

**Committente:**

**RTM Service S.r.l.**

**Oggetto opera:**

**Costruzione edificio commerciale in Via  
Sempione, Vergiate (VA)**

**Titolo Documento:**

**Relazione Geologica (R1 e R3)  
Integrazione Gennaio 2023**

**Data Documento:**

**10/01/2023**

**N° Pratica: 0122**

**Revisione 3: 10/01/2023**

**Redatto da: MA**

**Controlla da: MC**

**Busto Arsizio 10/01/2023**

**Il Proprietario:**

Il progettista  
Dott. Geol. Marco Cinotti  
*Marco Cinotti*



## Sommario

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PREMESSA ED OBIETTIVI DEL LAVORO</b>         | <b>2</b>  |
| <b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b>                  | <b>5</b>  |
| <b>3. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA</b>               | <b>9</b>  |
| 3.1 STABILITÀ DEI VERSANTI.                        | 15        |
| <b>4. CARATTERI SISMICI</b>                        | <b>19</b> |
| <b>5. INDAGINE SISMICA</b>                         | <b>26</b> |
| 5.1 CENNI TEORICI                                  | 28        |
| 5.2 FREQUENZA CARATTERISTICA DI RISONANZA DEL SITO | 29        |
| <b>6. CARATTERISTICHE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA</b> | <b>32</b> |
| <b>7. CONCLUSIONI</b>                              | <b>34</b> |
| <b>NORMATIVA E RIFERIMENTI</b>                     | <b>36</b> |

*ALLEGATO 1: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO*

*ALLEGATO 2: INQUADRAMENTO GEOLOGICO*

*ALLEGATO 3: INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO*

*ALLEGATO 4: ESTRATTO CARTA SISMICITA' LOCALE*

*ALLEGATO 5: ESTRATTO CARTA FATTIBILITA' GEOLOGICA*

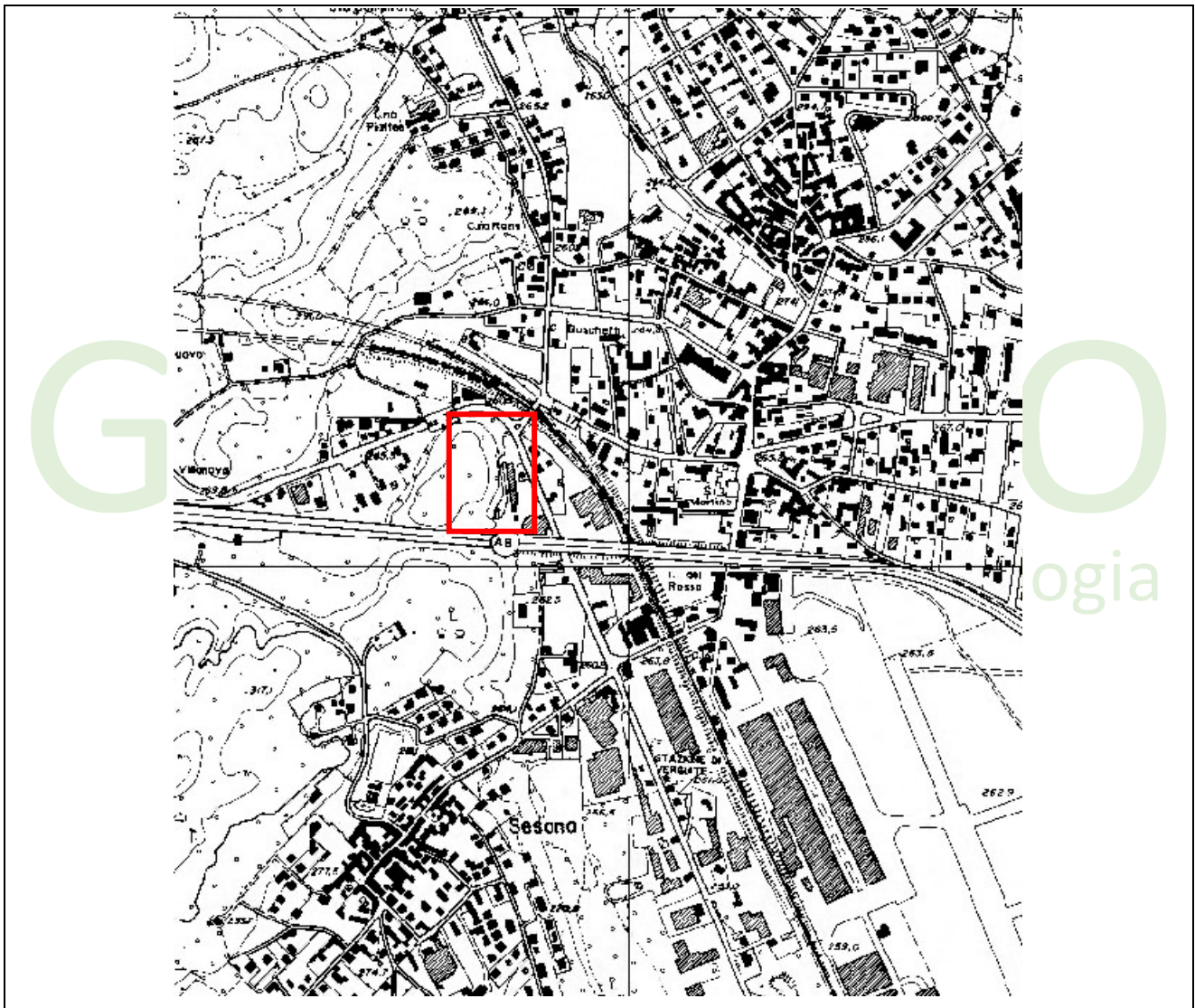
## 1. PREMESSA ED OBIETTIVI DEL LAVORO

Su incarico del RTM Service s.r.l., il sottoscritto Dott. Geol. Cinotti Marco, con studio in Busto Arsizio, Via Vincenzo Bellini n. 32, ha eseguito un'indagine geologico-tecnica volta a delineare le caratteristiche stratigrafiche generali del sottosuolo, nonché a fornire un inquadramento sulle condizioni al contorno dell'area di progetto, sita in Via Sempione, Vergiate (VA) oggetto di realizzazione di un nuovo edificio commerciale. Tale intervento prevede la realizzazione di uno sbancamento di porzione di una collina e pertanto saranno fornite indicazioni sulle opere necessarie al fine di una loro successiva progettazione più dettagliata (Fig.1, Fig.2).



Figura 1 – Estratto carta tecnica regionale; evidenziata in rosso l'area di studio. (Google Earth)

Lo studio ha consentito di definire il modello geologico-idrogeologico-geofisico del sottosuolo analizzando nel dettaglio le risultanze di una serie di osservazioni effettuate direttamente in corrispondenza dell'area in progetto e facendo riferimento alla documentazione del Piano di Governo del Territorio (PGT) pubblicato nel sito Istituzionale del comune di Vergiate.



Secondo quanto stabilito dal D.M. 17/01/18 ed in particolare dal capitolo 6 del Testo Unico delle Costruzioni, con la presente relazione sarà illustrata la modellazione geologica del sito così come risultante dalle specifiche indagini eseguite in funzione dell'importanza dell'opera.

Il lavoro si è sviluppato inizialmente in uno studio di massima dell'area, condotto sia mediante consultazione dei lavori reperibili in bibliografia, sia con l'effettuazione di ricognizioni in loco, al fine di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrauliche ed idrogeologiche.

Per la determinazione delle caratteristiche geotecniche del terreno interessato dal citato progetto, sono state eseguite 9 prove penetrometriche dinamiche, utilizzando un penetrometro Pagani TG 65-100 KN.

Al fine di implementare le informazioni necessarie per arrivare al quadro di sintesi sono state utilizzati anche i dati provenienti da indagini geofisiche eseguite nell'area di studio, e necessarie alla definizione della categoria di sottosuolo.

Sulla base dei risultati delle indagini, delle osservazioni di campagna e delle elaborazioni effettuate, si è pervenuti alla caratterizzazione geotecnica dei materiali costituenti il sottosuolo e ad una valutazione indicativa della capacità portante del terreno di fondazione dell'opera in progetto in funzione della tipologia di fondazione prescelta.

**Tale ipotesi, dovrà in ogni modo essere riconsiderata alla luce delle scelte effettuate dal competente progettista sia strutturale, sia architettonico delle opere in esame.**

Lo studio eseguito ha consentito di sviluppare i seguenti argomenti:

- inquadramento idro-geo-morfologico dell'area;
- analisi dell'assetto idrogeologico locale;
- ricostruzione delle caratteristiche stratigrafiche dell'area di progetto desunta dalle stratigrafie dei sondaggi geognostici pregressi e sulla base della cartografia ufficiale pubblicata su sito web; sismicità e pericolosità sismica.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area, descritta nel foglio 31 della Carta geologica d'Italia (Varese), è costituita da cordoni morenici, di epoca Wurmiana e post wurmiana, che contengono talora anche depositi fluvioglaciali, specialmente minute sabbie micacee e Arenarie e depositi alluvionali talora terrazzati (Fig. 3 e Fig. 4).

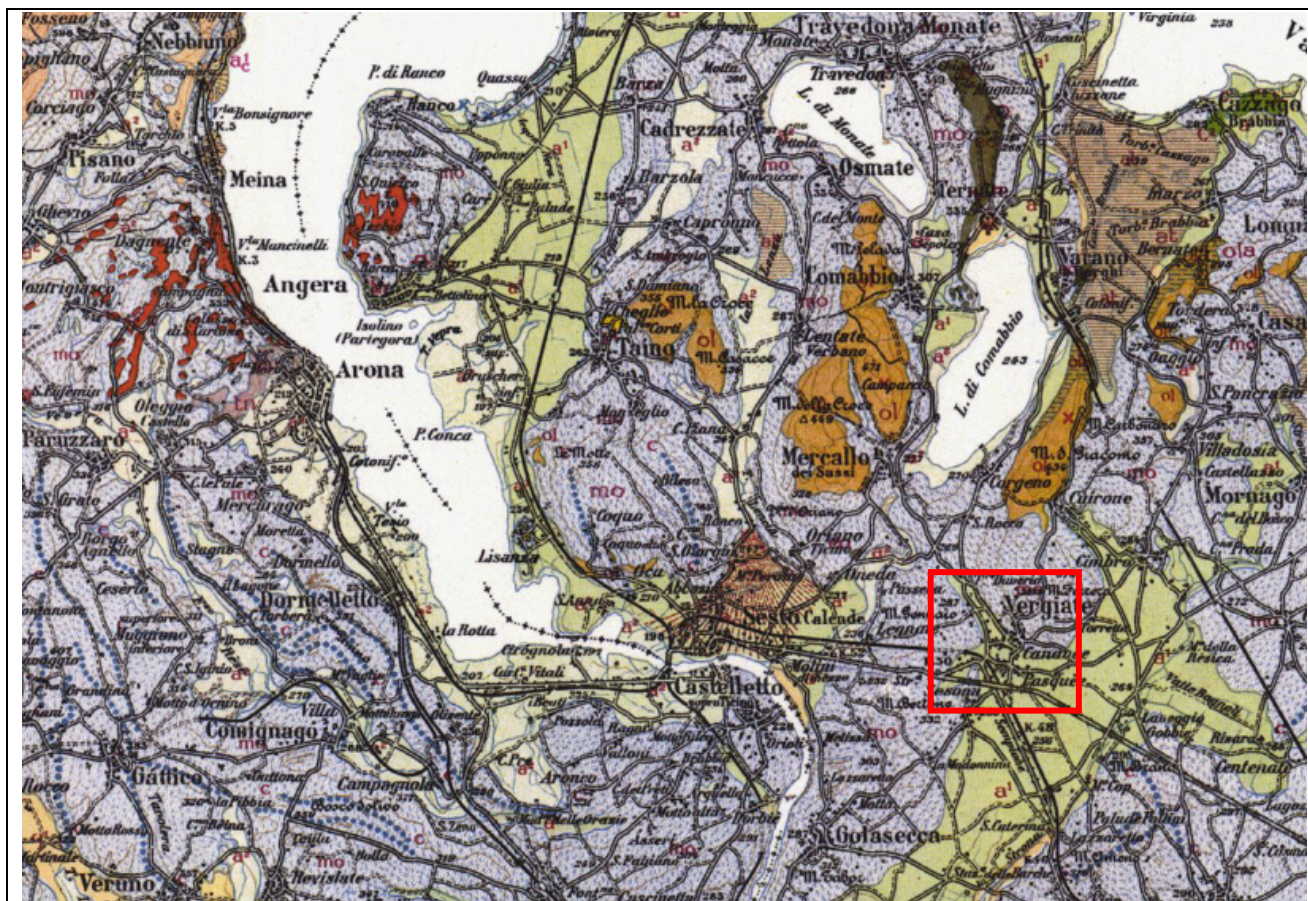


Figura 1 - Estratto della Carta geologica d'Italia (NOVARA, F. 44)

Le unità di superficie presenti nel territorio di Vergiate sono riferibili agli ultimi eventi glaciali; buona parte del comune è caratterizzato dalla presenza di depositi appartenenti all'Allogruppo di Besnate (Unità Sumirago e Mornago), mentre nel settore sudoccidentale e nord-occidentale, sono presenti lembi dell'Alloformazione di Golasecca e dell'Alloformazione di Cantù (Unità di Bodio). Le aree di fondovalle dei principali corsi d'acqua, la zona a nord verso Varano Borghi, hanno invece come litologie di superficie depositi appartenenti all'Unità Postglaciale olocenica. In contesto collinare le unità quaternarie ricoprono il substrato roccioso qui rappresentato dal Gruppo della Gonfolite.

Di seguito vengono descritti i principali depositi affioranti nell'area comunale:

**Alloformazione di Golasecca:** affiora in una limitata porzione a SW di Sesona, come piccoli dossi semisepolti, smembrati dall'erosione e attualmente annegati nel fluvioglaciale dell'unità di Sumirago. Presenta una distintiva orientazione NE-SW e litologicamente è costituita da depositi morenici indifferenziati: limi con ciottoli, massi, sabbie e ghiaie e orizzonte di alterazione profonda (fino ad un massimo di 5-6 m). L'eterogeneità litologica è quella tipica della deposizione dell'ambiente glaciale che, in relazione al succedersi e sovrapporsi di diversi eventi, non hanno consentito una idonea selezione delle diverse frazioni detritiche. Al di fuori dell'area in esame, presenta generalmente grandi morene, ben evidenti, poiché in tale fase glaciale, il ghiacciaio possedeva una fronte blandamente ondulata con estensione tra Somma Lombardo e Arsago Seprio.

**Allogruppo di Besnate – Unità di Sumirago:** L'unità di Sumirago è costituita da morene pronunciate con creste nette e buona continuità nella zona di Sesona e Vergiate, mentre appare più frammentata in località Piattee. L'unità rappresenta una fase di avanzata glaciale imponente, se considerata sulla base delle quote altimetriche raggiunte. Il ghiacciaio copriva completamente il dosso di Vergiate e il fronte oltrepassava Sesona. Fra il Monte Gennaio a Nord e Golasecca a Sud è presente un sistema di piane fluvioglaciali, risultato delle diverse fasi di avanzamento glaciale. Nella zona del Monte Gennaio sono invece presenti piccole piane che smembrano le morene in relazione all'erodibilità del materiale che le costituisce.

L'Unità di Sumirago in facies glaciale presenta una composizione a prevalenza sabbiosa e limoso sabbiosa con ghiaia e ciottoli e massi, disposti in maniera caotica, immersi nella matrice senza tracce evidenti di alterazione. I dossi risultano modellati dall'erosione: le morene hanno andamento subparallelo le une rispetto le altre e le più antiche sono le più elevate e sono le meglio conservate.

Durante la massima avanzata della fase Sumirago si creano le premesse per la deposizione del fluvioglaciale compreso tra Piatte e collina di Vergiate, con le acque di fusione del ghiacciaio che defluivano dalla zona dell'attuale lago di Comabbio verso la valle del T. Strona.

Depositi dalle caratteristiche fluvioglaciali appartenenti a tale unità si rinvenivano nelle zone limitrofe alle sommità collinari sviluppati ai piedi delle principali aree rilevate all'interno delle zone occupate dall'unità di Sumirago. Generalmente si tratta di terreni incoerenti, eterogenei con continue variazioni litologiche sia in senso orizzontale che in senso verticale in quanto derivanti da intensi processi di rielaborazione fluvioglaciale.

