

Team Project
Serena Marika Damiano

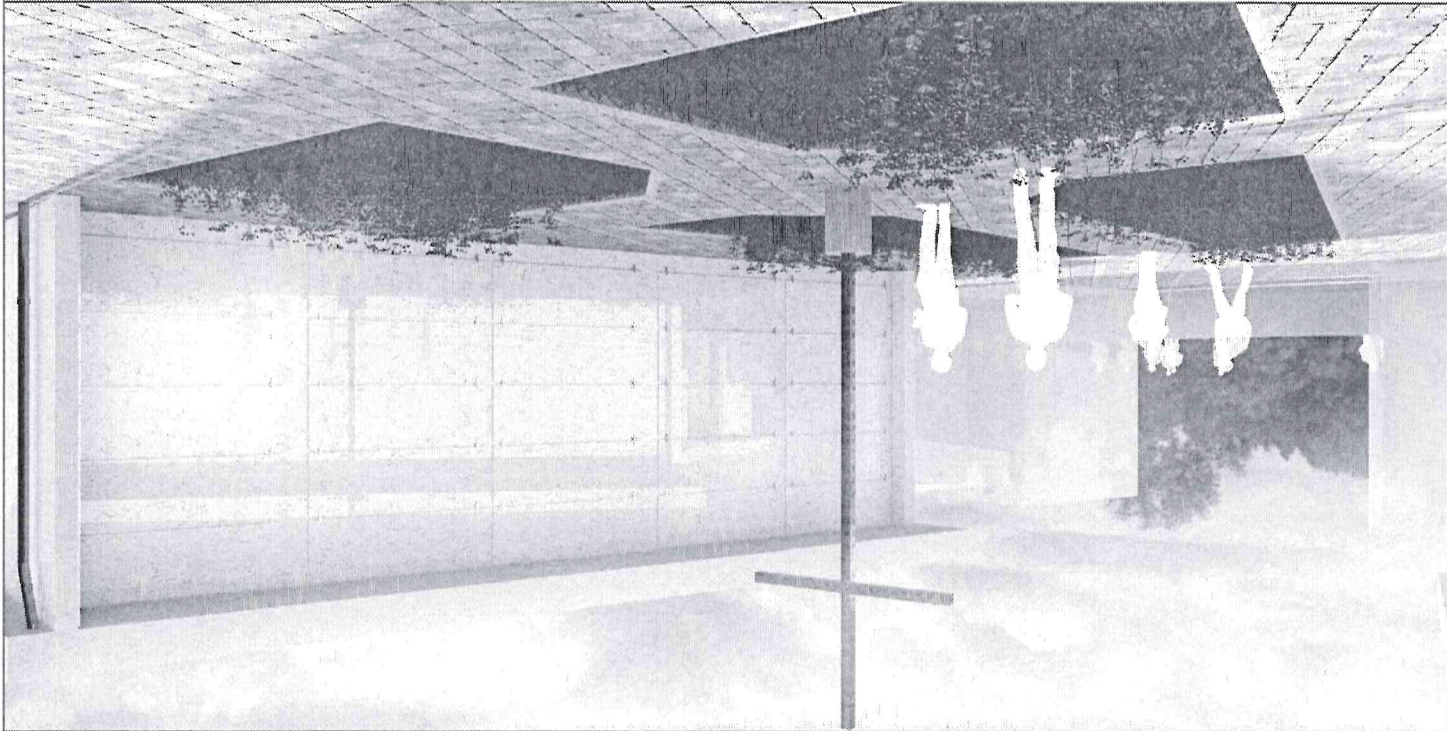


Ing. Lorenzo Serino
via Cairoli 4
81020 San Nicola la Strada - CE
pec: ing.serinolorenzo@pec.it

Il Progettista

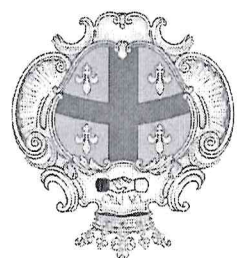
Il R.U.P.

N.		Revisione/Creazione		Data	
Relazione Geologica					
Codice		RS 01			
Disciplina		Architettonico			
Scala:		1/100			



PROGETTO ESECUTIVO

**Realizzazione di edicole cimiteriali nell'area di
ampliamento del Cimitero Comunale - Caiazzo (CE)**



**Comune di
CAIAZZO**
PROVINCIA DI CASERTA

INDICE

1. PREMessa	
2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, GEOLITOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E TETTONICHE DEL TERRITORIO COMUNALE DI CAIAZZO	4
3. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE, GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE DELL'AREA IN PERIZIA	8
4. DATI IDROLOGICI	20
5. STABILITA' DELL'AREA	22
6. CONCLUSIONI	25

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Indagini in sito

- Stratigrafia sondaggio S1
- Test penetrometrici dinamici

ALLEGATO 2 – Prove di laboratorio

1. P r e m e s s a

La presente relazione rientra nell'ambito della realizzazione del progetto definitivo dell'“AMPLIAMENTO DEL CIMITERO COMUNALE” da attuarsi nel Comune di Calazzo, in Provincia di Caserta.

L'area in questione è caratterizzata (come si evince dalla posizione topografica riportata nell'allegato 1) da una quota media sul livello del mare compresa tra 190 e 205 metri s.l.m..

Il presente lavoro ha, pertanto, lo scopo di illustrare e fornire al progettista le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geologico-tecniche dei terreni presenti nell'area interessata dalla perizia.

Per raggiungere tali obiettivi è stato necessario effettuare un'attenta lettura del Foglio 172 della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 e delle carte topografiche del comune di Calazzo ed inoltre è stata presa visione del materiale a corredo del Piano Regolatore Generale. A tal proposito sono stati estrapolati i dati di maggiore interesse riguardanti l'area in studio.

In ultimo sono state eseguite quattro prove penetrometriche dinamiche pesanti, un sondaggio a carotaggio continuo, una prova sismica down hole per conseguire un maggior dettaglio dei parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione. In allegato vengono riportate gli stralci delle carte tecniche e tematiche, le stratigrafie del sondaggio e le prove penetrometriche eseguite con i relativi grafici esplicativi.

