

# CITTA' DI ALBA

## Progetto di P.E.C. in Strada Ballerina, zona C22

---

### RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PROPEDEUTICA ALLA PROGETTAZIONE

redatta ai sensi del D.M. 14.01.2008 e N.t.A. del vigente PRGC

---

#### Committenti:

Stroppiana Dario, legale rappresentante della Stroppiana Spa , Alba  
Borelli Paolo, residente a Diano d'Alba  
Marzero Franco, residente a Corneliano d'Alba  
Proglio Ferruccio, residente ad Alba

#### Progettazione:

STUDIO TECNICO  
Dott. Ing. Davide Adriano, Alba

#### Geologia e Geotecnica:

Studio Geologico dr. Orlando COSTAGLI  
Via Pedona 5 - 12000 CUNEO  
T. 0171491644 F. 01711872843  
geologocostagli@tin.it

Marzo 2017

## Contenuto

---

1. Premessa
2. Pericolosità geomorfologica e Norme di PRG
3. ELEMENTI GEOLOGICI DEL SITO
4. IDROGEOLOGIA DELL'AREA
5. DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI
6. INDAGINI SUL TERRENO
7. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DEL SITO
8. SUOLO DI FONDAZIONE AI FINI DELL'AZIONE SISMICA
9. OPERE DI FONDAZIONE
10. CONCLUSIONI E RIFERIMENTI NORMATIVA GEOLOGICA DI P.R.G.

### DOCUMENTAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

*Documentazione fotografica.*

*Elaborazioni prove penetrometriche dinamiche.*

*dis. n.1 - Carta litotecnica ed ubicazione indagini geognostiche pregresse.*

*dis. n.2 - Posizionamento indagini geognostiche.*

*dis. n.3 - Trincee geognostiche, sezione geolitologica, modello geologico del sito.*



Fig. 1 – Area di completamento C22.

## 1. Premessa

Su incarico dei proprietari sono stati condotti gli studi geologici e geotecnici necessari per il completamento del progetto di tre edifici residenziali ubicati nel comparto residenziale C22 di PRG. L'area d'intervento si colloca alla periferia occidentale di Alba, presso l'innesto di Via Ballerini con corso Barolo (Figg. 1, 2).

L'indagine eseguita è stata principalmente rivolta alla verifica della compatibilità dell'intervento con le condizioni geomorfologiche locali ed alla determinazione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione. Le indagini ed il relativo studio sono stati eseguiti in ottemperanza ai DD.MM. 11.03.1988 e 14.01.2008 ed all'art. 74.3 delle Norme Tecniche d'Attuazione del vigente PRG.



Fig. 2 – Lotto C22, zona C di espansione prevalentemente residenziale.

## 2. Pericolosità geomorfologica e Norme di P.R.G.

Ai fini della pericolosità geomorfologica il vigente P.R.G.C. individua l'area nella classe **Ila** d'idoneità geomorfologica (Fig. 3), definita come:

- *Porzioni di territorio sub pianeggianti, interessate da uno o più fattori penalizzanti quali acque d'esondazione a bassa energia, prolungato ristagno delle acque meteoriche, scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura, eterogeneità dei terreni di fondazione.*



Fig. 3- Stralcio Carta di sintesi del vigente PRG.

Nella Classe **Ila** di pericolosità geomorfologica l'Elaborato 4.1.1 del vigente PRGC prevede:

*art. 74.3 - Nella classe II, subordinatamente all'esito delle indagini geognostiche, degli studi geologici, geotecnici e idraulici di cui al successivo articolo, nonché all'individuazione ed alla realizzazione degli accorgimenti tecnici individuati, sono consentiti gli interventi previsti dal PRGC con le seguenti limitazioni:*

- a) *nella sottoclasse **Ila** il piano terreno delle nuove costruzioni e la soglia di ingresso dei piani interrati, che dovranno essere completamente impermeabilizzati, dovranno essere realizzati con una quota di imposta compatibile con i dati dell'esondato storico, alluvione 94; le fondazioni debbono essere idonee ad escludere o, ad ogni modo, minimizzare,*

*in caso di eventi alluvionali, gli effetti della presenza di acqua sulla stabilità complessiva del fabbricato.*

- b) nella sottoclasse IIb, le nuove edificazioni possono essere realizzate solo se compatibili, con il ricorso di eventuali accorgimenti tecnici, con il profilo geotecnico dei terreni derivante dalle indagini geognostiche e geotecniche.*
- c) nella sottoclasse IIc, oltre alle prescrizioni di cui al precedente punto, in presenza di frane stabilizzate (FS) gli interventi ammissibili sono soggetti comunque ad un preliminare studio di compatibilità, rispetto alle condizioni di dissesto, che attesti le condizioni di stabilizzazione, siano esse naturali o artificiali e definisca gli eventuali ulteriori accorgimenti tecnici da eseguire prima o contestualmente all'intervento edilizio per la completa compatibilità dell'intervento.*

*Il progettista dell'intervento edilizio, ricadente in classe II, dovrà espressamente dichiarare di avere preso atto e di essersi adeguato nella progettazione alle prescrizioni contenute negli studi di compatibilità geologico-geomorfologica ed idraulica, asseverando la conformità del progetto alle prescrizioni contenute nei medesimi. In allegato alla domanda per ottenere l'agibilità del fabbricato, dovrà essere presentata una dichiarazione del direttore dei lavori, con la quale assevera la realizzazione dell'intervento edilizio conformemente al progetto approvato.*

- art. 75.1 - Tutti gli interventi di nuova costruzione da realizzarsi nell'ambito del territorio comunale sono soggetti alla disciplina del D.M. 14.01.2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" per quanto attiene gli aspetti di carattere geologico e geotecnico. A corredo delle domande o delle comunicazioni dirette ad acquisire i titoli abilitativi in materia edilizia, dovranno essere allegati la Relazione geologica e la Relazione geotecnica, sulla scorta delle necessarie indagini.*
- art. 75.2 - Tutti i progetti degli interventi da realizzare su terreni ricadenti nelle classi II e III debbono, inoltre, essere accompagnati da uno studio di compatibilità geologica riguardante anche il contesto circostante geologicamente significativo.*
- art. 75.5 - Gli studi di compatibilità geologica, di compatibilità idraulica nonché la Relazione Geologica e la Relazione Geotecnica dovranno essere asseverati e contenere un paragrafo conclusivo che riassume le risultanze dello studio, nel quale il professionista abilitato attesti, senza riserve o condizioni, l'accertata compatibilità dell'intervento con lo stato del dissesto ed il rischio idrogeologico residuo dell'area.*
- art. 75.6 - La domanda o la comunicazione, comunque denominata, diretta ad acquisire il titolo abilitativo in materia edilizia deve, a sua volta, essere corredata da una dichiarazione del richiedente che attesti d'aver preso piena conoscenza degli studi descritti ai commi precedenti e delle relative conclusioni.*

### 3. ELEMENTI GEOLOGICI DEL SITO

Il tratto del Fiume Tanaro tra la confluenza con il Fiume Stura ed il confine amministrativo con la provincia di Asti si sviluppa in una stretta fascia valliva compresa tra le colline delle Langhe, in destra orografica, e del Roero, in sinistra.

Questa valle, intagliata entro i depositi prevalentemente argillosi del Tortoniano, del Messiniano e del Pliocene del Bacino Terziario Piemontese (B.T.P.), risulta parzialmente riempita da depositi grossolani sabbiosi, riferiti dal Carraro et al. (1969) alle Alluvioni medio-recenti datate ad un generico Quaternario (Fig. 4). Detti sedimenti sono a loro volta incisi dal corso attuale del F. Tanaro e sono separati dalle alluvioni attuali da un basso terrazzo di poco sopraelevato rispetto al corso del fiume.

