

**PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI VALENZA**

**PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO PER LA COSTRUZIONE DI TRE
NUOVI FABBRICATI AD USO RESIDENZIALE**

AREA DI INTERVENTO SUE C4C

**RELAZIONE GEOLOGICA
CARATTERIZZAZIONE SISMICA
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI
(ex 6.2.1., 6.2.2., 3.2 NTC 2008 – D.G.R. n. 4-3084)**

Committente:

Sig. Joseph Mulè

Strada Rattapelosa – Valenza (AL)

*Professionista incaricato:
Dott. Geol. Davide Cornaglia*



APRILE 2016

INDICE GENERALE:

PREMESSA	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	3
CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	7
INDAGINE GEOGNOSTICA DI DETTAGLIO	9
ASSETTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO	22
CONCLUSIONI	25
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	26

1 PREMESSA

Su incarico della committenza, in adempimento alle Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G. vigente ed in ottemperanza al D.M. 14/01/08, viene redatta una relazione geologica e di caratterizzazione geo-tecnica a supporto del progetto di costruzione di tre nuovi fabbricati ad uso abitativo in Comune di Valenza.

L'area ricade, dal punto di vista catastale, nelle particelle 156 e 792 del Foglio n. 33 del Comune di Valenza. (Figura 1)

Su tale area l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro leggero TECNOTEST, ha consentito di definire l'assetto litostratigrafico locale e di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni interessati dall'intervento.

I risultati delle analisi condotte attraverso la ricostruzione dell'assetto geomorfologico del sito e geologico-tecnico di dettaglio del sottosuolo evidenziano l'idoneità dell'intervento e la stabilità dell'insieme opera-terreno.



Figura 1: Ubicazione su stralcio di Mappa Catastale; mapp. 156 – 792 Fg. 33. scala 1:2000

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto della presente relazione è situata appena a sud rispetto al concentrico comunale di Valenza, in Strada Rattapelosa, all'estremità orientale del comprensorio collinare del Monferrato (Figura 2).

Dal punto di vista morfologico il sito di intervento è posto in un'area di fondovalle, ad una quota topografica di circa 125 m s.l.m. ai piedi dei versanti collinari che insistono a sud-ovest.

Nel dettaglio il sito sorge su un area sub-pianeggiante, debolmente degradante verso nord-est, con pendenze inferiori ai 5°.

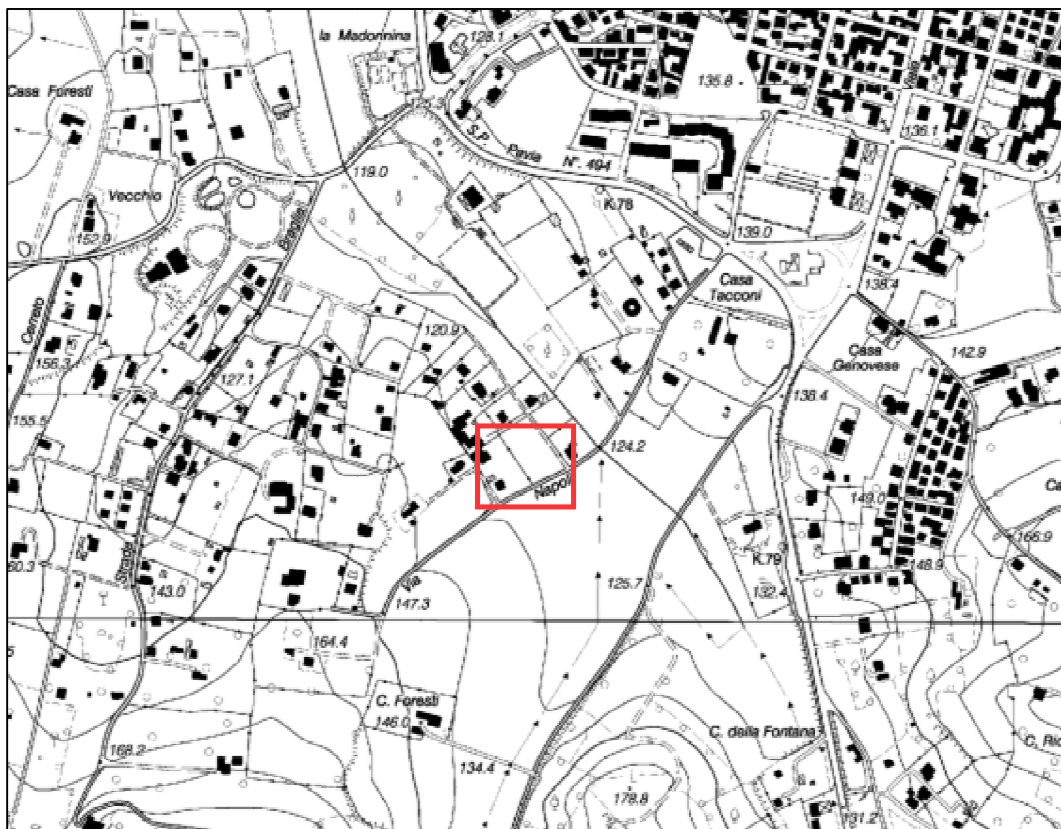


Figura 2: Carta di inquadramento su stralcio CTR Sz 158160 – 176040

scala 1:10000

L'idrografia di superficie è caratterizzata dalla presenza della confluenza di un impluvio secondario con un rio affluente del Torrente Grana, ad una distanza di circa 50 metri a nord-est dal sito d'intervento. Le carte tematiche del PRG Comunale vigente rivelano come in corrispondenza della suddetta confluenza la sezione di attraversamento della strada vicinale Rattapelosa, posta pochi metri più a valle, possa andare in crisi generando il rischio di esondazioni, con caratteristiche di estensione ed energia elevata.