Le granulometrie prevalenti sono ghiaie e ciottoli in abbondante matrice limo sabbiosa con presenza sporadica di orizzonti limosi e argillosi con tracce evidenti di alterazione.

**Allogruppo di Besnate – Unità di Mornago:** È l'unità litologica maggiormente diffusa sul territorio comunale ed è costituita da depositi di un'avanzata glaciale di notevole estensione areale (la più estesa che interessa il territorio) con morene non particolarmente imponenti ma che costituiscono cerchie ben distinte.

Il ghiacciaio era contenuto ad Est all'interno dell'edificio morenico dell'Unità di Sumirago ed a Ovest dal dosso gonfolitico di Vergiate del M. Ferrera.

Il ghiacciaio wurmiano, nelle fasi di stasi o di rallentamento della propria ritirata, ha lasciato in sito i depositi che prima spingeva lungo il suo fronte formando una serie successivi allineamenti collinari disposti all'incirca parallelamente tra loro ed allungati in direzione NE-SW.

Sono inoltre presenti aree anche poco rilevate (Cimbri) costituite dai resti di rilievi derivati dall'accumulo, sul fronte delle lingue glaciali wurmiane, dei materiali rilasciati a seguito del progressivo scioglimento del ghiaccio, posteriori alla fase di massimo avanzamento.

È un'unità fortemente eterogenea nelle granulometrie con continue variazioni litologiche sia in senso orizzontale che in senso verticale, con alterazione poco profonda o nulla e limitata ai componenti meno stabili.

L'eterogeneità litologica è riconducibile alle modalità di deposizione tipiche dell'ambiente glaciale, testimoniata dall'irregolare ripetizione e sovrapposizione di orizzonti a spessore variabile spesso interrotti e sostituiti da successivi depositi.

L'unità di Mornago costituisce anche la piana fluvioglaciale più estesa e conservata di tutto il territorio comunale, che si configura come riempimento omogeneo della zona ai piedi dei rilievi morenici caratteristici di Vergiate e Cimbri-Cuirone, in minor misura per Corgeno, ed è legata all'azione dei fiumi derivanti dallo scioglimento dei ghiacciai durante la fase di ritiro.

Litologicamente è un'unità incoerente costituita da ciottoli, ghiaie e sabbie, talvolta debolmente limose; i ciottoli, subarrotondati, calcarci e cristallini, hanno dimensioni massime di circa 15 cm.

**Allogruppo di Besnate – Unità Daverio:** L'Unità di Daverio rappresenta l'ultima avanzata glaciale dell'Allogruppo Besnate. Si differenzia dalla precedente Unità di Mornago per discontinuità morfologiche: in corrispondenza del paese di Daverio le morene riferibili a questa unità tagliano le morene dell'Unità di Mornago. L'unità di Daverio è costituita da depositi dell'ultima avanzata glaciale (fase Daverio) dell'Allogruppo di Besnate. L'Unità è la più interna e la più contenuta arealmente. In particolare, il ghiacciaio, durante questa fase, non supera i dossi gonfolitici, per cui le morene sono ridotte e contenute ad est e ovest dalle emergenze del substrato.

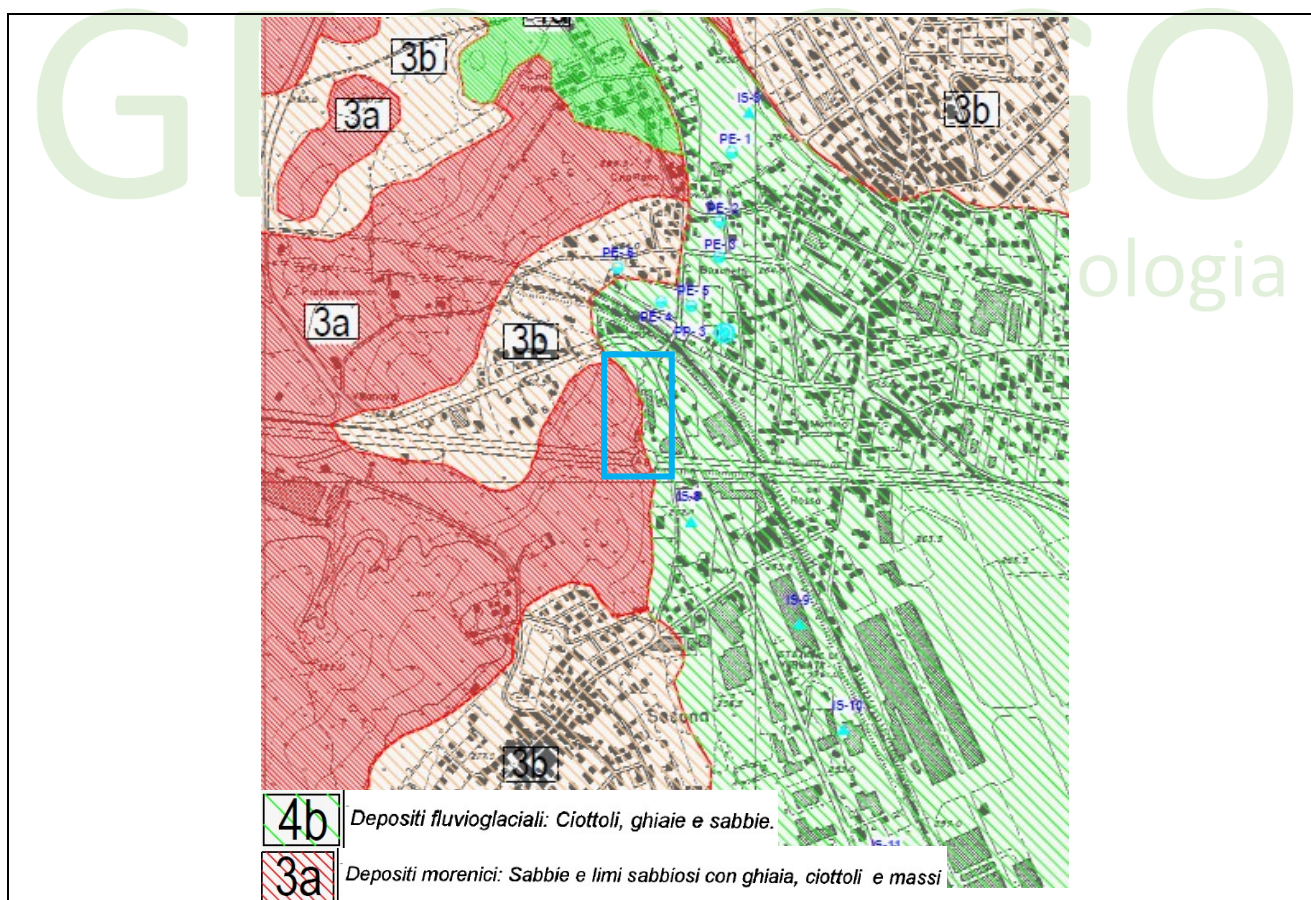
In tale fase si delinea in modo abbastanza netto lo scaricatore del lago di Comabbio, che marginalmente interessa il territorio comunale ed è rappresentato dal Torrente Riale, impostato in corrispondenza di una paleovalle. L'unità è costituita da sedimenti prevalentemente sabbiosi generati dall'avanzata glaciale

all'interno del lago proglaciale che erode, trasporta e risedimenta parte dei depositi di fondo del bacino lacustre.

**Alloformazione di Bodio:** Tale fase glaciale presenta caratteristiche di estensione molto ridotta rispetto alle precedenti di Golasecca e Besnate in quanto depositatesi in fasi di ritiro glaciale; il fronte glaciale in questa fase non superava i dossi gonfolitici a sud del lago di Varese.

Per quanto riguarda il territorio in esame, sono presenti limitati lembi di tale fase glaciale solo nella parte settentrionale al confine con il Comune di Varano Borghi. Sono depositi di tipo fluvio-lacustre con limi sabbiosi e argillosi, rara ghiaia e ciottoli.

L'area di indagine è costituita, nella sua porzione occidentale, da depositi morenici costituiti da sabbie e limi con ciottoli e ghiaie mentre nella sua porzione orientale sono presenti depositi fluvio-glaciali costituiti da ghiaie e sabbie (**Fig. 4**).



**Figura 2 - Estratto Carta geologica, evidenziata in azzurro l'area di studio – Fonte: PGT Comune Vergiate**

### 3. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

Il reticolo idrografico del comune di Vergiate non risulta particolarmente sviluppato e non è uniformemente distribuito sull'intero territorio comunale. Una estesa area nella parte occidentale e meridionale ne è completamente priva.

Il sistema idrografico comprende, oltre al Lago di Comabbio, un corso d'acqua principale (torrente Strona), un reticolo idrografico secondario, laghi di origine antropica e aree palustri. L'idrografia superficiale è infine caratterizzata da numerose aree di risorgenza, ubicati al piede o nelle vicinanze della dorsale a substrato roccioso sepolto, e nelle zone limitrofe al Lago di Comabbio. Le stesse poi determinano piccoli rii e numerose piccole rogge di drenaggio e scolo dei terreni agricoli, che tendono a formare impaludamenti e ristagni idrici permanenti e stagionali e laghetti di origine antropica.

Il sistema idrografico comunale è schematicamente inquadrabile in più distinti ambiti territoriali.

Il settore centro-meridionale, a sud del capoluogo, morfologicamente pianeggiante e costituito da depositi fluvioglaciali wurmiani e postglaciali, e la dorsale morenica a sud-ovest (fraz. Sesona) si caratterizza per l'assenza del reticolo idrografico.

Un reticolo idrico più sviluppato è presente a Est della Fraz. Cimbro, a Nord di Cuirone (al confine con Varano Borghi), e a Ovest di Corgeno, con fossi e canali, ad utilizzo agricolo o realizzati per la bonifica delle aree acquitrinose. La sviluppata idrografia che caratterizza questa porzione di territorio è da mettere in relazione alla natura morfologica e litologica dei terreni che, a generale bassa permeabilità, favoriscono lo scorrimento superficiale delle acque a discapito dell'infiltrazione verso gli strati più profondi.

L'associazione morfologia-litologia fa sì che quest'area si presenta anche caratterizzata da frequenti ristagni e paludi.

La zona della dorsale collinare Monte San Giacomo, si caratterizza da 3 piccoli corsi nel settore centro occidentale (Corgeno) e da uno in zona Cuirone.

I torrenti di maggiore interesse (Donda e Rio Lento) originano in zone geologicamente definibili intramoreniche, il cui sviluppo e andamento è in stretta relazione ai caratteri litologici e all'assetto morfologico.

La caratterizzazione idrogeologica del territorio di Vergiate è stata definita in primo luogo dai caratteri litologici e dai rapporti stratigrafici tra le diverse unità riconosciute, e successivamente attraverso la raccolta della documentazione esistente riguardante la struttura idrogeologica della zona e i punti di captazione idrica presenti sul territorio. Le informazioni raccolte sono poi state integrate con sopralluoghi in sito volti alla misurazione, quando possibile, del livello statico della falda freatica di pozzi privati e pubblici.

Questo ha portato alla perimetrazione di ambiti idrogeologici omogenei e alla ricostruzione/caratterizzazione della superficie piezometrica del primo acquifero.

La scarsità e spesso assenza di informazioni riguardanti la stratigrafia di sottosuolo non ha permesso di ricostruire e descrivere l'assetto idrogeologico profondo; pertanto, partendo dai dati litologici e geomorfologici superficiali, integrati con una campagna di misurazione dei livelli freatici di pozzi privati e pubblici, eseguita nell'ambito del presente studio, sono state perimetrate aree con caratteristiche idrogeologiche omogenee.

**Zona 1:** Tale ambito occupa la parte centro settentrionale del territorio comunale dietro ai centri abitati di Vergiate, Cuirone e Cimbri, ed è caratterizzato geomorfologicamente da una dorsale pronunciata a creste emergenti che culminano nel rilievo del Monte S. Giacomo. Presenta un substrato roccioso a media profondità, con copertura costituita da depositi glaciali delle fasi Sumirago e Mornago a granulometria eterogenea. È caratterizzato da due diverse condizioni idrogeologiche:

- una rete acquifera discontinua e irregolare nella sua distribuzione areale, da superficiale a profonda in fessure e fratture del substrato roccioso;
- una falda freatica superficiale molto discontinua e irregolare nei depositi eluvio-colluviali e morenici di copertura, concentrata nelle zone di impluvio, con piezometria a profondità comprese tra 1e 5 metri dal p.c.

Non sono stati perforati pozzi. Sono invece presenti sorgenti a varie quote, di notevole interesse idrogeologico, una delle quali captata per usi idropotabili.

**Zona 2:** È localizzata nella parte occidentale e comprende il pianalto di Sesona e la zona di località Piattè. Geomorfologicamente è una zona rilevata a blocchi emergenti, disposta secondo allineamenti legati all'azione glaciale della fase Sumirago e Golasecca. Sono presenti depositi morenici e fluvioglaciali a granulometria variabile (massi e ciottoli, ghiaie, matrice limosa-sabbiosa). La falda è discretamente profonda, a circa 20-35 metri dal p.c., e fluisce entro lenti ghiaiose-sabbiose caratteristiche di tutta la zona meridionale del territorio comunale. Sono presenti alcuni pozzi trivellati profondi (località Garzonera), ed un pozzo domestico scavato in loc. Piatte. La zona meridionale possiede caratteristiche idrogeologiche di interesse.

**Zona 3:** È presente in una stretta fascia al margine dei rilievi morenici di Corgeno e di località Piatte e comprende, geomorfologicamente, sia il settore altimetricamente più rilevato delle zone terrazzate fluvioglaciali di Corgeno, che il settore occidentale della piana fluvioglaciale. La falda è mediamente profonda (35-40 metri dal p.c.) ed è contenuta in un acquifero di discreto spessore (25-35 metri) di ottima potenzialità

idrica (oltre 30 l/s). È attualmente sfruttato da pozzi profondi sia a scopo irriguo che per alimentazione dell'acquedotto comunale (pozzi Passerini ed ex-Tematex). Tale acquifero, di eccellenti caratteristiche idrogeologiche e idrochimiche, dovrà essere particolarmente salvaguardato da parte della pianificazione urbanistica per evitare eventuali pericoli di contaminazione di tale fondamentale risorsa.

**Zona 4:** Tale ambito idrogeologico è ubicato tra le zone contermini al lago e i rilievi collinari di origine morenica e presenta caratteristiche geomorfologiche di pianoro leggermente degradante verso NW. La falda freatica, continua, fluisce all'interno sedimenti sabbiosi ascrivibili alla fase glaciale Daverio, con livello in progressivo approfondimento dal piano campagna all'allontanarsi dal lago e inizialmente correlato all'andamento delle quote del terreno. I pozzi presenti, esclusivamente ad uso domestico e superficiali, hanno un livello statico compreso tra 7 e 15 mt.

**Zona 5:** Tale zona comprende i pianori terrazzati di Vergiate e Cimbri, zone intramoreniche e settori della piana fluvioglaciale, ed è costituita da depositi morenici e fluvioglaciali a granulometria eterogenea (ciottoli e ghiaie in abbondante frazione fine) in cui fluisce una falda freatica superficiale continua, di ridotto spessore e piezometria compresa tra 2 e 5 metri dal p.c. In tale ambito sono localizzati numerosi vecchi pozzi superficiali ad uso domestico e irriguo, ed un solo pozzo trivellato, con portate comunque mediocri (1-2 l/s). Al passaggio con le sottostanti unità geoidrologiche, sono localizzate risorgive di valenza ecologica e idrogeologica.

**Zona 6:** Tale ambito idrogeologico è arealmente il più esteso presente sul territorio comunale e caratterizza tutta la zona sub pianeggiante orientale e meridionale, al piede dei contrafforti morenici collinari. Geologicamente è costituita da depositi fluvioglaciali wurmiani, a prevalente composizione ghiaioso-sabbiosa.

