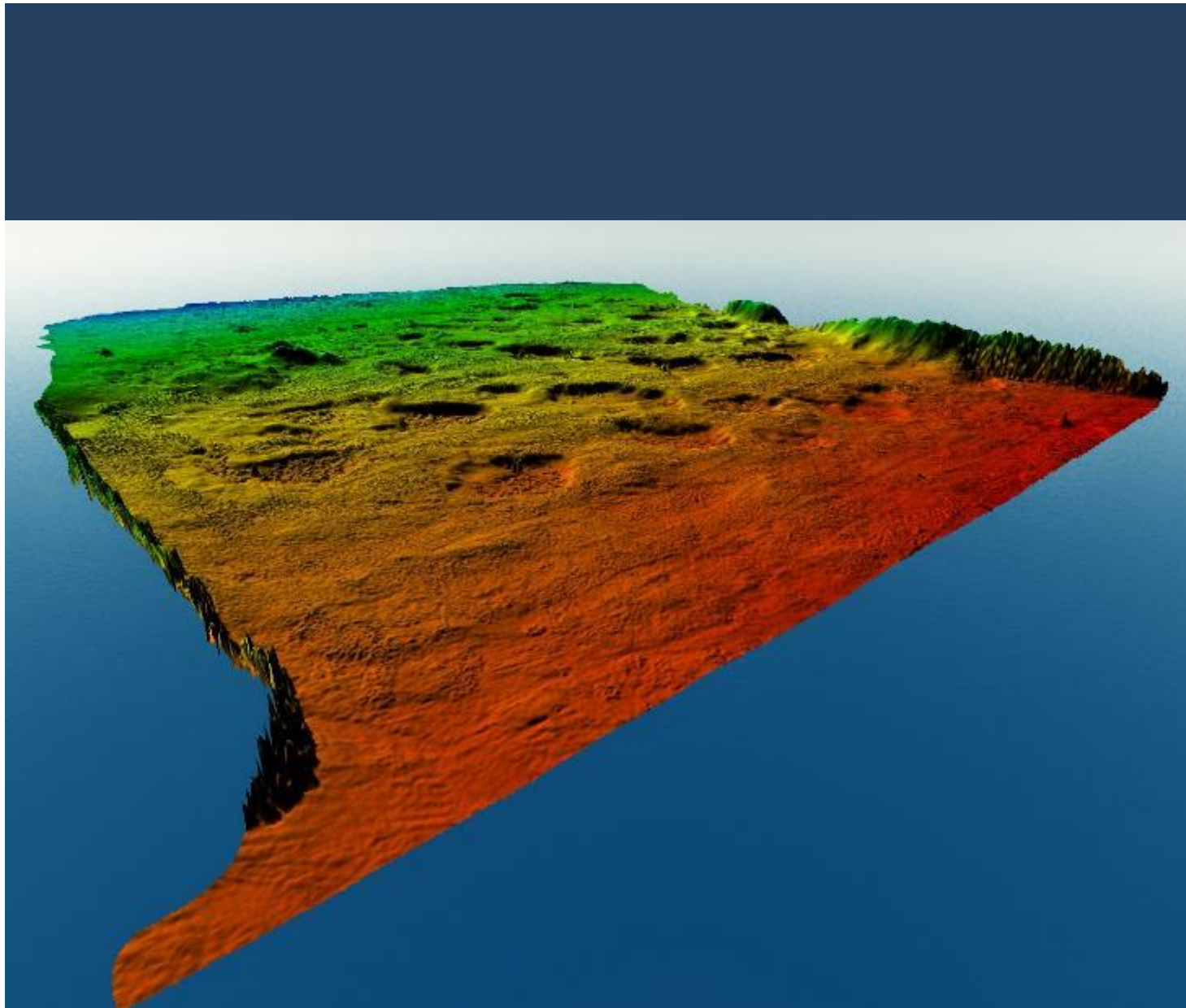




## BATIMETRÍAS PERIÓDICAS EN LA PLAYA DE LA PUNTA DE ROSES (PRIMAVERA 2025)

INFORME DE CAMPO

P O R T [ R ] O S E S

**GEM** Geociencias y  
exploraciones  
marítimas

HOJA DE CONTROL DEL DOCUMENTO

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |              |              |            |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|--------------|------------|
| Cliente                 | Port de Roses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |              |              |            |
| Proyecto                | 2022.106 GF Roses MP PORT DE ROSES SA                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |              |              |            |
| Tipo                    | Informe de campo – Primavera 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |              |              |            |
| Escrito por             | JU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Fecha: 16/04/2025 |              |              |            |
| Revisado por            | JAE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Fecha: 17/04/2025 |              |              |            |
| Aprobado por            | RC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Fecha: 17/04/2025 |              |              |            |
| Contacto                | <div><b>GEOCIENCIAS Y EXPLORACIONES MARÍTIMAS S.L (GEM)</b><br/>Edifici Centre d'Empreses de Noves Technologies.<br/>Av. Parc Tecnològic, 3, Planta 1, Oficina 137<br/>08290 Cerdanyola del Vallès (Barcelona).<br/>TELF:+34 93 62 27 00</div> <div></div> |                   |              |              |            |
| Historial de revisiones | Revision                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Escrito por       | Revisado por | Aprobado por | Fecha      |
|                         | R0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JU                | JAE          | RC           | 17/04/2025 |
|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |              |              |            |

Firmas: JU: Júlia Urpi; JAE: Juan A. Espliego; RC: Rafael del Castillo

## USO DEL INFORME

Este informe se ha elaborado en línea con los requisitos y objetivos del ámbito de trabajo y los términos contractuales entre Geociencias y Exploraciones Marítimas S.L (en adelante GEM) y el Puerto de Roses.

Este informe se produce exclusivamente para el beneficio del puerto de Roses. No se acepta ninguna responsabilidad por el uso de su contenido por terceras partes, a menos que esté específicamente acordado por escrito.

Dentro de las limitaciones establecidas, este informe se refiere a las condiciones del emplazamiento en el momento de la investigación. No se puede garantizar la continuidad de éstas en caso de cambios futuros en las condiciones del lugar.