La stessa cartografia rileva tuttavia come il sito di previsto intervento non sia interessato dal rischio di dissesto idraulico, restando esterno dalla fascia di massima estensione delle acque di esondazione, in quanto posta ad una quota topografica sufficientemente rialzata rispetto a quella dei due corsi d'acqua citati.

L'area, in base alla classificazione proposta dalla "Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica" del P.R.G. comunale vigente, è inserita in classe II, comprendente "settori di territorio nei quali le condizioni di moderato rischio possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici realizzabili a livello di progettazione esecutiva, nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante".

Dal punto di vista geo-litologico, sulla base dei dati bibliografici disponibili e di quanto riportato nei Fogli 58 "Mortara" e 70 "Alessandria" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000", il sito indagato è impostato su terreni Pleistocenici, testimonianze del più alto e più antico terrazzo fluviale mindelliano, costituiti da sabbie e limi argillosi con alternanze ghiaiose, alterate nella porzione superficiale in argille rosso brune con ossido di manganese, denominate "ferretto". Tali terreni ricoprono e si interdigitano con i terreni di origine colluviale, per spessori dell'ordine di pochi metri, la formazione dei "Conglomerati di Cassano Spinola", costituita da conglomerati e arenarie passanti a marne e argilliti. (Pliocene Medio - Inferiore). (Figura 3)

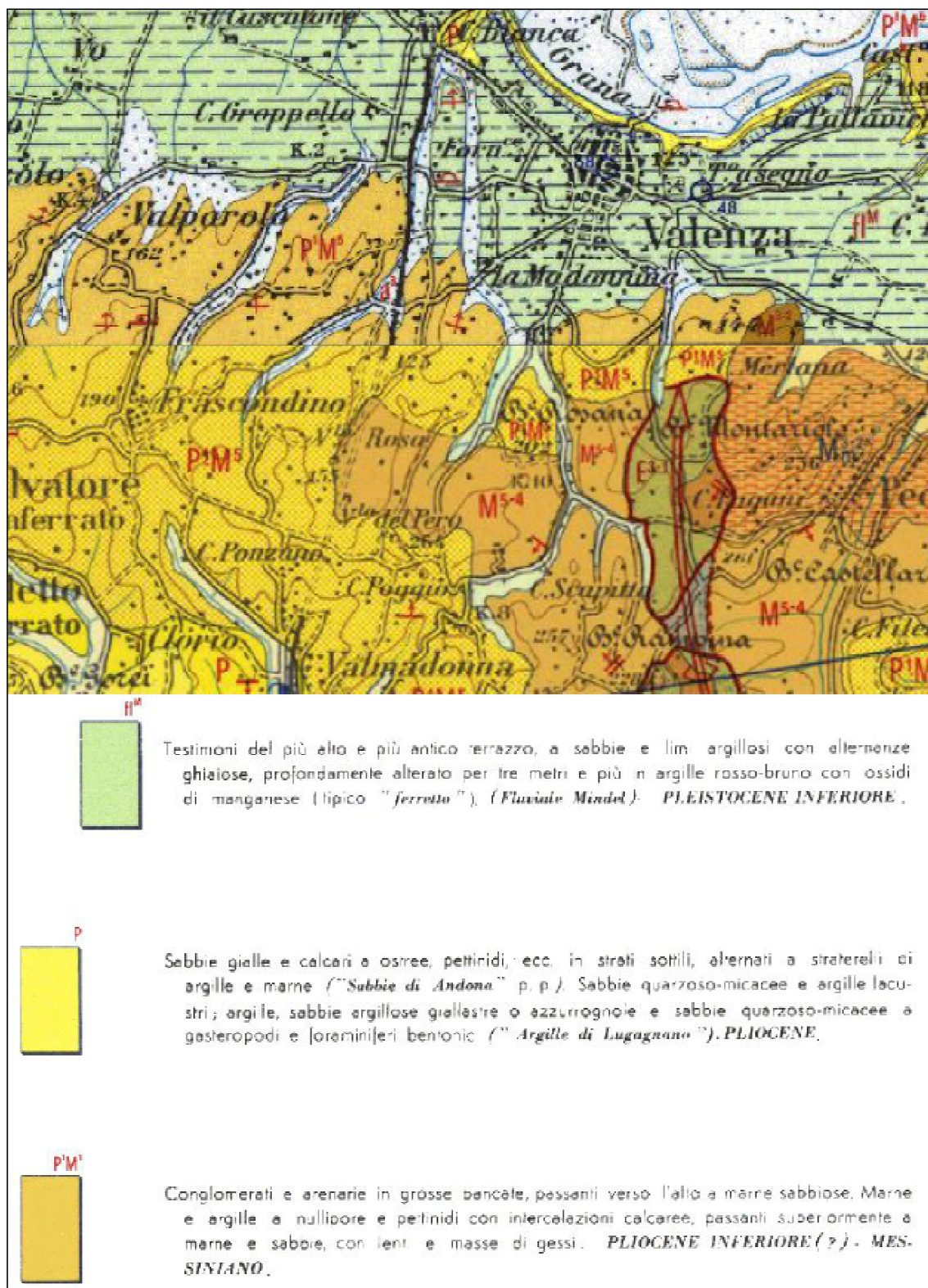


Figura 3: Stralcio del Foglio 57 "Vercelli" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000

3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Dal punto di vista sismico, in base a quanto indicato dall' "Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia" e ripreso dalla normativa vigente, al settore collinare indagato viene assegnata una pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, compresa tra i 0,025 e 0,050 ag/g.

