

**COMUNE DI
SOMMACAMPAGNA**

**PROVINCIA DI
VERONA**

**RICONVERSIONE AD USO RESIDENZIALE DI UN EDIFICIO PRODUTTIVO
COLLOCATO IN ZONA IMPROPRIA
LOC. CA' DEL PEPE – SOMMACAMPAGNA (VR)**



**RELAZIONE GEOLOGICA - IDROGEOLOGICA
E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI**

Committente:

RFB s.r.l.

Relazione a cura di:

Dott. geol. Dario Gaspari


(Firmato digitalmente)



Roverè Veronese li: 05 febbraio 2022

Dario Gaspari

Via Dante Alighieri, 3 37028 Roverè Veronese (VR). P.Iva 02667510234, CF GSPDRA62H11L7810
cell 3472227454, e-mail geogasp@tiscali.it

INDICE

1 INTRODUZIONE	2
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
4 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	6
5 MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE	7
6 PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE	8
7 PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO	8
7.1 <i>PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE</i>	9
7.2 <i>PERICOLOSITÀ LOCALE</i>	12
7.2.1 <i>Condizione topografica</i>	12
7.2.2 <i>Categoria di sottosuolo</i>	12
7.2.3 <i>Fattori di amplificazione litologica e geometrica per il sito di progetto</i>	13
8 STABILITÀ DEL SITO SOTTO L'AZIONE SISMICA	15
9 RESISTENZA DEL TERRENO DI FONDAZIONE	16
10 INQUADRAMENTO DEL LOTTO NEI PIANI URBANISTICI COMUNALI (P.A.T. - P.I.)	17
11 SCARICO PER LE ACQUE REFLUE DOMESTICHE	19
11.1 <i>INQUADRAMENTO NORMATIVO</i>	19
11.2 <i>DIMENSIONAMENTO DELLO SCARICO PER LE ACQUE REFLUE DOMESTICHE</i>	20
11.3 <i>POZZETTO DEGRASSATORE</i>	22
11.4 <i>DIMENSIONAMENTO INDICATIVO DELLA FOSSA "IMHOFF"</i>	22
12 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	23

ALLEGATI AL TESTO:

- ALLEGATO 1) Stratigrafia delle trincee esplorative;
- ALLEGATO 2) Prove di permeabilità in pozzetto superficiale;
- ALLEGATO 3) Prova penetrometriche dinamiche (DPSH);
- ALLEGATO 4) Stendimento sismico MASW.

1 INTRODUZIONE

Il presente studio è stato redatto allo scopo di definire l'assetto geologico e geotecnico di un'area situata in Via Pezzara, loc. Cà del Pepe, a Sommacampagna (VR), dove si intende riconvertire ad uso residenziale un edificio produttivo esistente; l'intervento è previsto nel Piano di Interventi con la Scheda n. 1, ed è stato richiesto con la Manifestazione di Interesse prot. n. 5198/2015 e 14042/2016, intestata alla Soc. R.F.B. s.r.l., e relativa alla riconversione ad uso residenziale di un edificio "produttivo" collocato in zona impropria, per mc 2350, Scheda prog. N. 1.

Il progetto prevede di realizzare n. 4 edifici residenziali composti da due piani fuori terra.

Lo studio geologico è finalizzato a perseguire i seguenti obiettivi generali:

- definire l'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area;
- individuare le eventuali pericolosità e criticità geomorfologiche ed idrogeologiche;
- individuare la tipologia dello scarico per le acque reflue da adottare;
- individuare i parametri geotecnici caratteristici del terreno di fondazione;
- fornire una classificazione sismica dell'area di indagine;
- valutare, in via preliminare, la resistenza del terreno.

Per raggiungere i suddetti obiettivi lo studio ha previsto le seguenti fasi:

- raccolta e consultazione dei dati bibliografici e cartografici esistenti;
- rilievo geologico e geomorfologico di campagna;
- esecuzione di tre trincee esplorative;
- esecuzione di due prove di permeabilità in pozzetto;
- esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche (DPSH);
- caratterizzazione sismica del sottosuolo tramite un'indagine MASW;
- descrizione ed elaborazione dei dati raccolti.

Normativa di riferimento consultata nell'ambito della presente indagine:

- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988**
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003 (s.m.i.)**
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.4.2006**
Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)
- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018** (GU n. 8 del 20-2-2018- Suppl. Ordinario n.42)
"Nuove Norme tecniche per le Costruzioni" (nel seguito NTC-2018)
- **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Consiglio dei Lavori Pubblici (nel seguito C-NTC)**
Istruzioni per l'applicazione dell "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- **Piano di tutela delle acque della Regione Veneto (PTA)**
(ai sensi dell'art. 121 del D.Lgs 152/2006) approvato dalla Regione con deliberazione del Consiglio regionale n.107 del 5 novembre 2009.
- **Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Sommacampagna;**
- **Piano degli Interventi (P.I.) del Comune di Sommacampagna.**

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il terreno interessato dal progetto è ubicato in Via Pezzara, località Cà del Pepe, ad una quota di 150.0 m s.l.m.

Per l'ubicazione del lotto di progetto (Fig. 1) si è fatto riferimento alla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000, elementi 123142 "Guastalla Nuova" e 144021 "Ossario di Custozza".

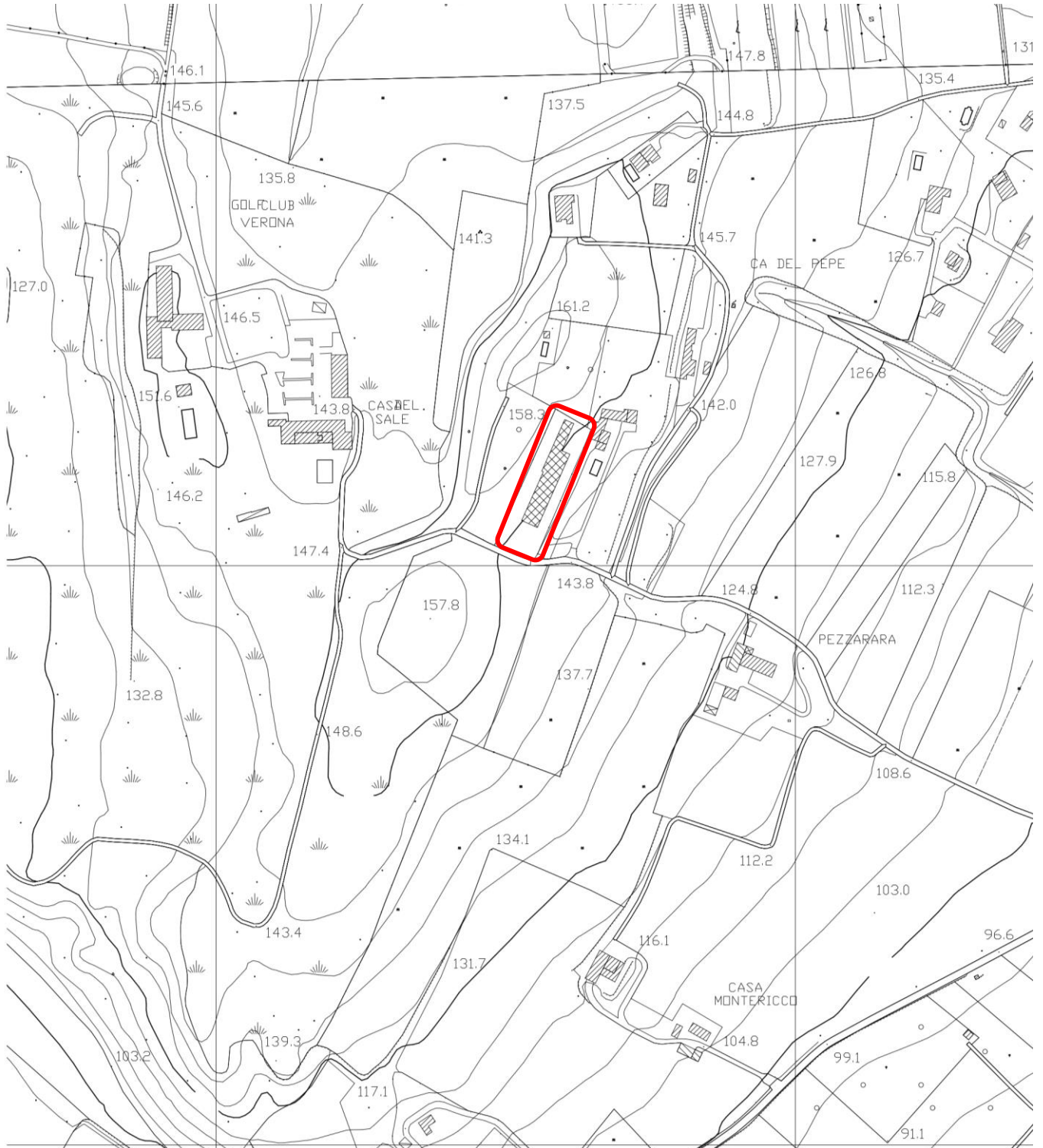


Fig. 1: Corografia estratta dalla Carta Tecnica della Regione Veneto, riportata alla scala 1:5.000, con ubicato il sito di progetto.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il lotto di indagine ricade sul versante Orientale di una collina di origine morenica posizionata nella zona più esterna dell'anfiteatro morenico del Garda.

L'area morenica è caratterizzata da un'estrema alternanza di ambienti e quindi di depositi sedimentari differenti.

Le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio sono una diretta conseguenza dei processi di sedimentazione continentale, verificatisi durante l'Era Quaternaria. Ci si riferisce in particolare alle glaciazioni che hanno interessato questa zona nell'intervallo temporale Riss-Wurm e alle dinamiche fluvioglaciali e fluviali degli scaricatori glaciali durante gli stadi interglaciali e in epoca post-glaciale.

Durante l'intervallo Riss-Wurm si è formato il cosiddetto "Anfiteatro morenico del Garda" che ha determinato un rimodellamento dei lineamenti fisici del paesaggio, facendo assumere alla zona l'attuale morfologia collinare. Le cerchie moreniche hanno un andamento arcuato e concentrico e sono separate da valli intermoreniche prodotte dagli scaricatori proglaciali. Alle fasi di massima espansione glaciale corrispondono le cerchie moreniche più esterne che sono anche le più antiche. I rilievi morenici più interni dell'anfiteatro morenico corrispondono a successive fasi di acme glaciale durante le quali fu tuttavia minore l'espansione del ghiacciaio.

Ad ogni fase di massima espansione glaciale corrispose una successiva fase interglaciale che fu caratterizzata dal ritiro del fronte del ghiacciaio e dall'instaurarsi di dinamiche fluvioglaciali che determinarono la sedimentazione di spesse coltri di depositi.

Tali sedimenti hanno interamente riempito con notevoli spessori tutte le aree intramoreniche facendo da raccordo tra le cerchie moreniche di periodi glaciali diversi e verso l'esterno dell'anfiteatro morenico, con l'alta pianura veronese che si estende ad Est e a Sud-Est dell'anfiteatro gardesano.

In relazione alla dinamica deposizionale le massime cerchie moreniche Riss (le più antiche e più esterne) sono costituite tipicamente da materiali eterogenei a granulometria mista, fine e grossolana. Le cerchie moreniche interne delle fasi interstadiali, riferibili all'espansione glaciale Wurm, sono spesso caratterizzate da depositi più fini, sabbioso-limosi, con ciottoli di piccole dimensioni.

I depositi derivanti dall'azione degli scaricatori fluvioglaciali presentano invece caratteristiche sedimentologiche assimilabili a quelle dei depositi fluviali e sono caratterizzate da tipiche strutture deposizionali dovute al trasporto dell'acqua; in questo caso i depositi sono infatti stratificati e spesso classati.

