



# REGIONE SICILIA

ASSESSORATO DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITA'  
DIPARTIMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DELLA MOBILITA' E DEI TRASPORTI



## COMUNE DI ISOLA DELLE FEMMINE (PA) PORTO DI ISOLA DELLE FEMMINE

COMPLETAMENTO DELLE OPERE MARITTIME ESISTENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL PORTO  
(ai sensi dell'art.5 L.R. 21/98) RIGUARDANTE I LAVORI DI POTENZIAMENTO DEL TRATTO ESISTENTE  
DELLA DIGA FORANEA - PROLUNGAMENTO DELLA DIGA FORANEA DALLA PROGR. 92.00 m ALLA  
PROGR. 380.00 m - RIQUALIFICA DELLA MANTELLATA DELLA NUOVA DIGA DI SOTTOFLUTTO

### PROGETTO ESECUTIVO

Adeguato al parere favorevole in linea tecnica della Commissione Regionale LL.PP n. 95 reso nell'adunanza del 25.07.2011 sul progetto definitivo aggiornato al 17.02.2011 - al giudizio di compatibilità ambientale ARTA n. 1298 del 18.12.2009 prorogato con D.A. n. 181/GAB del 15.05.2015 - e ai risultati delle prove su modello fisico eseguite dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Catania



**All. b.4.1** - Indagini geofisiche 2019 redatte da Sigma Ingegneria s.r.l. -  
Relazione

Redatto da:  
Sigma Ingegneria S.r.l. - Palermo  
[sigmaingsrl@gmail.com](mailto:sigmaingsrl@gmail.com)

**PALERMO:** 30.01.2018  
**AGGIORNATO:** 22.04.2020

**II RUP:**  
Arch. Monica Giambruno

**REDATTO DA :**

Ing. Francesco Giordano  
Via della Libertà n. 201/a - 90143 Palermo  
Tel. 091.6254742 - Fax 091.307909  
email: [ingfrancescogiordano@gmail.com](mailto:ingfrancescogiordano@gmail.com)

**II SUPPORTO TECNICO AL RUP:**  
Arch. Gerlando Mallia

**II SINDACO:**  
Stefano Bologna

# Sommario

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Area d'indagine</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2. Caratteristiche del progetto definitivo</b> .....	<b>8</b>
<b>2. MATERIALI E METODI</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1. Strumentazione Geofisica</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2. Svolgimento del rilievo morfo-batimetrico</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3. Svolgimento del rilievo morfo-sedimentologico</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4. Svolgimento del rilievo bati-stratigrafico</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5. Svolgimento del rilievo magnetometrico</b> .....	<b>16</b>
<b>3. ELABORAZIONE DATI</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1. Rilievo morfo-batimetrico</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2. Rilievo morfo-sedimentologico</b> .....	<b>19</b>
<b>3.3. Rilievo bati-stratigrafico</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4. Rilievo magnetometrico</b> .....	<b>22</b>
<b>6. ELENCO ELABORATI</b> .....	<b>27</b>
<b>7. SCHEDE TECNICHE STRUMENTI UTILIZZATI</b> .....	<b>28</b>
<b>7.1. SCHEDA TECNICA MULTIBEAM NORBIT iWBMS<sub>e</sub></b> .....	<b>28</b>
<b>7.2. SCHEDA TECNICA SIDE SCAN SONAR EDGETECH 4125</b> .....	<b>30</b>
<b>7.3. SCHEDA TECNICA SUB BOTTOM PROFILER INNOMAR SES 2000     COMPACT</b> .....	<b>32</b>
<b>7.4. SCHEDA TECNICA MAGNETOMETRO GEOMETRICS G-882</b> ....	<b>34</b>

# RELAZIONE SULLE INDAGINI

## 1. INTRODUZIONE

Con disciplinare stipulato in data 27.06.2019 l'Amministrazione Comunale di Isola delle Femmine ha affidato alla società Sigma Ingegneria s.r.l. l'espletamento delle indagini geofisiche sui fondali interessati dai lavori di *“Completamento delle opere marittime esistenti per la messa in sicurezza del porto ai sensi dell'art. 5 della L.R. n.21/98 riguardante i lavori di potenziamento del tratto esistente della diga foranea – prolungamento della diga foranea dalla prog. 92,00 m alla prog. 380,00 m – riqualifica della mantellata della nuova diga di sottoflutto”*, al fine di acquisire il parere definitivo da parte della Soprintendenza del Mare, a seguito delle richieste emanate dal rappresentante della stessa, in fase di approvazione del progetto definitivo in sede della Commissione Regionale LL.PP. con parere n.95 reso nelle adunanze del 9 e 23 settembre 2009, 25 maggio 2010 e 21 febbraio 2011 e 25 luglio 2011 e ribadite dalla stessa Soprintendenza del Mare con nota n. 194 del 21.02.2019 (*All.I*) e definire lo stato attuale delle opere esistenti e la morfologia dei fondali necessarie per l'espletamento del progetto esecutivo.

La presente relazione descrive in particolare le fasi operative delle indagini geofisiche sismo-acustiche e magnetometriche espletate nei fondali interessati dalle opere in progetto ed i risultati, prodotti mediante l'elaborazione con software specialistici, e la conseguente interpretazione dei dati rilevati. In base alla normativa vigente (art.25 del D.lgs. n.50/2016 e ss.mm.ii.) le indagini dovranno essere completate con la verifica preventiva dell'interesse archeologico espletata da un archeologo specializzato a tal fine incaricato dall'Amministrazione Comunale di Isola delle Femmine.

A seguito delle condizioni meteo-climatiche favorevoli e delle autorizzazioni rilasciate dalla Capitaneria di Porto di Palermo rilasciate (*All.I.1 e All.I.2*) alla scrivente società Sigma Ingegneria s.r.l., le indagini sono state eseguite come mostra l'elenco di seguito riportato:

- Rilievo morfo-batimetrico dei fondali interessati dalle opere in progetto mediante strumentazione Multi-beam per uno sviluppo complessivo di 20 ha eseguito nelle date 27-28/11/2019;
- Rilievo morfo-sedimentologico dei fondali interessati dalle opere su una superficie di circa 8 ha mediante Side Scan Sonar eseguito in data 29/11/2019;
- Rilievo bati-stratigrafico dei fondali interessati dalle opere in progetto tramite Sub Bottom Profiler eseguito in data 06/12/2019;
- Rilievo magnetometrico per la mappatura di eventuali anomalie presenti dell'area comprendente i fondali interessati dalle opere in progetto eseguito in data 07/12/2019.

## 1.1. Area d'indagine

Isola delle Femmine (PA) è un piccolo comune italiano facente parte della città metropolitana di Palermo, in Sicilia. Il territorio comunale si trova alle pendici di pizzo Mollica e montagna Raffo Rosso e deve il proprio nome alla piccola isola che è situata di fronte, chiamata appunto *Isola delle Femmine* (Fig. 1).

Il comune nasce come borgata marinara appartenente al comune di Capaci, per poi diventare un centro urbano indipendente, strettamente legato alle attività di pesca e diporto. Esso è fornito di un porto soggetto a pessime condizioni di sicurezza per le manovre di accesso e ormeggio, per cui l'Amministrazione comunale ha predisposto il progetto di messa in sicurezza delle opere marittime esistenti.

Il progetto definitivo, che prevede i lavori di potenziamento del tratto esistente della diga foranea – prolungamento della diga foranea dalla progr. 92,00m alla progr. 380,00m – riqualifica della mantellata della nuova diga di sottoflutto, è stato approvato con parere n.95 della Commissione Regionale Lavori Pubblici reso nelle adunanze del 09-23/09/2009, 26/05/2010, 07-21/02/2011 e 25/07/2011.



Figura 1- Isola delle Femmine (PA)

Il porto di Isola delle Femmine si trova alla radice di levante di Punta del Passaggio proteso verso l'isolotto e che limita la baia di Carini, situata tra il Golfo di Castellamare e il Golfo di Palermo (Fig. 5).

L'area oggetto dell'indagine ricade all'interno della A.M.P. *Capo Gallo – Isola delle Femmine*, istituita dal Ministero dell'Ambiente con D.M. del 24 luglio 2002 (Fig. 2).

Le opere in progetto in coerenza con quanto previsto dall'art.4 comma 12 del suddetto D.M che prevede *“Eventuali interventi previsti nell'ambito degli strumenti di programmazione vigenti a livello regionale e comunale alla data di pubblicazione del presente decreto per il completamento, l'ampliamento o la messa in sicurezza delle strutture portuali comprese nel perimetro dell'area marina protetta “Capo Gallo-Isola delle Femmine” saranno realizzabili nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia di valutazione d'impatto ambientale, d'intesa con l'ente gestore dell'area marina protetta e sentita commissione di riserva”*.

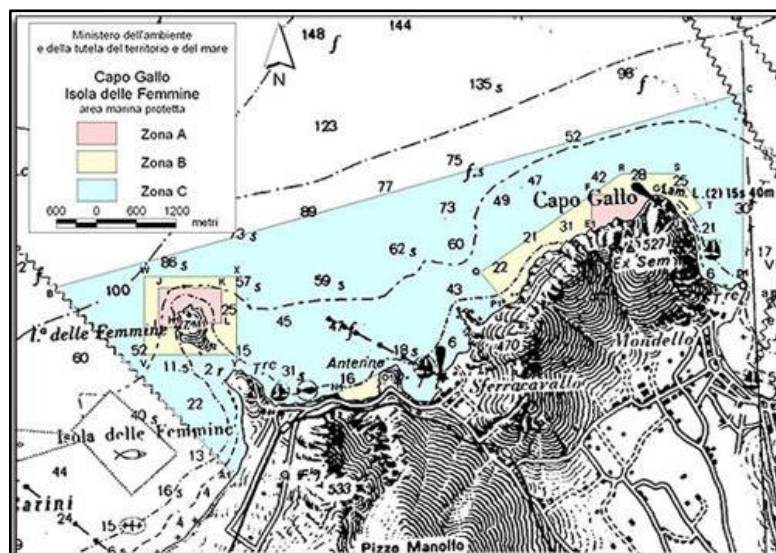


Figura 2-A.M.P. Capo Gallo - Isola delle Femmine.

Dal punto di vista ambientale gli aspetti più significativi sono dati dalla presenza nell'area indagata della prateria di *Posidonia oceanica* e delle comunità bentoniche di substrato duro appartenenti alla frangia infralitorale. Inoltre, nell'area dove ricadono i lavori, o nelle loro immediate vicinanze, insistono due siti di importanza comunitaria (S.I.C.) appartenenti alla rete ecologica Natura 2000 di seguito elencati:

- SIC-ZPS ITA 020005 – Isola delle Femmine (**Fig. 3**). Il sito è stato definito in quanto rappresenta un'importante punto di sosta per alcune specie di uccelli migratori di cui all'Articolo 4 della Direttiva 79/408/CEE ed elencate nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE. Con D.M. del 21.12.2015 (G.U. n. 8 del 12.01.2016) ai sensi dell'art. 4 della Direttiva 92/43/CEE il S.I.C. è stato designato quale Zona Speciale di Conservazione (ZSC) della regione biogeografica mediterranea nel territorio della Regione Siciliana.

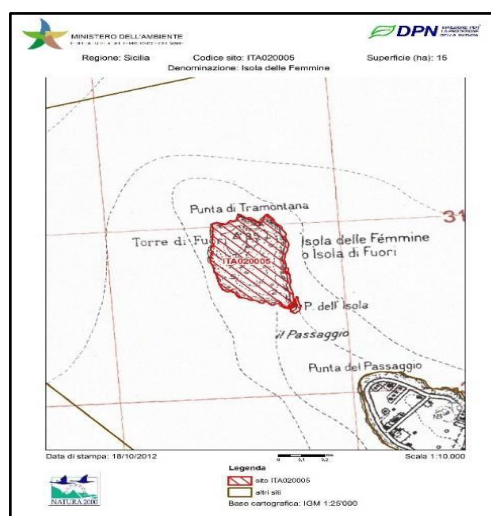
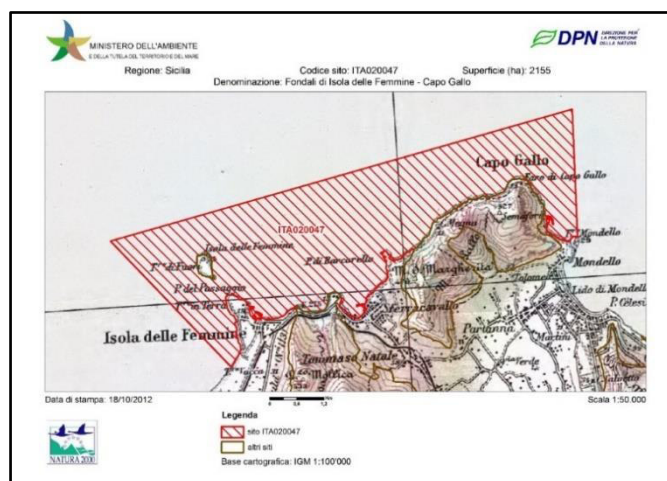


Figura 3-SIC-ZPS ITA 020005 – Isola delle Femmine

- SIC ITA 020047 – Fondali di Isola delle Femmine – Capo Gallo (**Fig. 4**). Il S.I.C. è contenuto all'interno dell'Area Marina Protetta “Capo Gallo – Isola delle Femmine”, istituita con D.M. del 24.07.2002 (G.U. n. 285 del 05.12.2002) sulla base della presenza di una fitta e rigogliosa prateria di *Posidonia oceanica*, habitat prioritario n. 1120, di un marciapiede a vermeti che caratterizza tutto il tratto costiero e dei popolamenti dell'infralitorale della *Cystoseira* sp.



