

2° Ser.

CCPP

Al 4° Settore
"Lavori Pubblici e Patrimoni"
del Comune di Milazzo



OGGETTO: Opere di contenimento nella zona Est del Cimitero di Milazzo
Trasmissione Relazione Geologico-tecnica

Il sottoscritto GITTO Francesco nato a Milazzo il 22.07.1941, in qualità di
Presidente pro tempore della Società Agricola di Mutuo Soccorso Piana di Milazzo,

TRASMETTE

n. 4 copie della Relazione geologico tecnica redatta dal dott. Geologo Vincenzo
Schiavone relativa al terreno oggetto di indagine geognostiche effettuate dalla ditta
"Geodrill" di Santoro Maria su cui dovranno essere effettuate opere di contenimento per
la realizzazione di cappelle gentilizie.

Milazzo, li 06/07/2015



Distintamente

IL PRESIDENTE
(Gitto Francesco)

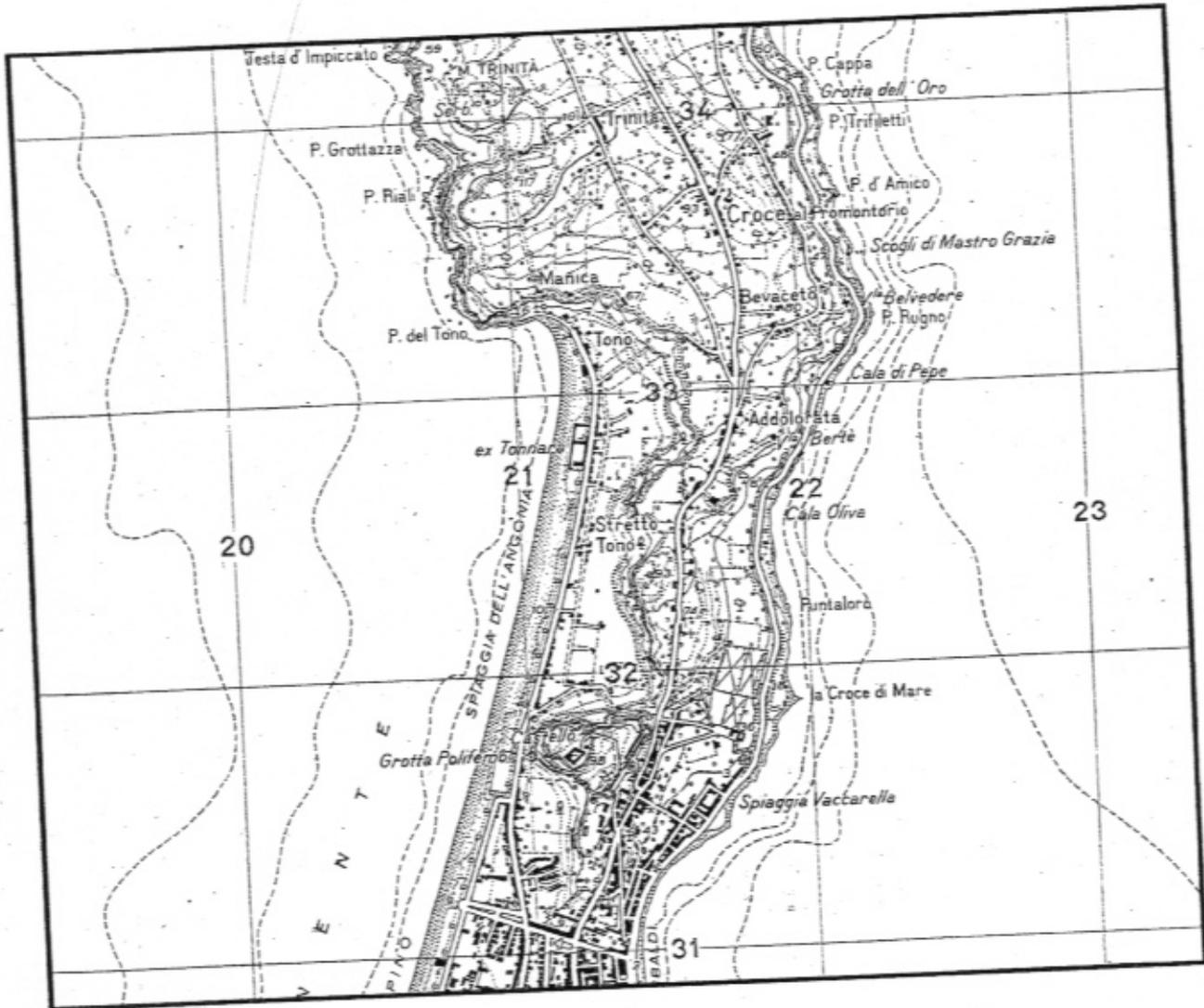
COMUNE DI MILAZZO
DIPARTIMENTO
LAVORI PUBBLICI

№ PROT. 5943 DEL 06/07/2015

COMUNE DI MILAZZO
Ente: c. F206
Prot. (A) 2015/0029933 del 02/07/15



COMUNE
DI
MILAZZO



OGGETTO : Progetto per i «Lavori per la realizzazione di opere di contenimento nella zona Est del Cimitero di Milazzo».

RELAZIONE
GEOLOGICO TECNICA

Milazzo

Dr. Geol Vincenzo SCHIAVONE



PREMESSE

Nella presente relazione vengono esposti i risultati di uno studio geologico-tecnico eseguito sui terreni interessati dai "Lavori per la realizzazione di opere di contenimento nella zona Est del Cimitero di Milazzo".

Lo studio geologico-tecnico è stato condotto attraverso ricognizioni di superficie, integrate dall'acquisizione dei risultati delle esplorazioni geognostiche affidate alla Ditta specialistica "Geodril di Santoro Maria" con direzione lavori del Dott. Geol. Giuseppe BELLARDITA.

Le risultanze delle esplorazioni geognostiche sono riportate nella "Relazione sulle indagini geognostiche la quale ostituisce parte integrante con la presente relazione geologica e di cui se ne condivide in pieno i contenuti.