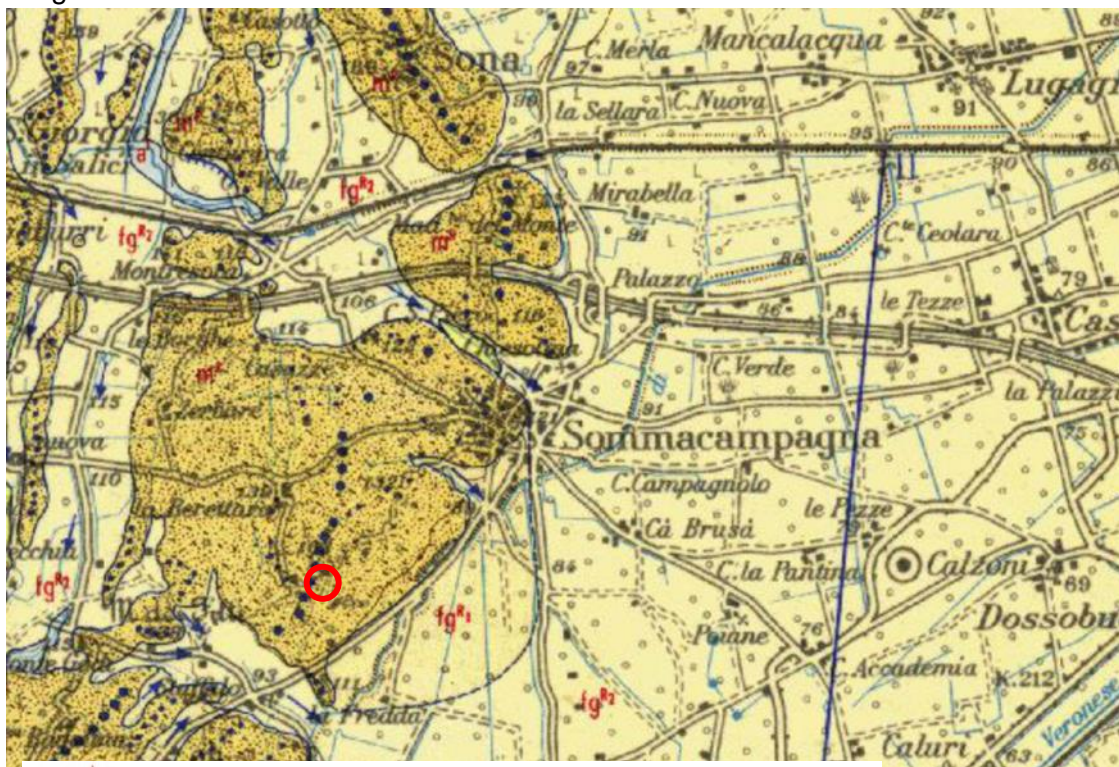
In relazione alla maggiore o minore energia di trasporto degli scaricatori fluvioglaciali e al tipo di depositi soggetti alla loro azione erosiva, le piane fluvioglaciali possono essere caratterizzate da alluvioni grossolane, tendenzialmente connesse alle fasi di maggiore ritiro del fronte del ghiacciaio oppure da alluvioni fini limoso-argillose, generalmente associate ai sistemi cataglaciali o a riempimento di vallecicole intra-moreniche, talora a lento drenaggio. In alcune zone in cui gli apporti

sedimentari hanno creato delle conche chiuse, prive di drenaggio, sono inoltre presenti depositi palustri.

Il lotto di indagine si localizza sul cordone morenico su cui è posizionato il centro storico di Sommacampagna.

Questo rilievo morenico è attribuito alla fase glaciale del Riss ed è il più esterno tra quelli attribuiti a questa fase glaciale. A ovest di questo rilievo morenico si passa ai depositi fluvioglaciali (Fig. 2).

Dal rilievo di campagna non sono emerse evidenze di movimenti gravitativi, in atto o potenziali, per cui l'area di intervento può essere ritenuta sicura per quanto riguarda la sua evoluzione morfologica.



Alluvioni sabbioso-ghiaiose, terrazzate, talora esondabili, antiche; conoidi fissati.



Argille lacustri singlaciali di Incaffi (r).

Morene ghiaiose, talora debolmente cementate, con strato di alterazione argilloso, di colore rossastro o rosso, con qualche ciottolo calcareo, e dello spessore massimo di 1-2 metri. Dove il paleosuolo è dilavato, affiorano le sottostanti ghiaie bianche, anche calcaree, inalterate. Cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda e di quello atesino di Rivoli Veronese (m). RISS.



Alluvioni fluvioglaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore. Terrazzate, sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura generalmente a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda (Lonato-Esenta, Castiglione delle Stiviere, ecc.). RISS.



Alluvioni fluvioglaciali e fluviali, a ghiaie grossolane con ciottoli porfirici, terrazzate e raccordate con stadi tardowürmiani (Val d'Adige, Mincio). All'interno delle cerchie moreniche, sono comprensive della fase di ritiro tardo-würmiana, a sabbie e ghiaie e, talora, con morenico fangoso di fondo. WÜRM RECENTE.

Fig. 2: Carta geologica (non in scala); estratto dalla Carta Geologica d'Italia – Foglio Peschiera del Garda.

4 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

L'area studiata ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Po, sottobacino Tartaro-Tione.

Tale area non è confinante o attraversata da corsi d'acqua o scoli naturali; a breve distanza dall'ingresso del lotto di progetto è presente il Vaio Pezzarara che drena le acque che fuoriescono dalla collina morenica. E', inoltre, presente anche una fitta rete pluvirrigua gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese.



Fig. 3: rete idrica gestita dal Consorzio di Bonifica Veronese

Nei depositi glaciali, vista la loro modesta permeabilità, è possibile incontrare falde acquifere "sospese", di scarsa produttività e alimentate essenzialmente dalle precipitazioni meteoriche. Con la prova penetrometrica DPSH 1 è stata individuata una venuta d'acqua posizionata a una profondità di 3,7 m; diversamente con la seconda prova penetrometrica (DPSH2), spinta fino a 4,2 m di profondità, non è stata rilevata la presenza d'acqua.

La permeabilità del suolo presente nel sito di progetto è stata valutata tramite l'esecuzione di due prove di permeabilità in pozzetto (trincea T1 e T2), utilizzando la metodologia qui di seguito riportata (Raccomandazioni AGI 1977).

I valori ottenuti sono riassunti nella seguente tabella mentre le schede contenenti i dati misurati in sito e le relative elaborazioni sono riportate in Allegato 1.

Tabella 1: valori della costante di permeabilità (K) ottenuti con le prove effettuate in pozzetto superficiale.

Trincea	Profondità (m)	Litologia	Permeabilità K (m/s)
T1	0,95	Limi argilloso sabbiosi con ghiaia	9,80E-06
T2	0,95	Limi argilloso sabbiosi con ghiaia	3,06E-06

5 MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE

La stratigrafia dell'area di intervento, sulla base dei dati bibliografici esistenti e delle indagini effettuate, è caratterizzata dalla presenza di depositi glaciali, attribuiti alla fase del Riss, fino a profondità di almeno 30 m, oltre la quale continuano i depositi glaciali attribuibili ad un'altra "fase glaciale" (Gunz).

Per ricostruire il modello stratigrafico della zona sono state fatte tre trincee esplorative, due prove penetrometriche dinamiche e un'indagine sismica, consistente in uno stendimento MASW. L'ubicazione delle indagini è indicata nella seguente figura.

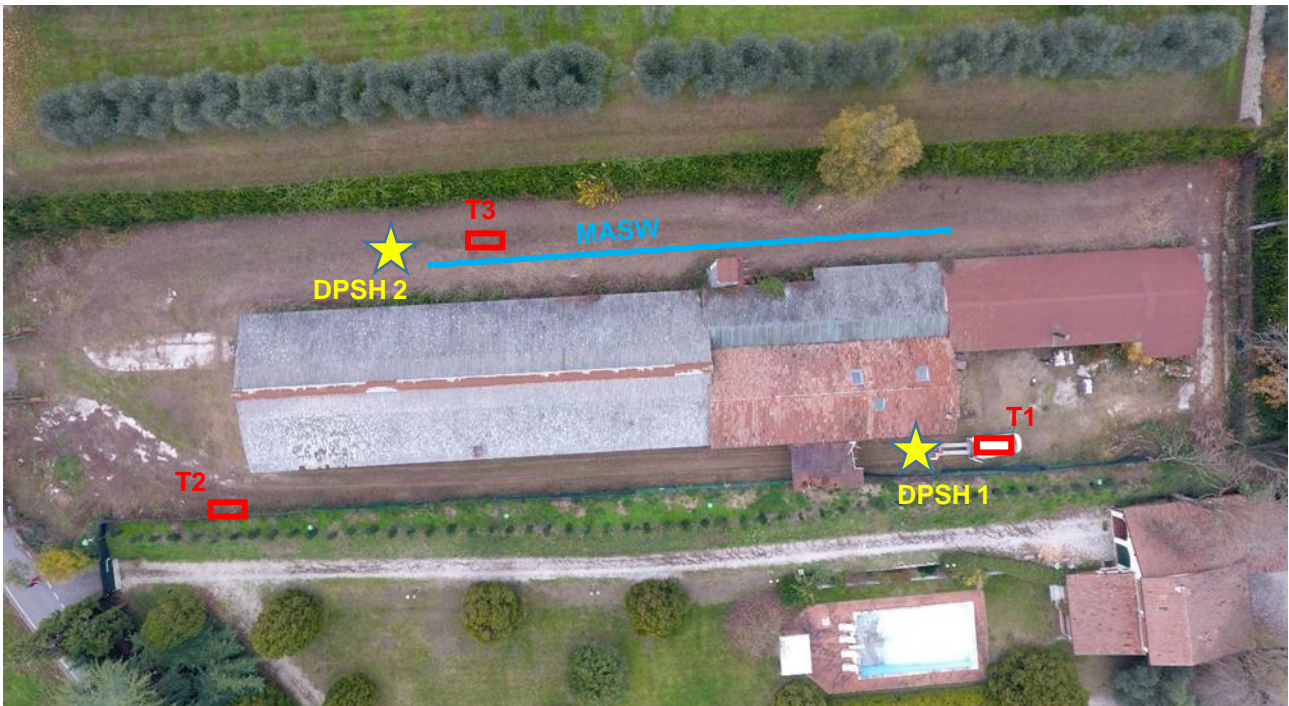


Fig. 4: Ubicazione delle indagini effettuate, su planimetria dello stato attuale (scala 1:250).

Le indagini effettuate sono allegare alla presente relazione, ed in particolare la stratigrafia delle trincee in Allegato 1 mentre le indagini penetrometriche e la MASW in Allegato 2 e 3.

Le indagini hanno evidenziato una stratigrafia del sito di intervento rappresentata da depositi glaciali fino ad elevata profondità, superficialmente alterati per uno spessore di circa 1,8 m.

La stratigrafia rilevata è riassunta nella seguente tabella.

Profondità (m)	Litologia
0,0 – 1,8	Fascia di alterazione dei depositi glaciali – Sabbie limose con argilla e ghiaia detensionate
1,8 - oltre	Glaciale – Sabbie limose con argilla e ghiaia, compatte

Le fondazioni degli edifici interessati dal progetto sono posate internamente alla fascia di alterazione dei depositi glaciali.

6 PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

I parametri geotecnici del terreno di fondazione (deposito glaciale) sono stati valutati con i dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche (DPSH).

Da quanto osservato in campagna e dalle conoscenze geologiche in zona si è ritenuto corretto considerare il deposito glaciale come materiale granulare (sabbia fine addensata) con una limitata frazione di materiale ghiaioso-limoso argilloso.

Questo terreno possiede una coesione dovuta alla frazione limosa, alla sovraconsolidazione e ad una leggera cementazione. Si consideri che l'angolo di attrito, valutato con la prova penetrometrica, si riferisce ad un materiale granulare e non coesivo per cui nel valutare la resistenza del terreno di fondazione non deve essere considerata la coesione efficace.

In tabella 2 sono riassunti i parametri geotecnici caratteristici attribuiti al terreno interessato dal progetto.