Tale valore risulta uno dei più bassi presenti sul territorio nazionale per cui, in base alla D.G.R. n.11-13058 del 19/01/10 e s.m.i., l'area è classificata dal punto di vista sismico come Zona 4 a sismicità irrilevante. Il DM del 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" prescrive che ai fini della definizione della azione sismica di progetto (punto 3.2.2), debba essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale. In mancanza di tali studi si può utilizzare la classificazione dei terreni descritta di seguito. La classificazione deve riguardare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento, (bedrock) ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera. La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio Vs ovvero sul numero medio di colpi NSPT ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media cu. In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie del suolo di fondazione:

A – Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali livelli di alterazione superficiale con spessore massimo pari a 3m.

B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa).

C – Depositati di terreni 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, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < Cu < 250kPa$).

D – Depositi di terreni 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 $30 < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $Cu < 70kPa$).

E – Terreni costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con V_s $30 > 800$ m/s.

A queste cinque categorie principali si aggiungono altre due categorie per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 8 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < cu < 20kPa$) o comprendenti livelli di almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

La classificazione è effettuata sulla base del parametro V_s 30 che rappresenta la velocità delle onde di taglio S riferita a 30 m di profondità e calcolata con l'espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $g < 10^{-6}$) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito è classificato sulla base del valore di V_s 30, se disponibile, altrimenti sulla base del valore di N_{SPT} .

Si ricorda tuttavia che la normativa vigente, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e di classe d'uso I e II (Tab. 2.4.I – punto 2.4.2 NTC 2008) ricadenti in ZONA 4, consente di condurre le verifiche di sicurezza alle tensioni ammissibili secondo il D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere geotecniche, assumendo pari a 5 il grado di sismicità S.

Sempre per edifici ricadenti in ZONA 4 la normativa prevede anche una procedura semplificata secondo la quale le verifiche dello SLV (Stato Limite di Vita) possono essere condotte per una forza di progetto calcolata assumendo uno spettro di progetto costante e pari a 0,07g, con le opportune prescrizioni.

In questa sede forniremo comunque la valutazione della categoria sismica di sottosuolo del sito basata su dati di bibliografia incrociati con i dati diretti ottenuti dalla prova penetrometrica eseguita.

Sulla base dei contenuti delle norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008, ex DM 14/09/2005) il sito in esame può essere inserito quindi cautelativamente nella **categoria D**.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche il sito può essere classificato in base alle seguenti categorie:

T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

T2 - Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

T3 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$

T4 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per quanto riguarda il lotto d'interesse questo può essere classificato all'interno di un sito di **categoria topografica T1**.

I parametri sismici del sito sono dunque i seguenti:

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

Latitudine: 45,0021930967121 (coordinate ED50)

longitudine: 8,63453112009826 (coordinate ED50)

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento (coordinate ED50)

Sito 1 ID: 14250 Lat: 44,9857 Lon: 8,6147 Distanza: 2407,069

Sito 2 ID: 14251 Lat: 44,9886 Lon: 8,6852 Distanza: 4260,855

Sito 3 ID: 14029 Lat: 45,0385 Lon: 8,6812 Distanza: 5453,629

Sito 4 ID: 14028 Lat: 45,0357 Lon: 8,6106 Distanza: 4168,096

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia vita (SLV)	Prevenzione collasso (SLC)
Probabilità di superamento: 81 % Tr: 30 [anni] ag: 0,018 g Fo: 2,521 Tc*: 0,161 [s]	Probabilità di superamento: 63% Tr: 50 [anni] ag: 0,023 g Fo: 2,502 Tc*: 0,191 [s]	Probabilità di superamento: 10 % Tr: 475 [anni] ag: 0,052 g Fo: 2,582 Tc*: 0,278 [s]	Probabilità di superamento: 5 % Tr: 975 [anni] ag: 0,065 g Fo: 2,610 Tc*: 0,292 [s]

Coefficienti Sismici:

SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Ss: 1,800 Cc: 3,120 St: 1,000 Kh: 0,006 Kv: 0,003 Amax: 0,314 Beta: 0,200	Ss: 1,800 Cc: 2,860 St: 1,000 Kh: 0,008 Kv: 0,004 Amax: 0,407 Beta: 0,200	Ss: 1,800 Cc: 2,370 St: 1,000 Kh: 0,019 Kv: 0,009 Amax: 0,920 Beta: 0,200	Ss: 1,800 Cc: 2,310 St: 1,000 Kh: 0,023 Kv: 0,012 Amax: 1,139 Beta: 0,200

