

REGIONE SICILIANA

ISOLA DI SALINA

(MESSINA)

COMUNE DI MALFA

IL PROGETTO DI ADEGUAMENTO COMPLESSIVO ALLIGATO 31
AL D. L. N. 39 DEL 23 APR 2004

LAVORI DI RIQUALIFICA E DI ADEGUAMENTO DELLE
OPERE FORANEE, DELLE BANCHINE, DELLO SCALO DI
ALAGGIO E DEI FONDALI DELL' APPRODO DI
SCALO GALERA - MALFA

REGIONE SICILIANA
Assessorato del Territorio e dell'Ambiente
DIREZIONE REGIONALE DELL'AMBIENTE
PROGETTO DEFINITIVO
Visto con riferimento al parere
n. 21 del 25/03/04
IL DIRIGENTE

ALL.11.1 RELAZIONE GEOLOGICA

(Redatta dal Dott. Giovanni Ventura Bordenca)

Aggiornato 28 MAR. 2003

Palermo, MAG. 2001

PROGETTO REDATTO IN DATA 11.09.1995
APPROVATO IN LINEA TECNICA
DAL C.T.A.R. CON VOTO N. 18086
RESO NELL'ADUNANZA DEL 23.11.1995



I N D I C E

1 - PREMESSE.....	Pag. 1
2 - PRINCIPALI LINEAMENTI MORFOLOGICI DELL'ISOLA.....	Pag. 3
3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	Pag. 5
4 - LA SERIE STRATIGRAFICA E PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA.....	Pag. 7
4.1 - Le lave del vulcano del Capo (LC).....	Pag. 7
4.2 - I tufi del vulcano del Porri (T).....	Pag. 8
4.3 - Le lave del vulcano del Porri (LP).....	Pag. 8
4.4 - I tufi del Pollara (TP).....	Pag. 9
4.5 - I depositi alluvionali (AL).....	Pag. 9
4.6 - Il detrito di falesia (DT).....	Pag. 10
5 - CONFIGURAZIONE ED ASSETTO STRATIGRAFICO DELL'AREA INTERESSATA DALLE OPERE.....	Pag. 12
6 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	Pag. 14
APPENDICE A - Studio geologico e geomorfologico subacqueo.	
APPENDICE B - Programma e stima delle indagini geognostiche	

1 - PREMESSE

L'Amministrazione Comunale di Malfa (isola di Salina), nell'ambito dei programmi di miglioramento e potenziamento delle opere portuali, ha promosso il progetto delle opere riguardanti l'adeguamento e la riqualificazione delle opere foranee, dello scalo di alaggio e dei fondali dell'approdo di Scalo Galera (v. Fig.1 scala 1:2.000).

Le principali opere previste in progetto consistono in particolare:

- nella ricostruzione della diga foranea, per uno sviluppo di circa 142,00 metri;
- nella realizzazione di nuove banchine di riva in pile di massi artificiali;
- nella costruzione di un nuovo scalo d'alaggio ed il consolidamento dell'esistente molo di sottoflutto;
- nella ricostruzione del piazzale alla radice del molo foraneo;
- interventi di escavazione dei fondali;
- opere accessorie e servizi generali.

La presente relazione, redatta dallo scrivente Geologo Giovanni Ventura Bordenca, riferisce sui risultati dello studio geologico interessato dalle opere.

La progettazione delle opere è stata affidata all'Ing. F. Giordano, mentre la consulenza geotecnica è stata curata dall'Ing. C. Valore.

LEGENDA:

- ① SCALO DI ALAGGIO
- ② ARGANO
- ③ GRU FISSA
- ④ DISTRIBUTORI DI CARBURANTE
- ⑤ SERBATOI CARBURANTE
- ⑥ FARO VERDE DI SEGNALEMENTO
- ⑦ FARO ROSSO DI SEGNALEMENTO
- ⑧ FARO DI SEGNALEMENTO
- ⑨ RIMESSAGGIO IMBARCAZIONI
- ⑩ SERVIZI GENERALI
- ⑪ CENTRALE IMPIANTI TECNOLOGICI
- ⑫ PARCHEGGIO
- ⑬ AUTORITA' PORTUALE E MARITTIMA
- ⑭ SERVIZI IGIENICI E DOCCE
- ⑮ PONTILI GALLEGGIANTI
- ⑯ ATTRACCO ALISCAR
- LIMITE AREA PORTUALE
- • VIABILITÀ DI ACCESSO AL PORTO

FLOTTA PESCHERECCIA:

CAT.G (6.50 x 2.50) n. posti barca = 14
totale posti barca n. 14

FLOTTA DA DIPORTO:

CAT.F (8 x 3.50) n. posti barca = 7
CAT.G (6.50 x 2.50) n. posti barca = 58
totale posti barca n. 65

DATI CARATTERISTICI DEL PORTO:

SUPERFICIE OCCUPATA	25000.00 mq
SPECCHIO LIQUIDO PROTETTO	7100.00 mq
SUP. OCCUPATA DALL'OPERA A GETTATA SUL Lm.m.	8600.00 mq
SVILUPPO DIGA SOPRAFLUITO	124.10 m
SVILUPPO BANCHINA PESCHERECCIA	45.00 m
SVILUPPO BANCHINA DA DIPORTO	123.00 m
SVILUPPO PONTILI DA DIPORTO	61.00 m

ISOLE EOLIE

ISOLA DI SALINA

COMUNE DI MALFA

PLANIMETRIA GENERALE
SCALA 1:2.000

Redatto da:
Ing. Francesco Giordano

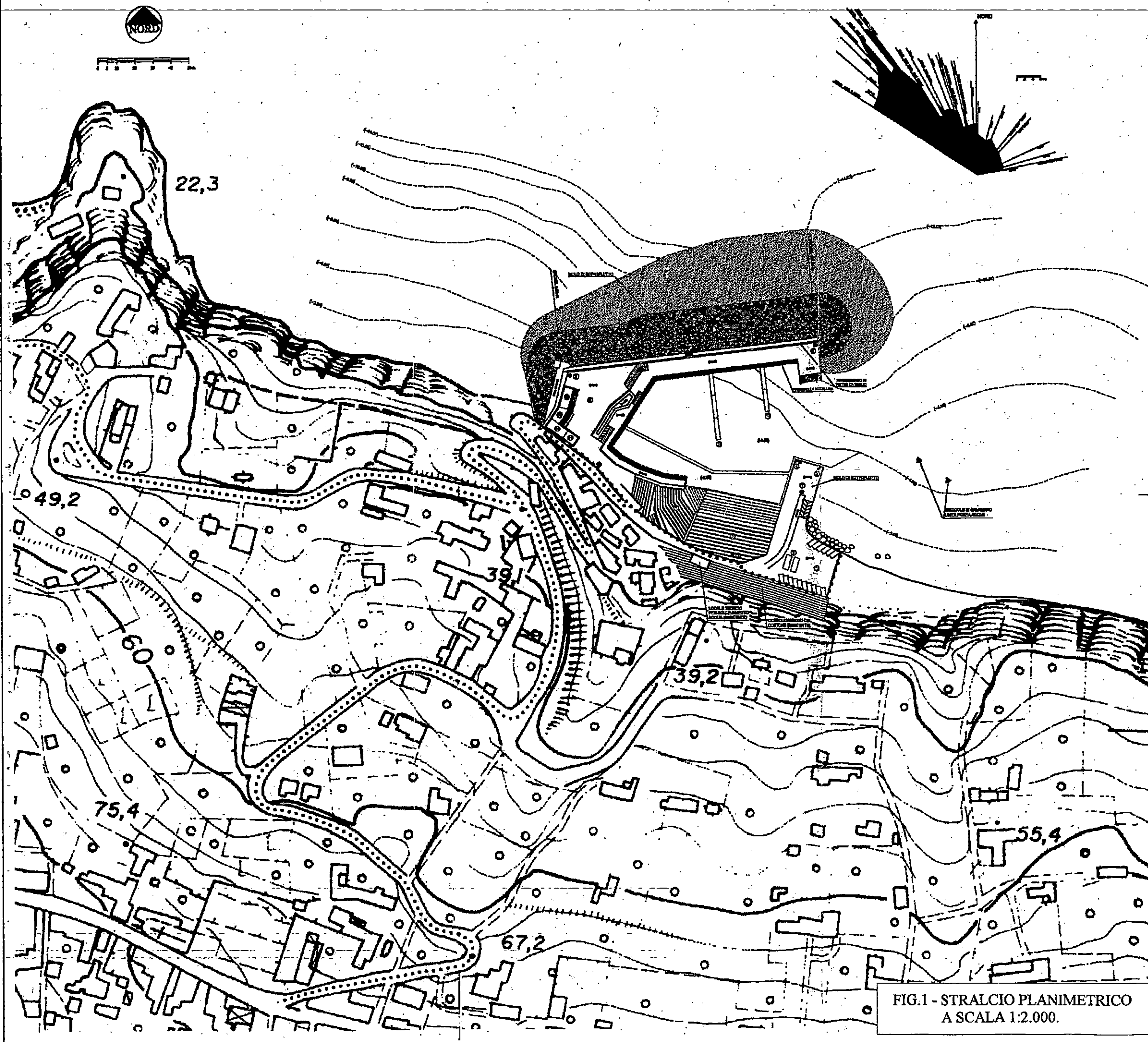


FIG.1 - STRALCIO PLANIMETRICO
A SCALA 1:2.000.

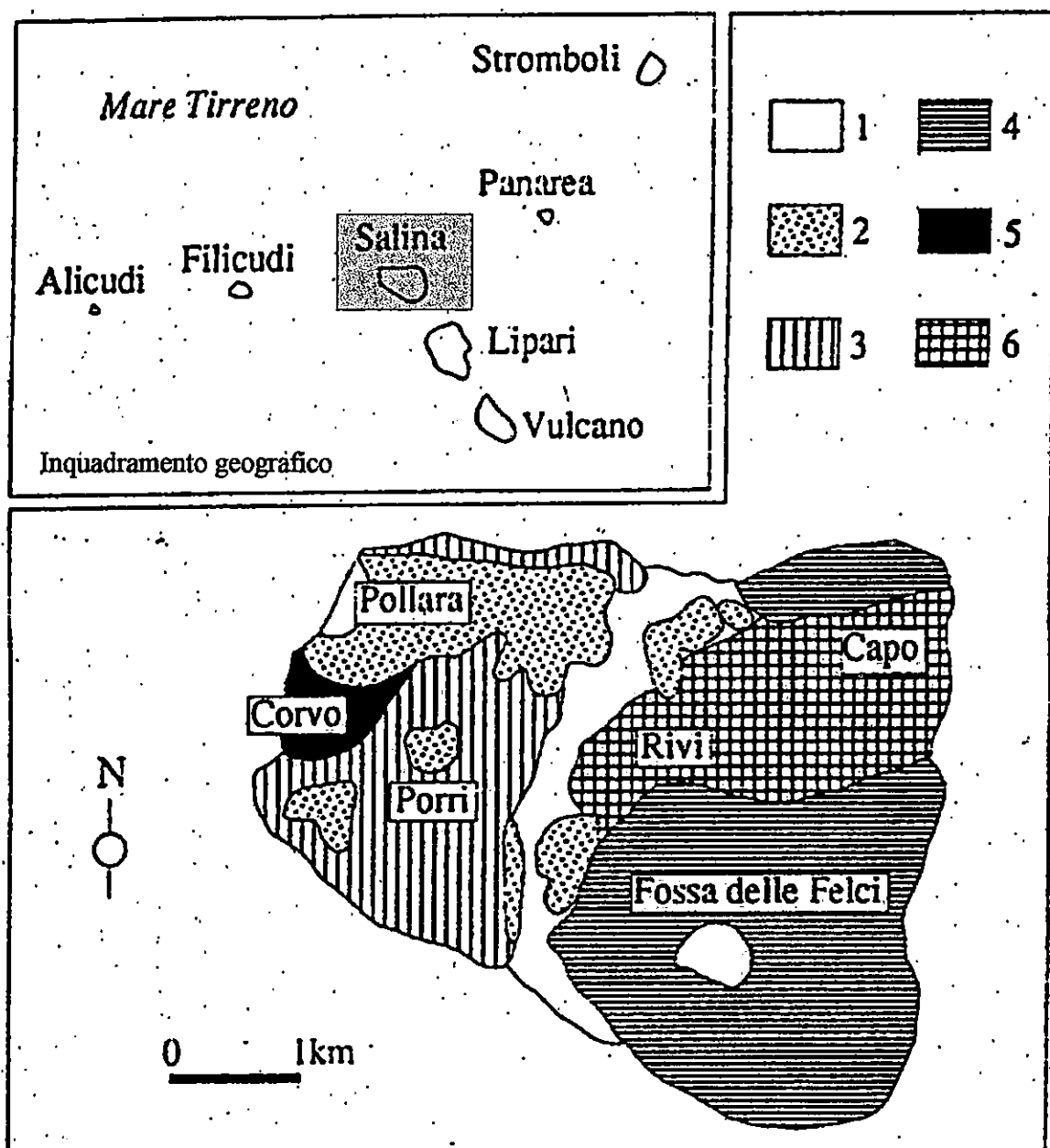
In particolare, dopo un inquadramento morfologico e geologico generale dell'isola, viene illustrato l'assetto stratigrafico dell'area in esame con particolare riferimento sia ai fondali immediatamente antistanti la linea di costa (interessati dalla realizzazione del complesso delle opere previste in progetto) che nell'area posta a monte dell'area portuale.

Pertanto, alla presente relazione viene allegata la cartografia d'analisi essenziale di supporto ritenuta significativa; sono state redatte infatti sia la carta geologica che la carta geomorfologica, nonché uno studio geologico subacqueo dei fondali marini interessati dagli interventi.

E' stato affrontato invece, seppur in maniera tradizionale la tematica relativa sia al rischio vulcanico che sismico, avvalendosi di informazioni e studi riportati nella letteratura tecnica specializzata.

erosiva del mare e presentano superfici di abrasione, specialmente lungo le coste tra S. Marina e Malfa.

Un grande cratere esploso, il cratere Pollara, occupa il bordo nord-occidentale dell'isola determinando una caratteristica depressione ad anfiteatro aperto verso il mare.



LEGENDA

- 1 - Depositi piroclastici ed epiclastici indifferenziati;
- 2 - Prodotti del Centro di Pollara;
- 3 - Prodotti del Monte dei Porri;
- 4 - Prodotti del Monte Fossa delle Felci;
- 5 - Prodotti del Vulcano del Corvo;
- 6 - Prodotti del Complesso Rivi-Capo.

FIG.3 - SCHEMA GEOLOGICO SEMPLIFICATO DELL'ISOLA DI SALINA.

(da "Relazioni tra attività vulcanica sedimentazione epiclastica ed evoluzione geomorfologica dell'isola di Salina" - S.Critelli, M.Sorrisovalvo, G.Ventura. Boll.Soc. Geol. It. - 1993.)

eruzioni del vulcano della Fossa, riprese, dopo un periodo di stasi, nel Wurmiano con l'inizio dell'attività del Monte Porri. In tale periodo si verificò una intensa fase erosiva, con formazione di livelli terrazzati legati alle oscillazioni eustatiche del livello marino.

In generale, la composizione petrografica dei prodotti emessi è prevalentemente basaltico-andesitica anche se sono presente termini dacitici, più acidi.

Gli edifici vulcanici più antichi (Capo, Rivi e Corvo) presentano una composizione petrografica più omogenea, simile al basalto, ed appaiono in parte occultati dalle lave e dai depositi piroclastici dei vulcani più recenti (Fossa, Porri e Pollara) di composizione andesitica e dacitica.

Infatti, la particolare situazione geodinamica (sistema arco-fossa) ed il conseguente vulcanismo, ancora attivo a Stromboli e Vulcano, determinano il verificarsi di sismi, spesso caratterizzati da ipocentri profondi, connessi probabilmente alla presenza di una zona di subduzione crostale.

4 - LA SERIE STRATIGRAFICA E PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA

L'area interessata dalle opere previste in progetto risulta costituita da una successione di colate laviche e di depositi piroclastici pertinenti al vulcano del Capo e al vulcano del Porri, in parte ricoperti dai depositi piroclastici del cratere Pollara.

I dati emersi dai rilievi di superficie vengono riportati nella carta geologica, a scala 1:2.000, di Fig. 4.

La locale serie stratigrafica, ben esposta lungo la falesia costiera retrostante l'attuale porticciolo, viene di seguito descritta a partire dal termine più antico verso quello più recente.

4.1 - Le lave del vulcano del Capo (LC)

Affiorano in un piccolo tratto nella parte bassa della falesia costiera, ad est delle attuali opere portuali e rappresentano i termini più antichi presenti nell'isola.