*Figura 4-SIC ITA 020047 – Fondali di Isola delle Femmine – Capo Gallo*



*Figura 5-Localizzazione porto di Isola delle Femmine*

Il porto è attualmente costituito da due opere foranee, il molo di sopraflutto, radicato a Nord dello specchio acqueo portuale e che si sviluppa in direzione Est e dal vecchio molo di sottoflutto a gomito di fronte al centro abitato (**Figg.6-7**).

In tale configurazione, lo specchio acqueo interno al porto è particolarmente esposto alle mareggiate provenienti dal I e IV settore.



Figura 6-Vista dall'alto del porto di Isola delle Femmine (PA)

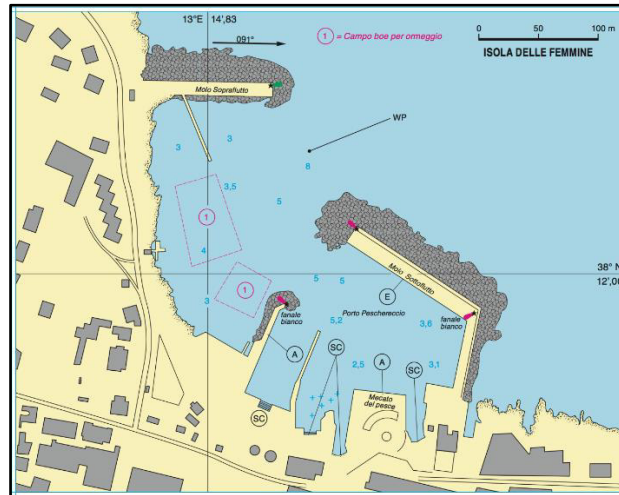


Figura 7-Configurazione del porto di Isola delle Femmine

L'area oggetto dell'indagine comprende il porto di Isola delle Femmine e lo specchio acqueo antistante, compreso tra Punta del Passaggio e Punta della Catena (**Fig. 8**).

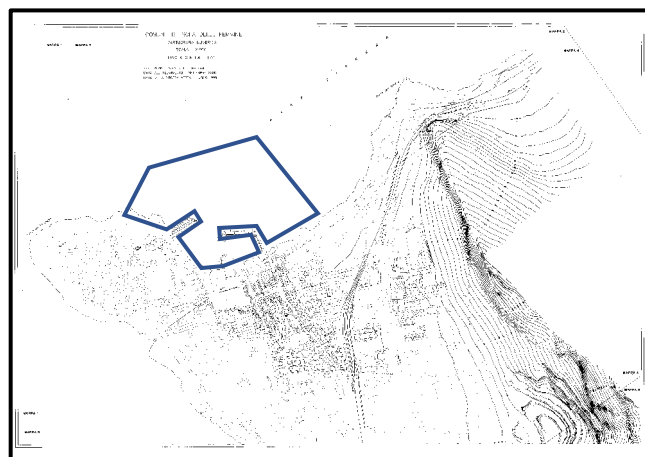
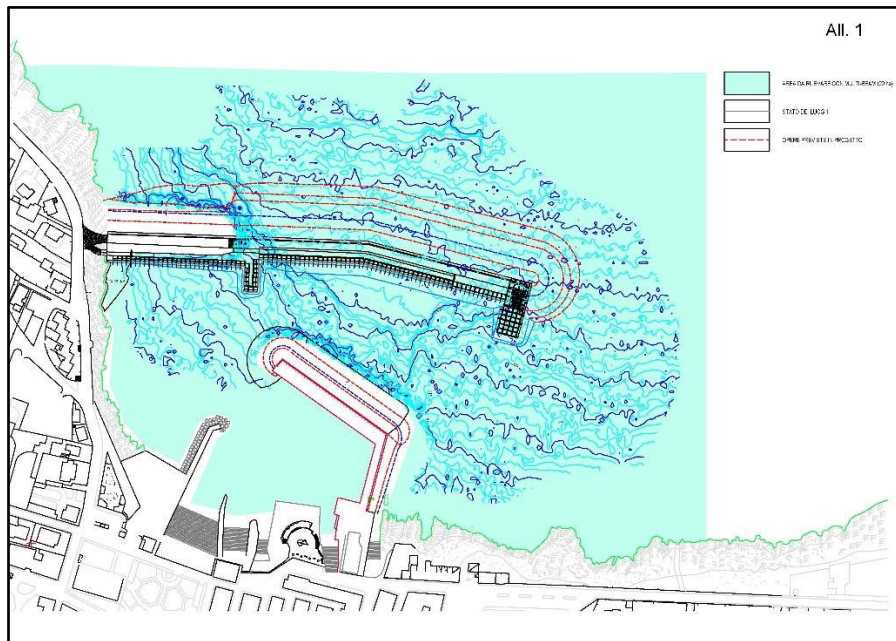


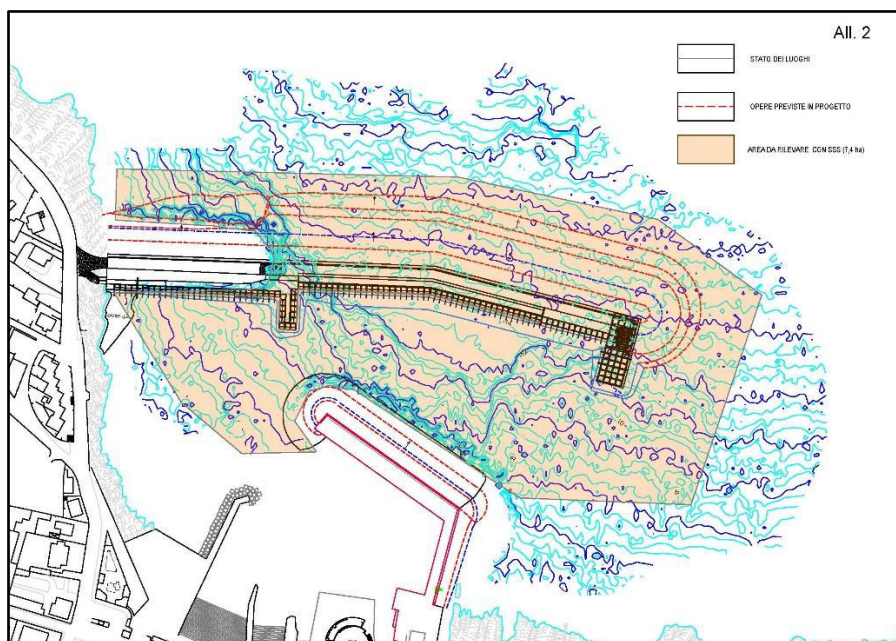
Figura 8-Area oggetto dell'indagine

In particolare, l'area relativa all'offerta della scrivente riguardante:

- per il rilievo Multibeam è riportata in **fig. 9**;
- per il rilievo Side Scan Sonar è riportata in **fig. 10**;
- per il rilievo Sub Bottom Profiler è riportata in **fig. 11**;
- per il rilievo Magnetometrico è riportata in **fig. 12**.



*Figura 9-Area Indagata con rilievo Multibeam*



*Figura 10-Area indagata con rilievo side Scan Sonar*



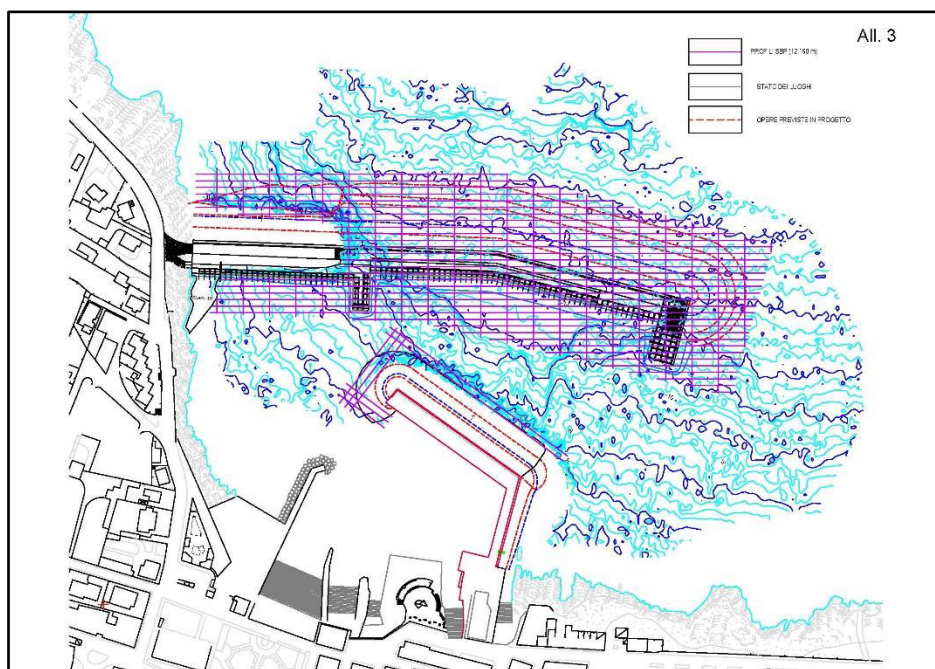


Figura 11-Area indagata rilievo Sub bottom profiler

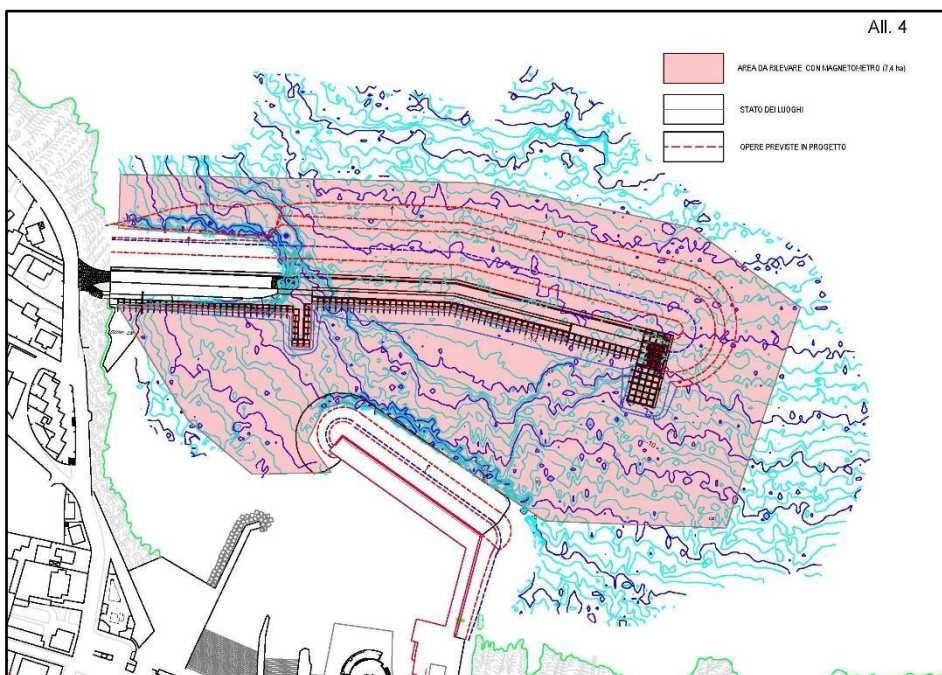


Figura 12-Area indagata con il Magnetometro

## 1.2. Caratteristiche del progetto definitivo

Il progetto di messa in sicurezza approvato con D.D.G. n. 1212 del 27.10.2003, riportato in **fig. 13** prevede le seguenti opere:

- Riqualfica e potenziamento della diga foranea esistente dalla prog. 0,00 alla prog. 92,00 m;
- Prolungamento della diga foranea esistente dalla progr. 92,00 m fino alla progr. 362,10 m;
- Testata diga foranea dalla progr. 362,10 m fino alla progr. 380,00 m;
- Riqualfica del molo di sottoflutto esistente;
- Impianti tecnologici, di salvaguardia ambientale ed opere di arredo portuale.