4 INDAGINE GEOGNOSTICA DI DETTAGLIO

Con la finalità di produrre una definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni, sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche in corrispondenza del futuro fabbricato oggetto d'intervento. Figura 4

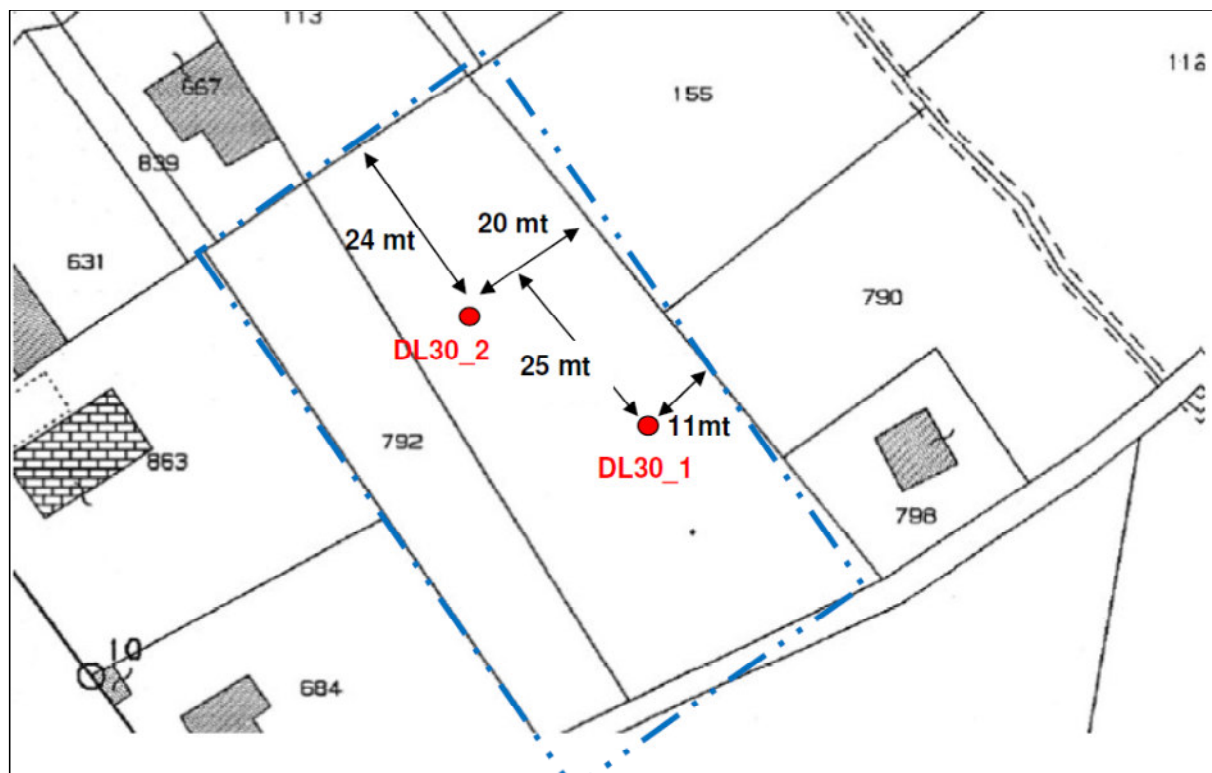


Figura 4: Planimetria con ubicazione delle prove DL30 su stralcio catastale

L'attrezzatura utilizzata per le prove ha le seguenti caratteristiche:

Penetrometro Tecnotest DL 30

Punta conica diametro 35 mm - apertura 60°

Maglio Kg 30

Volata cm 20

I valori di resistenza misurati nelle prove, quantificati in numero di colpi per avanzamento della punta di 10 cm, sono stati elaborati mediante il software Dynamic Probing della società GEOSTRU, al fine di ottenere i parametri geotecnici significativi per ogni strato omogeneo di terreno investigato.

La scelta delle correlazioni da utilizzare per il calcolo dei parametri geotecnici, e gli stessi parametri da calcolare per ogni strato, è stata effettuata in base alla tipologia litologica di terreno attraversato.

