

COMMITTENTI:

**CARRARO S.p.a.**  
**FINANCAR S.p.a.**

COMMESSA:

**“OPERE DI COMPLETAMENTO LOTTIZZAZIONE  
FOSCARINI – TERZO STRALCIO FUNZIONALE E  
SECONDO STRALCIO NORD”**

Comune di Nervesa della Battaglia (TV) – Via Priula

ELABORATO:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

DATA:

Treviso, 01/10/2021

REGIONE DEL VENETO  
PROVINCIA DI TREVISO  
COMUNE DI NERVESA DELLA BATTAGLIA

## **RISTRUTTURAZIONE DI UN EDIFICIO AD USO COMMERCIALE**

### **INDAGINE GEOGNOSTICA RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

NTC 2018 "Norme tecniche per le costruzioni" – D.M. del 17.01.2018

**COMMITTENTE: CARRARO S.P.A.**

**Lovadina di Spresiano, 04.06.2020**



*Paolo Sivieri*

## SOMMARIO

<b>1.0 OGGETTO</b> .....	<b>3</b>
1.1 OBIETTIVI .....	3
1.2 UNITA' DI MISURA.....	3
1.3 INDAGINI IN SITO.....	3
<b>2.0 RIFERIMENTI PLANOALTIMETRICI</b> .....	<b>4</b>
2.1 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA DI INDAGINE .....	4
<b>3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b> .....	<b>6</b>
<b>4.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>7</b>
<b>5.0 SONDAGGI A ROTAZIONE</b> .....	<b>8</b>
5.1 PROVE S.P.T. ....	8
<b>6.0 MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO</b> .....	<b>10</b>
6.1 PARAMETRI GEOTECNICI.....	10
<b>7.0 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>10</b>
7.1 FONDAZIONI SUPERFICIALI - PARAMETRI PER LA VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) .....	10
<b>8.0 RISPOSTA SISMICA LOCALE</b> .....	<b>11</b>
8.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO.....	11
8.2 INDAGINE SISMICA CON TECNICA "RE.MI." .....	14
8.3 CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	17
8.4 PERICOLOSITA' DEL SITO .....	17
<b>9.0 VERIFICA ALLA STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE</b>	<b>18</b>
<b>10.0 COMPATIBILITA' GEOLOGICA</b> .....	<b>19</b>
<b>ELENCO DEGLI ALLEGATI</b> .....	<b>20</b>

## 1.0 OGGETTO

Per incarico della Carraro S.p.a. è stata eseguita un'indagine geognostica, geologica e geotecnica, secondo quanto previsto dalle NTC2018 "Norme tecniche per le costruzioni" – D.M. 17.01.2018, finalizzata allo studio dei terreni di fondazione per il progetto di ristrutturazione di un edificio ad uso commerciale in via Priula 103-105 a Nervesa della Battaglia (Tv).

### 1.1 OBIETTIVI

Inquadramento geomorfologico, geologico e idrogeologico dell'area.

Definizione del modello geologico e geotecnico del terreno.

Definizione dei parametri geotecnici finalizzati alle verifiche SLU e SLE delle fondazioni.

Valutazione della risposta sismica locale, della categoria sismica del sottosuolo e del rischio sismico locale.

Verifica alla stabilità nei confronti della liquefazione.

### 1.2 UNITA' DI MISURA

Si ricorda che, approssimativamente,  $100 \text{ kPa} \approx 1 \text{ kg/cm}^2$ ,  $10 \text{ kN/mc} = 1 \text{ t/m}^3$

$1 \text{ MPa} \approx 10 \text{ kg/cm}^2$ .

### 1.3 INDAGINI IN SITO

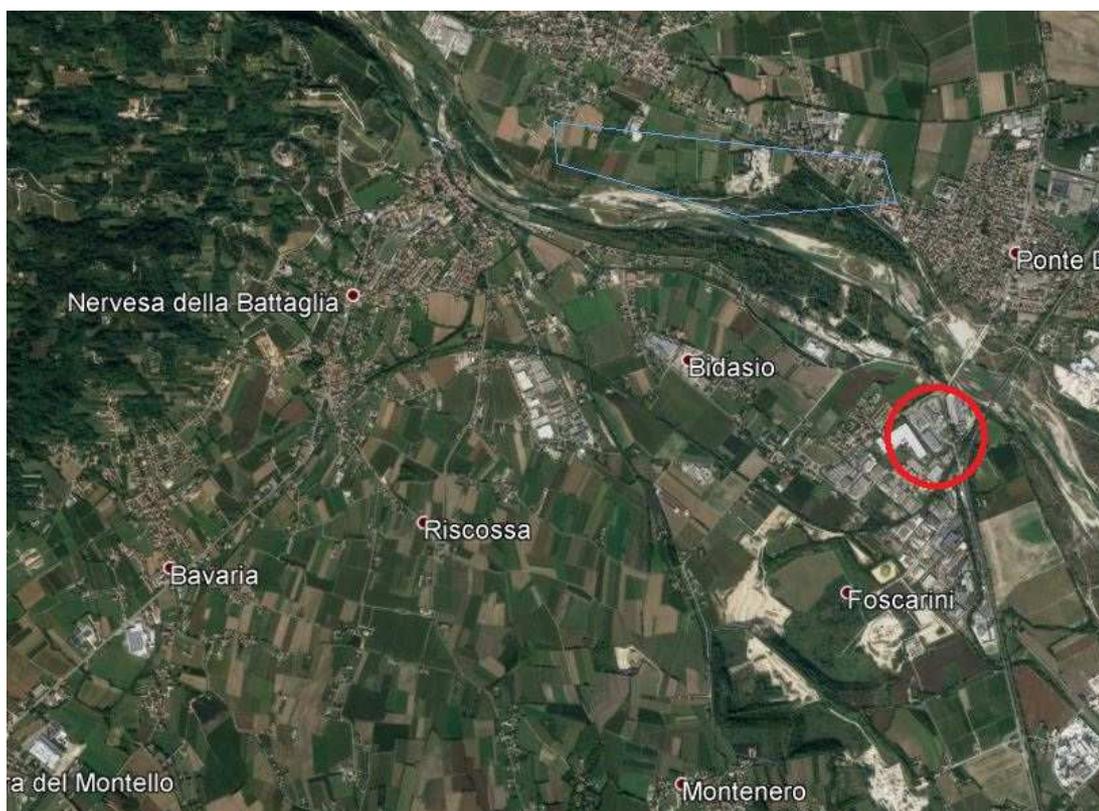
L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 10.0 m dal piano campagna, nel corso del quale sono state eseguite n. 3 prove SPT (Standard Penetration Test; A.S.T.M. D1586-67).