Tabella 2: Parametri Geotecnici Caratteristici del terreno interessato dall'intervento

GRUPPO GEOTECNICO	Litologia	γ (KN/m ³)	γ^s (KN/m ³)	ϕ°	C' (KPa)	Ey (MPa)
A	Suolo / fascia di alterazione dei dep. glaciali (Sabbia limosa con argilla e ghiaia)	18,8	19,4	30	-	70,0
B	Deposito glaciale (Sabbia limosa con ghiaia)	19,8	20,6	34	-	120,0

Dove:

- γ = peso di volume naturale;
- γ_{sat} = peso di volume saturo;
- ϕ = angolo di attrito efficace;
- C' = coesione efficace;
- Ey = modulo elastico.

7 PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla frequenza e dalla forza dei terremoti che lo interessano, ovvero dalla sua sismicità.

Schematicamente si specifica una *pericolosità di base* ed una *pericolosità locale*.

La *pericolosità di base* è connessa alle caratteristiche sismologiche di un'area (modello strutturale e tettonico, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti); calcolata per una certa regione ed in un determinato periodo di tempo. La definizione della pericolosità di base si sviluppa su scala regionale, ovvero con la finalità di una classificazione sismica su vasta scala territoriale, e costituisce la base per la definizione del terremoto di riferimento per gli studi di MS.

La *pericolosità locale*, partendo ovviamente da quella *di base*, è legata alle specifiche

caratteristiche del sito e precisamente agli aspetti geologici, morfologici e litologici.

In questo capitolo sarà valutata la “Pericolosità sismica di base” e la “Pericolosità sismica locale” del sito interessato dal progetto attuando quanto previsto dall’OPCM 3519/2006 e dalle NTC 2018.

7.1 Pericolosità sismica di base

La regione esaminata ricade nella zona interessata da strutture tettoniche sismogenetiche, anche sepolte sotto i depositi glaciali; tali strutture sono le attuali sorgenti sismotettoniche e sono riportate a livello nazionale nell’archivio DISS - 3.2.1.

L’archivio DISS - 3.2.1 raccoglie sorgenti sismotettoniche catalogate come singolarità o zone complesse formate da più sistemi.

La zona non è direttamente interessata da strutture sismogenetiche, come si può vedere in figura 5, ed è posizionata tra le strutture più esterne delle Alpi.

Le strutture sismogenetiche più vicine sono: la struttura “Veronese” a cui viene attribuito l’evento sismico catastrofico veronese del 1117 e la struttura “Solferino” che collega il sistema di spinta Giudicariense, con andamento NE-SW, con i fronti di spinta delle Alpi meridionali, con andamento EO e interrati nella pianura.

Alla struttura Veronese viene attribuita una Magnetudo $M_w = 6.7$, mentre alla struttura “Solferino” una Magnetudo $M_w = 6.0$.

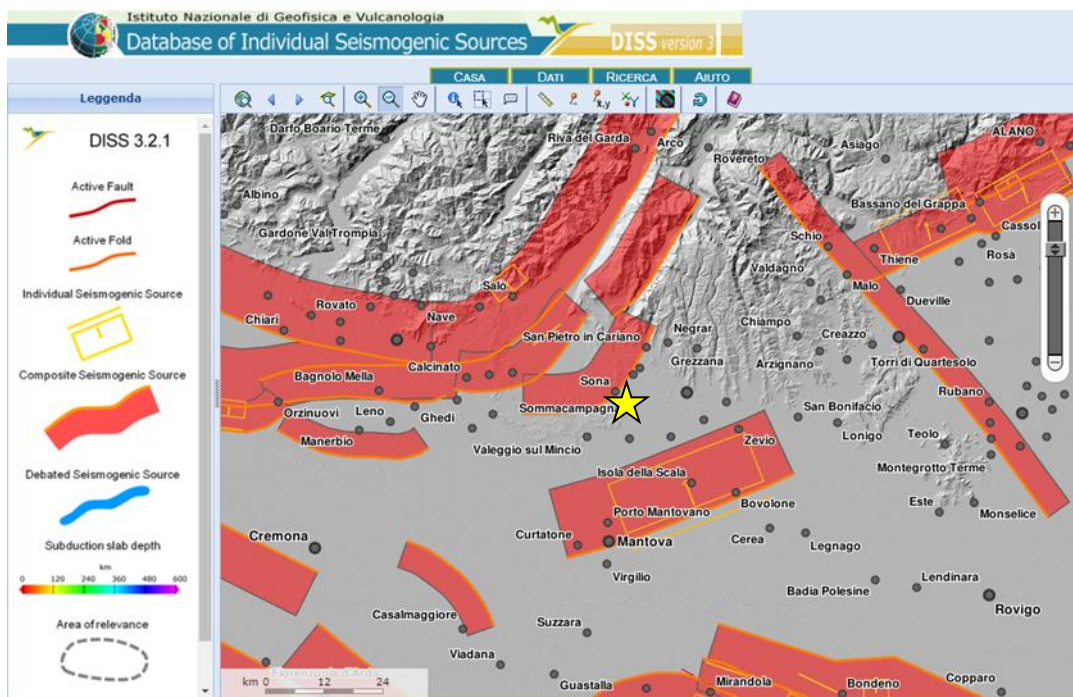


Fig. 5: Sorgenti sismotettoniche; Database of Individual Seismogenic Sources DISS 3.2.1 (fonte INGV: <http://diss.rm.ingv.it/diss>)

Secondo la recente zonazione sismotettonica nazionale (ZS-9) proposta dal Gruppo di Lavoro dell'INGV (Meletti & Valensise, 2004), l'area veronese si pone all'interno della zona sismogenetica 906 (estesa da Bassano a Brescia).

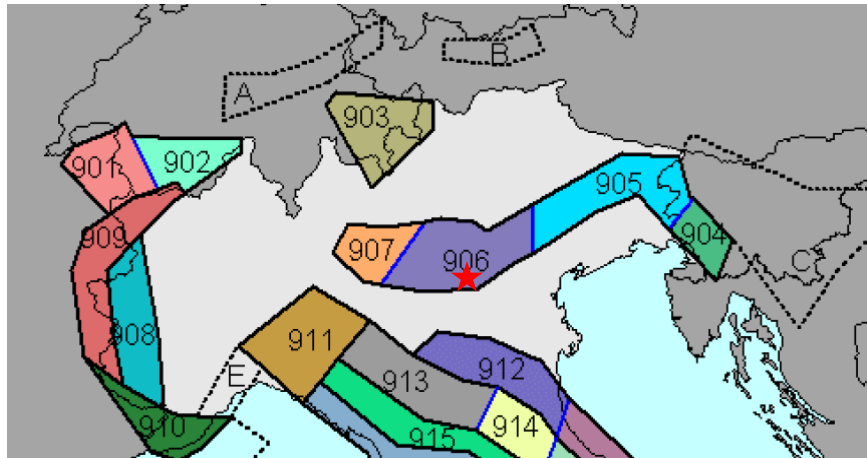


Fig. 6: Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Italia (settore nord). La stella rossa indica la zona esaminata

La magnitudo massima prevista per questa zona è la seguente

ZS	Magnitudo massima della zona (M_{w-max})
906	6,60

La zonizzazione sismica ZS-9 ha permesso di definire la pericolosità sismica del territorio nazionale in termini di accelerazione sismica a_g (accelerazione di picco – PGA) su substrato rigido (ovvero con velocità delle onde sismiche di taglio $V_s > 800$ m/s) in relazione al tempo di ritorno ed alla probabilità di superamento in un intervallo di tempo. In particolare il territorio nazionale è stato suddiviso secondo una griglia di $0,05^\circ$ di lato, in 12 fasce di a_g con intervallo di $0,25g$, per un evento con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La suddetta macrozonizzazione è stata adottata con OPCM 3519/2006. Alla luce di tale classificazione il sito in esame ed il territorio comunale di Sommacampagna ricadono nella fascia con accelerazione su *bed-rock* (valore di base) compreso nella fascia $0,150$ e $0,175g$.

Con l'OPCM 3519/06 il territorio comunale di Sommacampagna è passato dalla zona sismica 3 ($0,05 < a_g/g < 0,15$), prevista dall'OPCM 3275/03, alla zona sismica 2 ($0,15 < a_g/g < 0,25$).

La zonizzazione OPCM 3519/2006 supera ed aggiorna la precedente riferita alla OPCM 3274/2003.

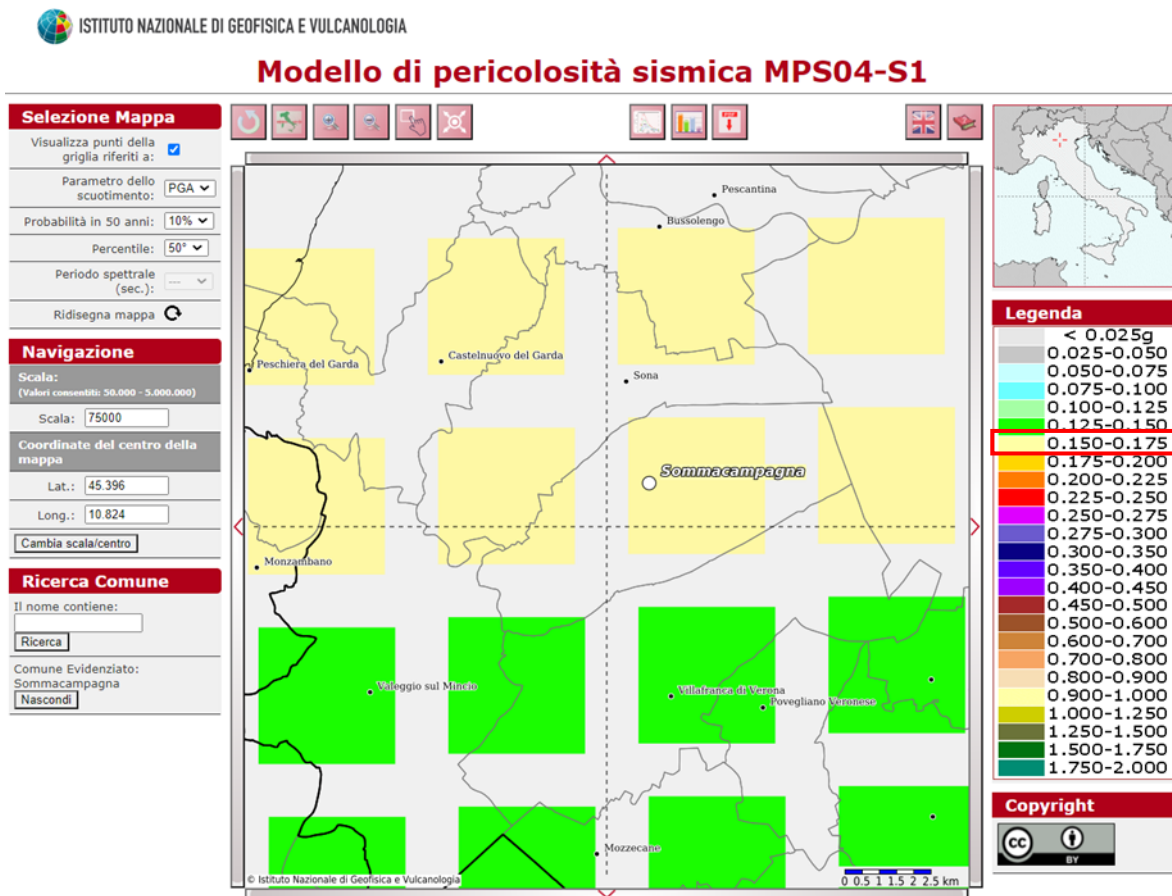


Fig. 7: Pericolosità sismica in termini di a_g (OPCM 3519/2006 - fonte INGV)

Per definire lo spettro elastico in accelerazione oltre ad a_g sono necessari anche i parametri F_0 e T_c^* , dove:

- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo di riferimento rigido.
- F_0 è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_c^* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ad ogni punto del reticolo della zonazione sismica nazionale vengono assegnate le 9 terne di valori: a_g , F_0 , T_c^* per i vari periodi di ritorno (T_r).

