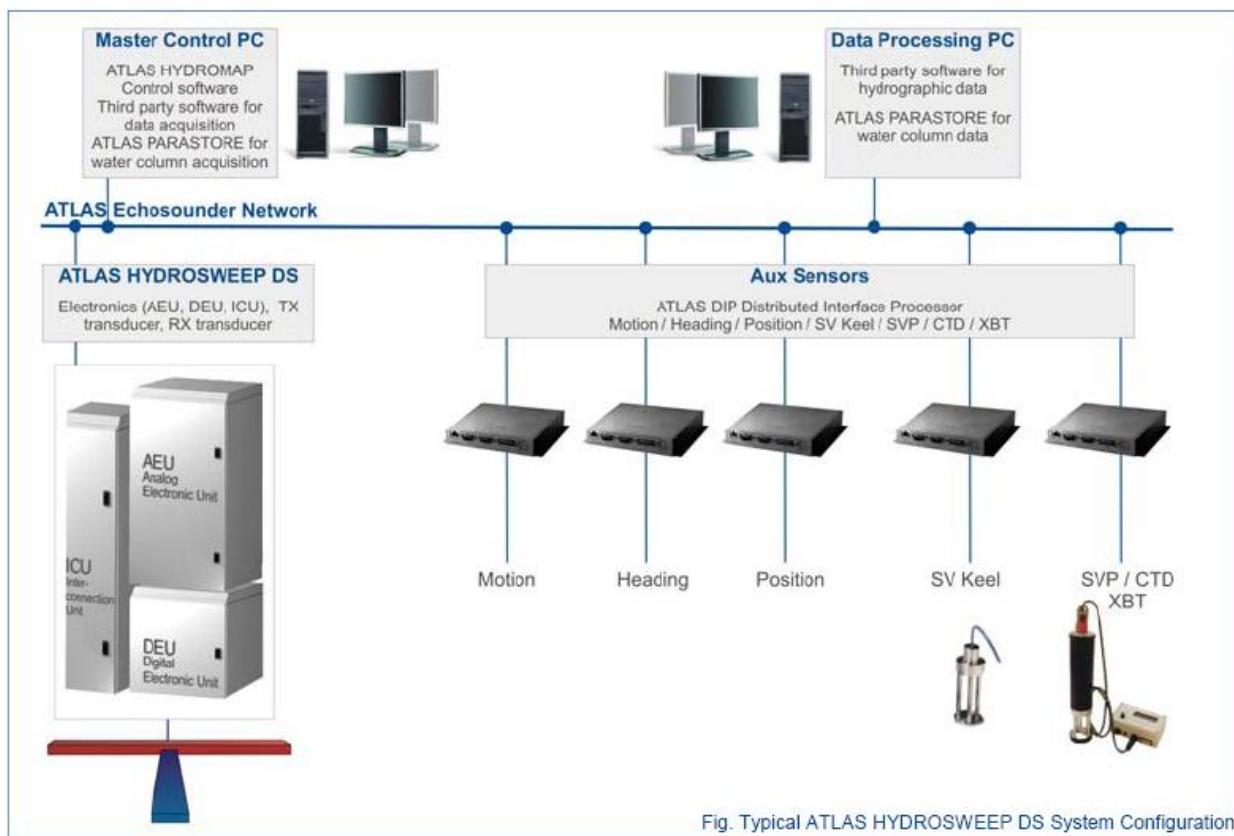
5 DEPARTAMENTO ACÚSTICA

5.1 Ecosonda multihaz de aguas profundas. Atlas DS

Descripción

La ecosonda multihaz Hydrosweep DS es una sonda multihaz de última generación, diseñada para realizar levantamientos batimétricos de fondos marinos hasta profundidades mayores de 10000 metros, cumpliendo las normativas IHO S44, Orden 1 para dichos levantamientos.

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



Esquema del sistema Atlas Hydrosweep DS.

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. Está formada por 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 toda 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.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

- **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 reenvían la información a la red para que esté disponible para todos los instrumentos (Atlas MD, Atlas PS).

La adquisición de los datos brutos se realiza con el software propio de Atlas (Telesyne Reson Sonar User Interface y Teledyne PDS), creando ficheros (*.S7K) y (*.PDS).

El procesado se realiza con el Software Caris v12.1.2 o EIVA Navimodel Producer.

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. 2 swaths por ping
- Nº de haces: 960 con High Order Beamforming por transmisión.
- 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.
- Interfaces:
 - Sensor de actitud Applanix POS-MV.
 - Software de adquisición Teledyne PDS.
 - Sensor de velocidad del sonido superficial.
 - Sistema de navegación EIVA.

Metodología

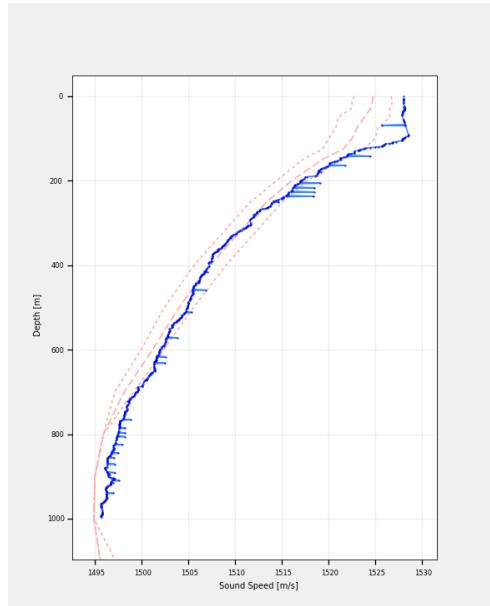
La sonda multihaz se ha utilizado para realizar levantamientos batimétricos en toda la zona de trabajo.

Los datos se han pre- procesado a bordo mediante el programa CARIS.

Para la corrección de los perfiles de velocidad del sonido se han aprovechado los datos obtenidos en el CTD.

INFORME TÉCNICO

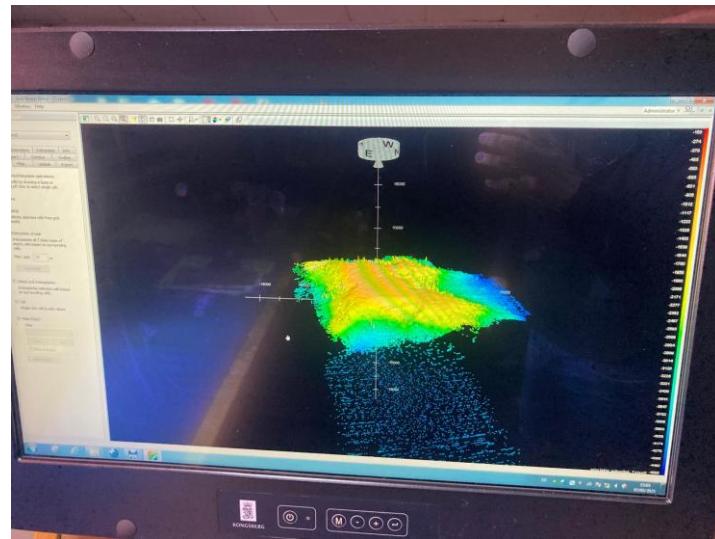
Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



Cada perfil de temperatura se ha procesado con los datos de salinidad superficial del sensor de velocidad del sonido instalado en la quilla, para producir un perfil de velocidad del sonido que se envía a través de la red Atlas a las sondas multihaz y paramétrica.