## 2.0 RIFERIMENTI PLANOALTIMETRICI

L'inizio dei punti di sondaggio corrisponde al piano campagna esistente, avente quota media di circa 68 m s.l.m.

## 2.1 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA DI INDAGINE

L'area in oggetto è ubicata nella zona industriale a Sud-Est di Nervesa, a poche centinaia di metri dal Fiume Piave, rispetto al quale si trova in destra idrografica. L'inquadratura topografica dell'area è visibile nelle figure 1 e 2 (Immagine satellitare – Google Earth 2018).

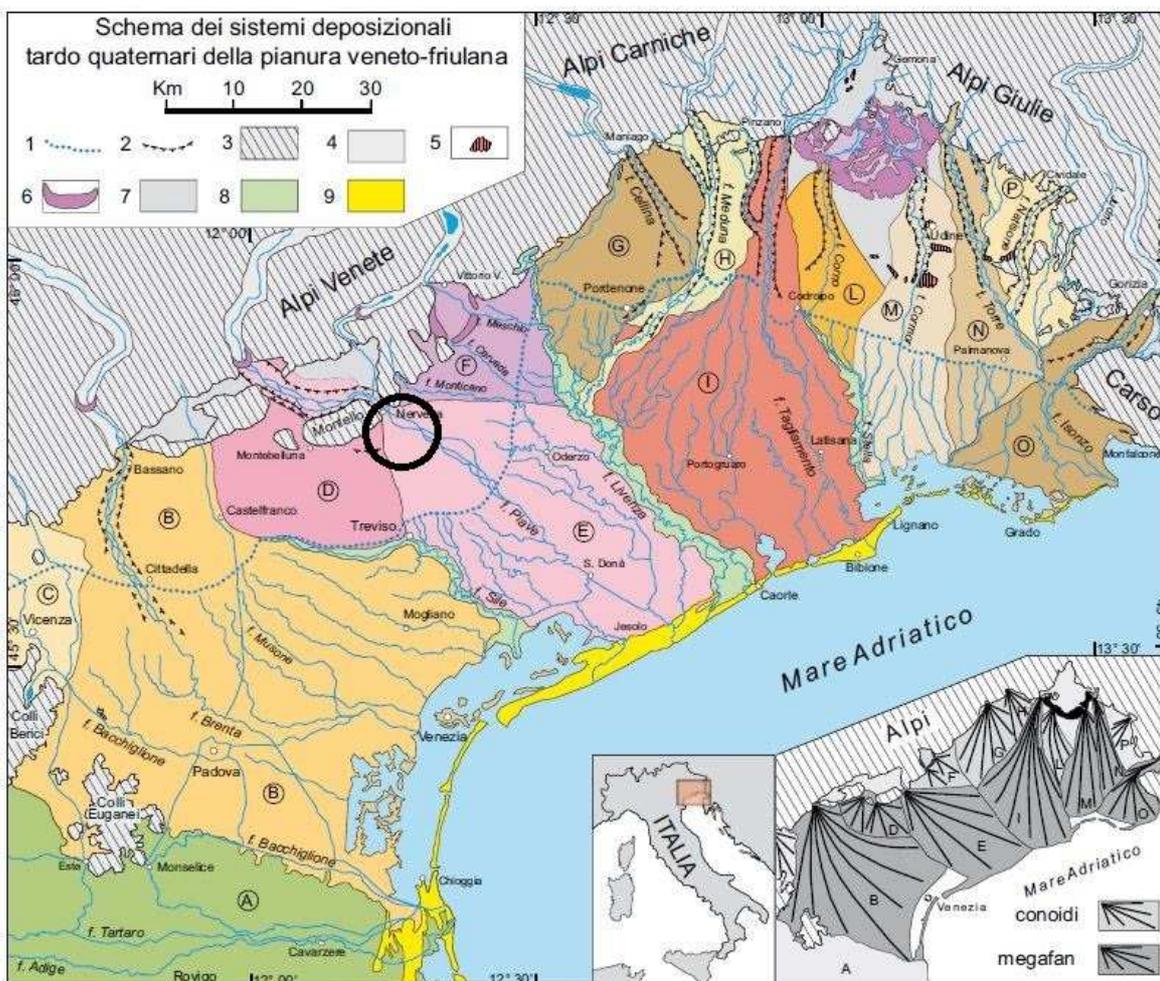


**FIGURA 1**  
**UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE DA FOTO SATELLITARE**  
**(Google Earth 2018)**



**FIGURA 2**  
**UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE**  
**IMMAGINE SATELLITARE - DETTAGLIO**  
**(Google Earth 2018)**

