

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero

Sede

CNR Napoli

Rapporto Tecnico

C/O Carg06_02

8 Giugno – 4 Luglio 2006

Tonielli R., Di Martino G., Innangi S., Scotto di Vettimo P.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero

Sede

CNR Napoli

Rapporto Tecnico

C/O Carg06_02

8 Giugno – 4 Luglio 2006

Tonielli R., Di Martino G., Innangi S., Scotto di Vettimo P.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Rapporto tecnico Campagna Oceanografica Carg06_02

Renato Tonielli, Gabriella Di Martino, Sara Innangi, Paolo Scotto di Vettimo

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – sede CNR Napoli

1. Introduzione

Nell'ambito della Convenzione tra la Regione Campania e l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (I.A.M.C.) inserita nell'accordo quadro per la realizzazione della nuova Cartografia Geologica, è stata effettuata una campagna oceanografica nel periodo 8 giugno – 4 luglio 2006.

I dati ottenuti si vanno ad aggiungere al dataset già acquisito per completare la batimetria e la mosaicatura side scan della costa campana fino ai 200 metri di profondità.

I rilievi sono stati effettuati in settori prescelti nei golfi di Napoli, Salerno e Policastro.

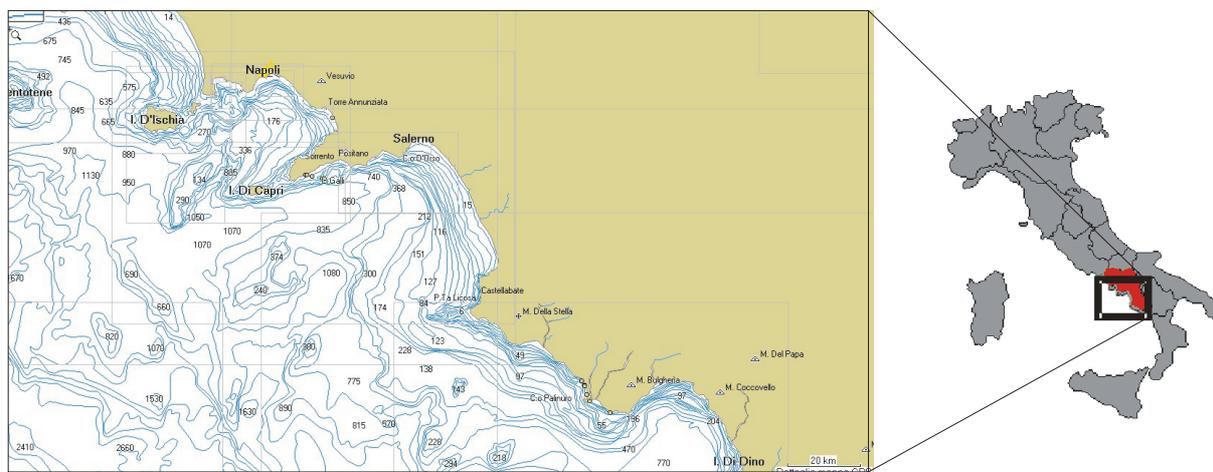


Fig. 1 - Area di lavoro

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

La campagna è stata organizzata dal Dott. Tonielli ed è stata suddivisa in tre leg di una settimana circa ciascuno: le operazioni di imbarco e installazione della strumentazione si sono svolte nel Porto di Napoli, mentre gli sbarchi intermedi sono stati effettuati nel Porto di Salerno.

Partecipanti Campagna Carg06_02

I Leg (9 – 15 Giugno 2006)	
Sara Innangi	Capomissione IAMC – CNR – Napoli
Paolo Scotto di Vettimo	Operatore Side scan sonar IAMC – CNR – Napoli
Fabio Gentile	Studente Università Parthenope di Napoli
Giuseppe Agrillo	Studente Università Parthenope di Napoli
Massimo Di Stefano	Studente Università Parthenope di Napoli
Ferdinando Lo Casto	Studente Università Parthenope di Napoli
II Leg (16 – 22 Giugno 2006)	
Gabriella Di Martino	Capomissione IAMC – CNR – Napoli
Paolo Scotto di Vettimo	Operatore Side scan sonar IAMC – CNR – Napoli
Francesco Caruso	Studente Università Federico II Napoli
Alessandro Minopoli	Studente Università Federico II Napoli
Rita Viscardi	Studente Università Parthenope di Napoli
Francesca Russo	Studente Università Parthenope di Napoli
Mirko Petitto	
III Leg (23 Giugno – 4 Luglio 2006)	
Renato Tonielli	Capomissione IAMC – CNR – Napoli
Paolo Scotto di Vettimo	Operatore Side scan sonar IAMC – CNR – Napoli
Fabio Gentile	Studente Università Parthenope di Napoli
Massimo Di Stefano	Studente Università Parthenope di Napoli
Marianna Sorrento	Studente Università Parthenope di Napoli
Francesco Perrella	Studente Università Parthenope di Napoli

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

2. Strumentazione e nave

La campagna è stata effettuata con la N/O Thetis in dotazione all'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero. La nave è dotata di un sistema di posizionamento differenziale LandStar a 12 canali che fornisce una precisione sub-metrica; per questa campagna è stato inoltre montato un secondo ricevitore GPS Trimble con precisione metrica, che, ottenendo le correzioni differenziali dal Landstar, raggiungeva la stessa precisione.

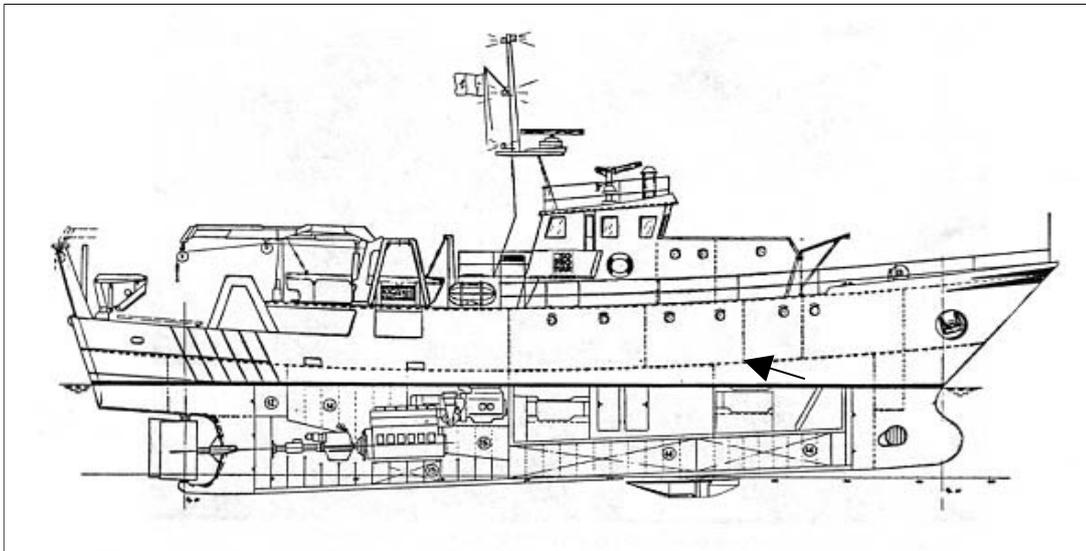


Fig. 2 - La Nave Oceanografica Thetis con Reson Seabat 8111 installato a chiglia

Caratteristiche N/O Thetis	
Lunghezza F.T.	31,56 m
Lunghezza tra le perpendicolari	23,95 m
Larghezza costruzione	7,00 m
Immersione media	3,65 m
Potenza apparato motore	1013 CV (745 KW)
Velocità di crociera	10 nodi
Tonnellate stazza lorda	199,46 T
Dislocamento P.C.	287,77 M/T
Classe	100A. 1. 1. Nav. s. st.
Matricola	n. 1554 comp. di Napoli

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli



Fig. 3- Ricevitore Gps differenziale LandStar e ricevitore Gps Trimble

I movimenti della nave sono calcolati dal sensore di movimento TSS-DMS02-05 e dalla girobussola Meridian Surveyor, che forniscono Roll, Heave, Pitch e compass riferiti al punto baricentrale della nave e calcolati dal software di acquisizione per il Multibeam.

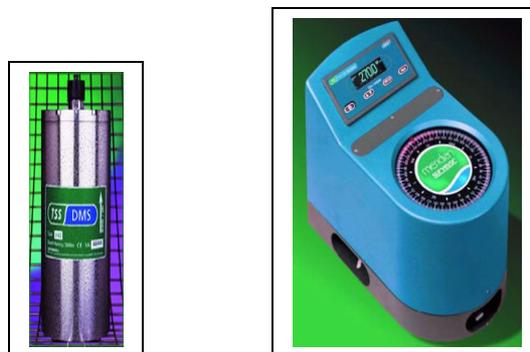


Fig. 4 - Sensore di movimento e Girobussola

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

3. *Multibeam, Side Scan Sonar e sonde*

La N/o Thetis è dotata di un Multibeam Seabat 8111r della Reson il cui trasduttore, montato a scafo, è composto da un array cilindrico di trasmettitori e da un array lineare di ricevitori.

Lo strumento ha una profondità operativa di 1000 m, utilizza impulsi con una frequenza di 100kHz ed emette un fascio composto da 102 beam con un'apertura angolare di 150° (75° per lato) nella direzione perpendicolare alla nave.

In prossimità dei trasduttori è montata una sonda di velocità (SVP-C) che fornisce in tempo reale la velocità del suono necessaria per il processo del *beam steering*.

Il software di acquisizione richiede inoltre il profilo di velocità del suono nella colonna d'acqua per il calcolo esatto della profondità: a tale scopo ogni 6 – 8 ore è stato calato in mare il profilatore SVP20 della Navisound che registra i valori di velocità del suono e di temperatura ogni 50 centimetri (Di Martino et al., 2005).



Fig. 5 - Multibeam Seabat 8111

Caratteristiche Seabat 8111

Frequenza	100 kHz
Numero di beam	102
Larghezza beam	1.5°
Lunghezza dell'impulso	Variabile
Range di profondità	3 - 1200 metri
Dimensione idrofono	640 mm, 220°, 200 mm
Dimensioni del processore	177 x 483 x 434 mm

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Il side scan sonar utilizzato è un Klein 2000 con towfish digitale che lavora a doppia frequenza (100/500 kHz). I dati sono stati acquisiti con il software Isis della TritonElics con una risoluzione di 150 metri per canale; le linee di acquisizione sono state distanziate fra loro di 250 metri in modo da assicurare una sovrapposizione dei dati di 50 metri.

Il SeaBat8111 è dotato dell'opzione Side Scan Sonar, quindi nelle aree dove non era prevista l'acquisizione side scan mediante Klein2000, è stato comunque registrato con Isis il segnale di backscattering del multibeam.



Fig. 6 - Towfish Klein2000

4. Software di acquisizione

I dati batimetrici sono stati acquisiti con il programma PDS2000 della Reson B.V.

Il software risulta assai complesso perché in esso sono comprese funzionalità di navigazione, di acquisizione, di processing e di realizzazione cartografica per differenti finalità.

Per l'acquisizione esso permette di costruire una doppia visualizzazione che garantisce, attraverso il controllo dell'operatore, finestre utilizzabili dal pilota e finestre utilizzate dall'acquisitore.

Nella funzione RealTime tutte le strumentazioni inserite nel Progetto sono attivate e visualizzate in diversi pannelli e quando l'operatore attiva l'acquisizione, esse vengono registrate in un file successivamente ri-elaborabile.

A disposizione dell'acquisitore vi sono una serie di filtri come il *Quality Filter* che evidenzia le letture con una bassa qualità, il *Nadir Filter* che marca i dati esterni meno attendibili, l'*Intersect Filter* e lo *Slope Filter* che, applicati in presenza di fondali pianeggianti, eliminano singoli beam o gruppi di beam che mostrano variazioni angolari fra i beam non attendibili in quei fondali.

