



CMIMA
Pg. Marítim de la Barceloneta 37-49
08003 - Barcelona, Spain
Tel. +34 93 230 95 00
Fax. +34 93 230 95 55
www.utm.csic.es

UTM
UNIDAD DE TECNOLOGÍA MARINA

TÍTULO: INFORME TÉCNICO DE LA CAMPAÑA

ZEE_2025

Autora: Andrea Navarro Negueruela

Departamentos: Equipos fijos y TIC

Fecha: 30/06/2025

Páginas: 4

Detalles campaña: Batimetría, Topas, gravímetro, magnetómetro.

INDICE

0.- INFORMACIÓN GENERAL	4
0.1- FICHA TÉCNICA	6
1.- CARACTERÍSTICAS DE CAMPAÑA	7
1.1.- REGISTRO CON SONDA MULTHAZ DE AGUAS PROFUNDAS	7
1.2.- REGISTRO CON SONDA PARAMÉTRICA TOPAS	7
1.3.- MEDIDAS CON MAGNETÓMETRO	7
1.4.- MEDIDAS CON GRAVÍMETRO	8
1.5.- SONDAS BATITERMOGRÁFICAS	8
2.- INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA	8
1.- SONDA MULTHAZ AGUAS PROFUNDAS KONGSBERG SIMRAD EM 124	8
1.1.-Descripción	8
1.2.-Sonda Multihaz aguas profundas KONGSBERG SIMRAD EM 124. Calibración.	10
1.3.- Sonda Multihaz aguas profundas KONGSBERG SIMRAD EM 124. Incidencias.	10
2. SONDA PARAMETRICA TOPAS PS 18	10
2.1.-Descripción	10
2.2.- Especificaciones	11
2.3.- Incidencias	13
3. SONDA MONOHAZ SIMRAD EA-640. Descripción.	13
3.1.- SONDA MONOHAZ SIMRAD EA-640. Metodología.	14
3.2.- SONDA MONOHAZ SIMRAD EA-640. Incidencias.	14
4.- MAGNETÓMETRO MARINO SEA SPY	14
4.1.- Descripción	14
4.2.- Características técnicas	15
4.3.- Metodología	15
4.4.- Incidencias	15
5.- GRAVÍMETRO MARINO	16
5.1.- Descripción general y principios de funcionamiento	16
5.2.- Metodología	18
5.3.- Incidencias	18
6.- GRAVÍMETRO PORTÁTIL	18
6.1.- Descripción	18

6.2.- Metodología	18
6.3.- Incidencias	20
7.- SONDAS BATITERMOGRÁFICAS	21
2.7.1.- Descripción	21
2.7.2.- Características técnicas	22
2.7.3.- Calibración	22
2.7.4.- Metodología	22
2.7.5.- Incidencias	24
8.- CORRENTÍMETRO DOPPLER	24
8.1.- Introduccion	24
8.2.- Metodología	25
8.3.- Modos de trabajo	28
8.4.-Incidencias	28
SISTEMA INERCIAL Y DE POSICIONAMIENTO	28
9.- SEAPATH 330	28
9.1- Introducción	28
9.2.- Descripción del sistema	29
9.3.- Características técnicas	31
9.4.- Incidencias	32
10.- SISTEMA DE REFERENCIA INERCIAL (MRU)	32
10.1.- Introducción	32
10.2.- Descripción	33
10.3.- características técnicas	34
10.4.- Incidencias	35
11.- INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES	35
11.1- INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	35
11.2- SERVICIOS A BORDO DEL BIO HESPÉRIDES.	37
11.3-TELEMÁTICA. RESUMEN DE ACTIVIDADES.	38
11.4-TELEMÁTICA. RESUMEN DE INCIDENCIAS.	39
12.- ANEXO I: CALIBRACIONES DEL GRAVÍMETRO	40
CALIBRACIÓN EN LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	40
RESEÑA DE LA BASE GRAVIMETRICA DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	42

CALIBRACIÓN EN CARTAGENA	44
RESEÑA DE LA BASE GRAVIMETRICA DE CARTAGENA	46

0.- INFORMACIÓN GENERAL

Información de Campaña

- Barco: BIO Hespérides
- Acrónimo: ZEE 2025
- Campaña N°: 29HE20250609
- Área: ZEEE en el área de Canarias y el Golfo de Cádiz.
- Fechas: 9 de Junio al 28 de Junio de 2025.
- IP: Luis Manuel Rusillo, IHM

Equipamiento utilizado

Ecosonda Multihaz de aguas profundas

- Modelo: Kongsberg EM 124
- Frecuencia de emisión: 13 kHz.
- Rango de operación: 20 a 11000 metros
- Resolución vertical: 10 a 40 cm
- Longitud de pulso: 2.5 a 15 ms.
- Frecuencia de muestreo: 2 KHz.
- Cobertura máxima: 150°.
- N° de haces: 191.
- Doble swath.
- Apertura del haz: 1° x 2°.
- Espaciado de haces: Equi-angular, equidistante, mixto.
- Estabilización
 - Transmisión: Cabeceo, balanceo, guiñada.
 - Recepción: Cabeceo
- Interfases:
 - Sensor de actitud Seapath 330 / MRU 5+
 - Girocompás Robertson RGC 11
 - TOPAS PS 18
 - Sistema de navegación Hydaq.

Ecosonda Monohaz

- Modelo: SIMRAD EA-640
- Frecuencias de trabajo: 12 kHz y 200 KHz

Perfilador/Sonda paramétrica

- Modelo: Kongsberg Simrad Topas PS 18

- Modos de emisión: Ricker, CW, Chirp, Burst.
- Frecuencia primaria: 18 kHz.
- Frecuencia secundaria: 1 a 6 kHz.
- Resolución vertical máxima: 0.2 ms.
- Ancho de banda: 4° - 6°
- Nivel de fuente: 210 dB re 1 μ Pa @ 1 meter at 5 kHz.

Magnetómetro marino

- Modelo Sea Spy.
- Precisión: 0.2 nT
- Sensibilidad del sensor: 0.01 nT
- Profundidad máxima de operación: 3000 m

Gravímetro marino

Modelo BGM-3

Gravímetro portátil

Modelo Scintrex CG-6 Autograv

Sondas batitermográficas

Sippican MK21

Correntímetro doppler de 75 KHz

Modelo RDI

Comentarios generales

Se verán reflejados en las incidencias y en el diario de campaña más detallados.

0.1- FICHA TÉCNICA

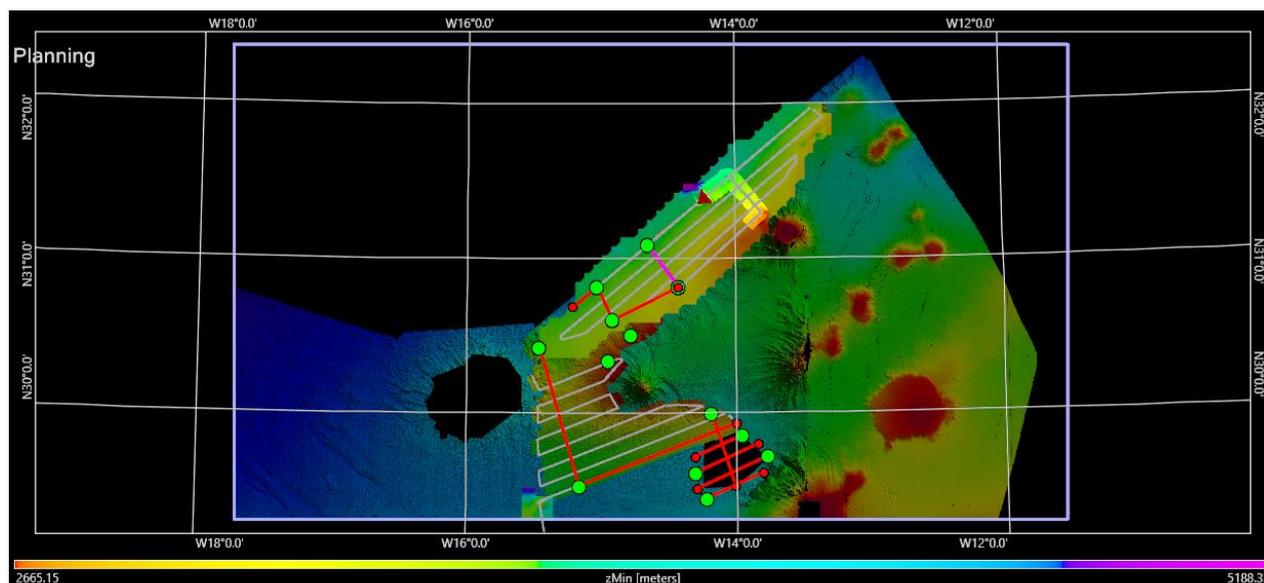
FICHA TÉCNICA			
ACRÓNIMO	ZEE 2025		
TÍTULO PROYECTO	Zona Económica Exclusiva Española		
CÓDIGO REN	XXXXXXX	CÓDIGO UTM	29HE20250609
JEFE CIENTÍFICO	Luis Manuel Rusillo, IHM	INSTITUCIÓN	IHM, IEO, IGME, UCM, UCA y ULPGC
INICIO	Las Palmas de Gran Canaria, 09/06/2025	FINAL	Cartagena, 28/06/2025
BUQUE	BIO Hespérides		
ZONA DE TRABAJO	ZEE de Canarias, primero al norte de Las Palmas de Gran Canaria y final en el golfo de Cádiz.		
RESPONSABLE TÉCNICO	Andrea Navarro Negueruela	ORGANIZACIÓN	U.T.M.
EQUIPO TÉCNICO	Eduardo De Nóvoa (UTM TIC), Andrea Navarro (UTM Acústica).		

1.- CARACTERÍSTICAS DE CAMPAÑA

La campaña se realizó en la ZEE (Zona Económica Exclusiva) de España, concretamente en el norte del Las Palmas y el Golfo de Cádiz.

Se salió de Las Palmas el 09 de Junio y el tránsito a la zona de trabajo fue de unas horas.

Se hizo una parada al final de la zona de trabajo en el golfo de Cádiz en Rota Cádiz de unas horas para desembarcar a personal científico y material de otras campañas, para seguir el tránsito a Cartagena para el fin de la campaña 28 de Junio.



Zonas de trabajo de la campaña.

Las tareas en la campaña fueron las siguientes:

1.1.- REGISTRO CON SONDA MULTHAZ DE AGUAS PROFUNDAS

Durante toda la campaña se ha registrado con la ecosonda multihaz EM 124, casi siempre a profundidades de entre 3000 a más de 5000 m. En el Golfo de Cádiz, aprovechando el tránsito de llegada también se registraron datos durante unos días a menos profundidades con la sonda EM 712 a menos de 1000 m.

1.2.- REGISTRO CON SONDA PARAMÉTRICA TOPAS

Se ha realizado un registro con la sonda paramétrica Topas durante toda la campaña.

1.3.- MEDIDAS CON MAGNETÓMETRO

Se llevó desplegado el magnetómetro durante toda la campaña. Se desplegó por crujía, con el chigre portátil del magnetómetro.

1.4.- MEDIDAS CON GRAVÍMETRO

Durante toda la campaña se registraron datos de gravimetría. Se calibró al principio en el Campus Universitario de Tafira, Las Palmas y al final de campaña en Cartagena.

1.5.- SONDAS BATITERMOGRÁFICAS

Se emplearon para la calibración de la velocidad del sonido en el agua, necesario para el correcto funcionamiento de la ecosonda multihaz.