Tra il sito in esame e la sponda orografica destra del Tanaro sono presenti coperture alluvionali recenti e medio-recenti, separate da bassi terrazzi non sempre ben definibili. L'allegata Tav. 1 evidenzia le condizioni geolitologiche e geomorfologiche al contorno dell'area in studio.

I depositi alluvionali sono formati da limi sabbiosi ed argillosi, verso l'alto, e sabbie con ghiaie verso il basso, ammantati da un suolo limo-argilloso e sabbioso nocciola chiaro. Al loro interno si presentano frequenti sottili orizzonti più marcatamente sabbiosi ed occasionali livelli decimetrici scuri carboniosi che individuano episodi d'erosione e paleosuoli. La potenza del deposito alluvionale varia, nella zona in esame, tra 7 e 11 metri, sempre con presenza di una falda libera poco significativa, stagionale, che satura la base del deposito ghiaioso-sabbioso.

Nell'area in esame il deposito alluvionale poggia sul substrato marnoso competente Terziario, appartenente alla formazione denominata in letteratura "*Marne di Sant'Agata fossili*" del Tortoniano.

Le potenze delle coperture alluvionali risultano variabili orizzontalmente a seconda che vi siano strutture deposizionali riconducibili ad anse di meandro od interferenze con conoidi alluvionali generate dal reticolo idrografico minore laterale al Tanaro.

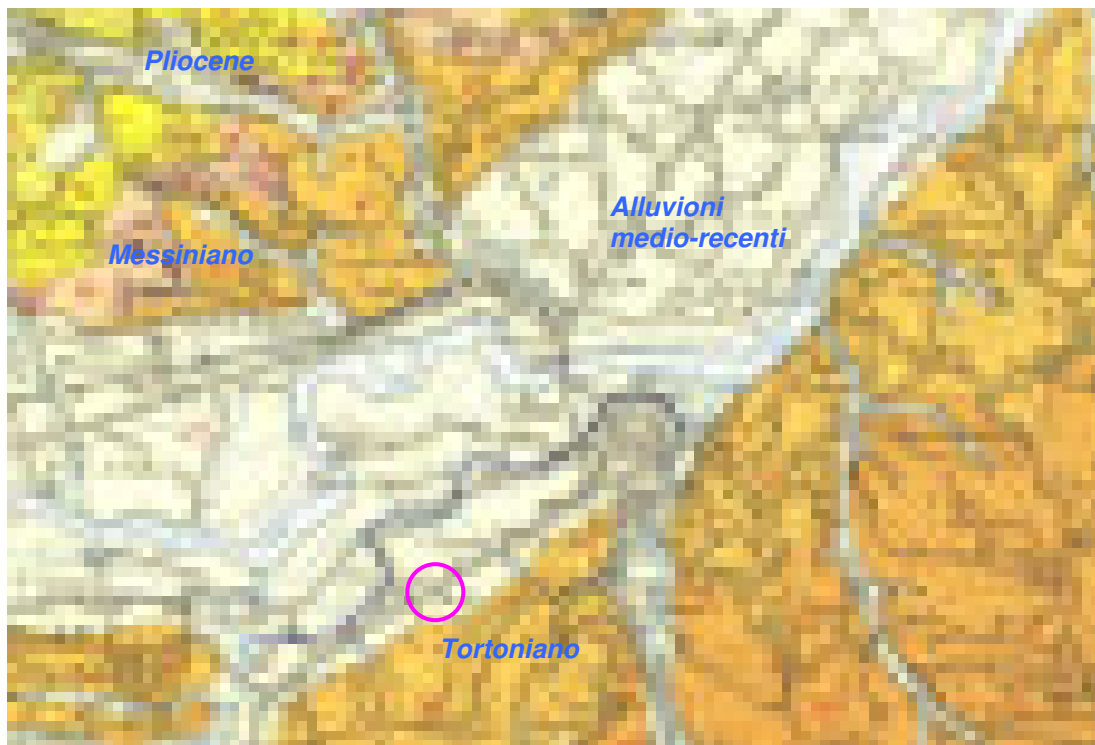


Fig. 4 - Stralcio Foglio 69 "Asti" della Carta Geologica d'Italia.

Recenti indagini, confermate successivamente dagli scavi di fondazione e dalla perforazione dei pali di fondazione per gli edifici residenziali presenti tra corso Europa e via Piave, hanno evidenziato che i depositi alluvionali raggiungono in queste aree la loro massima potenza. A titolo indicativo si riportano le seguenti indagini condotte dallo scrivente:

Giugno 2000: Progetto complesso residenziale in zona C44 di P.R.G.C.

Unità litotecnica I: da p.c. a -6 m limo sabbioso ed argilloso.

Unità litotecnica II: da -6.0 a -7.5 m sabbie e ghiaie con ciottoli.

Unità litotecnica III: oltre -7.5 m substrato marnoso.

Marzo 2002: Agenzia Territoriale per la Casa della Provincia di Cuneo. Progetto nuova costruzione complesso residenziale per la realizzazione di 21 alloggi di edilizia agevolata, Zona C44 di P.R.G.C.

Unità litotecnica I: da p.c. a -5 m limo sabbioso ed argilloso.

Unità litotecnica II: da -5 m sabbie e ghiaie con ciottoli.

Unità litotecnica III: (? substrato marnoso non raggiunto)

Giugno 2005: F. Barberis Impresa costruzioni. Progetto parcheggio interrato in Corso Piave angolo Via M. d'Azeglio e Via C. Menotti.

Unità litotecnica I: da p.c. a -8 m limo sabbioso ed argilloso.

Unità litotecnica II: da -8.0 a -11 m sabbie e ghiaie con ciottoli.

Unità litotecnica III: oltre -11 m substrato marnoso.

Luglio 2008: Fondazione Ferrero onlus. Progetto nuovo asilo nido.

Unità litotecnica I: da p.c. a -5 m limo sabbioso ed argilloso.

Unità litotecnica II: da -5 m sabbie e ghiaie con ciottoli.

Unità litotecnica III: (? substrato marnoso non raggiunto)

Aprile 2009: A. Barberis Impresa costruzioni Spa. Project Financing per la realizzazione ed ampliamento del cimitero comunale.

Unità litotecnica I: da p.c. a -2 m limo sabbioso ed argilloso.

Unità litotecnica II: da -2 m a circa -9 m sabbie e ghiaie con ciottoli.

Unità litotecnica III: oltre -9 m substrato marnoso.

Settembre 2014: EGEA Spa. Nuova sede in via dell'Acquedotto.

Unità litotecnica I: da p.c. a -5,5 m limo sabbioso ed argilloso.

Unità litotecnica II: da -5,5 m a circa -8 m sabbie e ghiaie con ciottoli.

Unità litotecnica III: oltre -8 m substrato marnoso.

Sotto l'aspetto geolitologico il terreno interessato dalla nuova costruzione presenta la seguente successione stratigrafica:

Formazioni marine	Formazioni continentali	Litotipo	Descrizione
Mame di Sant'Agata (Tortorianiano)	Fluviale recente (Olocene)	1	Limi sabbiosi, in subordine sabbie limose e limi argillosi.
		2	Sabbie e ghiaie con rari ciottoli presenti, prevalentemente, verso la base.
		3	Substrato marnoso-limoso ed argilloso a colorazione grigio-cenere.



## 4. IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Nel settore si differenziano due serie idrogeologiche principali:

- Unità litotecnica III - Il Complesso dei terreni terziari del Bacino Terziario Piemontese che costituiscono il confinante inferiore degli acquiferi quaternari.
- Unità litotecnica I & II - Il Complesso delle alluvioni medio-recenti ed attuali, ospitante, alla base, l'acquifero libero principale, di modestissimo spessore.

