

**COMUNE DI BARGE**

**PROVINCIA DI CUNEO**

**AMPLIAMENTO DI FABBRICATO ARTIGIANALE**

**VIA CARDÉ, 48**

**PROPONENTE: FARINA PIERNICOLA**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

(codice interno: SGF21\_a\_62)

**Saluzzo, 08 luglio 2021**

**dott. Geol. ~~FRENCIA~~ Riccardo**

(n. 715 Ordine Regionale Geologi del Piemonte - Sez. A)



## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....</b>	<b>4</b>
2.1 UBICAZIONE .....	4
<b>3. RELAZIONE GEOLOGICA.....</b>	<b>5</b>
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
1.1 INDAGINI GEOLOGICHE ESEGUITE E RISULTATI OTTENUTI .....	8
3.1.1 <i>Prova PP1-BAR-FAR</i> .....	11
3.1.1 <i>Prova PP2-BAR-FAR</i> .....	12
3.2 INDAGINI GEOLOGICHE REPERITE .....	13
3.3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DI DETTAGLIO .....	13
<b>4. RELAZIONE IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICA.....</b>	<b>14</b>
4.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE .....	14
4.2 ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO .....	14
4.3 IDROGEOLOGIA DELL'AREA .....	16
<b>5. RELAZIONE SISMICA .....</b>	<b>19</b>
5.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E TECNICO .....	19
5.1.1 <i>Stati limite di riferimento</i> .....	20
5.2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA SUL TERRENO IN ESAME SECONDO LE N.T.C. 2018....	21
5.2.1 <i>Calcolo del periodo di riferimento per l'azione sismica</i> .....	21
5.2.2 <i>Indagini geofisiche finalizzate alla definizione dei parametri sismici - MASW</i> ..	23
5.2.3 <i>Azione sismica attesa al sito</i> .....	25
<b>6. MODELLAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>29</b>
6.1 STRATIGRAFIA LOCALE.....	29
6.2 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO.....	29
<b>7. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....</b>	<b>30</b>
<b>8. CONCLUSIONI .....</b>	<b>32</b>

## 1. PREMESSA

Il presente studio geologico, redatto ai sensi del D.M. 11/03/1988, dell'“*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*” (NTC-18), D.M. 17/01/2018 e della Circolare esplicativa seguente, espone le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, sismiche e geotecniche di un sito, e del suo intorno significativo, su cui è prevista la realizzazione di un ampliamento ad un fabbricato ad uso artigianale lungo Via Cardé, 48 nel Comune di Barge (CN).

Per la descrizione delle opere in progetto si rimanda alle relazioni e alle tavole progettuali allegata a firma dello studio Anteo di Bagnolo P.te.

Per la realizzazione della presente relazione ci si è basati su sopralluoghi in loco, su dati provenienti dalla bibliografia tecnica e sugli allegati geologici del piano regolatore di Barge, oltre che ad alcune indagini appositamente eseguite in sito: due prove penetrometriche dinamiche medie ed un'indagine geofisica di tipo MASW.

Come precisato nel paragrafo 6.2.1. delle NTC-18, *la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio*: i risultati di questi studi, *in funzione del tipo di opera e della complessità del contesto geologico* verranno esposti nella “Relazione geologica” (capitolo 3) e nella “Relazione idrologica ed idrogeologica” (capitolo 4).

La caratterizzazione dei parametri sismici viene riportata ed esposta nella Relazione sismica (capitolo 5), mentre nel capitolo 6 viene effettuata una modellazione geotecnica preliminare del sottosuolo del sito in esame.



### 3. RELAZIONE GEOLOGICA

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio circostante l'area su cui è previsto l'intervento in progetto presenta una debolissima inclinazione verso Est/Sud-est con un'inclinazione di circa 1° (stimata dalla C.T.R. Piemonte), la continuità del piano topografico è localmente interrotta dalla presenza dell'incisione fluviale del Torrente Ghiandone e di piccoli corsi d'acqua (rii e torrenti) che scorrono piuttosto incisi nei loro alvei.

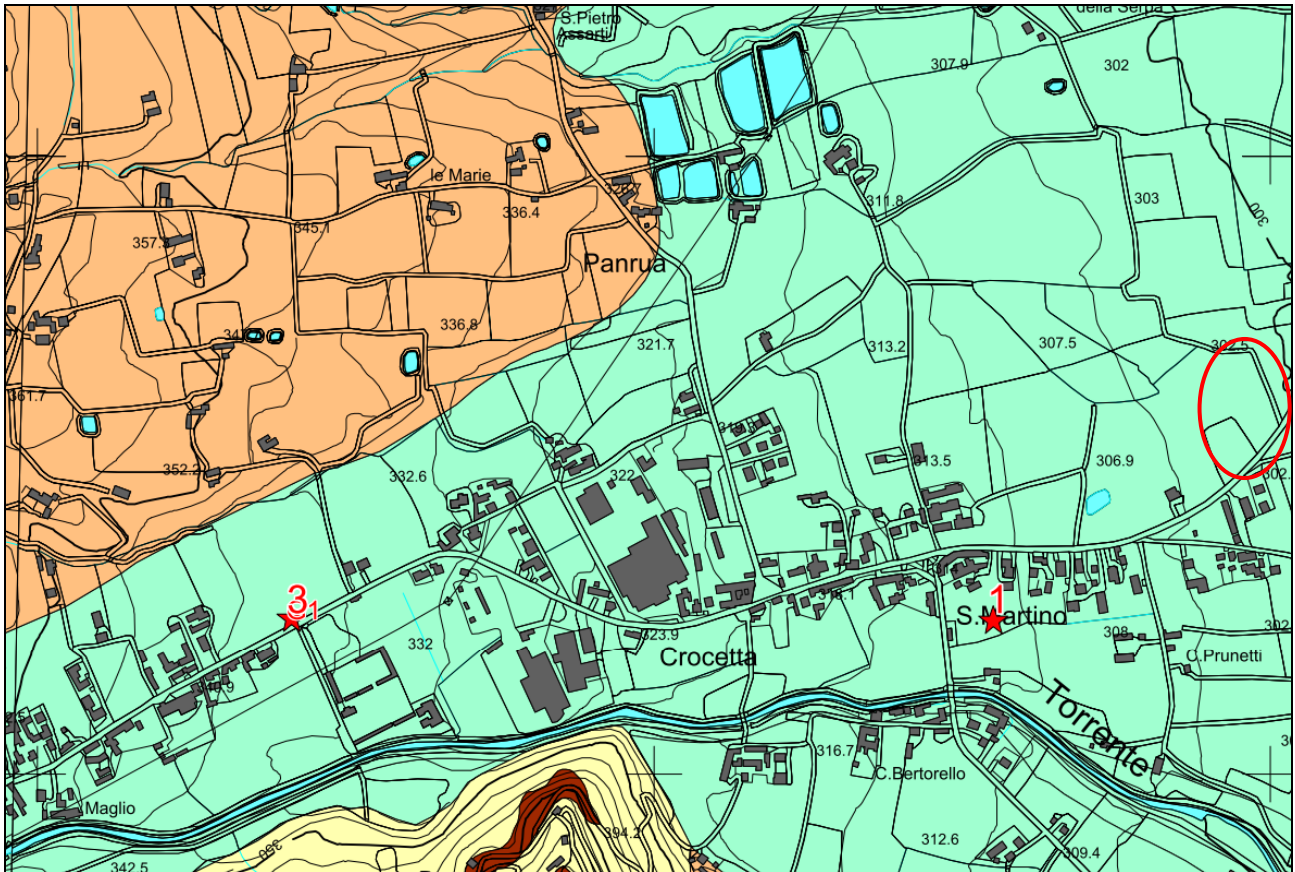
L'area in esame è dunque situata nel settore pianeggiante del territorio comunale di Barge, la deposizione dei materiali che costituiscono questa porzione di pianura è geneticamente dovuta allo sviluppo della grande conoide generata dal Torrente Infernotto e dalla successiva dinamica alluvionale del Torrente Ghiandone.

Questo grande apparato deposizionale (conoide) costituisce l'elemento di raccordo morfologico tra la pianura alluvionale fondamentale ed i rilievi alpini; nel caso in esame le rocce che li compongono sono di natura metamorfica e fanno parte del cosiddetto "massiccio cristallino del Dora-Maira", nel settore in esame è caratterizzato da micascisti, gneiss minuti ed occhiadini, scisti grafitici, quarziti e rare metabasiti.

La zona di pianura è costituita da un potente accumulo di materiali detritici trasportati da agenti esogeni, fundamentalmente i corsi d'acqua, ed accumulati quando questi hanno dissipato l'energia sufficiente a tenerli in carico.

