

committente:

Comune di Verona

tipologia commessa:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

oggetto della commessa:

**Interventi di realizzazione dell'itinerario ciclabile
B20 Forte Chievo – Via Legnago
CIG B156BD7A09 – CUP I31B23000330007 - PBM 6774**

titolo dell'elaborato:

Relazione geologica

E L A B O R A T O

A.02

consegna in data

23 / 05 / 2025

revisioni in data:

-- / -- / ----

Assessore Transizione Ecologica,
Ambiente, Mobilità:

ing. Tommaso Ferrari

Dirigente Direzione Infrastrutture
Viarie e Mobilità:

ing. Michele Fasoli

Responsabile Unico del
Procedimento:

geom. Sabrina Nicolini

Progettista:

ing. Francesco Seneci

Gruppo di lavoro:

geol. Mirko Demozzi
arch. Nicola Bertuccio
pian. Licia Bernini
p. i. Baroni Luca



NETMOBILITY

37135 VERONA - Via Adriano Garbini, 15 - tel +39 045 8250176 - e-mail: netmobility@netmobility.it - sito web: www.netmobility.it
Partita I.V.A. e Codice Fiscale 03184140238





Sommario

1	PREMESSA.....	3
1.1	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PRINCIPALE.....	3
1.2	SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO.....	4
	PARTE I - RELAZIONE GEOLOGICA	5
2	COROGRAFIA.....	5
3	PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO.....	8
4	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	11
4.1	INDAGINI GEOLOGICHE E BIBLIOGRAFIA.....	11
4.2	GEOLOGIA	11
4.3	IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA.....	13
4.4	MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI.....	14
4.5	MODALITÀ SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	14
5	DISCIPLINA D'UTILIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO (TRS).....	15
6	AZIONE SISMICA.....	18
6.1	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	20
6.2	VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	25
6.3	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	29
	PARTE II - RELAZIONE GEOTECNICA	31
7	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO.....	31
7.1	DEFINIZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO	31
7.2	PIANO DELLE INDAGINI GEOTECNICHE	31
7.3	STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DEL TERRENO	31
7.4	VERIFICHE PRELIMINARI DI ORDINE GEOTECNICO IN BASE ALLE NTC 2018.....	34
7.5	INTERVENTI PREVISTI NEL PROGETTO E RACCOMANDAZIONI.....	35
	PARTE III - CONCLUSIONI	36
8	CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI.....	36
8.1	PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI	38



1 PREMESSA

Lo scrivente ha redatto il presente fascicolo a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) a cura dello studio tecnico NETMOBILITY SRL, per la realizzazione della ciclovia nel tratto Forte Chievo-Via Legnago a Verona nell'ambito dell'itinerario ciclabile B20.

Il fascicolo è composto da 3 parti:

parte 1: relazione geologica che ha lo scopo di definire il modello geologico del sito, evidenziarne eventuali criticità ed illustrare le pericolosità presenti in sito, comprende la modellazione sismica del sito;

parte 2: relazione geotecnica: che ha lo scopo di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni e le rocce e di definire il modello geotecnico del sito e la modellazione del volume significativo del terreno;

parte 3: prescrizioni e conclusioni

Tale documento ha lo scopo di proporre la soluzione progettuale più idonea, **sviluppata e progettata a cura dell'Ing. Francesco Seneci**, in relazione alle caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche del sito in oggetto ed eventualmente prescriverne le necessarie modifiche o integrazioni così come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” e dalla Normativa Regionale.

Il lavoro è stato redatto nel mese di ottobre 2024 ed espone i risultati ottenuti dai sopralluoghi di superficie effettuati dallo scrivente, dai dati messi a disposizione dal webgeo della Regione Veneto ([WebGIS Cartografico \(regione.veneto.it\)](http://webgis.cartografico.regione.veneto.it)) e del Comune di Verona, da precedenti studi effettuati nelle vicinanze e dall'elaborazione mediante l'ausilio di programmi informatici dei dati raccolti.