In seguito sono state eseguite indagini di campagna mirate a chiarire la geologia, la morfologia e l'idrogeologia dell'area.

In particolare si è tenuto conto della nuova classificazione sismica introdotta nella Regione Campania con la delibera numero 5447 del gennaio

2002 – Area Generale di Coordinamento Ecologia, Tutela dell'Ambiente, CIA e Protezione Civile con a tema "Aggiornamento della classificazione dei comuni della Regione Campania" che riporta la nuova Classificazione Sismica dei Comuni della Campania.

Il territorio in esame ricade nelle aree dichiarate sismiche che non hanno subito un incremento di classificazione rimanendo nella vecchia II^a Categoria con S pari a 9 (accelerazione pari a 0,07 m/sec²).

2. Caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche, idrogeologiche e tettoniche del territorio comunale di Caiazzo

Il territorio comunale di Caiazzo occupa un'area piuttosto eterogenea sotto il profilo *topografico, geologico e morfologico* che, cartograficamente, è incluso nel Foglio 172 della Carta d'Italia, in scala 1:100.000.

I confini fisici del territorio sono determinati, ad ovest e nord-ovest, dalla dorsale dei monti afferenti al gruppo Monte Maggiore; a sud e sud-est, dal Fiume Volturno; ad est, il confine amministrativo non ha elementi fisici ben definiti.

Topograficamente, il Comune è incluso nelle Tavole al 25.000 / S.E. (Caiazzo), I S.O. (Formicola) e II N.E. (Castelmorone) del citato Foglio 172. La quota massima è costituita dai 472 metri del Monte Grande, mentre la minima altitudine (m. 22 s.l.m.) viene toccata in corrispondenza del Volturno, a sud della Frazione Cesarano.

La **geologia** del territorio di Caiazzo presenta una notevole complessità e varietà di formazioni, che si esplica nella coesistenza di rocce carbonatiche, rappresentate dai sedimenti mesozoici della Piattaforma Abruzzese-Campana, con elementi terrigeni di facies prevalentemente "miocenica".

Sotto il profilo *geologico*, sono proprio questi ultimi a rappresentare l'elemento più interessante, sia per l'estensione areale che essi occupano nel contesto comunale, sia per la complessità di rapporti stratigrafici rinvenibili all'interno dell'intero complesso.

Questi terreni, appartenenti al bacino di deposizione denominato "Irpino", poggiano stratigraficamente sia sui terreni *Lagonegresi* che sulle

unità carbonatiche di piattaforma; spesso, inoltre, sono sovrapposti ad unità di provenienza interna, come le Sicilidi e le Silentine.

Si tratta essenzialmente di depositi costituiti da arenarie più o meno argillose e marne, con frequenti olistoliti di natura calcarea che, nel territorio in esame, sono rappresentati, principalmente, dalla collina su cui sorge il centro storico di Catazzo e quella situata a nord-ovest della Frazione

Cesarno.

La genesi dei terreni miocenici sopra descritti è da mettere in relazione con le fasi tetto-genetiche langhiane che hanno interessato tutto questo settore della catena appenninica, dando luogo ad una successione litostigrafica che presenta frequenti variazioni sia verticali che laterali della facies di deposizione.

L'assetto disturbato di questi terreni è dovuto al fatto che essi si sono depositi in concomitanza di un evento tetto-genetico ed hanno, quindi, risentito l'effetto delle notevoli modificazioni geodinamiche connesse.

In posizione sommitale rispetto ai terreni descritti si rinvengono una formazione prevalentemente arenacea, denominata "Arenaria di Catazzo", proveniente dal disfacimento delle coltri alloctone in avvicinamento dall'interno.

Tale formazione viene attribuita al complesso denominato talora "Flysch di Moleta" ed è stata interessata dalla successiva tetto-genesi che ne ha notevolmente complicato la giacitura; i caratteri evolutivi della serie indicano una deposizione sinorogena sviluppata in un bacino in via di approfondimento, ubicato in corrispondenza di in margine avanzante della paleocatenata e caratterizzato da notevole instabilità tettonica.

A zone, in posizione sovrastante al Flysch di Moleta, si rinvengono placche di natura argillosa, attribuibili alla formazione comunemente detta "delle argille varicolori", di età probabilmente oligocenica e diffusa in una vasta zona compresa fra la Piana del Medio Volturno e le propaggini sudorientali dei Monti del Matese.

Non mancano, altresì, aree in cui si rinvencono, talora anche in facies ignimbritica, depositi recenti di origine vulcanica, ascrivibili alle fasi piroclastiche quaternarie del Roccamorffa e dei Vulcani della Piana Campana.

La **morfologia** dell'intero territorio comunale è fortemente condizionata (laddove si escludano le propaggini carbonatiche tardocretaciche del Monte Allifano, di Monte Mesarmolo, di Monte Grande e dello stesso olistolite su cui sorge il centro storico del capoluogo) dalla presenza dei terreni arenacei, marnosi ed argillosi sopra descritti, che conferiscono all'area un andamento generalmente regolare delle pendenze.

Queste, pur essendo talvolta elevate, non possiedono mai le caratteristiche di asprezza delle pendici rocciose carbonatiche.

Anche l' **idrogeologia** è marcatamente influenzata dalla litologia descritta, con permeabilità generalmente bassa nei termini filiscioidi.

Ciò risulta valido anche nei termini più spiccatamente arenacei, generalmente a permeabilità medio-bassa per fratturazione, poiché questa non risulta elemento condizionante della circolazione idrica, dal momento che le fratture sono spesso obliterate da materiali fini argillosi che riducono drasticamente il grado di permeabilità.

L'eterogeneità del complesso miocenico, generalmente impermeabile, non esclude, tuttavia, la possibilità di piccole rivolute, spesso temporanee ed irrilevanti, che sono legate a situazioni idrogeologiche particolari e di tipo esclusivamente "locale".