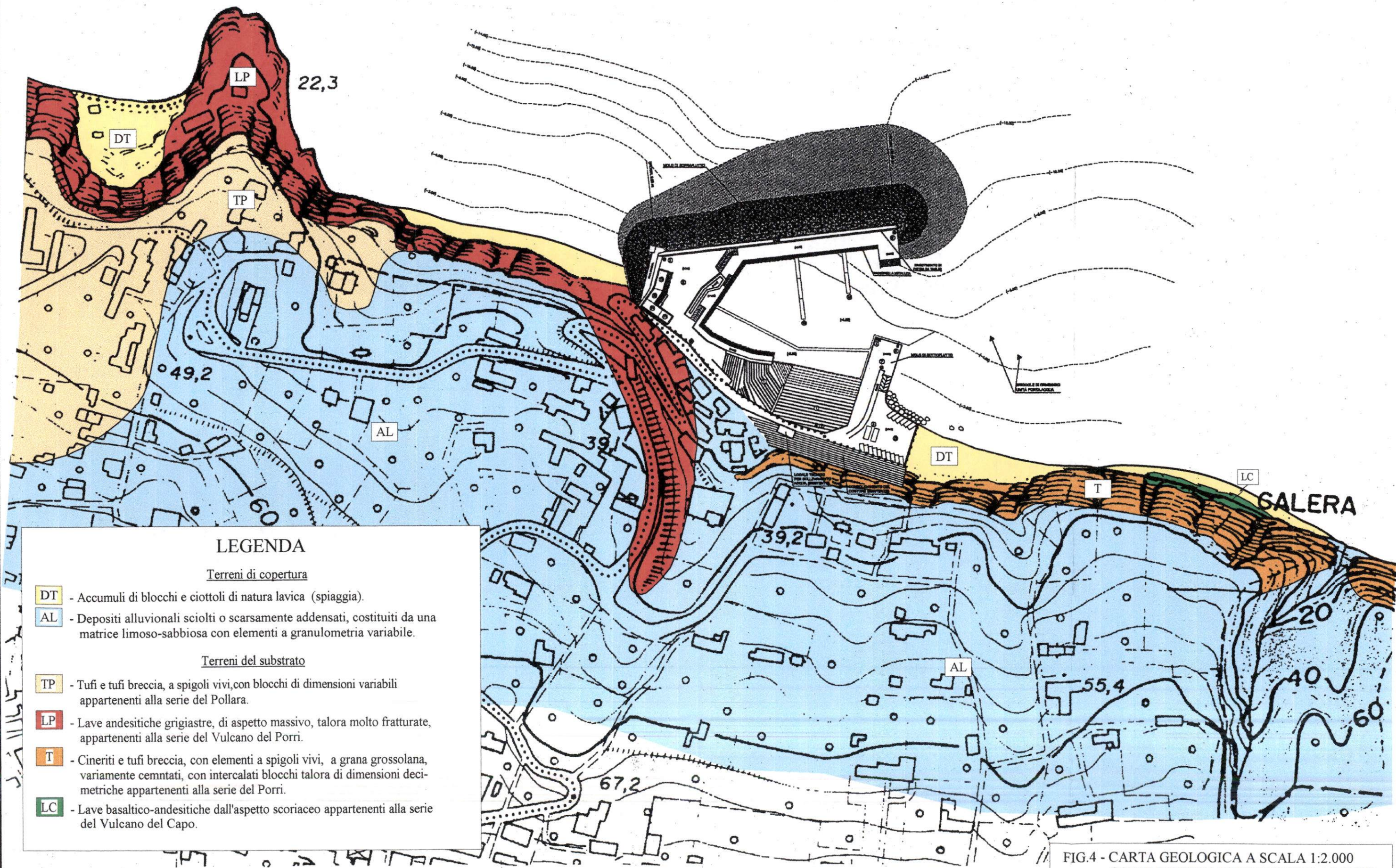
Risultano costituite, petrograficamente, da basalti andesitici e andesiti a pigeonite e labradorite, con olivina.

Si tratta di lave dall'aspetto scoriaceo che presentano una colorazione bruno-rossiccia dovuta all'alterazione (ossidazione) dei minerali ferrici costituenti la roccia.

Si ritiene che tali lave possano costituire il basamento, al di sotto del livello marino, in parte occultato con spessore



Punta di Scario



LEGENDA

Terreni di copertura

- DT - Accumuli di blocchi e ciottoli di natura lavica (spiaggia).
- AL - Depositi alluvionali sciolti o scarsamente addensati, costituiti da una matrice limoso-sabbiosa con elementi a granulometria variabile.

Terreni del substrato

- TP - Tufi e tufi breccia, a spigoli vivi, con blocchi di dimensioni variabili appartenenti alla serie del Pollara.
- LP - Lave andesitiche grigiastre, di aspetto massivo, talora molto fratturate, appartenenti alla serie del Vulcano del Porri.
- T - Cineriti e tufi breccia, con elementi a spigoli vivi, a grana grossolana, variamente cementati, con intercalati blocchi talora di dimensioni decimetriche appartenenti alla serie del Porri.
- LC - Lave basaltico-andesitiche dall'aspetto scoriaceo appartenenti alla serie del Vulcano del Capo.

FIG.4 - CARTA GEOLOGICA A SCALA 1:2.000
CON IMPRONTA DELLE OPERE A MARE.

variabile, dai depositi piroclastici appartenenti alla serie del Monte Porri.

4.2 - I tufi del vulcano del Porri (T)

Costituiscono la maggior parte della falesia costiera ad est di Malfa e rappresentano i depositi legati all'attività esplosiva del vulcano del Porri.

Sono costituiti prevalentemente da cineriti e tufi-breccia con elementi a spigoli vivi, a grana grossolana, in cui si ritrovano intercalati blocchi anche di dimensioni decimetriche.

Si tratta di depositi variamente cementati, in cui si distinguono strati con letti gradati alternati a strati con livelli caotici, quest'ultimi probabilmente da attribuire a colate di fango (lahars), che si verificano durante la deposizione degli stessi tufi rimaneggiando le piroclastiti già depositatesi.

Posseggono una stratificazione suborizzontale e in alcuni tratti, alla base della falesia, è possibile osservare come l'erosione selettiva ad opera degli agenti morfologici abbia evidenziato i livelli a diverso grado di cementazione.

4.3 - Le lave del vulcano del Porri (LP)

Affiorano nella falesia costiera ad occidente di Malfa e costituiscono interamente il promontorio di Punta Scario.

Si tratta di lave di aspetto massivo, a tratti molto fratturate, di colore grigiastro che assumono, talora, una colorazione bruno-rossiccia per l'alterazione. Le superfici di fratturazione non presentano una direzione preferenziale.

Petrograficamente, possono essere classificate come andesiti a pirosseno.

Si presume che la zona di contatto tra queste lave ed i depositi piroclastici precedentemente descritti si trovi in corrispondenza dell'impluvio a monte dell'attuale porticciolo, anche se la presenza in quest'area di terreni di copertura di origine sia alluvionale che detritica rende alquanto difficoltoso il riconoscimento.

4.4 - I tufi del Pollara (TP)

Questi depositi sono legati agli ultimi eventi eruttivi dell'isola di Salina.

Si tratta di tufi e tufi-breccia, con elementi a spigoli vivi, stratificati, in cui si ritrovano blocchi di dimensioni variabili.

Pur presentando macroscopicamente un aspetto simile ai tufi del Porri, i prodotti emessi dal cratere Pollara presentano una composizione petrografica più acida (riodaciti).

Tali depositi affiorano in lembi al di sotto dell'abitato di Malfa e, pertanto, non interferiranno con i previsti lavori.

4.5 - I depositi alluvionali (AL)

Si ritrovano lungo le incisioni ed in parte ricoprono il terrazzo su cui è sito l'abitato di Malfa.

Si tratta di depositi sciolti o scarsamente addensati, costituiti prevalentemente da una matrice limoso-sabbiosa con elementi, chiaramente di natura vulcanica, a granulometria variabile.

4.6 - Il detrito di falesia (DT)

Si riscontra alla base della falesia costiera e costituisce l'arenile di Punta Scario.

Si tratta di accumuli di blocchi, anche di notevoli dimensioni, e ciottoli di natura lavica, crollati dalle pareti.

La maggior parte degli elementi, ed in particolar modo quelli di dimensioni minori, mostrano spigoli arrotondati dovuti all'elaborazione da parte del moto ondoso.

Per quanto attiene, invece, i caratteri geomorfologici, questi, vengono illustrati nella carta geomorfologica, a scala 1:2.000, di Fig.5. Tale elaborato consente una più approfondita conoscenza dei processi geomorfici attualmente in atto.

Si rileva in particolare l'esistenza, nel settore posto a monte dell'area portuale, di processi geomorfici tipici delle coste dell'arcipelago eoliano. Si tratta, infatti, di una costa alta tipo "falesia", in continuo arretramento sulla cui retrostante spianata, laddove sorge l'abitato di Malfa, si inserisce una rete idrografica superficiale, di bassa gerarchizzazione, con linee di drenaggio e di corrivazione a prevalente andamento subradiale, sviluppata lungo le generatrici degli edifici vulcanici.

Le aste principali, con alvei in roccia a prevalente erosione di fondo denotano un marcato arretramento nelle testate di bordo.

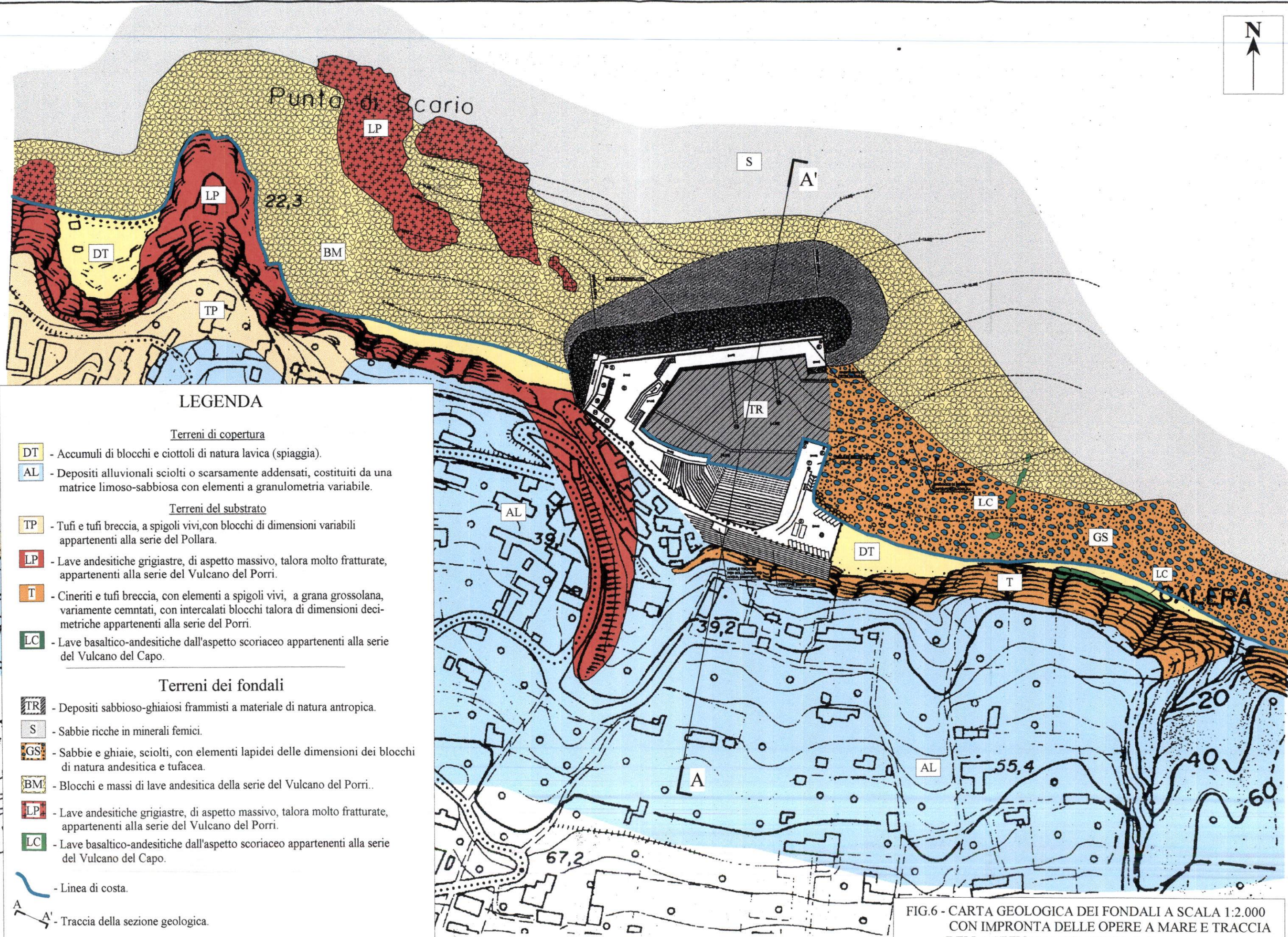
Il tratto di costa che fa capo allo scalo di Cala Galera denota in generale, come appena citato, il tipico ambiente costiero eoliano, complessivamente giovane, instabile, e



marcatamente condizionato dal succedersi nel tempo di fenomenologie vulcaniche.

Questo tratto di costa resta altresì caratterizzato da una morfologia ben articolata e con ampie varietà di tipologie comprensive anche di forme transizionali; con rapidi passaggi laterali e sviluppo di piccole cale racchiuse da coste alte del tipo a falesia, sia inattive che (più comunemente) attive.

Queste ultime appaiono spesso interessate da forti arretramenti, come testimoniano frequenti e locali piccoli promontori (Punta Scario) o emergenze affioranti immediatamente sottocosta e sviluppati su una piattaforma di abrasione marina posta a bassa profondità.



LEGENDA

Terreni di copertura

- DT** - Accumuli di blocchi e ciottoli di natura lavica (spiaggia).
- AL** - Depositi alluvionali sciolti o scarsamente addensati, costituiti da una matrice limoso-sabbiosa con elementi a granulometria variabile.

Terreni del substrato

- TP** - Tufi e tufi breccia, a spigoli vivi, con blocchi di dimensioni variabili appartenenti alla serie del Pollara.
- LP** - Lave andesitiche grigiastre, di aspetto massivo, talora molto fratturate, appartenenti alla serie del Vulcano del Porri.
- T** - Cineriti e tufi breccia, con elementi a spigoli vivi, a grana grossolana, variamente cementati, con intercalati blocchi talora di dimensioni decimetriche appartenenti alla serie del Porri.
- LC** - Lave basaltico-andesitiche dall'aspetto scoriaceo appartenenti alla serie del Vulcano del Capo.

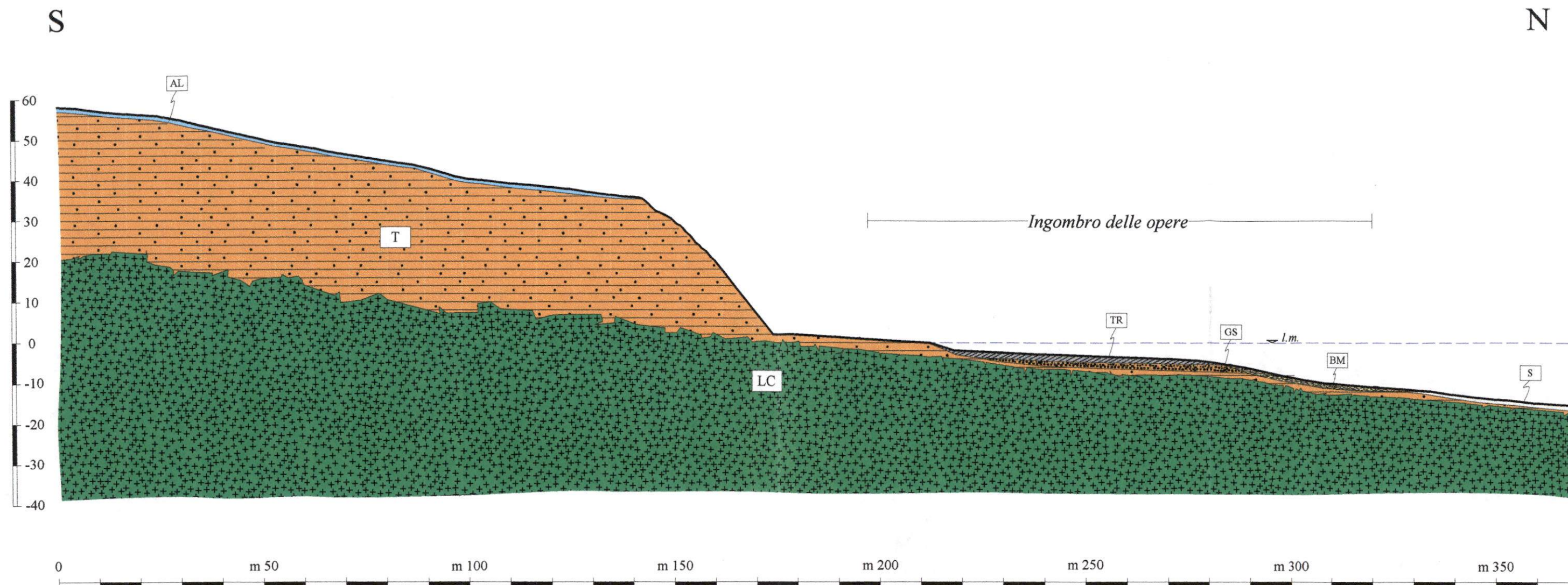
Terreni dei fondali

- TR** - Depositi sabbioso-ghiaiosi frammisti a materiale di natura antropica.
- S** - Sabbie ricche in minerali femici.
- GS** - Sabbie e ghiaie, sciolti, con elementi lapidei delle dimensioni dei blocchi di natura andesitica e tufacea.
- BM** - Blocchi e massi di lave andesitica della serie del Vulcano del Porri.
- LP** - Lave andesitiche grigiastre, di aspetto massivo, talora molto fratturate, appartenenti alla serie del Vulcano del Porri.
- LC** - Lave basaltico-andesitiche dall'aspetto scoriaceo appartenenti alla serie del Vulcano del Capo.

- Linea di costa.

A - A' - Traccia della sezione geologica.

FIG.6 - CARTA GEOLOGICA DEI FONDALI A SCALA 1:2.000
CON IMPRONTA DELLE OPERE A MARE E TRACCIA
DELLA SEZIONE GEOLOGICA A-A'.



LEGENDA

Terreni di copertura

- TR - Depositi sabbioso-ghiaiosi frammisti a terreni di riporto (mat. di paraggio).
- AL - Depositi alluvionali sciolti o scarsamente addensati, costituiti da una matrice limoso-sabbiosa con elementi a granulometria variabile.
- S - Sabbie ricche in minerali femici.
- GS - Sabbie e ghiaie, sciolti, con elementi lapidei delle dimensioni dei blocchi di natura andesitica e tufacea.
- BM - Blocchi e massi di lave andesitica della serie del Vulcano del Porri..

Terreni del substrato

- T - Cineriti e tufi breccia, con elementi a spigoli vivi, a grana grossolana, variamente cementati, con intercalati blocchi talora di dimensioni decimetriche appartenenti alla serie del Porri.
- LC - Lave basaltico-andesitiche, variamente fratturate, talora di aspetto scoriaceo appartenenti alla serie del Vulcano del Capo.

FIG.7 - SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA
INTERPRETATIVA A-A'. SCALA 1:1.000.

Nel tratto immediatamente sotto costa sono presenti depositi litoranei, di modesto spessore, a granulometria eterogenea prevalentemente delle dimensioni della ghiaia grossa fino ai blocchi con materiale di riporto (TR) di natura antropica.