Los datos se han almacenado en formato S7k y PDS, en coordenadas UTM, huso 27N, perteneciente a la zona de trabajo.

Se ha trabajado con las sondas sin sincronizar.

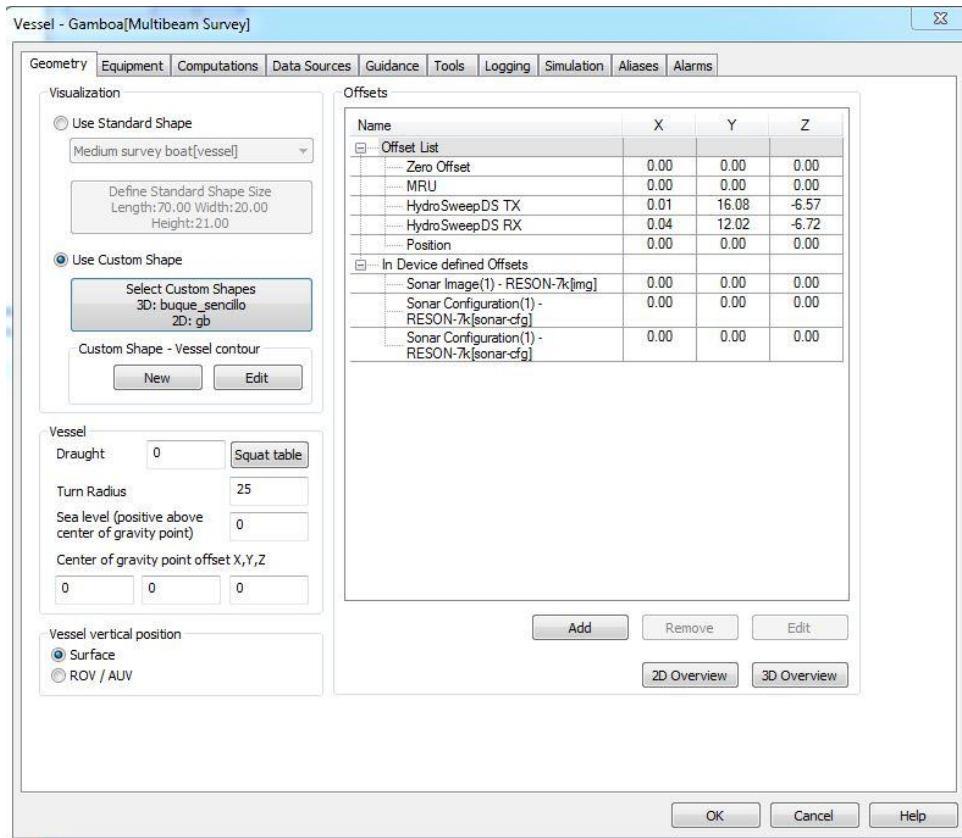


Software de operación de la ecosonda multihaz (SONAR User Interface) y de adquisición de datos (Teledyne PDS).

Los parámetros de instalación de los transductores de la ecosonda multihaz Hydrosweep DS3 utilizados son los siguientes:

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



Distancias de instalación de los transductores (offsets) de la ecosonda multihaz HydroSweep DS.

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 han tomado como validos los ángulos de alineación de la sonda los datos de calibración realizados en las pruebas de mar de octubre de 2023.

Incidencias

Durante la campaña se ha perdido en varias ocasiones de manera puntual la comunicación entre la ecosonda multihaz y el software de adquisición de datos. Perdiendo algunos minutos de datos durante el restablecimiento de la comunicación.

Por todo lo demás la sonda está adquiriendo datos batimétricos sin problemas.

5.2 Applianix POS MV

Descripción

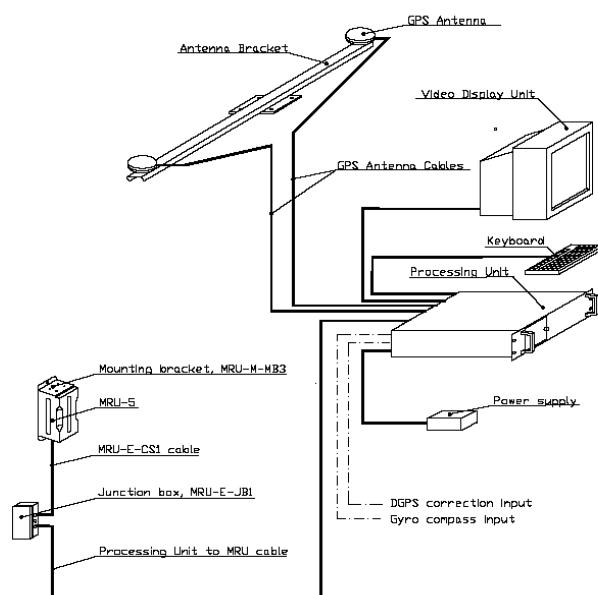
El POS-MV es el sensor de actitud del buque, consta de dos antenas instaladas sobre el puente, una unidad de control y una Unidad de Referencia o MRU (Motion Reference Unit).

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

El sistema utiliza información de los GPS y la MRU para determinar la actitud relativa del buque respecto el plano horizontal en los tres ejes (cabeceo, balanceo y guiñada), así como el rumbo y la posición. Toda esta información se distribuye por la red Ethernet y vía serial a los diferentes instrumentos que lo requieren.

La posición proporcionada por el sistema corresponde a la de la MRU. Las antenas GPS proporcionan información de la orientación (Heading) de la proa del buque, velocidad, posición y tiempo, mientras que la MRU proporciona información de actitud. Toda esta información es procesada e integrada y se generan los correspondientes telegramas de datos (EM3000), así como telegramas de tiempo (NMEA, ZDA) y señales de sincronización (PPS) para el tiempo.



Configuración del Sistema Applanix POS-MV.