1.1 Quadro normativo di riferimento principale

Eurocodici di riferimento

- Eurocodice 7: Progettazione Geotecnica
- Eurocodice 8: Progettazione Strutture per la resistenza sismica

Nazionale

- Decreto 17.01.2018: Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Circolare alle NTC2018 n. 7 21/01/2019
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014" n. 164;
- D.L. 9 aprile 2008 n. 81: “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, N. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.L. 3 aprile 2006 n. 152: “Norme in materia Ambientale” e successive modifiche
- D.M. 11 Marzo 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

➤ PAI Provincia di Verona

1.2 Sintesi degli interventi previsti dal progetto

L'intervento è previsto nella parte meridionale della Città di Verona in una zona altamente urbanizzata. La realizzazione della pista ciclabile interessa per la maggior parte tratti di strada urbana esistente con interventi di rifacimento della sola pavimentazione stradale e realizzazione di pittogrammi.

Nel tratto di Via Comacchio, nei pressi di Borgo Roma, circa 250 m di ciclabile saranno realizzati a bordo strada su terreno pianeggiante incolto. Anche in questo caso gli scavi per la realizzazione della pista sono modesti e superficiali.

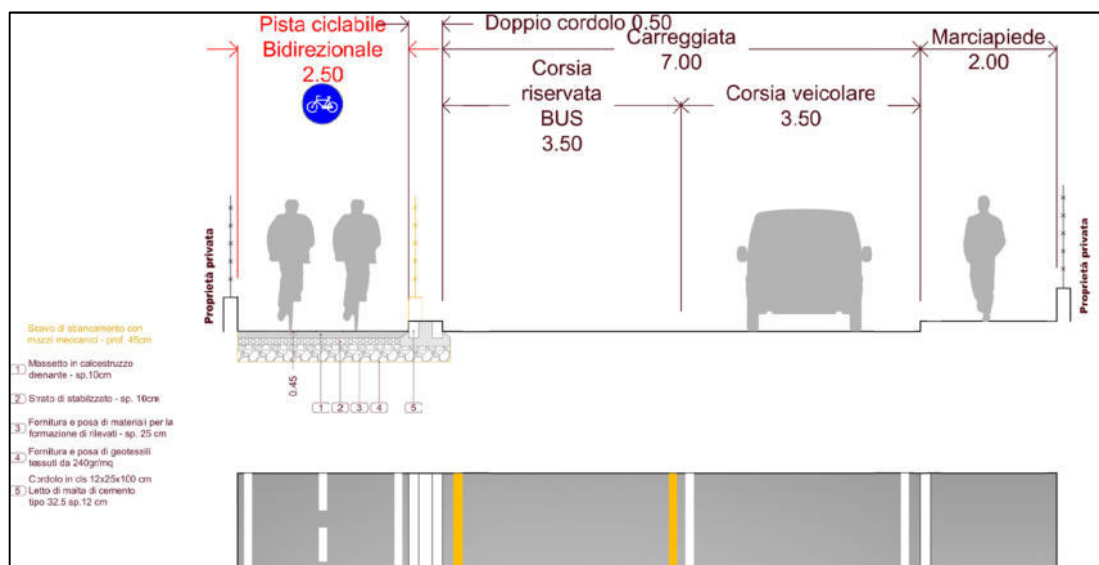


Figura 1: sezione tipo della ciclabile

PARTE I - RELAZIONE GEOLOGICA

2 COROGRAFIA

L'intervento è previsto nella parte meridionale della Città di Verona (a sud dello scalo ferroviario) nella in un'area intensamente urbanizzata. Il tratto di circa 250 che sarà realizzato su terreno naturale limitrofo alla sede stradale interessa Via Comacchio.



Figura 2: localizzazione del tracciato della ciclabile su Google Earth. In giallo il tratto del percorso realizzato esternamente alla strada comunale su suolo naturale

