

COMUNE DI PADENGHE SUL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA



REALIZZAZIONE DI UNA NUOVE STRUTTURE RICETTIVE
REMOVIBILI ALL'INTERNO DEL CAMPING PIANTELLE
VIA SAN MICHELE n° 2

 Dr. Roberto Drera	Committente: PONENTINO S.a.s. Largo Fontanella di Borghese n° 19 00186 ROMA
Data: Marzo 2025	RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA ai sensi del D.M. 17.01.2018 e del D.G.R. N. IX/2616 del 30.11.2011

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	6
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	7
4.1	IDROGEOLOGIA DI SUPERFICIE	7
4.2	IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA	8
5	PERICOLOSITÀ, FATTIBILITÀ E VINCOLI	9
6	INDAGINI ESEGUITE	10
6.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE PENETROMETRICHE SPT	11
6.2	PROVE DI PERMEABILITÀ' LEFRANC	12
6.3	INDAGINE SISMICA.....	13
7	MODELLI LITOSTRATIGRAFICO E GEOTECNICO.....	14
8	PERMEABILITÀ' DEI TERRENI.....	15
8.1	ELABORAZIONE PROVE DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE.....	15
8.2	RISULTATI.....	16
9	INVARIANZA IDRAULICA	16
10	SISMICITÀ	16
10.1	CLASSIFICAZIONE	18
10.2	VERIFICA DELL'AMPLIFICAZIONE SISMICA	20
10.3	AZIONI SISMICHE.....	24
10.4	VERIFICA ALLA LIQUEFACIBILITÀ	26
11	CONCLUSIONI.....	28

ALLEGATI:

- Allegato 1: Planimetria generale ed ubicazione delle indagini geognostiche
- Allegato 2: Stratigrafie dei sondaggi, prove SPT e report fotografico, prove di permeabilità Lefranc

1 PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta a supporto del progetto per la realizzazione di nuove case mobili e verande con le caratteristiche di strutture mobili (art. 3 lettera e.5 del D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001) all'interno del campeggio Piantelle, sito in via San Cassiano nel comune di Moniga del Garda.

La superficie del campeggio Piantelle si sviluppa in gran parte all'interno del territorio comunale di Moniga del Garda e in una porzione più ridotta all'interno del comune di Padenghe sul Garda; l'intervento in progetto verrà realizzato interamente all'interno del territorio comunale di Padenghe sul Garda, come evidenziato nella planimetria dell'intervento di seguito riportata.



Figura 1.1: planimetria generale dell'area d'intervento con indicazione del limite comunale

Le strutture saranno removibili e senza alcun collegamento permanente con il terreno, pertanto non sono soggette a verifiche di tipo geotecnico.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geologica del sottosuolo sono stati analizzati i risultati di una campagna d'indagine condotta all'interno dell'area del campeggio nel mese di Luglio 2018 (in occasione della progettazione del deposito mezzi agricoli ed abitazione del custode), attraverso 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, accompagnato da prove penetrometriche dinamiche SPT, da prove di permeabilità in foro e dalla posa di un piezometro a tubo aperto; per l'analisi delle problematiche sismiche sono stati utilizzati i dati di un'indagine MASW allegata al PGT vigente del comune di Moniga del sul Garda, condotta nell'anno 2009 per la redazione dello Studio Sismico di 2° livello, eseguita su un lotto immediatamente adiacente (parte della medesima proprietà) ad una distanza di circa 300 m dal sito in studio.

Per le notizie di carattere geologico generale sono stati eseguiti rilievi di campagna, basati sull'osservazione delle forme del territorio e delle litologie superficiali, correlati al passato geologico dell'area; lo studio è stato poi completato dalle notizie e dai dati bibliografici a disposizione, nonché dalle conoscenze acquisite dallo scrivente nella zona, tramite precedenti lavori e indagini.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Ministeriale 17/01/2018
Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998)
- D.G.R. Lombardia n. 9/2616 del 30/11/2011
Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12
- D.G.R. Lombardia n. 10/2129 del 11/07/2014
Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
- Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del comune di Moniga del Garda.
- Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del comune di Padenghe sul Garda.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame è situata in corrispondenza del limite nord orientale del territorio comunale di Padenghe sul Garda, ad una distanza compresa tra 50 m e 200 m circa dalla sponda del lago.

La zona d'intervento è posizionato sulle coordinate 45.516488° di latitudine N e 10.529820° di longitudine E, ad una quota di circa 80 m s.l.m.



Figura 2.1: ubicazione dell'area oggetto d'indagine

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio si colloca sulla sponda sudoccidentale del lago di Garda, sulla cerchia più interna dell'anfiteatro morenico del Benaco.

La morfologia, sensibilmente modificata da diversi interventi antropici soprattutto legati allo sfruttamento agricolo del terreno ed alla realizzazione di strutture per vacanza, è tipica dell'ambiente morenico collinare, con rilievi modesti (l'altitudine massima è di 157 m) ubicati in sommità ai cordoni morenici stessi e versanti con acclività da media a bassa, generalmente rimodellati nelle zone urbanizzate. In particolare l'area d'intervento si può dividere in due zone differenti; la prima, altimetricamente più elevata, presenta morfologia subpianeggiante con debole pendenza verso S - E (circa 6 %), mentre la parte più vicina alla sponda del lago è caratterizzata dalla presenza di terrazzamenti antropici con altezza compresa tra 1 e 3 m.

Litologicamente l'area in esame ricade all'interno dei depositi glaciali di fondo, sedimentati negli ultimi 2 cicli (Riss – Würm), costituiti da limi sabbiosi con incluse lenti ghiaiose, con grado di addensamento generalmente buono; in superficie gli stessi sono ricoperti da depositi colluviali a grana più fine (sabbia limosa) con potenza fino al metro di spessore.

L'assetto litostratigrafico precedentemente descritto è rappresentativo anche dell'area indagata nella quale, al di sotto della coltre di copertura con spessore di circa 4,5 m costituita da alternanze di ghiaia sabbioso - limosa e sabbia limosa con inclusa ghiaia a grado di addensamento variabile (da basso a medio, 2 - 20 NSPT), si rinvenivano depositi limoso – sabbiosi, da mediamente a ben addensati (20 – 40 NSPT). Nella porzione di valle l'assetto litostratigrafico dell'orizzonte superficiale del sottosuolo è stato modificato a seguito della realizzazione dei terrazzamenti antropici eseguiti attraverso scavo e reinterro.

I depositi glaciali, a causa della presenza della frazione fine sabbioso – limosa, sono dotati generalmente un grado di permeabilità medio passante a basso in corrispondenza dei depositi fini limosi.

L'assetto morfologico del pianoro presente nella porzione a monte nell'area d'intervento è nel complesso stabile; nella zona a valle, caratterizzata dalla presenza dei terrazzamenti di origine antropica, l'inclinazione generale del pendio aumenta fino a circa 10%. Allo stato attuale non sono visibili segni legati ad eventuali movimenti franosi in atto.

Il rilievo di dettaglio ha permesso di accertare l'assenza di fenomeni gravitativi potenziali o in atto.

4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

4.1 IDROGEOLOGIA DI SUPERFICIE

La rete idrografica superficiale è costituita da canali e fosse, in gran parte artificiali, utilizzati per il deflusso delle acque superficiali che hanno consentito lo sfruttamento agricolo (ed in secondo tempo l'urbanizzazione) del territorio.

Tutti i corsi d'acqua, buona parte dei quali a regime effimero, appartengono al reticolo idrico minore; non ci sono corsi d'acqua del reticolo idrico principale nei territori comunali di Moniga del Garda e di Padenghe sul Garda.

Dal confronto con quanto riportato nella tavola della direttiva alluvioni – PGRA pubblicata sul Geoportale della Regione Lombardia l'area d'intervento non ricade tra quelle potenzialmente soggette a pericolo di esondazione.