I dati provenienti da GPS e sensore di movimento sono trasmessi ai computer di acquisizione mediante connessioni seriali, mentre i dati batimetrici sono trasferiti attraverso una rete LAN; l'Unità Centrale del multibeam riceve i dati dalla sonda in testa ed il sincronismo dal computer di acquisizione tramite cavi seriali.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Per l'acquisizione dei dati side scan è stato utilizzato il software Isis della Triton Elics. Al software arrivavano i dati del Klein 2000, della girobussola e del GPS attraverso connessioni seriali.

La risoluzione stabilita, in fase di progettazione della campagna, è stato di un range di 150m per canale, quindi il towfish è stato guidato mantenendolo ad una distanza dal fondo di circa 30m, che corrisponde all'altezza ottimale per il range scelto.

Il software Isis è stato utilizzato per acquisire anche l'opzione side del multibeam. Questa scelta è stata fatta per la maggiore affidabilità del formato XTF registrato da Isis. Anche in questo caso i sensori arrivavano attraverso connessioni seriali, mentre i dati del multibeam attraverso la rete LAN.

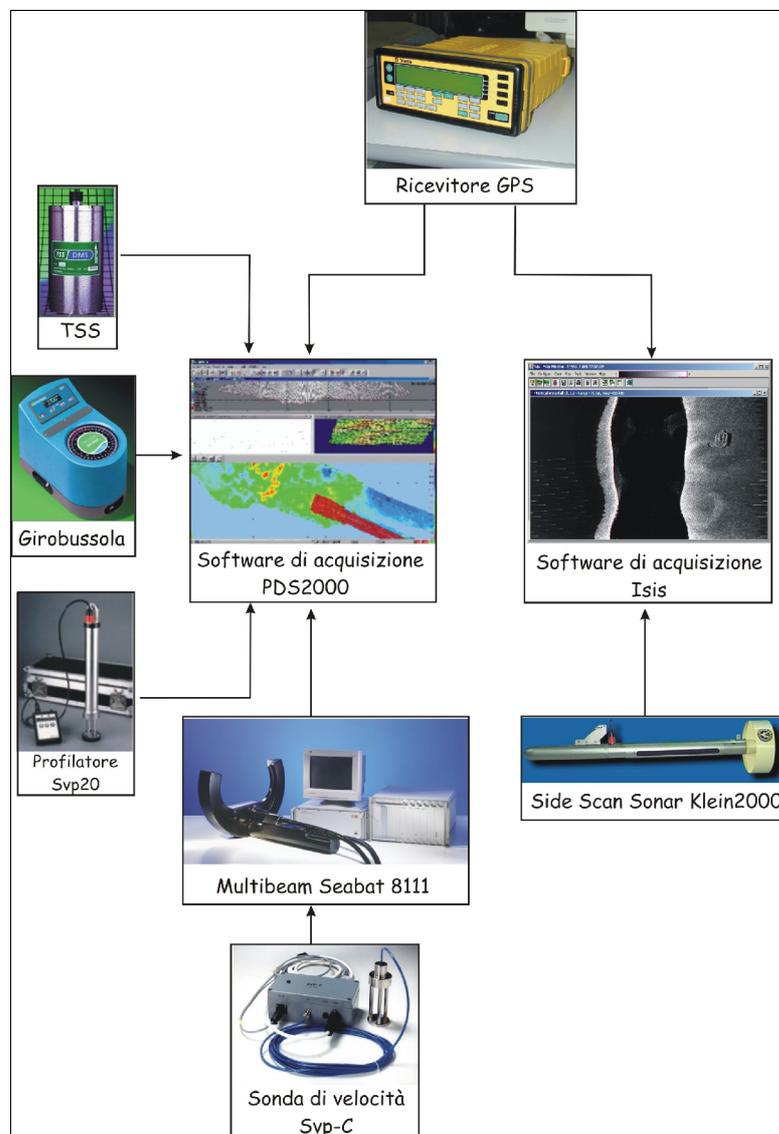


Fig. 7 - Schema delle interconnessioni degli strumenti utilizzati

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

5. Calibrazione

Le linee di calibrazione sono state acquisite nel Golfo di Napoli.

Su di un fondale di 70 metri di profondità è stato individuato un ostacolo che si solleva dal fondo di circa 20 metri; tale alto è stato giudicato quindi adatto per la calibrazione del multibeam. Questa è stata effettuata percorrendo linee parallele a diverse velocità, seguendo la procedura indicata dal manuale dello strumento.

Le correzioni calcolate e applicate sono state le seguenti:

Pitch -1°

Roll -0.12°

Yaw 1.5°

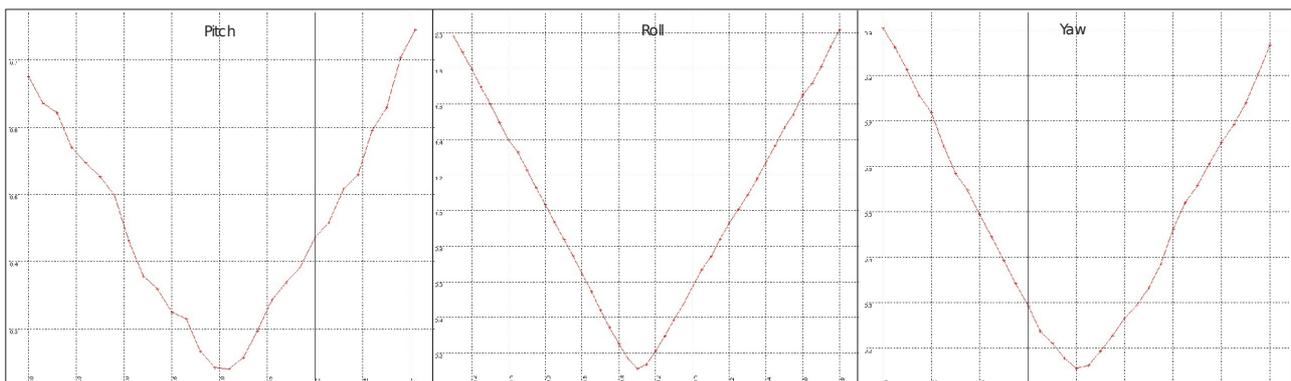


Fig. 8 - Curve di calibrazione per Pitch, Roll e Yaw

6. Operazioni

Il multibeam e il side scan sonar non sono stati utilizzati contemporaneamente; al fine di consentire una navigazione sicura con il sonar a traino, è stato sempre concluso il rilievo batimetrico di un'area prima di procedere con il rilievo side scan.

Le rotte seguite erano parallele alla costa e distanziate in modo tale da garantire una copertura del 100% delle aree; i grid di acquisizione sono stati generati con una cella di 5 metri.

L'area totale coperta è stata di 652 Km².

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Durante il rilievo venivano effettuate misure di velocità del suono nella colonna d'acqua mediante un profilatore di velocità; i dati, prelevati due volte al giorno a distanza di circa 8 ore, venivano poi inseriti nel programma di acquisizione per il calcolo della profondità esatta.

Estratto del Diario di bordo Campagna Carg 06_02

Data	Attività
09/06/2006	Installazione della strumentazione
10/06/2006	Verifiche di funzionamento degli strumenti
11/06/2006	Calibrazione - Trasferimento verso Golfo di Policastro
12/06/2006	Acquisizione nel Golfo di Policastro
15/06/2006	Fine I leg – Trasferimento verso Porto di Salerno
16/06/2006	Cambio equipaggio
17/06/2006	Trasferimento verso Capo Palinuro – Inizio acquisizione
22/06/2006	Fine II leg – Trasferimento verso Porto di Salerno – Cambio equipaggio
23/06/2006	Trasferimento verso Agropoli – Inizio acquisizione
01/07/2006	Trasferimento verso Golfo di Napoli – Inizio acquisizione
04/07/2006	Fine operazioni – Rientro nel Porto di Napoli

