

REV	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO	APPROVATO
0	Emissione per revisione finale	15/01/04	CALDARA	CITTERIO
1	Revisione finale	20/01/04	CALDARA	CITTERIO

## Allegato D

# TERMINALE GNL ROSIGNANO SURVEY GEOFISICO MARINO

Il presente documento, considerato valido ai fini della fase di fattibilità del progetto, verrà riveduto e sviluppato in dettaglio durante la fase di sviluppo del progetto.

IDP	Data di consegna	Nome del File	Formato
<b>EDS004</b>	20.01.2004	Q520AGKC002.doc	Word97
<b>Controllo del documento GAS</b>			
Preparato da	Controllato da	Approvato da	
S. Melandri	F. Sanmarchi	G. Gasparini	

## INDICE

1	CONSIDERAZIONI GENERALI.....	3
1.1	Introduzione .....	3
1.2	Area Investigata .....	4
1.3	Personale.....	5
2	RISULTATI .....	6
2.1	Batimetria.....	6
2.2	Morfologia e Stratigrafia .....	8
2.3	Magnetometria.....	10
3	EQUIPAGGIAMENTO E PROCEDURE DI LAVORO .....	11
3.1	Posizionamento di Superficie DGPS.....	11
3.2	Sistema di Navigazione ed Acquisizione Dati Multibeam.....	12
3.3	Girobussola.....	12
3.4	Acquisizione dei Dati Multibeam .....	13
3.5	Multibeam Data Processing .....	14
3.6	Side Scan Sonar e Sub Bottom Profiler .....	15
3.7	Sparker .....	15
3.8	Magnetometro al Cesio .....	15
4	SPECIFICHE TECNICHE .....	16
4.1	Specifiche Tecniche della Strumentazione .....	16
4.2	Specifiche Tecniche del Mezzo Navale .....	17
5	ALLEGATI .....	18

Q520PLKC005: Carta Batimetrica

Scala 1:2500

Q520PLKC006: Carta Morfologica

Scala 1:2500

Q520PLKC007: Profilo Sismico Interpretato

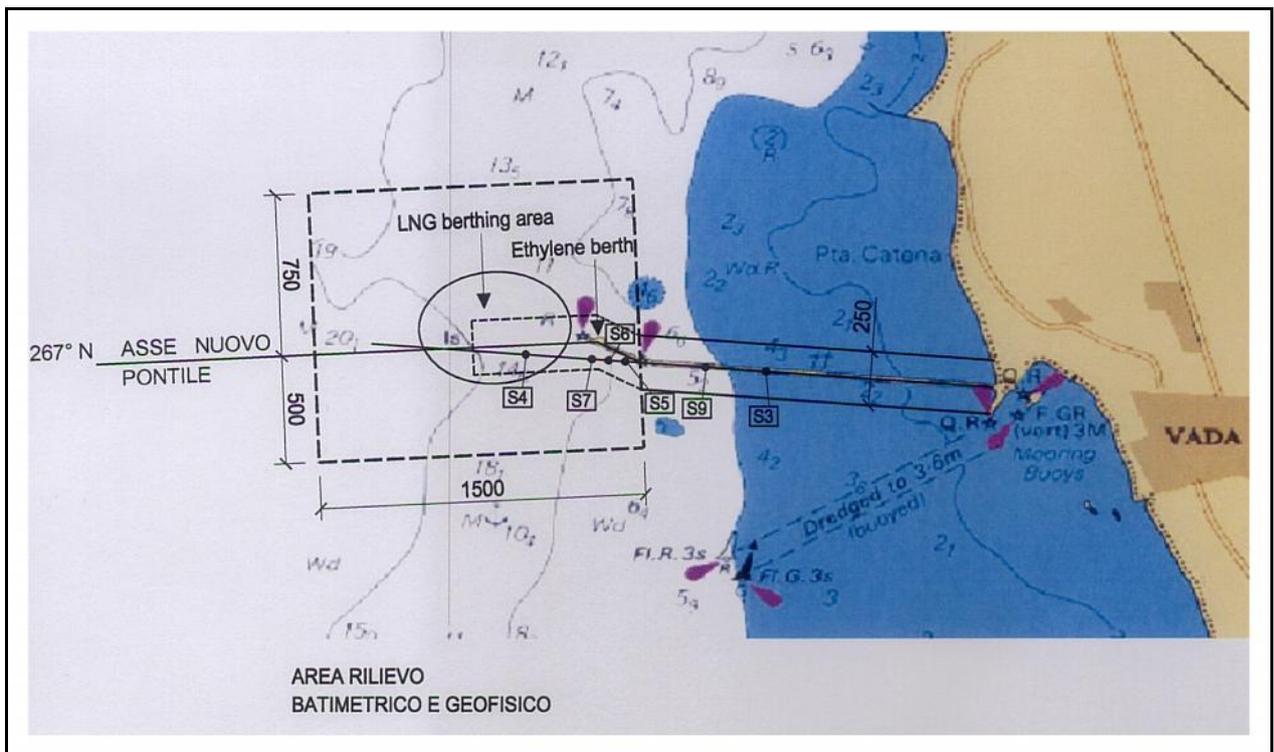
Scala orizzontale 1:2500

Scala verticale 1:250

## 1 CONSIDERAZIONI GENERALI

### 1.1 Introduzione

Nei giorni 14 e 15 Novembre 2003, la Società G.A.S. S.r.l. - Geological Assistance & Services di Bologna - è stata incaricata dalla Società EDISON INGE di eseguire una indagine geofisica marina costiera finalizzata alla caratterizzazione del fondale nell'area circostante l'esistente pontile dello stabilimento della Solvay Chimica Italia di Rosignano (Livorno) che sarà oggetto in futuro di un prolungamento per circa 300-400m. Il lavoro è stato eseguito in conformità alla specifica tecnica di EDISON INGE P030RGPC002 del 26/05/03.



