

# REGIONE SICILIANA

## COMUNE DI LAMPEDUSA E LINOSA

### LAVORI PER LA MESSA IN SICUREZZA E RIQUALIFICA DEL PORTO SCALO VECCHIO DI LINOSA AI SENSI DELL'ART. 5 DELLA L.R. 21/1998

#### *PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA*

#### **All.c.1 - Relazione geologica**

Palermo: 27 DIC. 2018

Il Sindaco:



IL RUP:



Redatto da:

Ing. A. Averna  
Ing. F. Giordano



Collaborazione:

Sigma Ingegneria S.r.l.

Sigma Ingegneria S.r.l.  
Via della Libertà 201/A  
90133 Palermo  
P.I. 0260310026

**REGIONE SICILIANA**

**COMUNE DI LAMPEDUSA E LINOSA**

**ISOLA DI LINOSA**

**LAVORI PER LA MESSA IN SICUREZZA E LA RIQUALIFICA  
DEGLI APPRODI DI SCALO VECCHIO, CALA MANNARAZZA E  
CALA POZZOLANA AI SENSI DELL'ART. 5 DELLA L.R.21/1998**

**PROGETTO DI MASSIMA**

***STUDIO GEOLOGICO***

**I PROGETTISTI**

**Ing. A. Averna**

**Ing. F. Giordano**

**I GEOLOGI**

**Dr. G.nni Ventura Bordenca**

**Dr. Giuseppe Sorrentino**



**Palermo, novembre 2001**

## INDICE

<b>1. PREMESSE E OGGETTO</b>	Pag. 1
<b>2. PRINCIPALI LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA</b>	“ 3
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED ASSETTO STRATIGRAFICO DEI TERRENI</b>	” 6
<b>3.1 Le vulcaniti degli apparati eruttivi recenti</b>	” 8
3.1.1 <u>Le coperture cineritico-sabbiose (CS)</u>	” 8
3.1.2 <u>Le vulcaniti e i tufi degli apparati eruttivi di M.te Nero (VT)</u>	” 9
3.1.3 <u>Le lave degli apparati eruttivi di Monte Nero (L)</u>	” 9
<b>3.2 Le vulcaniti degli apparati eruttivi antichi</b>	” 10
3.2.1 <u>I tufi degli apparati eruttivi antichi (T)</u>	” 10
3.2.1 <u>Le lave degli apparati eruttivi antichi (VA)</u>	” 11
<b>4. CONFIGURAZIONE E ASSETTO STRATIGRAFICO DELL'AREA PIU' DIRETTAMENTE INTERESSATA DAGLI INTERVENTI</b>	” 12
<b>5. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA, PRELIMINARE, DEI TERRENI</b>	” 16
<b>5. CONSIDERAZIONI SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE</b>	” 18
<b>6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	“ 21

## APPENDICE A

Programma e stima delle indagini  
geognostiche a mare e a terra

## **1. PREMESSE E OGGETTO**

L'Amministrazione Comunale di Lampedusa e Linosa (Ag) ha promosso il progetto per la messa in sicurezza e la riqualifica degli approdi di Cala Mannarazza, di Cala Pozzolana e di Scalo Vecchio nell'isola di Linosa ai sensi dell'Art. 5 della L.R. 21/98.

La presente relazione, redatta dagli scriventi, Geol. G.mni Ventura Bordenca e Geol. Giuseppe Sorrentino, riferisce, in particolare, sulla situazione dei terreni presenti nell'area portuale di Scalo Vecchio, laddove sono previsti in progetto interventi di potenziamento funzionale e strutturale attraverso la realizzazione di nuove opere; mentre, per gli approdi di Cala Pozzolana di Ponente e Cala Mannarazza il progetto prevede solamente interventi di riqualificazione e manutenzione delle opere esistenti.

Pertanto, nella presente relazione, dopo un inquadramento morfologico e geologico generale dell'isola, viene illustrato l'assetto stratigrafico dell'area di Scalo Vecchio con particolare riferimento sia

ai fondali immediatamente antistanti la linea di costa (interessati dalla realizzazione del complesso delle opere previste in progetto) che alla zona posta a monte dell'area portuale.

Nel presente studio sono stati utilizzati dati ed informazioni ricavati da precedenti indagini geognostiche effettuate dagli scriventi in aree adiacenti, nell'ambito degli stessi terreni.

In particolare, il progetto delle opere per il potenziamento e la messa in sicurezza dell'approdo di Scalo Vecchio, redatto dagli Ingg. A. Averna e F. Giordano, prevede sinteticamente, così come illustrato nello stralcio planimetrico di Fig. 1:

- la realizzazione di una diga foranea, costituita da cassoni cellulari, posta alla radice del moletto foraneo esistente;
- la realizzazione di una scogliera sottoflutto radicata a levante dell'attuale attracco;
- il banchinamento del moletto esistente e la riqualifica della darsena interna.

