



COMUNE DI CATANZARO

PROGETTAZIONE



Via Belvedere 8/10
30035 Mirano (VE)
www.fm-ingegneria-com
fm@fm-ingegneria.com

tel 041-5785711
fax 041-4355933



Via Belvedere 8/10
30035 Mirano (VE)
www.fm-ingegneria-com
divisioneimpianti@fm-ingegneria.com

tel 041-5785711
fax 041-4355933



Napoli
Via Filangieri, 11
sispi.ced@sispinet.it

tel. +39 081 412641



80131 Napoli
Viale DEGLI ASTRONAUTI, 8
amministrazione@giaconsulting.it

tel. +39 081 0383761

PROGETTO

COMUNE DI CATANZARO LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLE OPERE INTERNE DEL PORTO DI CATANZARO MARINA

EMISSIONE

PROGETTO DEFINITIVO

DISCIPLINA

AMBIENTE

TITOLO

J - AMBIENTE

Punto 5 | Relazione Tecnica Rilievi Geofisici

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

ELABORATO N.

J16

DATA:	SCALA:	FILE:	J.N.
31/03/2021	-	1259_J16_0.pdf	1259/19
PROGETTO	DISEGNO	VERIFICA	APPROVAZIONE
-	-	-	-

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 1 a 38

Relazione Tecnica Rilievi Geofisici

Catanzaro Marina (CZ)

10/01/2022	01	Dott. A.Bui	Dott. G. Verdicchio	Ing. L. Barone
03/11/2021	00	Dott. A.Bui	Dott. G. Verdicchio	Ing. L. Barone
Data/Date	Rev.	Redatto/Edited	Verificato/Checked	Approvato/Approved

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
 <p>POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small></p>	 <p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 2 a 38</p>

1. Sommario

1. Indice dei Contenuti	3
1.1. Indice delle Figure.....	3
1.2. Indice delle Tabelle	4
1.3. Indice degli Allegati	4
1.4. Acronimi.....	5
1.5. Riferimenti	6
Cliente	6
Documenti di Riferimento.....	6
2. Introduzione al Progetto.....	7
2.1. Scopo del Rilievo	7
2.2. Documentazione di Riferimento	9
3. Informazioni Geospaziali.....	11
3.1. Sistema di Riferimento.....	11
3.2. Datum Verticale	11
3.3. Unità di Misura.....	12
4. Strumentazione per l'esecuzione del lavoro.....	13
5. Personale	14
6. Metodologie di indagine	15
6.1. Allestimento del mezzo navale e strumentazione utilizzata	15
6.2. Sistema di posizionamento superficiale	16
6.3. Multibeam.....	17
6.4. Sonda SVP: Sound Velocity Profiler	18
6.5. Side Scan Sonar.....	19
7. Esecuzione del Rilievo.....	20
7.1. Rilievo MBES.....	20
7.1.1. Navigazione linee MBES	21
7.2. Rilievo SSS.....	21
7.2.1. Navigazione linee SSS	22
8. Elaborazione.....	23
8.1. Elaborazione Dati Multibeam	23

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
	<p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 3 a 38</p>

8.2. Elaborazione Dati Side Scan Sonar	24
9. Risultati	25
9.1. Dati Multibeam	25
10. Dati Side Scan Sonar	30
10.1. Mosaico Side Scan Sonar	30
11. Considerazioni sulle attività e integrazioni dei dati geofisici e biologici	32
ALLEGATI	35

1. Indice dei Contenuti

1.1. Indice delle Figure

Figura 1. Area oggetto di ripascimento	7
Figura 2. Area raffigurata in rosso soggetta ad indagine geofisica tramite strumentazione Multibeam e SSS.	8
Figura 3. Morfologia del fondale del golfo di Squillace, che mostra i principali processi gravitativi ed erosivi ed relativi siti di geohazard dell'area.	9
Figura 4. Sonogrammi derivati da SSS in prossimità della testata del canyon di Catanzaro, il quale mostra la sua vicinanza all'area costiera e al porto turistico (Morelli et al. 2011).	10
Figura 5. Motobarca Beam	15
Figura 6. Allestimento palo per MBES	15
Figura 7. Sistema Applanix integrato al sistema MBES Norbit i77h; a sinistra sistema posizionamento superficiale a doppia antenna GPS in modalità RTK.	16
Figura 8. MBES NORBIT i77h montato a palo lungo giardinetto della motobarca Beam. In alto a dx si mostra la sonda di velocità SVP accompagnata dalle fasi di calata in acqua durante le operazioni di rilievo.	18
Figura 9. Side Scan Sonar Klein 4900	20
Figura 10. Linee di navigazione MBES eseguite	21
Figura 11. A sinistra, operazioni tecniche di allestimento del SSS antecedenti le attività a mare; a destra, assetto con boa del SSS durante l'acquisizione dati.	22
Figura 12. Linee di navigazione SSS eseguite	22

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
 <p>POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small></p>	 <p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 4 a 38</p>

Figura 13. Batimetria con contour dell'area investigata in prossimità del porto di Catanzaro Marina. A destra legenda dei valori batimetrici..... 25

Figura 14. Modello 3D del dato batimetrico. Viene visualizzato un contour batimetrico con intervallo di 10metri. In alto a destra, indice dei valori batimetrici. 26

Figura 15. Dettagli 3D 26

Figura 16. Ricostruzioni 3D del dato batimetrico, accompagnate dai profili longitudinale e trasversale dell'area a carattere erosivo. 27

Figura 17. Profilo longitudinale della carpata di nicchia id frana che costeggia il fianco sud orientale del canyon di Catanzaro. 28

Figura 18. Ricostruzione 3D delle pendenze dell'area indagata. In alto a destra, si osserva la scala di colori delle pendenze. In basso due dettagli dell'immagine principale: a sinistra, un settore soggetto a possibile instabilità; a destra, netta variazione del pendio come mostrato dalla scala di colori. 29

Figura 19. Profili longitudinale e trasversale relativi al settore orientale dell'area rilevata. 29

Figura 20. Risultato Mosaico-Catanzaro Marina. L'area delimitata in rosso rappresenta il settore caratterizzato dal canyon di Catanzaro. 30

Figura 21. Backscatter MBES Norbit i77h. Nel riquadro in rosso, si ipotizza il possibile settore caratterizzato da fanerogama.....

1.2. Indice delle Tabelle

Tabella 1. Vertici relativi all'area indagata 8

Tabella 2. Geodesia e Sorgente..... 11

Tabella 3. Stazione Mareografica di Riferimento 11

Tabella 4. Parametri e unità di misura 12

Tabella 5. Strumentazione utilizzata per l'esecuzione delle indagini 13

Tabella 6. Dettagli Motobarca Beam 13

Tabella 7. Personale presente per l'esecuzione delle indagini 14

1.3. Indice degli Allegati

A.1 CZ_Rilievo_Batimetrico_con_curve_dilivello

A.2 CZ_Mosaico

A.3 CZ_Carta_Geomorfologica

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 5 a 38

A.4 CZ_Backup_Dati_(MBES_SSS)

1.4. Acronimi

ACRONIMI	ITALIANO/INGLESE
GAMS	GPS Azimuth Measurement System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
IHO	International Hydrographic Organization
IMU	Inertial Measurement Unit
M	Magnitudo
MBES	Multibeam Echosounder
MRU	Motion Reference Unit
N-RTK	Network Real-time kinematic
RTK	Real-time kinematic
SSS	Side Scan Sonar
SVP	Sound Velocity Profile
TM	Trasversa di Mercatore
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS84	World Geodetic System 1984

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 6 a 38

1.5. Riferimenti

Cliente

Cliente	Comune di Catanzaro
Indirizzo Cliente	Palazzo de Nobili, Via Giovanni Jannoni, 68, 88100 Catanzaro CZ
Documenti di Riferimento Cliente	Progetto del comune di Catanzaro lavori di completamento delle opere interne del porto di Catanzaro Marina

Documenti di Riferimento

- Morelli, D., Cuppari, A., Colizza, E., & Fanucci, F. (2011). Geomorphic setting and geohazard-related features along the Ionian Calabrian margin between Capo Spartivento and Capo Rizzuto (Italy). *Marine Geophysical Research*, 32(1-2), 139-149.
- Progetto MAGIC (2007-2012). *Marine Geohazards Along the Italian Coasts*. Mappatura degli elementi di rischio geologico sulla zona costiera. Dipartimento della Protezione Civile.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n.: 7 a 38

2. Introduzione al Progetto

Nell'ambito dei lavori di completamento del porto di Casciolino Lido è previsto un intervento di escavo dei fondali marini interni al bacino portuale con contestuale ripascimento della spiaggia posta a ridosso del molo di sopraflutto del porto di Catanzaro Marina, per uno sviluppo di circa 1,0 km di litorale.



Figura 1. Area oggetto di ripascimento.

Per valutare l'estensione e le condizioni ideali per l'attività precedentemente citata, è stato effettuato un rilievo bati-morfologico in prossimità dell'area limitrofe al porto di Catanzaro Marina.

2.1. Scopo del Rilievo

Lo scopo del rilievo riguarda la realizzazione di un rilievo bati-morfologico su un'area di dimensione pari a 500 x 2000m antistante la zona portuale di Catanzaro Marina. Le indagini multibeam risultano finalizzate alla identificazione della batimetria della zona per definire con accuratezza la morfologia del fondale. Le indagini SSS sono finalizzate alla localizzazione e determinazione dell'estensione dei popolamenti bentonici sul litorale di Catanzaro Lido (nell'area di intervento) e consistono preliminarmente all'acquisizione di dati morfologici sulla natura e la conformazione del substrato. Sulla base dei dati bati-morfologici rilevati nell'area investigata verranno individuati i siti di indagine, distanti non meno di 500 m l'uno dall'altro e all'interno di ciascun sito verranno individuati almeno 3 transetti della lunghezza minima di 50 m e opportunamente localizzati al fine di effettuare le indagini per l'individuazione dei popolamenti.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 8 a 38

Tabella 1. Vertici relativi all'area indagata

CODICE	X	Y
V.02	640789.4089	4298517.7232
V.03	640906.7487	4298031.5557
V.04	641398.8339	4298150.4526
V.05	641905.4223	4297912.1241
V.06	642721.3485	4298108.8501
V.07	642604.1602	4298594.9199
V.08	641959.1666	4298439.4112
V.09	641452.5078	4298677.7686
V.10	641425.6913	4298788.8864

I risultati attesi sono informazioni dettagliate sulla morfologia del fondale, l'assetto del substrato e sulle praterie di fanerogame (*Posidonia Oceanica*, *Cymodocea nodosa* o altre) al fine di determinarne la distribuzione planimetrica e l'estensione.