La maglia elementare del reticolo di riferimento contenete il sito di intervento è:

1) ID: 12727	Lat: 45,4046	Lon: 10,7870	Distanza: (Km) 4421,633
2) ID: 12728	Lat: 45,4061	Lon: 10,8581	Distanza: (Km) 1187,394
3) ID: 12506	Lat: 45,4561	Lon: 10,8558	Distanza: (Km) 5362,670
4) ID: 12505	Lat: 45,4545	Lon: 10,7847	Distanza: (Km) 6850,304

Per un qualunque punto del territorio nazionale non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto vengono calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

La pericolosità sismica di base del sito di intervento, individuata con un valore di a_g riferito ai suoli rigidi e piani caratterizzati da $V_{S30} > 800$ m/s, è pari a **0,152g** (Fig. 8).

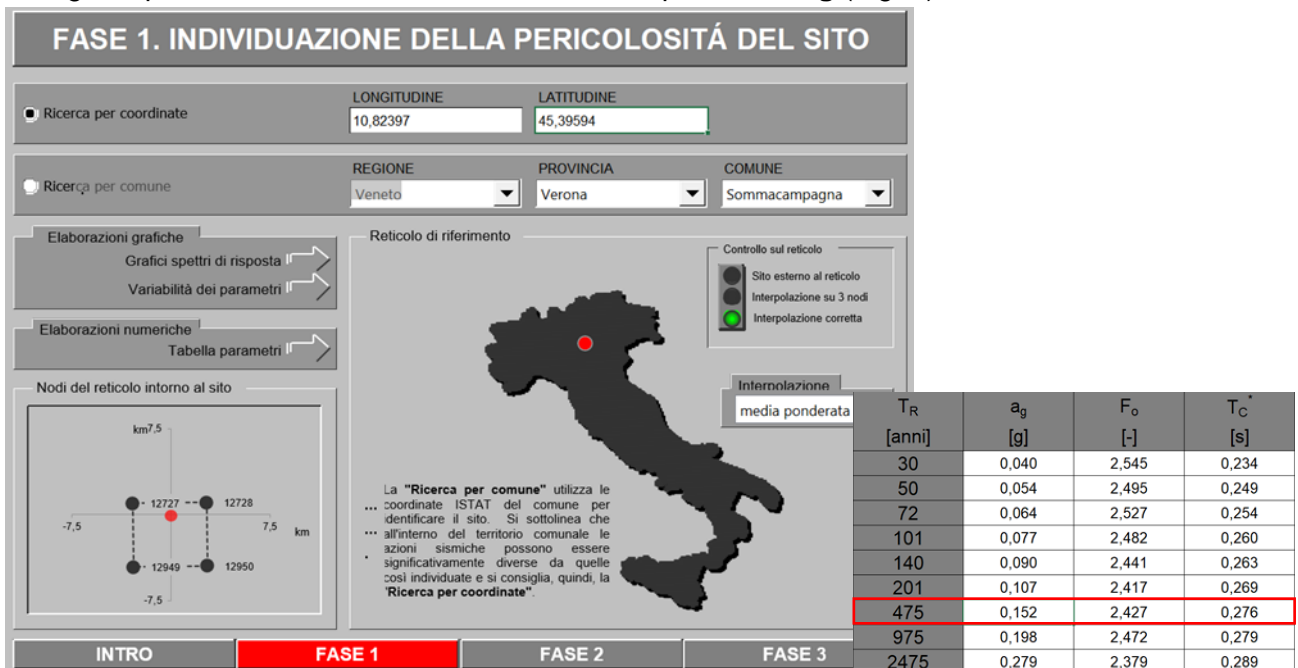


Fig. 8: Pericolosità sismica di base (OPCM 3519/2006 - fonte INGV)

7.2 Pericolosità locale

Per valutare l'amplificazione sismica locale del sito di intervento occorre definire le condizioni stratigrafiche e morfologiche del sito stesso.

Le NTC 2018, individuano 2 parametri amplificativi dell'azione sismica, riferiti alla condizione topografica ed al tipo di sottosuolo.

7.2.1 Condizione topografica

Relativamente alle caratteristiche topografiche delle aree in cui si vuole intervenire sono state definite le quattro categorie qui di seguito elencate:

Tabella 3: Categorie topografiche

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 $i > 30^\circ$

Il terreno interessato dal progetto rientra nella Categoria topografica T1 in quanto caratterizzato da una inclinazione del versante inferiore a 15° . Tale categoria non comporta alcuna amplificazione sismica.

7.2.2 Categoria di sottosuolo

Le NTC 2018 hanno definito differenti categorie di sottosuolo alle quali viene attribuito un differente coefficiente di amplificazione stratigrafica. Tali categorie sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 4: Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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>

L'individuazione della categoria di sottosuolo a cui appartiene il sito di progetto è stata ottenuta dalla valutazione delle V_{s30} fatta tramite indagine MASW (Multichannel Spectral Analysis of Waves).

La sismostratigrafia in V_s , dedotta da questa indagine, propone una sequenza caratterizzata da una $V_{s30}=598$ m/s.

Vista la V_{s30} e il modello geologico stratigrafico è possibile affermare che il sito di intervento appartiene alla **Categoria di sottosuolo B**

7.2.3 Fattori di amplificazione litologica e geometrica per il sito di progetto

L'accelerazione orizzontale (a_g), in conformità a quanto appena precisato ed interpolando i quattro punti più vicini della maglia definiti dall'O.P.C.M. 3519/2006, è pari a: **$a_g = 0,152$** .

$$a_{g \max} = S * a_g = S_s * S_T * a_g$$

che avendo: $S_s=1,20$ $S_T=1,00$ $a_g=0,152$

$a_{g \max} = 0,1824g$, e quindi **$A_{\max} = 0,1824 \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 1,79 \text{ m/s}^2$** .

Questo valore corrisponde all'accelerazione massima da adottarsi secondo le NTC-2008, avente una probabilità di superamento del 10% in 50 anni e un tempo di ritorno di 475 anni.

I coefficienti sismici orizzontale e verticale sono dati dalle seguenti equazioni:

$$K_h = \beta_s * \frac{a_{g \max}}{g} = \beta * a_{g \max} \qquad K_v = 0,5 * K_h$$

Dove:

$a_{g \max}$ = accelerazione massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

S_s : coefficiente di amplificazione stratigrafica;

S_T : coefficiente di amplificazione topografica;

K_h : coefficiente di accelerazione orizzontale;

K_v : coefficiente di accelerazione verticale;

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.040	2.545	0.234
Danno (SLD)	50	0.054	2.495	0.249
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.152	2.427	0.276
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.198	2.472	0.279

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,47	1,45	1,42	1,42
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.010	0.013	0.044	0.057
kv	0.005	0.006	0.022	0.029
Amax [m/s ²]	0.467	0.630	1.793	2.330
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

WG384: Lat 45.399892 - Long 10.823846 ED69: Lat 45.396803 - Long 10.824867

Fig. 9: Parametrizzazione sismica del sito secondo l'interpolazione della zonizzazione dell'OPCM 3519/2008.

8 STABILITÀ DEL SITO SOTTO L'AZIONE SISMICA

La possibile instabilità del sito per il fenomeno della liquefazione in condizione sismica viene valutata individuando gli scenari sismici, litologici, idrogeologici e geotecnici, indicati nelle NTC-2018, per i quali è possibile omettere la verifica di instabilità.

Si tratta di situazioni in cui si accerta la sussistenza di almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna, condizioni di campo libero senza manufatti, inferiori a 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie "pulite" con resistenza penetrometrica normalizzata ($N_{1(60)}$) > 30 oppure $q_{c1N} > 180$ dove ($N_{1(60)}$) è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una pressione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.
4. distribuzione granulometrica del terreno che si pone all'esterno (in modo prevalente) di due curve granulometriche limite individuate rispettivamente per terreni con coefficiente di uniformità granulometria $U_c < 3,5$ e con $U_c > 3,5$.

Quando la condizione 1 non risulta soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3, e 4. Qualora nessuna delle suddette condizioni risulti soddisfatta e nel sottosuolo indagato siano presenti estese e potenti lenti di sabbie in falda, le NTC-2018 richiedono la verifica del coefficiente di sicurezza alla liquefazione.

Dalla verifica dei criteri di esclusione sopraccitati effettuata è emerso che il terreno di fondazione è composto prevalentemente da limi sabbiosi leggermente argillosi fino a profondità di almeno 30,0 m e che la falda freatica è posizionata a profondità maggiori a 15 m.

Ne deriva che il sito non necessita di una verifica alla liquefazione, essendo soddisfatte le condizioni di esclusione dalla verifica di liquefazione riportate precedentemente ai p.ti 2 e 4.

9 RESISTENZA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Le resistenze del terreno di fondazione sono state calcolate nelle condizioni statiche e sismiche, utilizzando l'Approccio 2 (A1+M1+R3). In queste verifiche sono state assunte le metodologie di analisi qui di seguito elencate.

- Azioni: pressioni omogenee determinate da carichi centrati e verticali applicati alle fondazioni;
- Resistenze del terreno: calcolate con il metodo di Brinch - Hansen (1970);
- Condizioni sismiche: considerando l'accelerazione sismica legata allo Stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e utilizzando il Metodo di calcolo proposto da Paolucci & Pecker;
- Condizioni drenate;
- Livello falda assente.

I coefficienti parziali utilizzati nella verifica sono riassunti nelle tabelle 5 e 6 estratte dalle N.T.C. (DM 17.01.2018).

Tabella 5: coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (tab. 6.2.II NTC 2018).

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6: coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali (tab. 6.4.I NTC 2018).

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per il calcolo è stata considerata una fondazione continua (trave rovescia), lunga 15,0 m e di larghezza variabile (0,8 m – 1,2 m). Nel calcolo è stato assunto un incastrato della fondazione nel terreno pari a 0,5 m e pressioni omogenee determinate da carichi centrati e verticali.

I valori di resistenza ottenuti dalle analisi effettuate sono riportati nelle seguenti tabelle.

Tabella 7: resistenze del terreno, relative al collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno, per fondazioni tipo trave rovescia, al variare delle dimensioni.

Larghezza (m)	Incastro (m)	Autore	Condizioni di analisi	Carico limite (kN/m ²)	Resistenza di progetto (kN/m ²)
0,8	0,5	Brinch - Hansen 1970	Statica drenata	358,31	155,79
			Sismica (drenata)	348,55	151,54
1	0,5	Brinch - Hansen 1970	Statica drenata	389,63	169,41
			Sismica (drenata)	379,02	164,79
1,2	0,5	Brinch - Hansen 1970	Statica drenata	422,74	183,80
			Sismica (drenata)	411,22	178,79

10 INQUADRAMENTO DEL LOTTO NEI PIANI URBANISTICI COMUNALI (P.A.T. - P.I.)

Il Piano di Assetto del Territorio di Sommacampagna non prevede “vincoli” (Tav. 1) o “invarianti” (Tav. 2) a carattere geologico per il sito di intervento e con la Carta delle Fragilità (Tav. 3) inserisce l’area occupata dal PUA nelle “Area idonea a condizione – tipologia 1” (Fig. 10).

Nelle “Aree idonee a condizione – tipologia 1” la normativa tecnica del PAT (art. 4.3.1.a delle N.T.A.) non prescrive vincoli all’edificabilità ma stabilisce che ogni intervento sia accompagnato da una relazione geologica che valuti il rispetto della normativa sulle costruzioni, particolarmente mirato alla stabilità dei versanti, e di quanto previsto dal Piano Regionale di Tutela delle Acque.

L’indagine effettuata con questo lavoro ha evidenziato il rispetto della normativa geologica, idrogeologica e quanto previsto dal Piano Regionale di Tutela delle Acque.

Relativamente a tale aspetto, sulla base delle indagini e valutazioni fatte nella presente relazione, è possibile riassumere quanto segue:

- Nel sito interessato dal progetto la falda freatica è collocata ad una profondità superiore a 40,0 m dal piano di campagna;
- I terreni che costituiscono il suolo e il sottosuolo sono caratterizzati da una permeabilità bassa che protegge le acque ipogee da possibili contaminazioni dirette;
- L’area di intervento non rientra in aree a rispetto idrogeologico di sorgenti o pozzi per acqua idropotabile;

Sull’intero territorio comunale è presente il Vincolo sismico relativamente al quale il progetto deve rispettare quanto stabilito dal Decreto Ministeriale del 14/01/18 (Nuove Norme Tecniche per le costruzioni) e dalla Delibera della Regione Veneto n. 71 del 14/01/2008.