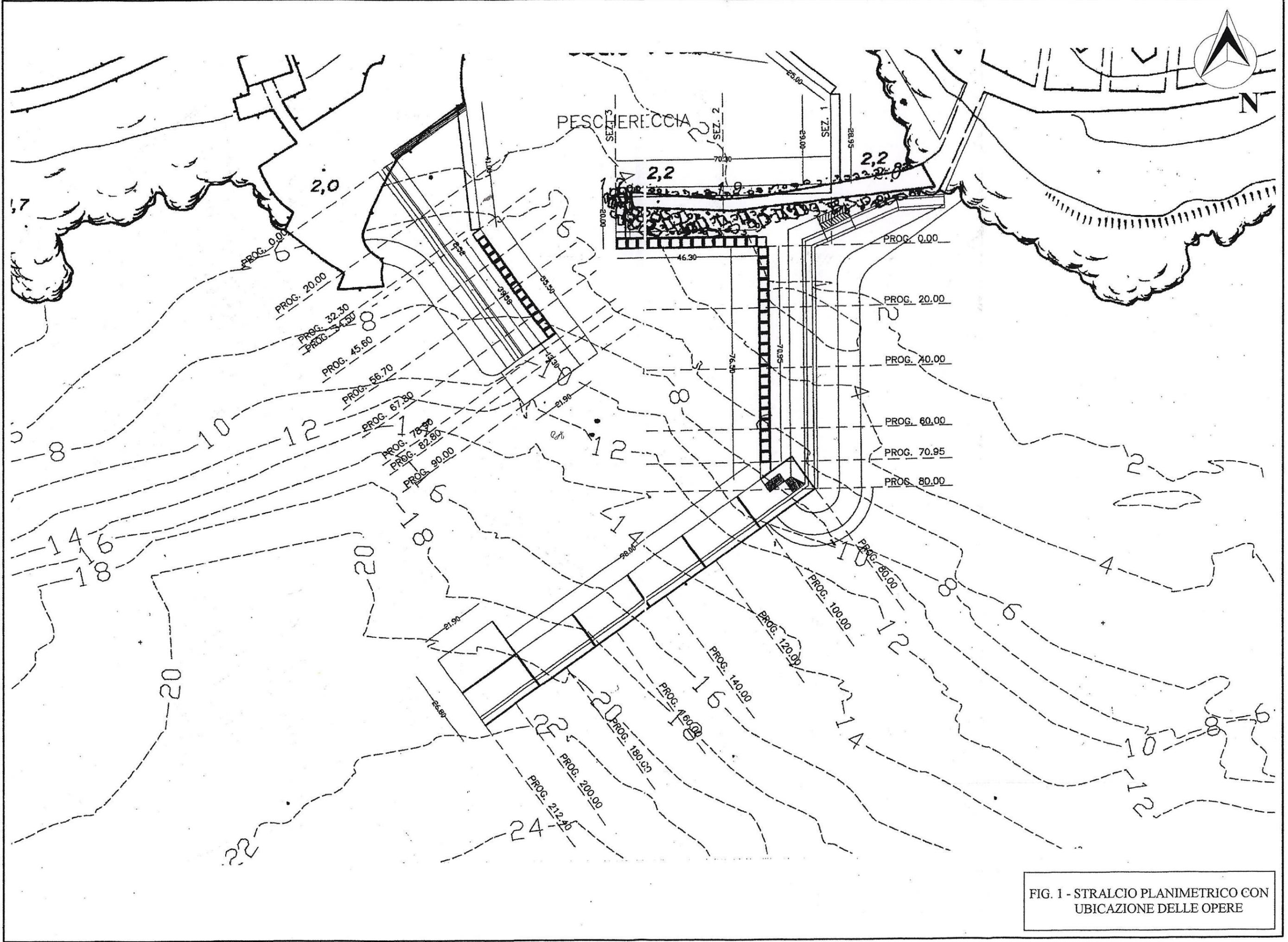


FIG. 1 - STRALCIO PLANIMETRICO CON UBICAZIONE DELLE OPERE

## 2. PRINCIPALI LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA

L'isola di Linosa, insieme a quella di Lampedusa e alla piccola Lampione, costituiscono l'arcipelago delle Pelagie ubicato nel Canale di Sicilia fra la costa meridionale siciliana e quella nordafricana.

L'isola, di forma subcircolare, (V. Corografia a scala 1:25.000 di Fig.2) ricopre un'estensione pari a circa 5,3 Km<sup>2</sup>, ed è posta a Nord-Est di Lampedusa dalla quale dista 57 Km circa, mentre da Porto Empedocle si trova a circa 131 Km..

Morfologicamente, l'isola risulta caratterizzata dalla presenza di alcuni rilievi montuosi costituiti da antichi edifici vulcanici, ora inattivi, fra i quali spiccano Monte Vulcano (195.00 m.s.m.), Montagna Rossa (109.00 m.s.m.) e Monte Nero (107.00 m.s.m.), separati da porzioni di territorio, ad andamento prevalentemente



Aree interessate dagli interventi di riqualifica ed adeguamento.

