



COMUNE DI ASTI

SETTORE LAVORI PUBBLICI ED EDILIZIA PUBBLICA  
SERVIZIO SUOLO EXTRAURBANO



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

PROGETTO:

**PNRR - Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei Comuni - M2C4 - Investimento 2.2**

## OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA INFRASTRUTTURE VIABILI SUOLO EXTRAURBANO

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELLE OPERE E DELLE STRUTTURE, DENUNCIA STRUTTURE IN ZONA SISMICA, RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SONDAGGI E PROVE, DIREZIONE LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE



**PROGETTO ESECUTIVO**  
ai sensi del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.

ALLEGATO N°

**16.3**

### RELAZIONE GEOLOGICA INTERVENTO 3.A

DATA:

**Novembre 2022**

PROTOCOLLO:

**061-2022**

SCALA:

PROGETTISTI:

Ing. Giorgio Scioldo Ing.  
Roberto Sperandio

GEOLOGO:

Geol. Massimo Castellaro

TIMBRI E FIRME:



REV.:	REDATTO:	VALIDATO:	VERIFICATO:	DATA:	RESPONSABILE PROCEDIMENTO:
<b>1</b>	Massimo Castellaro	Roberto Sperandio	Giorgio Scioldo		



studio associato  
**INGEOPROJECT**

SEDE LEGALE:

Ufficio TORINO  
Corso Matteotti, 12 - 10121 Torino  
Tel +39 0115 113490  
pec: ingeoproject@pec.it

referente:  
Ing. Giorgio SCIOLDO

UFFICIO OPERATIVO:

Ufficio CUNEO  
Corso Dante, 64 - 12100 Cuneo  
tel +39 0171 681817  
e-mail: info@ingeoproject.it

referente:  
Ing. Roberto SPERANDIO

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ASTI



## **COMUNE DI ASTI**

### **OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA INFRASTRUTTURE VIABILI SUOLO EXTRAURBANO SUB INTERVENTO 3.A – FRAZIONE VIATOSTO**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

"CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO" AI SENSI  
DELL'ART. 6.2.1. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"  
– ART. 11 N.T.A. DEL P.R.G.C.

### **INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA**

AI SENSI DELL'ART. 6.2.2. DEL D.M. 17/01/2018 "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"  
D.M. 11/03/88 N. 47 E S.M.I.;

Asti, 22 giugno 2022

**Il Tecnico incaricato**

(Firmato digitalmente)

**Dott. Geol. Massimo Castellaro**

Iscrizione Albo dei Geologi Professionisti del Piemonte Sez. A n. 573

Via E. Giovanelli, 28 – 14100 ASTI

Tel. e fax: 0141 351106 – Cell. 393 9558998

email: [studio.castellaro@libero.it](mailto:studio.castellaro@libero.it) - [www.geocontest.eu](http://www.geocontest.eu)

## **1. PREMESSA E LOCALIZZAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO**

---

Su incarico della Committenza, viene redatta la presente **Relazione Geologica, di indagini, caratterizzazione e modellazione Geotecnica**, a completamento ed integrazione degli atti progettuali riguardanti le **opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano, relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

Verranno delineate, per tanto, le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche del sito sul quale prevedono le opere di consolidamento (planimetria con indicazione interventi redatta dallo Studio Ingeoproject a cui si rimanda per i dettagli) di tratto della Strada Serra Viatosto (Frazione Viatosto-Valmanera) di circa 20 m dove è stato riscontrato un cedimento della carreggiata; in questo caso conviene procedere con una sistemazione e difesa della banchina, per evitare eventuali fenomeni franosi, attraverso la realizzazione di una palificata in c.a. sormontata da trave di collegamento in c.a. in prossimità del ciglio stradale sormontata da barriera di protezione (guardrail). Il dislivello della scarpata è di circa 3/4 m di altezza.



Per quanto concerne gli aspetti di tipo geologico – geotecnici, la presente relazione viene redatta ai sensi dei:

- **D.M. LL. PP. 11/03/1988 n. 47** recante “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” e relative Istruzioni applicative con Circ. LL.PP. 24/09/1988 n° 30483;
- **D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”**. Si precisa che la presente relazione comprende parte dei contenuti di cui al punto 6.2.2 NTC 2018 e 6.2.2.5 circ. 7/2019 C.S.LL.PP. e non comprende i contenuti di cui ai punti dal 6.2.3 al 6.2.6 delle NTC 2018 (ed in particolare il punto 6.2.4 inerente le “verifiche della sicurezza e delle prestazioni”) ovvero “le analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere”; tali punti dovranno essere oggetto d'esame all'interno di apposita relazione da predisporre a cura del progettista strutturale nell'ambito della progettazione geotecnico-strutturale delle opere in progetto;
- **Piano Regolatore Generale – Art. 11** – Aggiornato alla Variante Parziale n°35 approvata con D.C.C. n°89 del 16/12/2009 ed alla Variante Strutturale di adeguamento alla Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n°7 LAP ed al Piano per l'Assetto Idrogeologico;
- **O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003** e succ. modifiche del 2005, contenente “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica”;
- **O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006** riferita all'adozione della mappa di pericolosità a livello nazionale predisposta dall'INGV e aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte di cui alla **D.G.R. del 30 dicembre 2019, n.6-887**.