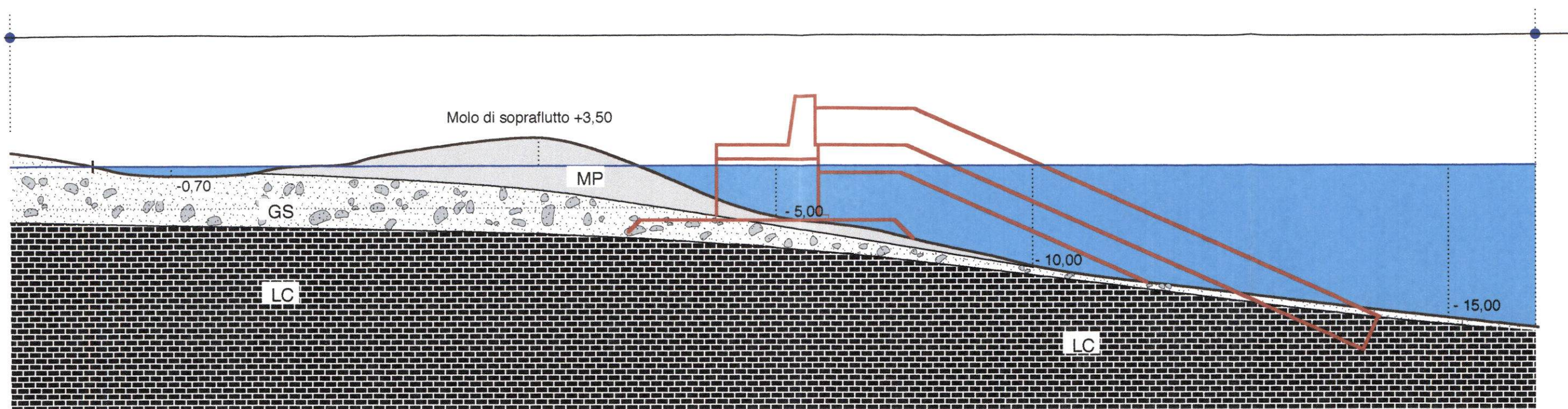
Lo studio geologico dell'area è stato, infine, completato da un'indagine geologica e geomorfologica subacquea condotta nello specchio acqueo interessato dagli interventi.

Tale studio è stato articolato in:

1. Posizionamento a terra ed a mare dei punti di stazionamento con stesura di sagola guida orientata secondo la rotta prevista;
2. Esecuzione di ispezioni subacquee con mappatura dei principali motivi geomorfologici e geologici;
3. Prelievo di campioni granulometrici ritenuti significativi;
4. Documentazione fotografica;
5. Elaborazione di tutti i dati ottenuti.

L'analisi dei dati e delle informazioni ottenute nel corso delle prospezioni sia di superficie che subacquee ha consentito, infine, con sufficiente chiarezza di sviluppare la sezione geologica schematica dei fondali interessati dalle opere a mare in progetto, ed illustrata nella Fig. 8.

I risultati dello studio geologico-subacqueo vengono riportati in Appendice A.



LEGENDA
Terreni di copertura

MP

Materiali di paraggio

GS

*Sabbie e ghiaie sciolte o poco addensate
con trovanti di natura lavica di varie dimensioni
frammiste a terreni di riporto*

Terreni del substrato

LC

*Basamento lavico basaltico - andesitico, variamente fratturato
talora di aspetto scoriaceo*

Fig. 8 - Sezione geologica schematica
rappresentativa dei terreni costituenti
i fondali interessati dall'opera foranea

6 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli studi fin qui svolti hanno permesso di accertare che l'area più direttamente interessata dagli interventi risulta caratterizzata da una successione di colate laviche, prevalentemente di natura basaltico-andesitica, e di depositi piroclastici, variamente cementati, costituiti da cineriti e tufi-breccia.

I dati desunti sia dai rilievi di superficie che subacquei, hanno fornito un quadro sufficientemente chiaro sulla costituzione litologica dei fondali impegnati dalla realizzazione delle opere previste in progetto.

In particolare, quest'ultimi, restano caratterizzati da valori in pendenza alquanto bassi e risultano costituiti da un basamento lavico, di natura prevalentemente basaltico-andesitica, su cui si ritrovano modesti spessori di depositi piroclastici, del tipo cineriti e tufi-breccia variamente cementati, e che nel tratto immediatamente sottocosta appare ricoperto da sedimenti litoranei, a granulometria eterogenea, risultanti dal disfacimento della falesia costiera, frammisti a terreni di riporto.

Pertanto in riferimento alla situazione geostratigrafica, alle condizioni geomorfologiche ed alle caratteristiche litotecniche dei terreni si può ritenere l'intervento compatibile con le opere previste in progetto.

Per quanto riguarda, infine, la tematica legata al rischio sismico e vulcanico si fa osservare che gli effetti prodotti dai

fenomeni vulcanici e sismici vanno inquadrati obiettivamente in un contesto geografico più ampio, riferito certamente all'intero arcipelago eoliano.

Sinteticamente per quanto attiene il rischio vulcanico, sulla base dei dati finora conosciuti si può dedurre che nell'isola di Salina non sembra esistano condizioni di rischio di tipo vulcanico certamente presenti, invece, nelle vicine isole di Vulcano, Stromboli e Lipari, per la presenza appunto di un vulcanismo tuttora attivo.

Gli eventi sismici, invece, a differenza dei fenomeni vulcanici, presentano una maggiore omogeneità su tutto l'arcipelago eoliano non escludendo quindi anche l'isola di Salina. In conseguenza di ciò l'*hazard* sismico rappresenta un problema serio e complesso che va affrontato sia attraverso un approfondimento dell'attuale quadro conoscitivo della sismicità regionale e locale, sia attraverso l'individuazione delle strutture sismo-genetiche, superficiali e profonde, di questo responsabili.

Sulla scorta dei dati storici sin qui disponibili risulta che la parte settentrionale dell'isola di Salina (Pollara) possa essere centro di una maggiore attività sismica.

In linea di principio, quindi, si può dire che il rischio sismico può essere ridotto nei fattori che concorrono a determinarlo e si può intervenire pertanto:

- progettando nuove strutture meno vulnerabili rispetto alle caratteristiche del sisma di progetto secondo le normative antisismiche vigenti;
- adeguando e migliorando il patrimonio edilizio esistente per

diminuire la vulnerabilità sismica.

Appare opportuno ricordare inoltre che all'isola di Salina, ivi compreso il territorio comunale di Malfa, viene attribuito, sulla base della vigente normativa^[1], un livello di sismicità alto (S=12).

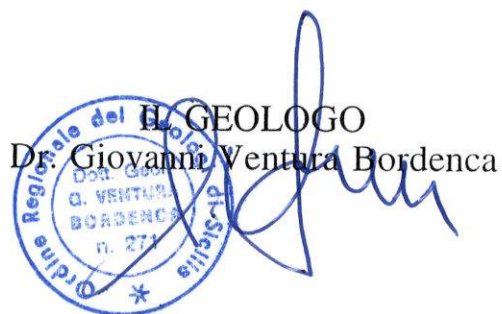
Infine, va osservato che, per quanto ampiamente attendibile, le ipotesi sui terreni prospettate nella presente fase di studio si basano prevalentemente sul rilievo di superficie integrato con i risultati sia di precedenti esperienze in possesso dello scrivente che di studi riportati nella letteratura tecnica specializzata.

Sarà necessario, pertanto, prima di procedere alla fase esecutiva dei lavori, svolgere un'accurato programma di indagini di verifica, in accordo a quanto previsto dalla vigente normativa^[2] riportati in Appendice B.

La presente relazione ai sensi della Circolare Min. LL.PP. del 09/01/1996 n. 218/24/3 è sottoscritta dal Progettista e Direttore dei Lavori.

Palermo, Marzo 2001

EL GEOLOGO
Dr. Giovanni Ventura Bordenca



^[1] D.M. LL.PP. 23/09/1981

^[2] D.M. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali.....omissis.....delle terre e delle opere di fondazione".

APPENDICE A

Studio geologico e geomor-
fologico subacqueo

Comune di Malfa Isola di Salina

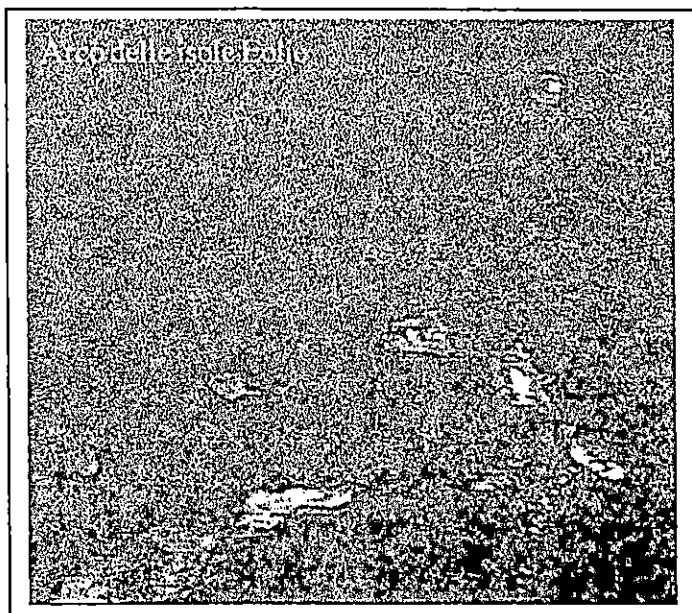
Provincia di Messina

**Lavori di riqualificazione e di adeguamento delle opere foranee,
delle banchine, dello scalo di alaggio e dei fondalli
dell'approdo di Scalo Galera - Malfa**

Studio geologico subacqueo

Premessa

Su incarico del dr G. Ventura, nella Sua qualità di geologo incaricato, è stato redatto uno studio geologico e geomorfologico subacqueo sull'area di mare antistante il porto turistico di Scalo Galera a Malfa nell'isola di Salina - Isole Eolie (Me).



Lo studio prodotto si ripropone di fornire alcune risposte alle problematiche presentatisi per cui è stata focalizzata l'attenzione sulla comprensione della costituzione delle forme geomorfologiche presenti nell'area e nella definizione teorica dello spessore del substrato mobile oltre che sulla integrazione e definizione puntuale delle batimetrie alla luce di una carta redatta sulla base di rilevamenti ecometrici.

In particolare si è posta l'attenzione sulla fascia batimetrica compresa fra - 4,00 mt e - 16,00 mt di profondità e nel settore di imposta del nuovo paraggio ad orientamento NW sul settore di ponente.

L'indagine, in questa fase, è stata eseguita effettuando una serie di sopralluoghi articolati in n° 3 immersioni a copertura della fascia litoranea e marina descritta al fine di delineare opportunamente le reali batimetrie di detta fascia e gli assetti geomorfologici e geologici.

L'esecuzione di tali immersioni ha comportato :

1) Posizionamento¹ a terra ed a mare dei punti di stazionamento con stesura di sagola guida orientata secondo la rotta prevista.

2) Esecuzione delle ispezioni con mappatura dei motivi geomorfologici e geologici di rilievo.

3) Prelievo di campioni granulometrici ritenuti significativi.

4) Documentazione fotografica.

5) Restituzione in studio di tutti i dati ottenuti e opportunamente graficizzati con relazione conclusiva.

Non sono stati eseguiti profili di riva in quanto l'area portuale risulta regolarizzata completamente con scali di alaggio e moli di attracco.

Per la comprensione dei meccanismi che hanno portato l'assetto geomorfologico insistente a Scalo Galera allo stato attuale non si è potuto scindere lo studio geologico e geomorfologico subacqueo dal contesto più ampio di superficie.

Tale metodologia si è resa necessaria pianificando i risultati dello studio propedeutico e dell'indagine speditiva condotta fra il 20 ed il 22 Ottobre 2000.

In sede propedeutica si era proceduto all'acquisizione di una batimetria redatta su basi ecometriche ed alla mappatura delle litologie costiere presenti, utilizzando anche un sondaggio eseguito proprio nell'ambito dello scalo, al fine di ottenere dati utili per definire il dinamismo locale basandosi anche su sopralluoghi speditivi e sulla bibliografia esistente.

In seguito si è proceduto alla fase operativa che ha comportato l'individuazione preventiva dei capisaldi verificando poi le batimetrie effettive e delineando i motivi geomorfologici del fondo con conseguente individuazione dei motivi di rilievo che caratterizzano l'area.

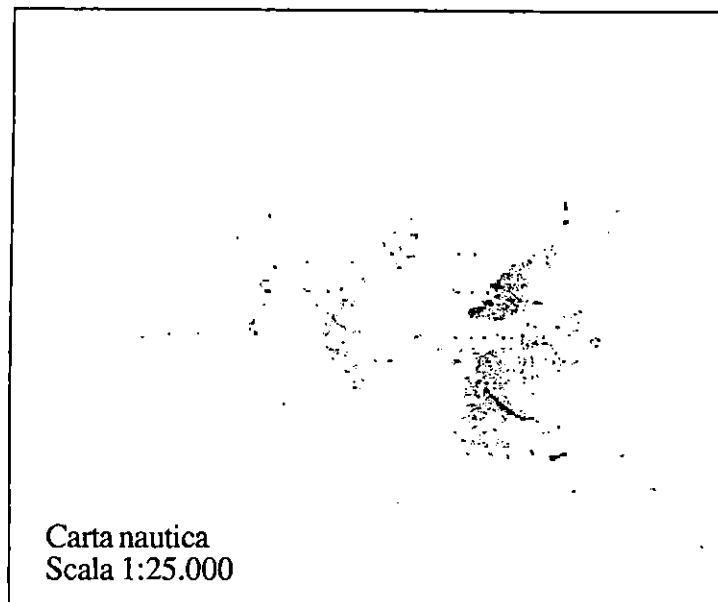
La definizione delle batimetrie effettive ha comportato il rilevamento delle profondità effettive del fondale distinguendo dalle sommità degli scogli o massi da paraggio di dimensioni notevoli esistenti operandone una necessaria distinzione, operazione questa possibile solo mediante rilevamento diretto pur mantenendo validi i dati ecometrici ritenuti attendibili.

Nell'ambito di tale indagine sono stati prelevati n° 2 campioni per analisi sedimentologica e 2 per analisi petrografica ritenuti significativi ed in seguito spediti in laboratorio per le opportune indagini. Tali prelievi sono stati eseguiti in corrispondenza del profilo n° 2 e della sezione n° 3.

In merito alle condizioni meteo marine insistenti durante le indagini speditive si precisa che durante i tre giorni di indagine si è verificato un vento da NE (Grecale) costante e teso con forza 5 e velocità stimata dal servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare pari a 30 - 40 km/h

¹ Non è stato usato il GPS a causa della tolleranza dello stesso pari a 5 mt in funzione dell'area poco estesa di indagine.

per il giorno 20 in rinforzo a 40 - 50 km/h il giorno 21 con attenuazione per il giorno 22 Ottobre.



La corrente ed il moto ondoso lungo il versante settentrionale dell'isola si sono mantenuti da Est e, in seguito, da NE. Infine la temperatura misurata è stata mediamente di 22°C nelle ore di punta.

1. Rilevamento costiero

1.1. Cenni geologici.

Per una corretta comprensione dei fenomeni che hanno portato all'attuale assetto della zona ed alla luce della geologia insistente, è necessario focalizzare l'attenzione sulla geomorfologia di superficie e sugli aspetti antropici rilevati.

Lo studio di un sondaggio (tav. 1) eseguito in corrispondenza dello scalo e il rilevamento geologico di superficie hanno messo in evidenza un substrato rigido costituito da rocce vulcaniche di tipo effusivo a composizione acida di tipo andesitico tipica di un sistema di arco vulcanico quale quello delle isole Eolie. Tali rocce, compatte o al più mediamente fratturate, sono sovrastate da un complesso di oltre 6,00 m di spessore di sabbie grossolane e ghiaie con ciottolame polidimensionale anch'esso di natura vulcanica originato probabilmente da fenomenologie di alterazione e trasporto del materiale sottostante.

Tali sistemi di arco sono associati a sistemi tettonici in subduzione con spessori crostali della catena appenninica di circa 35 km e sono dovuti ai processi tensivi legati al progressivo ampliamento del bacino tirrenico.

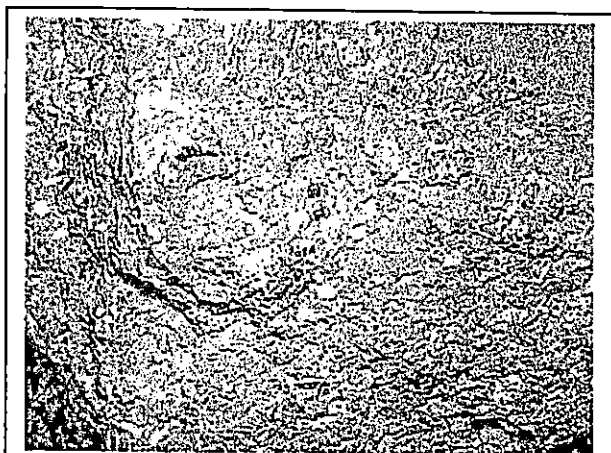


foto 1

sono state campionate rocce a composizione percentualmente preminente di potassio (K) come Leucite (foto 1), prelevata alla base della falesia a levante dello scalo Galera, ed a termini andesitici in cui sono stati riconosciuti i minerali fondamentali della serie calc- alcalina quali Olivine ed Pirosseni come quelli contenuti nel campione proveniente dal profilo 2. (foto 2 - ingrandimento).

Senza estendere la trattazione all'aspetto petrografico che esula dal presente, in merito all'aspetto geologico, le rocce insistenti nell'area, ma più in generale in tutto il sistema eolico, sono originate da un magmatismo di tipologia compresa tra termini di tipo calc- alcalino e termini di tipo shoshonitico.

Nei sopralluoghi effettuati infatti

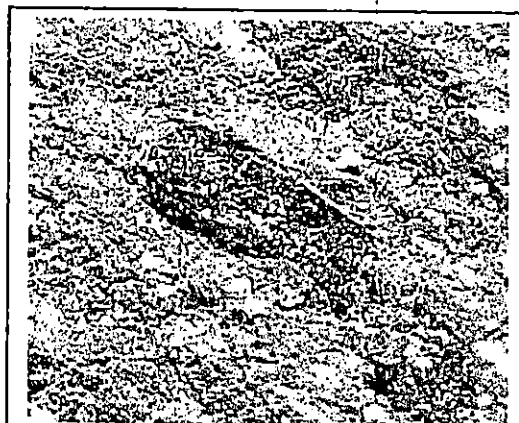


foto 2

Per ciò che riguarda le giaciture magmatiche invece si sono osservate diffuse formazioni di pillow - lava tipiche di ambienti magmatici effusivi a rapido raffreddamento.

Un ulteriore prova del tipo di magmatismo insistente nell'arco eolico può essere individuata nella diffusa presenza di rocce a zeoliti rinvenute in alcune rocce prelevate nelle sezioni di capo Faro nell'ambito di un'ampliamento dell'indagine.