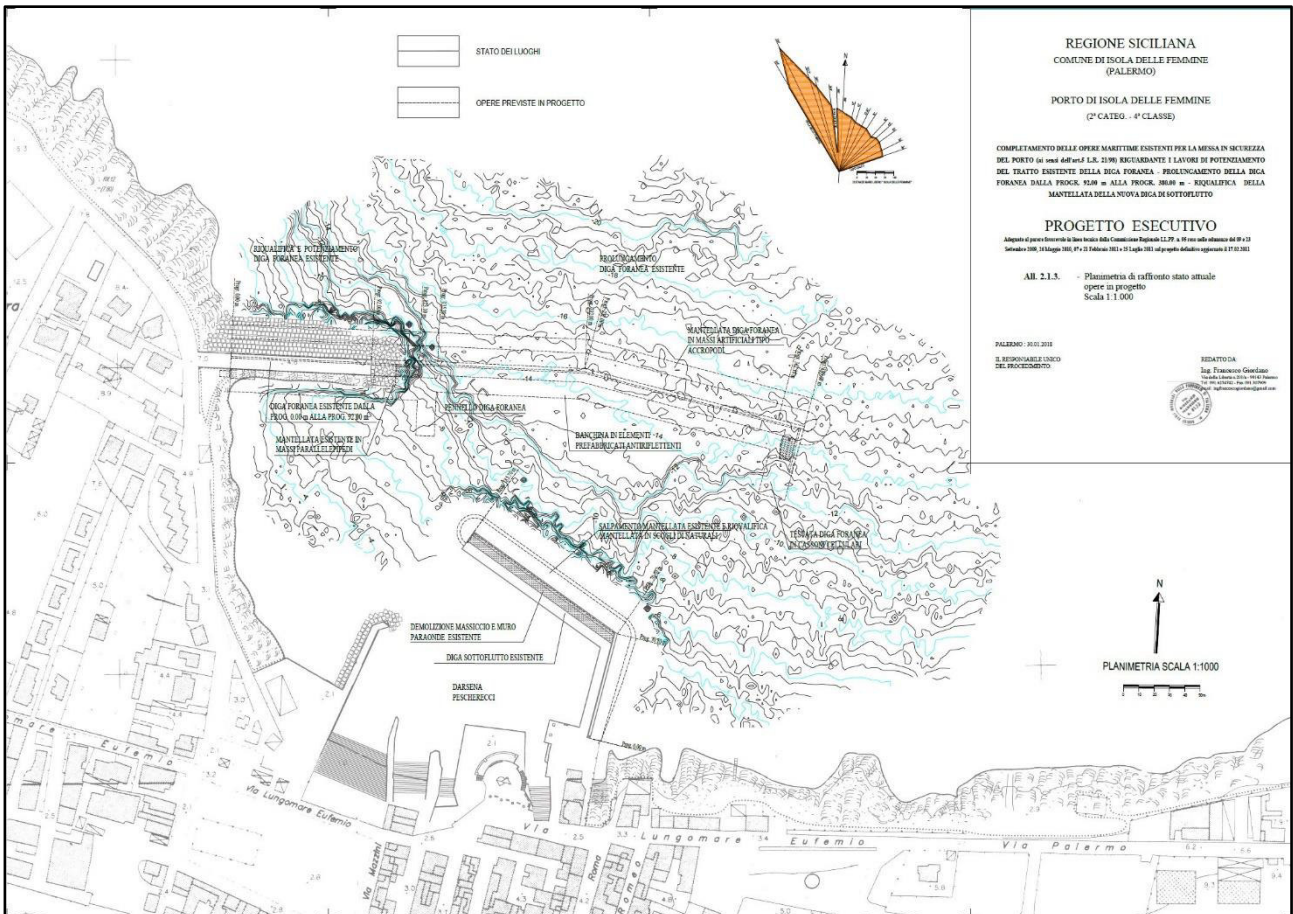


Figura 13-Planimetria opere in progetto-Scala 1:500

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. Strumentazione Geofisica

Le indagini sono state eseguite utilizzando strumentazioni acustiche: acquisizioni batimetriche con ecoscandaglio multi-beam, di backscatter con side scan sonar, di profili sismici con sub bottom profiler e di anomalie magnetiche con magnetometro.

Il rilievo morfo-batimetrico è stato eseguito con un ecoscandaglio idrografico multifascio (MBES – Multibeam Echosounder) NORBIT iWBMS<sub>e</sub> che ha consentito di esaminare in modo preciso ed accurato i fondali oggetto dell'indagine e la raccolta dei dati ha consentito di ottenere delle batimetrie ed una restituzione di modelli digitali (DTM) dei fondali indagati.

Il rilievo morfo-sedimentologico eseguito tramite Side Scan Sonar (S.S.S.) Edgetech 4125 ha permesso di caratterizzare e quindi di determinare la morfologia dei fondali indagati. Questo tipo di rilievo ha permesso inoltre di restituire una carta delle biocenosi marine dei fondali, fondamentali per redigere cartografie ecologiche e per la conoscenza degli ecosistemi marini nei tratti di mare indagati.

Il rilievo bati-stratigrafico dei fondali interessati dalle opere in progetto eseguito tramite sub bottom profiler SES Innomar 2000 Compact ha permesso di ottenere dei profili sismici fondamentali per la restituzione della stratigrafia del fondale marino investigato.

Il rilievo magnetometrico eseguito con magnetometro Geometrics G882 e la relativa elaborazione dei dati raccolti ha restituito la mappa dell'intera area oggetto dell'indagine e la presenza di eventuali oggetti ferrosi o delle eventuali anomalie magnetiche riscontrate.

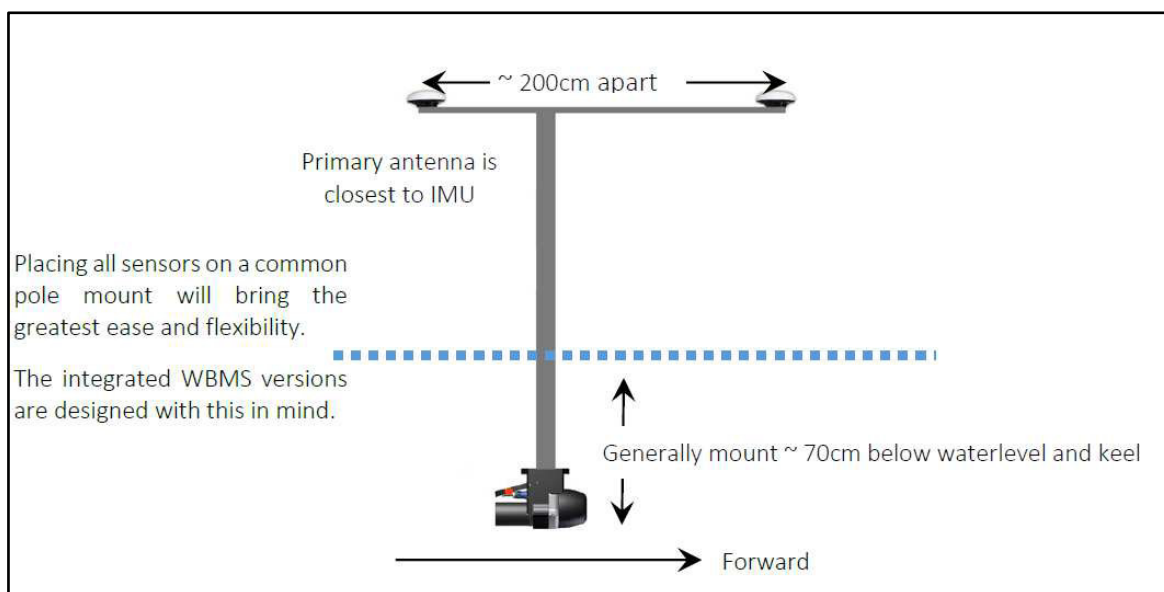
### 2.2. Svolgimento del rilievo morfo-batimetrico

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche degli strumenti utilizzati e le fasi operative seguite per l'esecuzione del rilievo morfo-batimetrico con sistema Multibeam.

Gli strumenti utilizzati per l'esecuzione del rilievo batimetrico sono stati i seguenti:

- Multibeam modello NORBIT iWBMS<sub>e</sub> con integrato Sistema Inerziale di Navigazione (INS) Applanix SurfMaster;
- Sistema di posizionamento GNSS RTK Trimble;
- Sistema di navigazione RESON Teledyne PDS2000.

Il sistema Multibeam NORBIT iWBMS<sub>e</sub> è stato predisposto su un natante appositamente attrezzato, in particolare è stato installato su apposito palo fisso che rimane montato per tutta la fase del rilievo batimetrico sulla fiancata sinistra del natante (*Fig. 14*).



*Figura 14-Schema per l'installazione dello strumento su apposito palo*

Il sistema Multibeam NORBIT iWBMS<sub>e</sub> è caratterizzato da un'elevata risoluzione, rispecchia gli standard dell'International Hydrographic Organization (IHO), ed è capace di misurare simultaneamente fino a 512 fasci sonar in modalità Equiangular o Equidistance su una apertura angolare flessibile da 5 a 210° gradi.

Il segnale in uscita dal trasduttore ha una frequenza nominale di 400 kHz e fino a 700 KHz in opzione narrow consente di ottenere dei dati sino ad una profondità massima di 160 m. In condizioni ottimali la risoluzione orizzontale, con una spaziatura tra i singoli fasci pari a 0.5° gradi, risulta di 0.05 m, ed inoltre questo sistema Multi-beam permette di inclinare il fascio acustico durante l'esecuzione del rilievo in modo da acquisire dati e quindi di rilevare qualsiasi struttura verticale. Le caratteristiche tecniche del NORBIT iWBMS<sub>e</sub> sono sintetizzate nella **Tabella 1**.

FREQUENCY	NOMINAL FREQUENCY 400 kHz FREQUENCY AGILITY 200-700 kHz
PING RATE	UP TO 60 Hz
DEPTH RANGE	0.2-275 m (160 m TYPICAL 400 kHz)
RESOLUTION (ACROSS X ALONG)	NARROW OPTION: 0.9° X 0.9° @400 kHz AND 0.5° X 0.5° @700 kHz
NUMBER OF BEAMS	256-512 EQUIANGULAR & EQUIDISTANCE
SWATH COVERAGE	5-210°

*Tabella 1*

Il sistema Multibeam è stato collegato al sistema di rilevamento della posizione composto da 2 antenne GPS Trimble e i due sistemi sono direttamente collegati ad un processore (SIU – Sonar Interface Unit) collegato a sua volta ad un PC portatile che, tramite il software Teledyne PDS2000, permette il rilevamento dei fondali con sistema di riferimento geografico WGS 84 e sistema di coordinate metriche UTM.

Prima di eseguire il rilievo sono stati accuratamente misurati ed inseriti gli offset strumentali nel software di acquisizione e quindi sono state effettuate tutte le opportune operazioni di calibrazione dello strumento per consentire la massima resa dello strumento stesso. Dopo avere eseguito il rilievo, prima di smobilitare lo strumento, tutti i dati grezzi sono stati controllati e copiati su apposito dispositivo di memoria esterno. La procedura d'acquisizione e di elaborazione dei dati batimetrici è stata eseguita tramite il software RESON Teledyne PDS2000. Si tratta di un software idrografico, sviluppato dalla RESON, che consente di svolgere tutte le funzioni necessarie per i rilievi idrografici, dalla programmazione e progettazione del rilievo, navigazione ed acquisizione dati MBES, filtraggio ed elaborazione dati, plot dei dati ed interfaccia con altre piattaforme software.

L'elaborazione dei dati ha consentito di ottenere le curve batimetriche (isobate) dell'area indagata ed un modello digitale del fondale marino (DTM).

### 2.3. Svolgimento del rilievo morfo-sedimentologico

Di seguito si descrivono le caratteristiche tecniche del Side Scan Sonar Edgetech 4125 (*Fig. 15*) e le fasi operative per l'esecuzione del rilievo morfo-sedimentologico.



*Figura 15-Strumentazione Side Scan Sonar Edgetech 4125 di proprietà della Sigma Ingegneria S.r.l.*

Il Side Scan Sonar modello EdgeTech serie 4125 è composto da: un processore portatile, un cavo lungo 50 m, un laptop computer dove è installato il software di acquisizione Edgetech DISCOVER ed un dispositivo

trasmettitore (*towfish*) in acciaio inox. Si tratta di un sonar a doppia frequenza (400/900 kHz), composto da due trasduttori di segnale, in particolare un trasmettitore ed un ricevitore.

Il dispositivo trasmettitore *towfish*, che ha una forma idrodinamica, è stato trainato in acqua da un natante a motore a velocità costante compresa tra i 2 nodi e non superiore ai 5/6 nodi. Il trasmettitore (*towfish*) del Side Scan Sonar è stato tenuto sempre ad una profondità pari al 20-40 % del battente d'acqua. Nella progettazione delle rotte e quindi nell'esecuzione del rilievo stesso vengono considerate delle rotte parallele da eseguire sfalsate l'una rispetto all'altra di una determinata distanza tale che si possa ottenere una sovrapposizione (*overlap*) delle strisciate di almeno il 50%.

Il trasmettitore emette onde acustiche di elevata frequenza su due fasci laterali formando insieme un ventaglio di onde molto ampio nel piano trasversale della rotta, che si propagano nell'acqua arrivando sul fondale generando onde riflesse e diffratte che, di conseguenza, saranno ricevute dai trasduttori.

Dell'onda incidente che arriva sul fondo quindi si avrà una parte di energia rifratta, una parte di energia riflessa e una parte di energia retrodiffusa (*backscatter*), in base all'intensità del *backscatter*, si ottiene un'immagine sonar (sonogramma), dalla quale è possibile determinare la morfologia e la rugosità del sedimento (*Fig. 16*).