**Figura 1.1 - Ubicazione dell'area**

L'indagine geofisica condotta ha avuto lo scopo di rilevare la batimetria del fondale, la morfologia dell'area, la presenza d'oggetti (sul fondo e nei primi strati di terreno) e di condotte esistenti che possono essere d'intralcio alle future operazioni di prolungamento del pontile esistente.

Il lavoro ha compreso l'acquisizione dei seguenti dati:

- Posizionamento GPS differenziale
- Rilievo geofisico con:
  - Side Scan Sonar
  - Sub Bottom Profiler
  - Sparker
  - Magnetometro al Cesio

I dati di navigazione e geofisici sono stati successivamente elaborati nei nostri uffici di Bologna; i risultati sono mostrati in questa relazione.

### 1.2 Area Investigata

La seguente Fig. 1.2 mostra l'area coperta da rilievo multibeam e le linee effettuate con magnetometro, SSS, SBP e Sparker.

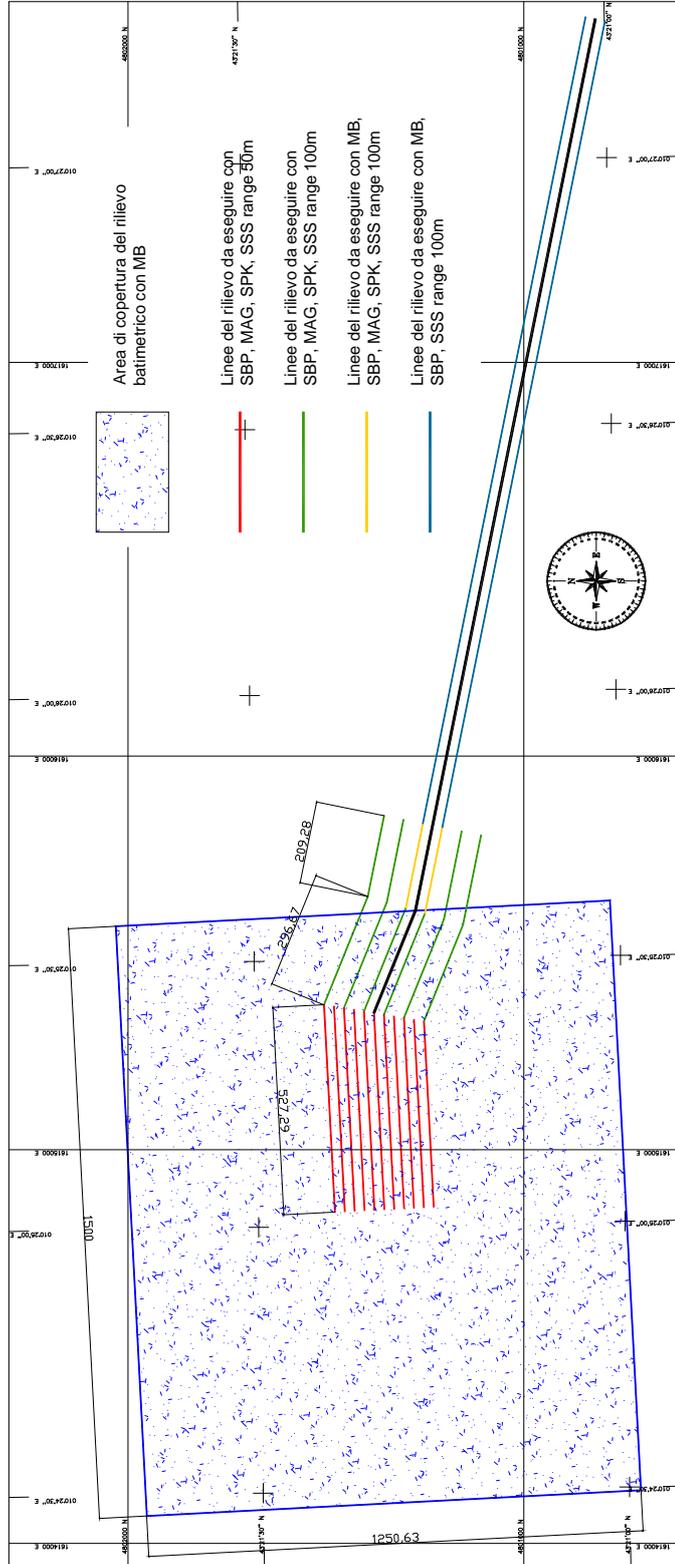


Figura 1.2 – Area investigata (disegno non in scala)

### 1.3 Personale

Project Manager	G. GASPARINI
-----------------	--------------

#### Personale a bordo

Capo Missione	I. GAVAGNI
Tecnici	I. GAVAGNI M. NANNIZZI
Rappresentante EDISON	M. CALDARA

#### Personale a Terra

Interpretazione, elaborazione e restituzione dati	S. MELANDRI F. SANMARCHI F. ZUCCHINI
Responsabile di Progetto	I. GAVAGNI
Controllo di Qualità	F. ZUCCHINI

## 2 RISULTATI

Nell'esposizione dei risultati si utilizzano coordinate riferite al seguente Datum:

Ellissoide Internazionale - Orientamento Monte Mario (1940)

Proiezione Gauss-Boaga: Falso Est	1500000m
Falso Nord	0
Meridiano centrale	9°00'00"E
Fattore di riduzione	0.9996

### 2.1 Batimetria

L'indagine batimetrica con multibeam ha consentito di produrre un modello digitale del terreno con cella di 5 metri di lato dal quale è stata elaborata una carta batimetrica (Allegato Q520PLKC005 in scala 1:2500) con isobate spaziate di 50cm.