Se han realizado 26 lanzamientos, de modelos XBT T5.

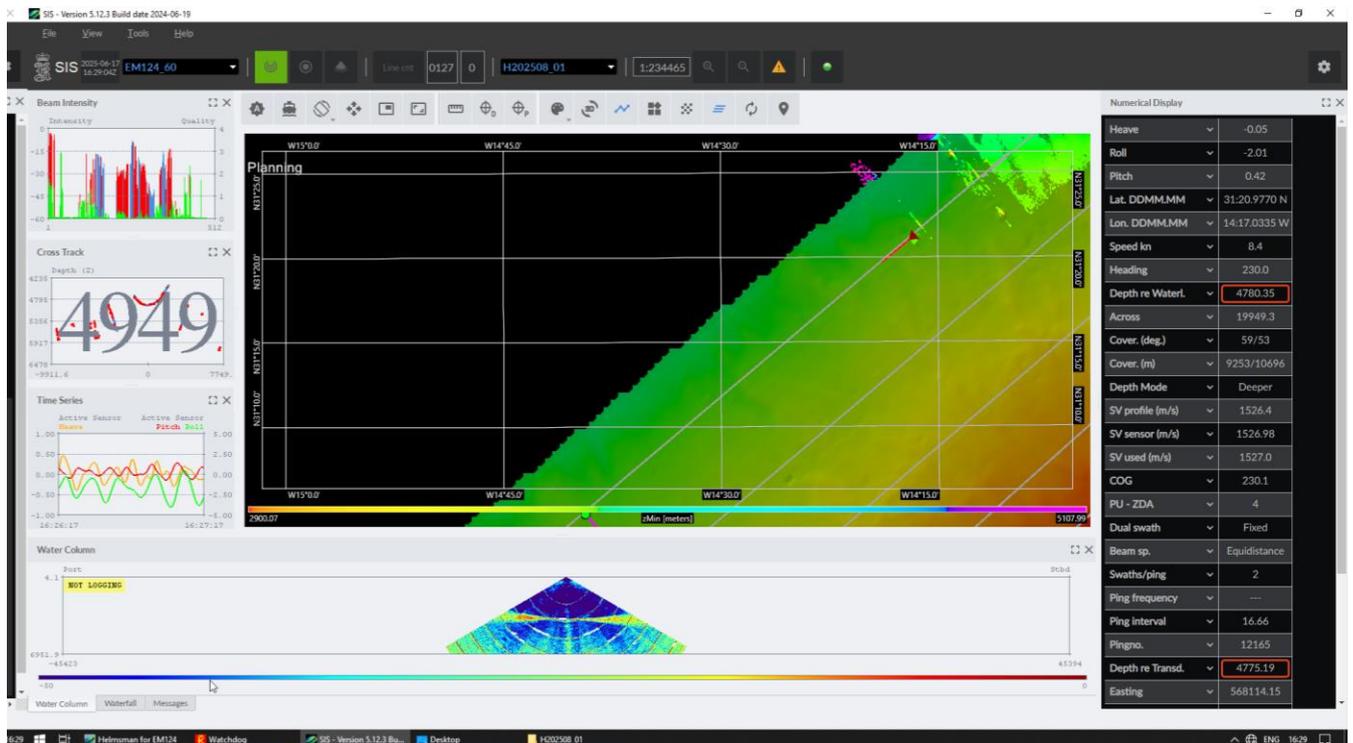
2.- INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA

1.- SONDA MULTHAZ AGUAS PROFUNDAS KONGSBERG SIMRAD EM 124

1.1.-Descripción

La sonda Kongsberg EM124 es una sonda multihaz, diseñada para realizar levantamientos batimétricos de fondos marinos hasta profundidades mayores de 11000 metros, cumpliendo las normativas IHO S44 para dichos levantamientos. La EM124 es un sistema completo que incluye desde los transductores hasta el procesado final de los datos y su impresión final.

Posee las siguientes especificaciones técnicas:



- Maximum ping rate: More than 5 Hz
- Number of swaths per ping: 2

Model	Transmit beamwidth	Receive beamwidth	Transmit waveforms	Number of beams per ping
0.5 x 1 degree	0.5 degrees	1 degree	CW + FM	1024 *
1 x 1 degree	1 degree	1 degree	CW + FM	
1 x 2 degrees	1 degrees	2 degrees	CW + FM	1024
2 x 2 degrees	2 degrees	2 degrees	CW + FM	
2 x 4 degrees	2 degrees	4 degrees	CW + FM	512
4 x 4 degrees	4 degrees	4 degrees	CW + FM	

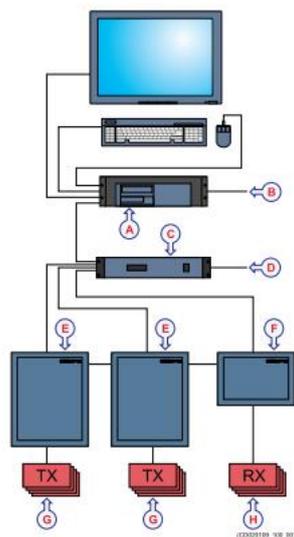
* 1024 beams, 1600 soundings in high density mode

- Standard beamwidths: 0.5 x 1, 1 x 1, 1 x 2, 2 x 2, 2 x 4 or 4 x 4 degrees
- Beam spacing: Equidistant, Equiangle, High density (only with 1 degrees RX array)
- Coverage sector: Up to 150 degrees
- Transmit beam steering: Stabilized for roll, pitch and yaw
- Receive beam steering: Stabilized for roll
- Depth range from transducers: 20 to 11000 metres
- Pulse lengths: 2 ms CW to 100 ms FM (nominal pulse length)
- Maximum range sampling rate: 2.6 kHz (28cm) at data output
- Source level:
 - 1 degree TX: Up to 240 dB re 1 µPa ref 1 m
 - 0.5 degrees TX: Up to 246 dB re 1 µPa ref 1 m

En nuestro modelo el sistema tiene una apertura de 1x2.

Esquema de los componentes de la ecosonda EM124:

- A Hydrographic Work Station
- B Interfaces:
 - Sound speed sensors
 - Tide
 - Centre depth output
- C Processing Unit
- D Interfaces:
 - Positioning systems
 - Attitude (roll, pitch and heave)
 - Sound speed sensor
 - Velocity
 - Clock
 - Trigger input/output
 - Clock synchronisation (IPPS)
- E Transmitter Unit (TXU)
- F Receiver Unit (RXU)
- G Transmit transducer modules
- H Receive transducer modules



La adquisición de datos se realiza con el software propio de la casa SIS, generando ficheros cada X tiempo. Los datos generados se pueden importar en diferentes paquetes informáticos para su procesado (CARIS, CARAIBES, HYPAC, etc.).

1.2.-Sonda Multihaz aguas profundas KONGSBERG SIMRAD EM 124. 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 realizaron perfiles de XBT a demanda, al estar en una zona de confluencia de varias masas de agua y se usaron perfiles sintéticos. La calibración de los offsets de la sonda se había hecho por el personal de Kongsberg en las pruebas de mar realizadas a las afueras de Cartagena en Noviembre de 2024 antes de zarpar el barco para la campaña antártica.

1.3.- Sonda Multihaz aguas profundas KONGSBERG SIMRAD EM 124. Incidencias.

En cuanto a incidencias reseñables con la EM 124 durante la campaña se ha detectado que al hacer BIST se encuentra un error en un TX. El dato no sufre por esa desviación. Se ha hecho BIST durante la navegación a diferentes velocidades, la última a menos de 3 nudos, sigue saliendo un error en el TX.

2. SONDA PARAMETRICA TOPAS PS 18

2.1.-Descripción

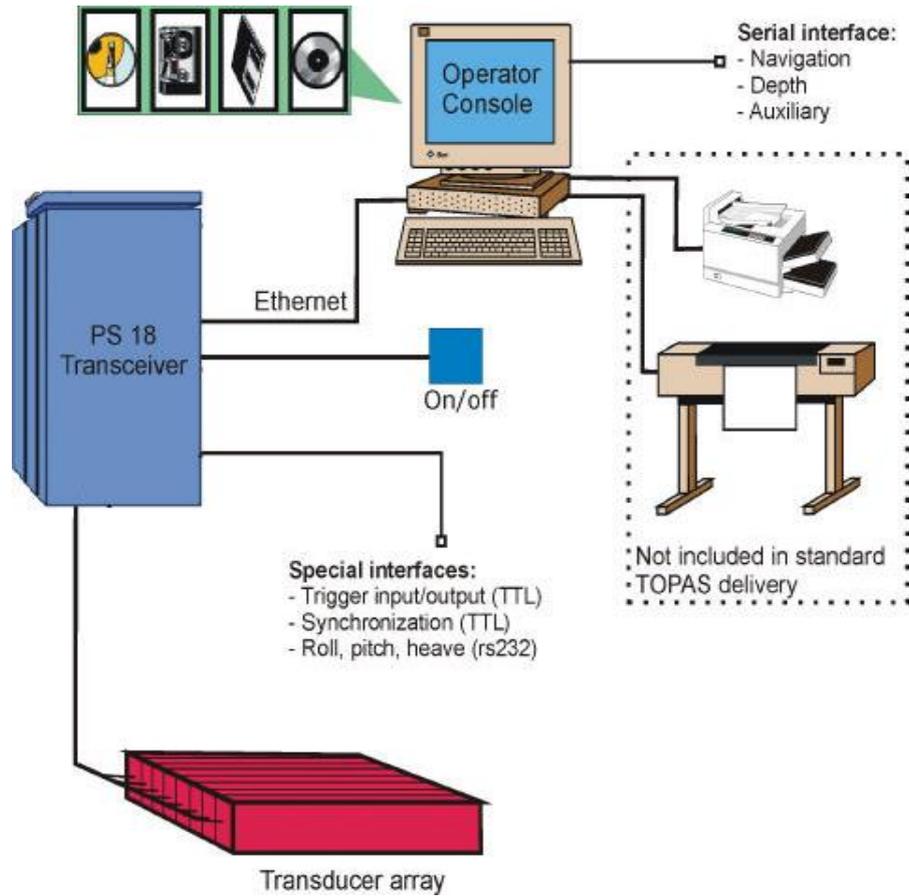
TOPAS PS18 es un perfilador sísmico de alta resolución y haz estrecho con capacidad para trabajar en cualquier océano del globo. Utiliza un único transductor de pequeño tamaño para emisión y recepción aunque opcionalmente puede utilizarse el receptor de banda ancha de la EM122 como receptor.

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.



2.2.- Especificaciones

- Modos de emisión: Ricker, CW, Chirp, Burst.
- Frecuencia primaria: 18 kHz.
- Frecuencia secundaria: 1 a 6 kHz.
- Resolución vertical máxima: 0.2 ms.
- Ancho de banda: 4° - 6°
- Nivel de fuente: 210 dB re 1µPa @ 1 meter at 5 kHz.



Imagen del transductor de la Topas en el BIO Hespérides.