Nel sottosuolo, a profondità variabile e in approfondimento da N verso S (per la parte centrale) e da NE verso SW per la zona orientale, è presente una falda freatica continua, la cui potenzialità idrica risulta correlata allo spessore dello strato acquifero, e variabile tra 3-5 e 25-40 l/s. In tale ambito sono localizzati i pozzi ad uso industriale dell'Agusta e della cava Milanesi, un pozzo di monitoraggio della discarica, e vecchi pozzi ad uso domestico irriguo ubicati presso le vecchie abitazioni del centro abitato. In località Via Somma L., a Cimbri, è stata eseguita una perforazione profonda 130 metri con esito parzialmente negativo, rinvenendo un acquifero dotato di mediocre potenzialità idrica (3-5 l/s circa). Tutta la zona meridionale è di notevole interesse idrogeologico per l'accertata maggiore potenzialità degli acquiferi.

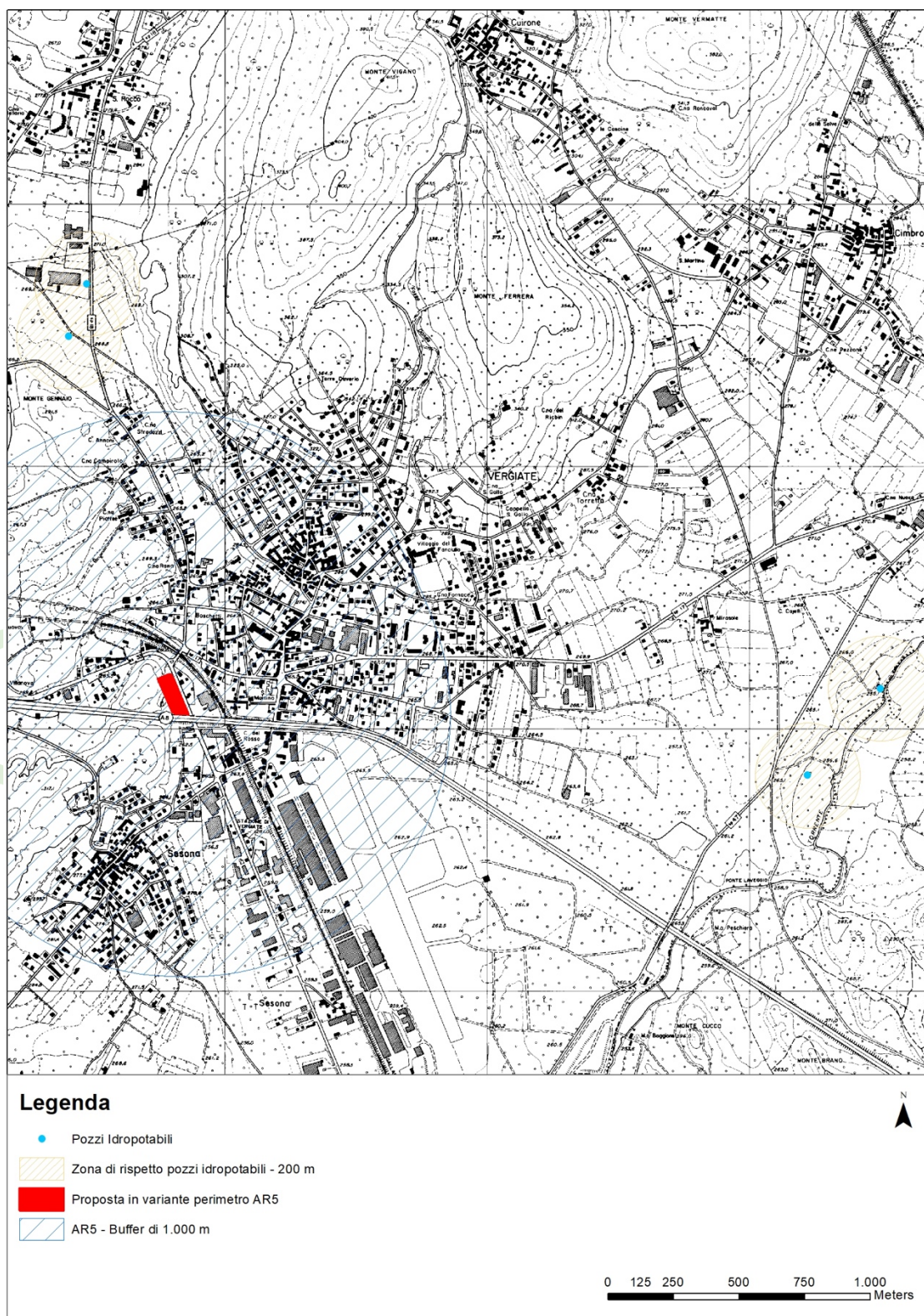


Figura 3 - Individuazione area d'intervento ed ubicazione pozzi idropotabili esistenti

**Zona 7:** Comprende le aree depresse pianeggianti, delimitate da zone relativamente sopraelevate, dalla generica morfologia a conca, e costituite da depositi intramorenici, fluvio-glaciali e fluvio-lacustri. Tali aree risultano situate tra i rilievi collinari di Vergiate e località Piattè (stretta fascia di forma allungata, poco incisa), ad est del centro abitato di Cimbro, all'estremo settentrionale al confine con Varano Borghi, e in due zone interne intramoreniche a Nord e a Sud di Cuirone. Caratteristiche comuni sono la bassa soggiacenza della falda freatica da superficiale a subaffiorante (0-3 metri), zone di ristagno idrico occasionale e permanente fino a veri e propri impaludamenti con zone umide, emergenza della falda freatica in risorgive di valenza ecologica e idrogeologica. Nella zona del laghetto Mon Cheri esiste una stazione di approvvigionamento idrico del comune di Varano Borghi, con derivazione di acque sotterranee superficiali mediante sei pozzi poco profondi con zona di salvaguardia idrogeologica.

**Zona 8:** Tale ambito comprende la fascia pianeggiante leggermente sopraelevata rispetto al lago delimitata da orli di terrazzo, costituita da depositi lacustri attuali e terreni di riporto. È presente una falda freatica da superficiale ad affiorante (0-2 mt. dal p.c.), con ristagni, canali di bonifica, piccoli fossi, rii, e risorgive di valenza ecologica e idrogeologica. Essendo una zona relativamente poco urbanizzata, non vi sono pozzi.

**Zona 9:** La zona circumlacuale comprende le zone umide in diretta comunicazione con il lago in condizione di permanente alluvionabilità e con presenza di vegetazione palustre.

**Zona 10:** L'ambito è localizzato nella zona del fondo valle del T. Strona costituita da depositi alluvionali attuali e recenti, a granulometria media e grossolana. È presente una falda freatica continua da superficiale a subaffiorante (0 - 3 metri), di subalveo. Tale falda, di notevole portata, è captata dai pozzi Fontanone (3 pozzi da oltre 30 l/sec), che alimentano l'acquedotto comunale. Nella zona di C.na Prada, presso Cimbro, sono inoltre localizzati alcuni pozzi ad uso industriale, che emungono dagli acquiferi di media profondità con portate discrete (15-25 l/sec.), in condizioni idrogeologiche simili a quelle dei pozzi Fontanone.

Al di sotto di un livello impermeabile costituito da sabbie fini e limi argillosi, è presente, all'interno di una successione prevalentemente ghiaioso-ciottolosa, una seconda falda, di media profondità, con livello piezometrico attorno ai 20-25 metri dal p.c e con spessore complessivo dell'acquifero di circa 25 metri. In tale acquifero di notevole interesse idrogeologico, è stato perforato un nuovo pozzo idropotabile del Comune (pozzo Strona).

L'area di studio ricade all'interno della zona 2, al di fuori comunque delle aree di rispetto di eventuali pozzi ad uso idropotabile e pertanto possono escludersi potenziali rischi causati dall'intervento in progetto, su queste infrastrutture.

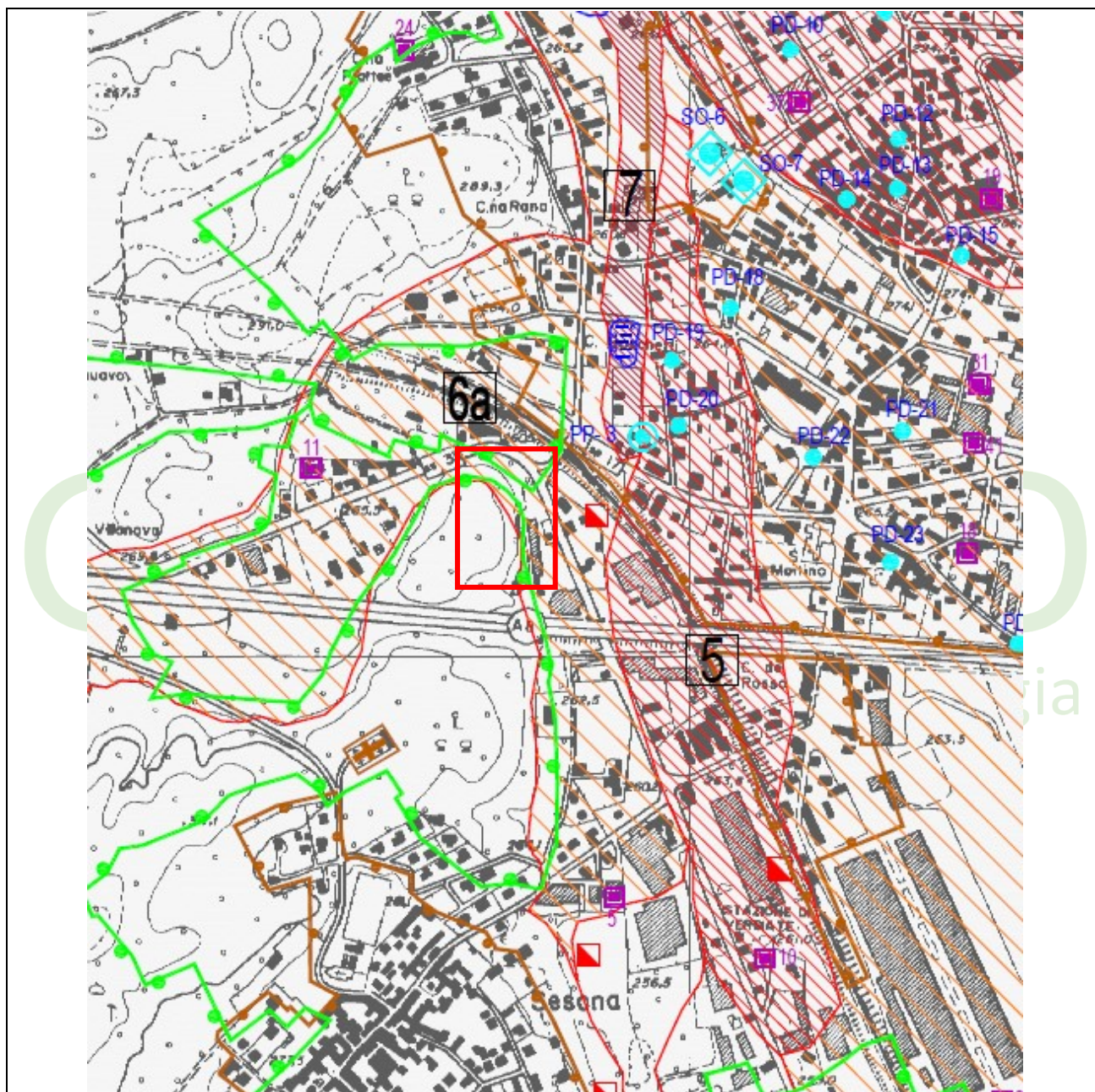
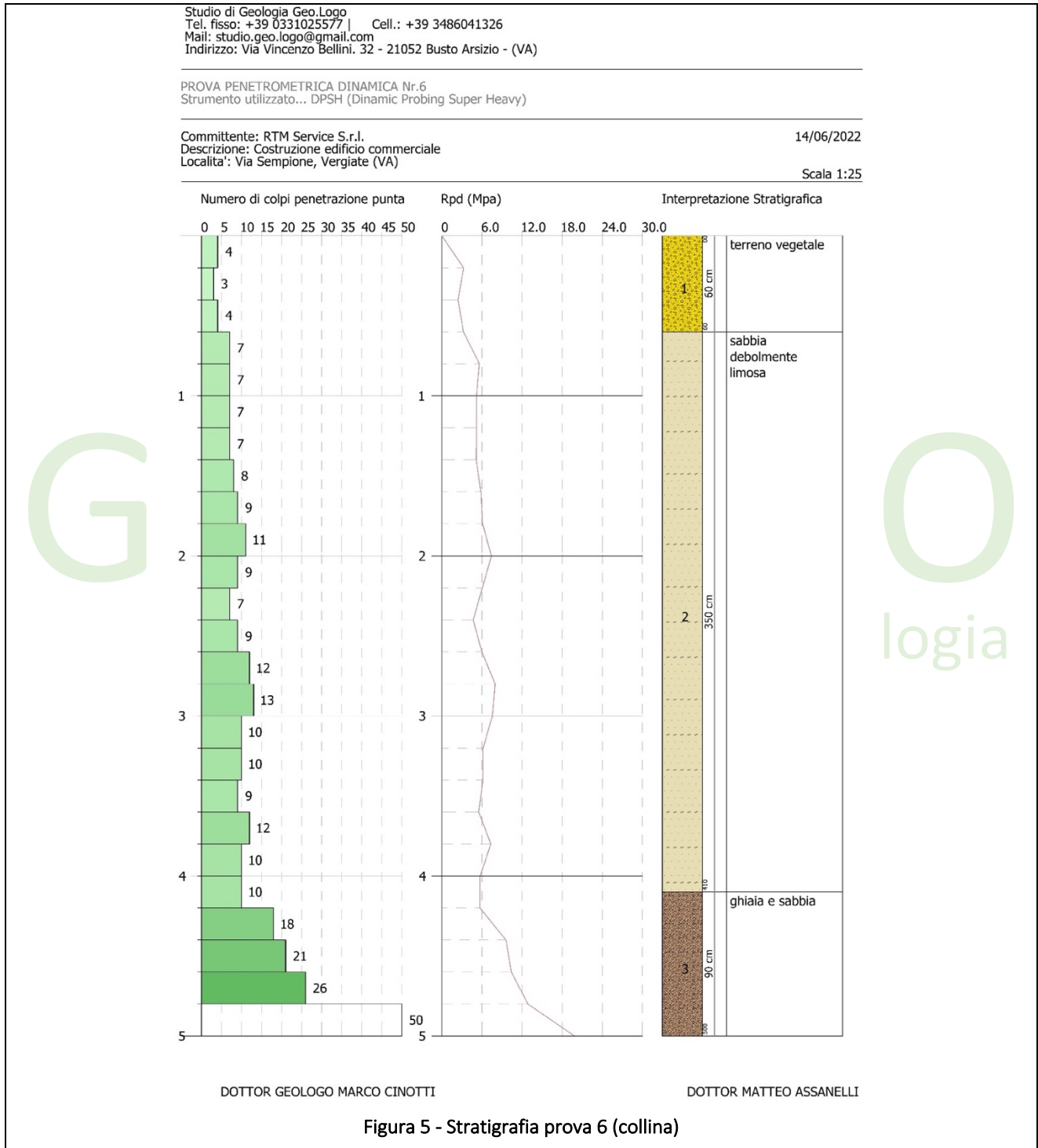


Figura 4 - Estratto Carta Idrogeologica, evidenziata in rosso l'area di studio – PGT Comune di Vergiate

### 3.1 Stabilità dei versanti.

L'area oggetto d'intervento si compone di una porzione pianeggiante, in prossimità della strada statale e di una collina retrostante attualmente boscata.