Nella zona pianeggiante del territorio, a valle dell'abitato delle frazioni Cesarno e Squille, caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti, la falda freatica è ubicata a breve distanza dal piano campagna ed ha notevole influenza anche in prospettiva sismica. Sismologicamente, l'area non si discosta dalle caratteristiche dell'intero comprensorio del Medio Volturno.

La sismicità indotta è di grado piuttosto elevato in relazione alla presenza di strutture sismogenetiche principali e secondarie che possono divenire sede di meccanismi focali derivati.

La vigente Normativa include il territorio comunale nella zona sismica di II Categoria (S=9), ma come per l'intera area Matese-Monte Maggiore, tale classificazione appare limitata nei confronti delle vere potenzialità "sismiche" determinate, soprattutto, da fattori locali.

3. Caratteristiche morfologiche, geologiche, idrogeologiche e geotecniche dell'area in perizia

L'area scelta per l'ampliamento del cimitero comunale è ubicata a nord della collina a ridosso dell'attuale cimitero. La morfologia dell'area interessata ha una pendenza variabile compresa tra 14 – 25%, con una quota media sul livello del mare compresa tra 190 e 205 metri circa. L'area è delimitata a sud dal cimitero esistente, a nord-ovest da un vecchio muro di confine ed a nord-est da una scarpata.

La litologia dell'area è caratterizzata dalla presenza molto diffusa delle arenarie di Calazzo, si tratta di arenarie grossolane quarzose micacee, a cemento calcareo marnoso, con intercalazioni di argille, limi e marne siltose, talora con la presenza di brecciole calcaree. Tale formazione è notevolmente tettonizzata, con fessurazione irregolare e talora ingloba blocchi calcarei di grosse dimensioni fino a decine di metri cubi. Solitamente alla sommità delle arenarie sono presenti limi, argille e talvolta sabbie fini, la cui presenza molto probabilmente è legata anche al disfacimento delle arenarie stesse.

La formazione delle arenarie di Calazzo è sovrapposta sulla formazione del *flysch di Moleta* attraverso un contatto non stratigrafico ma tettonico. Tale contatto tettonico viene in maggior misura evidenziato dalla presenza, in alcuni sondaggi eseguiti nell'area, al contatto tra le due formazioni, di materiali argillosi di colore rosso, verde, blue, riconducibili alla formazione delle argille varicolori.

La formazione del *flysch di Moleta* è da considerarsi come il basamento dell'intera zona, posto a profondità variabile, costituito da alternanze di strati marnosi-arenacei, marnosi-calcarei, arenacei e/o calcarei. Questi ultimi con

dimensioni che non superano quasi mai i 10 cm, mentre i primi più argillosi possono raggiungere anche diversi metri. In particolare, nella parte sommitale dell'area in esame, si evidenzia una considerevole quantità di materiale di riporto, che presenta scarse proprietà geomecchaniche, in quanto costituito da materiale eterogeneo e non consolidato.