Pertanto il materasso alluvionale, poggiante sul substrato marnoso-argilloso impermeabile terziario, è interessato, alla sua base, da una debole falda acquifera libera dipendente dagli apporti pluviometrici esterni e dal regime idrico del F. Tanaro. La suddetta falda è sempre confinata alla base nell'unità litotecnica II (ghiaie e sabbie). Tuttavia si rammenta che in concomitanza di eventi alluvionali eccezionali, come nel Novembre 1994, la saturazione del terreno può interessare l'intero deposito fino al p.c. Le tre prove penetrometriche eseguite nell'area di studio il 22/02/2017, spinte fino ad intercettare il substrato, non hanno individuato acqua di saturazione nel complesso sabbioso di base.

## 5. DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI

In corrispondenza dell'area in esame e del suo contorno significativo non sono presenti dissesti in atto. Tuttavia il vigente PRG individua potenziali condizioni di bassa pericolosità geomorfologica dovute alla possibile presenza di acque superficiali (... *acque d'esondazione a bassa energia, prolungato ristagno delle acque meteoriche, scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura, eterogeneità dei terreni di fondazione*) e raccomanda, all'art. 74.3 delle NTA, che il piano terreno delle nuove costruzioni e la soglia di ingresso dei piani interrati, dovranno essere realizzati con una quota di imposta compatibile con i dati dell'esondato storico. Il progetto generale terrà conto di queste condizioni, provvedendo ad uno specifico studio idraulico condotto dall'ing. M. Cirio di Alba.

## 6. INDAGINI SUL TERRENO

L'area d'intervento è stata indagata tramite tre prove penetrometriche dinamiche e quattro trincee geognostiche, ritenute congrue ed esaustive data la buona conoscenza geologica e geotecnica dell'area d'intervento, come si evince dagli allegati disegni:

- *dis. n.1 - Carta litotecnica ed ubicazione indagini geognostiche pregresse.*
- *dis. n.2 - Posizionamento indagini geognostiche.*

Per l'indagine penetrometrica si è utilizzato un penetrometro dinamico/statico superpesante PAGANI TG63-100 a norma A.G.I., le cui caratteristiche sono indicate in Allegato. Tutti i fori eseguiti sono stati spinti fino al raggiungimento del deposito grossolano ghiaioso-ciottoloso ritenuto ben addensato. Le risultanze delle indagini hanno consentito di definire con precisione la potenza delle coltri di copertura ritenute soffici e cedevoli e la profondità del substrato marnoso competente. I risultati conseguiti sono riportati in Allegato e commentati qui di seguito.

### □ **Trincee geognostiche:**

Le trincee sono state eseguite per definire la potenza dei terreni corticali, rappresentati da terreno di riporto o rimaneggiato, nonché lo spessore dei terreni limo-sabbiosi ed argillosi poco competenti.

Le trincee evidenziano terreni alluvionali fini, prevalentemente limo-sabbiosi, lievemente argillosi verso il basso, con occasionali livelletta più marcatamente sabbiosi. Oltre 6,00 m circa il deposito diviene più marcatamente sabbioso, con presenza di ghiaia ed occasionali ciottoli verso la base. I terreni fini presentano una discreta coesione intergranulare, tale da consentire scavi a pareti subverticali. In corrispondenza del livello sabbioso-ghiaioso e ciottoloso la coesione tende a zero e le pareti della trincea tendono a collassate.

### □ **Penetrometrie**

In totale sono stati eseguiti tre fori penetrometrici DPSH con misura del numero di colpi per l'infissione delle aste per 30 cm ( $N_{30}$ ).

I tre fori hanno fornito risultati pressoché uguali (Fig. 4), individuando il substrato marnoso alla profondità compresa tra -9,0 e 10,80 m. In Allegato sono riportati gli istogrammi penetrometrici e le elaborazioni statistiche e geotecniche.

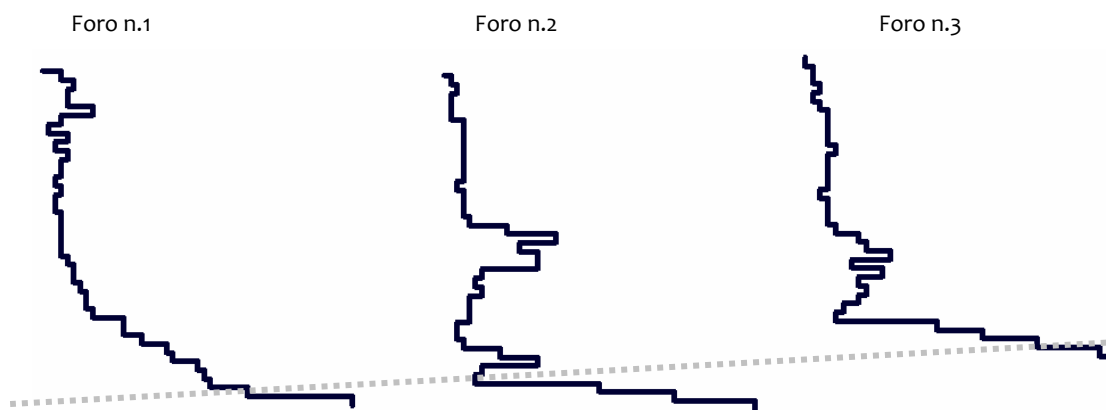


Fig. 4 – Istogrammi penetrometrici.

Tutti gli istogrammi evidenziano una successione di terreni soffici e cedevoli sovrastanti il banco sabbioso-ghiaioso. Nella tabella che segue sono riepilogati i parametri geomeccanici derivanti dalle tre prove penetrometriche riferiti al deposito sottostante il piano di fondazione dei tre edifici in progetto.

Foro n.1		
Profondità dal p.c. :		da 1,5 a 8,4 m
Valori penetrometrici tipici:	$N_{SPT}$	5
Valore penetrometrico minimo:	$N_{30}$	1
Densità relativa:	$D_r$	18%
Angolo di resistenza al taglio:	$\phi'$	28°
Coesione non drenata (Kg/cmq):	$c_u$	0,31
Peso di volume naturale (t/mc):	$\gamma_s$	1,88
Modulo di deformazione drenato (Kg/cmq):	$E'$	230

Foro n.2		
Profondità dal p.c. :		da 1,5 a 8,4 m
Valori penetrometrici tipici:	$N_{SPT}$	7
Valore penetrometrico minimo:	$N_{30}$	2
Densità relativa:	$D_r$	25%
Angolo di resistenza al taglio:	$\phi'$	28°
Coesione non drenata (Kg/cmq):	$c_u$	0,44
Peso di volume naturale (t/mc):	$\gamma_s$	1,90
Modulo di deformazione drenato (Kg/cmq):	$E'$	245

Foro n.3		
Profondità dal p.c. :		da 1,5 a 6,0 m
Valori penetrometrici tipici:	$N_{SPT}$	3
Valore penetrometrico minimo:	$N_{30}$	1
Densità relativa:	$D_r$	11%
Angolo di resistenza al taglio:	$\phi'$	27°
Coesione non drenata (Kg/cmq):	$c_u$	0,19
Peso di volume naturale (t/mc):	$\gamma_s$	1,86
Modulo di deformazione drenato (Kg/cmq):	$E'$	214

## 7. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO DEL SITO

I parametri geotecnici dei terreni di copertura (limi sabbiosi, limi argillosi, sabbie e ghiaie) sono stati elaborati dalle prove penetrometriche. Per il substrato marnoso i parametri sono ricavabili dalle numerose indagini e prove di laboratorio effettuate in questi ultimi anni nel sottosuolo di Alba (progetto autostradale S.A.T.A.P., variante di Alba e fondazioni ponte sul Tanaro a cura dell'Amm. Provinciale) e tutti riferibili alla formazione terziaria Tortoniana delle marne limose grigio-cenere

Sulla base dei dati disponibili, ai sensi del D.M. 14/01/2008, sono quindi proposti i seguenti modelli