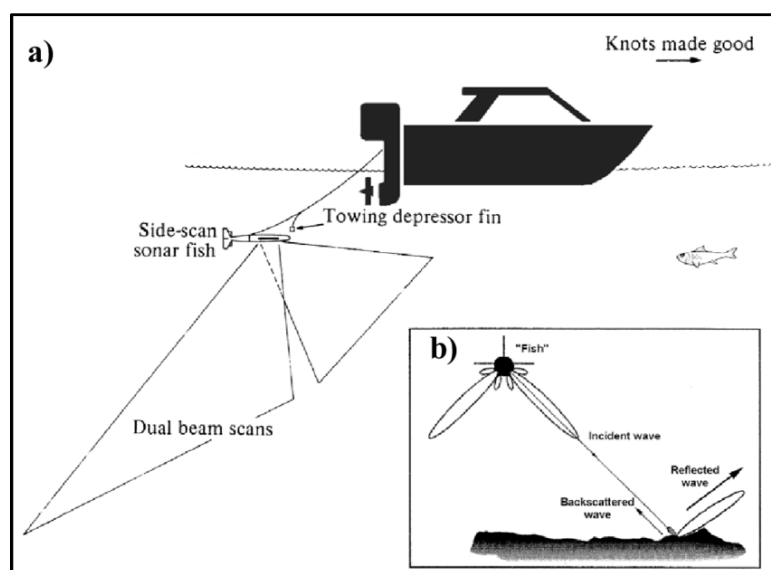


Figura 16-Schematizzazione della modalità di acquisizione dei dati tramite il Side Scan Sonar

Un elevato *backscatter* corrisponde ad un tratto di fondale più omogeneo e pianeggiante e risulterà in un'immagine chiara, al contrario un basso *backscatter* si avrà in presenza di morfologie che sporgono dal fondale (ad esempio rocce, praterie di fanerogame marine o altri oggetti) e di conseguenza l'immagine risulterà più scura, mentre le zone "d'ombra" saranno visualizzate in nero.

Per avere delle immagini sonar georeferenziate il sistema S.S.S. è stato collegato tramite il laptop computer al *rover* di un sistema GNSS *Trimble R8s* che registra il posizionamento tramite segnale GPS e lo strumento invia delle stringhe NMEA GGA per la posizione e VTG per la velocità.

Il posizionamento del *towfish* è stato ottenuto con il metodo del *layback* (distanza antenna - *towfish*) calcolato in funzione della lunghezza di cavo di traino rilasciato in mare.

Per l'esecuzione del rilievo Side Scan Sonar la strumentazione utilizzata è stata la seguente:

- Side Scan Sonar Edgetech 4125 a doppia frequenza 400/900 kHz per eseguire rilievi morfo-sedimentologici;
- Sistema di rilevamento e posizionamento GNSS *Trimble R8s* in modalità RTK e computer palmare avanzato per sistemi di rilievo GNSS *Trimble TSC3 controller*;
- Software dedicato e specifico per l'acquisizione dei sonogrammi del Side Scan Sonar Edgetech 4125, Edgetech DISCOVER;
- Software SeaView per l'elaborazione dei sonogrammi acquisiti tramite Side Scan Sonar in formato .xtf e .jsf.

Il Side Scan Sonar a doppia frequenza 400/900 kHz, ha un'ampiezza orizzontale del fascio pari a 0.28° a 900 kHz ed una risoluzione trasversale pari a 1.0 cm a 900 kHz. L'elaborazione successiva dei sonogrammi tramite software specialistici ha permesso la composizione di un mosaico di immagini aventi una risoluzione di qualche cm/pixel e conseguentemente la restituzione di una mappa morfo-sedimentologica del fondale indagato.

#### **2.4. Svolgimento del rilievo bati-stratigrafico**

Ai fini di eseguire il rilievo stratigrafico è stato utilizzato il Sub Bottom Profiler (SBP) Innomar SES2000 Compact, secondo il piano di lavoro predisposto, questo strumento permetterà di effettuare indagini ad altissima risoluzione (3.5 a 15 kHz) permettendo di mostrare i diversi contenuti della morfologia del fondale investigato, come le unità stratigrafiche, i lineamenti tettonici e morfologici, le facies sedimentarie e la presenza di oggetti sul fondale e nel sottofondo marino.

Si tratta di un sistema adatto per indagini shallow water e caratterizzato da un'accuratezza nelle misure compatibile con gli standard IHO (International Hydrographic Office). Ai fini di ottenere una georeferenziazione dei profili sismoacustici direttamente durante la fase di acquisizione, il laptop è stato collegato ad un rover di un sistema GNSS *Trimble R8s* che in modalità RTK inviava le stringhe NMEA di posizione GGA. In questo modo Tutto il rilievo è stato effettuato utilizzando il sistema di riferimento internazionale WGS84 UTM 33 N.

Nel corso della campagna di indagine è stato effettuato il rilievo morfologico circostante l'area in oggetto di interesse nei luoghi ove è stata possibile la navigazione del natante, nelle profondità comprese tra 4 m e 30 m circa. Sono stati acquisiti 31 profili sub bottom ortogonali e paralleli (**Fig.17**), cercando di mantenere tra loro una distanza di circa 10m, alle opere preesistenti e alle zone circostanti ai fini di individuare eventuali interferenze delle strutture, dei fondali e della presenza di target. I software d'immagazzinamento, Seswin e PDS 2000, dei dati digitali sismo-stratigrafici hanno permesso di interfacciare tutti i sistemi salvando i dati in un unico data file, il quale è stato successivamente sottoposto ad elaborazioni.

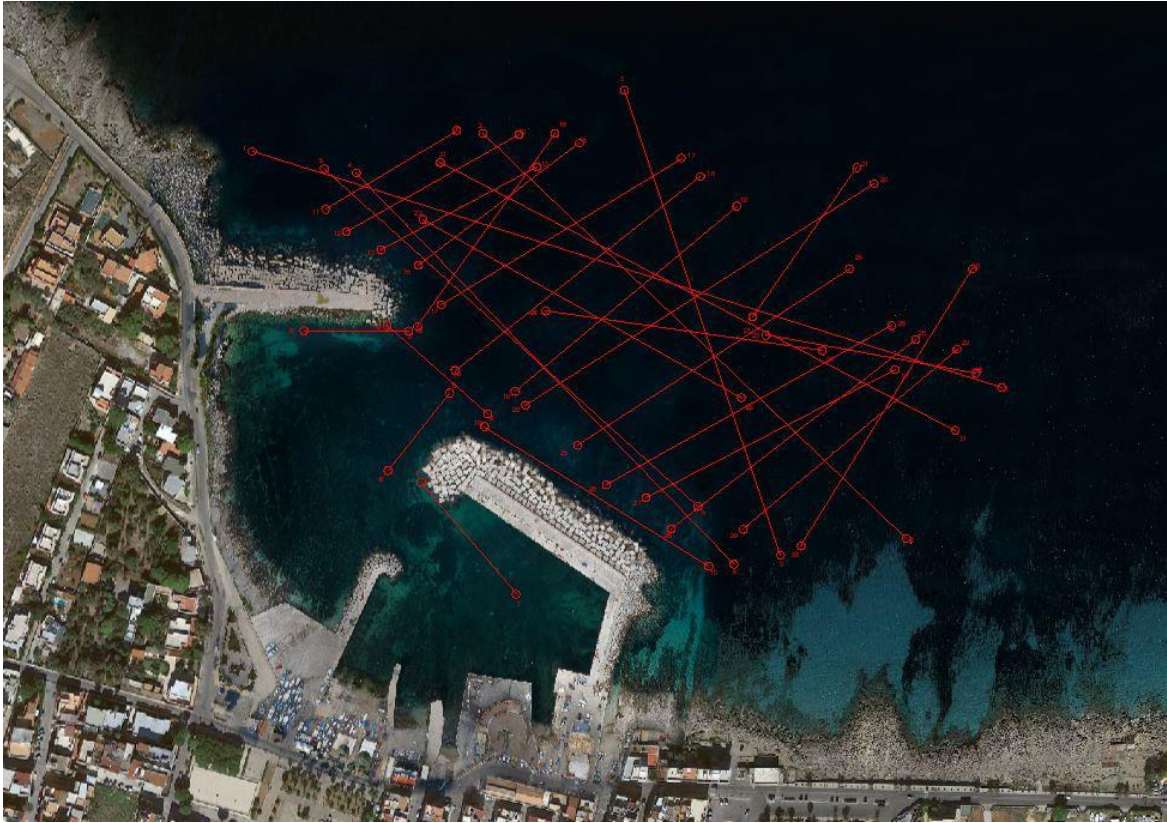


Figura 17- Linee di navigazione Sub Bottom Profiler

Le indagini acustiche sono tecniche di misura indiretta, che va a registrare in superficie gli echi provenienti dalla propagazione nel sottosuolo di un'onda acustica generata artificialmente. Gli echi registrati sono generati dal contrasto di impedenza acustica ( $R = \rho \times c$ , prodotto dalla velocità del suono per la densità del mezzo) all'interno del sottosuolo attraversato. Per cui il passaggio dell'onda nell'interfaccia, caratterizzata da un alto contrasto di densità andrà a produrre una riflessione che si intercetterà sulle registrazioni. Tale interfaccia viene definita "riflettore" ed in genere si riconduce a livelli stratigrafici presenti all'interno del complesso litologico e nonché all'interfaccia acqua fondale. Quindi misurando il tempo di arrivo dell'eco è possibile individuare la posizione di un'interfaccia nello spazio.

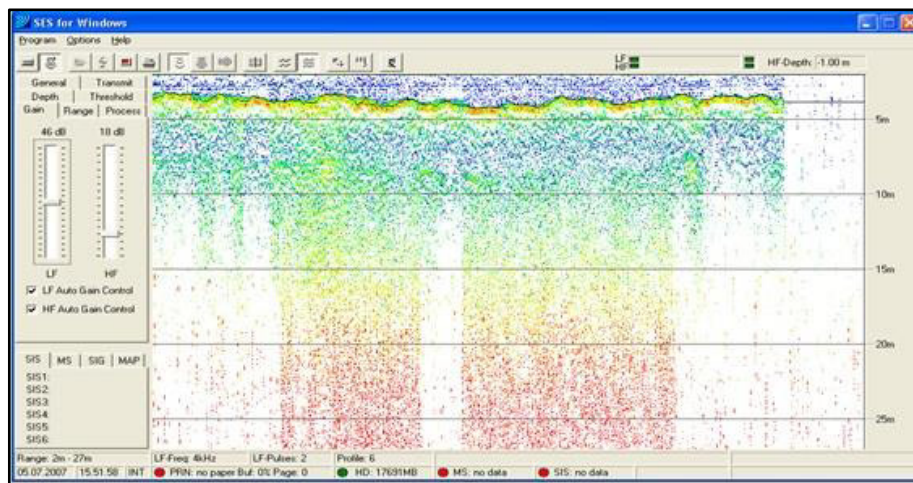
Per eseguire i rilievi stratigrafici, durante la campagna, sono stati utilizzati gli strumenti (**Figg. 18-19**) di seguito elencati:

- Sub Bottom Profiler multiparametrico digitale, SES 2000 Compact, Innomar;
- Software per l'acquisizione di profili sismoacustici Seswin, Innomar;
- Sistema di posizionamento RTK, R8s Trimble;
- Software per la navigazione PDS 2000, RESON.





*Figura 18-Sistema SES da sinistra verso destra sono raffigurati il LapTop, il processore e trasduttore.*



*Figura 19-Esempio di schermata in fase di acquisizione di SESWIN*

Nelle figure seguenti (**Figg. 20-21**) è presente lo schema generale delle interfacce degli strumenti e la pianta d'installazione della strumentazione.

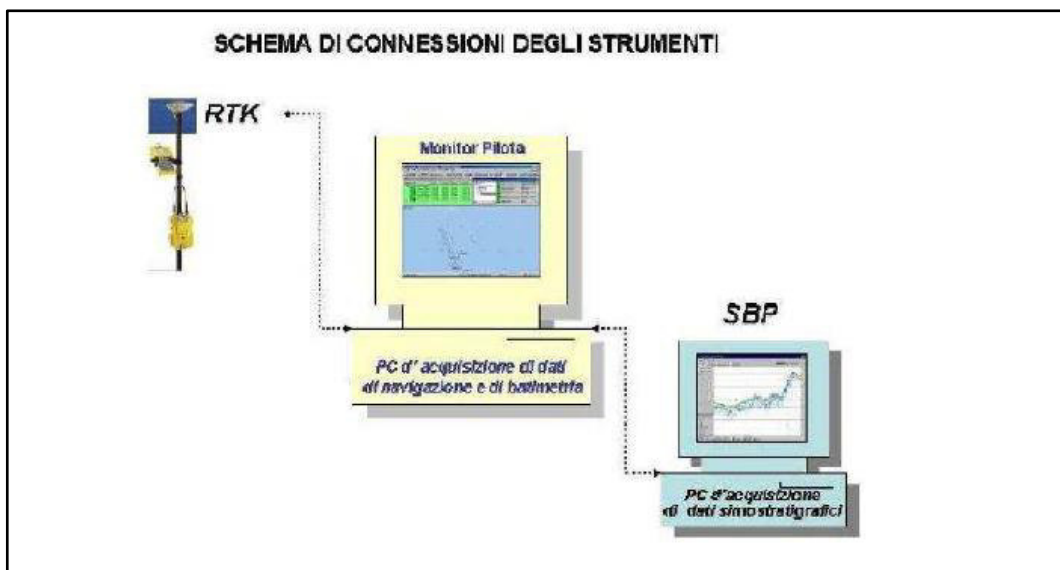


Figura 20-Schema di Connessione degli strumenti

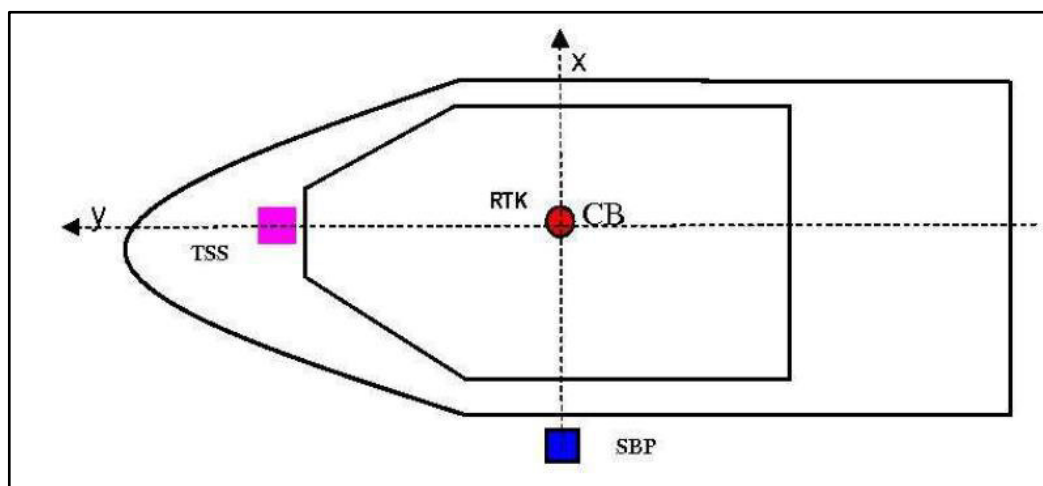


Figura 21-Posizione degli strumenti a bordo dell'imbarcazione utilizzata per i rilievi di SBP

## 2.5. Svolgimento del rilievo magnetometrico

Di seguito si descrivono le caratteristiche tecniche dello strumento e le fasi operative svolte per l'esecuzione del rilievo magnetometrico mediante l'utilizzo del magnetometro Geometrics G-882 (**Fig. 22**).



