



Studio Tecnico Geologico
Albo Geologi Regione Puglia n. 188
P. IVA = 03514130727=
e-mail : giudas@virgilio.it
Tel/Fax. 0883-511223
reperibilità 335 - 8247605

Città di BARLETTA



Oggetto:

**PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELLE STRUTTURE E
REDAZIONE DEI CALCOLI STRUTTURALI INERENTI I
LAVORI DI RECUPERO E RISTRUTTURAZIONE DELLA
PALAZZINA COMUNALE DI VIA GALVANI**

Committente :

Comune di Barletta - Settore Manutenzioni

Relazione geologica

dott.geol
Giuseppe DASCANIO
Dott. Dascanio Giuseppe
Ord. Reg. Geol. Puglia n. 188
70051 Barletta

Giugno 2014

Premessa

A seguito di incarico ricevuto dal **Comune di Barletta**, per la redazione di uno studio geomorfologico e geotecnico, relativo al suolo prescelto, alla **Via Galvani**, dell'abitato di **Barletta**, per la realizzazione delle opere di cui all'oggetto della presente nota, è stata eseguita una campagna di indagini e prove in situ, al fine di acclarare l'assetto morfologico e geolitologico dell'area prescelta, nonché per acquisire i parametri per la caratterizzazione geotecnica dei terreni in oggetto.

In ottemperanza alla normativa vigente sono stati effettuati rilievi diretti e riferimenti a situazioni similari.

L'area indagata si sviluppa su un territorio posto alla periferia meridionale dell'abitato e comprende, tra gli altri i seguenti elaborati tecnici:

- relazione geologico-tecnica;
- stralcio planimetrico geomorfologico;
- successione litostratigrafica;
- sondaggi sismici.

Con l'indagine in oggetto si sono potuti fornire ai progettisti i dati conoscitivi di base a carattere geologico e geotecnico al fine di una corretta progettazione delle strutture relative all'opera da realizzare, per definire la fattibilità geomorfologica dell'area.

Condizioni generali del territorio

Lo scrivente, per il progetto di che trattasi, nel far riferimento ai dati della cartografia geologica ufficiale ed alle note scientifiche pubblicate in letteratura specifica, relativamente alle formazioni affioranti nel territorio di **Barletta**, ha ritenuto opportuno avvalersi, anche, delle relazioni geologico - tecniche già eseguite per studi di piani territoriali o per per la costruzione di edifici pubblici o privati, che hanno interessato la zona di studio, quali utili strumenti di orientamento e correlazione nella risoluzione delle problematiche specifiche connesse alla realizzazione della opera di cui all'oggetto.

I risultati delle indagini, degli studi e dei calcoli geotecnici completano lo studio geologico e ne costituiscono parte integrante.

Lo studio geomorfologico, idrologico e geologico é stato perciò articolato seguendo lo schema consigliato dalle normative vigenti.

La conoscenza geologica e la caratterizzazione geotecnica del suolo e del sottosuolo, della zona interessata al progetto, sono state ottenute mediante rilievi ed indagini geognostiche, basando la scelta dei coefficienti di sicurezza su fattori connessi sia alle proprietà dei terreni che alla ricorrenza probabilistica di eventi naturali.

- La caratterizzazione geotecnica é stata ottenuta con le indagini in situ, comparate con quelle eseguite in aree vicine a quella in esame, e comunque sui medesimi litotipi, e risulta coerente con la ricostruzione geologica e litostratigrafica. I dati rilevati sono riportati nella apposita documentazione allegata.

- L'ampiezza delle indagini é stata proporzionata alle dimensioni ed alle caratteristiche strutturali delle opere da realizzare, tenendo conto anche della personale conoscenza della zona, oltre che del fatto che la presenza di un manufatto non consente la realizzazione di indagini puntuali nel sito stesso.

Lineamenti geomorfologici del territorio

I lineamenti geomorfologici di seguito riportati riguardano l'intero territorio del **Comune di Barletta**, compreso interamente nel *Foglio n. 176 "Barletta"* della Carta Geologica d'Italia, in scala 1 : 100.000.

L'aspetto topografico dominante è quello caratteristico dei terrazzi marini, dolcemente degradanti verso la linea di costa.

Il territorio, verso mare, è caratterizzato da numerose zone pianeggianti, talvolta di notevoli estensioni, che costituiscono gli ultimi lembi residui dell'azione marina in fase di colmamento (regressione).

Tali pianori possono essere talvolta fittamente incisi da solchi erosivi non sempre perpendicolari alla linea di costa.

Verso monte l'agro del **Comune di Barletta** è caratterizzato da rilievi collinari, con altezza media di 40 - 50 m s. l. m., con morfologia mammellonata, solcati da incisioni paleotorrentizie (lame) orientate verso nord-ovest, con tendenza verso il fiume **Ofanto**, o in direzione nord-est, cioè verso la linea di costa.

I rilievi degradano verso il mare, raccordandosi alle spiagge attuali a mezzo di piani, dati da vecchi terrazzi marini che assumono un orientamento SE-NW, ossia parallelo alla linea di costa, mentre il raccordo fra le strutture morfologiche dei pianori e delle spiagge attuali, avviene con un cambio repentino di pendenza e con salti di pochi metri.

Il dato più importante, che si rileva dall'analisi del territorio posto a sud-est dell'area di studio è l'esistenza di estesi pianori che risultano contornati da orli di terrazzo, per caduta di pendio, ed abbracciano una zona, morfologicamente depressa, che si orienta verso il vallone "**Camaggi**", ossia verso la ferrovia **Bari-Nord** e la **S.S. 170 per Andria**.

I lineamenti topografici del territorio sono condizionati in maniera determinante dalla natura delle rocce clastiche e l'acclività, più o meno accentuata, risulta strettamente legata allo stato di aggregazione ed all'assetto dei litotipi affioranti.

I materiali presenti sono, in generale, facile preda degli agenti erosivi e pertanto le forme del territorio sono in continua evoluzione.

Tale caratteristica accentua l'intensità di alcune zone in pendio, specie di quelle in cui compaiono litotipi scarsamente cementati a grana fine.

In particolare l'area in esame si colloca su isoipse di circa 15 - 20 metri sul livello mare.

GEOLOGIA DEL TERRITORIO

Per la realizzazione della carta della geologia del territorio, su cui ricade l'area oggetto di studio, è stato necessario esaminare non solo la natura litologica dei terreni affioranti, ma anche le loro caratteristiche fisiche macroscopiche, quali la granulometria e lo stato di addensamento (compattezza).

Il territorio, dal punto di vista geologico, è costituito prevalentemente da una successione di depositi marini, riferibili al **Plio-Pleistocene**, ed alluvionali, riferibili all'**Olocene**.

I depositi marini del **Plio-Pleistocene** si presentano con giacitura sub-orizzontale, con lieve inclinazione, generalmente inferiore a 10° , data dal normale degrado verso la linea di costa, posta a **nord**.

Nella carta geologica ufficiale l'insieme di tali depositi di età pleistocenica e olocenica vengono individuati con la simboleggiatura **Q_m** e **a1**.

Per quest'ultimi (**a1**) precedenti studi a carattere litostratigrafico e morfologico condotti sui depositi quaternari, affioranti nella **Tavoletta F.176 1° N-O Barletta** e quindi anche nella zona in studio, consentono di ritenere i terreni in esame come sedimenti marini di paleolaguna o comunque di bacini chiusi in parte sovrapposti, giustapposti o sottostanti a depositi di facies prevalentemente terrigene eluviali ed alluvionali.

Questa semplice schematizzazione non soddisfa, comunque, da un punto di vista tecnico applicativo, in quanto non discrimina, all'interno dell'unica formazione, le differenti litofacies.

Le eterogeneità delle singole unità del deposito, infatti, comportano una diversa risposta geomeccanica del sedime e quindi un differente approccio conoscitivo.

Morfologicamente la zona studiata, compresa tra il IV° ed il V° ordine di terrazzo, si configura con una tipica depressione strutturale del substrato, in gran parte ricolmata dai depositi post-pleistocenici ed olocenici.

Non sono evidenziabili riprese dei fenomeni dislocativi in epoca recente ma è tuttavia da presumere una lenta azione di

sollevamento, accompagnata da una maggiore attività erosiva e dal graduale spostamento del paleo alveo verso sud.

Questi depositi alluvionali (**Olocene, a1**) sono di costituzione recente e sono dati da detriti sciolti di ciottolame calcareo inglobati in matrice sabbiosa e/o argillosa, derivanti dalle sedimentazioni fluvio-lacustri e dallo smantellamento del "pacchetto" plio-pleistocenico.

Hanno una potenza variabile, a seconda della giacitura ed inclinazione del substrato, ma in generale crescente da **ovest** verso **est**.

Mentre la morfologia del "pacchetto" pleistocenico, é quella tipica dei terrazzi marini costieri, ossia bassi ripiani con andamento parallelo alla linea di costa, che si raccordano alle spiagge attuali a mezzo di gradini o scarpate, di altezza non superiore ai **3-4 mt.**

La caratterizzazione geologica più importante del territorio è data da questa successione stratigrafica di terreni del ciclo sedimentario regressivo plio-pleistocenico, che si evidenziano, dall'affioramento di strati di sabbie limose, intercalate da livelli di argille ossidate grigio-verdi, a volte tendenti al marrone, e livelli di calcarenite grossolana poco cementata.