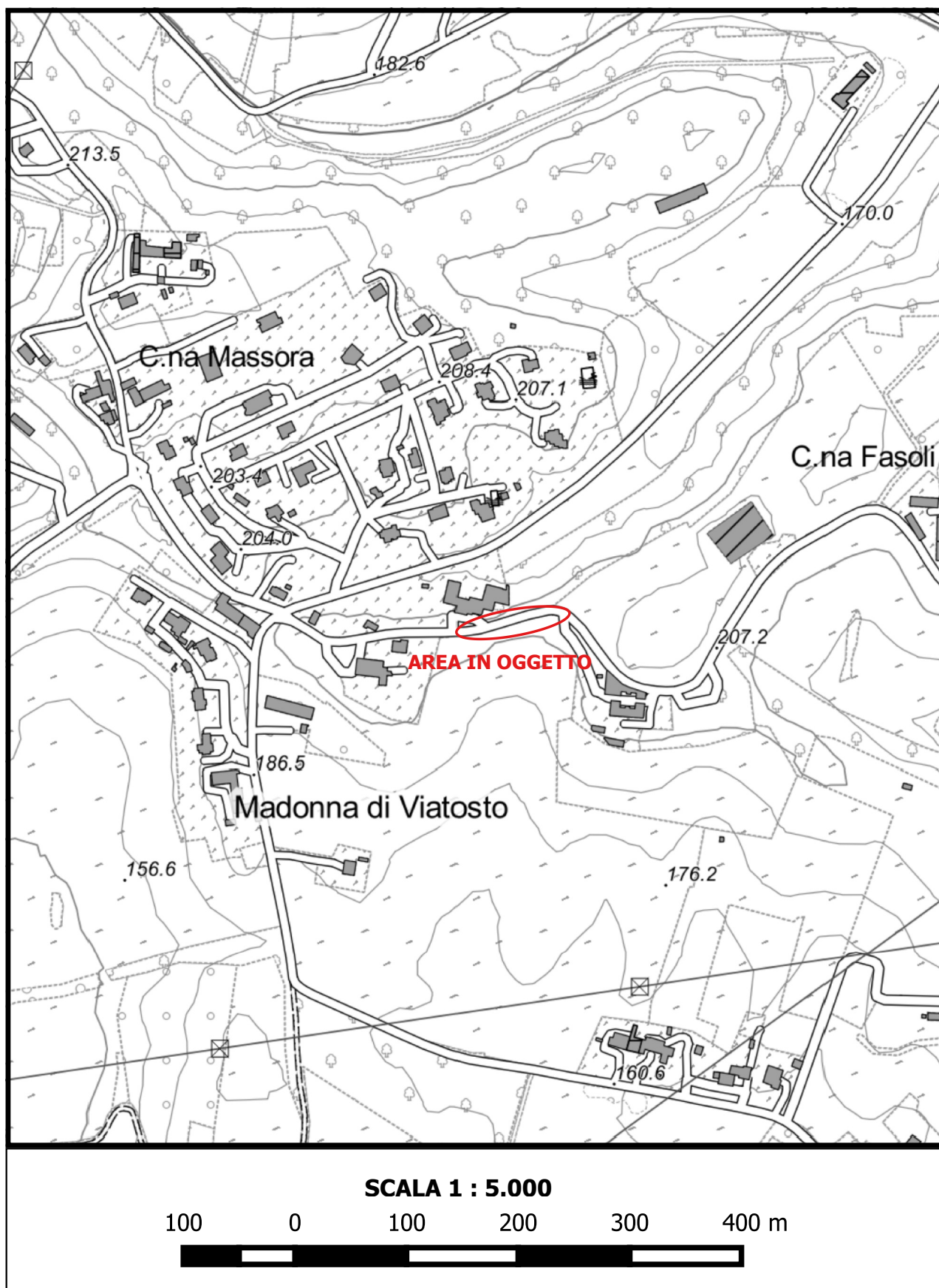
Lo studio di seguito riportato consiste in un prima parte di inquadramenti geologico – geomorfologici dell'area vasta, seguita da una caratterizzazione idrogeologica ed in una parte di aspetti geotecnici, in cui sono esposti i risultati delle indagini geognostiche svolte *in situ*..

Il sito d'indagine è localizzato in area di nucleo frazionale, in Loc. Viatosto, ad una **quota di circa 205 m s.l.m.** ed è ubicato sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, **(BDTRE Piemonte)** riportata nella corografia di **Fig. 1.**

Per quanto riguarda gli inquadramenti catastali ed urbanistici, si rimanda alla planimetria generale redatta dal progettista, mentre il presente studio si è basato in particolare:

- sui dati rilevati durante vari sopralluoghi eseguiti sull'area d'intervento e su un suo intorno significativo;
- sulla consultazione di cartografie geologiche e geomorfologiche specifiche riguardanti l'area in esame, nonché sugli elaborati geologici allegati al P.R.G.C. in scala 1:10.000;
- su pubblicazioni scientifiche e dati bibliografici;
- su una indagine geognostica in situ condotta con penetrometro super-pesante Pagani "TG 63-200 kN" e consistita in n°1 prova penetrometrica dinamica S.C.P.T.

**Fig. 1 - Corografia su base BDTRE Piemonte**



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

---

### 2.1. Assetto geologico

Dal punto di vista geo-litologico locale, anche sulla base delle indicazioni riportate sul Foglio 69 "ASTI" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (seconda edizione, 1970), il lotto in esame ricade entro l'area di affioramento delle **alternanze sabbioso-argillose del "Villafranchiano", siglate I' sulla C.G.I. poste al di sopra delle Sabbie di Asti, siglate Ps sulla C.G.I.** rappresentate da banchi di sabbie più o meno stratificate, talora cementate (vedi stralcio di Fig. 2).

Il territorio comunale di Asti si estende per circa il 60%, su un'area semi-pianeggiante costituita dagli apporti successivi di eventi alluvionali del F. Tanaro; tali depositi sono costituiti da sedimenti di origine fluviale, successivamente rimodellati, almeno nei livelli più superficiali, dal corso d'acqua principale che attraversa in direzione circa E-W il territorio; la restante porzione comunale è rappresentata da sedimenti marini limoso-sabbiosi e sabbioso-argillosi.

L'assetto geologico generale, ricostruito anche dalle numerose indagini svolte nel sottosuolo, è da ricondursi principalmente al Bacino Terziario Ligure-Piemontese; in particolare ci si viene a trovare al centro di una vasta depressione sinclinaloide con direzione assiale circa E-W.

**Il Bacino terziario Ligure Piemontese** strutturalmente si può considerare composto da tre grandi Unità:

- **l'Unità del Basso Monferrato** posta a Nord, costituita da terreni e rocce prevalentemente sedimentari, che formano i rilievi collinari che si estendono da Torino a Casale-Voghera (Collina Torino-Casale);



- **L'Unità della Sinclinale (o Bacino) di Asti**, posta al centro, costituita da una successione di terreni sedimentari marnosi e arenacei nelle formazioni più profonde; argillosi e sabbiosi nelle formazioni più superficiali (Argille Azzurre del Lugagnano e Sabbie di Asti e Villafranchiano);
- **L'Unità delle Langhe**, posta a Sud quindi al margine del Bacino Terziario stesso, costituita da successioni di alternanze di formazioni di materiali sedimentari marnosi e arenaceo-sabbiosi.