### 3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

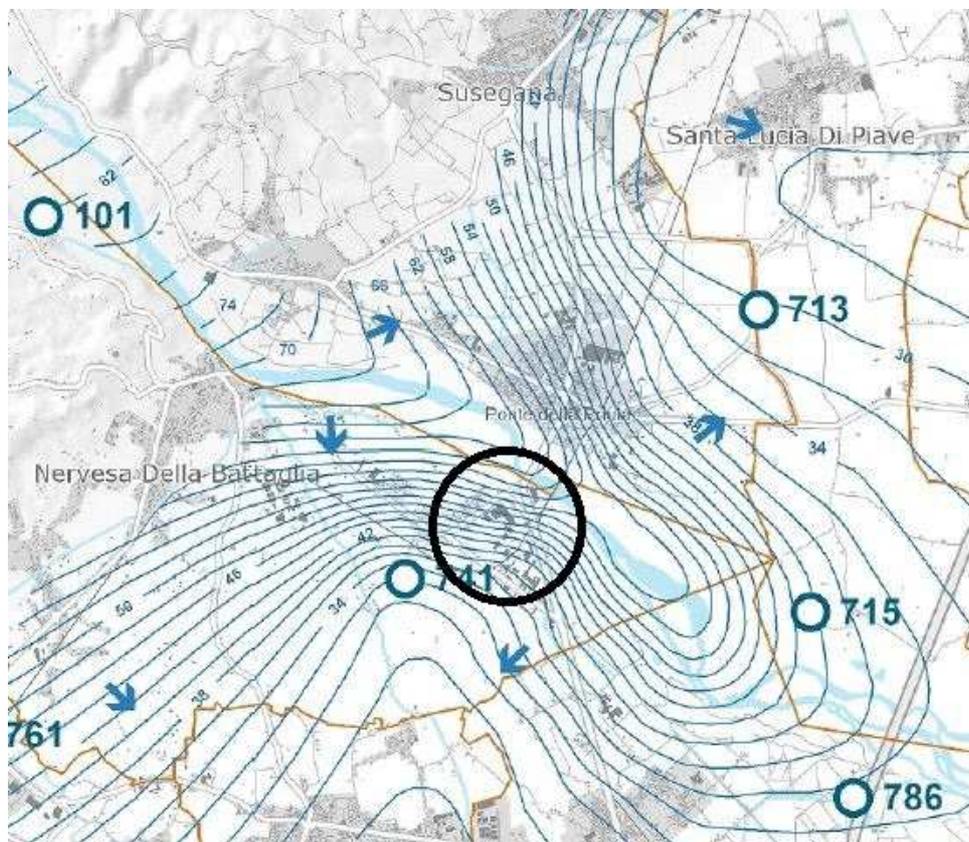


Schema dei sistemi deposizionali tardo quaternari della pianura veneto-friulana (modificato da Fontana et al., 2008). Nel riquadro in basso a destra uno schizzo semplificato dei conoidi e megafan. Simboli: 1) limite superiore delle risorgive; 2) orlo di terrazzo fluviale; 3) aree montuose e collinari; 4) principali valli alpine; 5) terrazzi tettonici; 6) cordoni morenici; 7) depositi di interconioide e delle zone intermontane; 8) depositi dei principali fiumi di risorgiva; 9) sistemi costieri e deltizi. Lettere: (A) pianura dell'Adige, (B) megafan del Brenta, (C) conoide dell'Astico, (D) megafan di Montebelluna, (E) megafan di Nervesa, (F) conoide del Monticano-Cervada-Meschio, (G) conoide del Cellina, (H) conoide del Meduna, (I) megafan del Tagliamento, (L) conoide del Corno, (M) megafan del Cormor, (N) megafan del Torre, (O) megafan dell'Isonzo, (P) conoide del Natisone.

**FIGURA 3**  
**SISTEMI DEPOSIZIONALI TARDO QUATERNARI DELLA PIANURA VENETO-FRIULANA (Bondesan et alii, 2008)**

Dal punto di vista geologico la zona è costituita dai depositi post-glaciali del fiume Piave, appartenenti al grande conoide del Piave defluente dal varco di Nervesa (megafan alluvionale di Nervesa); le alluvioni sono prevalentemente di natura ghiaioso sabbiosa a Nord e di natura limoso sabbiosa a Sud. In base all' indagine eseguita il sottosuolo risulta costituito da ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa molto addensata. Il piano campagna non presenta ravvisabili indizi di fenomeni erosivi o di instabilità, in atto o potenziali.