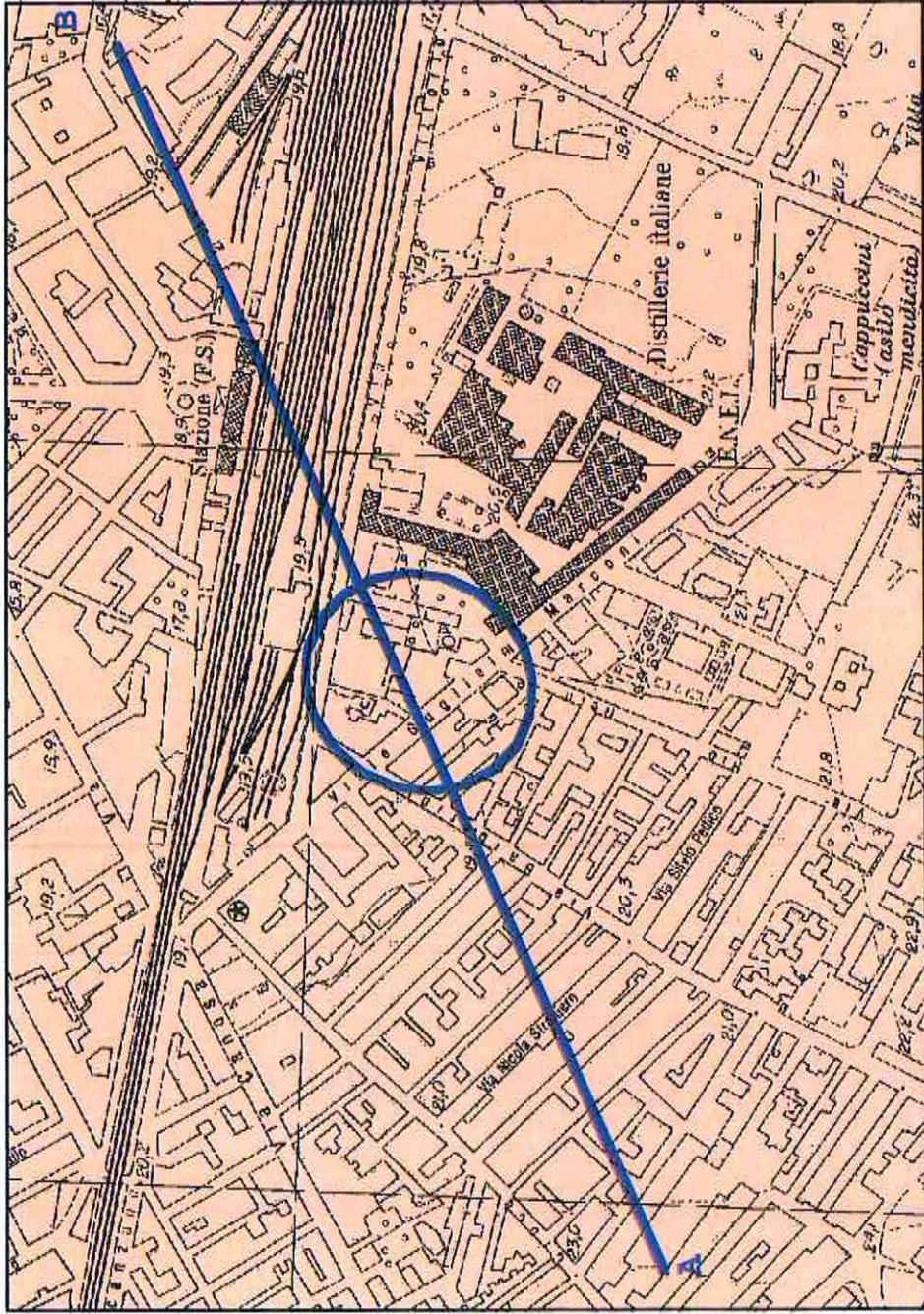
Tale formazione, prevalentemente siltosa, ha spesso come copertura una crosta calcarea molto fratturata, di spessore variabile tra i **30** ed i **50** centimetri. Il livello superficiale, prettamente sabbioso, di questa formazione presenta uno spessore complessivo tra i **3.00** ed i **4.00** metri.

Questo strato é costituito da sabbie quarzose e calcaree, spesso cementate, di colore giallastro e di spessore variabile; si trovano in posizione sottostante la crosta calcarea di cui sopra, mentre giacciono a mo' di copertura sui limi sabbiosi, sulle argille sabbiose ed argille sottostanti.

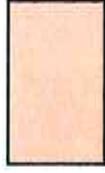
Difficile risulta stabilire il passaggio esatto tra le sabbie e le argille, verso il basso, e tra le sabbie e la crosta calcarea, verso l'alto, anche se in ciò aiuta una perforazione (cfr. stratigrafia in allegato) eseguita a suo tempo in vicinanza alla **Via Straniero**, che fornisce utili indicazioni in materia (pozzo FF. SS.).

Le sabbie di questo orizzonte contengono livelli arenacei molto diagenizzati, concrezioni calcaree nodulari, e limo calcareo polverulento; verso il basso le sabbie assumono una componente limo-argillosa e presentano concrezioni gessose, grigio-biancastre.

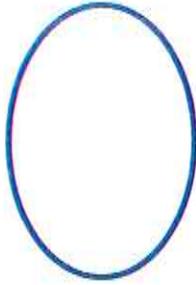
CARTA GEOMORFOLOGICA CON SEZIONE GEOMORFOLOGICA



LEGENDA



Complesso sabbioso silteso-
Crosta in superficie

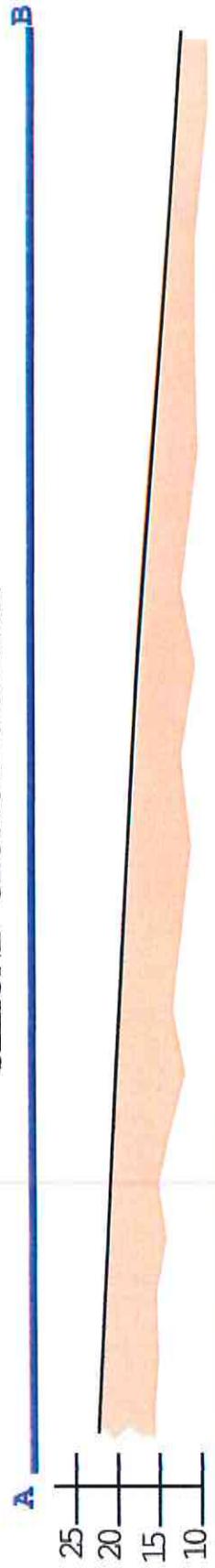


area oggetto
dell'intervento
edilizio



Traccia di
sezione

SEZIONE GEOMORFOLOGICA



Litostratigrafia dell'area in esame

L'area oggetto di studio ricade nella parte centrale della città.

Nell'area in cui ricade il sito in esame è stata effettuata una campagna sismica (cfr. allegato grafico), di cui si narra più avanti.

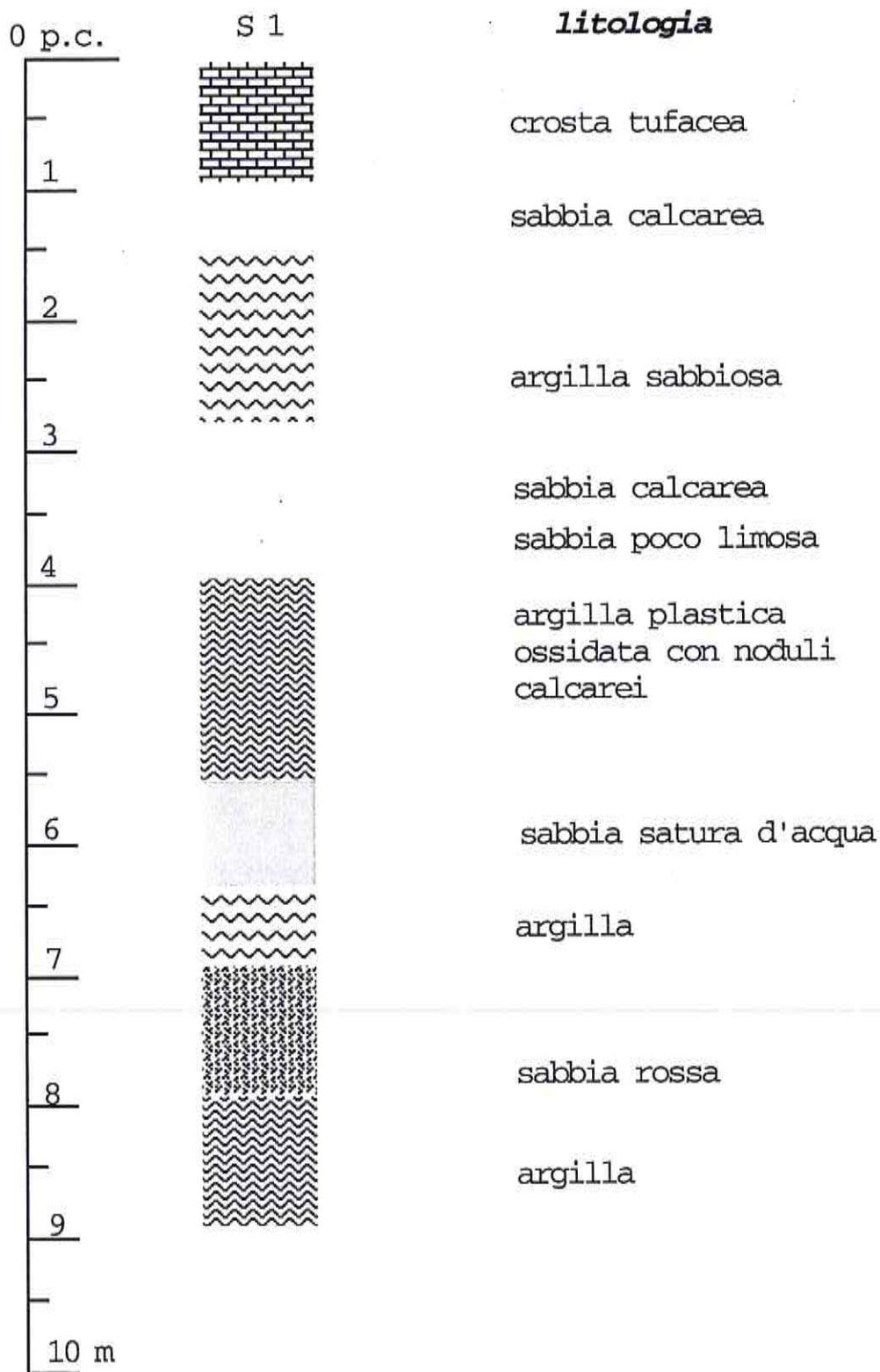
Sulla base dei rilievi geologici e della pregressa conoscenza dell'area, nonché delle evidenze stratigrafiche desunte dalle prove dirette eseguite nelle vicinanze del sito in esame, si è rilevata la seguente stratigrafia (vedi stratigrafia allegata).

Al di sotto del **terreno di riporto**, di spessore non superiore a pochi decimetri si rinviene una **crosta di calcare incrostante** di spessore massimo di **0,5 - 1 m**; proseguendo in profondità si ha il passaggio ad alternanze aperiodiche di sabbie più o meno limo - argillose, la cui componente argillosa aumenta con la profondità.