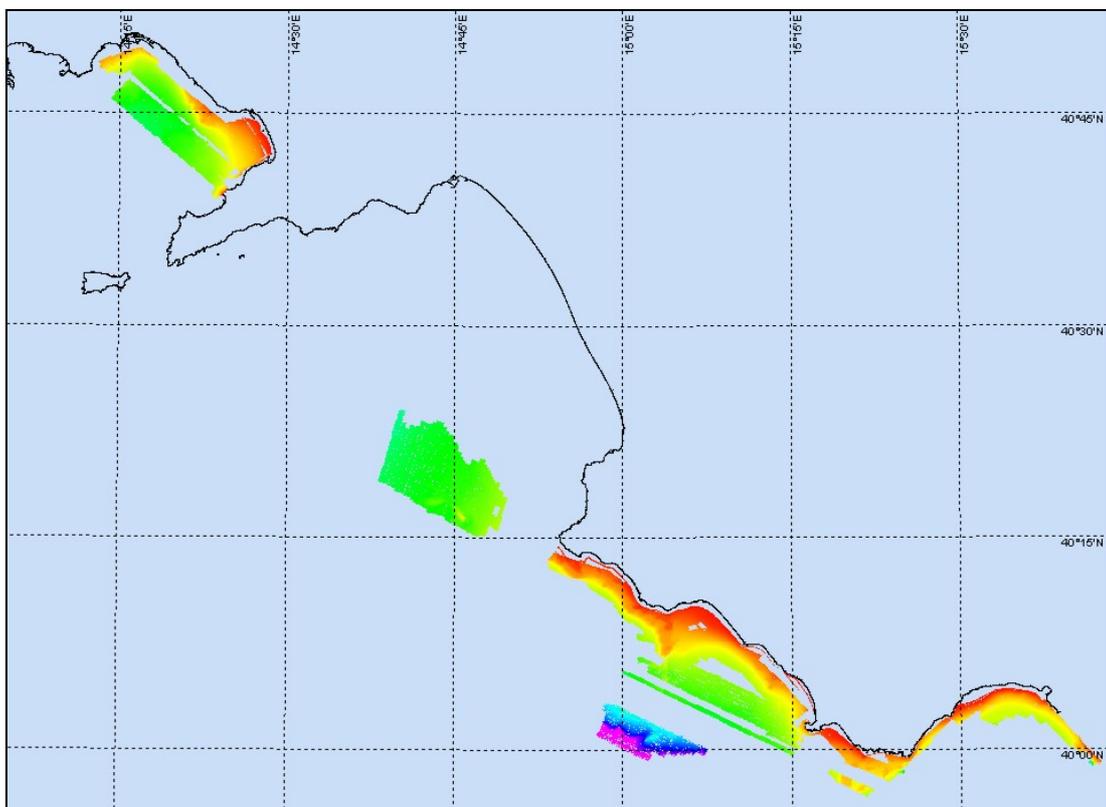


Fig. 9 - Area totale acquisita

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

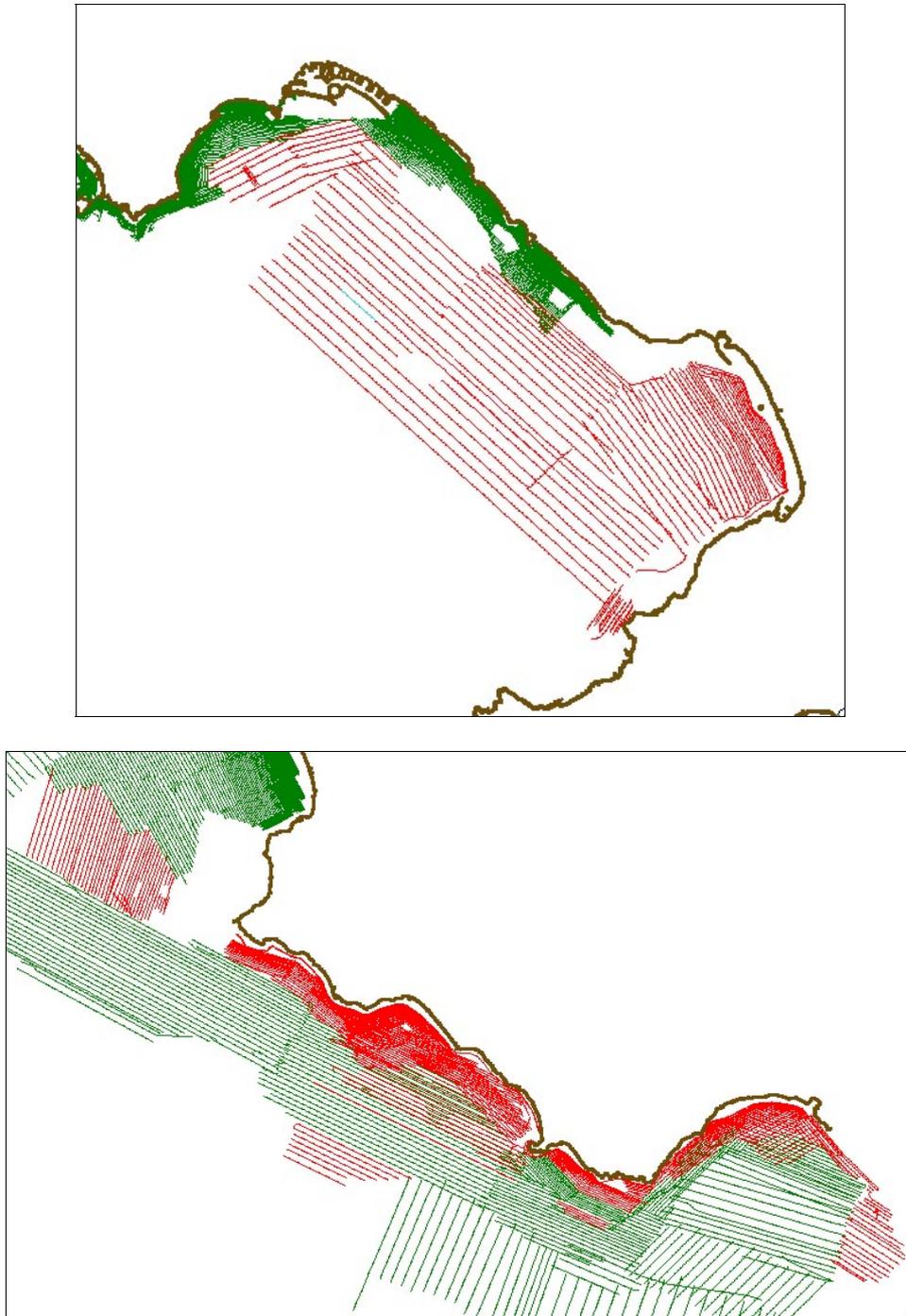


Fig. 10 - Linee di navigazione nei Golfi di Napoli (in alto), Salerno e Policastro (in basso); le linee marcate in verde mostrano la copertura esistente da campagne precedenti, in colore rosso sono evidenziate le rotte seguite per l'acquisizione multibeam della Campagna Carg06_02. Le stesse linee sono state usate per il rilievo side scan sonar, con un'interlinea fissa di 250 metri.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

7. Processing Side Scan Sonar

In contemporanea all'acquisizione, per la verifica dei dati, è stato effettuato un processing preliminare dei dati side scan sonar acquisiti con il Klein 2000. Si è utilizzato un modulo del *Coverage Map and Mosaic di Isis*, il *Preview mosaic with coverage map*, che permette la realizzazione di un mosaico totale delle linee in automatico.

Vediamo in dettaglio:

In una prima fase una linea viene caricata su Isis e fatta scorrere più volte per applicare sia una corretta amplificazione del segnale di ritorno (*TVG-Time Variable Gain*, vedi Fig12 e 13), che un corretto bottom track. In un processing di dettaglio molto spesso è necessario mosaicare una singola linea anche a settori diversi in modo da ottenere un buon bottom track e di conseguenza una corretta chiusura dello slant range (vedi Fig.11). Infatti, se sulla linea ci sono forti variazioni di pendenza, è molto facile perdere il bottom track e questo causa due problemi: in primo luogo una cattiva chiusura dello slant range e in secondo luogo una applicazione sbagliata del TVG. Nel caso in questione, però, grazie al fondale uniforme e all'ottima acquisizione effettuata, questo problema è stato molto marginale.

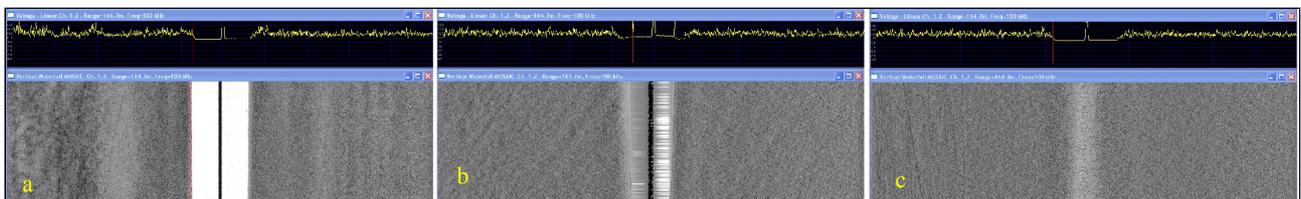


Fig.11 – Bottom track e Slant Range. Nella fig.11a lo slant è aperto e si può vedere in rosso il bottom track che segue il primo segnale di ritorno; nell'immagine successiva (fig11b) lo slant è chiuso, ma poiché il bottom track non segue il segnale, la giunzione dei due lati avviene in modo errato; nell'ultima immagine (fig11c) lo slant è chiuso in modo corretto.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

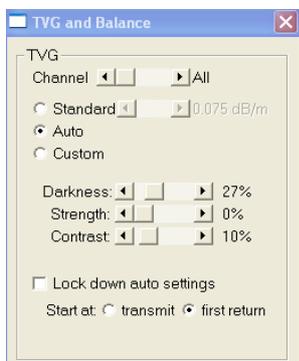


Fig.12 – Modulo del TVG. In questo processing preliminare è stato utilizzato il TVG Auto attraverso il quale si possono variare i tre parametri Darkness, Strength e Contrast. Questo tipo di TVG è comodo perché uniforma l'immagine side, ma mette poco in risalto le facies acustiche.

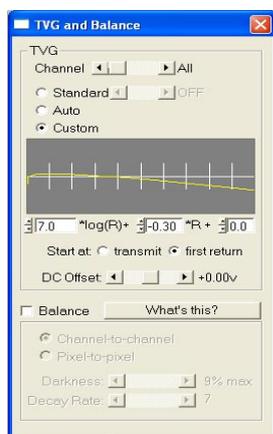


Fig.13 – Modulo del TVG. In un processing di dettaglio può essere applicato il TVG Custom che è il migliore nella restituzione del riconoscimento delle facies acustiche del side scan. Non sempre viene utilizzato in un processing preliminare in quanto c'è bisogno di un controllo maggiore nel settaggio dei parametri linea per linea. Il TVG Custom lavora su tutta la curva temporale del segnale di ritorno, quindi è possibile diminuirla al centro (primo segnale di ritorno), che generalmente è più forte e aumentarla verso i bordi, che generalmente è più debole.

Una volta trovati questi due parametri, le linee vengono caricate in sequenza e contemporaneamente viene realizzato il mosaico con il *Preview Mosaic* (Fig. 14)

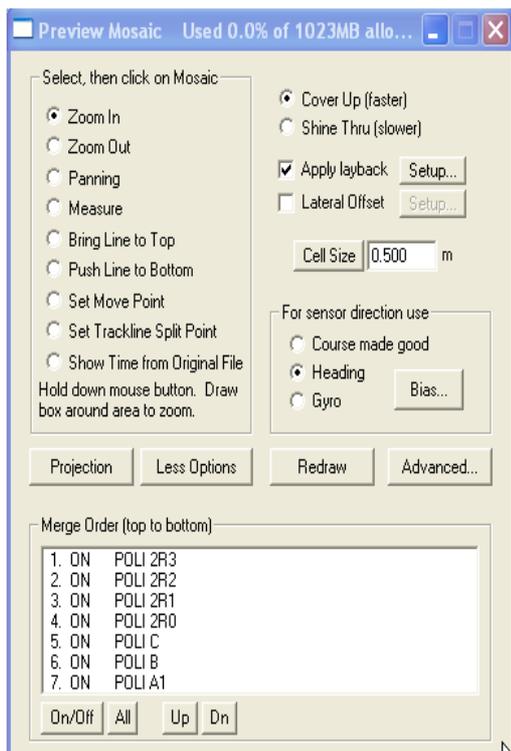


Fig.14 – Finestra del Preview Mosaic. Le linee vengono fatte scorrere in successione e il modulo crea il mosaico in tempo reale, effettuando la correzione in continuo del Layback e dell' Heading. Il mosaico è stato restituito ad una risoluzione di 50cm. A mano a mano che le linee vengono caricate, il software effettua un marging delle stesse e viene inoltre applicato una correzione (Fill gaps beetwen ping) per riempire eventuali buchi di navigazione.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

A questo punto si effettua uno smoothing della navigazione e il programma ricalcola il geocoding dei sounding. Lo smoothing è un processo grazie al quale i punti di navigazione vengono allineati sulla base di un numero di punti limitrofi scelti dall'operatore (Fig.16). E' necessario osservare l'effetto dello smoothing per non eccedere in questo processo, cosa che porterebbe ad un allontanamento dei punti di navigazione da quelli effettivamente navigati. Una verifica può essere fatta sovrapponendo l'immagine side scan sonar con il multibeam che fornisce la reale posizione degli elementi morfologici.



Fig.15 – Finestra di navigazione. In questa sequenza si può vedere l'eliminazione dei salti di navigazione.

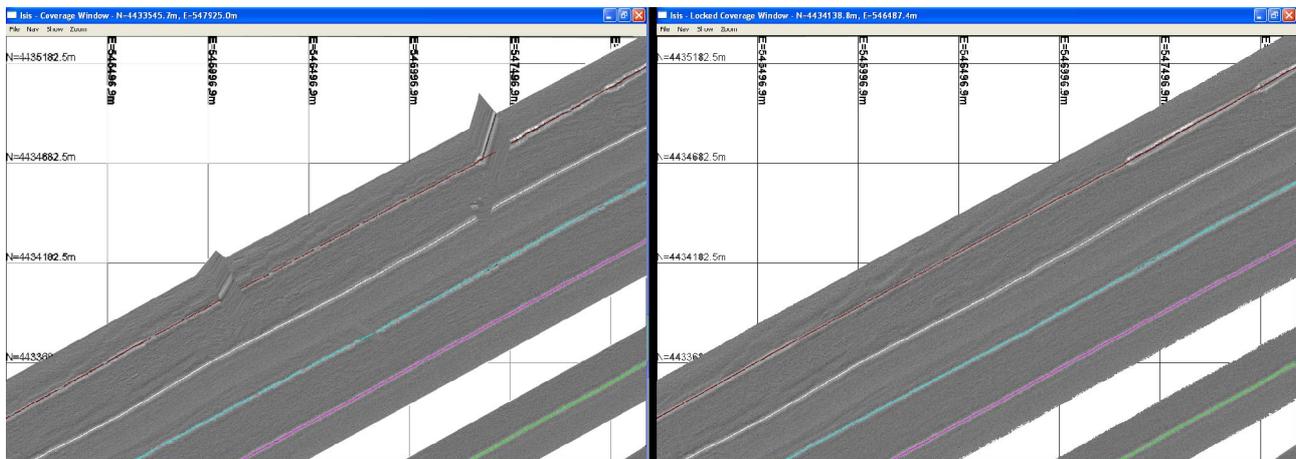


Fig.16 – A sinistra si può vedere una linea side mosaicata prima del processo di smoothing, mentre a destra è stato effettuato uno smoothing su 9 punti limitrofi.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Infine si può procedere con l'esportazione in Geotif (immagine .tif georeferenziata) di tutta l'area mosaicata..