Figura 2. Area raffigurata in rosso soggetta ad indagine geofisica tramite strumentazione Multibeam e SSS.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 9 a 38

2.2. Documentazione di Riferimento

Sulla base della morfologia del fondo marino, tre diverse aree possono essere distinte sul margine ionico calabrese: il Golfo di Squillace, il bacino del Siderno-Bovalino, separati dal rilievo dello Stilo e il canyon di Catanzaro e Botricello. I primi due sono caratterizzati da elevati tassi di erosione con successivi processi di risedimentazione, e da una piattaforma (1-5 km) delimitata da un pendio ripido (5-18°), che è incisa da canyon, gullies e nicchie di frana. I gullies sul pendio superiore si alternano a testate di canyon che incidono profondamente la piattaforma. La pendenza inferiore è dominata da tipici depositi a ventaglio. I thalwegs del canyon sono meandrici, localmente caratterizzati da forti deviazioni, e si formano a ridosso della confluenza di numerosi canali tributari. La frequente distribuzione di nicchie di frana testimonia la presenza di fenomeni di trasporto in massa, in particolare alle testate del canyon e lungo i fianchi ripidi. Nonostante la frequenza e l'elevata diffusione di questi processi, i corpi di frana accumulati alla base del pendio sono scarsi o assenti. Nel Golfo di Squillace, uno dei più significativi geohazard è rappresentato dalle testate a evoluzione retrogressiva dei Canyon di Botricello e di Catanzaro; in particolare la testata superiore del canyon di Catanzaro, prossima alla linea di costa, è soggetta ad evidente erosione retrogressiva. Il canyon risulta stretto, dritto, confinato e direttamente collegato alla foce del fiume Corace, che gestisce i flussi e depositi costieri fino a fenomeni di inondazione.



Figura 3. Morfologia del fondale del golfo di Squillace, che mostra i principali processi gravitativi ed erosivi ed relativi siti di geohazard dell'area.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 10 a 38

Il fianco settentrionale è luogo di processi gravitazionali erosivi testimoniati dalla presenza di molteplici nicchie di frane e di un incipiente canale secondario dovuto alla confluenza del canale di Serre e il Canyon di Sellia. Questi canyon mostrano una testata a ventaglio estesa fino al limite della piattaforma. In questa zona, i profili sismici ad alta risoluzione evidenziano come l'instabilità del pendio possa essere correlata a faglie attive. In corrispondenza del canale incipiente, Chirp e i profili sismici multicanale suggeriscono una testata di canale che sviluppa fenomeni gravitativi superficiali e profondi probabilmente legati alla presenza di gas nel sedimento. Vicino alla costa, la testata del canyon a forma di ventaglio risulta distante circa 50 m dal litorale lungo un'area frontale di circa 3,5 km. L'area costiera interessata è fortemente urbanizzata, con la presenza del Catanzaro porto turistico del Lido (Morelli et al. 2011).

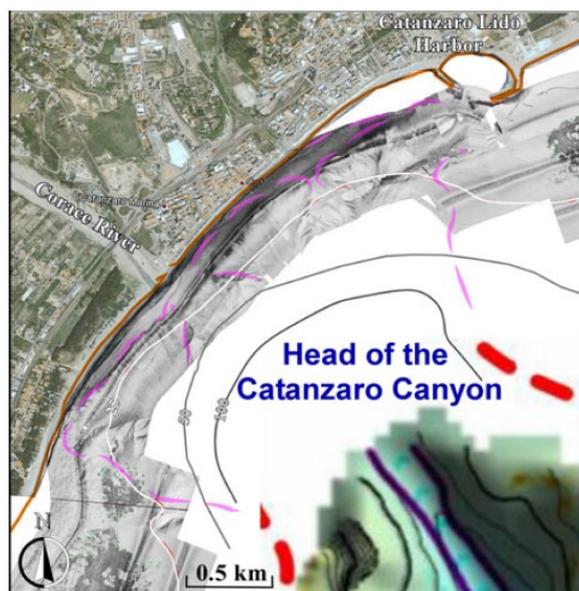


Figura 4. Sonogrammi derivati da SSS in prossimità della testata del canyon di Catanzaro, il quale mostra la sua vicinanza all'area costiera e al porto turistico (Morelli et al. 2011).

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
	 	Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica

3. Informazioni Geospaziali

3.1. Sistema di Riferimento

Il sistema di riferimento utilizzato durante il progetto risulta il WGS84-UTM in corrispondenza della zona 33N (EPSG: 32633, //epsg.io/32633.prettywkt). I dettagli dei parametri geodetici sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2. Geodesia e Sorgente

Informazioni Geospaziali di Progetto	Sorgente Dati
Datum:	World Geodetic System 1984 – EPSG 4326
Sferoide	WGS 84
Meridiano Primario	0° Greenwich
Proiezione	Universale Trasversa di Mercatore
Zona	33 N
Meridiano Centrale	015°00'00"
Latitudine di origine	0.0000
Falso Est (m)	500000
Falso Nord (m)	0
Fattore di Scala	0.9996
Codice EPSG	32633

3.2. Datum Verticale

Tutti i soundings e le misurazioni verticali sono stati ridotti alla "Lowest Astronomical Tide" (LAT) che rappresenta il dato delle carte nautiche ("Admiralty Chart Datum", dove A.C.D. approssima la L.A.T.). La batimetria è stata riferita alla A.C.D. utilizzando i dati di marea predetta reperiti dalla Rete Mareografica Nazionale ISPRA (<https://www.mareografico.it/>), e riferiti alla stazione Mareografica di Crotone i cui dettagli sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3. Stazione Mareografica di Riferimento

Denominazione	Coordinate	Descrizione	Immagine
Crotone	LATITUDINE 39° 04' 60.89' LONGITUDINE 17° 08' 13.40"	La stazione è situata presso il porto. La stazione mareografica è dotata di caposaldi altimetrici. Ogni caposaldo è riferito al livello medio del mare misurato a Genova dall'antico mareografo Thompson.	

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 12 a 38

3.3. Unità di Misura

Distanze e coordinate piane saranno espresse in metri.

Le unità angolari saranno espresse in gradi.

Il tempo sarà espresso in ora locale.

La profondità dell'acqua sarà espressa in metri (m).

Tabella 4. Parametri e unità di misura

Parametri	Unità	Formato	Note
Data	-	DD/MM/YYYY	-
Tempo	-	00:00:00	-
Distanza	Metri (m)	±0000.00	-
Angolo orizzontale	Sessagesimale (°)	000.00	Valore positivo – North = 0° - Positivo in senso orario
Angolo verticale	Sessagesimale (°)	±00.00	Valori positive Top e destra
Velocità	Nodi	00.00	-
Altezza	Metri (m)	00.000	Positivo
Profondità	Metri (m)	-00.000	Negativo
Latitudine	Sessagesimale (°)	ggmmss.sss	-
Longitudine	Sessagesimale (°)	ggmmss.sss	-

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
	 	Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica

4. Strumentazione per l'esecuzione del lavoro

La strumentazione utilizzata per il rilievo è riassunta nella Tabella 5 seguente. La scheda tecnica relativa è mostrata in Tabella 6.

Tabella 5. Strumentazione utilizzata per l'esecuzione delle indagini

Tipologia	Modello
Mezzo Nautico	Motobarca Beam
Posizionamento / MRU-Gyro	1 APPLANIX POS MV Surfmaster (Doppia Antenna) 1 MRU Norbit
Multibeam	Norbit Winghead i77h
MBES Software	1 PC di navigazione equipaggiato con il software di acquisizione/elaborazione Norbit
SSS	1 Klein 4900 doppia frequenza 450-900 kHz Side Scan Sonar
SVP	Norbit 24114-1 SV Profiler
SSS Software	1 PC di navigazione equipaggiato con il software di acquisizione/elaborazione SonarPro
Software di Navigazione	1 PC di navigazione equipaggiato con il software di acquisizione/navigazione Qinsy QPS
Processing software	Qimera per processing e interpretazione MBES SonarWiz per processing e interpretazione SSS Auto - Cad – Argis (Charting)

Tabella 6. Dettagli Motobarca Beam



SPECIFICHE	DETTAGLI
Bandiera	Italia
Anno Costruzione	2019
Registro	NA11026
GRT	3.31 T
LOA	6.05 m
Larghezza	2.35 m
Pescaggio	0.45 m
Potenza Motori	73.60 kW

La strumentazione è stata corredata da un numero sufficiente di accessori quali workstations, spare parts, gruppo elettrogeno, UPS, connettori, ecc..

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 14 a 38

5. Personale

Il personale coinvolto in fase di acquisizione del dato Multibeam, Side Scan Sonar e nella successiva fase di elaborazione dati e cartografia è riassunto nella Tabella 7.

Tabella 7. Personale presente per l'esecuzione delle indagini

Ruolo	Numero di persone
Pilota Imbarcazione	1
Marine Surveyor	2
Data Processor/Geologo	1
Totale	4

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME, ENVIRONMENTAL, ENGINEERING SERVICES</small>	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 15 a 38

6. Metodologie di indagine

6.1. Allestimento del mezzo navale e strumentazione utilizzata

Le operazioni di allestimento della Motobarca Beam e acquisizione dati (Figura 5 e Figura 6 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) sono state realizzate nel Porto di Catanzaro Lido dal 28/09/2021 al 01/10/2021.



Figura 5. Motobarca Beam

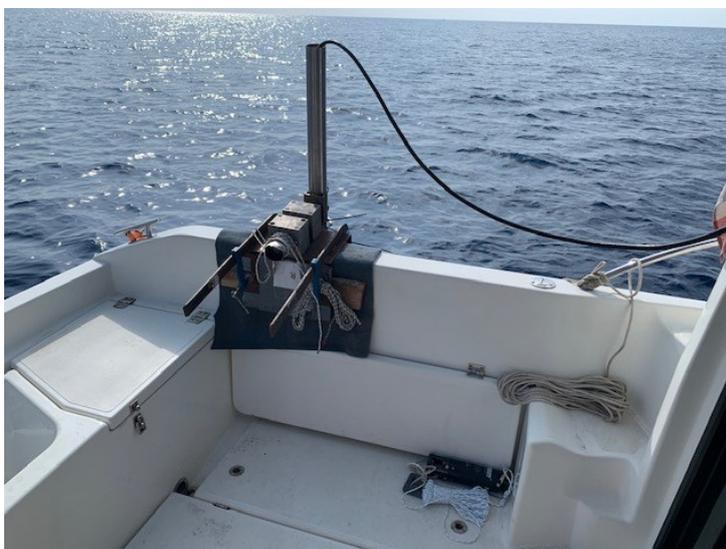


Figura 6. Allestimento palo per MBES

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI S.p.A. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 16 a 38

Le operazioni di allestimento sono state svolte in banchina e hanno incluso:

- Installazione e test del sistema di posizionamento superficiale
- Installazione, test e calibrazione del sistema Multibeam Echosounder MBES
- Installazione e test del Side Scan Sonar SSS

Nei paragrafi seguenti sono riportate le procedure di elaborazione effettuate durante le operazioni di post-acquisizione al fine di garantire la massima accuratezza dei dati acquisiti.