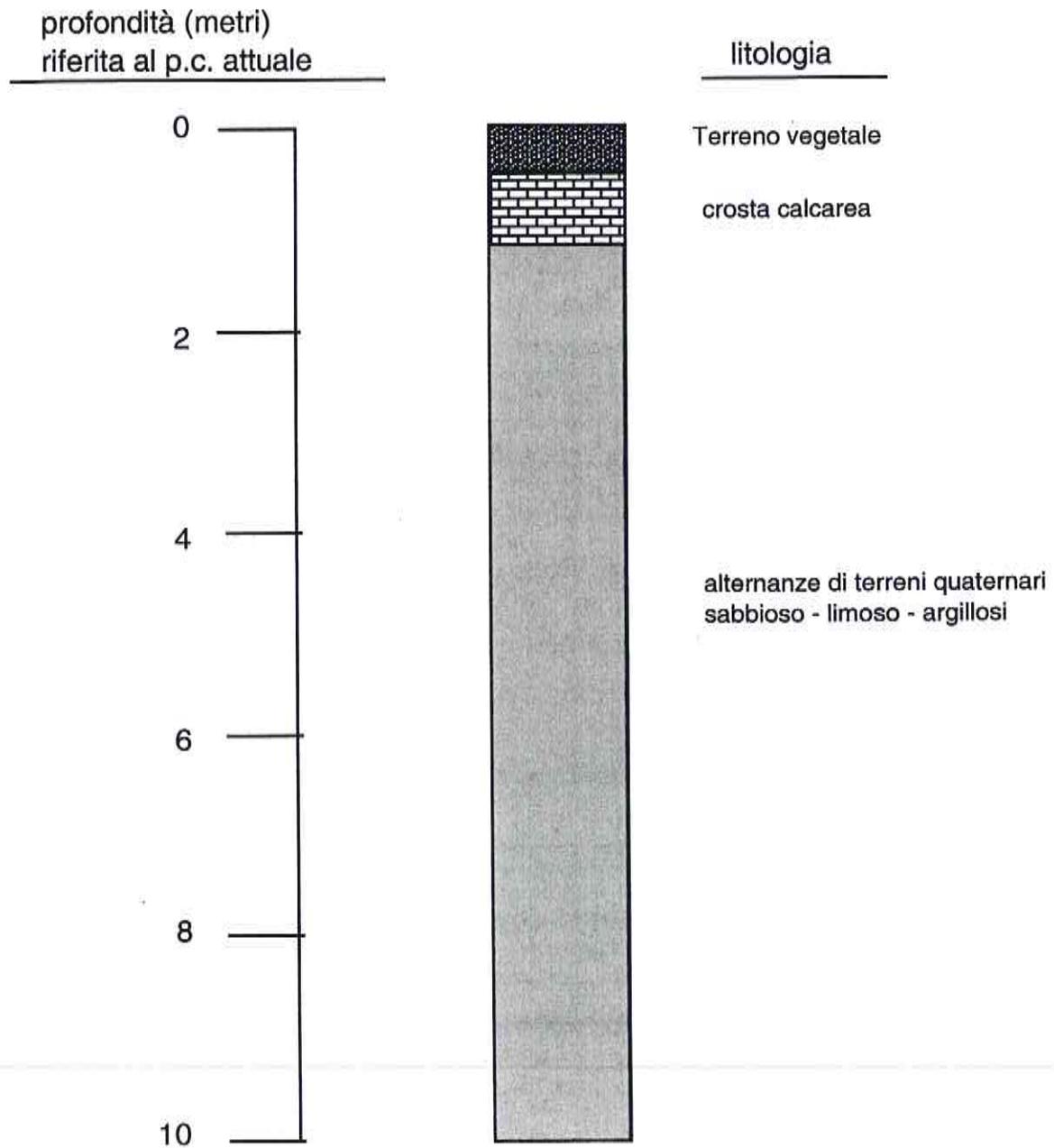
Dalla stratigrafia rilevata da un sondaggio geognostico profondo, di cui all'allegato grafico, effettuato in vicinanza della Ferrovia, si rinvengono fra i **12** e i **16** metri di profondità, campioni rimaneggiati di sabbia ossidata rossa e sabbia limosa giallo avana, ed alla quota di circa **m 11-12** dal p.c. si rinviene anche una **falda acquifera** sospesa.

I terreni affioranti, analogamente a quelli delle aree limitrofe, sono riferibili a depositi marini postcalabriani.

COLONNA LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA RILEVATA DA SONDAGGIO GEOGNOSTICO, CON SONDA A ROTAZIONE CON DISTRUZIONE DI NUCLEO, ESEGUITO ALLA VIA CANOSA (in prossimità della ferrovia)



**STRATIGRAFIA SCHEMATICA DELL'AREA
OGGETTO DI STUDIO**



PROVE PENETROMETRICHE

Verifica del calcolo della capacità portante dei terreni di fondazione con l'ausilio di prove penetrometriche dinamiche (effettuate con penetrometro Sunda DL 030).

Si riportano i grafici relativi ad prova penetrometrica dinamica, effettuata a suo tempo alla **Via Straniero**, in relativa vicinanza del sito oggetto di studio, e comunque sui medesimi litotipi (cfr. allegato grafico).

Questa prova è servita a determinare la caratterizzazione geotecnica dei terreni affioranti e di quelli del sottosuolo, dell'area in oggetto, la loro distribuzione stratigrafica laterale, la resistenza alla punta (= carico di rottura), la resistenza laterale (= angolo d'attrito) e le loro posizioni di giacitura rispetto all'andamento topografico delle zone circostanti, sino ad una quota di profondità significativa per la ripartizione delle tensioni di carico del fabbricato, come suggerito dalla circolare Ministero LL.PP. n.21597 del 3.6.1981 , al punto C.3."PRESCRIZIONI PER LE INDAGINI" e comunque sino alla quota di rifiuto del terreno, all'infissione della sonda con il metodo dinamico, la quale è risultata, al rinvenimento del banco argilloso sabbioso.

L'infissione é avvenuta a mezzo di una massa battente di **30 kg** per una volata di **20 cm**, contando il Numero dei colpi necessari all'approfondimento della punta in **10 cm** di terreno.

Da ogni prova si é costruito un istogramma, riportante sui due assi cartesiani la profondità ed il Numero dei colpi.

Da abachi esistenti in letteratura specifica e con l'ausilio di elaborazione computerizzata dei dati penetrometrici, si é ottenuto una verifica dei carichi di rottura con riferimento ad altri parametri geotecnici.

Qui di seguito si riportano i calcoli effettuati con software specifico.

I valori registrati sono stati confrontati con i valori ottenuti con le formule teoriche riportate in precedenza.

In tal modo si è potuto evidenziare che i valori di resistenza alla rottura (Rd) del terreno sono medio-bassi.

I dati rilevati del numero dei colpi sono stati elaborati con software specifico per la determinazione dei parametri geotecnici.

Detti parametri compaiono, in particolare, nelle stratigrafie ricavate dai dati penetrometrici (numero dei colpi per un approfondimento di 10 cm).

In queste "stratigrafie penetrometriche" compaiono dei parametri geotecnici i cui valori sono mediati per ogni strato di terreno considerato; pertanto i valori che appaiono per i vari strati nei relativi allegati grafici possono essere diversi da quelli di laboratorio calcolati sui campioni indisturbati (anche se entrambi appartenenti agli stessi ordini di grandezza), in quanto i primi sono comunque calcolati tramite formule tecniche esistenti in letteratura specifica.

Dei parametri geotecnici presenti si fornisce un breve chiarimento:

- gamma (kg/mc) e gamma' (kg/mc): con queste sigle si indicano il peso specifico naturale del terreno e quello efficace, entrambi mediati sull'intero strato considerato;

- sigma' V(kg/cmq): questo parametro fornisce il valore della pressione litostatica efficace, ossia della pressione, in kg, esistente su una superficie di 1 cmq; detta pressione non è uguale a quella data dalla colonnina di 1 cmq di terreno sovrastante, bensì inferiore a questa, in quanto il calcolo tiene conto degli attriti laterali e della compattezza dei materiali sovrastanti;

- CU (kg/cmq): questo parametro determina il valore, mediato per l'intero strato, della coesione non drenata;

- FI (gradi): questo parametro fornisce il valore dell'angolo di attrito; poichè l'angolo di attrito è anche funzione della coesione, possono verificarsi, nel calcolo mediato sull'intero strato, situazioni per cui venga fornita una aliquota maggiore alla coesione (a scapito del valore di angolo di attrito), ovvero venga fornito un valore apparentemente troppo alto di angolo di attrito (a scapito della coesione non drenata);

- DR (%); questo ultimo parametro fornisce, solo per i termini sabbiosi, il valore della densità relativa.

- K Orizzontale (Kg/cm); questo ultimo parametro fornisce il valore del coefficiente di sottofondo orizzontale.

Il risultato di detta elaborazione é riportato in allegato.

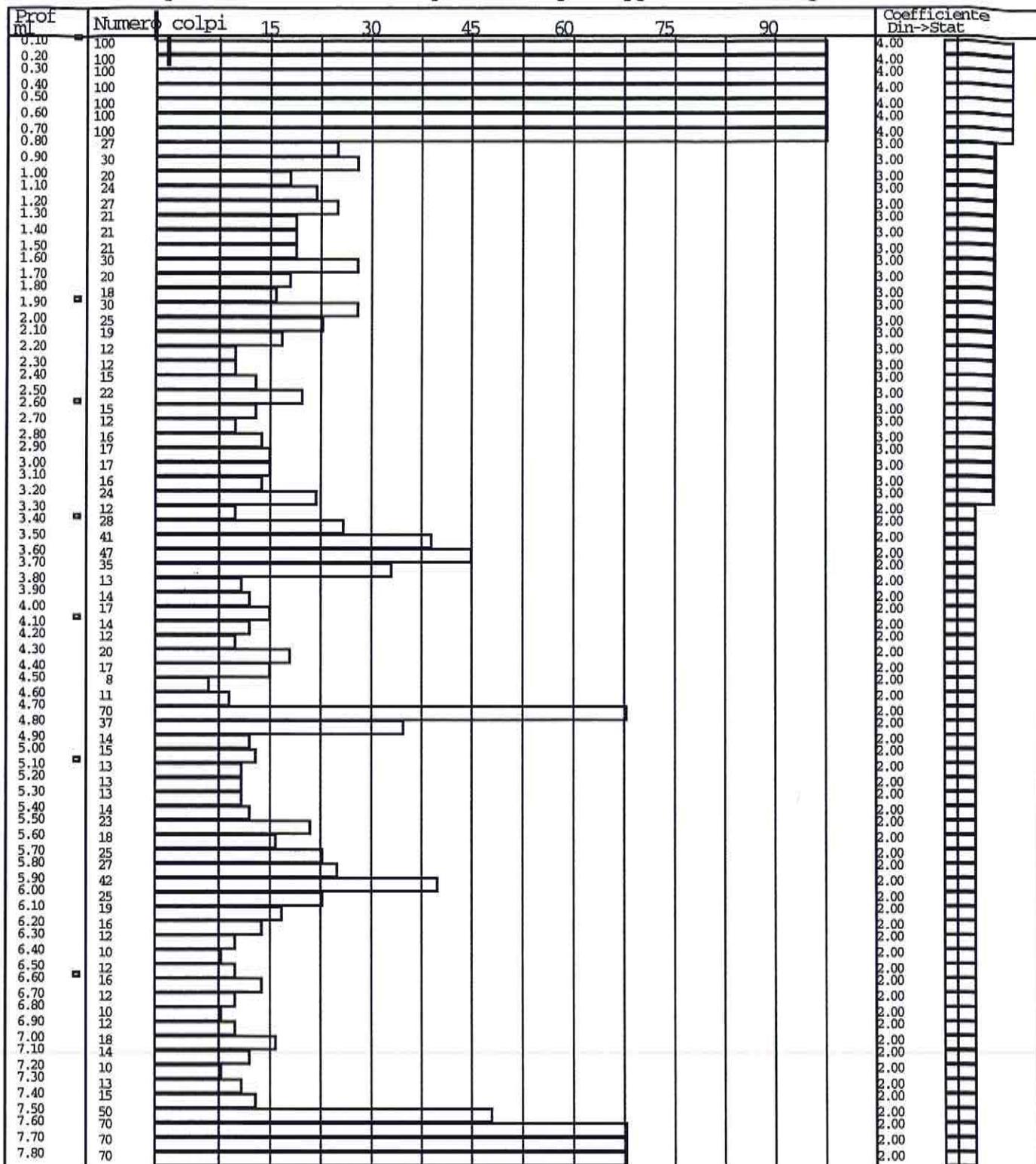
Dalla visione ed analisi degli istogrammi, penetrometrici, si evince che le resistenze geomeccaniche dei terreni, forniscono sempre valori globali medi.