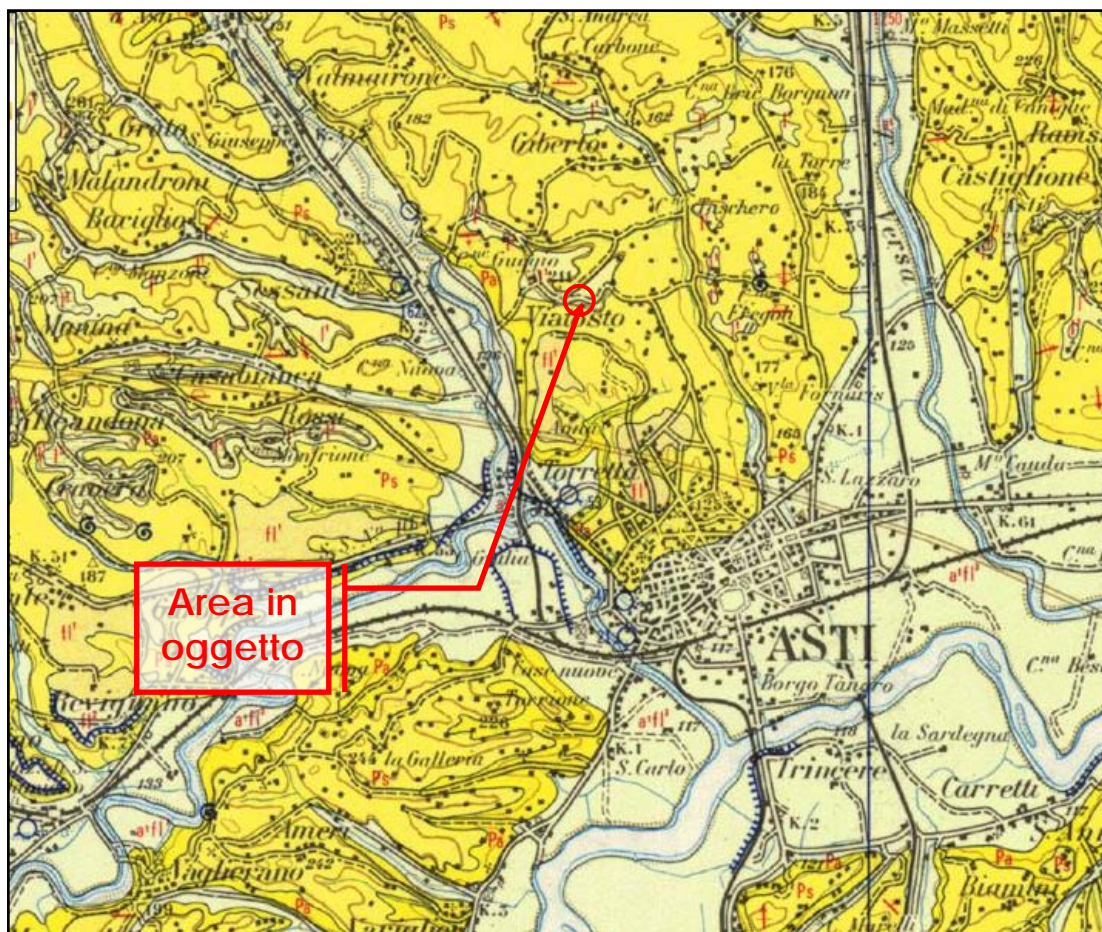
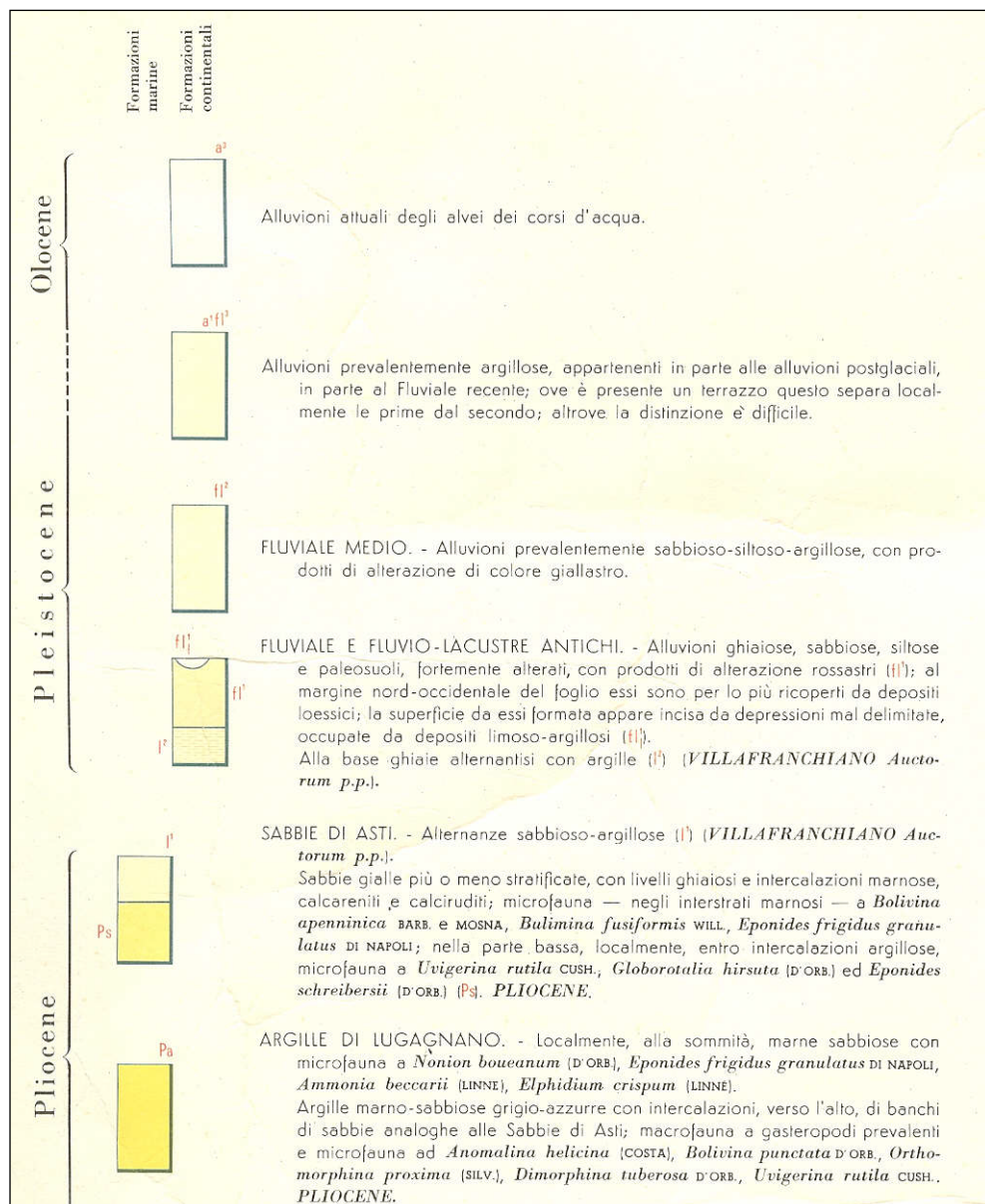


Fig. 2 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia Foglio 69 "Asti"





Dal punto di vista geologico locale, l'area in questione è caratterizzata da terreni sedimentari appartenenti a formazioni di età pliocenica che costituiscono il fianco settentrionale di una sinclinale con asse circa E-W e giaciture immergenti verso S-SE con inclinazioni di 10° - 15°.