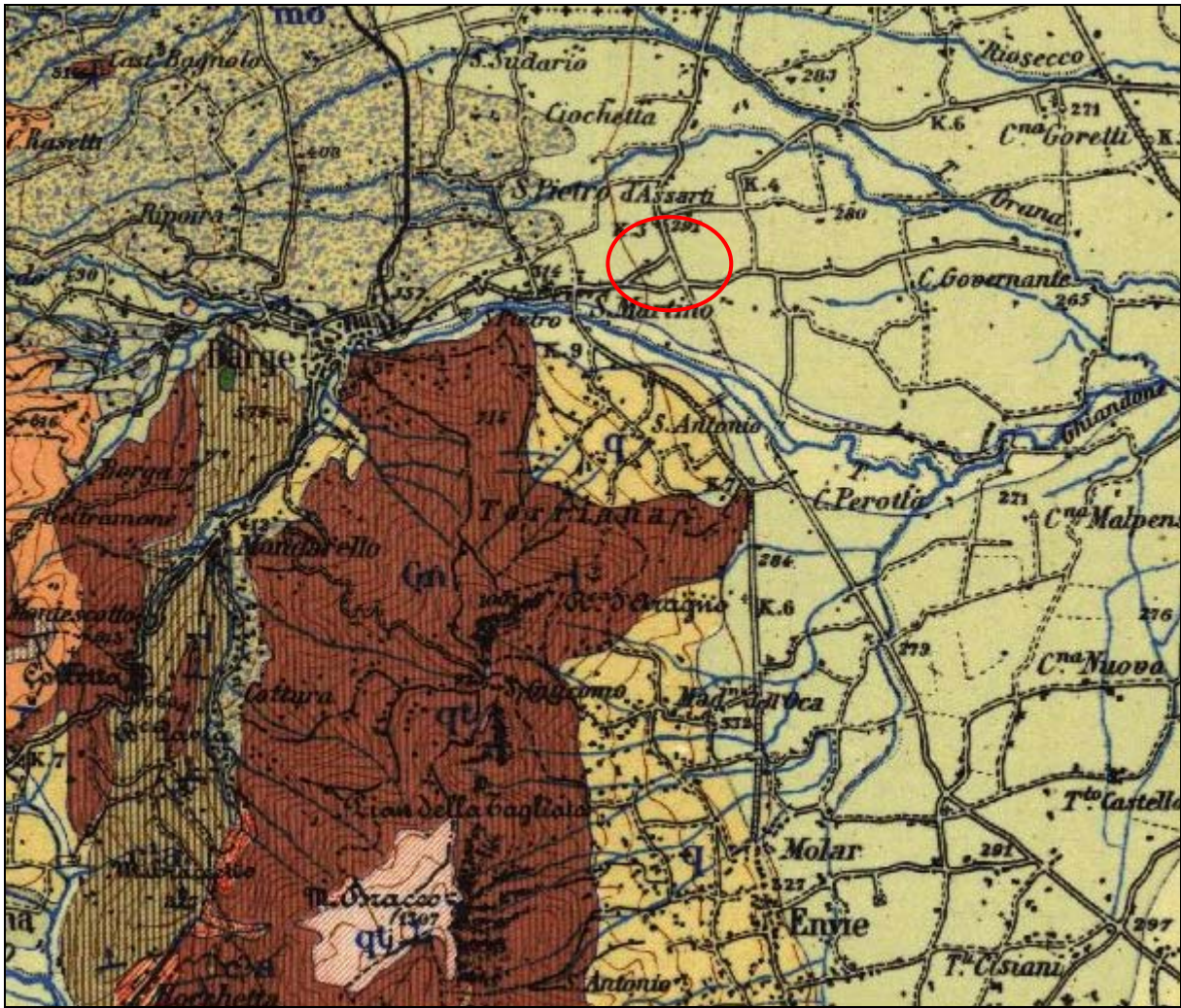
Il sottosuolo in esame, essendo prossimo ai rilievi montuosi, è caratterizzato da sedimenti fluviali a granulometria grossolana, quali ghiaie e sabbie con ciottoli e blocchi, immersi talvolta in una matrice limoso-sabbiosa.

Sul foglio n. 67 "Pinerolo" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, l'area in esame è ubicata tra i depositi definiti come "*alluvioni terrazzate*".



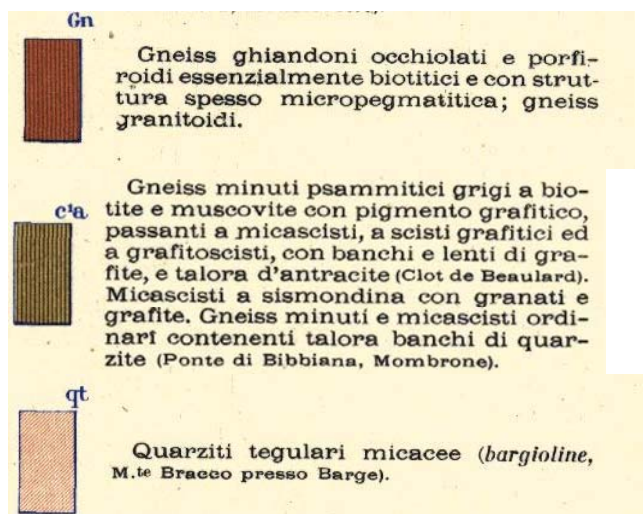
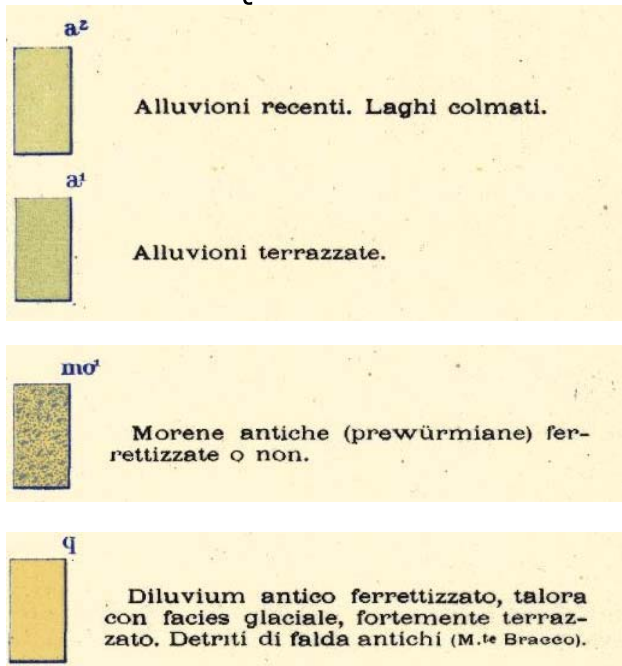
	<b>LITOLOGIA</b>	<b>CARATTERI LITOTECNICI</b>
	<b>COPERTURE DI ETA' QUATERNARIA</b>	
	Prodotti eluviali con passaggi a zone colluviali di limitata potenza, localizzati lungo versanti di modesta acclività. Prodotti detritici eterometrici, con scheletro lapideo più o meno abbondante localizzati lungo versanti ad acclività maggiore, comprensivi di locali accumuli gravitativi stabilizzati e non.	Terreni con caratteristiche geotecniche da mediocri a buone in relazione alla composizione granulometrica ed alla presenza della falda idrica superficiale o di acque di impregnazione. Valori medi dei parametri geotecnici: $\phi = 25^\circ \div 33^\circ$ ; $\gamma = 1.7 \div 1.9 \text{ t/mc}$ ; $c = 0.0 \text{ t/mq}$ Ord. P.C.M. n.3274 del 20 maggio 2003 : profilo stratigrafico D.
	Depositi alluvionali di varia età costituiti da ghiaie sabbiose e ghiaie includenti massi di medie dimensioni, matrice sabbioso-limosa, localmente coperti da suolo bruno di potenza anche metrica.	Caratteristiche del terreno variabili in relazione all'addensamento ed alla coesione del deposito. Capacità portante da buona ad elevata. Valori medi dei parametri geotecnici: $\phi = 30^\circ \div 40^\circ$ ; $\gamma = 2.0 \text{ t/mc}$ ; $c = 0.0 \text{ t/mq}$ Ord. P.C.M. n.3274 del 20 maggio 2003 : profilo stratigrafico B.
	Depositi eterometrici (da decimetrici a metrici), in matrice sabbioso argillosa, localmente alterati e con classazione da scarsa ad assente. Sovente addensati, costituiscono la fascia di raccordo tra la pianura ed i versanti. ("Glacis Auct.").	Depositi con buone caratteristiche geotecniche ad elevata capacità portante. Valori medi dei parametri geotecnici: $\phi = 35^\circ \div 38^\circ$ ; $\gamma = 2.0 \text{ t/mc}$ ; $c = 0.0 - 0.5 \text{ t/mq}$ Ord. P.C.M. n.3274 del 20 maggio 2003 : profilo stratigrafico B.

**Figura 2:** estratto della "Carta dei caratteri litotecnici – Settore Occidentale" e relativa legenda, in rosso viene evidenziata l'area in studio.



Quaternario

Pre-triassico



**Figura 3:** estratto del foglio n. 67 "Pinerolo" e legenda semplificata della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, con evidenziata in rosso l'area di intervento.

## 1.1 INDAGINI GEOLOGICHE ESEGUITE E RISULTATI OTTENUTI

In data 12 aprile 2021 sono state eseguite dallo scrivente due prove penetrometriche dinamiche medie al fine di caratterizzare, da un punto di vista geologico e geotecnico, nel dettaglio i depositi presenti nel sottosuolo dell'area su cui è prevista la posa in opera delle fondazioni dell'opera in progetto.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari al suo avanzamento. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione e interpretazione consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato, permettendo 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.

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si riporta la suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M (kg)	Prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	M <10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 < M < 60	25
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	M < 60	25

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Penetrometro: PENNI 30

Peso Massa battente	<b>M</b>	<b>30 kg</b>
Altezza di caduta libera	<b>H</b>	<b>0,20 m</b>
Peso sistema di battuta	<b>Pp</b>	<b>12 kg</b>
Diametro punta conica		<b>3,56 cm</b>
Area di base punta	<b>A</b>	<b>10 cm<sup>2</sup></b>
Lunghezza delle aste		<b>1 m</b>
Peso aste a metro	<b>P</b>	<b>2,9 kg</b>
Diametro aste		<b>2,2 cm</b>
Profondità giunzione prima asta		<b>0,90 m</b>
Avanzamento punta		<b>0,10 m</b>
Rivestimento/fanghi		<b>No</b>
Angolo di apertura punta		<b>60°</b>



## Correlazione con N<sub>spt</sub>

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 N<sub>SPT</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>SPT</sub>.

Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = N/\alpha$$

Dove:

$$\alpha = \frac{m_1 \cdot h_1 \cdot e_2 \cdot A_2}{m_2 \cdot h_2 \cdot e_1 \cdot A_1} \text{ formula da E. Pasqualini (1983)}$$

in cui il pedice 1 si riferisce alla prova eseguita con un penetrometro SPT

il pedice 2 si riferisce alla prova eseguita con il penetrometro Penni 30

m = peso massa battente;

h = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

e = passo di avanzamento.

Il coefficiente teorico di energia tra le prove SPT e le prove realizzate con il penetrometro Penni30 è pertanto:

$$\alpha = 1,32$$

ovvero:

$$N_{SPT} = N/1,32$$

## Valutazione resistenza dinamica alla punta R<sub>pd</sub>

Formula Olandesi :

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

R<sub>pd</sub> = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/ N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.



**Figura 4:** ubicazione delle indagini penetrometriche e geofisiche eseguite nell'area di intervento su immagine satellitare tratta dal software Google Earth.

### 3.1.1 Prova PP1-BAR-FAR

La prova ha raggiunto la profondità di 1,6 m dal piano campagna. In seguito si riporta la tabella con i colpi misurati in funzione della profondità per l'avanzamento sui 10 cm.

Profondità (m)	Nr. Colpi
0,10	1
0,20	4
0,30	4
0,40	6
0,50	14
0,60	11
0,70	9
0,80	12
0,90	20
1,00	20
1,10	38
1,20	34
1,30	35
1,40	48
1,50	52
1,60	Rif.



**Figura 5:** immagine fotografica della strumentazione utilizzata per la realizzazione della prova penetrometrica PP1-BAR-FAR nell'area di intervento.

### 3.1.1 Prova PP2-BAR-FAR

La prova ha raggiunto la profondità di 1,4 m dal piano campagna. In seguito si riporta la tabella con i colpi misurati in funzione della profondità per l'avanzamento sui 10 cm.

Profondità (m)	Nr. Colpi
0,10	1
0,20	2
0,30	1
0,40	3
0,50	8
0,60	5
0,70	7
0,80	7
0,90	5
1,00	10
1,10	10
1,20	12
1,30	10
1,40	Rif.



**Figura 6:** immagine fotografica della strumentazione utilizzata per la realizzazione della prova penetrometrica PP2-BAR-FAR nell'area di intervento.

### 3.2 INDAGINI GEOLOGICHE REPERITE

Sul sito *web* dell'ARPA Piemonte, alla pagina "*Banca dati geotecnica*" sono raccolte un gran numero di indagini geognostiche e geotecniche eseguite negli anni in Piemonte.

Nei pressi dell'area in esame (circa 830 m) è presente un sondaggio eseguito durante i lavori per l'esecuzione di un pozzo irriguo, con i dati così reperiti è stato possibile ottenere le informazioni necessarie a caratterizzare da un punto di vista litostratigrafico il sottosuolo dell'area.

La stratigrafia semplificata, così come reperibile sul sito *web* dell'ARPA Piemonte, è riportata in seguito:

Nome perforazione	Comune	Provincia	Località
pz1	Barge	CN	Barge
Data inizio perforazione	Data fine perforazione	Profondità (m)	Cantiere
23/11/2002	2/1/2003	48.00	Pozzo ad uso impianto antibrina

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
109482	1.00	terreno vegetale
109482	15.00	ghiaia e argilla
109482	21.00	ghiaia e sabbia
109482	30.00	ghiaia compatta
109482	48.00	ghiaia e sabbia

### 3.3 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DI DETTAGLIO

Da un punto di vista stratigrafico, pertanto, ci si aspetta per il sottosuolo dell'area in esame di avere la seguente situazione:

- Orizzonte 0: terreno vegetale e limo di colore bruno. Spessore di circa 50 - 70 cm;
- Orizzonte 1: successione di ghiaie e ciottoli in matrice limoso-sabbiosa di colore marrone, molto addensata. Profondità oltre i 70 cm da p.c. fino almeno a 30 m da p.c..

## 4. RELAZIONE IDROLOGICA ED IDROGEOLOGICA

### 4.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Nei pressi dell'area in esame si trova il torrente Ghiandone, che rappresenta il corpo idrico principale del territorio comunale, scorre a circa 480 m a sud-ovest dell'area in esame; l'idrografia della zona è completata da corpi idrici minori, da fossi irrigui e *bealere*.

### 4.2 ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

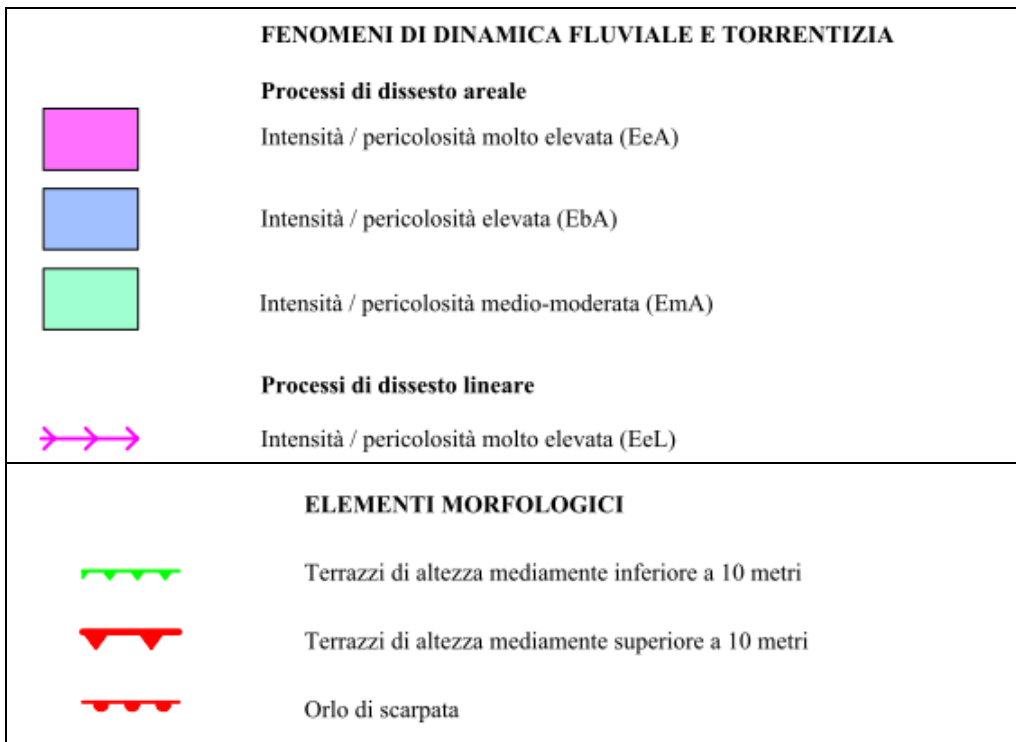
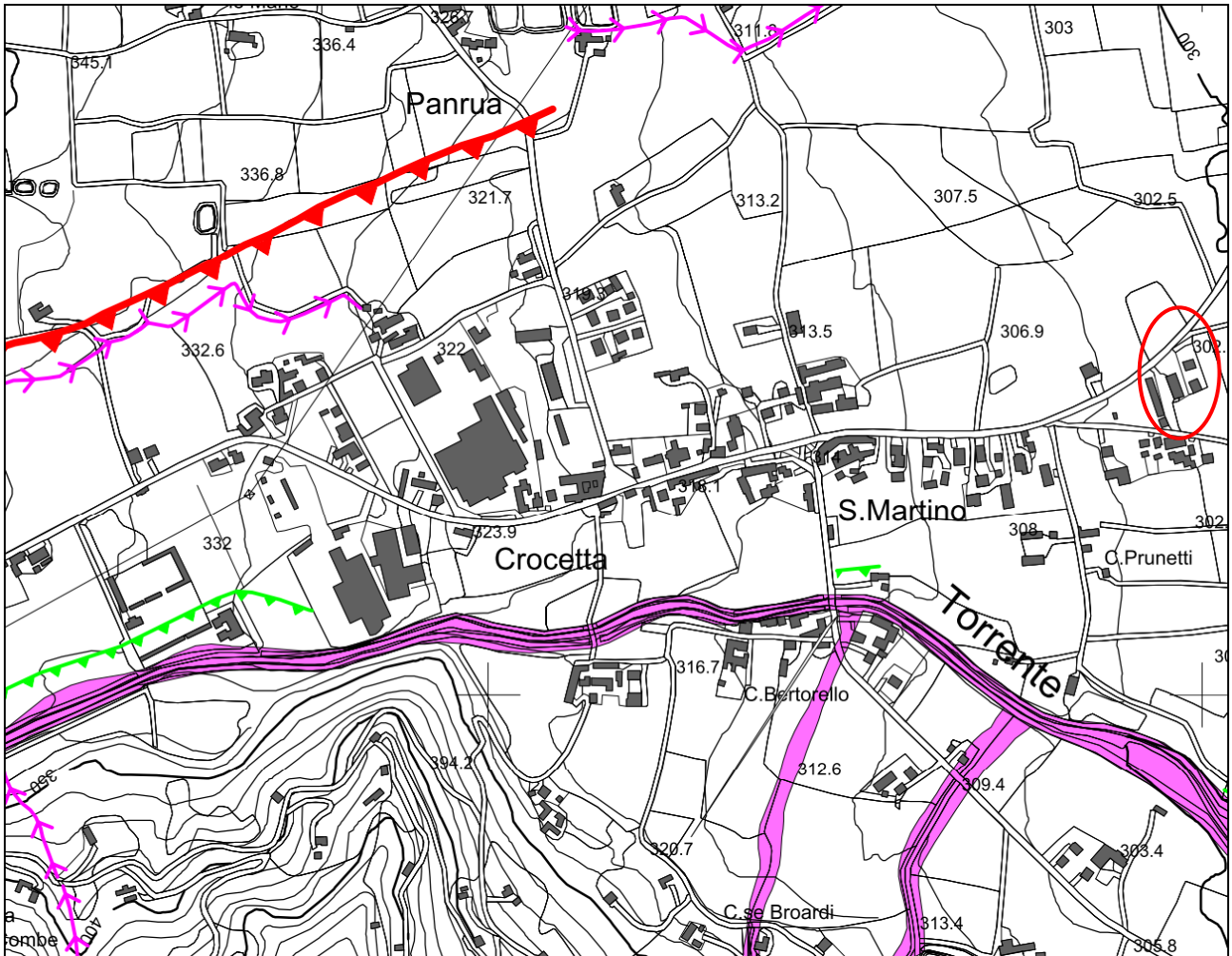
Per quanto indicato nella "*Carta geomorfologica e dei dissesti – settore orientale*" allegata alla "*Variante di adeguamento al PAI – progetto definitivo*" <sup>(1)</sup> inserita all'interno degli elaborati tecnici del Piano Regolatore Generale del Comune di Barge, l'area ricade esternamente alle porzioni di territorio interessate da fenomeni di dissesto, siano essi legati ad attività di versante, a fenomeni di dinamica fluviale e torrentizia o a fenomeni di trasporto in massa su conoidi.