Le indagini geognostiche ed i rilievi di superficie eseguiti sono stati finalizzati a:

- individuare i lineamenti geomorfologici e gli eventuali processi morfogenetici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva
- ricostruire la successione litostratigrafica locale con definizione della genesi e distribuzione spaziale dei litotipi
- fornire lo schema della eventuale circolazione idrica sub-superficiale e sotterranea
- accertare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di sedime e la categoria del suolo di fondazione

Le risultanze dello studio geologico-tecnico, eseguito in ottemperanza alle norme tecniche riportate nel D.M. 14/01/2008 risultano visualizzate nei seguenti allegati:

- corografia in scala 1:25.000 con la visualizzazione dell'area oggetto d'indagine
- corografia di dettaglio in scala 1:2.000
- carta geologica in scala 1:2.000
- sezione stratigrafica

DESCRIZIONE DELL'AREA

L'area in esame ricade nel settore occidentale del cimitero di Milazzo.

Quest'ultimo è ubicato al margine sud-orientale dell'aspro promontorio roccioso comunemente denominato come "Capo Milazzo".

Tale promontorio è costituito da un rilievo isolato di rocce cristalline, parzialmente ricoperto da rocce sedimentarie calcareo-marnose, unito alla costa tirrenica mediante una stretta fascia di terreni alluvionali che costituiscono l'istmo su cui sorge gran parte dell'abitato di Milazzo.

I caratteri morfologici dell'area esaminata sono composti ed in diretta relazione con la natura litologica dei terreni in affioramento, con l'azione morfogenetica del mare e con i movimenti tettonici che hanno interessato l'area nel corso del terziario e quaternario.

Il promontorio è caratterizzato da coste molto ripide a volte a strapiombo, prodotte dall'azione erosiva del moto ondoso e da quella abrasiva dei detriti scagliati dalle onde contro la costa.

La parte interna della penisola presenta un andamento morfologico subpianeggiante, tipico delle zone che sono state soggette ad abrasione marina durante le fasi trasgressive e regressive che si sono alternate nel pleistocene e in combinazione anche con le oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare.

Se si esamina la morfologia della penisola anche dalla tavoletta topografica in scala 1:25.000 si osserva che essa presenta un'evidente superficie di spianamento sui 70,00 m, interrotta verso la costa dalle ripide e antiche falesie a picco sul mare.

Ai piedi delle falesie lungo il versante occidentale si rinviene una fascia di terreni alluvionali recenti di origine marina con andamento pressoché pianeggiante, depositatisi durante l'ultima regressione marina che ha portato il livello del mare da una quota di una decina di metri superiore a quell'attuale.

Le falesie che delimitano la costa dell'entroterra risultano molto ripide, talora con pareti subverticali, anche se localmente sono presenti delle rientranze a più dolce morfologia.

Tali rientranze dovevano costituire le zone più soggette ai marosi e quindi l'azione modellatrice del moto ondoso ne ha addolcito il profilo.

In particolare l'area di stretto interesse insiste sul lato orientale del promontorio, alla sommità di un versante che degrada con valori di pendenza medi intorno al 20° , cui corrisponde un angolo di natural declivio di circa 12° .

L'andamento morfologico è caratterizzato dalla presenza di ampie superfici terrazzate dolcemente degradanti, separate da scarpatine subverticali di altezza di qualche metro, sostenute da vecchi muri in pietrame sempre in un buon stato di conservazione.

L'area del cimitero di Milazzo insiste nell'ambito di una lieve depressione a più blanda morfologia rispetto ai due speroni rocciosi che la delimitano lateralmente.

Tale differenziazione morfologica è presumibilmente da addebitare alle tettoniche recenti caratterizzate, nell'area in esame, da faglie distensive ad andamento grosso modo est-ovest, le quali hanno ribassato l'area cimiteriale, rialzando contemporaneamente i settori adiacenti.

Quanto osservato dai rilievi di superficie è in accordo con gli studi strutturali eseguiti da Atzori et alii (strutture ed evoluzione geodinamica recente dell'area peloritani 1979) che evidenziano nel promontorio di Milazzo prevalenti lineazioni ad andamento est-ovest.

A ciò si aggiunga che l'area in esame come tutta la costa settentrionale è stata oggetto di un rapido sollevamento che ha comportato un repentino aumento dell'energia del rilievo.

Il raggiungimento di una forte energia del rilievo in conseguenza di tali movimenti ha sicuramente influenzato la stabilità dei corpi rocciosi già sottoposti ai suddetti stress tettonici.

Ne deriva che l'attività tettonica è da ritenere come la primaria responsabile dei processi geomorfologici che hanno presieduto e presiedono all'assetto e alla dinamica delle forme e dei maggiori processi morfogenetici.

Per quanto attiene ai processi morfogenetici in atto essi sono essenzialmente legati alle acque di dilavamento superficiale che defluiscono in maniera laminare lungo il versante e successivamente vengono intercettate dalle rete di raccolta delle acque bianche realizzata nell'area cimiteriale.



COROGRAFIA

□ Area di interesse progettuale

Scala 1 : 25.000



P O N E N T E

38° 14' 00"

31000

LEVANTE

DI

VIERA

DI

LEVANTE



MILAZZO

Porto

COROGRAFIA

Area di interesse progettuale

Scala 1:10.000



Nel complesso l'area in esame si viene a trovare in una situazione di equilibrio geomorfologico non essendovi praticamente processi erosivi ed essendo del tutto assenti i processi gradazionali.

Dai rilievi geomorfologici effettuati si può senz'altro affermare che l'area in esame è da considerare stabile nè tale assetto morfologico potrà essere modificato dalla realizzazione delle opere di contenimento che s'intendono eseguire (paratia di pali di piccolo diametro) che anzi incrementeranno le già elevate condizioni di stabilità dell'area e del suo immediato intorno.

Dall'esame della carta del rischio geomorfologico e del rischio idraulico allegata al P.A.I. "Bacino idrografico del torrente Mela carta tecnica n° 600030 (Bacino n. 007) emerge che l'area di stretto interesse progettuale non è classificata come area a rischio geomorfologico e/o idraulico.

LINEAMENTI GEOLOGICI E TETTONICI

Il versante nord-orientale della Sicilia è caratterizzato dalla presenza dell'Unità Kabilio-Calbridi che collegano gli Appennini e la catena Magrebide e sono separate dall'Appennino Magrebide siculo dai linemanenti tettonici di Sangineto e Taormina.

Tale unità è costituita da un vasto complesso di terreni alloctoni, ossia che si trovano in posizioni diverse di quelle della loro originaria genesi petrogenetica e sono stati trasportati nelle attuali posizioni, mediante accavallamenti tettonici (falde di ricoprimento).

Il carattere alloctono dei terreni è riconosciuto dall'anomala sovrapposizione e interposizione di terreni metamorfici pretriassici nei terreni sedimentari mesozoici e dal grado metamorfico crescente dal basso verso l'alto e quindi in sequenza rovesciata.

