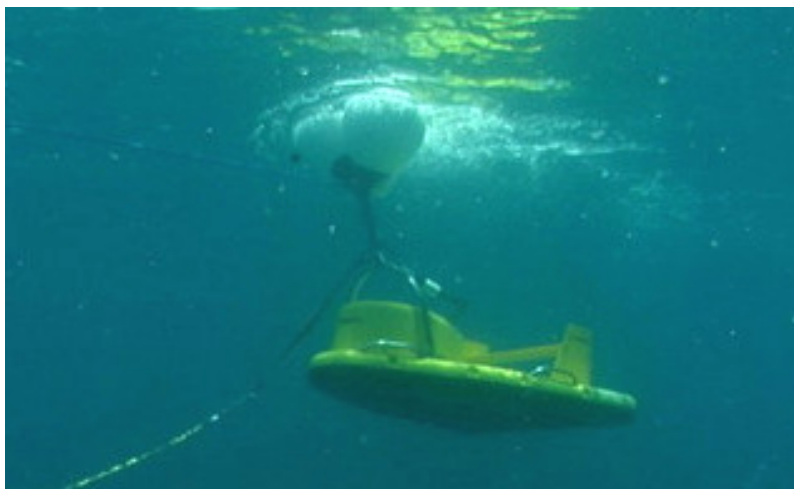


## Indagine Geofisica superficiale e Morfologica per la progettazione della nuova banchina rettilinea del porto di Ancona



(Report Preliminare)

Preparato da: Dott. Geol. Renato Tedeschi

### Indice

Premessa

Rilievo Geofisico SBP

Rilievo Morfologico SSS

Risultati

Conclusioni

Allegato :

- TAVOLA 1 : Planimetria area

Rev. 002/2014	Elaborato	Controllato	Approvato
Ancona_SBP	DT/RT	DG/FB	QC/SM

## Premessa

La società Metis srl è stata incaricata d Autorità Portuale di Ancona di effettuare una indagine geofisica superficiale ad alta risoluzione tramite strumentazione acustica Sub Bottom Profiler, al fine di verificare l'assetto morfologico e stratigrafico superficiale nell'area marina antistante la coronella interessata da nuove opere infrastrutturali (fig.1)

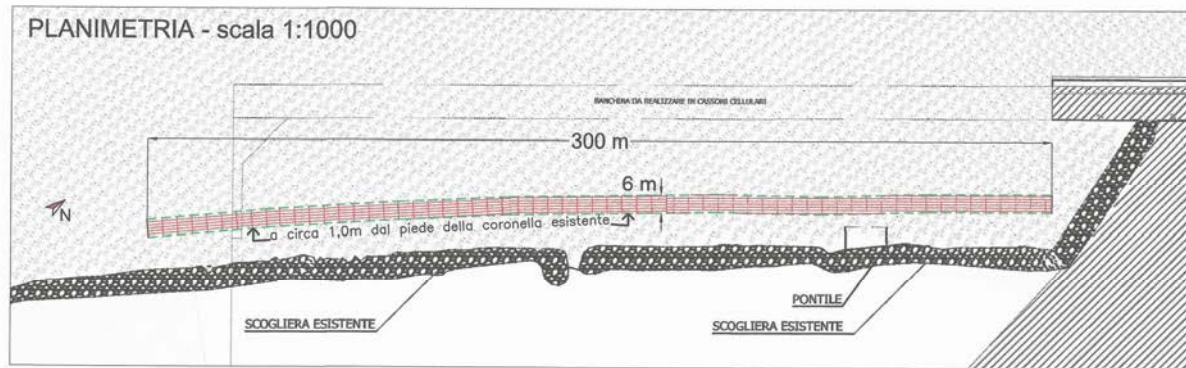


Fig. 1 – Planimetria 'area marina interessata dai rilievi geofisici e morfologici

Sono state realizzate n. 8 sezioni parallele alla coronella con interasse l'una dall'altra di circa 5 metri e quindi a circa :

- Linea 1 a 5 metri dalla coronella affiorante;
- Linea 2 a 10 metri dalla coronella affiorante;
- Linea 3 a 15 metri dalla coronella affiorante;
- Linea 4 a 20 metri dalla coronella affiorante;
- Linea 5 a 25 metri dalla coronella affiorante;
- Linea 6 a 30 metri dalla coronella affiorante;
- Linea 7 a 35 metri dalla coronella affiorante;
- Linea 8 a 40 metri dalla coronella affiorante.

Al fine di avere una migliore rappresentazione morfologica del fondale sono state realizzate quattro linee anche con strumentazione acustica a scansione laterale (Side Scan Sonar) ad alta frequenza (450Khz).

## Rilievo Geofisico

La stratigrafia dei fondali dell'area investigata è stata esaminata per mezzo di un sistema Sub Bottom Profiler di nuova generazione Edge Tech mod. 3100P a tecnologia "Chirp"(Fig.3). Questo sistema consente di identificare, tramite la produzione di immagini ad alta risoluzione (<15 cm), sia le sequenze litostratigrafiche al di sotto del fondale, sia l'eventuale presenza di oggetti sepolti.

Il funzionamento è basato sui principi fisici dell'acustica e in particolare sulla diversa velocità di propagazione del suono all'interno dei materiali (es.: acqua, sabbia, limo, argilla, rocce, ecc.) quando vengono attraversati da un evento acustico.

La penetrazione dei materiali e la loro riflessione dipendono sia dalle loro proprietà fisiche, sia dalla potenza e frequenza del segnale trasmesso (Fig. 2).