#### 4.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO



**FIGURA 4**  
**ESTRATTO DALLA CARTA DELLE ISOFREATICHE**  
**DELLA PROVINCIA DI TREVISO**  
**(M. MAZZOLA, DEFLUSSI DI MAGRA ANNO 2002)**

La falda, come risulta dallo stralcio della carta delle isofreatiche della Provincia di Treviso, si trova ad una quota s.l.m. di circa 52 m (magra 2002), con direzione di deflusso da NNE verso SSW. All'interno del foro di sondaggio non è stata rinvenuta falda.

## 5.0 SONDAGGI A ROTAZIONE

Per l'esecuzione dei carotaggi è stata utilizzata una sonda Atlas Mustang A65 autocarrata su Astra BM16 4x4; le caratteristiche tecniche principali sono le seguenti:

- testa di rotazione con 20-630 r/min attraverso un cambio a 8 rapporti, con coppia max. di 1000 kgm;
- slitta con corsa di 3700 mm, trazione e spinta di 8000 kg;
- pompa fanghi Nenzi triplex con portata massima di 200 lt/min a 50 bar;

Il carotaggio è stato eseguito con perforazione a circolazione di acqua, usando un carotiere semplice da 101 mm (L = 1.5/3.0 mm) e rivestimenti metallici da 127 mm di diametro; le carote di terreno estratte sono state classificate a vista e descritte dal punto di vista geotecnico, fotografate e riposte in cassette catalogatrici.

### 5.1 PROVE S.P.T.

Nel corso dei sondaggi sono state effettuate prove di Standard Penetration Test; la prova S.P.T., codificata dalla norma A.S.T.M. D1586-67, consiste nell'infiggere nel terreno il campionatore Raymond sul fondo del foro di sondaggio, per mezzo di un martino a sganciamento automatico del peso di 63.4 kg da un'altezza di caduta di 75 cm. Viene rilevato il numero di colpi N necessario per la penetrazione di tre tratti consecutivi di 15 cm: il valore  $N_{spt}$  è dato dalla somma dei colpi ottenuti nel secondo e terzo tratto.

La prova viene sospesa quando per un tratto il numero di colpi supera 50 (rifiuto). In ghiaie o terreni molto compatti la scarpa del campionatore Raymond viene sostituita con una punta conica con angolo di apertura di 60°.

La prova viene sospesa quando per un tratto il numero di colpi supera 50 (rifiuto). In ghiaie o terreni molto compatti la scarpa del campionatore Raymond viene sostituita con una punta conica con angolo di apertura di 60°.

I valori di angolo d'attrito sotto riportati sono stati calcolati sulla base della densità relativa ricavata dalle seguenti formule:

$$D_r = 0.22 N_{spt}^{0.57} \left(100 \frac{\sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{-0.14} \quad (\text{sabbia})$$

$$D_r = 0.25 N_{spt}^{0.44} \left(100 \frac{\sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{-0.13} \quad (\text{sabbia e ghiaia})$$

$$D_r = 0.18 N_{spt}^{0.57} \left(100 \frac{\sigma'_{vo}}{p_a}\right)^{-0.14} \quad (\text{sabbia ghiaiosa})$$

(Yoshida e Kokusho, 1988)

Per la stima dell'angolo di attrito sono state utilizzate le seguenti formule per differenti granulometrie:

$$\Phi' (\text{°}) = 28 + 0.14 D_r \quad (\text{sabbia fine})$$

$$\Phi' (\text{°}) = 34.5 - 0.10 D_r \quad (\text{sabbia grossa ghiaiosa})$$

$$\Phi' (\text{°}) = 38 + 0.08 D_r \quad (\text{ghiaia sabbiosa})$$

S.P.T.	Profondità (m)	N <sub>spt</sub>	Rifiuto (cm)	Addensamento/consistenza	Dr (%)	Phi (°)
1	1.50-1.95	8	-	poco addensato	40	33
2	3.00-3.45	29	-	mod. addensato	64	38
3	4.50-4.95	39	-	addensato	69	>40

## 6.0 MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

### 6.1 PARAMETRI GEOTECNICI

Nella tabella seguente si riporta un riepilogo dei parametri stratigrafici e geotecnici del sottosuolo, ricavati dall'elaborazione delle verticali di indagine:

da p.c. a - 1.80 m;

terreno di riporto costituito da limo ghiaioso, poco addensato;

da -1.80 m a -5.00 m da p.c.:

ghiaia eterometrica con sabbia medio fine; si stima:  $\phi' \approx 38^\circ$ ,  $\gamma_s \approx 22.0 \text{ kN/m}^3$ ;

da -5.00 m a -10.00 m da p.c.:

ghiaia eterometrica in scarsa matrice sabbiosa; si stima:  $\phi' \approx > 40^\circ$ ,  $\gamma_s \approx 22.0 \text{ kN/m}^3$ ;

Per i dettagli si rimanda alla stratigrafia allegata.

## 7.0 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

A titolo orientativo si forniscono i parametri geotecnici che possono essere utilizzati dal calcolatore nelle verifiche agli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) per eventuali fondazioni superficiali. Nel caso in oggetto il terreno di fondazione è costituito da ghiaia eterometrica con sabbia molto addensate.