In particolare nel promontorio di Milazzo affiorano i terreni di alto grado metamorfico costituiti da gneiss e paragneiss biotitici attribuiti alla falda d'Aspromonte e comunemente noti come il "Cristallino dei Peloritani".

All'estremità del promontorio trasgressivamente sul "cristallino" poggia una successione neogenica costituita alla base da conglomerati e calcari miocenici, da marne gialle plioceniche e da conglomerati quaternari.

Quest'ultimi si rinvengono lungo alcuni lembi di terrazzi marini a quota di circa 50 m su l.m. e sono stati punto di riferimento cronologico con il cosiddetto "Piano Milazziano" oggi abolito.

Infine l'intera penisola è ricoperta da una coltre tufacea costituita dai prodotti piroclastici eiettati dai vari apparati vulcanici delle Eolie nelle loro fasi parossistiche.

Per quanto concerne l'attività tettonica nel promontorio di Milazzo sono state individuate due diversi sistemi di faglie e precisamente:

- un primo sistema a medio andamento SW-NE con sensibile componente orizzontale,
- un secondo sistema caratterizzato da faglie subverticali con andamento NNW-SSE.

Il primo sistema di faglie individua faglie per sovrascorrimento che hanno generato fasce decimetriche di miloniti, in buona parte compatte e inducono una vistosa cataclasi delle rocce adiacenti le quali tuttavia nell'insieme rimangono compatte.

Le seconde faglie sono successive alla prime, di spostamento piuttosto modesto e hanno prodotto effetti di cataclasi piuttosto intensi e volti alla degradazione meccanica delle fasce di movimento piuttosto che alla formazione di miloniti compatte.

Il secondo sistema di faglie NNW-SSE ha probabilmente avuto un importante effetto morfologico, soprattutto sulla metà settentrionale della penisola che è appunto orientata nelle medesima direzione.

E' probabile che invece la parte meridionale sia almeno in parte geomorfologicamente condizionata, dato il suo orientamento, dalla prime faglie con SW-NE.

Numerosissime sono le fratture ad andamento apparentemente variabile e non analizzabili le quali rivestono primaria importanza ai fini applicativi in quanto lungo le varie fratture si sono avuti distacchi di blocchi e nelle fratture beanti o nelle caverne derivate si è avuto un riempimento di blocchi, ciottoli e sabbia di provenienza metamorfica che successivamente legati da un cemento calcareo-micritico hanno dato luogo ad una serie di brecce che si rinvengono discontinuamente nell'ambito del complesso metamorfico.

CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE

Per la ricostruzione della successione litostratigrafica sono stati effettuati n. 3 sondaggi geognostici con carotaggio continuo.

Di tali sondaggio l'S 1 è stato spinto sino alla profondità di - 20.00 m dal p.c. mentre l' S2 e l'S3 sono stati approfonditi sino alla quota di - 10,00 m dal p.c.-

Per le specifiche relative alla modalità d'esecuzione dei sondaggi geognostici si rimanda alla relazione sulle indagini geognostiche.

L'esame delle carote estratte permette di definire come sostanzialmente uniforme la successione stratigrafica dell'area oggetto d'intervento (sito interessato dalle opere di contenimento) che può essere così riassunta:

1. Al di sotto di un primo strato di terreno di riporto dallo spessore complessivo di circa 2.00 m si rinvengono, sino alla profondità di - 4.00 m dal p.c., un livelletto di tufo cineritico (0,60 m) e le sabbie con elementi metamorfici attribuiti al cosiddetto piano "Milazziano" oggi abolito
2. Sino alla quota di 13.50 m si rinvengono le metamorfiti di elevato grado (paragneiss biotici) compatte alternate a livelli fratturati
3. Successivamente sino alla profondità di - 20,00 m sono state riscontrate le breccie tettoniche costituite da clasti metamorfici cementati da un cemento carbonatico

LINEAMENTI LITOLOGICI

Qui di seguito vengono descritte le caratteristiche litologiche salienti di ciascun litotipo riscontrato:

- Complesso metamorfico
- Breccie a cemento calcareo
- Tufo cineritico
- Terreni di riporto

Complesso metamorfico

Il basamento metamorfico è costituito da prevalenti paragneiss si tratta di rocce a grana media dal colore grigiastro dovuto all'elevata alterazione subita dalla biotite.

Il complesso è prevalentemente costituito da paragneiss biotitici di vario tipo, talora passanti a micascisti o sfumanti a gneiss migmatici, con frequenti porzioni leucosomatici, contenenti intercalazioni di anfiboliti.

Sempre associati ai paragneiss si rinvengono gneiss pegmatoidi-aplitoidi sia in masse lenticolari o stratoidi concordanti con i paragneiss o come filoni e ammassi discordanti.

I contatti tra i vari litotipi sono gradualmente e regolari mentre sono netti tra le metamorfite e le manifestazioni filoniane delle pegmatite-apliti.

Brecce a cemento calcareo

Inglobati nei paragneiss si rinvengono corpi lenticolari più o meno estesi di brecce a cemento micritico.

Tali brecce si sono formate in seguito agli intensi disturbi tettonici cui è stato sottoposto il complesso metamorfico e sono il prodotto della fratturazione e del distacco di blocchi, ciottoli e sabbia che hanno riempito le cavità prodotte anche dall'azione morfogenetica del mare.

Successivamente i vari elementi costituenti le brecce sono state legati da un cemento micritico.

L'aspetto delle brecce è quello di un insieme di blocchi e ciottoli sempre di derivazione metamorfica (paragneiss) a spigoli vivi cementati da un calcare micritico dal colore giallastro e più raramente biancastro.

Tufo cineritico

Il tufo cineritico ricopre interamente la parte spianata della penisola di Milazzo.

Si tratta di un deposito eolico, proveniente in massima parte dai prodotti piroclastici eiettati dagli apparati vulcanici di Vulcano e Stromboli.

Presenta un colore bruno, assetto caotico ed elementi a grana fine con rari inclusi di elementi metamorfici.

La diagenesi di dette piroclastici è poco marcata. Il tufo cineritico oltre a presentare numerosi elementi di origine ignea, contiene frammenti di derivazione metamorfica a testimonianza della facies marina del deposito.

Terreni di riporto

Si tratta dei terreni abbancati nel corso degli anni e proventi dagli scavi di sbancamento eseguiti per la realizzazione delle cappelle cimiteriali.

Litologicamente sono costituite da sabbie con inclusi elementi eterogenei di sfabbricidi e laterizi..