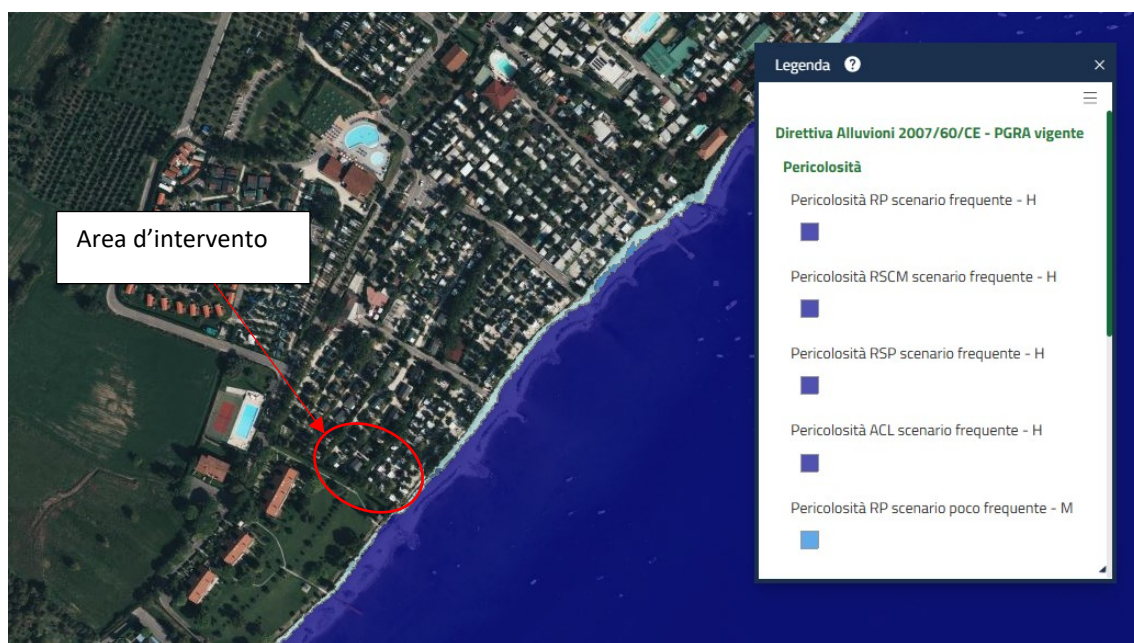


Figura 4.1: stralcio della mappa della direttiva alluvioni – PGRA vigente tratta dal sito della Regione Lombardia

Nella Carta Idrogeologica e del sistema idrografico, allegata al P.G.T. comunale, viene segnalata la presenza di un fosso ubicato in corrispondenza del limite occidentale dell'area d'intervento, il cui sviluppo è limitato alla porzione terrazzata del sito e che scorre in alveo tominato nel tratto terminale.

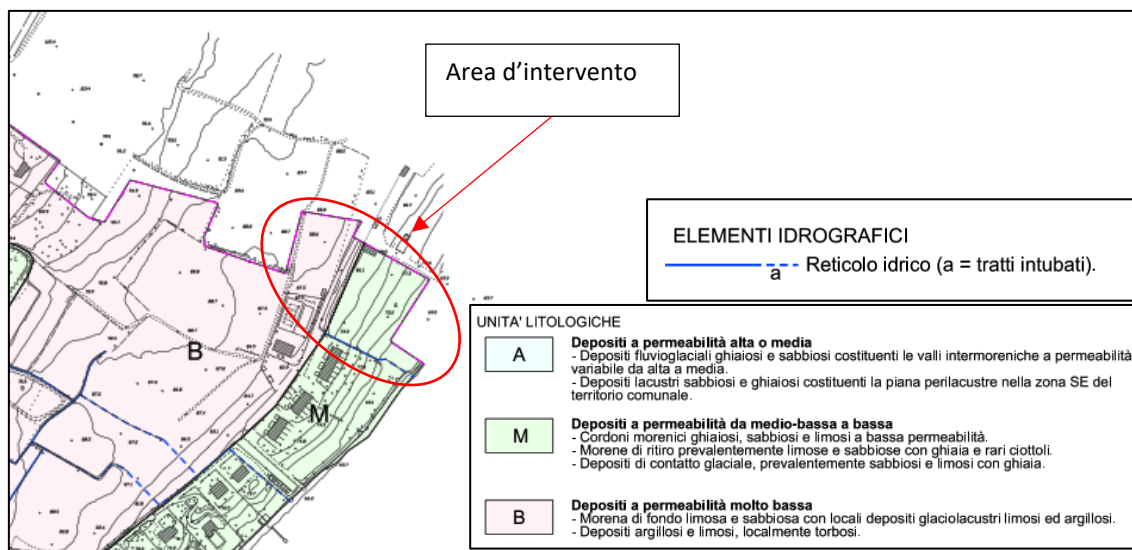


Figura 4.2: stralcio della carta idrogeologica e del sistema idrografico allegata al P.G.T.

Tale fosso è stato inserito all'interno del RIM; al proposito il regolamento di polizia idraulica individua una fascia di rispetto, stabilita con criterio geometrico, che si estende per 10 m oltre il limite di ciascuna sponda dell'alveo del corso d'acqua. L'individuazione corretta della fascia di rispetto dovrà essere eseguita con misure dirette in sito, computando la distanza prescritta a partire dalla sommità della sponda incisa in osservanza a quanto riportato nell'allegato 1 dell'Elaborato Normativo del documento di polizia idraulica allegato al P.G.T.

Non si rilevano fattori di rischio legati all'idrografia di superficie.

4.2 IDROGEOLOGIA SOTTERRANEA

All'interno dei depositi sciolti sedimentati in prossimità della linea di costa del lago di Garda, il livello della falda freatica è controllato principalmente da quello delle acque del lago. Tuttavia, a causa dell'origine geologica dei depositi morenici che possono contenere lenti di terreno granulare, è frequente la presenza di locali acquiferi sospesi, che generalmente presentano estensione limitata e giacitura lenticolare. Testimonianza di tale situazione è la presenza di acqua all'interno del livello ghiaioso - sabbioso compreso tra 2,5 e 4,5 m di profondità, rinvenuta nel piezometro realizzato in prossimità dell'ingresso del campeggio.

Durante il sopralluogo eseguito non sono state individuate venute d'acqua o aree umide all'interno dell'area oggetto di studio.

In base a quanto riportato nella carta idrogeologica e del sistema idrografico allegata al P.G.T. (figura 4.2) l'area è posta al limite tra 2 zone caratterizzate da un indice di permeabilità medio

basso o molto basso, al quale si associa un grado di vulnerabilità delle acque sotterranee modesto.

In considerazione della destinazione d'uso e della tipologia delle costruzioni previste in progetto non si rilevano particolari problematiche legate a pericolo d'inquinamento delle acque sotterranee; non sono pertanto necessarie prescrizioni di cautela particolare oltre all'osservanza della vigente normativa.

5 PERICOLOSITÀ, FATTIBILITÀ E VINCOLI

Dall'esame della componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. vigente si ricavano i seguenti dati:

- Non si rilevano rischi da segnalare dal confronto con quanto rilevato e quanto riportato nelle Carte Geologica e Geomorfologica, anche in considerazione dell'assetto sub pianeggiante e stabile.
- Dal punto di vista idrogeologico non ci sono evidenze o rischi particolari da segnalare, anche in relazione alla presenza di un livello di terreni fini impermeabili in superficie. Inoltre, come già specificato, in considerazione della tipologia della struttura in progetto e della sua destinazione d'uso, non si segnala la necessità di adottare particolari cautele oltre a quelle legate ad una corretta norma costruttiva.
- Dall'esame della Carta dei Vincoli si rileva la presenza della fascia di rispetto del fosso ubicato in corrispondenza del confine sud orientale del campeggio (figura 5.1), che interessa la sola porzione terrazzata prospiciente alla linea di costa; come specificato nel paragrafo 4.1 l'individuazione corretta di tale fascia dovrà essere eseguita con misure dirette in sito.
- La Carta di Fattibilità Geologica (figura 5.1) inserisce la porzione di monte dell'area d'intervento (ripiano subpianeggiante) e la porzione di valle (area terrazzata) rispettivamente in classe 3a (fattibilità con consistenti limitazioni) ed in classe 2 (fattibilità con modeste limitazioni) a causa del loro elevato o modesto interesse geomorfologico, paesaggistico e naturalistico; tali trattazioni esulano dagli argomenti oggetto della presente relazione. Si ricorda al proposito che la tipologia d'intervento in progetto non andrà a modificare la morfologia dell'area in quanto non sono previste opere di scavo o reinterro.

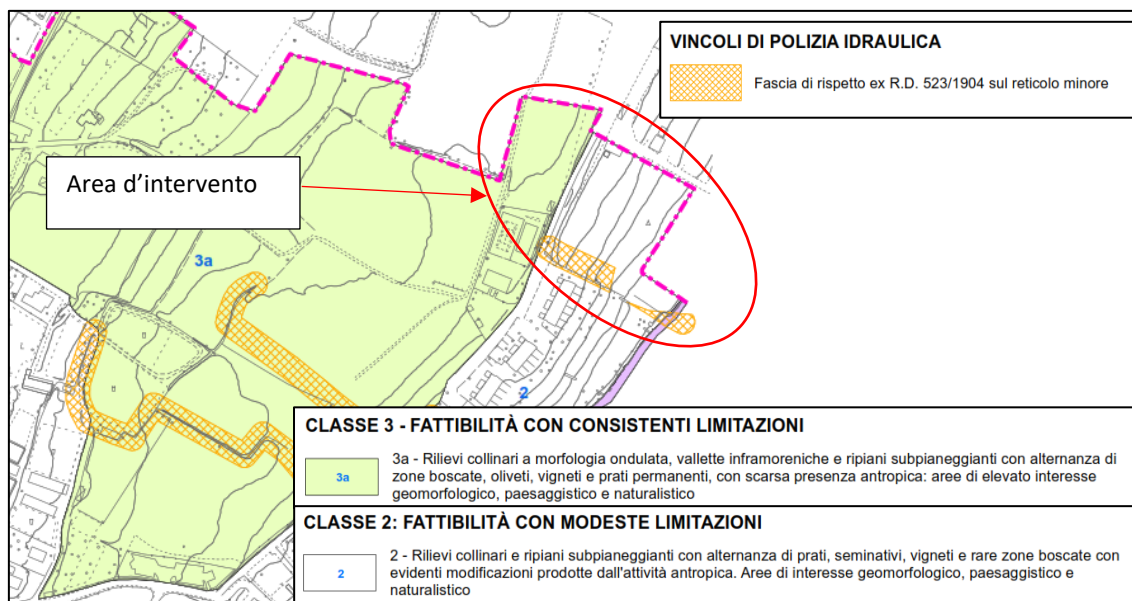


Figura 5.1: stralcio della carta della fattibilità geologica per le azioni di piano allegata al P.G.T.