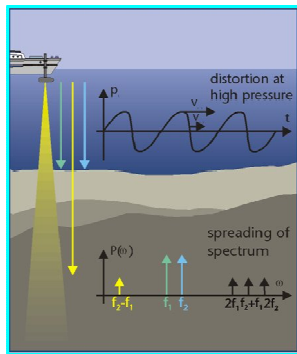


Fig. 2 – Principi di funzionamento SBP



Fig. 3 – Hardware e Towfish 4-24 (trasduttore) SBP

Lo strumento permette di selezionare principalmente:

- range di frequenza ( 4-24 kHz / 4-20 kHz / 4-16 kHz / 4-12 kHz );
- la potenza tra 1 e 2 kW;
- la velocità di sparo in millisecondi ;
- il guadagno acustico (gain) in decibel .

Gli impulsi acustici vengono trasmessi da un mono-trasduttore e ricevuti (streamer), il segnale elettrico risultante viene evidenziato sul monitor ed eventualmente registrato su carta da un registratore grafico.

Per l'indagine è stata utilizzata una frequenza variabile da 4 kHz a 20 kHz , velocità di sparo di 10 msec, e velocità di acquisizione della imbarcazione < 3 nodi, ottenendo penetrazioni al di sotto del fondale variabili da circa 2,00 m a circa 5,00 m, con risoluzione di 0,20/0,30 m. E' da considerare che le penetrazioni del segnale acustico durante i rilievi in acque marino-costiere sono generalmente piuttosto basse e dipendono sia dal battente d'acqua e sia dalla diversa tipologia del materiale attraversati (sabbie/ghiaie/limi).

Gli offset strumentali della giornata di acquisizione sono riportati in Tab. I.

Rev. 002/2014	Elaborato	Controllato	Approvato
Ancona_SBP	DT/RT	DG/FB	QC/SM

Tab. I - Offset Strumentali in metri

Posizione strumenti	X (trasversale)	Y (longitudinale)	Z (altezza/profondità)
DGPS	0.00	0.00	+ 2.00
SBP	0.00	- 2.00	- 1.00
SSS	+2.00	+5.00	-1.00

### Elaborazione e processing dei dati

Per l'elaborazione dei dati acquisiti mediante SBP è stato utilizzato il software della casa olandese "GeoSuite 3DAll Works" (fig.5) che permette di:

- caricare digitalmente i dati memorizzati per ogni linea acquisita;
- applicare differenti algoritmi di elaborazione/processing ai dati acquisiti;
- applicare correzioni di marea;
- digitalizzare i riflettori, effettuare correlazioni con eventuali carotaggi;
- stampare profili;
- estrarre i dati in diversi formati.

È inoltre possibile individuare, stampare e memorizzare immagini dei singoli target e evidenziare i principali riflettori acustici, digitalizzarli al fine di creare diverse tipologie di carte tematiche, carte di profondità o carte degli spessori delle unità sismiche.

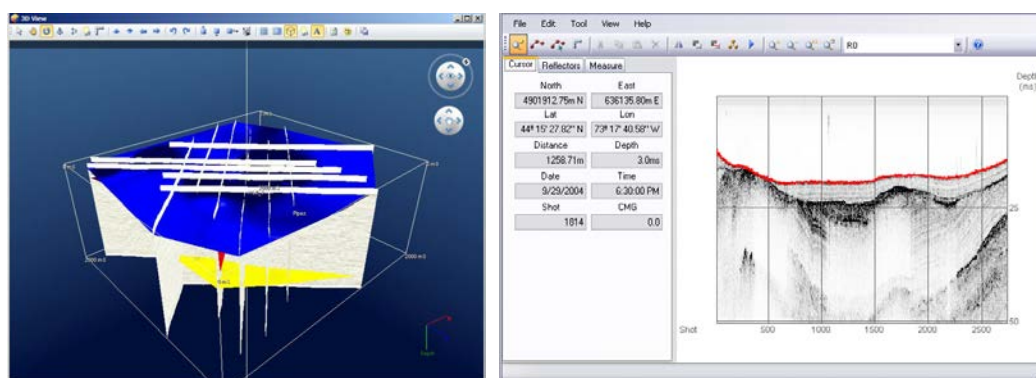


Fig. 5 – Esempio di alcune finestre utilizzate nel software di elaborazione.

## Rilievo Morfologico

Il sistema acustico Side Scan Sonar viene utilizzato al fine di identificare le diverse litologie ed oggetti presenti sul fondale marino, (sabbie, ghiaia, roccia, fango, Posidonia, Cymodocea, relitti, etc) al fine di realizzare una carta morfologica.

Il sistema side scan sonar utilizzato si avvale di tecnologia digitale a doppia frequenza (450/900 Khz) per produrre immagini del fondale ad alta risoluzione sulla base della diversa risposta acustica che danno i diversi litotipi (fig. 7).

Il sistema emette onde acustiche laterali ed in funzione del ritorno delle stesse (tonalità di grigi) produce immagini del fondale georeferenziate con la possibilità quindi di mappare, attraverso accurata interpretazione, le litologie ed gli oggetti presenti sul fondale.