Los resultados son con base en la interpretación de los datos por especialistas. Todas las interpretaciones y conclusiones contenidas aquí se basan en los datos recopilados como parte de la investigación, otros datos proporcionados por el cliente y/o disponibles dentro del dominio público.

## TABLA DE CONTENIDOS

|           |                                                    |           |
|-----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....</b> | <b>6</b>  |
| 1.1       | INTRODUCCIÓN .....                                 | 6         |
| 1.2       | LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....                 | 7         |
| 1.3       | OBJETIVOS Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....          | 7         |
| <b>2.</b> | <b>VISIÓN GENERAL DE LA CAMPAÑA.....</b>           | <b>9</b>  |
| 2.1       | RESUMEN DE OPERACIONES .....                       | 9         |
| 2.2       | ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL .....                    | 10        |
| 2.3       | MEDIOS.....                                        | 11        |
| 2.4       | EQUIPOS Y SOFTWARE UTILIZADOS .....                | 11        |
|           | SOFTWARE.....                                      | 12        |
| <b>3.</b> | <b>METODOLOGÍA DE TRABAJO.....</b>                 | <b>13</b> |
| 3.1       | SISTEMA DE POSICIONAMIENTO .....                   | 13        |
| 3.2       | ECOSONDA MULTHAZ .....                             | 13        |
| <b>4.</b> | <b>PROCESADO DE DATOS .....</b>                    | <b>15</b> |
| <b>5.</b> | <b>RESULTADOS.....</b>                             | <b>16</b> |
| <b>6.</b> | <b>ENTREGABLES .....</b>                           | <b>20</b> |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA 1 ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS .....                            | 5  |
| TABLA 2 EMPRESAS INVOLUCRADAS .....                                | 6  |
| TABLA 3 PERSONAL DE OFICINA Y DE CAMPO DESTINADO AL PROYECTO ..... | 10 |
| TABLA 4 EQUIPOS DE ADQUISICIÓN.....                                | 11 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 SITUACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN. ....               | 7  |
| FIGURA 2 LÍNEAS DE ADQUISICIÓN REALIZADAS .....                  | 8  |
| FIGURA 3 SOPORTE UTILIZADO PARA LA FIJACIÓN DE LA ECOSONDA. .... | 9  |
| FIGURA 4 MONTAJE DE LA CABEZA DE LA ECOSONDA MULTHAZ E IMU. .... | 9  |
| FIGURA 5 MONTAJE DE LA MBES EN LA EMBARCACIÓN. ....              | 10 |
| FIGURA 6 EMBARCACIÓN UTILIZADA.....                              | 11 |
| FIGURA 7 COMPONENTES ECOSONDA NORBIT .....                       | 13 |
| FIGURA 8 BATIMETRÍA Y PERFILES.....                              | 16 |
| FIGURA 9 PERFIL 1.....                                           | 17 |
| FIGURA 10 PERFIL 2.....                                          | 18 |
| FIGURA 11 PERFIL 3.....                                          | 19 |

## ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

Tabla 1 Abreviaciones y acrónimos

| Abreviación/Acrónimo | Significado                           |
|----------------------|---------------------------------------|
| GEM                  | Geociencias y Exploraciones Marítimas |
| GPS                  | Global Positioning System             |
| UTM                  | Universal Transverse Mercator         |
| WGS                  | World Geodesic System                 |
| RTK                  | Real Time Kinematic                   |
| MBES                 | Multi Beam Echosounder                |
| IMU                  | Inertial motion system                |
| GAMS                 | GNSS Azimuth Measurement Subsystem    |
| COR                  | Center of Rotation                    |
| GNSS                 | Global Navigation satellite System    |

# 1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La empresa GEM fue contratada por el puerto de Roses para llevar a cabo una campaña batimétrica en la Playa de la Punta, ubicada al norte del puerto de Roses. Los trabajos de campo iniciaron el 3 de abril de 2025 con la instalación y montaje de los equipos en la embarcación. Durante la mañana del 4 de abril de 2025, se realizaron las adquisiciones de datos batimétricos utilizando una ecosonda multihaz modelo Norbit i77h.

El objetivo principal de esta campaña fue generar un modelo digital del terreno que represente las elevaciones de toda el área de la Playa de la Punta. Este modelo permitirá comparar los datos obtenidos con los resultados de las campañas batimétricas realizadas en 2022, 2023 y 2024. La Tabla 2 presenta las compañías involucradas en la ejecución de este proyecto.

Tabla 2 Empresas involucradas

| Empresa                                                                             |                      | Rol         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
|  | MP PORT DE ROSES, SA | Contratante |
|  | GEM                  | Contratado  |
|  | Més de Mar           | Embarcación |

En el presente informe de campo se describe el alcance de los trabajos, los métodos de investigación seguidos y los resultados obtenidos.

## 1.2 LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

El levantamiento batimétrico se llevó a cabo en la playa de la Punta, al norte del puerto de Roses. La Figura 1 muestra la localización del área de trabajo.