6.2. Sistema di posizionamento superficiale

Il sistema di posizionamento installato sulla motobarca Beam include:

- Applanix POS MV Surfmaster (modalità RTK)
- Sistema di navigazione Qinsy, QPS



Figura 7. Sistema Applanix integrato al sistema MBES Norbit i77h; a sinistra sistema posizionamento superficiale a doppia antenna GPS in modalità RTK.

Il sistema Applanix è composto dalla combinazione di due sistemi GNSS montati in modo da formare una base-line solidale con il mezzo navale e da un sistema inerziale (IMU) che fornisce dati di velocità angolare e di accelerazione lungo i 3 assi di movimento. La direzione di movimento (Heading) è calcolata dalla combinazione del sistema GAMS (GPS Azimuth Measurement System) e IMU e garantisce un'accuratezza fino a 0.06° , conforme agli standard idrografici internazionali.

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
 <p>POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small></p>	 <p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n.: 17 a 38</p>

L'allineamento del sistema Applanix è stato effettuato posizionando due GNSS in modalità RTK tramite due antenne posizionate lungo l'asse trasversale dell'imbarcazione registrandone la posizione. L'insieme dei sistemi allestiti a bordo della motobarca Beam sono stati posizionati in ragione delle operazioni tecniche necessarie per consentire l'esecuzione dei lavori con relative annotazioni degli offset derivati rispetto al punto di riferimento del frame stabilito.

6.3. Multibeam

Tale rilievo è stato eseguito con un sistema Multibeam Echo Sounder NORBIT Winghead i77h ad alta risoluzione, range frequenza di banda selezionabile tra 200 kHz - 700 kHz, e larghezza del fascio 0,5° X 0,9° trasversale e lungo traccia a 400 kHz, e 0,3° X 0,5° trasversale e lungo traccia a 700 kHz. Il settore relativo alla spazzata del MBES NORBIT i77h è selezionabile da 5° a 210°, con stabilizzatore integrato, caratterizzato da un array ricurvo progettato per incrementare la rapidità e la facilità d'esecuzione dei rilievi. Il NORBIT i77h utilizza fino a 1024 beams, rilevando la morfologia del fondo marino con un dettaglio estremamente elevato. Il trasduttore è stato installato a palo lungo il giardinetto. Per l'intera indagine, l'ampiezza del fascio MBES è stata modulata a circa 140° in condizioni ordinarie di acquisizione lungo il settore indagato. Il sistema prevede l'utilizzo delle seguenti componenti:

- Sistema di posizionamento Applanix con correzione RTK
- MBES NORBIT i77h con IMU integrato
- Software di acquisizione NORBIT e di navigazione Qinsy (QPS)

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 18 a 38



Figura 8. MBES NORBIT i77h montato a palo lungo giardinetto della motobarca Beam. In alto a dx si mostra la sonda di velocità SVP accompagnata dalle fasi di calata in acqua durante le operazioni di rilievo.

Il posizionamento e l'assetto di movimento sono stati corretti e aggiornati dal sistema integrato APPLANIX Pos MV, dotato di 2 schede GPS RTK e di un'unità di misura inerziale. Il sistema riceve la correzione differenziale trasmessa dalla Stazione di Riferimento GPS tramite collegamento Internet GSM (es. servizio LEIKA ITALPOS, ecc.) e applicata in tempo reale sui dati GPS, ottenendo un posizionamento molto accurato. Per quanto riguarda il NORBIT IMU, esso risulta integrato all'interno del sistema MBES i77h NORBIT, minimizzando gli errori di misura (ad esempio: offset, errore angolare, ecc.) e garantendo una correzione di alta qualità dell'assetto nei dati batimetrici. Tutti i sistemi sono stati interfacciati in tempo reale con il software di navigazione Qinsy, il sistema di acquisizione NORBIT e i dati sono stati memorizzati in formato *.db. I livelli delle maree sono stati corretti applicando i dati di marea, prossimali all'area di indagine (distanza dal sito minore di 100 km), scaricati dalla rete mareografica nazionale ISPRA. Per il sito investigato, i dati applicati derivano dal mareografo localizzato a Crotona, successivamente inseriti in fase di post elaborazione.

6.4. Sonda SVP: Sound Velocity Profiler

Durante il rilievo sono state eseguite ad intervalli regolari le misure della velocità del suono tramite una sonda che rileva le caratteristiche fisiche lungo la colonna d'acqua. La sonda/SVP (sound velocity profiler) viene calata in acqua circa ogni 6-8 ore durante l'acquisizione multibeam per correggere l'insonificazione in funzione della reale velocità del suono lungo la colonna d'acqua. Tale

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n.: 19 a 38

velocità è funzione anche di temperatura e salinità locali e varia durante il giorno per specifica zona. La sonda utilizzata consente l'acquisizione di profili di velocità con un'accuratezza di 0.02 m/s.

6.5. Side Scan Sonar

Il rilievo Side Scan Sonar è stato realizzato utilizzando il sistema SSS Klein 4900. Tale strumento (Klein 4900) è in grado di operare in doppia frequenza selezionabile tra i 450 ed i 900 kHz con una copertura laterale tale da consentire una sovrapposizione fino al 100%. La posizione corretta del sonogramma acquisito è stata ottenuta posizionando un trasponder in corrispondenza del "tow fish". Si noti che aree con profondità inferiori a 15 m, la profondità di acquisizione del tow fish era di pochi metri sotto il pelo dell'acqua. In queste condizioni il posizionamento è stato ottenuto con il metodo del layback.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 20 a 38

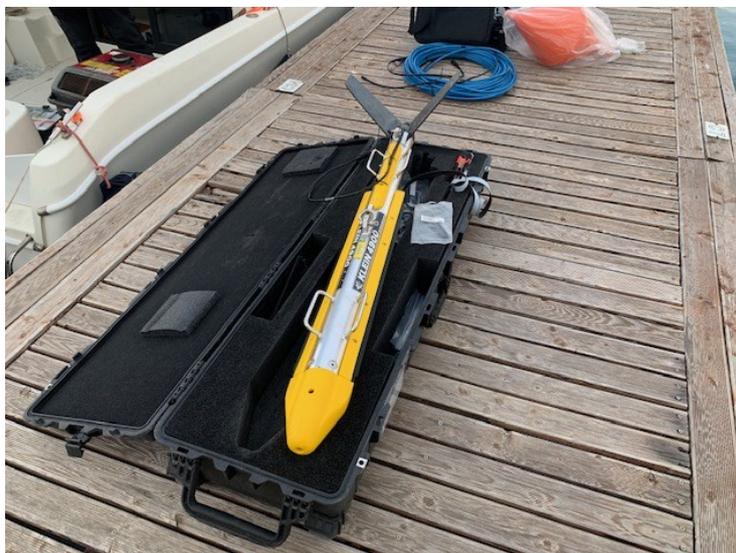


Figura 9. Side Scan Sonar Klein 4900

Prima dell'esecuzione del rilievo, è stato realizzato il test funzionale del sistema SSS, definito "rub - test", che prevede lo strofinamento a secco dei trasduttori. Al fine di ottimizzare l'acquisizione, il sistema è stato trainato in prossimità del fondale ad una profondità di circa 10-15% del range di acquisizione, impostato per tale fase di rilievo a 100m. Inoltre, il rilievo è stato realizzato con rotte parallele alla linea di costa. Inoltre, per il sistema SSS Klein 4900, il NORBIT IMU è stato posizionato adiacentemente al sistema Applanix Pos MV, minimizzando gli errori di misura (ad esempio: offset, errore angolare, ecc.) e garantendo una correzione di alta qualità dell'assetto nei dati morfologici. Il sistema prevede l'utilizzo delle seguenti componenti:

- Sistema di posizionamento Applanix con correzione RTK
- SSS Klein 4900 con IMU NORBIT
- Software di acquisizione SonarPro e di navigazione Qinsy (QPS)

7. Esecuzione del Rilievo

7.1. Rilievo MBES

I dati acquisiti sono stati salvati su supporti digitali a bordo, nelle cartelle prestabilite a livello procedurale, e nel server di back up in rete in modo fossero direttamente accessibili al personale designato per l'elaborazione. La prima fase di Quality Control è stata effettuata a bordo dai responsabili dell'acquisizione. Quotidianamente e in tempo quasi-reale, i dati acquisiti sono stati

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 SCA ANALYTICAL SERVICES	Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica
		Doc. n.: 21_041_07
		Pag. n.: 21 a 38

trasferiti e condivisi con i responsabili dell'elaborazione, al fine di una valutazione immediata e costante della qualità, risoluzione e copertura di quanto acquisito.

7.1.1. Navigazione linee MBES

Al fine di ottimizzare le attività di rilievo, il piano linee è stato realizzato eseguendo rotte parallele a costa, secondo lo schema allegato in Figura 10.

La navigazione delle rotte eseguite per il MBES viene riportata di seguito.

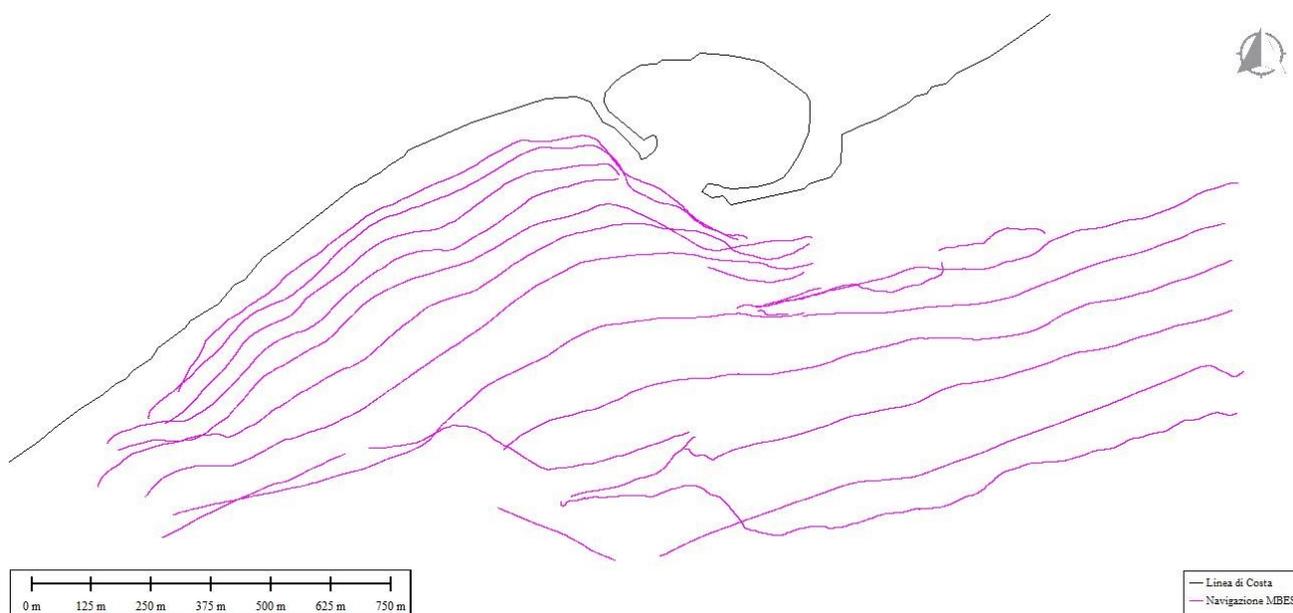


Figura 10. Linee di navigazione MBES eseguite

7.2. Rilievo SSS

I dati acquisiti sono stati salvati su supporti digitali a bordo, nelle cartelle prestabilite a livello procedurale, e nel server di back up in rete in modo che fossero direttamente accessibili al personale designato per l'elaborazione. La prima fase di Quality Control è stata effettuata a bordo dai responsabili dell'acquisizione. Quotidianamente e in tempo quasi-reale, i dati acquisiti sono stati trasferiti e condivisi con i responsabili dell'elaborazione, al fine di una valutazione immediata e costante della qualità, risoluzione e copertura di quanto acquisito.