*Figura 22-Magnetometro Geometrics G-882*

Il magnetometro Geometrics G-882 è particolarmente adatto per il rilevamento e la mappatura di un qualsiasi oggetto ferroso che crea un'anomalia magnetica, anche di dimensioni ridotte come ad esempio fusti, ancore, cavi o catene. Il G-882 è un sistema compatto che si adatta bene sia per eseguire indagini in acque poco profonde con imbarcazioni di piccole dimensioni sia per indagini in acque più profonde, ed avvalendosi della tecnologia al Cesio, il G-882, permette di avere un'elevata precisione e una sensibilità di  $0.004 \text{ nT}/\pi\text{Hz}$ .

Il sistema Geometrics G-882 è stato collegato ad un rover di un sistema GNSS *Trimble R8s* che in modalità RTK inviava le stringhe NMEA di posizione GGA, in questo modo è stato possibile geo referenziare i profili magnetometrici direttamente durante la fase di acquisizione.

Lo strumento è composto da un trasmettitore con forma idrodinamica e che viene posto in acqua e trainato per mezzo di un cavo lungo 50 m. Il cavo è collegato ad un processore al quale è stato a sua volta collegato il rover di un sistema GNSS *Trimble R8s* ed un personal computer che riceve e registra tutti i dati raccolti.

Per l'esecuzione del rilievo magnetometrico sono stati utilizzati i seguenti software e strumenti:

- Magnetometro *Geometrics G-882*;
- Sistema di rilevamento e posizionamento GNSS *Trimble R8s* in modalità RTK e computer palmare avanzato per sistemi di rilievo GNSS *Trimble TSC3 controller*;
- Software di acquisizione e visualizzazione della posizione GPS e dei campi magnetici *MagLog*;
- Software di elaborazione in post processing dei dati acquisiti *MagMap*, *MagPick* e *Golden Surfer*.

L'elaborazione post processing dei dati acquisiti ha permesso quindi di evidenziare ogni picco di campo magnetico rilevato, per la presenza di oggetti ferrosi sul fondale indagato.

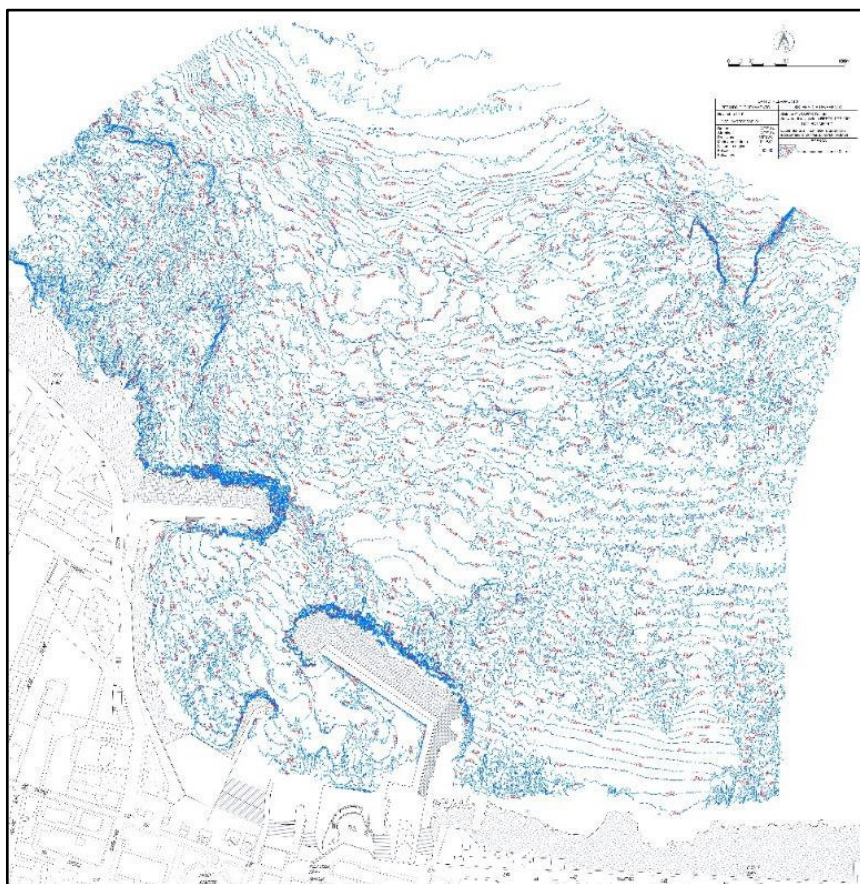
### 3. ELABORAZIONE DATI

#### 3.1. Rilievo morfo-batimetrico

L'elaborazione dei dati acquisiti con la strumentazione Multi-beam è stata eseguita tramite l'utilizzo del software Teledyne PDS2000. Nella fase di post-processing sono state inizialmente controllate le strisciate di calibrazione dalle quali è stato possibile ricavare quanti gradi di roll, pitch e yaw dovevano essere applicati a tutte le strisciate. Successivamente tutte le strisciate sono state dapprima controllate, ed eventualmente sono state editate per rimuovere gli spike di errore presenti e nel caso in cui fosse stato necessario sono stati applicati ulteriori filtri per ripulire il dato grezzo.

Nella fase successiva sono state prodotte cartografie di dettaglio con le batimetrie ed un modello digitale (DTM) dove è stato possibile evidenziare i tratti morfologici e batimetrici caratteristici della zona interessata.

Il rilievo morfo-batimetrico si è esteso per l'intero specchio acqueo interno al porto di Isola delle Femmine e nei fondali antistanti per una superficie totale di circa 35 ettari ed i dati batimetrici raccolti si trovano in un range compreso tra - 1,50 m fino alla isobata di - 37,00 m (*Fig. 23*).



*Figura 23-Batimetrie ottenute dal rilievo Multibeam*

### 3.2. Rilievo morfo-sedimentologico

I sonogrammi acquisiti con il Side Scan Sonar sono stati processati con il software SeaView, tramite il quale è stato possibile costruire un mosaico di immagini il cui risultato finale è un'unica immagine raster georeferenziata.

L'area che è stata indagata tramite Side Scan Sonar è di circa 12,6 ettari per un numero totale di 12 strisciate. Dall'interpretazione dei sonogrammi registrati ad alta frequenza è stato quindi possibile produrre una mappa morfologica dettagliata del fondale marino dell'area interessata dall'indagine.

La mappa mostra come in prossimità della costa il fondale è caratterizzato da un substrato duro e che solo in alcune zone sono presenti delle lenti sabbiose. Proseguendo verso il largo è presente una prateria di *Posidonia oceanica*, che in parte si estende nell'area interessata dalle opere in progetto.

La prateria di *Posidonia oceanica* presente nell'area d'interesse è stata oggetto di indagini e studi approfonditi dal Centro Interdipartimentale per lo Studio dell'Ecologia degli Ambienti Costieri (C.I.S.A.C.) dell'Università degli Studi di Palermo nel 2006. Inoltre, tali indagini hanno permesso di mappare e caratterizzare la morfologia dei fondali e quindi di definire uno studio delle biocenosi marine presenti nell'area interessata dalle opere in progetto. Lo scopo dei suddetti studi era quello di valutare la compatibilità ambientale delle opere in progetto con l'area marina protetta Capo Gallo – Isola delle Femmine istituita con D.M. del 24.07.2002 e con i SIC e ZPS presenti nell'area d'intervento.

Le indagini geofisiche espletate a novembre 2019 hanno avuto lo scopo di dare adempimento al parere della Soprintendenza del Mare reso in sede di approvazione del progetto definitivo e reiterato con nota n. 194 del 21.02.2019.

Le indagini eseguite con le strumentazioni acustiche descritte nel presente studio (ecoscandaglio Multi beam e Side Scan Sonar), e le successive elaborazioni hanno permesso di produrre mappe (**fig.24**) per descrivere la morfologia dei fondali nell'area interessata dalle opere in progetto tra le quali una mappa della prateria di *Posidonia oceanica* presente dalla quale si evince come la copertura della prateria di *P. oceanica* non risulta differente con i rilievi e studi eseguiti in precedenza nella stessa area.



Figura 24- Planimetria rilievo morfo-sedimentologico Side Scan Sonar

### 3.3. Rilievo bati-stratigrafico

Durante la fase di restituzione dei dati, è stato utilizzato il software ISE (editor interattivo di sedimenti stratificati) nelle fasi di postprocessing, interpretazione e digitalizzazione dei riflettori. È stato possibile, con un modulo di Signal Processing, effettuare correzioni sulla profondità dell'acqua, di interpolare le coordinate, di stabilire una soglia di rapporto segnale/rumore e più specificamente di agire direttamente sul segnale attraverso un Time Varied Gain (TVG) ad incremento logaritmico ed un algoritmo di riduzione del rumore. Per eliminare il rumore antropico sono stati adoperati filtri taglia basso.

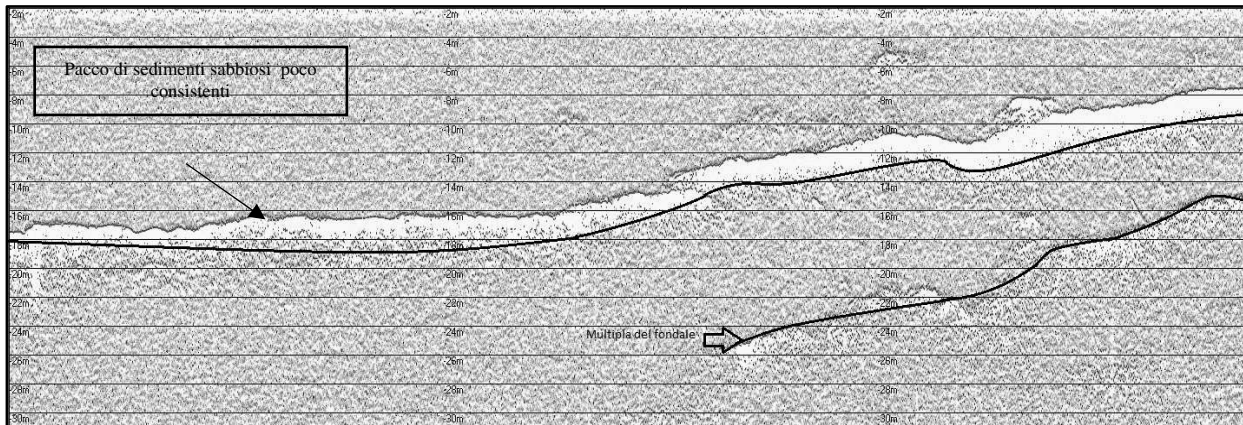
#### TRANSETTI RILEVATI

Schematizzando è stato possibile effettuare:

- un editing manuale delle linee di navigazione per evitare even
- eventuali problemi connessi a salti di posizione;
- l'estrazione della navigazione in formato ASCII, e la successiva fase di vettorializzazione delle linee digitalizzate tramite altri software;
- operazioni di signal processing, come guadagno, filtraggio del segnale;
- stacking delle tracce adiacenti;

- digitalizzare i riflettori;
- calcolo degli spessori;
- introdurre dati di corredo ai profili;
- dare una restituzione grafica ai profili di SBP in formato Jpeg.

I tracciati acustici sono stati rappresentati negli elaborati cartografici allegati (All.4)



*Figura 25-Profilo sismo-acustico ottenuto durante la campagna di indagine*

Le indagini effettuate hanno permesso di ricostruire la morfologia dei fondali dell'area interessata dal progetto, attraverso la metodologia indiretta precedentemente discussa.

È utile precisare che per l'interpretazione dei profili acustici si ammette che le superfici riflettenti si possano paragonare ai piani di strato, quindi, sono utili le tecniche di interpretazione della stratigrafia classica per quanto riguarda la geometria e gli ambienti deposizionali.