PERMEABILITA' DEI TERRENI E FALDA ACQUIFERA

Dal punto di vista della permeabilità i terreni descritti possono essere distinti nelle seguenti classi:

1. Terreni dotati di medio-bassa permeabilità primaria o per porosità
2. Terreni dotati permeabilità localizzata
3. Terreni dotati di bassa permeabilità

Alla I classe può essere ascritto il tufo cineritico ed i terreni di riporto i quanto presentano una disposizione spaziale dei granuli che consente la formazione di spazi interstiziali tra i singoli clasti.

Tali vuoti permettono la filtrazione nel sottosuolo delle acque di precipitazione diretta.

Alla seconda classe può essere ascritto il complesso di rocce metamorfiche il quale presenta una permeabilità di tipo localizzato e cioè la roccia risulta permeabile solo nei livelli particolarmente fessurati.

Nel promontorio si ha notizia di una sola modesta emergenza a nord dell'area di stretto interesse nota come sorgente di S.Opolo.

Le brecce essendo state successivamente legate da un cemento secondario calcareo sono da considerare come terreni praticamente impermeabili.

Tenendo conto che l'area si viene a trovare in prossimità dello spartiacque superficiale e che la superficie è del tutto impermeabilizzata è da escludere che possano essere presenti nel sottosuolo acque di falda.

CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

Per la determinazione delle caratteristiche tecniche dei terreni di copertura (riporto, tufi cineritici e sabbie con ghiaie) si utilizzano i risultati delle prove SPT eseguite nel corso del sondaggio geognostico S1.

Terreni di riporto e Tufi cineritici e sabbie con ciottoli (dal p.c. sino a 4,00 m)

Le prove penetrometriche S.P.T. consentono una valutazione dello stato di consistenza e del grado di addensamento dei terreni attraversati e consistono nella misurazione dei colpi necessari per infiggere nel terreno una batteria di aste collegate o con un campionatore di tipo Raymond o con punta conica.

In particolare si registrano i colpi necessari all'infissione dello scandaglio penetrometrico per tre successivi tratti di 15 cm.

Il numero di colpi registrati per l'infissione degli ultimi 30 cm, fornisce il valore di NSPT.

Nel sito di progetto (opere di contenimento) sono state complessivamente effettuate n. 2 prove SPT.

Relativamente ad ogni singola prova sono stati registrati i seguenti valori:

Sondaggio n. 1

profondità m	σ'_{v0}	N_{15}	N_{SPT}	C_n	N_1	N_2	N_3
1.5-1.95	0,3	3-13-13	26	1,20	31	21	21
3.0 ÷ 3.45	0,58	40-48-R	R	1,15	R	R	R

con:

σ'_{v0} = tensione litostatica alla quota della prova. Il valore è stato calcolato utilizzando un peso di volume $\gamma = 1.80$ t/mc. Per la profondità ci si è riferiti alla quota tra il secondo e il terzo intervallo di 15 cm

N_{SPT} = somma dei colpi del secondo ed del terzo intervallo

C_n = coefficiente di correzione dipendente dal valore di σ'_{v0}

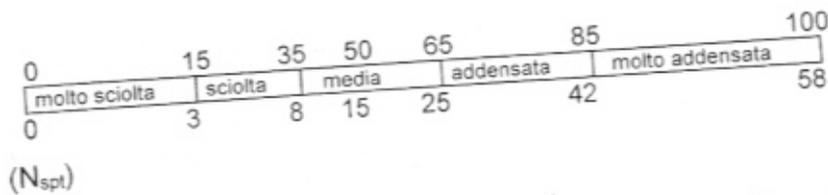
N_1 = valore normalizzato per tenere conto del valore della tensione litostatica alla profondità di prova vale: $N_{SPT} \times C_n$

N_2 = valore normalizzato per tenere conto dell'utilizzazione della punta conica:
 $N_2 = 0.7 \cdot N$

N_3 = valore normalizzato per tenere conto della presenza della falda acquifera secondo la seguente relazione $15 + 0,5 (N - 15)$ valida per $N > 15$

$$N_{SPT30} \approx 21$$

I terreni in esame denunciano una densità relativa "media" (Terzaghi e Peck, 1948; Skempton 1986)



Per ricavare l'angolo di attrito interno si fa riferimento alle seguenti correlazioni proposte da:

I METODO

Road Bridge Specification

$$\phi = \sqrt{NSPT \times 15} + 15$$

II METODO

Japanese National Railway

$$\phi = 0.3 \times N \text{ SPT} + 27 \quad (2)$$

Sostituendo i valori nella (1) e nella (2) per N_{spt} = 21 si ottiene:

I Metodo $\phi' = 32^\circ$

II Metodo $\phi' = 33^\circ$

La seguente relazione di **DENVER** consente di ricavare il valore di E_{ed}:

$$E_{ed} = S_1 \times N_{SPT} + S_2$$

per sabbie e ghiaie S₁ e S₂ assumono i seguenti valori:

$$S_1 = 7.56$$

$$S_2 = 187.5$$

$$\text{Per } N = 21 \quad E_{ed} \approx 346 \text{ kg/cm}^2$$

In definitiva ai terreni di copertura compresi tra il p.c. e - 4.00 m possono essere assegnati i seguenti valori (caratteristici):

peso di volume	angolo di attrito	coesione	modulo edometrico
$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3$	$\phi = 32-33^\circ$	$C = 0.00 \text{ kg/cm}^2$	$E_{ed} = 346 \text{ kg/cm}^2$

PARAGNEISS BIOTITICI (> 4,00 m – 13,50 m)

Qui di seguito vengono descritte le caratteristiche fisico-meccaniche di entrambi i litotipi basandosi sui principi che governano la meccanica delle rocce.

La meccanica delle rocce definisce i terreni in oggetto come sistemi rocciosi multipli caratterizzati da discontinuità, nelle quali le proprietà della massa rocciosa sono più scadenti del singolo elemento essendo condizionate dalle caratteristiche strutturali del sistema e della sua disomogeneità.

L'ammasso roccioso può essere definito come un insieme di blocchi aventi caratteristiche meccaniche simili e derivabili da quelle della roccia sana separati tra loro da superfici o zone a minore resistenza costituite dalle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso.

Nel caso specifico la caratterizzazione geomeccanica avviene mediante l'applicazione della classificazione RMR - System (BIENIAWISKI, 1989).