Características técnicas

- **Precisión (Roll / Pitch):** 0.02º RMS (1 sigma).
- **Precisión (Heave):** 5 cm o 5% (whichever is greater) for periods of 20 sec or less.
- **Precisión (Heading):** 0.01º (1 sigma).
- **Precisión (Posición):** 0,5 a 2 m (1 sigma), dependiendo de la disponibilidad de correcciones diferenciales.
- **Precisión (Velocidad):** 0,03 m/s horizontal.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

MV-POSView

File Settings Logging View Tools Diagnostics Help

STAND BY NAV LOG

192.168.3.107

Status

| | |
|--------------|-----------|
| POS Mode | Nav: Full |
| IMU Status | OK |
| Nav Status | Pri DGPS |
| GAMS | Online |
| Ethernet Log | Idle |
| Disk Status | Idle |
| Disk Usage | 0% |

Accuracy

| | |
|-------------|----------------|
| Attitude | Accuracy (deg) |
| Roll (deg) | 0.777 |
| Pitch (deg) | 0.464 |
| Position | 260.689 |
| Velocity | 0.018 |
| Heave | 0.009 |

Attitude

| | | | |
|---------------|-------|-------------|---------|
| Speed (knots) | 5.998 | Track (deg) | 260.847 |
|---------------|-------|-------------|---------|

Position

| | | | |
|--------------|------------------|--------------|-------|
| Latitude | 28°02'59.1100" N | Accuracy (m) | 0.508 |
| Longitude | 14°52'20.7703" W | Accuracy (m) | 0.508 |
| Altitude (m) | 42.629 | Accuracy (m) | 0.795 |

Velocity

| | | | |
|-------------|--------|----------------|-------|
| North (m/s) | -0.491 | Accuracy (m/s) | 0.043 |
| East (m/s) | -3.046 | Accuracy (m/s) | 0.043 |
| Down (m/s) | -0.189 | Accuracy (m/s) | 0.028 |

Dynamics

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Angular Rate (deg/s) | Accel. (m/s ²) |
| Longitudinal | -0.350 |
| Transverse | 0.433 |
| Vertical | -0.001 |

Events

| | Time | Count |
|---------|---------------------|---------|
| Event 1 | | |
| Event 2 | | |
| PPS | 10:41:27.000000 UTC | 5875740 |

06/06/2024 10:41:27 UTC 1632:08:59 POS Monitor

Software de control. POS/MV.

Incidencias

No ha existido ninguna incidencia referente al sistema de posicionamiento POSMV

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

5.3 Sonda Monohaz EA640

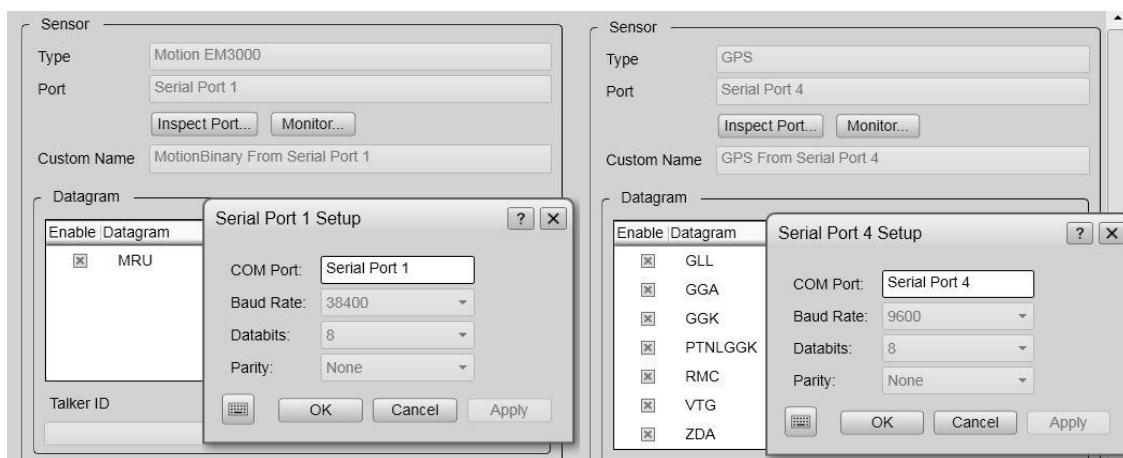
Descripción

La ecosonda monohaz EA640 instalada en la góndola del buque trabaja a una frecuencia de 12 kHz. A continuación, se muestran las distancias de instalación del transductor (offsets) respecto al centro de gravedad del barco que han sido introducidas en el software de la ecosonda.

| | |
|---------------|-----------------------|
| Transdutor | |
| Model | 12-16 60 |
| Serial Number | 0 |
| Custom Name | 12-16 60 Serial No: 0 |
| Instalación | |
| Mounting | Hull Mounted |
| Orientation | Vertical |
| X Offset | 16.78 m |
| Y Offset | -1.07 m |
| Z Offset | 6.55 m |

Distancias de instalación de los transductores (offsets) de la ecosonda monohaz EA640.

La sonda dispone de interfaces serial (RS232) y ethernet para la entrada y salida de datos. La navegación, actitud y sincronización de tiempo proviene del sensor de movimiento Applanix POS-MV. Los datos de actitud y rumbo entran en la sonda a través del COM1 a 38400 mediante el datagrama EM3000, mientras que los datagramas de posición (GLL), velocidad (RMC) y tiempo (ZDA) entran a través del COM a 9600 baudios.



Configuración de la entrada de datos de la ecosonda monohaz EA640.