### 7.1 FONDAZIONI SUPERFICIALI - PARAMETRI PER LA VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Ai fini della determinazione della resistenza di progetto  $R_d$  si indicano al Progettista Strutturale i seguenti **parametri geotecnici caratteristici cautelativi** da adottare per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

angolo di attrito:  $\phi_k = 38^\circ$   
peso di volume :  $\gamma_k = 22.0 \text{ kN/m}^3$

La verifica agli stati limite ultimi della fondazione prevede che sia soddisfatta la relazione  $E_d \leq R_d$  dove:

$E_d$  = Azione di progetto

$R_d$  = Resistenza di progetto

La resistenza di progetto  $R_d$  calcolata con tali parametri dovrà essere confrontata con l'azione di progetto  $E_d$ ; se risulterà  $R_d > E_d$ , la verifica, per quanto riguarda gli stati limite ultimi, sarà soddisfatta.

## **8.0 RISPOSTA SISMICA LOCALE**

L'area in oggetto, ubicata nel comune di Nervesa della Battaglia è stata confermata "zona 2", ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 e successive modifiche.

### **8.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO SISMICO**

La normativa sismica vigente (Norme Tecniche per le Costruzioni – Decreto 17/01/2018 del Ministero delle Infrastrutture (GU n. 42 del 20/02/2018)) impone, per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, la stima del fattore di amplificazione dell'energia sismica causato dai diversi terreni in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica.

In base alla zona di classificazione sismica, i nuovi edifici costituiti, così come quelli in ristrutturazione, devono essere adeguati alle corrispondenti normative vigenti antisismiche.

-Norme Tecniche per le Costruzioni. Decreto 17/01/2018 del Ministero delle Infrastrutture (GU n. 42 del 20/02/2018);

-Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006). 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 1/05/2006);

-Ordinanza PCM 3274 (20/03/2003). Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003).

In mancanza di studi specifici della risposta sismica locale, la normativa vigente definisce cinque (A, B, C, D, E) categorie di suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità  $V_{s,30}$  (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali, o di taglio, nei primi 30 metri sotto il base delle fondazioni), decrescenti, e quindi ad effetti amplificativi crescenti.

Estratto dal § 3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche (NTC2018):

*«Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.*

### Categorie di sottosuolo sismico

<b>Categoria</b>	<b>Descrizione</b>
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche 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 da 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 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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.
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.

La  $V_{s,eq}$  è definita come la velocità media di propagazione delle onde di taglio (S) nei primi 30 metri di profondità e viene calcolata con la seguente espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 metri superiori.

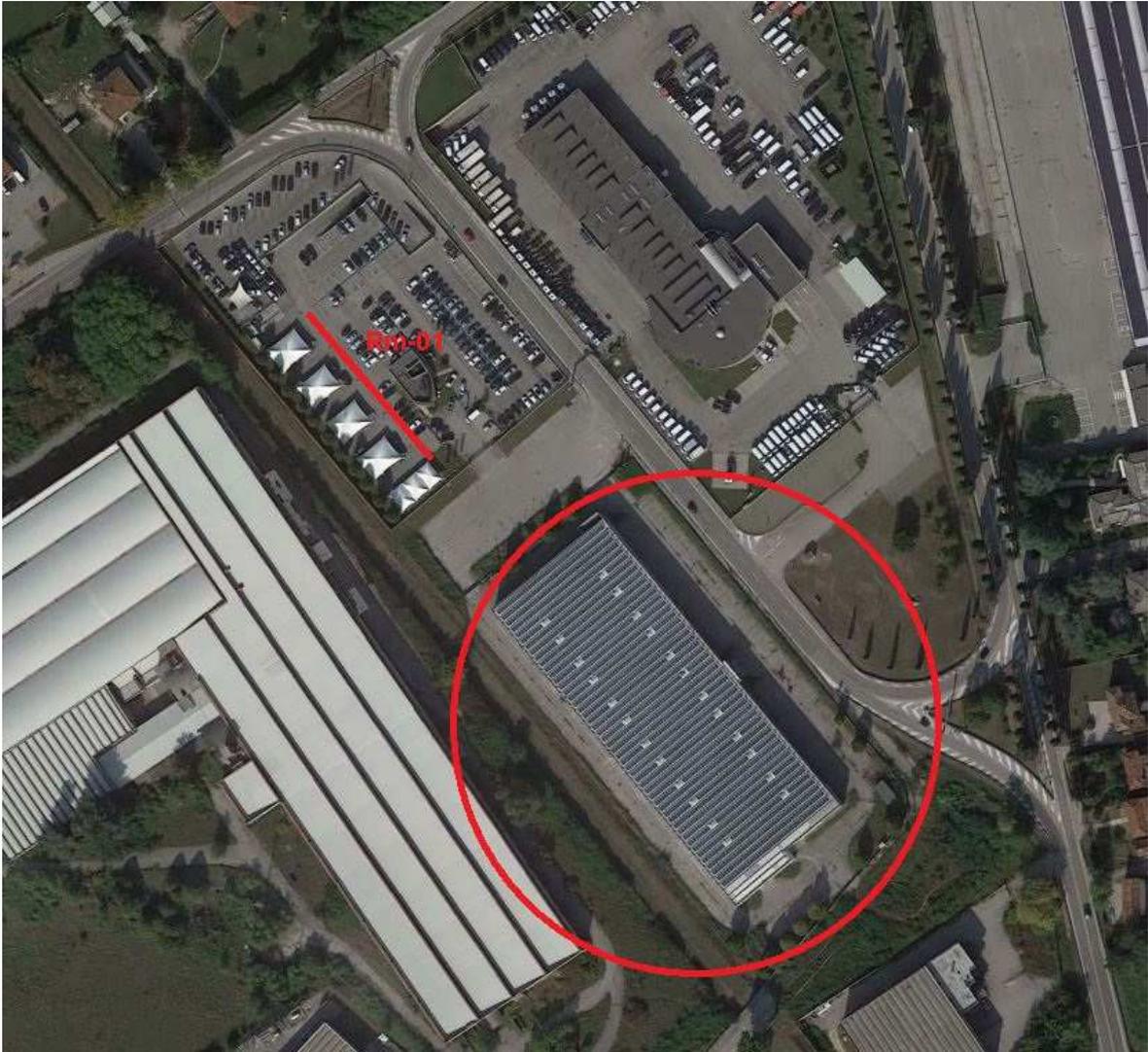
## 8.2 INDAGINE SISMICA CON TECNICA “RE.MI.”