Essa si basa su valori assunti dell'indice di qualità della roccia RMR (Rock Mass Rating) correlati dai seguenti parametri:

- resistenza compressione monoassiale della roccia
- indice R.Q.D.
- spaziatura dei giunti
- condizione dei giunti (alterazione delle pareti, scabrezza, apertura e del materiale di riempimento)
- condizioni idrauliche

Ciascuno di tali parametri viene valutato qualitativamente sul terreno e ad essi viene attribuito il relativo indice numerico.

La somma degli indici parziali fornisce il valore dell'indice R.M.R. che permette di classificare la roccia in una delle cinque classi previste da Bieniawski (vedi tabella 1)

Parametri	INTERVALLI VALORI				
	>2500	1000-2500	500-1000	250-500	0-250
Resistenza alla comp. (kg/cm ²)					
R ₁ : valori relativi	15	12	7	4	2
R.Q.D. %	90-100	75-90	50-75	25-50	<25
R ₂ : valore parametro	20	17	13	8	3
Spaziatura discontinua (m)	> 2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	< 0.06
R ₃ : valori parametro	20	15	10	8	5
condizioni discontinuità	sup. molto rugose, non alterate disc. chiuse continue	sup. rugose molto alterate disc. poco aperte	sup. rugose molto alterate disc. poco aperte	sup. lisce o riempimento 5mm o poco aperte	Riempimento < molle o disc. continue aperte
R ₄ : valori parametro	30	25	20	10	0
Condizioni idrauliche	Asciutto	Umido	Bagnato	Stillicido	venute d'acque
R ₅ : valori parametro	15	10	7	4	0

COMPENSAZIONE

direzione e orientazione delle discontinuità	molto favorevoli	favorevole	mediamente favorevole	sfavorevole	molto sfavorevole
gallerie	0	-2	-5	-10	-12
fondazioni	0	-2	-7	-15	-25

Per quanto concerne la valutazione della resistenza allo schiacciamento si fa riferimento a precedenti indagini eseguite dallo scrivente su terreni con analoga litologia mentre l'indice RQD < 25% è stata ricavata dall'osservazione diretta delle carote estratte nel corso del sondaggio.

Gli indici nel caso in esame assumono i seguenti valori:

1. Paragneiss biotitici

Parametri	valore	
Resistenza alla compressione semplice $\sigma = 150 \text{ kg/cm}^2$	2	
R.Q.D. 25-50%	2	
Spaziatura = 0.6 ÷ 0.2	15	
condizioni di discontinuità	superficie rugose poco alterate poco aperte	20
condizione idrauliche	asciutto	15
compensazione per l'orientamento delle discontinuità	favorevole	-2
punteggio totale	52	

Tale valore rientra al limite inferiore della III classe (valore discreto) della tabella per la classificazione dell'ammasso roccioso secondo Bieniowski (vedi tabella 2).

Tabella n. 2

CLASSI DI AMMASSI ROCCIOSI					
R.M.R. CORRETTO	100-81	80-61	60-41	40-21	< 20
CLASSE	I	II	III	IV	V
Descrizione quantitativa	ottimo	buono	discreto	scadente	pessimo
coesione (kpa)	> 400	300÷400	200÷300	100÷200	< 200
angolo di attrito	> 45°	35°÷45°	25°÷35°	15°÷25°	< 15°

In definitiva ai terreni lapidei possono essere assegnati i seguenti parametri (valori medi classe III):

peso di volume	angolo di attrito	coesione
$\gamma = 2.00 \text{ t/mc}$	$\phi > 30^\circ$	$c = 200 \text{ Kpa}$

SISMICITA' DELL'AREA

La Sicilia Settentrionale costituisce una zona dall'elevata attività sismica, sede di terremoti anche di tipo distruttivo come quello verificatosi il 28 dicembre del 1908.

Tale territorio risente in particolare degli eventi che si originano nel basso tirreno, nell'area dello stretto di Messina, nella Calabria meridionale e nella Sicilia Orientale (area Iblea). Le ricerche sulla sismicità della Sicilia Orientale condotte da Barbano e altri hanno rilevato che il 48% di tale territorio ha subito un evento sismico d' intensità superiore al 9° della scala M.S.K. - 64.

L'analisi della storia dei terremoti verificatisi nel territorio di Milazzo viene eseguita mediante la consultazione del "Catalogo NT4.1 - Catalogo parametrico dei terremoti al di sopra della soglia del danno" realizzato dal "Gruppo Nazionale di Difesa dei terremoti".

Nella tabella seguente vengono riportati i dati sulle osservazioni sismiche disponibili per il territorio di Milazzo:

Data	Effetti Is (MCS)	Area Epicentrale	Ix	Ms
09.03.1786	80	Patti	85	59
28.12.1908	80	Calabro Messinese	110	73
15.04.1978	75	Golfo di Patti	80	61
11.01.1693	70	Sicilia Orientale	110	70
05.02.1783	70	Calabria Merid.	110	73
29.06.1729	65	Castroreale	65	47
28.01.1831	65	Milazzo	65	47
16.11.1894	65	Bagnara Calabria	90	59
08.09.1905	65	Golfo di S. Eufemia	105	75
27.03.1638	60	Nicastro	110	73
10.05.1739	55	Naso	85	59

In cui:

I_s = Intensità espressa nella scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg)

I_x = Intensità massima osservata

M_s = Magnitudo calcolata sulle onde superficiali

Nella seconda colonna a destra è riportata l'intensità massima dell'evento sismico misurato nella scala (MCS) e il suo relativo epicentro, nella quarta colonna a destra l'intensità sismica rilevata nell'abitato di Milazzo.

L'unico terremoto con epicentro il territorio di Milazzo di cui si ha notizia storica è quello avvenuto il 28.01.1821.

Tale evento ha avuto un'intensità massima I_s max 65 pari al VI-VII della Scala M.C.S.-

Area del golfo di Patti

Per quanto concerne l'analisi della sismicità dell'area del golfo di Patti, la cui attività può considerarsi la più rappresentativa per l'area di stretto interesse consideratane la vicinanza, essa è caratterizzata da un fitto addensamento fra la linea Tindari-Giardini e la zona di Naso, lungo una fascia con sviluppo NNW-SSE comprendente anche la dorsale eoliana.

L'ultimo rilevante evento si è registrato il 15 aprile del 1978 con intensità massima stimata \approx a 8.5° e fu avvertito in un raggio di circa 150 km, interessando gran parte della Sicilia e la Calabria sino all'altopiano Silano.

Tale evento che ebbe epicentro in posizione equidistante dall'isola di Vulcano e dalla costa nord-orientale della Sicilia e profondità focale di circa 25 km.