Tali minerali, a composizione calcica (foto 3), provenienti da metamorfismo di bassissimo grado di basalti ferro - magnesiaci, appartengono a facies a bassa Temperatura e alta Pressione ed individuano le zone più superficiali del contatto nelle aree di subduzione.

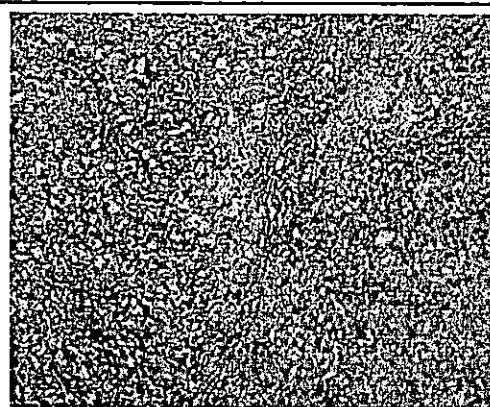


foto 3

1.2. Geomorfologia superficiale.

La comprensione delle motivazioni delle giaciture dei sedimenti del fondale marino ha reso necessaria una attenta disamina dei motivi morfologici di rilievo insistenti nella morfologia superficiale circostante l'area portuale.

Sostanzialmente ci si è trovati davanti a due temi geomorfologici principali: quello naturale e quello antropico che hanno condizionato e condizionano tuttora l'assetto geomorfologico costiero e marino.

In **tav. 2** scala 1: 500 è ben visibile, in corrispondenza di Cala Galera, l'asse di drenaggio di un profondo impluvio probabilmente originatosi per scorrimento preferenziale delle acque lungo una zona di contatto fra colate laviche diverse e approfondito da una dinamica di trasporto ad alta energia a causa dell'acclività.

Tale impluvio, (**foto 5 e 7**) che si origina già in prossimità della sella compresa fra M.te dei Porri (860 m slm) e M.te Rivi (854 m slm), si presenta molto ripido con pendenze medie dell'11% pari a $p = 6,6^\circ$ che verso il basso, dalla isoipsa 40 m, diventa decisamente più acclive con una pendenza pari a circa 22% che poi aumenta dall'isoipsa 20 m fino ad oltre il 50% pari a $p = 30^\circ$.

L'asse dell'impluvio risulta orientato in direzione N - NE, approssimativamente fino all'isoipsa 20 m oltre la quale poi devia verso NW.

Parallelamente, a Est di questo impluvio, insiste un altro impluvio, meno profondo ma che, anche se non ha un'influenza diretta sull'area portuale, ha un eguale comportamento geomorfologico con un asse orientato a NNW.

Altro motivo di rilievo è rappresentato dal tipo di costa a falesia, in questa area, fra P.ta di Scario e Quartarolo, quasi tutta a picco sul mare, contigua ed interrotta solo dall'area di Scalo Galera (**foto 4**). Tale tipo di costa (**foto 6**), alta mediamente intorno a 20 mt ma in alcuni tratti oltre 40 m, è soggetta ad erosione a causa dell'azione degradante degli agenti atmosferici ed in particolare dell'aerosol marino, con conseguente crollo di materiali in grande quantità a loro volta, poi, soggetti ad un forte trasporto, deposizione e dispersione sul fondale marino antistante ad opera dei moti ondosi formando così una piattaforma di abrasione ad alta energia come testimoniato anche dal solco di battente evidente alla base della falesia.

Tale circostanza è rilevabile dal forte arrotondamento del ciottolame deposto (**foto 8**) sia alla base delle scogliere sia, soprattutto, a mare.

Infine, anch'esso condizionante nelle giaciture del fondale marino, è il motivo morfologico di tipo antropico rappresentato soprattutto dal paraggio di Scalo Galera. Infatti questo si articola in due tipologie costruttive del paraggio del porticciolo.

La prima, senza dubbio temporalmente anteriore, costituita da massi di dimensioni che normalmente non superano il metro, quasi certamente rinvenuti in loco o in aree limitrofe ed

accatastati a formare una barriera frangiflutto a protezione dai venti dominanti provenienti dal settore di traversia principale.

Questo accumulo, protrattosi probabilmente nel tempo, si presenta fortemente disperso. La seconda tipologia, è costituita dall'accumulo di grossi massi cubici mediamente di circa 2,00 m di lato per un volume medio di 8 - 10 mc, posti recentemente a protezione dello scalo con eguale orientamento della massicciata costituita dai massi naturali.

Anche questi si presentano ormai sconnessi anche se ancora poco dispersi nell'area a causa delle grandi dimensioni.

Fra gli interventi antropici di rilievo è da considerare anche una alta paratia costruita a protezione del porticciolo sottostante dalla caduta dei massi. Tale paratia è stata costruita nel settore di levante dell'impluvio ed è alta circa 20 m e lunga quasi 100 mt. Non si sono osservate altre paratie lungo la costa fra punta Scario e Galera.

1.3. Livello medio del mare.

In considerazione che la cartografia disponibile basa le batimetrie su livelli di riferimento degli scandagli, anche a causa della scala ritenuta molto piccola, la determinazione di batimetrie su grande o grandissima scala, e quindi molto più di dettaglio, necessita anche di una determinazione del livello del mare più accurata.

Quindi è stata effettuata la determinazione del livello medio del mare per le isole Eolie su base statistica riferendosi ai dati dell'Istituto Idrografico della Marina per l'anno 2000.

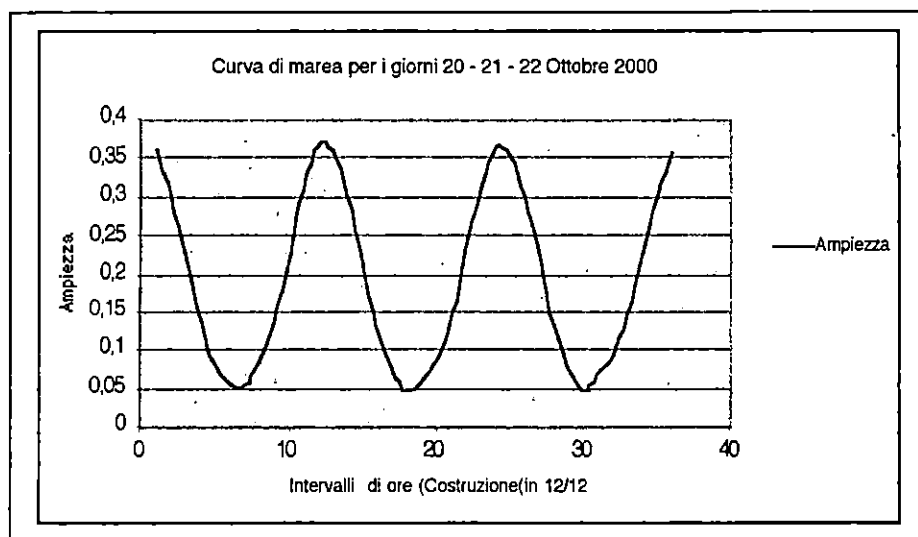
Tali dati si basano sulla misura del livello medio di riferimento delle basse maree sigiziali e la metodologia si basa sul calcolo delle costanti armoniche dedotte dal monitoraggio di tali dati su base almeno annua.

In particolare, essendo considerata Malfa, come anche Lipari e Milazzo, porti secondari, il calcolo viene effettuato con il metodo delle differenze per le ore e con il metodo del rapporto "R" per le altezze prendendo come riferimento il porto campione di Gibilterra ed il porto principale di Messina. A tal proposito si riportano di seguito i calcoli per l'isola di Lipari (in grassetto sono le alte maree) :

Ora	20-10-2000	Ora	21-10-2000	Ora	22-10-2000	Ora	23-10-2000
8,50	0,39	3,16	0,05	3,47	0,05	4,18	0,06
14,56	0,06	9,20	0,39	9,51	0,38		
21,06	0,40	15,26	0,06	15,56	0,07		
		21,35	0,39	22,05	0,38		

Per ciò che riguarda le costanti si sono utilizzati i valori: $Z_0 = 0,20$ m e $R = 0,40$.

Nella figura sottostante viene riportata la costruzione della curva di marea eseguita con la



regola dei dodicesimi.

Sulla base di tali dati si possono ricavare i valori assoluti di profondità sul livello medio di riferimento degli scandagli, in relazione alle ore ed ai giorni di esecuzione. Per il

dato assoluto compreso fra una alta marea ed una bassa marea si può procedere o per interpolazione o, più approssimativamente, sul diagramma sopra riportato.

Infine in merito alla pressione atmosferica non si riportano correzioni in quanto i dati disponibili sono stati forniti dall'A.M. su base cumulativa giornaliera e, di conseguenza, non scorporabili secondo ore da riferirsi ad alta o bassa marea.

Di seguito vengono forniti i valori di pressione in mm per giorno e i valori corrispondenti di correzione delle altezze in metri :

Giorno	Pressione in mm	Valore di correzione in m
20/10/2000	1.013	0,00
21/10/2000	1.025	-0,11
22/10/2000	1.028	-0,16

2. Rilevamento subacqueo

2.1 Batimetria

Fra il 20 ed il 22 Ottobre 2000, nel corso di 3 immersioni distinte, sono stati eseguiti n° 5 rilevamenti subacquei composti da 2 profili e 3 sezioni. Tali rilevamenti sono stati condotti a quote variabili fra -1,30 m slm e - 18,90 m slm (**tav. 2**).

Compito degli operatori in questa fase era quello di rilevare le batimetrie in relazione alle distanze, mappare la natura dei sedimenti del fondo e fotografare gli elementi morfologici e geologici di rilievo.

La metodologia utilizzata è stata di tipo esclusivamente speditivo considerato l'estensione dei tratti da rilevare per cui si è tesata una cima metrata e calibrata lungo le seguenti rotte (**tav. 1**) :

Tratto	Orientamento	Lunghezza	Data	Orario
Profilo 1 :	N 78° E	180,00 ml	21/10/2000	10,30
Profilo 2 :	N 11° E	130,00 ml	20/10/2000	15,30
Sezione 1 :	N 20° W	40,00 ml	21/10/2000	09,30
Sezione 2 :	N 20° W	100,00 ml	22/10/2000	10,30
Sezione 3 :	N 20° W	80,00 ml	22/10/2000	11,30

Totalmente è stata rilevata una fascia di 530 ml coprendo un'area complessiva di circa 1,0 Ha.

L'operazione ha comportato l'impiego di un natante con personale di bordo a carico dell'Amministrazione, 1 geologo subacqueo, 1 architetto rilevatore e 1 fotografo subacqueo.

La documentazione fotografica si articola in foto di superficie e foto subacquee ubicate in carta.

Il profilo 1 è stato eseguito approssimativamente lungo l'attuale paraggio di maestro (molo di sopraflutto) e si è sviluppato secondo un asse di orientamento di N 78° E lungo la cima metrata stesa per complessivi 180 ml.

Punti di riferimento sono stati lo spigolo interno della Diga Galera, fuori il porticciolo, ed una boa di segnalazione ancorata all'incrocio con il profilo 2 lungo l'allineamento N 78° E.

Il rilevamento è iniziato alle ore 10,30 del 21/10/2000 ai fini della determinazione del livello medio 0,00 m ed è durato circa 3 ore.

Lungo tale profilo sono state individuate generalmente due fasce batimetriche : la più profonda da - 16,00 mt slm verso il basso in cui si rinviene un substrato mobile costituito da sabbia grossolana e ghiaia fine (**foto 9**), di genesi vulcanica organizzata a grandi plaghe circondate da massi e pietre arrotondate di origine naturale dimensionalmente valutabili da ciottolame di media dimensione a grossi scogli anch'essi di genesi vulcanica spesso sovrastati al

sommo dall'edificio biologico rappresentato dalla *Posidonia oceanica* presente ovunque sul fondale approssimativamente sotto la batimetria 10,00 m slm o alla sommità di grossi scogli.

Entro tali plaghe sono state rilevate forme geomorfologiche di *ripple marks* con un orientamento generale delle increspature pari a N 60° E sul profilo 1 a - 11,60 m di profondità e S 30° E sulla sezione 3 a - 15,80 m di profondità.

La fascia batimetrica inferiore si sviluppa in modo sinuoso alla base di un'altra fascia più superficiale costituita da tipologie granulometriche maggiori (ghiaia) fino al ciottolame di grosse dimensioni.

In corrispondenza delle batimetrie minori e nelle zone non antistanti il paraggio si osserva che le plaghe di sabbia grossolana e ghiaia fine, diffusa in profondità, progressivamente scompaiono quasi del tutto lasciando il fondale ad una distesa di ciottolame polidimensionale e soprattutto, in corrispondenza dell'attuale molo di sopraflutto, ai massi portuali di grande volumetria.

Si è osservato una forte dispersione a ventaglio sia di tale ciottolame che dei massi portuali. Tali grossi blocchi sono quasi completamente assenti in corrispondenza del settore più occidentale ed in quello orientale mentre sono presenti diffusamente nel settore centrale del profilo sino a distanze anche di 30 ml dal profilo stesso.

Il profilo 2 è stato eseguito per complessivi 130 ml partendo dallo spigolo esterno del molo di levante (molo di sottoflutto), con allineamento pari a N 11° E. L'incrocio con il profilo 1 è stato segnalato mediante una boa galleggiante utilizzata come punto di riferimento.

Il rilevamento è iniziato alle ore 15.30 del 20/10/2000 ai fini della determinazione del livello medio del mare 0.00 m.

Lungo questo profilo sono stati individuati due settori a comportamento morfologico differente: Il settore di ponente rispetto al profilo in cui sono stati riscontrati gli stessi motivi batimetrici del profilo 1 senza però mai rinvenire i massi portuali a grande volume.

Nel settore di levante, invece, si è osservato un grosso rigonfiamento delle batimetrie con un intervallo approssimativamente fra la batimetria 8,00 m slm e la 10,00 m slm.

Anche qui è stata osservata una dispersione del ciottolame, qui decisamente più abbondante di quella osservata lungo il profilo 1. Non sono stati rilevati massi portuali.

Per ciò che riguarda invece il settore più esterno, studiato mediante il rilevamento delle sezioni 1, 2 e 3 si è accertato la diminuzione delle dimensioni del ciottolame e delle granulometrie più in generale con l'aumento della profondità, in accordo con i modelli dinamici costieri.

A tal proposito è stato possibile mappare e rilevare diversi fenomeni di *ripple marks* in alcune delle plaghe di sabbia grossolana e ghiaia fine ghiaia presenti più diffusamente progredendo verso profondità maggiori.

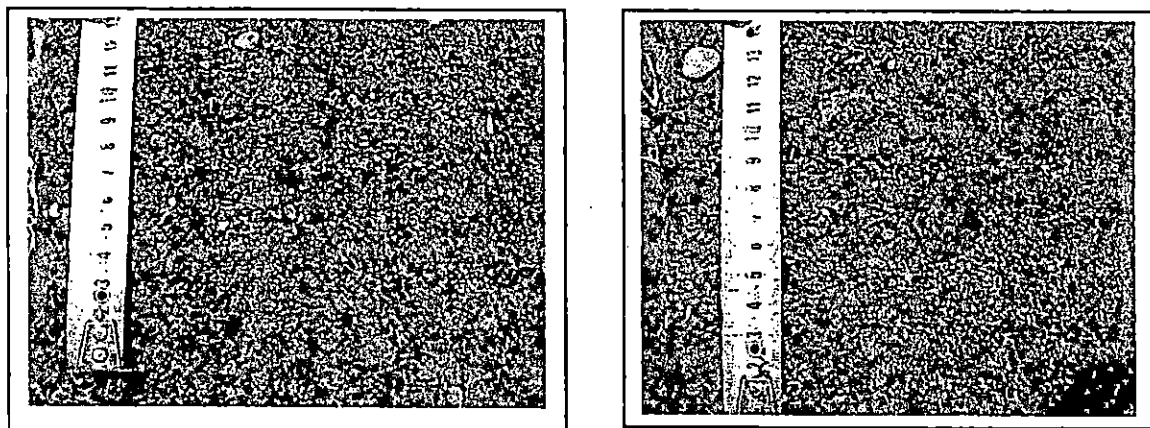
I rilevamenti degli orientamenti delle increspature (perpendicolari alle direzioni) lungo direzioni e versi che vanno grossomodo da N verso E, hanno evidenziato la dipendenza della correntometria in profondità dagli andamenti della morfologia del fondale marino.

2.2 Sedimentologia e granulometria

Al fine di studiare la dinamica correntometrica di fondo fra gli altri sono stati prelevati ed analizzati due campioni di sedimento su fondo mobile, ritenuti sufficienti data l'entità dell'estensione dell'area in studio, mettendoli poi in relazione ai rilevamenti effettuati soprattutto delle forme morfologiche.

Trattasi di due campioni di sedimento di genesi vulcanica prelevati presso la boa e lungo la sezione 3.

L'analisi visiva evidenzia una forte analogia granulometrica ma una marcata differenza di colore fra il campione prelevato presso la boa (a sx) e quello della sezione 3 (a dx).



La spiegazione di una differenza di colore può essere attribuita ad alterazione di aree a differente costituzione mineralogica comunque non incidente in questa sede.