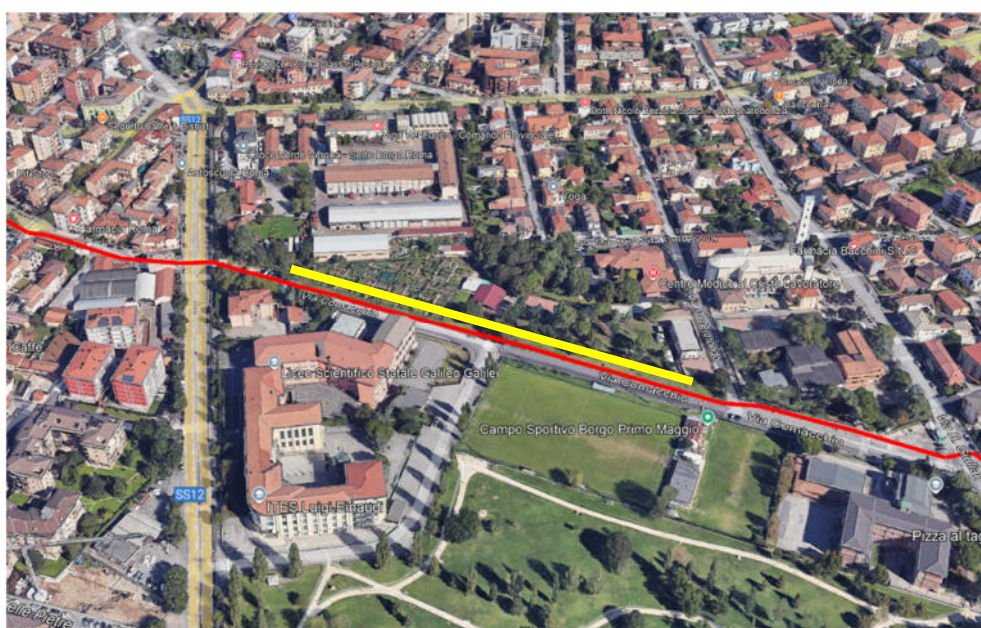


Figura 3: il tratto di ciclabile oggetto della presente relazione



Figura 4: foto area del tratto limitrofo alla viabilità ordinaria



Figura 5: Via Comacchio vista in direzione est. In rosso la posizione della pista



Figura 6: area di studio su CTR

3 PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO

Di seguito vengono illustrate le diverse cartografie del PAT (Piano di Assetto Territoriale) del comune di Verona. Il PAT è uno strumento di pianificazione che delinea le scelte strategiche di assetto e di sviluppo per il governo del territorio comunale.

La **carta dei Vincoli e della Progettazione territoriale** segnala che l'area di studio è collocata in *area di ricarica degli acquiferi del fiume Adige* (come gran parte della città di Verona).

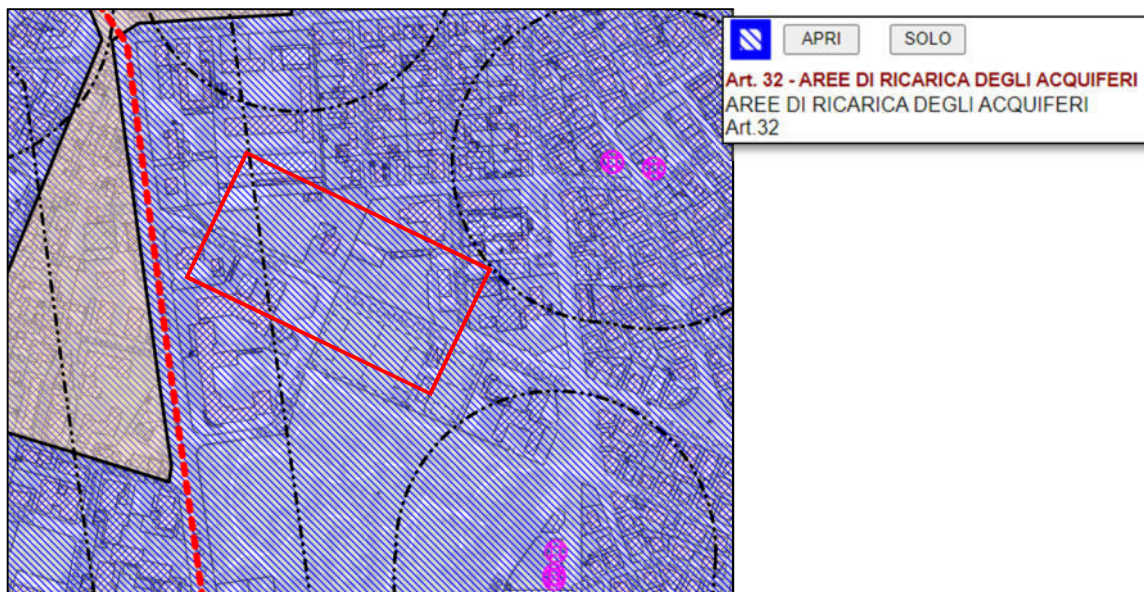


Figura 7: carta dei vincoli e della progettazione territoriale

Nella **carta della trasformabilità** viene segnalato come l'area ricade in parte in *area ad urbanizzazione consolidata*, in parte in *area residuale periurbana*.