### Modello Geologico:



## Modello Geotecnico:

Riporto e terreno rimaneggiato.
Unità geotecnica I: Deposito limo-sabbioso. Standard Penetration Test: $N_{SPT} = 3$ Densità relativa: $Dr \sim 12\%$ Attrito interno in cond. drenate: $\phi' = 26^\circ$ Coesione non drenata: $c_u = 0,2 \text{ Kg/cmq}$ Peso di volume naturale: $\gamma_n = 1.85 \text{ t/mc}$ Modulo di deformazione: $E = 210 \text{ Kg/cmq}$
Unità Geotecnica II: Deposito sabbioso e ghiaioso Standard Penetration Test: $N_{SPT} > 20$ Densità relativa: $Dr = 60\%$ Attrito interno in cond. drenate: $\phi' = 34^\circ$ Peso di volume saturo: $\gamma_s = 2.0 \text{ t/mc}$ Modulo di deformazione: $E = 400 \text{ Kg/cmq}$ Classificazione UNI/CNR: A1a
Unità Geotecnica III: substrato marnoso Attrito interno in cond. drenate: $\phi' = 21 \div 25^\circ$ Coesione drenata: $c' = 0,2 \text{ Kg/cmq}$ Coesione non drenata: $c_u = 2,0 \div 6.0 \text{ Kg/cmq}$ Peso di volume naturale: $\gamma_n = 2.1 \text{ t/mc}$ Modulo di deformazione: $E = 500 \text{ Kg/cmq}$



## 8. SUOLO DI FONDAZIONE AI FINI DELL'AZIONE SISMICA

Il D.M. 14.01.2008 - *Norme Tecniche per le Costruzioni*, prevede al punto 3.2.2 – *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*, la definizione del profilo sismico del suolo di fondazione secondo cinque schemi predisposti e due sottoclassi dipendenti dai valori di  $V_{s30}$ . Per  $V_{s30}$  s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione. Dai dati acquisiti dall'indagine geologica del sito il profilo sismico del terreno è, in prima approssimazione, riferibile alla classe **E**, come si evidenzia nella sottostante tabella. In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

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

La categoria topografica del sito, ai sensi del punto 3.2.2 del D.M. 14.01.2008, è la T1.

## 9. OPERE DI FONDAZIONE

In considerazione dell'opera in progetto è ora analizzata la tipologia di fondazione su piastra, scelta che bene si adatta alle condizioni geolitologiche e geotecniche del sito in quanto vengono minimizzate le problematiche di eventuali cedimenti differenziali dovuti alla natura limo-sabbiosa del terreno d'appoggio. Lo schema di calcolo è il seguente:

## PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione:	Stabilità dei pendii
Muro rigido:	0

## Sito in esame.

latitudine:	44,6816058298334
longitudine:	8,00475704027154
Classe:	2
Vita nominale:	50

## Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15572	Lat: 44,6557	Lon: 7,9378	Distanza: 6031,931
Sito 2	ID: 15573	Lat: 44,6589	Lon: 8,0079	Distanza: 2538,091
Sito 3	ID: 15351	Lat: 44,7088	Lon: 8,0033	Distanza: 3024,887
Sito 4	ID: 15350	Lat: 44,7056	Lon: 7,9331	Distanza: 6258,395

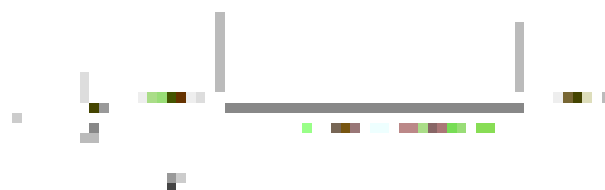
## Parametri sismici

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

**Dati generali** (P.E.C. zona C.2.2 Strasa Ballerina)

=====

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	11,0 m
Lunghezza fondazione	25,0 m
Profondità piano di posa	2,5 m
Altezza di incastro	2,5 m
Profondità falda	2,0
Sottofondazione...Sporgenza, Altezza	0,5/0,3 m

**SISMA**

=====

Accelerazione massima (ag/g)	0,033
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	2
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,251
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,0065
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,07



**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

S.L. Stato limite	TR [anni] Tempo ritorno	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,2	2,6	0,16
S.L.D.	50,0	0,25	2,58	0,19
S.L.V.	475,0	0,48	2,7	0,29
S.L.C.	975,0	0,57	2,8	0,31

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. stato limite	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]	Kh [-]	Kv [sec]
S.L.O.	0,32	0,2	0,0065	0,0033
S.L.D.	0,4	0,2	0,0082	0,0041
S.L.V.	0,768	0,2	0,0157	0,0078
S.L.C.	0,912	0,2	0,0186	0,0093

**STRATIGRAFIA TERRENO**

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m <sup>3</sup> ]	Gams [kN/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	c Corr. [kN/m <sup>2</sup> ]	cu [kN/m <sup>2</sup> ]	Ey [kN/m <sup>2</sup> ]	Ed [kN/m <sup>2</sup> ]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
1,5	18,0	18,0	22,0	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,5	18,5	19,0	25,0	25	0,0	0,0	0,0	7355	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	20,0	21,0	33,0	33	0,0	0,0	0,0	19613	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0	21,0	21,5	0,0	0	200,0	134,0	200,0	14710	15691	0,0	0,0	0,0

Carico permanente strutturale: 100 kN/mq (valore indicativo)

**CEDIMENTI BURLAND E BURBIDGE**

Pressione normale di progetto	100,0 kN/m <sup>2</sup>
Tempo	10,0
Profondità significativa Zi (m)	5
Media dei valori di Nspt all'interno di Zi	17,66667
Fattore di forma fs	1,268
Fattore strato compressibile fh	1
Fattore tempo ft	1,405
Indice di compressibilità	0,031
Cedimento	21,262 mm



Carichi di progetto agenti sulla fondazione:

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carico limite	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto

## Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	3	3

## CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Carico limite

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult]	867,48 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto [Rd]	289,16 kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	100,0 kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	8,67
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 34699,03 kN/m<sup>3</sup>**Carico limite**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	10,66
Fattore [Nc]	20,72
Fattore [Ng]	6,76
Fattore forma [Sc]	1,24
Fattore profondità [Dc]	1,08
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,22
Fattore profondità [Dq]	1,06
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,82
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	867,48 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	289,16 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

## 10 . CONCLUSIONI E RIFERIMENTI NORMATIVA GEOLOGICA DI P.R.G.

- ◇ L'indagine ha accertato la piena fattibilità geologica, geomorfologica e geotecnica delle opere in progetto.
- ◇ Nei riguardi dei piani interrati la specifica relazione idraulica individua gli accorgimenti tecnici relativi al dimensionamento della soglia d'ingresso.
- ◇ I terreni della zona C2.2 interessati dal progetto non risultano interessati da una falda idrica significativa. Sebbene l'indagine eseguita nel febbraio 2017 non abbia evidenziato presenza d'acqua, si può ragionevolmente supporre la saturazione del deposito sabbioso-ghiaioso di base (tra 6 e 9 metri) in concomitanza di eventi pluviometrici eccezionali e prolungati.
- ◇ Il presente studio geologico-tecnico ha evidenziato che nell'area di studio e suoi contorni non sussistono condizioni di rischio idrogeologico, pertanto si certifica che l'intervento edificatorio è pienamente compatibile con le condizioni di stabilità e pericolosità idrogeologica dell'area.
- ◇ La tipologia di fondazione raccomandata e condivisa con il Progettista è di tipo su piastra, immorsata circa 250 cm. In fase esecutiva si raccomanda una bonifica del piano d'appoggio con stesa d'inerte (sabbia e ghiaia).

# ALLEGATI

## DOCUMENTAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

*Documentazione fotografica.*

*Elaborazioni prove penetrometriche dinamiche.*

*dis. n.1 - Carta litotecnica ed ubicazione indagini geognostiche pregresse.*

*dis. n.2 - Posizionamento indagini geognostiche.*

*dis. n.3 - Trincee geognostiche, sezione geolitologica, modello geologico del sito.*



Penetrometro dinamico/statico superpe-  
sante PAGANI TG63-100 posizionato sul fo-  
ro P2.