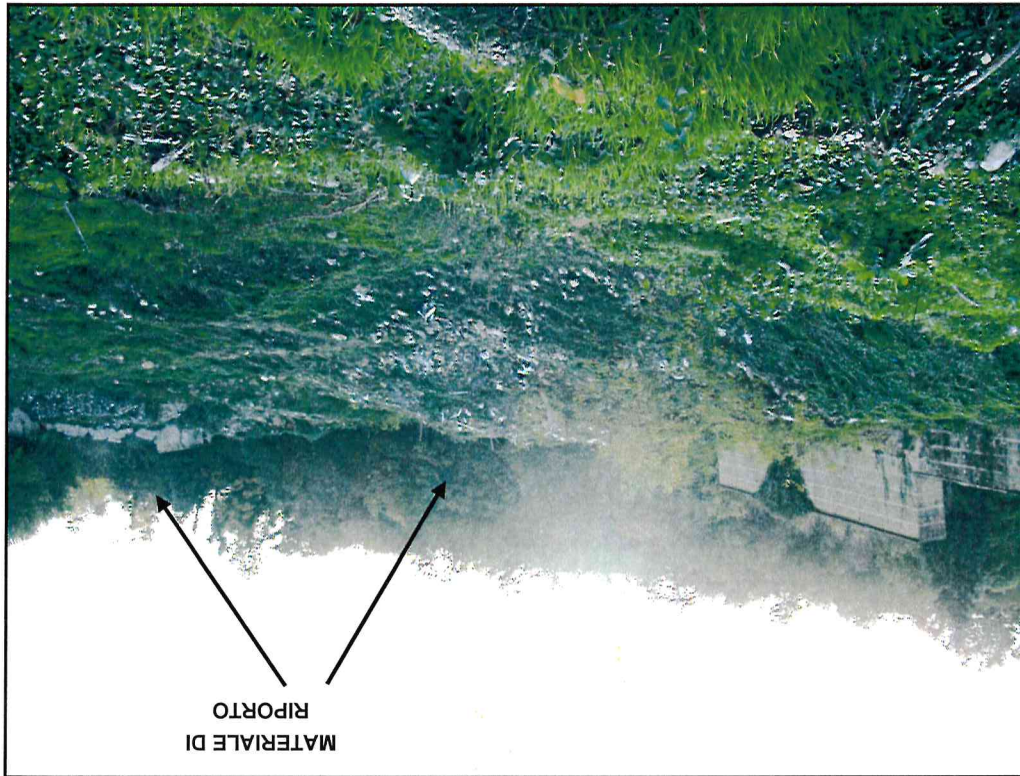


Foto 1 – Vista da nord-est dell'area in studio

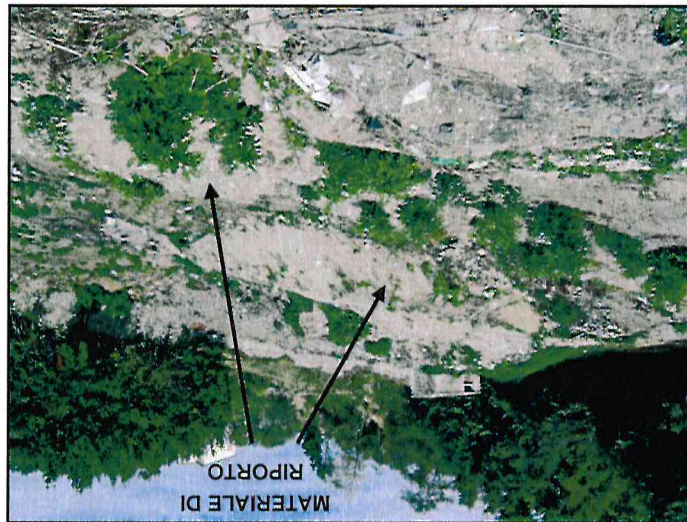
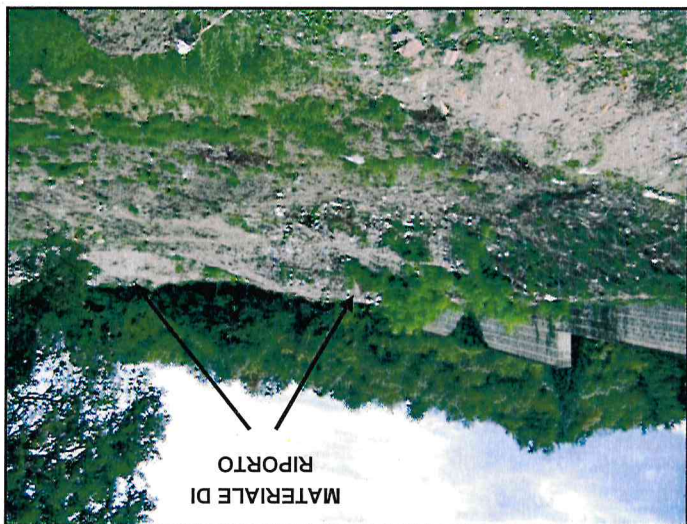


Foto 2-3 - Particolari delle viste da nord-est e da sud-ovest dell'area in studio

Gradualmente verso valle affiorano terreni afferenti alla formazione delle *Arenarie di Caiazzo* e ciò viene evidenziato nella stratigrafia del sondaggio geomeccanico (S1), eseguito al limite inferiore dell'area di interesse (vedi carta ubicazione indagini).
In particolare per conseguire un maggior dettaglio dei parametri geotecnici e sismici dei terreni di fondazione, sono state eseguite quattro prove penetrometriche dinamiche pesanti, un sondaggio a carotaggio continuo, una prova sismica down hole.
La perforazione è stata eseguita a carotaggio continuo, tramite una sonda idraulica con carotiere semplice avente diametro di 101mm e

lunghezza di 3.00 m impiegato a secco, giungendo ad una profondità dal piano campagna di - 30 metri.

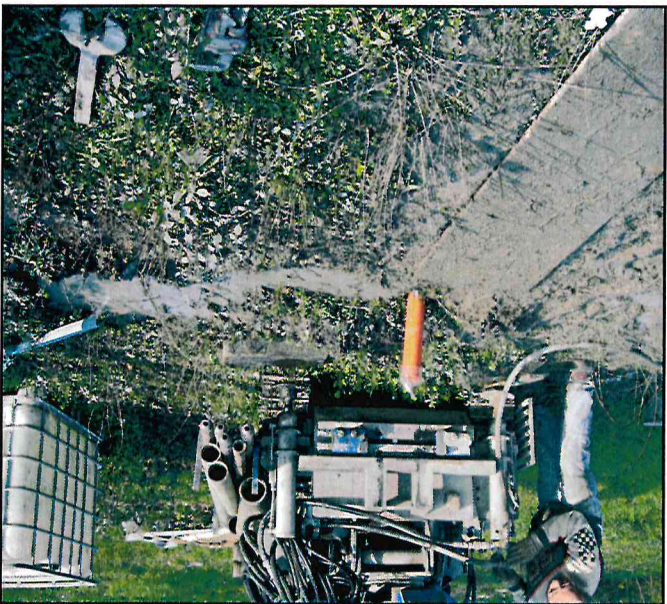
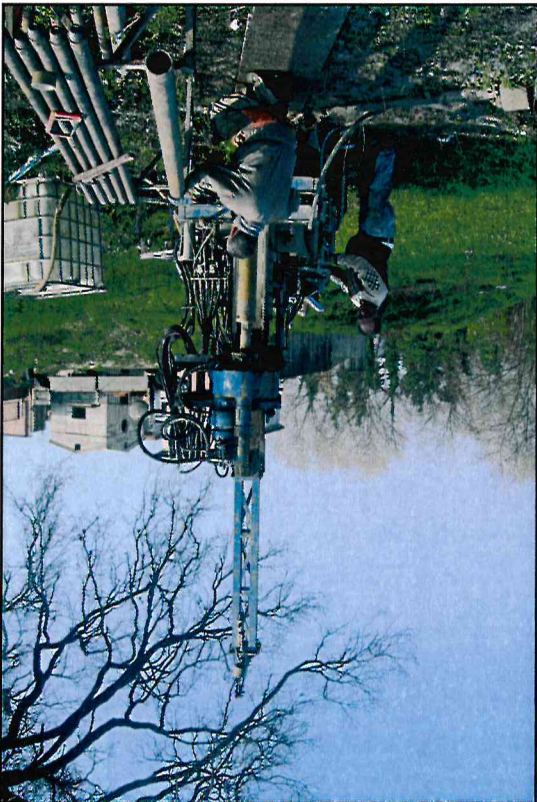


Foto 4-5 - Particolari delle manovre di carotaggio e di condizionamento del foro

Durante l'esecuzione del carotaggio sono state eseguite, alle profondità di interesse, una prova SPT in foro e cinque prelievi di campioni indisturbati. Al termine delle operazioni di carotaggio, il foro è stato opportunamente condizionato attraverso un tubo in PVC da 80 mm, in modo da prepararlo all'esecuzione della prova sismica down hole. Durante le perforazioni è stato necessario stabilizzare le pareti del foro fino a 30,00 m di profondità mediante l'utilizzo di tubi di rivestimento metallici provvisori di diametro pari a 127 mm.