Durante la campagna Carg0602 è stata acquisita anche l'opzione side del multibeam Seabat 8111r. Per il processing è stato sempre utilizzato Isis, ma non è stato possibile effettuare un processing preliminare per due motivi: in primo luogo con l'opzione side il modulo Preview mosaic with coverage map non funziona, in secondo luogo c'è il problema che ogni linea ha, nella parte esterna, dei dati che sono nulli e questi vengono visualizzati anche nelle immagini .tif; ciò impedisce la sovrapposizione corretta delle linee. Per ovviare a questo problema è necessario una nuova fase del processing, ossia il taglio, con un software di gestione delle immagini, di tutti i dati nulli, linea per linea. A questo punto è possibile ricaricare le immagini su DelphMap per creare il mosaico finale, effettuare un merging ed esportare il tutto sempre in geotiff. Ecco perché il processing dell'opzione side è stato effettuato in un secondo momento e non stesso sulla nave.

Quindi si è proceduto come segue:

1. La linea viene caricata su Isis e si effettua un primo passaggio per applicare il TVG (*Time Variable Gain*) corretto e per controllare l'andamento del bottom track. Essendo l'opzione side acquisita con il multibeam, il suo TVG è legato alle variazioni di power che sono state effettuate durante l'acquisizione. Per questo motivo è necessario un controllo per gruppi di linee del TVG per meglio uniformare i geotiff risultanti.

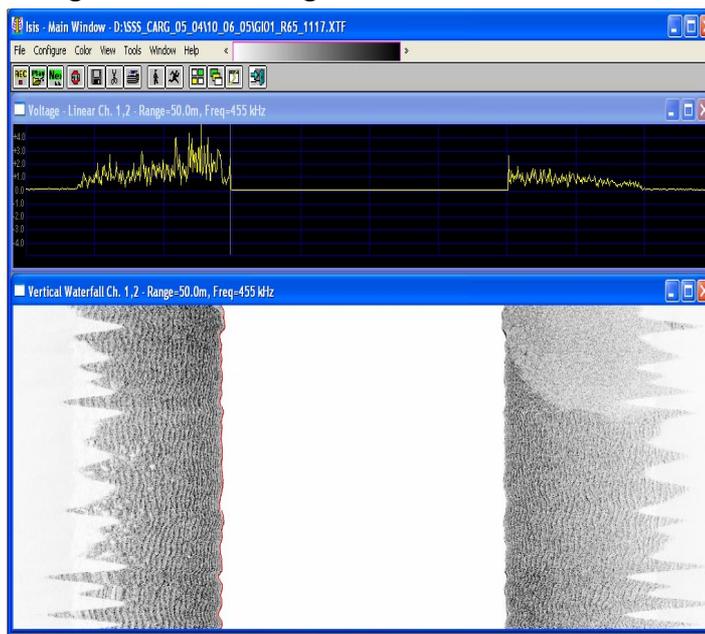


Fig.17 – Finestra di Isis con visualizzata una linea acquisita con l'opzione side.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

2. A questo punto la linea scorre una seconda volta per effettuare il suo geocoding su DelphMap. Durante questo processo il software applica anche lo smoothing della navigazione. Le linee sono state mosaicate ad una risoluzione di 50cm.

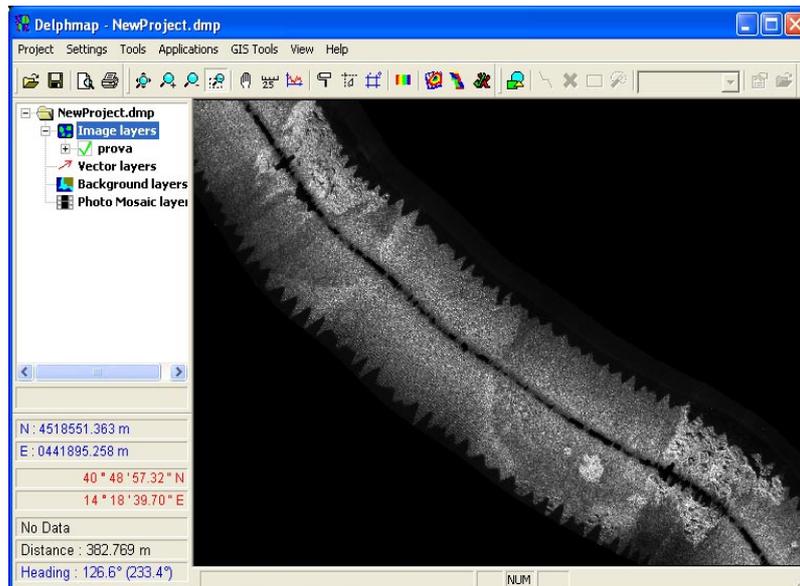


Fig.18 – Geocoding della linea su DelphMap

3. Una volta esportato il geotiff, si procede con il taglio dei dati nulli di cui sopra.

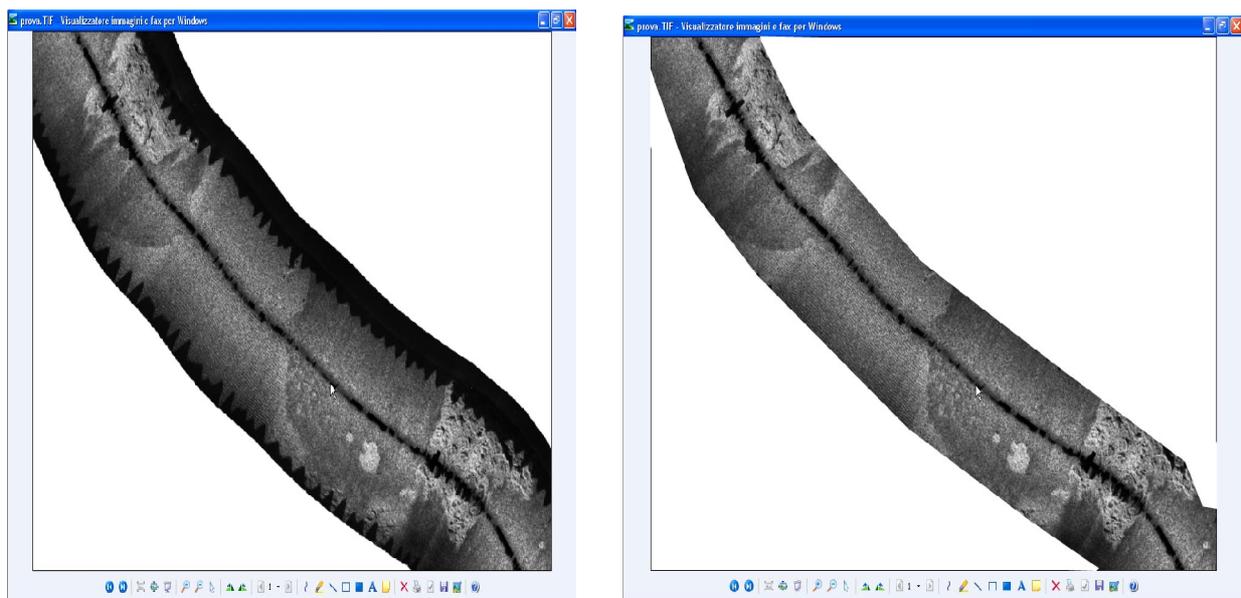


Fig.19 – A sinistra si può vedere la linea tif contenente i dati nulli (parte in nero ai bordi della linea); a destra la stessa linea dopo aver effettuato il taglio.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

4. L'ultima fase comprende la realizzazione vera e propria del mosaico totale su Delph Map dei tif modificati.

Anche per le linee acquisite con il Klein2000 è stato poi effettuato un processing di dettaglio e il suo svolgimento non è molto dissimile da quello descritto per l'opzione side, l'unica differenza consiste nel dover effettuare prima il processing della sola navigazione, linea per linea, con annesso smooting, e poi il passaggio su Delph Map.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

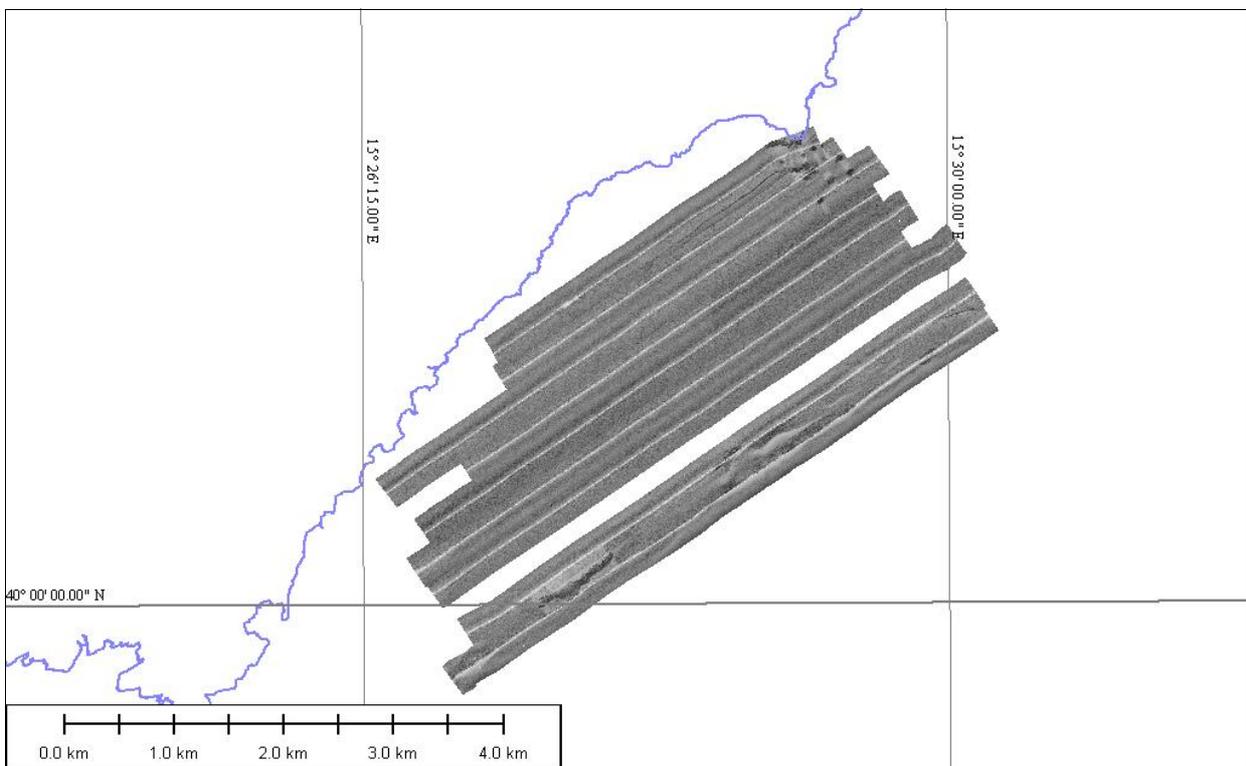
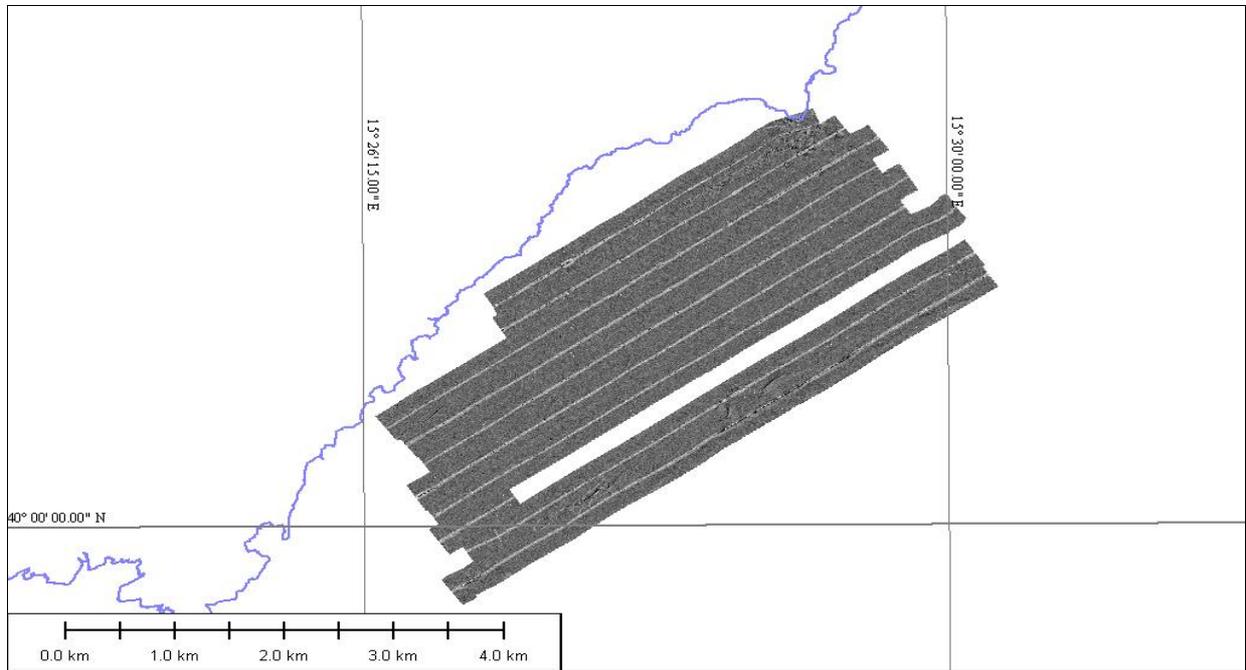


Fig. 20 – In alto il mosaico delle linee acquisite con il Klein 2000 nel processing preliminare (TVG Auto), in base la stessa area realizzata con un processing di dettaglio (TVG Custom).