Viene segnalata la presenza di corsi d'acqua ad "*Intensità/pericolosità molto elevata*" a sud dell'area su cui è previsto l'intervento in progetto, si tratta dell'alveo del Torrente Ghiandone.

Si precisa che gli interventi edilizi in progetto non andranno ad interferire direttamente con la zona di scorrimento dei corsi d'acqua o con la loro normale dinamica di deflusso.

---

<sup>(1)</sup> Dott. Geol. Zanella, "*Variante di adeguamento al PAI – Progetto definitivo – Carta geomorfologica e dei dissesti – settore occidentale*", Agosto 2006.



**Figura 7:** estratto della "Carta geomorfologica e dei dissesti – Settore Occidentale" e relativa legenda semplificata, nell'ellisse rossa viene indicata l'area in esame.

### 4.3 IDROGEOLOGIA DELL'AREA

L'assetto idrogeologico generale dell'area è costituito da una sola serie idrogeologica poggiante sul substrato cristallino, si ritiene infatti che sia assente la serie idrogeologica dei depositi di transizione, il cosiddetto "Villafranchiano", che costituisce la base dell'acquifero superficiale della pianura cuneese-torinese.

Per la descrizione delle serie idrogeologiche in esame e dei complessi idrogeologici che le costituiscono si farà riferimento alla pubblicazione "Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della Provincia di Cuneo" (2) e in particolare alla "Carta dei complessi idrogeologici" (riportata nella pagina seguente).

La serie dei depositi continentali, che rappresenta i materiali dell'area in studio, è costituita dai complessi dei depositi alluvionali olocenici, dei depositi fluviali e fluvioglaciali wurmiani, rissiani e mindelliani e dei depositi glaciali pleistocenici; nel caso specifico l'area ricade su questi ultimi, per la cui descrizione si rimanda alla figura della pagina seguente ed alla relativa legenda.

Per lo studio della piezometria e dell'andamento della falda freatica si farà riferimento alla "Carta idrogeologica – settore occidentale" allegata alle "Indagini geomorfologiche" (3), di cui si riporta un estratto nelle pagine seguenti.

L'andamento della falda nell'area in studio è diretto da Ovest verso Est/Sud-Est e segue l'andamento del corso d'acqua principale (Ghiandone), l'area su cui verrà realizzato l'intervento in progetto ricade poco al di sopra della isopiezometrica 290.

Nella carta sopra indicata viene riportata la presenza di un pozzo in corrispondenza del gruppo di fabbricati a nord-est dell'area di intervento, per questo pozzo viene indicata una soggiacenza di 9,55 m.

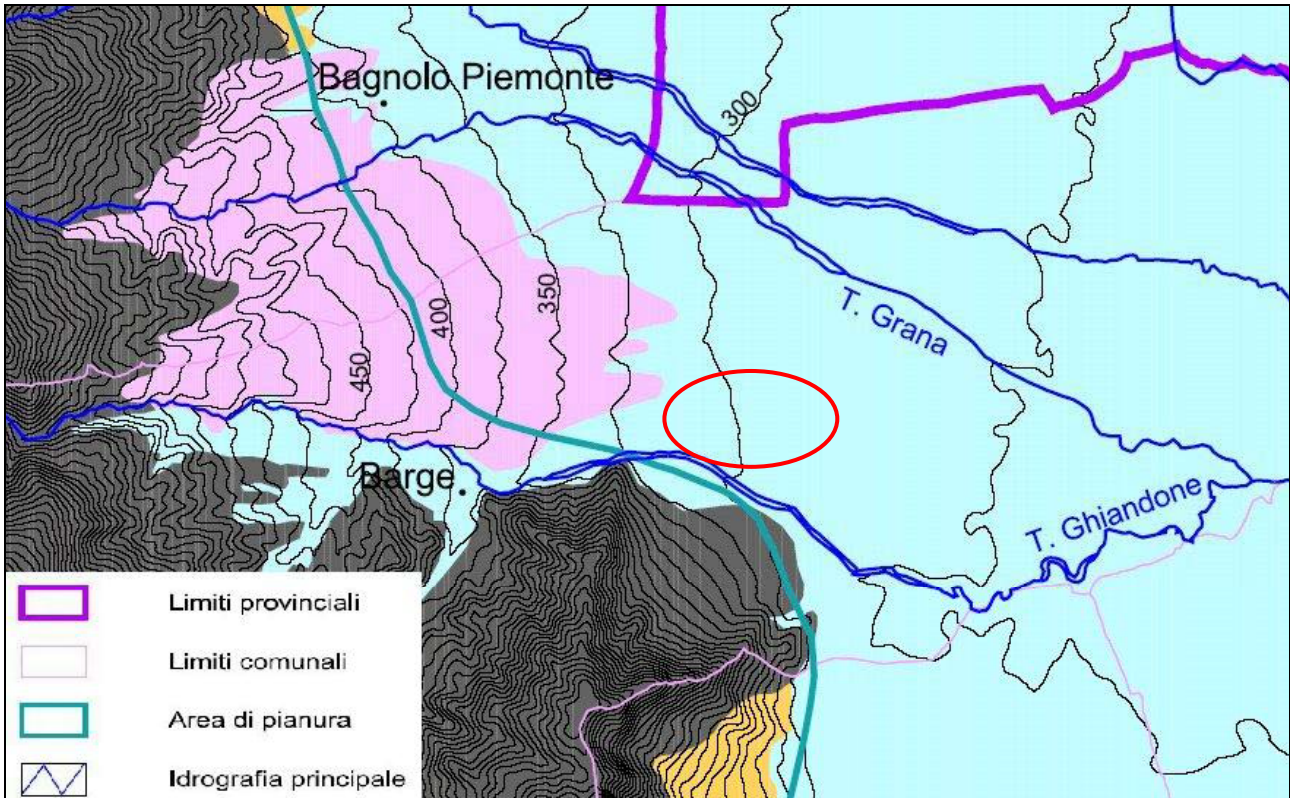
Si ritiene pertanto per l'area di intervento di avere una soggiacenza di circa 10 m, tuttavia per quest'area vengono segnalate oscillazioni importanti nei valori di soggiacenza.

---

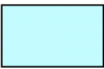
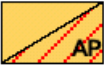
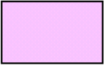
(2) Regione Piemonte – Direzione Pianificazione Risorse Idriche, Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze della Terra, "Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della Provincia di Cuneo" all'interno di "Idrogeologia della pianura Piemontese", 2002.

