

Brenna, 29/04/2014

Sig.Saieva Salvatore

Via Pascoli, 23
CADORAGO (CO)

RELAZIONE GEOLOGICA, A MEZZO PROVE
PENETROMETRICHE DINAMICHE, NEL COMPARTO DI
VIA RAIMONDI IN COMUNE DI FINO MORNASCO (CO)
SU CUI E' PREVISTA LA REALIZZAZIONE DI VILLETTE
RESIDENZIALI

Rev. 01 del 30.01.2017

DR. GEOLOGO SAMUELE AZZAN

1 - PREMESSA

La presente relazione è stata prodotta per conto del Sig. Saieva Salvatore residente in comune di Cadorago (Co) in via G.Pascoli; scopo della presente relazione è la verifica della fattibilità geologica, geomorfologica e idrogeologica nonché la caratterizzazione geologica e geologico - tecnica del comparto edificatorio sito in Via Raimondi in comune di Fino Mornasco (Co), su cui è prevista la realizzazione di villette residenziali.

Il presente documento è redatto ai sensi del D.M. del 14.01.2008 e della D.G.R. IX/2616 del 30.11.2011.

Lo studio del comparto è stato attuato attraverso l' esecuzione di una campagna di rilevamento geologico e geomorfologico estesa ad un intorno significativo del lotto d' intervento e dall'esecuzione di n° 4 prove penetrometriche dinamiche a punta conica S.C.P.T., finalizzate alla determinazione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo fino ad una profondità significativa al di sotto del piano d'imposta delle fondazioni delle opere in progetto. La ricognizione freaticometrica è stata effettuata mediante misurazioni direttamente nei fori di prova penetrometrica di cui uno attrezzato con piezometro fessurato in PVC.(S.c.p.t. 1)

Con l' entrata in vigore dello stesso D.M. 14.01.2008 e delle relative NTC, la Relazione Geotecnica di progetto può essere approntata solo una volta stabilite le caratteristiche tipologiche delle opere fondazionali previste dal Progetto Esecutivo dell' intervento, e quindi una volta stabilite la loro quota di imposta e caratteristiche geometriche nonché la determinazione dei carichi permanenti e variabili agenti sulle stesse;

2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 14.01.2008

“Norme tecniche per le Costruzioni” e Circolare n° 617 del 02.02.2009 “Istruzioni per l’applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008”

D.G.R. 2616/2011

Aggiornamento dei “ Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell’art. 57, comma 1, L.R. n° 12/2005”

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

D.G.R. n°2129 del 11/07/2014

contenente l’ *“Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art.3, c.108, lett. d)”*.

3 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area d'intervento è ubicata in comune di Fino Mornasco (Co) in Via Raimondi nella parte centro-settentrionale del territorio comunale ad una quota compresa tra circa 300,00 m – 325,00 m s.l.m..

Il territorio di Fino Mornasco (Co), è cartografato nella **Tavoletta B5a1** alla scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale (CTR).

Dal punto di vista catastale l'area d'intervento è identificata ai mappali n° 5177- 5179 e 9594 – Foglio 9 del Censuario di Fino Mornasco (Co).

L'area d'intervento è compresa nella **Classe 3** – “Fattibilità con consistenti limitazioni “- **Sottoclasse 3D** – “ Aree di scarpata a maggiore pendenza in contesto urbano” dello Studio Geologico Comunale.

Dalla consultazione delle carte di supporto alla pianificazione comunale (carta dei vincoli e di sintesi) si evidenzia quanto segue:

- Nella carta dei vincoli e nella carta di sintesi non si ravvisa la presenza di nessun elemento che interessi il sito d'intervento.

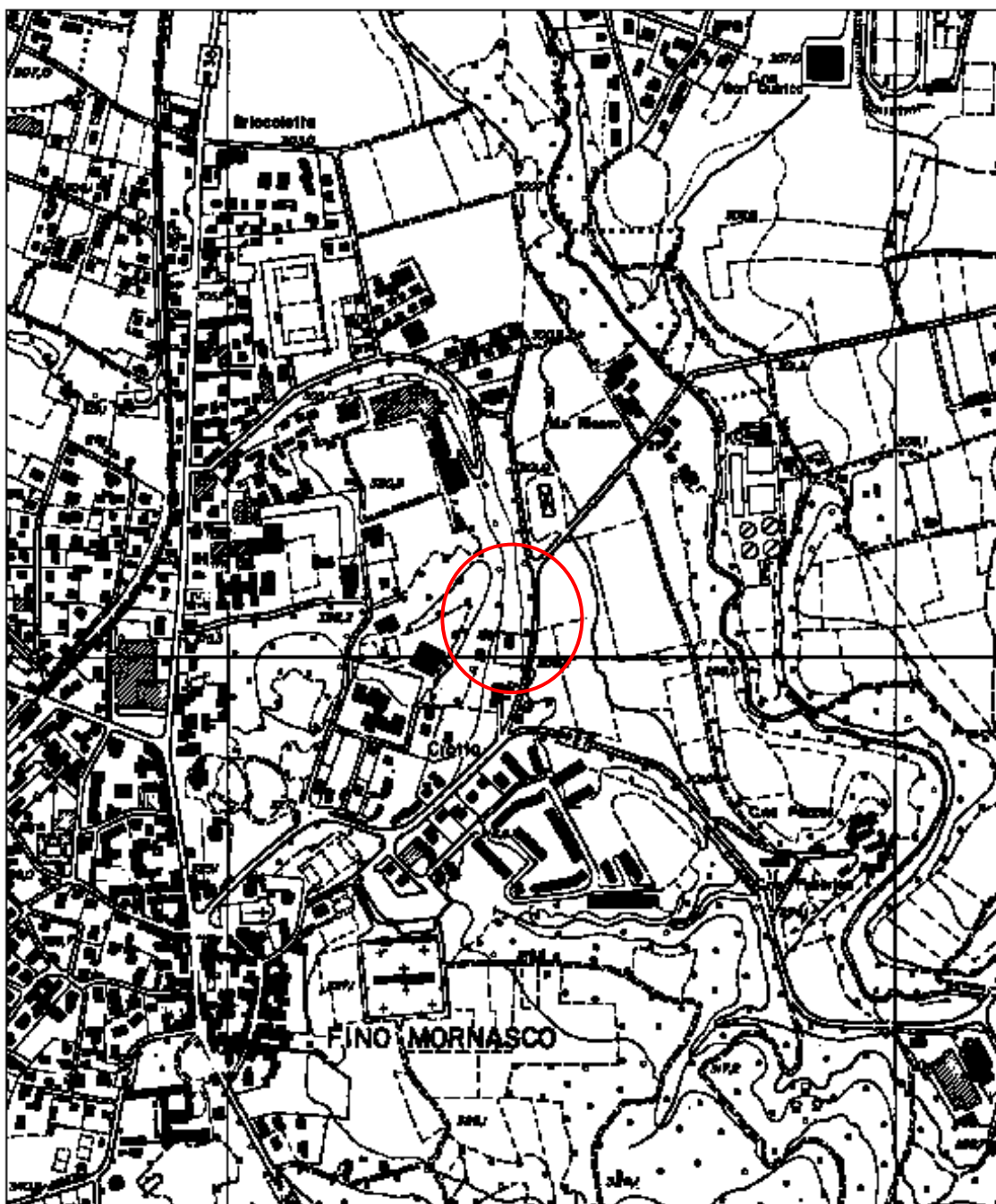
La consultazione dello Studio del Reticolo Idrico Minore comunale evidenzia che l'area d'intervento è ubicata all'esterno di fasce di rispetto idraulico.

Il comune di Fino Mornasco (Co), in base all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 e della successiva D.G.R. n°2129 del 11/07/2014 contenente la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia, risulta tutt'ora classificato in **Zona 4 – area a sismicità molto bassa** : $PGA < 0,05g$ (dove PGA indica il picco di accelerazione gravitazionale).

Di seguito viene riportato uno stralcio della Carta Tecnica Regionale, in scala 1/10000 con evidenziata l'area d'intervento e un estratto della Carta di Fattibilità Geologica

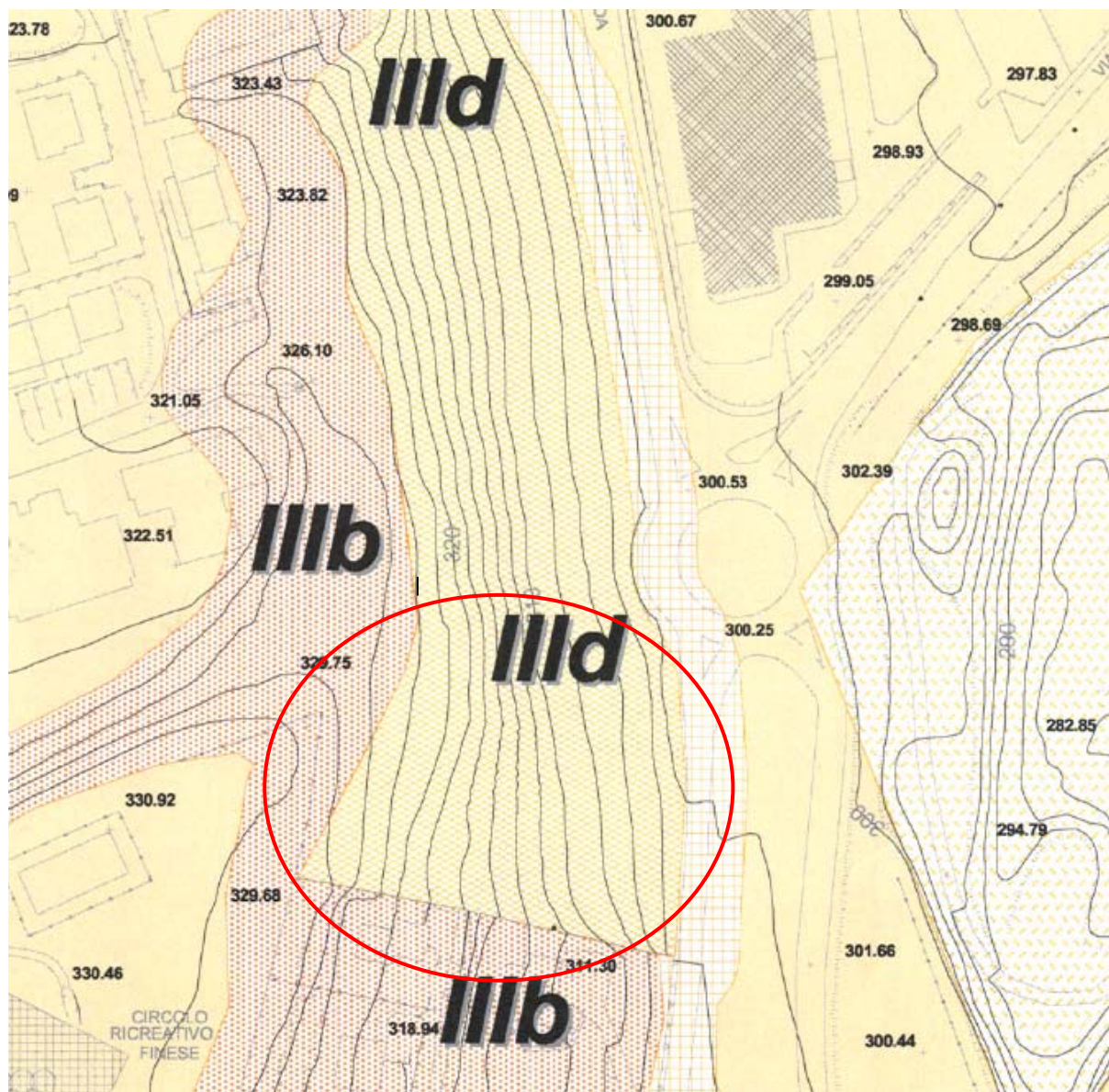
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO AREA D' INDAGINE

Carta Tecnica Regionale - Scala 1 : 10.000



Area d'indagine

ESTRATTO CARTA DELLE FATTIBILITA' GEOLOGICA
(tratto dallo Studio Geologico a supporto del P.G.T.)