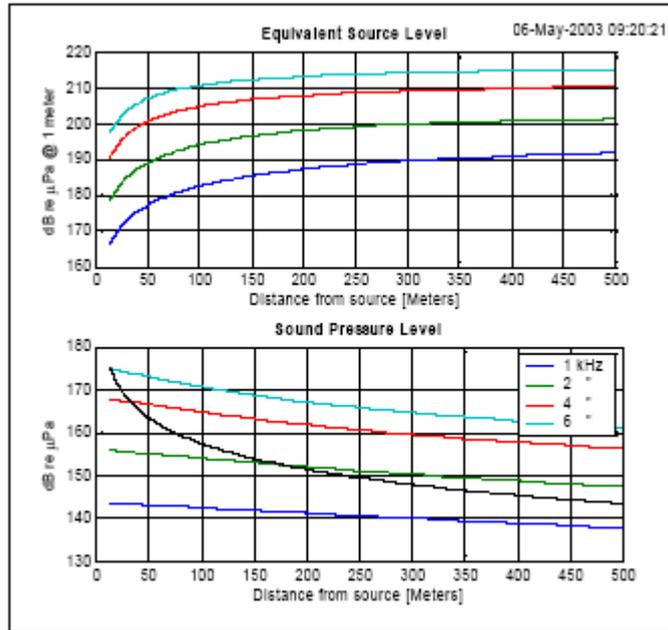


Figure 5.3 Calculated SL for 1 to 6 kHz.

- Consumo eléctrico < 3 kW.
- Estabilización electrónica: cabeceo y balanceo.
- Compensación automática de pendiente.
- Tasa máxima de emisión 5 Hz.

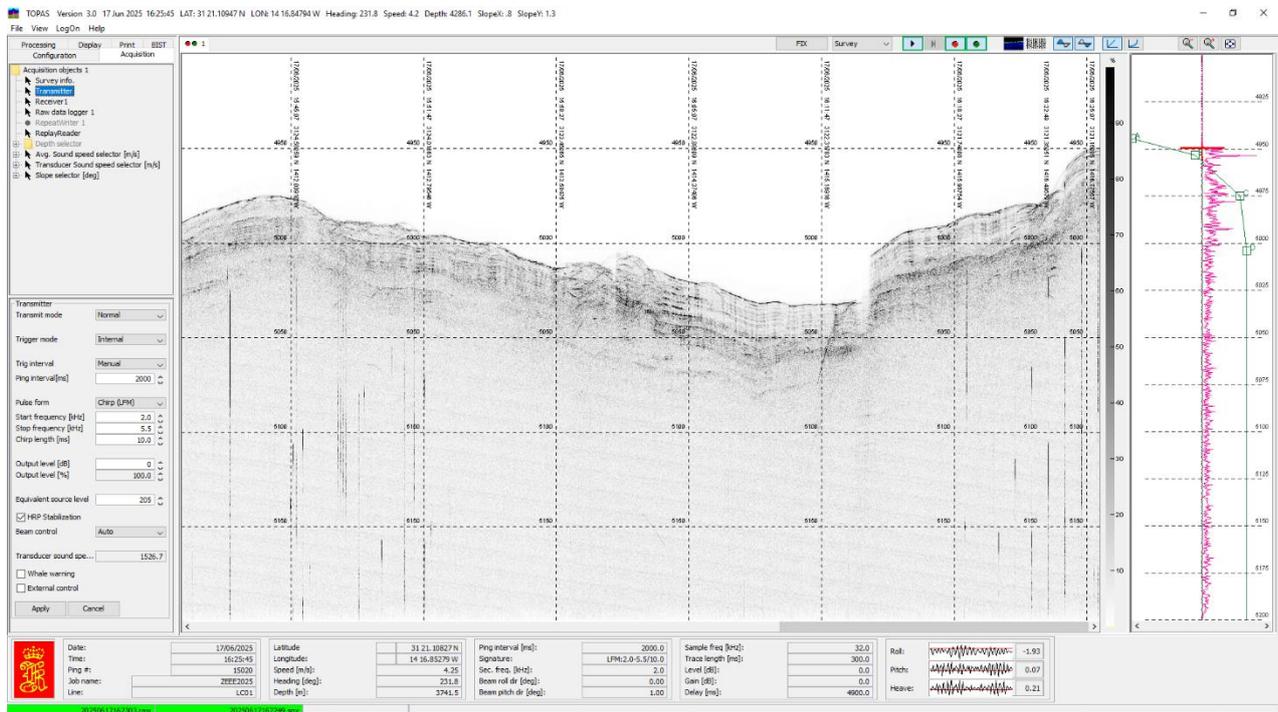


Imagen del registro de la Topas durante la campaña.

2.3.- Incidencias

Trabajamos siempre en coordenadas geográficas a petición de los científicos.

Todo y que la velocidad del buque fue siempre de alrededor de los 6,5 nudos, el registro no ha sido tan bueno como cabría esperar, ya que al estar pingando también con la sonda a la vez ha interferido en la toma de datos durante toda la campaña, todo y tener la unidad de sincronía en funcionamiento ya que teníamos todos los equipos acústicos en marcha.

En varias ocasiones se quedó bloqueado el software de adquisición, con lo que se hubo de reiniciar. En una de ellas por un Blackout de todos los equipos perdió el fichero Install y Config, se tuvo que contactar con Support Geoacustics. Hay una copia de los scripts de Install y Config en el mismo ordenador.

3. SONDA MONOHAZ SIMRAD EA-640. Descripción.

Sonda monohaz de doble frecuencia. Las frecuencias de trabajo son de 12 kHz en modo activo o pasivo activo, 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 Seapath, mediante unas líneas serie cuya configuración es la siguiente

La profundidad se envía a través de la red Ethernet por el puerto UDP:2020 al sistema de adquisición de datos SADO. Durante este tránsito, la profundidad del haz central al Sado se envió desde la EM 124 mientras ésta estuvo operando. El tiempo que estuvo apagada se utilizó la EA 640 para la profundidad del Sado.

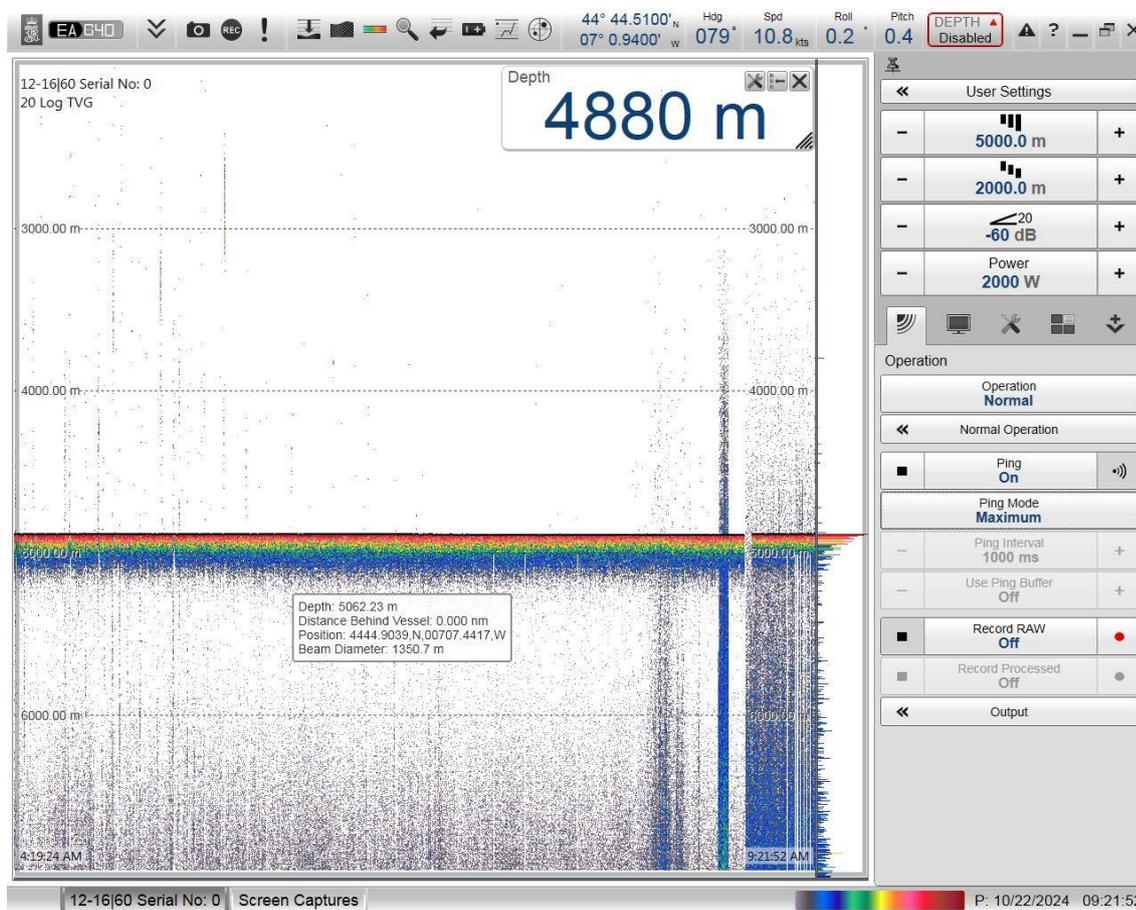


Figura 1. Imagen Pantalla principal EA 640.

3.1.- SONDA MONOHAZ SIMRAD EA-640. Metodología.

Esta sonda se utiliza para la navegación y para incorporar la profundidad en el telegrama de datos distribuido y la BBDD SADO.

3.2.- SONDA MONOHAZ SIMRAD EA-640. Incidencias.

Ninguna incidencia reseñable con la EA 640.

4.- MAGNETÓMETRO MARINO SEA SPY

4.1.- 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 1ppm, 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”



Magnetómetro Marino SeaSpy

4.2.- 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° a 60°
Frecuencia de muestreo	4 Hz a 0.1 Hz
Trigger externo	Vía RS-232
Comunicaciones	RS-232, 9600 baudios
Temperatura de trabajo	-45° a +60°

4.3.- Metodología

El magnetómetro toma las medidas de campo magnético y mediante el software BOB, estas son almacenadas y georreferenciadas con el telegrama GPS del Seapath. El magnetómetro tiene un sensor de presión que nos indica en todo momento la profundidad a la que se encuentra el pez.

Se ha largado por el crujía, con el chigre portátil del magnetómetro.

La frecuencia de muestreo fue de un dato cada 1 Hz.

Se trabajó habitualmente con 305m, se añadió al Layback del programa.

4.4.- Incidencias

Al inicio de la campaña se tuvo que cambiar el ordenador del magnetómetro y utilizar el programa de BOB en el ordenador de los XBT's ya que creímos que la fuente de alimentación estaba dañada, se cambió y el ordenador vuelve a estar operativo. Aún y estando se mantuvo el ordenador del XBT ya que la toma de datos continua era importante para la campaña y ya que no estaba dando problemas se dejó así hasta final de campaña. Se ha vuelto a dejar el equipo como estaba.