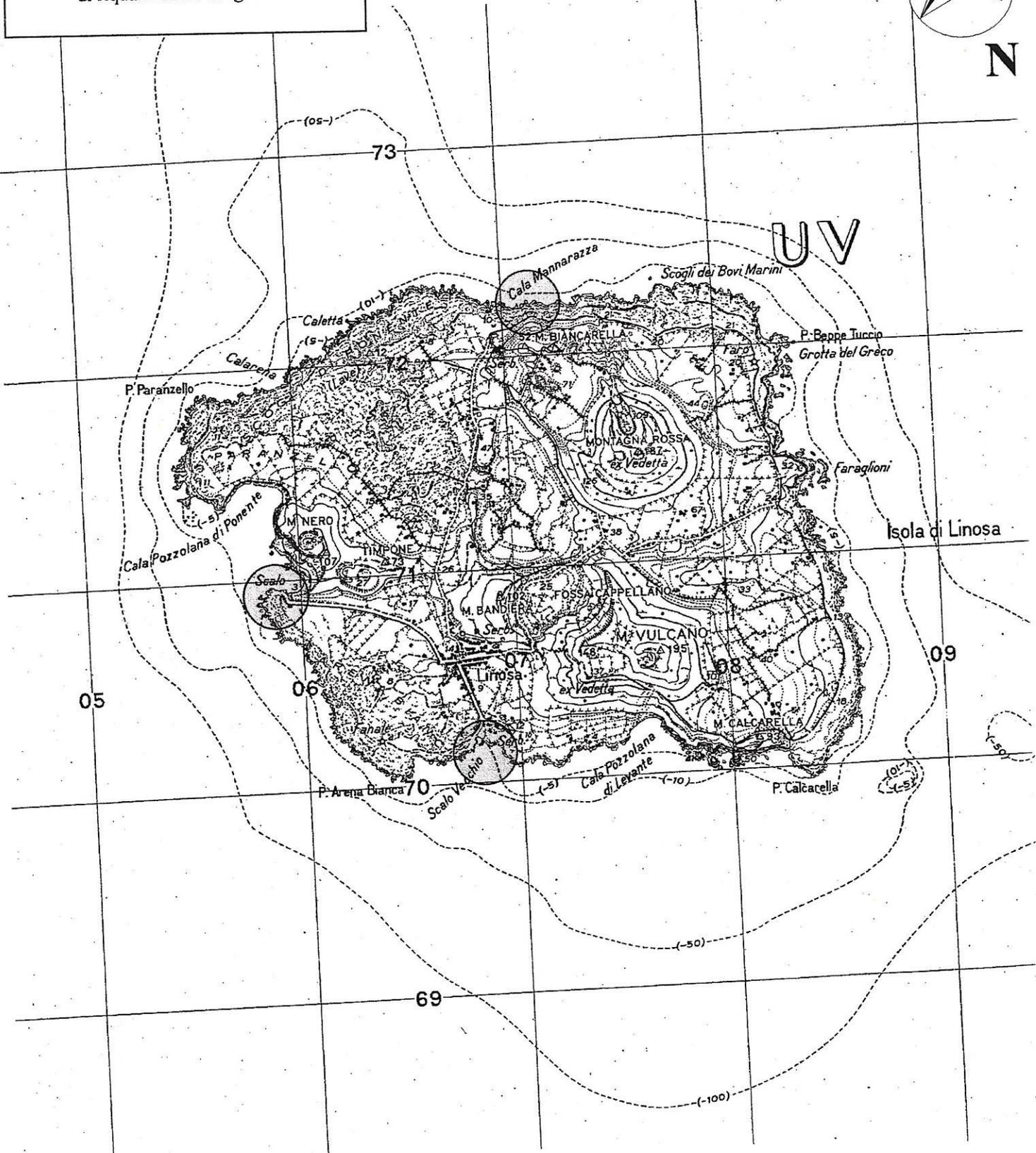
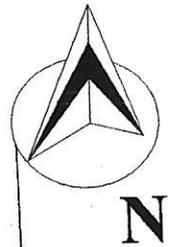


FIG.2 - COROGRAFIA, SCALA 1:25.000.

subpianeggiante, costituite da antichi espandimenti lavici ricoperti, con vario spessore, da depositi piroclastici di tipo cineritico-sabbioso.

Il perimetro costiero appare piuttosto vario, caratterizzato dall'alternanza di tratti di costa alta e ben pronunciata, in prossimità dei principali apparati vulcanici, e da zone litoranee poco acclivi, talvolta ad andamento subpianeggiante, corrispondenti agli espandimenti lavici principali che si spingevano fino al mare.

La continuità della fascia costiera viene interrotta da piccole insenature fra le quali si segnalano Cala Pozzolana di Ponente, Cala Pozzolana di Levante e Scalo Vecchio.

In particolare, l'insenatura di Scalo Vecchio, localizzata nel settore meridionale dell'isola e sulla quale si affaccia il centro abitato di Linosa, rappresenta l'area più direttamente interessata dagli interventi previsti in progetto (V. Foto 1).

Dal punto di vista morfologico, in superficie, questo tratto litoraneo si presenta poco acclive o subpianeggiante e con valori altimetrici compresi fra il livello del mare e m.10.00 circa; solamente



FOTO 1 - Panoramica delle attuali condizioni dell'area portuale di Scalo Vecchio.

in corrispondenza della linea di costa sono presenti, talora, delle modeste falesie dell'ordine di qualche metro.

Per quanto attiene, invece, lo specchio acqueo antistante la rientranza di Scalo Vecchio, esso mostra un maggiore grado di acclività con batimetrie che raggiungono nel punto più profondo m.20.00 sotto il livello del mare.

La rete idrografica superficiale risulta praticamente assente, sia a causa delle scarse precipitazioni, che per l'elevata permeabilità dei terreni affioranti. Allo stato attuale sono presenti solamente brevi incisioni che non sono dei veri e propri corsi d'acqua ma che assolvono alla funzione di collettori naturali per lo smaltimento di una parte dei deflussi, nelle fasi di più intensa precipitazione.