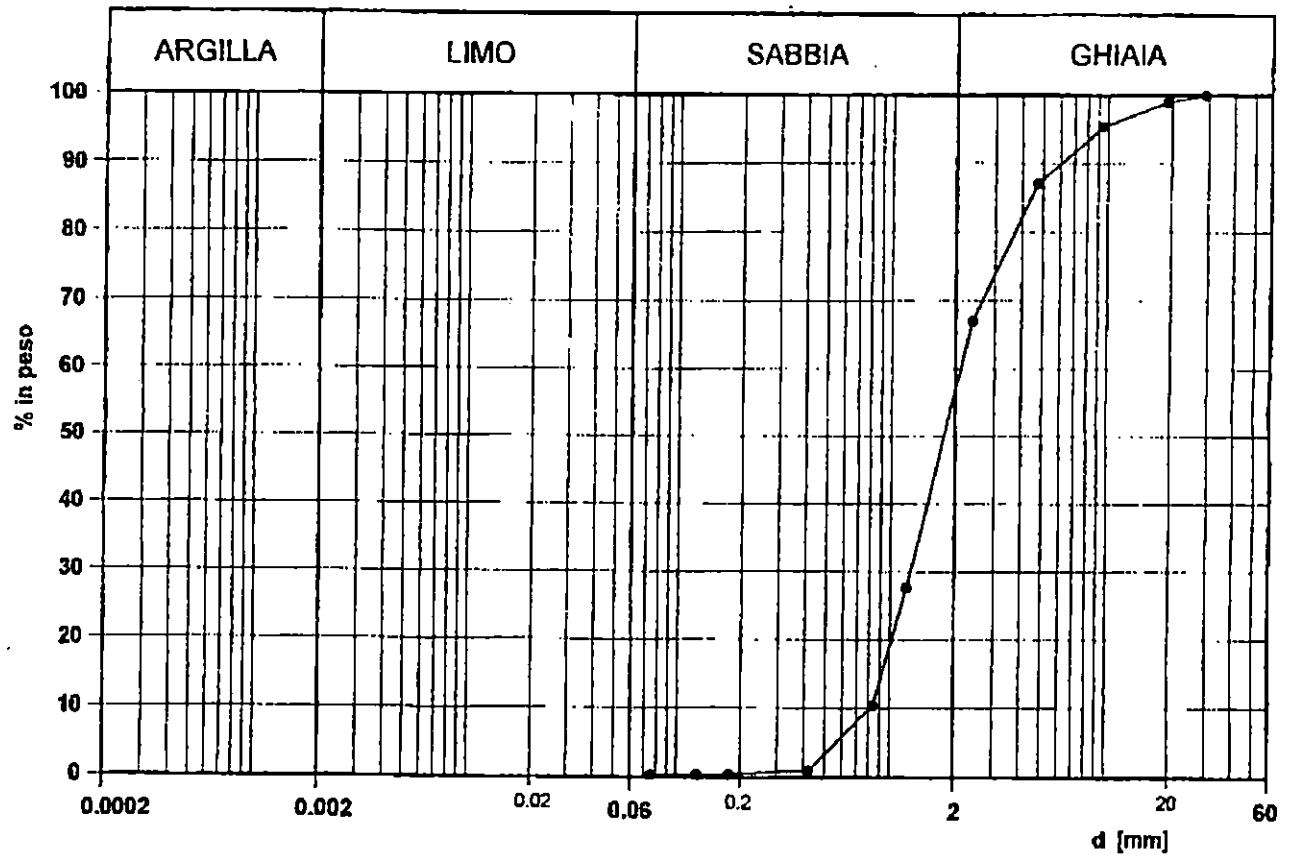
In merito alla granulometria, indicativa ai nostri fini si è proceduto con la definizione delle classi granulometriche ed al loro studio statistico.

A tal proposito di seguito sono espressi i dati per la costruzione delle curve granulometriche (tav. 3) espressi sia in d_{mm} che in $\phi (= -\log_2 d_{mm})$:

Campione Profilo 1		
d (mm)	% (peso)	$\phi (= -\log_2 X)$
0,45	1,00	1,15
0,27	1,30	1,89
0,22	1,50	2,18
0,41	2,00	1,29
0,85	11,00	0,23
1,30	27,00	-0,38
2,30	67,00	-1,20
4,70	88,00	-2,23
9,50	96,00	-3,25
30,00	100,00	-4,91

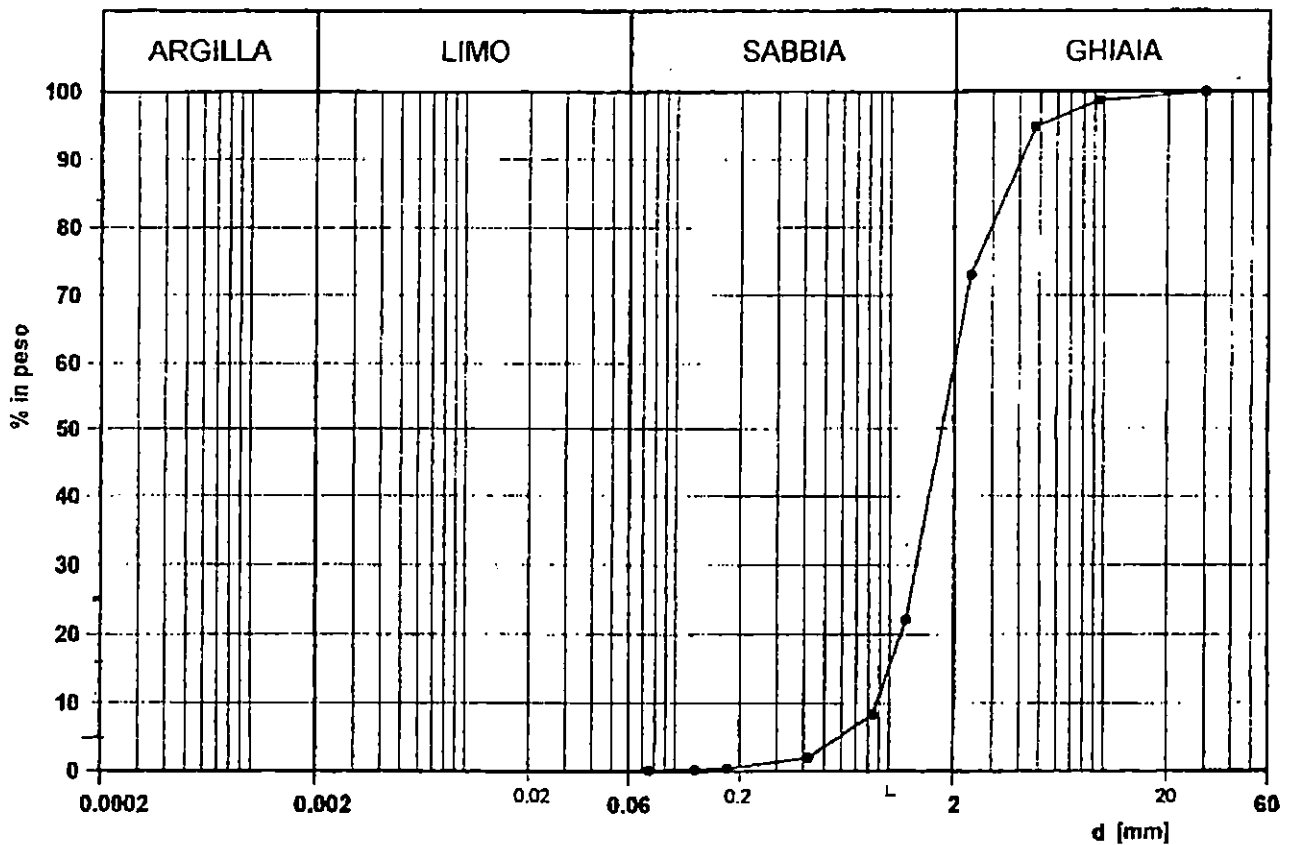
ANALISI GRANULOMETRICA

Campione profilo 1



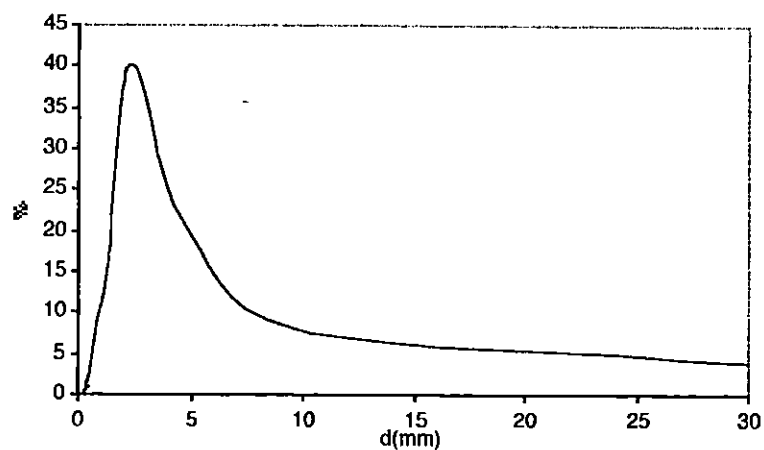
ANALISI GRANULOMETRICA

Campione profilo 2

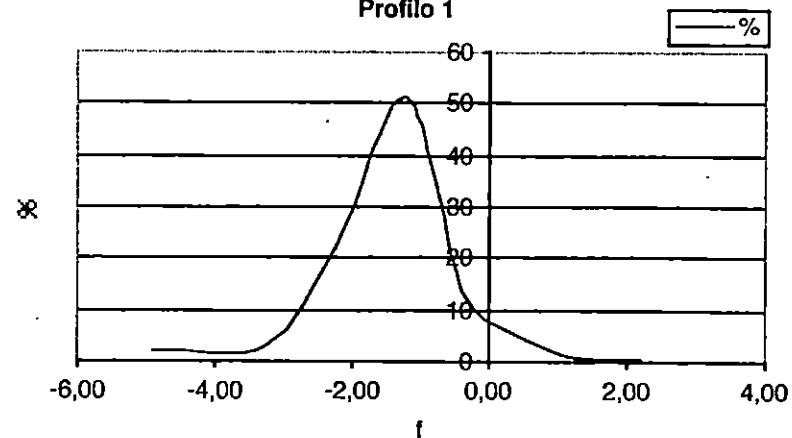


Diagrammi sedimentologici

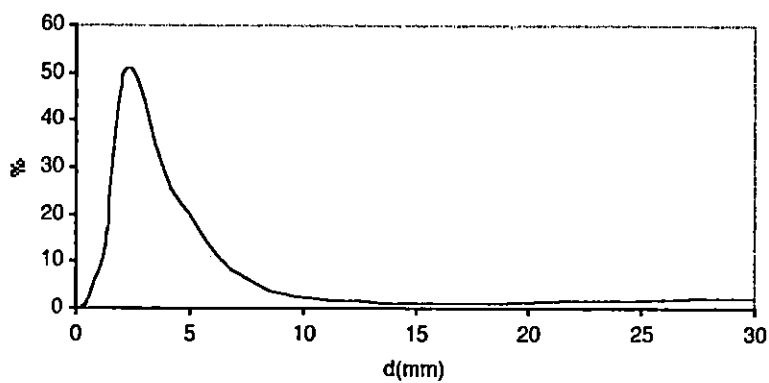
Curva cumulativa per il campione del profilo 1



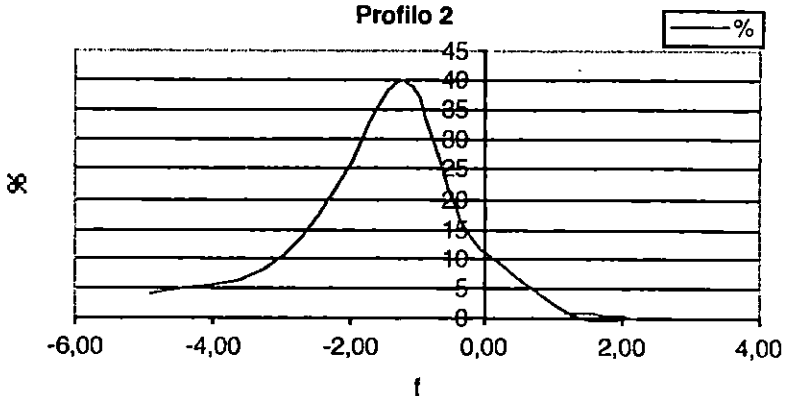
Curva cumulativa di frequenza
Profilo 1



Curva cumulativa per il campione del profilo 2



Curva cumulativa di frequenza
Profilo 2



Campione Profilo 2

d (mm)	% (peso)	ϕ (= $-\log_2 X$)
0,45	1	1,15
0,27	1,5	1,89
0,22	1,8	2,18
0,41	2,4	1,29
0,85	8,6	0,23
1,3	22	-0,38
2,3	73	-1,20
4,7	95	-2,23
9,5	98	-3,25
30	100	-4,91

I campioni esaminati hanno evidenziato che si tratta di sabbie grossolane con ghiaia fine in totale assenza di limo.

I parametri statistici derivati sono i seguenti :

Parametro	$d_{(mm)}$	ϕ
d medio	2,98	-0,38
Mediana	1,075	-0,07
Kurtosi	7,38	-0,50
SD	9,25	2,35
Asimmetria	2,731	-0,81

E' evidente una notevole selezione dei campioni. Il dato rappresentato dalla deviazione standard (SD) evidenzia che i due campioni sono molto mal classati, parametri questi avvertibili anche dall'analisi visiva. Anche l'indice di uniformità si presenta basso ($U = 2,5$). Tale dato concorda con il dato dell'asimmetria che si presenta negativo. Inoltre il valore del diametro medio conferma il carattere grossolano del sedimento spostato verso termini ghiaiosi.

L'asimmetria dei diagrammi di **tav. 4** denuncia una discreta energia correntometrica sul fondale. Tale energia è tanto più evidente in relazione alle percentuali che vedono una ripartizione fra sabbia e ghiaia abbastanza vicina al 50%. La relazione con la pendenza del fondo evidenzia anche una notevole esposizione dell'area al moto ondoso.

Le due curve cumulative di frequenza si presentano molto simili e molto asimmetriche a sinistra (**tav. 4**).

Inoltre l'analisi microscopica della morfometria dei granuli, preminentemente nelle frazioni di ghiaiose, ha evidenziato una discreta energia di trascinamento piuttosto che di rotolamento, sintomo, questo, di correntometria di fondo poco dipendente dai moti cicloidi delle onde superficiali.

2.3 Geomorfologia subacquea

Lo sviluppo e lo studio del rilevamento del fondale di Cala Galera hanno messo in evidenza due aree distinte, separate fra loro da una area di approfondimento ad "U" delle isobate, con analogo tema morfologico costituito da un innalzamento anomalo delle isobate (tav. 1).

In tutti e due i casi comunque trattasi di due fenomeni di piattaforma di erosione e/o abrasione localizzati alla base di una falesia.

Nel settore di ponente, tale rigonfiamento è, probabilmente, dovuto ad una tripla azione di accumulo.

La prima, più antica, di genesi naturale, è dovuta all'accumulo e conseguente dispersione ad opera dell'azione del mare e del suo moto ondoso, di pietrame e ciottolame polidimensionale di natura esclusivamente vulcanica proveniente sia dalla falesia peraltro insistente lungo tutta la costa che dall'impluvio sovrastante la cala Galera.

La seconda azione, di tipo antropico e localizzato soprattutto davanti all'area portuale è dovuta quasi certamente alla dispersione del ciottolame e del pietrame accumulato in tempi storici, con funzione di paraggio per la difesa dello Scalo Galera.

In ultimo, terza azione, è dovuta alla progressiva e costante sconnessione e dispersione dei blocchi di cemento posti in tempi recenti a costituzione del paraggio dai venti di maestrale più incidenti.

L'apporto di volumi di materiale proveniente dalla falesia come anche dall'impluvio è stato moderato dalla recente costruzione della paratia a difesa della base sottostante la falesia stessa dai crolli, e dell'urbanizzazione dell'impluvio, anche se in ogni caso i volumi già esistenti rimangono notevoli ed i nuovi apporti lungo tutta la costa provengono dalle falesie vicine.

Per ciò che riguarda il settore di fondale a levante, invece, è chiaro l'accumulo di massi ciottolame e pietre provenienti dai crolli che interessano tutta la falesia non protetta e la loro dispersione in mare tanto che l'accumulo esistente rilevato risulta notevolmente maggiore e continuo come testimoniato dal rigonfiamento rilevato fino all'isobata 15,00 m slm su cui si è impostato un ulteriore accumulo evidente fino all'isobata 8,00 slm.

Fra la isobata 8,00 m slm e la 10,00 m slm si osserva un'area in cui la pendenza si riduce notevolmente probabilmente a causa dell'azione combinata fra dispersione verso il largo ad opera del mare ed accumulo dei materiali da terra.

In merito alla valutazione degli spessori si è proceduto induttivamente, basandosi sulla costruzione di profili geologici e geomorfologici derivanti dal rilevamento subacqueo e sulla base del sondaggio S1 eseguito sullo scalo.

Il forte accumulo osservato soprattutto alle batimetrie minori non consente l'osservazione diretta del substrato rigido né una visione diretta in profondità se non a batimetrie inferiori in cui si osservano plaghe sempre più ampie di sabbie grossolane e ghiaie. Nell'ambito di tali plaghe è

stato possibile rilevare diversi casi di *ripple marks* e di rilevare anche le direzioni delle increspature.

La mappatura di tali direzioni ha consentito di dedurre la presenza al fondo di una dinamica correntometrica che, in relazione alla granulometria, deve essere sostenuta e con una direzione tale che possono essere ipotizzati due modelli.

Il primo, sicuramente preminente, inserito nel contesto più ampio della costa denominata "Quartarolo" ad est di Scalo Galera, considera la corrente di risucchio derivante dal moto ondoso ad opera del vento, prevalente da NW, sia in superficie che sul fondo.

Questa corrente, che si manifesta localmente, sommandosi alla corrente di compensazione provocata dai frangenti, segue l'andamento del fondo incanalandosi nella vallecchia ristretta che costituisce un'area di separazione fra le due zone di accumulo e provocandone un'accelerazione per effetto Venturi.

In questa vallecchia sono stati rilevati sedimenti a granulometria minore che oppongono una minore resistenza

Il flusso quindi sfocia alla base della vallecchia separandosi in profondità verso NW e verso NE. Tale flusso di corrente segue la dinamica del moto ondoso legata a sua volta alla dinamica eolica e giustifica bene la presenza di queste forme morfologiche ad una profondità di oltre 10,00 mt.

Tale dinamica deve essere molto incidente in quanto è stato accertato che influenza i movimenti d'acqua fino oltre la batimetrica 14,00 mt.

Il secondo modello, che vede l'influsso diretto delle onde sul fondale, può essere invocato per profondità minori, prossime alla linea di riva e nel caso in esame si verifica in misura quasi nulla essendo verso riva presenti depositi costituiti essenzialmente da ciottolame.

In merito agli spessori si può ipotizzare che in prossimità del sondaggio S1 e fin sulla massicciata del molo di sopraflutto si hanno spessori che vanno da 8,00 mt fino a quasi 10,00 mt di detrito e deposito di accumulo che poi, con il progredire in profondità decresce velocemente fino ad un valore presunto pari a circa 3,00 mt in corrispondenza del settore più profondo e a sedimenti a grana minore.

L'analisi delle sezioni A, B e C costruite su tracce di massima pendenza su isobate che evidenziano fenomeni di accumulo indicano chiaramente una regolarizzazione e normalizzazione della geomorfologia del fondale generalmente oltre l'isobata 15,00 mt slm.

Dopo tale isobata si ritiene ragionevolmente che il substrato possa rinvenirsi a profondità di circa 3,00 mt dalla superficie di fondo con possibilità di affioramento scendendo più in profondità possibilmente in corrispondenza di falesie sommerse.

3. Documentazione fotografica

E' stata eseguita una documentazione fotografica dello studio eseguito sia sui profili e le sezioni subacquee che in superficie.