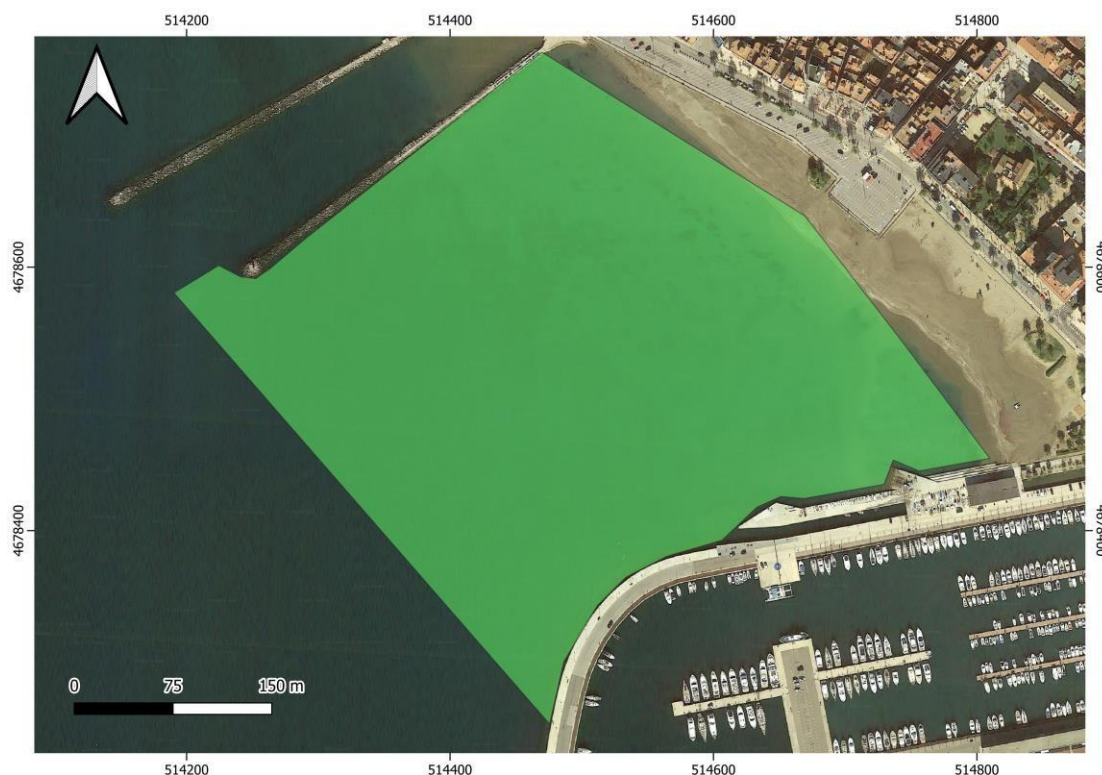


Figura 1 Situación del área de investigación.

## 1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Para generar un modelo digital del terreno de la Playa de La Punta, se llevaron a cabo 65 líneas de adquisición, asegurando un solape mínimo del 30% entre ellas para garantizar una cobertura completa de la zona y, con ello, una mayor calidad en los datos recopilados. En el diseño de estas líneas se consideraron factores clave como la profundidad de trabajo, la velocidad del sonido en el agua, el ángulo de apertura de la sonda, la velocidad de desplazamiento y la dispersión de los datos.

La Figura 2 ilustra la disposición de todas las líneas realizadas durante la campaña.





Figura 2 Líneas de adquisición realizadas

## 2. VISIÓN GENERAL DE LA CAMPAÑA

### 2.1 RESUMEN DE OPERACIONES

La ecosonda multihaz Norbit i77h se instaló en el lado de babor de la embarcación, utilizando un soporte de acero inoxidable fijado firmemente a la orla. Para garantizar la estabilidad y minimizar cualquier movimiento o vibración, la ecosonda fue asegurada en las direcciones de proa y popa desde la base del dispositivo.

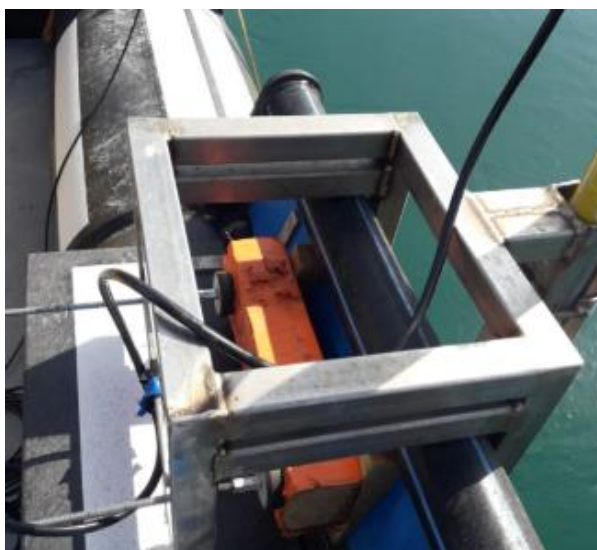


Figura 3 Soporte utilizado para la fijación de la ecosonda.

El IMU se instaló en el mismo soporte utilizado para la base de la ecosonda multihaz. Esta configuración permite que los movimientos del soporte y de la cabeza de la ecosonda sean registrados con precisión por el IMU, asegurando una correcta sincronización y representación de los datos.



Figura 4 Montaje de la cabeza de la ecosonda multihaz e IMU.



Las antenas del receptor GNSS se instalaron sobre un marco rígido de aluminio fijado al soporte de acero inoxidable. La separación entre las antenas se mantuvo constante a 1.5 m durante toda la adquisición de datos. Por otro lado, la cabeza de la ecosonda multihaz se sumergió 0.53 cm por debajo de la lámina de agua (Draft) para reducir las turbulencias en su entorno y asegurar que estuviera ubicada por debajo de la quilla de la embarcación.



Figura 5 Montaje de la MBES en la embarcación.

Se realizó un perfil de velocidades del sonido en la columna de agua (SVP) en las coordenadas X: 514340.3; Y: 4678401.9 alcanzando una profundidad de 8.61 m. La velocidad media del sonido en el agua fue de 1505.03 m/s.

## 2.2 ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

En la siguiente tabla se resume la organización del personal que ha estado trabajando en esta campaña.