Questa situazione è collegabile evidentemente alla presenza, più in profondità, di terreni sabbiosi concrezionati da matrice carbonatica.

PROVA PENE IROMETRICA DINAMICA P1

Via Straniero- Barletta

Grafico riportante il numero dei colpi necessari per l'approfondimento ogni 10 cm



Discretizzazione degli strati con calcolo computerizzato della Rp e della Ri

Prof ml	Resistenza di punta					Resistenza laterale			Rapporto Rp/Ri A	L	S	SG
	20	40	60	80	100	1.00	2.00					
0.10	400.0					6.90			58.0			
0.20	400.0					6.90			58.0			
0.30	400.0					6.90			58.0			
0.40	400.0	400.0				6.90	6.90		58.0	58.0		
0.50	400.0					6.90			58.0			
0.60	400.0					6.90			58.0			
0.70	400.0					6.90			58.0			
0.80	81.0					2.19			37.0			
0.90	90.0					2.43			37.0			
1.00	60.0					1.62			37.0			
1.10	72.0	71.6				1.95	1.94		37.0	37.0		
1.20	81.0					2.19			37.0			
1.30	63.0					1.70			37.0			
1.40	63.0					1.70			37.0			
1.50	63.0					1.70			37.0			
1.60	90.0					2.43			37.0			
1.70	60.0					1.62			37.0			
1.80	54.0					1.46			37.0			
1.90	90.0	66.0				2.43	1.78		37.0	37.0		
2.00	75.0					2.03			37.0			
2.10	57.0					1.54			37.0			
2.20	36.0					0.97			37.0			
2.30	36.0					0.97			37.0			
2.40	45.0					1.22			37.0			
2.50	66.0					1.78			37.0			
2.60	45.0					1.22			37.0			
2.70	36.0					0.97			37.0			
2.80	48.0	49.8				1.30	1.35		37.0	37.0		
2.90	51.0					1.38			37.0			
3.00	51.0					1.38			37.0			
3.10	48.0					1.30			37.0			
3.20	72.0					1.95			37.0			
3.30	24.0					1.09			22.0			
3.40	56.0					2.55			22.0			
3.50	82.0					3.73			22.0			
3.60	94.0					4.27			22.0			
3.70	70.0					3.18			22.0			
3.80	26.0					1.18			22.0			
3.90	28.0					1.27			22.0			
4.00	34.0	47.9				1.55	2.18		22.0	22.0		
4.10	28.0					1.27			22.0			
4.20	24.0					1.09			22.0			
4.30	40.0					1.82			22.0			
4.40	34.0					1.55			22.0			
4.50	16.0					0.73			22.0			
4.60	22.0					1.00			22.0			
4.70	140.0					6.36			22.0			
4.80	74.0					3.36			22.0			
4.90	28.0					1.27			22.0			
5.00	30.0					1.36			22.0			
5.10	26.0					1.18			22.0			
5.20	26.0					1.18			22.0			
5.30	26.0					1.18			22.0			
5.40	28.0					1.27			22.0			
5.50	46.0					2.09			22.0			
5.60	36.0					1.64			22.0			
5.70	50.0					2.27			22.0			
5.80	54.0					2.45			22.0			
5.90	84.0					3.82			22.0			
6.00	50.0					2.27			22.0			
6.10	38.0					1.73			22.0			
6.20	32.0					1.45			22.0			
6.30	24.0	47.0				1.09	2.13		22.0	22.0		
6.40	20.0					0.91			22.0			
6.50	24.0					1.09			22.0			
6.60	32.0					1.45			22.0			
6.70	24.0					1.09			22.0			
6.80	20.0					0.91			22.0			
6.90	24.0					1.09			22.0			
7.00	36.0					1.64			22.0			
7.10	28.0					1.27			22.0			
7.20	20.0					0.91			22.0			
7.30	26.0					1.18			22.0			
7.40	30.0					1.36			22.0			
7.50	100.0					4.55			22.0			
7.60	140.0					6.36			22.0			
7.70	140.0					6.36			22.0			
7.80	140.0					6.36			22.0			

Calcolo computerizzato dei principali parametri geotecnici

P m	Strati	Tipologia	Gamma kg/mc	Gamma' kg/mc	Sigma'V kg/cmq	CU kg/cmq	FI o	DR %	K _{oriz} kg/cmq
0,0									
0,7		Sabbia densa o compatta	1900	1900	0.430	0.000	38	100	20.00
1,5		Sabbia e limo argilloso	1700	1700	0.550	0.000	32	67	4.78
2,2		Sabbia e limo argilloso	1700	1700	0.655	0.000	31	61	4.40
3,2		Sabbia e limo argilloso	1900	1900	0.805	0.000	30	47	3.32
4,7		Argilla sabbiosa e limosa	1987	1987	1.103	1.021	0	0	3.19
7,8		Argilla sabbiosa e limosa	1984	1984	1.408	1.348	0	0	3.13

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Calcolo della capacità portante con ausilio dei parametri fisico-meccanici del terreno

Nel caso in esame i terreni di fondazione che ospitano i manufatti, possono assimilarsi, al di sotto dello strato di calcare incrostante, ad una alternanza di terreni sciolti a matrice sabbiosa, a partire dalla quota di - 1 m circa dal p.c.

Analisi già effettuate su litotipi simili, forniscono valori geotecnici significativi, con i quali si sono potute caratterizzare le formazioni litostratigrafiche, associando ai depositi in oggetto valori medi di coesione ed attrito, ritenuti validi anche nella pratica locale e dalla esperienza dello scrivente.

I depositi precedentemente descritti evidenziano un buono stato di consistenza, determinato dall'età e dall'assenza di materiale soffice.

Si ritiene perciò di poter attribuire prudenzialmente a tali depositi le seguenti caratteristiche geotecniche medie:

peso specifico allo stato naturale = 1.8 t/m^3

coesione = 0 kg/cm^2

angolo di attrito = 30°

Una valutazione di massima della capacità portante del terreno di fondazione, nell'ipotesi che si adotti una fondazione continua, può farsi utilizzando la teoria di Terzaghi - Peck.

In tal caso risulta:

$$q_d = cN_c + gDN_q + 0,5 \ g \ B \ N_g$$

dove:

c = coesione;

g = peso volume del terreno di fondazione;

D = profondità di incasso delle fondazioni;

B = lato minore della fondazione;

N_c , N_q e N_g = fattori di capacità portante funzioni dell'angolo di attrito.

Assunto $g = 1.8 \text{ t/m}^3$, $D = 1 \text{ m}$, $B = 1 \text{ m}$, ang. d'attrito = 30° ,
risulta $N_c = 30$, $N_q = 18$ e $N_g = 22$.

Il carico rottura del terreno vale circa 50 t/m^2 .

Si è inoltre calcolata la capacità portante di fondazioni superficiali, secondo la relazione di Terzaghi - Mayerhof.

Capacità Portante per fondazioni superficiali
 Relazione di Terzaghi - Mayerhof
 anche con carichi inclinati e/o eccentrici

Fondazioni Continue Nastriformi

dati progetto Comune di Barletta
 Via Galvani

PROFONDITA' DEL PIANO DI POSA FONDAZIONI da - 1 a - 3 m

Profondità incasso fondazione	(cm)	100
Larghezza fondazione	(cm)	100
Lunghezza fondazione	(cm)	400
Coesione (Cu)	(kg/cm ²)	0
Angolo d'attrito (Ø')	(gradi)	30
Peso Specif. terreno	(kg/m ³)	1800

Eccentricità carichi	(cm)	0
Inclinaz.carichi sulla vert.	(gradi)	0

Profondità/larghezza minore di 4	(Numero)	1,00
-------------------------------------	------------	------

Calcolo :

Kp	3,000
Nq	18,401
Nc	30,140
Ngamma	27,665

Y1	1,000
Y2	1,000
Y3	1,000

Contributo Nc	(kg/cm ²)	0,000
Contributo Nq	(kg/cm ²)	3,312
Contributo Ngamma	(kg/cm ²)	2,490

q , limite	(kg/cm ²)	5,802
Coeff. sic.	(Numero)	3,00

q , esercizio	(kg/cm ²)	1,934
----------------------	-----------------------	--------------

Sondaggi sismici

Nel sito in esame sono stati effettuati dei sondaggi sismici, allo scopo di caratterizzare i terreni dal punto di vista sismo - stratigrafico e, inoltre, allo scopo di determinare la categoria dei terreni di fondazione.

Detti sondaggi sono stati eseguiti dalla Geoprospector di Barletta.

Di seguito si riporta la relativa relazione che meglio descrive le metodologie usate ed i risultati conseguiti.



PREMESSA

Per incarico conferito alla "GeoProspector s.r.l." dal dott. Geol. Giuseppe Dascanio è stata eseguita un'indagine geosismica nel Comune di Barletta per una ristrutturazione edilizia sita in Via Luigi Galvani.

Scopo dell'indagine è stata la ricostruzione sismostratigrafica dei terreni, la loro caratterizzazione fisico-dinamica.

Nell'area in oggetto sono state effettuate le seguenti indagini:

- una prospezione sismica a rifrazione con onde longitudinali;
- una prospezione mediante l'analisi delle onde superficiali con il metodo "Re.Mi." per l'acquisizione del parametro Vs30, in ottemperanza alle nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14.01.2008);

In figura 1 è mostrata l'area d'indagine.