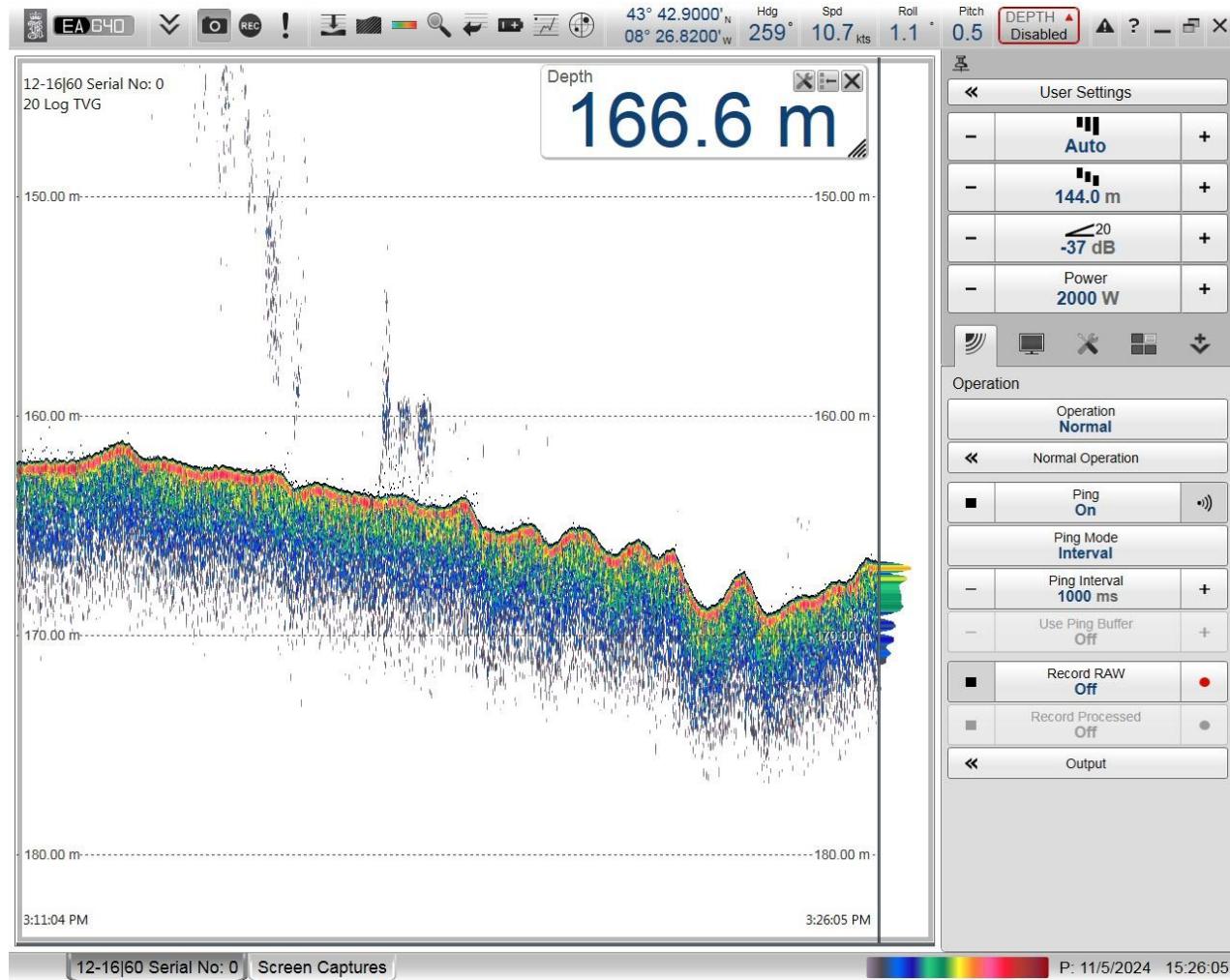
El dato de profundidad se distribuye por la red general de datos del barco (Ethernet) a través del Puerto UDP 2020.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

| LAN Ports | | | |
|----------------------------|---------------|-------------|----------|
| Name | Remote IP | Remote Port | Protocol |
| Internal System Port | 127.0.0.1 | 20000 | |
| LAN Port 2 | 127.0.0.1 | 20000 | |
| Depth Output to Ship's Net | 192.168.3.255 | 2020 | |
| LAN Port 4 | 127.0.0.1 | 20000 | |

Configuración de la salida de datos de profundidad a la red del barco.



Ventana de operación de la ecosonda monohaz EA640.

Incidencias

Ninguna incidencia reseñable.

5.4 Sisitema 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 vía 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.

Los sensores de entrada configurados durante la campaña han sido los siguientes:

| Port | Instrument Name | Vehicle | Mode |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------|------|
| COM10 | Seapath RPH | Sarmiento de Gamboa | Off |
| COM3 | Ashtech GPS1 | Sarmiento de Gamboa | On |
| COM4 | Anschutz (NMEA) | Sarmiento de Gamboa | On |
| COM5 | EM3000 HQ RPH | Sarmiento de Gamboa | On |
| COM6 | ZDA time + PPS | Sarmiento de Gamboa | On |
| COM7 | MAG G-880 | Sarmiento de Gamboa | Off |
| udp://0.0.0.0:2020/ | EA640 | Sarmiento de Gamboa | On |
| udp://0.0.0.0:5607/ | Corredera | Sarmiento de Gamboa | On |
| udp://0.0.0.0:6505/ | Kongsberg HiPAP/APOS | Sarmiento de Gamboa | Off |
| udp://10.197.124.14:17001/ | Position (Exp.) to NaviScan | Sarmiento de Gamboa | Off |
| udp://127.0.0.1:5000/ | EIVA runline control | Sarmiento de Gamboa | Off |

Configuración de entrada de datos al sistema de navegación EIVA Navipac.

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 (UTM 27N).

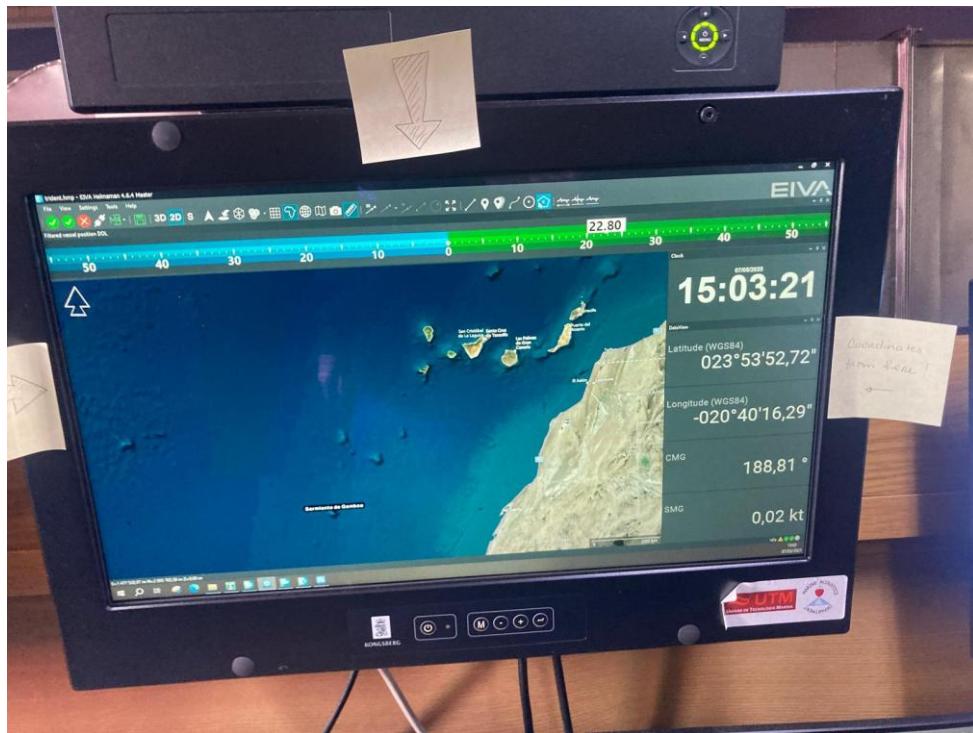
Para facilitar la navegación, en el puente hay un monitor repetidor del navegador, durante la campaña se ha reenviado alternativamente esta pantalla (Navipac Helsmann) o la de navegación de ROV (Olex).

Los datos se pueden representar en distintos formatos (texto o gráficos) sobre ventanas diferentes. La más común es la representación del Helsmann con los datos básicos de navegación y seguimiento de líneas.

Existe la posibilidad de representar un grid simplificado de la batimetría adquirida con la sonda multihaz, para facilitar las operaciones de fondeo, arrastre y completar la cobertura total de batimetría en la zona de interés.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



Ventanas de operación del sistema de navegación EIVA Navipac.