Per la caratterizzazione sismica del sito, nel mese di Febbraio 2011, per la stessa Committenza, è stato eseguito un rilievo sismico con tecnica Re.Mi., finalizzato alla determinazione del profilo verticale della  $V_{s,eq}$ .

È stato realizzato uno stendimento con lunghezza 72 m (24 stazioni geofoniche con passo intergeofonico di 3 m) con direzione NW/SE in attraversamento al sedime.

Le misure Re.Mi. sono state eseguite con la strumentazione impiegata per i rilievi sismici a rifrazione e i dati sono stati acquisiti con un amplificatore sismico *Geometrics Geode Ultra - Light Exploration Seismograph* a 24 canali, con risoluzione di 24 bit nella conversione A/D, equipaggiato con geofoni a frequenza naturale di 4.5 Hz. I microtremori vengono generalmente registrati mediante uno stendimento lineare di 12 o più geofoni a bassa frequenza, variabile da 4 a 14 Hz, e tempi di registrazione di 15-30 s, senza la necessità di dover operare con una sorgente attiva.

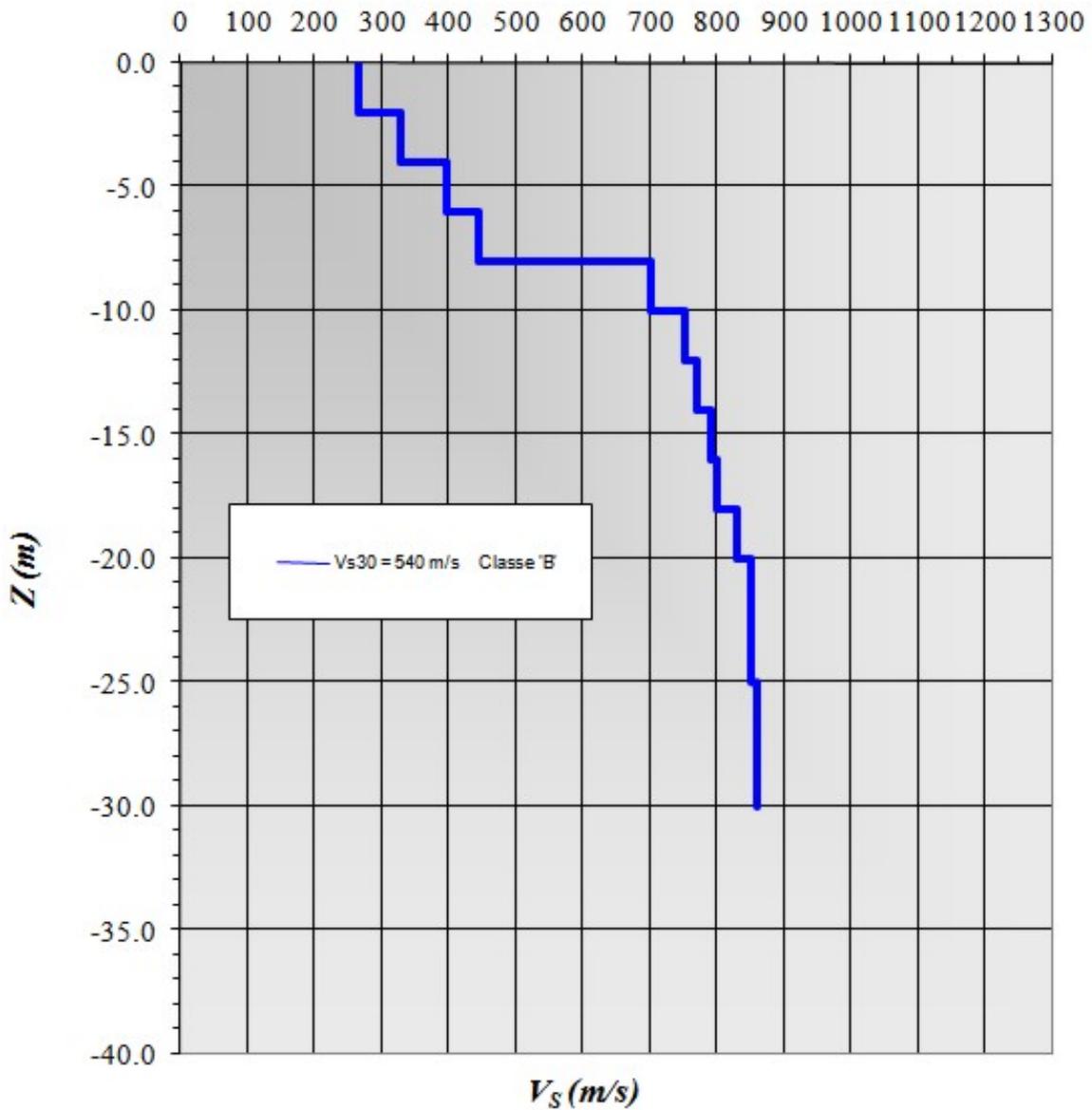
È quindi teoricamente possibile registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza è compreso nell'intervallo tra 2 Hz e 20-30 Hz. Questo intervallo di frequenza, in condizioni ottimali, può consentire di stimare, con buon dettaglio, il profilo della  $V_s$  nei primi 100 metri di profondità. Il sito è stato investigato con una stazione Re.Mi. (Rm-01) in corrispondenza della quale sono state acquisite 10 sessioni di registrazione ciascuna, con controllo in tempo reale dei dati. Le tracce sono state elaborate mediante il software commerciale “*ReMi*” della *Optim Ilc*.