Il fondale nell'area investigata è irregolare e si approfondisce verso Ovest; le profondità minime e massime registrate nell'area sono rispettivamente 3.0m e 30.5m.

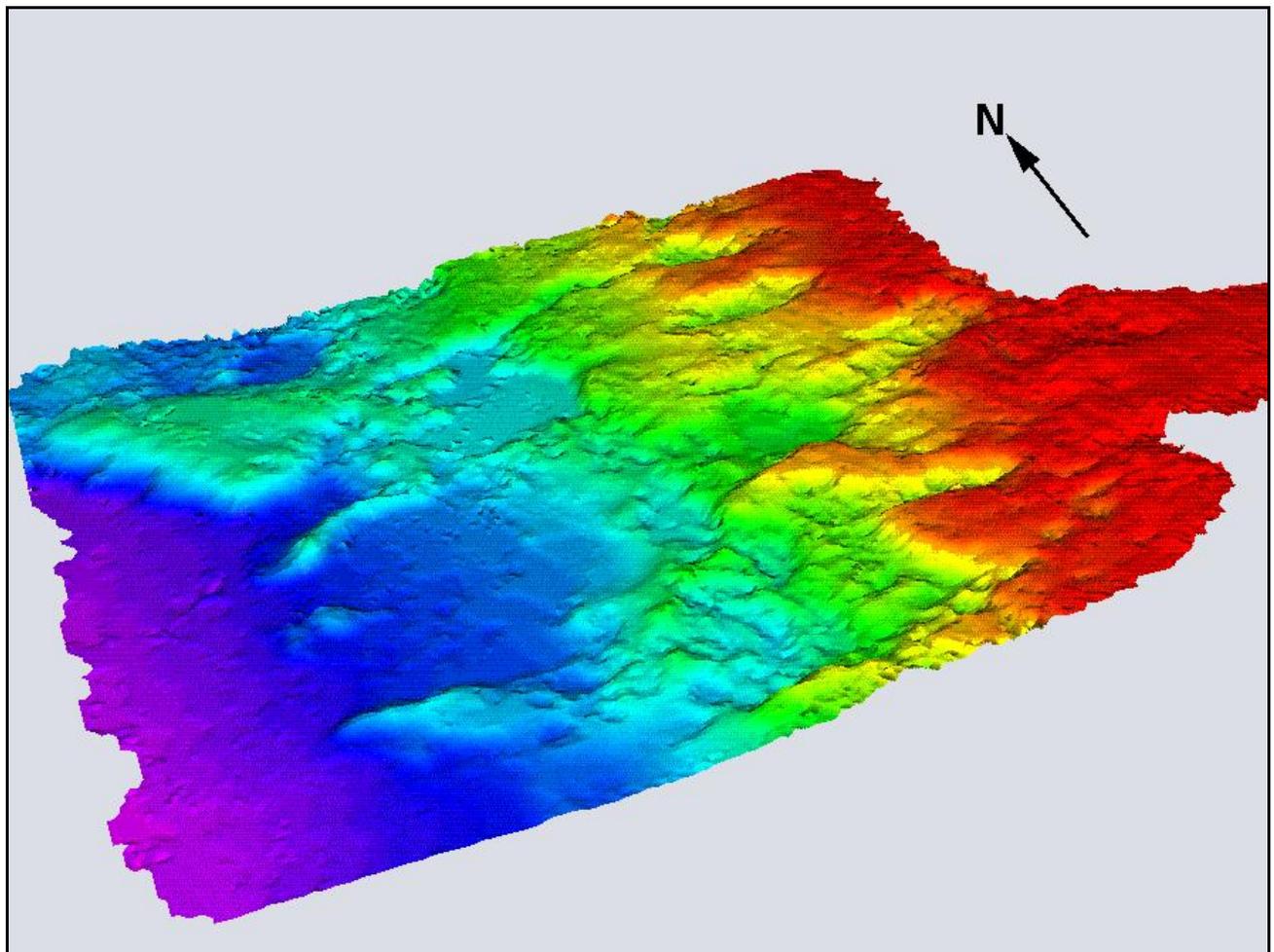
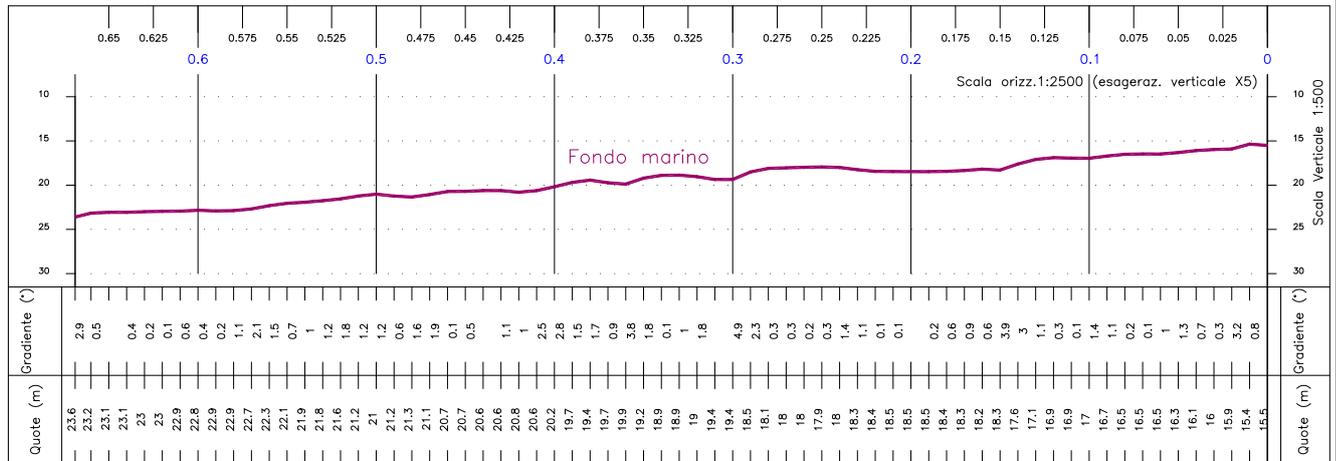