Area d'indagine

4 – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO

Dal punto di vista geomorfologico l'assetto morfologico della regione si è venuto delineando, nelle sue forme fondamentali, nel corso dell'era glaciale che ha caratterizzato la storia geologica del periodo Quaternario antico (Pleistocene).

Nel periodo pleistocenico la regione fu invasa, a più riprese, dalle fronti dei ghiacciai in espansione, attraverso le valli del Lario, dai territori alpini che qui vi trasportarono ed abbandonarono un'ingentissima quantità di materiali detritici sedimentati ad edificare i caratteristici archi morenici di forma allungata a cui sono interposte delle aree tabulari depresse parzialmente colmate dall'accumulo dei materiali alluvionati e risedimentati, durante le fasi inter e post glaciali, dalle fiumane di scioglimento dei ghiacci stessi.

Più in particolare il comparto in esame è ubicato alla quota compresa tra circa 300,00 m e 325,00 m sl.m. lungo una scarpata mediamente acclive di natura boschiva in corrispondenza del fianco di una collina morenica che degrada verso est in direzione della sottostante piana fluvioglaciale e alluvionale in cui scorre il Torrente Seveso.

In seguito a sopralluogo effettuato nell'area ed in un suo intorno significativo non si evidenzia la presenza di fenomeni d'instabilità in atto e di aree in possibile rapida evoluzione morfologica. Dall'attento esame del lotto d'intervento e dei terreni ad esso contigui si può asserire che gli stessi sono caratterizzati da buona stabilità geomorfologica. Tuttavia non si può escludere, in considerazione della morfologia dell'area l'innescò di modesti scivolamenti della coltre superficiali in concomitanza di eventi meteorici significativi.

Dal punto di vista idrografico la zona è caratterizzata e posizionata in una zona defilata e protetta da elementi idrografici significativi.

L'elemento principale della zona è rappresentato dal Torrente Seveso che scorre ad est dell'area d'intervento con decorso circa N-S ad una distanza di circa 350,00 m- 400,00 m.

5 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L' area in esame è ubicata nella parte centro- settentrionale del territorio comunale di Fino Mornasco (Co), ad una quota compresa tra circa 300,00 m e 325,00 m s.l.m. ed è compresa nel **Foglio 32 " Como"** della Carta Geologica d' Italia alla scala 1 : 100.000 .

Nella zona in esame e nei suoi intornoi significativi affiorano terreni detritici di origine continentale la cui messa in posto è connessa con le grandi fasi di espansione glaciale che hanno caratterizzato la storia geologica del periodo Quaternario antico (Pleistocene)

Più in particolare l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di Depositi Morenici di età wurmiana e rissiana limitati ad est da depositi fluvioglaciali di età wurmiana e in corrispondenza del Torrente Seveso da depositi alluvionali recenti.

Di seguito viene fornita una descrizione delle litologie presenti nella zona d'intervento ed in un suo intorno significativo

Depositi morenici Wurmiani

I depositi morenici wurmiani caratterizzano l'area d'intervento e le zone altimetricamente più elevate ad ovest (centro abitato di Fino Mornasco) a formare le dorsali moreniche di Monticello- Cassina Rizzardi – Fino Mornasco cosiddetta zona di transizione tra le coline moreniche wurmiane e le colline moreniche più antiche di età rissiana.

Litologicamente i depositi morenici wurmiani sono costituiti da un insieme caoticamente associato di massi e ciottoli, di differente natura petrografica, immersi in una matrice sabbioso-limosa ed argillosa. I depositi wurmiani sono caratterizzati da un elevata eterogeneità tessiturale sia verticale che orizzontale con ciottoli di diverse dimensioni e matrice variabile con percentuali di sabbia e argilla che possono variare in maniera considerevole da zona a zona. Superficialmente i depositi morenici sono caratterizzati dalla presenza di uno strato di alterazione con spessore variabile caratterizzato da sabbie fini limose sciolte.

I depositi morenici sono caratterizzati da bassi valori di permeabilità primaria (dell'ordine di 10^{-5} m/s - 10^{-6} m/s), anche se quest'ultima può presentare notevoli differenza di valori dovuti alla diverso grado di addensamento del deposito morenico.

Depositi fluvioglaciali wurmiani

I depositi fluvioglaciali wurmiani caratterizzano la porzione inferiore del lotto d'intervento e tutte le zone sub-pianeggianti e altimetricamente meno elevate che si sviluppano ad est del comparto d'intervento; sono connessi con l'azione deposizionale esercitata dalle fiumane originate dallo scioglimento dei fronti glaciali durante l'età wurmiana.

Litologicamente sono costituiti da terreni incoerenti a granulometria medio - grossolana (sabbie e ghiaie) con ciottoli arrotondati di differente natura petrografica con dimensioni variabili da millimetriche a centimetriche.

Intercalati alle ghiaie ed ai ciottoli sono talvolta presenti alcuni livelli, non sempre caratterizzati da omogeneità laterale, con livelli più marcatamente sabbiosi e talvolta anche di natura limoso-argillosa.

I terreni fluvioglaciali in esame presentano uno strato di alterazione superficiale caratterizzato dalla presenza di terreno di coltura e/o vegetale e da uno strato superficiale costituiti da materiale sabbioso-limosi con spessori variabili..

I depositi fluvioglaciali sono caratterizzati da elevata porosità e di buona permeabilità (dell'ordine di 10^{-2} m/s - 10^{-3} m/s), anche se quest'ultima può presentare notevoli differenze di valori dovute alla presenza di orizzonti più marcatamente sabbiosi o orizzonti con matrice fine predominante.

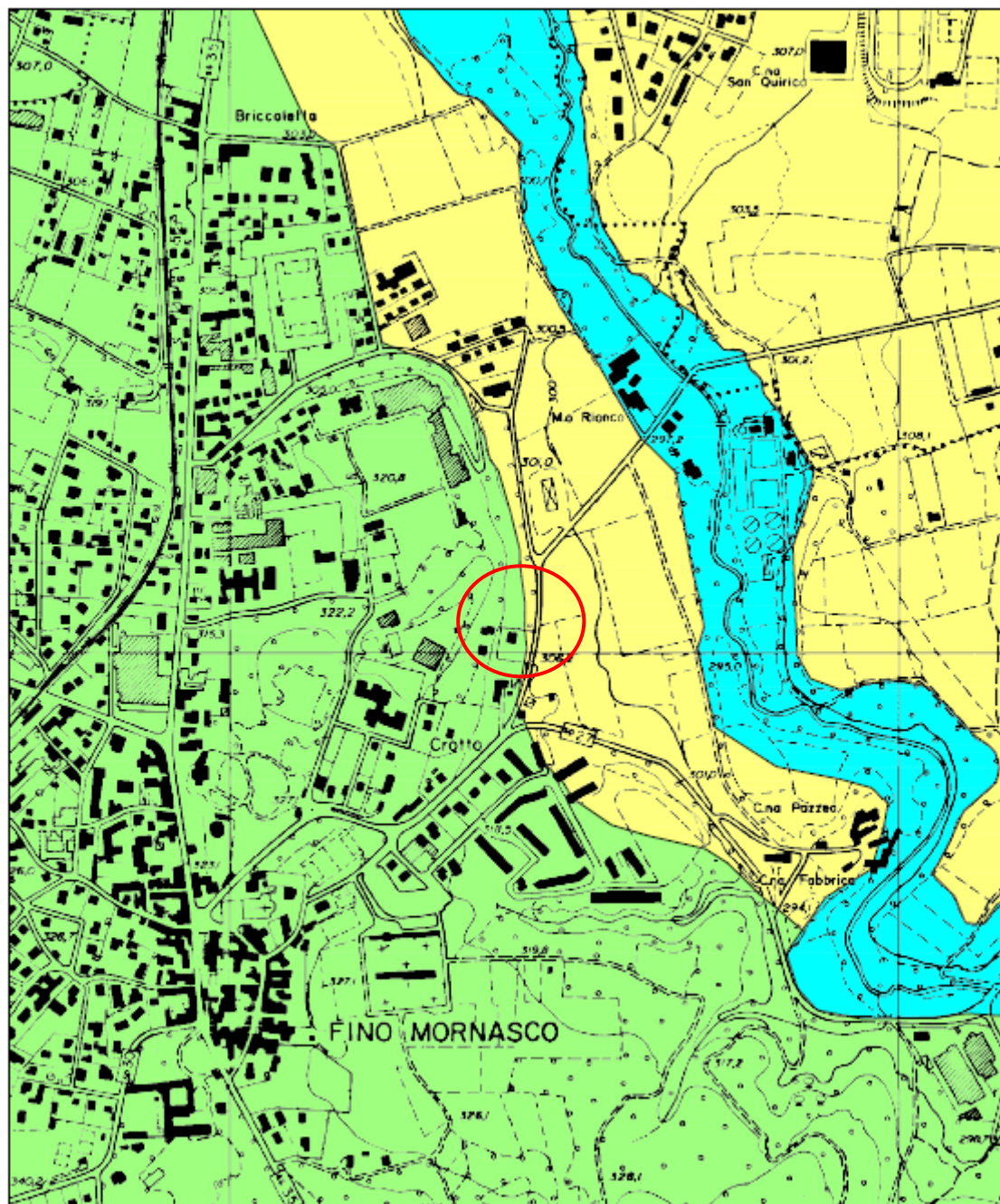
Depositi alluvionali recenti ed attuali

Questi depositi caratterizzano le zone ad est dell'area d'intervento in corrispondenza della Valle del Seveso. Litologicamente sono caratterizzate, al di sotto di modesti spessori di materiale sabbiosi e sabbioso-limosi, da terreni incoerenti grossolani di natura sabbioso-ghiaiosa con ciottoli di dimensioni centimetriche.