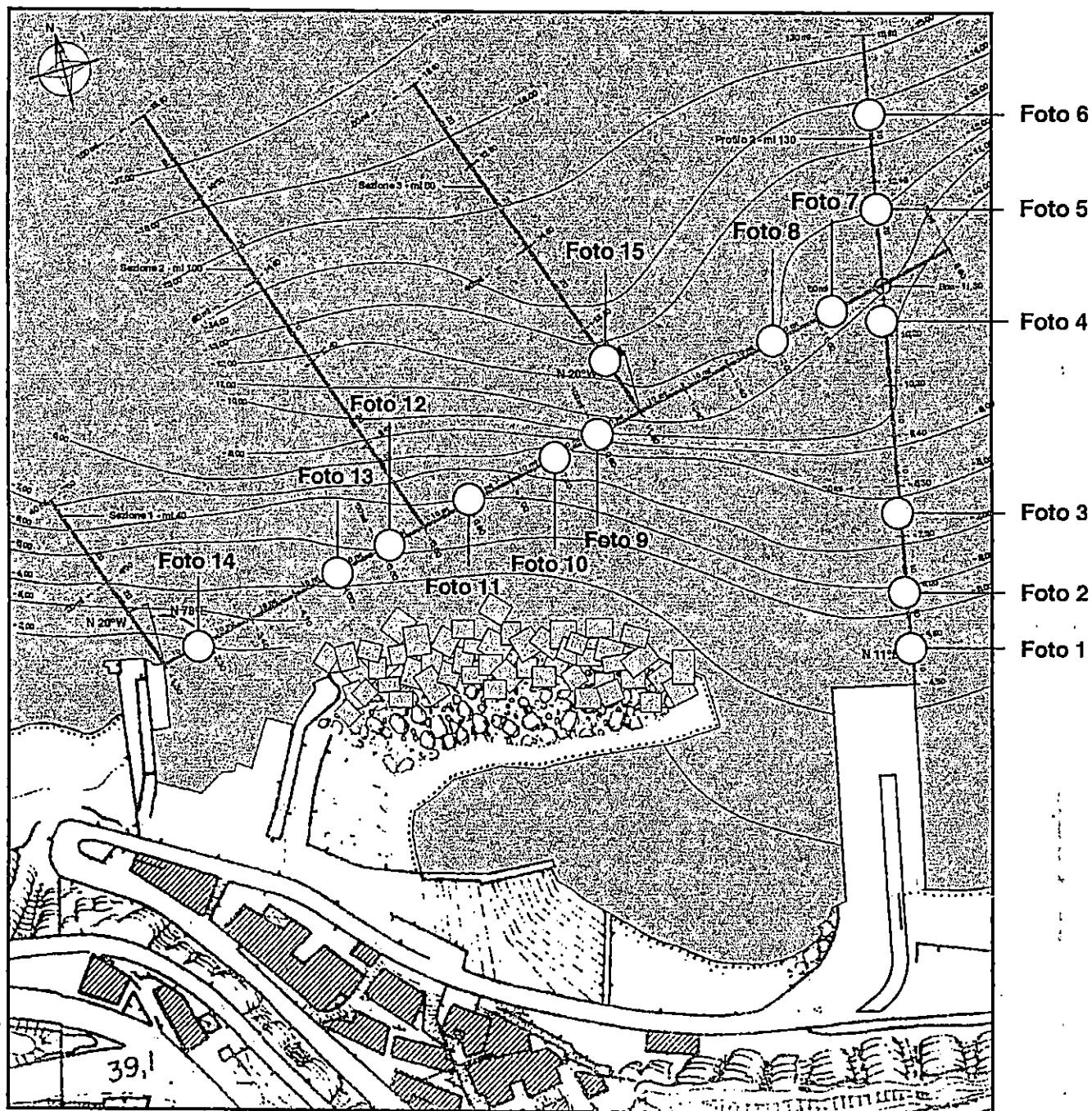
A tal scopo vengono riportate le foto più significative ed in particolare n° 15 foto subacquee ritenute sufficienti alla documentazione dell'assetto morfologico di fondo e n° 5 foto di superficie (**tav. 5**).

Per la realizzazione delle foto subacquee si é utilizzata una fotocamera marca Minolta 50 m scafandrata con obiettivo grandangolare 28 - 35 mm.

Per la realizzazione delle foto di superficie e macro si é utilizzata una fotocamera digitale marca SONY Mavica MVC FD 73 con ottica macro SONY. Tutte le immagini sono state ottimizzate al computer

Attilio Cirillo

Piero Merk Ricordi



TAV. 5 - SCALO GALERA
Mappa della documentazione fotografica

DOCUMENTAZIONE fotografica

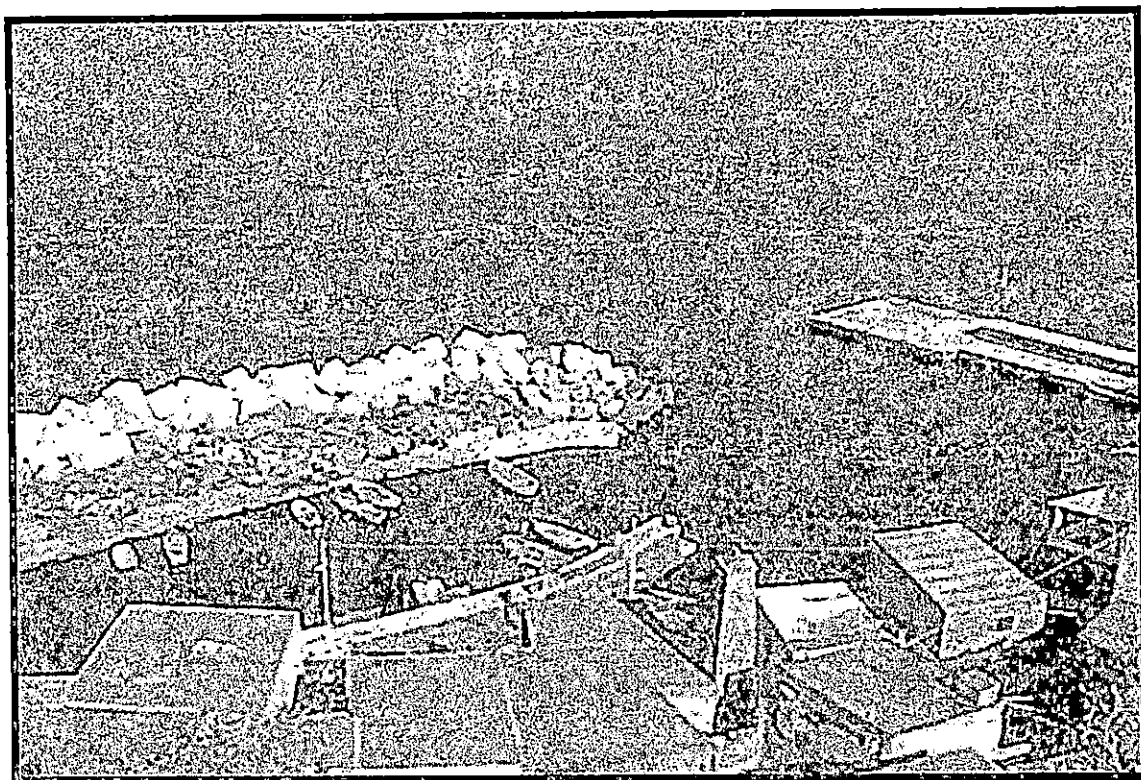


Foto 4 - Veduta panoramica dall'alto del porto di Cala Galera con i paraggi di ponente e di levante.

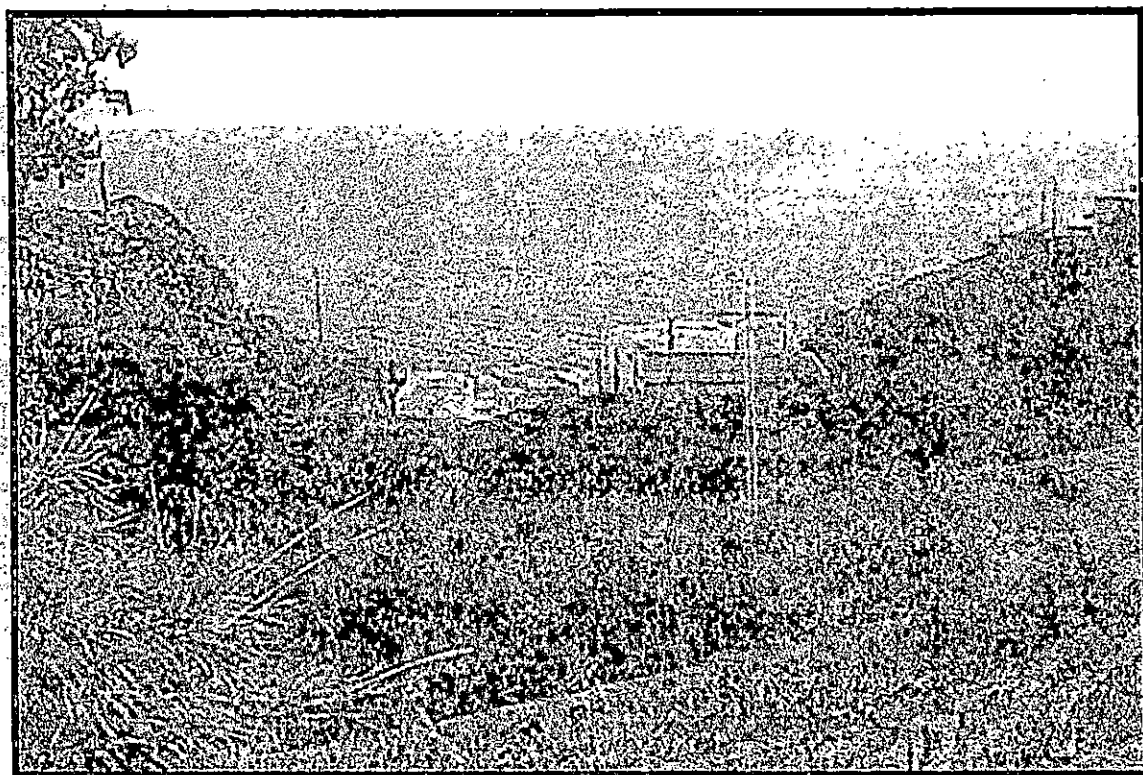


Foto 5 - Veduta da monte del settore mediano dell'impluvio in asse con Cala Galera

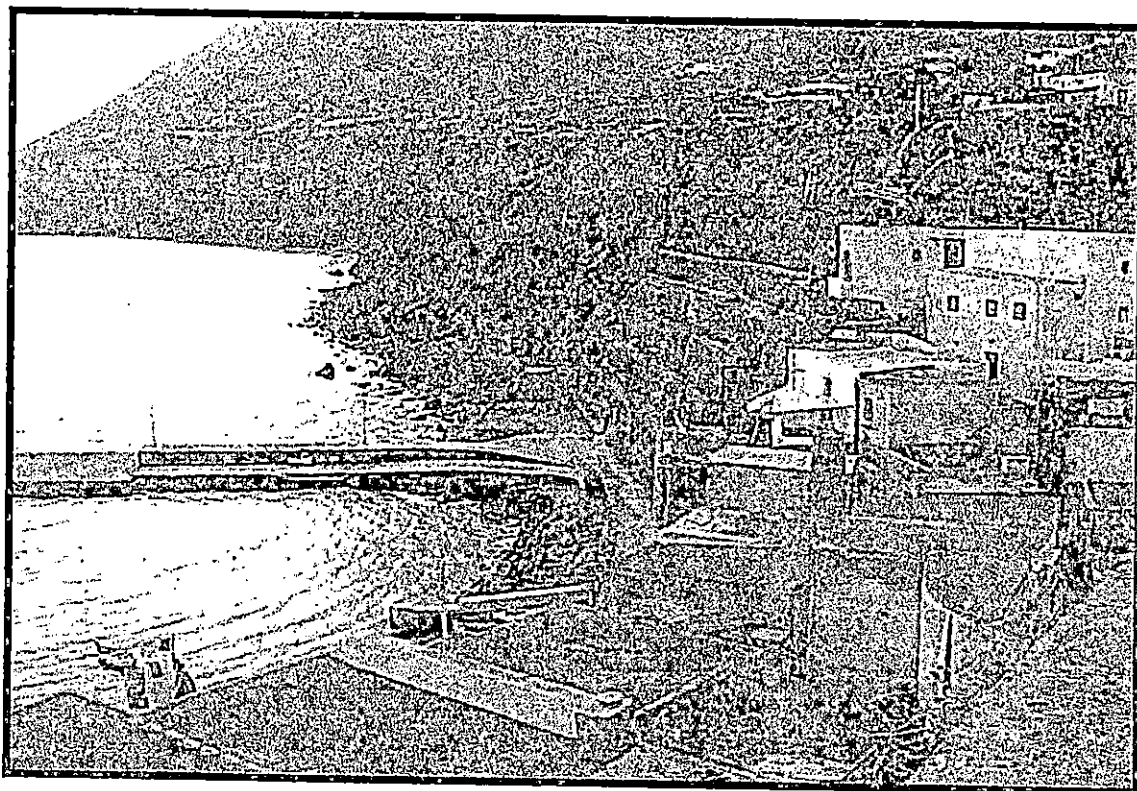


Foto 6 - Veduta del settore orientale di Cala Galera con la falesia naturale e la paratia artificiale

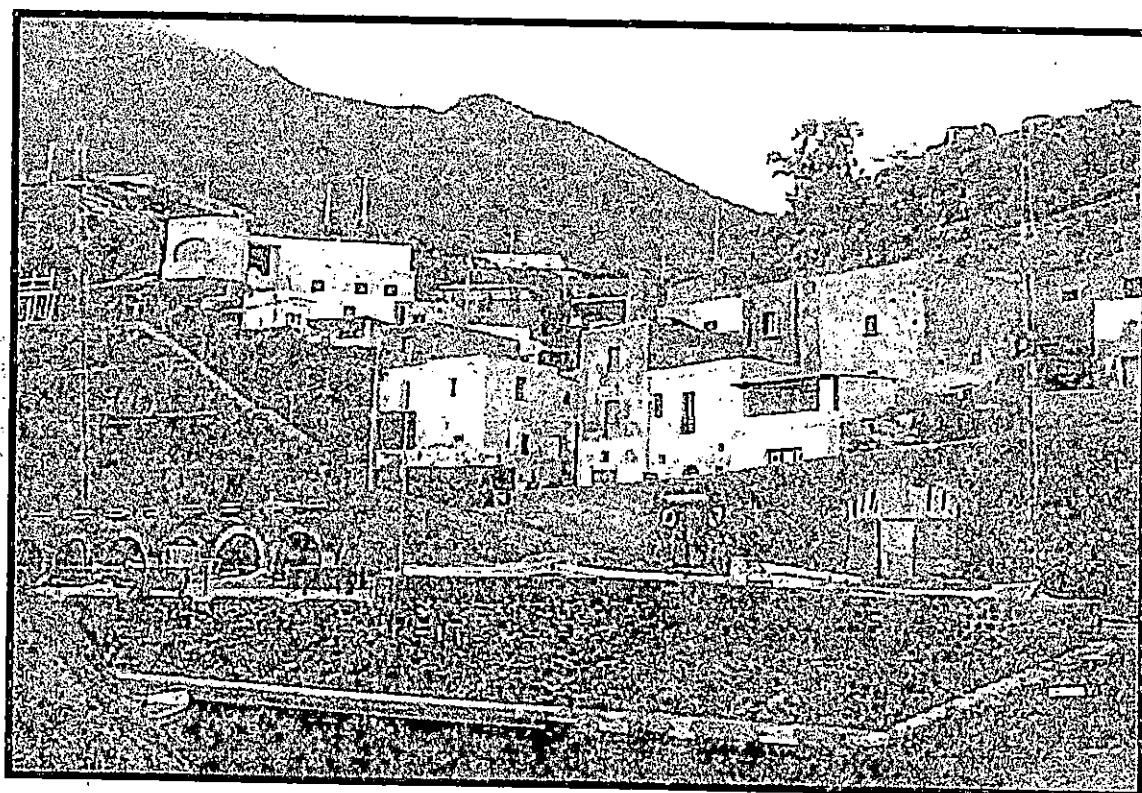


Foto 7 - Veduta da mare del settore inferiore dell'impluvio in asse con Cala Galera; a sx il costone con la paratia artificiale.