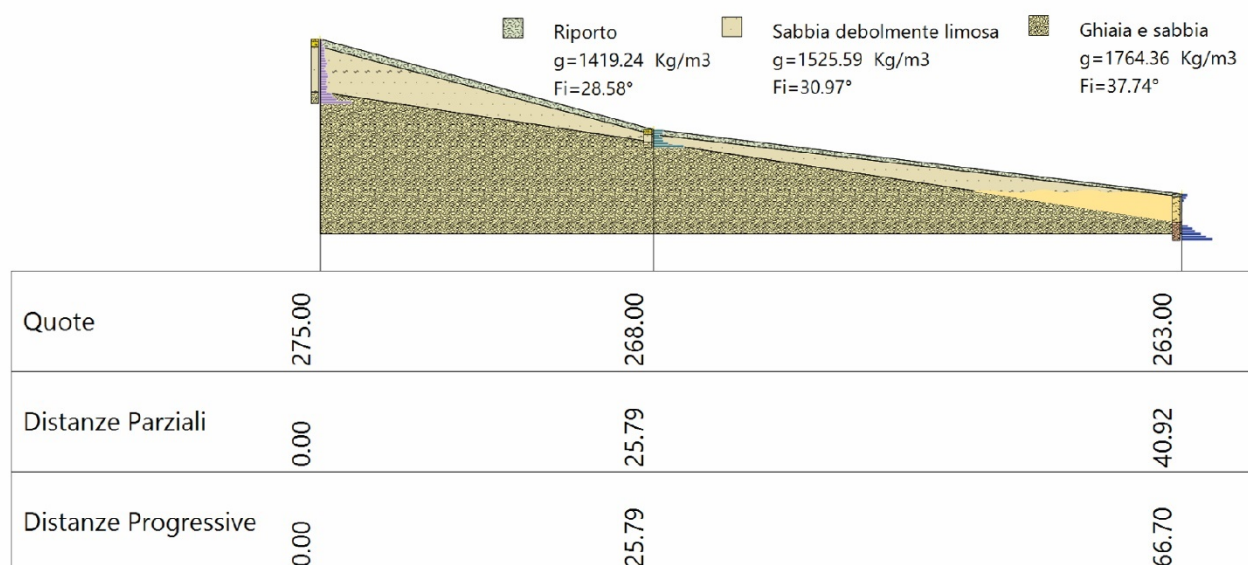


Come abbiamo visto dalle prove pentrometriche eseguite nell'area oggetto d'indagine, l'area di versante presenta una copertura di materiale poco/moderatamente addensato di circa 3 / 4 metri soprastante a delle litologie più compatte

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un edificio commerciale con il conseguente sbancamento di una porzione della collina stessa. Questa tipologia di intervento, accompagnata alla stratigrafia esistente, renderebbe possibile l'innescarsi di fenomeni di dissesto gravitativo localizzato nelle porzioni più superficiali.

A tal fine si ritiene opportuno limitare al limite indispensabile le attività di scavo, operando per piccoli tratti e realizzando tempestivamente le opportune opere di sostentamento.

Al fine poi di un corretto inserimento dell'intervento nel contesto esistente, dovranno essere progettati interventi di sistemazione delle scarpate mediante opere di ingegneria naturalistica che incentivino lo sviluppo rapido di una copertura vegetale in grado di sostenere i terreni presenti e ridurre l'azione erosiva delle acque meteoriche.



**Figura 6 – Sezione stratigrafica trasversale dell'area di studio**

Al momento attuale non è stata ancora effettuata una progettazione esecutiva dell'intervento e delle conseguenti opere di sostegno delle scarpate e pertanto si forniscono delle indicazioni di massima che dovranno obbligatoriamente essere sviluppate ed approfondite nelle successive fasi di progettazione.

Il fabbricato in progetto sarà interamente circondato da una viabilità che nella parte retrostante sarà presumibilmente dedicata alle operazioni di carico e scarico delle merci. Questo renderà necessaria la

realizzazione di un muro di sostegno in c.a., opportunamente mascherato, di altezza comunque inferiore a quella dell'edificio (circa 7 metri).

Tenuto conto che nelle porzioni Nord – Ovest, si renderanno necessari gli sbancamenti maggiori, si ritiene che la tipologia di opera di sostegno sottoindicata, riesca a garantire, oltre al necessario sostegno del versante, un più efficace inserimento nel contesto esistente.

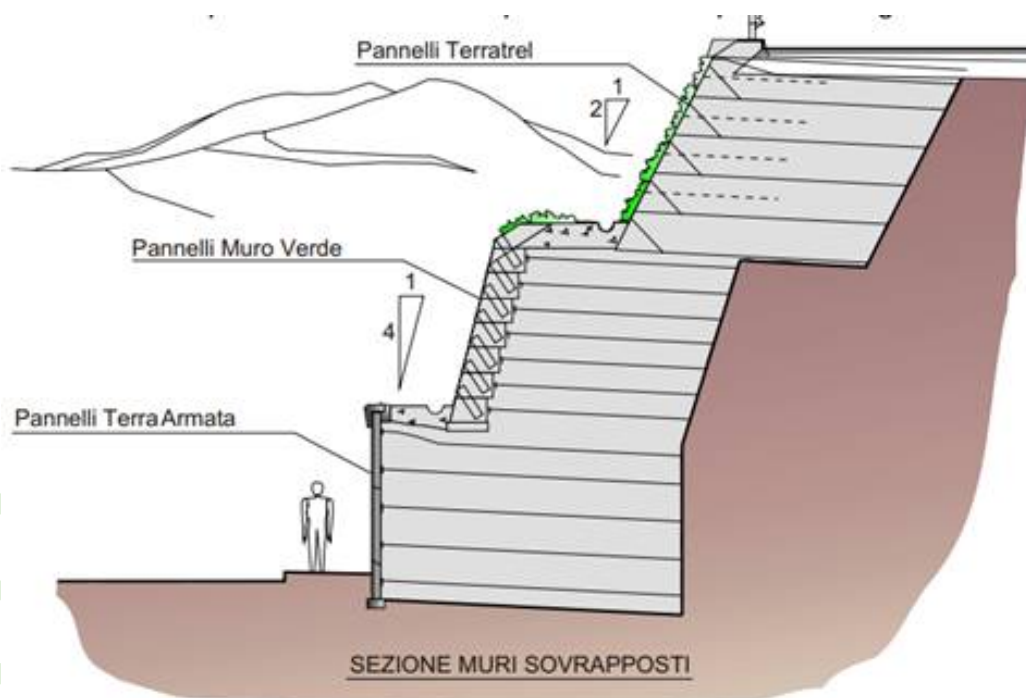


Figura 7 -. Tipologia di opera di sostegno

L'utilizzo della **terra rinforzata** consente di contenere i dislivelli e consolidare il terreno con risultati sorprendenti per la resistenza nel tempo e per la sicurezza. La **differenza** sostanziale **tra terra armata e terra rinforzata** sta nella rifinitura esterna. Per quanto riguarda la terra armata è realizzata con paramento in cls mentre la terra rinforzata è "rinverdibile", vale a dire che viene realizzata inclinata così da poter favorire la crescita della vegetazione che, nel tempo sviluppando la radicazione, proteggono la struttura dall'erosione

È una tecnica a basso impatto ambientale e meno invasiva del cemento, anche per quanto riguarda l'estetica.

Tenuto conto dei dislivelli esistenti si è scelto di realizzare, almeno nella porzione Nord – Ovest, più terrazzamenti aventi un'ampiezza tale da consentire lo sviluppo di una vegetazione arborea spontanea e ricostituire il bosco ad oggi esistente.

Le opere di sbancamento dovranno procedere per piccoli tratti, generando scarpate naturali con pendenze indicativamente non superiori a 35° in materiali sciolti mentre nelle formazioni rocciose potranno essere valutati di volta in volta.

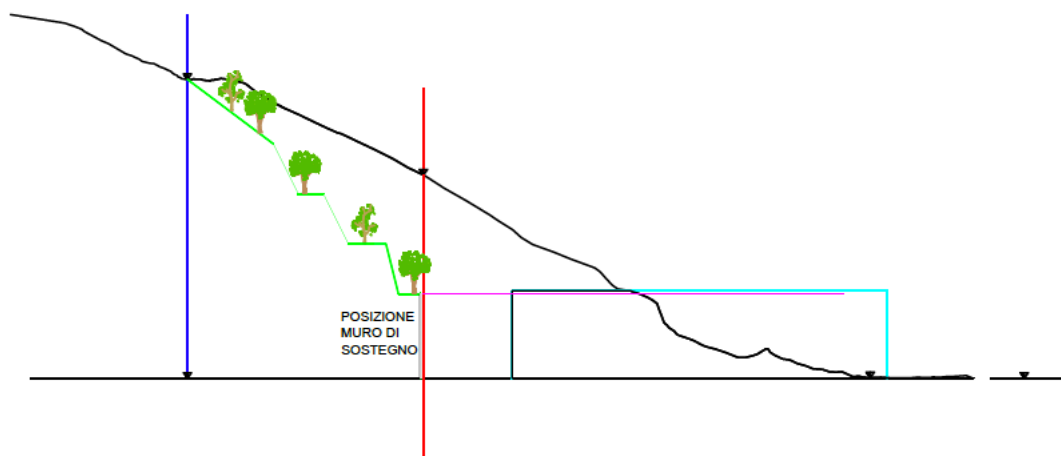


Figura 4 - Sezione 1

Gli sbancamenti eseguiti dovranno comunque essere protetti dalle acque meteoriche al fine di evitare l'innescio di possibili fenomeni gravitativi e le acque così raccolte dovranno essere opportunamente smaltite.



Figura 5 - Sezione 2

A sistemazione avvenuta, dovranno essere eseguite le idonee opere di rinverdimento/rimboschimento previste nel progetto forestale.

#### 4. CARATTERI SISMICI

L'area in oggetto ricade nella zona di convergenza tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) caratterizzata da meccanismi di rottura di tipo thrust e transpressivi individuata nella zonazione sismogenetica ZS4, adottata dal GNDT nel 1996; nella nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), attualmente in vigore, l'area in esame ricade in prossimità della zona sismogenetica 907.

A conferma di quanto riportato in precedenza si riporta la carta delle "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti dell'ING" (Molin et al., 1996) nella quale, per il territorio del comune di Vergiate viene indicato un terremoto con magnitudo  $\leq$  al VI grado MCS (**Fig. 6**).

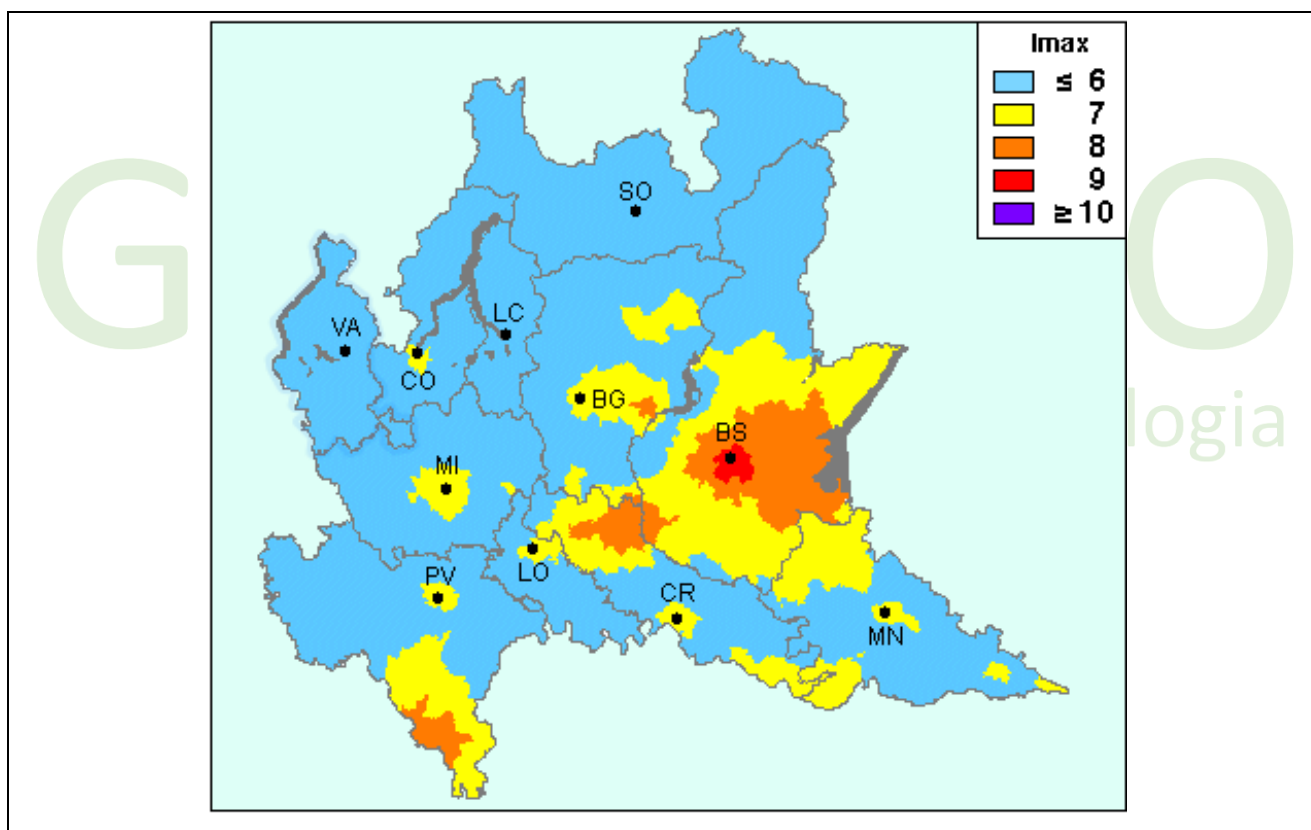
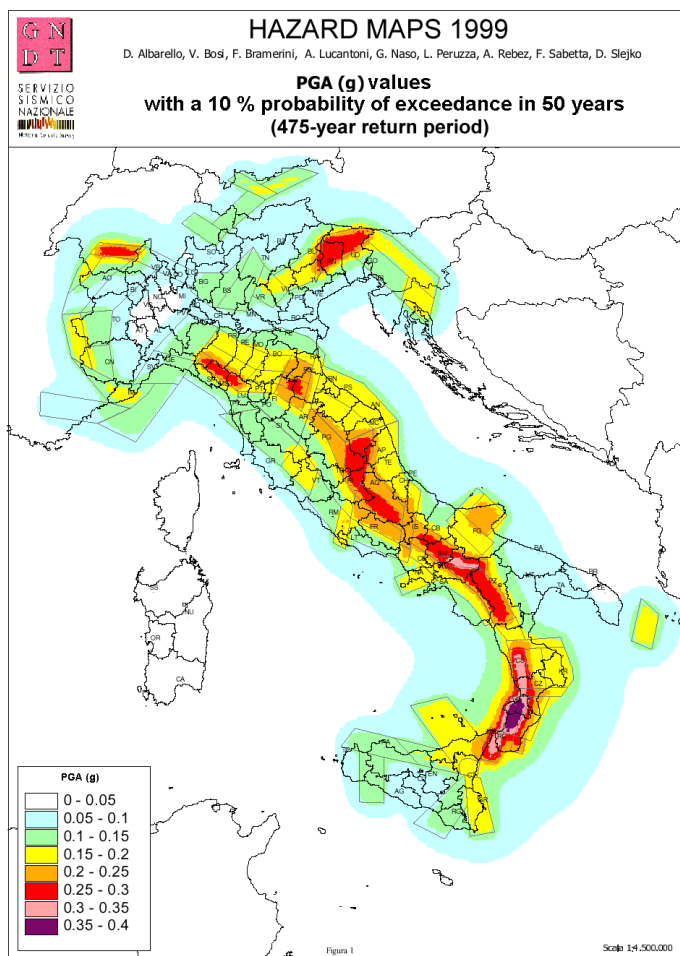


Figura 8 - Carta di Pericolosità Sismica del territorio lombardo.



**Figura 9 – Carta di Pericolosità Sismica del territorio nazionale.**

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, riportata nella **figura 9** ed elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, approvata con Ordinanza n.3519 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 Aprile 2006, è diventata la mappa di riferimento prevista dall'Ordinanza n.3274 del 2003, All.1.