Fig. 2.1a – Rappresentazione 3D dell'area indagata con multibeam (esagerazione verticale 5X)

Il fondale è molto irregolare sia nelle vicinanze del pontile sia nelle area circostanti, ed è caratterizzato da numerose depressioni e creste di materiale prevalentemente indurito con sottile copertura sabbiosa. Le creste hanno orientazione E-O ed emergono dal fondale circostante di circa 1-3m.

All'incirca dall'isobata 25m procedendo verso ovest il fondale è privo di particolari irregolarità e si approfondisce gentilmente con gradienti  $<2^\circ$ .

Lungo il tracciato della futura estensione del pontile il fondo marino si approfondisce regolarmente con valori batimetrici da 15.5m a 23.6m e gradienti  $<5^\circ$ , come mostrato nella seguente figura 2.1b.



**Fig. 2.1b – Profilo batimetrico lungo l'asse della futura estensione del pontile  
 (esagerazione verticale 5X)**

## 2.2 Morfologia e Stratigrafia

L'interpretazione dei record Side Scan Sonar nell'area indagata è rappresentata in Allegato Q520PLKC006 alla scala 1:2500.

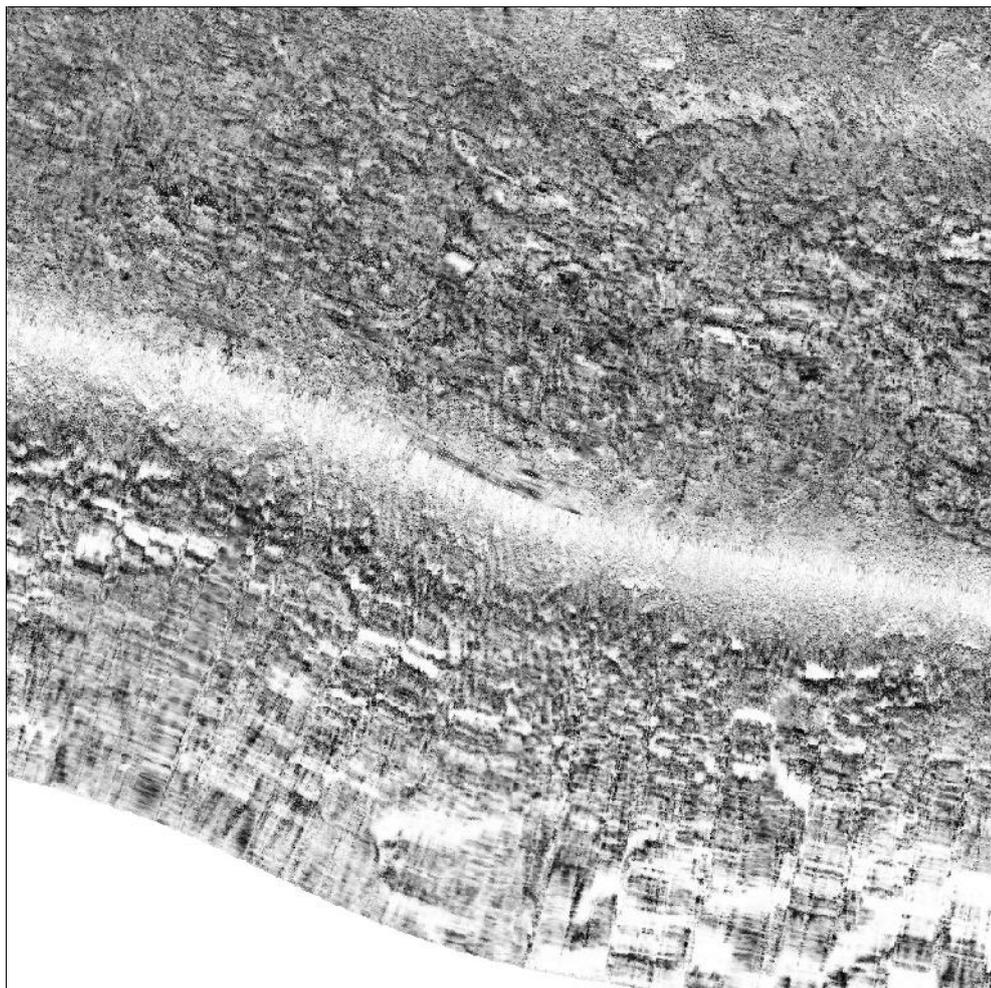
Procedendo da est verso ovest lungo ed attorno al pontile esistente, l'analisi dei record SSS ha evidenziato la presenza di un fondale prevalentemente indurito, a media riflettività acustica ed irregolare, caratterizzato da numerose creste: le più rilevate sono state mappate nell'allegato cartografico.