Incidencias

Ninguna incidencia reseñable.

5.5 Perfilador paramétrico de subsuelo (TOPAS PS18)

Descripción

La TOPAS PS18 es un perfilador sísmico de alta resolución y haz estrecho con capacidad para trabajar en cualquier océano. Utiliza un único transductor de pequeño tamaño para emisión y recepción.

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.

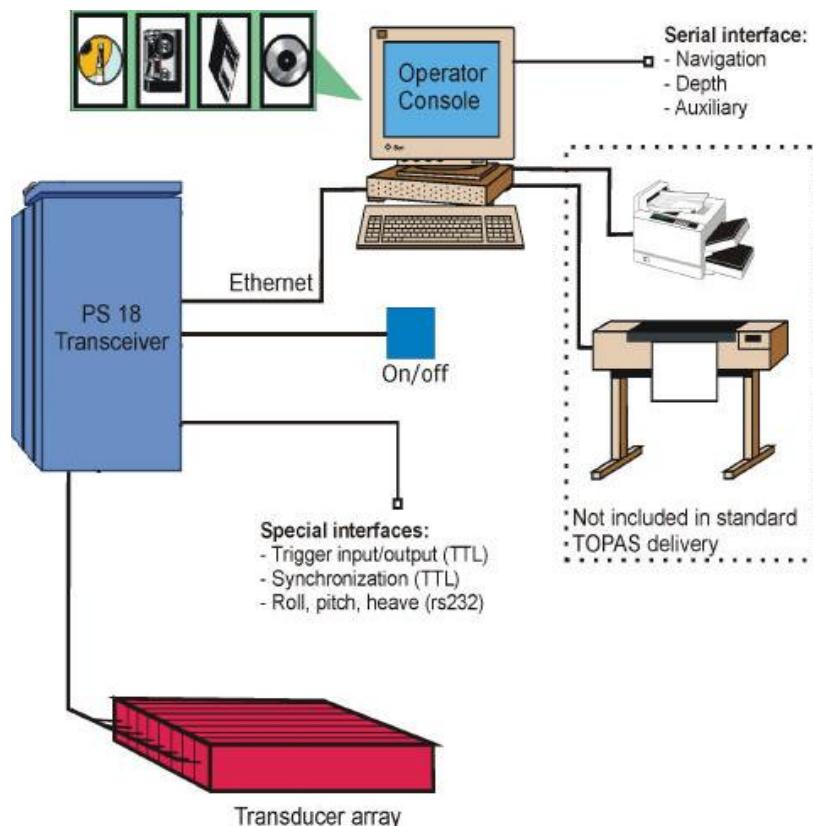
La resolución espacial del sistema es su habilidad para distinguir objetos próximos entre sí, en ángulo y/o espacio. La resolución espacial viene dada por dos parámetros:

- 1) La resolución angular viene dada por la geometría del array de transductores.
- 2) La resolución de alcance viene dada por el ancho de banda de la señal.

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.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



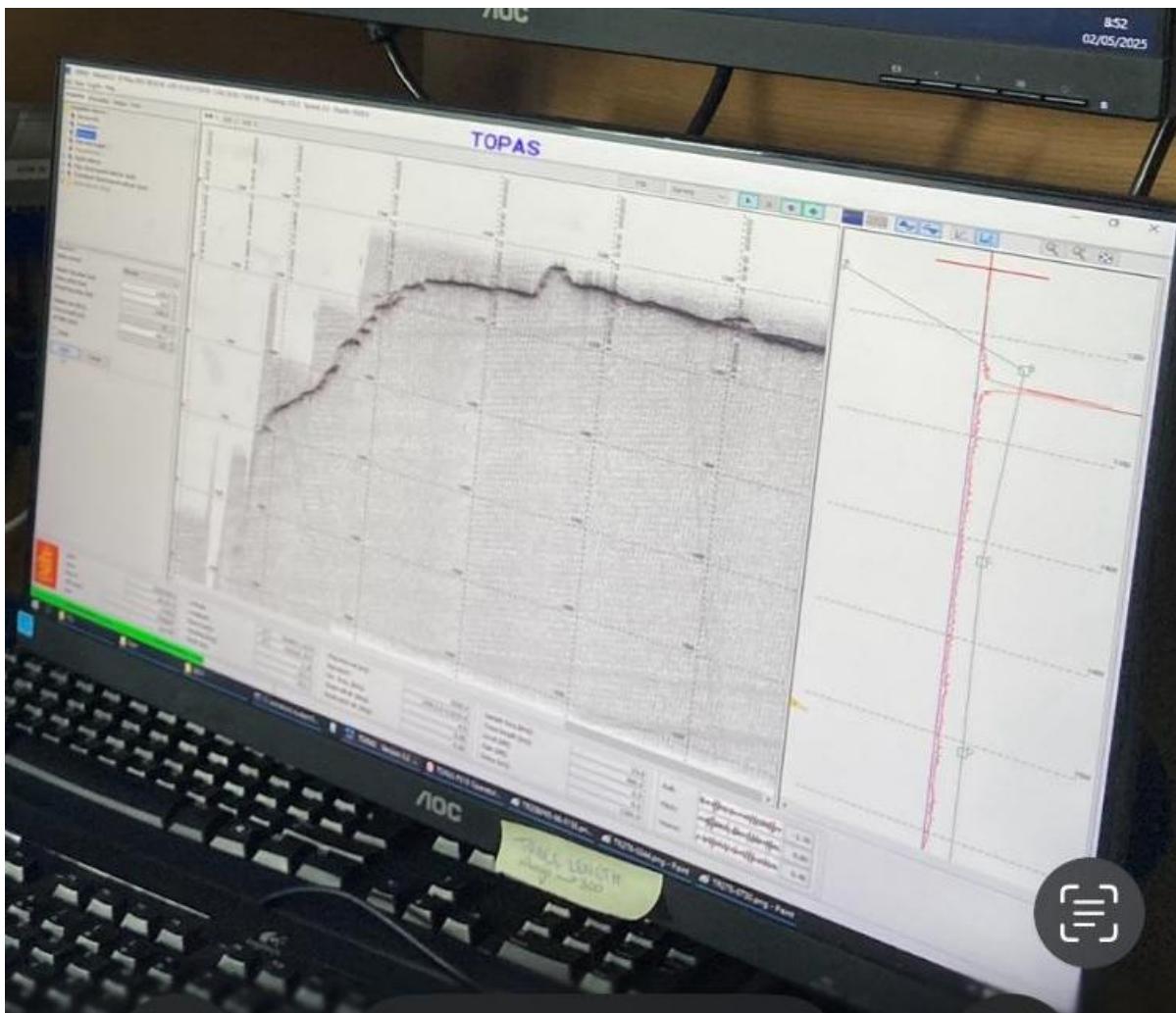
Configuración típica del sistema TOPAS PS18

Especificaciones

- Modos de emisión: Ricker, CW, Chirp, o Burst.
- Frecuencia primaria: 18 kHz.
- Frecuencia secundaria: 1 a 6 kHz.
- Resolución vertical máxima: 0.2 ms.
- Ancho de banda: 4º - 6º
- Nivel de fuente: 210 dB re 1µPa @ 1 meter at 5 kHz.
- Consumo eléctrico < 3 kW.
- Estabilización electrónica: cabeceo y balanceo.
- Compensación automática de pendiente.
- Tasa máxima de emisión 5 Hz.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



Registro de la señal procesada durante la TOPAS.