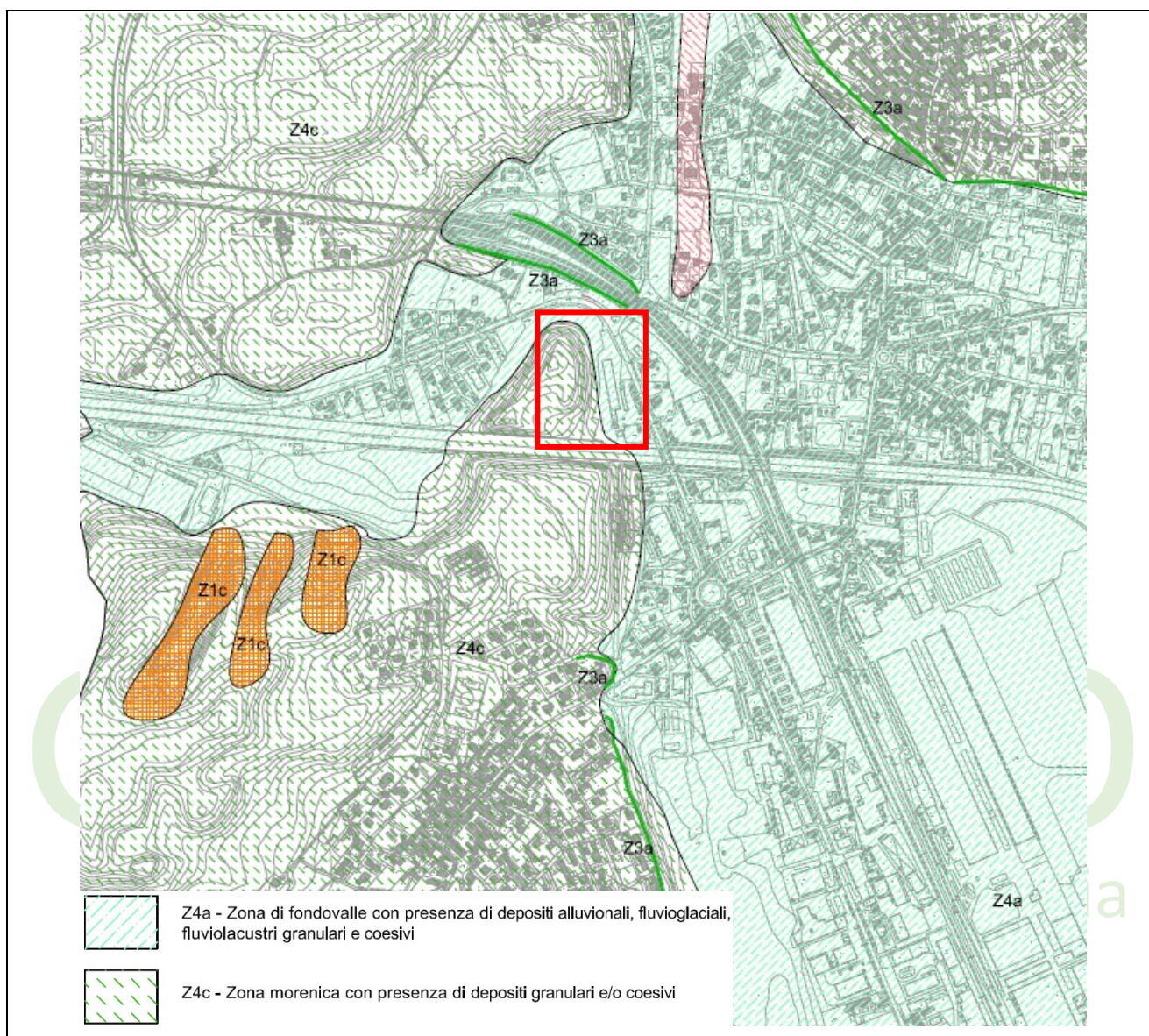
In tale cartografia il comune di Vergiate ricade in una zona con accelerazione massima al suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat .A) compresa tra 0.05 e 0,1 g (**Fig. 9**).

La porzione occidentale dell'area si imposta su una zona **Z3a – zona di morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (Fig. 10)**.

La porzione orientale dell'area si imposta su una zona **Z4a – zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali granulari e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (Fig. 10)**.

Nelle norme tecniche allegate all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso valore del parametro  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A).

Nelle classificazioni definite dai decreti emessi fino al 1984 la sismicità era definita attraverso il grado di sismicità  $S$ , nella classificazione proposta dal Gruppo di Lavoro del 1998 vennero invece proposte tre categorie sismiche (prima, seconda e terza) ed una categoria per i comuni Non Classificati, la nuova classificazione (Ordinanza del PCM n.3274/2003) prevede invece la suddivisione in quattro zone numerate da 1 a 4.



**Figura 10 - Estratto Carta pericolosità sismica locale; evidenziata in rosso l'area di studio - PGT Comune Vergiate**

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17/01/18 sono state approvate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n°42 del 20/02/18) nelle quali è presente un allegato relativo alla pericolosità sismica del territorio nazionale, in particolare è fornita la pericolosità sismica. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali, che sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima del terreno),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale),  $T_c^*$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Di seguito sono riportati i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  relativi alla pericolosità sismica sitospecifica (**Fig. 11**):



Figura 11 - Inquadramento sismico - Fonte Geostru.eu

### Pericolosità sismica di base

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 45.7144089 [°]  
 Longitudine (WGS84): 8.6931896 [°]  
 Latitudine (ED50): 45.7153435 [°]  
 Longitudine (ED50): 8.6942654 [°]

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

| Stato limite | Tr<br>[anni] | ag<br>[g] | F0<br>[-] | Tc*<br>[s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO          | 30           | 0.014     | 2.587     | 0.158      |
| SLD          | 50           | 0.018     | 2.549     | 0.167      |
| SLV          | 475          | 0.038     | 2.625     | 0.279      |
| SLC          | 975          | 0.045     | 2.665     | 0.302      |

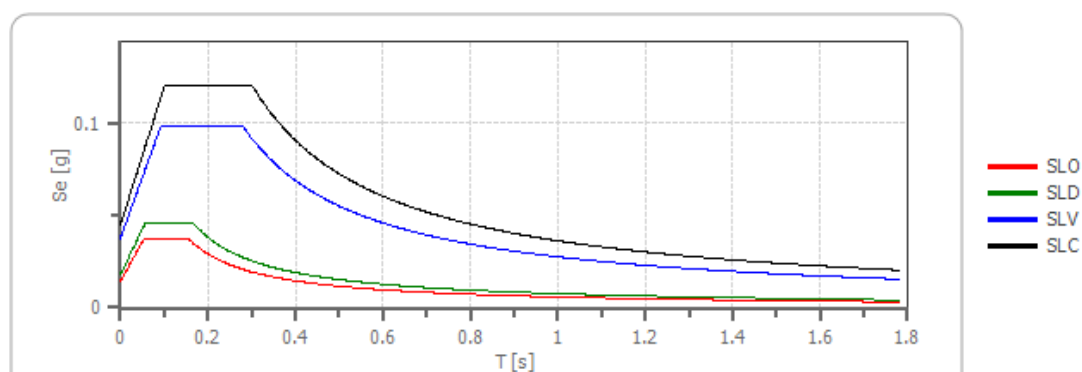
### Pericolosità sismica di sito:

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%  
 Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000  
 Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

### Stabilità di pendii e fondazioni

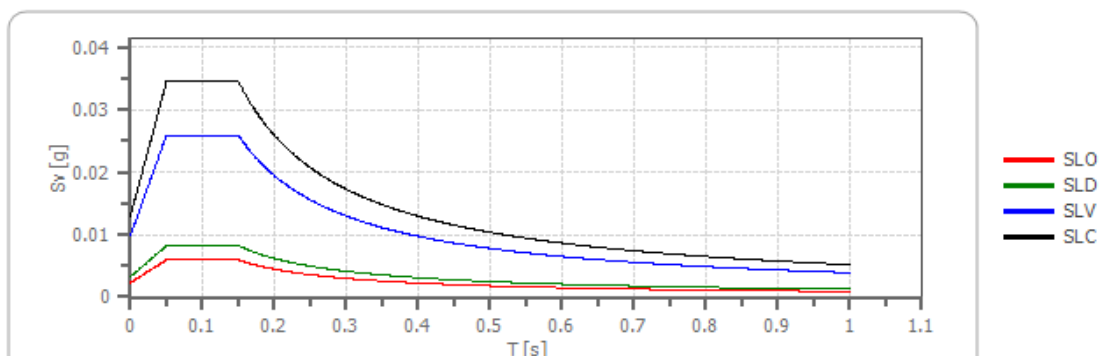
| Coefficienti             | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh                       | 0.003 | 0.004 | 0.008 | 0.009 |
| kv                       | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.005 |
| amax [m/s <sup>2</sup> ] | 0.140 | 0.175 | 0.369 | 0.443 |
| Beta                     | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.200 |

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



|     | cu  | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | $\eta$ [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|------------|--------|--------|--------|-----------|------------|
| SLO | 1.0 | 0.014  | 2.587  | 0.158   | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000 | 1.000      | 0.053  | 0.158  | 1.657  | 0.014     | 0.037      |
| SLD | 1.0 | 0.018  | 2.549  | 0.167   | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000 | 1.000      | 0.056  | 0.167  | 1.672  | 0.018     | 0.046      |
| SLV | 1.0 | 0.038  | 2.625  | 0.279   | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000 | 1.000      | 0.093  | 0.279  | 1.751  | 0.038     | 0.099      |
| SLC | 1.0 | 0.045  | 2.665  | 0.302   | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000 | 1.000      | 0.101  | 0.302  | 1.781  | 0.045     | 0.120      |

#### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



|     | cu  | ag<br>[g] | F0<br>[-] | Tc*<br>[s] | Ss<br>[-] | Cc<br>[-] | St<br>[-] | S<br>[-] | $\eta$<br>[-] | TB<br>[s] | TC<br>[s] | TD<br>[s] | Se(0)<br>[g] | Se(TB)<br>[g] |
|-----|-----|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| SLO | 1.0 | 0.014     | 2.587     | 0.158      | 1         | 1.000     | 1.000     | 1.000    | 1.000         | 0.050     | 0.150     | 1.000     | 0.002        | 0.006         |
| SLD | 1.0 | 0.018     | 2.549     | 0.167      | 1         | 1.000     | 1.000     | 1.000    | 1.000         | 0.050     | 0.150     | 1.000     | 0.003        | 0.008         |
| SLV | 1.0 | 0.038     | 2.625     | 0.279      | 1         | 1.000     | 1.000     | 1.000    | 1.000         | 0.050     | 0.150     | 1.000     | 0.010        | 0.026         |
| SLC | 1.0 | 0.045     | 2.665     | 0.302      | 1         | 1.000     | 1.000     | 1.000    | 1.000         | 0.050     | 0.150     | 1.000     | 0.013        | 0.035         |

In base alla normativa italiana è possibile schematizzare l'azione sismica come un insieme di forze orizzontali statiche; in questo modo possiamo effettuare un'analisi del fenomeno di tipo statico (limitata ad alcune tipologie strutturali) o di tipo dinamico (sempre applicabile). Il progettista deve garantire per le strutture in progetto, alcune prestazioni in caso si verifichi un evento sismico. In particolare, la struttura progettata dovrà garantire un certo comportamento per azioni che si possono verificare una sola volta in un lasso di tempo lungo (sisma grave), ed un diverso tipo di comportamento per azioni che invece si possono verificare ad intervalli temporali più brevi (sisma lieve).

Nel primo caso la struttura, pur potendo riportare danni anche gravissimi agli elementi non portanti, deve in ogni modo garantire l'equilibrio statico, cioè non collassare. Nella seconda ipotesi invece, non dovranno verificarsi per la stessa, alcun tipo di danno.

E' importante osservare come la nuova normativa ha modificato completamente il modo di considerare l'accelerazione sismica sulla struttura, definendola ora tramite la rappresentazione grafica dello spettro di risposta. Questo è funzione del livello di sismicità della zona, delle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, mentre non dipende dalla tipologia strutturale.

Nell'Ordinanza P.C.M. sono state definite quattro zone sismiche distinte in base all'accelerazione al suolo (la Lombardia è inserita in zona IV):

| Zona | Accelerazione al suolo |
|------|------------------------|
| 1    | 0,35 g                 |
| 2    | 0,25 g                 |
| 3    | 0,15 g                 |
| 4    | 0,05 g                 |

Al fine di determinare poi l'azione sismica in funzione delle caratteristiche del sito, sono state individuate 5 diverse tipologie di terreno:

| Cat. Suolo | Tipo                                      | Velocità diffusione onde sismiche (*)                                                        |
|------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| A          | Suoli omogenei molto rigidi               | $V_{30} > 800$ m/s                                                                           |
| B          | Sabbie molto addensate                    | $360 \text{ m/s} < V_{30} < 800 \text{ m/s}$                                                 |
| C          | Sabbie mediamente addensate               | $180 \text{ m/s} < V_{30} < 360 \text{ m/s}$                                                 |
| D          | Terreni granulari poco addensati          | $V_{30} < 180 \text{ m/s}$                                                                   |
| E          | Terreni a strati superficiali alluvionali | $V_{30}$ come C o D nello strato superficiale (spessore tra 5 e 20 m) e come A nel substrato |

(\*) Velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità a partire dal piano di posa delle fondazioni della struttura, delle onde sismiche di taglio.

Premesso sinteticamente quanto sopra, nella progettazione delle fondazioni dirette si dovranno osservare le seguenti fasi:

1. Scelta del piano di posa;
2. Calcolo del carico limite;
3. Calcolo dei cedimenti;
4. Calcolo della fondazione.

**GEO.LOGO**  
Studio di Geologia

## 5. INDAGINE SISMICA

È stata condotta nell'area di studio un'indagine con metodologia della sismica passiva mediante l'utilizzo di un tromometro (della ditta MICROMED, modello Tromino). Tale indagine è finalizzata alla determinazione dei valori di frequenza caratteristica del sito in modo da prevenire effetti di doppia risonanza (terreno/struttura) estremamente pericolosi per la stabilità degli edifici. Le misurazioni sono state eseguite nella medesima area mediante l'utilizzo di un tromometro digitale della ditta Micromed S.r.l., modello "Tromino" e i dati rielaborati tramite il programma "TROMINO® Grilla".



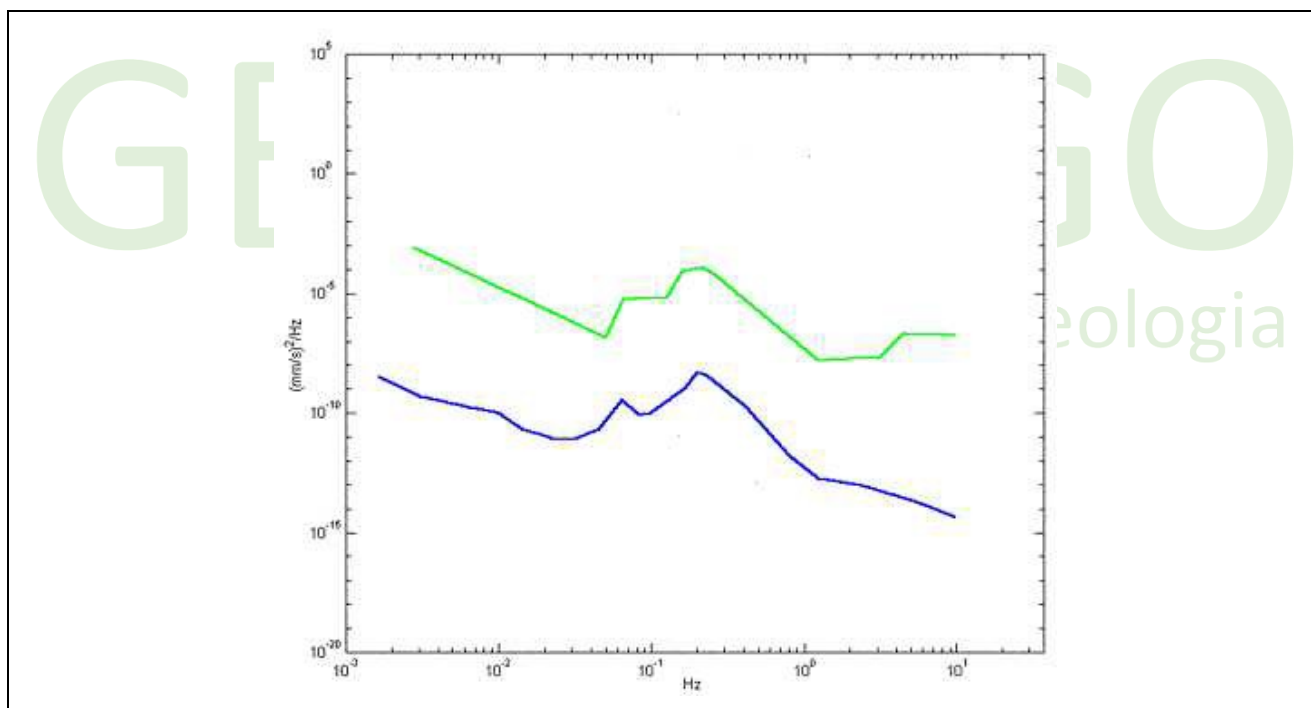
Le caratteristiche tecniche dello strumento sono di seguito riportate.

|                                        |                                                                                                        |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Numero di canali</b>                | 3+1 analogici                                                                                          |
| <b>Amplificatori</b>                   | tutti canali con input differenziali                                                                   |
| <b>Rumore</b>                          | < 0.5 $\mu$ V r.m.s. @128 Hz sampling                                                                  |
| <b>Impedenza dell'input</b>            | 106 Ohm                                                                                                |
| <b>Range di frequenze</b>              | DC - 360 Hz                                                                                            |
| <b>Frequenza di campionamento</b>      | 16384 Hz per canale                                                                                    |
| <b>Frequenze di sovracampionamento</b> | 32x, 64x, 128x                                                                                         |
| <b>Conversione A/D</b>                 | equivalente a 24 bit                                                                                   |
| <b>Massimo input analogico</b>         | 51.2 mV (781 nV/digit)                                                                                 |
| <b>Connessioni</b>                     | porta USB, tipo B                                                                                      |
| <b>Registrazione dati</b>              | memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb                                                |
| <b>Dimensione e peso</b>               | 10 x 14 x 7.7 (altezza) cm - 1.1 kg - contenitore di alluminio                                         |
| <b>Accoppiamento col terreno</b>       | su punte e cuscinetto reologico                                                                        |
| <b>Condizioni operative</b>            | temperatura - 10 / +70°C umidità 0-90% senza condensa                                                  |
| <b>Impermeabilità</b>                  | indice di protezione IP = 65 (resistente alla polvere, resistente agli spruzzi)                        |
| <b>Sensori</b>                         | 3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione autobloccaggio quando non in acquisizione |

L'indagine geofisica si avvale della tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V; si misura il microtremore sismico ambientale (rumore sismico). Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre.

Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale, in assenza di vento e nel caso in cui il terreno sia roccioso e pianeggiante, lo spettro di rumore sismico è quello mostrato in **figura 10**, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento secondo il servizio geologico statunitense (USGS) mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore.

L'andamento spettrale di questo rumore sismico di fondo decresce con la frequenza tranne che per due 'picchi' a 0,14 e 0,07 Hz originati probabilmente dalle onde delle tempeste oceaniche. Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono gli effetti locali.



**Figura 12 – Spettro del rumore sismico (in termini di velocità, componente verticale del moto) minimo e massimo secondo i modelli standard del servizio geologico USA (USGS) (J. Peterson, Observations and modelling of background seismic noise)**

Il rumore sismico di fondo agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici, più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore. Pertanto, se il sottosuolo ha delle proprie frequenze, il rumore

di fondo ecciterà queste frequenze di vibrazione rendendole chiaramente visibili nello spettro del rumore sismico misurato alla superficie. Esattamente nello stesso modo, si verificherà per un edificio.

È importante conoscere se la frequenza di risonanza del sottosuolo coincide con quella degli edifici presenti, poiché, durante un terremoto, può avere luogo un fenomeno di accoppiamento fra le due modalità di vibrazione. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici. L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni indotti dal terremoto, anche più importante della dimensione del terremoto stesso.

Pertanto, il TROMINO rappresenta lo strumento ideale per la misura ad alta risoluzione del rumore sismico ambientale.

Per poter effettuare tale misurazione lo strumento racchiude tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 Hz e 256 Hz. I dati vengono registrati su di una memoria interna da 512 Mb.

Durante le misure si è sempre orientata una delle componenti orizzontali lungo la direttrice N-S (Nord-Sud), per consentire una ripetizione e sovrapposizione delle registrazioni in tempi successivi.

### 5.1 Cenni teorici

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare "ovunque" e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque.

I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono: la frequenza caratteristica di risonanza del sito, la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, la velocità media delle onde di taglio  $V_s$ , la stratigrafia del sottosuolo.

Nello specifico è stata utilizzata tale tecnica per verificare la frequenza caratteristica di risonanza del sito.

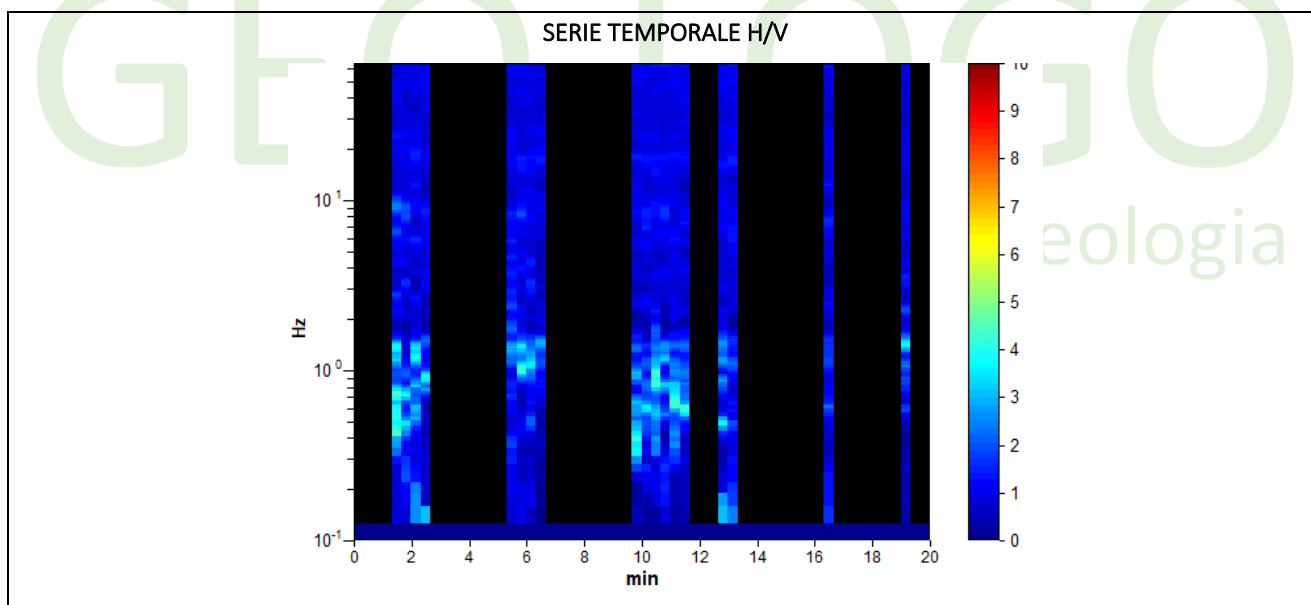
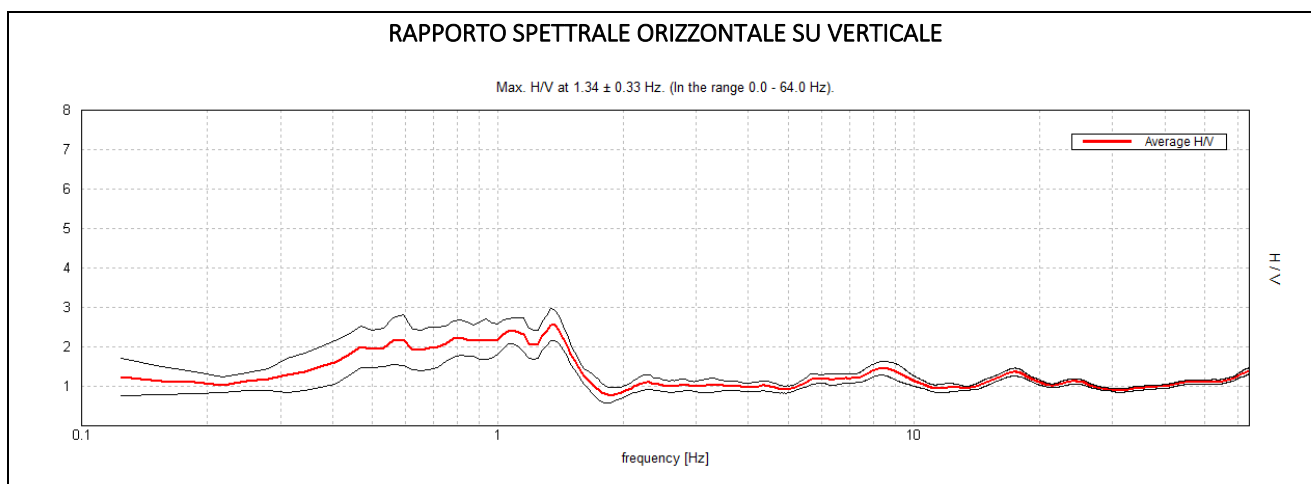
La frequenza caratteristica del sito rappresenta un parametro fondamentale, come già accennato, per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazioni del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi. Operativamente sono state eseguite TRE misure (TR1, TR2, TR3):

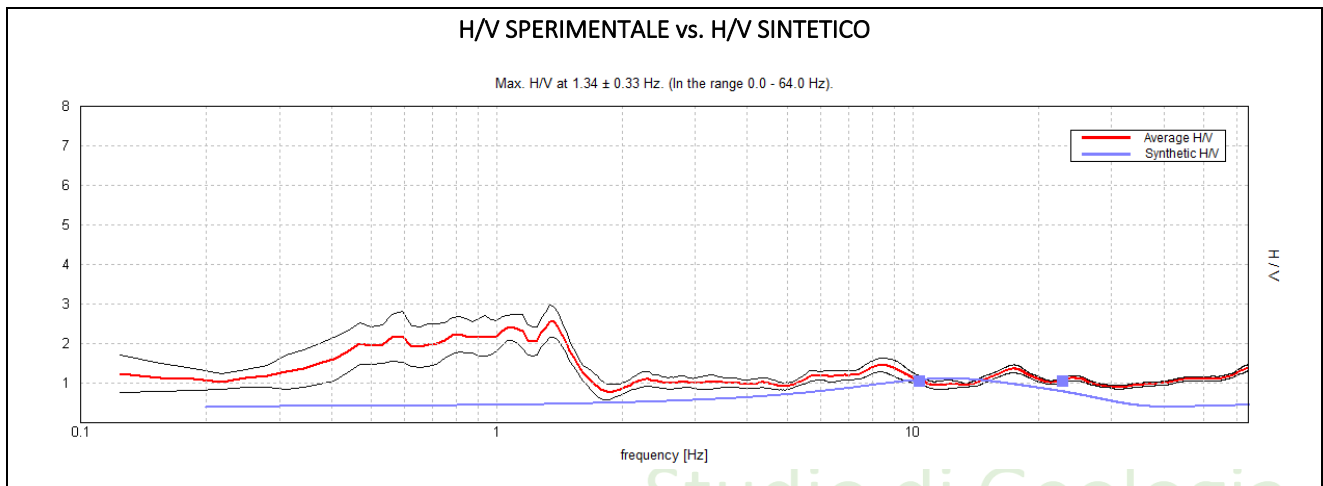
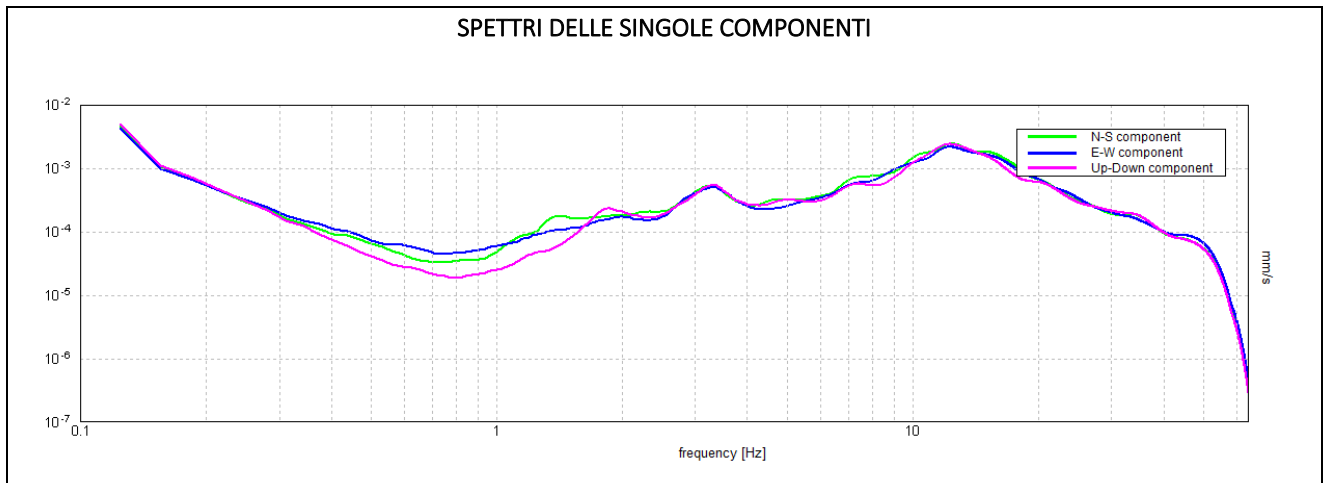
- è stato registrato il rumore sismico nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo di 20 minuti;
- la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno.

### 5.2 Frequenza caratteristica di risonanza del sito

Dalla misurazione effettuata sull'area di interesse, il relativo diagramma H/V ha evidenziato i seguenti picchi di frequenza caratteristica di risonanza del sito: 10 Hz e 11.3 Hz.

Di seguito sono riportati i dati registrati in campagna.



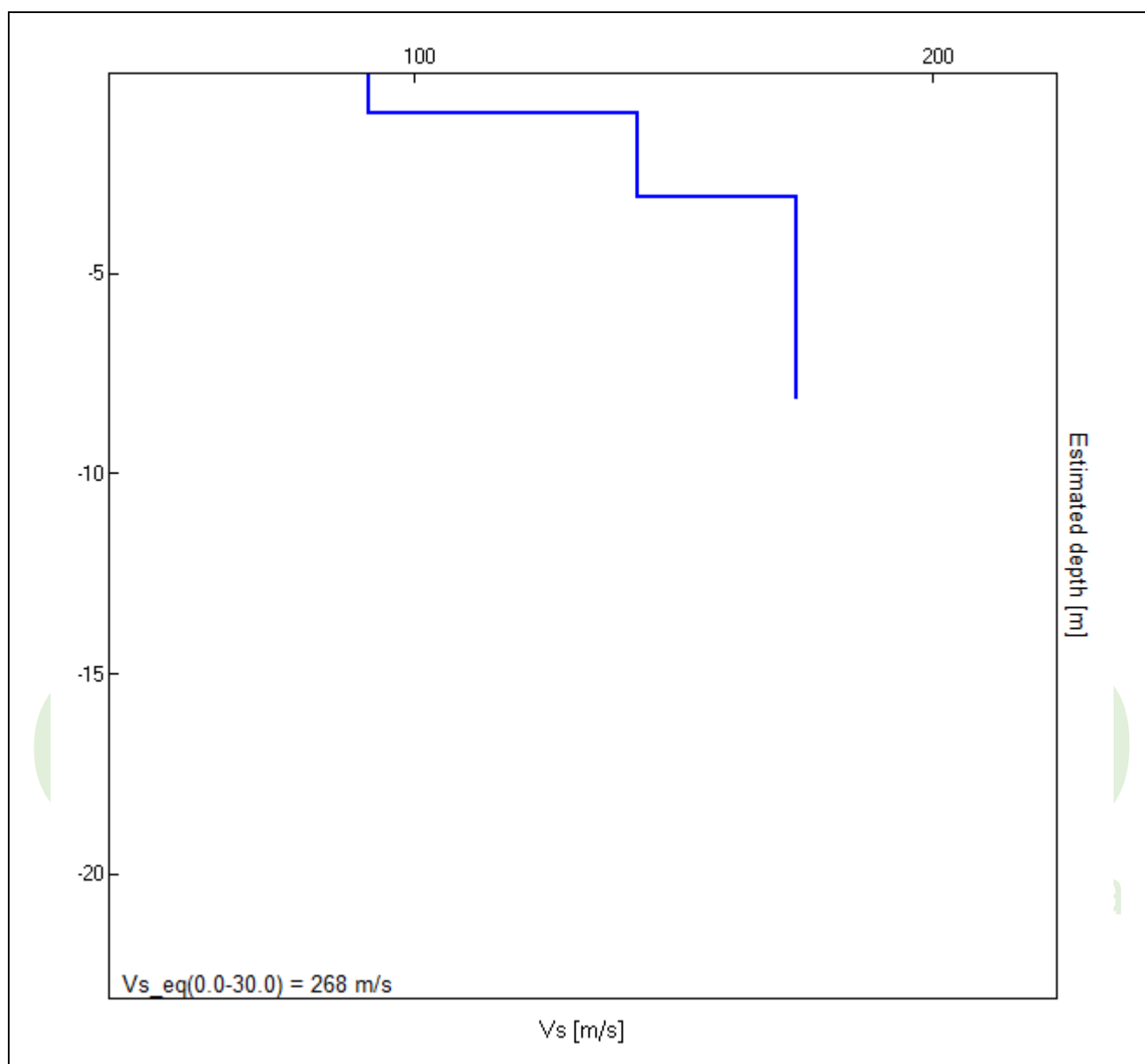


| Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | $V_s$ [m/s] | Rapporto di Poisson |
|---------------------------------------|--------------|-------------|---------------------|
| 1.00                                  | 1.00         | 91          | 0.42                |
| 3.10                                  | 2.10         | 143         | 0.42                |
| inf.                                  | inf.         | 174         | 0.45                |

$$V_s_{eq(0.0-30.0)} = 268 \text{ m/s}$$

I dati acquisiti sono stati elaborati ottenendo una curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh, invertendo la quale, secondo un processo iterativo di minimizzazione ai minimi quadrati, si è ottenuto un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

La curva di dispersione utilizzata per il processo di inversione è quella che consente di ottenere il miglior fitting con i dati sperimentali elaborando i dati relativi agli shot effettuati.