Tabla 3 Personal de oficina y de campo destinado al proyecto

| Personal de oficina y campo |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| Posición                    | Nombre          |
| Director Técnico            | Amadeu Deu      |
| Responsable Q               | Esperanza López |
| Responsable HSE             | Iván Vega       |
| Survey Manager              | Juan Espliego   |
| Geofísicos de campo         | Javier Ronda    |
|                             | Paula Oliver    |
|                             | Daniel Cubero   |

## 2.3 MEDIOS

Para los trabajos se utilizó la embarcación proporcionada por Més de Mar de 6.5 m de eslora y 2.2 m de manga.



Figura 6 Embarcación utilizada

## 2.4 EQUIPOS Y SOFTWARE UTILIZADOS

Las principales especificaciones técnicas de los equipos utilizados en la campaña se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4 Equipos de adquisición

| MULTIBEAM: NORBIT I77h                                                              |                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | Swath coverage: 5-210° Flexible sector (shallow water IHO special order >155°) |
|                                                                                     | Range resolution: <10mm acoustic w. 80kHz bandwidth                            |
|                                                                                     | Number of beams: 256, 512, 1024 EA & ED                                        |
|                                                                                     | Operating frequency: Nominal 400 kHz (agility 200-700 kHz)                     |
|                                                                                     | Ping rate: Up to 60Hz, adaptative                                              |
|                                                                                     | Resolution: 0.5° x 0.9° @400kHz, 0.3° x 0.5° @700kHz                           |

## SVP PROBE: AML-3



Model: AML-3

Manufacturer: AML  
Oceanographic

Max Depth

500 m

Number of ports

3

Input Voltage

8-30 VDC

Weight in air

1.4 kg

Weight in water

0.7 kg

## SOFTWARE

## NAVIGATION and BATHYMETRY SOFTWARE: QINSY-QIMERA SURVEY

**QPS**

Adquiere, Procesa, Visualiza, Comparte



ESPECIALISTAS EN SOFTWARE DE DATOS ESPACIALES MARINOS



Hydrographic software package.

Qinsy survey program provides power and flexibility to quickly complete the survey work.

Accepts input from GPS, range-azimuth systems, echo sounders, magnetometers, telemetry tide systems, and over 200 other sensors.

Name of manufacturer: QPS.

### 3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

#### 3.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO

Se utilizó el sistema integrado Applanix Trimble de doble antena en modo RTK mediante correcciones NTRIP. Se utilizaron las bases del ICGC como fuente de las correcciones.

Los parámetros geodésicos utilizados han sido: UTM 31 N, elipsoide ETRS89 y el modelo de geoide de Cataluña EGM08D595.

#### 3.2 ECOSONDA MULTHAZ

A diferencia de la clásica batimetría con sonda monohaz (SBES), las batimetrías con sondas multihaz (MBES) son capaces de proporcionar exploraciones batimétricas transversales completas en lugar de ecos individuales. Estos instrumentos son más costosos, más complejos de configurar y calibrar, pero permiten una densidad mucho mayor de datos y una cobertura muy rápida. La decisión de movilizar un MBES en lugar de un SBES depende de varios parámetros, como la superficie a cubrir, la densidad de datos requerida, la velocidad requerida de la adquisición, los costes diarios, etc. La ecosonda multihaz Norbit i77h es un sistema integrado compuesto por:

- Cabeza del sónar (Sonar Head)
- Top Side (Procesador)
- Posicionamiento GPS RTK y Rumbo
- Sensor de movimiento (IMU)
- Perfilador de velocidad del sonido