Da tale indagine è emerso che, sui quali si evidenziano tratti in cui è presenza Posidonia oceanica, la presenza cui nei profili acquisiti è rappresentata dal fatto che la penetrazione del segnale dove c'è la vegetazione è limitata. Nella zona portuale ed in quelle limitrofe non è stata rilevate alcuna presenza di target sul e sotto il fondale sabbioso degno di destare interesse ai fini progettuali.

### 3.4. Rilievo magnetometrico

L'indagine magnetometrica viene effettuata andando a misurare il campo magnetico terrestre in superficie ai fini di individuare eventuali anomalie magnetiche legate ad effetti prodotti da oggetti metallici.

Va precisato che l'intensità del Campo Magnetico Terrestre (c.m.t.) varia con la latitudine, da un minimo di circa 20000 nT all'Equatore a circa 70000 nT ai poli. Alle nostre latitudini, il c.m.t. ha un'intensità di circa 45000 nT.

I dati registrati dal magnetometro sono stati processati tramite i software MagMap2000, MagPick e Golden Surfer per la restituzione grafica (Fig.20). In totale sono state eseguite 29 strisciate parallele all'interno di un'area di circa 8 ettari e che comprende lo specchio acqueo interno e antistante il porto di Isola delle Femmine, con particolare riguardo ai fondali interessati dalle opere in progetto.

Dalle elaborazioni successive dei dati georeferenziati quindi è stato possibile creare una mappa cromatica (**fig.26**) con riferimento numerico ai valori di nT (nano Tesla) dove non si evidenzia alcuna anomalia magnetica rispetto al valore di riferimento del c.m.t. relativo a queste latitudini. Pertanto, è possibile accertare l'assenza di oggetti metallici.

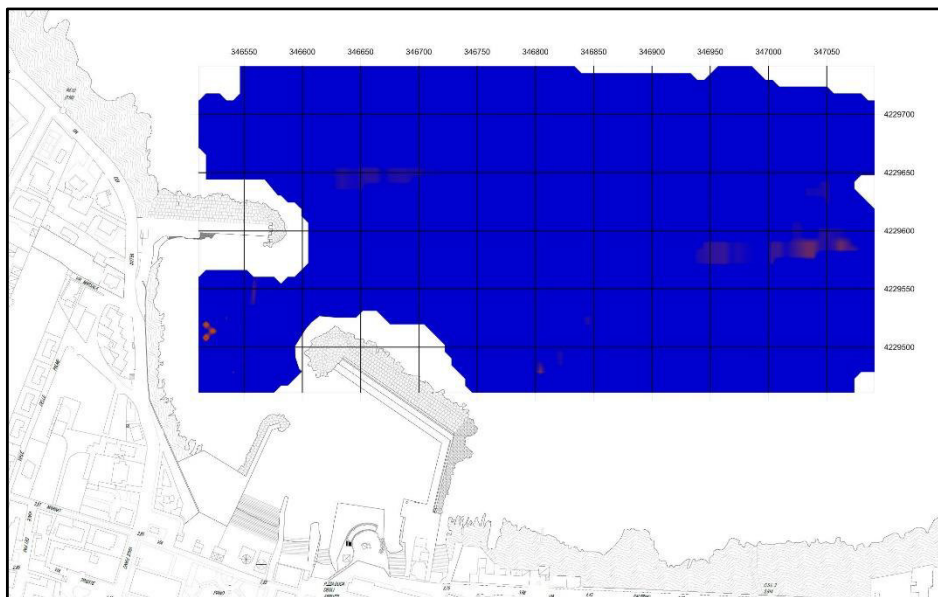


Figura 26-Planimetria rilievo magnetometrico.



#### 4. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE INDAGINI GEOFISICHE EFFETTUATE

Nell'area portuale di Isola delle Femmine sono state condotte indagini geofisiche del fondale utilizzando 4 metodi (tre acustici ed uno magnetometrico), finalizzati alla dettagliata caratterizzazione geo – bati- morfologica del fondale e del sottofondo interni ed esterni all'area portuale volta a rispondere alla richiesta della Soprintendenza del Mare di Palermo, che saranno interessati dalle nuove opere in progetto. Il rilievo magnetometrico ha indagato gli eventuali corpi metallici presenti in seno alle coperture sedimentarie.

La relazione, i grafici e le cartografie tematiche specificano le modalità di acquisizione dei dati nonché la relativa interpretazione e restituzione cartografica.

Le isobate sono state restituite in cartografia digitale (DTM) e sovrapposte alla cartografia di progetto (**All.2.1; All.2.2; All.2.3; All. 2.4**).

Tutti i rilievi sono stati guidati da un sistema di posizionamento, collegati a processori con sistema di riferimento geografico e coordinate metriche. Le rotte di acquisizione col metodo Side Scan Sonar sono state acquisite parallele in modo da sovrapporre i fasci acustici almeno del 30-50%.

L'area indagata corrisponde a quella di progetto ed alle fasce contigue, interne ed esterne al porto esistente, in un range di profondità del fondale fra -1,5 e -37 m.

Il rilievo morfo sedimentologico con Side Scan Sonar (con risoluzione massima di circa cm 1) ha consentito di redigere una carta morfo-sedimentologica e una delle biocenosi del fondale. Tale sistema di rilevamento è in grado di scansionare la rugosità del fondale, individuando superfici rocciose, ondulazioni, praterie di fanerogame, target). Il rilievo bati-stratigrafico tramite sub bottom profiler ha conseguito profili sismo-acustici per la restituzione morfo-stratigrafica del fondale, con identificazione di configurazioni geologiche (lineamenti strutturali, facies sedimentarie, target).

In particolare, dalla interpretazione degli spettri acustici è stata acquisita la batimetria di dettaglio, la morfologia e una densi-stratigrafia, ossia lo spessore e l'andamento delle coperture e del substrato, attraverso la caratterizzazione del grado di risposta all'onda indotta lungo l'interfaccia, ove presente, fra materiali a diversa densità correlabili con i dati litostratigrafici altrimenti acquisiti. In particolare, riferendosi agli allegati:

1. È stata prodotta una batimetria di dettaglio dell'area (Fig.22) con rappresentazione di fasce batimetriche cromatiche, per evidenziare l'andamento delle isobate. Si evidenzia così una scarpata che segue l'andamento planimetrico costiero, con una pendenza di circa 6° e un evidente addolcimento in corrispondenza dello specchio acqueo antistante l'attuale imboccatura del porto, per un'area di circa 200m x 100 m.

2. L'indagine morfo-sedimentologica ha individuato zone con copertura sedimentaria in coincidenza dell'area in cui il pendio presenta l'addolcimento evidenziato nella descrizione dei risultati dell'indagine batimetrica, e nel limite orientale dell'area rilevata. Il resto del fondale risulta di natura litoide, con piccoli insaccamenti di sedimento "soffice" o una leggera copertura sedimentaria più diffusa (con spessore comunque sempre fra i 50 e 120 cm). Viene inoltre rilevata la presenza di vegetazione sul fondale (riferibile alla presenza di Fanerogame individuate dallo studio sull'ecosistema marino), concentrata soprattutto nel settore nord-orientale dell'area rilevata. Si segnala inoltre la particolare morfologia individuata nel settore sud-orientale, a ridosso della banchina e della linea di costa. In quest'area la morfologia mostra una serie di strutture allungate ed allineate lungo l'asse Nord-Sud, riconducibili al sub-affioramento di testate di strato di una formazione calcarea in banchi (calcilutiti) rilevate lungo la scogliera emersa. Nelle incavature fra le testate dei banchi, si può notare la presenza di limitati depositi sabbiosi. Le caratteristiche geomorfologiche del fondale sono osservabili negli Allegati **2.5** e **3.1**.
  
3. L'indagine stratigrafica superficiale deriva dalla interpretazione incrociata dei profili del sub bottom profiler, per qualche metro al di sotto del fondale, con quelli morfo-batimetrici, consentendo di determinare lo spessore dei sedimenti presenti sul fondale. Gli spessori maggiori sono stati stimati presso l'imboccatura del porto (da 50cm ad un massimo di 150cm in alcune zone), mentre nelle altre aree precedentemente indicate nella descrizione della morfologia, gli spessori misurati tendono ad essere sempre inferiori al metro. Nell'**Allegato 4** sono riportati esempi di profilo stratigrafico acquisito nell'area di lavoro con il Sub Bottom Profiler.

## 5. CONCLUSIONI

Le indagini geofisiche di tipo acustico e magnetometrico effettuate all'interno e nell'area antistante il porto di Isola delle Femmine, hanno riguardato i fondali interessati dalle opere in progetto, al fine di acquisire ed aggiornare, con tecniche di maggiore dettaglio rispetto alle indagini espletate in fase di progetto definitivo, la morfo-stratigrafia del fondale, ossia accertare la presenza di particolari target ed archeologici per rispondere alle prescrizioni della Soprintendenza del Mare di Palermo.

La programmazione, l'esecuzione, la distribuzione spaziale e l'interpretazione delle indagini effettuate, ha conseguito dati coerenti con le indagini visive, con i rilievi geologici e le indagini geognostiche precedentemente svolte.

Le indagini svolte, sebbene di tipo indiretto, integrate con i risultati ottenuti dalle altre tipologie di indagini anzidette, sono state eseguite con lo scopo di ottenere risultati adatti a tracciare in dettaglio le condizioni fisiche del fondale e del sottofondo e selezionare eventuali tratti di particolare interesse per riscontrare eventuali target archeologici ai fini di escludere la possibilità della loro presenza. Infatti gli strumenti di indagine geofisica indiretta e le tecniche di acquisizione, localizzazione ed elaborazione consentono di estendere con massimo dettaglio (1 cm ca. per pixel) le verifiche per tutta l'area di interesse, estensivamente e non a campione.

Le indagini eseguite si sono avvalse di varie metodologie e tecniche geofisiche in modo da integrare fra di loro le diverse tipologie di dati su base fisico-cartografica, sia in planimetria che in sezione, ricostruendo un quadro il più possibile esaustivo e completo della realtà del fondale considerato, sia dal punto di vista fisico (morfologico, stratigrafico). In particolare è stata accertata la presenza e la distribuzione di affioramenti litoidi delle formazioni rilevate in superficie lungo la fascia costiera di pertinenza nonché attraverso i carotaggi eseguiti lungo i moli di sopraflutto e di sottoflutto.

Da ciò si evince che la costituzione del fondale è in assoluta prevalenza di tipo rocciosa lapidea con scarse, discontinue e sottili coperture sedimentarie soffici e mobili. Si tratta di sabbie uniformi in seno alle quali non si riscontrano corpi esotici di varia natura, né litica (assenza di riflettori) né metallica (assenza di anomalie magnetometriche).

Analogamente sul fondale roccioso suddetto non si riscontrano corpi giacenti (ascrivibili a target archeologici o altro) né è possibile che se ne riscontrino sotto. Ciò a causa della costituzione lapidea rocciosa compatta dei fondali e della uniformità e omogeneità della sottile copertura sabbiosa, laddove presente. Non si riscontrano asperità se non quelle delle testate degli strati rocciosi.

Le indagini geofisiche, grazie agli eterogenei sistemi utilizzati, hanno fornito dati chiari e coerenti fra di loro che hanno permesso di trarre le suddette conclusioni.

Per quanto riguarda il sedimento mobile, si tratta con tutta evidenza di una distribuzione a "chiazze" di tale sedimento, in particolare all'imbocco del porto, interpretata come attuale rilascio laminare del carico sospeso da parte del giuoco delle correnti e delle onde che incidono gli attuali moli portuali. Tali rilasci sono

coincidenti con brevi superfici di terrazzamento del fondale (evidenziate dall'andamento delle batimetriche), di origine strutturale.

Tali chiazze sono visibili chiaramente nei grafici allegati. La maggiore di tali chiazze (circa m 100x50) si ubica lungo la linea di prolungamento del molo di sopraflutto, quindi in corrispondenza del nuovo molo in progetto.

Lo studio in oggetto prevede anche una valutazione dell'interesse storico/archeologico delle zone interessate dal progetto e dell'incidenza che l'attuazione dello stesso potrebbe aver sul patrimonio storico e sul contesto ambientale circostante. Pertanto è stata eseguita una prospezione autoptica del fondale in immersione ARA lungo una prima rotta E-W sulla direttrice interessata dall'impianto della nuova diga di sottoflutto e lungo un'altra rotta SE-NW che ripercorre l'attuale braccio minore del porto, da tale analisi non sono emerse anomalie ed i depositi di spiaggia individuati sono risultati totalmente sterili dal punto vista archeologico. Pertanto, l'archeologa che ha effettuato tale rilievo ha espresso parere positivo sull'attuazione delle opere in progetto in quanto presenta un impatto sul patrimonio archeologico di GRADO MEDIO/BASSO.

Gli elaborati planimetrici allegati rispondono a fasi metodologiche di acquisizione dati e interpretative differenti ma univoche, a corroborarne la validità ed attendibilità.