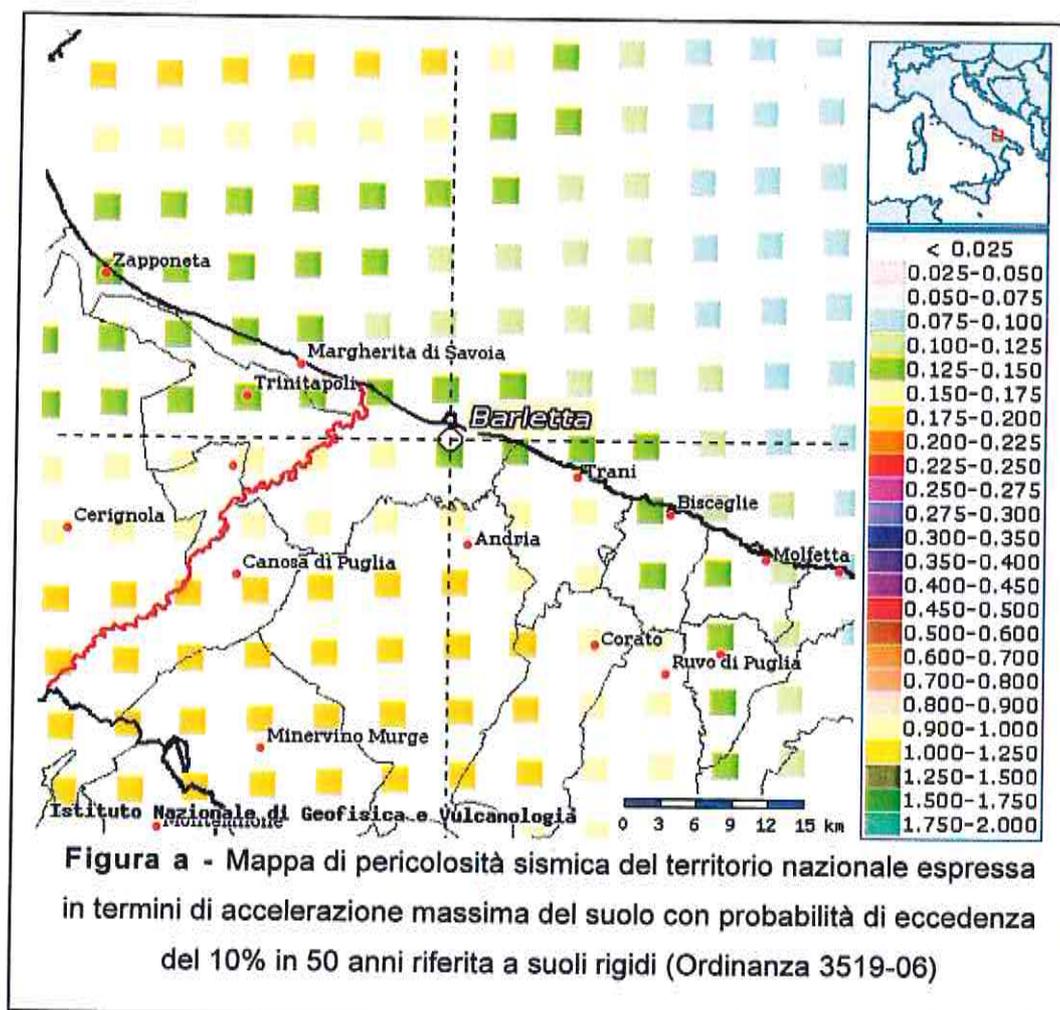
AZIONE SISMICA

Secondo la nuova classificazione sismica del territorio italiano, O.P.C.M. 3274, il Comune di Barletta ricade in zona 2, con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale (a_g), su suolo di categoria A, di 0,25g, come si evince dalla seguente tabella.

Zona	Intervallo di pertinenza della PGA (10% in 50 anni)	A_g max
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (14/01/2008) e l'OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519 superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*_C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Secondo le NTC l'area oggetto di studio è caratterizzata da un'accelerazione compresa tra 0.125 - 0.150 g, come evidenziato nella Figura a, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per i siti in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A, Vs30>800m/sec).



Tale mappa di pericolosità sismica è riferita ad un periodo di ritorno $TR=475$, corrispondente ad una vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni e ad un coefficiente d'uso $CU = 1$ (struttura ordinaria), parametri legati tra loro dalla seguente formula:
 $TR = -VR / \lg (1-PVR)$ dove $VR = V_N \cdot CU$.

Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno

P_{VR} (Stato Limite)	C_U	V_N [anni]
81% Operatività (SLO)	0.7 (I. Strutture secondarie)	≤ 10 (Opere provvisorie)
63% Danno (SLD)	1.0 (II. Strutture ordinarie)	≥ 50 (Opere ordinarie)
10% Salvaguardia della vita (SLV)	1.5 (III. Strutture importanti)	≥ 100 (Grandi opere)
5% Prevenzione del Collasso (SLC)	2.0 (IV. Strutture strategiche)	



PROSPEZIONE SISMICA

L'indagine sismica è consistita nell'esecuzione di un profilo sismico a rifrazione con onde longitudinali (onde P) ed uno con la metodologia Re.Mi..

Il profilo sismico a rifrazione ha lunghezza di 48 metri; è stato eseguito con 12 geofoni e distanze intergeofoniche di 4 metri.

Il profilo sismico Re.Mi. ha lunghezza di 60 metri; è stato eseguito con 12 geofoni e distanze intergeofoniche di 5 metri.

L'ubicazione dei profili sismici è mostrata in figura 2.

E' stato utilizzato un sismografo OYO a 48 canali (mod. MC SEIS-SX 48), con acquisizione computerizzata dei dati.

Per generare le onde sismiche longitudinali è stata utilizzata una sorgente del tipo "mazza battente" su piastra. Come rilevatori sono stati adoperati geofoni verticali a 14 Hz. Alcune fasi di lavoro di campagna sono visualizzate nell'allegato fotografico.

I tempi di arrivo delle onde P, letti sui sismogrammi sperimentali mostrati, sono riportati nel diagramma tempo-distanza "dromocrone" (figura 3).

L'interpretazione delle dromocrone è stata effettuata sia con il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M) e sia con l'ausilio di un software, il "Rayfract" della Intelligent Resources Inc., che, utilizzando i tempi d'arrivo delle onde lette sui sismogrammi sperimentali, permette di eseguire ottimizzazioni del modello di velocità. Tali interpretazioni danno modo di rappresentare le velocità sismiche sia secondo sismostrati e sia secondo un'imaging bidimensionale a colori.

L'analisi della sezione sismica, mostrate in figura 4, mostra la presenza di due sismostrati così caratterizzati:

- Il primo sismostrato (con una profondità di 2 metri circa dal p.c.) ha velocità di V_p di 550 m/sec e di V_s di 280 m/sec;



- Il substrato rifrattore ha velocità V_p di 1080 m/sec e V_s di 280 m/sec.

Per ciò che concerne la correlazione delle caratteristiche fisico-dinamiche con quelle geologico-tecniche del sottosuolo esplorato, si può ritenere che:

- Il primo sismostrato è associabile a *terreno vegetale con presenza di una crosta evaporitica*;
- Il substrato rifrattore è associabile *limi sabbiosi*.

Nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di incompressibilità), espressi in Kg/cm^2 . Questi valori sono calcolati per densità unitaria ($1,0 \text{ g/cm}^3$), dunque per ottenere i moduli corretti è sufficiente moltiplicarli per la densità reale dei terreni.

I valori di V_s sono stati ricavati dall'analisi Re.Mi.

**Profilo
sismico**

V_p	V_s	P	γ	E	G	K
550	280	0.33	1	2120	800	2020
1080	280	0.46	1	2342	800	10835

**$V_{s30} = 380$
m/sec**

V_p = velocità onde longitudinali in m/sec

V_s = velocità onde trasversali in m/sec

P = coefficiente di Poisson

γ = densità in g/cm^3

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm^2

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm^2

K = modulo dinamico di incompressibilità in Kg/cm^2



ANALISI REMI

Il metodo Re.Mi. (refraction microtremor), mediante lo studio della dispersione delle onde di superficie (onde di Rayleigh e di Love), consente di ricavare un profilo verticale di velocità (V_s) delle onde trasversali.

Le onde di Rayleigh e di Love si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo omogeneo e isotropo e derivano dall'interferenza tra onde longitudinali (P) e onde trasversali (Sv). In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo; ovvero la velocità di propagazione cambia con la frequenza e le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità e, generalmente, hanno velocità di fase maggiore.

Tramite la registrazione di microtremori, usando uno stendimento con almeno 12 geofoni a bassa frequenza, il metodo ReMi permette un'acquisizione veloce senza sorgenti attive. Tale metodo risulta particolarmente idoneo ed efficace proprio in ambito urbano, laddove risulta abbastanza problematico l'utilizzo di tecniche a rifrazione per indagini fino a 30 m di profondità. Infatti, in ambito urbano l'abbondanza di rumore artificiale pluridirezionale e casuale, rappresenta un'abbondante ed efficiente sorgente di onde superficiali.

Nel nostro caso, è stato usato lo stesso sismografo adoperato per la prospezione sismica a rifrazione e geofoni da 4,5 Hz. Per ogni profilo sono state acquisite sei registrazioni di 16 secondi e frequenza di campionamento di 500 Hz.

I sismogrammi ottenuti sono stati elaborati con una trasformazione bidimensionale dal dominio tempo-distanza (t-x), al dominio velocità di fase-frequenza (p-f). E' stato così possibile analizzare l'energia di propagazione del rumore lungo tutte le direzioni della linea sismica e riconoscere le onde superficiali con carattere dispersivo.



I nove spettri di potenza p-f ottenuti per ogni profilo sono stati sommati e sullo spettro risultante sono stati individuati una serie di punti sul confine inferiore dell'area ad alta energia. Tali valori sono stati riportati su un grafico periodo-velocità di fase ed è stata analizzata la relativa curva di dispersione. E' stato poi calcolato un modello ottimale di velocità di onde trasversali che giustifichi la curva di dispersione.

In figura 5 "Analisi Re.Mi." sono riportati l'immagine p-f, il grafico periodo-velocità e il modello di velocità.

Sulla base del valore di V_{s30} di **380 m/sec** è possibile classificare il sottosuolo di fondazione in categoria **B** (vedi tabella seguente), come prescritto dalle NTC (D.M. 14/01/2008).