### **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED ASSETTO STRATIGRAFICO DEI TERRENI**

L'isola di Linosa rappresenta, dal punto di vista geologico, la parte emersa di un complesso apparato vulcanico formatosi in seguito alla intensa attività eruttiva, sottomarina prima, subaerea dopo, espletatasi in concomitanza di violente vicende orogenetiche che hanno interessato l'attuale Canale di Sicilia in un periodo geologico riferibile al tardo Terziario-Quaternario.

La storia vulcanica dell'isola è riconducibile a quattro fasi eruttive che hanno determinato la messa in posto di depositi piroclastici ed espandimenti lavici sotto forma di colate.

In particolare, le vulcaniti affioranti possono essere classificate come rocce basaltiche con piccole variazioni composizionali che le fanno variare dai basalti alcalini ai vari termini intermedi sino alle mugeariti.

Questo chimismo delle vulcaniti suggerisce una zona di alimentazione proveniente da magmi generatisi in zone profonde della litosfera, anche se non è da escludere l'ipotesi dell'esistenza di un serbatoio a qualche chilometro di profondità, al di sotto del livello del mare, in cui magmi profondi stazionavano per venire eruttati in un secondo tempo.

Attualmente, gli studi più recenti, escludono manifestazioni eruttive in periodo storico, per cui si può affermare che l'attività vulcanica si sia fermata nel tardo Pleistocene o al massimo all'inizio dell'Olocene.

Nell'isola è possibile oggi distinguere alcuni apparati vulcanici antichi, riconoscibili soltanto in alcune parti, caratterizzati da ampie conche (caldere) come quella di Cala Pozzolana, Fossa Cappellano etc., che a causa di processi erosivi, tettonici e vulcanici ne hanno cambiato l'originaria conformazione; sono invece ben distinguibili gli apparati vulcanici più recenti costituiti dal Monte Nero-Timpone e Montagna Rossa.

Nella carta geologica, a scala 1:10.000 riportata in Fig.3, vengono delimitati gli affioramenti dei termini litologici presenti nell'area più direttamente interessata dalla realizzazione delle opere in progetto e nelle zone contermini.

Si riporta qui di seguito la descrizione dettagliata dei termini litologici presenti nell'area indagata a partire dall'alto verso il basso.

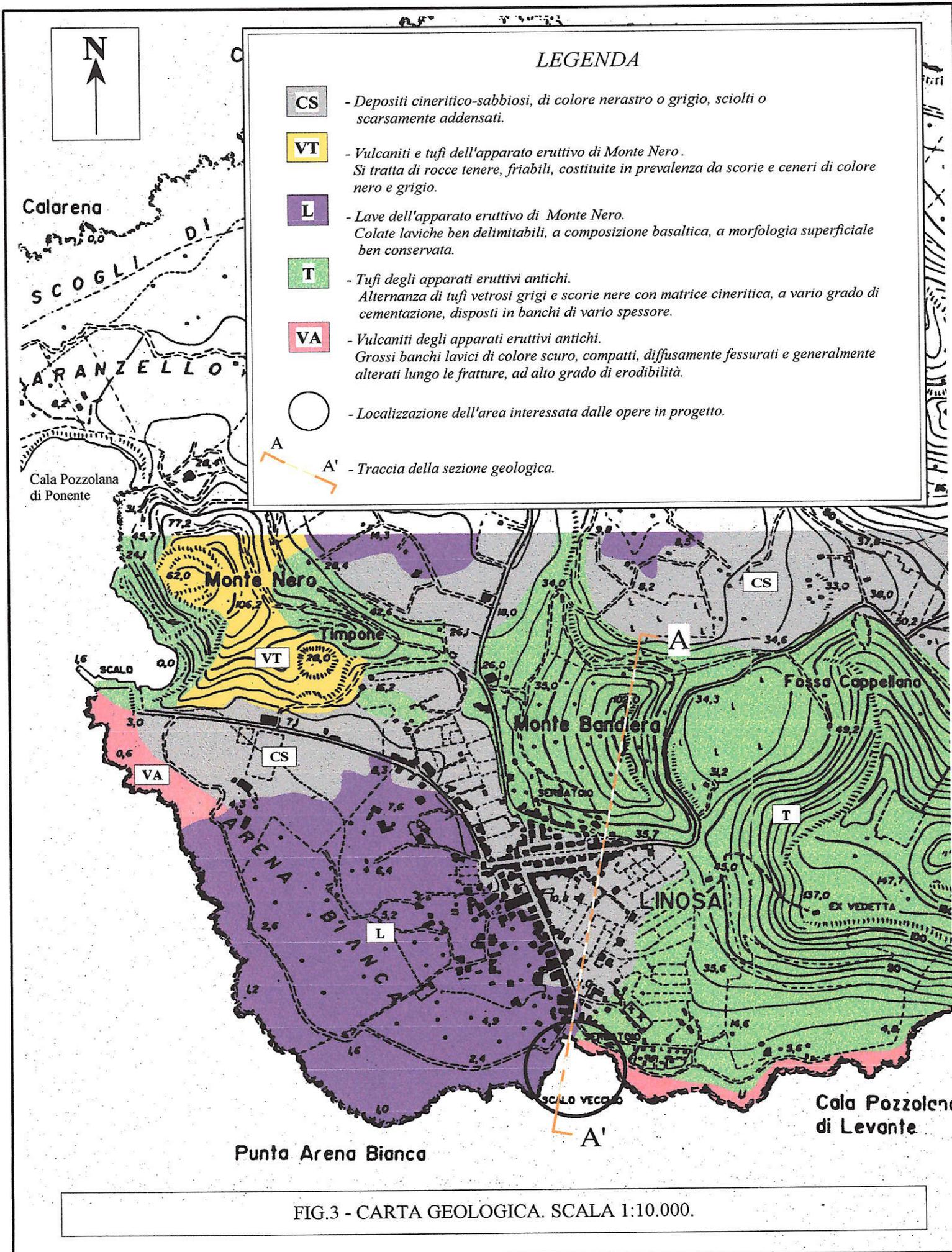
### **3.1 Le vulcaniti degli apparati eruttivi recenti**