Le carote estratte nel corso delle perforazioni sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici, munite di scomparti divisorii.

Il prospetto stratigrafico riportato in allegato contiene le seguenti informazioni:

denominazione del cantiere;

committente;

data di inizio e fine perforazione;

descrizione, rappresentazione simbolica e profondità dal piano di campagna dei terreni attraversati;

profondità di prelievo dei campioni indisturbati;

profondità e numero di colpi della S.P.T. realizzata nel corso della perforazione.

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati nr. 5 campioni indisturbati mediante l'infrissione di un campionatore in acciaio a pareti sottili del tipo Shelby.

Tale campionatore, utilizzato anche come contenitore definitivo, è stato sigillato alle estremità mediante paraffina e nastro adesivo.

I campioni prelevati sono stati recapitati immediatamente nella sede del laboratorio per l'esecuzione delle opportune prove ed analisi.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei campioni prelevati e delle prove di laboratorio eseguite:

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GRANDEZZE INDICI	GRANULOMETRIA	TAGLIO DIRETTO	EDOMETRICA	PERMEABILITA'
S1	1	2.00-2.40	X	X	X	X	X
S1	2	4.30-4.70	X	X	X		
S1	3	7.30-7.80	X	X	X		
S1	4	12.60-13.00	X	X			
S1	5	21.20-21.60	X				

I risultati delle prove di laboratorio sono riportati nella seguente tabella:

RISULTATI PROVE DI LABORATORIO

Sondaggio	Campione	Profondità m	Peso specifico dei grani (g/cm ³)	Peso unità di volume (g/cm ³)	Contenuto d'acqua %	Peso volume saturo (g/cm ³)	Indice dei vuoti	Porosità %	Grado di saturazione %	Angolo di attrito (°)	Coesione kpa	Permeabilità (m/s)	Definizione granulometrica
S1	C1	2.00-2.40	2.68	1.61	55.28	1.65	1.58	61.31	93.48	25.06	10.13	8.61E-09	Limo sabbioso argilloso debolmente ghialoso
S1	C2	4.30-4.70	2.70	2.01	21.88	2.04	0.64	38.92	92.71	21.60	23.47		Sabbia con limo argilloso
S1	C3	7.30-7.80	2.72	2.00	26.27	2.00	0.72	41.77	99.62	23.00	15.37		Sabbia con limo argilloso
S1	C4	12.60-13.00	2.71	2.09	20.14	2.10	0.56	35.81	97.85				Argilla con limo debolmente sabbiosa
S1	C5	21.20-21.60	2.72	2.04	16.40	2.11	0.55	35.57	80.81				Argilla limosa

Le penetrometrie sono state eseguite con un penetrometro dinamico super pesante, modello "PAGANI TG 63-200 EML.C" avente le seguenti caratteristiche:

- peso del maglio = 63,5 (kg)
- altezza di caduta = 75 (cm)
- peso sistema battuta = 0,63 (kg)
- peso delle aste = 6,31 (kg)
- sezione punta conica = 20,43 (cmq)
- angolo al vertice = 90°
- lunghezza delle aste = 1,0 (m)
- avanzamento punta = 20 (cm)

Tale prova consiste nel misurare, in modo continuo, la resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard infissa nel

terreno attraverso la percussione di un maglio. Il dato che ne scaturisce è il numero di colpi N necessario all'infissione di 20 cm della punta nel terreno. I risultati delle prove sono riportati in allegato.

Il parametro caratteristico dello stato di addensamento dei terreni incoerenti è la resistenza dinamica alla punta "Rd", ricavabile direttamente dalla formula degli "Olandesi":

$$Rd = \frac{M^2 * h}{A * e * (M + P)}$$

dove:

- Rd = resistenza dinamica
- M = peso del maglio
- h = altezza di caduta del maglio
- A = sezione della punta conica
- e = 20/N con N numero di colpi opportunamente mediato
- P = peso delle aste e sistema battuta

In funzione di Rd, attraverso correlazioni di carattere empirico, è possibile ricavare direttamente la capacità portante Q_{amm} dei terreni;

Hermnier a tal scopo propone la relazione: $\tilde{Q}_{amm} = \frac{Rd}{20}$, dove il valore della

Q_{amm} è comprensivo del coefficiente di sicurezza S=3. (Tale formula risulta valida per fondazioni superficiali e non tiene conto della geometria della fondazione e della profondità di imposta della fondazione).

Inoltre, attraverso numerose esperienze di carattere professionale che evidenziano precisi elementi di correlazione tra le prove penetrometriche dinamiche continue, tipo DPSH, e le prove SPT, si può porre: NSPT ≈ 1,5 x N(20 cm)

E' possibile quindi utilizzare la vasta bibliografia esistente e di sicura attendibilità, sviluppata sulle prove SPT da numerosi AA., per

effettuare correlazioni empiriche tra NSPT e le caratteristiche geotecniche dei terreni.
Nelle tabelle in allegato sono quindi riportati per strati omogenei il numero di colpi rilevati in campagna, i valori della resistenza dinamica Rd, la coesione non drenata Cu, il modulo edometrico Ed, il modulo di Young Ey.