“Nell’ambito delle aree di urbanizzazione consolidata individuate dal PAT, si individuano le aree in cui sono sempre possibili interventi diretti di nuova costruzione o di ampliamento di edifici esistenti, attuabili nel rispetto delle presenti norme [...]” (L.R. 11/2004 – Carta delle Trasformabilità).

Le aree residuali periurbane sono “...aree inedificate residuali all’interno del sistema insediativo e aree periurbane esterne immediatamente a ridosso dell’area urbana, che conservano solo in parte, sia per le limitate dimensioni le prime, che per la vicinanza con i limiti della città esistente le seconde, la vocazione agricola” (L.R. 11/2004 – Carta delle Trasformabilità).

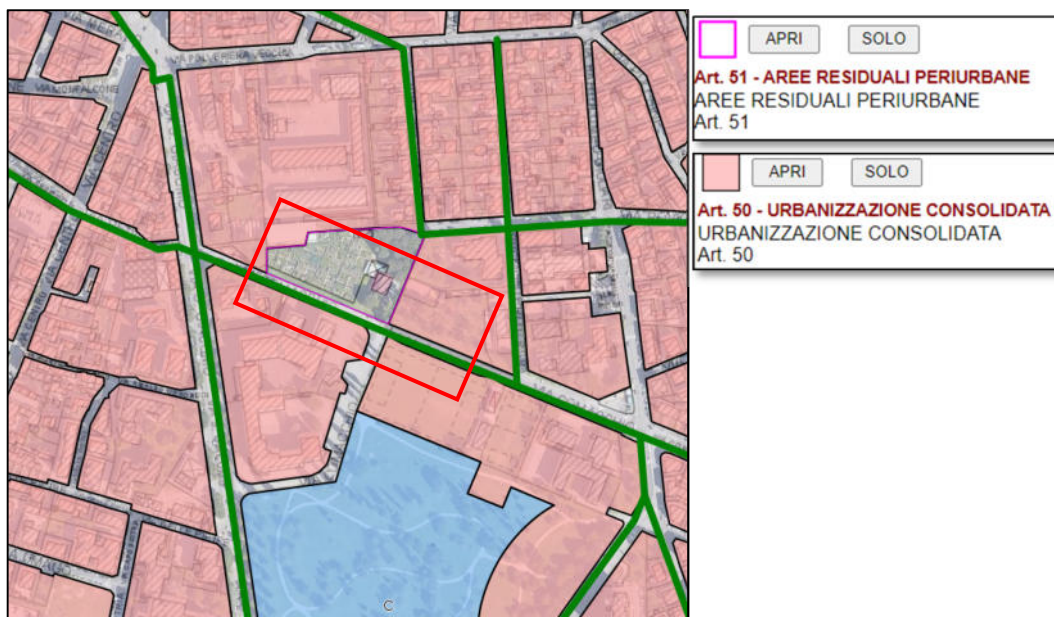


Figura 8: estratto carta della trasformabilità

La **carta delle fragilità**, indica che l'area ricade in area a vulnerabilità intrinseca degli acquiferi ed in area a penalità ai fini edificatori.

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi è riferita alla diversa classificazione delle unità geoambientali. L'area indicata è un'area a vulnerabilità intrinseca **alta**, riferibile all' **unità A** (fra le unità di aree di pianura e fondovalle), ossia aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria, con morfologia pianeggiante, dinamica geomorfologica fluviale e fluvioglaciale e presenza di falda a profondità maggiore di 10 metri.

“La classificazione delle **penalità ai fini edificatori** è fondata su indici relativi di qualità dei terreni con riferimento alle possibili problematiche relative alla stabilità dei versanti nelle aree collinari e montane, ai possibili effetti di inquinamento delle acque sotterranee, alla compressibilità dei terreni, alle caratteristiche geotecniche nei confronti delle opere di fondazione, ai possibili sprofondamenti per la presenza di cavità di dissoluzione carsica o di origine antropica, alla erodibilità di sponde fluviali, alla esondabilità dei corsi d'acqua, alla sicurezza di arginature o di altre opere idrauliche, alla salvaguardia di singolarità geologiche, geomorfologiche, paleontologiche o mineralogiche, alla protezione delle fonti di energia e delle risorse naturali” (L.R. 11/2004 – D.M. 11 marzo 1988 – Carta delle Fragilità).