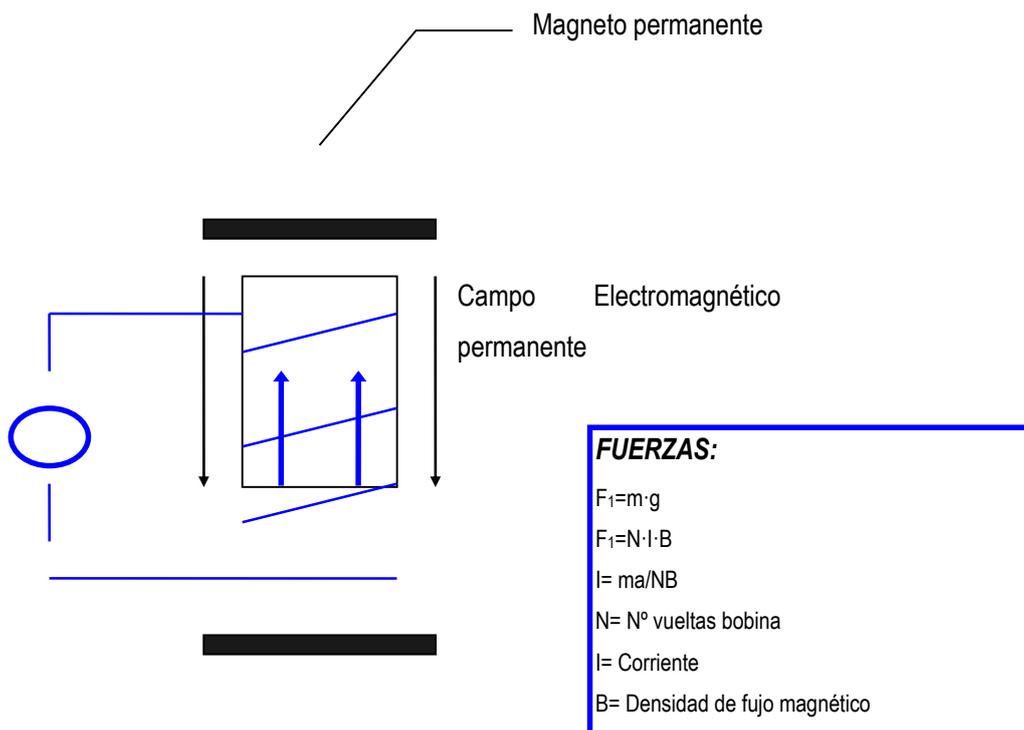
5.- GRAVÍMETRO MARINO

5.1.- Descripción general y principios de funcionamiento

El modelo que tenemos a bordo del BIO Hespérides es un BGM-3.

Los gravímetros emplean diferentes principios para medir la cte de aceleración de la gravedad (g)., básicamente consiste en medir la fuerza ejercida sobre una masa conocida y extremadamente cte., de este modo de $F=m \cdot g$ podemos deducir el valor de g.

En el caso del gravímetro BGM-3 embarcado, el sensor consiste en una masa alrededor de la cual hay un hilo conductor. La masa permanece estable entre dos imanes fijos, el sistema funciona manteniendo un equilibrio entre la fuerza gravitacional que se ejerce sobre la masa y la fuerza electromagnética producida por la bobina, necesaria para mantener la masa estable.



Esto es, muy básicamente lo que hace un gravímetro. Por supuesto para una misma masa el valor calculado de a, es decir el valor de la cte de aceleración de la gravedad g, podrá variar si movemos el sistema o sometemos a fuerzas y/o aceleraciones externas, desvirtuando la medida; nuestro sensor debe estar completamente aislado del mundo exterior, absolutamente quieto en el espacio. Esto es obviamente imposible en un barco.

Por eso en los gravímetros marinos el sensor va metido en una caja que se coloca en una plataforma estabilizada electromecánicamente de forma que los movimientos de balanceo, cabeceo, guiñada y elevación por oleaje (y las aceleraciones asociadas) afecten lo mínimo posible.

En nuestro caso el elemento sensor está en una plataforma giroestabilizada en los ejes de balanceo y cabeceo, esto quiere decir que va montada en una especie de doble anillo que se mueve de forma que la plataforma permanezca siempre horizontal. Esto se consigue con unos sensores llamados giróscopos y que son sensibles a las aceleraciones angulares que provocan los movimientos de cabeceo y balanceo. Cuando se detecta un movimiento en alguno de estos sentidos el sensor envía esta información a un servosistema que mueve la plataforma para corregir este error. Todo el proceso apenas lleva unos milisegundos.

Las aceleraciones verticales y horizontales son detectadas por unos acelerómetros lineales instalados en la caja y son compensadas electrónicamente.

Esta información se traduce a un tren de pulsos, cuya cuenta dependerá del valor de la g. Es decir cuanto mayor sea g, más pulsos por segundo llegarán al ordenador. El ordenador cuenta el número de pulsos que le llegan cada segundo y deduce el valor de las medidas; aplica un filtro, presenta los datos en pantalla, los imprime y los guarda en disco duro.

El gravímetro marino BGM-3 consta de:

Subsistema sensor:

Consta de un rack con los dispositivos electrónicos de alimentación, de acondicionamiento de señal y las baterías de emergencia. El sensor de gravedad genera un tren de pulsos cuya frecuencia es proporcional a la gravedad en el rango del instrumento y una señal de referencia para contarlos, estos datos se introducen en el ordenador donde son procesados. También se generan los bits de estatus correspondientes a un mal funcionamiento o que indican un modo de test.

Plataforma estabilizada:

Consiste de una plataforma estabilizada y de la electrónica de control, estabilización y alimentación de la misma.

Su función es la de aislar el sensor de gravedad de los movimientos del buque, minimizando las posibles influencias de los movimientos del buque en la medida, asegurando en todo momento la alineación del sensor con la vertical.

SUBSISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS:

Formado por un PC HP-485/50, y una impresora HP-DESKJET para la impresión en continuo de los datos.

5.2.- Metodología

El equipo se arrancó 3 días antes de la salida del buque para estabilizar la medida. La señal del mismo es volcada al Sado y se integra con la profundidad y posición.

El día antes de la salida del barco, en Las Palmas, se realizó la calibración del mismo con el gravímetro portátil. Se realizaron 3 medidas en el muelle, a la altura de eslora donde se encuentra el gravímetro, y 2 medidas en la base gravimétrica. Del mismo modo hicimos una calibración al final de la campaña en Cartagena. En el Anexo I están las dos calibraciones, una al inicio y la otra al final de la campaña.

5.3.- Incidencias

Si incidencias.

6.- GRAVÍMETRO PORTÁTIL

6.1.- Descripción

El Modelo que actualmente tenemos en el Hespérides para la calibración de la gravimetría es el Scintrex CG-6 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 via bluetooth.

6.2.- Metodología

El equipo fue empleado para calibrar las medidas tomadas por el gravímetro marino BGM-3. Para ello medimos la gravedad alternativamente en un punto gravimétrico cercano al buque y en el propio buque.

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.

SYSTEM FEATURES

PORTABLE LIGHT-WEIGHT SURVEY GRAVITY METER

- High-Visibility Console
- All-Weather Operation (-40 to +45 °C)
- Dust-Proof, Water Resistant Meter
- Intuitive Survey-Driven Interface
- Backlit Inclined Display
- Robust Fused-Quartz Sensor
- No Clamping Required
- On-Board GPS Receiver
- Bluetooth Connectivity
- Simplified Leveling Interface
- On-Board Mass Storage (4 GB)
- Hot-Swappable Dual High-Capacity Batteries (2.4 hr at 25 °C)
- 5 microGal Repeatability
- Tares Under 5 microGal for up to 20 g Shocks
- Low Drift Sensor (Uncorrected: < 200 microGal/day)
- Low Residual Drift (< 20 microGal/day)
- Automated Corrections (Tides, Tilt, Drift, Temperature)

RUGGEDIZED SMART TABLET ACCESSORY

- Lynx LG Land Gravity Survey Software
- Touch-Free Field Operation of Gravimeter
- Built-in GPS and Camera
- Windows Operating System
- Daylight Readable Multi-Touch Screen
- Real-Time Position Maps
- In-Field Simple Bouguer Maps



Las características técnicas del equipo son las siguientes:

CG-6 SPECIFICATIONS	
SENSOR TYPE	Fused quartz using electrostatic nulling
READING RESOLUTION	0.1 microGal
STANDARD DEVIATION	< 5 microGal
OPERATING RANGE	World-wide (8,000 mGal without resetting)
RESIDUAL DRIFT	<20 microGal/day
UNCOMPENSATED DRIFT	<200 microGal/day
RANGE OF AUTOMATIC TILT COMPENSATION	±200 arcseconds
TARES	Typically < 5 microGal for shocks up to 20 g
AUTOMATED CORRECTIONS	Tide, instrument tilt, temperature, noisy sample filter, seismic noise filter, drift
DATA OUTPUT RATE	User selectable up to 10 Hz
GPS ACCURACY	Standard < 3 m
TOUCH-FREE OPERATION	Handheld Tablet with Bluetooth
BATTERY CAPACITY	2 X 6.8 Ah (10.8 V) rechargeable lithium smart batteries. Full day operation at 25 °C (77 °F)
POWER CONSUMPTION	5.2 Watts at 25 °C (77 °F)
OPERATING TEMPERATURE	-40 °C to + 45 °C (-40 °F to 113 °F); Optional high temperature version to +55 °C (131 °F)
DIGITAL DATA OUTPUT	USB and Bluetooth
DIMENSIONS	21.5 cm(H) x 21 cm x 24 cm (8.5 in x 8.2 in x 9.4 in)
WEIGHT	5.2 kg (11.5 lbs) including batteries
STANDARD SYSTEM CONTAINS	<ul style="list-style-type: none"> • CG-6 Autograv™ Gravity Meter • CG-6 Tripod • 2 Rechargeable Smart Batteries • Battery Charger • Tablet Computer w/GPS + accessories • Lynx LG Land Gravity Software • Power Supply and USB Cable • Transit Case • Shoulder Strap • User Manual • Spare Parts Kit • Carry Bag
AVAILABLE OPTIONS AND ACCESSORIES	<ul style="list-style-type: none"> • High-Temperature (HT) Meter Option • Cold Weather Survey Accessories • Surveyor's Backpack • Spare Meter Batteries • Spare Tablet Batteries • Trident Gradient Tripod • Spare Battery Caps

6.3.- Incidencias

Ninguna incidencia.

7.- SONDAS BATITERMOGRÁFICAS

7.1.- 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 quasi-real, permitiendo una presentación posterior de los datos para su análisis.



7.2.- 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 1500 ft	30 knots	65 cm
T-5	Deep ocean scientific and military applications	1830 m 6000 ft	6 knots	65 cm
Fast Deep™	Provides maximum depth capabilities at the highest possible ship speed of any XBT	1000 m 3280 ft	20 knots	65 cm
T-6	Oceanographic applications	460 m 1500 ft	15 knots	65 cm
T-7	Increased depth for improved sonar prediction in ASW and other military applications	760 m 2500 ft	15 knots	65 cm
Deep Blue	Increased launch speed for oceanographic and naval applications	760 m 2500 ft	20 knots	65 cm
T-10	Commercial fisheries applications	200 m 660 ft	10 knots	65 cm
T-11 (Fine Structure)	High resolution for US Navy mine countermeasures and physical oceanographic applications	460 m 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 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 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 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 12 to 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.).

7.3.- Calibración

Las sondas vienen ya calibradas de fábrica.

7.4.- Metodología

Los lanzamientos realizados han sido de sondas XBT del modelo XSV-02, T 5 y T 7. Se han realizado desde la banda de sotavento. En algunos casos los perfiles se han cortado antes de llegar a su profundidad máxima, probablemente debido a que se cortaron con el cable del magnetómetro que estaba desplegado. De hecho se vieron restos de cable de cobre en el cable del magnetómetro.

Tabla de XBT's lanzados durante la campaña.