#### **3.1.1 Le coperture cineritico-sabbiose (CS)**

Risultano costituite in prevalenza da depositi di sabbie sciolte e ceneri, di colore nerastro o grigio, sciolti o scarsamente addensati, di origine vulcanica e rappresentano il prodotto dell'intensa attività esplosiva.

Sono localizzate, per lo più, al piede dei principali apparati eruttivi ed occultano in parte il basamento lavico.

Dal punto di vista granulometrico, le suddette coltri, sono costituite da una frazione prevalentemente sabbiosa associata a



### LEGENDA

- CS** - Depositi cineritico-sabbiosi, di colore nerastro o grigio, sciolti o scarsamente addensati.
- VT** - Vulcaniti e tufi dell'apparato eruttivo di Monte Nero. Si tratta di rocce tenere, friabili, costituite in prevalenza da scorie e ceneri di colore nero e grigio.
- L** - Lave dell'apparato eruttivo di Monte Nero. Colate laviche ben delimitabili, a composizione basaltica, a morfologia superficiale ben conservata.
- T** - Tufi degli apparati eruttivi antichi. Alternanza di tufi vetrosi grigi e scorie nere con matrice cineritica, a vario grado di cementazione, disposti in banchi di vario spessore.
- VA** - Vulcaniti degli apparati eruttivi antichi. Grossi banchi lavici di colore scuro, compatti, diffusamente fessurati e generalmente alterati lungo le fratture, ad alto grado di erodibilità.
- Localizzazione dell'area interessata dalle opere in progetto.
- A** - **A'** - Traccia della sezione geologica.

FIG.3 - CARTA GEOLOGICA. SCALA 1:10.000.

frammenti di varia pezzatura, sia a spigoli vivi che arrotondati, dalle dimensioni della ghiaia e della ghiaia grossa.

Nell'area indagata tali depositi sono presenti nel settore settentrionale e in corrispondenza del centro abitato di Linosa.

### 3.1.2 Le vulcaniti e i tufi degli apparati eruttivi di Monte Nero

#### (VT)

Formano l'apparato eruttivo più recente. Si tratta di vulcaniti molto degradate, costituite prevalentemente da scorie e ceneri nere e grigie a giacitura generalmente a reggipoggio. Sono rocce tenere, friabili, ad alto grado di erodibilità.

Questo termine litologico è localizzato esclusivamente in corrispondenza del rilievo di Monte Nero e si sovrappone ai tufi vulcanici (T) appartenenti agli apparati eruttivi antichi che costituiscono M.te Bandiera.

### 3.1.3 Le lave degli apparati eruttivi di Monte Nero (L)

Si tratta di colate laviche ben delimitabili che presentano una morfologia superficiale ben conservata e, talora, quasi completamente priva di terreno vegetale e/o di alterazione.

Litologicamente risultano costituite in prevalenza da lave basaltiche di colore grigio scuro con bolle di varie dimensioni.

Affiorano estesamente nel settore sud-occidentale e rappresentano, probabilmente, uno dei termini litologici più direttamente interessato dalle opere in progetto.

### **3.2 Le vulcaniti degli apparati eruttivi antichi**

#### **3.2.1 I tufi degli apparati eruttivi antichi (T)**

Sono depositi costituiti da un'alternanza di tufi vetrosi grigi e scorie nere con matrice cineritica, a vario grado di cementazione, disposti in banchi di vario spessore e caratterizzati da una stratificazione prevalentemente sub-orizzontale, a cui si associano dicchi di colate laviche.

A causa della differente consistenza dei livelli tali terreni denotano un vario grado di erodibilità.

Affiorano lungo le pendici di Monte Nero e costituiscono, per intero, i rilievi di M.te Bandiera, delimitando a Nord l'abitato di Linosa.

Tali terreni, in parte, rappresentano i terreni di fondazione delle opere portuali.

### 3.2.2 Le lave degli apparati eruttivi antichi (VA)

Si tratta di un potente complesso di colate laviche antiche, compatte, affioranti in ampi tratti della fascia costiera.

Costituiscono il termine più antico e si presentano in grossi banchi lavici di colore scuro, fessurati e generalmente alterati lungo le fratture.

Nel settore indagato affiorano in corrispondenza della linea di costa, in particolare nel tratto posto ad Est dell'insenatura di Scalo Vecchio e a Sud di Cala Pozzolana di Ponente.

Anche questo termine litologico, assieme alle Lave dell'apparato eruttivo di Monte Nero (**L**), dovrebbe essere interessato dalle opere previste in progetto.