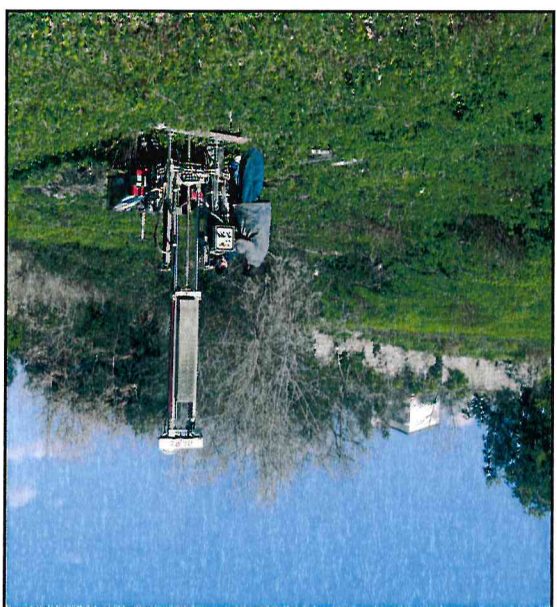
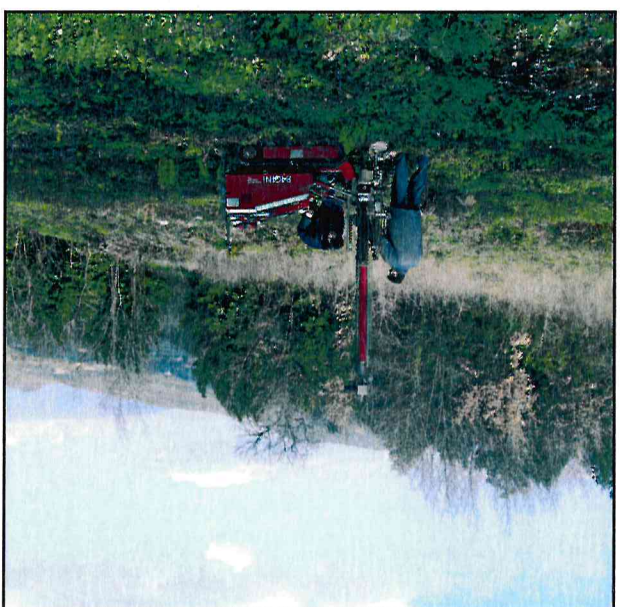


Foto 6-7-8 - Particolari dell'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche super pesanti



A seguito delle prove geotecniche in sito, alle prove di laboratorio ed alla loro elaborazione, si è pervenuti ad una caratterizzazione geotecnica dell'area in studio, verificando che la stessa può essere suddivisa in due aree eterogenee.

La prima, denominata "zona di coronamento" va ad interessare la parte alta dell'area che funge non a caso da coronamento alla zona basale, sottoposta alla stessa e denominata "zona terrazzata".

In sostanza la maggiore differenza è data dal fatto che gran parte della "zona terrazzata", presenta una circolazione sotterranea di una falda superficiale che va da 1,20 metri dal piano campagna in corrispondenza della prova penetrometrica P3, a 3,50 metri dal piano campagna in corrispondenza della prova P4 e del sondaggio S1 (vedi Carta Idrogeologica).

E' da precisare che tale falda affiora nel litotipo denominato *limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso*, derivante dall'alterazione della formazione delle *Arenarie di Calazzo*.

Tale circolazione nella coltre alterata superficiale è tipica dei materiali in affioramento e nel caso specifico è generata dalla particolare morfologia dell'area a forma di "anfiteatro", che convoglia le acque di ruscellamento superficiale in direzione della zona terrazzata, posta ad una quota inferiore.

Detto ciò si possono fornire, due stratigrafie geotecniche indicative dell'area in esame, e schematizzate nelle tabelle successive, dove vengono riassunti i principali caratteri geomeccanici del terreno:

Stratigrafia e Parametri geotecnici zona di coronamento

Strato	Litologia	Prof. m	γ g/cm ³	Cu Kg/cm ²	E _d Kg/cm ²	E _{young} Kg/cm ²	v	K ₁ Kg/cm ³
1	Terreno vegetale	0,00 - 1,00	1,50	0,18	16	10	0,43	1
2	Limo sabbioso argilloso	1,00 - 3,40	1,60	0,29	26	29	0,44	2,0
3	Sabbia con limo argilloso	3,40 - 5,00	2,00	1,13	102	172	0,42	3,5
4	Argilla con limo debolmente sabbiosa	5,00 - 6,00	2,10	1,91	173	305	0,41	5,0
5	Sabbia con limo argilloso	6,00 - 7,20	2,00	0,81	72	116	0,42	3,0

Stratigrafia e Parametri geotecnici zona terrazzata

Strato	Litologia	Prof. m	γ_{sat} g/cm ³	ϕ °	C Kg/cm ²	Cu Kg/cm ²	E _d Kg/cm ²	E _{young} Kg/cm ²	v	K ₁ Kg/cm ³
1	Terreno vegetale	0,00 - 1,00	1,50	-	-	0,15	15	7,0	0,43	1
2	Limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso	1,00 - 4,00	1,65	25	0,10	0,30	30	35	0,44	2,0
3	Sabbia con limo argilloso	4,00 - 6,00	2,04	21,6	0,23	0,30	30	35	0,43	2,0
4	Sabbia con limo argilloso	6,00 - 7,80	2,00	23,0	0,15	0,90	80	135	0,42	3,0
5	Argilla con limo debolmente sabbiosa	7,80 - 16,80	2,10	-	-	1,80	160	280	0,41	5,0
6	Argilla limosa	16,80 - 30,00	2,11	-	-	> 2,00	-	-	0,38	-

γ_{sat} = peso di volume saturo; ϕ = angolo di attrito; E_{young} = modulo di Young; K₁ Winkler; E_d = modulo edometrico;

c = coesione ; cu = coesione non drenata; v = modulo di poisson

I calcoli geotecnici possono essere effettuati sia in condizioni drenate che non drenate.

Dato che il γ_{sat} (peso di volume saturo) è molto simile al γ_n (peso di volume naturale) a causa dell'alto grado di saturazione dei terreni, per i calcoli geotecnici in condizione drenata bisogna considerare il γ' (peso di volume sommerso) che è pari a:

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \gamma_{sat} - I$$

E' consigliabile pogiare le fondazioni delle opere strutturali a farsi ad una profondità superiore al metro dall'attuale piano campagna, in quanto il terreno vegetale presenta scarse caratteristiche geomecchaniche.