- In relazione alla pericolosità sismica locale, nella tavola della PSL l'area è inquadrata nella classe Z4c (*zona morenica con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*), suscettibile di amplificazioni litologiche e geometriche; riguardo a quest'ultimo punto non sono peraltro segnalate lineazioni morfologiche che possano indurre fenomeni di amplificazione o instabilità. Per gli approfondimenti sismici si rimanda al capitolo 9 della presente relazione.

6 INDAGINI ESEGUITE

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del sottosuolo si fa riferimento alla campagna d'indagine condotta il 9/07/2018 dallo scrivente nei pressi dell'ingresso al campeggio, che ha permesso la caratterizzazione dei terreni interessati dall'intervento attraverso le seguenti indagini:

- 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S1), spinto alla profondità di 10 m da p.c., associato a prove SPT in foro eseguite con passo variabile da 1.5 a 3 m.
- 2 prove di permeabilità Lefranc (carico variabile) condotte all'interno del foro di sondaggio.

Al termine delle indagini il foro è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto per consentire il monitoraggio del livello freatico in fase di progetto.

Per l'ubicazione delle indagini, le stratigrafie ed i diagrammi SPT si vedano gli allegati 1 e 2.

6.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE PENETROMETRICHE SPT

Le perforazioni dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo sono state eseguite con le seguenti attrezzature:

- Sonda autocarrata FRASTE montata su autocarro Iveco

Per l'avanzamento della perforazione ed il prelievo dei campioni in continuo è stato utilizzato un carotiere semplice, costituito da un tubo metallico cilindrico con diametro esterno di 101 mm e lunghezza pari a 1.50 m, munito, all'estremità inferiore, di una corona con inserti in Carburo di Tungsteno e provvisto, nella parte sommitale, di un dispositivo (valvola di ritenzione) che impedisce la perdita dei campioni di terreno prelevati. Alternativamente all'approfondimento del carotiere è stata posta in opera una colonna di tubazioni di rivestimento per il sostegno delle pareti del foro, costituita da tubi metallici cilindrici con diametro esterno di 127 mm e lunghezza pari a 1.50 m, muniti anch'essi all'estremità inferiore di una scarpa con inserti al Carburo di Tungsteno.

Il materiale prelevato durante la perforazione è stato depositato, in modo continuo ed ordinato, in apposite cassette catalogatrici in PVC (capacità 5,0 m), siglate ognuna con l'identificativo del sondaggio, la profondità di prelievo di riferimento, la profondità di esecuzione delle prove in situ, il committente e la data di perforazione.

Per la perforazione è stata utilizzata acqua chiara senza presenza alcuna di additivi tipo polimeri e/o bentonite.

Al termine dell'indagine il foro di sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto, protetto in superficie da un chiusino e sigillato con una miscela impermeabile di bentonite e cemento.

All'interno del foro di sondaggio sono state eseguite delle prove penetrometriche dinamiche S.P.T. con punta aperta.

Per l'esecuzione secondo le modalità standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) delle prove penetrometriche dinamiche S.P.T., è stato utilizzato un maglio a sganciamento automatico del tipo Pilcon-Nenzi (peso 63.50 kg), nel quale la massa battente, che scende in caduta libera da un'altezza di 75 cm, è collegata al terminale di infissione con aste di lunghezza 3.0 m e diametro $\varnothing = 50$ mm, giuntate con nipplo maschio/maschio).

La prova prevede l'infissione a percussione di una punta che, penetrando nel terreno, consente di valutarne la resistenza meccanica alla penetrazione (numero di colpi N necessario ad attraversare tre tratti da 15 cm ognuno, per una lunghezza totale di 45 cm).

L'esecuzione avviene secondo le modalità contenute nella normativa ASTM n° D 1586/68 e compresa nelle "Raccomandazioni ISSMFE" per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1976).

Il numero di colpi N_{spt} è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del terreno; i valori riferiti ai primi 15 cm, generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione.

Prove SPT – sondaggio S1		
Profondità	Valori/15 cm	N_{spt}
1.5	2-2-2	4
3.0	2-9-14	23
4.5	1-1-1	2
6.0	6-7-11	18
9.0	9-18-23	40

Tabella 6.1: prove SPT

6.2 PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC

Con lo scopo di definire le caratteristiche di permeabilità dei diversi strati, all'interno del foro di sondaggio sono state condotte le prove di seguito riepilogate.

Sondaggio	Prove di permeabilità	Quota prova
S1	S1-P1	3.0 ÷ 3.5 m
	S1-P2	4.47 ÷ 5.0 m

Tabella 6.2: prove di permeabilità in foro di sondaggio

Modalità di prova

Si tratta di prove eseguite in avanzamento entro il foro di sondaggio, rivestito fino all'orizzonte di prova, costituito da una sezione filtrante cilindrica creata avanzando con la perforazione al di sotto della scarpa della colonna di rivestimento.

La prova eseguita con immissione d'acqua può essere:

- a carico idraulico costante, misurando, dopo il raggiungimento della condizione di regime, la portata immessa ad intervalli temporali standard;
- a carico idraulico variabile, misurando in funzione del tempo i livelli progressivamente decrescenti, dopo aver creato un temporaneo innalzamento della falda acquifera, mediante immissione di un volume di acqua nel foro.

Predisposizione tasca di prova

La procedura per l'esecuzione delle prove prevede la creazione della sezione di prova in avanzamento durante la perforazione, ad una quota prestabilita, sollevando il rivestimento per circa 2/3 della lunghezza della sezione di prova, riempiendo di ghiaia pulita fino alla sommità della sezione e risollevando il rivestimento anch'esso fino alla sommità della stessa.

A prova ultimata la ghiaia viene eliminata prima di procedere con l'avanzamento del carotaggio.

Modalità esecutive

Nel caso delle prove eseguite al di sopra del livello di falda è necessario provvedere alla saturazione del materiale filtrante, immettendo acqua pulita nel foro per circa 30 minuti prima dell'esecuzione della prova stessa.

Ultimata la predisposizione della tasca si procede all'esecuzione della prova riempiendo con acqua il foro fino all'estremità superiore posta sopra il p.c.

Acquisizione dati

Durante le prove il livello dell'acqua nel foro viene misurato con un freatimetro dotato di segnalatore acustico; i dati acquisiti durante le prove sono riportati nelle tabelle dell'Allegato 2.

6.3 INDAGINE SISMICA

Come precisato, la caratterizzazione sismica del terreno è eseguita utilizzando i dati di un'indagine sismica (MASW di tipo attivo) eseguita nell'anno 2009 per la redazione dello Studio Sismico di 2° livello allegato al PGT del comune di Moniga del Garda su un lotto immediatamente adiacente (parte della medesima proprietà) ad una distanza di circa 300 m dall'area d'intervento. L'acquisizione dei dati ha permesso di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire dal p.c. (V_{s30}), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio, al D.M. 14/01/08 ("Norme tecniche per le costruzioni") e secondo le direttive della Giunta Regionale della Regione Lombardia contenute nella D.G.R. n. 9/2616 del 30 Novembre 2011, che stabilisce "criteri ed indirizzi per la definizione della

componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12".

I risultati delle verifiche sismiche sono riportati nel par. 9.2 delle presente relazione.

7 MODELLI LITOSTRATIGRAFICO E GEOTECNICO

Il modello di seguito descritto è rappresentativo delle condizioni medie del sito, elaborato in base ai risultati delle indagini eseguite.

Dal punto di vista stratigrafico i terreni indagati presentano caratteristiche omogenee e sono costituiti da depositi glaciali di fondo a carattere fine, sovrastati da una coltre di copertura costituita da un'alternanza di ghiaia sabbioso - limosa e sabbia limosa con inclusa ghiaia.

I modelli litostratigrafico e geotecnico sono riassunti nelle tabelle di seguito riportate.

H	Natura
0.0 ÷ 4.5	Alternanza di livelli di ghiaia limoso - sabbiosa e sabbia limosa con inclusa ghiaia.
4.5 ÷ 10.0	Limo, da debolmente sabbioso a sabbioso, con inclusi rari clasti ghiaiosi, con alternanza di lenti decimetriche di ghiaia limosa.