Sulla base degli studi effettuati e della classificazione proposta, sono individuate cinque tipologie di tutela, a cui corrispondono le limitazioni all'attività edificatoria. **L'area in esame è classificata come TERRENO OTTIMO: non c'è alcun limite all'edificabilità.**

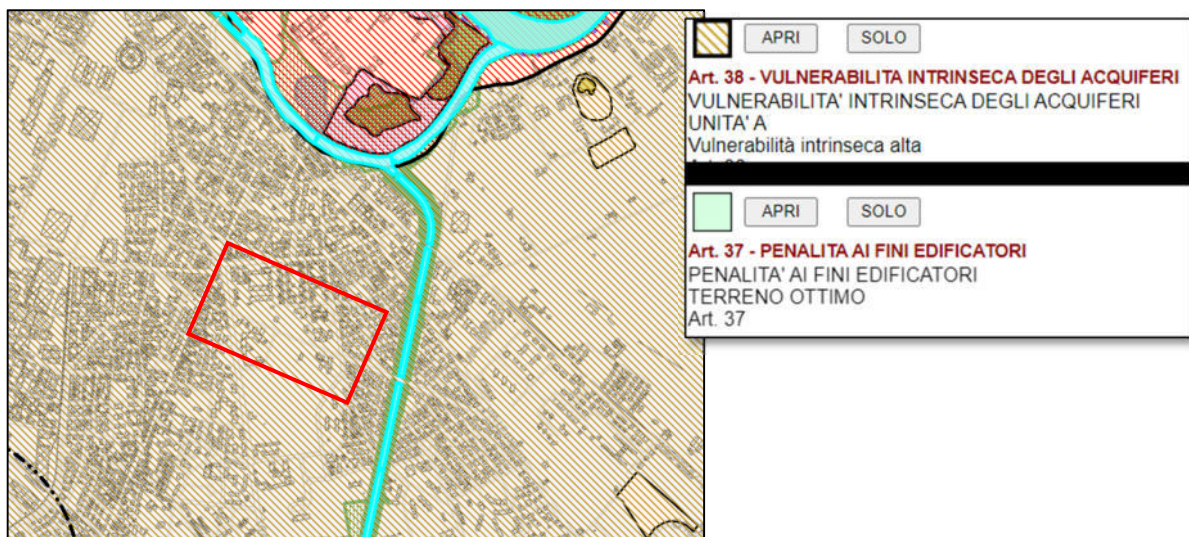


Figura 9: estratto carta delle fragilità

La *Carta della Compatibilità Geologica* suddivide il territorio in tre categorie di compatibilità geologica: area idonea, area idonea a condizione ed area non idonea alla costruzione in relazione alla geologia del territorio. L'area in esame è collocata in **zona idonea**.

Le zone idonee sono le aree di pianura e di fondovalle, con esclusione delle porzioni interessate da attività di cava e/o di discarica in essere o pregresse, da problematiche idrauliche, da affioramenti freatici o limitata soggiacenza della falda; sono inoltre le porzioni subpianeggianti delle dorsali collinari e versanti con pendenza fino al 15° in assenza di coltri di terreno sciolto per spessori significativi.

La Carta del Vincolo della Pericolosità idraulica non mostra alcuna pericolosità nel sito in esame.



Figura 10: estratto Carta della Compatibilità geologica

4 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

L'intervento si sviluppa nell'area meridionale della città di Verona, in destra idrografica rispetto al corso del fiume Adige. Il tratto di itinerario ciclabile interessato dalla relazione geologico-geotecnica si colloca su Via Comacchio.

4.1 Indagini geologiche e bibliografia

Per la ricostruzione del modello geologico si è fatto riferimento alla raccolta dei dati bibliografici messi a disposizione dal comune di Verona ed ai sopralluoghi in sito.

4.2 Geologia

Dal punto di vista geologico ci troviamo a sud del Dominio Sudalpino (Alpi Meridionali) nella zona delle Prealpi Venete.