Secondo quanto riportato dalla cartografia ufficiale, il settore in studio è caratterizzato dalla presenza, in sequenza dal basso verso l'alto, dei seguenti litotipi:

- **Formazione delle Argille di Lugagnano (Pliocene medio -inferiore):**  
denominate *Pa* nella C.G.I. "ASTI", rappresentano sedimenti di mare aperto, non troppo profondo di piattaforma continentale; sono argille limoso-marnose grigio-azzurre, a volte debolmente sabbiose, compatte, con abbondanti resti fossili (in prevalenza gasteropodi); la potenza si aggira sui 70-80 m mentre la giacitura è tranquilla con inclinazione degli strati poco accentuate ed immersione verso S;
- **Formazione della Sabbie di Asti (Pliocene medio -superiore):**  
denominate *Ps* nella C.G.I. "ASTI", affiorano in continuità stratigrafica sulle Argille di Lugagnano; si tratta di una formazione costituita prevalentemente da "sabbie gialle più o meno stratificate con livelli ghiaiosi ed intercalazioni marnose, calcareniti e calciruditi (Pliocene)"; questa formazione rappresenterebbe un deposito marino avvenuto a profondità limitate (10 – 40 m) e controllato dalla forte energia idrodinamica del moto ondoso e delle correnti di marea;
- **Complesso Villafranchiano (Pliocene sup. -Pliocene inf.):** denominato *I<sup>1</sup>* nella C.G.I. "ASTI", rappresentato da un'Unità inferiore prevalentemente sabbioso-limosa con intercalazioni di argille varicolori di ambiente di transizione tra quello marino e quello continentale; l'Unità superiore è costituita invece da alternanze di argille e ghiaie, indici di un ambiente deposizionale continentale fluvio-palustre; recenti studi attribuiscono a tale complesso una ulteriore suddivisione in quattro Unità: quella di Ferrere, di San Martino, di Cascina Gherba e di Mareto.

**Depositi alluvionali di fondovalle (denominati *a<sup>1/f3</sup>* nella C.G.I. "ASTI")**  
costituiti da materiali prevalentemente sabbioso-siltoso-argillosi (di età pleistocenica) sovrastanti materiali a granulometria prevalentemente argillosa (Pleistocene-Olocene), ricoprono le precedenti Formazioni

rappresentanti il substrato. Tale substrato ed i depositi alluvionali risultano parzialmente mascherati da una estesa coltre di copertura di origine eluvio-colluviale, tipicamente di natura limoso-sabbiosa e/o limoso-sabbiosa; la coltre superficiale presenta spessori variabili, che possono raggiungere valori di alcuni metri nelle zone a bassa acclività e di raccordo tra versante e pianura.

### **2.1.1 Rapporti con gli strumenti urbanistici comunali (P.R.G.C.)**

Secondo quanto riporta la *“Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica, alla scala 1:10.000”* (redatta dalla Dott.ssa Geol. Felicità Deriu) allegata alla Variante Strutturale di Adeguamento al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del P.R.G.C. (vedi stralcio di Fig. 3a), i terreni d’interesse ricadono in

**Classe IIa:** l’art. 11 delle N.T.A. prevede:

*“Per le aree appartenenti a questa Classe la realizzazione di interventi di sostituzione, ricostruzione e nuova edificazione è subordinata ad uno studio geomorfologico e geotecnico di fattibilità (relazione asseverata da realizzarsi a cura del soggetto attuatore dell’intervento) condotto secondo quanto previsto dal D.M. 11/03/1988 e successive circolari esplicative, comprendente:*

- *rilievo geomorfologico di dettaglio;*
- *indagine geognostica finalizzata alla definizione delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni e del substrato coinvolto (punto G.2.2 del D.M. 11.3.1988);*
- *analisi di stabilità del versante in situazione naturale e del complesso versante-intervento, condotta secondo le metodologie ritenute idonee alle problematiche emerse (punto G.2.3 del D.M. 11.3.1988);*
- *verifica di compatibilità ed analisi degli interventi previsti (punto G.2.4 del D.M. 11.3.1988).*

Gli interventi di particolare impatto sull’assetto geomorfologico, comportanti la realizzazione di insiemi di manufatti, dovranno essere valutati, in via preliminare, da una verifica di fattibilità delle opere su grandi aree secondo quanto previsto al punto H del D.M. 11/03/1988 e successive circolari esplicative.

Per gli interventi di cui all’art. 56 comma 1 della L.R. 56/77 e s.m. ed i., lo studio di cui al primo paragrafo del presente comma può essere ridotto sulla base di esigenze di accertamento geomorfologico e geotecnico dichiarate



necessarie e sufficienti da tecnico abilitato mediante asseverazione ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale.”

Come riportato in Fig. 3b, nella Classe IIa (aree collinari caratterizzate da morfologia poco acclive e da condizioni di stabilità complessivamente buone) rientrano quelle porzioni di territorio nelle quali, considerate le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica, gli interventi sono subordinati a consigli tecnici esplicitati a livello di norme d'attuazione ispirate al D.M 14/01/2008 e realizzabili a livello di progetto esecutivo, esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità.