**FIGURA 5**  
**UBICAZIONE DELLO STENDIMENTO DI MISURA DELLA  $V_{s30}$**   
**(LINEA ROSSA) DA IMMAGINE SATELLITARE (Google Earth 2018)**

Nella figura seguente si riporta il profilo verticale della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, come ricavato dal rilievo sismico Re.Mi.

### Stazione RM-1



Dalla modellazione diretta della curva è stato possibile stimare il profilo verticale della  $V_{seq}$  media pari a **540 m/s**.

Ai fini delle prescrizioni della vigente normativa in materia (NTC 2018) i suoli di fondazione del sito oggetto di studio appartengono alla **Classe B**, nella quale ricadono i depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti,

caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{seq}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

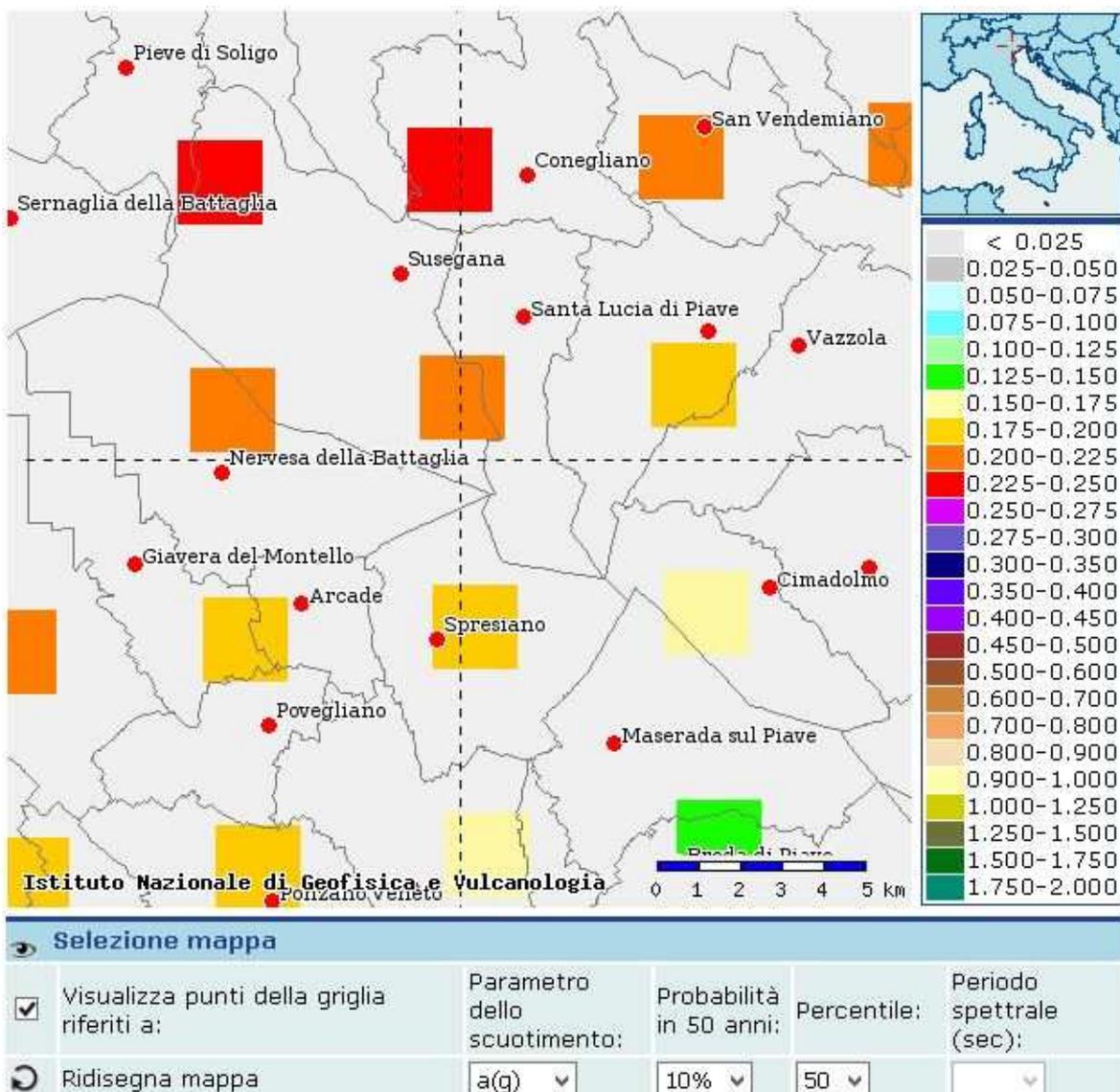
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
----------	--