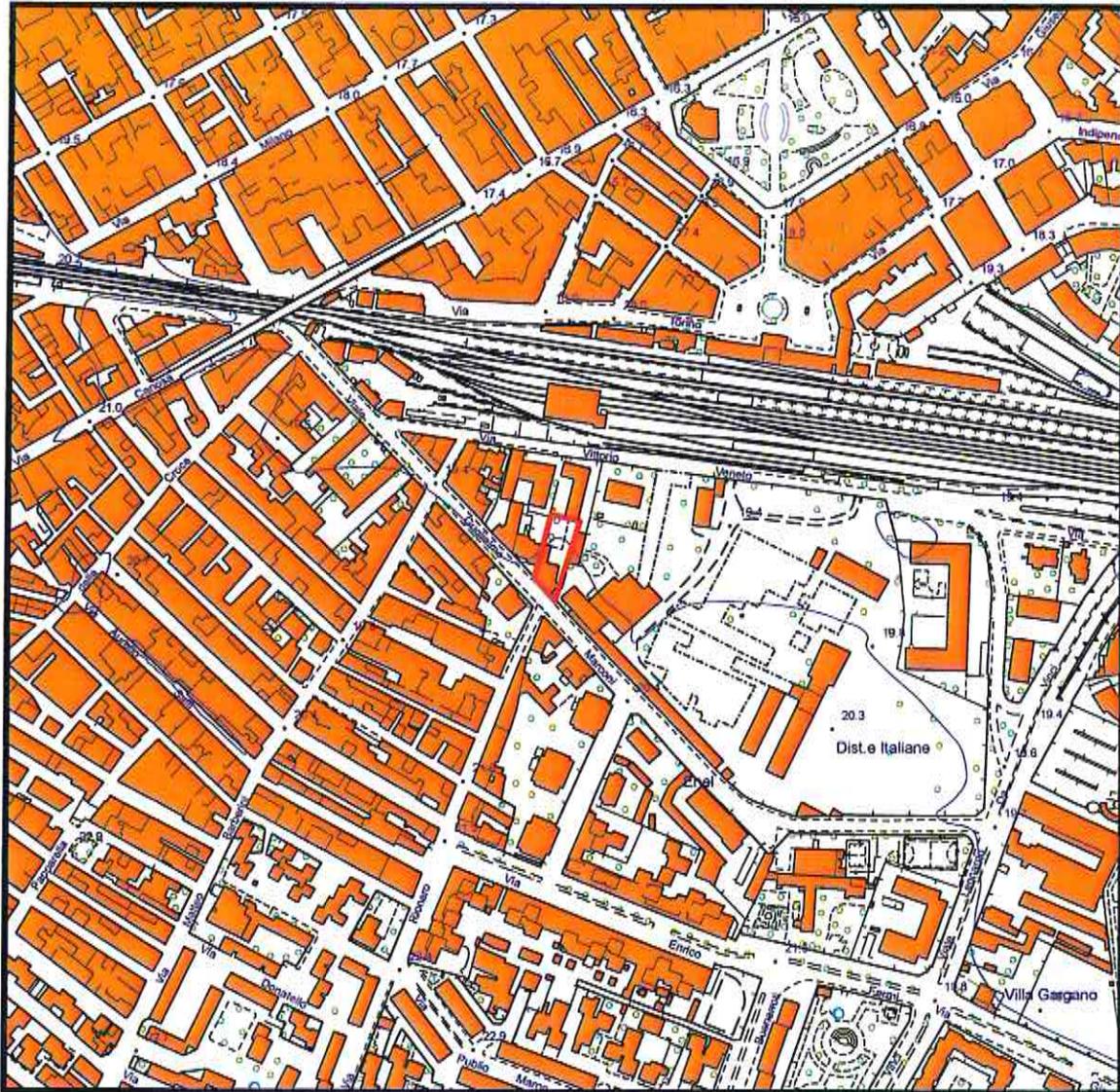
Tabella – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ 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	<i>Deposit</i> i 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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Deposit</i> i 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 $V_{s,30}$ inferiori a 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	<i>Terreni del sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

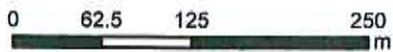
Figura 1 Ubicazione area d'indagine (da CTR)



LEGENDA



Area di progetto



Scala 5.000

FIGURA 2 UBICAZIONE
PROFILI SISMICI



LEGENDA

- A — PROFILO SISMICO MISURE RE.MI.
- PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE
- A* PUNTO BATTUTA ONDE LONGITUDINALI