Tabella 7.1: modello litostratigrafico

Profondità m	Unità litotecnica	N _{SPT}	γ' kN/mc	γ_{sat} kN/mc	ϕ'	c' kPa	Dr %	E kN/mq	Ed kN/mq
0.0 ÷ 2.5	A	4	17.8	18.5	27°	5	60	3000	-
2.5 ÷ 3.5	B	20	18.0	18.8	32°	5	50	12500	-
3.5 ÷ 4.5	C	2	17.8	18.2	24°	30	-	-	8000
4.5 ÷ 10.0	D	20	18.2	18.7	24°	45	-	-	16000

Tabella 7.2: modello geotecnico

Dove:

γ'	peso di volume efficace	γ_{sat}	peso di volume saturo
ϕ'	angolo d'attrito efficace	c'	coesione efficace
Dr	densità relativa	E	modulo di Young (Elastico)
Ed	modulo edometrico		

8 PERMEABILITA' DEI TERRENI

Di seguito si riporta uno schema con i valori indicativi di permeabilità relativi alle varie litologie.

k (cm/sec)	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
Drenaggio	Buono							Ridotto		Praticamente nullo			
Tipo di terreno	Ghiaia pulita	Sabbia pulite, misto di ghiaie e sabbie pulite	Sabbie molto fini, limo organico ed inorganico, misti di sabbie, limi e argille				Terreno "impermeabile", argille omogenee al di sotto della coltre d'alterazione atmosferica						
			Terreno "Impermeabile" con modificazioni strutturali generate da vegetazione ed alterazione in sito										

Figura 8.1: granulometria e permeabilità dei terreni

8.1 ELABORAZIONE PROVE DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE

Il coefficiente di permeabilità (k) è stato determinato mediante la seguente formula:

$$k = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{F(t_2 - t_1)} \times \ln \frac{h_1}{h_2} \text{ [m/s]}$$

dove:

- d: diametro della sezione trasversale del rivestimento in cui avvengono le misure del livello dell'acqua nel foro [m]
- F: fattore di forma [m]
- h₁, h₂: altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o, nel caso di prove sopra falda, al fondo del foro stesso agli istanti t₁ e t₂ [m]
- t₁, t₂: tempi ai quali si misurano h₁ e h₂ [m]

Secondo Hvorslev (1951), per tasca di prova assimilabile ad un filtro cilindrico in terreno uniforme:

$$F = \frac{2\pi L}{\ln \left[\frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{D} \right)^2} \right]}$$

dove:

- L: lunghezza del tratto di foro scoperto interessato dalla prova [m]
- D: diametro della sezione trasversale della cavità di prova [m]

8.2 RISULTATI

La tabella seguente riassume i risultati delle prove di permeabilità eseguite nei fori di sondaggio.

Prova	Quota (m)	Coefficiente di permeabilità k
S1-P1	3.0 ÷ 3.5	$7.53 * 10^{-6}$ cm/s
S1-P2	4.47 ÷ 5.0	$1.67 * 10^{-6}$ cm/s

Tabella 8.1: risultati delle prove di permeabilità Lefranc

I terreni del sottosuolo sono caratterizzati da un grado di permeabilità basso e sono inadatti ad ospitare opere di dispersione delle acque meteoriche; si aggiunga che i livelli di ghiaia limosa, all'interno dei quali il grado di permeabilità è più alto ($7 \div 8 * 10^{-6}$ cm/s), hanno una giacitura lenticolare e quindi una capacità d'immagazzinamento difficilmente quantificabile e tendenzialmente limitata. Un'opera di dispersione realizzata all'interno degli stessi rischierebbe di non garantire un grado costante di funzionalità nel tempo, perdendo di efficacia proprio nei periodi di precipitazioni intense, durante i quali invece è massima la quantità d'acqua convogliata da un sistema disperdente.

9 INVARIANZA IDRAULICA

Come specificato in premessa il progetto prevede la realizzazione di case mobili con funzione ricettiva (soggiorno turistico), removibili e senza alcun collegamento permanente con il terreno; rientra pertanto tra quelli identificati all'art. 10 "Semplificazioni e altre misure in materia edilizia"- capoverso e.5 – della Legge 120/2020.

Considerato che le strutture adotteranno un sistema di dispersione delle acque meteoriche provenienti dalle coperture direttamente sul suolo, in osservanza a quanto indicato nell'art. 12 comma 1 lettera a) del Regolamento Regionale n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i. l'intervento non dovrà essere accompagnato dal progetto d'invarianza idraulica.

10 SISMICITÀ

La normativa vigente sul rischio sismico è di seguito riassunta:

- Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni, pubblicata sul supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n° 105 del 08/05/2003, che emana i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche" e disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, nonché la valutazione della sicurezza

e gli interventi di adeguamento e miglioramento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto. L'occorrenza di tali fenomeni dovrà essere valutata con opportune indagini geognostiche il cui scopo sarà anche quello di classificare il terreno di fondazione nelle categorie individuate dall'ordinanza.

- D.G.R. Regione Lombardia 30 novembre 2011, n. 9/2616: aggiornamento dei “Criteri e indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12”, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374.
- D.G.R. Regione Lombardia 11 luglio 2014, n. 10/2129: aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d).

Con il D.G.R. 10 ottobre 2014 - n. 10/2489, la Giunta Regionale ha provveduto al differimento del termine per l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica dei Comuni lombardi, di cui alla D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3, c.108, lett. d)".

Dal 10/04/2016, con l'entrata in vigore del D.G.R. n. 10/2129, il comune di Padenghe sul Garda è stato riclassificato in zona 2.

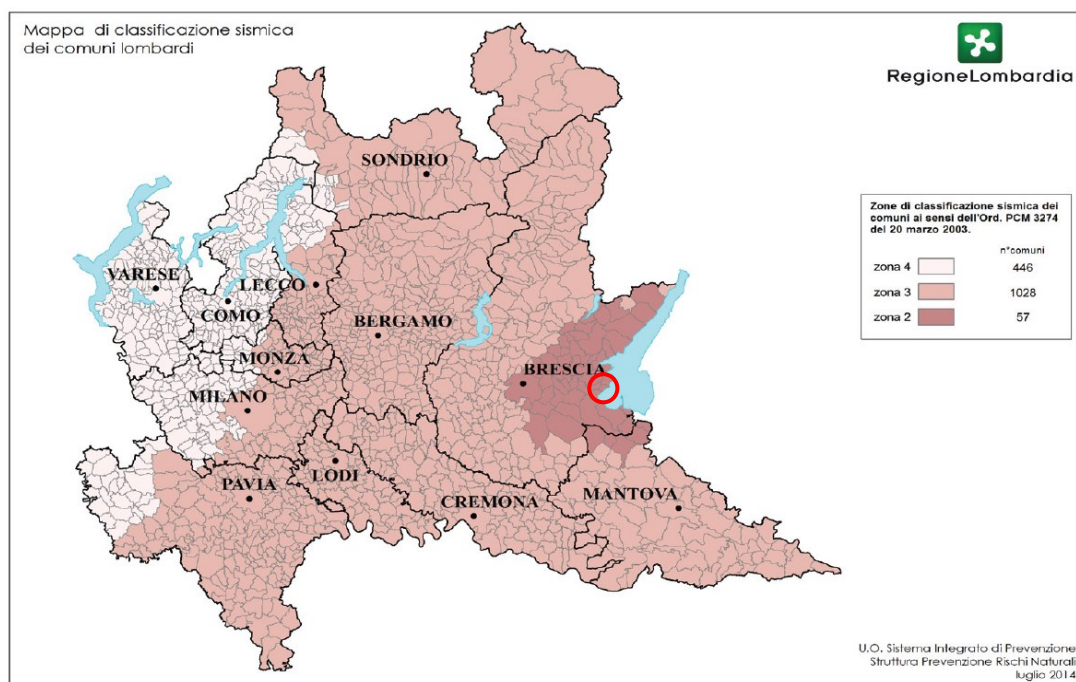


Figura 10.1: mappa di classificazione sismica dei comuni lombardi

Si riporta la tabella che individua ciascuna zona secondo i valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Tabella 10.1: valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo

10.1 CLASSIFICAZIONE

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Il territorio nazionale è stato suddiviso in punti denominati "nodi", a ciascuno dei quali è stato assegnato un valore dell'accelerazione orizzontale massima al suolo (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Le zone sismiche individuate con l'Ordinanza n° 3274/2003 assumono, pertanto, una valenza puramente amministrativa.

Di seguito viene riportata la mappa di pericolosità sismica del progetto MPS04-S1.