Successivamente all'evento del 08/04/1978 si sono succeduti altri eventi sismici di minore magnitudo tra cui quello recentissimo del 16/08/2010 (alle ore 14,54).

Il sisma di magnitudo 4.5 è stato avvertito nell'isole Eolie e nella costa tirrenica nel tratto compreso tra Capo D'Orlando e Capo Milazzo, con epicentro al largo del costa nord-occidentale di Vulcano e profondità focale di circa 19.00 km.

L'evento sismico durato circa 5 sec non ha provocato danni alle strutture degli edifici mentre ha attivato alcune frane di crollo localizzate nell'aspro versante nord-occidentale dell'isola di Vulcano e nell'isola di Lipari.

In ultimo sempre (curiosamente) in data 16/08/2013 alle ore 1.04 e 1.06 sono stati registrati due eventi sismici con epicentro il territorio comunale di Gioiosa Marea (alto versante del torrente Zappardino) con magnitudo (ML) rispettivamente di 4.1 e 4.2 cui è succeduto sino uno sciame sismico di circa 110 terremoti di tutti bassa magnitudo (al massimo MI 2.6).

I due eventi sismici durati entrambi pochi secondi non hanno provocato danni a edifici o ad infrastrutture.

Questi eventi sismici s'inquadrano all'interno del "Sistema di faglie Tindari-Giardini" che costituisce un fascio di faglie disposte lungo l'allineamento tettonico che collega le isole Eolie alla scarpata ibleo-maltese.

Le faglie sono caratterizzate da piani a direzione media $N120^{\circ} \div 130^{\circ}$ da verticali a inclinate di $70^{\circ} \div 85^{\circ}$ verso est e abbassano terreni neogenici e pleistocenici rispetto al basamento cristallino.

Queste strutture tettoniche presentano principalmente movimenti di tipo normale e in sott'ordine di tipo trascorrente destro con rigetti di almeno $6.0 \div 7.0$ km.

L'analisi dei dati mostra il carattere poco profondo della sismicità e come questa sia caratterizzata in prevalenza da molti terremoti di bassa magnitudo e da qualche evento con alta magnitudo.

AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e costituiscono l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria **A**) con **superficie topografica orizzontale**, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **$S_e(T)$** .

Secondo le nuove NTC (14.01.2008), le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_r (30,50,72,101,140,201,475,975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri (per terreno rigido orizzontale):

a_g accelerazione orizzontale massima

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_{c^*} periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

I valori di a_g , F_0 e T_{c^*} sono forniti in tabella per i 10751 punti in cui è suddiviso il territorio nazionale (elencati secondo longitudine e latitudine).

CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

La nuova normativa sulle costruzioni (D.M.14.01.2008 in vigore dal 01.07.2009) prevede ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione: A, B, C, D, E S₁ e S₂ :

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3,00 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ KPa nei terreni a grana fina)
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ e $70 < C_{u,30} < 250$ KPa nei terreni a grana fina)
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} < 70$ KPa nei terreni a grana fina)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ ms)
S ₁	Depositati di terreni caratterizzati da valori V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ KPa che includano uno strato di almeno 8 m di terreno a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche)
S ₂	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

La categoria del suolo di fondazione del sito di progetto è stata ricavata dalla prova MASW che avendo fornito un valore di $V_{s30} = 561$ m/s è di tipo "B" Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la

profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT, 30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ KPa nei terreni a grana fina.

DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per tenere conto delle condizioni topografiche (configurazioni superficiali semplici) il D.M.14/01/2008 ha proposto la seguente classificazione:

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $\geq 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le susposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30,00 m.

Amplificazione Topografica

Per tenere conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_t riportati nella susposta tabella in funzioni delle categorie topografiche definite in precedenza e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_t assume valore unitario.

Categoria Topografica	UBICAZIONE DELL'OPERA	S_t
T1	$i \leq 15^\circ$	1,00
T2	Sommità del pendio con $i \geq 15^\circ$	1,2
T3	Cresta del rilievo con $15^\circ < i < 30^\circ$	1,2
T4	Cresta del rilievo con $i > 30^\circ$	1,4

Nel caso in esame poiché $i < 15^\circ$ S_t assume il valore di 1,00.

PROBLEMATICHE DI CARATTERE GEOLOGICO-TECNICHE

In questa sede vengono analizzate le problematiche di carattere geologico-tecniche connesse con la realizzazione delle opere di contenimento previste in progetto.

In particolare per il contenimento degli sbancamenti il progetto prevede la realizzazione di una paratia di pali accostati.

Alla luce delle risultanze delle esplorazioni geognostiche effettuate le quali hanno evidenziato che dalla profondità di circa - 4.00 m dal p.c. si rinviene una formazione lapidea (paragneiss biotitici) massiva e molto dura come sistema di perforazione si consiglia di utilizzare i comuni mezzi che permettono una veloce frantumazione dell'ammasso lapideo (martelli fondo foro, triconi).

Mediante tale tipologia di perforazione possono essere realizzati pali di piccoli diametro (max 300 mm) armati con "putrelle".

La paratie di pali di piccoli diametro dovrà essere rese solidale mediante la realizzazione di una trave in testa armata.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