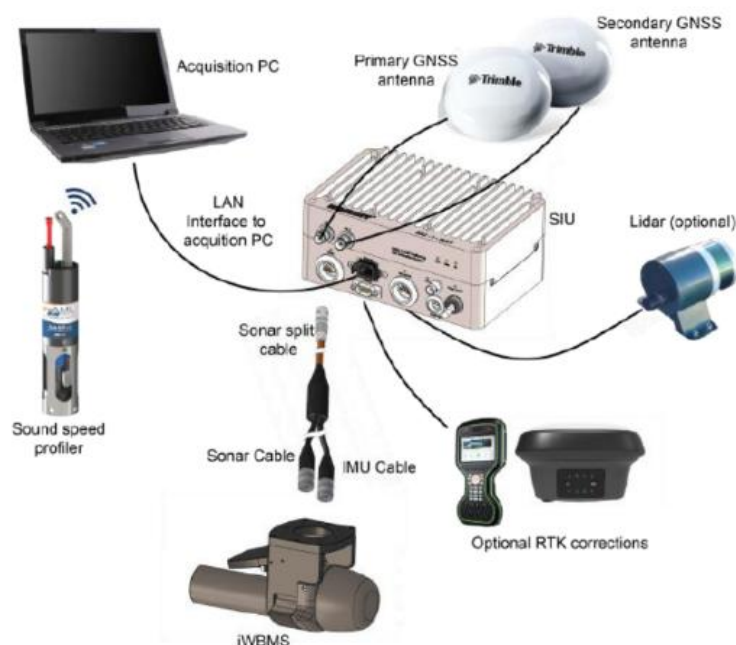


Figura 7 Componentes ecosonda Norbit

La ecosonda se conecta al procesador en superficie mediante un cable que gestiona los parámetros operativos, como los rangos seleccionados, la tasa de ping y el filtrado en línea. Los datos adquiridos se transmiten a través de un puerto Ethernet a un software de adquisición, que permite la visualización, el control de calidad (QC), el almacenamiento, entre otros.

La cobertura lateral de los datos, es decir, la extensión transversal obtenida durante la exploración, depende tanto de la profundidad del agua como del ángulo total de apertura de la ecosonda MBES. Para garantizar la calidad de los datos, las “gates” de la ecosonda no deben abrirse más allá de los 65° o 70°, lo que resulta en un ángulo de apertura total entre 130° y 140°. Abrir más estas gates podría aumentar la cobertura, pero a costa de introducir una dispersión excesiva en los datos.

El uso de ecosondas multihaz requiere compensar los movimientos de la embarcación. Por ejemplo, un ligero giro de tan solo 2° puede causar un desplazamiento vertical de 0.7 m a una distancia de 20 m si no se corrige adecuadamente. Dado que la cabeza de la ecosonda está fijada a la embarcación, los datos pueden verse afectados por los movimientos de pitch (cabeceo), roll (balanceo), heave (levantamiento) y yaw (rumbo). Estas desviaciones se corrigen mediante:

**IMU (Unidad de Movimiento Inercial):** Este sensor registra los movimientos de pitch, roll, heave y yaw, permitiendo corregirlos en tiempo real. Los parámetros de pitch y roll son angulares (movimientos de babor/estribor y proa/popa), mientras que el heave, expresado en metros, es el resultado de una doble integración de las aceleraciones verticales de la embarcación.

**Girocompás:** Se utiliza un sistema de antenas duales para medir de forma continua el rumbo de la embarcación, corrigiendo cualquier desviación que pueda afectar la alineación de los datos de la ecosonda.

En este proyecto, el IMU no estaba integrado directamente en la cabeza de la ecosonda, por lo que se consideraron las diferencias angulares entre ambos dispositivos. Para calcular y corregir estos ángulos de montaje, se realizaron cinco líneas en diferentes direcciones y sentidos, y se ejecutó un patch test utilizando el software Quimera. Este procedimiento, realizado en tres etapas, permite ajustar los errores de alineación asociados con los ángulos de pitch, roll y yaw. Los valores obtenidos se integraron en la configuración del sistema para garantizar la precisión de los datos.

Durante la adquisición, el patrón de navegación siguió estrictamente las líneas del proyecto previamente programadas en el software de navegación. El patrón gobernó la embarcación según las indicaciones mostradas en la pantalla del ordenador, que utilizó alarmas visuales y sonoras para alertar sobre desviaciones de unos metros específicos respecto a la trayectoria planificada, indicando el rumbo correcto a seguir.

## 4. PROCESADO DE DATOS

Procesar el dato bruto obtenido por la ecosonda multihaz y convertirlo en un dato XYZ corregido depende del tipo de dato y de su calidad, pero como mínimo se han de dar los siguiente pasos:

- Filtrado de los datos: Se aplicarán una serie de filtros automáticos para descartar aquellos datos que se encuentren dentro de los valores estadísticos. Además, si fuera necesario los datos erróneos serían limpiados manualmente.
- Se aplicarán todos los SVPs realizados durante la toma de datos utilizando para cada conjunto de datos el SVP más apropiado.
- Por lo general los haces de los extremos de las líneas adquiridas muestras mayor dispersión que el resto de haces. Esto hace que los datos de los extremos no tengan tanta calidad por lo que, en general, serán analizados y eliminados si fuera necesario.