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

8. Processing dati batimetrici

I dati acquisiti sono stati processati in modo preliminare mediante il PDS2000, con il controllo della navigazione e la pulizia dei DEM (Digital Elevation Model).

Il modulo del PDS2000 per il controllo dei punti di navigazione consente di eliminare, interpolare o spostare eventuali punti errati dovuti a salti del segnale GPS e di riposizionare i fasci del multibeam nella posizione esatta.

Nella zona a nord di Capo Palinuro ad esempio il numero di satelliti si riduceva avvicinandosi alla costa fino ad arrivare alla perdita completa del posizionamento causata dalla copertura del segnale da parte del promontorio. Agendo sulla navigazione è stato possibile recuperare in parte questi dati.

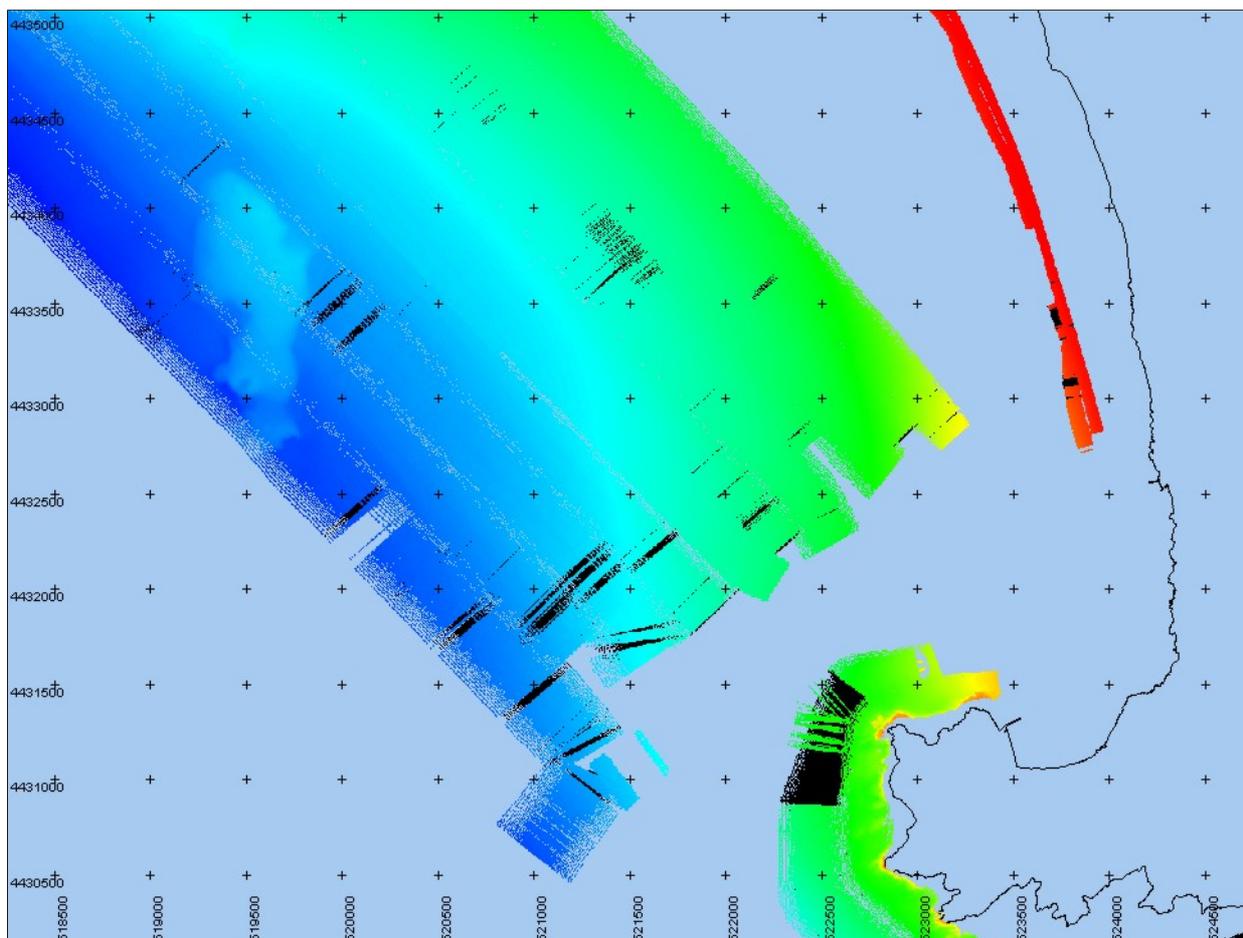


Fig. 21 - DEM processato: in nero sono stati evidenziati i dati recuperati mediante il processing della navigazione

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Dopo l'editing della navigazione viene creato il grigliato sul quale verranno caricati i file registrati; considerando la profondità del rilievo e la scala richiesta per la restituzione dei dati, si è ritenuto opportuno lavorare su celle di 5 metri di lato. Ad ogni cella è associato un valore di profondità ricavato dalla media di tutti gli impulsi che cadono in quell'area: la pulizia del grid consiste nella eliminazione di valori errati mediante filtri di profondità, valore di deviazione standard o numero di battute per cella (Innangi et al., 2005)

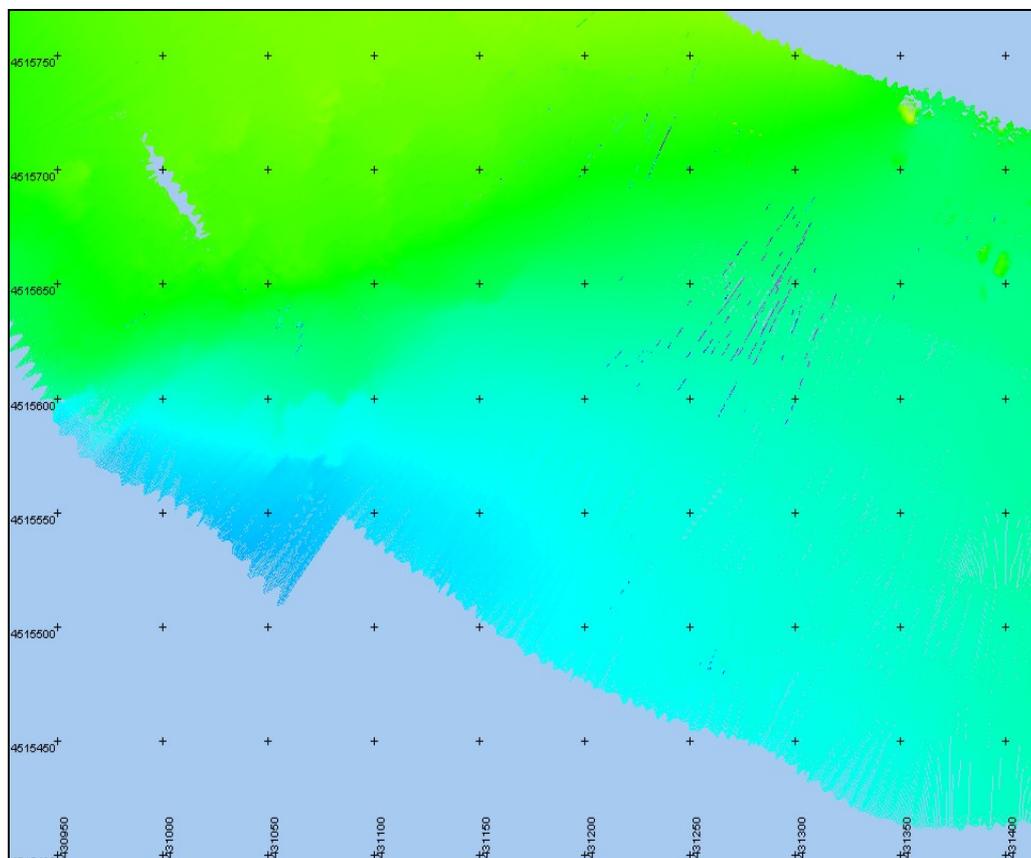


Fig. 22 - Grid di acquisizione con presenza di spike

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

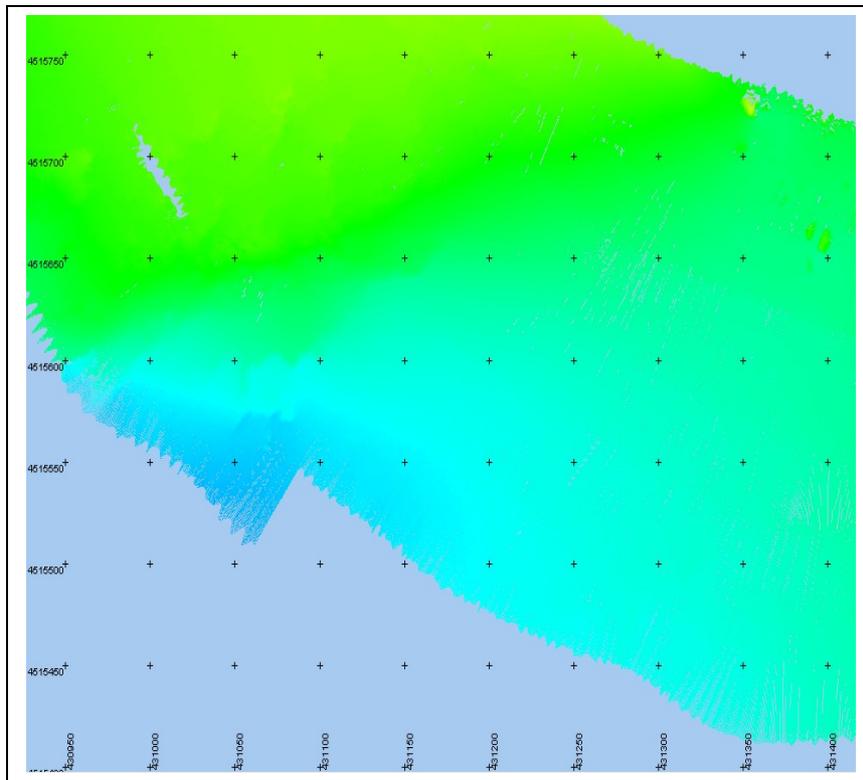


Fig. 23 - Grid processato: gli spike sono stati rimossi con un filtro statistico

La qualità dei dati batimetrici acquisiti mediante l'uso del multibeam dipende dal corretto funzionamento di tutti gli strumenti che sono usati durante il survey; tali strumenti si interfacciano con il sistema di acquisizione che registra i dati forniti, applicando le correzioni necessarie a produrre un dato batimetrico accurato (vedi par. 4).