La parte terminale del pontile esistente è caratterizzata da materiale indurito con una sottile copertura sabbiosa, copertura che diventa più spessa nel settore occidentale dell'area investigata dove si alterna a chiazze irregolari di sedimenti fini e matte morte di Posidonia oceanica. Grazie ai risultati dei sondaggi di un precedente rilievo il materiale indurito può essere considerato come ghiaie e sabbie parzialmente cementate. I sedimenti fini sono caratterizzati a loro volta da una bassa riflettività acustica, come mostrate nei seguenti esempi di record. Tali sedimenti fini sono riconducibili a silt e argille.

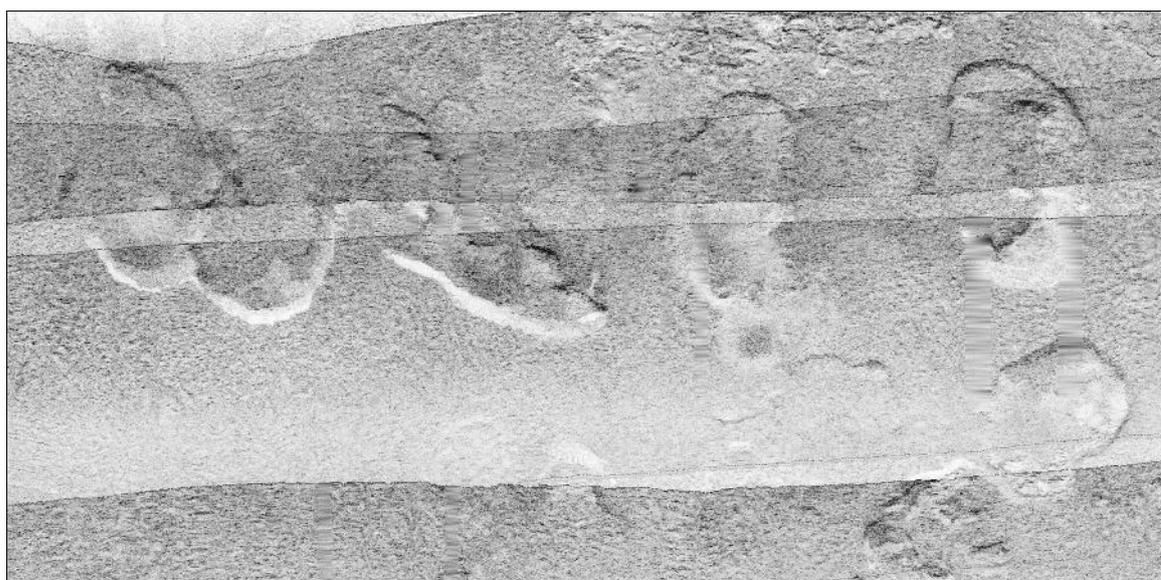
Alcuni solchi legati all'attività di ancoraggi sono stati rilevati e mappati prevalentemente nella porzione occidentale dell'area investigata, dove termina il pontile esistente.



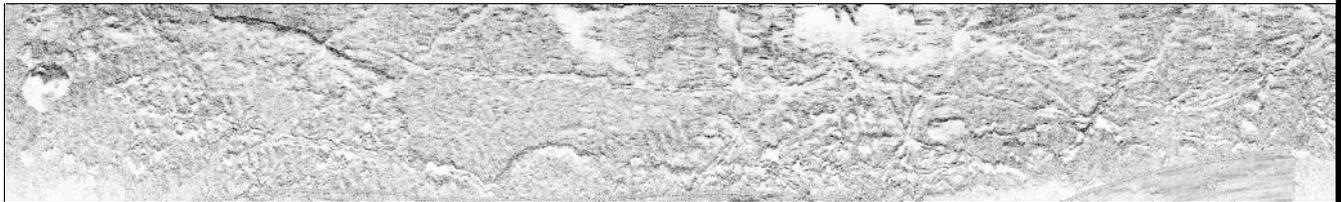
**Fig. 2.2a – Esempio di registrazione SSS: sedimenti fini (silt e argilla)**