**Non sussistono, dunque, in questo contesto  
vincoli alla realizzazione del progetto stesso.**

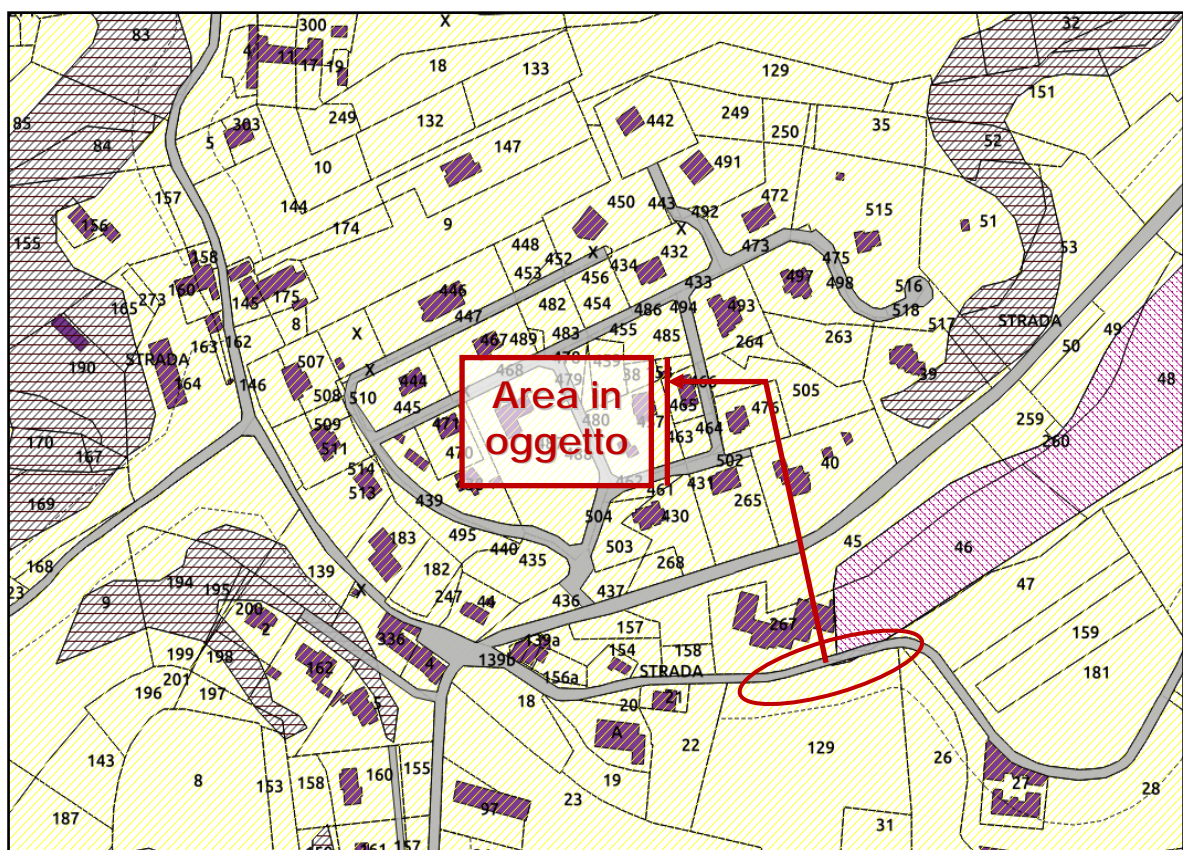


Fig. 3a - Stralcio della “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica” allegata al P.R.G.C.

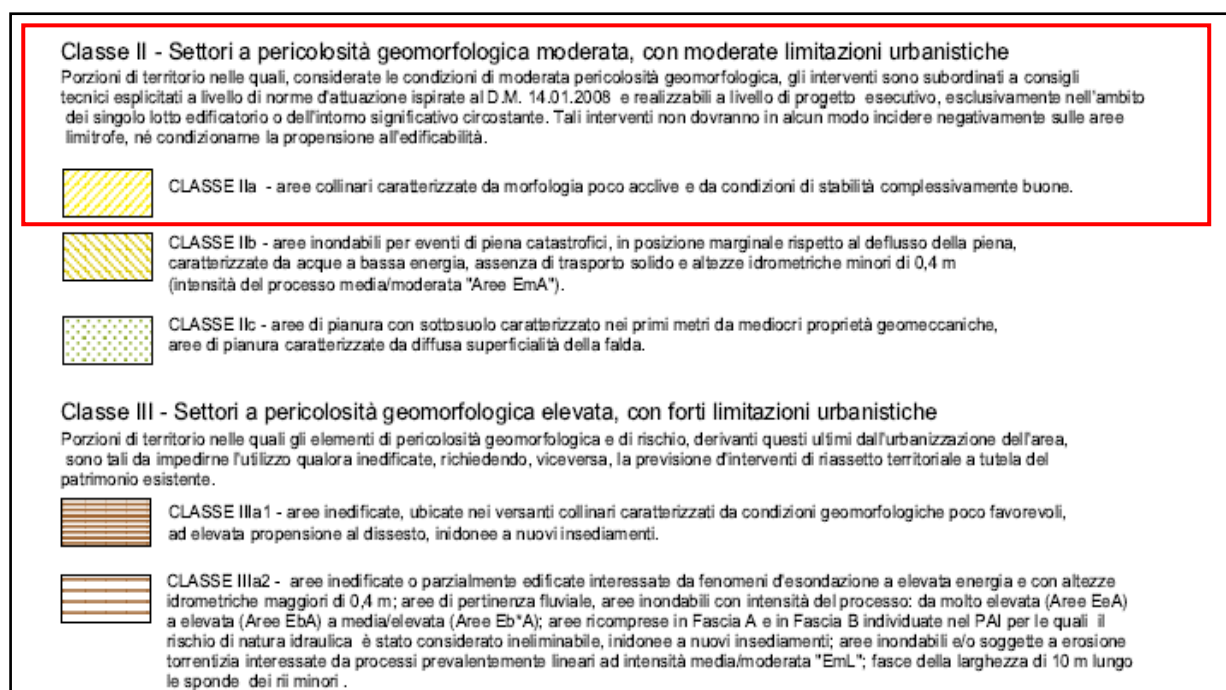


Fig. 3b – Stralcio della legenda della “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica”

**Non sussistono, dunque, in questo contesto  
vincoli alla realizzazione del progetto**

## **2.2. Assetto geomorfologico generale e locale**

Per quanto riguarda la morfologia generale, la Provincia di Asti si viene a collocare nell'area del Monferrato dove si è sviluppato tutto un susseguirsi di dolci colline incise da valli; le quote vanno dai 121 m del capoluogo ai 759 m del comune di Roccaverano. Tali colline, caratteristiche del Monferrato, presentano una variegata tipologia di terreni che vanno dalle cosiddette “terre bianche” ricche in fossili, alle “terre rosse” ricche di limo ed argilla e alle “terre grasse” tipiche delle aree alluvionali di fondovalle.

Dal punto di vista geomorfologico generale, l'area di studio corrisponde al relitto di un'estesa pianura compresa tra i rilievi della Collina di Torino - Monferrato a N e quelli delle Langhe a S e che rappresentava il collegamento tra la pianura cuneese e quella alessandrina. Da un substrato

terziario si passa ad una sottile, ma diffusa copertura di depositi fluviali prevalentemente limosi, riferibili al Pleistocene medio-superiore. Tracce di un corso d'acqua a meandri con raggio di curvatura chilometrico e direzione di flusso E - W, risultano conservati in maniera estesa. Quest'ultimo, come descritto in dettaglio successivamente, rappresentava il collettore meridionale del bacino piemontese (Forno M.G., 1982).

Nel settore occidentale questa originaria pianura fluviale appare conservata in modo più continuo ed è rappresentata dall'Altopiano di Poirino: è caratterizzato da una superficie debolmente ondulata e modestamente disseccata dal reticolato idrografico sovrainposto.

Nel settore orientale corrispondente ai Rilievi dell'Astigiano, detta pianura fluviale appare sensibilmente obliterata e caratterizzata da una morfologia più accidentata dovuta alla presenza di una notevole densità del reticolato idrografico.