## **6. ELENCO ELABORATI**

Dai rilievi e le elaborazioni effettuate sono stati prodotti i seguenti allegati:

- All. 1 – Relazione sulle indagini geofisiche;
- All.1.1 – Nota n.194 del 21.02.2019 della Soprintendenza del Mare di Palermo
- All.1.2 – Ordinanza Capitaneria di Porto di Palermo n.127/2019
- All.1.3 – Ordinanza Capitaneria di Porto di Palermo n.131/2019
- All. 2.1 – Planimetria rilievo morfo-batimetrico Multi-Beam;
- All. 2.2 – Planimetria rilievo morfo-batimetrico Multi-Beam con fotomosaico;
- All. 2.3 – Planimetria rilievo morfo-batimetrico Multi-beam con ortofoto;
- All. 2.4 – Planimetria rilievo morfo-batimetrico Multi-Beam con ortofoto e opere in progetto;
- All. 2.5 – Planimetria rilievo morfo-batimetrico;
- All. 3.1 – Planimetria rilievo morfo-sedimentologico con Side Scan Sonar;
- All. 3.2 – Planimetria rilievo morfo-sedimentologico Side Scan Sonar con opere in progetto;
- All. 4 – Profili Sub Bottom Profiler;
- All. 5 – Planimetria rilievo magnetometrico.
- All.6 – Carta delle biocenosi marine – Scala 1:1000

# 7. SCHEDE TECNICHE STRUMENTI UTILIZZATI

## 7.1.SCHEDA TECNICA MULTIBEAM NORBIT iWBMS<sub>e</sub>



DATA SHEET - PS-150006-11


### NORBIT - iWBMS<sub>e</sub>

## ENTRY-LEVEL TURNKEY MULTIBEAM SONAR SYSTEM

For Rapid Bathymetric Surveying in Protected Waters  
Introducing the all-new entry-level high-resolution curved-array bathymetric mapping system from NORBIT.

This all-in-one tightly integrated broadband multibeam turnkey solution offers high resolution bathymetry over a wide swath. The high-end sonar with globally leading GNSS/Inertial Navigation System (Applanix SurfMaster) embedded into the unit ensures fast and reliable mobilization and highest quality sounding for most conditions.

The iWBMS<sub>e</sub> is an ideal choice for protected waterway bathymetric surveys; it may be mobilized on any vessel of opportunity and offers streamlined operability and good performance to match budget and project requirements. Additionally, the kit provides industry's highest resolution multibeam side-scan and snippets for wide swath shallow water applications. The WBMS sonars are based on a state of the art analog and digital platform featuring powerful signal processing capabilities, offering roll stabilized bathymetry and several imagery and backscatter output. With broad R&D expertise NORBIT has developed, from the ground-up, exciting new technology that allows existing and new applications to benefit from the advantages offered by a compact wideband curved-array multibeam sonar.



#### Features

- ✓ Multibeam Sonar Tightly Integrated with State of the Art GNSS-aided Inertial Navigation System (Applanix SurfMaster)
- ✓ 80kHz Bandwidth
- ✓ Roll-stabilisation, Side-scan, Water Column, Backscatter, Snippets
- ✓ Simple Ethernet Interface
- ✓ Integrated Sound Velocity Probe
- ✓ Hydrodynamic Fairing
- ✓ Mounting Bracket Included
- ✓ FM & CW Processing
- ✓ Flexible Power Option
- ✓ Exceeds IHO *Special Order*, CHS *Exclusive Order* & USACE *New Work*

#### Applications

- ✓ Shallow Water Bathymetry
- ✓ Pipeline Surveys
- ✓ Pond, River and Estuary Surveys
- ✓ Harbor and Lake Surveys
- ✓ USV & UUV Ready
- ✓ High Resolution Multibeam-Sidescan

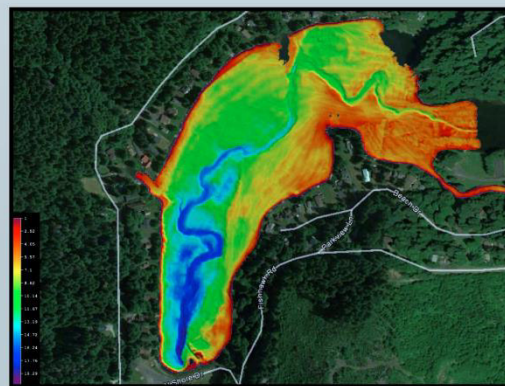
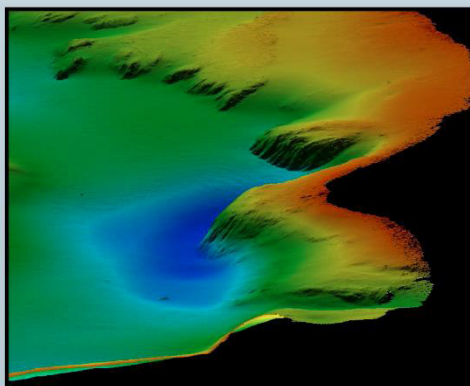
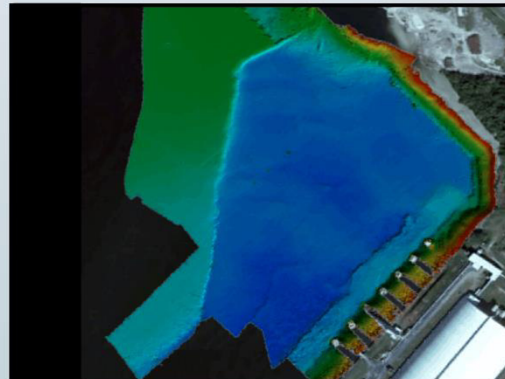
#### Options

- ✓ Senior Hydrographer for Support and Training
- ✓ Sound Velocity Profiler
- ✓ Recommended option: RTK or PPK software (also avail. as a service)
- ✓ 200kHz Version
- ✓ Turnkey Survey Solutions
- ✓ Hull and Pole Mount Options
- ✓ Narrow Beam Option
- ✓ Field Upgradeable IMU
- ✓ Acquisition, Navigation and Post Processing Software
- ✓ Can Be Delivered with e.g. HYPACK, QINSy, EIVA, CARIS and others

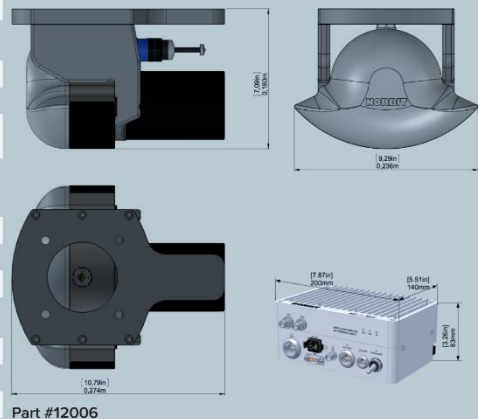
EXPERTS in sensor equipment providing telemetry and communication solutions for harsh environments.  
NORBIT develops and delivers innovative products - allowing you to explore more.

[www.norbit.com](http://www.norbit.com)

# NORBIT iWBMS<sub>e</sub> Wideband Multibeam Sonar For Turnkey High Resolution Bathymetry



TECHNICAL SPECIFICATION	
SWATH COVERAGE	5-210° FLEXILE SECTOR (SHALLOW WATER IHO SPECIAL ORDER >155°)
RANGE RESOLUTION	<10mm (ACOUSTIC w. 80kHz BANDWIDTH)
NUMBER OF BEAMS	256-512 EA & ED
OPERATING FREQUENCY	NOMINAL FREQUENCY 400kHz (FREQUENCY AGILITY 200-700kHz)
DEPTH RANGE	0.2-275m (160m TYPICAL @ 400kHz)
PING RATE	UP TO 60Hz, ADAPTIVE
RESOLUTION (ACROSS X ALONG)	STANDARD: 0.9° X 1.9° @400kHz AND 0.5° X 1.0° @700kHz. NARROW OPTION: 0.9° X 0.9° @400kHz AND 0.5° X 0.5° @700kHz
POSITION	HOR: ±(8mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION) VER: ±(15mm +1ppm X DISTANCE FROM RTK STATION) (ASSUMES 1m GNSS SEPARATION)
HEADING ACCURACY	0.08° (RTK) WITH 2m ANTENNA SEPARATION
PITCH/ROLL ACCURACY	0.03° INDEPENDENT OF ANTENNA SEPARATION
HEAVE ACCURACY	5cm or 5% (2cm RTK)
WEIGHT	6.5kg (AIR), 2.4kg (WATER) WITH BRACKET (LESS THAN 19KG WHEN PACKED IN PELICAN CASE)
INTERFACE	ETHERNET
CABLE LENGTH	STD 8m, OPTIONS: 25m, PIGTAIL, CUSTOM UP TO 50m
POWER CONSUMPTION	60W (75W MAX) (10-28VDC, 110-240VAC)
OPERATING TEMP.	-4°C TO +40°C (TOPSIDE -20°C TO +55°C)
STORAGE TEMP.	-20°C to +60°C
ENVIRONMENTAL	TOPSIDE: IP67- DUST TIGHT, PROTECTED AGAINST THE EFFECT OF IMMERSION UP TO 1m/WET-END: 100m



Part #12006

NORBIT SUBSEA | STIKLESTADVEIEN 11 | N-7041 TRONDHEIM | NORWAY | PHONE +47 73 98 25 50 | subsea@norbit.com  
 COPYRIGHT©2016 NORBIT, ALL RIGHTS RESERVED. WHILE EVERY EFFORT IS MADE TO ENSURE THE INFORMATION GIVEN IS ACCURATE, NORBIT DOES NOT ACCEPT LIABILITY FOR ANY ERRORS OR OMISSIONS, ALL WEIGHTS AND MEASURES ARE APPROXIMATE AND OTHER INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

## 7.2.SCHEDA TECNICA SIDE SCAN SONAR EDGETECH 4125



# 4125

## SIDE SCAN SONAR SYSTEM

### FEATURES

- Ultra high resolution images
- Lightweight for one person deployment
- Standard heading, pitch, roll & pressure sensors
- Choice of dual simultaneous frequencies
- Runs on AC or DC
- Pole mount option for shallow water use

### APPLICATIONS

- Hydrographic Surveys
- Geological Surveys
- Search & Recovery
- Channel/Clearance Surveys
- Bridge/Pier/Harbor Wall Inspection
- Hull Inspections



EdgeTech's 4125 Side Scan Sonar System was designed with both the Search & Recovery (SAR) and shallow water survey communities in mind. The 4125 utilizes EdgeTech's Full Spectrum® CHIRP technology, which provides higher resolution imagery at ranges up to 50% greater than non-CHIRP systems operating at the same frequency. This translates into more accurate results and faster surveys, thus cutting down on costs.

Two dual simultaneous frequency sets are available for the 4125 depending on the application. The 400/900 kHz set is the perfect tool for shallow water survey applications, providing an ideal combination of range and resolution. The 600/1600 kHz set is ideally suited for customers that require ultra high resolution imagery in order to detect very small targets (SAR).

The 4125 system can be powered by both AC and DC for added versatility and is delivered in portable rugged cases for ease of transport from site-to-site. As is standard with all of EdgeTech's towed side scan systems, the 4125 comes with a safety recovery system which will prevent the loss of a towfish if it becomes snagged on an obstacle during a survey.

A standard 4125 System comes with a rugged stainless steel towfish and a portable water resistant topside processor including a laptop computer (Optional: Splash Proof/Ruggedized Laptop). A 50 meter Kevlar tow cable is included as standard with customer-specified lengths also available. Multiple options are available such as a v-fin depressor, keel weight, pole mount and hull scan bracket for added versatility.



For more information please visit [EdgeTech.com](http://EdgeTech.com)

[info@EdgeTech.com](mailto:info@EdgeTech.com) | USA 1.508.291.0057



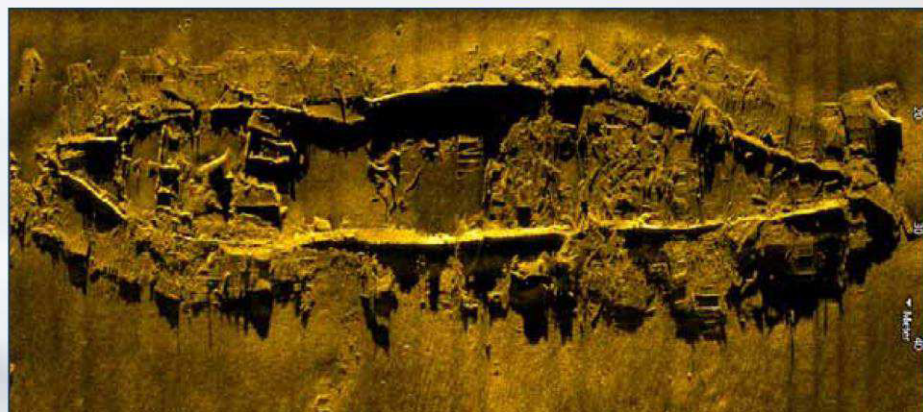


# 4125

## SIDE SCAN SONAR SYSTEM

### KEY SPECIFICATIONS

SONAR	
Frequencies (Dual Simultaneous)	Choice of either a 400/900 kHz or 600/1600 kHz towfish
Pulse Type	EdgeTech's Full Spectrum® CHIRP
Operating Range	150m @ 400 kHz, 75m @ 900 kHz; 120m @ 600 kHz, 35m @ 1600 kHz
Horizontal Beam Width	0.46° @ 400 kHz, 0.28° @ 900 kHz; 0.33° @ 600 kHz, 0.20° @ 1600 kHz
Vertical Beam Width	50°
Resolution Across Track	400 kHz: 2.3 cm, 900 kHz: 1.0 cm, 600 kHz: 1.5 cm, 1600 kHz: 0.6 cm
TOWFISH	
Diameter	9.5 cm (3.75 inches)
Length	112 cm (44 inches)
Weight in Air	20 kg (44 pounds)
Tow Cable Type	Coaxial up to 600m max length (will provide a typical operational depth down to 200m)
Max Depth Rating of Towfish	200m
Material	Stainless Steel
Standard Sensors	Heading, Pitch, Roll, Pressure (Depth)
TOPSIDE PROCESSOR	
Power Input	12-24 VDC or 115/230 VAC, 50/60 Hz
Connections	AC, DC, Ethernet (to laptop), Towfish
Hardware	Laptop Computer (Optional: Splash Proof/Ruggedized Laptop)
Operating System	Windows® 7
Acquisition Software	EdgeTech DISCOVER
SYSTEM OPTIONS	
	Keel weight, v-fin depressor wing, pole mount, quick change hull scan bracket