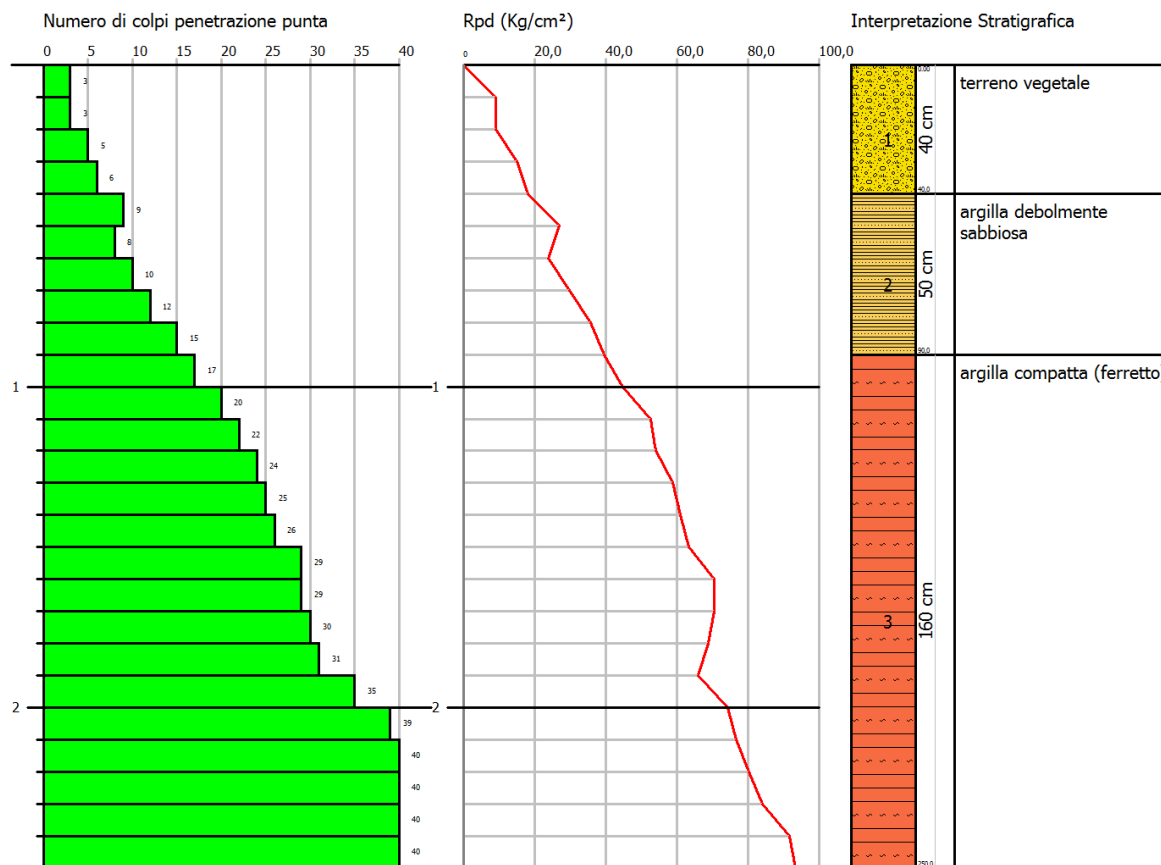


Figura 5: Grafico colpi/prof. e stratigrafia interpretata prova DL30_1

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - O-landesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - O-landesi (Kg/cm²)
0,10	3	0,857	9,07	10,59	0,45	0,53
0,20	3	0,855	9,05	10,59	0,45	0,53
0,30	5	0,853	15,05	17,65	0,75	0,88
0,40	6	0,851	18,02	21,18	0,90	1,06
0,50	9	0,849	26,96	31,76	1,35	1,59
0,60	8	0,847	23,92	28,24	1,20	1,41
0,70	10	0,845	29,83	35,29	1,49	1,76
0,80	12	0,843	35,72	42,35	1,79	2,12
0,90	15	0,792	39,58	50,00	1,98	2,50
1,00	17	0,790	44,75	56,67	2,24	2,83
1,10	20	0,788	52,53	66,67	2,63	3,33
1,20	22	0,736	53,99	73,33	2,70	3,67
1,30	24	0,735	58,76	80,00	2,94	4,00
1,40	25	0,733	61,07	83,33	3,05	4,17
1,50	26	0,731	63,37	86,67	3,17	4,33
1,60	29	0,730	70,52	96,67	3,53	4,83
1,70	29	0,728	70,37	96,67	3,52	4,83
1,80	30	0,726	72,63	100,00	3,63	5,00

1,90	31	0,675	66,05	97,89	3,30	4,89
2,00	35	0,673	74,40	110,53	3,72	5,53
2,10	39	0,622	76,56	123,16	3,83	6,16
2,20	41	0,620	80,29	129,47	4,01	6,47
2,30	43	0,619	84,00	135,79	4,20	6,79
2,40	47	0,617	91,60	148,42	4,58	7,42
2,50	48	0,616	93,32	151,58	4,67	7,58

Tabella 1: dati della prova penetrometrica DL30_1 (Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione d = 1 mt..

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	3,19	0,40	Terzaghi-Peck	0,20
[2] - argilla debolmente sabbiosa	8,11	0,90	Terzaghi-Peck	0,55
[3] - argilla compatta (ferretto)	23,94	2,50	Terzaghi-Peck	1,62

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	3,19	0,40	Buisman-Sanglerat	15,95
[2] - argilla debolmente sabbiosa	8,11	0,90	Buisman-Sanglerat	40,55
[3] - argilla compatta (ferretto)	23,94	2,50	Buisman-Sanglerat	179,55

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	3,19	0,40	Schultze-Menzenbach	65,09
[2] - argilla debolmente sabbiosa	8,11	0,90	Schultze-Menzenbach	121,67
[3] - argilla compatta (ferretto)	23,94	2,50	Schultze-Menzenbach	303,71

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	5,55	3,90	5,55	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Classificazione A.G.I	MODERATA-MENTE ADDENSATO
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - terreno vegetale	3,19	0,40	Meyerhof ed altri	1,65
[2] - argilla debolmente sabbiosa	8,11	0,90	Meyerhof ed altri	1,90
[3] - argilla compatta (ferretto)	23,94	2,50	Meyerhof ed altri	2,11

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - terreno vegetale	3,19	0,40	Meyerhof ed altri	1,86
[2] - argilla debolmente sabbiosa	8,11	0,90	Meyerhof ed altri	1,91
[3] - argilla compatta (ferretto)	23,94	2,50	Meyerhof ed altri	2,19