Di seguito viene riportato uno stralcio di carta geologica alla scala 1/10000, con evidenziata l'estensione laterale dei vari depositi

CARTA GEOLOGICA

Scala 1:10000



6 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Allo scopo di definire le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area d'intervento sono state eseguite **n° 4** prove penetrometriche con penetrometro dinamico standard a punta conica S.C.P.T.; le prove, ubicate nel comparto come indicato nella allegata planimetria, sono state spinte fino ad una profondità compresa tra **6,00 m.** (S.C.P.T. 4) e **9,20 m.** (S.C.P.T. 3) dal piano da cui sono state intestate; tutte le prove sono state interrotte per il raggiungimento del Rifiuto penetrometrico, calcolato in 100 colpi per un avanzamento di 30 cm, dovuto alla probabile interferenza con grossi massi rocciosi inclusi nel deposito morenico di fondo.

Il piano da cui sono state eseguite le prove, corrisponde all'attuale piano campagna ed è rappresentato da un pendio mediamente acclive che degrada verso est.; i dislivelli massimi tra le varie postazioni di prova sono pari a circa 3,00 m-4,00 m

I risultati delle prove penetrometriche sono stati riportati negli allegati istogrammi e sono stati interpretati per risalire, anche se indirettamente dato il tipo di prove eseguite, alle grandezze indice dei terreni investigati: angolo d'attrito interno, coesione non drenata, densità relativa peso di volume del terreno, modulo elastico del terreno e coefficiente di Poisson.

I fori di prova, di cui uno attrezzato con piezometro in PVC, sono stati altresì utilizzati per la ricognizione freaticometrica del sottosuolo investigato che non ha evidenziato la presenza di acqua fino alla massima profondità raggiunta dalle prove. Tuttavia non è da escludere, il possibile instaurarsi di modeste falde sospese, legate quasi esclusivamente al ciclo delle precipitazioni, all'interfaccia tra i depositi superficiali e i sottostanti depositi morenici da considerarsi pressochè impermeabili.

L' esame dei diagrammi penetrometrici evidenzia una generale omogeneità laterale del sottosuolo con presenza, al di sotto di uno spessore di terreno vegetale, di sabbie argillose con spessori compresi tra circa 2,40 m. – 3,40 m. ,sovrapposte a terreni di natura morenica che nella sua parte superficiale presentano una matrice sabbiosa abbondante e si presentano mediamente addensati ; procedendo in profondità sono costituiti ghiaia e ciottoli di dimensioni centimetriche immersi in una matrice debolmente limoso-sabbiosa (addensati o molto addensati) fino alla massima profondità raggiunta dalle prove penetrometriche.

In base ai risultati delle prove penetrometriche sono state distinte tre differenti "Litozone" abbastanza omogenee per caratteristiche tecniche, distinte in base ai valori medi di resistenza alla penetrazione.

In particolare è stato possibile distinguere:

Litozona A : è caratterizzata, al di sotto di uno strato di materiale di coltura con spessore pari a circa 0,30, da sabbie argillose. Si ritrova lungo tutte le verticali fino a profondità comprese tra circa 2,40 m (S.C.P.T. 1) e 3,40 m (S.C.P.T. 4) dal p.c. attuale. Presenta parametri geotecnici e valori di resistenza alla penetrazione generalmente scadenti e risulta pertanto inidonea alla posa in opera di fondazioni di tipo diretto.

Litozona B : è caratterizzata da un deposito morenico con ghiaia e ciottoli ematrice sabbioso-argillosa prevalente mediamente addensato. Si ritrova lungo tutte le verticali di prova fino a profondità compresa tra circa 4,60 (S.C.P.T. 2) e 8,80 (S.C.P.T. 3) m dal p.c. attuale. Presenta parametri geotecnici e valori di resistenza alla penetrazione generalmente buoni.

Litozona C : è caratterizzata ghiaie e ciottoli subordinati immerse in matrice sabbioso-argillosa (deposito morenico wurmiano) , con un medio-alto grado di addensamento. Tuttavia si evidenzia come il deposito può presentare variazioni tessiturali orizzontali e verticali dovute alla diversa percentuale della matrice sabbioso - limosa. Si ritrova lungo tutte le verticali di prova fino alla massima profondità raggiunta dalle prove penetrometriche.

In questa litozona è stato raggiunto il Rifiuto penetrometrico alla penetrazione causato dalla probabile interferenza con grossi massi immersi nella matrice sabbiosa del deposito ghiaioso-sabbioso di fondo. Presenta parametri geotecnici e valori di resistenza alla penetrazione generalmente buoni.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche geotecniche desunte dalle prove penetrometriche, riferite ad ogni singola LITOZONA

Litoz .	Prof. m.	Descrizione	Num. colpi (*)	Angolo attr. Medio	Peso volume T/m ³	Mod. Young Kg/cm ²	Coeff. di Poisson	Densità rel. %	Grado addensamento
A	2,40-3,40	Sabbia argillosa	3-7	28°-29°	1,57-1,65	45-62	0,34	25-31	POCO ADDENSATO
B	4,60-8,80	Dep. Morenico sabbioso	24-25	33°-34°	1,87-1,89	193-207	0,31-0,30	46-50	MODERAT. ADDENSATO
C	Indet.	Deposito morenico	>50	>35°	>1,90	459-506	0,25-0,23	>55	MOLTO ADDENSATO

E' comunque opportuno ricordare che il tipo di prove eseguite consente una caratterizzazione geotecnica dei terreni testati ma tuttavia l' interpretazione litologico-stratigrafica , in assenza di sondaggi geognostici , è da ritenersi solo indicativa.

*La correlazione tra SPT e SCPT utilizzata è la seguente: **$N_{spt} = \beta_t N_{scpt}$**

Ove: $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,472$ (coefficiente teorico di energia)

Q = energia specifica per colpo (kg/cm^2)

Q_{spt} = energia specifica per colpo della prova SPT (kg/cm^2)

Negli Allegati viene riportata, per ogni singola prova penetrometrica, la stima di tutti i parametri geotecnici analizzati e la correlazione utilizzata per la determinazione.

7 – INQUADRAMENTO SISMICO

L'analisi sismica del lotto d'intervento è richiesta in seguito all'entrata in vigore della legge 12/2005 sui Piani di Governo del Territorio la Regione Lombardia ha emanato, con D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, i nuovi "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione all'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12." I nuovi criteri forniscono inoltre le indicazioni per l'analisi del rischio sismico, in attuazione all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

La metodologia, basata su indagini dirette ed indirette, prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con opportuna differenza in funzione della zona sismica di appartenenza) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche meccaniche molto diverse tra loro.

- **il 1° livello** consente il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base di osservazioni geologiche e di dati esistenti; il territorio viene suddiviso in zone a pericolosità sismica omogenea ed individuati da sigle identificative (Z1, Z2 ecc.).
- **Il 2° livello** permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi nelle aree perimetrale nella Carta delle Pericolosità Sismica Locale e fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (zone Z3 e Z4), di aree in cui la normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale calcolato dal politecnico di Milano).
- **Il 3° livello** permette la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite nelle aree in cui la normativa risulta inadeguata.

Il territorio comunale di Fino Mornasco (Co), come detto, è inserito in **CLASSE 4 (zona a bassa sismicità)** della zonizzazione sismica nazionale e pertanto, in funzione anche della tipologia di edifici in progetto viene esclusivamente applicato il primo livello di analisi.

L'analisi di 1° livello, riportata nella carta della pericolosità sismica dello Studio Geologico Comunale, include il comparto d'intervento nella categoria sismica **Z3a** "Orlo di scarpata con H>10 m ed inclinazione media > 10° con relative aree di possibile influenza"

Dal punto di vista topografico, considerando le caratteristiche dell'area e dei suoi intorno, il comparto d'intervento può essere ascrivibile alla categoria T2.

Il calcolo delle Vs 30 è stato effettuato in base ai risultati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nel comparto integrato da dati stratigrafici reperiti nello Studio Geologico Comunale.

Per la classificazione del sito, come detto è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

- 1) il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o il bedrock-like, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiore dei livelli superiori (e generalmente con valori oltre i 500-700 m/s);
- 2) la velocità delle onde S negli strati di copertura;

La caratterizzazione può essere effettuata, utilizzando prove penetrometriche dinamiche (SPT) o statiche (CPT) o attraverso la sismica a rifrazione.

Caratterizzazione del terreno attraverso prove penetrometriche dinamiche (SPT).

Esistono in letteratura molte formule empiriche che consentono di correlare il valore di N_{spt} (numero di colpi per 30 cm di avanzamento) con la velocità delle onde S nel terreno. Nel programma viene utilizzata la relazione di Otha e Goto (1978), consigliata dal Manuale internazionale TC4 per la zonazione dei rischi geotecnici. La formula, che tiene conto sia dell'età del deposito che della sua granulometria dominante, ha la seguente espressione:

$$V_s (m / s) = 68 N_{spt}^{0.17} D^{0.2} EF$$

dove D(m) è la profondità media dello strato dal piano campagna, E è un fattore che tiene conto dell'età del deposito (Tabella I) e F è un coefficiente funzione della granulometria dominante dello strato (Tabella II).

Età del deposito	Fattore E
Olocene	1.0
Pleistocene	1.3

Tabella I

Granulometria dominante	Coefficiente F
Argilla	1.00
Sabbia fine	1.09
Sabbia media	1.07
Sabbia grossa	1.14
Sabbia ghiaiosa	1.15
Ghiaia	1.45

Tabella II

Adottando la Formula correlativa sopra riportata è stato possibile determinare la Vs caratteristica dei quattro strati di terreno riconosciuti nelle prove penetrometriche eseguite che risulta :

da 0,0 a -3,40 m : $N_{spt} = 3 - V_s = 99,34 \text{ m/s}$

da 3,40 a -8,80 m : $N_{spt} = 24 - V_s = 248,30 \text{ m/s}$

da -8,80 a -30,00 m (*) : $N_{spt} > 30 - V_s = 413,51 \text{ m/s}$

$$V_s (m / s) = 68 N_{spt}^{0.17} D^{0.2} EF$$

(*) in base alla stratigrafia del locale sottosuolo , desunta da dati stratigrafici reperiti nello Studio Geologico Comunale, questi valori di velocità sono stati attribuiti ai terreni sino a - 30,00 m di profondità .

Sulla base di quanto sopra esposto, si è proceduto al calcolo delle V_{s30} mediante la seguente espressione:

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

dove :

h_i = spessore in metri dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo

V_i = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo

N = numero strati nell'ambito dei primi 30 metri di sottosuolo

Dallo sviluppo del calcolo si ottiene un valore di V_{s30} pari a : **283,01 m/s**

L'Ordinanza n° 3274 del marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: “ **Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica** ” aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altri due speciali S_1 e S_2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30})

Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} , compresi fra 360 m/s e 800 m/s ($N_{spt} > 50$ o coesione non drenata > 250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < cu < 250$ kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{sp} < 15$, $cu < 70$ kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di V_{s30} simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

Il valore delle V_{s30} calcolati precedentemente corrispondono alla classe **C** : “Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < cu < 250$ kPa)”.