La modellazione stratigrafica e le analisi effettuate in questo studio hanno permesso di escludere che la realizzazione del progetto possa determinare effetti geologici sull’ambiente circostante.

Da quanto sopra riportato si può quindi affermare che la realizzazione del progetto rispetta quanto disposto dal Piano di Regionale di Tutela delle Acque e quanto stabilito dal P.A.T. e dal P.I: del Comune di Sommacampagna.

Non è quindi necessario prevedere misure di tutela, salvaguardia e/o mitigazione.

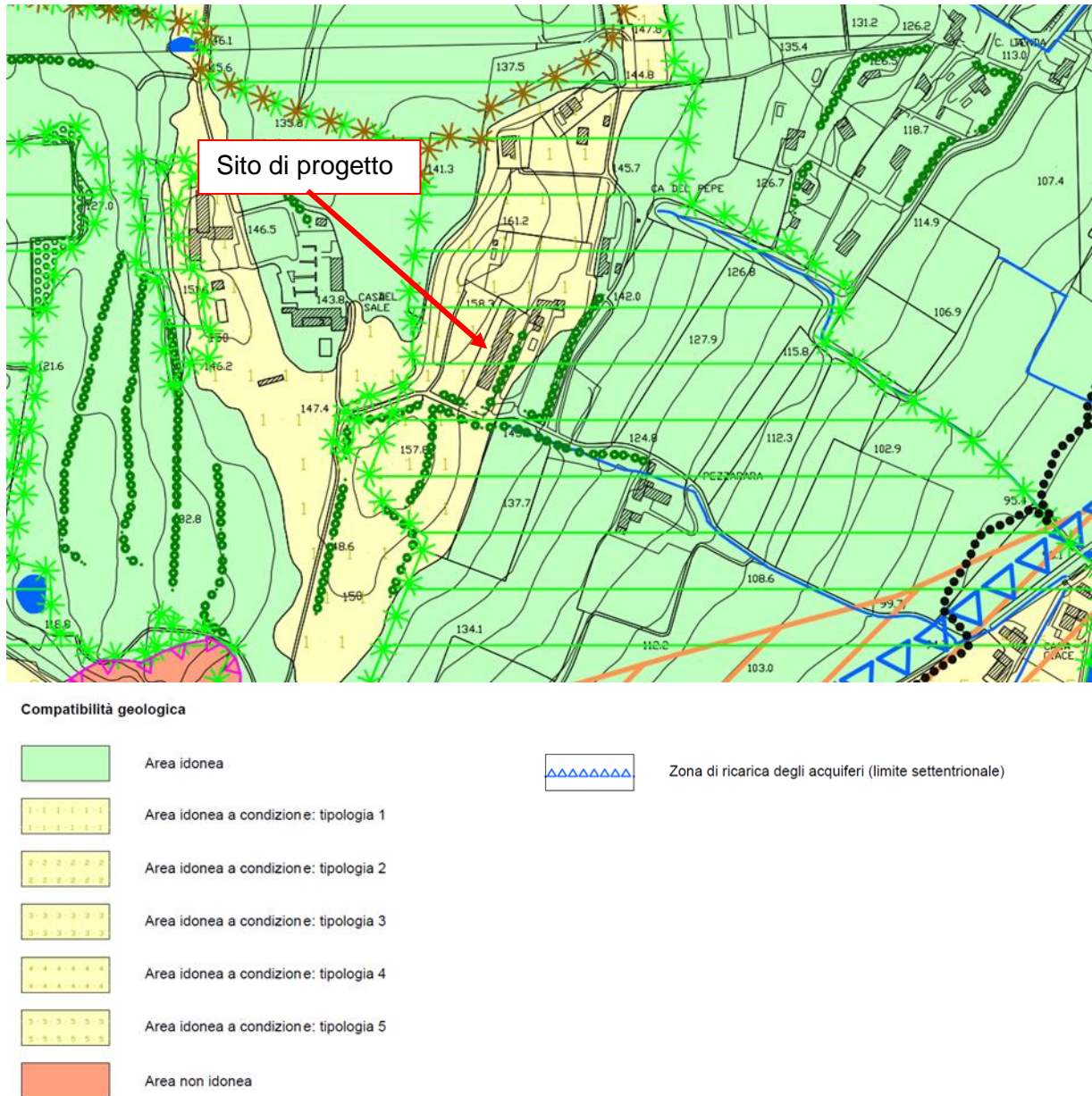


Fig. 10: P.A.T. - Carta della Fragilità (Tav. 3), con posizionato l'edificio interessato dal progetto.

11 SCARICO PER LE ACQUE REFLUE DOMESTICHE

Il progetto prevede di realizzare quattro edifici residenziali che necessiteranno di uno scarico per “acque reflue domestiche” da effettuarsi nel suolo, previo trattamento in fossa tipo Imhoff, non essendo possibile effettuare il collegamento alla fognatura pubblica. Le acque, dopo essere state chiarificate, saranno scaricate, tramite un “Pozzetto di cacciata”, in un tubo disperdente posizionato internamente al suolo vegetale (sub-irrigazione).

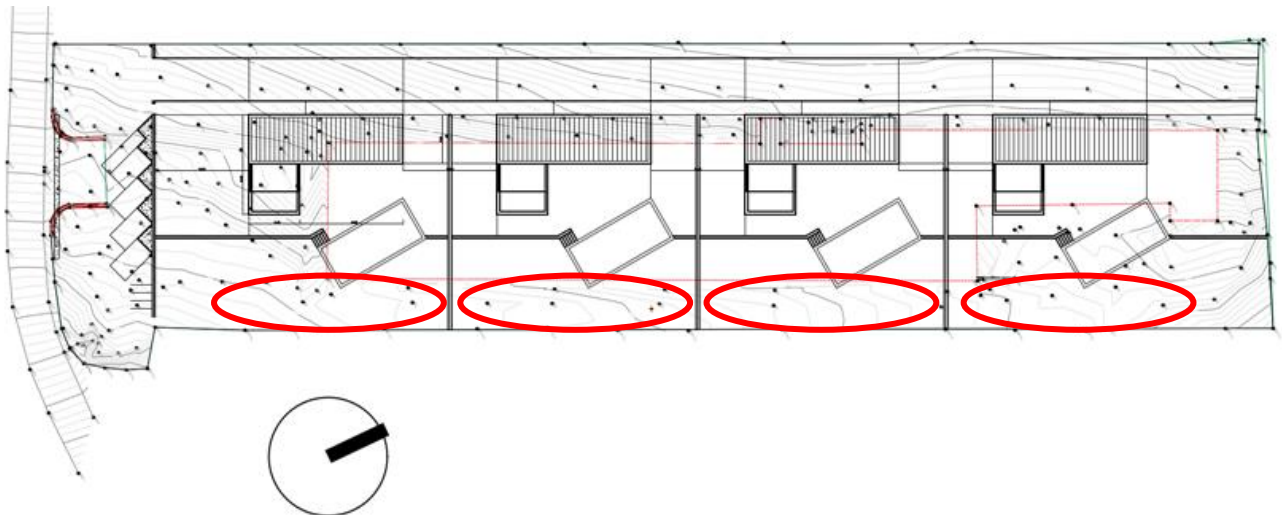


Fig. 11: planimetria di progetto (non in scala) con cerchiato in rosso le zone dove si intendono realizzare gli scarichi nel suolo.

11.1 Inquadramento normativo

Secondo la normativa vigente (D.lgs. n°152 del 03/04/06 aggiornato con D.lgs n°4 del 16/01/08, art.103, comma 1, a) lo scarico al suolo è vietato, fatta eccezione per alcuni casi tra i quali quello previsto dall’art. 100, comma 3: “Per insediamenti, installazioni o edifici isolati che producono acque reflue domestiche, le Regioni individuano sistemi individuali o altri sistemi pubblici o privati adeguati ... omissis”.

Per la normativa regionale si deve fare riferimento al Piano Regionale di Tutela delle Acque, approvato con Delibera del Consiglio Regionale n.107 del 5 novembre 2009. Tale Piano suddivide il territorio regionale in Zone omogenee di protezione dall’inquinamento e classifica l’area oggetto della presente relazione come appartenente alla “Zona montana e collinare”.

All’art. 21, comma 1 spiega che “per le installazioni o edifici isolati non colettibili alla rete fognaria pubblica, e comunque per un numero di A.E. inferiore a 50, sono ammessi trattamenti individuali delle acque reflue domestiche nelle modalità elencate ai punti “a”, “b” e “c” dello stesso articolo, oppure con trattamenti diversi ma che garantiscano almeno analoghi risultati.

L’Art. 30, comma 1 elenca i casi in cui è possibile scaricare le acque reflue sul suolo dove il caso studiato in questo lavoro è previsto alla lettera c) “insediamenti, installazioni o edifici isolati, che scaricano acque reflue domestiche, ai quali si applicano i sistemi di trattamento individuali previsti all’articolo 21”.

Il trattamento che si intende realizzare nel caso in oggetto è quello descritto alla lettera "b" dell'art. 21, qui di seguito riportato.

Art. 21 delle Norme di Attuazione del Piano di Tutela Acque

b) Vasca Imhoff seguita da dispersione nel terreno mediante subirrigazione. Il sistema è idoneo per terreni con buone capacità di assorbimento nello strato superficiale (1-1,5 metri). E' necessario, di norma, che il terreno sia piantumato con idonea vegetazione. In relazione alla profondità e alla vulnerabilità della falda, a valle della vasca Imhoff e a monte della subirrigazione può essere prevista la presenza di filtri a sabbia o sabbia/ghiaia, e inoltre, di norma, deve essere prevista l'obbligatorietà della piantumazione del terreno, con specie quali pioppi, salici, ontani, canna comune, o altre specie ritenute idonee allo scopo. Nel caso in cui sia fisicamente impossibile, per esempio per carenza di spazio, la realizzazione di quanto sopra, vanno comunque adottate le misure e le tecniche in grado di garantire la medesima protezione ambientale;

La tipologia di scarico raccomandata per l'edificio in progetto è la subirrigazione in quanto permette di disperdere le acque negli strati superficiali del suolo dove la presenza di sostanza organica e la maggiore ossigenazione del terreno favoriscono i processi chimico-fisici naturali di autodepurazione delle acque scaricate.

11.2 Dimensionamento dello scarico per le acque reflue domestiche

Il dimensionamento del sistema fognario (trattamento primario e scarico) avviene valutando il numero massimo di abitanti equivalenti (AE) recapitanti nello scarico.

Per ogni abitante equivalente si intende un carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno che corrisponde a quanto viene prodotto mediamente in un giorno da un abitante.

Il numero di abitanti equivalenti (AE) per il caso in esame è stato calcolato con le modalità riassunte nella seguente tabella.

Tabella 8: indicazioni per il calcolo degli abitanti equivalenti (tabella normalmente in uso da numerosi Enti)

Casa di civile abitazione:	1 a.e. per camera da letto con superficie fino a 14 mq 2 a.e. per camera da letto con superficie uguale a 14 mq + 1 a.e. ogni 7 mq in più
Albergo/complesso ricettivo:	come per le case di civile abitazione
Fabbriche/lab. artigianali:	1 a.e. ogni 2 dipendenti, fissi o stagionali, durante la massima attività
Ditte/uffici commerciali:	1 a.e. ogni 3 dipendenti fissi o stagionali, durante la massima attività
Ristoranti/trattorie:	1 a.e. ogni 3 posti (massima capacità ricettiva delle sale da pranzo 1,20 mq per persona)
Bar/Circoli/Club:	1 a.e. ogni 7 persone
Scuole:	1 a.e. ogni 10 posti banco
Cinema/Stadi/Teatri:	1 a.e. ogni 30 posti

Per gli edifici in progetto è previsto un numero di abitanti equivalenti (AE) per edifici pari a:

$$\mathbf{AE = 6/abitazione.}$$

Per dimensionare lo scarico si considera una quantità di acqua allo scarico pari a 300 l/di per abitante equivalente. Tale portata è prevista nell' Allegato A2, par. 3.2.5 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto.