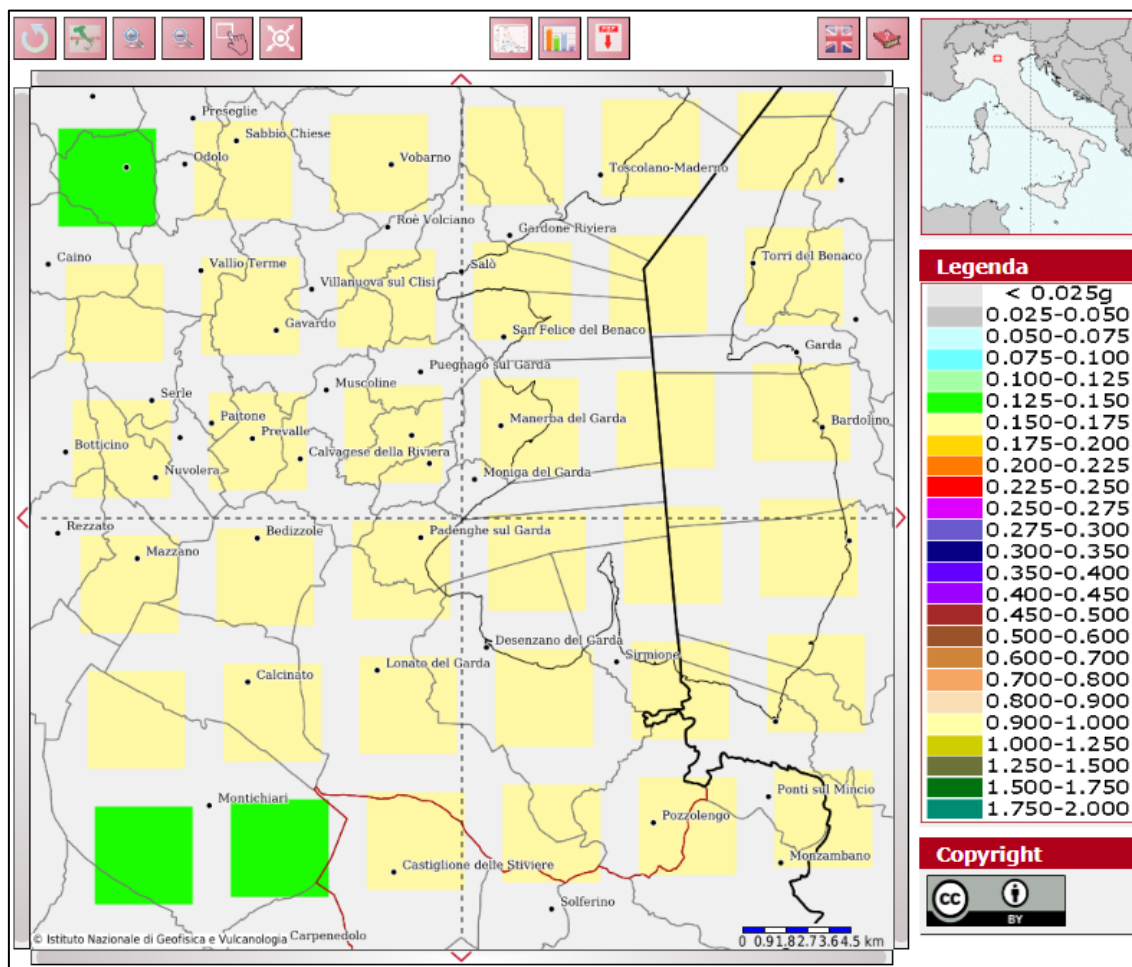


Figura 10.2: mappa di pericolosità sismica (1:125.000) - Progetto MPS04-S1

La normativa prevede, inoltre, l'analisi delle condizioni topografiche che per configurazioni superficiali semplici può far riferimento alla seguente tabella (D.M. 17/01/2018).

Descrizione da D.M. 17/01/2018 – Tabella 3.2.III	
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 $i > 30^\circ$

Tabella 10.2: categorie topografiche

Tali categorie topografiche devono essere prese in considerazione nell'analisi sismica solo se di altezza maggiore di 30 m.

L'area oggetto della presente risulta priva di variazioni morfologiche significative (**T1**); l'inclinazione massima del versante è prossima a 6°.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione che è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento V_R espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

La pericolosità sismica è quindi definita in termini di:

1. accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale (categoria T1).
2. ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini dell'NTC sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_R , a partire dei valori dei seguenti parametri sul sito di riferimento rigido orizzontale:

1. a_g accelerazione orizzontale massima al sito
2. F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
3. T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Una delle novità dell'NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti dove viene fornita la terna di valori a_g , F_0 , T^*C .

10.2 VERIFICA DELL'AMPLIFICAZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. Per la determinazione della categoria sismica vengono assunti i dati dell'indagine MASW allegata alla Carta di Pericolosità Sismica di 2° livello del PGT del comune di Moniga del Garda (stendimento St.2, eseguito a circa 300 m di distanza dall'area d'intervento) dalla quale si è ottenuto un valore delle V_{S30} pari a 525 m/s (riferito alla quota del p.c.), caratteristico di un terreno di categoria B (Tab. 3.2.II - NTC 2018).

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

Tabella 10.3: categorie sismiche dei terreni

Z _{base} (m)	N _{SPT}	Q _{CPT}	Vs (m/s)	Δh	Vs*h	h/Vs
3,30			353	3,30	1164,9	0,01
5,00			430	1,7	731	0
7,20			398	2,2	875,6	0,01
9,60			313	2,4	751,2	0,01
11,60			370	2	740	0,01
16,40			507	4,8	2433,6	0,01
30,00			865	13,6	11764	0,02

Tabella 10.4: indagine sismica MASW (PGT, anno 2009 – comune di Moniga del Garda)

La verifica dell'eventuale amplificazione sismica viene condotta applicando le metodologie geologico - geofisiche indicate dalla Regione Lombardia nella D.G.R. 30 Novembre 2011 n° 9/2616 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11/03/2005 n. 12".

Il parametro calcolato per ciascun Comune da Regione Lombardia è riportato in una banca dati e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione del sito.

Per il Comune di Padenghe sul Garda la Regione Lombardia ha assegnato i valori di amplificazione per le diverse categorie di sottosuolo, sotto riportati, in funzione di due intervalli di periodi, di cui quello tra 0,1 e 0,5 secondi corrisponde indicativamente a fabbricati di altezza

inferiore ai 5 piani (come quelli in esame), mentre quello compreso tra 0,5 e 1,5 è relativo a fabbricati più alti.

COMUNE	INTERVALLO	VALORI SOGLIA			
		B	C	D	E
PADENGHE SUL GARDA	0.1 – 0.5	1,5	1,8	2,3	2,0
	0.5 – 1.5	1,7	2,4	4,3	3,0

Tabella 10.5: valori soglia Regione Lombardia

1° LIVELLO

Applicando il primo livello d'approfondimento si deduce che l'area in esame è soggetta a possibili amplificazioni per effetti litologici in quanto ricadente nello scenario denominato Z4c - con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi - suscettibile di amplificazioni litologiche e geometriche.

Non sono segnalate lineazioni morfologiche che possano indurre fenomeni di amplificazione o instabilità; viene di seguito eseguito il 2° grado di approfondimento per la verifica della possibile amplificazione litologica.

2° LIVELLO

L'attendibilità dei parametri stratigrafici, geotecnici e geofisici in termini di valori di Vs, in base a quanto riportato nell'All. 5 della DGR 8/1566 del 22/12/2005 e DGR 8/7374 del 28/05/2008, è descritta nella tabella seguente.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Alta	Da prove in sito
Stratigrafici	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Alta	Da prove dirette (MASW)

L'analisi di 2° livello eseguita per l'elaborazione della relativa Carta allegata al PGT del comune di Moniga del Garda evidenzia il valore di Fa calcolato per edifici con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s:

$$F_a = 1,4 < 1,5 \text{ (soglia comunale categoria B)}$$

Il valore di Fa caratteristico del sito è minore al valore soglia comunale previsto da Regione Lombardia per la categoria di suolo B; la normativa è sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è possibile, in fase di progettazione, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo B.

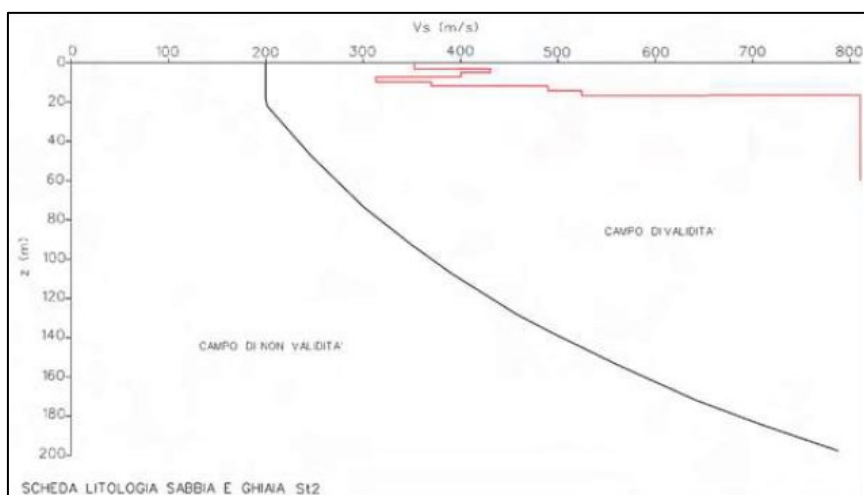


Figura 10.3: scheda litologia sabbioso - ghiaiosa utilizzata per il calcolo di Fa di sito

	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2	3	3	3	3	3	3												
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA						
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA					
400		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA				
450		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA			
500		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA		
600		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	
700		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Correlazione T – Fa _{0,1-0,5}																						
Curva	Tratto polinomiale			Tratto logaritmico			Tratto rettilineo			Fa _{0,1-0,5} =												
1	0,03<T≤0,50			0,50<T≤1,00			T>1,00			Fa _{0,1-0,5} = 1,00												
	Fa _{0,1-0,5} = 12,21T ² +7,79T+0,76			Fa _{0,1-0,5} = 1,01-0,94LnT			Fa _{0,1-0,5} = 1,00			Fa _{0,1-0,5} < soglia												
2	0,03<T≤0,45			0,45<T≤0,80			T>0,80			Fa _{0,1-0,5} = 1,00												
	Fa _{0,1-0,5} = -8,65T ² +5,44T+0,84			Fa _{0,1-0,5} = 0,83-0,88LnT			Fa _{0,1-0,5} = 1,00			Soglia												
3	0,03<T≤0,40			0,50<T≤0,55			T>0,55			Fa _{0,1-0,5} = 1,00												
	Fa _{0,1-0,5} = -9,68T ² +4,77T+0,86			Fa _{0,1-0,5} = 0,62-0,65LnT			Fa _{0,1-0,5} = 1,00															

Figura 10.4: analisi di 2° livello - calcolo Fa di sito (0.1 - 0.5 s)

10.3 AZIONI SISMICHE

La tabella seguente riassume i parametri sismici relativi all'area indagata.