FECHA HORA	FICHERO	PROF XBT (M)	PROF FONDO (m)	LONGITUD	LATITUD
2025-06-09T19:56:11	XBT_1.edf	4500	1800,00	-15,447615	29,387254
2025-06-10T11:50:11	XBT_2.edf	4500	1800,47	-14,112708	29,980950
2025-06-11T18:40:11	XBT_3.edf	4500	1800,47	-15,051772	29,659950
2025-06-12T11:30:00	XBT_6.edf	4500	1800,47	-15,265100	30,107500
2025-06-11T19:27:11	XBT_5.edf	4500	1800,47	-15,272800	29,789000
2025-06-12T16:30:00	XBT_7.edf	4500	1800,47	-14,977439	30,309747
2025-06-11T09:41:00	XBT_4.edf	4500	702,03	-14,295763	30,019824
2025-06-13T10:30:00	XBT_8.edf	4500	1800,47	-14,799363	30,574038
2025-06-13T16:30:11	XBT_9.edf	4500	1800,47	-15,358034	30,395500
2025-06-14T11:42:20	XBT_10.edf	4500	1800,47	-14,324600	31,321100
2025-06-15T17:45:23	XBT_12.edf	4500	1800,47	-15,143542	30,624154
2025-06-15T10:05:23	XBT_11.edf	4500	1800,00	-14,313111	31,215647
2025-06-16T18:30:23	XBT_14.edf	4500	1800,00	-13,847487	31,347930
2025-06-17T10:45:23	XBT_15.edf	4500	4500,00	-13,981373	31,163832
2025-06-18T11:04:23	XBT_12.edf	4000	1800,47	-15,380000	30,200000
2025-06-18T13:30:23	XBT_16.edf	4000	1800,47	-15,373200	30,151100
2025-06-15T11:04:23	XBT_17.edf	4500	2088,57	-14,139767	29,676800
2025-06-16T11:35:16	XBT_13.edf	4000	1800,47	-13,845000	31,459000
2025-06-15T17:50:23	XBT_18.edf	4500	1800,47	-14,291333	29,508500
2025-06-20T10:04:23	XBT_19.edf	4500	2198,19	-13,513300	30,405000
2025-06-21T11:06:05	XBT_20.edf	5000	1830,52	-13,750000	31,100000
2025-06-23T13:06:20	XBT_01.edf	4000	291,57	-7,096000	36,882255
2025-06-23T13:06:20	XBT_01.edf	4500	291,57	-7,096043	36,882255
2025-06-24T13:06:20	XBT_02.edf	4500	291,57	-7,141070	36,888978
2025-06-24T14:49:03	XBT_02.edf	4500	284,23	-7,115502	36,891432
2025-06-25T15:05:20	XBT_03.edf	4500	269,54	-7,094935	36,929648

7.5.- Incidencias

Ninguna incidencia reseñable.

8.- CORRENTÍMETRO DOPPLER

8.1.- Introducción

El ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) de 75 kHz se ha empleado en la campaña tanto para el usual registro de datos de dirección e intensidad de corriente como para la observación in situ de dicho valor previamente a la inmersión del ROV Luso empleado en la primera fase de la campaña.

El perfilador de corrientes por efecto Doppler es un equipo que nos da las componentes de la velocidad del agua en diferentes capas de la columna de agua. El transductor está instalado en la quilla retráctil de babor. El sistema consta de un transductor que emite ondas acústicas, una unidad electrónica que genera los pulsos y pre-procesa las ondas recibidas, y un PC que adquiere los datos y los procesa.

El ADCP utiliza el efecto Doppler transmitiendo sonido a una frecuencia fija y escuchando los ecos retornados por los reflectores en el agua. Estos reflectores son pequeñas partículas o plancton que reflejan el sonido hacia el ADCP. Estos reflectores flotan en el agua y se mueven a la misma velocidad que el agua. Cuando el sonido enviado por el ADCP llega a los reflectores, éste está desplazado a una mayor frecuencia debido al efecto Doppler, este desplazamiento frecuencial es proporcional a la velocidad relativa entre el ADCP y los reflectores. Parte de este sonido desplazado frecuencialmente es reflejado hacia el ADCP donde se recibe desplazado una segunda vez. La fórmula que relaciona la velocidad con la frecuencia es:

$$F_d = 2 F_s (V/C)$$

Donde:

F_d es el desplazamiento Doppler en frecuencia

F_s es la frecuencia del sonido cuando todo está en calma

V es la velocidad relativa (m/seg.)

C es la velocidad del sonido (m/seg.)

Para poder calcular los vectores tridimensionales de la corriente necesitamos tener tres haces de sonido apuntando en diferentes direcciones. El equipo instalado en el Sarmiento de Gamboa dispone de cuatro haces, un par produce una componente horizontal y una vertical, mientras el otro par de haces produce una segunda componente horizontal perpendicular, así como una segunda componente vertical de la velocidad. De esta forma tenemos dos velocidades horizontales y dos estimaciones de la velocidad vertical para las tres componentes del flujo. Con las dos estimaciones de la velocidad vertical podemos detectar errores debidos a la no homogeneidad del agua, así como fallos en el equipo.

8.2.- Metodología

El ADCP OS75 se ha utilizado para obtener datos acerca de la intensidad y dirección de las corrientes marinas. La frecuencia de trabajo fue de 75 kHz, utilizándose una configuración durante toda la campaña.

Existen dos programas, el VmDas y el WINADCP. La adquisición se realiza desde el programa VmDas, el cual hay que configurar mediante una serie de parámetros. Estos parámetros los introducimos en el menú OPTIONS cargando alguno de los perfiles con extensión .INI

El software de adquisición de datos ha sido el Vm-Das 1.46.

El archivo de configuración que se han utilizado desde el inicio hasta el día 23 fue el siguiente:

```

; Setup type: High resolution (broadband) and long range
profile (narrowband)
;
; NOTE: Any line beginning with a semicolon in the first
; column is treated as a comment and is ignored by
; the VmDes software.
;
; NOTE: This file is best viewed with a fixed-point font (e.g.
courier).
; Modified Last: 12August2003
; _____/

; Restore factory default settings in the ADCP
cr1

; set the data collection baud rate to 38400 bps,
; no parity, one stop bit, 8 data bits
; NOTE: VmDes sends baud rate change command after all
other commands in
; this file, so that it is not made permanent by a CK command.
cb611

; Set for narrowband single-ping profile mode (NP), one
hundred (NN) 8 meter bins (NS),
; 8 meter blanking distance (NF)
NP00001
NN100
NS0800
NF0800

; Set for broadband single-ping profile mode (WP), one
hundred (WN) 4 meter bins (WS),
; 8 meter blanking distance (WF), 390 cm/s ambiguity vel
(WW)
WP00001
WN100
WS0400
WF0800
WW390

; Enable single-ping bottom track (BP),
; Set maximum bottom search depth to 1200 meters (BX)
BP001
BX1200

; output velocity, correlation, echo intensity, percent good
WD111100000
; ND111100000

; One and a half seconds between bottom and water pings
TP000000

; Zero seconds between ensembles
; Since VmDes uses manual pinging, TE is ignored by the
ADCP.
; You must set the time between ensemble in the VmDes
Communication options
TE00000000

; Set to calculate speed-of-sound, no depth sensor, external
synchro heading
; sensor, no pitch or roll being used, no salinity sensor, use
internal transducer
; temperature sensor
EZ1020001

; Output beam data (rotations are done in software)
EX00000

; Set transducer misalignment (hundredths of degrees)
EA00000

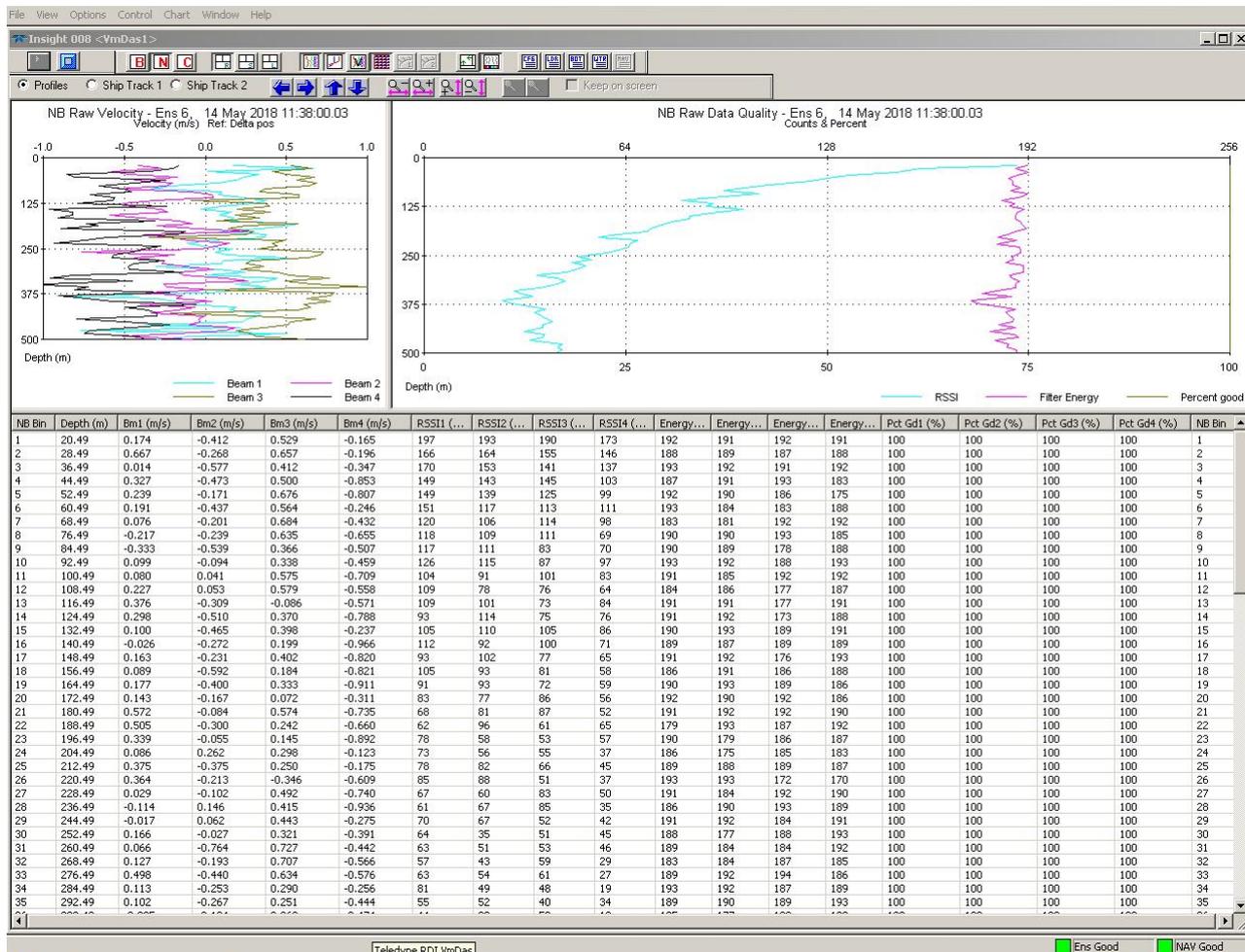
; Set transducer depth (decimeters)
ED00045

; Set Salinity (ppt)
ES35

; save this setup to non-volatile memory in the ADCP
CK ARCHIVO TIC_MOC_BT_1.TXT
; ADCP Command File for use with VmDes software.
;
; ADCP type: 75 KHz Ocean Surveyor
; Setup name: default

```

El programa WINADCP sirve para visualizar los ficheros en tiempo real, es muy útil ya que se pueden mirar todos los datos de una forma rápida.