Per il calcolo dei cedimenti di una fondazione, si fa l'ipotesi che il carico sia uniformemente distribuito sul piano di posa ovvero che la fondazione sia infinitamente rigida. Per il calcolo strutturale della fondazione, sotto l'azione del sistema equilibrato costituito dai carichi trasmessi dalla sovrastuttura e dalle reazioni del terreno, occorre conoscere la distribuzione di queste ultime, che dipendono dalla interazione fra il terreno, la struttura di fondazione e la sovrastuttura. Il metodo più noto è quello di Winkler che assimila il terreno ad un letto di molle indipendenti l'una dall'altra e il cedimento di un punto del piano limite dipende solo dal carico q direttamente agente sullo stesso punto, secondo l'espressione:

$$K * w = q$$

in cui K [N/cm³] si definisce *coefficiente di reazione del terreno o coefficiente di sottofondo*.

Tale coefficiente non è una caratteristica del terreno, infatti dipende, oltre che dalle caratteristiche del terreno e dalla costituzione del sottosuolo, anche dalla forma e dalle dimensioni in pianta delle fondazioni e dal carico applicato.

Il valore di K può essere calcolato, quindi,

per le sabbie
$$K = K_1 * ((B + b_1) / 2B)^2 \text{ [Winkler]}$$

con b_1 larghezza della piastra e B larghezza della fondazione.

Non disponendo di prove di carico su piastra, prova che permetterebbe la individuazione univoca del parametro K_1 , e purché il carico agente sia almeno 1/3 del carico limite, si potrà fare riferimento ai valori sperimentali riportati in tabella per terreni granulari:

<i>Tipo di sabbia</i>	<i>Stato di addensamento</i>	<i>Sciolto</i>	<i>Medio</i>	<i>Denso</i>
<i>Non satura</i>	<i>Campo di variazione</i>	7 - 20	20 - 100	100 - 350
	<i>valore consigliato</i>	15	50	175
<i>Satura</i>	<i>valore consigliato</i>	10	30	110

rif. **C. Viggiani** - *Fondazioni*, 1999. Università degli Studi di Napoli
 Valori tipici di K_1 (N/cm³) per terreni incoerenti

In ogni caso si consiglia di poggiare le fondazioni ad una profondità tale da avere un carico ammissibile del terreno di fondazione superiore al carico indotto dalla struttura.

4. Dati idrologici

L'analisi dei dati relativi alla piovosità dell'area è stata eseguita tenendo in considerazione i dati provenienti dalla stazione pluviometrica di Calazzo (quota pluviometro 212 m s.l.m.) appartenente al servizio Meteorologico Nazionale, sezione di Napoli.

I dati raccolti hanno evidenziato che la piovosità media annua è conforme alle zone appenniniche interne.

Anno	PIOGGIA ANNUA (se non diversamente indicato) in mm
1974	1096,1
1975	679,8
1976	1286,0
1977	638,4
1978	1131,8
1979	1415,4
1980	1177,7
1981	917,3
1982	577,2
1983	656,2
1984	1158,0
1985	621,4
1986	650,4 (relativi ad 8 mesi)
1987	820,0 (relativi a 10 mesi)
1988	963,4

Particolare interesse è stato attribuito alle precipitazioni di massima intensità, infatti, queste danno indicazioni sulle potenziali piene degli alvei fluviali.

Di seguito si riportano i dati relativi ad un periodo di osservazione compreso tra il 1974 ed il 1988:

Anno	1 ^a h (mm)	3 ^a h (mm)	6 ^a h (mm)	12 ^a h (mm)	24 ^a h (mm)
1974	23,0	39,0	45,0	45,2	49,2
1975	18,0	30,2	35,6	35,6	41,0
1976	34,0	55,6	56,6	58,6	59,0
1977	30,2	33,0	33,2	33,8	66,6
1978	24,0	28,0	51,6	68,0	99,0
1979	40,0	52,0	54,0	54,0	59,0
1980	27,0	34,6	42,6	63,0	79,0
1981	28,0	31,4	31,4	41,4	60,0
1982	-	-	-	-	-
1983	20,0	24,0	24,0	30,0	48,0
1984	19,2	25,0	25,8	40,0	70,0
1985	12,2	22,6	38,0	54,2	72,0
1986	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-
1988	31,6	53,2	58,6	69,0	94,0

Attraverso un attento rilievo di campagna, un esame delle condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, si osserva che la zona di interesse è caratterizzata da alcuni fenomeni di instabilità.

Una fenomenologia di instabilità molto evidente è individuata nella parte immediatamente a nord del cimitero esistente, legata alla presenza dei materiali di riporto, caratterizzati da fenomeni di smottamenti (piccoli fenomeni gravitativi rotazionali), legati alle scarse proprietà geotecniche dei materiali, nonché alla pendenza degli stessi.

Una fenomenologia di instabilità più estesa è quella che interessa la coltre superficiale dei materiali affioranti, caratterizzata dalla presenza di una falda, che provoca scivolamenti sugli strati inferiori. Questo fenomeno, assimilabile a creep, interessa interamente l'area destinata all'ampliamento ed una grande fascia all'intorno.

Una ulteriore fenomenologia di instabilità è individuata alla estremità nord-est dell'area in studio, in prossimità di una scarpata che definisce il limite dell'area.

In particolare si tratta di un fenomeno franso localizzato ad una area poco estesa dove è visibile la zona di coronamento della stessa (vedi Carta Geomorfologica). Per migliorare le condizioni di stabilità dell'area destinata all'ampliamento del Cimitero comunale risulta indispensabile intervenire con appropriati interventi di bonifica.

Per quanto riguarda la sistemazione del pendio interessato da materiali di riporto, in primo luogo sarebbe opportuno rimuoverlo completamente, in quanto si tratta di materiale eterogeneo dalla scadenti caratteristiche geotecniche e successivamente realizzare (come da progetto)

5. Stabilità dell'area

delle gradonature attraverso muri di contenimento, opportunamente dimensionati, le cui fondazioni superficiali siano associate a fondazioni profonde (pali), al fine di migliorare la stabilità dei pendii.