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - terreno vegetale	3,19	0,40	3,19	Shioi-Fukuni (1982)	21,92
[2] - argilla debolmente sabbiosa	8,11	0,90	8,11	Shioi-Fukuni (1982)	26,03
[3] - argilla compatta (ferretto)	23,94	2,50	23,94	Shioi-Fukuni (1982)	33,95

Tabella 2: Elaborazioni dei parametri geotecnici della prova penet. DL30_1

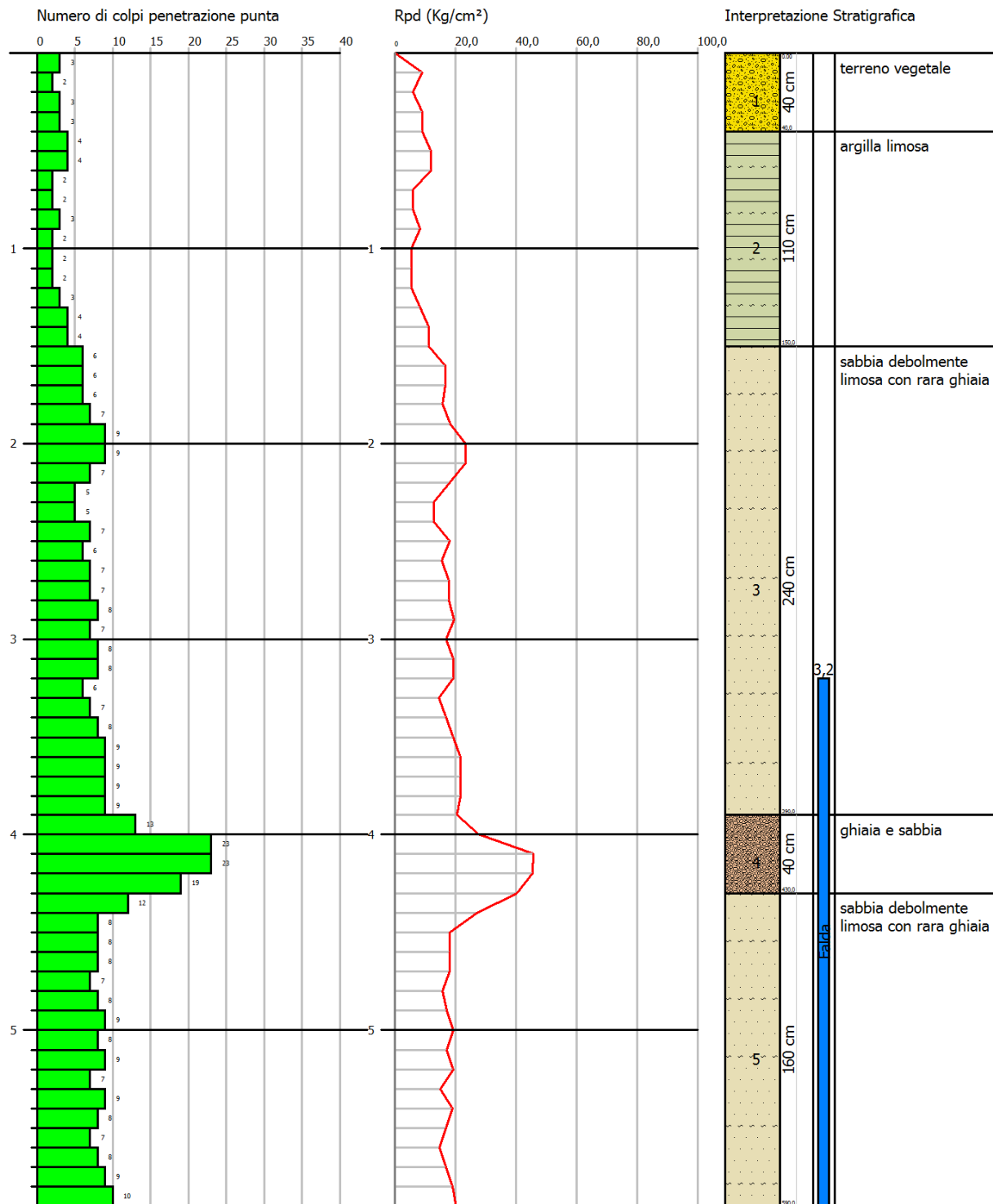


Figura 6: Grafico colpi/prof. e stratigrafia interpretata prova DL30_2

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda	Res. dinamica ridotta	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con ridu-	Pres. ammissibile Herminier -
----------------	-----------	--------------------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------------	-------------------------------