7.1- VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

In ogni sito è necessario procedere alla valutazione della sicurezza nei confronti della liquefazione, secondo le indicazioni riportate nel paragrafo 7.11.5.1 delle NTC2008.

I fenomeni di liquefazione interessano i depositi sabbiosi saturi e dipendono da:

- ☐ Proprietà geotecniche dei terreni
- ☐ Caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata
- ☐ Genesi e storia geologica dei terreni
- ☐ Fattori ambientali

Il sito in esame, sussistendo più di una delle condizioni riportate in elenco al § 7.11.3.4.2 del D.M. 14.01.2008, non richiede la verifica alla liquefazione

7.2 PARAMETRI SISMICI

L'approccio seguito per la determinazione dei parametri sismici utili alla progettazione corrisponde a quello previsto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, che prevede di rendere compatibile la *pericolosità sismica* di un dato sito con le nuove NTC, dotandola di un sufficiente livello di dettaglio geografico/temporale. A tal fine le NTC prescrivono di considerare un *reticolo di riferimento* geografico ai cui nodi sono riferiti, per diversi periodi di ritorno T_R , i parametri sismici corrispondenti. Questi sono dati da:

a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ogni nodo del reticolo viene identificato da un numero ID e dai suoi valori di latitudine e longitudine; per i punti del territorio nazionale non ricadenti nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri suddetti si calcolano come media pesata dei valori dei medesimi parametri nei quattro vertici della maglia elementare contenete il punto d'interesse.

Nel nostro caso si è assunta un'ubicazione corrispondente a Lat: 45.746157 Lon: 9.055989 ricadente nella maglia avente i seguenti vertici identificativi:

Dr. Azzan Samuele
Geologo

Sito 1 ID: 10927 Lat: 45,7537 Lon: 9,0528 Distanza: 882,7
 Sito 2 ID: 10928 Lat: 45,7563 Lon: 9,1242 Distanza: 5416,7
 Sito 3 ID: 11150 Lat: 45,7064 Lon: 9,1279 Distanza: 7121,7
 Sito 4 ID: 11149 Lat: 45,7038 Lon: 9,0565 Distanza: 4705,6

Considerando quindi per gli edifici residenziali previsti:

- classe d'uso IV (cfr. paragrafo 2.4.2 delle N.T.C.);
- vita nominale di 50 anni.
- periodo di riferimento V_r di 200 anni

Considerando inoltre:

- categoria di suolo C (cfr. tab.3.2.II delle N.T.C.)^{*}
- categoria topografica T2 (cfr. tab. 3.2.IV delle N.T.C.).

Si ottengono per il punto identificativo i seguenti parametri e coefficienti sismici:

	Prob. Super [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,016	2,579	0,158
Danno (SLD)	63	50	0,020	2,557	0,168
Salvaguardi a della vita (SLV)	10	475	0,041	2,637	0,283
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,050	2,686	0,302

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,930	1,000	0,006	0,003	0,283	0,200
SLD	1,500	1,830	1,000	0,007	0,004	0,351	0,200
SLV	1,500	1,590	1,000	0,015	0,007	0,725	0,200
SLC	1,500	1,560	1,000	0,018	0,009	0,880	0,200

8 - VERIFICHE DI STABILITA'

Al fine di valutare il grado di stabilità del pendio che si sviluppa nel lotto oggetto del presente studio e di valutare l'influenza delle opere in progetto sulle condizioni di equilibrio del pendio vengono effettuate, così come prescritto nelle Norme di Attuazione del vigente P.G.T. per la Classe di Fattibilità 3d, sono state eseguite n° 2 analisi di stabilità lungo una sezione appositamente scelta. La verifica viene eseguita dapprima nelle condizioni attuali e successivamente dopo realizzazione degli interventi in progetto, considerando pertanto i sovraccarichi dovuti agli edifici in progetto.


Si evidenzia che per la ricostruzione topografica del pendio è stata utilizzata una sezione ricostruita utilizzando un rilievo topografico fornito direttamente dal progettista alla scala 1/100.



L'analisi di stabilità è stata eseguita utilizzando il programma I.L.A. (Interactive Landslides Analysis),

Le verifiche della stabilità ed il calcolo del relativo coefficiente di sicurezza F.S. è stata eseguita adottando il metodo di equilibrio limite proposto da Sarma. In pratica viene analizzato un adeguato numero di superfici di scorrimento cinematicamente possibili per ricercare quelle con coefficiente di sicurezza minore, lungo le quali si ha cioè la potenzialità maggiore che avvenga lo scivolamento.

Il metodo di Sarma è un metodo generale di analisi in condizioni di equilibrio limite che può essere utilizzato per la verifica della stabilità di pendii con geometria qualunque, con superfici di scivolamento circolari, piane o costruite arbitrariamente per punti tramite l'introduzione diretta delle coordinate.

In particolare:

-  In rosso le superfici con F.S. < 1: condizione di potenziale instabilità dal punto di vista fisico; i terreni delimitati da queste superfici di scorrimento si trovano in una condizione di equilibrio instabile, dove una lieve variazione dei parametri geotecnici dovuto ad eventi meteorici, imbibimento, erosione, sovraccarichi ecc. causa la rottura delle condizioni di equilibrio e provoca lo scivolamento

-  In giallo le superfici con $1 < F.S. < 1.3$: condizione di potenziale instabilità dal punto di vista normativo; i terreni delimitati da queste superfici di scorrimento risultano in una condizione di equilibrio stabile dal punto di vista fisico ma non soddisfano i criteri di stabilità previsti dalla normativa. Lievi variazioni delle caratteristiche geotecniche non compromettono la stabilità ma spostano il punto di equilibrio verso condizioni di maggiore instabilità
-  In verde le superfici con $F.S. > 1.3$: condizione di stabilità; i terreni delimitati da queste superfici di scorrimento risultano in una condizione di equilibrio stabile sia dal punto di vista fisico sia dal punto di vista normativo. Lievi variazioni delle caratteristiche geotecniche non compromettono la stabilità.

Si rammenta che la normativa di riferimento utilizzata prevede, per scarpate e pendii naturali ed artificiali, valori del fattore di sicurezza minimo $F.S. > 1.3$, pertanto tutti i pendii che presentano superfici di scivolamento con un fattore di sicurezza inferiore a tale valore risultano essere non conformi ai parametri di legge nei confronti della stabilità.

L'attribuzione dei parametri geotecnici dei terreni costituente il pendio, necessaria per una corretta esecuzione delle verifiche di stabilità, come sopra indicato, sono stati stimati da riferimenti presenti in letteratura e da dati ricavati dall'esecuzione delle prove penetrometriche eseguite nell'area d'intervento. In assenza di prove dirette di laboratorio, al fine di operare a favore di sicurezza non è stata considerata nei terreni la coesione.

Più precisamente sono stati utilizzati i seguenti parametri geotecnici:

Litozona 1 – Sabbia argillosa

- Angolo di attrito = 28°
- Coesione $C_u = 0 \text{ KN/m}^2$
- Peso di volume = 15 KN/m^3

Litozona 2 – Depositi morenici

- Angolo di attrito = 33°
- Coesione $C_u = 0 \text{ KN/m}^2$
- Peso di volume = $18,5 \text{ KN/m}^3$

Nel calcolo della stabilità dei versanti è stata inoltre considerata, la presenza di un sovraccarico, rappresentato dagli edifici residenziali presenti pari a **$1,00 \text{ Kg/cm}^2$** per ogni edificio

Nel calcolo della stabilità dei versanti è stata infine considerata anche l'azione destabilizzante prodotta dall'evento sismico; pertanto sono stati introdotti nelle verifiche i valori dell'accelerazione sismica verticale ed orizzontale della relativa zona di appartenenza:

- Zonizzazione sismica nazionale del comparto = 4
- Accelerazione sismica orizzontale = 0.016
- Accelerazione sismica verticale = 0.031

8.1 RISULTATI DELLE VERIFICHE

Come precedentemente detto le verifiche sono state eseguite lungo n° 1 sezione appositamente scelta.

La verifica, come detto, è stata effettuata dapprima allo stato attuale, e successivamente nelle condizioni di progetto, considerando i sovraccarichi dovuti dagli edifici in progetto.

Tutte le superfici di scivolamento considerate in entrambe le verifiche hanno evidenziato la generale stabilità del pendio ed hanno evidenziato come le opere in progetto non influenzino le generali condizioni di stabilità.

Si evidenzia comunque che le verifiche sono state effettuate in condizioni asciutte e pertanto l'eventuale presenza di livelli acquiferi temporanei negli strati più superficiali potrebbe portare condizioni di instabilità parziale del pendio esclusivamente negli strati più superficiali.

9 – CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI

Da quanto espresso nelle precedenti pagine si può rilevare quanto segue:

- L'area d'intervento è ubicata in comune di Fino Mornasco (Co) in Via Raimondi nella parte centro-settentrionale del territorio comunale ad una quota compresa tra circa 300,00 m – 325,00 m s.l.m..
- Dal punto di vista geologico l'area d'intervento è caratterizzata dalla presenza di depositi di natura morenica e/o fluvioglaciali costituiti da principalmente da sabbie e con ghiaie e ciottoli.
- L' esame dei diagrammi penetrometrici ha evidenziato con presenza, al di sotto di uno spessore di terreno vegetale, di sabbie argillose con spessori compresi tra circa 2,40 m. - 3,40 m. ,sovrapposte a terreni di natura morenica che nella sua parte superficiale presentano una matrice sabbiosa abbondante e si presentano mediamente addensati ; procedendo in profondità sono costituiti ghiaia e ciottoli di dimensioni centimetriche immersi in una matrice debolmente limoso-sabbiosa (addensati o molto addensati) fino alla massima profondità raggiunta dalle prove penetrometriche.
- La ricognizione freaticometrica del sottosuolo investigato non ha rilevato la presenza di acqua fino alla massima profondità raggiunta dalle prove. Tuttavia non è da escludere, il possibile instaurarsi di modeste falde sospese, legate quasi esclusivamente al ciclo delle precipitazioni, all'interfaccia tra i depositi superficiali e i sottostanti depositi morenici da considerarsi pressochè impermeabili.
- Il valore delle V_{s30} , è stato desunto attraverso l'analisi delle prove penetrometriche svolte nel comparto. Tali analisi hanno permesso di attribuire ai terreni presenti la categoria di suolo **C**: : "Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi fra 180 e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa)
- La analisi di stabilità eseguite dapprima alle condizioni naturali e successivamente considerando i sovraccarichi dovuti agli edifici in progetto hanno evidenziato la generale stabilità del pendio.