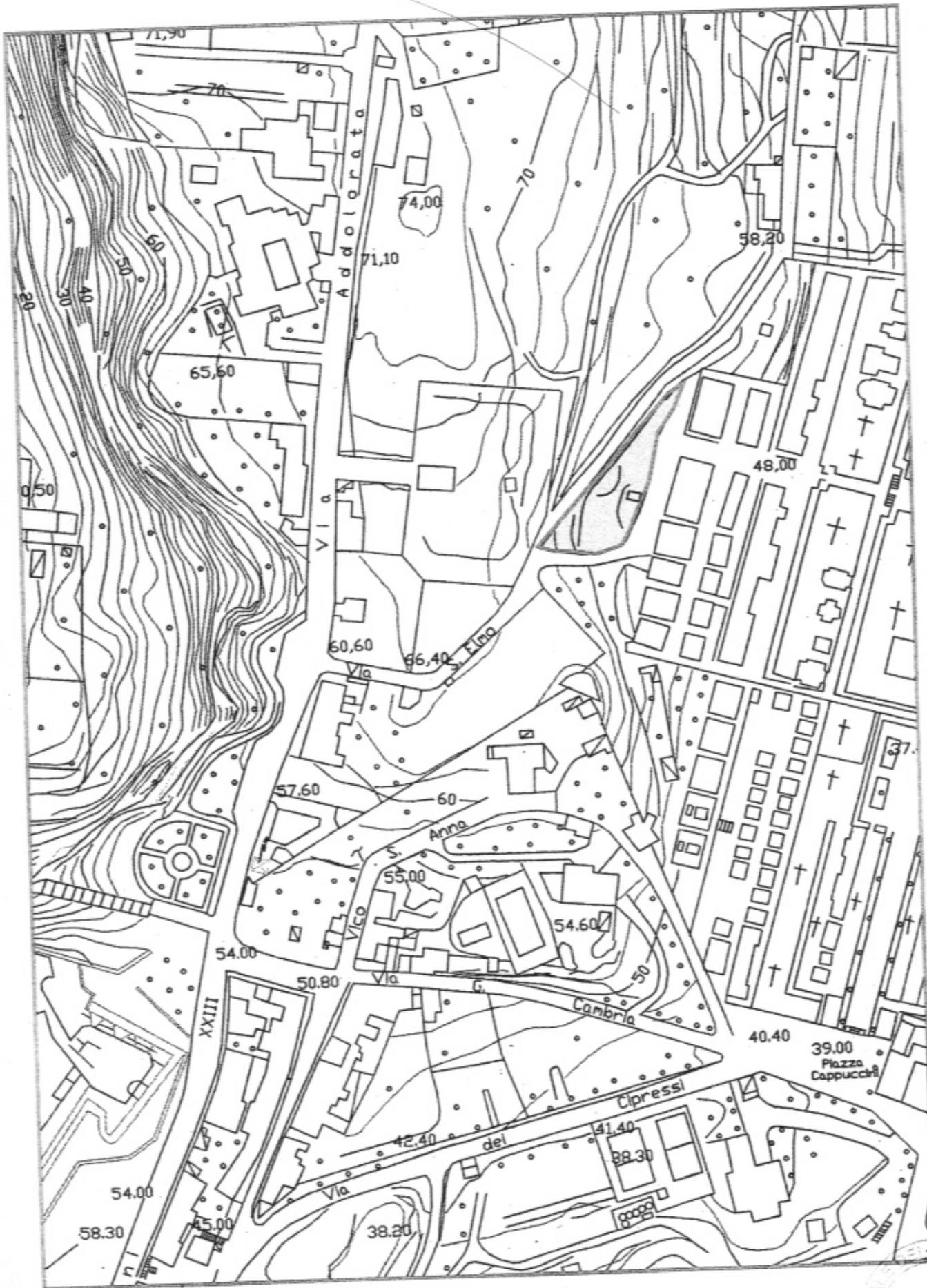
Lo studio geologico-tecnico eseguito può essere riassunto nei seguenti punti:

- l'area in esame ricade nel settore occidentale del cimitero di Milazzo che è ubicato sul versante orientale dell'aspro promontorio roccioso denominato "Capo Milazzo"
- l'andamento morfologico è dolcemente acclive con pendenza dei terreni nell'ordine del 20% cui corrisponde un angolo di natural declivio di circa 12°
- nel corso dei rilievi di superficie non sono stati rilevati segni di dissesto superficiali gli unici processi morfogenetici in atto sono legati alle acque di dilavamento superficiale che si riversano lungo il versante radialmente e vengono successivamente intercettate dalla rete delle acque bianche realizzata nell'area cimiteriale
- nel complesso l'area risulta geomorfologicamente stabile e tale assetto morfologico non potrà essere variato dalla realizzazione delle opere in progetto (opere di contenimento) che anzi incrementeranno le già elevate condizioni di stabilità dell'area
- le indagini eseguite hanno permesso di ricostruire la seguente successione litostratigrafica: terreni di riporto e tufo cineritico, paragneiss biotitici duri e massivi e brecce a cemento calcareo
- è da escludere la presenza di corpi idrici che possano interferire con le fondazioni in progetto e anche con la perforazione per la realizzazione della paratia di pali
- Alla luce delle risultanze delle esplorazioni geognostiche effettuate, le quali hanno evidenziato che dalla profondità di circa - 4.00 m dal p.c. si rinviene una formazione lapidea (paragneiss biotitici) massiva e molto dura, come sistema di perforazione si consiglia di utilizzare i comuni mezzi che permettono una veloce frantumazione dell'ammasso lapideo (martelli fondo foro, triconi). Mediante tale tipologia di perforazione possono essere realizzati pali di piccoli diametro (max 300 mm) armati con "putrelle".
- i valori dei parametri geotecnici dei terreni di copertura sono stati ricavati mediante i risultati ottenuti dalle prove SPT mentre per i terreni lapidei sono stati ricavati mediante i principi che governano la meccanica delle rocce

- la categoria di suolo del terreno di fondazione è stata ricavata mediante un indagine di tipo MASW
- Milazzo,