		Chi	(Kg/cm ²)		zione Hermi- nier - Olandesi (Kg/cm ²)	Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	3	0,857	9,07	10,59	0,45	0,53
0,20	2	0,855	6,03	7,06	0,30	0,35
0,30	3	0,853	9,03	10,59	0,45	0,53
0,40	3	0,851	9,01	10,59	0,45	0,53
0,50	4	0,849	11,98	14,12	0,60	0,71
0,60	4	0,847	11,96	14,12	0,60	0,71
0,70	2	0,845	5,97	7,06	0,30	0,35
0,80	2	0,843	5,95	7,06	0,30	0,35
0,90	3	0,842	8,42	10,00	0,42	0,50
1,00	2	0,840	5,60	6,67	0,28	0,33
1,10	2	0,838	5,59	6,67	0,28	0,33
1,20	2	0,836	5,58	6,67	0,28	0,33
1,30	3	0,835	8,35	10,00	0,42	0,50
1,40	4	0,833	11,10	13,33	0,56	0,67
1,50	4	0,831	11,08	13,33	0,55	0,67
1,60	6	0,830	16,59	20,00	0,83	1,00
1,70	6	0,828	16,56	20,00	0,83	1,00
1,80	6	0,826	16,53	20,00	0,83	1,00
1,90	7	0,825	18,23	22,11	0,91	1,11
2,00	9	0,823	23,40	28,42	1,17	1,42
2,10	9	0,822	23,35	28,42	1,17	1,42
2,20	7	0,820	18,13	22,11	0,91	1,11
2,30	5	0,819	12,93	15,79	0,65	0,79
2,40	5	0,817	12,90	15,79	0,65	0,79
2,50	7	0,816	18,03	22,11	0,90	1,11
2,60	6	0,814	15,43	18,95	0,77	0,95
2,70	7	0,813	17,97	22,11	0,90	1,11
2,80	7	0,811	17,94	22,11	0,90	1,11
2,90	8	0,810	19,44	24,00	0,97	1,20
3,00	7	0,809	16,98	21,00	0,85	1,05
3,10	8	0,807	19,38	24,00	0,97	1,20
3,20	8	0,806	19,34	24,00	0,97	1,20
3,30	6	0,805	14,48	18,00	0,72	0,90
3,40	7	0,803	16,87	21,00	0,84	1,05
3,50	8	0,802	19,25	24,00	0,96	1,20
3,60	9	0,801	21,62	27,00	1,08	1,35
3,70	9	0,800	21,59	27,00	1,08	1,35
3,80	9	0,798	21,56	27,00	1,08	1,35
3,90	9	0,797	20,50	25,71	1,02	1,29
4,00	13	0,746	27,71	37,14	1,39	1,86
4,10	23	0,695	45,66	65,71	2,28	3,29
4,20	23	0,694	45,59	65,71	2,28	3,29
4,30	19	0,743	40,31	54,29	2,02	2,71
4,40	12	0,791	27,13	34,29	1,36	1,71
4,50	8	0,790	18,06	22,86	0,90	1,14
4,60	8	0,789	18,04	22,86	0,90	1,14
4,70	8	0,788	18,02	22,86	0,90	1,14
4,80	7	0,787	15,74	20,00	0,79	1,00
4,90	8	0,786	17,15	21,82	0,86	1,09
5,00	9	0,785	19,27	24,55	0,96	1,23
5,10	8	0,784	17,11	21,82	0,86	1,09
5,20	9	0,783	19,22	24,55	0,96	1,23
5,30	7	0,782	14,93	19,09	0,75	0,95

5,40	9	0,781	19,17	24,55	0,96	1,23
5,50	8	0,780	17,02	21,82	0,85	1,09
5,60	7	0,779	14,87	19,09	0,74	0,95
5,70	8	0,778	16,98	21,82	0,85	1,09
5,80	9	0,777	19,08	24,55	0,95	1,23
5,90	10	0,776	20,25	26,09	1,01	1,30

Tabella 3: dati della prova penetrometrica DL30_2 (Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione d = 1 mt..

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	Terzaghi-Peck	0,13
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	Terzaghi-Peck	0,14

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	22,91
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	24,13

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Meyerhof 1957	35,31
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Meyerhof 1957	33,47
[3] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	5,55	3,90	5,55	Meyerhof 1957	46,19
[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Meyerhof 1957	71,18
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Meyerhof 1957	45,36

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Meyerhof (1965)	24,85
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Meyerhof (1965)	24,92
[3] - sabbia debolmente limosa	5,55	3,90	5,55	Sowers (1961)	29,55

con rara ghiaia					
[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Meyerhof (1965)	35,47
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Sowers (1961)	29,83

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	56,07
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	56,71
[3] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	5,55	3,90	5,55	Schmertmann (1978) (Sabbie)	44,40
[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	124,6
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	79,66

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	5,55	3,90	5,55	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Meyerhof ed altri	1,40
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Meyerhof ed altri	1,41
[3] - sabbia	5,55	3,90	5,55	Meyerhof ed altri	1,56

debolmente limosa con rara ghiaia					
[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Meyerhof ed altri	1,88
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Meyerhof ed altri	1,60

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[3] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	5,55	3,90	5,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - terreno vegetale	2,07	0,40	2,07	Navfac 1971-1982	0,29
[2] - argilla limosa	2,19	1,50	2,19	Navfac 1971-1982	0,32
[3] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	5,55	3,90	5,55	Navfac 1971-1982	1,11
[4] - ghiaia e sabbia	15	4,30	15	Navfac 1971-1982	3,12
[5] - sabbia debolmente limosa con rara ghiaia	6,52	5,90	6,52	Navfac 1971-1982	1,34

Tabella 4: Elaborazioni dei parametri geotecnici della prova penet. DL30_2

5 ASSETTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

Sulla base dei dati ottenuti dalle due prove penetrometriche continue riportati nel precedente paragrafo, è emerso un assetto stratigrafico del sito contraddistinto da una relativa disomogeneità legata alla presenza di due contesti lito-stratigrafici differenti caratterizzanti il settore di fondovalle analizzato; nella prova DL30_1, nel lato sud del lotto, viene infatti rilevata la presenza di un livello argilloso ad alta consistenza, costituente la porzione alterata dei depositi fluviali, denominata “ferretto”, mentre nel settore nord del lotto l'assetto stratigrafico risulta più eterogeneo, con la presenza di un livello superficiale di argille limose a consistenza molto bassa, seguito da sabbie debolmente limose via via più consistenti con la profondità e interdigitate con orizzonti ghiaiosi.