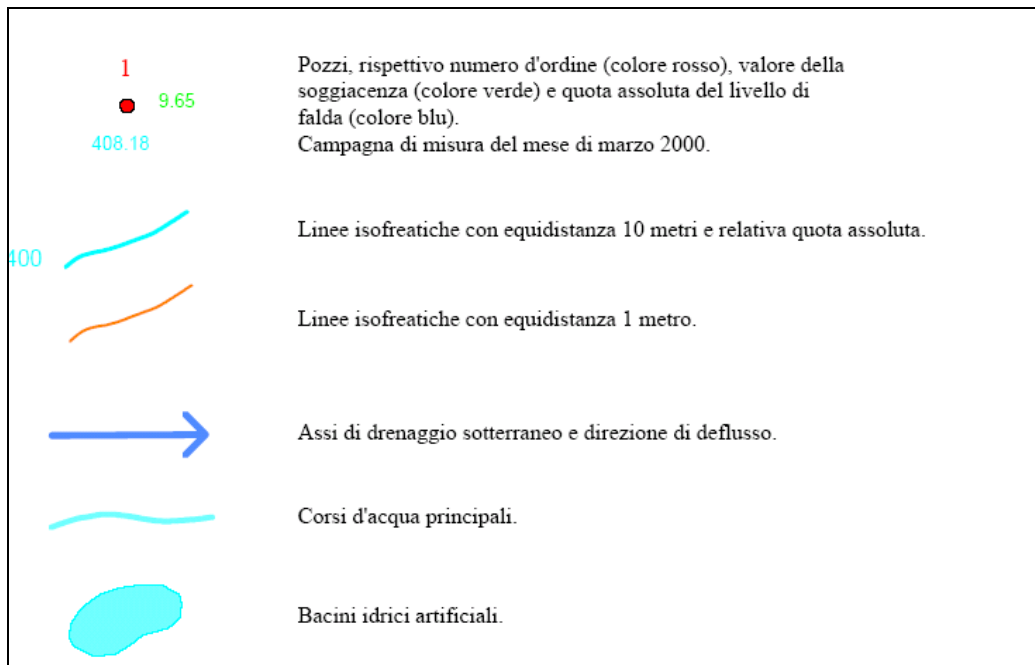
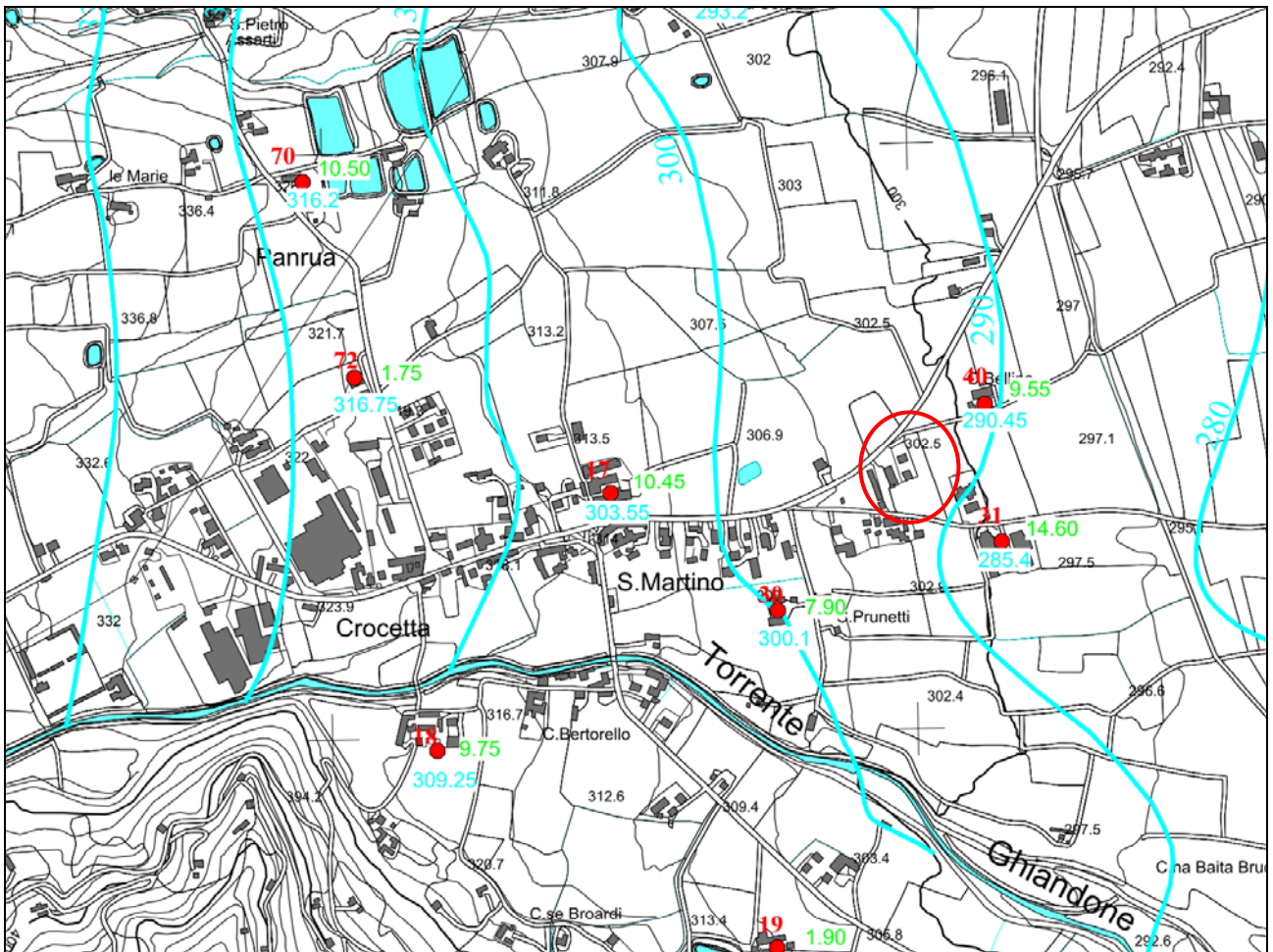
(3) Dott. Geol. Zanella, "Indagini geomorfologiche – Carta idrogeologica – settore orientale", Maggio 2000.





**Figura 8:** Carta dei complessi idrogeologici e relativa legenda, tratte da "Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della Provincia di Cuneo". Con evidenziata in rosso l'ubicazione dell'area in esame.

 <p><b>Complesso dei Depositi alluvionali olocenici</b></p>	<p>Depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, talora debolmente terrazzati, con lenti sabbioso-argillose, fiancheggianti i principali corsi d'acqua. Non alterati o con debole strato di alterazione grigio-bruno. Ospitano una falda generalmente a superficie libera collegata alla rete idrografica.</p>
 <p><b>Complesso dei Depositi fluviali-fluvioglaciali del Mindel</b> AP: Paleosuoli postvillafrafranchiani dell'Altopiano di Poirino</p>	<p>Depositi ghiaioso-sabbiosi, molto alterati, con paleosuolo argilloso rosso-bruno (spessore in genere superiore a 3 m), con scarsi ciottoli silicatici alterati e silicei ("ferretto" tipico). Costituiscono gli alti terrazzi ondulati, i depositi fluviali mindeliani rappresentano lembi relitti di antiche conoidi. Ospitano una falda spesso ad elevata soggiacenza, di modesto spessore, in genere protetta.</p>
 <p><b>Complesso dei Depositi glaciali pleistocenici</b></p>	<p>Depositi fortemente eterogenei, mediamente grossolani (ghiaia, ciottoli e blocchi frammisti a sabbia limosa), passanti verso l'alto a paleosuoli argillificati di colorazione rosso intensa o gialla rossastra, talora anche molto potenti. Copertura loessica di potenza molto variabile (da pochi cm ad alcuni m). I depositi più recenti (wurm) non presentano in genere alterazione (suolo bruno). Costituiscono apparati di importanza minore nelle principali valli alpine. Hanno comportamento prevalentemente impermeabile, possono ospitare locali falde sospese o confinate nei depositi più grossolani.</p>



**Figura 9:** Carta idrogeologica – settore occidentale e relativa legenda, tratta da “Indagini geomorfologiche – Piano Regolatore Generale Comunale Variante” del Comune di Barge. Con evidenziata in rosso l’ubicazione dell’area in esame.

## 5. RELAZIONE SISMICA

### 5.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E TECNICO

La classificazione sismica attribuisce all'intero territorio nazionale valori differenti del grado di sismicità da considerare nella progettazione delle opere. A livello nazionale la zonizzazione sismica è regolata dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3274 del 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*" e dalla successiva OPCM 3519 del 2006 "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*".

Le suddette ordinanze sono state recepite a livello regionale con Delibera Giunta Regionale (DGR) n. 11-13058 del 19 gennaio 2010 e dalla successiva DGR n. 4-3084 del 12 dicembre 2011 (in vigore dall'1 gennaio 2012), integrate e modificate con DGR 7-3340 del 03/02/2012; infine è subentrata l'ultima modifica con la D.G.R. n. 6 - 887 del 30/12/2019.

Secondo quanto riportato nelle DGR di cui sopra, il comune di Barge risulta classificato in **Zona sismica 3S.**

La normativa sismica a cui si deve fare riferimento, per l'intervento in progetto, è costituita dal D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC) (G.U. n. 42 del 20.02.2018).

Tali norme disciplinano, tra le altre cose, la progettazione delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggette ad azioni sismiche, nonché i requisiti che devono soddisfare i siti di costruzione ed i terreni di fondazione in presenza di tali azioni.

Tramite queste norme si cerca di salvaguardare la vita umana e di limitare i danni alle costruzioni ed in particolar modo a far sì che i centri essenziali di primo soccorso alla popolazione rimangano in funzione anche dopo un terremoto.

Già con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche 2008, l'azione sismica di riferimento veniva valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale.

L'analisi è così condotta sito per sito e non più riferendosi ad una zona sismica territorialmente coincidente con singole entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale, come avveniva con la normativa precedente.

La pericolosità sismica di un sito è definita come la probabilità che un sisma avente un'entità pari ad un valore prefissato abbia luogo in un determinato lasso di

tempo, questo lasso di tempo viene definito nelle NTC-18 come “*periodo di riferimento*” ( $V_R$ ) e viene espresso in anni, mentre la probabilità è denominata “*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*” ( $P_{V_R}$ ).