Trincea esplorativa TR3.  
Si nota la buona coesione del deposito limo-  
sabbioso e lo spessore dei materiali di riporto.

Riporto (terreno vegetale-agrario)

Riporto

Naturale da circa -1,5 m



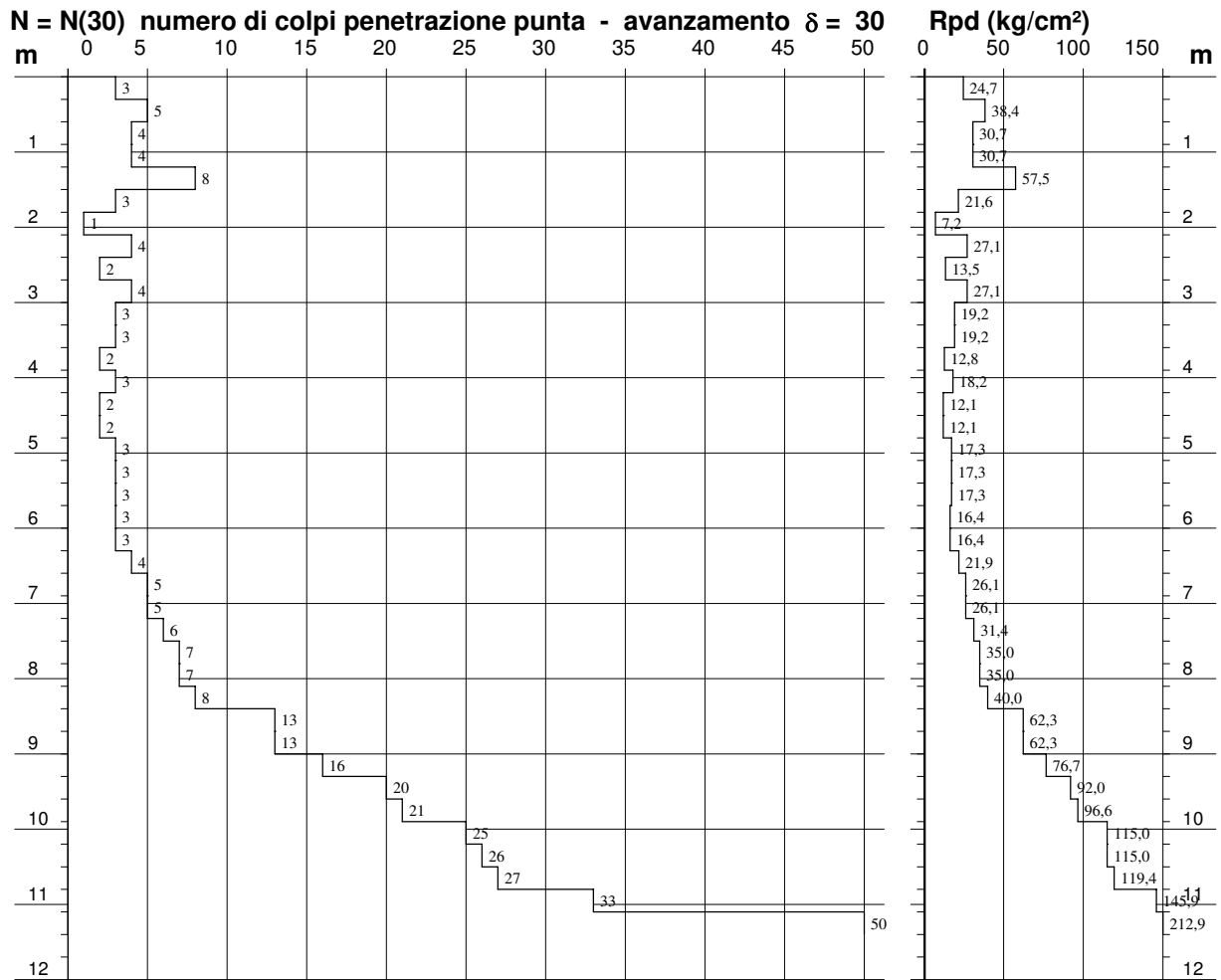
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 1**

Scala 1: 100

- committente :  
 - lavoro : P.E.C. in area C.2.2 di PRG  
 - località : Strada Ballerini  
 - note :

- data : 22/02/2017  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente :  
- lavoro : P.E.C. in area C.2.2 di PRG  
- località : Strada Ballerini  
- note :

- data : 22/02/2017  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,50	N	4,8	3	8	3,9	----	----	----	5	1,14	6
		Rpd	36,4	25	58	30,5	----	----	----			
2	1,50 8,40	N	3,7	1	8	2,4	1,8	1,9	5,6	4	1,14	5
		Rpd	21,3	7	40	14,3	8,4	12,9	29,7			
3	8,40 10,80	N	20,1	13	27	16,6	5,7	14,5	25,8	20	1,14	23
		Rpd	92,4	62	119	77,3	23,4	69,0	115,8			
4	10,80 11,40	N	41,5	33	50	37,3	----	----	----	42	1,14	48
		Rpd	179,4	146	213	162,7	----	----	----			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,14$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

### Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.50	Materiali inerti	6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
				18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
3	8.40 10.80	Sabbia	23	54.5	33.9	369	2.01	1.62	1.44	2.06	23	0.610
4	10.80 11.40	Substrato	48	----	----	----	----	----	3.00	2.36	09	0.251

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

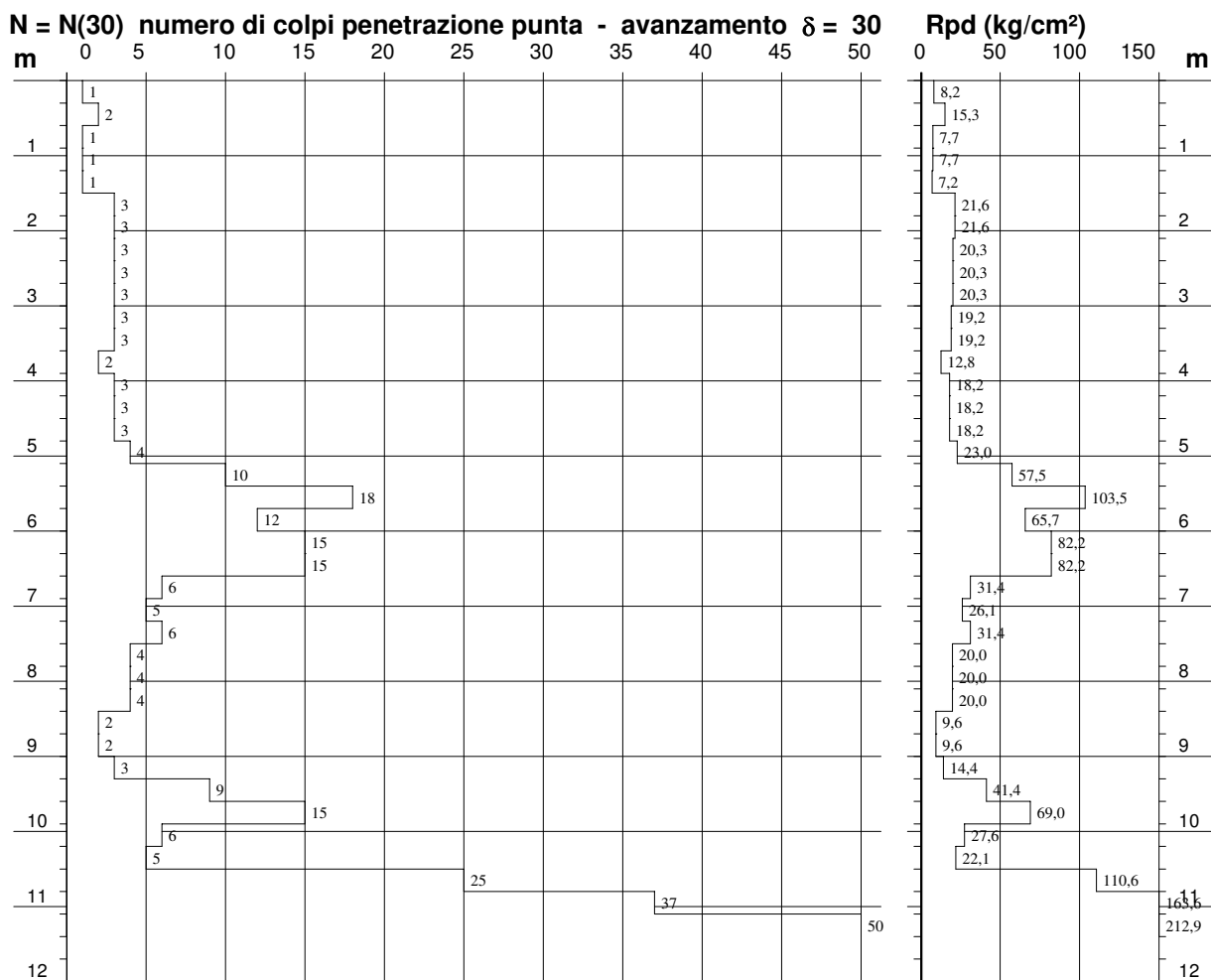
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 2**