Las características de este ADCP son las siguientes:

Parámetro	Valor
Frecuencia	76800 Hz
Ping Rate	0.7 Hz
Bottom Track	950 m
Angulo de los haces	30°
Configuración del transductor	4 haces, Janus
Patrón de los haces	Convexo
Sensor de temperatura	Interno
Tipo de Transductor	Redondo 32x32
CPU Firmware	23.11
FPGA Version	XC

Las características del perfil de agua en modo Long Range son las siguientes:

Longitud de la celda	Alcance máximo	Precisión (cm/s)
8	520-650	30
16	560-700	17

Las características del perfil de agua en modo Alta precisión son las siguientes:

Longitud de la celda	Alcance máximo	Precisión (cm/s)
8	310-430	12
16	350-450	9

8.3.- Modos de trabajo

El Ocean Surveyor puede trabajar en modo NARROW BAND, BROAD BAND y ambos combinados. Esto se especifica en el fichero de configuración .TXT del menú OPTIONS / PROGRAM OPTIONS / ADCP SETUP. Para trabajar en modo Broad Band se ha de especificar que el parámetro WP sea 1 o superior (por defecto es 1) de la misma forma para Narrow band ha de ser NP1 y para trabajar en ambos modos los dos han de estar a 1.

8.4.-Incidencias

Sin incidencias.

SISTEMA INERCIAL Y DE POSICIONAMIENTO

9.- SEAPATH 330

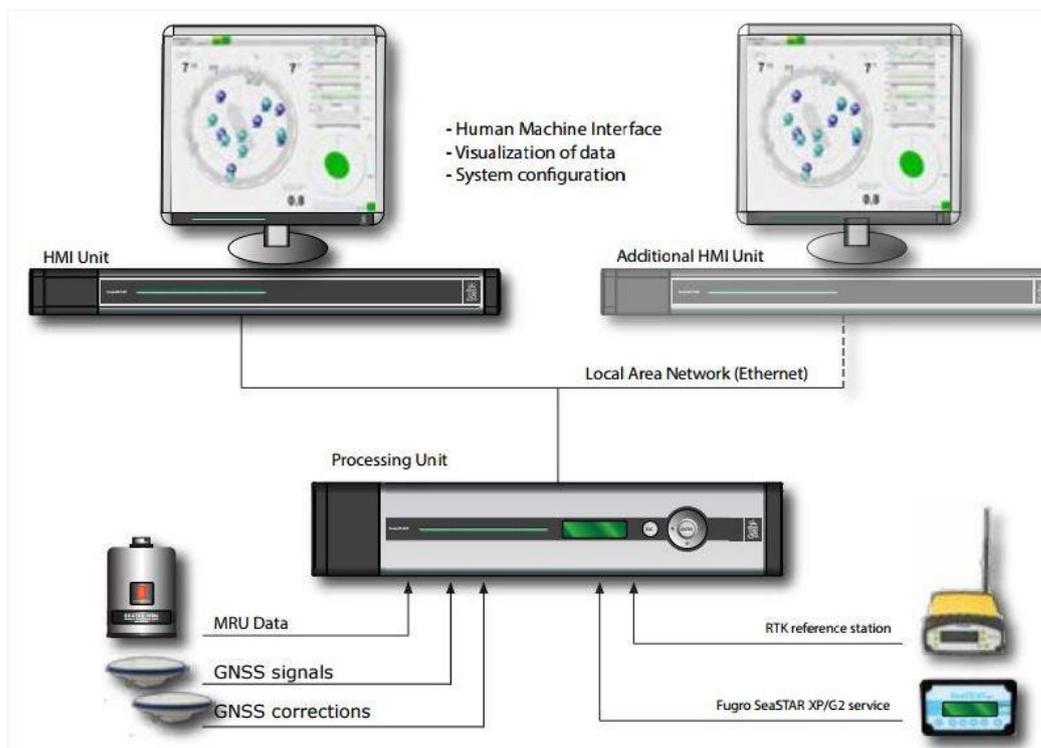
9.1- Introducción

El Seapath 330 es el alma de los sensores de actitud del barco. Consta de dos antenas GPS, separadas 4 metros, una unidad central y su pantalla, situadas en el rack de proa del laboratorio de Equipos Electrónicos Proa (Sondas).

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 un sistema de distribución de datos situado tras los racks de EEPROA. Su configuración (fichero *hesperides.par*) incluye la posición de los sensores respecto al centro del barco, que se considera está en la MRU 5+, local de gravimetría.

La posición que proporciona el Seapath 330 corresponde al centro de gravedad del Barco (MRU 5+ en el local de gravimetría).

9.2.- Descripción del sistema



Esquema de funcionamiento del sistema SEAPATH 330

Producto integrado Inercial/GNSS

El Seapath ofrece la combinación de señales GNSS y medidas inerciales para las operaciones demandadas en la campaña. Se incluye la 5ª generación de MRU, la 5+, que proporciona 0.002° de exactitud en roll y pitch.

Esta exactitud procede del uso de acelerómetros lineales muy precisos y el tipo único de giroscópica de velocidad angular tipo MEMS.

Esta combinación de señales GNSS y datos inerciales favorece un mejor funcionamiento que cada una de las señales por separado con una alta velocidad de salida (más de 200 Hz), además de un retraso (delay) 0 en la salida de datos, datos disponibles en más de 8 diferentes puntos y un total de 16 puertos serie y Ethernet, junto con 3 canales analógicos.

Precisión y exactitud

Los algoritmos de navegación avanzados integran el dato RTK GNSS junto con el dato del sensor inercial procedente de la MRU.

Esto produce que el Seapath 330 tenga ventajas únicas en comparación con los productos RTK en modo stand alone. Además los datos generados de rolido, balance y cabeceo permiten referir a cualquier punto del barco la posición RTK de la antena.

Todos los datos del Seapath tienen el mismo tiempo de salida en tiempo real.

La posición subdecimométrica se puede obtener con los datos de la órbita del satélite y del reloj bajados de internet mediante post proceso de los datos de posición y MRU.

Configuración del sistema

El Seapath se compone de dos módulos con una HMI y un procesador conectados vía Ethernet.

La unidad de proceso ejecuta los procesos independientemente de la interfase del usuario en la unidad HMI, para asegurar una continua y fiable operación. La unidad HMI presenta los movimientos del buque en un modo fácil y sencillo de interpretar.

El Seapath es operado a través del software del operador instalado, en este caso en el pc de la EA 600, donde se puede configurar y hacer un test a los puertos.

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

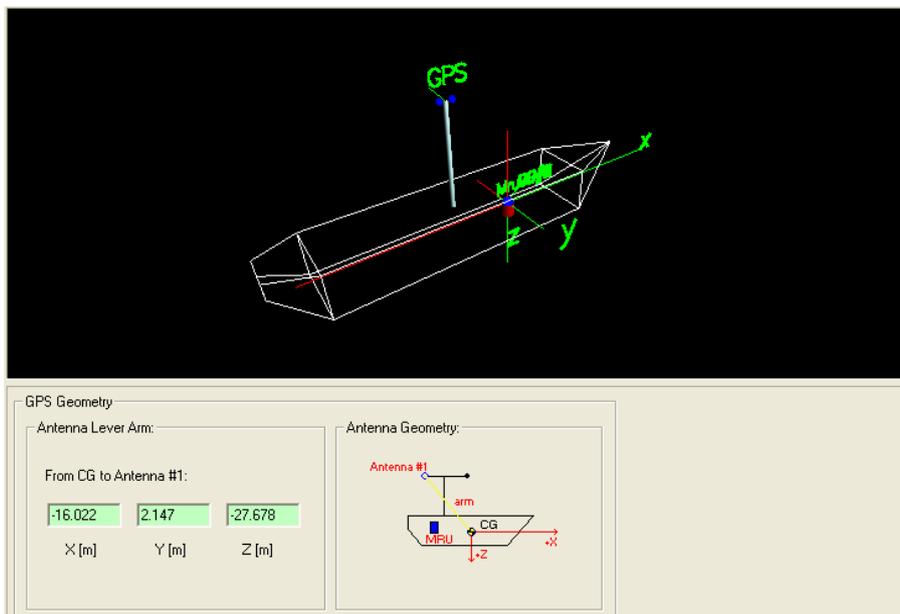
La información de Seapath esta disponible en la pantalla y en 4 Leds situados en la unidad central. Los leds indican el estado de la unidad de forma que el color amarillo indica que el sistema funciona correctamente, el color naranja indica que las prestaciones no son del todo precisas y el color rojo indica que los datos son malos.

Los Leds empezando de izquierda a derecha representan:

Velocidad/Posición	Heave	Roll/Pitch	Heading
--------------------	-------	------------	---------

Cuando no hay correcciones diferenciales DGPS el primer led (Vel/Pos) queda en **Naranja**.

9.3.- Características técnicas



Geometría GPS-Centro del barco.

PERFORMANCE

Heading accuracy	0.05° RMS (4 m baseline)
	0.065° RMS (2.5 m baseline)
Roll and pitch accuracy	0.02° RMS for ±5° amplitude
Scale factor error in roll, pitch, heading	0.08 % RMS
Heave accuracy (real-time)	5 cm or 5 % whichever is highest
Heave accuracy (delayed signal)	2 cm or 2 % whichever is highest
Heave motion periods (real-time)	1 to 20 seconds
Heave motion periods (delayed signal)	1 to 50 seconds
Position accuracy (X and Y)	1 cm + 1 ppm RMS
Position accuracy (Z)	2 cm + 1 ppm RMS
Velocity accuracy	0.03 m/s (RMS)
Range to RTK reference station	10 km
UHF radio frequencies	430 to 470 MHz 390 to 430 MHz (optional)

DATA OUTPUTS

Communication ports	8 serial RS-232/RS-422 lines and 16 Ethernet UDP/IP ports
Data output interval	Programmable in 0.005-sec. steps and 1PPS pulse
Data update rate	Up to 200 Hz

WEIGHT AND DIMENSIONS

Processing Unit	5.4 kg, 89 x 485 x 357 mm
HMI Unit	3.8 kg, 44 x 485 x 330 mm
Monitor	3.8 kg, 383 x 380 x 170 mm
IMU	2.4 kg, 140 x Ø105 mm
GNSS antenna	0.5 kg, 69 x 185 mm

POWER

Processing Unit	100 to 240 V AC, 75 W (max)
HMI Unit	100 to 240 V AC, 40 W (max)
Monitor	100 to 240 V AC, 23 W (max)
IMU	24 V DC from Processing Unit
GNSS antenna	5 V DC from Processing Unit

ENVIRONMENTAL SPECIFICATION

Operating temperature

Processing and HMI Unit	-15 to +55 °C
Monitor	+5 to +40 °C
IMU	-5 to +55 °C
GNSS antenna	-40 to +85 °C

Humidity (enclosure protection)

Processing and HMI Unit	10 to 95 % rel. non condensing (IP 21)
Monitor	20 to 80 % rel. non condensing (IP 21)
IMU	Hermetically sealed (IP 66)
GNSS antenna	Hermetically sealed (IP 66)
Cables	IP 67
Connectors	With self-amalgamating tape (IP 67)

Mechanical

Vibration	IEC 60945/EN 60945
-----------	--------------------

Electromagnetic compatibility

Compliance to EMC, immunity/emission	IEC 60945/EN 60945
--------------------------------------	--------------------