#### 4. CONFIGURAZIONE ED ASSETTO STRATIGRAFICO DELL'AREA PIU' DIRETTAMENTE INTERESSATA DAGLI INTERVENTI

I dati emersi dagli studi e dai rilievi fin qui eseguiti, hanno fornito un quadro di massima, sufficientemente chiaro, sia sulla situazione dei terreni esposti lungo il tratto di fascia costiera del porticciolo di Scalo Vecchio, che sulla natura dei fondali più direttamente interessati dalle opere previste in progetto.

In particolare, i terreni del substrato costituenti i fondali sottostanti lo specchio acqueo interessato dalle opere in progetto (V. carta geologica di Fig. 3, a scala 1:5.000) sono rappresentati da:

- un basamento lavico (**L**) di natura basaltica, di colore grigio scuro con bolle di varie dimensioni, appartenente all'apparato eruttivo di M. Nero, corrispondente ad una attività effusiva espletatasi durante il tardo Pleistocene.

Si tratta di colate laviche ben delimitabili che presentano una morfologia superficiale ben conservata e, talora, quasi completamente

priva di terreno vegetale e/o di alterazione.

- le vulcaniti (VA) dei più antichi apparati vulcanici dell'isola che si presentano in grossi banchi di colore scuro, diffusamente fessurate e generalmente alterate lungo le fratture. Si tratta di un potente complesso di colate laviche antiche, compatte, affioranti in ampi tratti della fascia costiera.

- i tufi degli apparati eruttivi antichi (T) costituiti da un'alternanza di tufi vetrosi grigi e scorie nere con matrice cineritica, a vario grado di cementazione, disposti in banchi di vario spessore e caratterizzati da una stratificazione prevalentemente sub-orizzontale, a cui si associano dicchi di colate laviche.

I termini del substrato risultano talora occultati da esigui spessori di terreni di copertura, di natura cineritico-sabbiosa, di colore grigio-nerastro, sciolti o scarsamente addensati (CS), associati a depositi di origine detritico/eluviale, interessati da una fitta vegetazione.

Per meglio visualizzare la natura dei terreni di fondazione è stata

realizzata una sezione geologica schematica interpretativa di Fig. 4, a scala 1:5.000, denominata A-A', la cui traccia è stata riportata nella già citata Carta geologica di Fig.3.

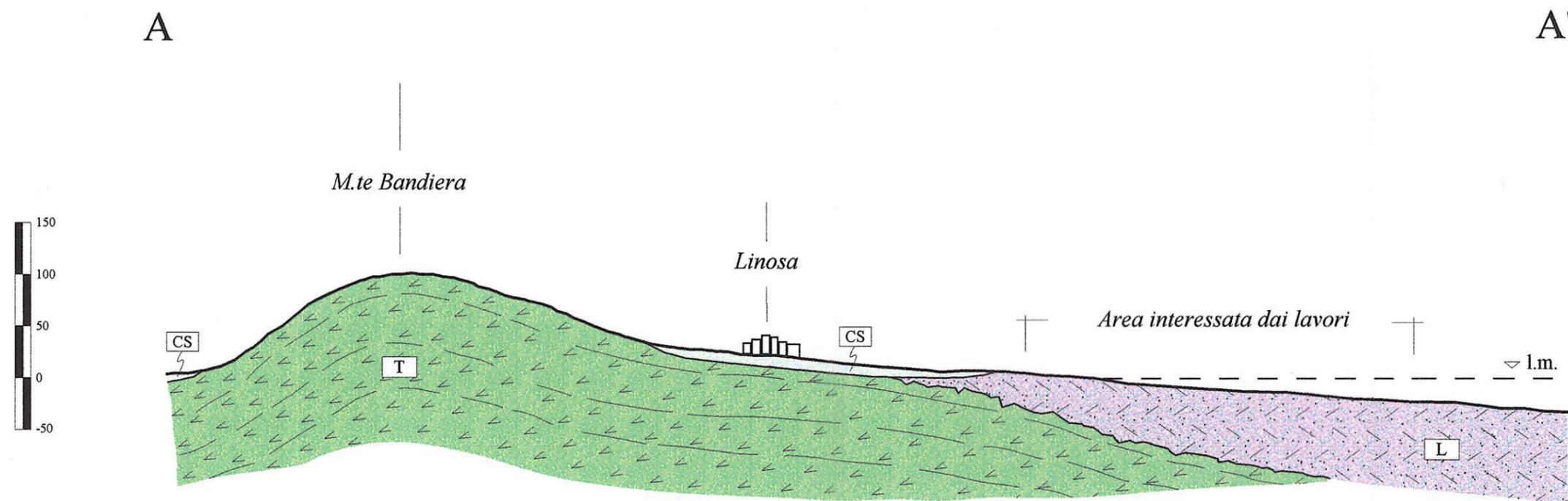
La sezione, orientata circa Nord-Sud, si estende da Monte Bandiera fino ad arrivare ai fondali marini presenti all'interno dell'insenatura di Scalo Vecchio.

L'esame di tale elaborato mette in evidenza, nell'area più direttamente interessata dalla realizzazione degli interventi in progetto, la presenza di un basamento lavico (L) di natura basaltica, appartenente all'apparato eruttivo di M. Nero.

Si tratta, come già descritto in precedenza, di rocce ignee di natura lavica, bollose, di colore grigio scuro, molto dure, compatte, alternate talora a lave di colore grigio meno bollose.