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
 <p>POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small></p>	 <p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 22 a 38</p>



Figura 11. A sinistra, operazioni tecniche di allestimento del SSS antecedenti le attività a mare; a destra, assetto con boa del SSS durante l'acquisizione dati.

7.2.1. Navigazione linee SSS

Al fine di ottimizzare le attività di rilievo, il piano di navigazione linee è stato realizzato eseguendo rotte parallele a costa, secondo lo schema allegato in Figura 12.

La navigazione delle rotte eseguite per il SSS viene riportata di seguito.

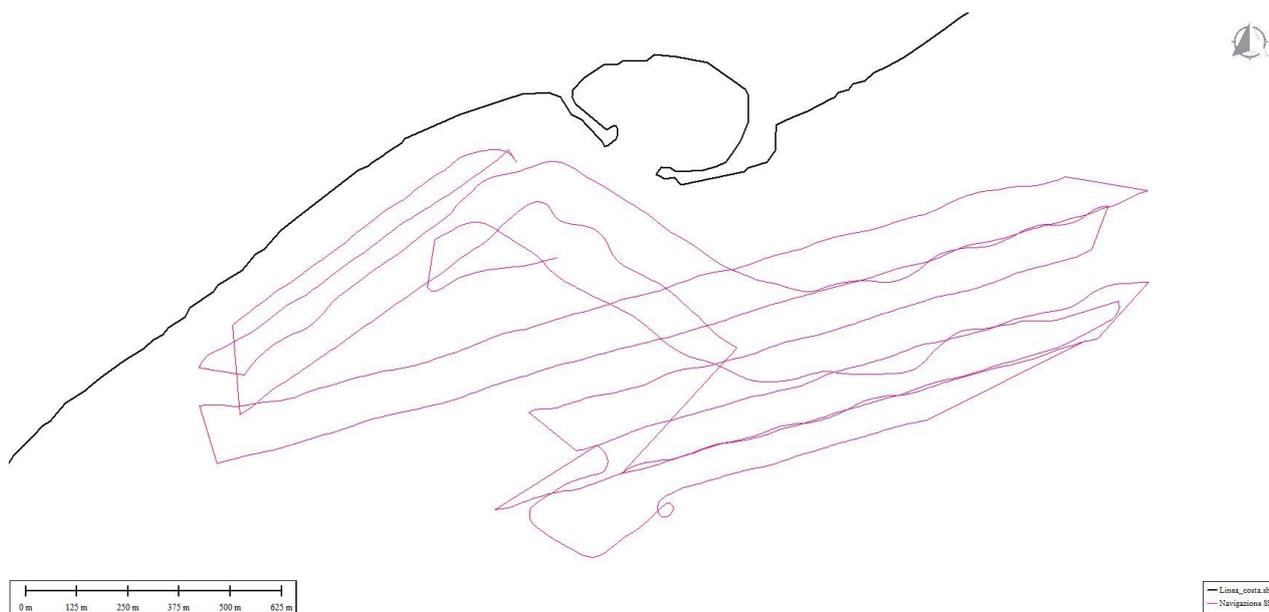


Figura 12. Linee di navigazione SSS eseguite

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 SCA ANALYTICAL SERVICES	Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica
		Doc. n.: 21_041_07
		Pag. n: 23 a 38

8. Elaborazione

8.1. Elaborazione Dati Multibeam

Il dato batimetrico Multibeam è stato acquisito come dato raw in formato QPS (*. Qb) e convertito per il trattamento del dato in Qimera (QPS) in modo da ottimizzare le attività di processamento del materiale acquisito. Una volta importato il materiale, l'elaborazione del dato segue una serie di procedure indicate di seguito:

- Calibrazione del dataset
- Editing del dato di navigazione (rimozione di spike o elementi non reali dal dato di navigazione)
- Correzione di marea
- Check del dato SVP
- Swath editing (editing singola linea)
- Creazione di superfici per il filtraggio statistico
- Subset editing (Editing del dato georeferenziato)
- Creazione di un DTM finale
- Esportazione del DTM come formato ASCII XYZ; ESRI ASCII GRID.

Il Modello Digitale del Terreno (DTM) è stato esportato con risoluzione 1m e plottato in uno workspace GIS per l'elaborazione cartografica.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES	 SCA ANALYTICAL SERVICES	Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica
		Doc. n.: 21_041_07
		Pag. n: 24 a 38

8.2. Elaborazione Dati Side Scan Sonar

Il dato Side Scan Sonar è stato importato nel software Sonar Wiz Chesapeake per le fasi di elaborazione. Nel dettaglio, per ogni sonogramma è stato eseguito:

- controllo e correzione della navigazione
- controllo dato layback
- ottimizzazione dei settings di visualizzazione (TVG -Time Variable Gain Correction, AGC, contrasto etc.)
- bottom track ed eliminazione della colonna d'acqua (Slant Range Correction)

Dall'elaborazione del singolo sonogramma si è poi proceduto alla creazione del mosaico, ottimizzando la visualizzazione e sovrapposizione delle singole strisciate. Il mosaico è stato esportato come immagine georeferenziata (Geo Tiff), con risoluzione 0.2 X 0.2m. Sul mosaico è stata eseguita l'interpretazione e la mappatura di quanto individuato, con l'individuazione dei settori di interesse per la possibile identificazione dell'area caratterizzata da fanerogama.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 25 a 38

9. Risultati

9.1. Dati Multibeam

L'elaborazione del dato grezzo è stata realizzata a seguito del rilievo, ed evidenziato nelle successive figure. Il rilievo MBES ha ricoperto per un'area di circa 2.58815 km², spaziando dalla batimetrica di -2.98 fino a -141.70m di profondità. Il settore indagato è stato proiettato in UTM-WGS84 zona 33N. Dal dato batimetrico è possibile identificare i principali caratteri geomorfologici che si sviluppano nella zona antistante il porto di Catanzaro Lido e nelle aree limitrofe. L'area d'indagine è stata rilevata da Est a Ovest, secondo linee pseudo-parallele a costa. Complessivamente si individua una zona caratterizzata da lievi pendenze tra i 15-20m di profondità, che si sviluppa in una fascia ristretta adiacente a costa in direzione Ovest, per poi ampliarsi lungo il settore orientale.

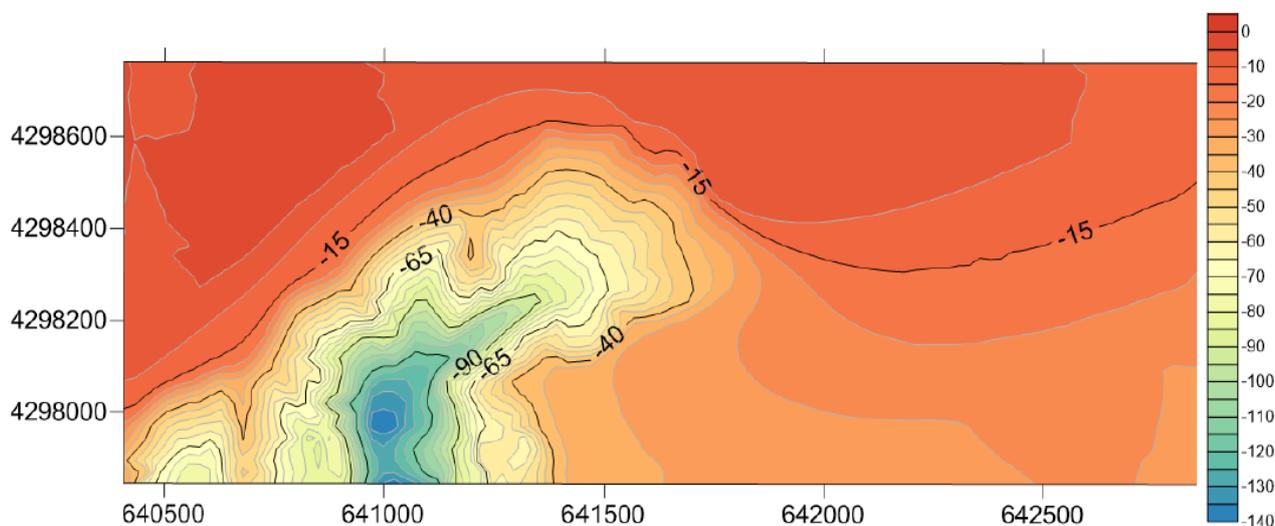


Figura 13. Batimetria con contour dell'area investigata in prossimità del porto di Catanzaro Marina. A destra legenda dei valori batimetrici.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 26 a 38

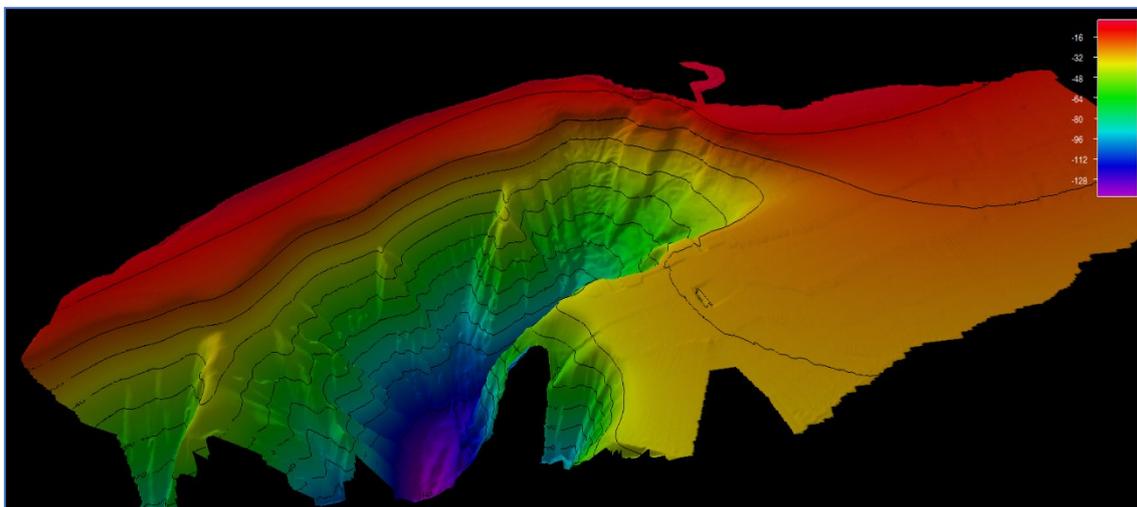


Figura 14. Modello 3D del dato batimetrico. Viene visualizzato un contour batimetrico con intervallo di 10metri. In alto a destra, indice dei valori batimetrici.