Dal punto di vista geomorfologico locale l'area in oggetto si colloca su di un settore di stretta cresta collinare, ad una quota di circa 205 m s.l.m. L'area è caratterizzata da colline, ivi incise fortemente dalle acque superficiali. L'acclività dei versanti è particolarmente importante. La strada in oggetto è situata proprio sul ciglio di uno di questi versanti. Questo causa ripetuti problemi di instabilità alla strada stessa, ne risulta danneggiata, presentando fratture longitudinali, avvallamenti e cedimenti lungo il ciglio.

### **3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

---

In generale il Bacino Terziario Piemontese è contraddistinto da una serie di complessi idrogeologici con differenti caratteristiche.

Dal basso verso l'alto si possono distinguere:



- **Complesso limoso argilloso:** corrispondente alle ARGILLE DI LUGAGNANO, impermeabili, che rappresentano la base del sovrastante Complesso sabbioso.
- **Complesso sabbioso:** corrispondente ai depositi sabbiosi pliocenici (SABBIE DI ASTI), costituiti da alternanze di livelli sabbiosi permeabili, livelli sabbioso limosi e limoso sabbiosi semipermeabili e livelli limoso argillosi impermeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda, in cui i vari livelli acquiferi, con ridotta continuità laterale, possono essere intercomunicanti verticalmente.
- **Complesso delle alternanze (argille, ghiaie, sabbie):** corrispondente alla parte superiore del Villafranchiano inferiore, al VILLAFRANCHIANO SUPERIORE ed ai depositi fluviali del PLEISTOCENE MEDIO SUPERIORE, è costituito da un'alternanza di livelli limoso argillosi impermeabili o semipermeabili e livelli ghiaioso sabbiosi permeabili; si tratta di un sistema acquifero multifalda in cui i vari livelli acquiferi sono tra loro intercomunicanti.
- **Complesso dei depositi alluvionali:** con permeabilità e spessore variabili, sede di una falda libera in equilibrio con il reticolo idrografico.

Nel dettaglio gli interventi in oggetto si localizzeranno nell'areale del sistema acquifero ospitato nei terreni appartenenti al **Complesso sabbioso**. Dal punto di vista idrogeologico locale, sia le SABBIE DI ASTI che le ARGILLE DI LUGAGNANO, si caratterizzano per la presenza di orizzonti acquiferi la cui produttività risulta variabile in funzione delle caratteristiche di permeabilità dei depositi e dell'entità e provenienza dell'alimentazione.

Si rammenta che, da dati bibliografici in possesso allo scrivente, la falda acquifera in presenza di formazioni quali le SABBIE DI ASTI, specialmente in cresta collinare, si colloca a profondità rilevanti e pertanto non interferenti con le opere in progetto.

## 4. ASPETTI GEOTECNICI: INDAGINI GEOGNOSTICHE *IN SITU*

---

La valutazione degli aspetti geotecnici e delle problematiche geotecniche è da ricondursi essenzialmente alla:

- Indagine geognostica condotta *in situ* in corrispondenza delle opere in progetto e consistita in n°1 prova penetrometrica dinamica eseguita con penetrometro super-pesante TG 63-200 kN "Pagani";
- Ricostruzione dell'assetto stratigrafico locale;
- verifica di stabilità del versante;
- Parametrizzazione geotecnica dei terreni;
- Azione sismica: categoria del suolo.

### **4.1. Indagine geognostica in situ**

#### ***Prove Penetrometriche Dinamiche (S.C.P.T.)***

La valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni è stata ottenuta dal valore di  $N_{20}$  (numero dei colpi necessario all'avanzamento di 20 cm), mediante formule di uso comune nella pratica geotecnica. I parametri che si ottengono sono essenzialmente quelli della resistenza dinamica e della densità relativa ( $D_r$ ), che costituiscono la base di calcolo per l'elaborazione dei valori dell'angolo di resistenza al taglio ( $\phi'$ ), della coesione ( $c'$ ) e del peso di volume ( $\gamma$ ), indispensabili per eseguire le verifiche della capacità portante dei terreni di fondazioni e il calcolo dei cedimenti, tenendo conto dei sovraccarichi indotti sul terreno di fondazione in seguito all'edificazione in oggetto. Per l'esecuzione della prova si è utilizzato un Penetrometro Super-Pesante Pagani Tg 63/200 kN le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella seguente:

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63,5	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	0,63	Kg
Diametro punta conica	51,00	mm
Area di base punta	20,43	cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6,31	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40	m
Avanzamento punta	0,20	m
Numero colpi per punta	N(20)	
Coeff. Correlazione	1,489	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
***DPSH***

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

**Correlazione con Nspt**

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.



L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

### **Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd**

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo ( $\delta$ / N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

### **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### **Valutazioni statistiche e correlazioni**

#### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori

rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

**Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

**Pressione ammissibile**

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..

**Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

**Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $N_{spt}$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING* (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $N_{spt}$  dello strato considerato risulta inferiore a  $N_{spt}$  critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

**Correzione  $N_{spt}$  in presenza di falda**

$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

**Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito <

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

---

38° ).

Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.

Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose . Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

**Densità relativa (%)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

**Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

**Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

**Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$  t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

**Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.



## **Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano, relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

---

### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

### **Velocità onde di taglio $V_s$ (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

### **Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

### **Modulo di reazione ( $K_o$ )**

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

## **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

### **Coesione non drenata**

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{spt} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{spt}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{spt}=2$ .
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.

### **Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )**

- Robertson 1983  $Q_c$

### **Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )**

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - $M_o$  (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

(rapporto  $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$ ).

- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ( $N_{spt} < 30$ ) medie e molli ( $N_{spt} < 4$ ) e argille sabbiose ( $N_{spt}=6-12$ ).