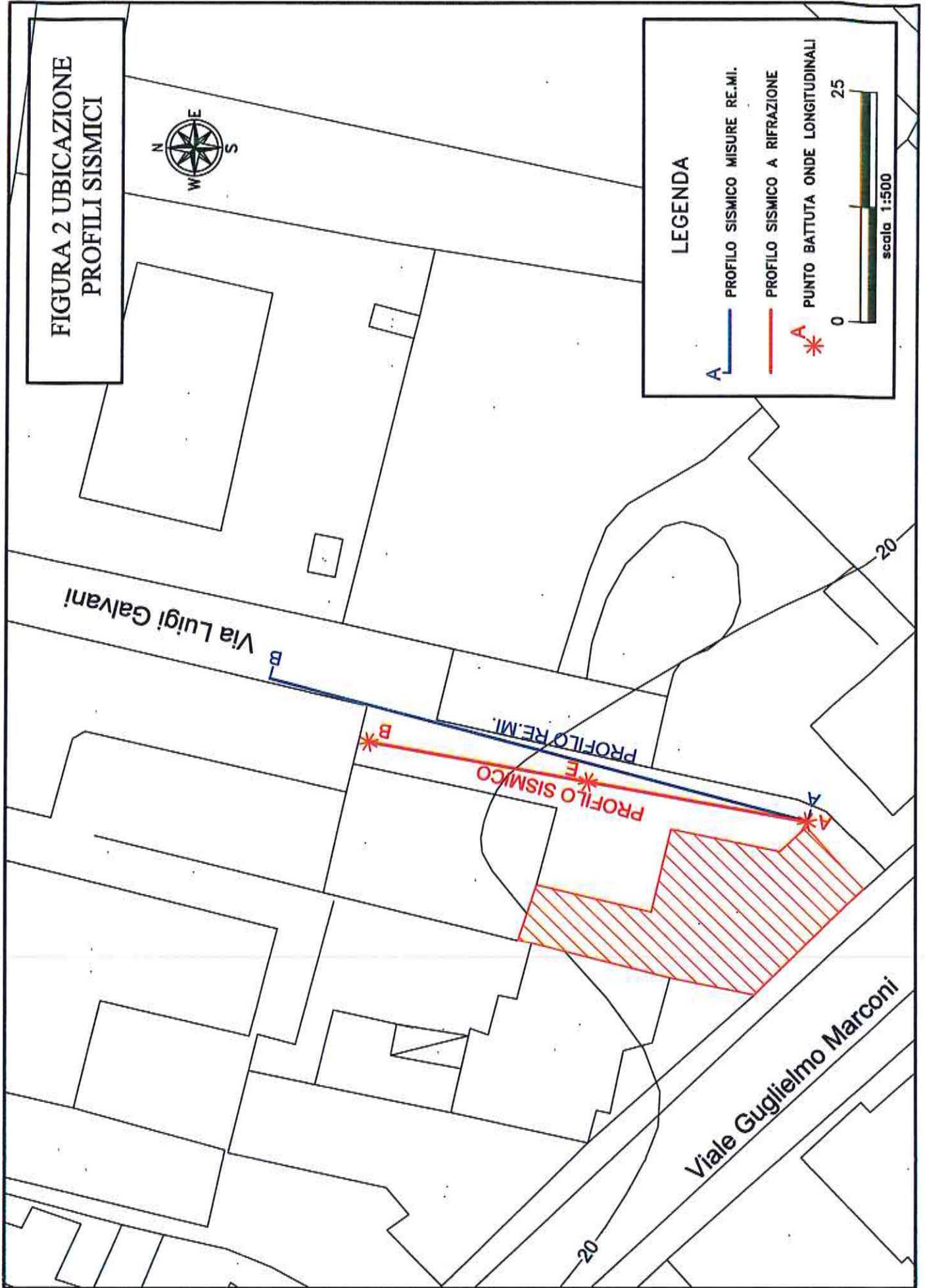


Fig.3 - Dromocrone onde longitudinali

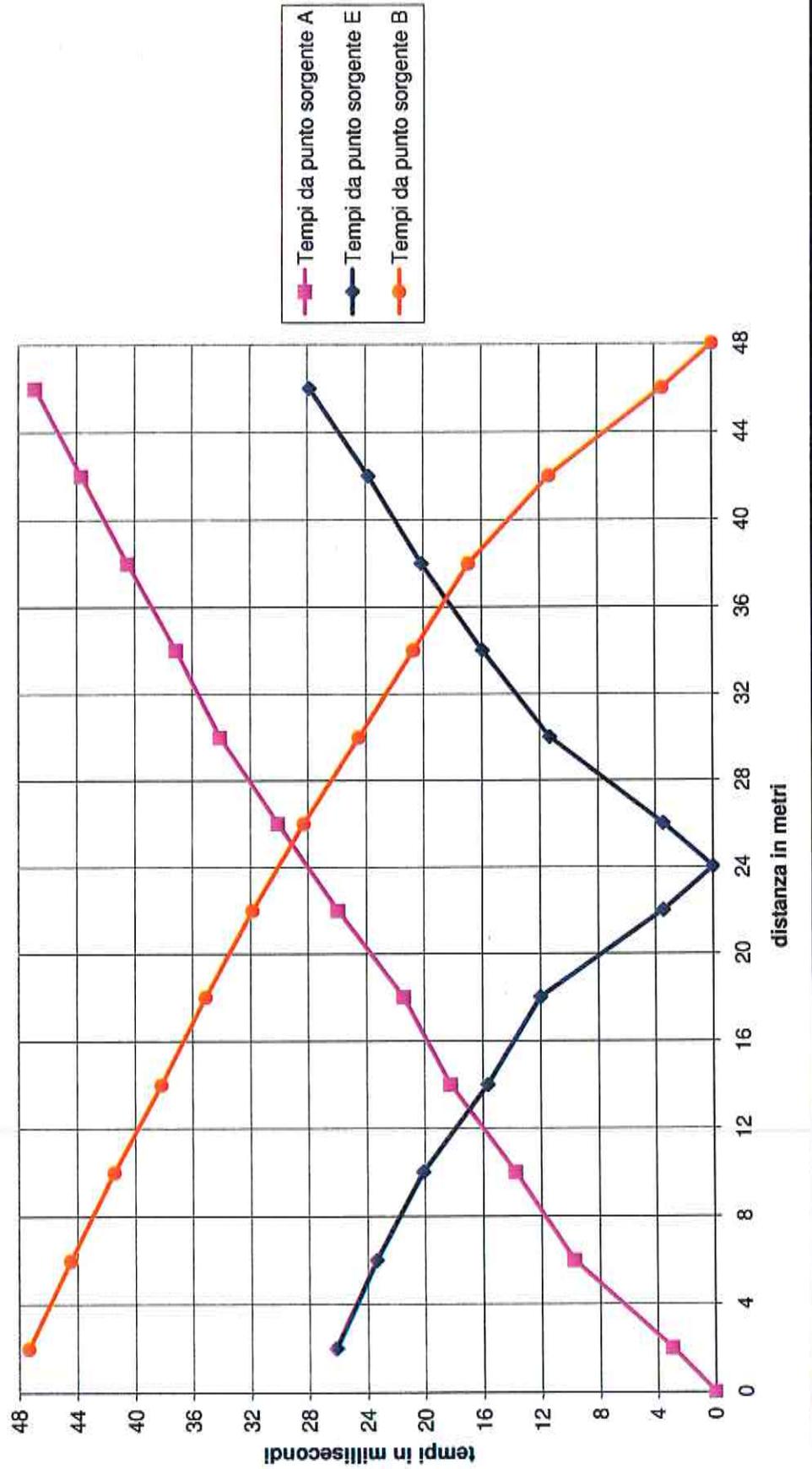


Fig.4 Sezione sismica

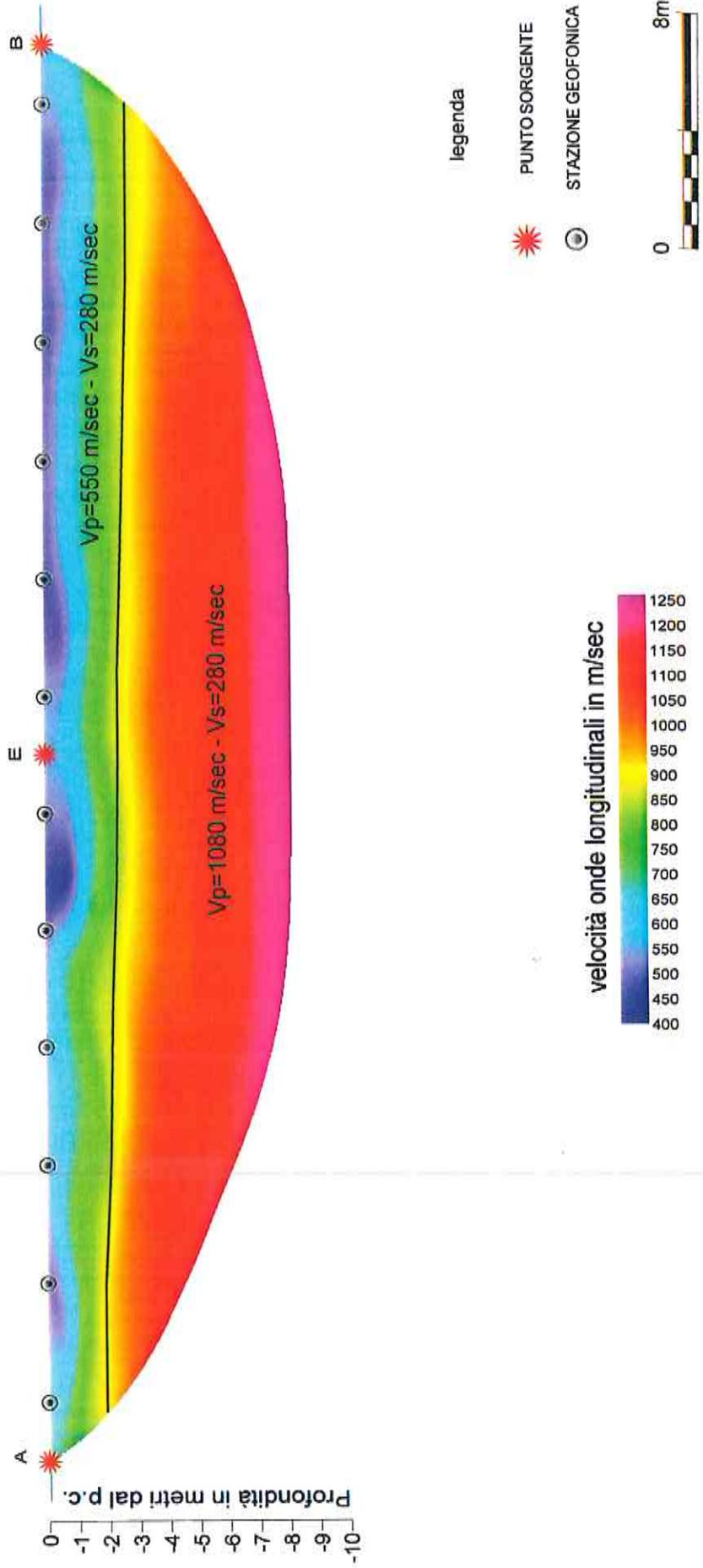
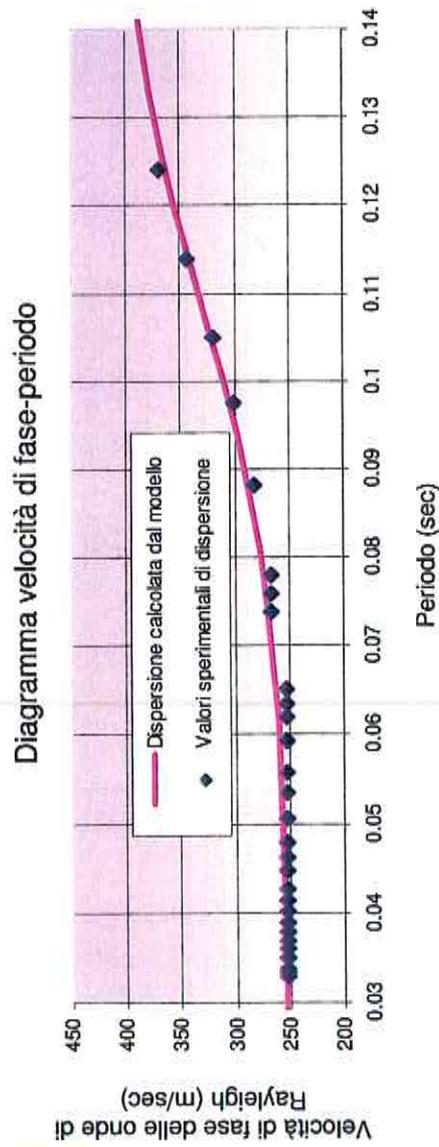
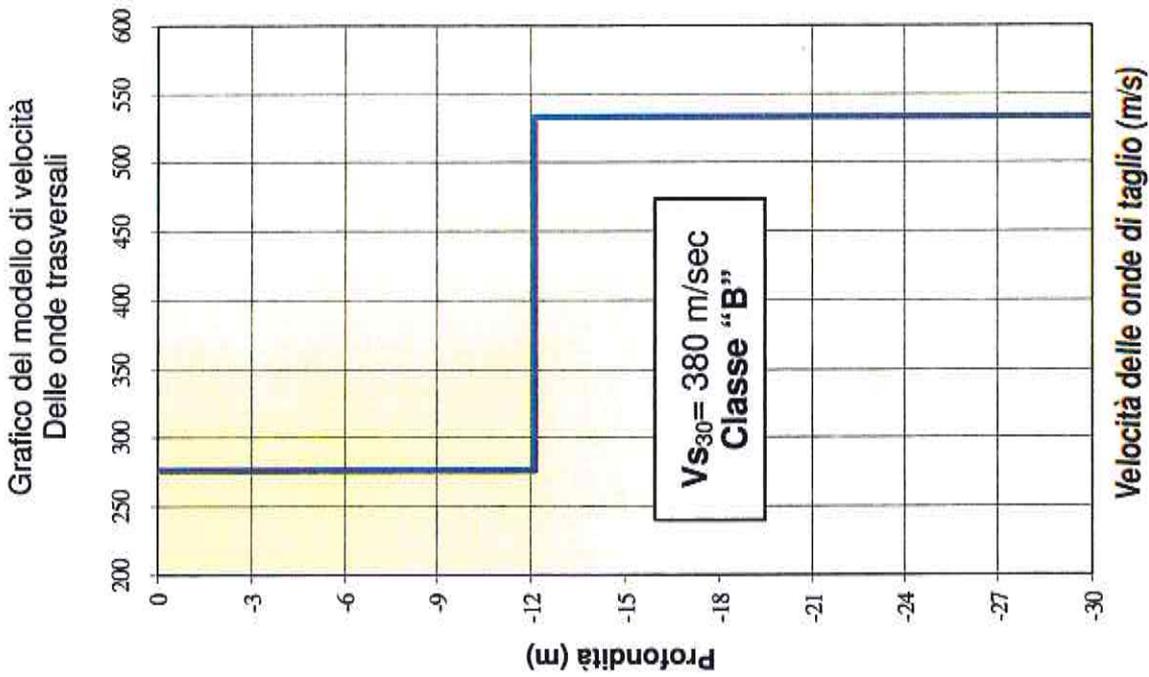
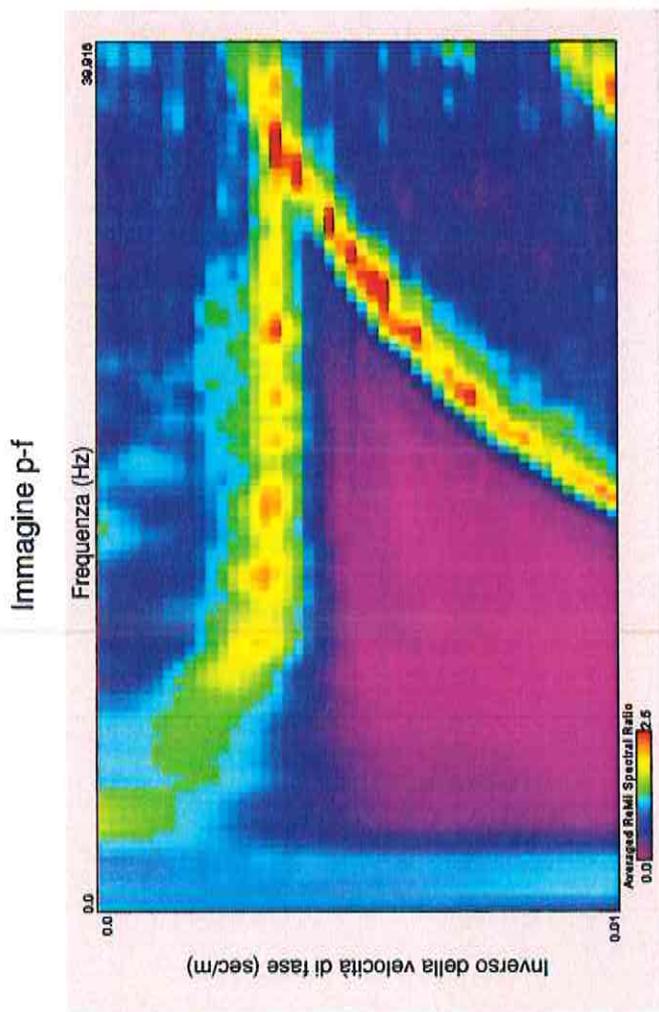


Fig.5 - Profilo sismico (Analisi Re.Mi.)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

ESECUZIONE MISURE SISMICHE



Giudizio sul potenziale di liquefazione

Nell'ambito delle verifiche in campo sismico, poichè i terreni di fondazione risultano prevalentemente costituiti da alternanze di sabbie (più o meno limo - argillose) mediamente dense, con possibilità di saturarsi per imbibizione da apporti di acque meteoriche, assume significato la valutazione del potenziale di liquefazione.