Nel contesto generale appena descritto si sono individuati cinque differenti litotipi distinguibili dal punto di vista litotologico e getecnico, di seguito descritti:

- **LITOTIPO 1:** Si tratta di un litotipo costituito da argilla compatta con sabbia fine, rinvenuto come livello superficiale sino alla profondità di 0,90 metri nella prova DL30_1; per il Litotipo 1 sono stati calcolati valori di angolo d'attrito prossimi ai 26° (condizioni drenate) e valori di coesione non drenata C_u prossimi a $0,55 \text{ Kg/cm}^2$ (condizioni non drenate).

- **LITOTIPO 2:** Oltre al suddetto livello, sempre nella prova DL30_1, l'aumento della resistenza è sintomatico del passaggio a un litotipo più consistente riconducibile ad argille sovra-consolidate, costituenti la parte alterata dei depositi fluviali (Ferretto). Tale livello risulta continuo sino a fine prova, avvenuta per rifiuto alla profondità di 2,50 metri da p.c. e presenta parametri sintetizzabili con un angolo d'attrito inferiore ai $33,95^\circ$ (condizioni drenate) e una coesione non drenata C_u inferiore ai $1,62 \text{ Kg/cm}^2$ (condizioni non drenate).

- **LITOTIPO 3:** Questo litotipo è costituito da un livello di argilla limosa a consistenza molto bassa, rinvenuto nel settore nord del lotto in corrispondenza delle prova DL30_2. Rinvenuto sino alla profondità di 1,50 metri da p.c. per tale litotipo è stato calcolato un angolo

d'attrito prossimo ai 24,92° (condizioni drenate) e una coesione non drenata C_u con valori prossimi a 0,14 Kg/cm² (condizioni non drenate).

- **LITOTIPO 4:** Oltre al suddetto strato viene individuato il passaggio a un litotipo più consistente riconducibile ad una sabbia debolmente limosa con rara ghiaia continuo sino a fine prova. Per questo litotipo, è stato calcolato un valore di angolo d'attrito compreso tra i 29,55° e i 29,83° (condizioni drenate).

- **LITOTIPO 5:** Intercalato nel Litotipo 4, ad una profondità compresa tra i 3,90 metri ed i 4,30 metri, individua un orizzonte ghiaioso legato a dinamiche fluviali ad alta energia. Per il Litotipo 5 sono stati calcolati valori di angolo d'attrito prossimi ai 35 ° (condizioni drenate).

E 'stata intercettata una falda freatica alla profondità di 3,20 metri circa dal piano campagna in corrispondenza della prova DL30_2.

Di seguito si definiranno i valori caratteristici dei parametri geotecnici di riferimento per ogni litotipo; a tal proposito, in funzione della Relazione Geotecnica, appare corretto, così come indicato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel caso di opere che coinvolgano grandi volumi di terreno, definire come valori caratteristici dei parametri geotecnici i valori medi tra quelli ottenuti (Tabella 5).

TABELLA VALORI CARATTERISTICI DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI						
	Angolo di attrito (°)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Modulo di E-dometrico (Kg/cm ²)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturato (t/m ³)	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
LITOTIPO 1	26,03	121,67	40,55	1,90	1,91	0,55
LITOTIPO 2	33,95	303,71	179,55	2,11	2,19	1,62
LITOTIPO 3	24,92	62,03	24,13	1,58	1,90	0,14
LITOTIPO 4	29,69	62,03	-	1,58	1,90	-
LITOTIPO 5	35,47	124,60	-	1,88	1,95	-

Tabella 5: Valori caratteristici dei principali parametri geotecnici dei vari litotipi

6 CONCLUSIONI

In sintesi, l'analisi delle condizioni geologico-tecniche riguardanti l'intervento in progetto, evidenzia quanto segue:

- L'intervento risulta compatibile con l'assetto idrogeologico e geomorfologico del settore e con quanto prescritto nelle n.d.a. relative alla classe di pericolosità in cui ricade l'area.
- L'indagine eseguita ha rivelato, in particolare nella prova DL30_2 del settore di fondovalle del lotto di prevista edificazione, la presenza di un livello di terreno con scadenti qualità geotecniche la cui natura coesiva lo rende predisposto al cedimento edometrico se sottoposto a carichi. Un tale contesto stratigrafico suggerisce l'utilizzo di fondazioni che trasferiscano i carichi al di sotto del citato strato

Si ritiene in ultimo necessario adottare alcune prescrizioni in merito alla regimazione delle acque superficiali provenienti dall'area di monte del versante che dovranno essere

raccolte da un'opportuna rete di drenaggio, recapitate in un apposito scarico, e convogliate fino all'esterno del lotto.

7 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1: Fasi di realizzazione della prova DL30_1

Foto 2: Fasi di realizzazione della prova DL30_2