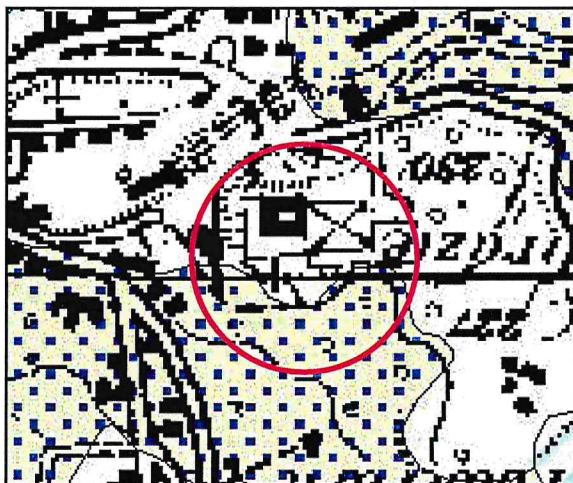
Per la parte dell'area cimiteriale interessata da fenomeni di creep (lento colamento superficiale), sarà necessario prevedere un corretto piano di drenaggio, in modo da intercettare la piccola falda rilevata nella coltre superficiale alterata, e successivamente allontanandola in impluvi naturali esistenti. Allo stesso modo sarà necessario evitare una caotica circolazione superficiale delle acque di ruscellamento legate alle precipitazioni atmosferiche, sia all'interno dell'area cimiteriale che nelle zone di coronamento, attraverso opportune opere di canalizzazione superficiale.

Si dovrà inoltre intervenire nella parte nord-est dell'area cimiteriale, interessata da un fenomeno franoso localizzato, attraverso opportune opere di consolidamento, in modo da evitare l'avanzamento verso monte della zona di distacco ed escludere qualsiasi ulteriore movimento.



Alle spalle di qualsiasi opera di contenimento, sarà necessario prevedere drenaggi efficacemente dimensionati, in modo da evitare l'accumulo di eventuali acque di infiltrazione che possano determinare il peggioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Inoltre è da precisare che la zona in esame ricade in parte in area C1, definita nell'art 13 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico rischio frana, dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno come "Area di possibile ampliamento di fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco (C1)".



Stralcio della Carta degli scenari di rischio fuori scala



Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 - C1

In tale area gli interventi sono subordinati all'applicazione della normativa vigente con particolare riguardo all'applicazione delle prescrizioni contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 Marzo 1988 pubblicato sul Supplemento Ordinario n°47 della G.U.R.I. n°127 del 1/6/88, circolare LL.PP. 24/9/88 n°3483 e successive norme e istruzioni.

Da quanto descritto in relazione, si può affermare che l'area destinata all'ampliamento del Cimitero comunale di Caiazzo è influenzata da alcuni fattori geomorfologici, per cui risulta necessario intervenire con appropriati interventi di bonifica, come già indicato in relazione.

In particolare per la sistemazione del pendio sarà sicuramente necessario, prevedere un intervento a gradoni, opportunamente dimensionato, in modo da evitare brusche rotture di pendenza e di attestare il piede del gradone su litologie uniformi e con buone caratteristiche geotecniche.

Particolare attenzione si dovrà porre alle opere di drenaggio superficiale, in modo da evitare la circolazione caotica delle acque superficiali ed allo stesso modo non facilitare un ruscellamento concentrato, che potrebbe portare a successivi fenomeni di instabilità. Inoltre una corretta progettazione delle opere di drenaggio superficiale, ridurrebbe anche i quantitativi delle acque di infiltrazione nel sottosuolo, limitando così l'alimentazione della piccola falda, presente negli strati più superficiali, individuata nei sondaggi. Oltre a ciò sarà necessario prevedere delle adeguate trincee drenanti, in modo da intercettare ed allontanare la falda stessa.

Tali operazioni di drenaggio della falda si rendono necessarie, a maggior ragione, qualora siano previste sepolture per inumazione. Infatti la normativa vigente ed in particolare il *Decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1990 n. 285*, prevede all'art. 57 comma 5, 6 e 7 che:

6. Conclusioni

- 5. "Il terreno dell'area cimiteriale deve essere sciolto sino alla profondità di metri 2,50 o capace di essere reso tale con facili opere di scasso, deve essere asciutto e dotato di un adatto grado di porosità e di capacità per l'acqua, per favorire il processo di mineralizzazione dei cadaveri"
- 6. "Tali condizioni possono essere artificialmente realizzate con riporto di terreni estranei"
- 7. "La falda deve trovarsi a conveniente distanza dal piano campagna e avere altezza tale da essere in piena o comunque col più alto livello della zona di assorbimento capillare, almeno a distanza di metri 0,50 dal fondo della fossa per inumazione"

Inoltre all'art. 68 comma 1 prevede che :

- 1. "I campi destinati all'inumazione, all'aperto ed al coperto, devono essere ubicati in un suolo idoneo per la struttura geologica e mineralogica, per proprietà meccaniche e fisiche e per il livello della falda idrica".

E' comunque possibile adottare provvedimenti tecnici atti a migliorare la qualità del terreno che non possiede requisiti di completa idoneità, realizzando le fosse di inumazione nel seguente modo:

- realizzare uno scavo unico fino alla profondità di circa 2,50 metri;
- sistemare sul fondo dello scavo un letto di ghiaione con una funzione di drenaggio dello spessore di circa 0,30 metri sul quale disporre i feretri;
- Ricoprire lo scavo con terra costituita per il 50% da sabbia mista.

Un ulteriore perfezionamento può essere attuato con la realizzazione di uno scavo con fondo leggermente inclinato verso uno dei lati del campo, con la creazione nella zona più profonda di un successivo abbassamento e riempimento con pietrame e ghiaia favorendo la dispersione dei liquami.