Lo scarico in progetto, visto il numero di AE (8), dovrà essere in grado di disperdere una portata massima pari a

$$\mathbf{Q = 1.800 \text{ l/di.}}$$

Il calcolo della portata dispersa dal sistema di sub-irrigazione viene effettuato applicando la nota legge di Darcy.

$$Qf_{\max} = k \cdot Af \cdot J$$

con:

Qf_{\max} , la portata di infiltrazione [m^3/s];

k , la costante di permeabilità in mezzo saturo [m/s];

J , la cadente piezometrica [m/m];

Af , la superficie netta d'infiltrazione.

Considerando una condotta disperdente lunga 15,0 m, posizionata in una trincea larga 0,5 m, e un coefficiente di permeabilità $K = 1,53 \times 10^{-6}$ m/s, ottenuta riducendo il valore di permeabilità misurato ($K = 3,06 \times 10^{-6}$ m/s) con un coefficiente $F=2$, si ottiene una portata pari a 1982 l/di e quindi sufficiente a disperdere la portata massima prevista per lo scarico (1800 l/di).

Per garantire la funzionalità dello scarico la trincea disperdente dovrà avere dimensioni uguali o maggiori a: larghezza 0,5 m, lunghezza superiore a 15,0 m e profondità 0,75 m.

Le tubazioni di subirrigazione potranno essere suddivise in più tratti e realizzate con tubi in cemento o in PVC, del diametro di 10 - 20 cm, con fori circolari larghi 2,0 cm, posti sulla parte inferiore del tubo e spaziate di 20 - 25 cm. I tubi disperdenti dovranno essere messi in opera con pendenza minore o uguale a 0,5%. Per la posa delle tubazioni si procederà allo scavo di una trincea profonda almeno 75 cm e larga 50 cm. La parte inferiore della trincea, e tutto intorno la tubazione, dovrà essere riempita con materiale drenante (fig. 12) misto cava (5mm< Φ <30mm) avvolto da un geotessuto sottile (100-150 g/mq). La trincea dovrà essere sigillata superficialmente con uno strato di terreno argilloso poco permeabile, il cui spessore sia uguale o maggiore a 15 cm.

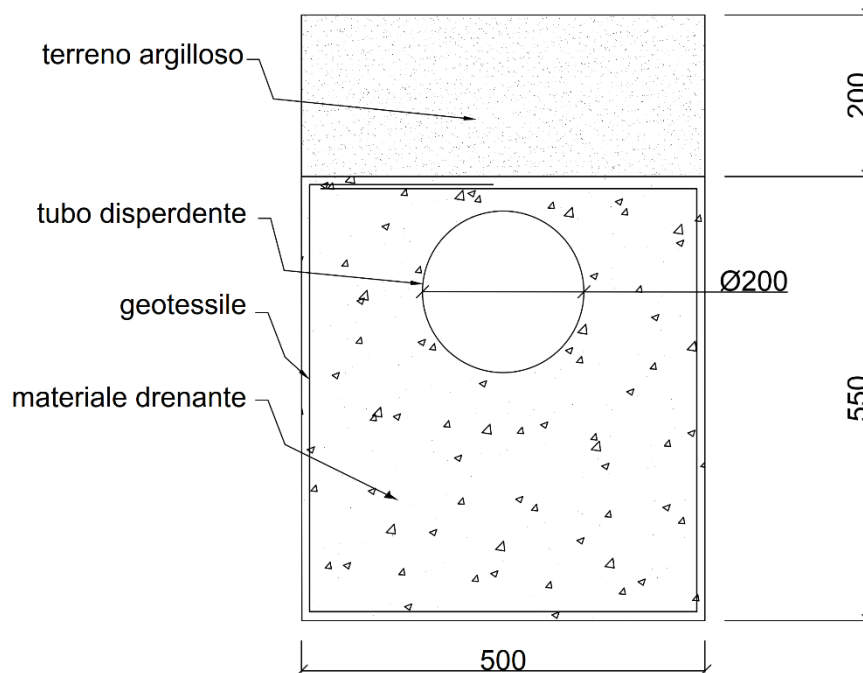


Fig. 12: schema di posa del tubo disperdente nella trincea (misure in mm)

11.3 Pozzetto degrassatore

Il pozzetto degrassatore deve essere installato a monte della fossa Imhoff al fine di trattenere residui solidi, grassi, oli vegetali e animali e detersivi, derivanti da cucine o da operazioni di lavaggio.

Il degrassatore consiste in una “vasca in cemento di calma” in cui si dà modo agli oli, grassi, schiume, di flottare secondo meccanismi fisici di separazione.

Prima della sua messa in funzione deve essere riempito di acqua chiara; questa operazione deve essere eseguita ad ogni intervento di pulizia, effettuato da autospurgo specializzato almeno una volta all'anno.

Nel caso in esame il degrassatore dovrà essere dimensionato per un numero di abitanti equivalenti pari a 6 o maggiore.

11.4 Dimensionamento indicativo della Fossa “IMHOFF”

La fossa “Imhoff” dovrà essere dimensionata per almeno 6 A.E.

Il Piano di Tutela delle Acque adottato dalla Regione Veneto prescrive per il dimensionamento di questa tipologia di vasche, i seguenti parametri di dimensionamento minimo da garantire in sede di progetto:

COMPARTO DI SEDIMENTAZIONE 0,05 m³/abitante;

COMPARTO DI DIGESTIONE FANGHI 0,15 m³/abitante”.

I due comparti dovranno avere le seguenti dimensioni minime:

COMPARTO DI SEDIMENTAZIONE $\geq 0,30$ m³.

COMPARTO DI DIGESTIONE FANGHI $\geq 0,90$ m³.

La vasca dovrà inoltre essere svuotata periodicamente dai fanghi con l'accortezza di mantenere, al termine di ogni operazione, una porzione di fango entro la fossa al fine di innescare più rapidamente il processo biologico anaerobico.

12 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dagli studi e analisi svolte è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- Il sottosuolo del sito di progetto è rappresentato da depositi glaciali costituiti da sabbie limoso argillose con ghiaia, molto addensate che superficialmente, per i primi 1,80 m, risultano essere leggermente detensionati.
- Gli stessi materiali hanno caratteristiche drenanti scarse, con permeabilità sull'ordine di $3,0 \times 10^{-6}$ m/s, dovute alla frazione fine e al loro elevato addensamento.
- La falda freatica presente nel sottosuolo si colloca a elevata profondità (>20m) per cui è possibile escludere interferenze tra l'intervento in progetto e l'assetto idrogeologico locale;
- Ai fini della caratterizzazione sismica si è visto che il lotto interessato dal progetto appartiene ad una Categoria topografica T1 e che il sottosuolo rientra nella Categoria "B". I parametri sismici da adottare nei calcoli o verifiche strutturali sono riportati nel Capitolo 8.
- Vista la profondità della falda, superiore a 20 m, e la composizione del sottosuolo è possibile escludere che la zona studiata possa essere soggetta a fenomeni di liquefazione legati all'azione sismica.
- Il terreno di fondazione (deposito glaciale) ha discrete caratteristiche geotecniche e i suoi parametri caratteristici sono riportati in tabella 2, (Capitolo 6).
- La morfologia del sito e l'assenza di indicatori cinematici permettono di escludere la presenza di problematiche geologiche, in atto o potenziali, relative alla stabilità globale del sito.
- In assenza delle azioni che agiranno sulle fondazioni è stata valutata, in via indicativa, la resistenza del terreno (Capitolo 9), considerando che siano applicate pressioni omogenee determinate da forze verticali e centrate. I valori ottenuti sono riportati in tabella 7.
- Dalle analisi fatte in questo lavoro è emerso che la realizzazione del progetto rispetta quanto disposto dal Piano di Regionale di Tutela delle Acque e quanto stabilito dal P.A.T. e dal P.I. del Comune di Sommacampagna.
- La zona interessata dal progetto non è servita dalla pubblica fognatura per cui, vista la condizione idrografica e idrogeologica del sito, le acque reflue domestiche verranno trattate da una vasca tipo Imhoff e scaricate nel suolo superficiale tramite un sistema di dispersione detto "sub-irrigazione"; le modalità e la sezione tipo del sistema disperdente sono descritte nel Capitolo 11.


Roverè Veronese li: 05 febbraio 2022

Dott. geol DARIO GASPARI


(Firmato digitalmente)




ALLEGATO 1**Stratigrafia delle trincee esplorative**

Trincea – T1		
Prof. [m] dal p.c.	Litologia	
0,0 – 2,00	Limo sabbioso ghiaioso con ciottoli (glaciale)	

Trincea - T2

Prof. [m] dal p.c.	Litologia	
0,0 - 0,50	Sabbia ghiaioso limosa (Riporto)	
0,50 - 0,95	Limo sabbioso ghiaioso con ciottoli (glaciale)	

Trincea - T3

Prof. [m] dal p.c.	Litologia	
0,0 - 0,4	Limo sabbioso argilloso con sabbia e ghiaia (Suolo)	
0,4 - 2,0	Limo sabbioso ghiaioso con ciottoli (glaciale)	

ALLEGATO 2

Schede delle prove di permeabilità in pozzetto

PROVA DI PERMEABILITA' IN POZZETTI SUPERFICIALI

(AGI 1977)

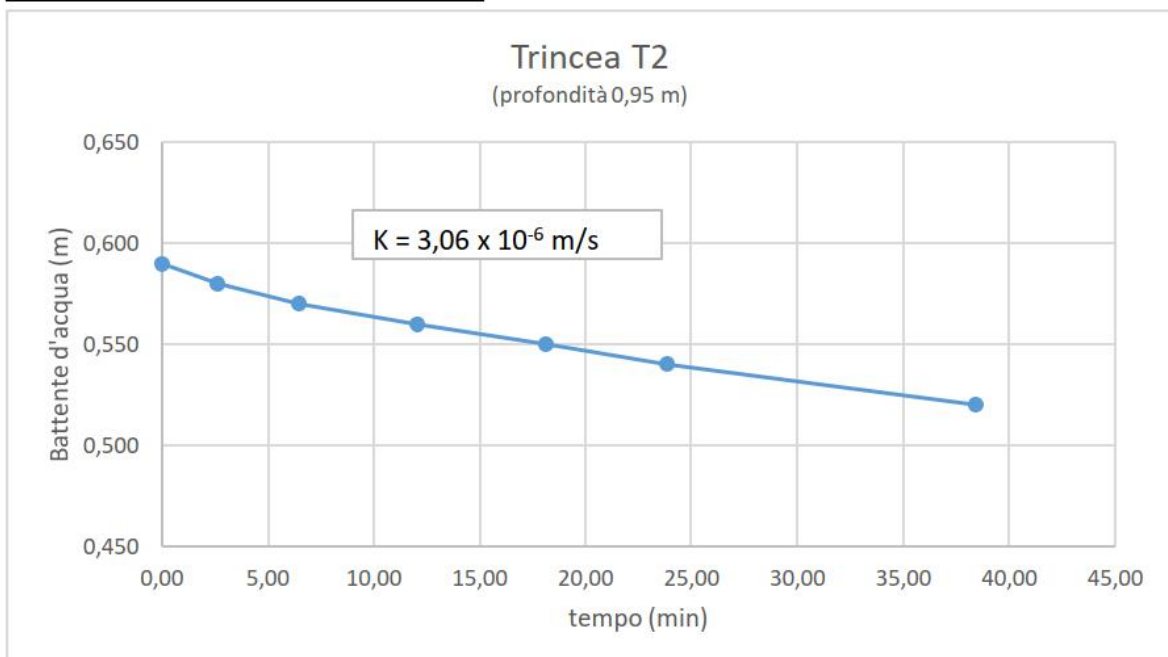
Cantiere:	PUA di Via Pezzara - Sommacampagna (VR)	data:	20/11/2020
Pozzetto:	T2	Prova:	K2
Litologia:	Limi ghiaiosi leggermente argillosi		