Metodología

Durante la presente campaña se han utilizado la siguiente configuración, aunque se ha ido variando según la zona:

- Forma de pulso: Chirp.
- Frecuencias: 1.5 - 5 kHz
- Duración del pulso: 15 ms.
- Potencia: 0 dB. La potencia se ha adecuado según la profundidad de la zona de trabajo
- Cadencia de disparo: Manual cada aproximadamente 1 o 2 segundos.
- Filtro paso alto: 2 KHz
- Longitud de la traza: 100 ms.
- Frecuencia de muestreo: 16000 kHz.

Los datos se han grabado en dos formatos, por una parte, los datos brutos se han grabado en formato RAW propio de TOPAS, mientras que la señal procesada se ha grabado en formato SEGY.

Incidencias

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

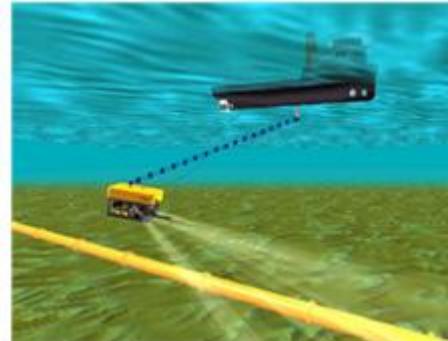
Durante la realización de la adquisición con la sonda se ha detectado un ruido eléctrico que interfiere con la señal. Se han ido realizando las pruebas que proponía el fabricante Kongberg.

5.6.- Posicionamiento SUBMARINO HIPAP 502P

Descripción

El sistema de posicionamiento submarinos HiPAP proporciona posiciones de precisión de elementos sumergidos (ROV's, AUVs, plataformas remolcadas, etc.) a partir de la medición de los tiempos y ángulos de llegada de una señal acústica emitida por uno (o varios) transponder/s submarinos.

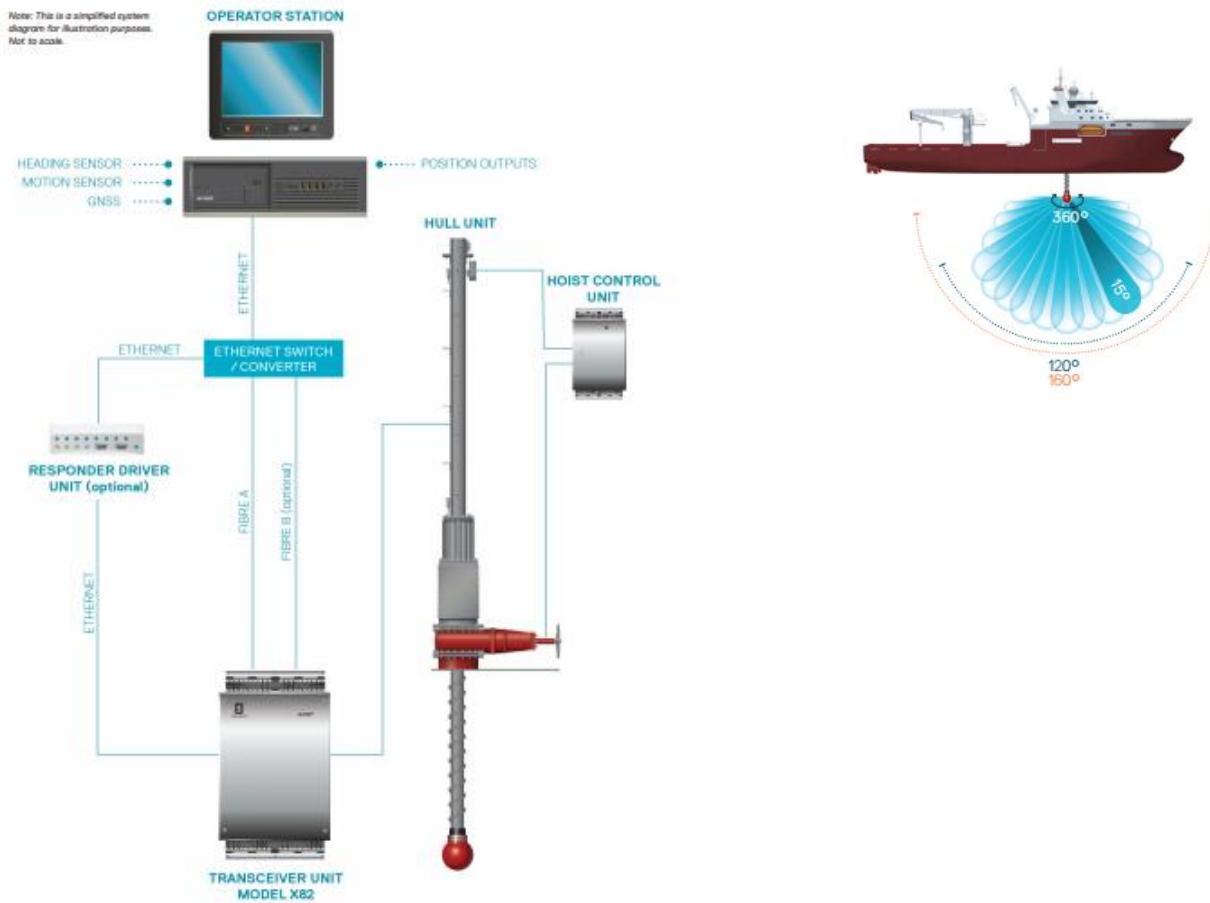
El sistema instalado en el BO Sarmiento de Gamboa es un Hipap 502P, con una cobertura total de 200º.



El sistema instalado a bordo del BO Sarmiento de Gamboa se hizo en la última varada una reforma para instalarlo en una Hull Unit en lugar de la quilla retráctil de estribor que era donde estaba anteriormente, este cambio de lugar del Hipap se hizo ya que al estar en una quilla retráctil había un problema de que cada vez que se utilizaba había el inconveniente de tener que calibrar el Hipap.