- Considerata la natura dei terreni presenti a costituire il locale sottosuolo e la profondità dello scavo in progetto si consiglia, al fine di operare in condizioni di sicurezza, di valutare adeguatamente le modalità di esecuzione dello scavo prevedendo magari la gestione dello stesso per settori di limitata estensione e/o precedendo ad una gradonatura dello stesso.
- Per la possibile presenza di acqua nel primo sottosuolo che potrebbe interferire, nei periodi caratterizzati da intense precipitazioni con le strutture in progetto, si consiglia la realizzazione di adeguate opere di impermeabilizzazione e di drenaggio dei muri perimetrali del piano interrato degli edifici in progetto
- Da ultimo, considerate le caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti nel sottosuolo, costituiti da un orizzonte mediamente permeabile costituito da sabbie sovrapposto a un deposito molto addensato dotato di bassi valori di permeabilità e le caratteristiche morfologiche dell'area, si prescrive, al fine di evitare l'innescò di scivolamenti superficiali, di non disperdere nel sottosuolo le acque meteoriche; tali acque dovranno pertanto essere raccolte e convogliate alla tombinatura comunale .
- Si evidenzia che sarà necessario, una volta stabilite con l'Ingegnere Strutturista la tipologia di fondazioni e i carichi di progetto, procedere alla realizzazione di una relazione geotecnica di progetto ai sensi della vigente normativa (N.T.C.'08).

In base alle caratteristiche geometriche, geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del comparto d'intervento si ritiene di poter riconoscere la fattibilità e opere previste dal Progetto.

Da ultimo si attesta la compatibilità del Progetto allo Studio Geologico del territorio comunale di supporto al P.R.G in cui il comparto in esame è stato inserito in classe 3 (Fattibilità con consistenti limitazioni)

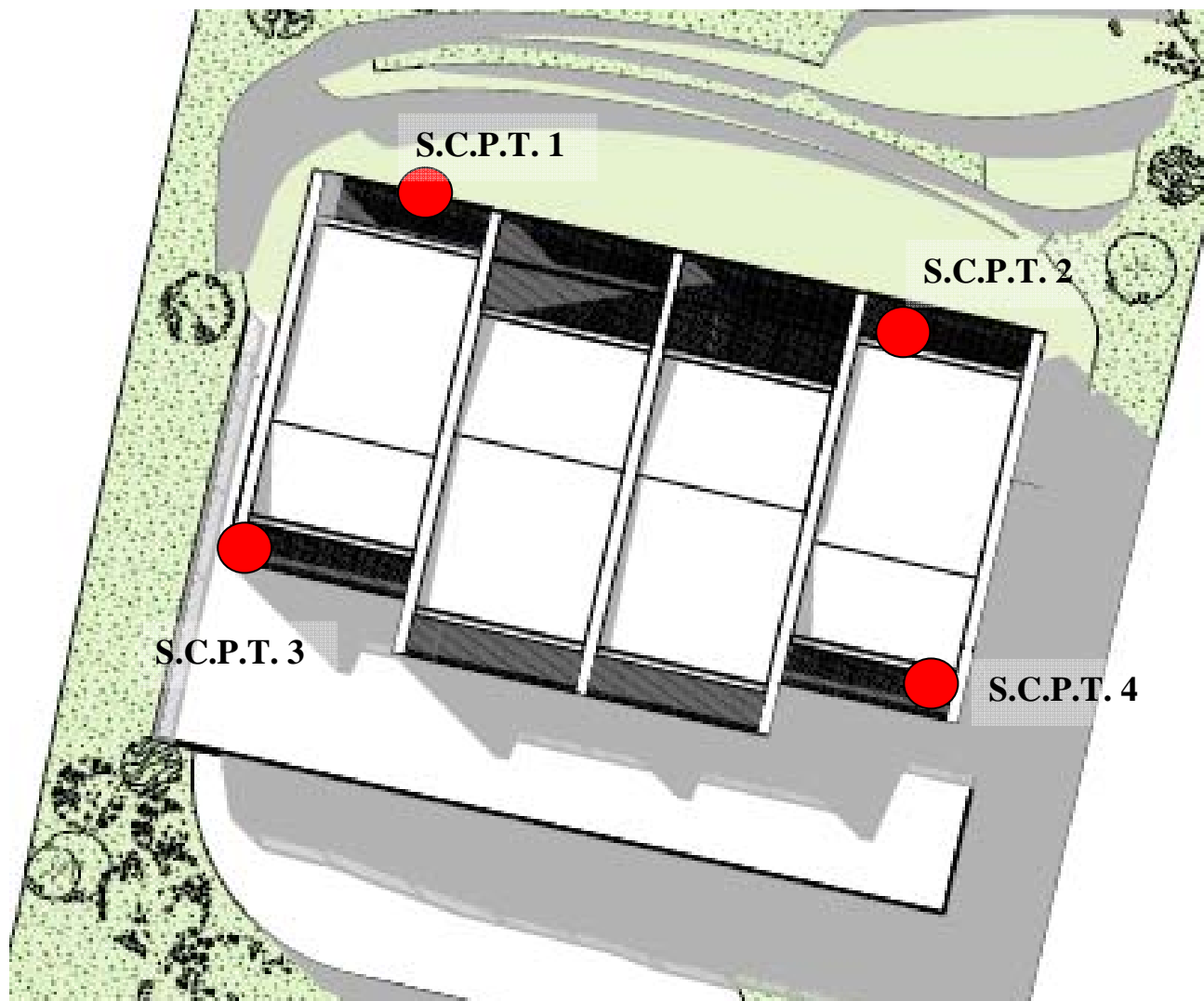
A disposizione per ogni ulteriore chiarimento e/o necessità .

DR. GEOLOGO SAMUELE AZZAN

ALLEGATI

- 1) Planimetria di progetto con ubicazione S.C.P.T.
- 2) Istogrammi penetrometrici
- 3) Stima dei parametri geotecnici
- 4) Verifiche di stabilità

Allegato 1: **PLANIMETRIA CON UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE**



Ubicazione Prove penetrometriche

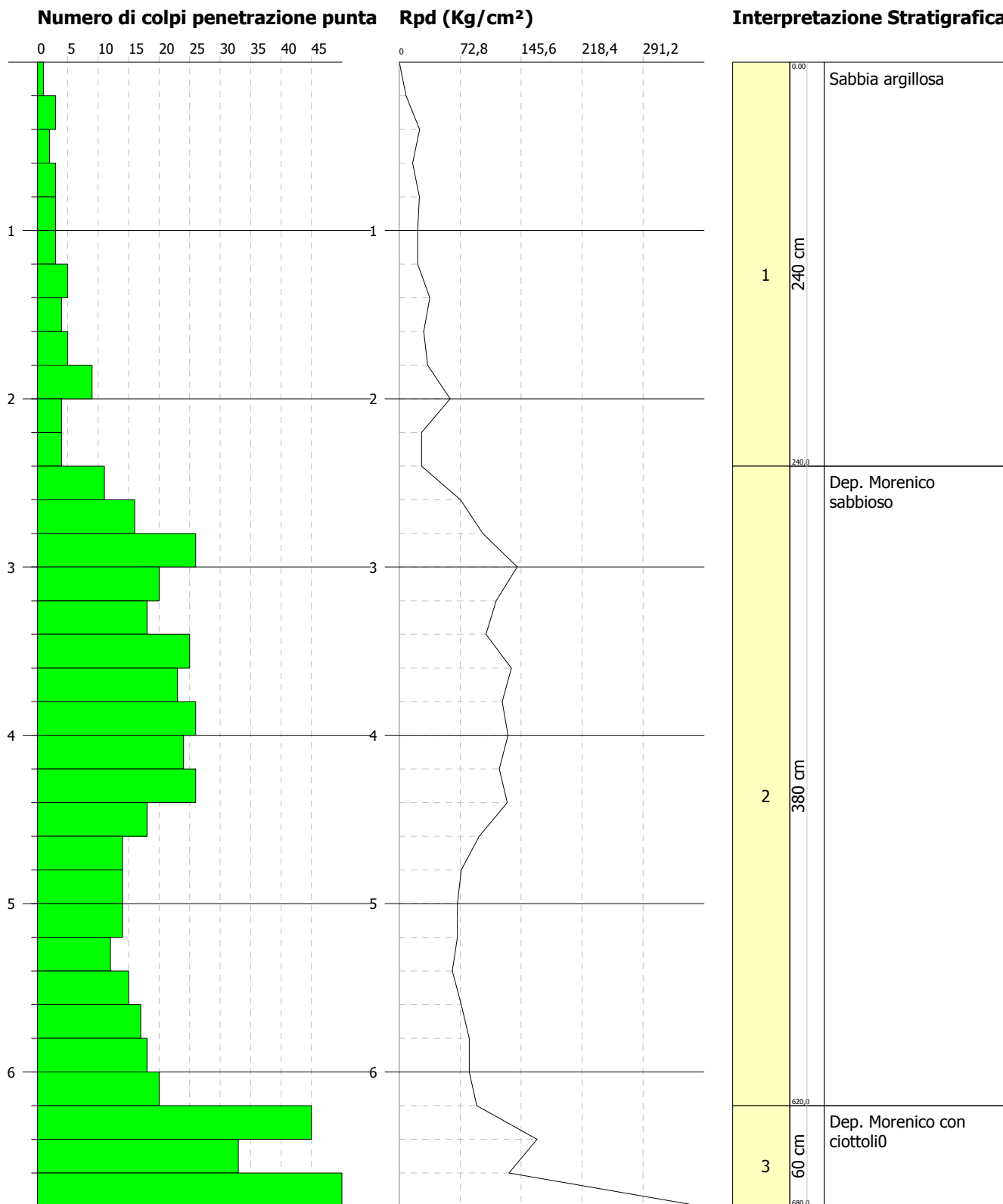
Allegato n° 2): **ISTOGRAMMI PENETROMETRICI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Sig. Saieva Salvatore
Cantiere: Via Raimondi
Località: Fino Mornasco