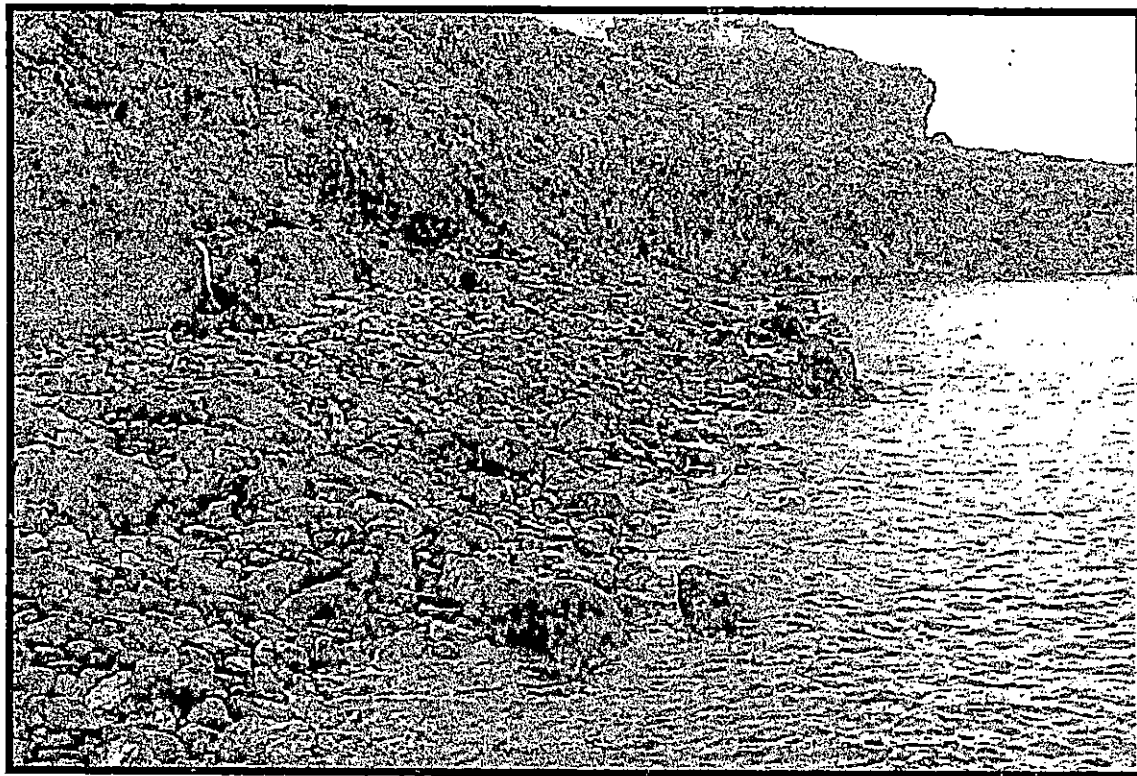


Foto 8 - *Veduta del settore occidentale della costa di Cala Galera con la riva costituita da ciottolame polidimensionale.*

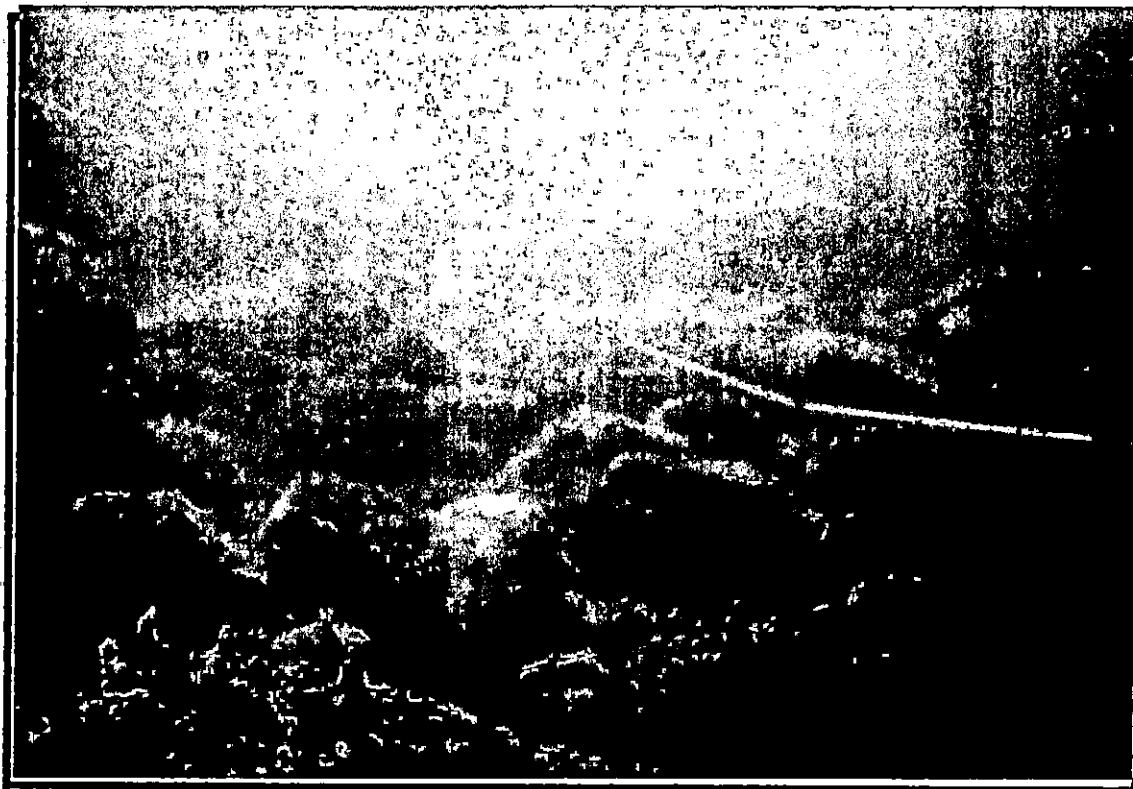


Foto 1 - Profilo 2. Quota - 4,50

Base del molo di sottoflutto con massi naturali polidimensionali

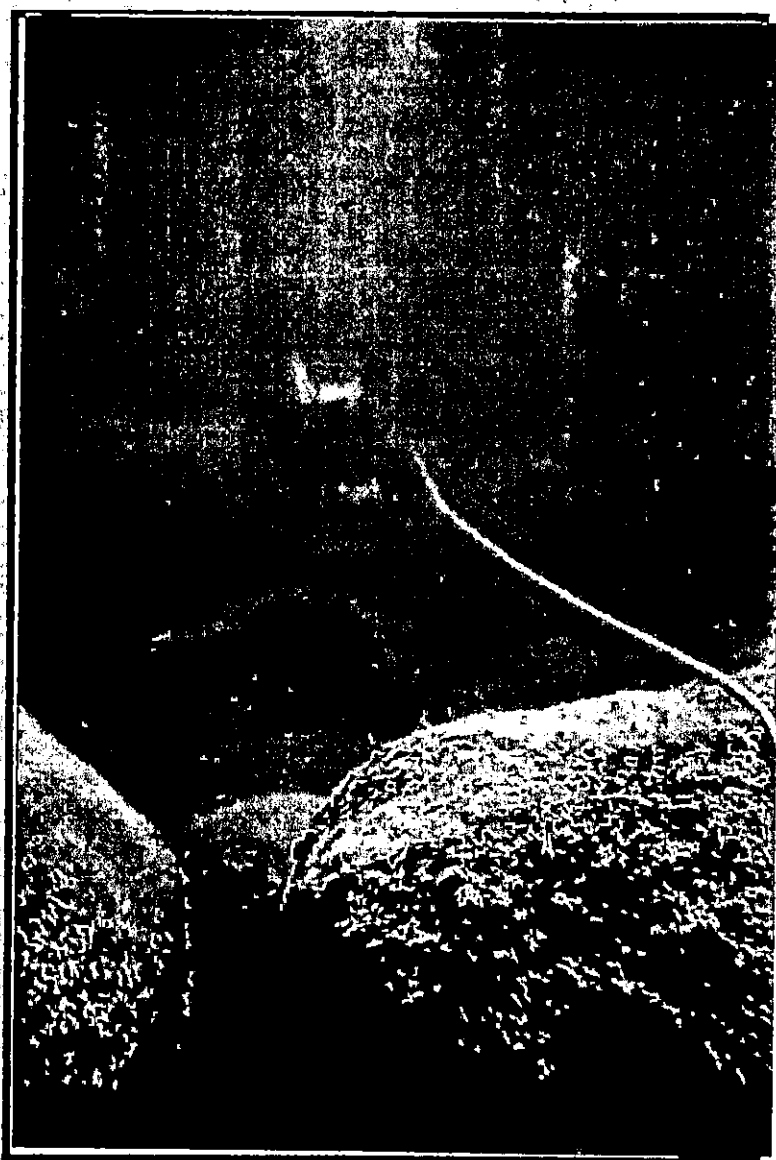


Foto 2

Profilo 2. Quota -5,00

*Particolare della costituzione
morfologica del fondale*



Foto 3 - Profilo 2. Quota -7,80 m.

Fondale costituito da massi naturali arrotondati con folta vegetazione

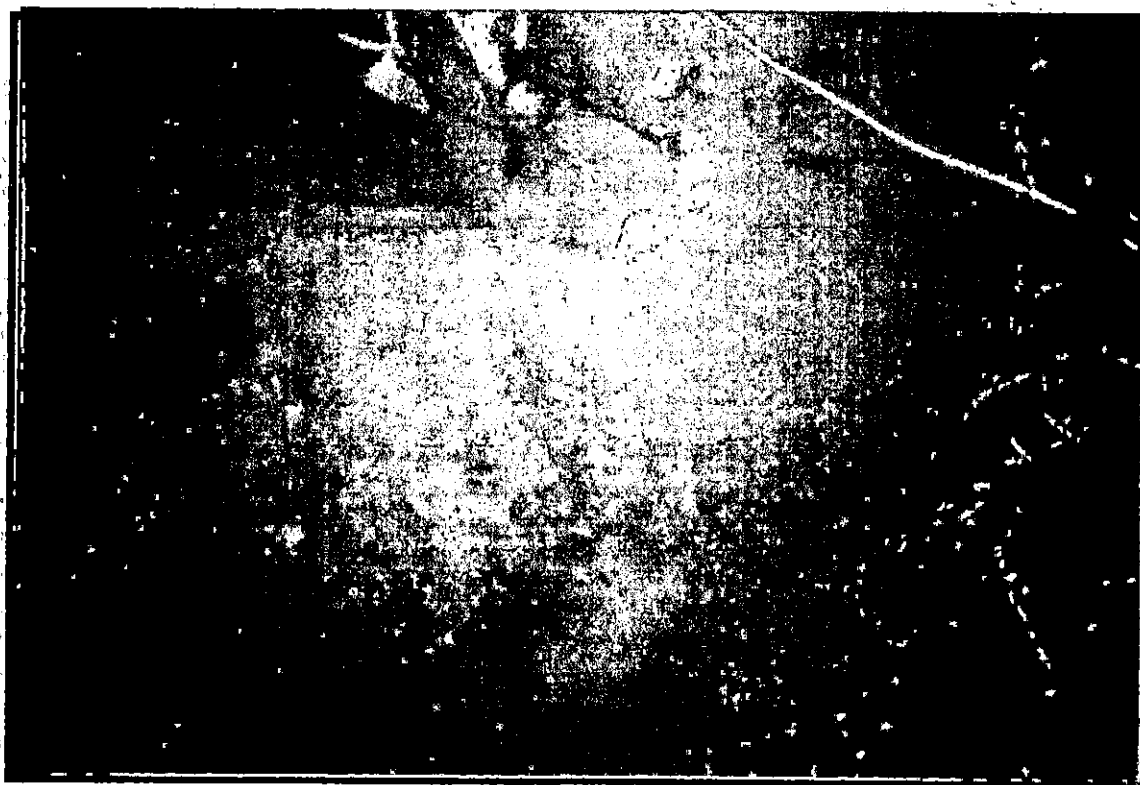


Foto 4 - Profilo 2. Quota -10,50 m. Campionamento n° 1

Plaga di ghiaia e sabbia grossolana tra grossi massi arrotondati

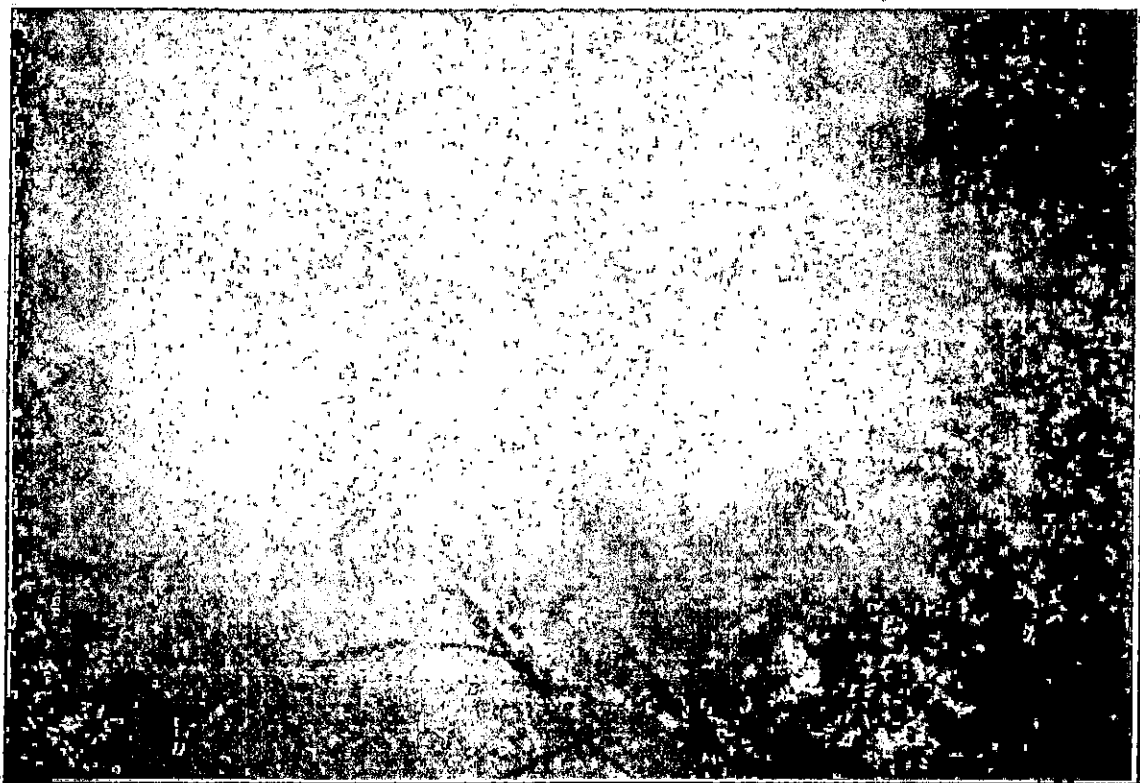


Foto 5 - Profilo 2. Quota -12,30 m.

Distesa di Posidonia oceanica su fondale ciottoloso

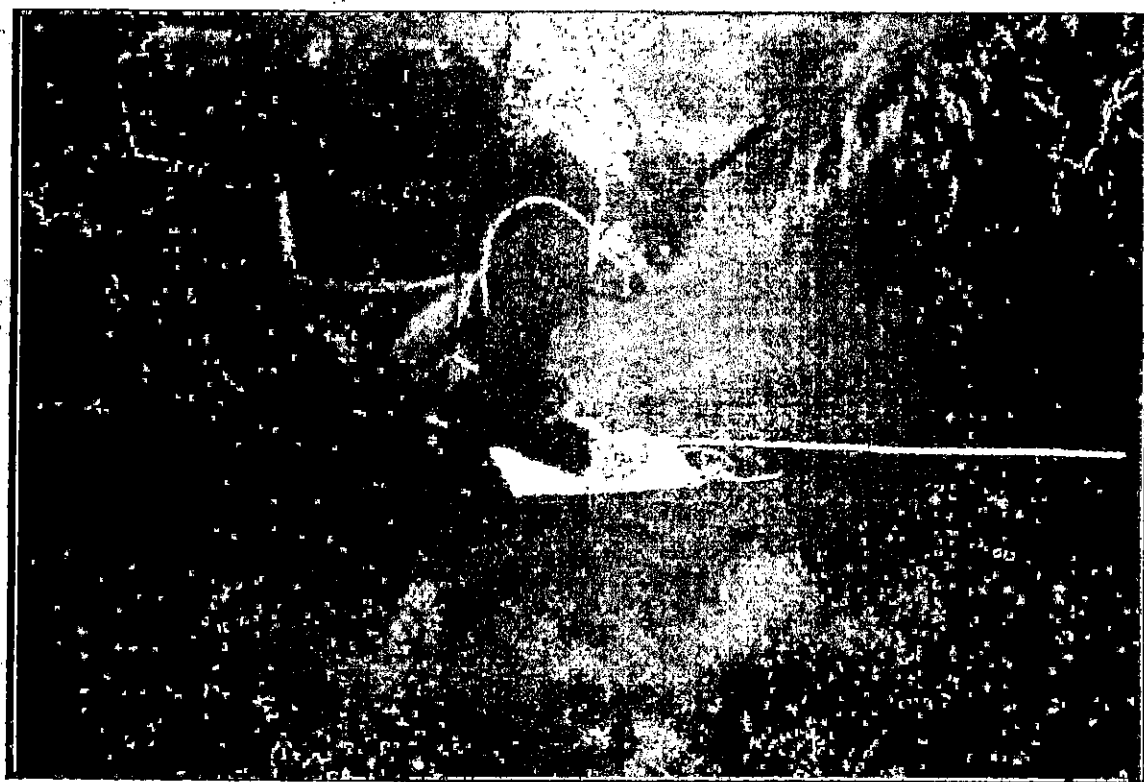


Foto 6 - Profilo 2. Quota -13,50 m.

Fondale a plaghe di sabbia grossolana e ghiaia con evidente disomogeneità granulometrica.

Foto 7 -
Profilo 1. Quota -11,20
Ampia plaga di sabbia
e ghiaia con forme di
ripple marks

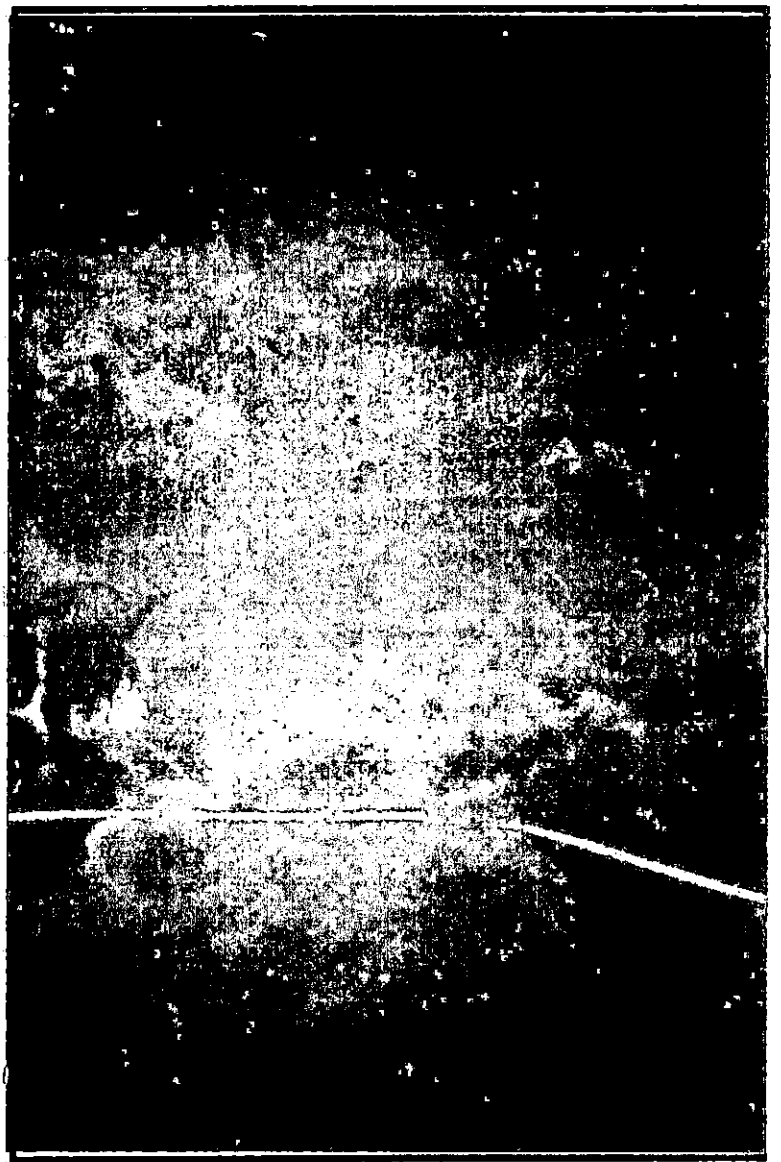


Foto 8 - Profilo 1. Quota - 12,50
Rilevamento dei dati direzionali dei ripple marks



Foto 9 - Profilo 1. Quota -10,90 m.