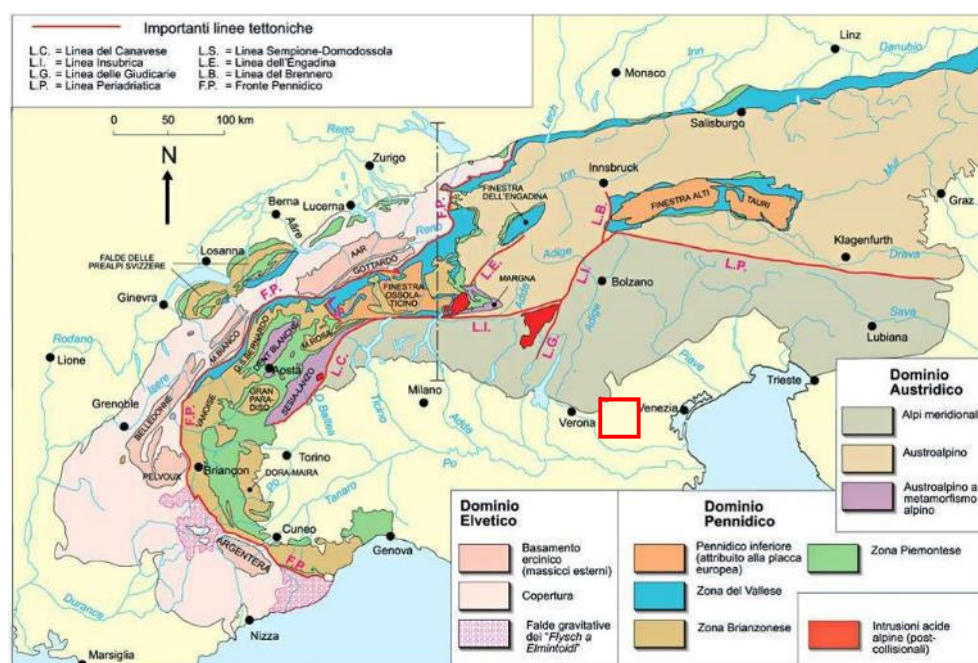


Figura 11: schema geologico delle Alpi con indicazione dell'area di studio

L'area in esame è un'area altamente urbanizzata, collocata in una zona pianeggiante. L'area è caratterizzata dall'estesa presenza di depositi alluvionali costituiti da materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura ghiaiosa-sabbiosa. Questi depositi sono relazionati alla presenza di un notevole corso d'acqua, l'Adige, che nel tempo ha depositato materiali ghiaioso sabbiosi provenienti da aree soggette ad erosione. I fiumi tendono ad erodere dove presentano maggiore energia ed a depositare dove l'energia del flusso diminuisce, tendenzialmente in aree pianeggianti. Parte di questi depositi sono stati trasportati da masse glaciali durante la fase di LGM (Ultimo Massimo Glaciale). Il substrato roccioso non si attesta in prossimità della superficie.

La falda freatica si trova a profondità maggiori di 10 metri dal piano campagna.

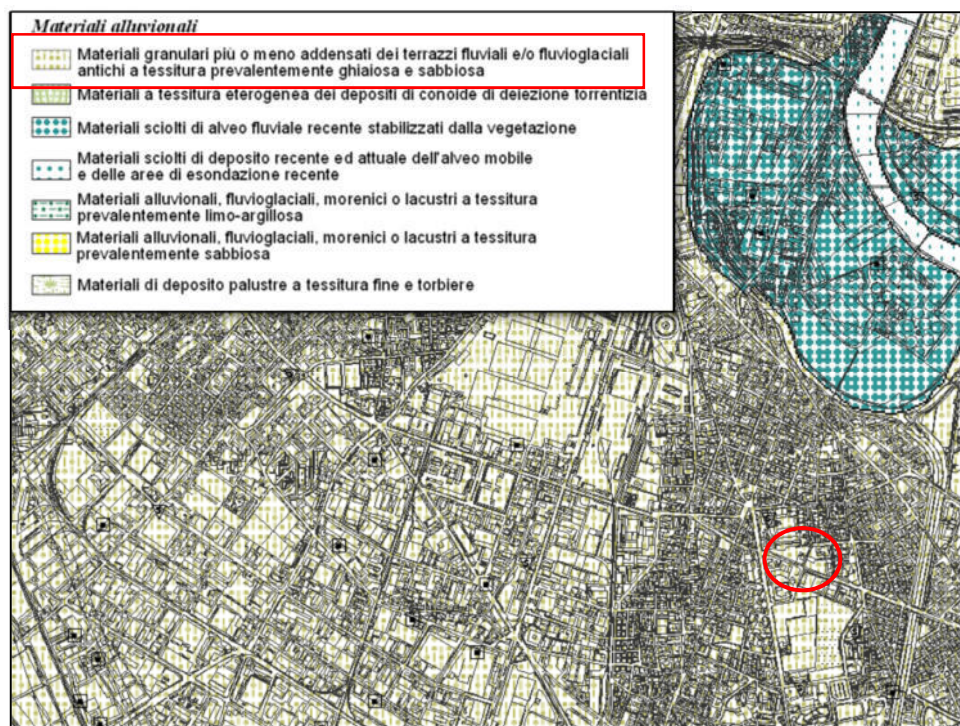


Figura 12: estratto carta geolitologica Comune di Verona

Consultando il database del Sigi del Comune di Verona, a poca distanza dal sito in esame sono presenti alcuni sondaggi.