## 5. RESULTADOS

Se ha realizado un modelo digital del terreno con el 100% de cobertura de la playa de la Punta. La cota máxima alcanzada fue de -1,37 m mientras que la cota mínima alcanzada fue de -10.233 m. Todas las cotas están referidas al NMMA. Se han realizado tres perfiles longitudinales que muestran la morfología de la playa. En estos perfiles se ha incluido la batimetría realizada en los años previos.

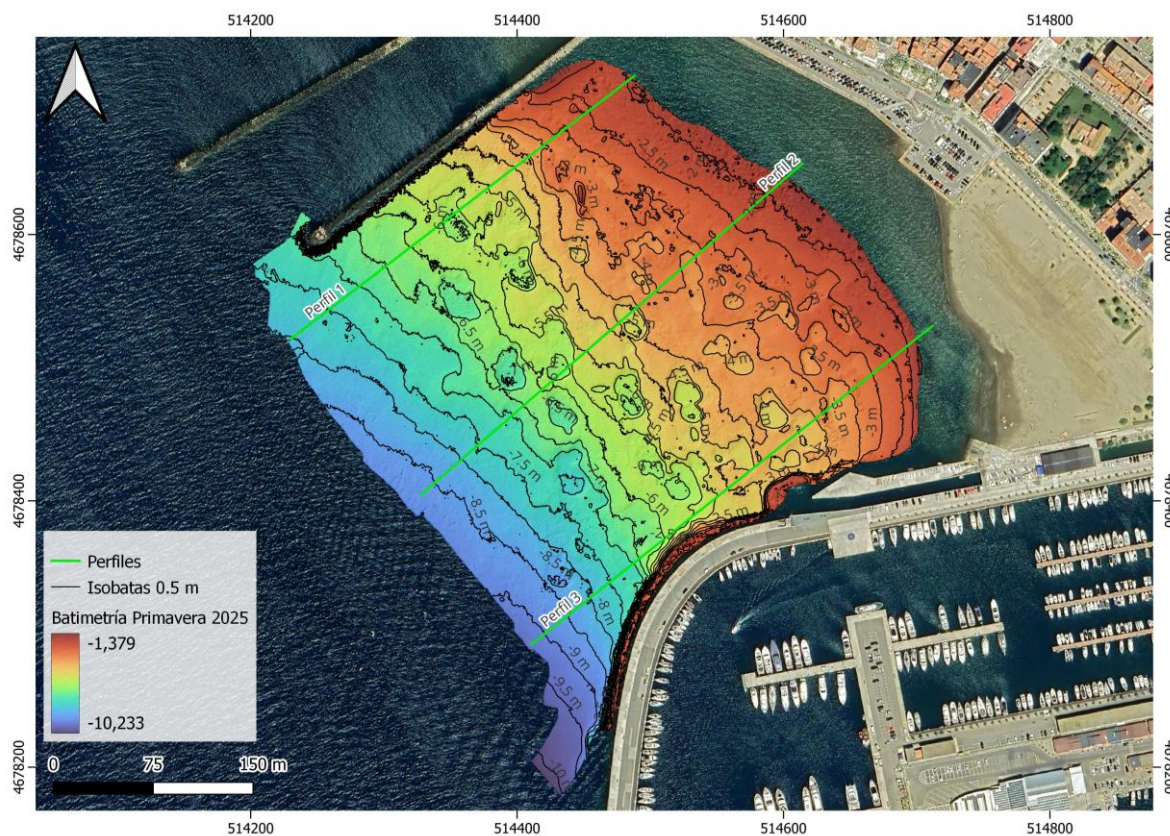


Figura 8 Batimetría y perfiles

Cada perfil representa las profundidades obtenidas en las campañas batimétricas realizadas en diferentes períodos: primavera 2022 (rojo), otoño 2022 (azul), primavera 2023 (amarillo), otoño 2023 (verde), primavera 2024 (rosado), otoño 2024 (naranja) y primavera 2025 (morado). Además, se incluyen los perfiles de pendiente correspondientes a la batimetría de primavera 2025, expresados en grados y representados en color rojo.

Todos los perfiles tienen una orientación consistente en dirección NE-SW.