Dall'elaborazione del dato batimetrico, in particolare dalla ricostruzione tridimensionale del dato, è stato possibile individuare i caratteri dell'assetto geomorfologico dominanti del sito, profili batimetrici e pendenze.

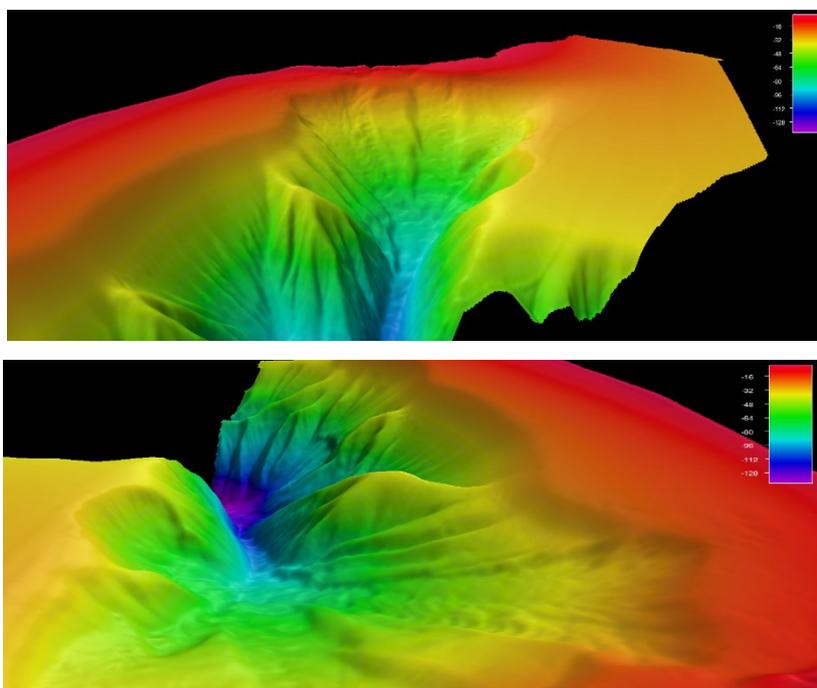


Figura 15. Dettagli 3D

Proseguendo verso S-SO, si denota una netta variazione dell'andamento generale del pendio: la presenza di forme canalizzate, gullies, aree a blocchi e forme di fondo modellano il panorama

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME, ENVIRONMENTAL, ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n.: 27 a 38

sommerso Possibili nicchie di frana si sviluppano lungo le testate arcuate del canyon di Catanzaro descritte e documentate da Morelli et al. 2011 e dai dati MAGIC. A partire dal settore Nord occidentale, per un tratto di circa 110-120m da costa (in alcuni punti si raggiungono 175m circa), si osserva una pendenza generalmente lieve con valori intorno ai 6.1° (area raffigurata nelle immagini con il colore rosso). In seguito il termine di tale piattaforma continentale stretta e allungata segna il passaggio ad un'area a carattere erosivo caratterizzata da un'ampia scarpata di canyon con ciglio a spigoli vivo distribuita parallelamente a costa. Si identificano forme erosive canalizzate, con morfologie a fondo a V, gullies, nicchie di frana che arricchiscono gran parte della scarpata di canyon occidentale. La porzione superiore di scarpata occidentale raggiunge pendenze intorno a 30-35°. Forme canalizzate, gullies si mantengono ad una pendenza di circa 23-24°. Parte dei fianchi di scarpata, erosi e solcati a loro volta dai canali limitrofi, mostrano una pendenza media di 27-35°. La manifestazione di tali solchi e canali si verificano fino ad una profondità di circa 110 metri per poi raggiungere la canalizzazione a fondo concavo del canyon. Possibili sistemi di faglie/strutture di dislocazione potrebbero essere presenti in prossimità della scarpata; non è possibile confermare tale nota attraverso il solo dato MBES. Come si osserva nelle figure plottate, parte della scarpata in prossimità del settore Nord, sembra essere caratterizzato da una possibile scarpata di terrazzo deposizionale e possibile ciglio, variabile da tondo a vivo, a sua volta costituita da forme di fondo depositatesi adiacentemente.

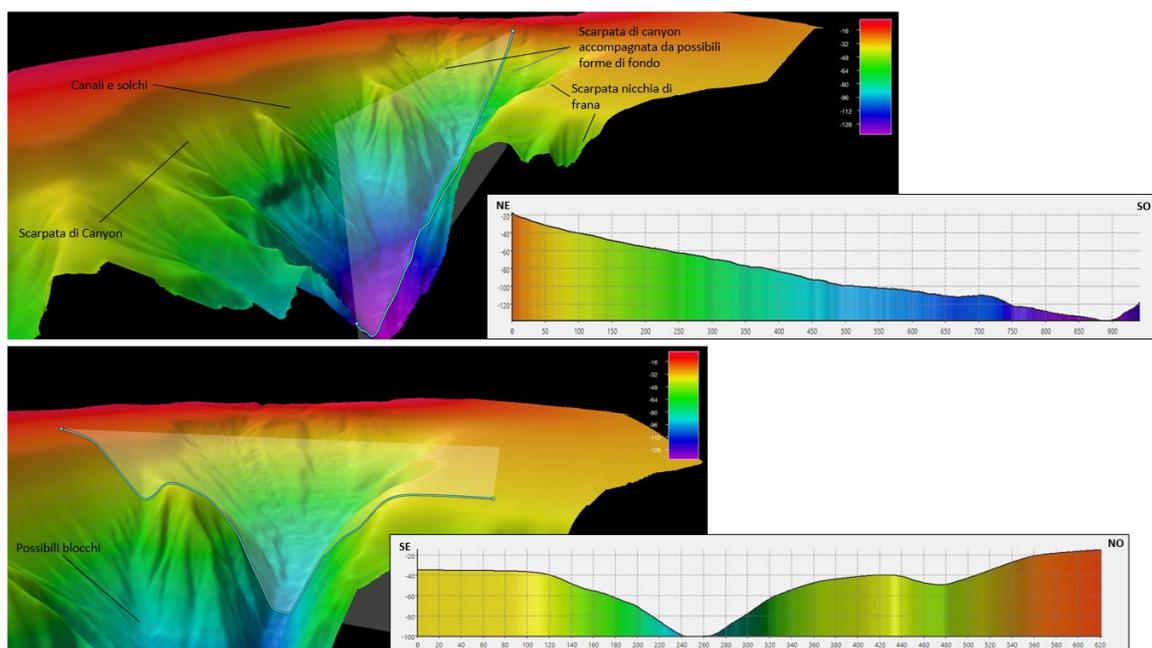


Figura 16. Ricostruzioni 3D del dato batimetrico, accompagnate dai profili longitudinale e trasversale dell'area a carattere erosivo.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI S.p.A. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n.: 28 a 38

Si individuano principalmente due principali scarpate di nicchia di frana, di larghezza 180m e 110m lungo il fianco sud-orientale della scarpata di canyon. Come mostrato in Figura 16, il profilo longitudinale al settore erosivo rivela una pendenza longitudinale di circa 30-31.8° mentre lungo il profilo trasversale indicato, si segnalano un range di valori compreso tra 39° e 42° rispettivamente ai fianchi di scarpata del canyon. In Figura 17 vengono presentati i valori di pendenza longitudinale della scarpata di nicchia di frana localizzata sul lato sud orientale che mostra una pendenza complessiva approssimativa di 31° per una lunghezza di circa 175m, raggiungendo nel punto piu profondo una batimetrica intorno a 70-71m, mentre i fianchi di scarpata raggiungono una profondità di 45-46m. Tale struttura presenta un'estensione verticale di circa 20-25m. Complessivamente il settore indagato a carattere erosivo, composto principalmente dal canyon di Catanzaro, manifesta pendenze fino a 40-45° e si prolunga in direzione Sud-Est.

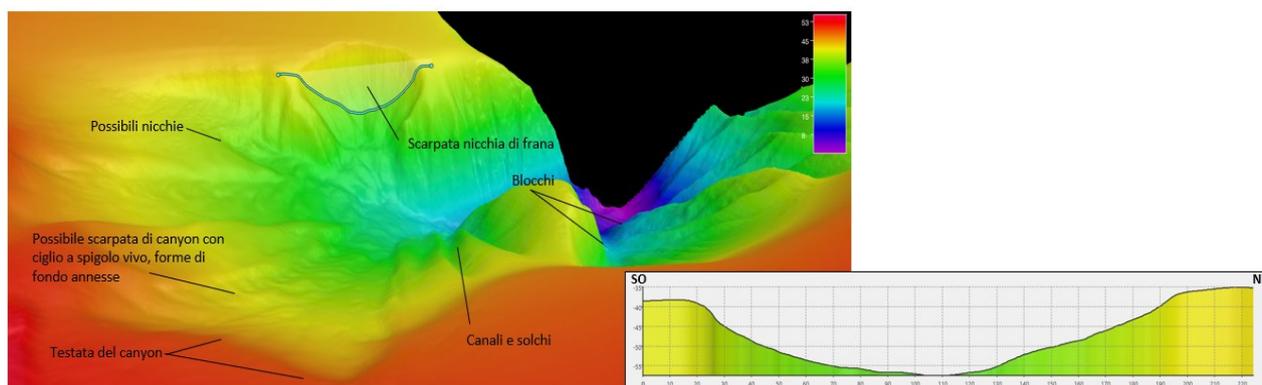


Figura 17. Profilo longitudinale della scarpata di nicchia di frana che costeggia il fianco sud orientale del canyon di Catanzaro.