Grandi massi portuali in prossimità del molo di sopraflutto.



Foto 10 - Profilo 1. Quota - 8,00 m.

Grandi massi portuali in prossimità del molo di sopraflutto.



Foto 11 - Profilo 1. Quota -6,50 m.

Grandi massi portuali in prossimità del molo di sopraflutto frammisti a massi naturali di grosse dimensioni.



Foto 12 - Profilo 1. Quota - 5,00 m.

Massi naturali arrotondati polidimensionali.

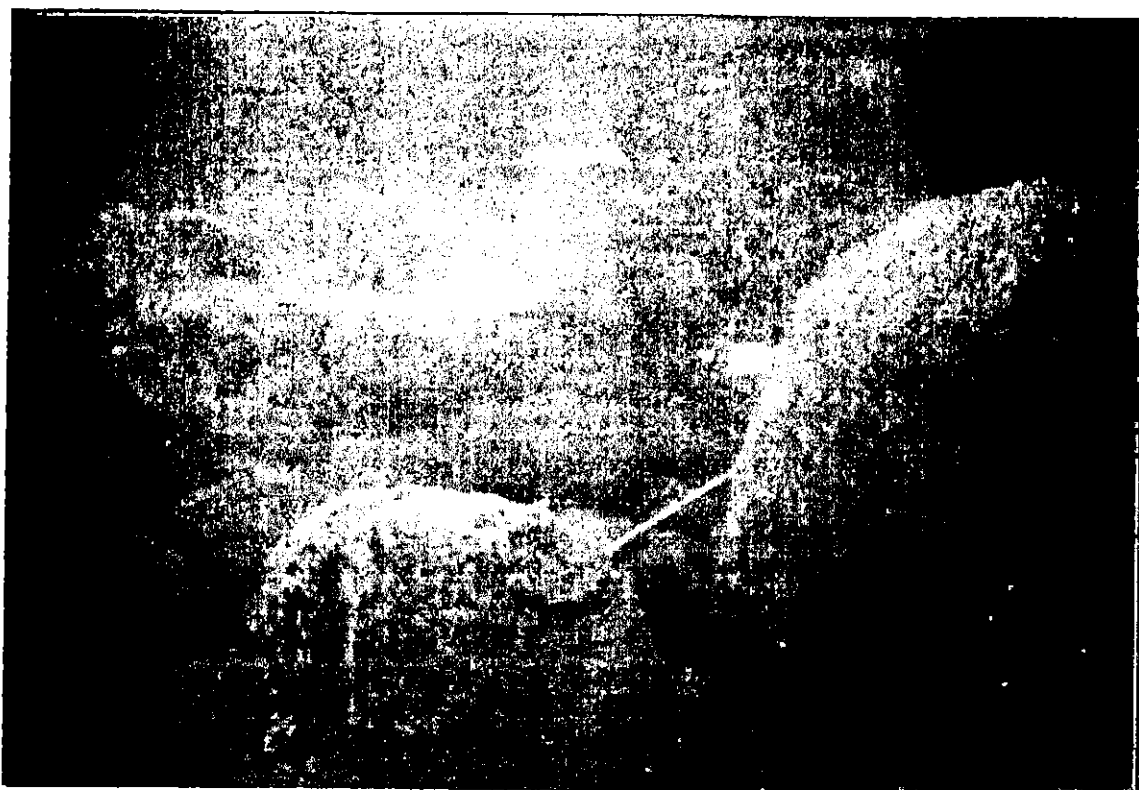


Foto 13 - Profilo 1. Quota -4,50 m.

*Morfologia del fondale con massi naturali arrotondati
in assenza di massi portuali.*

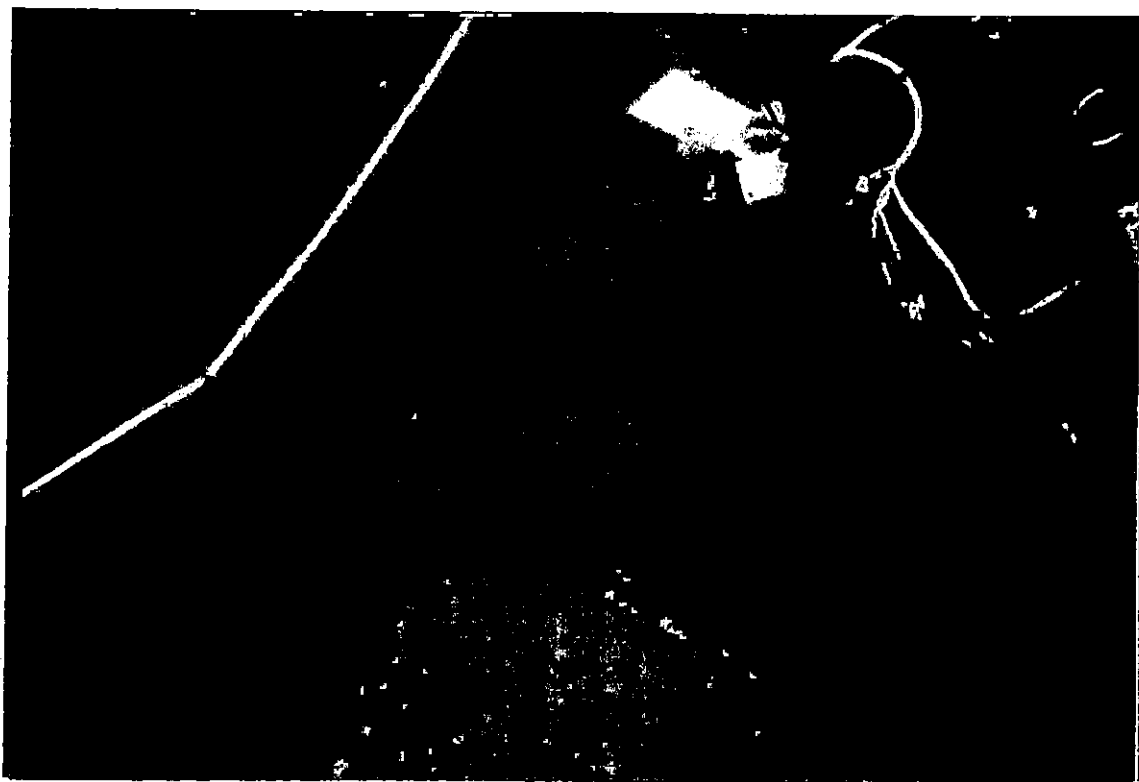


Foto 14 - Profilo 1. Quota - 2,00 m.

*Morfologia del fondale alla base del molo di sopraflutto con massi
naturali arrotondati.*



Foto 15 - Sezione 3. Quota -12,50 m:

*Morfologia del fondale con distesa di Posidonia oceanica su
plaghe di sabbia e ghiaia circondate da ciottolame*

APPENDICE B

Programma e stima delle
indagini geognostiche

N°	N.E.	DESCRIZIONE	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
		INDAGINIA TERRA			
		Perforazione di sondaggi			
1	1	ART.01 Approntamento ed installazione sul primo foro di attrezzatura per sondaggi a rotazione o per perforazioni a percussione, compreso il carico e lo scarico, il trasporto in andata e ritorno, il posizionamento in assetto di lavoro, le piste di accesso le piazzole per le perforazioni, le attrezzature accessorie ed il personale di cantiere o tecnico, gli oneri per il montaggio e lo smontaggio e tutto quant'altro occorre per dare l'opera a perfetta regola d'arte. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.1 incrementato per lavori nelle isole minori)			
		corpo =	1,00000	1.013,80	1.013,80
2	2	ART.02 Installazione di attrezzatura per sondaggi a rotazione in corrispondenza degli altri punti di perforazione, escluso il primo, compresa la esecuzione di pista e piazzola, gli oneri per il montaggio e lo smontaggio e tutto quant'altro occorre per dare al posizionamento un buon assetto di lavoro. Per ogni installazione, esclusa la prima. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.2 incrementato per lavori nelle isole minori)			
		instal =	5,00000	308,84	1.544,20
3	3	ART.03 Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a distruzione di nucleo, del diametro 85-145 mm, eseguita anche in presenza di falda, compreso l'eventuale rivestimento del foro, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, escluse rocce lapidee tenaci, compresa l'estrazione, la descrizione e la conservazione del cutting in apposite cassette catalogatrici e compreso, infine, lo schema planimetrico dell'ubicazione del foro, le quote e le note sulla falda, compreso il reimpianto finale del foro con materiale proveniente dalla perforazione opportunamente additivato con malta cementizia, per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.3.1 incrementato per lavori nelle isole minori) n.6 x 20,00m	120,00000		
		SOMMANO m =	120,00000	62,43	7.491,60
4	4	ART.04 Sovrapprezzo al precedente art.03 per i soli tratti di perforazione per i quali è richiesto il carotaggio, in terreni			
		A RIPORTARE			10.049,60

N°	N.E.	DESCRIZIONE	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
		<p>RIPORTO</p> <p>di qualsiasi natura e consistenza escluso rocce in trovanti lapidei per l'attraversamento delle quali è richiesto l'impiego di corone diamantate del diametro minimo di 85 mm, compresa la conservazione in cantiere delle carote in apposite cassette catalogatrici quotate e la colonna stratigrafica, da 0,00 a 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.4.1 incrementato per lavori nelle isole minori)</p> <p>n.6 x 20,00m</p>	120,00000		10.049,60
		SOMMANO m =	120,00000	23,50	2.820,00
5	5	<p>ART.05</p> <p>Prelievo di campioni rimaneggiati nel corso della esecuzione dei sondaggi e loro conservazione entro appositi contenitori trasparenti, chiusi ermeticamente compresa l'etichettatura, il trasporto al laboratorio di analisi ecc.. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.9 incrementato per lavori nelle isole minori)</p>	18,00000	7,72	138,96
6	6	<p>ART.06</p> <p>Prelievo di campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni, durante i sondaggi a rotazione, con campionatore a pareti sottili spinto a pressione, diametro minimo 85 mm, compresa la fornitura della fustella, da restituire a fine lavoro, la paraffinatura, l'etichettatura e l'invio al laboratorio geotecnico. Per profondità compresa tra 0,00 e 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.11.1 incrementato per lavori nelle isole minori)</p>	6,00000	100,03	600,18
7	7	<p>ART.07</p> <p>Cassette catalogatrici in legno, in polistirolo espanso, oppure in lamiera zincata, di dimensioni 50x100 cm. scompartate in maniera tale da consentire la conservazione di carote o campioni, compreso l'onere delle indicazioni e l'invio al magazzino indicato dalla D.L. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.14 incrementato per lavori nelle isole minori)</p>	24,00000	33,56	805,44
		1) Totale			14.414,18
		A RIPORTARE			14.414,18

N°	N.E.	DESCRIZIONE	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
		RIPORTO			14.414,18
		1) Totale Perforazione di sondaggi			14.414,18
		Prove geotecniche in situ			
8	8	ART.08 Prova penetrometrica dinamica discontinua (SPT) eseguita nel corso di sondaggi a rotazione, con campionatore tipo RAYMOND o simile, provvisto di massa battente da 73 kg e corredato di dispositivo di sganciamento automatico, altezza di caduta 75 cm, compreso l'approntamento dell'attrezzatura, profilo penetrometrico e relazione illustrativa. Per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.4.5.1 incrementato per lavori nelle isole minori)			
		prova =	18,00000	111,44	2.005,92
		1) Totale			2.005,92
		2) Totale Prove geotecniche in situ			2.005,92
		1) Totale INDAGINI A TERRA			16.420,10
		A RIPORTARE			16.420,10

N°	N.E.	DESCRIZIONE	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
7		RIPORTO			16.420,10
		INDAGINIA MARE			
		Perforazione di sondaggi			
9	9	ART.09 Approntamento di idoneo pontone o piattaforma marittima autosollevante, per eseguire i sondaggi e le prove penetrometriche dal mare, compreso l'onere per il trasferimento del mezzo nell'area di indagine e il ritorno alla sede, ed ogni quanto altro per dare lo stesso in perfetta efficienza per le indagini da eseguire.			
		acopo =	1,00000	8.545,00	8.545,00
10	10	ART.10 Nolo di idoneo pontone o piattaforma marittima autosollevante, per eseguire i sondaggi e le prove penetrometriche dal mare, compreso l'onere per gli spostamenti nei vari punti di indagine, l'ancoraggio del mezzo durante l'esecuzione delle indagini e il relativo disancoraggio al termine delle stesse, ed ogni quanto altro per dare lo stesso in perfetta efficienza durante l'esecuzione delle indagini.			
		giorno =	7,00000	4.000,00	28.000,00
11	3	ART.03 Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione, a distruzione di nucleo, del diametro 85-145 mm, eseguita anche in presenza di falda, compreso l'eventuale rivestimento del foro, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, escluse rocce lapidee tenaci, compresa l'estrazione, la descrizione e la conservazione del cutting in apposite cassette catalogatrici e compreso, infine, lo schema planimetrico dell'ubicazione del foro, le quote e le note sulla falda, compreso il reimpianto finale del foro con materiale proveniente dalla perforazione opportunamente additivato con malta cementizia, per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.3.1 incrementato per lavori nelle isole minori) Indennità per attraversamento nel punto di prelievo dalla quota 0.00 l.m.m alla quota del fondale 8.00m+14.00m+12.00m+6.00m+6.00m	46.000		
		SOMMANO m=	46.000	62.43	2.871,78
12	3	ART.03 Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione, a distruzione di nucleo, del diametro 85-145 mm, eseguita anche in presenza di falda, compreso l'eventuale rivestimento del foro, in terreni di qualsiasi natura e			
		A RIPORTARE			55.836,88

N°	N.E.	DESCRIZIONE	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
		<p>RIPORTO</p> <p>consistenza, escluse rocce lapidee tenaci, compresa l'estrazione, la descrizione e la conservazione del cutting in apposite cassette catalogatrici e compreso, infine, lo schema planimetrico dell'ubicazione del foro, le quote e le note sulla falda, compreso il reimpianto finale del foro con materiale proveniente dalla perforazione opportunamente additivato con malta cementizia, per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.3.1 incrementato per lavori nelle isole minori)</p> <p>n.3 x 3.00m 9,000 n.2 x 20.00m 40,000</p> <p>SOMMANO m = 49,000</p>			55.836,88
13	4	<p>ART.04</p> <p>Sovrapprezzo al precedente art.03 per i soli tratti di perforazione per i quali è richiesto il carotaggio, in terreni di qualsiasi natura e consistenza escluso rocce in trovanti lapidei per l'attraversamento delle quali è richiesto l'impiego di corone diamantate del diametro minimo di 85 mm, compresa la conservazione in cantiere delle carote in apposite cassette catalogatrici quotate e la colonna stratigrafica, da 0,00 a 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.4.1 incrementato per lavori nelle isole minori)</p> <p>n.3 x 3.00m 9,000 n.2 x 20.00m 40,000</p> <p>SOMMANO m = 49,000</p>		62,43	3.059,07
14	5	<p>ART.05</p> <p>Prelievo di campioni rimaneggiati nel corso della esecuzione dei sondaggi e loro conservazione entro appositi contenitori trasparenti, chiusi ermeticamente compresa l'etichettatura, il trasporto al laboratorio di analisi ecc.. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.9 incrementato per lavori nelle isole minori)</p> <p>n.3 x 3.00m x 0.80 7,200 n.2 x 20.00m x 0.80 32,000</p> <p>SOMMANO campio = 39,200</p>		23,50	1.151,50
15	7	<p>ART.07</p> <p>Cassette catalogatrici in legno, in polistirolo espanso, oppure in lamiera zincata, di dimensioni 50x100 cm, scompartate in maniera tale da consentire la conservazione di carote o campioni, compreso l'onere delle indicazioni e l'invio al magazzino indicato dalla D.L. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.2.14 incrementato per lavori nelle isole minori)</p>		7,72	302,62
		A RIPORTARE			60.350,07

N°	N.E.	DESCRIZIONE	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
		RIPORTO			60.350,07
		casset =	11,000	33,56	369,16
		1) Totale			44.299,13
		1) Totale Perforazione di sondaggi			44.299,13
		Prove geotecniche in situ			
16	8	ART.08 Prova penetrometrica dinamica discontinua (SPT) eseguita nel corso di sondaggi a rotazione, con campionatore tipo RAYMOND o simile, provvisto di massa battente da 73 kg e corredato di dispositivo di sganciamento automatico, altezza di caduta 75 cm, compreso l'approntamento dell'attrezzatura, profilo penetrometrico e relazione illustrativa. Per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m. (Rif. E.P.R.S. anno 2002 art.20.4.5.1 incrementato per lavori nelle isole minori)			
		prova =	5,000	111,44	557,20
		1) Totale			557,20
		2) Totale Prove geotecniche in situ			557,20
		2) Totale INDAGINI A MARE			44.856,33
		A RIPORTARE			61.276,43

N°	N.E.	DESCRIZIONE	Quantità	Prezzo Unitario	Importo
17	11	RIPORTO			61.276,43
		Prove di laboratorio			
		ART.11			
		Prove di laboratorio sui campioni prelevati a corpo =	1,000	3.000,00	3.000,00
		1) Totale			3.000,00
		3) Totale Prove di laboratorio			3.000,00
		A RIPORTARE			64.276,43

				Pag.	8
RIEPILOGO CAPITOLI	Pag.	Importo Paragr.	Importo subCap.	IMPORTO	
INDAGINI A TERRA	1			16.420,10	
Perforazione di sondaggi	1		14.414,18		
Prove geotecniche in situ	3		2.005,92		
INDAGINI A MARE	4			44.856,33	
Perforazione di sondaggi	4		44.299,13		
Prove geotecniche in situ	6		557,20		
Prove di laboratorio	7			3.000,00	
SOMMANO I LAVORI A BASE D'ASTA				64.276,43	
SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE					
IMPREVISTI			1.723,57		
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE				1.723,57	1.723,57
IMPORTO COMPLESSIVO DEI LAVORI					66.000,00