**Fig. 2.2b – Esempio di registrazione SSS: fondo indurito (ghiaia e sabbia parzialmente cementate)**



**Fig. 2.2c – Esempio di registrazione SSS: matte morte e sabbia**



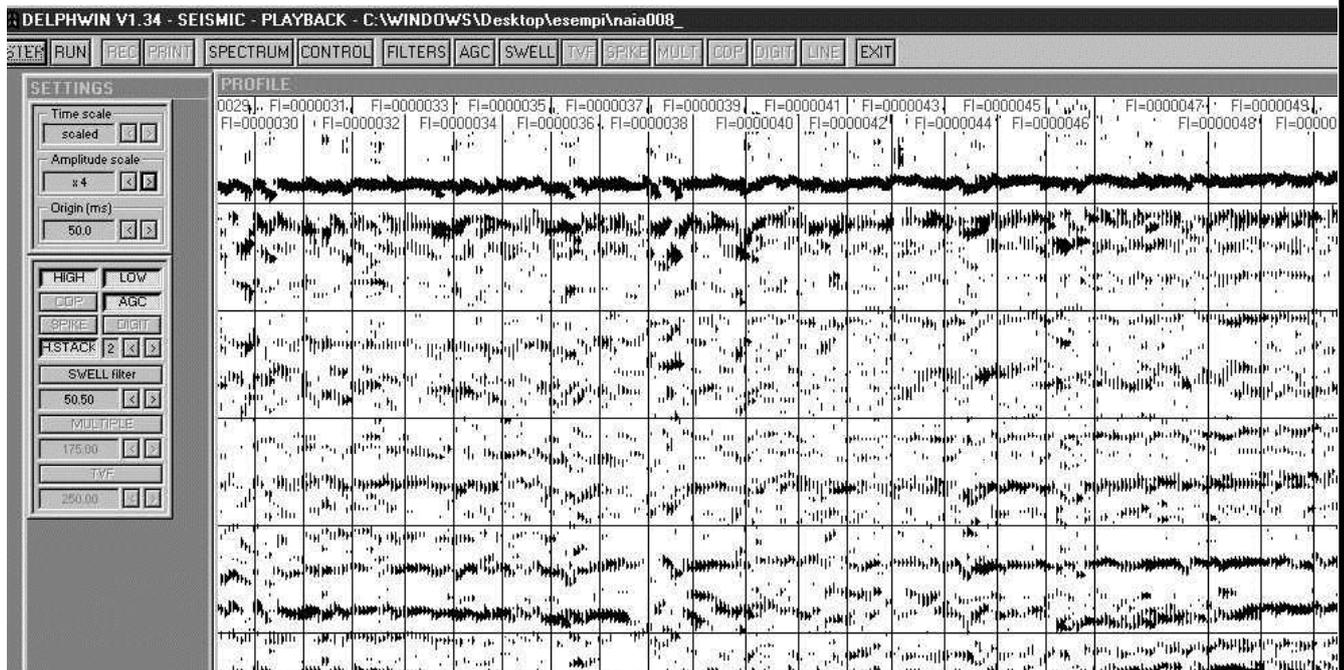
**Fig. 2.2d – Esempio di registrazione SSS: solchi e creste di materiale indurito**

Sub bottom profiler e sparker hanno entrambi evidenziato una scarsa penetrazione del segnale sismico imputabile principalmente ad un fondo e sottofondo di tipo sabbioso/consolidato.

I dati di SBP e Sparker sono stati integrati con i sondaggi di un precedente rilievo che hanno permesso di identificare alcuni riflettori come limiti stratigrafici. Questi dati sono stati riportati nel profilo in Allegato Q520PLKC007. In generale si distinguono tre principali litologie: conglomerati e sabbie parzialmente cementati, argille e sabbie. Il corpo ghiaioso tende a chiudersi a circa 150m dalla fine del pontile esistente e continua come riflettore superficiale estremamente debole e discontinuo. Questo corpo arenaceo-conglomeratico ha uno spessore massimo di 9m al di sotto del sondaggio S9.

Inoltre si individua al di sotto di questo un corpo argilloso il cui spessore aumenta verso mare. All'interno di questo corpo si individuano alcuni riflettori di debole intensità e continuità.

Al di sotto delle argille si individua un corpo sabbioso che tende a chiudersi verso ovest.



**Fig. 2.2e – Esempio di registrazione SPK**

### 2.3 Magnetometria

Il rilievo magnetometrico non ha evidenziato anomalie magnetiche nella porzione esterna dell'area indagata, mentre nelle vicinanze del pontile eventuali anomalie magnetiche dovute alla presenza di target o di oggetti sepolti sono mascherate dalla risposta magnetica molto forte dovuta alla presenza del pontile stesso.

### 3 EQUIPAGGIAMENTO E PROCEDURE DI LAVORO

#### 3.1 Posizionamento di Superficie DGPS

Il posizionamento superficiale è stato garantito tramite il sistema DGPS per tutta la durata del rilievo.

Un'antenna GPS RTK Trimble fornisce la posizione della nave e la correzione differenziale tramite input in un ricevitore GPS Trimble.

Una stringa NMea (GGA, VTG, ZDA) esce dal ricevitore Trimble ed entra in uno splitter seriale che moltiplica gli output inviando la stringa NMea a:

- Computer di navigazione
- Girobussola Octans
- MB Reson

##### 3.1.1 Dati Geodetici e Datum Shift

###### Dati Geodetici

Sferoide	Internazionale
Proiezione	GAUSS-BOAGA
Datum	Monte Mario
Meridiano Centrale	9° E
Falso Est	1.500.000
Falso Nord	0
Fattore di Riduzione	0.9996

Datum shift (da WGS84 a Roma Monte Mario 1940)

Rx	-0.163"
Ry	-2.896"
Rz	1.288"
Tx	74.32
Ty	80.28
Tz	-21.84
K	25.09

### 3.2 Sistema di Navigazione ed Acquisizione Dati Multibeam

L'acquisizione dei dati è stata gestita tramite il sistema di navigazione che consiste in:

- P.C. Olidata Pentium 166
- Interfaccia periferica Four Ports COMPAQ
- Interfaccia periferica Eight Ports DIGIBOARD
- Software di navigazione ed acquisizione dati multibeam Thales PDS2000

Il computer di navigazione riceve ed invia stringhe seriali specifiche per tutti gli strumenti interessati:

COMPUTER DI NAVIGAZIONE	
INPUT	OUTPUT
NMea GGA, VTG, ZDA dallo splitter seriale	Posizione al multibeam
Valore di Bearing dalla girobussola	Stringa seriale al registratore Klein
Valore di profondità dal multibeam (beam centrale)	Stringa seriale al registratore Delph (monotraccia)

Il software PDS 2000 gestisce sia i dati relativi alla navigazione sia quelli acquisiti dal multibeam. I dati registrati sono organizzati in log file relativi alla configurazione del mezzo navale, a data e ora, ai dati grezzi acquisiti dal sistema multibeam.