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

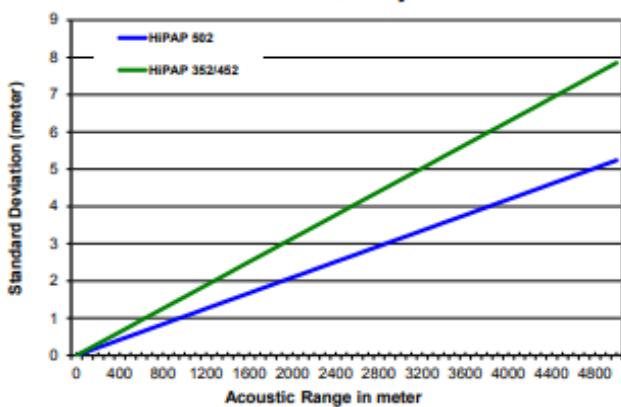
Características técnicas

Transceptor HiPAP 502P.

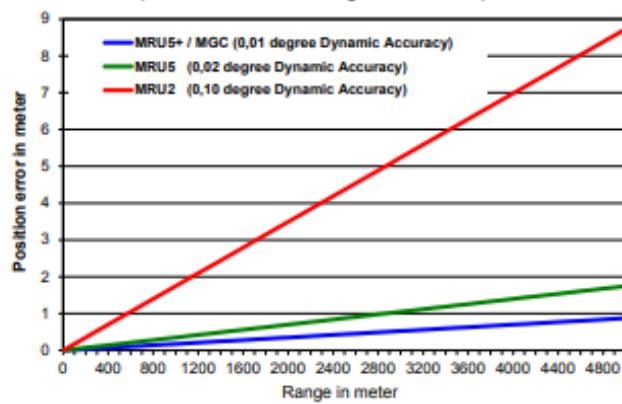
Datos del fabricante.

| SYSTEM | HiPAP 502 |
|--|---|
| TRANSDUCER OUTLINE |  |
| NUMBER OF ACTIVE ELEMENTS | 241 |
| MAX / RECOMMENDED ACOUSTIC OPERATING AREA BELOW VESSEL | 200° / 200° |
| MINIMUM GATE VALVE SIZE REQUIRED | 20in / 500mm |
| TRANSDUCER DIAMETER | 400mm |
| ANGULAR ACCURACY* OF X/Y DIRECTIONS (1 SIGMA FIGURES) | 20 dB S/N: 0,06° 10 dB S/N: 0,10° 0 dB S/N: 0,30° |
| ACCURACY DUAL MODE OPTION, TWO-TD SYSTEM* | 20 dB S/N: 0,042° |
| NARROW POINTING RECEIVING BEAM | 10° |
| OPERATING RANGE* | 1-5000m |
| NUMBER OF TRANSPONDER CHANNELS, CW / CYMBAL | 56 / 500+ |
| FREQUENCY BAND | 21 – 31 kHz |
| RANGE DETECTION ACCURACY* | 0,02 m |
| HULL UNIT FOR TRANSDUCER DEPLOYMENT | Available |

HiPAP Accuracy



Position Error from Pitch / Roll sensor
(Values are within +/- 5 degree movements)



INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025

Transponder CNode MiniS:

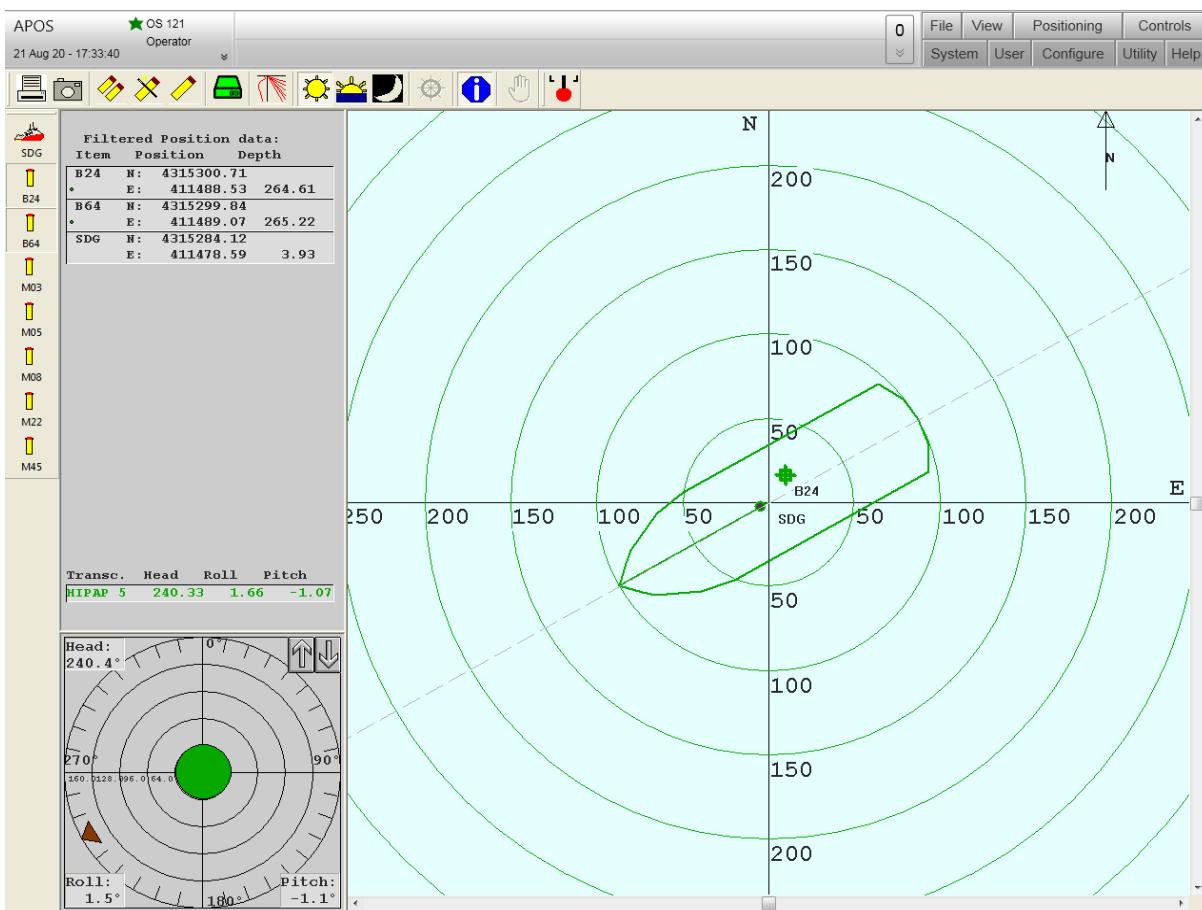
| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 500 canales Cymbal• Modo responder / transponder• Posicionamiento LBL y SSBL• Porf. Máxima: 4000 m. | <ul style="list-style-type: none">• Sensor interno de inclinación• Cobertura: 40º• Frecuencia: 21 – 31 kHz.• Temp. De operación: -5º / +55ºC• Autonomía (Cymbal) : 2 a 7 días |
|--|---|

Los transponders KM CNode son una familia de transponders con estructura modular que permiten adaptarlos a diferentes metodología y usos. Pueden instalarse en instalaciones fijas submarinas, boyas o vehículos y permiten la transmisión simultánea de señal de posicionamiento (USBL, SSBL o LBL) así como de datos, de sensores internos o externos o la comunicación entre diferentes trasponders.