**Modulo Di Young ( $E_Y$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

**Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $N_{spt}=0$ ) a 0,545 ( $N_{spt}=28$ )

**PROVA G\_1**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 18/05/2022

Profondita' prova 5.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	2	0.847	16.34	19.29	0.82	0.96
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	7	0.826	51.54	62.38	2.58	3.12
2.00	9	0.823	66.02	80.20	3.30	4.01
2.20	12	0.820	87.70	106.93	4.38	5.35
2.40	11	0.817	80.10	98.02	4.00	4.90
2.60	17	0.764	107.60	140.79	5.38	7.04
2.80	15	0.761	94.59	124.23	4.73	6.21

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

3.00	9	0.809	60.27	74.54	3.01	3.73
3.20	8	0.806	53.40	66.25	2.67	3.31
3.40	8	0.803	53.23	66.25	2.66	3.31
3.60	6	0.801	37.17	46.41	1.86	2.32
3.80	7	0.798	43.23	54.15	2.16	2.71
4.00	6	0.796	36.95	46.41	1.85	2.32
4.20	5	0.794	30.70	38.68	1.53	1.93
4.40	7	0.791	42.86	54.15	2.14	2.71
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	12	0.787	68.54	87.08	3.43	4.35
5.00	15	0.735	80.01	108.85	4.00	5.44

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.6	2.5	24.17	Incoerente	1.48	1.88	0.12	1.46	3.65	Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa
5	9.65	78.11	Incoerente - coesivo	2.06	2.27	0.59	1.49	14.38	Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA G\_1**

**TERRENI COESIVI**

**Coesione non drenata**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	Terzaghi-Peck	0.97

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti"	14.38	1.60-5.00	Robertson (1983)	28.76

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte				
---	--	--	--	--

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	148.46

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	Apollonia	143.80

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	Meyerhof	2.06



**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	Meyerhof	2.27

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	136.61

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Coltre eluvio- colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Meyerhof 1957	44.35
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Meyerhof 1957	70.2

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Coltre eluvio-	3.65	0.00-1.60	3.65	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE)	22.4

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

colluviale limoso sabbiosa				SPECIFICATION)	
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	29.69

**Modulo di Young**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Coltre eluvio- colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Schmertmann (1978) (Sabbie)	29.20
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Schmertmann (1978) (Sabbie)	115.04

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Coltre eluvio- colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	54.28
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)	102.13

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unita' di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Meyerhof et al.	1.48
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Meyerhof et al.	1.86

**Peso unita' di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95

**Opere di manutenzione straordinaria infrastrutture viabili suolo extraurbano,  
relativamente al subintervento G in Frazione Viatosto nel Comune di Asti.**

**Modulo di Poisson**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	(A.G.I.)	0.33

**Modulo di deformazione a taglio dinamico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Ohsaki (Sabbie pulite)	219.52
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti"	14.38	1.60-5.00	14.38	Ohsaki (Sabbie pulite)	796.54

**Velocita' onde di taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Ohta & Goto (1978) Limi	81.98
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti"	14.38	1.60-5.00	14.38	Ohta & Goto (1978) Limi	136.61

**Coefficiente spinta a Riposo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Coltre eluvio-colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Navfac 1971-1982	0.67
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli	14.38	1.60-5.00	14.38	Navfac 1971-1982	3.00

cementati e livelli di sabbie sciolte					
---	--	--	--	--	--

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) Coltre eluvio- colluviale limoso sabbiosa	3.65	0.00-1.60	3.65	Robertson 1983	7.30
Strato (2) Substrato delle "Sabbie di Asti" con livelli cementati e livelli di sabbie sciolte	14.38	1.60-5.00	14.38	Robertson 1983	28.76

#### **4.2. Azione sismica: categoria del suolo di fondazione**

Ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e succ. modifiche (aggiornamento 15/01/2005) e dell'O.P.C.M. n. 3519 del 20/04/2006 con nuova classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte con **D.G.R. del 30 dicembre 2019, n.6-887**, il numero di zone sismiche è fissato pari a 4, corrispondenti ai 4 valori di accelerazione orizzontale ( $a_g / g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Il **Comune di Asti** ricade in **zona sismica 4** a cui corrisponde un'accelerazione sismica orizzontale **g** inferiore a **0,05**, con probabilità di superamento non maggiore del 10% in 50 anni, che si traduce in un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a **0,05 ( $a_g / g$ )**.

L' O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i. prevede ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la definizione della categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, basata sulla velocità delle onde sismiche di taglio  $V_s$ . Ma la grande novità delle N.T.C. 2018 (Art. 3.2.2.) è l'introduzione della  $V_{seq}$ , che costituisce un parametro correlato alla velocità delle onde di



taglio  $V_s$  degli strati di terreno, ivi nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto del piano di posa delle fondazioni;  $V_{seq}$ , che rappresenta una velocità equivalente, è espressa dalla seguente formula:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1,N} (h_i/V_{s,i}) \quad (1)$$

dove  $H$  risulta essere la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Sulla base di quanto esposto, si è proceduto alla ricostruzione del profilo stratigrafico correlando i dati ricavati dai sondaggi, dalle prove penetrometriche e dalle conoscenze geologiche bibliografiche.

Attraverso un'indagine geofisica pregressa è stato possibile definire dati sulle velocità delle onde di taglio  $V_s$ .

Di seguito viene inoltre proposto di ricavare i parametri geofisici attraverso la correlazione con i valori di  $N_{SPT}$ , pur riconoscendo i limiti di tali procedimenti.

### **STIMA DELLE $V_s$ 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. In questo contesto si è ricorsi alla formula di OTHA & GOTO (1978), valida per terreni con frazione dominante costituita da sabbie da fini a grossolane fino a ghiaiose. Quest'ultima, che tiene conto sia dell'età del deposito sia della sua granulometria dominante, ha la seguente espressione:

$$V_s = 68 \cdot (N_{SPT})_{60}^{0,17} \cdot z^{0,2} \cdot f_A \cdot f_G \quad (2)$$

$V_s$       velocità delle onde di taglio

$(N_{SPT})_{60}$     numero di colpi corretto per un'energia pari al 60% di quella teorica e per la pressione litostatica del terreno sovrastante dovuto alla profondità della prova

$z$       profondità media dello strato dal piano campagna espressa in m

$f_A$       fattore che tiene conto dell'età del deposito

$f_G$       coefficiente funzione della granulometria dominante dello strato

<b>Età del deposito</b>	<b>Fattore <math>f_A</math></b>
Olocene	1.0
Pleistocene	1.3

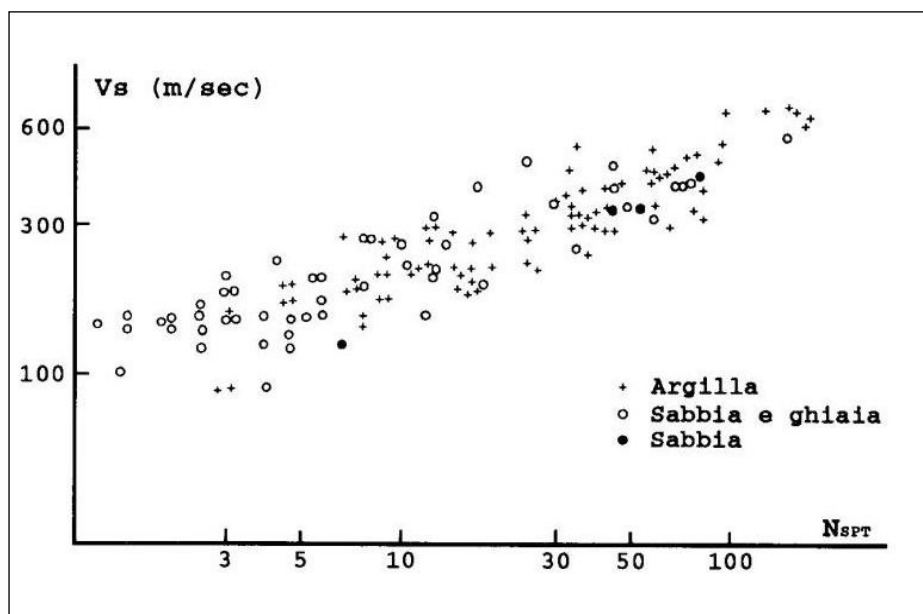
<b>Granulometria dominante</b>	<b>Coefficiente <math>f_G</math></b>
Argilla	1,00
Sabbia fine	1,09
Sabbia media	1,07
Sabbia grossa	1,14
Sabbia ghiaiosa	1,15
Ghiaia	1,45