I dati di navigazione vengono trasformati in file ascii seguendo le procedure del QA/QC Manual e preparati per il software di elaborazione in ambiente CAD.

### 3.3 Girobussola

La Ixsea Octans è il risultato di una combinazione unica tra una girobussola graduata e un sensore di movimento completo. Fornisce in uscita i dati di Roll, Pitch, Surge, Sway, Heave, Speed, Acceleration e True heading.

Le principali caratteristiche di questo sistema sono:

- Connessioni complete a fibre ottiche
- Sistema antishock
- Tempo di stabilizzazione di circa 3 minuti
- Possibilità di esportare i dati in tutti i principali formati standard

Grazie alle caratteristiche sopra elencate, questo sistema è particolarmente indicato per lavori 12/24 ore e ovunque sia necessario impiegare più tempo per la mobilitazione.

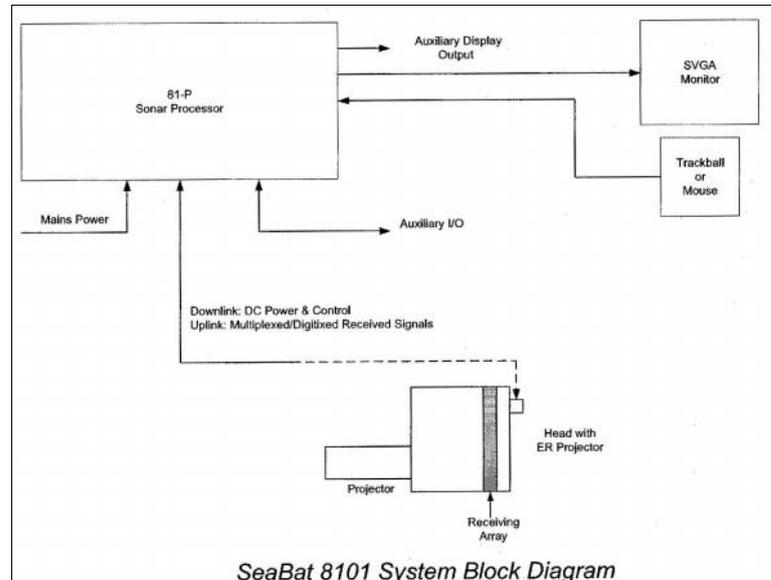
La tabella sottostante mostra le connessioni di entrata ed uscita dalla girobussola.

Ixsea Octans	
INPUT	OUTPUT
-	Stringa seriale al computer di navigazione
-	Stringa seriale al MB

### 3.4 Acquisizione dei Dati Multibeam

I dati batimetrici sono stati acquisiti in continuo utilizzando il sistema multibeam Reson 8101. Tale sistema è composto da due parti principali: un'unità ricetrasmittente (81-p Sonar Processor) e un'unità di controllo acquisizione (PDS2000).

L'unità ricetrasmittente è connessa al trasduttore come mostrato nella figura seguente



L'unità ricetrasmittente esegue le seguenti funzioni principali e applica filtri hardware:

- Amplificazione e guadagno del segnale
- Ping Rate
- MB Range
- Angolo di copertura
- Maximum and minimum range filter
- Maximum and minimum depth filter

Nel primo stadio i dati vengono immagazzinati come valori di range e di bearing, senza compensazione per il movimento della nave, e non ancora riferiti ad alcun datum.

I dati vengono successivamente trasferiti tramite un cavo seriale al sistema di controllo acquisizione PDS2000 che esegue le seguenti operazioni:

- Controllo di qualità e immagazzinamento dei dati GPS
- Controllo di qualità e immagazzinamento dei dati di girobussola
- Controllo di qualità e immagazzinamento dei dati MRU
- Controllo di qualità e immagazzinamento dei dati di sonda di velocità
- Controllo di qualità e immagazzinamento dei dati grezzi del MB

I dati sono corretti in base al profilo di velocità del suono nella colonna d'acqua, al movimento della nave, all'heading e sono riferiti al datum di progetto. Le correzioni di marea possono essere effettuate sia durante questo stadio che in fase di processing. Vengono inoltre applicati filtri di qualità per eliminare il rumore indesiderato.

I profili di velocità vengono eseguiti, prima di cominciare le operazioni di calibrazione, in differenti posizioni per mezzo di una sonda capace di leggere direttamente la velocità del suono e la temperatura in acqua. La massima profondità che la sonda può raggiungere è di 1000m. I dati vengono registrati in file ACSII separati da virgole, e direttamente trasferiti nel PC di controllo acquisizione PDS2000.

Nell'area sono state eseguite alcune linee di calibrazione allo scopo di determinare le correzioni di *time*, *pitch* e *roll* da apportare durante il rilievo stesso o in fase di processing.

Il software di acquisizione PDS2000 adotta moduli speciali allo scopo di eseguire le calibrazioni sopra citate. Tale sistema presenta la possibilità di trovare automaticamente i migliori valori di correzione all'interno di un intervallo scelto dall'operatore.