Dai dati di velocità  $V_s$  e spessori  $H$  si è ottenuto un valore di  $V_{s30}$  pari a **268 m/s**, che corrisponde ad un suolo di categoria C.

Come si può osservare nella cartografia sottostante (**Fig. 11**), l'area, nella sua porzione occidentale, ricade all'interno di una zona di **Classe 3/a – aree a fattibilità con consistenti limitazioni dovute alla possibilità di innesco di fenomeni di versante** (**Fig. 11**); nella sua porzione orientale invece l'area ricade all'interno di una zona di **Classe 2/c – aree delle piane fluvio-glaciali senza particolari fenomeni geologici**, la falda ha soggiacenza medio-alta (15-30 metri) e vulnerabilità dell'acquifero medio-elevata (**Fig. 11**).

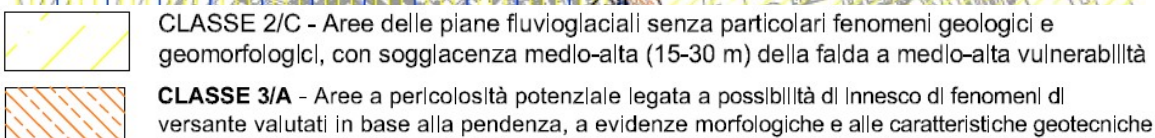


Figura 13 - Estratto Carta fattibilità geologica; evidenziata in rosso l'area di studio. (PGT Comune Vergiate)

Vista la posizione dell'area d'intervento, sono da escludersi interazioni negative con la superficie freatica e tantomeno con i pozzi utilizzati a fini idropotabili, ubicati in aree lontane da questa come indicato in figura 3. Per quanto riguarda invece la stabilità dei versanti, dovranno essere seguite le indicazioni contenute nel capitolo 3.1.

GEO.LOGO  
Studio di Geologia

## 7. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto emerso dal rilevamento di campagna, dall'analisi delle indagini effettuate e dei dati ricavati da lavori precedenti, fatto salvo quanto precedentemente indicato, si ritiene che non esistano fattori geologici e geomorfologici particolari limitanti la realizzazione di quanto in progetto.

Si ritiene opportuno limitare al limite indispensabile le attività di scavo, operando per piccoli tratti e realizzando tempestivamente le opportune opere di sostentamento.

Al momento attuale non è stata ancora effettuata una progettazione esecutiva dell'intervento e delle conseguenti opere di sostegno delle scarpate e pertanto si forniscono delle indicazioni di massima che dovranno obbligatoriamente essere sviluppate ed approfondite nelle successive fasi di progettazione.

Il fabbricato in progetto sarà interamente circondato da una viabilità che nella parte retrostante sarà presumibilmente dedicata alle operazioni di carico e scarico delle merci. Questo renderà necessaria la realizzazione di un muro di sostegno in c.a., opportunamente mascherato, di altezza comunque inferiore a quella dell'edificio (circa 7 metri).

Tenuto conto che nelle porzioni Nord – Ovest, si renderanno necessari gli sbancamenti maggiori, si ritiene che la tipologia di opera di sostegno sottoindicata, riesca a garantire, oltre al necessario sostegno del versante, un più efficace inserimento nel contesto esistente.

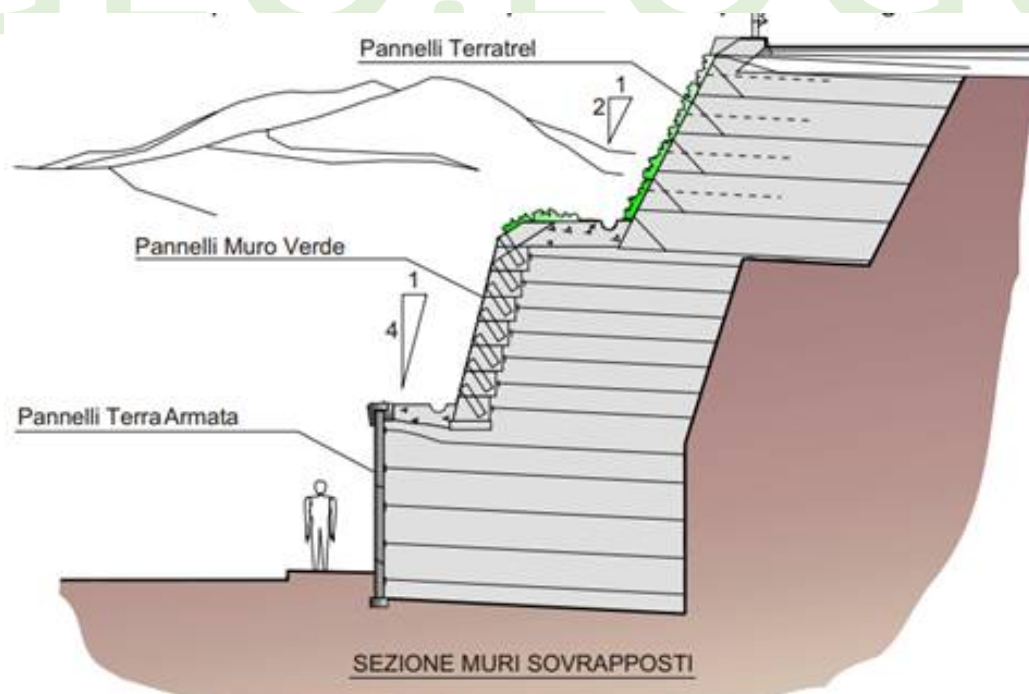


Figura 7 -. Tipologia di opera di sostegno

L'utilizzo della **terra rinforzata** consente di contenere i dislivelli e consolidare il terreno con risultati sorprendenti per la resistenza nel tempo e per la sicurezza.

È una tecnica a basso impatto ambientale e meno invasiva del cemento, anche per quanto riguarda l'estetica. La **differenza** sostanziale **tra terra armata e terra rinforzata** sta nella rifinitura esterna. Per quanto riguarda la terra armata è realizzata con paramento in cls mentre la terra rinforzata è "rinverdibile", vale a dire che viene realizzata inclinata così da poter favorire la crescita della vegetazione che, nel tempo sviluppando la radicazione, proteggono la struttura dall'erosione.

Tenuto conto dei dislivelli esistenti si è scelto di realizzare, almeno nella porzione Nord – Ovest, più terrazzamenti aventi un'ampiezza tale da consentire lo sviluppo di una vegetazione arborea spontanea e ricostituire il bosco ad oggi esistente.

Le opere di sbancamento dovranno procedere per piccoli tratti, generando scarpate naturali con pendenze indicativamente non superiori a 35° in materiali sciolti mentre nelle formazioni rocciose potranno essere valutati di volta in volta.

Gli sbancamenti eseguiti dovranno comunque essere protetti dalle acque meteoriche al fine di evitare l'insorgere di possibili fenomeni gravitativi e le acque così raccolte dovranno essere opportunamente smaltite.

A sistemazione avvenuta, dovranno essere eseguite idonee opere di rinverdimento/rimboschimento secondo quanto previsto nella relazione di inquadramento forestale predisposta dal Dott. Agronomo Giovanna Cardone

Busto Arsizio, Gennaio 2023

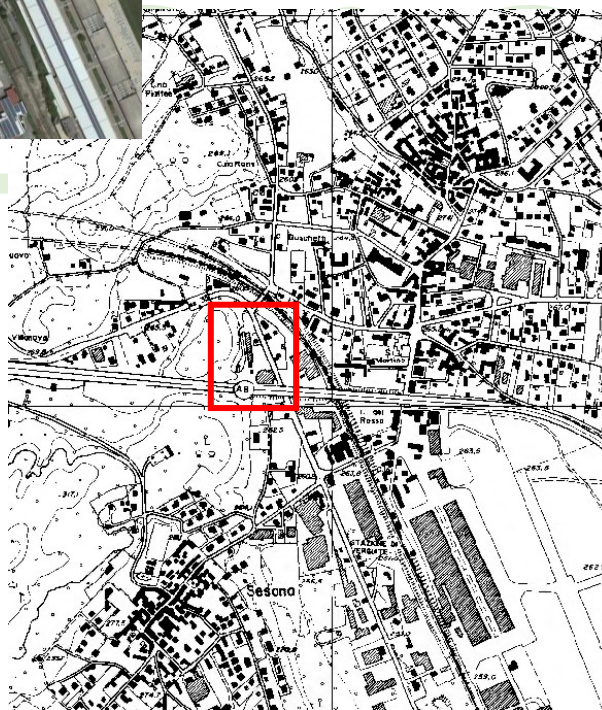
Il progettista  
Dott. Geol. Marco Cinotti

*Marco Cinotti*



## NORMATIVA E RIFERIMENTI

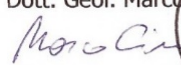
- D. M. 11/3/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione;
- Circolare Min. LL. PP. 24/9/1988 n. 30483: Istruzioni 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 del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 2788 del 12 maggio 1998 - "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale";
- Ordinanza del 20/03/2003 n. 3274 e 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 PCM 3519 del 28 aprile 2006 dalla G.U. n.108 del 11/05/06: "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- Aggiornamento delle zone sismiche della Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art 3, c.408, lett.d);
- D.G.R. 8/7374 del 28 Maggio 2008;
- D.G.R. IX/2616 del 30 Novembre 2011;
- D.M. NTC 2018-17/01/2018 "Aggiornamento delle nuove norme tecniche per le costruzioni" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20.2.2018;
- PGT – Piano di Governo del Territorio – Comune di Vergiate – Relazione geologica e allegati;
- Vincolo idrogeologico R.D. 30/12-1923 n° 3267;
- Carta Geologica D'Italia Foglio 44 - Scala 1:100.000;
- CTR in scala 1:10.000;
- GeoStru PS Advanced 22



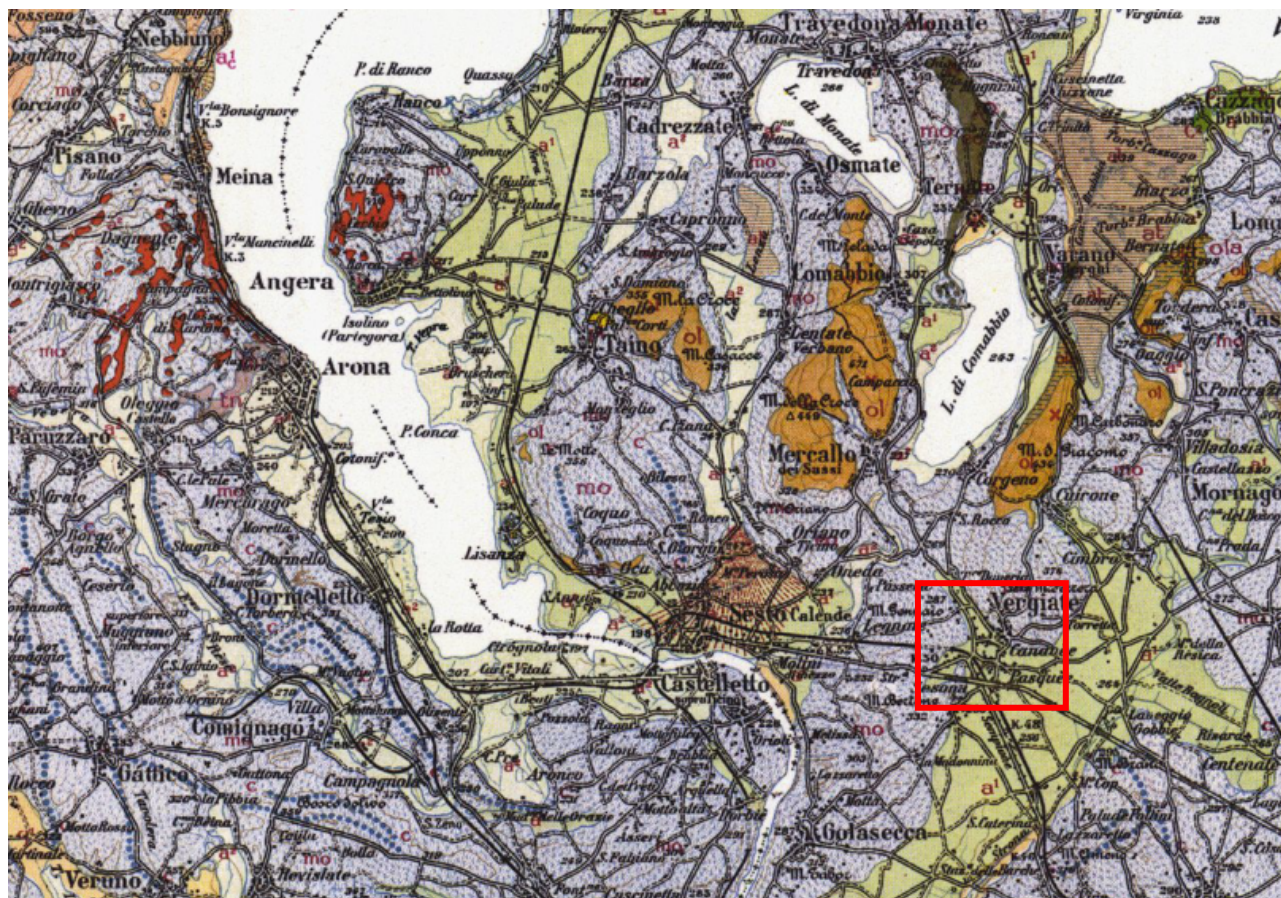
## LEGENDA



Area oggetto di indagine

|                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Committente:                                                                                                                                  | RTM SERVICE                                                                                                                                                                                                                 |
| Oggetto:                                                                                                                                      | REALIZZAZIONE EDIFICIO COMMERCIALE<br>IN VIA SEMPIONE, VERGIATE (VA)                                                                                                                                                        |
| Titolo:                                                                                                                                       | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO<br>(CTR, MAPS)                                                                                                                                                                                     |
| Allegato:                                                                                                                                     | 1                                                                                                                                                                                                                           |
| Data                                                                                                                                          | 14/06/2022                                                                                                                                                                                                                  |
| <br>GEO.LOGO<br>STUDIO DI GEOLOGIA<br>Dott. Marco Cinotti | Il progettista<br>Dott. Geol. Marco Cinotti<br><br> |