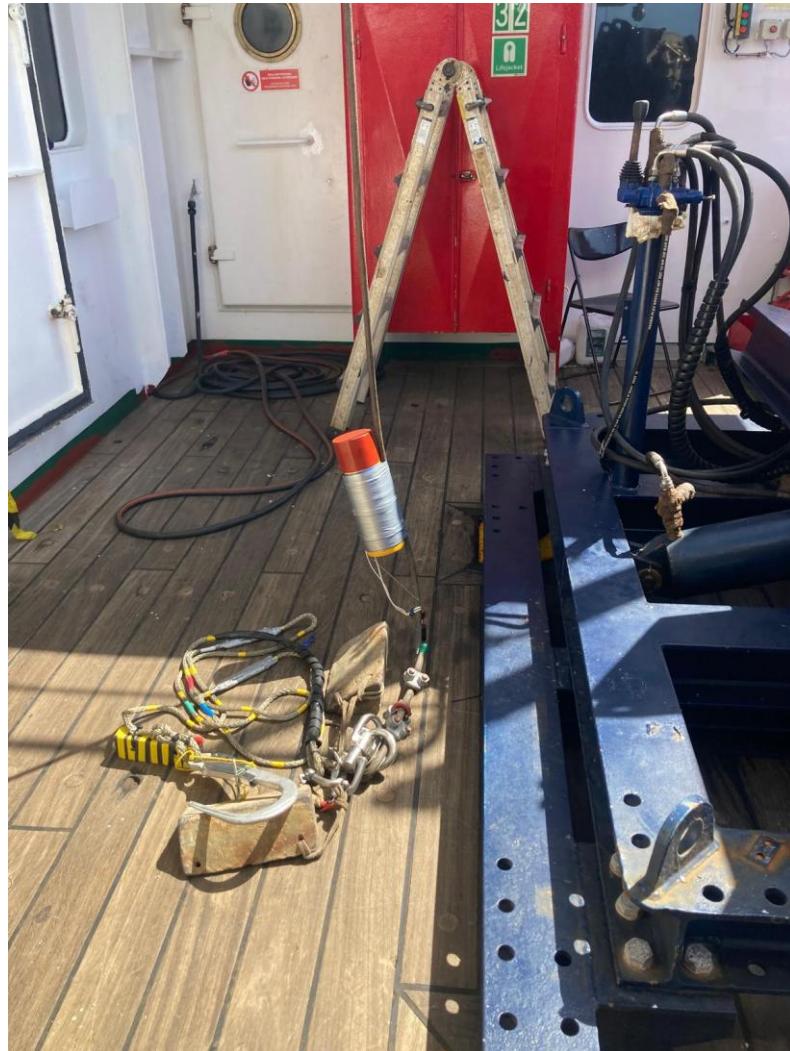
Metodología

Se han usado dos transponders, el M31 y el M48, se usaron para dar posicionamiento al ROV en todo momento.



INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



Para la localización del cable a la hora de recuperar los landers, hemos instalado un beacon en el cable.

Incidencias

En un momento determinado el puerto COM7 que proporciona posición al ROV dejó de funcionar. Por lo que se transmitieron los datos por cable de red.

6 DEPARTAMENTO MECÁNICA

6.1 GRAVITY CORER

Descripción

El "Gravity Corer" es un equipo de muestreo de sedimentos que utiliza la gravedad para penetrar en el fondo marino y obtener muestras de sedimento. Consiste en un tubo metálico pesado con un tubo interior, a menudo de plástico, para recolectar la muestra. La gravedad del equipo, y a veces pesos adicionales, permite que el corer penetre en el sedimento, recolectando una muestra del mismo.



Características técnicas

Peso: 800 Kg

Longitud contrapeso: 1m

Longitud Lanzas: 3 y 5m

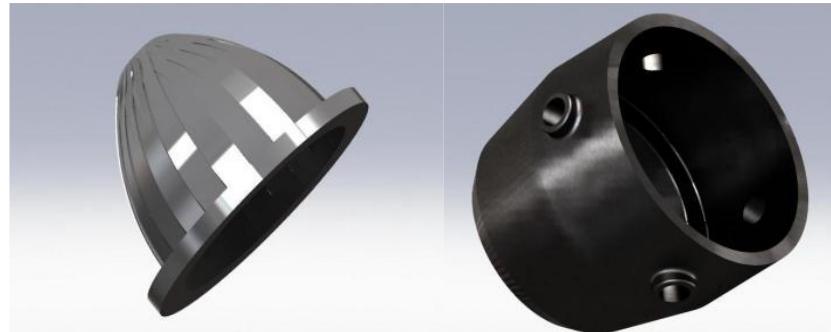
Diámetro lanza acero: 77mm Ø Int, 90mm Ø Ext

Diámetro tubo Pvc: 70,4mm Ø Int, 75 mm Ø Ext

Sistema de cierre: Posterior por diafragma y superior por válvula de vacío en cono

INFORME TÉCNICO

Campaña TRIDENT Abril – Mayo 2025



Metodología

Maniobra de Largado: Una vez en vertical y liberado del soporte se empieza a largar a 20 m/min los primeros 30 m y después se aumenta hasta 80 m/min.

Cuando se está cerca del fondo se está pendiente de la tensión ya que una vez clava el testigo en el fondo la tensión bajara la mitad del peso total del testigo. También nos apoyaremos en la sonda EA600 y hasta los 100-1500 m en la pasteca, que se balanceará cuando pierda tensión.

Maniobra de cobrado: Una vez clavado el testigo se empezará a cobrar a 20 m/min hasta que la tensión haga un pico al cual se suma el peso del cable y el peso total del testigo.

Una vez superado el punto de máxima tensión se aumentará la velocidad a 50 m/min hasta 20 m antes de superficie, donde pararemos el equipo y pasaremos el control a la cubierta que operarán el equipo para devolverlo a la cuna. En la cual se meterá a bordo y se procederá a su muestreo.

Muestreos

Se realizan los siguientes muestreos:

| Estaciones | Punto | FECHA | PROF. | INICIO | FIN | PICO TENSIÓN (Tn) |
|------------|-------|------------|-------|--------|-------|-------------------|
| 1 | | 25/04/2025 | 1037 | 15:35 | 16:35 | 1,9 |
| | | 25/04/2025 | 1035 | 17:30 | 18:20 | 1,7 |
| 2 | | 26/04/2025 | 1037 | 19:00 | 19:50 | 1,9 |
| | | 26/04/2025 | 1026 | 16:00 | 17:13 | 1,8 |
| 3 | | 28/04/2025 | 1026 | 20:20 | 21:10 | 1,9 |

Incidencias

Ningún testigo de gravedad se ha recogido con parte de muestra dada las condiciones del subsuelo al tratarse de fondo arenoso.