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche secondo le NTC-18, sul territorio nazionale è stata determinata la pericolosità sismica definita convenzionalmente su un sito caratterizzato da sottosuolo rigido (categoria A), da una superficie topografica orizzontale (categoria T1) e da assenza di manufatti (ovvero in campo libero).

Il moto sismico viene definito da tre parametri:

$a_g$  = accelerazione massima al sito;

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

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

Questi valori sono distribuiti sul territorio nazionale su una maglia regolare di punti e permettono di definire le forme spettrali per la generica  $P_{V_R}$ .

#### 5.1.1 Stati limite di riferimento

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento varia in funzione di quattro diversi stati limite di riferimento che, secondo il par. 3.2.1. delle NTC-18, sono così definiti:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono invece:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece

una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono indicate nella Tab. 3.2.I delle NTC:

Stati Limite	$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

**Figura 10:** tabella 3.2.I probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato.

Vengono così individuate quattro situazioni che legano il crescere dell'intensità sismica con il progressivo aumento del danneggiamento agli edifici, permettendo di individuare le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

## 5.2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA SUL TERRENO IN ESAME SECONDO LE N.T.C. 2018

### 5.2.1 Calcolo del periodo di riferimento per l'azione sismica

Per il calcolo del periodo di riferimento dell'azione sismica ci si basa su quanto affermato nel par. 2.4.3. delle NTC-18, ovvero il periodo di riferimento ( $V_R$ ) si ricava dalla moltiplicazione della vita nominale ( $V_N$ ) per il coefficiente d'uso ( $C_U$ ).

Il *range* di scelta di questi due parametri viene definito dalle NTC-18 mediante due tabelle: la tabella 2.4.I per la vita nominale e la tabella 2.4.II per il coefficiente d'uso, entrambe riportate in seguito.

La vita nominale di un'opera è il periodo durante il quale l'opera deve assolvere al compito per la quale è stata progettata, durante tale periodo l'opera stessa deve essere sottoposta a soli interventi di manutenzione ordinaria.

La classe d'uso è funzione dell'affollamento presente in una costruzione durante un eventuale azione sismica, le NTC-18 forniscono quattro classi di riferimento a ciascuna classe corrisponde un coefficiente:

- *Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

**Figura 11:** tabella 2.4.I - vita nominale ( $V_N$ ), in funzione dei tipi di costruzione così come definita nelle NTC-18.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

**Figura 12:** tab. 2.4.II – Coefficiente d'uso ( $C_U$ ) in base alla classe d'uso, secondo le NTC-18.

Per l'intervento in progetto è stato scelto un valore di vita nominale pari a 50 anni  $V_N = 50$  anni, mentre per la classe d'uso si è posta l'opera in progetto nella **classe II**, ovvero quella caratterizzata da un coefficiente d'uso pari a 1.0,  $C_U = 1.0$ .

Pertanto risulta che il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'opera in progetto è:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.0 = 50 \text{ anni.}$$

Una volta valutato il periodo di riferimento  $V_R$  della costruzione (espresso in anni) si ricava per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ , il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma.

Si utilizza a tal fine la relazione:  $T_R = -V_R/\ln(1-P_{VR}) = -C_U \times V_N/\ln(1-P_{VR})$ .

### 5.2.2 Indagini geofisiche finalizzate alla definizione dei parametri sismici - MASW

In data 12 aprile 2021 è stata condotta una indagine di tipo MASW, acronimo di Multichannel Analysis of Surface Waves, e consiste nell'immissione di onde sismiche nel terreno e di misurarne i tempi, per l'indagine è stato utilizzato il sismografo S485 della MAE Srl. L'indagine ha permesso di definire la velocità delle onde sismiche nei primi 30 m di profondità ( $V_{S,eq} 30$ ), che è risultata essere di 465,4 m/s e di conseguenza di classificare l'area in esame nella categoria di sottosuolo "B", ovvero *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*. Non si rileva la presenza del substrato sismico nei primi 30 m di profondità.

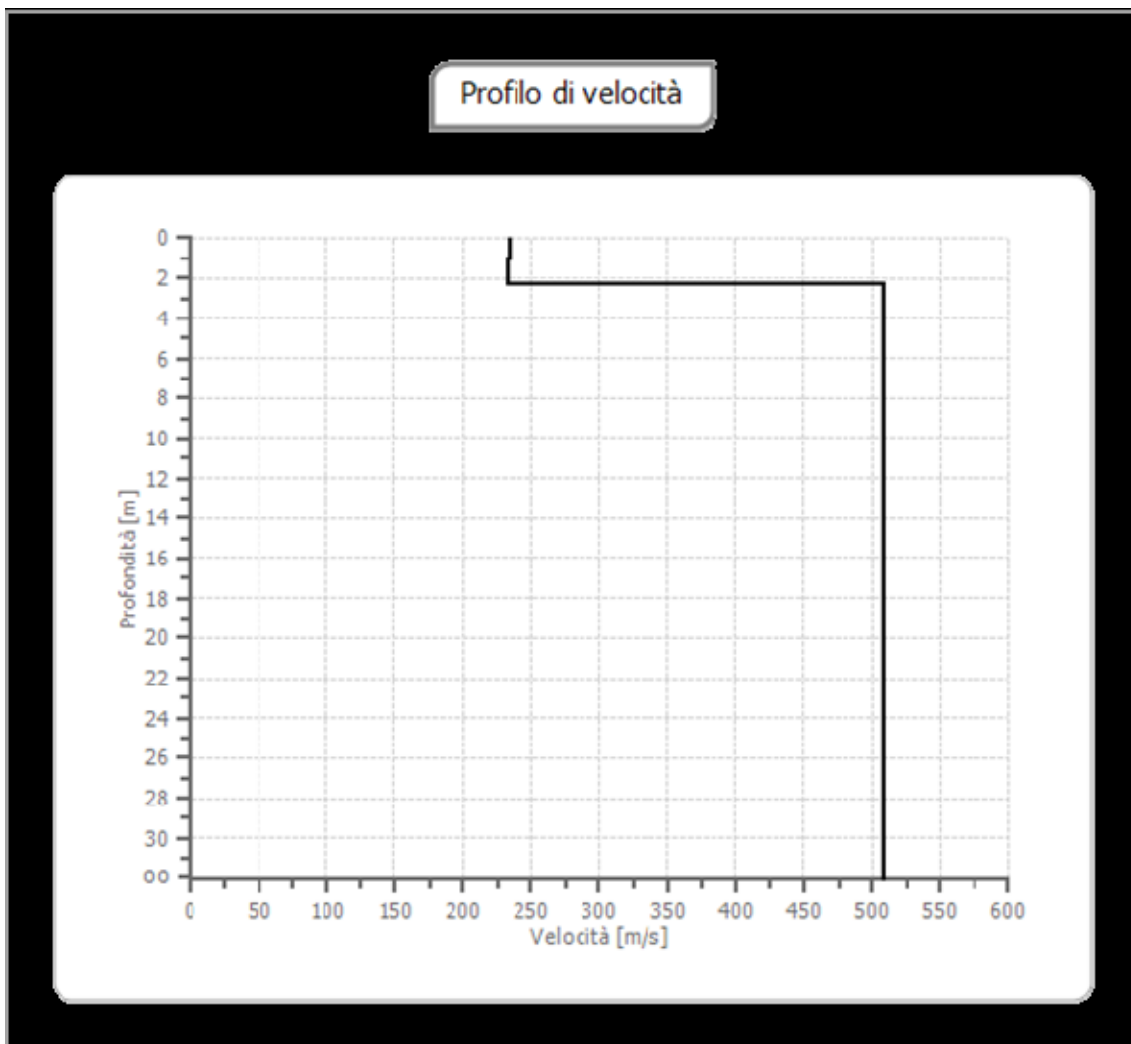
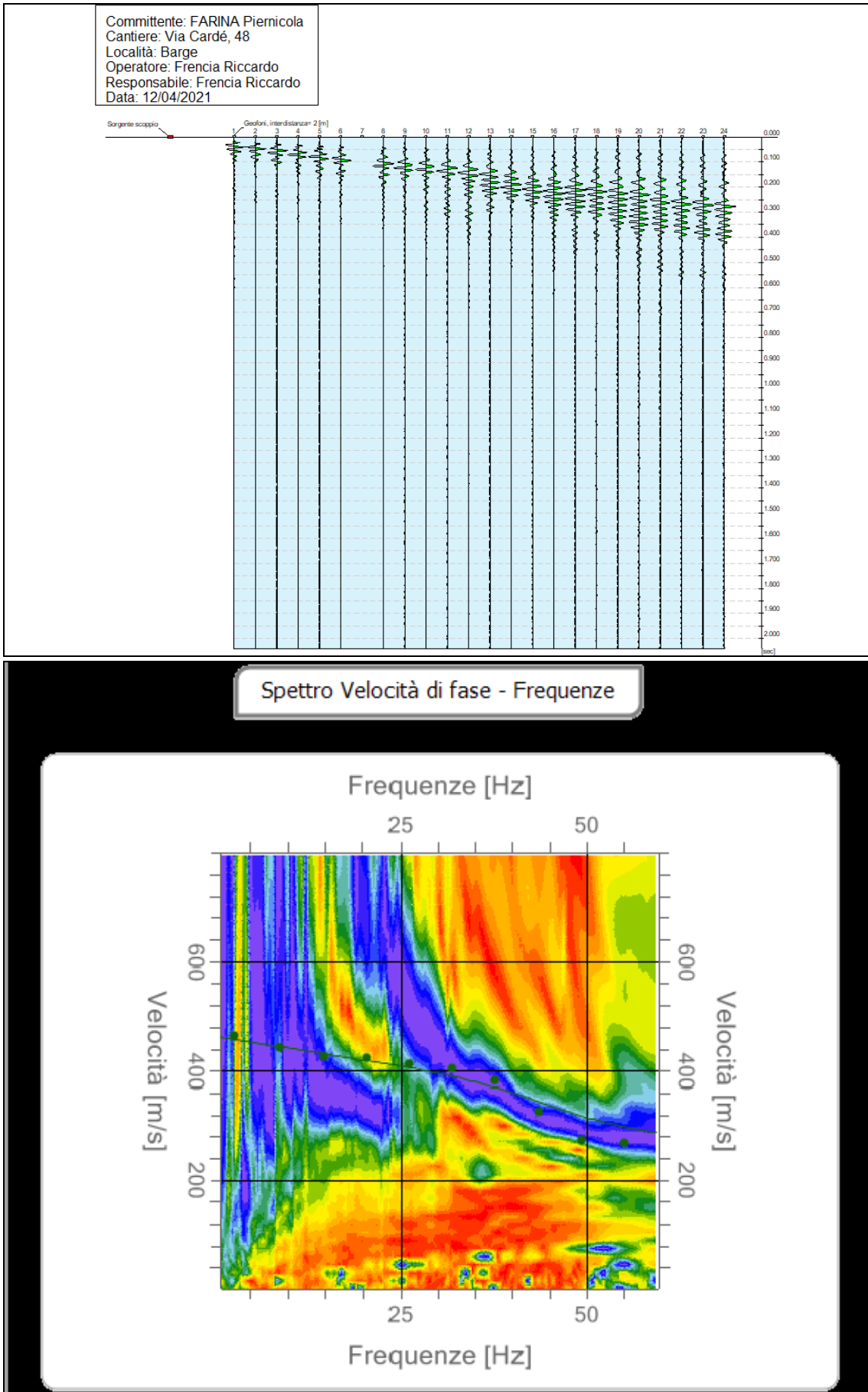