Data: 05/07/2012

Scala 1:34

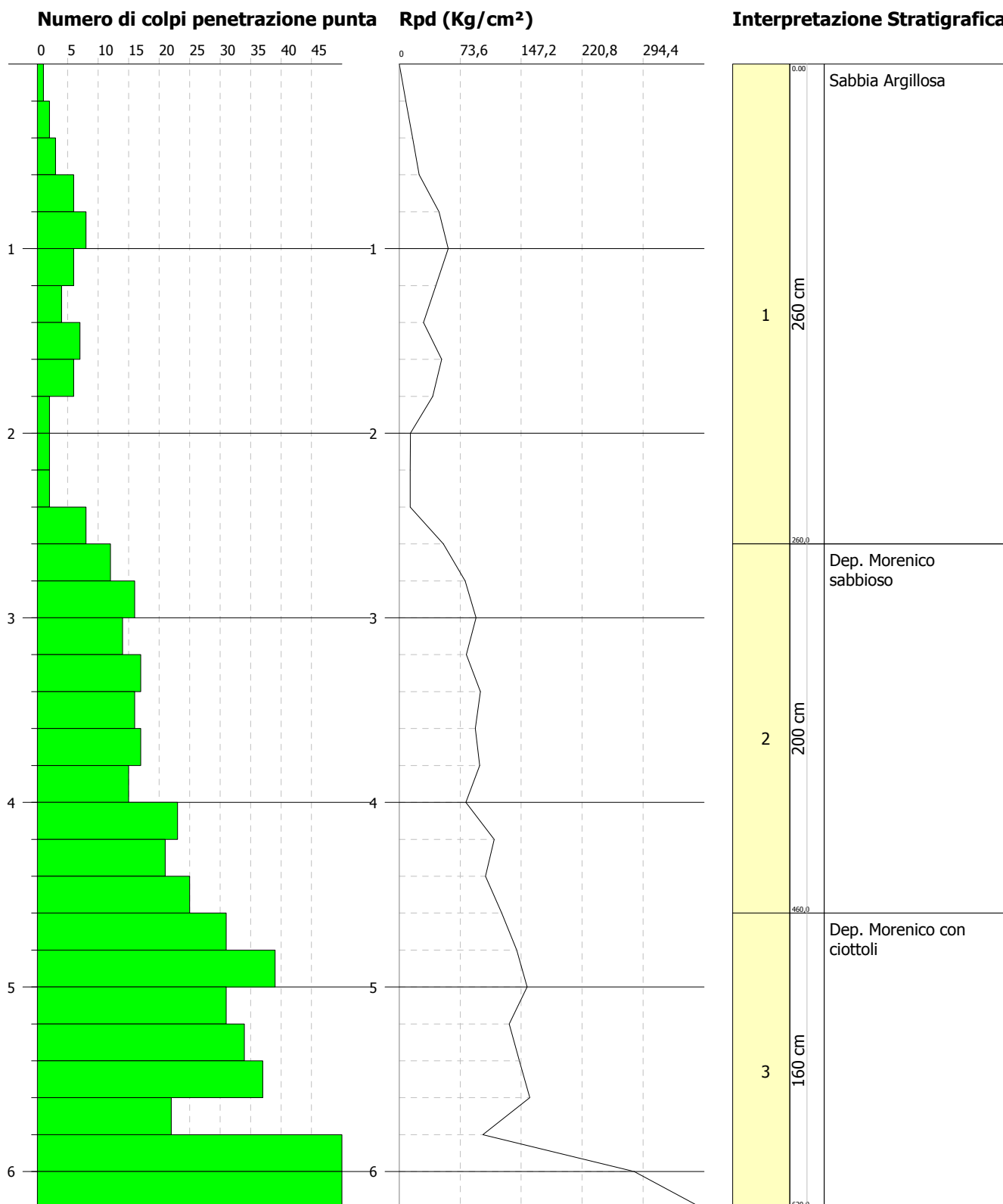


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Sig. Saieva Salvatore
Cantiere: Via Raimondi
Località: Fino Mornasco

Data: 05/07/2012

Scala 1:31

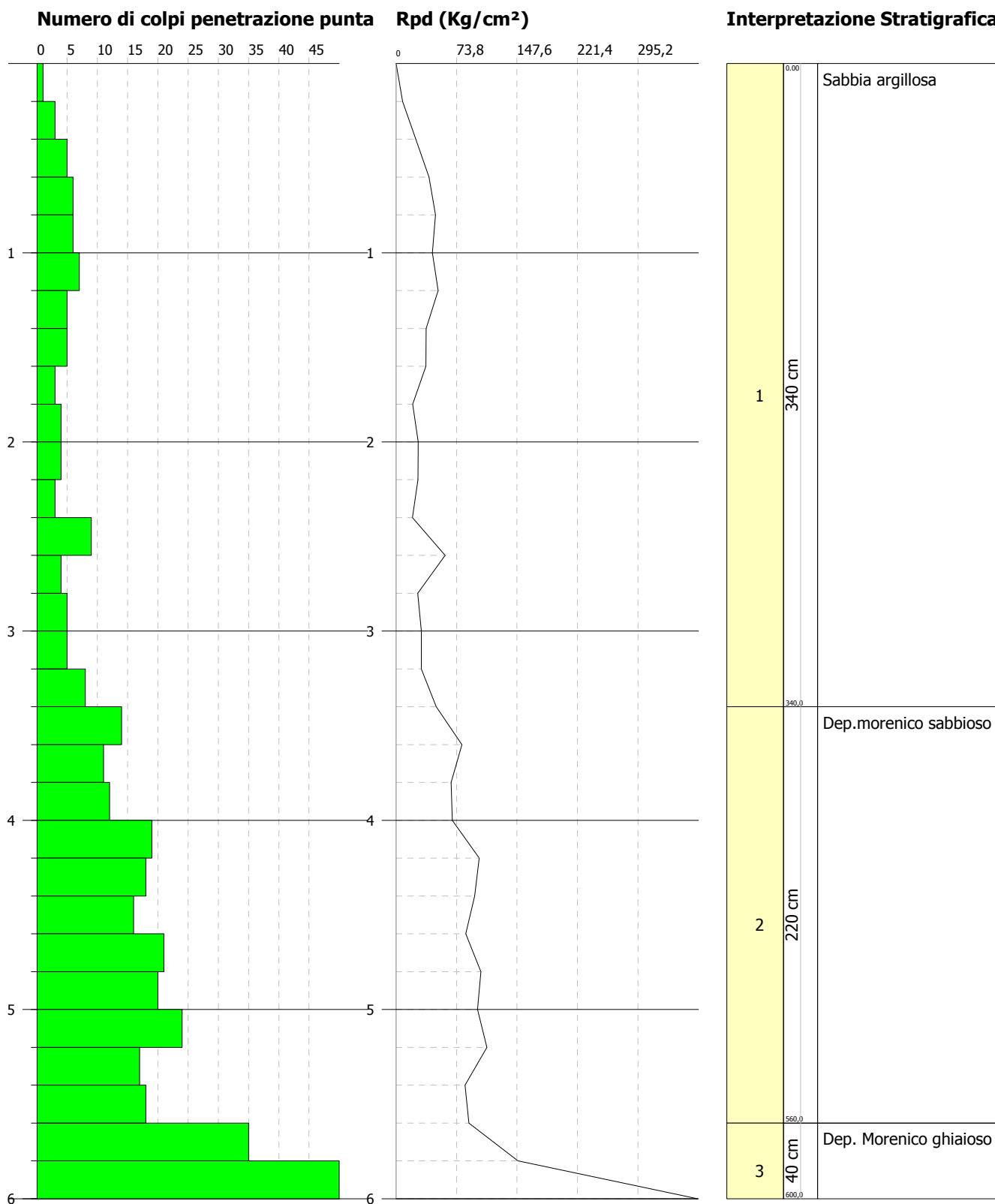


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Sig. Saieva Salvatore
Cantiere: Via Raimondi
Località: Fino Mornasco

Data: 05/07/2012

Scala 1:30

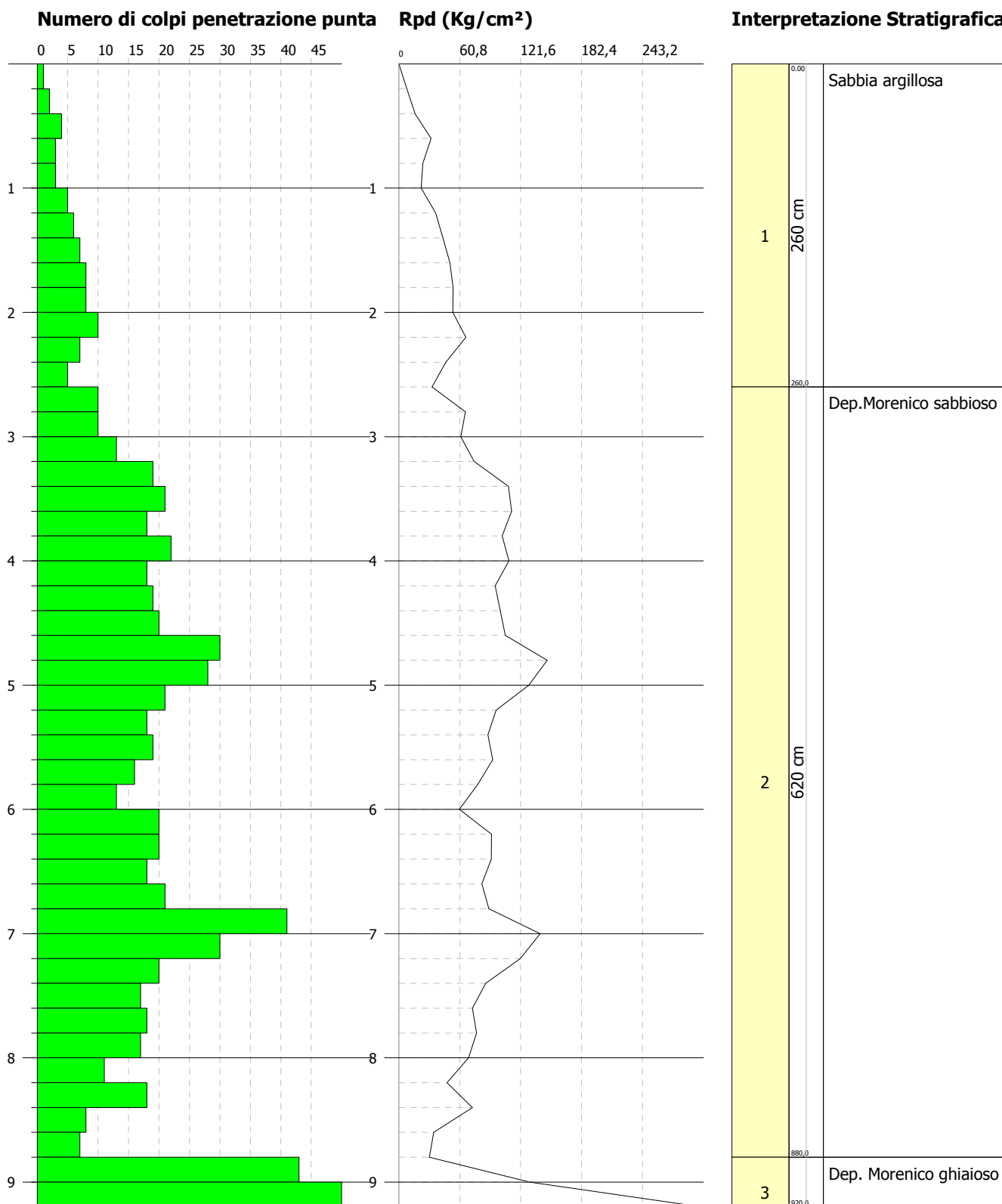


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Sig. Saieva Salvatore
Cantiere: Via Raimondi
Località: Fino Mornasco