For more information please visit [EdgeTech.com](http://EdgeTech.com)

[info@EdgeTech.com](mailto:info@EdgeTech.com) | USA 1.508.291.0057

## 7.3.SCHEDA TECNICA SUB BOTTOM PROFILER INNOMAR SES 2000 COMPACT



Top-side unit





Screenshot of the operating software (left side 100 kHz, right side 6 kHz)

Transducer



► **Performance**

- water depth range: 0.5 – 400 m
- penetration: up to 40 m, depending on sediments
- layer resolution: up to 5 cm
- motion compensation: heave
- beam width @ 3dB:  $\pm 2^\circ$  / footprint < 7% of water depth for all frequencies

► **Transmitter**

- primary frequencies: approx. 100 kHz (band 85 – 115 kHz)
- secondary low frequencies: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 kHz (band 2 – 22 kHz)
- primary source level: > 238 dB/ $\mu$ Pa re 1 m
- pulse width: 0.07 – 1 ms
- pulse rate: up to 40/s
- multi-ping mode available
- pulse type: CW, Ricker

► **Acquisition**

- primary frequency (echo sounder, bottom track)
- secondary low frequency (sub-bottom data)
- sample rate 70 kHz @ 24 bit

► **System Components**

- transceiver unit 1/2 19 inch / 6 U (WHD: 0.30 m x 0.30 m x 0.40 m; 19 kg)
- transducer incl. 20 m cable (WHD: 0.34 m x 0.08 m x 0.26 m; 22 kg)
- system control: external PC/Notebook via Ethernet

# SES-2000 compact

## Parametric Sub-bottom Profiler

► **Software**

- SESWIN data acquisition software
- SES Convert SEG-Y/XTF data export
- SES NetView remote display
- ISE post-processing software (option)

► **Power Supply Requirements**

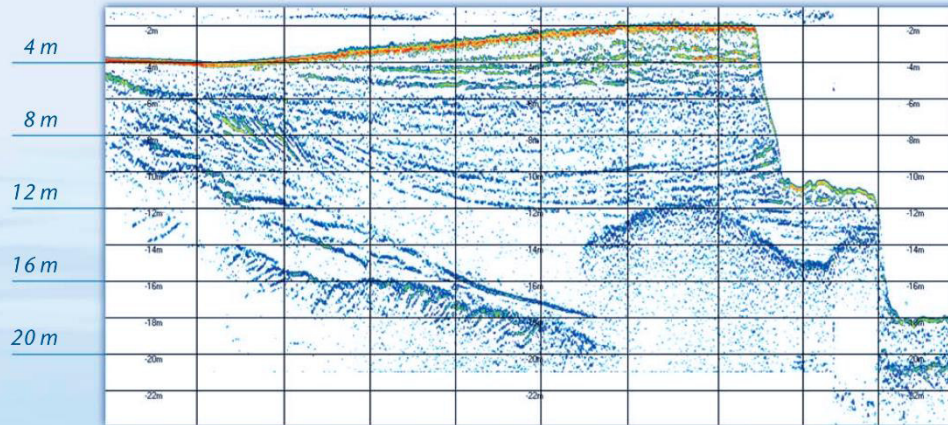
- 100 – 240 V AC / 50 – 60 Hz
- or 12 V DC or 24 V DC (option)
- power consumption: < 200 W



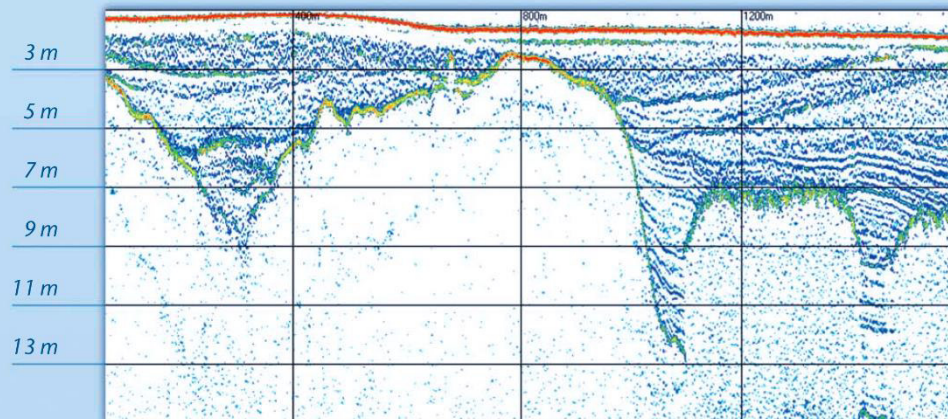


www.innomar.com

## Survey examples of SES-2000 compact



*Gulf of Trieste echo plot example – Frequency 8 kHz, pulse length 375  $\mu$ s, profile length 1000 m*



*Gambia River echo plot example – Frequency 10 kHz, pulse length 200  $\mu$ s, profile length 1600 m*

Innomar Technologie GmbH

Schutower Ringstraße 4  
D-18069 Rostock  
Phone (Fax) +49 381 44079-0 (-299)  
E-Mail [info@innomar.com](mailto:info@innomar.com)



[www.innomar.com](http://www.innomar.com)

## 7.4.SCHEDA TECNICA MAGNETOMETRO GEOMETRICS G-882

# G-882

## Cesium Marine Magnetometer

**GEOMETRICS**  
Innovation • Experience • Results



Geometrics' G-882 Marine Magnetometer is the leading marine system in the industry with over 1,000 systems sold! The G-882 is the only system that meets the standards for UXO clearance in the North Sea.

This very high-resolution Cesium vapor marine magnetometer is low in cost, small in size, and offers flexibility for professional surveys in shallow or deep water. Use your personal computer with our MagLog™ software to log, display and print GPS position and magnetic field data.

The system directly interfaces to all major side-scan manufacturers for tandem tow configurations. Being small and lightweight, it is easily deployed and operated by one person. But add several streamlined weight collars and the system can quickly weigh more than 100 lbs for deep-tow applications.

This marine magnetometer system is particularly well-suited for the detection and mapping of all sizes of ferrous objects. This includes anchors, chains, cables, pipelines, ballast stones and other scattered shipwreck debris, munitions of all sizes (UXO), aircraft, engines and any other object with a magnetic expression. The G-882 is also perfect for geological studies. Its high sensitivity and high sample rates are maintained for all applications.

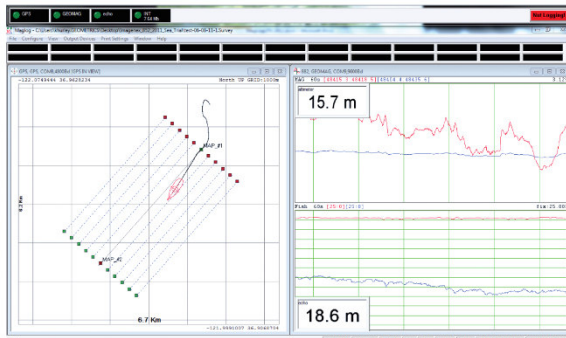
Objects as small as a 5-inch screwdriver are readily detected provided that the sensor is close to the seafloor and within practical detection range (refer to table on back).

### FEATURES & BENEFITS

- **Cesium Vapor High Performance** – Highest detection range and high probability of detecting all sized ferrous targets.
- **Streamlined Design for Tow Safety** – Low probability of fouling in fishing lines or rocks. Rugged fiber-wound fiberglass housing.
- **Sample at up to 20Hz** – Unparalleled data density while also covering larger areas per day.
- **Sensor can be Rotated for Optimal Signal** – Can be used worldwide.
- **Easy Portability and Handling** – No winch required. Built-in easy-carry handle. Operable by a single man; only 44 lb with 200 ft cable.
- **Combine Multiple Systems for Increased Coverage** – Internal CM-221 Mini-counter provides multi-sensor sync and data concatenation, allowing side-by-side coverage which maximizes detection of small targets and reduces noise.
- **Export Version Available** – Use anywhere in the world without need for an export license (except embargoed countries). See specifications.

**GEOMETRICS**  
Innovation • Experience • Results

# SPECIFICATIONS | G-882 Cesium Marine Magnetometer



MagLogLite™ Data Logging software is included with each magnetometer and allows recording and display of data and position with automatic anomaly detection. Additional software options include: MagLog Pro™, advanced logging software; MagMap™, a plotting and contouring package; and MagPick™ post-acquisition processing software.

## MAGNETOMETER / ELECTRONICS

**Operating Principle:** Self-oscillating split-beam Cesium vapor (non-radioactive).

**Operating Range:** 20,000 to 100,000 nT.

**Operating Zones:** The earth's field vector should be at an angle greater than 10° from the sensor's equator and greater than 6° away from the sensor's long axis. Automatic hemisphere switching.

**Noise:**  $<0.004 \text{ nT}/\sqrt{\text{Hz}}_{\text{rms}}$ , (SX (export) version:  $<0.02 \text{ nT}/\sqrt{\text{Hz}}_{\text{rms}}$ ).

**Max Sample Rate:** 20 Hz.

**Heading Error:**  $<1 \text{ nT}$  (over entire 360° spin).

**Output:** RS-232 at 1,200 to 19,200 Baud.

**Power:** 24 to 32 VDC, 0.75 A at power-on and 0.5 A thereafter.

## MECHANICAL

### Sensor Fish

DIA: 7 cm; L: 137 cm (2.75x54 in) (with fin assembly).  
Weight: 18 kg (40 lb).

Includes sensor and electronics and 1 main weight. Additional collar weights are 6.4 kg (14 lb) each; total of 5 capable.

### Tow Cable

DIA: 12 mm; L: 800 m (0.47 in x 2,625 ft).  
Weight: 7.7 kg (17 lb) with terminations.  
Break strength: 1,630 kg (3,600 lb)  
Bend diameter: 30 cm (12 in).

## Typical Detection Range for Common Objects

- |                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1. Ship: 1000 tons      | 0.5 to 1 nT at 800 ft (244 m)    |
| 2. Anchor: 20 tons      | 0.8 to 1.25 nT at 400 ft (120 m) |
| 3. Automobile           | 1 to 2 nT at 100 ft (30 m)       |
| 4. Light Aircraft       | 0.5 to 2 nT at 40 ft (12 m)      |
| 5. Pipeline (12 inch)   | 1 to 2 nT at 200 ft (60 m)       |
| 6. Pipeline (6 inch)    | 1 to 2 nT at 100 ft (30 m)       |
| 7. Iron: 100 kg         | 1 to 2 nT at 50 ft (15 m)        |
| 8. Iron: 100 lb         | 0.5 to 1 nT at 30 ft (9 m)       |
| 9. Iron: 10 lb          | 0.5 to 1 nT at 20 ft (6 m)       |
| 10. Iron: 1 lb          | 0.5 to 1 nT at 10 ft (3 m)       |
| 11. Screwdriver: 5-inch | 0.5 to 2 nT at 12 ft (4 m)       |
| 12. Bomb: 1000 lb       | 1 to 5 nT at 100 ft (30 m)       |
| 13. Bomb: 500 lb        | 0.5 to 5 nT at 50 ft (16 m)      |
| 14. Grenade             | 0.5 to 2 nT at 10 ft (3 m)       |
| 15. Shell: 20 mm        | 0.5 to 2 nT at 5 ft (1.8 m)      |

## ENVIRONMENTAL

**Operating Temperature:** -35°C to +50°C (-30°F to +122°F).

**Storage Temperature:** -45°C to +70°C (-48°F to +158°F).

**Altitude:** 9,000 m (30,000 ft).

**Depth:** 4,000 psi (2,730 m; 8956 ft).

**Water Tight:** O-Ring sealed for up to 4,000 psi depth operation.

## ACCESSORIES

**Standard:** Operation manual, shipping/storage container, ship kit with tools and hardware, power supply, MagLogLite™, MagMap™ and MagPick™ processing software, depth transducer, altimeter.

**Optional:** Steel tow cable to 6,000 m (19,600 ft) with telemetry, longitudinal or transverse gradiometer, plastic Pelican® case, MagLogPro™, collar weights.

Specifications subject to change without notice. G-882\_v1 (0118)



**GEOMETRICS INC.** 2190 Fortune Drive, San Jose, California 95131, USA  
Tel: 408-954-0522 • Fax: 408-954-0902 • Email: sales@geometrics.com

**GEOMETRICS EUROPE** 20 Eden Way, Pages Industrial Park, Leighton Buzzard LU7 4TZ, UK  
Tel: 44-1525-383438 • Fax: 44-1525-382200 • Email: chris@georentals.co.uk

**GEOMETRICS CHINA** Laurel Geophysical Instruments Limited  
8F, Building 1, Damei Plaza, 7 Qingnian Road, Chaoyang District, Beijing, 100025 China  
Tel: +86-10-85850099 • Fax: +86-10-85850991 • laurel@laurelgeophysics.com.cn