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
 <p>POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small></p>	 <p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 29 a 38</p>

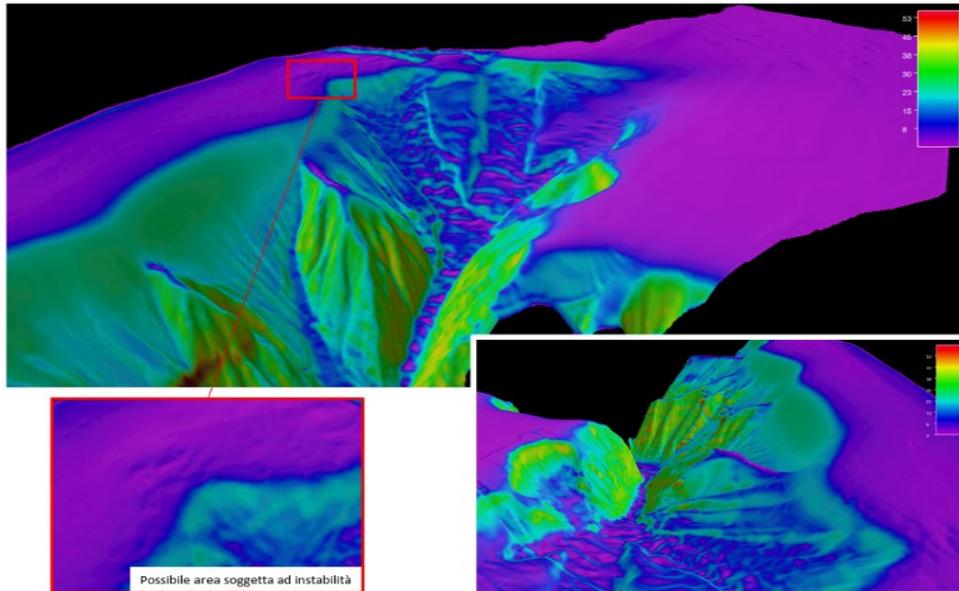


Figura 18. Ricostruzione 3D delle pendenze dell'area indagata. In alto a destra, si osserva la scala di colori delle pendenze. In basso due dettagli dell'immagine principale: a sinistra, un settore soggetto a possibile instabilità; a destra, netta variazione del pendio come mostrato dalla scala di colori.

Proseguendo lungo il settore orientale le pendenze risultano relativamente deboli. Tale porzione sembra essere caratterizzata da una litologia a granulometria variabile fine. Possibili evidenze di un settore caratterizzato da pendenza graduale lieve (settore E-NE). I valori di pendenza longitudinale, misurati in direzione N-NE e S-SO presentano 1.38° , mentre da costa verso il largo, la batimetria tende ad approfondire gradualmente, registrando valori generali di 2.3° . Perpendicolarmente a costa le profondità variano da pochi metri fino a 25m; in direzione NE-SO invece si osserva una transizione graduale da 20m a 31m di profondità.

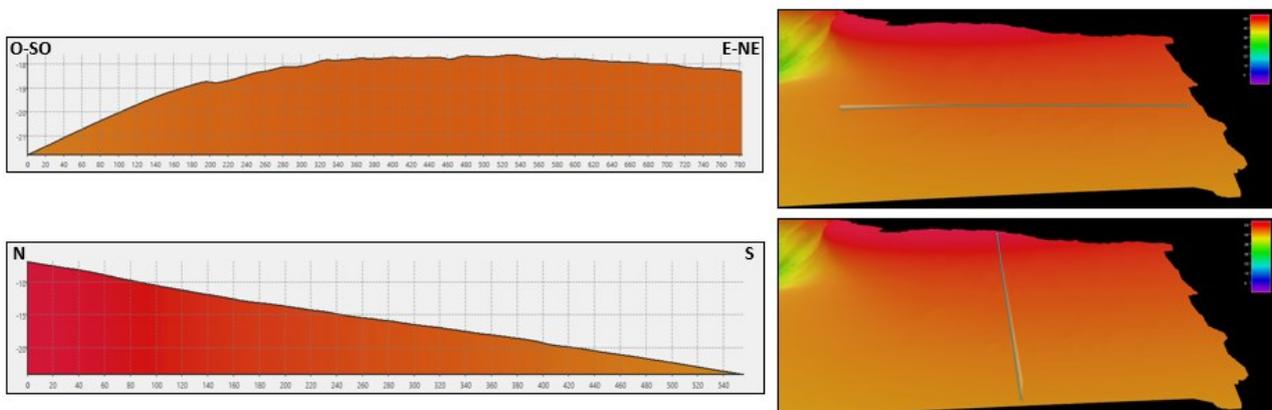


Figura 19. Profili longitudinale e trasversale relativi al settore orientale dell'area rilevata.

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 30 a 38

10. Dati Side Scan Sonar

10.1. Mosaico Side Scan Sonar

L'elaborazione e mosaico realizzato a seguito del rilievo Side Scan Sonar sono evidenziati nella Figura 20.

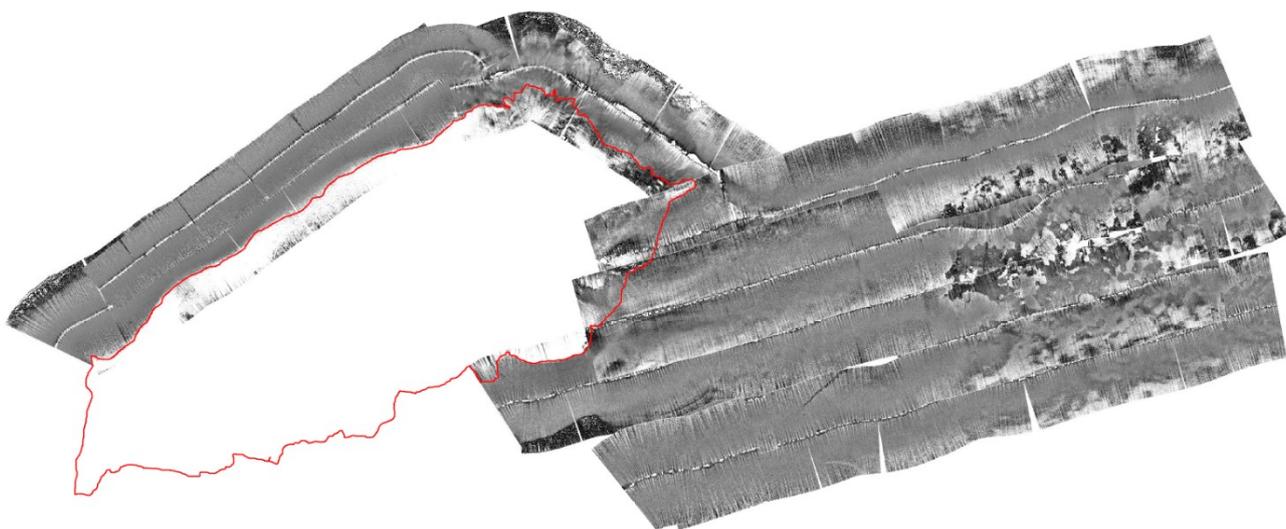


Figura 20. Risultato Mosaico-Catanzaro Marina. L'area delimitata in rosso rappresenta il settore caratterizzato dal canyon di Catanzaro.

L'analisi ed interpretazione del dato Side Scan Sonar in corrispondenza dell'area rilevata – Catanzaro Marina ha evidenziato la possibile presenza di una copertura generalmente omogenea di fanerogama (possibile *Cymodocea*), nel settore orientale del rilievo. Si ipotizza sedimento sciolto sabbioso.

Il settore Nord occidentale mostra la presenza di forme di fondo di basso-medio regime di energia come ripples che si stendono per decine di metri verso Sud e lateralmente lungo costa, ipotizzando la presenza di possibili depositi sabbioso-ghiaiosi.. Spostandosi verso N-NE blocchi di dimensioni minori si manifestano in prossimità dei frangiflutti dell'imboccatura del porto di Catanzaro Marina.

Dettagli della mappatura e interpretazione sono presenti negli allegati cartografici. Il dato SSS risulta in parte integrato con il backscatter derivante da strumentazione MBES per il settore rappresentato dal canyon di Catanzaro.

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
 <p>POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small></p>	 <p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 31 a 38</p>

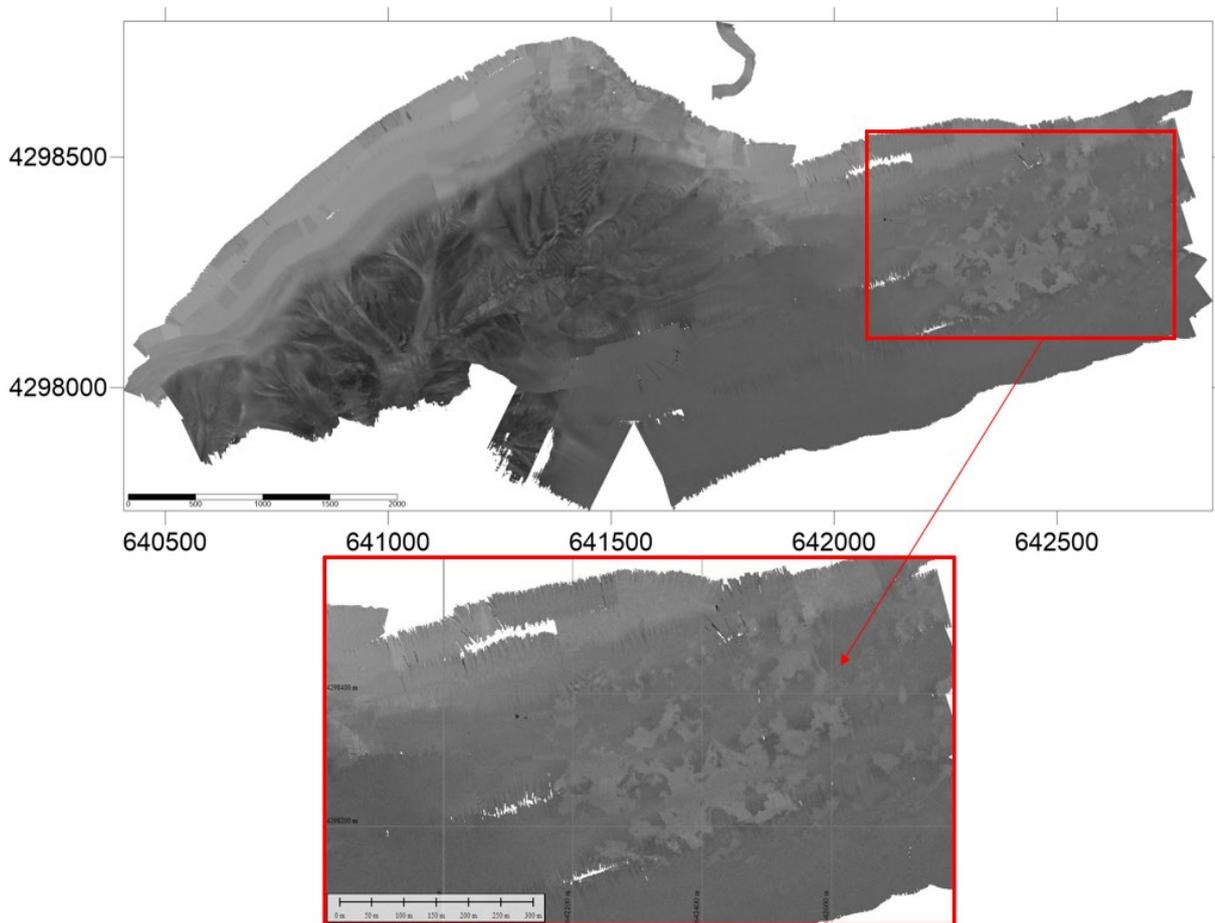


Figura 21. Backscatter MBES Norbit i77h. Nel riquadro in rosso, si ipotizza il possibile settore caratterizzato da fanerogama.