Scala 1: 100

- committente :  
 - lavoro : P.E.C. in area C.2.2 di PRG  
 - località : Strada Ballerini  
 - note :

- data : 22/02/2017  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1





**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 2**

- committente :  
- lavoro : P.E.C. in area C.2.2 di PRG  
- località : Strada Ballerini  
- note :

- data : 22/02/2017  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,50	N	1,2	1	2	1,1	----	----	----	1	1,14	1
		Rpd	9,2	7	15	8,2	----	----	----			
2	1,50 10,50	N	5,9	2	18	4,0	4,6	1,3	10,5	6	1,14	7
		Rpd	32,2	10	104	20,9	24,4	7,8	56,6			
3	10,50 11,40	N	37,3	25	50	31,2	----	----	----	37	1,14	42
		Rpd	162,4	111	213	136,5	----	----	----			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,14$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 2**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.50	Materiali inerti Limo Argilloso deb.Sabbioso Substrato	1	3.8	26.4	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
2	1.50 10.50		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
3	10.50 11.40		42	----	----	----	----	----	2.63	2.29	12	0.322

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

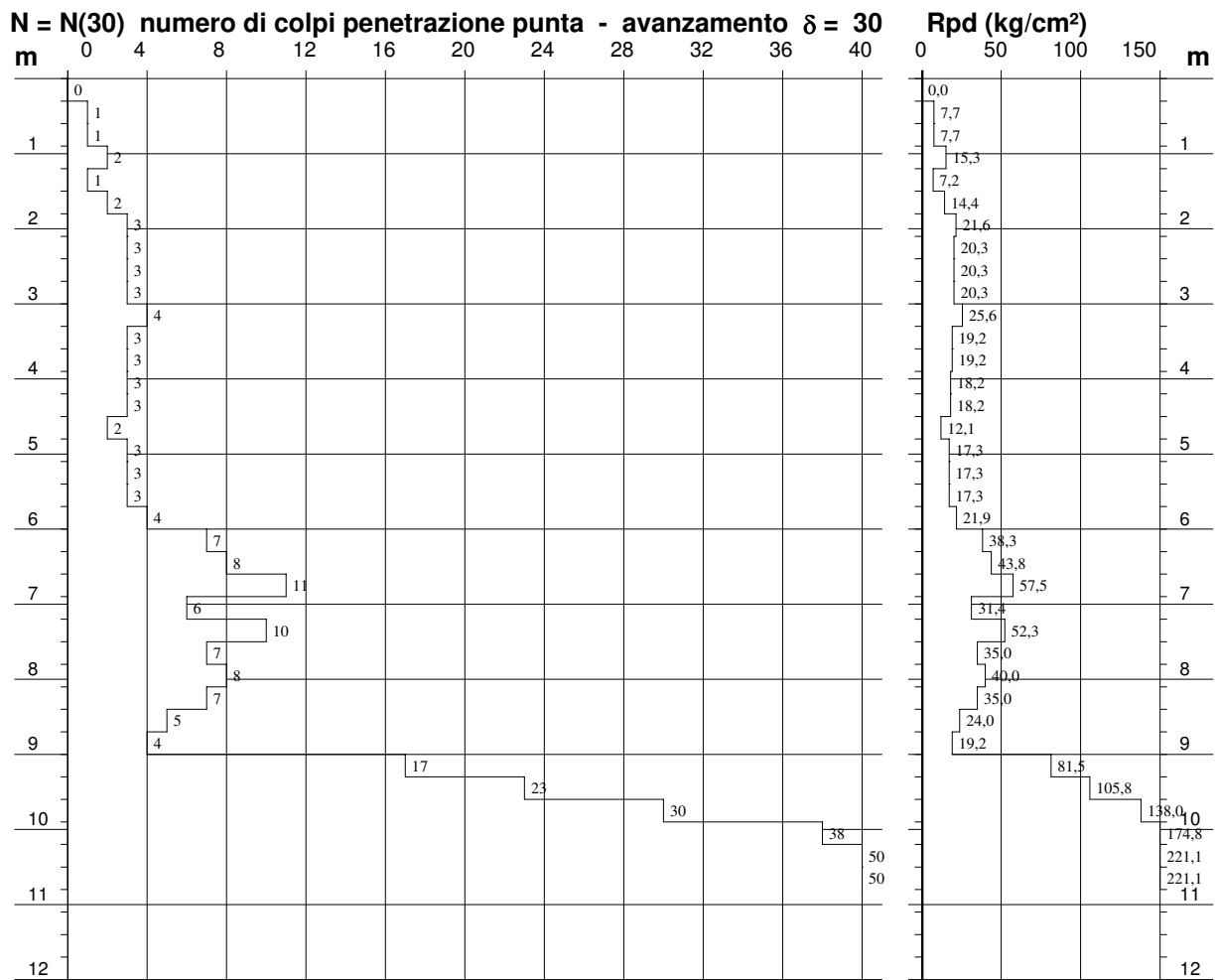
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
 DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 3**

Scala 1: 100

- committente :  
 - lavoro : P.E.C. in area C.2.2 di PRG  
 - località : Strada Ballerini  
 - note :

- data : 22/02/2017  
 - quota inizio : p.c.  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 3**

- committente :  
- lavoro : P.E.C. in area C.2.2 di PRG  
- località : Strada Ballerini  
- note :

- data : 22/02/2017  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00 1,50	N	1,0	0	2	0,5	----	----	----	1	1,14	1
		Rpd	7,6	0	15	3,8	----	----	----			
2	1,50 6,00	N	3,0	2	4	2,5	----	2,5	3,5	3	1,14	3
		Rpd	18,9	12	26	15,5	3,2	15,7	22,0			
3	6,00 9,00	N	7,3	4	11	5,7	2,1	5,2	9,4	7	1,14	8
		Rpd	37,6	19	58	28,4	11,7	25,9	49,4			
4	9,00 10,80	N	34,7	17	50	25,8	13,8	20,9	48,5	35	1,14	40
		Rpd	157,0	82	221	119,2	58,7	98,3	215,7			

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 30$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,14$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

**DIN 3**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.50	Materiali inerti	1	3.8	26.4	199	1.84	1.34	0.06	1.68	56	1.519
2	1.50 6.00	Sabbia debolmente Limosa	3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
3	6.00 9.00	Sabbia	8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
4	9.00 10.80	Substrato	40	----	----	----	----	----	2.50	2.26	13	0.347

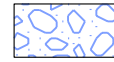
Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno





Depositi alluvionali del F. Tanaro, recenti ed attuali, sabbioso-limosi in alto, sabbiosi e ghiaiosi in basso, potenza compresa tra 3 e 5 metri, poggianti sul substrato marnoso.