Figura 13: profilo di velocità dello stendimento MASW eseguito nell'area in esame.



**Figura 14:** grafici per l'interpretazione dell'indagine MASW, dall'alto verso il basso: curva di campagna, spettro velocità di fase/frequenze.





**Figura 15:** immagine fotografica della posizione e della strumentazione utilizzata per la misura con tecnica MASW nell'area di interesse.

### 5.2.3 Azione sismica attesa al sito

Come riportato in precedenza (vedi par. 5.1) l'azione sismica di riferimento è stata calcolata per il territorio nazionale in condizioni di sottosuolo rigido e superficie topografica orizzontale, condizioni però che non corrispondono alle casistiche reali in cui ci si trova ad operare.

Poiché la tipologia di sottosuolo e la topografia di un'area influenzano notevolmente la risposta sismica locale, ovvero l'effetto che un'area subisce quando un'azione sismica raggiunge la superficie, sarà necessario modificare l'azione sismica di riferimento con dei coefficienti che sono funzione della litologia del sottosuolo e delle condizioni topografiche.

Gli effetti topografici vengono sintetizzati nella tab. 3.2.IV delle NTC-18 in quattro categorie basate sull'inclinazione media dei terreni circostanti all'area in cui è previsto l'intervento, in particolare le quattro categorie vengono così definite:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Figura 16:** tabella 3.2.IV delle NTC-18 – categorie topografiche e loro descrizione.

Nel caso in esame, dal momento che la specifica area di intervento è posta in area pianeggiante, la categoria topografica può essere assunta come pari a **T1**.

La "risposta sismica locale", termine con il quale si intende l'azione sismica quale essa emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido, è funzione anche della stratigrafia dell'area, risulterà pertanto fondamentale la definizione della categoria di sottosuolo.

Più dettagliatamente, la normativa distingue le seguenti 5 categorie di terreni di fondazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Figura 17:** tabella 3.2.II – categorie di sottosuolo e loro caratteristiche secondo le NTC-18.

Nelle definizioni precedenti, il termine  $V_{Seq}$

è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio, che viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell'*i*-esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

$N$  numero di strati;

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

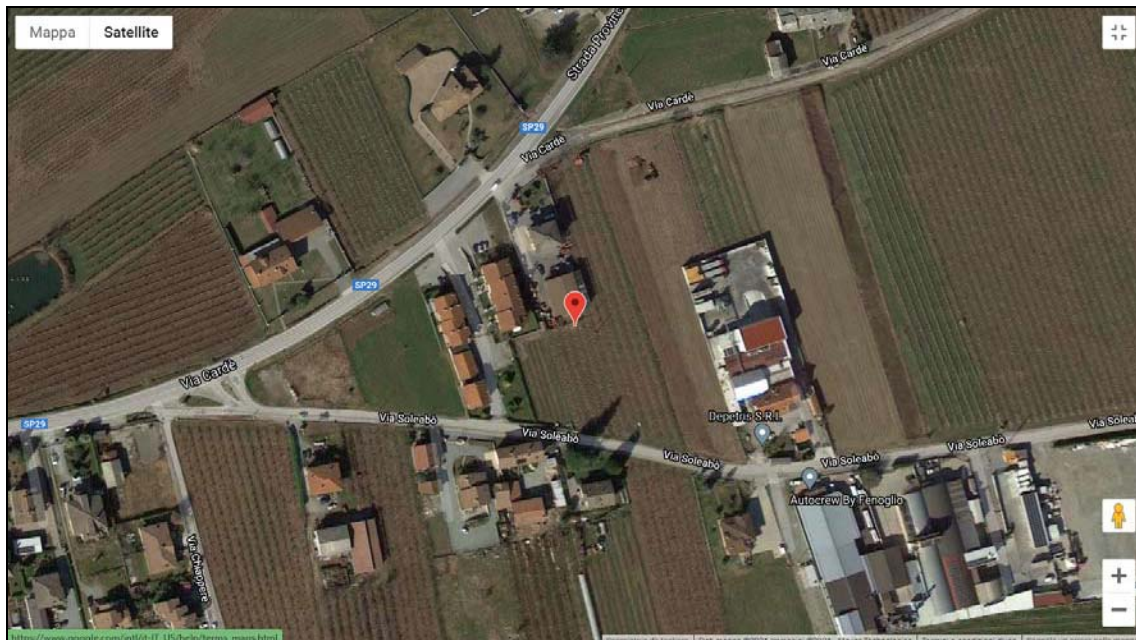
Nel caso in esame il sottosuolo dell'area è stato classificato come appartenente alla categoria "B".

Per la determinazione dei parametri che caratterizzano l'azione sismica al sito in esame è stato utilizzato un *software* apposito "Geostru PS Parametri Sismici", sviluppato e fornito a livello *open source* sul sito *web* [www.geostru.com](http://www.geostru.com).

Il programma è direttamente utilizzabile *on line* sul sito *web* dell'azienda produttrice di *software*: "Geostru Software", sulla base delle coordinate geografiche del sito oggetto di studio (espresse come latitudine e longitudine) e degli altri parametri discussi nei paragrafi precedenti fornisce gli spettri sismici associati al sito, relativi ai 4 stati limite previsti dalle NTC.

### Calcolo degli spettri sismici per il sito

Ubicazione:



Caratteristiche del sito in esame:

Latitudine	44,732°
Longitudine	7,359°
Classe	II
Vita nominale	50

Siti di riferimento:

Sito 1	ID: 15119	Lat: 44,7244	Lon: 7,2972	Distanza: 4956,566
Sito 2	ID: 15120	Lat: 44,7280	Lon: 7,3673	Distanza: 799,088
Sito 3	ID: 14898	Lat: 44,7779	Lon: 7,3622	Distanza: 5092,780
Sito 4	ID: 14897	Lat: 44,7742	Lon: 7,2920	Distanza: 7065,686

Coordinate geografiche espresse in ED50

Parametri sismici:

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

	Probabilità di superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività SLO	81	30	0,039	2,456	0,206
Danno SLD	63	50	0,052	2,430	0,227
Salvaguardia della vita SLV	10	475	0,133	2,468	0,266
Prevenzione dal collasso SLC	5	975	0,167	2,496	0,275

Coefficienti sismici:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.009	0.013	0.038	0.048
kv	0.005	0.006	0.019	0.024
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.462	0.613	1.560	1.965
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

## 6. MODELLAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 STRATIGRAFIA LOCALE

Sulla base dei dati raccolti dalle indagini geologiche eseguite nell'area di intervento e in base a quanto indicato nei dati pregressi si può preliminarmente indicare la seguente successione litostratigrafica locale.

L'area in esame è occupata, nella porzione superficiale, da uno strato di terreno vegetale di colore bruno scuro con spessore di circa 50 cm.

La successione stratigrafica prosegue con un deposito costituito da ghiaie e ciottoli in matrice limoso-sabbiosa, la profondità a cui si incontra questo orizzonte dovrà, come detto precedente, essere verificata.

Nei primi 30 m di profondità dal p.c. si può ragionevolmente escludere la presenza di livelli di sabbie omogenee sciolte sottofalda che possano dare origine a fenomeni di liquefazione, infatti il meccanismo di formazione del corpo deposizionale su cui si pone l'intervento in progetto non lascia presupporre la formazione di questi livelli, essendo generalmente presente un'abbondante frazione grossolana (blocchi, ciottoli o ghiaie).