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
	<p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 32 a 38</p>

11. Considerazioni sulle attività di campionamento dei dati geofisici e biologici

A cura di:

Dr. Domenico Asprea, (Biologo Marino)

Dr. Giuseppe Verdicchio Ph.D. (Geologo Marino)

Le indagini di prospezione acustica con SSS e Multibeam sono state le attività preliminari che hanno permesso di ottenere le caratteristiche geomorfologiche e batimetriche dell'area oggetto di studio. L'impiego di questa tecnologia oltre a fornire informazioni sulla morfologia e sulla tipologia di fondale, permette l'individuazione e la mappatura delle biocenosi di fanerogame marine (*Posidoniaceae*, *Cymodoceaceae*, *Zosteraceae*). La mappatura è stata eseguita come definito nella SCHEDA METODOLOGICA per le attività di monitoraggio di specie ed habitat marini delle Direttive 92/43/CE Habitat marini 1120 "Praterie di posidonie (*Posidonia oceanica*)" e in linea con quanto previsto dai Programmi di Monitoraggio per la Strategia Marina (Art. 11, D.lgs. 190/2010), il Programma di monitoraggio nelle Aree Marine Protette (SCHEDA METODOLOGICA Tecniche di monitoraggio- CRITERI PER LA SCELTA DELLE AREE DI INDAGINE- Monitoraggio relativo all'estensione dell'habitat - rilievi da remoto pag. 3) e i Quaderni Habitat. N.19 " Praterie a fanerogame marine, Aspetti di conservazione e gestione.

Sulla base delle normative esistenti, i siti di indagine, selezionati a scala regionale, sono rappresentativi di diverse condizioni ambientali e di impatti di intensità differenti, tenendo conto delle attività di monitoraggio già poste in essere in attuazione della Direttiva Quadro Acque (2000/60/CE) e Direttiva Habitat (92/43/CEE) e nelle AMP.

All'interno dell'area portuale le indagini hanno permesso di identificare tre aree dello specchio acqueo classificate secondo criteri ambientali e geologici:

1. Area della Darsena
2. Area Centrale (Banchine e piccolo ormeggio)
3. Area Imboccatura

La circolazione delle masse d'acqua e le attività portuali determinano infatti differenze nelle comunità bentoniche, nella granulometria dei sedimenti e nelle condizioni ambientali tra l'area della darsena più confinata e l'area dell'imboccatura più esposta e soggetta ad alti tassi di sedimentazione di sabbie grossolane e ghiaie.

Le indagini acustiche per mezzo di side scan sonar all'esterno dell'area portuale hanno evidenziato la presenza di una prateria di *Cymodoceaceae*, nella zona antistante la diga portuale nel settore

 <p>COMUNE DI CATANZARO</p>	<p>Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro</p>	<p>Prog. n./Proj. n.: 21_041</p>
 <p>POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY</small> <small>MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small></p>	 <p>Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica</p>	<p>Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 33 a 38</p>

orientale dell'area di studio. I rilievi batimetrici hanno confermato la presenza di un canyon sottomarino (noto in letteratura come Canyon di Catanzaro) la cui testata si trova a circa 200m dall'imboccatura del porto. La parte superiore del canyon raggiunge 140 metri di profondità all'interno dell'area rilevata. I dati di letteratura (es. Morelli et al. 2011) indicano che il Canyon di Catanzaro attraversa la scarpata continentale e supera i 1800m di profondità a poche miglia dalla costa.

Sulla base delle informazioni acquisite nelle aree di piattaforma prospicienti al porto sono stati eseguiti transetti Visual census e prelievi di sedimento, sia per analisi sulle granulometrie, sia per analizzare le comunità bentoniche. Si noti che le indagini subacquee e i campionamenti sono stati effettuati da biologi marini supervisionati da personale tecnico dell'ARPACAL.

Le indagini hanno rilevato la presenza di fanerogame (*Cymodoceaceae*) esclusivamente nel settore orientale dell'area di studio come evidenziato dalle indagini acustiche. I protocolli di indagine, citati in precedenza e relativi alla condizione dell'habitat, prevedono che le stime e i prelievi vengano eseguiti in immersione subacquea dal personale scientifico qualificato; lo scopo dei transetti in immersione è stato quello di valutare la densità, le condizioni e confermare i limiti dell'estensione più vicini all'imboccatura portuale.

I transetti visual hanno anche permesso di verificare l'eventuale presenza di *Syngnathidae* che in Calabria, come riportato in numerosi studi all'interno del Parco dell'Ippocampo (es. Canese S. et al. (2007) Preliminary note of the presence and density of *Hippocampus hippocampus* in the Soverato Bay, Calabria Ionica. Biol Mar Mediterr 14:340–341), dai numerosi monitoraggi e dai dati provenienti dal Centro Recupero Cavallucci Marini di Montepaone (Mupem.it), risultano associati in Calabria alla *Cymodocea nodosa* e al fondo mobile e raramente alla *Posidonia oceanica*. Si noti che i rilievi visual census, sono l'unico modo per notare gli esemplari di *Hippocampus hippocampus* e *Hippocampus guttulatus*, distesi pruni con la coda aggrappata alle piante, completamente ricoperti e mimetizzati nella vegetazione.

I visual census hanno inoltre permesso la documentazione delle attività con dei video in alta risoluzione che sono stati eseguiti durante tutte le immersioni. Anche la scelta del posizionamento delle stazioni per il campionamento dei sedimenti è stata strutturata sulla base dei rilievi acustici, sulla base delle attività previste nel disciplinare tecnico di gara (Documenti di supporto Z05 - Z07) e sulla esperienza locale dei professionisti e del personale ARPACAL.

Come evidenziato nella relazione tecnica biologica le comunità bentoniche riscontrate e le analisi granulometriche confermano, per l'area ad est della struttura portuale, la presenza di biocenosi tipiche delle sabbie fini e silt di acque calme, habitat ideale per *C. nodosa* (M.C. Buia, M.C. Gambi,

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small> Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica	Doc. n.: 21_041_07 Pag. n.: 34 a 38

M. Dappiana I sistemi a fanerogame marine Cap 5.; Atlante delle specie marine protette nelle AMP e nei siti Natura 2000 ISPRA).

Nell'area antistante la spiaggia interessata al ripascimento, i dati geologici, geofisici e biologici evidenziano un profilo della costa di tipo riflessivo con una pendenza piuttosto elevata e costituita perlopiù da sabbia grossolana e ghiaia. La granulometria e le comunità bentoniche campionate infatti caratterizzano la biocenosi delle ghiaie e delle aree più esposte alle correnti. La presenza del canyon sottomarino a circa 250 metri dalla linea di riva determina un repentino abbassamento dei fondali e un elevato idrodinamismo associato a forti correnti di fondo, come evidenziano i marcati *ripples* ripresi durante i transetti Visual census. Tale habitat, situato in un'area instabile dove il substrato viene lentamente ma costantemente trasportato verso il canyon, risulta incompatibile con lo sviluppo di *C. nodosa*. Anche in questo caso la scelta delle stazioni di campionamento è strettamente associata ai risultati delle indagini morfo-batimetriche e alle ispezioni visive effettuate in immersione. Ulteriori analisi hanno riguardato il comparto ittico, l'impiego di reti posta e da strascico calate appositamente lungo i bordi e sul fondo del canyon (mappa di campionamento relazione tecnica biologica pag. 31) hanno avuto lo scopo di valutare sia le specie di interesse commerciale che le specie accessorie presenti nell'areale di indagine. Motivo per il quale i biologi hanno seguito tutte le battute di pesca e accuratamente controllato la pulizia delle reti durante il recupero delle specie ittiche.

Le specie riscontrate, soprattutto con le reti da posta, evidenziano una variabilità di habitat legato alla natura morfologica del punto pesca. Gli esemplari documentati si alternano tra specie di acqua libera, tipiche delle pareti e dei bordi del canyon (Pesce azzurro), a specie strettamente legate ad alti fondali di tipo sabbioso e fangoso. In nessuna occasione sono stati comunque rinvenuti organismi o parti di specie appartenenti alle biocenosi del coralligeno di scogliera o di fondo (maerl).

Dr. Domenico Asprea



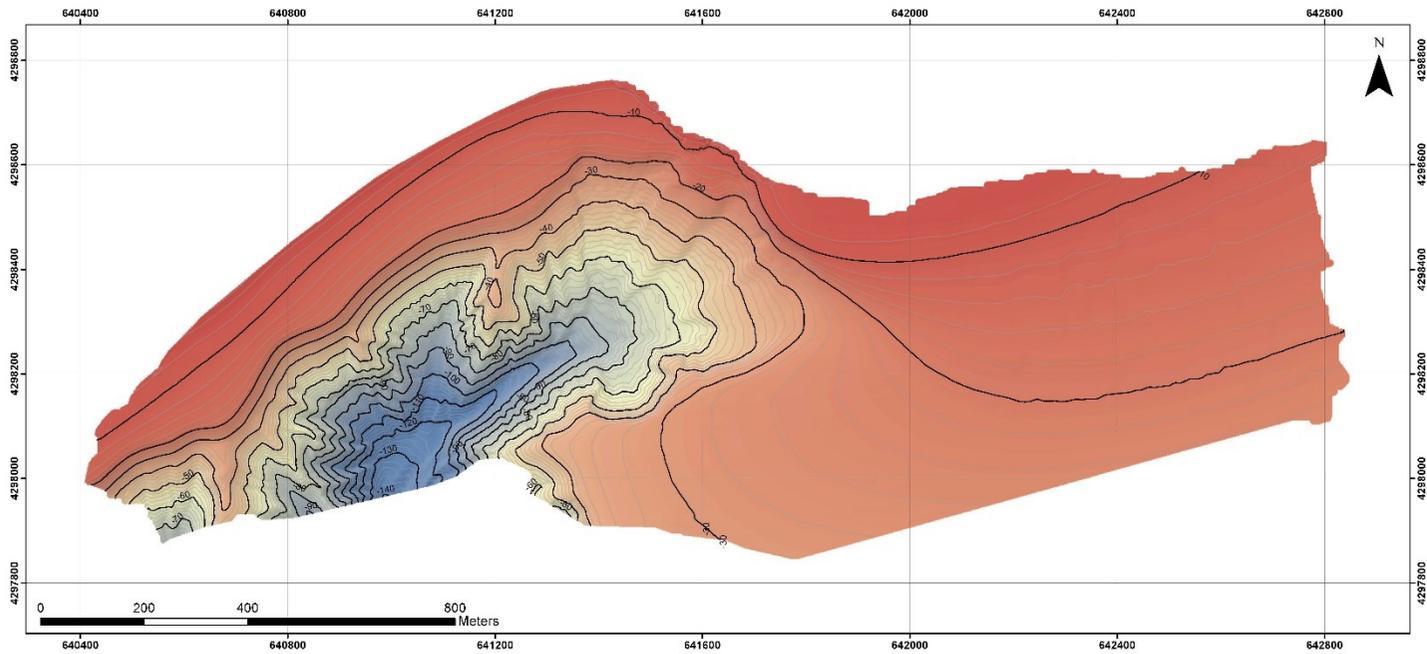

Dr. Giuseppe Verdicchio Ph.D.