Possibili errori sono ad esempio applicare offset imprecisi del sensore di movimento o del sistema di posizionamento, oppure la mancanza di sincronizzazione tra i dati di output dei vari strumenti.

E' noto che la presenza di uno di questi errori oppure la loro combinazione porta alla comparsa di disturbi caratteristici nel dataset; individuare questi artefatti rende possibile in alcuni casi di risalire al problema e risolverlo (Hughes Clarke, 2003).

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

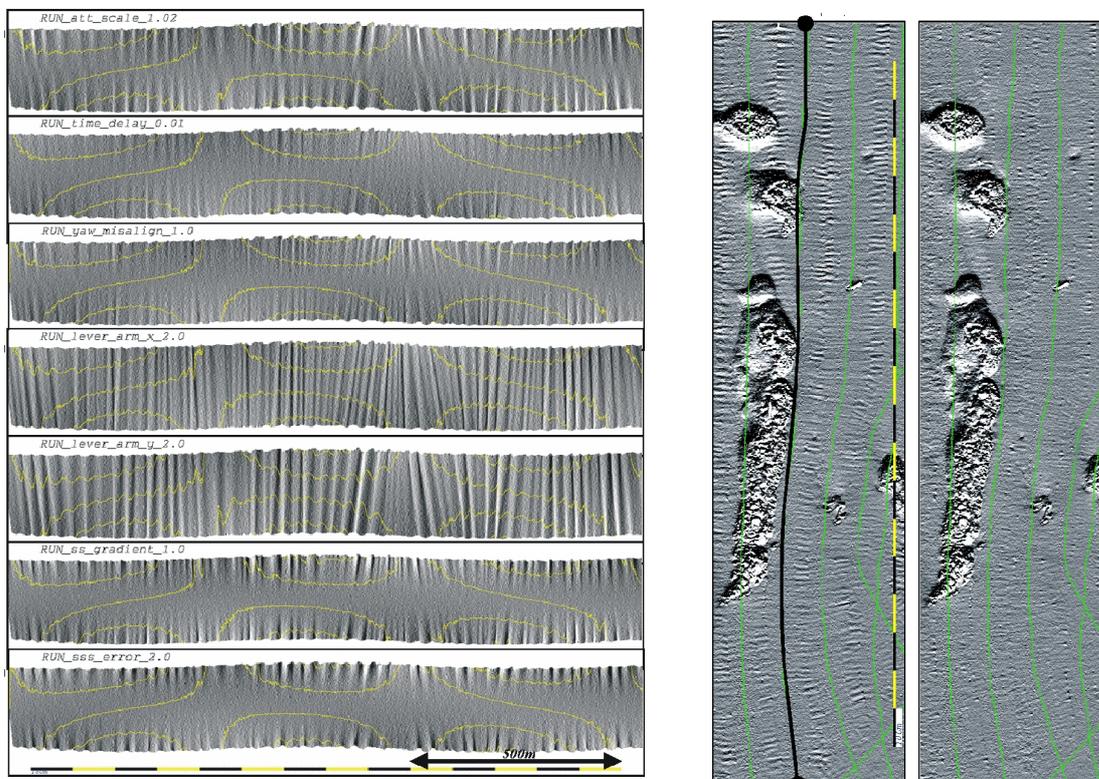


Fig. 24 - A sinistra esempi di grid affetti da mancanza di sincronismo tra gli output strumentali, offset non corretti, velocità del suono in superficie errata; a destra: grid acquisito e poi processato applicando un offset temporale per il sensore di movimento (da Hughes Clarke, 2003)

Un elemento fondamentale per le indagini batimetriche è la conoscenza della velocità del suono, sia in superficie che lungo la colonna d'acqua. Il valore di velocità in superficie è utilizzato dall'Unità Centrale dello strumento per il processo del *beam steering*, mentre il profilo di velocità nella colonna d'acqua è usato dal sistema di acquisizione per il calcolo esatto della profondità.

Per conoscere questi valori vengono usati una sonda di velocità montata in prossimità dei trasduttori ed un profilatore di velocità del suono (vedi par. 3).

Quando il problema è provocato dalla mancanza di valori di velocità del suono in superficie è possibile applicare delle correzioni in fase di post-processing per recuperare dei dati altrimenti inutilizzabili.

Se nel file di acquisizione sono registrati valori come gli angoli di emissione degli impulsi acustici, il tempo di percorrenza dal trasduttore al fondo e le distanze relative tra i sensori, sarà possibile

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

applicare degli algoritmi per ricalcolare gli angoli di emissione e di incidenza sul fondo, usando valori corretti di velocità del suono in superficie (Beaudoin et al., 2004 (1)).

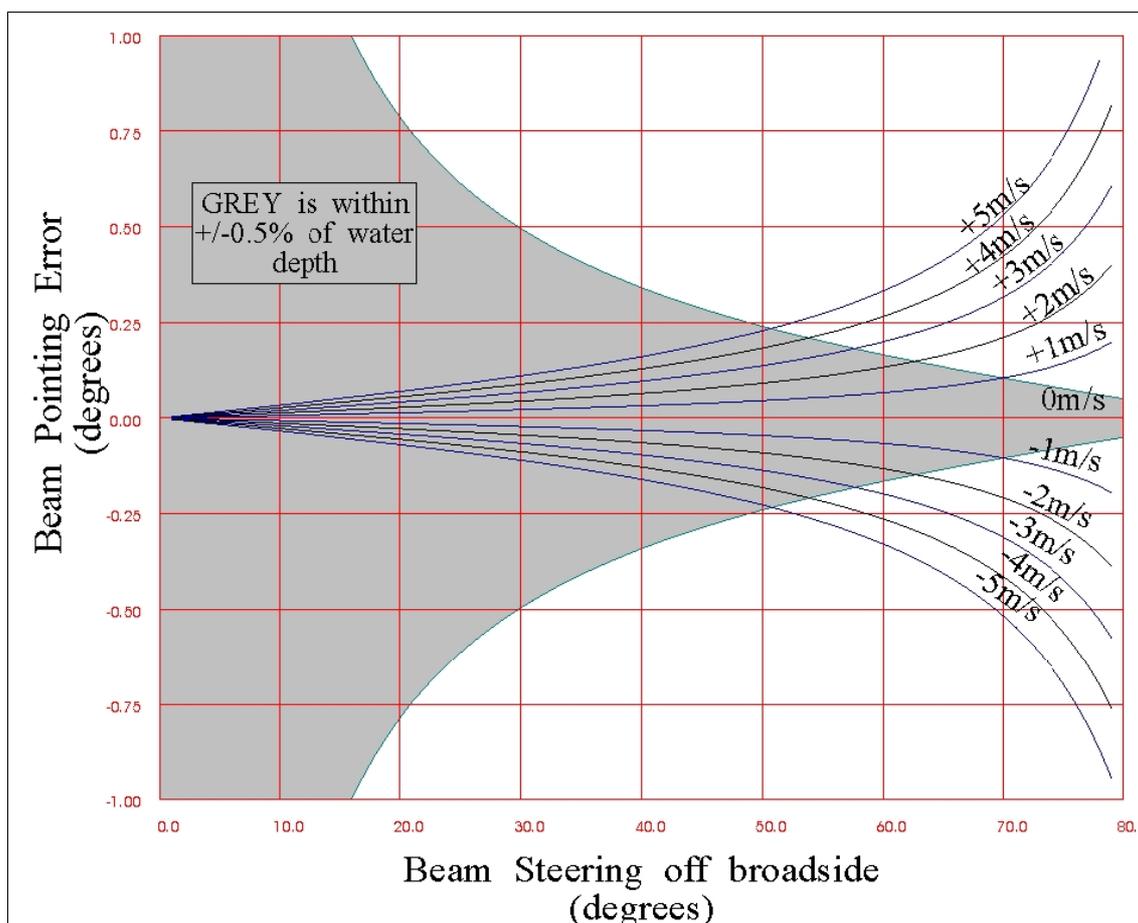


Fig. 25 - Effetto di una errata velocità del suono superficiale sull'angolo di emissione dei beam: anche piccoli errori possono degradare di molto l'accuratezza dei beam più esterni (da Beaudoin et al., 2004 (1))

Nel caso di completa mancanza di valori di velocità superficiale, provocata da malfunzionamento della sonda, è possibile ottenere il dato interpolandolo dai profili di velocità e procedere poi alla rigenerazione del dato batimetrico (Beaudoin et al., 2004 (2)).

Valori non corretti di velocità del suono sono molto frequenti quando ci si trova in presenza di correnti superficiali calde o fredde oppure quando si lavora nelle vicinanze dell'estuario di un fiume. In questi casi la presenza di un forte gradiente di temperatura e salinità, non registrato dal profilatore, provoca un incurvarsi del fascio del multibeam verso l'alto o verso il basso a seconda

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

che la velocità venga sottostimata o sovrastimata. L'effetto sarà maggiore sui beam più esterni del fascio, con il risultato che gli swath di linee parallele non si sovrapporranno ed il grid acquisito presenterà delle ondulazioni fittizie.

Questa è appunto la situazione in cui ci si è trovati durante il rilievo in questione; nella zona a sud di capo palinuro si trovano le foci di due fiumi di notevole portata: il Lambro e il Mingardo.



Fig. 26 - Localizzazione delle foci dei fiumi Lambro e Mingardo nella zona a sud di Capo Palinuro

Il problema è sorto perchè il profilo di velocità del suono registrato a circa un miglio dalla costa prima dell'inizio dell'acquisizione si è dimostrato inadeguato man mano che ci si avvicinava alla costa ed agli estuari. Il risultato è stato che il grid di acquisizione è affetto da ondulazioni provocate dalla sovrastima di velocità del suono.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

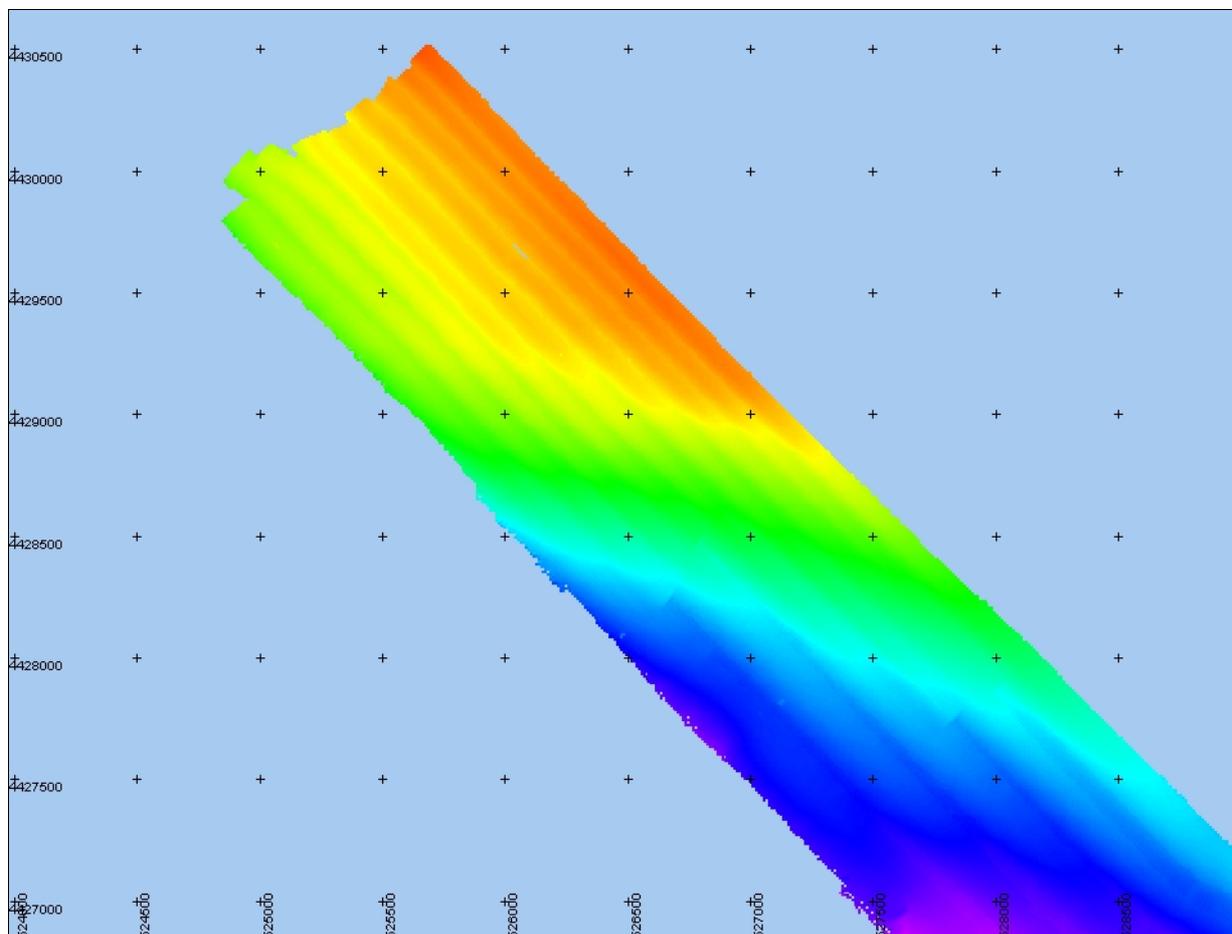


Fig. 27 - Il grid di acquisizione mostrava delle ondulazioni molto evidenti dovute alla sovrastima della velocità del suono