Il sondaggio n. 423, collocato a sud est dell'area in esame, poco distante da un attuale un corso d'acqua canalizzato artificialmente, mostra prevalentemente sabbia medio grossa debolmente limosa, con falda a 12 metri dal p.c.

Il sondaggio n. 408, collocato a nord ovest dall'area in esame a poca distanza dalla ciclabile in progetto, mostra invece un terreno più grossolano superficialmente, costituito da ghiaia, e ghiaia con argilla più in profondità.

Da - A	Tipo	Falda	Note	Luogo	Da - A	Tipo
0 - -1,3	sabbia debolmente limosa con ghiaia e ciottoli	falda. -12,2 m da p.c.	Quota inizio sondaggio -2,4 m da p.c.		0 - -4	terreno di riporto
-1,3 - -2,7	sabbia grossolana debolmente limosa con ghiaietto				-4 - -17	ghiaia e ciottoli
-2,7 - -9	sabbia medio grossa limosa con ghiaia e rari ciottoli				-17 - -33	ghiaia con argilla
-9 - -14	sabbia medio grossa debolmente limosa con ghiaia				-33 - -37	argilla scura
-14 - -20	sabbia media limosa con ghiaia				-37 - -55	ghiaia e argilla

Figura 13: sondaggio n. 423 (sinistra) e n. 408 (destra)



Figura 14: collocazione sondaggi rispetto all'area di studio

Il territorio risulta essere pianeggiante privo di dissesti in atto o presunti. Gli edifici lungo Via Comacchio non mostrano segni di cedimenti o ammaloramenti legati al sottosuolo. Anche la verifica nell'Inventario dei fenomeni franosi in Italia (IFFI) ha dato esito negativo.

4.3 Idrografia e idrogeologia

La città di Verona è caratterizzata dalla presenza del fiume Adige. In particolar modo, nelle vicinanze del tracciato in esame, è presente un canale artificiale, il quale diparte dal fiume principale. Nella sezione di tracciato in esame non è presente idrografia superficiale e la falda è collocata a profondità maggiori di 10 metri dal p.c.

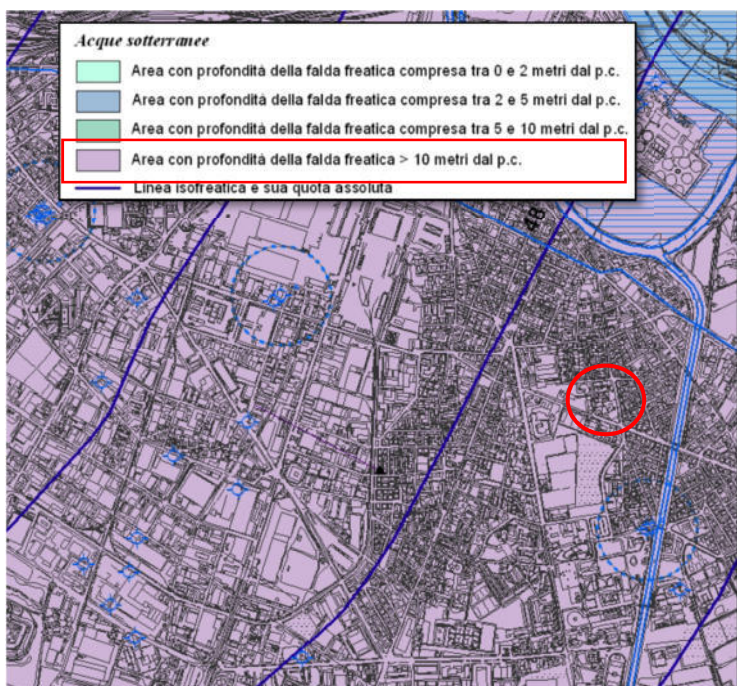


Figura 15: estratto della carta idrogeologica del PAT di Verona

La permeabilità primaria dei sedimenti che vanno a costituire l'area in esame è stimabile attorno ai 10^{-3} m/s.