Dr. Geol. Vincenzo SCHIAVONE



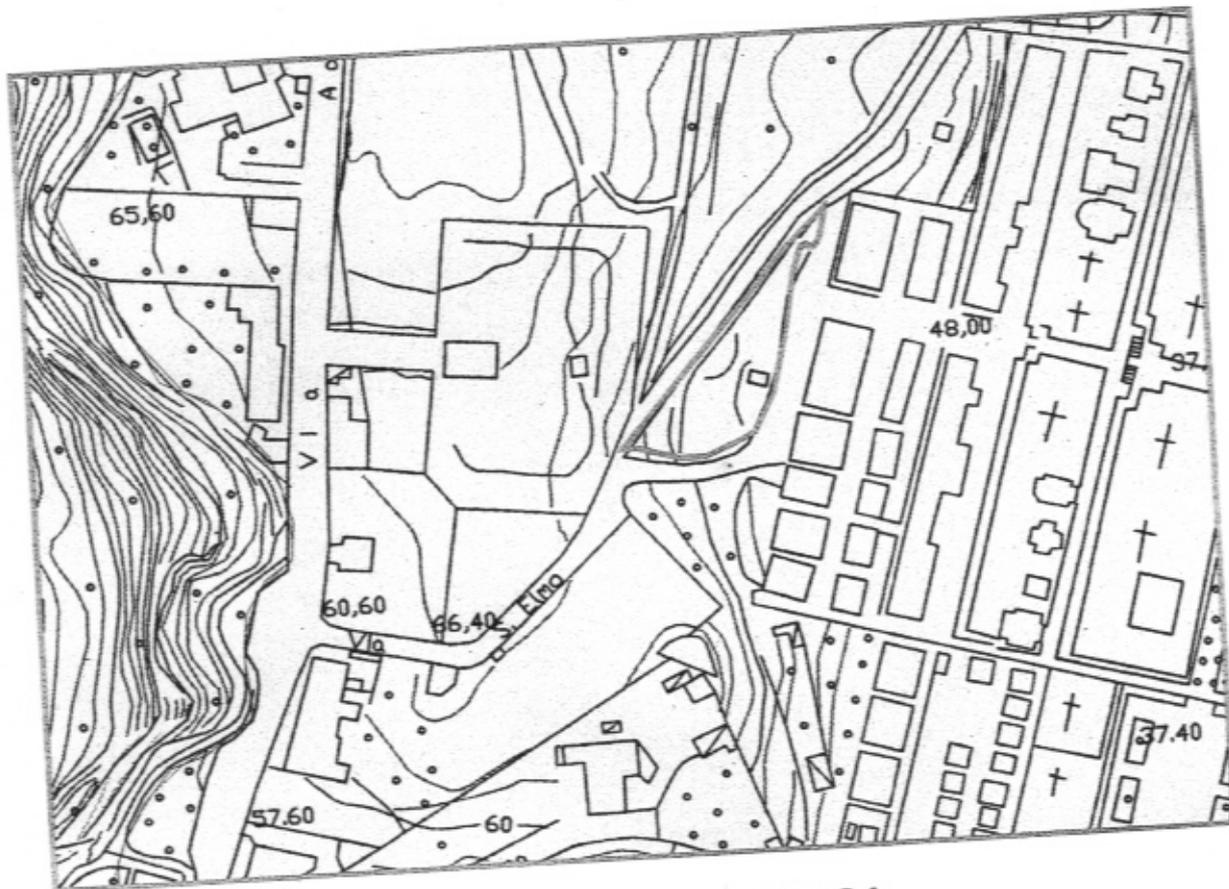


Area di
interesse progettuale

COROGRAFIA di DETTAGLIO

Scala 1 : 2.000

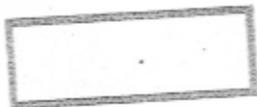




CARTA GEOLITOLOGICA



Tufo cineritico



Metamorfiti di alto grado



Area di
interesse progettuale

Scala 1: 2.000



Legenda

①

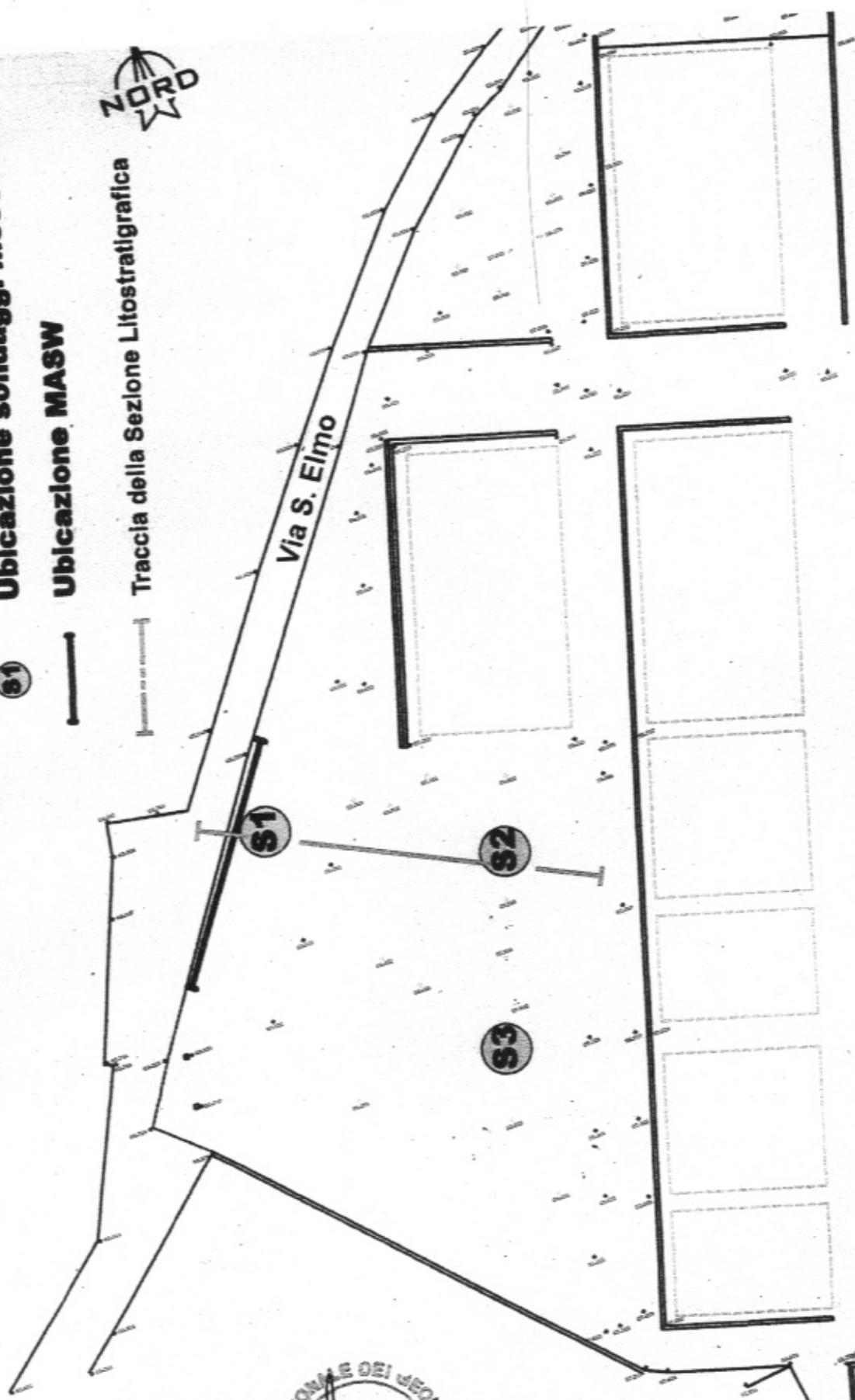
Ubicazione sondaggi meccanici

—

Ubicazione MASW



Traccia della Sezione Litostratigrafica



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

-  Terreni di Riporto
-  Tufo Cineritico
-  Metamorfiti di alto grado
-  Ubicazione dei sondaggi geognostici

Via S. Elmo

1

Profondità
in metri

5,00

10,00

15,00

2

Edificio
esistente