I termini del substrato risultano talora occultati da esigui spessori di terreni di natura cineritico-sabbiosa di colore grigio-nerastro, sciolti o scarsamente addensati (CS).

Nell'area di M. Bandiera il substrato risulta invece costituito dai depositi tufacei (T), a vario grado di cementazione, disposti in banchi



**LEGENDA**

- CS Depositi cineritico-sabbiosi, di colore nerastro o grigio, sciolti o scarsamente addensati.
- L Lave dell'apparato eruttivo di Monte Nero. Colate laviche ben delimitabili, a composizione basaltica, a morfologia superficiale ben conservata.
- T Tufi degli apparati eruttivi antichi. Alternanza di tufi vetrosi grigi e scorie nere con matrice cineritica, a vario grado di cementazione, disposti in banchi di vario spessore.

FIG. 4 - SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA INTERPRETATIVA DELL'AREA INTRES-SATA DAI LAVORI. SCALA 1:5.000

di vario spessore. Anche in questo caso risultano, talvolta, ricoperti da modesti spessori di terreni di copertura **(CS)**.

## 5. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA, PRELIMINARE, DEI TERRENI

Per la definizione delle proprietà geotecniche dei terreni di fondazione delle opere in progetto si fa presente che, gli scriventi, si sono avvalsi anche di informazioni e dati emersi nel corso di indagini geognostiche, precedentemente eseguite, nel territorio di Linosa, nell'ambito di altre iniziative.

Pertanto, in questa sede, saranno distinti, sulla base dei differenti parametri fisici e meccanici posseduti, i terreni di natura lavica (**L**) e (**VA**), dai depositi tufacei e scoriacei (**T**) a vario grado di cementazione.

In particolare, per quanto riguarda i valori di resistenza a compressione dei terreni di natura lavica (**L**) e (**VA**), in via del tutto cautelativa possono assumersi fra 200 e 350 Kg/cm<sup>2</sup> circa.

Ovviamente tali valori, in caso di basamento lavico integro e poco fratturato, possono ragionevolmente collocarsi fra 400 e 600 Kg/cm<sup>q</sup>

Per quanto attiene, invece, i valori della resistenza in termini di coesione e angolo di attrito equivalente\*, essi, cautelativamente possono essere assunti:

$$*\varphi = 35-40^\circ$$

$$*\gamma = 1.90 - 2.00 \text{ t/m}^3$$

$$*c = 2 - 10 \text{ t/m}^2$$

Infine, per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche attribuibili ai terreni tufacei (T) possono, a vantaggio della sicurezza, essere assunte pari a:

$$\varphi' = 35^\circ - 40^\circ,$$

$$\gamma = 1.80 - 1.90 \text{ t/m}^3,$$

$$c' = 0 - 5 \text{ t/m}^2.$$

## 6. CONSIDERAZIONI SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

Per quanto attiene la reperibilità dei materiali necessari alla realizzazione delle opere previste in progetto è stato condotto, così come prevede la normativa<sup>1</sup>, uno studio, seppur preliminare, finalizzato alla ricerca ed alla verifica delle disponibilità.

Sulla base di quanto previsto in progetto in relazione sia alla qualità che alla pezzatura della roccia lapidea richiesta, scartata l'ipotesi di apertura di nuove cave per motivi di carattere ambientale e normativi, la ricerca è stata indirizzata sulla individuazione di cave attive di roccia lapidea allo scopo di reperire materiali sufficienti alla realizzazione delle suddette opere.

Le informazioni raccolte presso i distretti minerari competenti hanno confermato la presenza di numerose cave attive regolarmente autorizzate sia di natura basaltica che calcarea, la cui ubicazione di

---

<sup>11</sup> *Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente – Circolare n.14380 del 25/02/1993 “Circolare esplicativa sulla osta in materia di Impatto Ambientale delle opere pubbliche previsto dall’art. 30 della L.R. n.10 del 12/01/1993”.*

massima viene indicata nell'inquadramento territoriale generale di Fig.5.

In particolare, per quanto riguarda i materiali di origine vulcanica, particolarmente adatti all'ambiente dell'isola di Linosa, sulla base dei dati acquisiti è stata accertata la presenza di diverse cave di basalto localizzate nell'area etnea.

Si tratta di impianti estrattivi la cui coltivazione interessa rocce di natura vulcanica a composizione chimica variabile dai basalti hawaiiitici alle nefriti monolitiche. Litologicamente si presentano in prevalenza sottoforma di roccia lapidea compatta, talora di aspetto massivo, alternata a livelli di scorie e prodotti piroclastici.

La produzione risulta indirizzata, prevalentemente, alla fornitura di blocchi di varia pezzatura e granulati per il confezionamento di calcestruzzo.

Nel territorio agrigentino sono stati individuati altrettanti impianti estrattivi che interessano, invece, prevalentemente materiali lapidei di natura calcarea e, subordinatamente, sabbie e ghiaie.