Considerando, dunque, i 30 m dal piano di fondazione e dall'applicazione della (1), la  $V_{s30}$  equivalente corrisponde a 400 m/s.

Ai sensi del § 3.1 dell'Allegato n. 2, "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici", all' O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 nonché N.T.C. 2018 e sulla base dell'indagine, del rilevamento e dei calcoli eseguiti, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si può definire, per l'insieme dei depositi compresi nei primi 30 m litotipi presenti nell'area in esame, il seguente profilo stratigrafico del suolo di fondazione:

➤ **Categoria "B"** di suolo di fondazione così definita: ***"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.***

I valori delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  sono stati anche confrontati graficamente con le relazioni sperimentali tra  $V_s$  e  $N_{SPT}$  per argille, sabbie e ghiaie di MAI & YOSHIMURA (1975). Il grafico conforta i calcoli sopra effettuati.



Relazioni sperimentali tra  $V_s$  e  $N_{SPT}$  per argille, sabbie e ghiaie (Mai & Yoshimura, 1975)

In riferimento al D.M. 17/01/2018 "N.T.C." i parametri sismici di riferimento per l'area in oggetto sono i seguenti:

**Sito in esame**

latitudine: 44,925361  
longitudine: 8,190242  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

**Siti di riferimento**

Sito 1	ID: 14465	Lat: 44,9148	Lon: 8,1258	Distanza: 5209,966
Sito 2	ID: 14466	Lat: 44,9179	Lon: 8,1962	Distanza: 954,167
Sito 3	ID: 14244	Lat: 44,9678	Lon: 8,1919	Distanza: 4719,659
Sito 4	ID: 14243	Lat: 44,9647	Lon: 8,1213	Distanza: 6964,291

**Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: B  
Categoria topografica: T2  
Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,017 g  
Fo: 2,618  
Tc\*: 0,161 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,020 g  
Fo: 2,597  
Tc\*: 0,171 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,041 g  
Fo: 2,695  
Tc\*: 0,290 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,049 g  
Fo: 2,758  
Tc\*: 0,306 [s]

#### **Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii**

SLO:

Ss: 1,200  
Cc: 1,580  
St: 1,200  
Kh: 0,005  
Kv: 0,002  
Amax: 0,235  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200  
Cc: 1,570

St: 1,200  
Kh: 0,006  
Kv: 0,003  
Amax: 0,288  
Beta: 0,200  
SLV:  
Ss: 1,200  
Cc: 1,410  
St: 1,200  
Kh: 0,012  
Kv: 0,006  
Amax: 0,575  
Beta: 0,200  
SLC:  
Ss: 1,200  
Cc: 1,390  
St: 1,200  
Kh: 0,014  
Kv: 0,007  
Amax: 0,686  
Beta: 0,200

**Le coordinate espresse in questo file sono in ED50**

**Coordinate WGS84**

**latitudine: 44.924404    longitudine: 8.189170**

---

## **5. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI**

---

Nel corso dell'indagine sono state descritte le caratteristiche **geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del sito** ed è stata ricostruita la **caratterizzazione geotecnica del terreno**. Tale caratterizzazione si è basata principalmente sui risultati di n°1 Prova Penetrometrica Dinamica (S.C.P.T.) condotta in corrispondenza delle opere in progetto. L'indagine geognostica ha permesso di definire un modello geologico e geotecnico del sottosuolo (Cap. 6.2.2 delle N.T.C.) composto da due strati, in assenza di falda: si prescrive la realizzazione di palificazione da immorsarsi adeguatamente nel



locale substrato sabbioso e pertanto con lunghezze non inferiori a 6,0 m dal locale p.c. Si rimanda agli elaborati a firma del progettista ing. Roberto Sperandio per i dettagli e particolari d'interesse.

**Si consiglia in fase esecutiva:**

- di adottare delle opere di impermeabilizzazione, di drenaggio e di allontanamento delle acque, onde evitare infiltrazioni ed eccessive spinte idrauliche a tergo dei muri;
- di porre particolare attenzione durante gli scavi ed i lavori, soprattutto in caso di forti precipitazioni, che potrebbero causare temporanei rigonfiamenti e problemi di stabilità di eventuali fronti di scavo; si raccomandano, dunque, le più attente cautele nella esecuzione di scavi e sbancamenti; sarà sicuramente necessario proteggere le pareti di scavo con **adeguate opere di sostegno**; si raccomanda, inoltre, di non basare carichi provvisori, silos, gru, depositi e accumuli di materiali a meno di tre metri del bordo degli scavi per non provocarne crolli.

Sulla base di quanto sopra espresso, in relazione ai disposti previsti dalla normativa di cui al **D.M. LL.PP. 11/03/1988 n. 47** e relative istruzioni applicative emanate con **Circolari LL.PP. 24/09/88 n. 30483** si ritiene che le opere realizzate, così come anche dagli elaborati progettuali analizzati, non inducono modificazioni al preesistente assetto geologico ed idrogeologico del sito e del suo immediato contorno; pertanto se ne attesta la compatibilità geologica, geomorfologica e geotecnica in ottemperanza di quanto previsto dalla normativa vigente.

Asti, 22 giugno 2022

Il Geologo incaricato  
*Dr. Geol. Massimo Castellaro*  
(firmato digitalmente)

## SOMMARIO

1. Premessa e localizzazione dell'area d'intervento .....	2
2. Inquadramento geologico e geomorfologico .....	5
3. Inquadramento idrogeologico .....	12
4. Aspetti geotecnici: indagini geognostiche <b>IN SITU</b> .....	14
5. Conclusioni e prescrizioni .....	32

## AREA IN OGGETTO ED UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA



FOTO AEREA TRATTA DA: <https://www.google.com/maps/>