Categoria del terreno di fondazione	B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti
Zona sismica di appartenenza	Zona 2
Vita nominale	$V_N > 50$ anni
Classe d'uso	Classe 2 (coefficiente $C_U = 1$)
Vita di riferimento	$V_R = V_N * C_U = 50$ anni
Categoria topografica	T1 (piano o con inclinazione media inferiore a 15°)
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T = 1.0$

Gli stati limite che verranno analizzati all'interno delle verifiche sismiche riguardano sia gli stati limite di esercizio (SLE) che gli stati limite ultimi (SLU) e sono rispettivamente:

- SLE-SLO - Stato limite di operatività (tempo di ritorno 30 anni)
- SLE-SLD - Stato limite di danno (tempo di ritorno 50 anni)
- SLU-SLV - Stato limite di salvaguardia della vita (tempo di ritorno 475 anni)
- SLU-SLC - Stato limite di prevenzione del collasso (tempo di ritorno 975 anni)

I parametri di base, attribuiti al sito di riferimento rigido orizzontale per i vari stati limite analizzati, sono riassunti nella tabella seguente.

Parametri sismici

Sito in esame				
latitudine:	45,51740			
longitudine:	10,53085			
Classe:	2			
Vita nominale:	50			
Siti di riferimento				
Sito 1	ID: 12279	Lat: 45,4978	Lon: 10,4977	Distanza: 3380,592
Sito 2	ID: 12280	Lat: 45,4995	Lon: 10,5689	Distanza: 3569,880
Sito 3	ID: 12058	Lat: 45,5495	Lon: 10,5664	Distanza: 4516,237
Sito 4	ID: 12057	Lat: 45,5478	Lon: 10,4952	Distanza: 4372,424
Parametri sismici				
Categoria sottosuolo:	B			
Categoria topografica:	T1			
Periodo di riferimento:	50 anni			
Coefficiente c_u :	1 (coefficiente d'uso)			

Operatività (SLO):			
Probabilità di superamento:	81	%	
Tr:	30	[anni]	
ag:	0,042	g	
Fo:	2,543		
Tc*:	0,229	[s]	
Danno (SLD):			
Probabilità di superamento:	63	%	
Tr:	50	[anni]	
ag:	0,057	g	
Fo:	2,495		
Tc*:	0,243	[s]	
Salvaguardia della vita (SLV):			
Probabilità di superamento:	10	%	
Tr:	475	[anni]	
ag:	0,159	g	
Fo:	2,468		
Tc*:	0,274	[s]	
Prevenzione dal collasso (SLC):			
Probabilità di superamento:	5	%	
Tr:	975	[anni]	
ag:	0,206	g	
Fo:	2,495		
Tc*:	0,278	[s]	

SLO:		SLD:	
Ss:	1,200	Ss:	1,200
Cc:	1,480	Cc:	1,460
St:	1,000	St:	1,000
Kh:	0,010	Kh:	0,014
Kv:	0,005	Kv:	0,007
Amax:	0,498	Amax:	0,669
Beta:	0,200	Beta:	0,200
SLV:		SLC:	
Ss:	1,200	Ss:	1,190
Cc:	1,420	Cc:	1,420
St:	1,000	St:	1,000
Kh:	0,046	Kh:	0,069
Kv:	0,023	Kv:	0,034
Amax:	1,872	Amax:	2,405
Beta:	0,240	Beta:	0,280

Tabella 10.6: parametri sismici

L'accelerazione massima $A_{\max}$ è fornita dal valore nominale di a_g (g), accelerazione orizzontale massima attesa al sito ed è data da:

$$A_{\max} = a_g * g * S$$

dove

$$S = S_s \times S_t$$

La determinazione del valore a_g , consente di calcolare i parametri previsti dalle Norme Tecniche; quindi, in funzione della tipologia di progetto, si individuano gli Stati Limite di Esercizio di Operatività (SLO) e di Danno (SLD) e gli Stati Limite Ultimi di Salvaguardia della Vita (SLV) e di prevenzione del Collasso (SLC).

Valutazione dell'accelerazione di progetto - FONDAZIONI			
STATO LIMITE		a_g	$A_{\max}$
ESERCIZIO (SLE)	operatività (SLO)	0,042 g	0,498
ESERCIZIO (SLE)	danno (SLD)	0,057 g	0,669
ULTIMO (SLU)	salvaguardia della vita (SLV)	0,159 g	1,872
ULTIMO (SLU)	prevenzione collasso (SLC)	0,206 g	2,405

Tabella 10.7: riepilogo valori di a_g e $A_{\max}$

10.4 VERIFICA ALLA LIQUEFACIBILITÀ

La liquefazione è l'insieme dei fenomeni associati alla perdita di resistenza a taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche che può avvenire nei terreni sabbiosi saturi quando sottoposti ad azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La verifica del rischio può essere omessa quando si manifesti almeno una delle circostanze di seguito elencate (par. 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione" - D.M. 17/01/2018):

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

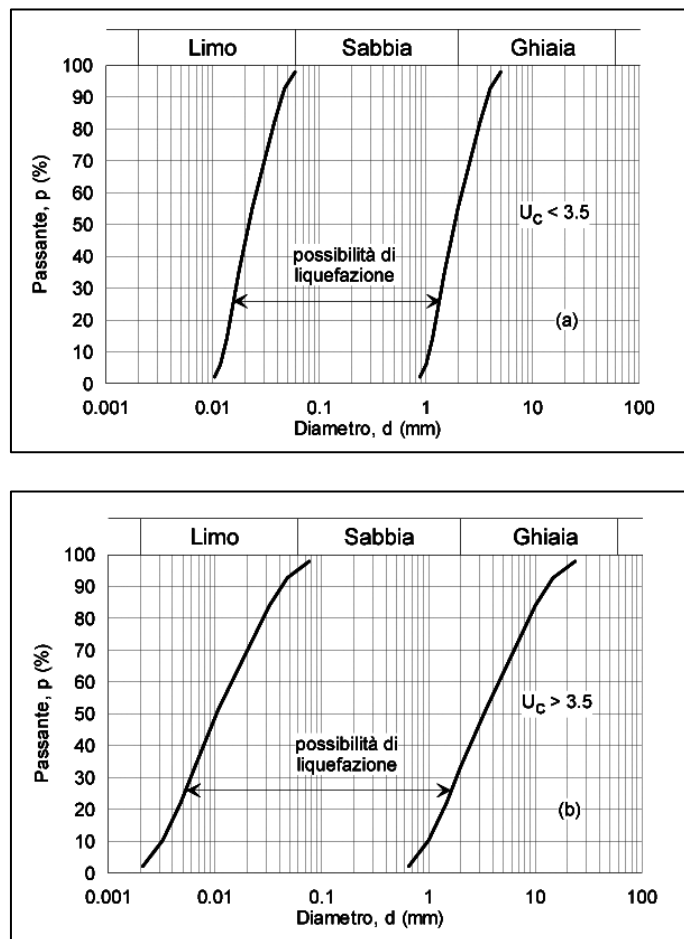


Figura 10.5: NTC 2018 - fusi granulometrici dei terreni suscettibili di liquefazione

Tenendo conto della litostratigrafia, della soggiacenza della falda e dei parametri sismici di riferimento, il rischio che si verifichi una forte riduzione della resistenza al taglio (liquefazione) in caso di evento sismico è nullo.

11 CONCLUSIONI

La presente relazione geologica viene redatta a supporto del progetto per la realizzazione di nuove case mobili e verande con le caratteristiche di strutture mobili (art. 3 lettera e.5 del D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001) all'interno del campeggio Piantelle, sito in via San Cassiano nel comune di Moniga del Garda.

Il campeggio sorge in buona parte nel comune di Moniga del Garda e, per una porzione minore, nel comune di Padenghe sul Garda; l'intervento in progetto verrà realizzato interamente sul territorio comunale di Padenghe.

Le strutture saranno realizzate senza alcun collegamento o connessione permanente con il terreno e pertanto non sono soggette a verifiche di tipo geotecnico.