Questo errore è stato corretto in fase di post-processing modificando manualmente il profilo di velocità. Poiché l'influenza dell'apporto di acqua dolce non è costante in tutta l'area, ma si deve tener conto della diffusione areale e del progressivo mescolamento delle masse d'acqua, è stato necessario generare profili di velocità diversificati da applicare nelle aree dove si presentava il problema. Partendo dai valori registrati dalla sonda, ne sono state generate altre con valori diversi nei primi 5-10 metri di profondità; le modifiche apportate nello strato superficiale si sono infatti rivelate le più efficaci per risolvere il problema. Questa procedura è stata utilizzata per tutti i profili di velocità acquisiti.

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

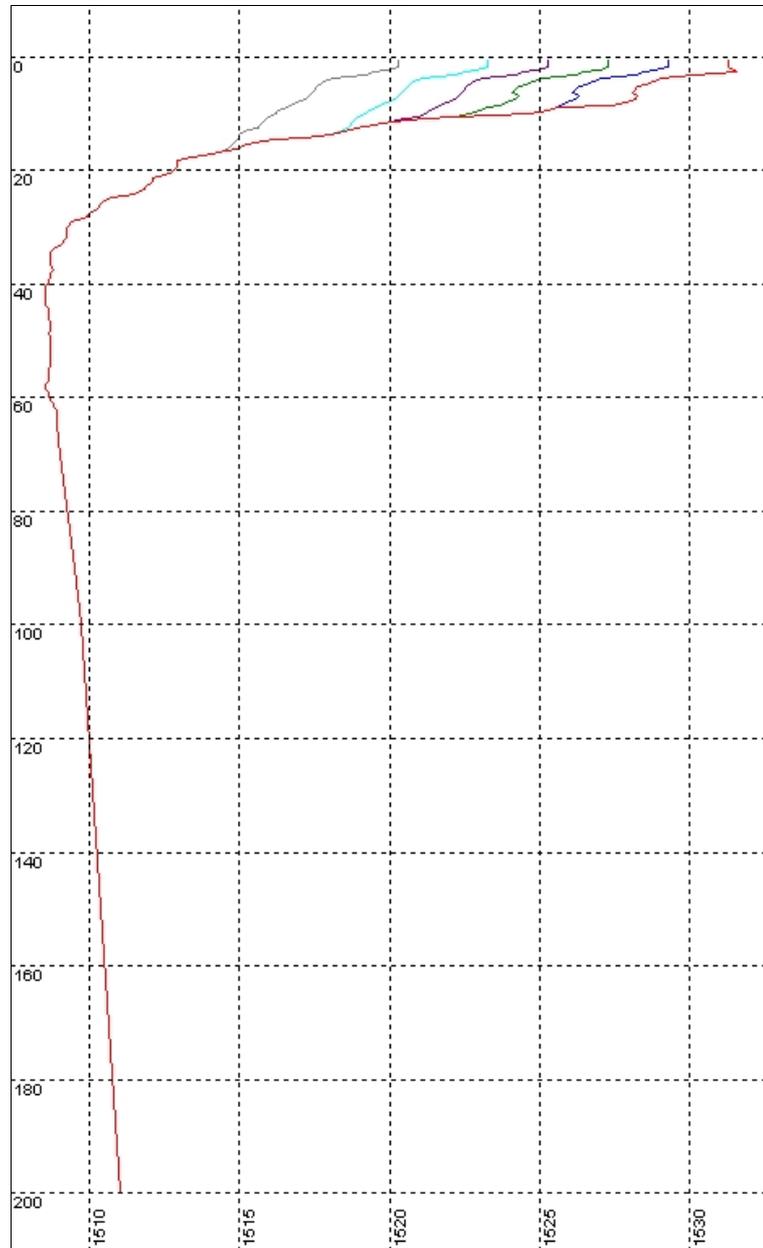


Fig. 28 - Profili di velocità del suono: in rosso il valore originale registrato dal profilatore; con gli altri colori sono evidenziati i valori modificati

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Di notevole aiuto in questa fase del lavoro è stato il modulo di visualizzazione tridimensionale del PDS2000; la finestra permette di vedere nello spazio gli swath di linee adiacenti e di controllare meglio gli effetti dei cambiamenti dei profili sul rilievo totale.

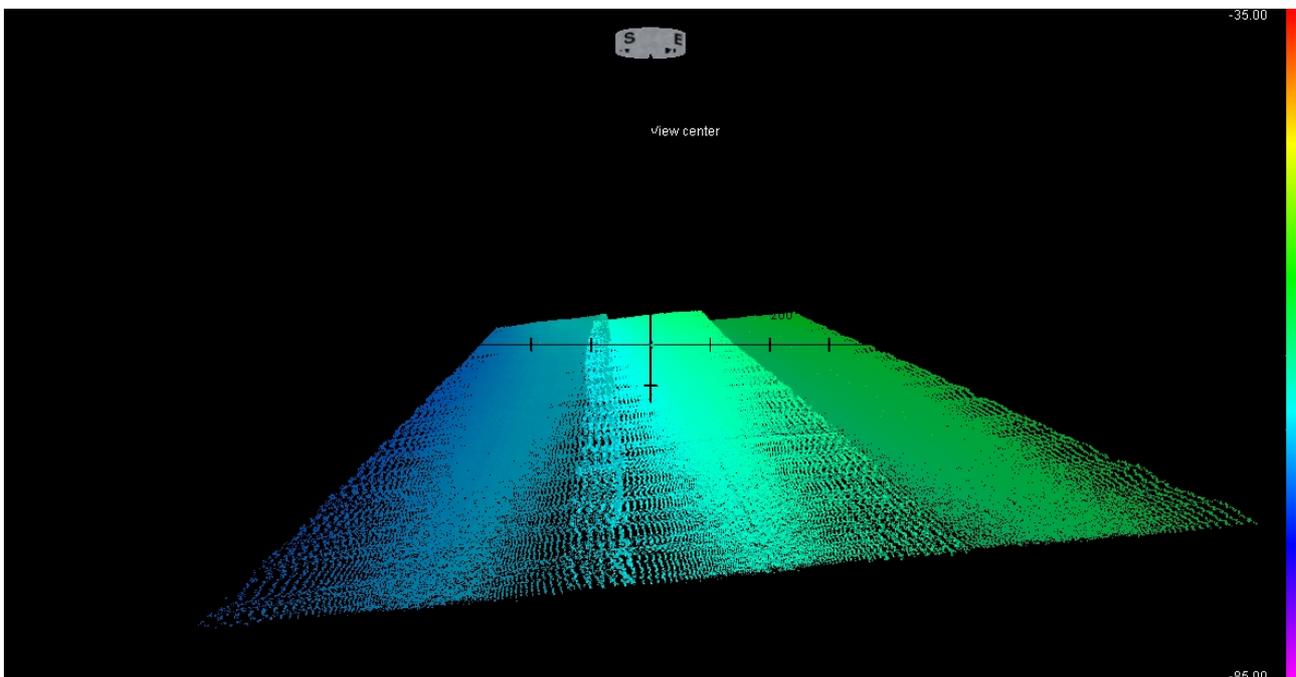
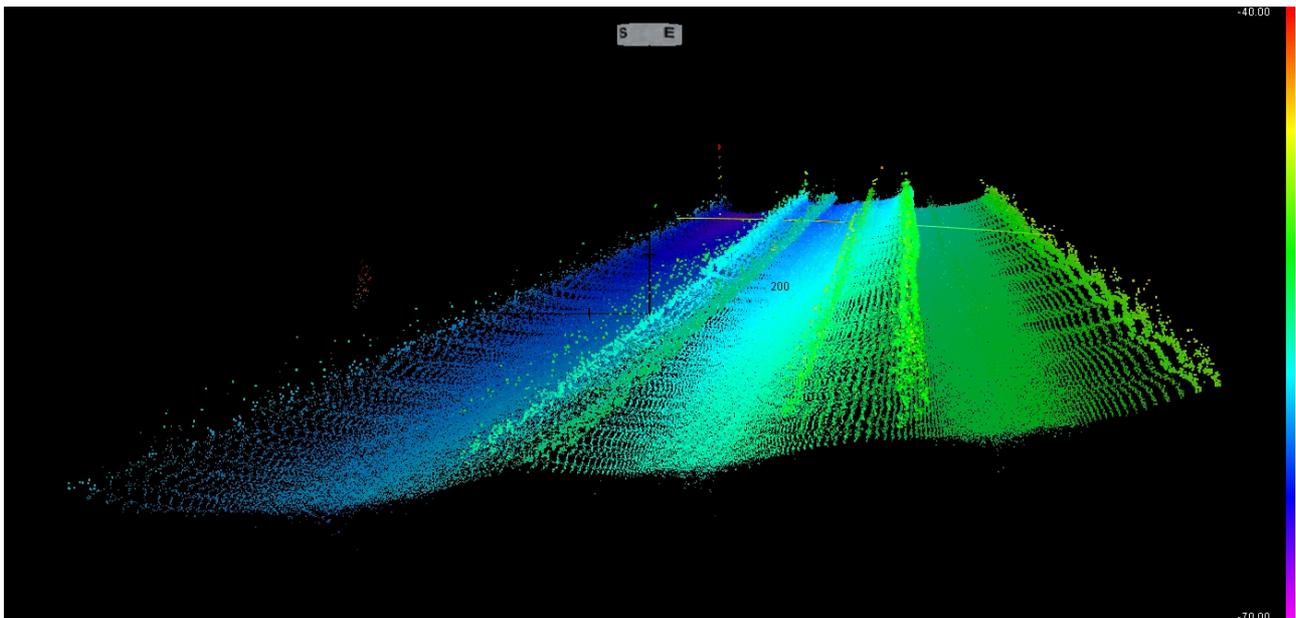


Fig. 29 - Il modulo 3D del PDS2000 ha permesso di controllare in fase di processing la sovrapposizione degli swath adiacenti; in alto sono visualizzate tre linee acquisite e in basso le stesse linee dopo aver applicato le sonde modificate

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Il risultato ottenuto con questo procedimento è stato pienamente soddisfacente in quanto ha consentito di recuperare una notevole quantità di dati che in caso contrario sarebbero stati eliminati ed interpolati.