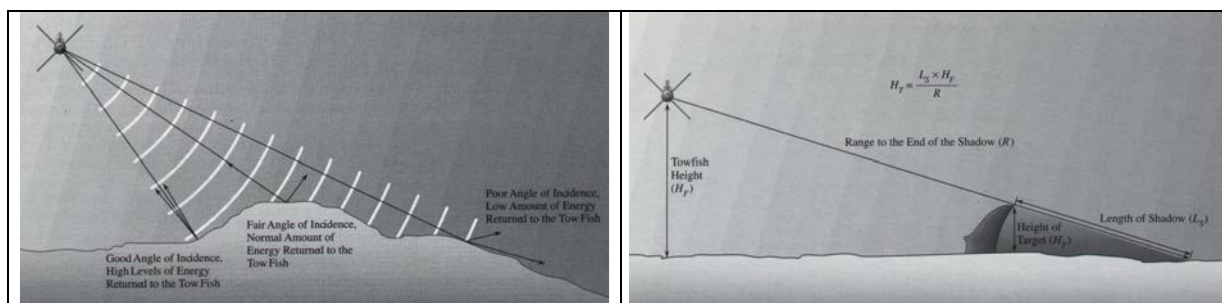


Fig. 7 – Principi acustici del sistema a scansione laterale “Side Scan Sonar”

Il sistema S.S.S. si avvale di due componenti principali (fig. 8):

- 1) Unità di acquisizione e registrazione delle immagini;
- 2) Unità portatata a traino in mare “Tow fish” 450/900 Khz



Fig. 8 – Componenti principali del sistema Side Scan Sonar.

<b>Rev. 002/2014</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Controllato</b>	<b>Approvato</b>
Ancona_SBP	DT/RT	DG/FB	QC/SM





## INDAGINE GEOFISICA SUPERFICIALE SUB BOTTOM PROFILER

*METIS srl*  
*Sede legale : Via Capanna95/03, Senigallia (AN)*  
*phone e fax : +39 071 65263*  
*c.f. \ p.i. : 02453690428*  
*r.e.a. : AN - 188508*  
*Cap. Soc. : € 10.000,00 i.v.*  
[www.medis-srl.eu](http://www.medis-srl.eu)  
[info@metis-srl.eu](mailto:info@metis-srl.eu)

*METIS s.r.l. - Quality Management and Quality Assurance Manual*

### Sistema di Posizionamento e navigazione

Al fine di georeferenziare le immagini acquisite con entrambi i sistemi illustrati è stato utilizzato un sistema differenziale GPS/RTK a copertura globale, che fornisce un posizionamento preciso in tempo reale, molto accurato e affidabile.

Il sistema si avvale di un network di stazioni di referenza di alta qualità installate in tutta Italia in località attentamente selezionate e in continua interazione con i principali centri di controllo dell'European Geodetic (International GPS Service/Geodynamics) e con agenzie nazionali/europee; le coordinate di queste stazioni sono state stabilite utilizzando ampie osservazioni geodetiche.

Le stazioni di riferimento trasmettono i dati corretti e altre informazioni al centro di controllo, che è il vero cuore del sistema e fornisce 24 h di monitoraggio del sistema stesso attraverso ampie procedure di controllo della qualità.

La funzione di monitoraggio è ottimizzata per fornire un quadro chiaro delle attività del sistema nel suo insieme e di tutti gli elementi che la compongono, dai ricevitori GSP attraverso tutti i nodi di comunicazione al centro di controllo. L'utente riceve i segnali utilizzando una selezione di antenne di tipo omnidirezionale collegate ad un ricevitore di ridotte dimensioni ma molto robusto. I dati vengono emessi nel formato standard industriale RTCM SC104 /NMEA che assicura compatibilità con quasi tutti i software di navigazione presenti sul mercato.

### Software di Navigazione

Il sistema di acquisizione dati e di navigazione utilizzato per il SBP è il noto software idrografico NAVPRO 6.30, eseguibile su qualsiasi piattaforma di ultima generazione: WsXP, WsNT. Il programma assembla, in un unico pacchetto, le funzioni attinenti al ciclo di produzione dei rilievi idrografici: programmazione e progettazione del rilievo; navigazione e acquisizione dati; filtraggio ed elaborazione dati; editing e stampa dei dati; interfaccia con altre piattaforme software.

Il centro di controllo costituisce il cuore del programma: in esso vengono impostati tutti i dati di configurazione del progetto ed eseguiti i vari moduli di cui è costituito il software.

Il processo che porta alla creazione di un nuovo progetto è composto da una serie di passaggi successivi attraverso i vari menù di configurazione (geodesia, disegno della nave e offset, linee di navigazione, registrazione dati, etc.)(fig.6).

Richiamando i vari menù di configurazione è anche possibile apportare eventuali modifiche che potrebbero essere necessarie nel progetto. Nella preparazione del progetto è possibile impostare determinate condizioni di qualità alle quali devono rispondere i dati registrati durante il rilievo. Nella fase successiva di acquisizione il sistema verificherà automaticamente tali condizioni ed informerà in tempo reale l'operatore di eventuali anomalie dei dati in input.

Con questo modulo viene gestita la navigazione sulle linee teoriche impostate precedentemente e sono controllati i dati provenienti da tutti i sensori connessi al sistema. Può essere attivata la memorizzazione dei dati o di singoli eventi, nonché la registrazione di commenti inerenti l'esecuzione dei rilievi. Nello stesso modulo è possibile selezionare i profili attivi di navigazione o di singoli waypoint con un semplice click del mouse.