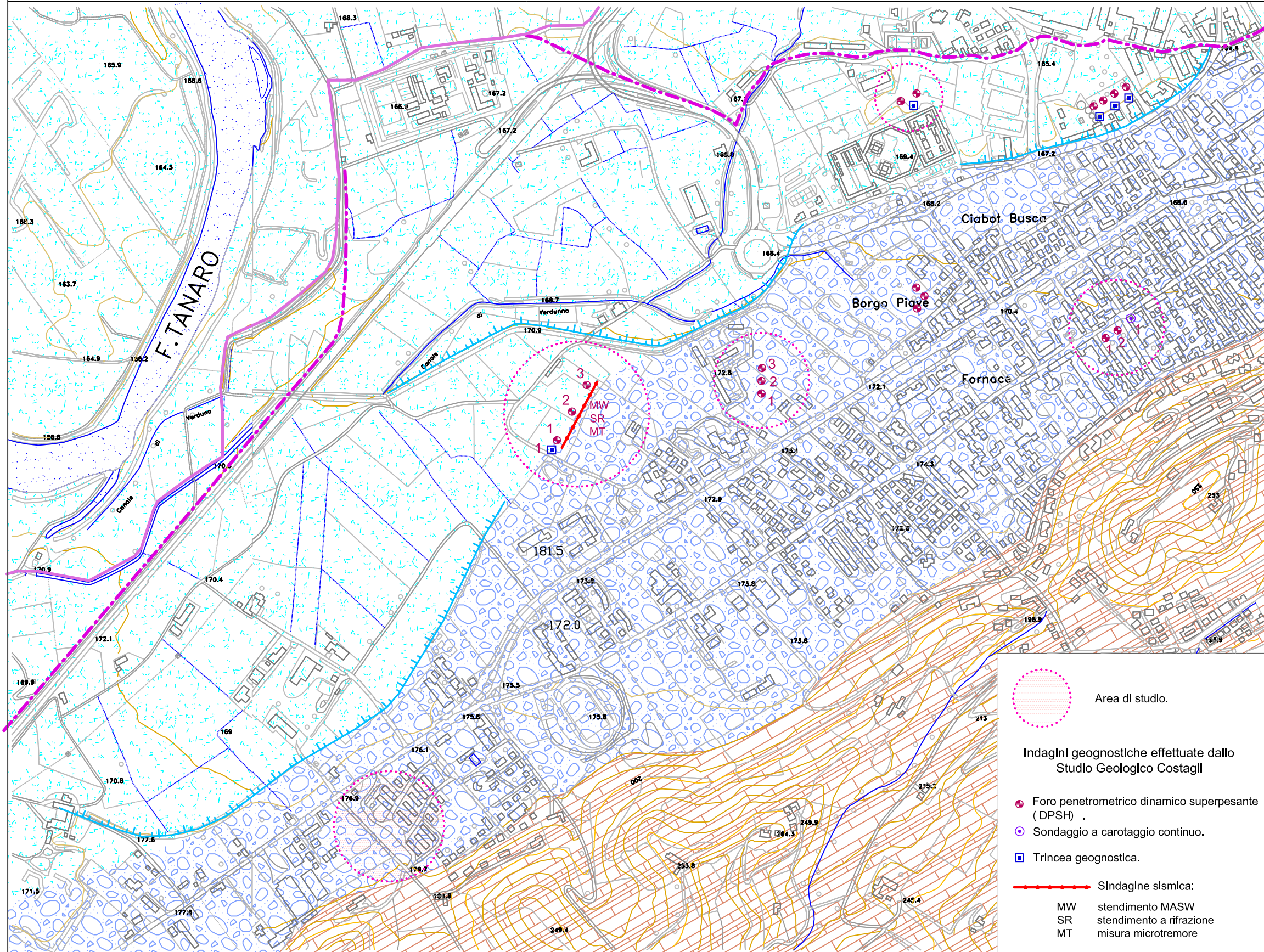
Depositi alluvionali del F. Tanaro, medio-recenti, sabbioso-limosi in alto, sabbiosi e ghiaiosi in basso, potenza compresa tra 6 e 9 metri, poggianti sul substrato marnoso.



Substrato terziario marnoso-argilloso, talora ammantato da significative coperture eluvio-colluviali ed alluvionali in corrispondenza dei terreni di transizione con i settori collinari.



Relitti di terrazzi alluvionali, in parte modificati dall'azione antropica.



Area di studio.

Indagini geognostiche effettuate dallo Studio Geologico Costagli

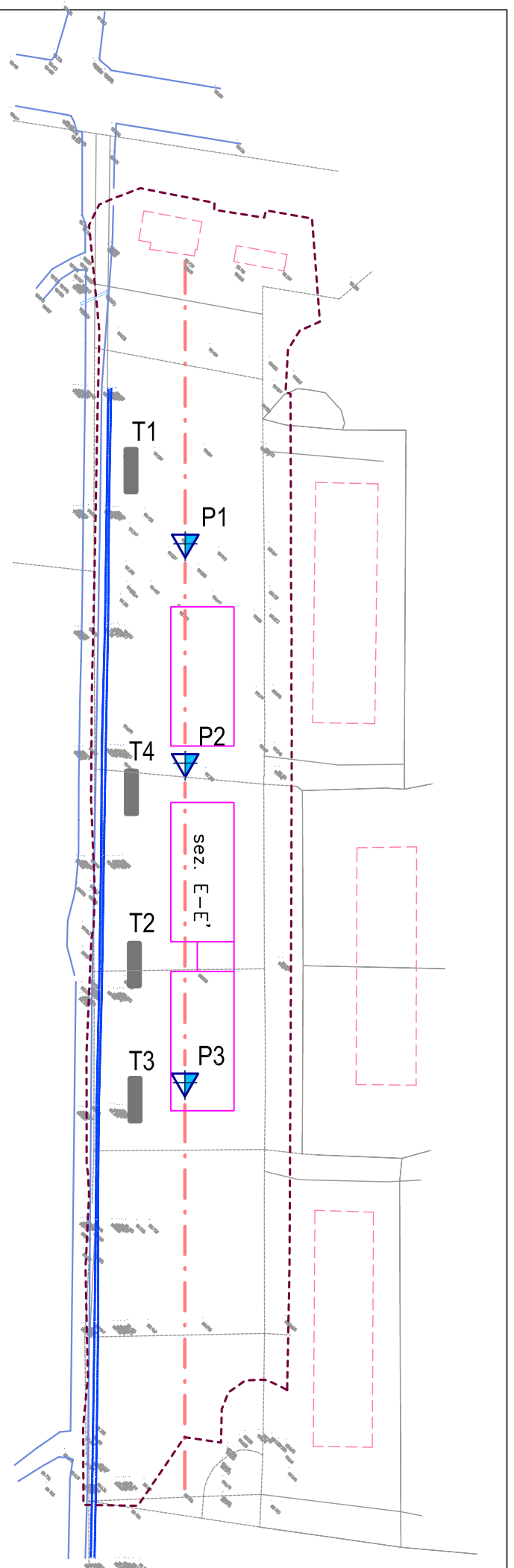
- Foro penetrometrico dinamico superpesante (DPSH).
- Sondaggio a carotaggio continuo.
- Trincea geognostica.