In considerazione della scarsa incidenza sul terreno delle strutture in progetto, per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica del sottosuolo sono stati analizzati i risultati di una campagna d'indagine condotta dallo scrivente all'interno dell'area del campeggio nel mese di Luglio 2018

La successione stratigrafica è costituita da depositi a supporto prevalentemente fine (limi sabbiosi) appartenenti ai depositi glaciali di fondo, sovrastati da una coltre superficiale, con spessore di circa 4.5 m, costituita da alternanze di ghiaia sabbioso - limosa e sabbia limosa con inclusa ghiaia a grado di addensamento variabile.

Sulla base delle considerazioni svolte nei paragrafi precedenti e delle indagini realizzate nell'area si traggono le seguenti conclusioni:

a) Stabilità dei luoghi

La zona in oggetto è caratterizzata da una pendenza massima prossima a 6° e non evidenzia fenomeni geomorfologici in atto o potenziali che pregiudichino la stabilità dei luoghi.

b) Azione sismica e resistenza dei terreni

Sulla base dell'indagine sismica analizzata il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità (V_{s30}) nei terreni interessati dall'intervento in oggetto è pari a 525 m/sec, pertanto la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la B: *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m”*. L'analisi di 2° livello ha confermato che, in fase di progettazione, sarà possibile utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo B.

c) Scavi e sbancamenti

La realizzazione di strutture mobili non vincolate al terreno non comporta la realizzazione di scavi per l'imposta di fondazioni, inoltre non è prevista nessuna riprofilatura dell'area d'intervento; pertanto non è necessario procedere alla verifica della stabilità dei fronti di scavo.

d) Acque di falda

All'interno dei depositi sciolti presenti in prossimità della linea di costa del lago di Garda il livello della falda freatica è controllato principalmente da quello delle acque del lago. Tuttavia, a causa dell'origine geologica dei depositi morenici che possono contenere lenti di terreno più grossolano, è probabile la presenza di falde sospese generalmente caratterizzate da estensione limitata e giacitura lenticolare. Durante il sopralluogo eseguito non sono state individuate vene d'acqua o aree umide all'interno dell'area d'intervento; in considerazione della tipologia di strutture in progetto, che non comporta la presenza di lavorazioni o impianti, non sarà necessario adottare particolari cautele in fase di progetto ed esecuzione se non l'osservanza della vigente normativa.

e) Dispersione delle acque piovane

L'intervento in progetto prevede la dispersione diretta sul suolo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture delle strutture ricettive e rientra tra quelli identificati all'art. 10 "Semplificazioni e altre misure in materia edilizia" - capoverso e.5 – della Legge 120/2020. Come previsto dall'art. 12 comma 1 lettera a del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i., non è necessario redigere il progetto d'invarianza idraulica.

Sulla base delle indagini eseguite e delle considerazioni ed ipotesi svolte, si dichiara la realizzabilità degli interventi in progetto alle condizioni precedentemente specificate.

Il geologo incaricato

Dr. Roberto Drera





Area d'intervento

COMMITTENTE: PONENTINO S.a.s.
L. Font. di Borghese
00186 ROMA

LOCALITA':
Via San Michele 2
MONIGA DEL GARDA

STUDIO di GEOLOGIA e GEOTECNICA

Dr. ROBERTO DRERA
Via E. Fermi, 21 - 25040 PASSIRANO (BS)

OGGETTO:
NUOVE STRUTTURE
RICETTIVE
REMOVIBILI
ALL'INTERNO DEL
CAMPING PIANTELLE

DATA: marzo 2025

SCALA: VARIA

ALLEGATO 1
PLANIMETRIA GENERALE ED
UBICAZIONE DELLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE

ALLEGATO 2

STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO GEOGNOSTICO

PROVE PENETROMETRICHE SPT

PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC

REPORT FOTOGRAFICO

Caratteristiche dell'attrezzatura utilizzata per la prova penetrometrica dinamica S.P.T.

- Maglio automatico Pilcon - Nenzi
- Peso del maglio: 63.50 kg
- Altezza di caduta: 75 cm
- punta conica: $\varnothing = 51 \text{ mm}, \alpha = 60^\circ$
- diametro aste: $\varnothing = 50 \text{ mm}$
- N colpi / avanzamento: 15 cm

STRATIGRAFIA - S1

SCALA 1 : 50

Pagina 1/2

Riferimento: PONENTINO SAS - CAMPING PIANTELLE	Sondaggio: S1
Località: MONIGA DEL GARDA VIA SAN MICHELE 2	Quota: 90
Impresa esecutrice: PERGEO Srl	Data: 09/07/2018
Coordinate: 45.51982 S 10.52948 E	Redattore: Dr. Roberto Drera
Perforazione: ROTAZIONE CON CAROTAGGIO CONTINUO	

[illegible]

Prove di permeabilità:

- P1 da 3.0 a 3.5 m: $k = 7.53 \cdot 10^{-6} \text{ cm/s}$

- P2 da 4.47 a 5.0 m: $k = 1.67 \cdot 10^{-6} \text{ cm/s}$

REPORT FOTOGRAFICO



Ubicazione sondaggio S1



Sondaggio S1: 0-5.0 m



Sondaggio S1: 5.0-10.0 m

COMMITTENTE: PONENTINO S.a.s.
CANTIERE: CAMPING PIANTELLE
LOCALITA': MONIGA DEL GARDA (BS)
DATA : 09/07/2018

SONDAGGIO: S1
PROVA n°: P1
DA m 3,00 **A m** 3,50

MODALITA' PROVA:

Immissione



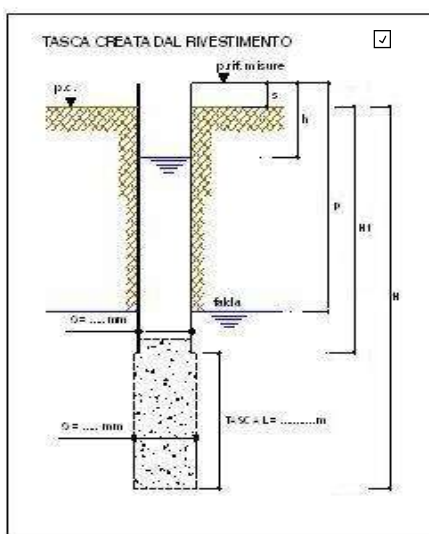
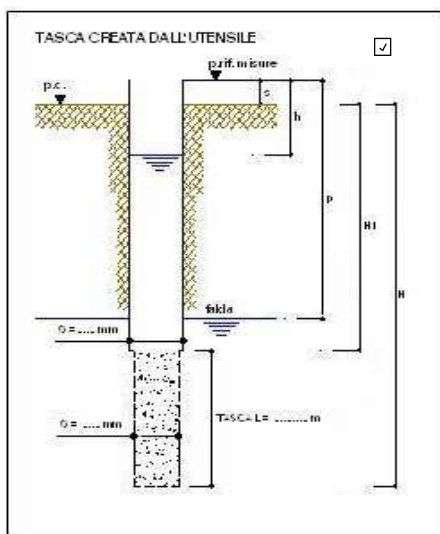
Carico costante



Estrazione



Carico variabile

**FALDA (m da p.c.)**

2,82

Contatore tipo :**Vol. tasca (lt):**

4,01

Lunghezza tasca (m):

0,50

Profondità foro m da p.c.:

3,50

Profondità rivestimento m da p.c.:

3,00

Sporgenza rivestimento m da p.c.:

0,23

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO

Perforatrice : FRASTE Diam. Rivestimento (mm): 127 Diam. Carotiere (mm): 101
 Pompa acqua: NENZI 200 lt/min Tipo carotiere: semplice

PROVA A LIVELLO COSTANTE

PORTATA	Progr. Tempo (min.)	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	
	Intervallo di mis. (sec.)	300"	300"	300"	300"	300"	300"	300"	
	Lettura contatore								
	Litri								
Livello costante h (cm): Boccaforo									Totale litri:

PROVA A LIVELLO VARIABILE (Livello acqua nel foro rispetto al piano riferimento misure)

MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)
	0"	0,0	6'	2,8	25'		60'			
	30"	0,7	8'	2,9	30'					
	60"	1,3	10'	3,0	35'					
	2'	2,0	12'	3,0	40'					
	3'	2,4	15'		45'					
MISURE	4'	2,6	20'		50'					
	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)