Rev. 002/2014	Elaborato	Controllato	Approvato
Ancona_SBP	DT/RT	DG/FB	QC/SM

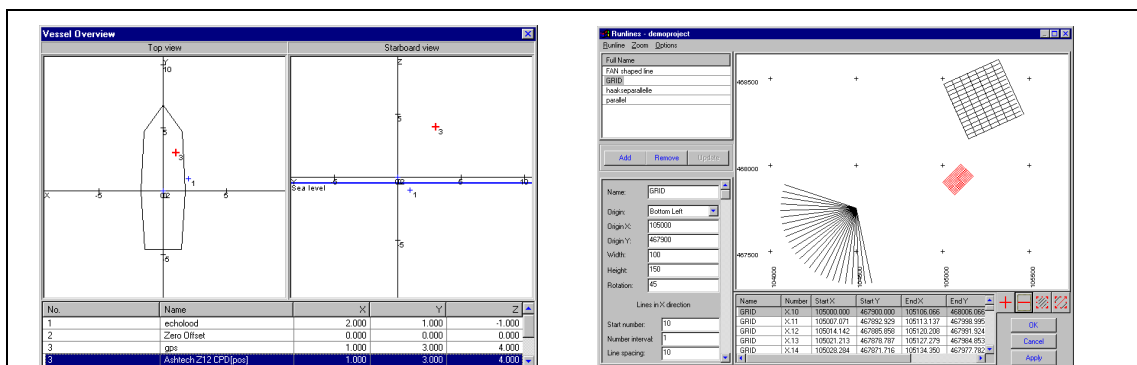


Fig. 9 - Configurazione geometrica della imbarcazione, offset strumentali e rotte di navigazione.

## Risultati

L'indagine geofisica superficiale Sub Bottom Profiler e morfologica Side Scan Sonar ha fornito un'ottima qualità del dato dando una buona visione sia dell'assetto litostratigrafico che morfologico al piede della coronella e un discreto dettaglio delle anomalie/target riscontrati.

Essendo lo scopo del lavoro l'identificazione di eventuali target emersi e semisepolti al di sotto del fondale attuale ed al piede della coronella, si è cercato di ottenere la migliore risoluzione dal sistema SBP nei primi metri della penetrazione del segnale, o almeno fino al primo riflettore sismico con chiare caratteristiche erosive che identifica l'ultima fase deposizionale.

Purtroppo la presenza di materiale grossolano come ghiaia e pietrisco riscontrato al piede della coronella ha limitato molto la penetrazione della sorgente acustica emessa dallo strumento impedendo così una migliore definizione dei target.

In base alla forma e alla risposta acustica si classificano i target come :

1. Target di origine sedimentaria (paleodune / paleorive / paleocanali);
2. Target di origine antropica (massi di scogliera)

Definendo target sedimentari i disturbi/anomalie acustiche nella geometria del deposito sedimentario dovuti a fenomeni di compattazione o per modifiche locali delle condizioni deposizionali; mentre target antropici quelle anomalie acustiche che mostrano una geometria ben marcata e definita tale da interrompere bruscamente le facies deposizionali.

In questo caso nella cartografia allegata alla presente relazione, (Tavola 1) sono stati mappati solo ed esclusivamente i target individuati di origine antropica affioranti e sub affioranti (circoletti neri) ; mentre sono stati mappati n.3 limiti:

- Limite viola :piede della coronella;
- Limite arancione: limite litologico costituito da sabbie/saghiuose e ghiaie e pietrisco;
- Limite blu : limite acustico SSS .



Di seguito alcune immagini significative acquisite durante l'esecuzione della indagine geofisica superficiale Sub Bottom Profiler e morfologica Side Scan Sonar.