Dimensioni pozzetto (m)	
lato pozzetto quadrato (b) =	0,57
profondità scavo =	0,95

profondità (m)	Tempo (min)	Battente "H" (m)
0,360	0,00	0,590
0,370	2,65	0,580
0,380	6,50	0,570
0,390	12,07	0,560
0,400	18,12	0,550
0,410	23,85	0,540
0,430	38,42	0,520

PROVA A CARICO VARIABILE

$$k = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \frac{1 + \left(2 \frac{h_m}{b}\right)}{\left(27 \frac{h_m}{b} + 3\right)}$$



ALLEGATO 3

Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

DPSH 1



DPSH 2



PARAMETRI GEOTECNICI

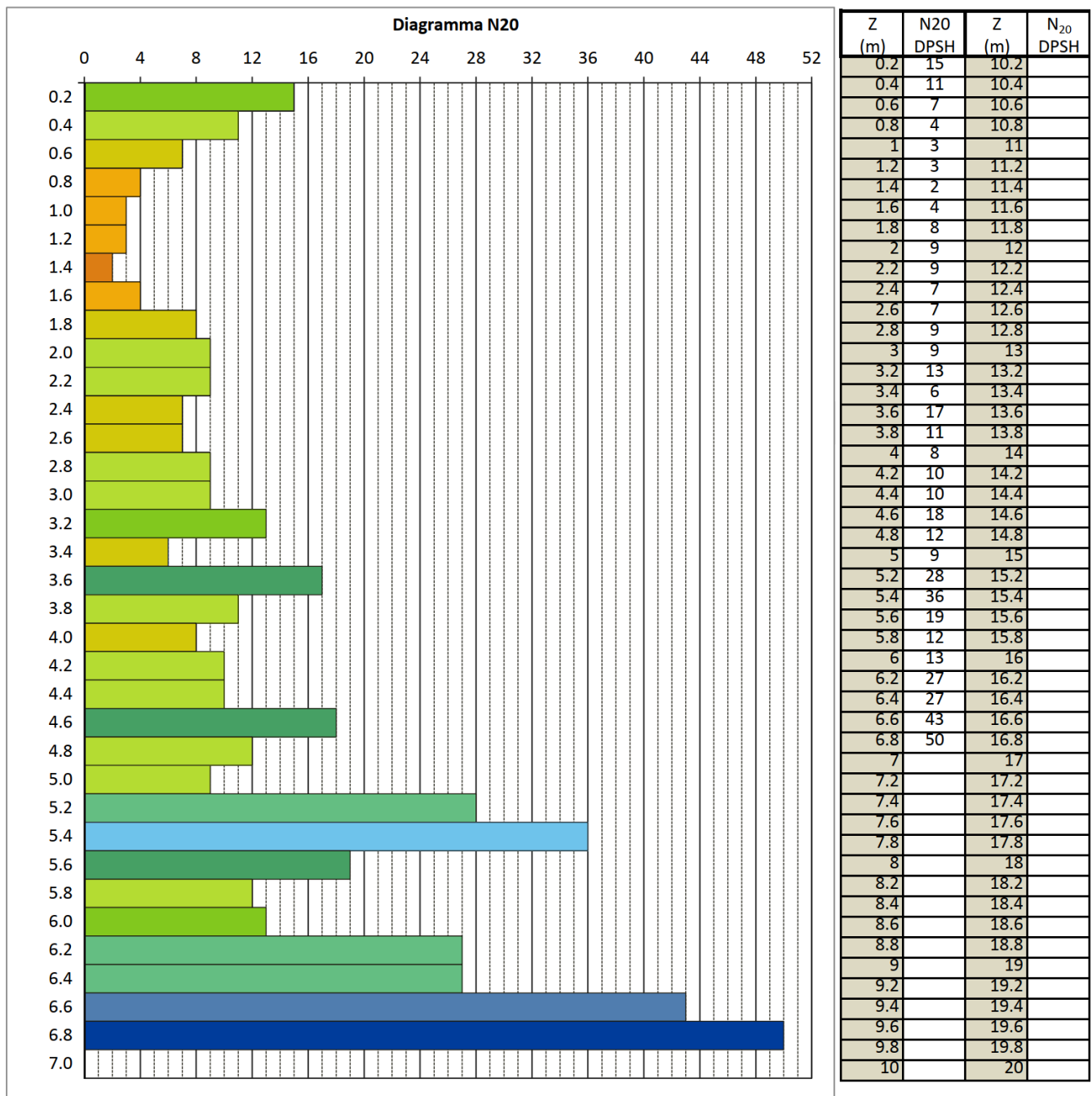
Comm.:	0	Legenda	
Sito:	Sommacampagna (VR)	Yt	Peso dell'unità di volume totale
Indirizzo:	Via Pezzarara 20	su	Resistenza o Coesione non drenata
Prova:	DPSH 1	Dr	Densità relativa
Data di indagine :	14 ottobre 2020	φ'	Resistenza drenata o angolo di attrito
Livello di Falda :	metri	OCR	Grado di sovraconsolidazione
Livello piezometrico:	3,70	Mo	Modulo edometrico
Latitudine:	metri	Ey	Modulo di Young
Longitudine:			

USCS	Quota base strato da p.c.	NSPT	Mayne (2009)	Ladd et al.	Wolff	Mayne et al.	Mayne et al. (Vs)	Mayne et al.	Lambe & Withman (1983)
Litologia	Z (m)		yt (kN/m ³)	su (kPa)	φ' (°)	Dr (%)	OCR	Mo (MPa)	Ey (MPa)
Ghiaia argillosa; Ghiaia sabbia e argilla	0,20	22	20,0	-	33	99	-	122,6	26,3
Ghiaia argillosa; Ghiaia sabbia e argilla	0,40	16	19,6	-	32	92	-	86,6	33,1
Sabbie limose; Sabbie molto fini	0,60	10	19,0	38	30	60	-	44,1	31,1
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	0,80	6	18,4	34	22	-	10,9	15,7	149,7
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	1,00	4	18,0	33	21	-	8,1	12,8	79,3
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	1,20	4	18,0	36	21	-	7,0	13,0	79,3
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	1,40	3	17,5	32	21	-	5,2	8,9	40,9
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	1,60	6	18,4	44	22	-	6,4	15,7	134,6
Sabbie limose; Sabbie molto fini	1,80	12	19,2	59	31	51	-	50,8	56,1
Sabbie limose; Sabbie molto fini	2,00	13	19,3	64	31	52	-	56,2	62,1
Sabbie limose; Sabbie molto fini	2,20	13	19,3	66	31	52	-	56,7	65,4
Sabbie limose; Sabbie molto fini	2,40	10	18,9	61	30	44	-	41,6	61,1
Sabbie limose; Sabbie molto fini	2,60	10	18,9	61	30	43	-	41,8	63,8
Sabbie limose; Sabbie molto fini	2,80	13	19,1	68	30	48	-	51,1	72,7
Sabbie limose; Sabbie molto fini	3,00	13	19,1	69	30	47	-	51,4	75,5
Ghiaia argillosa; Ghiaia sabbia e argilla	3,20	19	19,5	-	32	65	-	97,9	100,0
Sabbie argillose	3,40	9	18,7	64	29	35	-	26,5	64,9
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	3,60	25	19,9	-	33	69	-	115,3	114,5
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	3,80	16	19,3	-	31	57	-	79,1	100,4
Sabbie limose; Sabbie molto fini	4,00	12	18,9	73	30	41	-	45,5	81,0
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	4,20	15	19,2	-	31	54	-	73,9	99,7
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	4,40	15	19,2	-	31	52	-	70,6	98,7
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	4,60	26	19,8	-	33	67	-	116,5	123,3

Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	4,80	17	19,4	-	31	56	-	81,5	108,2
Sabbie limose; Sabbie molto fini	5,00	13	19,0	79	30	42	-	48,0	88,1
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	5,20	41	20,3	-	36	85	-	191,2	154,0
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	5,40	52	20,7	-	40	92	-	220,7	166,9
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	5,60	28	20,0	-	34	66	-	117,9	131,2
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	5,80	17	19,4	-	31	53	-	79,0	112,8
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	6,00	19	19,5	-	32	55	-	84,1	117,3
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	6,20	39	20,3	-	36	80	-	162,2	158,3
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	6,40	39	20,3	-	36	77	-	156,6	157,0
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	6,60	63	20,9	-	41	95	-	244,0	186,8
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	6,80	73	21,0	-	43	99	-	275,8	199,1

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

Commessa: 0	Strumento - PAGANI TG63-200	
Sito: Sommacampagna (VR)	Caratteristiche strumentali:	
Indirizzo: Via Pezzarara 20	Peso massa battente: 63,5 kg	Angolo apertura punta: 90°
Prova: DPSH 1	Peso sistema di battuta: 1,8 kg	Diametro punta conica: 51,0 mm
Data di indagine: 14 ottobre 2020	Peso aste: 6,31 Kg/m	Area di base punta: 20,43 cm ²
Livello falda: 3.70 metri	Altezza di caduta: 0,75 m	Avanzamento punta: 20 cm
	Lunghezza aste: 1,0 m	Rivestimento: no



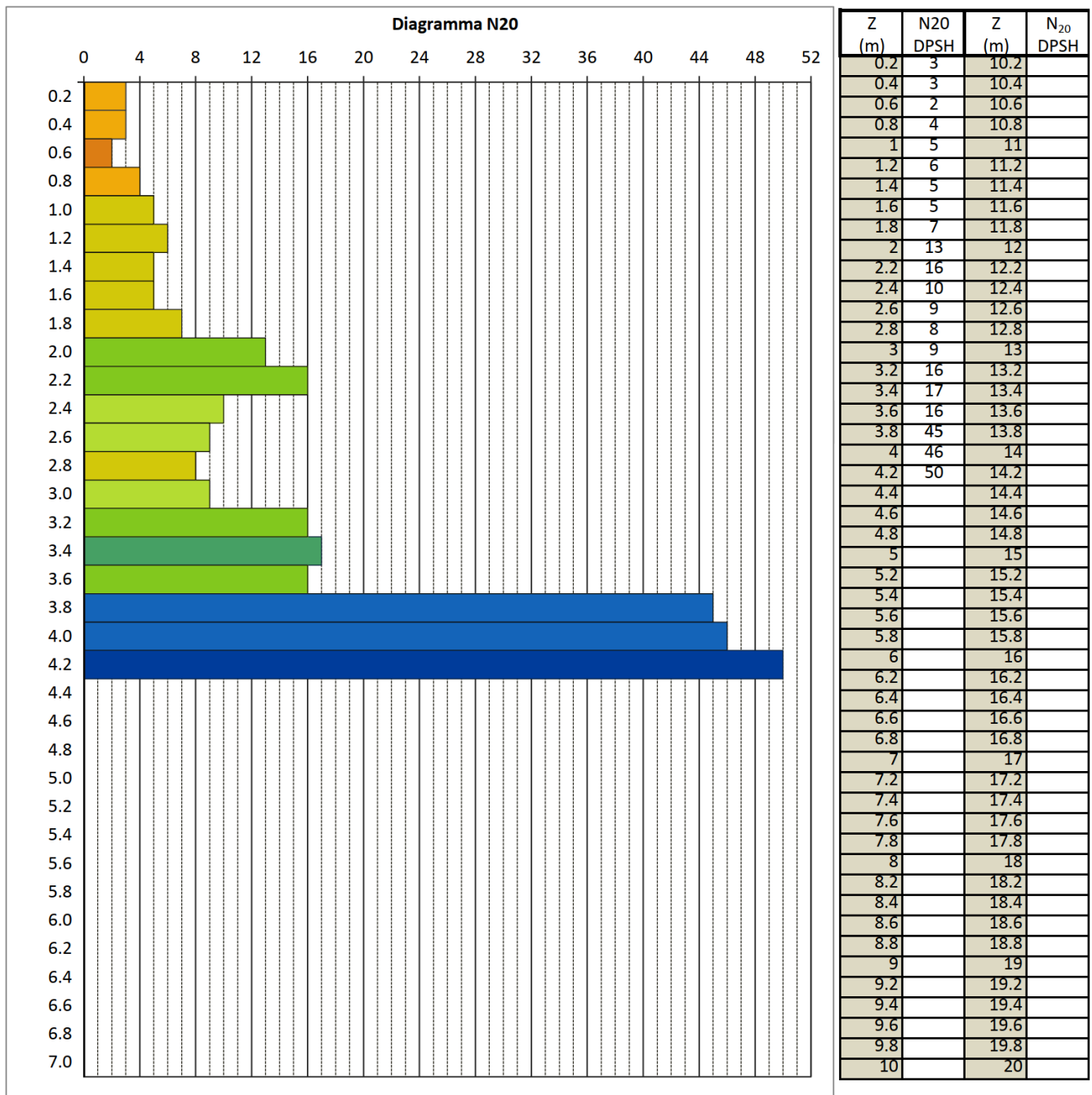
PARAMETRI GEOTECNICI

Comm.: 0	Legenda
Sito: Sommacampagna (VR) Via Pezzarara 20	yt Peso dell'unità di volume totale
Indirizzo: DPSH 1	su Resistenza o Coesione non drenata
Prova: 14 ottobre 2020	Dr Densità relativa
Data di indagine : metri	ϕ' Resistenza drenata o angolo di attrito
Livello di Falda : metri	OCR Grado di sovraconsolidazione
Livello piezometrico: metri	Mo Modulo edometrico
Latitudine:	Ey Modulo di Young
Longitudine:	