### 6.2 MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Come definito dalle NTC-18 *per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.*

Alla luce di quanto fin qui discusso e della definizione sopra riportata il modello geotecnico per l'area in esame può essere schematizzato così:

- 1) Terreno vegetale e strato limoso potente 50-70 cm, la caratterizzazione geotecnica di questi materiali non viene realizzata in quanto questa porzione di sottosuolo andrà asportata per la posa in opera degli elementi di fondazione;
- 2) Depositi eterometrici costituiti da ghiaie e ciottoli in matrice limoso-sabbiosa; come indicato nella "*Carta dei caratteri litotecnici*" <sup>(4)</sup>, questi terreni presentano caratteristiche geotecniche buone, in grado di ospitare gli elementi di fondazione, si potranno pertanto adottare i seguenti parametri geotecnici (cautelativi): angolo di attrito ( $\varphi$ ) = 30°, peso specifico ( $\gamma$ ) = 2,0 t/m<sup>3</sup>, coesione (c) = 0.

---

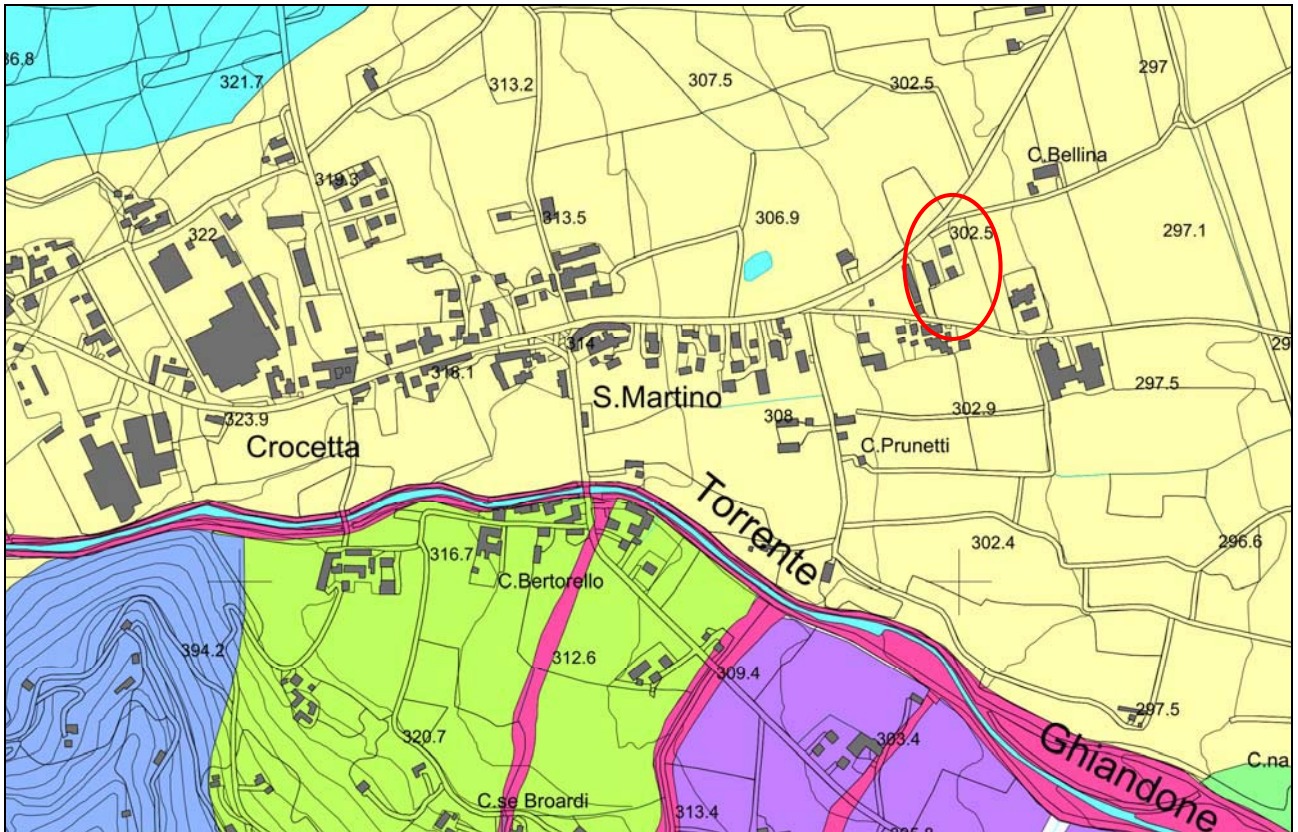
(4) Dott. Geol. Zanella, "*Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Barge – Carta dei Caratteri Litotecnici*", Marzo 2007.







## 7. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Il piano regolatore generale del Comune di Barge presenta una serie di elaborati geologici commissionati per la "*Variante di adeguamento al PAI*" redatti ai sensi delle prescrizioni della circolare 7/LAP della Regione Piemonte e della relativa Nota Tecnica Esplicativa, in particolare nella "*Carta di sintesi – settore orientale*" <sup>(5)</sup> l'area in esame è classificata in classe I, ovvero in quelle "*porzioni di territorio edificate e non edificate nelle quali non sussistono particolari condizioni di pericolosità*".

---

<sup>(5)</sup> Dott. Geol. Zanella, "*Variante di adeguamento al PAI – Progetto definitivo – Carta di sintesi – settore orientale*" , Agosto 2006.



	<b>CLASSE I</b> – Porzioni di territorio edificate e non edificate nelle quali non sussistono particolari condizioni di pericolosità. – <i>edificabili senza condizionamenti e prescrizioni.</i>
	<b>CLASSE II<sub>1</sub></b> – Porzioni di territorio edificate e non edificate nelle quali sussistono condizioni di moderata pericolosità geomorfologica. – <i>edificabili previo studio geomorfologico di dettaglio.</i>
	<b>CLASSE II<sub>2</sub></b> – Porzioni di territorio edificate e non edificate nelle quali sussistono condizioni di moderata pericolosità legate all'oscillazione della falda sino a quote prossime al piano campagna. – <i>edificabili con eventuali limitazioni legate alla soggiacenza della falda.</i>
	<b>CLASSE II<sub>3</sub></b> – Porzioni di territorio edificate e non edificate nelle quali sussistono condizioni di moderata pericolosità legate alla attività del reticolato idrografico minore o alla presenza di manufatti di attraversamento non sufficientemente dimensionati; aree poste in Fascia C dell'Autorità di Bacino. – <i>edificabili dopo verifica puntuale.</i>
	<b>CLASSE II<sub>4</sub></b> – Aree di possibile inondazione per collasso dei bacini artificiali – <i>è vietata la realizzazione di piani interrati. <u>Da sottoporre a Piano di Protezione Civile.</u></i>
	<b>CLASSE III<sub>a1</sub></b> – Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri idrogeologici che le rendono inadatte ad eventuali insediamenti (aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia); aree poste in Fascia A e B dell'Autorità di Bacino per le quali valgono le specifiche Norme di Attuazione. – <i>inedificabili.</i> <i>N.B. Per il dettaglio dell'area del concentrico e della Crociera vedasi le perimetrazioni dello studio idraulico specifico.</i>

**Figura 18:** estratto della "Carta di sintesi – Settore Occidentale" e relativa legenda, nell'ellisse rossa viene indicata l'area in esame.

## 8. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un ampliamento ad un capannone ad uso artigianale, che si troverà nel Comune di Barge, in via Cardé, 48; in questa relazione geologica sono stati descritti i principali caratteri geologici, idrogeologici, sismici e geotecnici del sito e del suo intorno significativo.

Per la realizzazione dello studio si è fatto riferimento alla documentazione bibliografica reperita nella letteratura geologica, ai dati reperibili negli allegati tecnici al Piano Regolatore Generale del Comune di Barge, ai risultati emersi da sopralluoghi in sito effettuati dallo scrivente e ad una serie di indagini geognostiche appositamente eseguite in sito (2 prove penetrometriche dinamiche medie e un'indagine geofisica di tipo MASW).

Grazie ai dati così acquisiti si è potuta effettuare una modellazione geologica del sito, così da definire i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale e lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

La porzione di territorio non presenta, attualmente, particolari problematiche per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici, intesi nel senso di stabilità e dinamica evolutiva dei corsi d'acqua. Nel corso dei sopralluoghi effettuati, infatti, non sono stati rilevati indizi o segni premonitori di dissesti di varia natura, anche la consultazione della cartografia tecnica allegata al Piano Regolatore conferma questa constatazione.

Dal punto di vista geotecnico, si è proceduto alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del terreno di fondazione e la determinazione dei valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni, basandosi sui dati provenienti da dati bibliografici.

Si raccomanda di poggiare le opere di fondazione sul materiale grossolano presente nel sottosuolo dell'area di intervento, rimuovendo completamente lo strato di terreno vegetale presente in sito. Si ricorda la necessità di dimensionare e verificare da un punto di vista geotecnico (ex D.M. 17/01/2018 – NTC18) le opere fondazionali in progetto.

In definitiva, sulla base dei dati disponibili e di quanto discusso nella presente relazione, si evince la sostanziale idoneità dell'area, fatta salva la necessità di una verifica esecutiva di dettaglio delle caratteristiche stratigrafiche locali, relativamente agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, così come di quelli sismici e geotecnici, agli interventi proposti, che risultano perciò compatibili con l'assetto geologico dell'area.