SCALA A VISTA

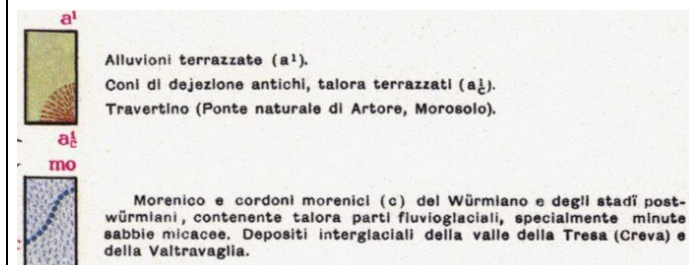


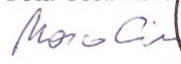
SCALA A VISTA

## LEGENDA



Area oggetto di indagine



|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Committente:                                                                         | RTM SERVICE                                                                                                                                                                                                                  |
| Oggetto:                                                                             | REALIZZAZIONE EDIFICIO COMMERCIALE<br>IN VIA SEMPIONE, VERGIATE (VA)                                                                                                                                                         |
| Titolo:                                                                              | INQUADRAMENTO GEOLOGICO                                                                                                                                                                                                      |
| Allegato:                                                                            | 2                                                                                                                                                                                                                            |
| Data                                                                                 | 14/06/2022                                                                                                                                                                                                                   |
|  | Il progettista<br>Dott. Geol. Marco Cinotti<br><br> |

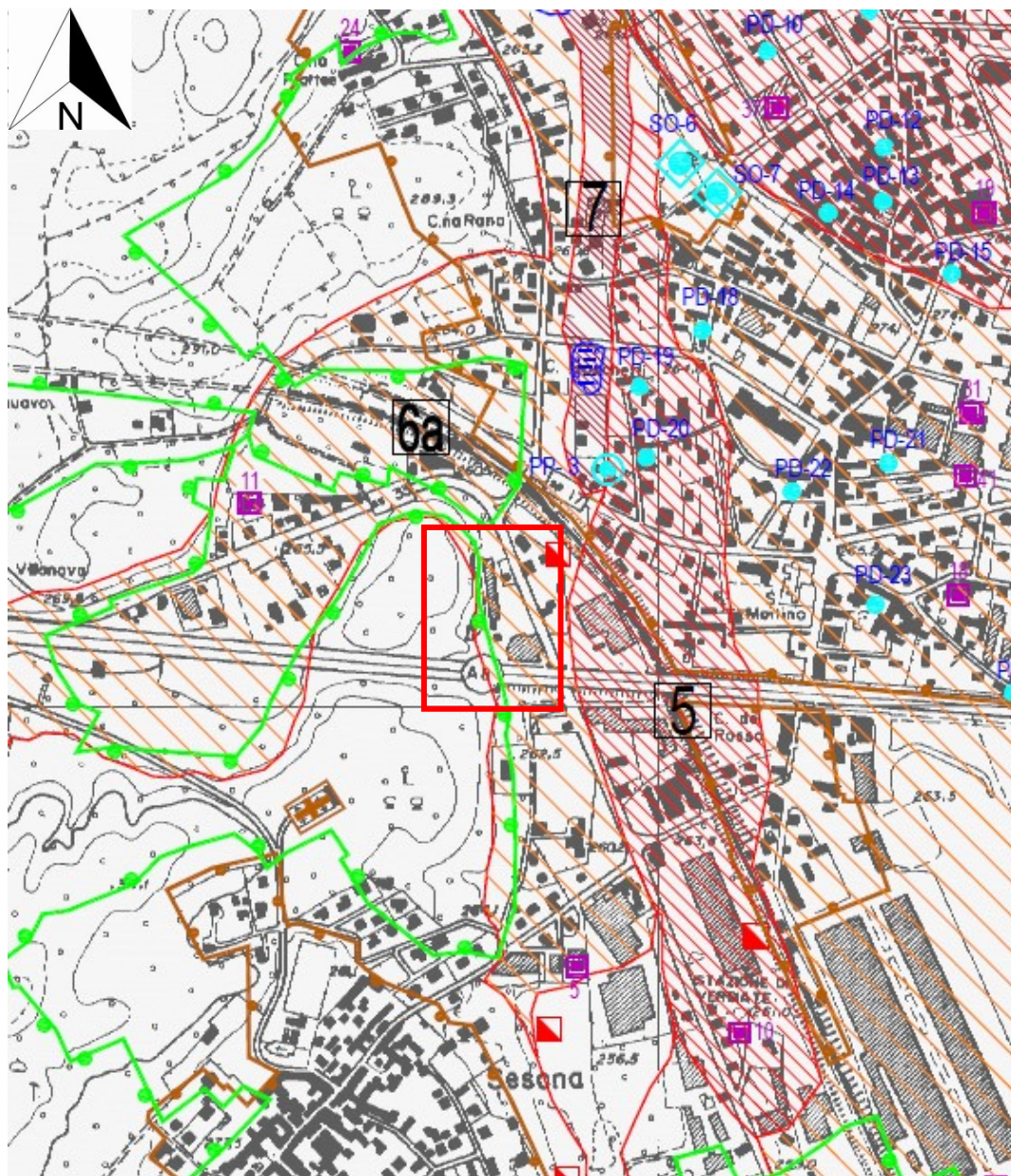
RELAZIONE GEOLOGICA

MARCO CINOTTI

Via Bellini, 32 – 21052 Busto Arsizio – Tel. 0331 025577 – Cell. 348 6041326 - Fax 1782207421

E – mail: [studio.geo.logo@gmail.com](mailto:studio.geo.logo@gmail.com) - P. IVA 02767940121

SITO WEB: [www.studiogeo-logo.it](http://www.studiogeo-logo.it)



## LEGENDA



Area oggetto di indagine

|                                                                                      |                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Committente:                                                                         | RTM SERVICE                                                                                                                         |
| Oggetto:                                                                             | REALIZZAZIONE EDIFICIO COMMERCIALE<br>IN VIA SEMPIONE, VERGIATE (VA)                                                                |
| Titolo:                                                                              | ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA                                                                                                        |
| Allegato:                                                                            | 3                                                                                                                                   |
| Data                                                                                 | 14/06/2022                                                                                                                          |
|  | Il progettista<br>Dott. Geol. Marco Cinotti<br> |

SCALA A VISTA

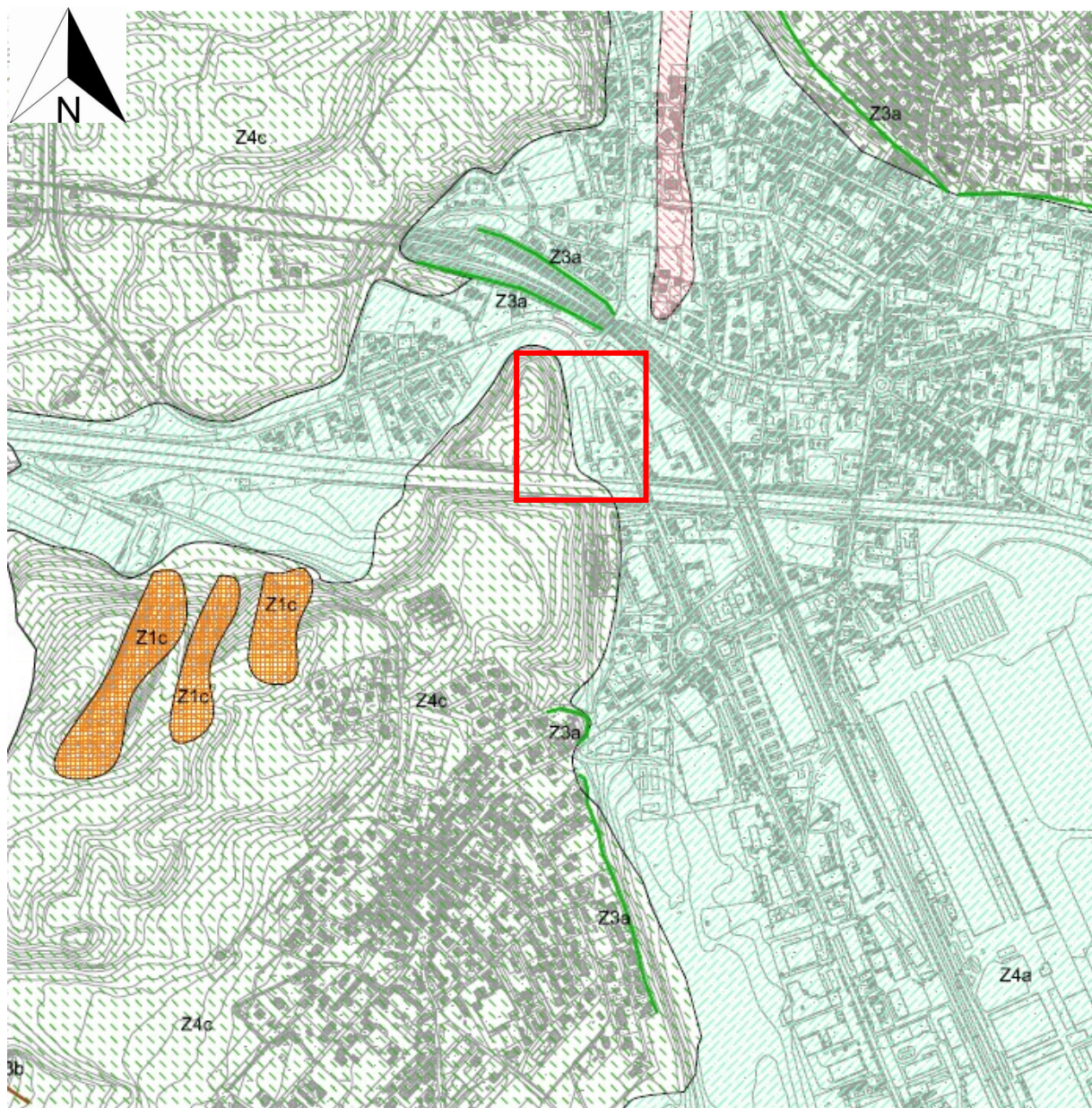
RELAZIONE GEOLOGICA

MARCO CINOTTI

Via Bellini, 32 – 21052 Busto Arsizio – Tel. 0331 025577 – Cell. 348 6041326 - Fax 1782207421

E – mail: [studio.geo.logo@gmail.com](mailto:studio.geo.logo@gmail.com) - P. IVA 02767940121

SITO WEB: [www.studiogeo-logo.it](http://www.studiogeo-logo.it)



## LEGENDA



Area oggetto di indagine



Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali, fluvio-glaciali, fluvio-lacustri granulari e coesivi



Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

|                                                                                       |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Committente:                                                                          | RTM SERVICE                                                                                                                               |
| Oggetto:                                                                              | REALIZZAZIONE EDIFICIO COMMERCIALE<br>IN VIA SEMPIONE, VERGIATE (VA)                                                                      |
| Titolo:                                                                               | ESTRATTO CARTA PERICOLOSITÀ SISMICA<br>LOCALE                                                                                             |
| Allegato:                                                                             | 4                                                                                                                                         |
| Data                                                                                  | 14/06/2022                                                                                                                                |
|  | <p>Il progettista<br/>Dott. Geol. Marco Cinotti</p>  |

SCALA A VISTA

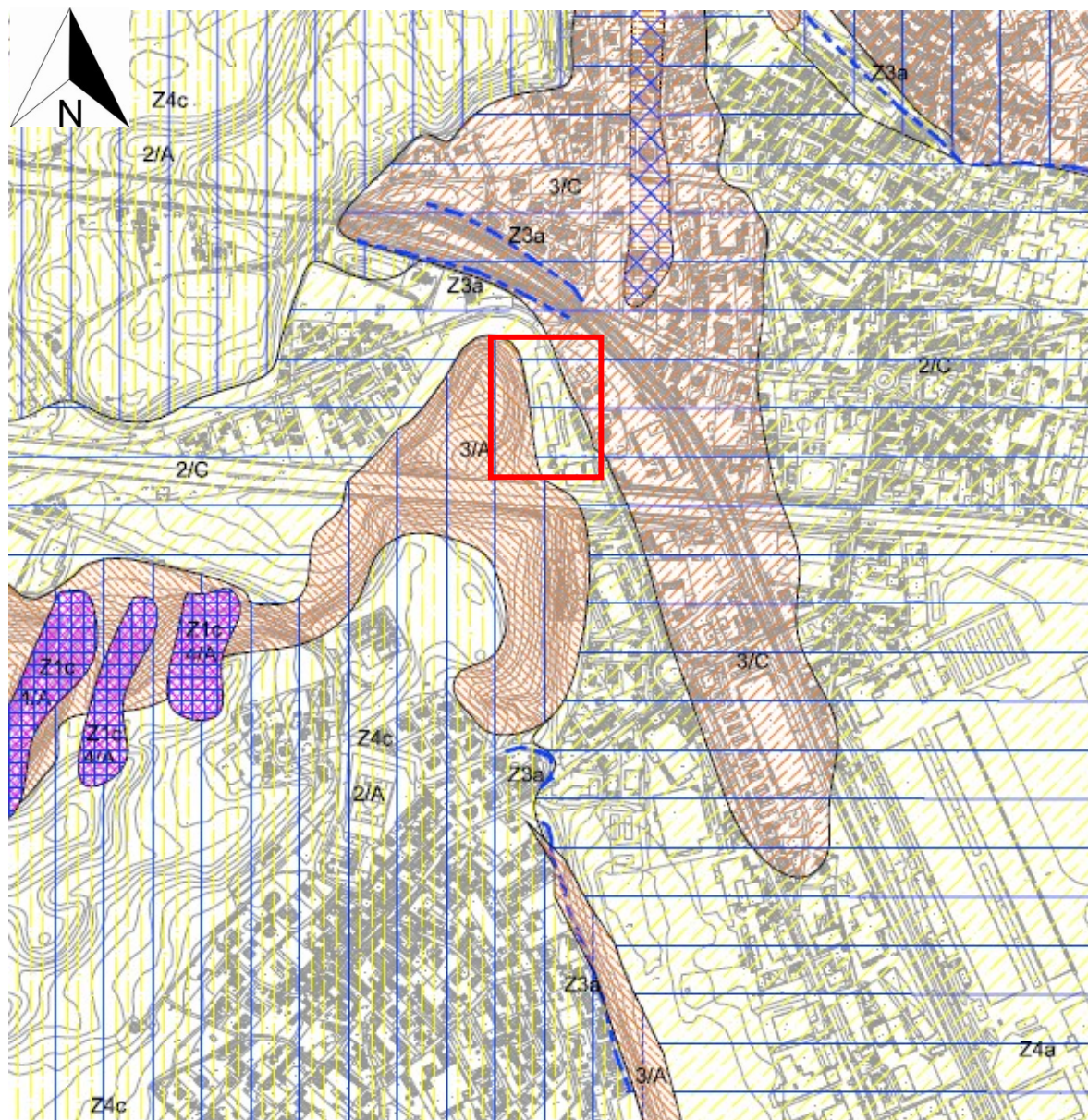
RELAZIONE GEOLOGICA

MARCO CINOTTI

Via Bellini, 32 – 21052 Busto Arsizio – Tel. 0331 025577 – Cell. 348 6041326 - Fax 1782207421

E – mail: [studio.geo.logo@gmail.com](mailto:studio.geo.logo@gmail.com) - P. IVA 02767940121

SITO WEB: [www.studiogeo-logo.it](http://www.studiogeo-logo.it)



## LEGENDA



Area oggetto di indagine



CLASSE 2/C - Aree delle piane fluvioglaciali senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici, con soggiacenza medio-alta (15-30 m) della falda a medio-alta vulnerabilità



CLASSE 3/A - Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innescio di fenomeni di versante valutati in base alla pendenza, a evidenze morfologiche e alle caratteristiche geotecniche

Committente:

RTM SERVICE

Oggetto:

REALIZZAZIONE EDIFICIO COMMERCIALE  
IN VIA SEMPIONE, VERGIATE (VA)

Titolo:

ESTRATTO CARTA FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Allegato:

5

Data

14/06/2022



Il progettista  
Dott. Geol. Marco Cinotti

*Marco Cinotti*



SCALA A VISTA

RELAZIONE GEOLOGICA

MARCO CINOTTI

Via Bellini, 32 – 21052 Busto Arsizio – Tel. 0331 025577 – Cell. 348 6041326 - Fax 1782207421

E – mail: [studio.geo.logo@gmail.com](mailto:studio.geo.logo@gmail.com) - P. IVA 02767940121

SITO WEB: [www.studiogeo-logo.it](http://www.studiogeo-logo.it)