### 8.3 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Il lotto di studio insiste su di un'area pianeggiante posta a una quota media di circa 68 m s.l.m.; la superficie topografica è pertanto classificabile in **categoria T1** “*superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* ”.

### 8.4 PERICOLOSITA' DEL SITO

Nella figura seguente si riportano i valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV) espresso in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% (SLV) in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_{s,30} > 800$  m/s; cat. A).



## 9.0 VERIFICA ALLA STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

In ragione dell'assenza della falda, la verifica alla stabilità nei confronti della liquefazione è stata omessa.

#### 7.11.3.4.2 *Esclusione della verifica a liquefazione*

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. 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 (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

#### **Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 - 7.11.3.4.2**

### **10.0 COMPATIBILITA' GEOLOGICA**

In relazione agli esiti dell'indagine si ritiene il progetto in esame compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito in oggetto.



## **ELENCO DEGLI ALLEGATI**

- PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINE
- STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

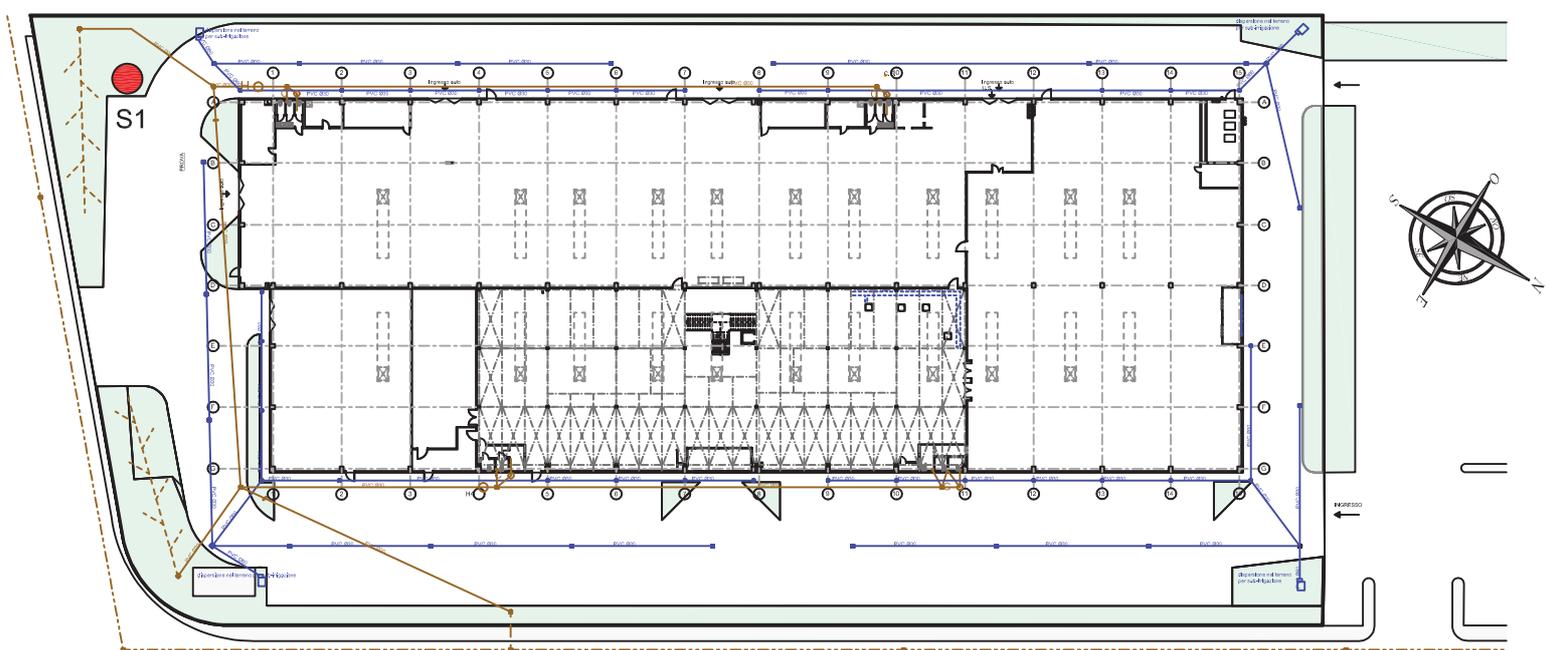


FIGURA 6: PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINE  
SCALA 1:1000





Sondaggio S1 – Cassetta N. 1 : da 0.0 m a 5.0 m



Sondaggio S1 – Cassetta N. 2 : da 5.0 m a 10.0 m