USCS	Quota base strato da p.c.	NSPT	Mayne (2009)	Ladd et al.	Wolff	Mayne et al.	Mayne et al. (Vs)	Mayne et al.	Lambe & Withman (1983)
Litologia	Z (m)		yt (kN/m3)	su (kPa)	ϕ' (°)	Dr (%)	OCR	Mo (MPa)	Ey (MPa)
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	0,20	4	18,1	19	21	-	31,3	14,5	89,1
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	0,40	4	18,1	24	21	-	17,9	11,8	79,3
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	0,60	3	17,6	24	21	-	10,8	8,9	45,5
Argille; Argille limose; Argille ghiaiose e sabbiose	0,80	6	18,4	34	22	-	11,7	15,6	149,7
Sabbie limose; Sabbie molto fini	1,00	7	18,6	40	29	47	-	33,2	34,9
Sabbie limose; Sabbie molto fini	1,20	9	18,8	46	30	50	-	38,8	41,3
Sabbie limose; Sabbie molto fini	1,40	7	18,6	45	29	43	-	32,2	40,9
Sabbie limose; Sabbie molto fini	1,60	7	18,6	47	29	42	-	32,6	44,0
Sabbie limose; Sabbie molto fini	1,80	10	19,0	56	30	48	-	42,8	53,1
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	2,00	19	19,7	-	33	73	-	98,4	78,8
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	2,20	23	20,0	-	34	79	-	115,2	89,6
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	2,40	15	19,4	-	31	60	-	78,3	77,7
Sabbie limose; Sabbie molto fini	2,60	13	19,2	67	31	48	-	50,8	69,8
Sabbie limose; Sabbie molto fini	2,80	12	19,0	65	30	45	-	46,7	69,6
Sabbie limose; Sabbie molto fini	3,00	13	19,1	69	30	47	-	51,4	75,4
Ghiaia argillosa; Ghiaia sabbia e argilla	3,20	23	19,7	-	33	72	-	114,0	107,5
Sabbie argillose	3,40	25	19,9	93	33	56	-	78,2	94,6
Ghiaia limosa; Ghiaia sabbia limo	3,60	23	19,8	-	33	68	-	110,3	112,2
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	3,80	66	21,0	-	42	99	-	296,8	171,1
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	4,00	67	21,0	-	42	99	-	303,4	177,7
Ghiaia pulita da poco a ben assortita; Ghiaia con sabbia	4,20	73	21,0	-	43	99	-	329,7	188,2

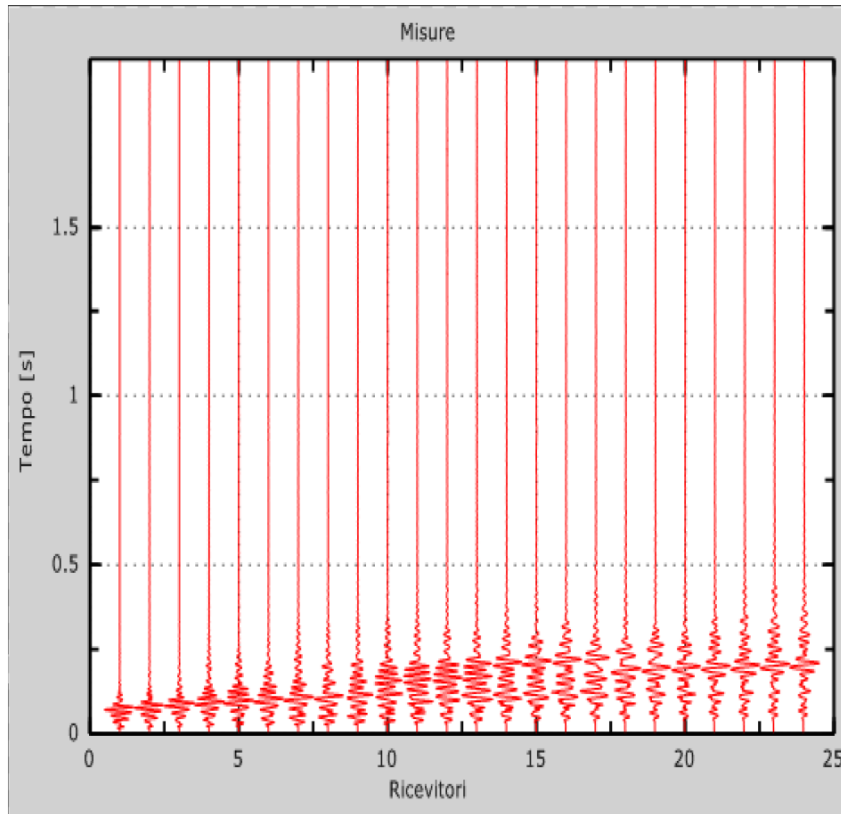
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

Commessa: 0	Strumento - PAGANI TG63-200	
Sito: Sommacampagna (VR)	Caratteristiche strumentali:	
Indirizzo: Via Pezzarara 20	Peso massa battente: 63,5 kg	Angolo apertura punta: 90°
Prova: DPSH 1	Peso sistema di battuta: 1,8 kg	Diametro punta conica: 51,0 mm
Data di indagine: 14 ottobre 2020	Peso aste: 6,31 Kg/m	Area di base punta: 20,43 cmq
Livello falda: Assente	Altezza di caduta: 0,75 m	Avanzamento punta: 20 cm
	Lunghezza aste: 1,0 m	Rivestimento: no

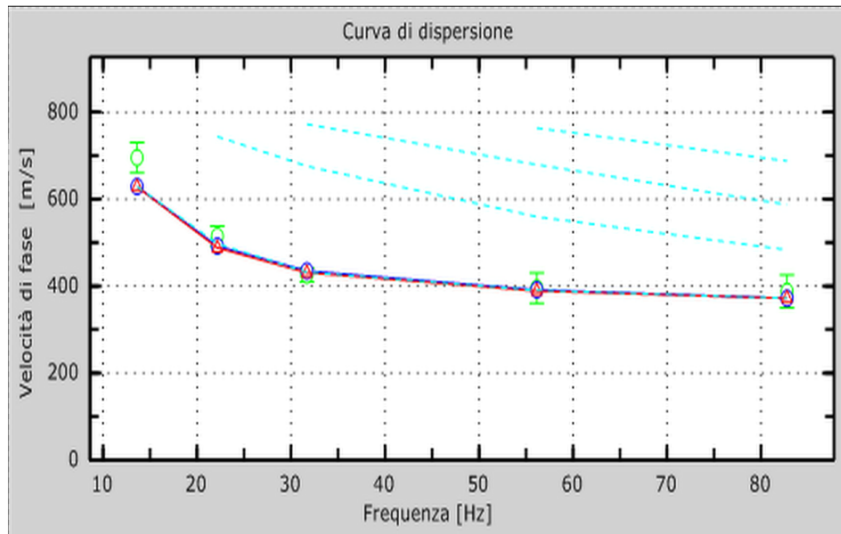


ALLEGATO 4

Stendimento sismico MASW



Sismogramma nel dominio spazio - tempo



Adattamento curva sperimentale - curva teorica - Errore 12%

V_{Seq} calcolata in base al art. 3.2.2. del NTC-18

Prof. posa fondazione in m da pc= 0.0

$V_S \quad 0 / 30 = 598 \quad \text{m/sec}$

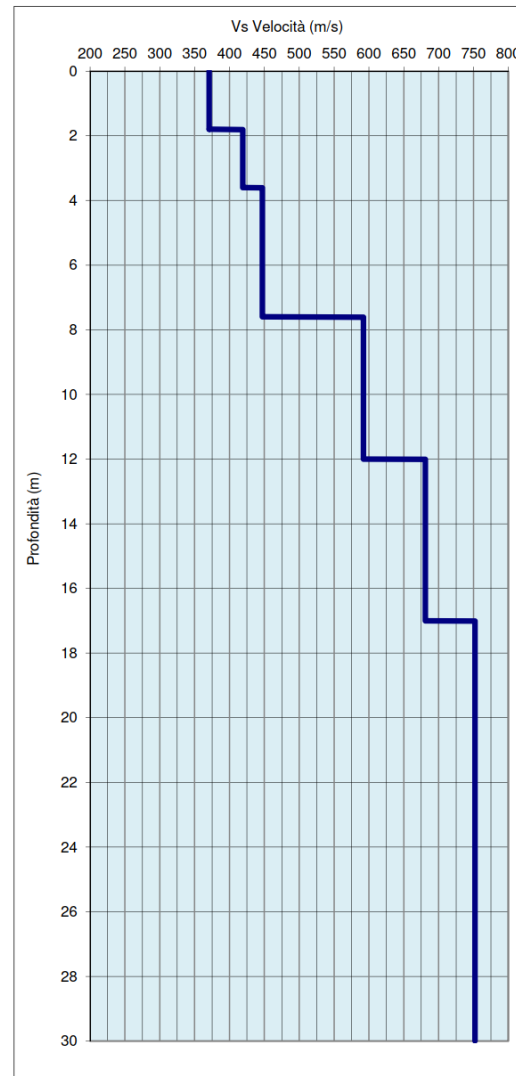


Grafico velocità/profondità onde di taglio Vs

Risultati elaborazione				
Strato	Profondità da	a	Spessore m	Vel m/sec
1	0.00	1.80	1.80	371
2	1.80	3.60	1.80	419
3	3.60	7.60	4.00	447
4	7.60	12.00	4.40	592
5	12.00	17.00	5.00	681
6	17.00	30.00	13.00	752

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

$V_{Seq} = 598 \quad \text{m/sec}$

velocità calcolata tra p.c. e H = 30 m

Si ricorda che in base all' art 3.2.2 del DM 17 gennaio 2018 la Vseq di progetto è riferita al piano di imposta delle fondazioni superficiali o alla testa dei pali in caso di fondazioni profonde od opere di sostegno di terreni naturali.

Geometria indagine

Sismografo	PASI GEA24
Geofoni	Geospace
N° geofoni a 4,5Hz	24
Spaziatura geofoni	2.0 m
Lunghezza stendimento geofonico	46.0 m
Energizzazione	10.0 m
Lunghezza totale stendimento	56.0 m

PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE METODOLOGIA MASW	
COMMITTENTE:	
LOCALITÀ: Via Pezzara 20 Sommacampagna (VR)	
CANTIERE: Realizzazione nuovi edifici	
DATA: 14.11.2020	G.S.C. Indagini Geognostiche Via Carpi, 21 San Martino in Rio (RE) tel. 333.42.73.452 gsc.inge@gmail.com
FILE: masw_	
Dir. Lavori:	
<i>Rif. 77_20</i>	