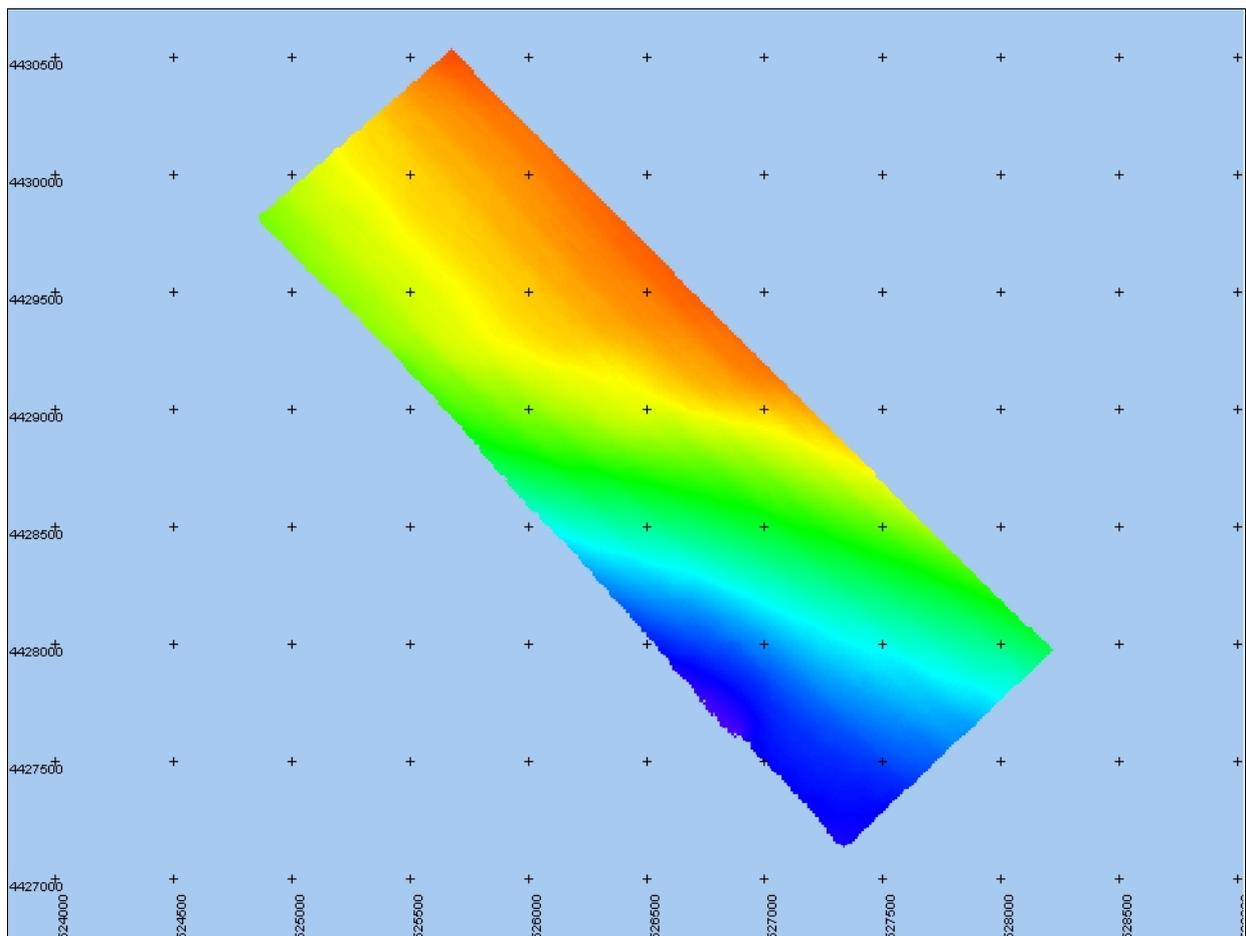


Fig. 30 - Il grid generato in fase di post-processing applicando le sonde modificate mostra come la procedura usata abbia permesso di recuperare completamente i dati acquisiti

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

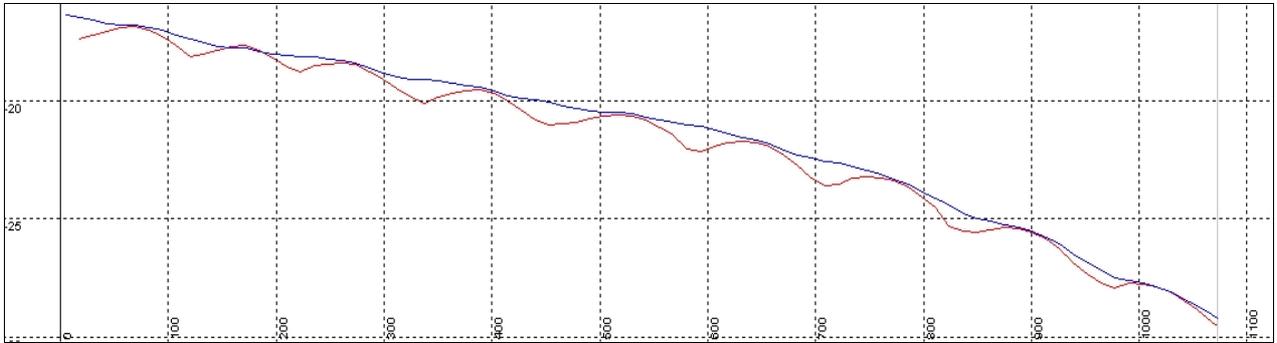


Fig. 31 - Confronto tra profili del fondo: in rosso i dati acquisiti; in blu i dati ottenuti modificando i valori di velocità del suono

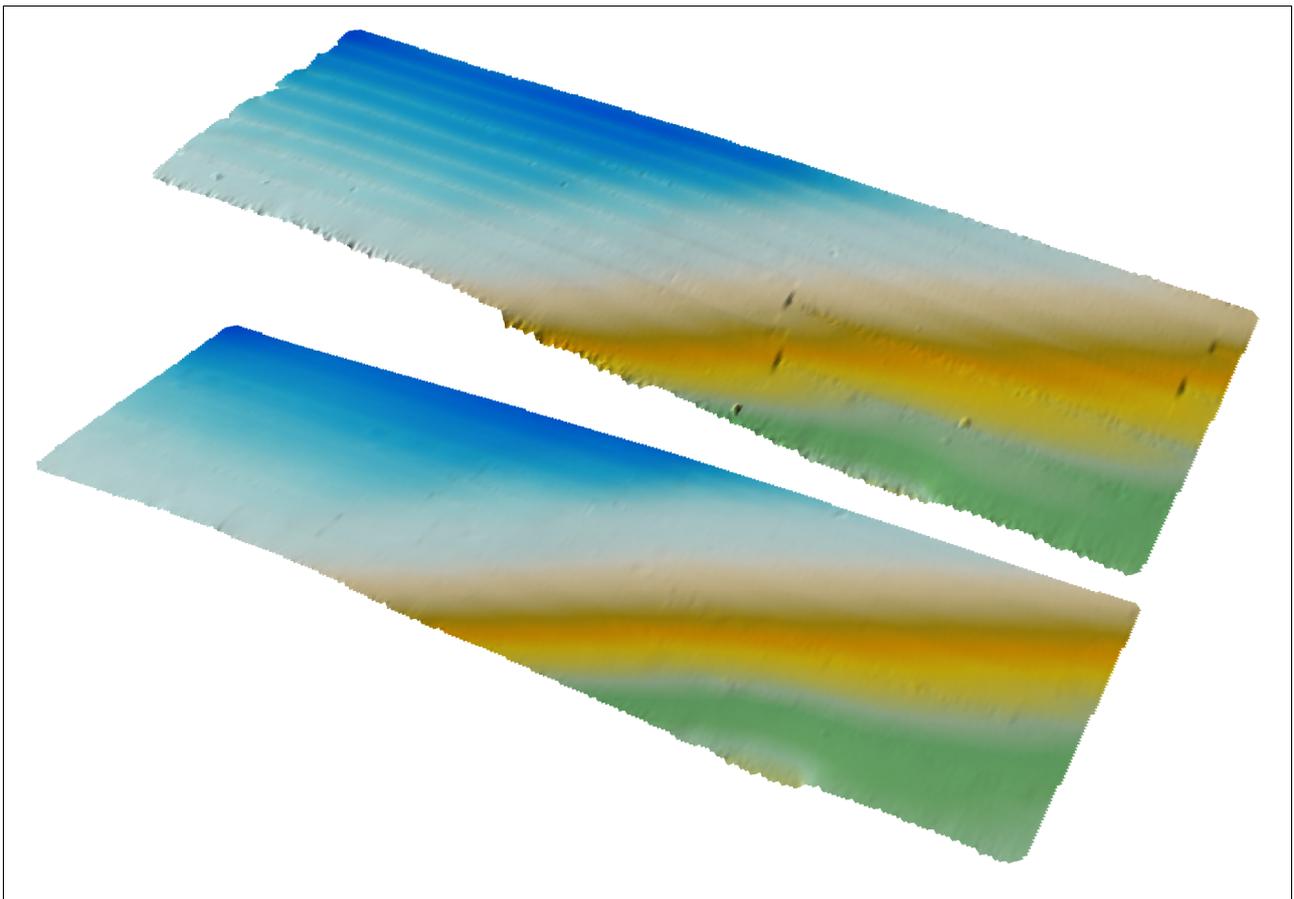


Fig. 32 - Visione tridimensionale del grid originale (in alto) ed elaborato (in basso)

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Ringraziamenti

Si ringrazia l'equipaggio della N/O Thetis per la professionalità e la disponibilità dimostrate durante la campagna.

Aimone Patanè – Comandante

Marco Galletti – Primo Ufficiale di Coperta

Antonio Mattera – Secondo Ufficiale di Coperta

Francesco Visagio – Direttore di Macchina

Silverio Degrassi – Primo Ufficiale di Macchina

Giuseppe Nobile – Operaio Motorista

Armando Micucci – Marinaio Cuoco

Bibliografia

Beaudoin, J., Hughes Clarke, J., and Bartlett, J. (2004) (1) - [Application of Surface Sound Speed Measurements in Post-Processing for Multi-Sector Multibeam Echosounders](#) - International Hydrographic Review, v.5, no.3, p.26-31

Beaudoin, J. and Hughes Clarke, J.E. (2004) (2) - [Retracing \(and re-raytracing\) Amundsen's Journey through the Northwest Passage](#) - Proceedings of the Canadian Hydrographic Conference 2004, Ottawa, CDROM

Beaudoin, J.D., Hughes Clarke, J.E., Van Den Aemele, E.J. and Gardner, J.V. (2002) - *Geometric and radiometric correction of multibeam backscatter derived from Reson 8101 systems* - Canadian Hydrographic Conference Proceedings CDROM

Di Martino G., Innangi S., Tonielli R. (2005) - *Rapporto Tecnico C/O Carg04_01 (16 Giugno – 16 Luglio 2004)*

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero – CNR Napoli

Fish J.P., Carr H.A. - *Sound Underwater Images* – American Underwater Search and Survey, Ltd
Hughes Clarke, J.E. (2003) - [Dynamic motion residuals in swath sonar data: Ironing out the creases](#) - International Hydrographic Review, v.4, no.1, p.6-23.

Innangi S., Di Martino G., Tonielli R. (2005) - *Rapporto Tecnico C/O Carg04_02 (22 Ottobre – 15 Dicembre 2004)*

Reson - *PDS 2000 Manual*

Reson - *Seabat 8111 – Multibeam Echosounder System - Operator's Manual, Version 2.10*

Tonielli R. , Di Martino G., Innangi S. (2005) - *Rapporto Tecnico – C/O Sandwaves 2003 (27 – 29 Novembre 2003)*

Tonielli R., Innangi S., Pascucci V., Bellonia A., Di Martino G., Ruggieri S. e Sammartino S. (2005) - *Rapporto Tecnico C/O Carg05_03 (14 Maggio – 12 Giugno 2005)*

Triton Elics International - *Isis Sonar User Manual*