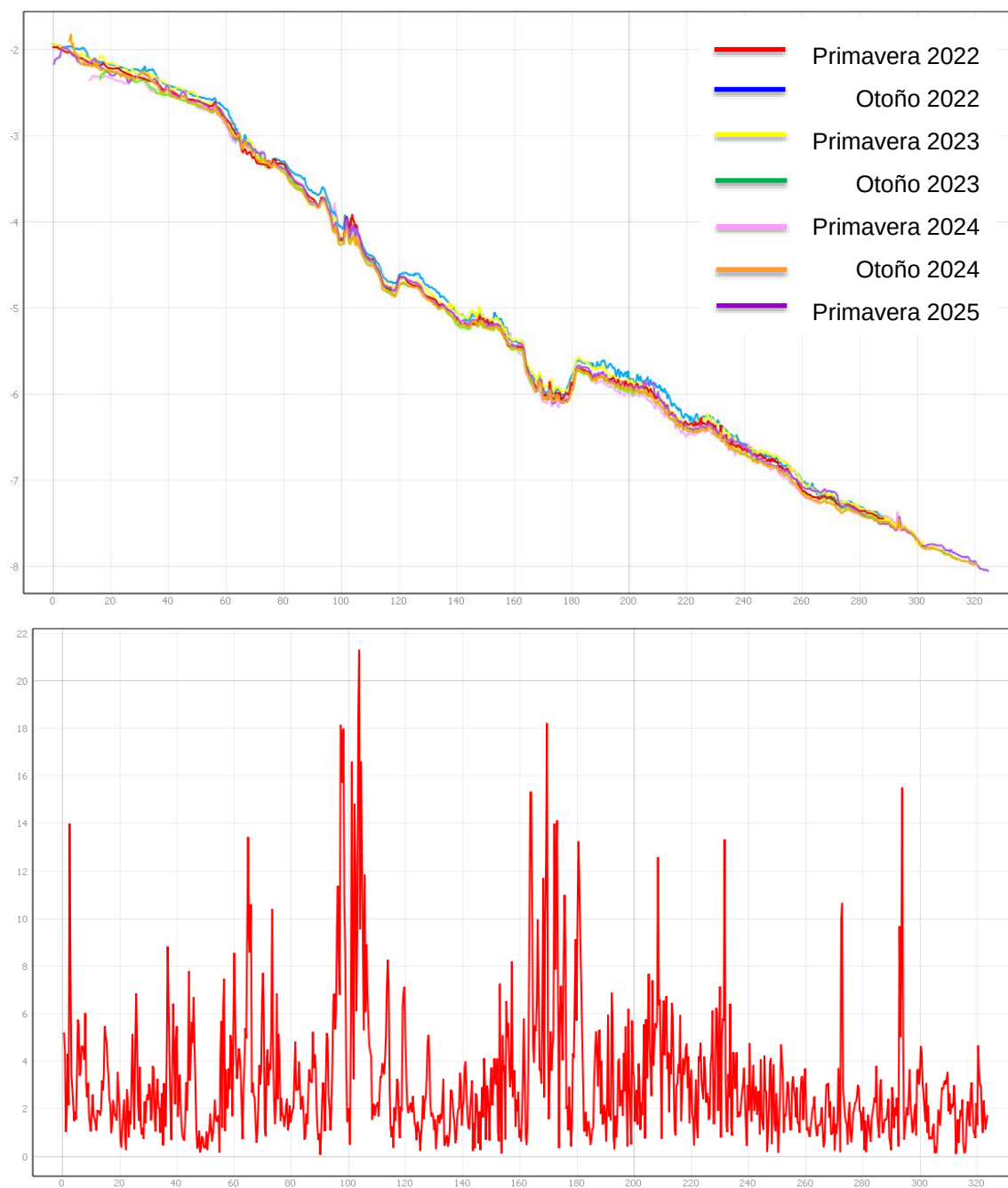


Figura 9 Perfil 1



Figura 10 Perfil 2



Figura 11 Perfil 3

## 6. ENTREGABLES

Junto con este informe se entrega la siguiente relación de entregables:

- *2022.106\_Batimetría\_Primavera\_2025*: Grid de los datos a 0.25x0.25 m en formato GeoTiff.
- *2022.106\_Batimetría\_Primavera\_2025\_Imagen*: Imagen renderizada a 0.25x0.25 m en formato GeoTiff.
- *2022.106\_Mapa de sombras\_Primavera\_2025*: Mapa de sombras con exageración vertical x3 en formato GeoTiff
- *2022.106\_Mapa de Pendientes\_Primavera\_2025*: Mapa de pendientes expresada en grados en formato GeoTiff.
- *2022.106\_Isobatas\_05\_m\_Primavera\_2025*: Isobatas cada 0.5 m en formato DXF y SHP.

Juntamente con dos planos, uno en planta y otro con perfiles.