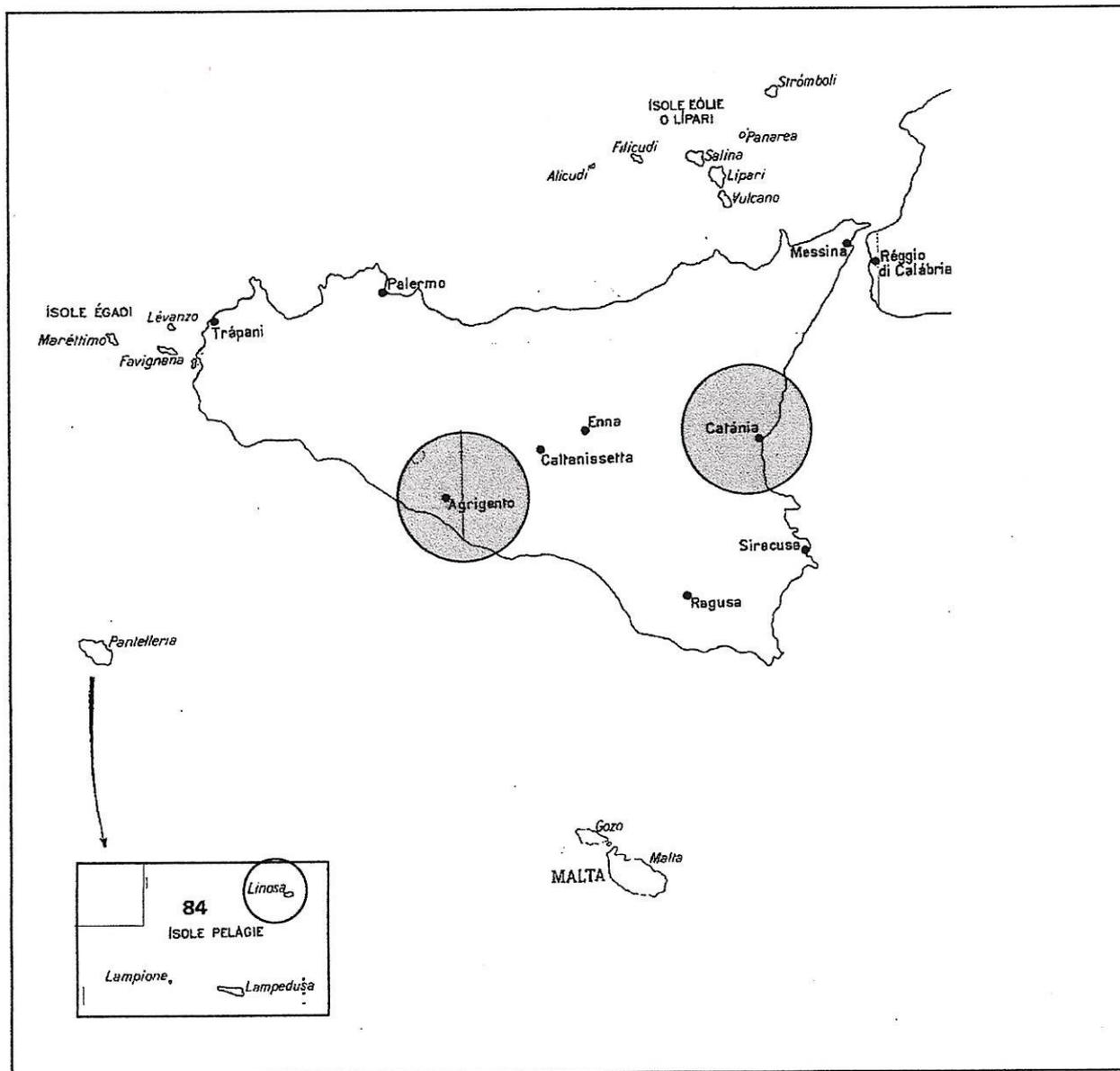


FIG. 5 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Si tratta, in generale, di coltivazioni che interessano calcari di età mesozoica la cui produzione, anche in questo caso, risulta indirizzata alla fornitura di blocchi di varia pezzatura, di varie dimensioni e granulati per il confezionamento di calcestruzzo.

Ovviamente nelle successive fasi di studio e di progettazione verranno indicate, per ogni cava presa in esame, la tipologia dei materiali estratti, le loro principali caratteristiche merceologiche ed impiego, nonché i quantitativi disponibili e i dati di concessione all'esercizio di cava, rilasciati dal distretto minerario di competenza.

## 7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base dei rilievi e degli studi sin qui eseguiti è stato possibile ottenere un quadro sufficientemente chiaro delle condizioni di assetto geostratigrafico dei terreni più direttamente impegnati dalla realizzazione delle opere portuali previste in progetto.

L'area in esame ricade lungo il tratto di fascia costiera del porticciolo di Scalo Vecchio, nel settore meridionale dell'isola.

In particolare, sono stati analizzati i terreni del substrato che costituiscono i fondali sottostanti lo specchio acqueo interessato dalle opere in progetto rappresentati da terreni di natura vulcanica (L) e (VA) e da depositi tufacei e scoriacei (T) (V. carta geologica di Fig. 3, a scala 1:5.000).

Inoltre, i termini del substrato risultano talora occultati da esigui spessori di terreni di natura cineritico-sabbiosa di colore grigio-nerastro, sciolti o scarsamente addensati (CS).

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.

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 degli scriventi, 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 a mare e a terra di verifica, in accordo a quanto previsto dalla vigente normativa<sup>2</sup>, riportato in appendice A.

---

<sup>2</sup> Ministero dei LL.PP. D.M. 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni....omissis....l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Geol. Giovanni Ventura Bordenca  
Geol Giuseppe Sorrentino

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 Novembre, 2001

I geologi

Dr. G.mni Ventura Bordenca

Dr. Giuseppe Sorrentino