Data: 05/07/2012

Scala 1:46



Dr. Azzan Samuele
Geologo

Allegato n° 3): **STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,472
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/07/2012
 Profondità prova 6,80 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,13	9,51	0,41	0,48
0,40	3	0,851	24,28	28,54	1,21	1,43
0,60	2	0,847	16,11	19,02	0,81	0,95
0,80	3	0,843	24,07	28,54	1,20	1,43
1,00	3	0,840	22,17	26,40	1,11	1,32
1,20	3	0,836	22,07	26,40	1,10	1,32
1,40	5	0,833	36,64	43,99	1,83	2,20
1,60	4	0,830	29,20	35,19	1,46	1,76
1,80	5	0,826	36,35	43,99	1,82	2,20
2,00	9	0,823	60,64	73,66	3,03	3,68
2,20	4	0,820	26,85	32,74	1,34	1,64
2,40	4	0,817	26,75	32,74	1,34	1,64
2,60	11	0,814	73,31	90,03	3,67	4,50
2,80	16	0,761	99,71	130,95	4,99	6,55
3,00	26	0,709	140,97	198,92	7,05	9,95
3,20	20	0,756	115,68	153,02	5,78	7,65
3,40	18	0,753	103,75	137,71	5,19	6,89
3,60	25	0,701	134,06	191,27	6,70	9,56
3,80	23	0,698	122,90	175,97	6,14	8,80
4,00	26	0,696	129,97	186,74	6,50	9,34
4,20	24	0,694	119,58	172,37	5,98	8,62
4,40	26	0,691	129,12	186,74	6,46	9,34
4,60	18	0,739	95,57	129,28	4,78	6,46
4,80	14	0,737	74,12	100,55	3,71	5,03
5,00	14	0,735	69,64	94,75	3,48	4,74
5,20	14	0,733	69,45	94,75	3,47	4,74
5,40	12	0,781	63,43	81,21	3,17	4,06
5,60	15	0,729	74,02	101,52	3,70	5,08
5,80	17	0,727	83,68	115,05	4,18	5,75
6,00	18	0,725	83,56	115,18	4,18	5,76
6,20	20	0,724	92,62	127,97	4,63	6,40
6,40	45	0,572	164,71	287,94	8,24	14,40
6,60	33	0,620	130,99	211,16	6,55	10,56
6,80	100	0,569	363,92	639,87	18,20	31,99

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,4	3,83	33,39	Incoerente	0	1,57	1,89	0,19	1,47	5,64	Sabbia argillosa
6,2	16,43	117,71	Incoerente	0	2,07	2,48	0,77	1,47	24,18	Dep. Morenico sabbioso
6,8	39	249,55	Incoerente	0	2,27	2,5	1,23	1,47	57,41	Dep. Morenico con ciottoli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	Gibbs & Holtz 1957	25,44
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	Gibbs & Holtz 1957	46,49
[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	Gibbs & Holtz 1957	61,61

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,61
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33,91
[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	43,4

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	Schmertmann (1978) (Sabbie)	45,12
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	Schmertmann (1978) (Sabbie)	193,44
[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	Schmertmann (1978) (Sabbie)	459,28

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	Menzenbach e Malcev	57,97
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	Menzenbach e Malcev	290,92
[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	Menzenbach e Malcev	660,32

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
-----------------------------------	-------	------	-------	-----------------------------	-----------------

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	Meyerhof ed altri	1,57
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	Meyerhof ed altri	1,87
[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	Meyerhof ed altri	2,27

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,48
[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia argillosa	5,64	2,40	5,64	(A.G.I.)	0,34
[2] - Dep. Morenico sabbioso	24,18	6,20	24,18	(A.G.I.)	0,31
[3] - Dep. Morenico con ciottoli0	57,41	6,80	57,41	(A.G.I.)	0,24

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/07/2012
 Profondità prova 6,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,13	9,51	0,41	0,48
0,40	2	0,851	16,19	19,02	0,81	0,95
0,60	3	0,847	24,17	28,54	1,21	1,43
0,80	6	0,843	48,13	57,07	2,41	2,85
1,00	8	0,840	59,11	70,39	2,96	3,52
1,20	6	0,836	44,15	52,79	2,21	2,64
1,40	4	0,833	29,31	35,19	1,47	1,76
1,60	7	0,830	51,09	61,59	2,55	3,08
1,80	6	0,826	43,62	52,79	2,18	2,64
2,00	2	0,823	13,47	16,37	0,67	0,82
2,20	2	0,820	13,42	16,37	0,67	0,82
2,40	2	0,817	13,38	16,37	0,67	0,82
2,60	8	0,814	53,31	65,48	2,67	3,27
2,80	12	0,811	79,69	98,22	3,98	4,91
3,00	16	0,759	92,87	122,41	4,64	6,12
3,20	14	0,756	80,98	107,11	4,05	5,36
3,40	17	0,753	97,99	130,06	4,90	6,50
3,60	16	0,751	91,92	122,41	4,60	6,12
3,80	17	0,748	97,34	130,06	4,87	6,50
4,00	15	0,746	80,37	107,73	4,02	5,39
4,20	23	0,694	114,59	165,19	5,73	8,26
4,40	21	0,691	104,29	150,83	5,21	7,54
4,60	25	0,689	123,76	179,56	6,19	8,98
4,80	31	0,637	141,85	222,65	7,09	11,13
5,00	39	0,585	154,42	263,95	7,72	13,20
5,20	31	0,633	132,81	209,80	6,64	10,49
5,40	34	0,631	145,21	230,11	7,26	11,51
5,60	37	0,629	157,54	250,41	7,88	12,52
5,80	22	0,677	100,84	148,89	5,04	7,44
6,00	77	0,575	283,54	492,70	14,18	24,63
6,20	100	0,574	367,11	639,87	18,36	31,99

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,6	4,38	38,58	Incoerente	0	1,6	1,9	0,21	1,47	6,45	Sabbia Argillosa
4,6	17,6	131,36	Incoerente	0	2,09	2,5	0,63	1,47	25,91	Dep. Morenico sabbioso
6,2	38,71	259,79	Incoerente	0	2,27	2,5	1,02	1,47	56,98	Dep. Morenico con ciottoli

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	Gibbs & Holtz 1957	27,65
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	Gibbs & Holtz 1957	50,53
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	Gibbs & Holtz 1957	64,6

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,84
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34,4
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	43,28

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	Schmertmann (1978) (Sabbie)	51,60
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	Schmertmann (1978) (Sabbie)	207,28
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	Schmertmann (1978) (Sabbie)	455,84

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	Menzenbach e Malcev	60,83
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	Menzenbach e Malcev	309,02
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	Menzenbach e Malcev	655,66

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

ciottoli					
----------	--	--	--	--	--

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	Meyerhof ed altri	1,60
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	Meyerhof ed altri	1,89
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	Meyerhof ed altri	2,27

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia Argillosa	6,45	2,60	6,45	(A.G.I.)	0,34
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,91	4,60	25,91	(A.G.I.)	0,3
[3] - Dep. Morenico con ciottoli	56,98	6,20	56,98	(A.G.I.)	0,24

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/07/2012
 Profondità prova 9,20 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,13	9,51	0,41	0,48
0,40	2	0,851	16,19	19,02	0,81	0,95
0,60	4	0,847	32,23	38,05	1,61	1,90
0,80	3	0,843	24,07	28,54	1,20	1,43
1,00	3	0,840	22,17	26,40	1,11	1,32
1,20	5	0,836	36,79	43,99	1,84	2,20
1,40	6	0,833	43,97	52,79	2,20	2,64
1,60	7	0,830	51,09	61,59	2,55	3,08
1,80	8	0,826	58,16	70,39	2,91	3,52
2,00	8	0,823	53,90	65,48	2,69	3,27
2,20	10	0,820	67,12	81,85	3,36	4,09
2,40	7	0,817	46,82	57,29	2,34	2,86
2,60	5	0,814	33,32	40,92	1,67	2,05
2,80	10	0,811	66,41	81,85	3,32	4,09
3,00	10	0,809	61,87	76,51	3,09	3,83
3,20	13	0,756	75,19	99,46	3,76	4,97
3,40	19	0,753	109,52	145,36	5,48	7,27
3,60	21	0,701	112,61	160,67	5,63	8,03
3,80	18	0,748	103,07	137,71	5,15	6,89
4,00	22	0,696	109,98	158,01	5,50	7,90
4,20	18	0,744	96,15	129,28	4,81	6,46
4,40	19	0,741	101,18	136,46	5,06	6,82
4,60	20	0,739	106,19	143,65	5,31	7,18
4,80	30	0,687	148,05	215,47	7,40	10,77
5,00	28	0,685	129,81	189,50	6,49	9,48
5,20	21	0,683	97,07	142,13	4,85	7,11
5,40	18	0,731	89,06	121,82	4,45	6,09
5,60	19	0,729	93,76	128,59	4,69	6,43
5,80	16	0,727	78,75	108,29	3,94	5,41
6,00	13	0,725	60,35	83,18	3,02	4,16
6,20	20	0,724	92,62	127,97	4,63	6,40
6,40	20	0,722	92,40	127,97	4,62	6,40
6,60	18	0,720	82,97	115,18	4,15	5,76
6,80	21	0,669	89,86	134,37	4,49	6,72
7,00	41	0,567	141,10	248,77	7,05	12,44
7,20	30	0,666	121,17	182,03	6,06	9,10
7,40	20	0,714	86,67	121,35	4,33	6,07
7,60	17	0,713	73,52	103,15	3,68	5,16
7,80	18	0,711	77,69	109,22	3,88	5,46
8,00	17	0,710	69,63	98,08	3,48	4,90
8,20	11	0,759	48,14	63,46	2,41	3,17
8,40	18	0,707	73,45	103,85	3,67	5,19
8,60	8	0,756	34,89	46,15	1,74	2,31
8,80	7	0,755	30,48	40,38	1,52	2,02
9,00	43	0,553	130,87	236,45	6,54	11,82
9,20	100	0,552	303,69	549,88	15,18	27,49

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2,6	5,27	45,86	Incoerente	0	1,63	1,9	0,21	1,47	7,76	Sabbia argillosa
8,8	17,14	115,49	Incoerente	0	2,11	2,5	1,08	1,47	25,23	Dep. Morenico sabbioso
9,2	43	236,45	Incoerente	0	2,5	2,5	1,78	1,47	63,3	Dep. Morenico ghiaioso

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	Gibbs & Holtz 1957	31,24
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	Gibbs & Holtz 1957	43,18
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	Gibbs & Holtz 1957	57,45

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,22
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	34,21
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	45,09

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	Schmertmann (1978) (Sabbie)	62,08
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	Schmertmann (1978) (Sabbie)	201,84
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	Schmertmann (1978) (Sabbie)	506,40

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	Menzenbach e Malcev	65,47
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	Menzenbach e Malcev	301,91
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	Menzenbach e Malcev	724,17

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	Meyerhof ed altri	1,65
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	Meyerhof ed altri	1,88
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	Meyerhof ed altri	2,32