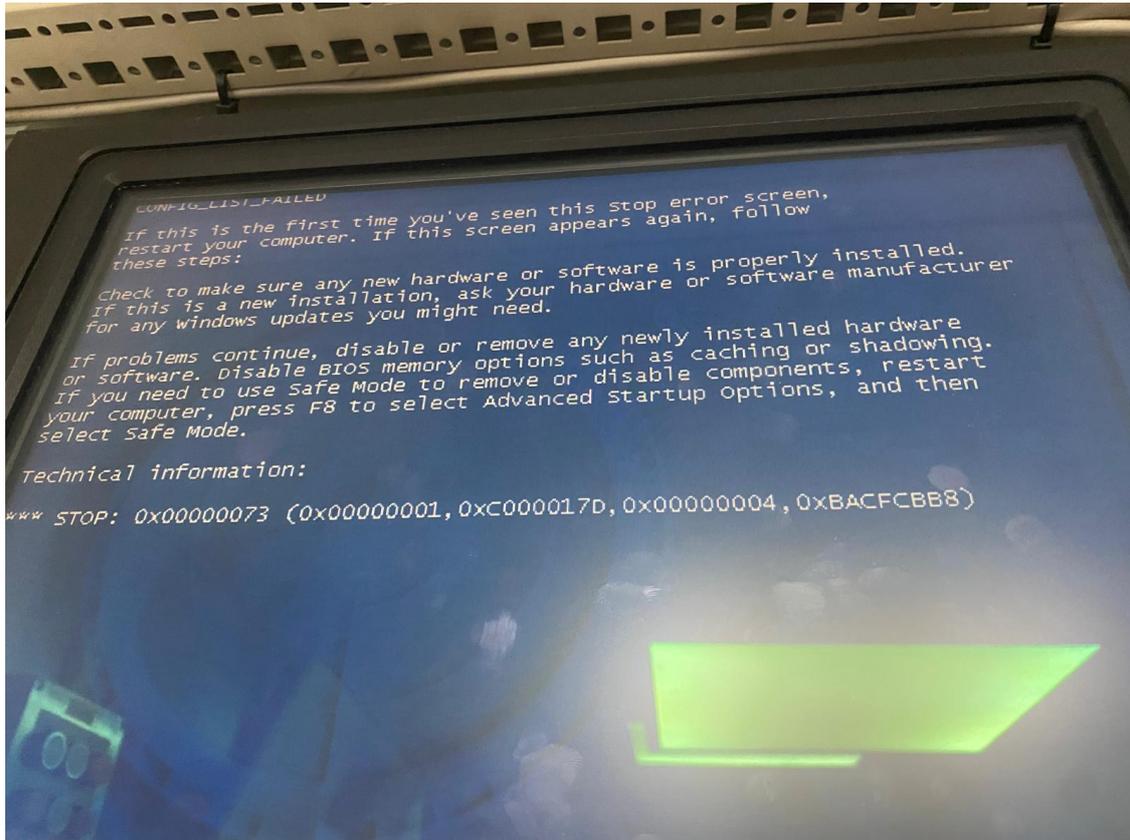
PRODUCT SAFETY

Compliance to LVD, standard used	IEC 60950-1/EN 60950-1
----------------------------------	------------------------

Las posiciones que da el GPS de Seapath 330 están referenciadas al centro del barco, en la imagen se observa la distancia entre la antena GPS y el centro del barco (que coincide con la posición de la MRU5+). La distancia del centro del barco al espejo de popa es de 50 metros.

9.4.- Incidencias

En uno de los blackouts que hubo durante la campaña el ordenador del SEAPATH dejó de funcionar, se quedó en pantallazo azul y tuvimos que cambiarlo por el de respaldo que teníamos a bordo.



10.- SISTEMA DE REFERENCIA INERCIAL (MRU)

10.1.- Introducción

El anterior equipo descrito necesita que se le integren los datos de los GPS y de esta unidad de movimiento. En nuestro caso disponemos de un modelo Seatex MRU 5 +. Se sitúa en el local de gravimetría del buque, que es la zona donde está el centro de rotación del mismo. Esto evita la generación del heave inducido.



Imagen de la MRU en su localización, laboratorio del gravimetría.

10.2.- Descripción

Esta MRU envía datos de rolido y cabeceo con una exactitud de 0.01° y ruido angular menos de 0.002° . Cada equipo se ha calibrado y probado individualmente, con el correspondiente certificado. Esto se debe al uso de sensores inerciales precisos, incluyendo 3 giróscopos y aceleradores lineares. Estos acelerómetros están indicados para navegaciones exactas.

Estas giroscópicas MRG5 (Mru Rate Gyro model 5) están pensadas para aplicaciones de altas prestaciones. La MRG5 combina poco ruido de señal, excelente tendencia a la estabilidad, precisión de ganancia exponencial y la mejor tasa de giro disponible para aplicaciones marítimas.

Esta alta calidad se debe al uso de componentes sólidos sin partes móviles.

PFREEHEAVE® ALGORITHM

Este algoritmo emplea medidas pasadas para sacar un heave correcto y sin desfase. Esta es una ventaja en condiciones de mar de fondo de alta longitud de onda y en aplicaciones en las que se puede necesitar el delay heave para procesado de datos.

Mediante comunicación vía Ethernet se envían los datos a los demás equipos, en este caso el Seapath.

- 0.01° roll and pitch accuracy
- Exceptional low angle noise and bias stability
- High output data rate (200 Hz)
- Outputs on RS-232, RS-422 and Ethernet
- Precise heave at long wave periods by use of PFreeHeave® algorithm
- Each MRU delivered with Calibration Certificate
- No limitation in mounting orientation
- Lever arm compensation to two individually configurable monitoring points
- Meets IHO special order requirements
- Small size, light weight, low power consumption
- 2-year warranty



10.3.- características técnicas

Este equipo tiene las siguientes características técnicas.

ORIENTATION OUTPUT		Ethernet UDP/IP	10/100 Mbps
Angular orientation range	±180°	Data output rate (max)	200 Hz
Resolution in all axes	0.001°	Timing	< 1 ms
Angle noise roll, pitch	0.002° RMS		
Accuracy 1), 2) roll, pitch (for a ±5° amplitude)	0.01° RMS	ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS	
		Temperature range	-5 °C to +55 °C
		Humidity range, electronics	Sealed, no limit
		Vibration	IEC 60945/EN 60945
GYRO OUTPUT		ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY	
Angular rate range	±95°/s	Compliance to EMC/D, immunity/emission	IEC 60945/EN 60945
Angular rate noise	0.008°/s RMS		
Bias stability (in run bias)	0.03°/h RMS		
Bias stability (absolute bias)	20°/h RMS		
Angle Random Walk	0.006°/√h (typical)	OTHER DATA	
Scale factor error	0.03 % RMS	MTBF (computed)	50000 h
		Housing dimensions	Ø 105 x 140 mm (4.134" x 5.525")
ACCELERATION OUTPUT		Material	Aluminum alloy
Acceleration range (all axes)	±30 m/s ²	Weight	2.4 kg
Bias stability (absolute bias)	80 µg RMS	Connector (MIL spec)	Series 851-36 RG 16-26SSD
Acceleration noise	0.003 m/s ² RMS		
Velocity Random Walk	3.3 µg/√h	VELOCITY INPUT FORMATS	
Scale factor error	0.008% RMS	NMEA0183, Incl. VTG, WHW, V BW or MRU Normal format	
HEAVE OUTPUT		HEADING INPUT FORMATS	
Output range	±60 m, adjustable	NMEA0183, HDT, HDM, LR 40 line rate or MRU Normal format	
Periods (real-time)	0 to 25 s		
Periods (delayed)	0 to 60 s		
Heave accuracy (real-time)	5 cm or 5% whichever is highest	DATA OUTPUT PROTOCOLS	
Heave accuracy (delayed)	2 cm or 2% whichever is highest	- MRU normal	- Souter
		- NMEA0183 proprietary	- EM3000
ELECTRICAL		- Atlas Faiswep	- TSS1
Power requirements	12 to 28 V DC, max 12 W	- Serial binary 23, 25, 26	- PFree Heave 0
Serial ports:		- PRDID	
Com1	Bidirectional RS-422		
Com2	Bidirectional RS-422 from the motion box, use configurable RS-232, RS-422		
Com3 & Com4	Optional, use configurable RS-232, RS-422		
Analog channel (motion box)	# 4, ±10 V, 14 bit resolution		
Ethernet output ports	5		

- 1) When the MRU is exposed to a combined two-axis sinusoidal angular motion with 10 minutes duration.
- 2) When the MRU is stationary over a 30-minute period.

10.4.- Incidencias

Sin incidencias.

11.- INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES

11.1.- INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

El Sistema Informático del buque cuenta con los siguientes servidores:

- **FORTI**:..... Firewall, con los servicios añadidos: VPN, DNS, DHCP, ROUTER, etc.
- **PFSense**:..... Router que administra los usuarios de acceso a la red Starlink
- **COPERNICO**:..... SADO Principal, WebGUMP-II y Web de Eventos.
- **PTOLOMEO**:..... SADO de respeto.
- **BILBO**:..... Máquina virtual de la Intranet.
- **ABBYSS**:..... NAS con Carpetas/ficheros la UTM.
- **BATTY**:..... NAS con el histórico de Fotos del buque, y Datos de Campaña en curso.
- **NTP1**:..... Servidor de tiempo.

- **NTP2:**..... Servidor de tiempo de respeto.
- **TERMOSAL:**..... Equipo con el software del Termosalinómetro.
- **METEO:**..... Equipo con el software de la Meteo.

En el buque contamos con conexión a internet vía Starlink, lo que representa una gran ventaja operativa. Esta tecnología nos proporciona acceso a internet de alta velocidad y baja latencia, incluso en alta mar. Gracias a ello, podemos mantener comunicaciones constantes con tierra, mejorar la seguridad y optimizar la logística. Además, facilita el trabajo remoto, la actualización de sistemas y el acceso a información en tiempo real. En resumen, Starlink mejora significativamente nuestra eficiencia y conectividad a bordo.

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 se ha facilitado el acceso a internet al personal científico y técnico.

Para acceder a Internet a través de la conexión VSAT se dispone de 4 PCs de usuario situados en el laboratorio de electrónicos popa. El resto de dispositivos se conecta a la red del barco usando el servicio DHCP (los cuales acceden a internet a través de la red de Starlink) que asigna direcciones a estos equipos de manera automática, salvo configuraciones manuales requeridas para el Jefe Científico.

Para la impresión se ha dispuesto de 3 impresoras y un plotter:

- **Plotter:**..... HP DesignJet T1100ps, sito en el laboratorio de Sondas.
- **Multifunción:**.... HP-LaserJet M1212 b/n, en el laboratorio de equipos electrónicos popa.
- **Multifunción:**.... HP- LaserJet Pro M452, en el laboratorio de equipos electrónicos popa.
- **Color-Info:**..... HP Color LaserJet Pro M452nw, sita en la Centro de Cálculo.

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

El espacio colaborativo común para informes, papers, etc. de los científicos, está en: **\\batty\datos compartida\ZEE25**

Los Datos adquiridos por los instrumentos y los Metadatos generados se almacenan en la siguiente ruta:
\\batty\datos\ZEE25

Al final de la campaña, de todos estos datos se realizan 2 copias, una que se entrega a la jefa científica y la copia para la UTM queda en custodia en el barco en un disco duro en el armario del centro de cálculo, hasta su envío a Barcelona.

Posteriormente y antes de comenzar la siguiente campaña, se borran TODOS los datos de campaña de: \\batty\datos\ZEE25 e igualmente se borran todos los ficheros de: \\batty\datos compartida\ZEE25

11.2.- SERVICIOS A BORDO DEL BIO HESPÉRIDES.

a. Acceso a Internet.

La conexión de banda ancha a través de VSAT 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 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 web básica.
- Acceso a servidores de correo electrónico.
- **Intranet del Buque:**

Se ofrecen diversos servicios a través de la Intranet del buque cuya url es: <http://bilbo/intranet>, como son:

- Generación de mapas de navegación.
- Metadatos.
- Herramienta de introducción de eventos en el sistema de adquisición.
- **Puntos de Acceso Wi-Fi:**

Existen diversos puntos de acceso Wi-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 uso de Starlink. El SSID de los A.P. es en todos los casos: **wifi-ciencia** a pesar de que sean varios los puntos de acceso.

b. Acceso a los datos de la campaña:

Los datos adquiridos por la instrumentación oceanográfica y por el Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos (SADO), se han almacenado en el servidor **COPERNICO** (\\copernicolgado), además de en los PCs asociados a la propia instrumentación oceanográfica. enta de extracción de datos y generación de mapas de navegación en PDF, KMZ, KML.

c. 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 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 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.

d. Telefonía

El número de teléfono oficial del buque: **+34 918 75 07 71**, para recibir llamadas desde el exterior, que serán solo en caso de emergencia.