 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
 POLISERVIZI s.r.l. <small>SHIPPING AGENCY MARITIME ENVIRONMENTAL ENGINEERING SERVICES</small>	 SCA <small>ANALYTICAL SERVICES</small>	Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica
		Doc. n.: 21_041_07
		Pag. n: 35 a 38

ALLEGATI

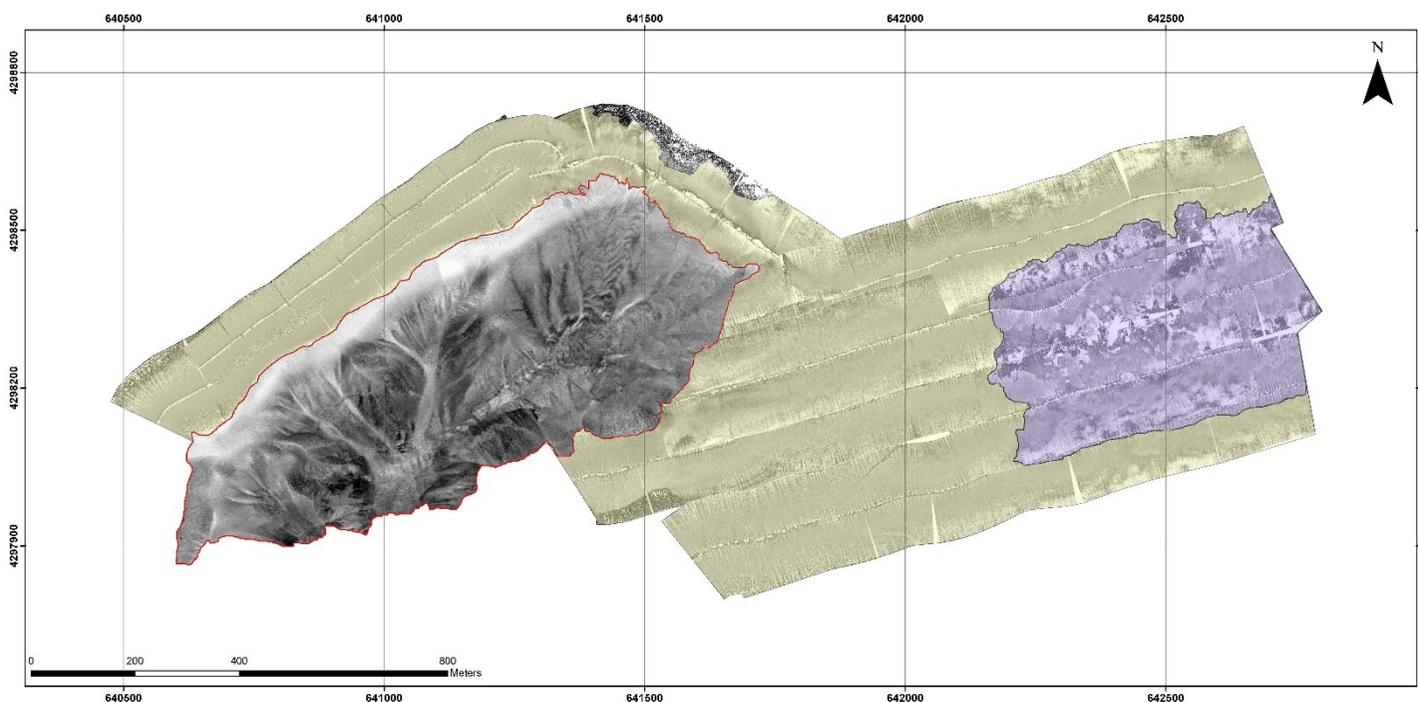
 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
		Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica
		Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 36 a 38



Legenda Contour_10m Contour intermedio Batimetria Valori High : -2,98 Low : -141,70	Geodesia Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 33N Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984 False Easting: 500 000 0000 False Northing: 0 0000 Central Meridian: 15 0000 Scale Factor: 0,9996 Latitude Of Origin: 0 0000 Units: Meter
--	---

Comune di Catanzaro  COMUNE DI CATANZARO					
Carta Batimetrica con curve di livello Lavori di completamento delle opere interne del porto di Catanzaro Marina					
15/10/2021	00	Carta Batimetrica	A. Bui	G. Verdicchio	L. Barone
Data	Rev	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Progetto N° 21_041		Scale 1 : 5000	Formato Cartaceo A2	 POLISERVIZI S.r.l.	

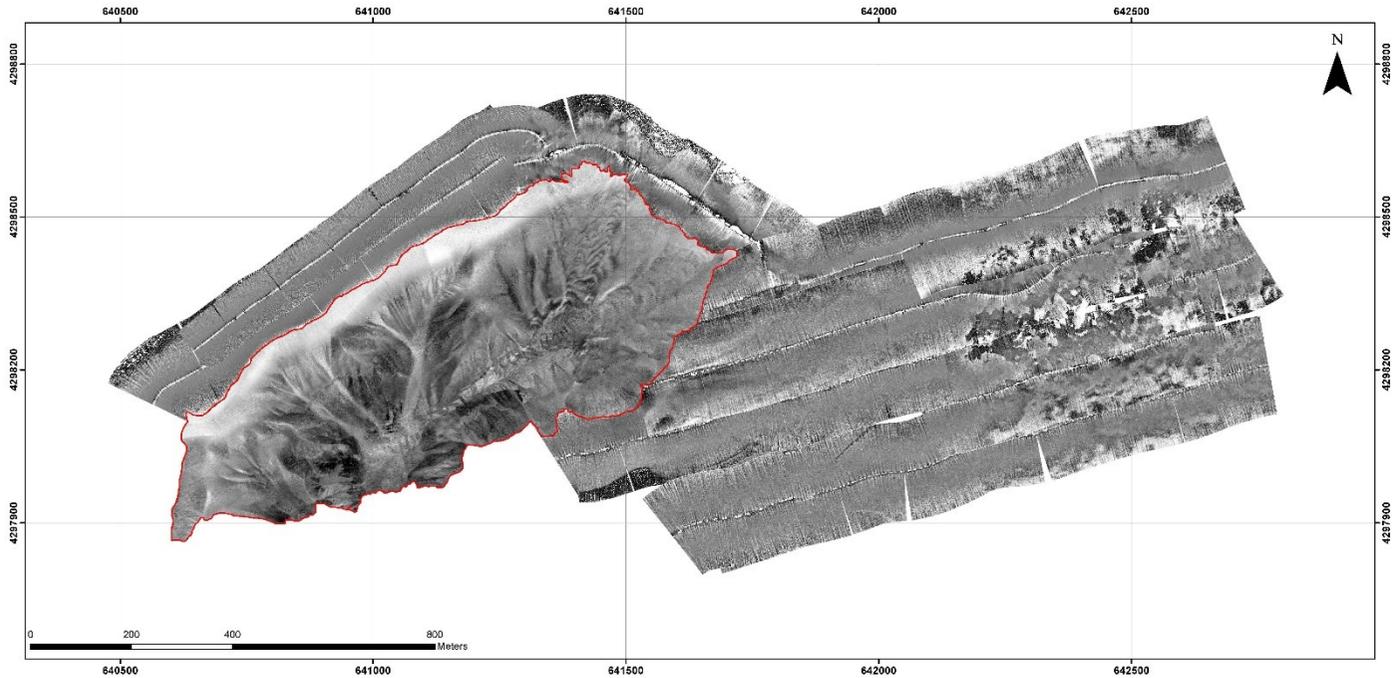
 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
		Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica
		Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 37 a 38



Legenda <ul style="list-style-type: none"> Possibile_sedimento sciolto Possibile_fanerogama Area_canyon di Catanzaro Mosalco_SSS Value High : 255 Low : 0	Geodesia Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 33N Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984 False Easting: 500 000,0000 False Northing: 0,0000 Central Meridian: 15,0000 Scale Factor: 0,9996 Latitude Of Origin: 0,0000 Units: Meter
---	---

Comune di Catanzaro  <small>COMUNE DI CATANZARO</small>					
Carta Geomorfologica Lavori di completamento delle opere interne del porto di Catanzaro Marina					
15/10/2021	00	Mappatura Geomorfologica	A. Bui	G. Verdicchio	L. Barone
<small>Data</small>	<small>Rev</small>	<small>Descrizione</small>	<small>Redatto</small>	<small>Verificato</small>	<small>Approvato</small>
Progetto N° 21_041		Scala 1 : 5000	Formato Cartaceo A2	 POLISERVIZI S.r.l.	

 COMUNE DI CATANZARO	Nome prog./Proj. name: Servizio di caratterizzazione fisica, chimica, microbiologica ed eco tossicologica dell'area portuale e dell'adiacente arenile nell'ambito dell'espletamento della via dei lavori di completamento delle opere interne e della infrastrutturazione edilizia e relativi impianti del Porto di Catanzaro	Prog. n./Proj. n.: 21_041
		Titolo doc./Title doc.: Relazione Tecnica Geofisica
		Doc. n.: 21_041_07 Pag. n: 38 a 38



Legenda  Area_canyon di Catanzaro Mosaico_SSS Value  High : 255 Low : 0	Geodesia Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 33N Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984 False Easting: 500,000,0000 False Northing: 0,0000 Central Meridian: 15,0000 Scale Factor: 0,9996 Latitude Of Origin: 0,0000 Units: Meter
--	---

Comune di Catanzaro  COMUNE DI CATANZARO					
Mosaico Side Scan Sonar Lavori di completamento delle opere interne del porto di Catanzaro Marina					
15/10/2021	00	Mosaico Side Scan Sonar	A. Buti	G. Vorticchio	L. Barono
Data	Rev	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Progetto N° 21_041		Scala 1 : 5000	Formato Cartaceo A2	 POLISERVIZI S.r.l.	