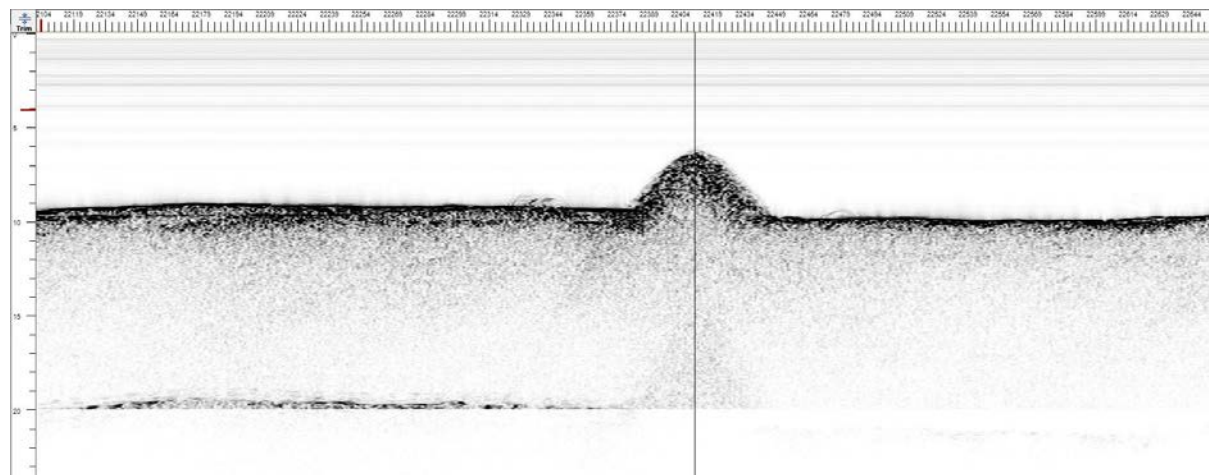


Fig.10 – Profilo linea SBP 4

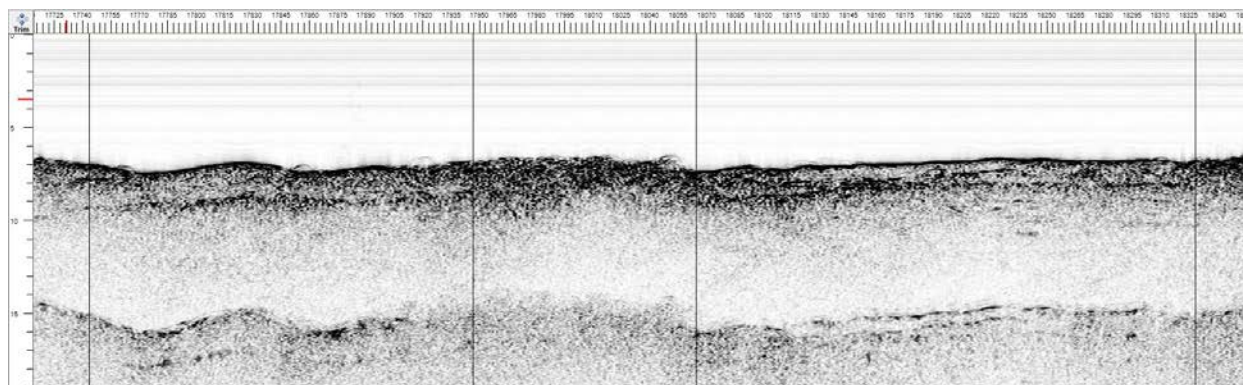


Fig.11 – Profilo linea SBP 3

Rev. 002/2014	Elaborato	Controllato	Approvato
Ancona_SBP	DT/RT	DG/FB	QC/SM

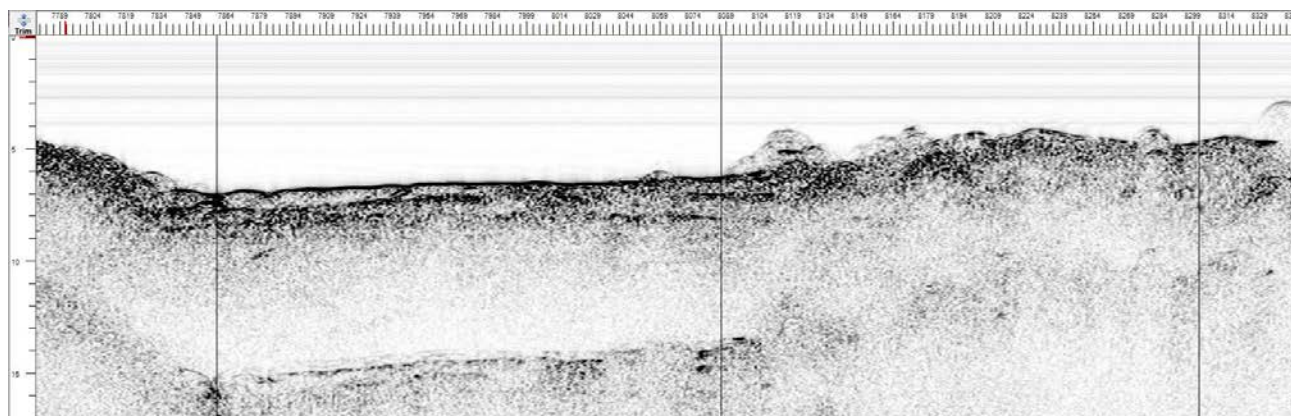


Fig.12 – Profilo linea SBP 2

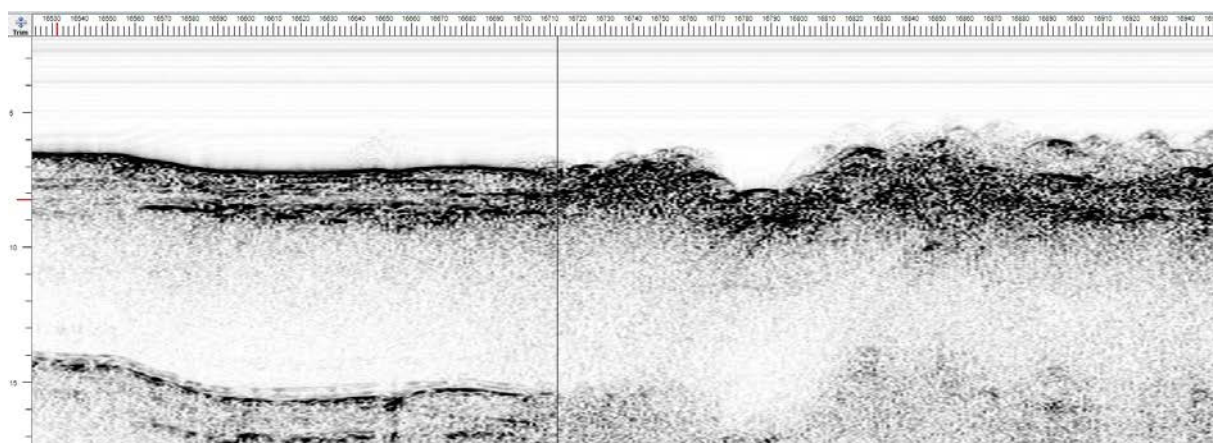


Fig.13 – Profilo linea SBP 1

Rev. 002/2014	Elaborato	Controllato	Approvato
Ancona_SBP	DT/RT	DG/FB	QC/SM



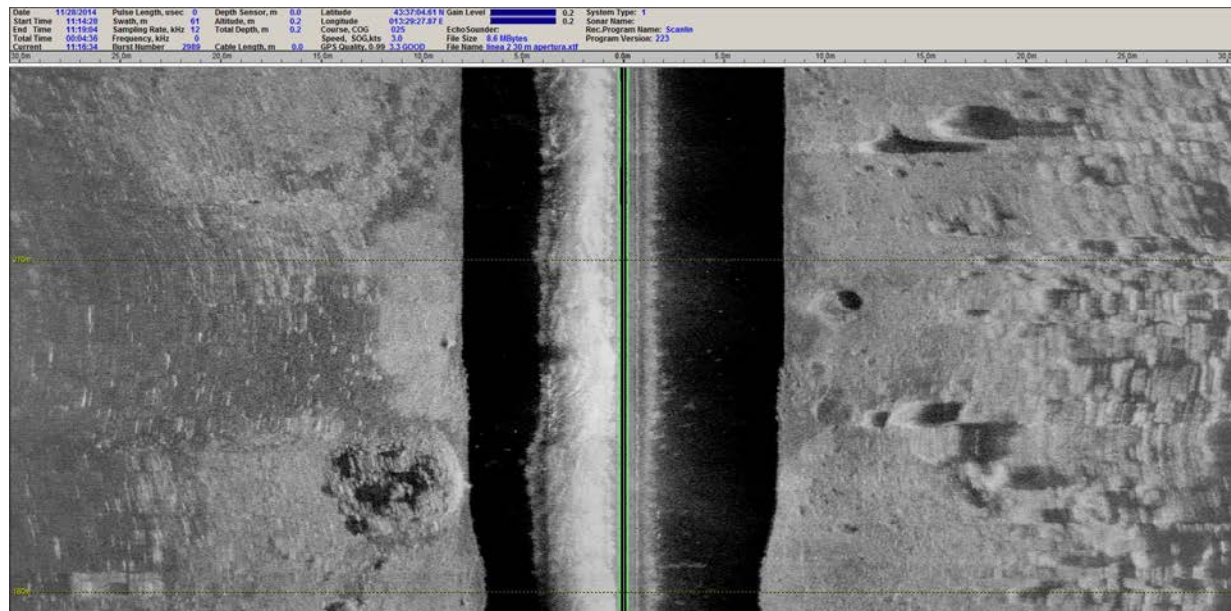


Fig.13 – Profilo linea SSS 1

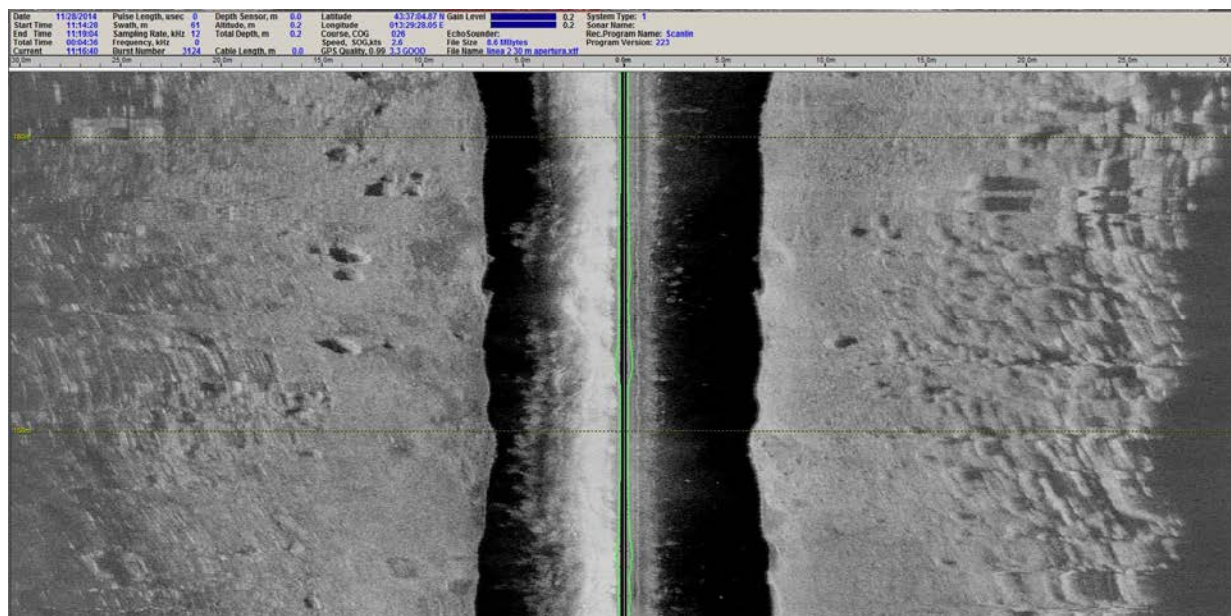