### 3.5 Multibeam Data Processing

I dati batimetrici acquisiti dal sistema Multibeam Reson 8101 sono stati successivamente elaborati nei nostri uffici di Bologna con la Workstation di analisi dati, attraverso la seguente sequenza di eventi:

- PDS2000 processing
- C-FLOOR processing
- Importazione/Esportazione dei dati batimetrici nel database
- Carteggio con Autocad2000

Il software di processing PDS2000 permette di identificare correggere ed eliminare eventuali errori derivati dall'acquisizione.

Le principali procedure applicate dal PDS2000 in fase di processing sono *il Data replay* ed *il Grid Model Editor*

- **Data replay** permette di ripetere l'operazione di acquisizione applicando una vasta gamma di filtri quali *beam rejected*, *beam quality*, *range*, *depth interval*, *slope*, *statistic*, *etc*

In particolare per il rilievo in oggetto sono stati applicati i seguenti filtri:

*Beam rejected*: elimina tutti i *beam* statisticamente non validi

*Beam quality*: accetta i *beam* che presentano una buona colinearità

*Range filter*: elimina i dati al di fuori di un certo intervallo di profondità.

Durante questa fase è possibile applicare, dove necessario, profili di velocità differenti rispetto a quelli utilizzati durante l'acquisizione.

- **Grid model editor** permette di creare ed eventualmente elaborare il DTM. La dimensione della cella è funzione della densità dei dati e su ogni singola cella si possono applicare manualmente i parametri di correzione statistica.

Lo scopo del PDS2000 è di elaborare i dati mantenendone l'affidabilità e prestando particolare attenzione a tutti gli oggetti eventualmente presenti sul fondale marino.

I files xyz derivanti dal PDS2000 sono utilizzati come dati di input per realizzare il modello digitale del terreno in CFLOOR. Questo software permette di ottenere le curve batimetriche che sono successivamente immagazzinate in un database e quindi disegnate con AUTOCAD 2000.

### **3.6 Side Scan Sonar e Sub Bottom Profiler**

La morfologia del fondale è stata investigata con il Side Scan Sonar KLEIN System 3000.

Il sistema KLEIN fornisce dati side scan sonar ad alta risoluzione con più ampie capacità di spazzata. Il sistema si compone di:

- Trasduttore Side Scan Sonar 100-500 KHz;
- Sistema di registrazione dei dati digitali KLEIN 3000 integrated workstation;
- Cavo in kevlar coassiale.
- drive exabyte 8mm;

Il Sub Bottom Profiler (SBP) BENTHOS Chirp II operante a 2-7 kHz è stato utilizzato per determinare la profondità e la struttura degli orizzonti stratigrafici dei primi metri di sedimenti (fino a circa 10-15m).

La tecnologia Chirp utilizza trasmissioni acustiche FM lineari generate digitalmente con lo scopo di restituire immagini ad alta risoluzione del fondo marino e dei riflettori sottostanti. Generalmente un'alta frequenza è inevitabilmente associata con un aumento nella risoluzione ed una diminuzione della penetrazione del segnale: la tecnologia Chirp riduce questa discrepanza tra la penetrazione del segnale e la risoluzione del dato acquisito.

### **3.7 Sparker**

Durante il rilievo è stata condotta un'indagine ad altissima risoluzione utilizzando lo Sparker CSP 1000 – Applied Acoustic Engineering.

Lo Sparker CSP 1000 si compone come segue:

Sorgente d'energia CSP 1000 Sparker

Ministreamer – 10 idrofoni

L'acquisizione e l'elaborazione dei dati è stata effettuata utilizzando il software Elics Delph 2.

### **3.8 Magnetometro al Cesio**

Per evidenziare la presenza di eventuali ostacoli metallici è stata eseguita una indagine magnetometrica utilizzando un magnetometro al Cesio modello Geometrics G-881.

## **4 SPECIFICHE TECNICHE**

### **4.1 Specifiche Tecniche della Strumentazione**

Nelle pagine seguenti sono riportate le schede relative alla strumentazione utilizzata durante il rilievo.

- Trimble 7400 RTK DGPS (Posizionamento di Superficie)
- Thales PDS2000 Navigation and Multibeam Acquisition Software (sistema di navigazione ed acquisizione dati multibeam)
- Octans iXSEA (girobussola)
- Multibeam Reson 8101 240kHz (multibeam)
- Klein 3000 (side scan sonar)
- Benthos Chirp II (sub bottom profiler)
- Geometrics G-881 Caesium magnetometer (magnetometro)
- Applied Acoustic Sparker
- Mninistreamer
- Elics Delph 2 software di acquisizione ed elaborazioni dati sismici

#### 4.2 Specifiche Tecniche del Mezzo Navale

##### M/B MUSDEA

BANDIERA	Italiana
ABILITAZIONE	Servizi speciali ad uso privato
ANNO DI COSTRUZIONE	1984
LUNGHEZZA F.T.	15.97 m
LARGHEZZA	4.50 m
STAZZA LORDA	33.80 t
MOTORE	220 Hp Aifo
PERSONE TRASPORTABILI	11
VELOCITA'	9.5 Nodi
COMANDI	Interni e Flying Bridge

## 5 ALLEGATI

Q520PLKC005: Carta Batimetrica

Scala 1:2500

Q520PLKC006: Carta Morfologica

Scala 1:2500

Q520PLKC007: Profilo Sismico Interpretato

Scala orizzontale 1:2500

Scala verticale 1:250