Nel contesto delle analisi preliminari e di verifica progettuale è possibile valutare il fenomeno calcolando l'aumento delle pressioni interstiziali e discutere le implicazioni facendo riferimento ai parametri determinati mediante prove penetrometriche, con riferimento anche alle prove di laboratorio di terreno granulare.

Basando l'analisi su tali dati, è possibile definire un margine di sicurezza accettabile circa le opere da realizzare.

In allegato grafico si riporta il digramma di flusso (Cotecchia V. 1981) atto a predire la possibilità di liquefazione in caso di evento sismico anche secondo il/lo CRITERIO GRANULOMETRICO ; CRITERIO DELLE CONDIZIONI IDRICHE; CRITERIO DELLO STATO DI ADDENSAMENTO; POSIZIONE DEL DEPOSITO SEDIMENTARIO (pendenza ed inclinazione); SPESSORE DELLO STRATO SOTTOSTANTE LE FONDAZIONI E CONDIZIONI DI DRENAGGIO.

a) CRITERIO GRANULOMETRICO

Secondo questo criterio il terreno soggetto a potenziale liquefazione deve rientrare, a seguito di analisi granulometrica nel fuso di potenziale liquefazione.

Dalla conoscenza che si ha delle analisi granulometriche relative ai litotipi in esame, le curve granulometriche entrano parzialmente nel fuso di probabile liquefazione in quanto vi é un apprezzabile contenuto in limo, in particolare per le parti più profonde, e la sabbia ha una frazione prevalente di fino ma si trova l'intero spessore al di sopra del tetto della falda;

possibilità alla liquefazione

medio - bassa

b) CRITERIO DELLE CONDIZIONI IDRICHE

Secondo questo criterio la possibilità del terreno a liquefarsi in caso di eventi dinamici sismici aumenta se il terreno di sedime si trova al disotto del pelo libero di falda acquifera.

Da quanto si evince dallo studio geologico e geomorfologico nella zona sono presenti falde a non meno di 7 - 8 metri circa dal piano campagna e per cui si esclude la possibilità che le fondazioni si possano trovare immerse nell'acqua di falda.

A tali condizioni :

possibilità alla liquefazione

nulla - bassa

c) CRITERIO DELLO STATO DI ADDENSAMENTO

Per la definizione della possibilità alla liquefazione dei terreni sabbiosi si sono effettuate prove penetrometriche in quanto dal diagramma allegato "RELAZIONE TRA RESISTENZA PENETROMETRICA ED INDICE DI ADDENSAMENTO IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE EFFETTIVA" si può definire, in base al numero dei colpi, necessari all'infissione della punta del penetrometro, **l'indice di addensamento**. Tale indice abbinato, nella finestra del diagramma di flusso, **all'intensità sismica** di progetto ci può definire la possibilità del terreno alla liquefazione.

Dai risultati penetrometrici si nota che il numero dei colpi è in genere superiore a 10 e di conseguenza si può definire un indice di addensamento tra 0,5 e 0,7, almeno sino ad una profondità di circa 8,0 metri dal p.c.

Quindi, con eventi sismici superiori al VII grado di intensità la possibilità alla liquefazione è reale.

possibilità alla liquefazione

medio - bassa

d) POSIZIONE DEL DEPOSITO SEDIMENTARIO

(pendenza ed inclinazione degli strati e della superficie topografica)

Per questo criterio si può subito affermare che la zona si trova su un piano altrimetrico a pendenza bassa o nulla e gli strati sono in giacitura suborizzontale.

Per cui

possibilità alla liquefazione
nulla - bassa

e) SPESSORE dello strato sottostante le fondazioni e CONDIZIONI DI DRENAGGIO.

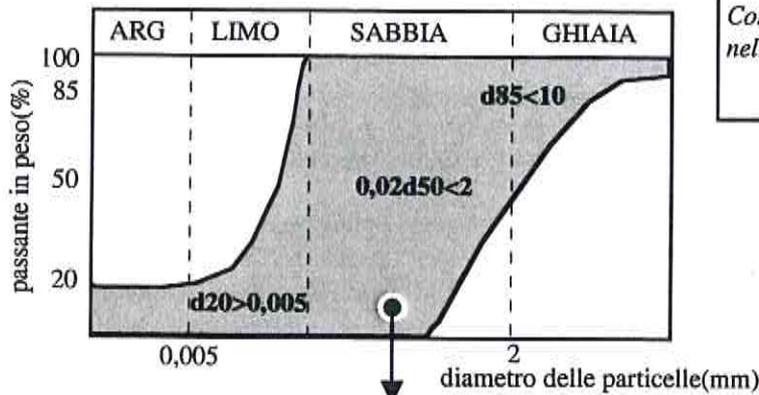
Secondo questo criterio la possibilità alla liquefazione aumenta se lo spessore dello strato é superiore ai tre metri con un contorno di strati impermeabili, che evitano il deflusso o drenaggio orizzontale.

La situazione registrata é favorevole al drenaggio libero, sia arealmente che verticalmente in quanto le sabbie e sabbie argillose presenti son in continuità stratigrafica sia lateralmente che in profondità.

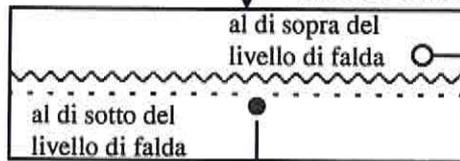
Pertanto:

possibilità alla liquefazione
medio - bassa

CRITERIO GRANULOMETRICO

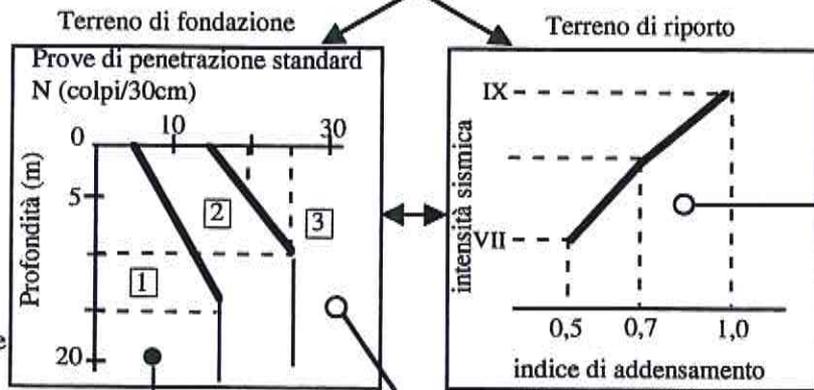


CRITERIO DELLE CONDIZIONI IDRICHE

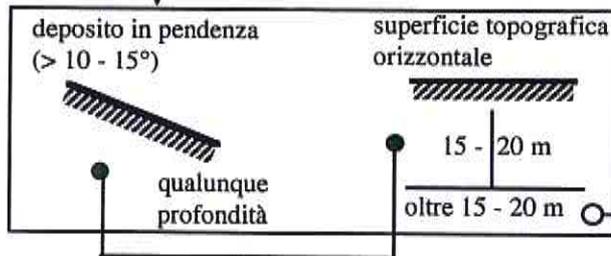


CRITERIO DELLO STATO DI ADDENSAMENTO

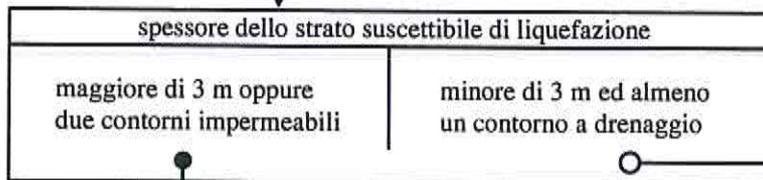
- 1 = liquefazione per intensità > VII
- 2 = liquefazione per intensità > VIII
- 3 = nessuna liquefazione



POSIZIONE NEL DEPOSITO

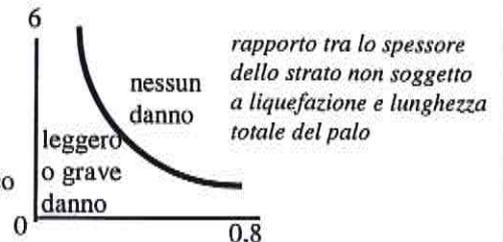
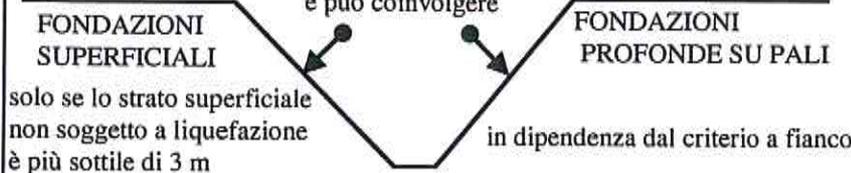


CONDIZIONE DI DRENAGGIO AL CONTORNO



IL DEPOSITO PUO' ESSERE SOGGETTO A LIQUEFAZIONE

IL DEPOSITO NON PUO' ESSERE SOGGETTO A LIQUEFAZIONE



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti si può affermare che i terreni di fondazione del sito, meglio specificato in oggetto, rappresentati da calcare incrostante e da alternanze aperiodiche di sabbie a diversa componente limo - argillosa, sufficientemente costipate, **risultano idonei** ad ospitare le opere previste dal progetto.

Tali terreni risultano dotati di sufficienti valori dei parametri di resistenza meccanica, ma in considerazione di una certa disomogeneità e di una possibile costipazione delle sabbie limose, si consiglia di adottare una struttura di fondazione continua.

In relazione a quanto esposto è possibile esprimere un parere circa le condizioni del sito, sotto l'aspetto geosismico e geomeccanico, in funzione della destinazione dei terreni stessi ai fini edificatori.

Si può affermare infatti che, nel complesso, la situazione del sito è caratterizzata da una disposizione orizzontale di livelli sabbiosi e sabbiosi - limosi.

I terreni oggetto di studio sono ascrivibili alla **Categoria B** in quanto le **Vs30 determinate sono pari a 380 m/sec.**

L'adozione di **strutture dirette, di tipo continuo** potrà essere scelta dal progettista solo dopo attenta valutazione della natura e della intensità dei carichi in gioco confrontandoli con i cedimenti teorici tratti dai dati delle prove penetrometriche, nonché della geometria della struttura in elevazione.

Dall'esame dei parametri geomeccanici dedotti, confrontati con il calcolo della capacità portante secondo Terzaghi e dalla verifica dei presumibili cedimenti, si può indicare per il carico di rottura un valore **pari a 5 daN/cm² (Kg/cm²).**

A tali condizioni ed in considerazione che i tratti geomorfologici della zona sono tra i più favorevoli, rispetto al contesto più ampio territoriale, il sito previsto dal progetto è da ritenersi idoneo alla edificabilità.