Fig.13 – Profilo linea SSS 1

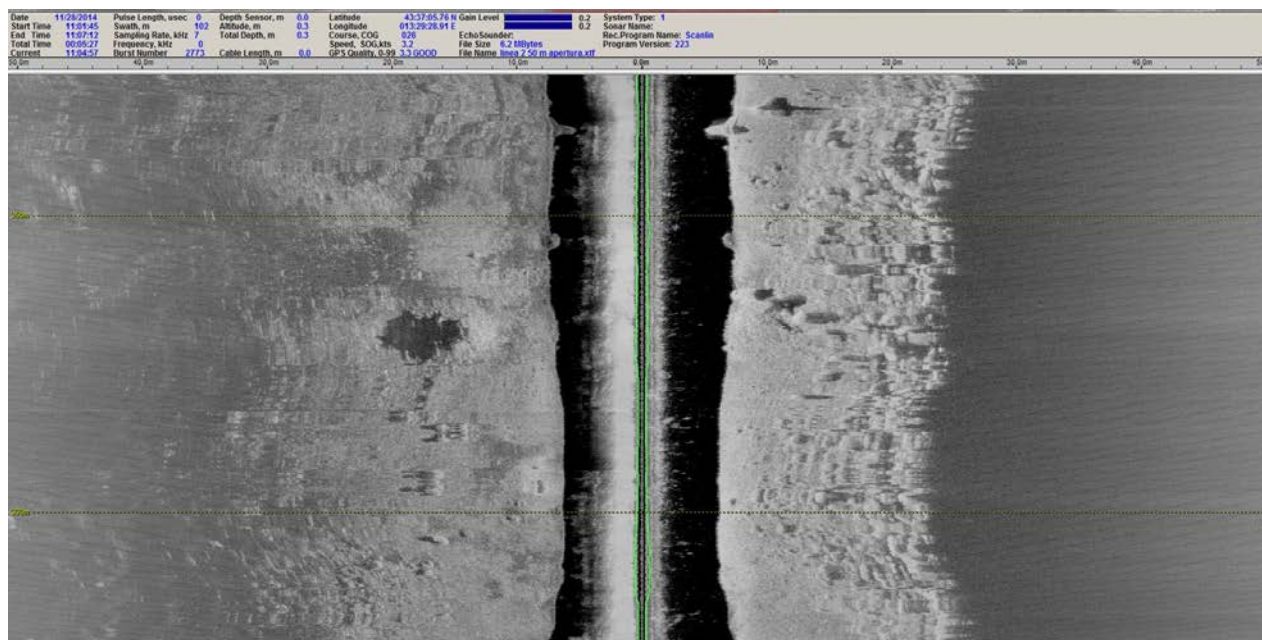


Fig.13 – Profilo linea SSS 2

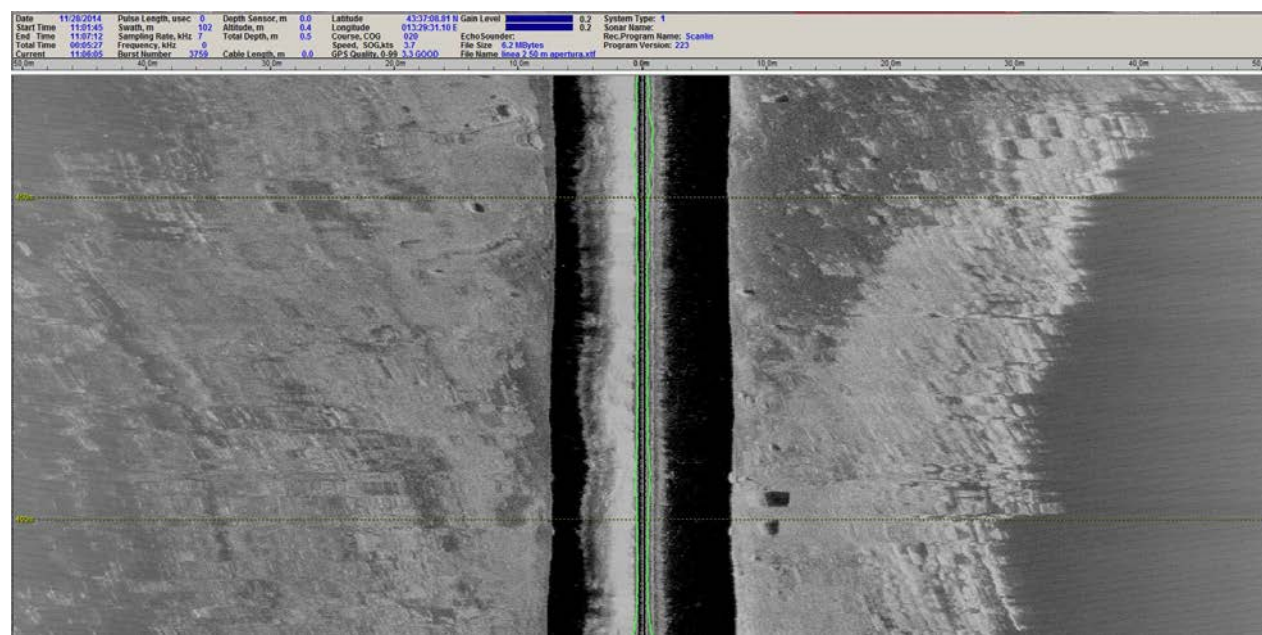


Fig.13 – Profilo linea SSS 2



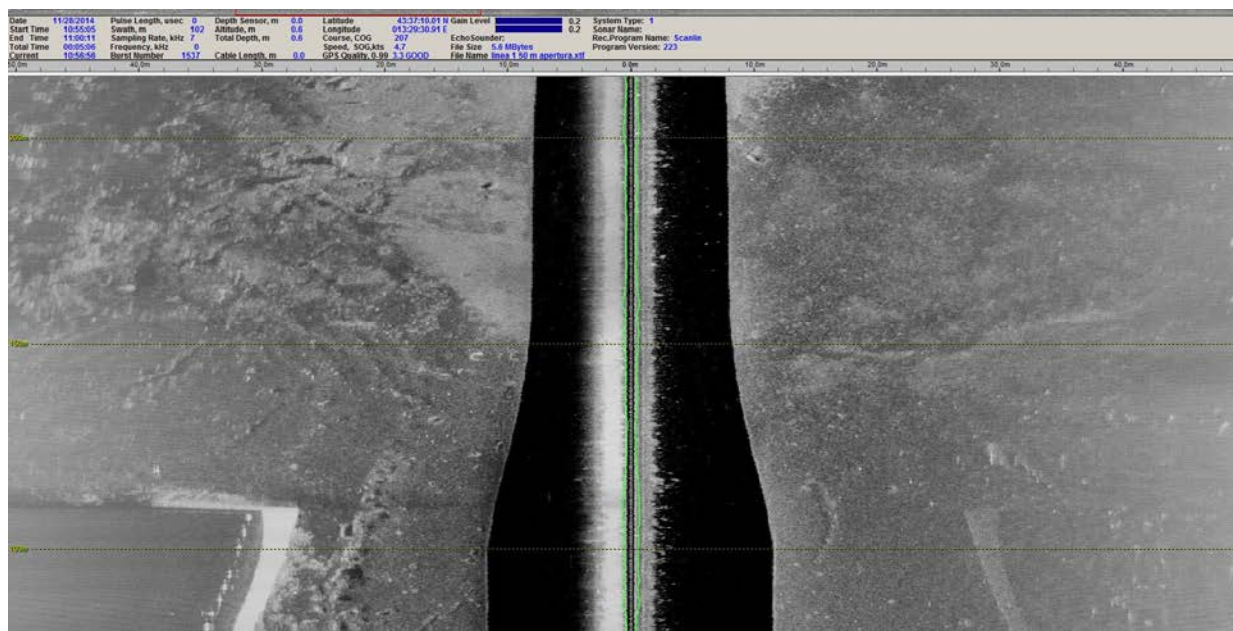


Fig.13 – Profilo linea SSS 3

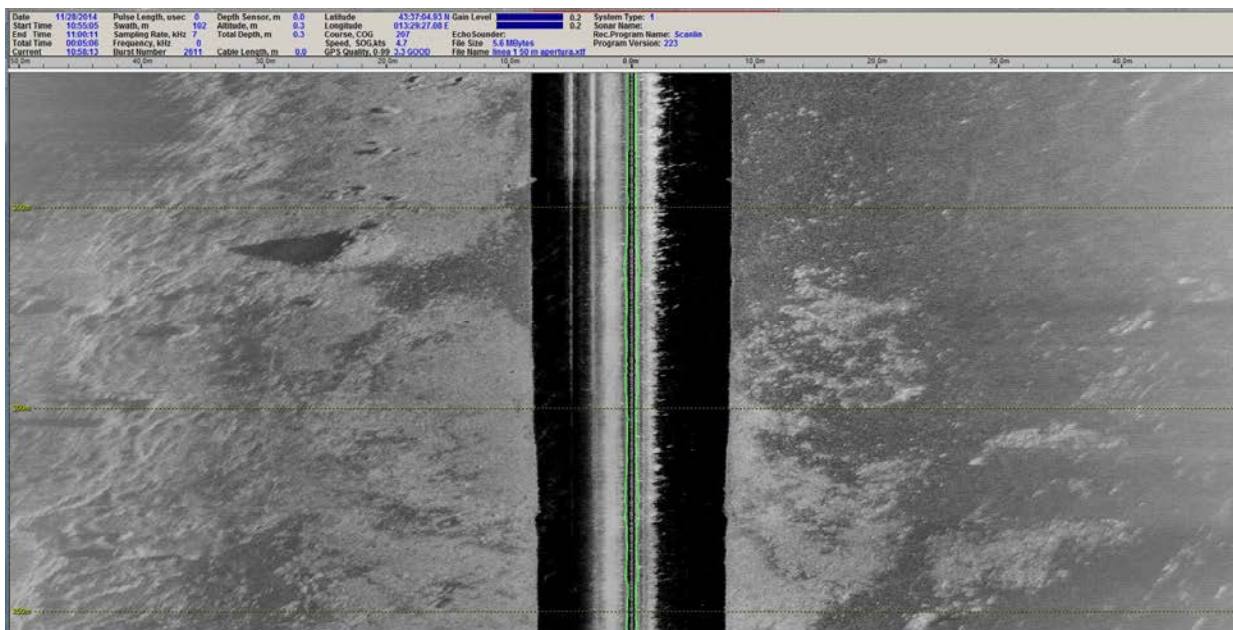


Fig.13 – Profilo linea SSS 3

## Conclusioni

L' indagine geofisica sub bottom profiler e morfologica side scan sonar ha permesso di avere le prime informazioni sulla morfologia del fondale e del piede della coronella utili alla prossima progettazione delle opere marittime previste.

I risultati evidenziano una estrema irregolarità del piede della coronella con tratti a pendenza più ripidi, testimonianza della buona tenuta dei materiali utilizzati , alternati a tratti più disaggregati dove si presentano leggeri franamenti del materiale costituente la coronella stessa, con spargimenti areali anche piuttosto abbondanti.

Nella Tavola 1, allegata alla presente relazione, vengono cartografate le principali evidenze sopra elencate.

Il limite riportato (in colore viola) rappresenta andamento dell'attuale piede della coronella dove la presenza di materiale affiorante e sub affiorante è piuttosto importante, all'esterno di tale limite rimangono ancora diversi corpi sparsi mappati in cartografia (circoletti in nero ) ma recuperabili con salpamento degli stessi.

Il margine arancione verso il largo rappresenta un limite litologico rappresentato da sabbie grossolane, sabbie miste a ghiaie e ghiaie grossolane.

Il margine in blu rappresenta il limite acustico/visivo della parte sempre immersa della coronella, del sistema side scan sonar.