STUDIO DI GEOLOGIA E GEOTECNICA DR. ROBERTO DRERA Via Cesare Abba, 42 - Passirano (BS)				PROVA DI PERMEABILITA' TIPO "LEFRANC"					
				MODALITA' A CARICO VARIABILE					
				CANTIERE: CAMPING PIANTELLE SONDAGGIO: S1 DATA: 09/07/18 PROVA n.: P1 DA m 3,00 A m 3,50					
DATI DI PERFORAZIONE									
Perforatrice: FRASTE				Pompa acqua: NENZI 200 lt/min					
Diam. Rivestimento: Ø 127 mm				Livello di falda: 2,82 m				s = 0,23 m	
Diam. Carotiere: Ø 101 mm				Livello acqua prova: 3,73 m					
Tipo carotiere: semplice				Volume tasca di prova: 0,004 mc					
DATI ANALITICI DI CALCOLO	TEMPO sec.	Abb. m	PORTATA litri	Fattore H2	Fattore H1	Ln H1/H2	AREA mq	Permeabilita m/sec	Permeabilita cm/sec.
	30	0,007	0,0861	3,723	3,730	0,001825	0,0080	3,57E-07	3,57E-05
	30	0,006	0,0785	3,717	3,723	0,001667	0,0080	3,26E-07	3,26E-05
	60	0,007	0,0861	3,710	3,717	0,001831	0,0080	1,79E-07	1,79E-05
	60	0,004	0,0506	3,706	3,710	0,001079	0,0080	1,06E-07	1,06E-05
	60	0,002	0,0291	3,704	3,706	0,000621	0,0080	6,08E-08	6,08E-06
	120	0,002	0,0279	3,702	3,704	0,000594	0,0080	2,91E-08	2,91E-06
	120	0,001	0,0114	3,701	3,702	0,000243	0,0080	1,19E-08	1,19E-06
	120	0,000	0,0038	3,701	3,701	0,000081	0,0080	3,97E-09	3,97E-07
	120	0,000	0,0025	3,700	3,701	0,000054	0,0080	2,64E-09	2,64E-07
	720	0,030	0,3760					1,20E-07	1,20E-05
							MEDIA	MEDIA	
Fattore di forma (Hvorslev)				F = 1,3643 (Filtro cilindrico in terreno uniforme)					
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'									
TEMPO (min) PERMEABILITA' (cm/sec) Permeabilità calcolata sull'abbassamento totale (cm/sec.) 7,53E-06									
Note:									

COMMITTENTE: PONENTINO S.a.s.
CANTIERE: CAMPING PIANTELLE
LOCALITA': MONIGA DEL GARDA (BS)
DATA : 09/07/2018

SONDAGGIO: S1
PROVA n°: P2
DA m 4,47 **A m** 5,00

MODALITA' PROVA:

Immissione



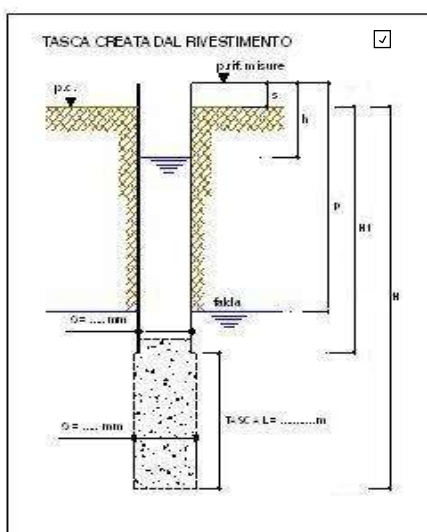
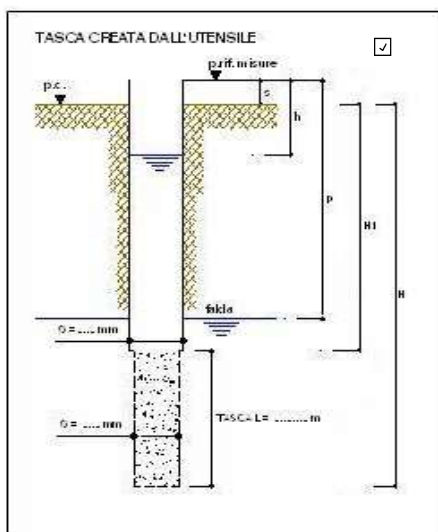
Carico costante



Estrazione



Carico variabile

**FALDA (m da p.c.)**

2,95

Contatore tipo :**Vol. tasca (lt):**

4,25

Lunghezza tasca (m):

0,53

Profondità foro m da p.c.:

5,00

Profondità rivestimento m da p.c.:

4,47

Sporgenza rivestimento m da p.c.:

0,20

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA DI SONDAGGIO

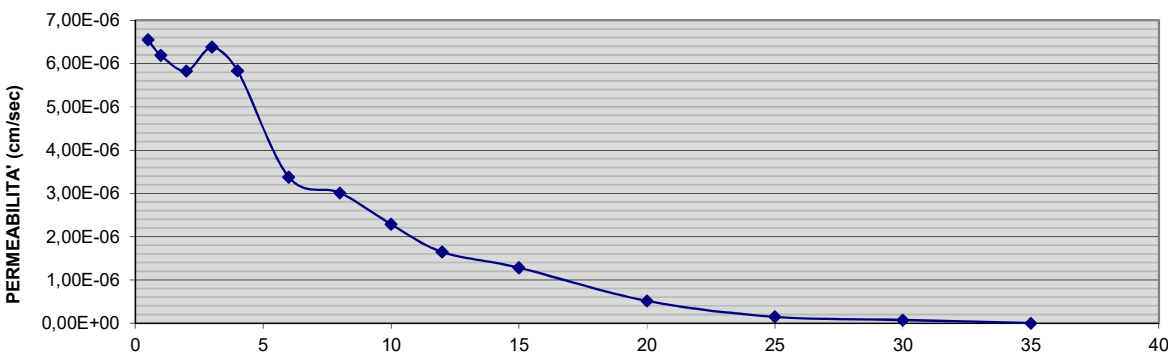
Perforatrice : **FRASTE** Diam. Rivestimento (mm): **127** Diam. Carotiere (mm): **101**
 Pompa acqua: **NENZI 200 lt/min** Tipo carotiere: **semplice**

PROVA A LIVELLO COSTANTE

PORTATA	Progr. Tempo (min.)	0'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	
	Intervallo di mis. (sec.)	300"	300"	300"	300"	300"	300"	300"	
	Lettura contatore								
	Litri								
Livello costante h (cm): Boccaforo						Totale litri:			

PROVA A LIVELLO VARIABILE (Livello acqua nel foro rispetto al piano riferimento misure)

MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)
	0"	0,0	6'	1,7	25'	2,86	60'			
	30"	0,2	8'	2,0	30'	2,88				
	60"	0,4	10'	2,3	35'	2,88				
	2'	0,7	12'	2,5	40'					
	3'	1,0	15'	2,7	45'					
	4'	1,3	20'	2,8	50'					
MISURE	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)	t (sec/min)	h (cm)

STUDIO DI GEOLOGIA E GEOTECNICA DR. ROBERTO DRERA Via Cesare Abba, 42 - Passirano (BS)				PROVA DI PERMEABILITA' TIPO "LEFRANC" MODALITA' A CARICO VARIABILE CANTIERE: CAMPING PIANTELLE SONDAGGIO: S1 DATA: 09/07/18 PROVA n.: P2 DA m 4,47 A m 5,00					
				DATI DI PERFORAZIONE					
				Perforatrice: FRASTE		Pompa acqua: NENZI 200 lt/min			
Diam. Rivestimento: Ø 127 mm		Livello di falda: 2,95 m		s = 0,20 m					
Diam. Carotiere: Ø 101 mm		Livello acqua prova: 5,20 m							
Tipo carotiere: semplice		Volume tasca di prova: 0,004 mc							
DATI ANALITICI DI CALCOLO	TEMPO sec.	Abb. m	PORTATA litri	Fattore H2	Fattore H1	Ln H1/H2	AREA mq	Permeabilità m/sec	Permeabilità cm/sec.
	30	0,002	0,0228	5,198	5,200	0,000346	0,0080	6,55E-08	6,55E-06
	30	0,002	0,0215	5,197	5,198	0,000327	0,0080	6,19E-08	6,19E-06
	60	0,003	0,0405	5,193	5,197	0,000616	0,0080	5,83E-08	5,83E-06
	60	0,004	0,0443	5,190	5,193	0,000674	0,0080	6,38E-08	6,38E-06
	60	0,003	0,0405	5,187	5,190	0,000617	0,0080	5,84E-08	5,84E-06
	120	0,004	0,0468	5,183	5,187	0,000714	0,0080	3,38E-08	3,38E-06
	120	0,003	0,0418	5,180	5,183	0,000637	0,0080	3,01E-08	3,01E-06
	120	0,003	0,0317	5,177	5,180	0,000483	0,0080	2,28E-08	2,28E-06
	120	0,002	0,0228	5,175	5,177	0,000348	0,0080	1,65E-08	1,65E-06
	180	0,002	0,0266	5,173	5,175	0,000406	0,0080	1,28E-08	1,28E-06
	300	0,001	0,0177	5,172	5,173	0,000271	0,0080	5,12E-09	5,12E-07
	300	0,000	0,0051	5,171	5,172	0,000077	0,0080	1,46E-09	1,46E-07
	300	0,000	0,0025	5,171	5,171	0,000039	0,0080	7,32E-10	7,32E-08
	300	0,000	0,0000	5,171	5,171	0,000000	0,0080	0,00E+00	0,00E+00
	2100	0,029	0,3646					3,08E-08	3,08E-06
								MEDIA	MEDIA
Fattore di forma (Hvorslev) F = 1,4111				(Filtro cilindrico in terreno uniforme)					
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'									
TEMPO (min)  Permeabilità calcolata sull'abbassamento totale (cm/sec.) 1,67E-06									
Note:									