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia argillosa	7,76	2,60	7,76	(A.G.I.)	0,34
[2] - Dep. Morenico sabbioso	25,23	8,80	25,23	(A.G.I.)	0,3
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	63,3	9,20	63,3	(A.G.I.)	0,23

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 05/07/2012
 Profondità prova 6,00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,13	9,51	0,41	0,48
0,40	3	0,851	24,28	28,54	1,21	1,43
0,60	5	0,847	40,28	47,56	2,01	2,38
0,80	6	0,843	48,13	57,07	2,41	2,85
1,00	6	0,840	44,33	52,79	2,22	2,64
1,20	7	0,836	51,51	61,59	2,58	3,08
1,40	5	0,833	36,64	43,99	1,83	2,20
1,60	5	0,830	36,49	43,99	1,82	2,20
1,80	3	0,826	21,81	26,40	1,09	1,32
2,00	4	0,823	26,95	32,74	1,35	1,64
2,20	4	0,820	26,85	32,74	1,34	1,64
2,40	3	0,817	20,06	24,55	1,00	1,23
2,60	9	0,814	59,98	73,66	3,00	3,68
2,80	4	0,811	26,56	32,74	1,33	1,64
3,00	5	0,809	30,93	38,25	1,55	1,91
3,20	5	0,806	30,83	38,25	1,54	1,91
3,40	8	0,803	49,17	61,21	2,46	3,06
3,60	14	0,751	80,43	107,11	4,02	5,36
3,80	11	0,798	67,19	84,16	3,36	4,21
4,00	12	0,796	68,61	86,19	3,43	4,31
4,20	19	0,744	101,49	136,46	5,07	6,82
4,40	18	0,741	95,85	129,28	4,79	6,46
4,60	16	0,739	84,95	114,92	4,25	5,75
4,80	21	0,687	103,63	150,83	5,18	7,54
5,00	20	0,735	99,49	135,36	4,97	6,77
5,20	24	0,683	110,94	162,43	5,55	8,12
5,40	17	0,731	84,11	115,05	4,21	5,75
5,60	18	0,729	88,82	121,82	4,44	6,09
5,80	35	0,627	148,59	236,88	7,43	11,84
6,00	100	0,575	368,23	639,87	18,41	31,99

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
3,4	4,88	41,5	Incoerente	0	1,59	1,89	0,27	1,47	7,18	Sabbia argillosa
5,6	16,6	118,12	Incoerente	0	1,3	1,86	0,68	1,47	24,44	Dep.morenico sabbioso
6	35	236,88	Incoerente	0	1,3	1,86	0,85	1,47	51,52	Dep. Morenico ghiaioso

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	Gibbs & Holtz 1957	28,59
[2] - Dep.morenico sabbioso	24,44	5,60	24,44	Gibbs & Holtz 1957	48,12
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	Gibbs & Holtz 1957	64,5

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,05
[2] - Dep.morenico sabbioso	24,44	5,60	24,44	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33,98
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	41,72

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	Schmertmann (1978) (Sabbie)	57,44
[2] - Dep.morenico sabbioso	24,44	5,60	24,44	Schmertmann (1978) (Sabbie)	195,52
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	412,16

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	Menzenbach e Malcev	63,42
[2] - Dep.morenico sabbioso	24,44	5,60	24,44	Menzenbach e Malcev	293,64
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	Menzenbach e Malcev	596,48

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Dep.morenico sabbioso	24,44	5,60	24,44	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	Meyerhof ed altri	1,63
[2] - Dep.morenico	24,44	5,60	24,44	Meyerhof ed altri	1,87

sabbioso [3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	Meyerhof ed altri	2,24
---	-------	------	-------	-------------------	------

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - Dep.morenico sabbioso	24,44	5,60	24,44	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,48
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia argillosa	7,18	3,40	7,18	(A.G.I.)	0,34
[2] - Dep.morenico sabbioso	24,44	5,60	24,44	(A.G.I.)	0,31
[3] - Dep. Morenico ghiaioso	51,52	6,00	51,52	(A.G.I.)	0,25

Allegato n° 4): **VERIFICHE DI STABILITA'**

VERIFICA DI STABILITA'

Stato attuale

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	28
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	15

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	0.0
2	0.01	0.3
3	10.50	2.4
4	15.50	4.5
5	22.50	7.4
6	27.50	8.0
7	32.50	8.9
8	41.00	11.0
9	49.00	13.5
10	61.00	16.0
11	67.50	19.3
12	71.00	20.7
13	78.50	23.1
14	83.50	24.8

15	88.00	25.6
16	90.00	25.6

SUPERFICIE FALDA

Falda assente

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33.0
Coesione [kN/m ²]	0.0
Peso di volume [kN/m ³]	18.5

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	-2.4
2	0.01	-2.4
3	10.50	0.0
4	22.50	5.0
5	27.50	5.5
6	32.50	7.6
7	41.00	8.6
8	49.00	11.0
9	61.00	13.5
10	67.50	17.0
11	71.00	18.5
12	78.50	21.0
13	83.50	22.5

14	88.00	23.4
15	90.00	23.4

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.018
Componente sismica verticale	0.009

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO

TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	20.0
Larghezza maglia [m]	20.0
N. centri base	5.0
N. centri lato	5.0
Inclinazione maglia [°]	20.0
Ascissa punto passaggio [m]	20.0
Ordinata punto passaggio [m]	7.4

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	25.00	50.00	2.30
2	30.00	50.00	2.52
3	35.00	50.00	2.55
4	40.00	50.00	2.42
5	45.00	50.00	2.45

6	25.00	55.00	2.38
7	30.00	55.00	2.37
8	35.00	55.00	2.52
9	40.00	55.00	2.36
10	45.00	55.00	2.37
11	25.00	60.00	2.48
12	30.00	60.00	2.20
13	35.00	60.00	2.49
14	40.00	60.00	2.31
15	45.00	60.00	2.30
16	25.00	65.00	2.69
17	30.00	65.00	2.05
18	35.00	65.00	2.49
19	40.00	65.00	2.28
20	45.00	65.00	2.24
22	30.00	70.00	2.04
23	35.00	70.00	2.43
24	40.00	70.00	2.26
25	45.00	70.00	2.21

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
FS	Fattore di sicurezza

scala 1:1000

Litotipo 1:
Litotipo 2:
Comp. sismica orizz.=.018
Metodo: Sarma

phi [°] = 28
phi [°] = 33
Comp. sismica vert.=.009

c [kN/m²] = 0
c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 15
gamma [kN/m³] = 18.5

The figure displays a geotechnical analysis plot. At the top, a cluster of green data points with vertical error bars represents failure envelopes. Each point is labeled with a numerical value, likely representing a safety factor or a specific parameter. The values range from approximately 2.21 to 2.69. Below this, a stability curve is plotted. The horizontal axis is labeled 'Progr. Quote' and has two scales: a top scale from 0.0 to 25.6 and a bottom scale from 0.0 to 96.0. The curve starts at a point labeled '1' on the left and ends at a point labeled '2' on the right. The curve shows a series of nested, roughly elliptical shapes, indicating the progression of a failure mechanism. The top scale values are: 0.0, 2.4, 4.5, 7.4, 8.0, 8.9, 11.0, 13.5, 16.0, 19.3, 20.7, 23.1, 24.8, 25.6, 25.6. The bottom scale values are: 0.0, 10.5, 15.5, 22.5, 27.5, 32.5, 41.0, 49.0, 61.0, 67.5, 71.0, 78.5, 83.5, 88.0, 96.0.

www.geoandsoft.com

VERIFICA DI STABILITA'

Stato di progetto

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	28
Coesione [kN/m ²]	0
Peso di volume [kN/m ³]	15

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	0.0
2	0.01	0.3
3	10.50	2.4
4	15.50	4.5
5	22.50	7.4
6	27.50	8.0
7	32.50	8.9
8	41.00	11.0
9	49.00	13.5
10	61.00	16.0
11	67.50	19.3
12	71.00	20.7
13	73.80	21.4
14	82.60	21.4

15	82.61	24.2
16	83.50	24.8
17	88.00	25.6
18	90.00	25.6

SUPERFICIE FALDA

Falda assente

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	33.0
Coesione [kN/m ²]	0.0
Peso di volume [kN/m ³]	18.5

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.00	-2.4
2	0.01	-2.4
3	10.50	0.0
4	22.50	5.0
5	27.50	5.5
6	32.50	7.6
7	41.00	8.6
8	49.00	11.0
9	61.00	13.5
10	67.50	17.0
11	71.00	18.5

12	73.80	21.4
13	82.60	21.4
14	88.00	23.4
15	90.00	23.4

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.018
Componente sismica verticale	0.009

SOVRACCARICHI VERTICALI APPLICATI

Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]
71.0	147
82.6	147

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO

TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	20.0
Larghezza maglia [m]	20.0
N. centri base	5.0
N. centri lato	5.0
Inclinazione maglia [°]	20.0
Ascissa punto passaggio [m]	20.0

Ordinata punto passaggio [m]	7.4
------------------------------	-----

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	25.00	50.00	2.30
2	30.00	50.00	2.52
3	35.00	50.00	2.55
4	40.00	50.00	1.97
5	45.00	50.00	2.11
6	25.00	55.00	2.38
7	30.00	55.00	2.37
8	35.00	55.00	2.52
9	40.00	55.00	1.94
10	45.00	55.00	2.01
11	25.00	60.00	2.48
12	30.00	60.00	2.20
13	35.00	60.00	2.49
14	40.00	60.00	1.90
15	45.00	60.00	1.94
16	25.00	65.00	2.69
17	30.00	65.00	2.05
18	35.00	65.00	2.49
19	40.00	65.00	1.89
20	45.00	65.00	1.90
22	30.00	70.00	2.04
23	35.00	70.00	2.43
24	40.00	70.00	1.88

25	45.00	70.00	1.85
----	-------	-------	------

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
FS	Fattore di sicurezza

scala 1:1000

Litotipo 1:
Litotipo 2:
Comp. sismica orizz.=.018
Metodo: Sarma

phi [°] = 28
phi [°] = 33
Comp. sismica vert.=.009

c [kN/m²] = 0
c [kN/m²] = 0

gamma [kN/m³] = 15
gamma [kN/m³] = 18.5

The figure displays a geotechnical analysis. At the top, a cluster of green crosses represents failure envelopes, each labeled with a numerical value. Below this, a stability curve is plotted, showing a series of green lines that converge at a point labeled '1' and diverge towards a point labeled '2'. At the bottom, a table titled 'Progr. Quote C.Vert.' provides numerical data for the analysis.

Progr. Quote C.Vert.	
0.0	0.0
10.5	2.4
15.5	4.5
22.5	7.4
27.5	8.0
32.5	8.9
41.0	11.0
49.0	13.5
61.0	16.0
67.5	19.3
71.0	20.7
73.8	21.4
82.6	21.4
88.0	25.6
96.0	25.6

www.geoandsoft.com