11.3-TELEMÁTICA. 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. 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.
- 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 comentándoles como tienen que configurarlos para impedir actualizaciones automáticas, tráfico no deseado que les consuma su cuota diaria, etc...
- 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 a internet, VSAT y Starlink.
- Preparación de las carpetas compartidas de Datos de la nueva campaña y eliminación de las anteriores.
- Se configura el acceso a internet a través de VSAT del portátil del responsable Científico.

- Se establecen copias programadas del SADO con el Software SyncBack para que estos datos estén al alcance de los científicos en las carpetas habituales indicadas en la reunión inicial de campaña mantenida con ellos.
- Al finalizar la campaña se dejan los sistemas y equipos del buque apagados puesto que es la llegada a Cartagena y el posterior PIP.

11.4-TELEMÁTICA. RESUMEN DE INCIDENCIAS.

- El VSAT sufre muchos cortes de conexión los cuáles a veces duran unas horas. Se habla con el personal Radio de la dotación y es un problema del que ya tienen constancia.
- La velocidad que nos proporcionan por VSAT no es suficiente para realizar ningún tipo de trabajo/comunicación. En el mejor de los casos nos otorgan 1,5mbps de bajada y de subida. Pero este sistema sufre caídas constantes durante muchos días, lo cual provoca que no lleguen los telegramas de posición/meteo/tss a Barcelona.
- El SAI SALICRU instalado en electrónicos Popa falla al tercer día de campaña. Está conectado a la red sucia del barco y durante 3 días el SAI deja de tener corriente porque el térmico al que va conectado se sobrecalienta y salta. A esto se suma que el equipo, sospechan que tiene un inversor estropeado (Comentado por soporte remoto de la empresa SALICRU) por lo que el equipo estaba bloqueado y no hacía que entrasen a funcionar las baterías. Debido a estos problemas, equipos de otros departamentos se han quedado inutilizados, del departamento de informática ninguno ha sufrido daños. Hemos quitado todas las sondas, servidores, unidades de cubierta... de ese SAI y hemos conectado varios SAIS enrackables. La persona encargada del departamento de Náutica ya conoce esta incidencia y se procederá a que un técnico de la empresa SALICRU venga a arreglarlo cuando el barco salga del arsenal.
- El túnel VPN contra el CMIMA no permitía la conexión ssh en ninguno de los dos sentidos, si funcionaba correctamente el envío de los datagramas de posición, meteo y termosalinidad. Se soluciona y no vuelve a ocurrir.
- Se cambia la fuente de alimentación del ordenador que usan los compañeros de acústica para operar el Magnetómetro. La anterior dejó de funcionar.
- Las Rasperrys-Pi (SDBS) conectadas a los monitores grandes en los laboratorios de sondas y de electrónicos donde se visualizan los datos de adquisición en tiempo real, suelen con el tiempo mostrar un error y dejar de ofrecer esta información. Se soluciona reiniciando el sistema, pero al cabo de unos días de uso vuelve a repetirse la incidencia.

12.- ANEXO I: CALIBRACIONES DEL GRAVÍMETRO

CALIBRACIÓN EN LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

HOJA DE CALIBRACIÓN

GRAVÍMETRO:	BGM-3	
BUQUE:	BIO HESPÉRIDES	

Fecha:	6/6/2025	Hora:	10:00
Referencia BASE:	Las Palmas de Gran Canaria		
Localización BASE:	Muelle Sta Catalina		
Localización BIO	E. I. Industriales y Civiles (ULPGC)		
Campaña:	ZEE_2025		
Operador / es:	Andrea Navarro		
Gravímetro portátil:	Worden		
(0) Valor BASE (mgal):	979314,151		

DATOS DE CAMPO			
Medidas	Hora GMT	Lectura (div.)	Altura (m)
(1) BIO 1	10:28	3194,31	2,69
(2) BASE1	11:06	3331,35	
(3) BIO2	12:00	3816,12	2,71
(4) BASE2	12:30	3737,77	
(5) BIO3	12:57	3612,67	2,84
Núm medidas BASE	2		
Núm. medidas BIO	3		

CÁLCULOS

(6) Valor medio en BIO:	3541,03	div.
(7) Valor medio en BASE:	3534,56	div.
(8) Diferencia medias (6)-(7):	6,47	div.
(9) Cte Calibración WORDEN :	1,00000	mgal.
(10) Diferencia en mgal (8)*(9):	6,47440	mgal.
(11) G_{muelle} (mgal):	979320,625	mgal.

(12) Altura del muelle (m):	2,7	m
(13) Distancia BGM-3 a línea flotación:	2,3	m
(14) Distancia total:	5,05	m
(15) Cte. por correcc. por Aire Libre:	0,3086	mgal. / m
(16) Correc. total por Aire Libre (mgal.):	1,55740	mgal.
(17) G. calculada en Local gravimetría:	979322,182	mgal.

(18) Valor medio BGM-3 (G medida):	979360,06	mgal.
(19) Bias en BGM-3	852012,24	mgal.

(20) Diferencia a corregir (17) - (18)	-37,8777	mgal.
(21) Nuevo BIAS teórico (calculado) (19)+(20):	851974,36	mgal.
(22) Bias p/ adquisición (Arranque):	851974,36	mgal.

Offset resp/ arranque anterior

RESEÑA DE LA BASE GRAVIMETRICA DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL GRAVIMETRÍA

Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales

RESEÑA DE PUNTO DE OBSERVACIÓN DE GRAVIMETRÍA ABSOLUTA 13/10/2014

Datos generales:

Nombre: **E. I. Industriales y Civiles (ULPGC)**
 Código: **GRCA-UPGC**
 Municipio: **Las Palmas de Gran Canaria**
 Provincia: **Las Palmas**
 Hoja MTN50: **1104**
 Tipo Señalización: **Cruce baldosas**
 Fecha medida: **13 de octubre de 2014**
 Instrumento: **A-10 #006**
 Observador/es: **Sergio Sainz-Maza Aparicio**
Ana Borreguero Gómez
 Observaciones:

Datos Geodésicos:

UTM:
 E: **455215.0 m.** N: **3104938.8 m.** h_c: **325.0 m.**
 (huso 28)

GEOGRÁFICAS:
 A: **-15.45578°** φ: **28.06908°** h_s: **369.4 m.**

GRADIENTE VERTICAL:
- 3.086 μGal/cm. (TEÓRICO)

GRAVEDAD ABSOLUTA:
979314150.5 ± 2.1 μGal (a 72 cm. del suelo)

Reseña:

Isla de Gran Canaria. La Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC se encuentra en el campus universitario situado en Tafira Baja. La medida se realizó en el Laboratorio de Instrumentos y Métodos Topográficos, en el sótano de la Universidad.

Fotos/croquis:





Foto del gravímetro portátil en el momento de la calibración en la Facultad de Ingeniería de la ULPGC.

CALIBRACIÓN EN CARTAGENA

HOJA DE CALIBRACIÓN

GRAVÍMETRO:	BGM-3	
BUQUE:	BIO HESPÉRIDES	

Fecha:	28/6/2025	Hora:	20:00
Referencia BASE:	Ayuntamiento de Cartagena		
Localización BASE:	Escaleras de acceso al Ayuntamiento de Cartagena		
Localización BIO	Escaleras de acceso al Ayuntamiento de Cartagena		
Campaña:	ZEE_2025		
Operador / es:	Andrea Navarro		
Gravímetro portátil:	CG-6 Autograv Scintrex		
(0) Valor BASE (mgal):	980018,2		

DATOS DE CAMPO			
Medidas	Hora GMT	Lectura (div.)	Altura (m)
(1) BIO 1	16:06	3851,07	0,95
(2) BASE1	16:38	3850,95	
(3) BIO2	16:59	3851,16	0,9
(4) BASE2	17:18	3850,95	
(5) BIO3	17:42	3851,10	0,84
Núm medidas BASE	2		
Núm. medidas BIO	3		

CÁLCULOS

(6) Valor medio en BIO:	3851,11	div.
(7) Valor medio en BASE:	3850,95	div.
(8) Diferencia medias (6)-(7):	0,16	div.
(9) Cte Calibración WORDEN :	1,00000	mgal.
(10) Diferencia en mgal (8)*(9):	0,16293	mgal.
(11) G_{muelle} (mgal):	980018,363	mgal.

(12) Altura del muelle (m):	0,9	m
(13) Distancia BGM-3 a línea flotación:	2,3	m
(14) Distancia total:	3,20	m
(15) Cte. por correcc. por Aire Libre:	0,3086	mgal. / m
(16) Correc. total por Aire Libre (mgal.):	0,98649	mgal.
(17) G. calculada en Local gravimetría:	980019,349	mgal.

(18) Valor medio BGM-3 (G medida):	980.004,621	mgal.
---	-------------	-------

(19) Bias en BGM-3	852012,24	mgal.
---------------------------	-----------	-------

(20) Diferencia a corregir (17) - (18)	14,7284	mgal.
(21) Nuevo BIAS teórico (calculado) (19)+(20):	852026,97	mgal.
(22) Bias p/ adquisición (Arranque):	852026,97	mgal.

Offset resp/ arranque anterior

RESEÑA DE LA BASE GRAVIMETRICA DE CARTAGENA

Datos gravimétricos

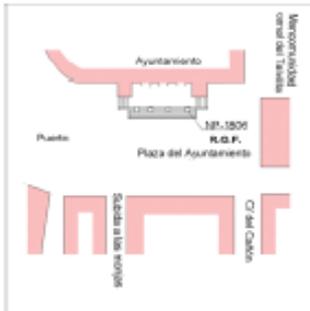


Ministerio de Fomento
Subsecretaría
General Ibáñez de Ibero, 3
28003 Madrid
Dirección General del Instituto Geográfico Nacional
Subdirección General de Geodesia y Geofísica



CARTAGENA. 73/96

Croquis



RESEÑA DE LA BASE GRAVIMETRICA 1.996

Datos geográficos

Hoja del Mapa Topográfico Nacional 1/25.000: 977 - 2

Número de estación: 977 - 61

Nombre de la señal: CARTAGENA.73/96

Nombre de la provincia: Murcia

Longitud: -0° 59' 12,0"

Latitud: 37° 35' 59,9"

Altitud (m): 3,0

Datos gravimétricos

Gravedad observada (miligales): 980018,2

Fecha de observación: 16/05/1973

Error medio cuadrático (miligales): 0,01

Reconocimiento: 28/03/1996

Datos altimétricos procedentes de: Nivelación de Precisión.

Datos planimétricos procedentes de: Mapa topográfico 1/50.000

Tipo de red: Red Fundamental

Situación

Observaciones

GPS

Información:  Tel. 91 597 95 61  Fax. 91 533 11 58  posmaster@geo.ign.es (mailto:posmaster@geo.ign.es) 

10/07/2018

© Instituto Geográfico Nacional

C/ General Ibáñez de Ibero 3, 28003 Madrid - España

Tel. +34 91 597 94 22

ign@fomento.es



Gravímetro portátil calibrando en la entrada del ayuntamiento de Cartagena.