Indagine sismica:

- MW stendimento MASW
- SR stendimento a rifrazione
- MT misura microtremore

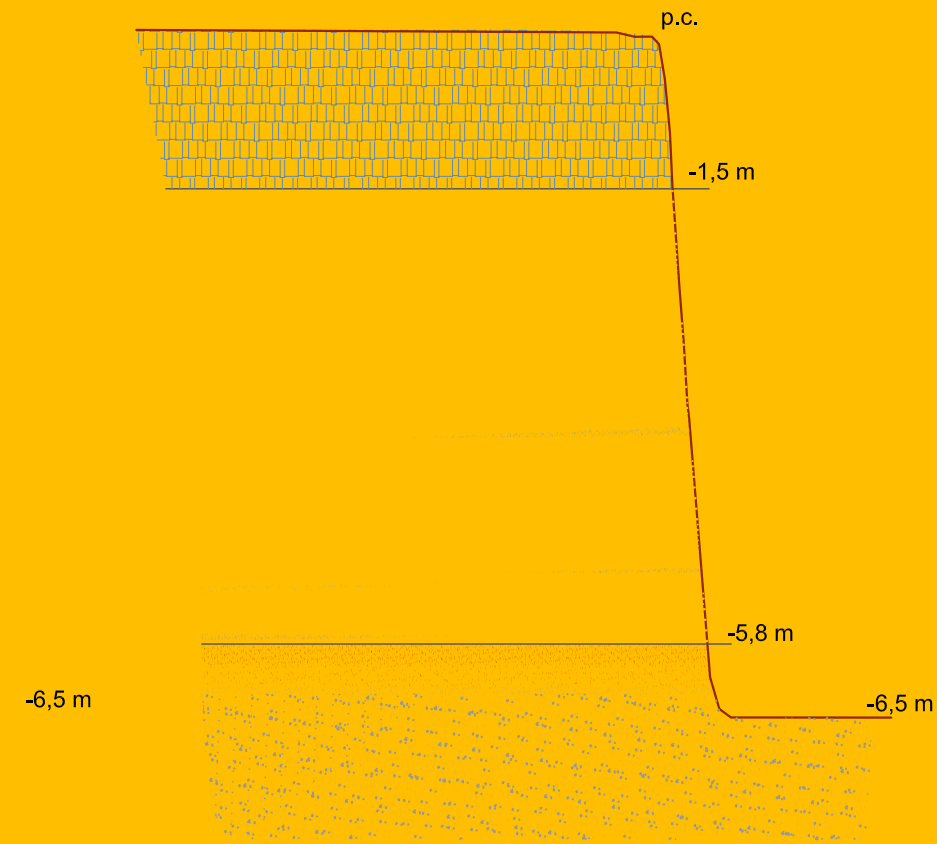


INDAGINI		
INDAGINE GEOGNOSTICA	T1	Trincea geognostica esplorativa.
	P3	Prova penetrometrica dinamica super pesante.

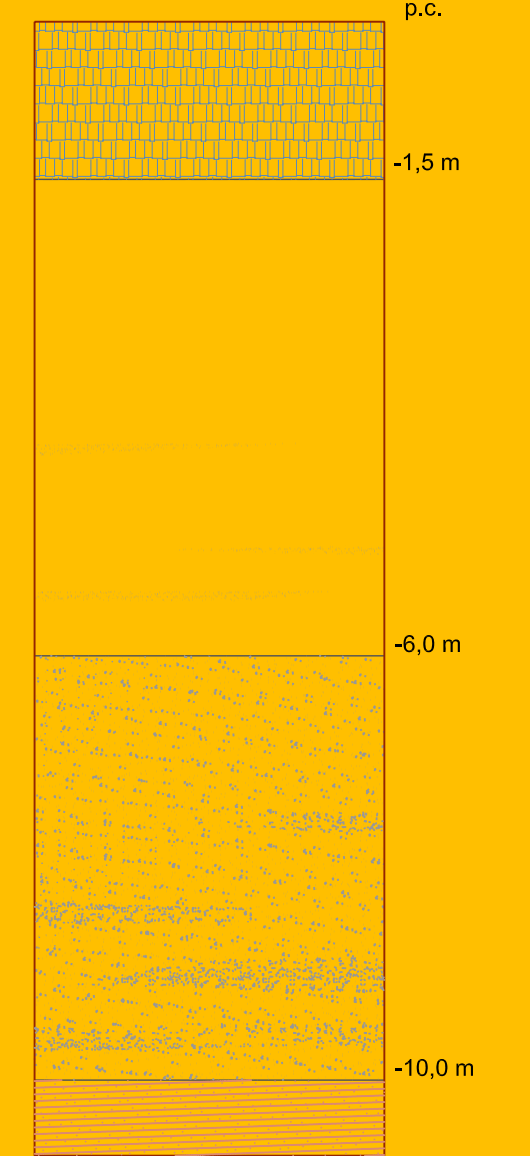


## MODELLO GEOLOGICO

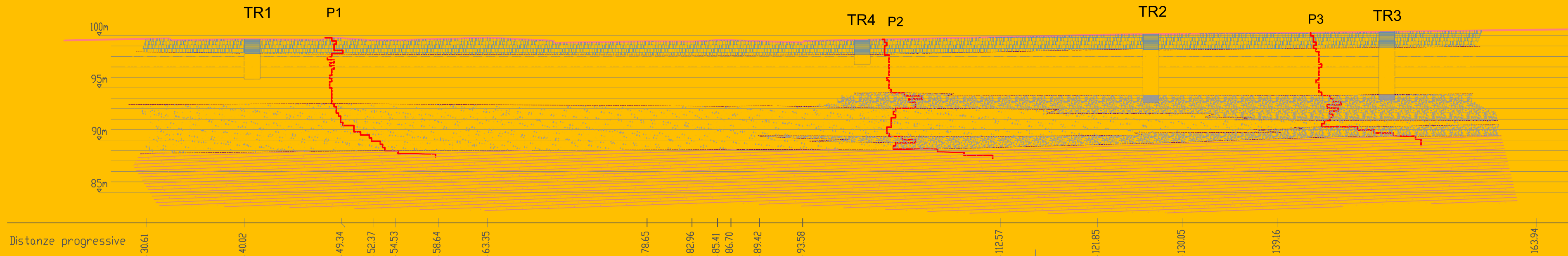
TR2



Litotipi		
depositi alluvionali	1	Ripporto: terreno vegetale-agrario potente circa 30 cm, al quale fa seguito terreno rimaneggiato costituito anche da elementi lapidei di marna, ghiaia, occasionali residui di demolizioni.
	2	Limo sabbioso passante a limo sabbioso-argilloso verso il basso, con occasionali livelletti centimetrici di sabbia limosa. Presenza di occasionali frustoli carboniosi. Colorazione nocciola.
	3a	Sabbia media, talora ossidata, presenza di rara ghiaia, poco addensata.
	3b	Sabbia media e ghiaia, colorazione grigia, mediamente addensata.
4	Substrato marnoso argilloso.	



Profilo "E-E" Scala 1 : 300



TRIBUNALE DI CUNEO

VERBALE DI ASSEVERAMENTO

Oggi, nel giorno ....., del mese di ..... , negli uffici dell'intestato Tribunale, avanti al sottoscritto Cancelliere, è personalmente comparso il dott. geol. Orlando COSTAGLI, nato a Cuneo il 02/12/1949 ed ivi residente in via Pedona n.5, identificato mediante C.I. n° AS4137062, il quale dichiara di voler asseverare con giuramento l'avanti estesa Relazione Geologica e Geotecnica.

Ammonito il medesimo sull'importanza del giuramento e sulle sanzioni penali comminate dalla legge contro chi presta giuramento mendace, questi presta giuramento nelle forme di legge, ripetendo la formula:

**GIURO DI AVERE BENE E FEDELMENTE ADEMPIUTO ALLE FUNZIONI AFFIDATEMI, AL SOLO SCOPO DI FAR CONOSCERE LA VERITA'.**

Letto, confermato e sottoscritto.

Il comparente,  
dott. geol. Orlando Costagli

IL CANCELLIERE