K (m/s)		10 ¹ 1 10 ⁻¹ 10 ⁻² 10 ⁻³ 10 ⁻⁴ 10 ⁻⁵ 10 ⁻⁶ 10 ⁻⁷ 10 ⁻⁸ 10 ⁻⁹ 10 ⁻¹⁰ 10 ⁻¹¹										
GRANULOMETRIA	omogenea	Ghiaia		Sabbia		Sabbia molto fine		Silt		Argilla		
	varia	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e sabbia	Sabbia e argilla								
GRADI DI PERMEABILITA'		ELEVATA				BASSA				NULLA		
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI				SEMI-PERM.				IMPERM.		

Figura 16: classificazione delle componenti litologiche presenti e relativa permeabilità

4.4 Modello geologico di sintesi

Sulla base dei dati raccolti e descritti nei capitoli precedenti il Modello Geologico del sito può essere descritto come di seguito:

MODELLO GEOLOGICO: depositi alluvionali e/o fluvioglaciali

Unità Geologica D1_{gs}: depositi alluvionali e/o fluvioglaciali costituiti da ghiaia e sabbia, talvolta con presenza di argille, con spessori di alcune decine di metri.

Permeabilità primaria stimata attorno ai 10^{-3} m/s.

4.5 Modalità smaltimento acque meteoriche

Questo tratto di ciclovia sarà realizzato con asfalto drenante.

L'acqua meteorica residua potrà essere smaltita optando per due diverse modalità:

- Verso sud, sulla via comunale Via Comacchio. In questo caso le caditoie presenti sulla strada smaltiranno l'acqua in eccesso sulla nella rete esistente;
- in alternativa è possibile smaltire l'acqua meteorica, non assorbita dall'asfalto drenante, sul lato opposto ovvero verso la zona a verde. In questo caso si raccomanda una trincea drenante lungo tutto il tratto di ciclabile con larghezza minima di 40 cm e profondità di circa 50 cm.

5 DISCIPLINA D'UTILIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO (TRS)

Il progetto prevede scavi e scarifiche di sbancamento superficiale per una profondità di 45 centimetri.

Si ricorda che prima dell'inizio dei lavori di scavo permane la necessità dell'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TRS a carico del produttore o esecutore che deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito. Si rammenta che l'esclusione dalla disciplina sui rifiuti delle TRS è dettata, in via generale, dal comma 1, lettera c) dell'articolo 185 del TUA il quale stabilisce che non rientrano nel campo di applicazione della Parte IV del TUA "il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato ai fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato".

Il D.P.R. 120/2017 stabilisce, tra l'altro, che il "produttore" deve attestare la sussistenza dei requisiti per la gestione come sottoprodotti dei materiali scavati mediante la presentazione del modulo riportato nell'Allegato 6 al DPR stesso, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale competente per territorio, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo (art. 21). Lo stesso termine deve essere rispettato nel caso di modifiche sostanziali indicate all'art. 15, comma 2.

A questo proposito dovranno essere effettuate, su campioni di tipo medio composito, la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto per valutare le caratteristiche di qualità ambientale e sulle eventuali matrici contenenti materiali di riporto, il test di cessione al fine di escludere il rischio di contaminazione delle acque sotterranee.

Se presente materiale di riporto superficiale, non essendo nota l'origine dei materiali inerti che costituiscono il riporto stesso, la caratterizzazione ambientale prevede l'ubicazione dei campionamenti in modo tale da poter caratterizzare ogni porzione di suolo interessata dai materiali di riporto, data la possibile eterogeneità verticale ed orizzontale degli stessi e la valutazione della percentuale in peso degli elementi di origine antropica.

Secondo quanto stabilito dal D.P.R 120/2017 nell'Allegato 2, il campionamento dovrà essere effettuato basando la densità dei punti d'indagine e la loro ubicazione secondo un modello ragionato e con una profondità d'indagine in funzione alla profondità prevista dagli scavi.

Nel caso di scavi lineari, dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc. In linea di massima deve essere evitato il campionamento puntuale; è sempre preferibile un campionamento di tipo areale, ottenuto dalla raccolta di più aliquote, che garantisce una maggiore rappresentatività del campione.

Nel caso oggetto di studio viene prescritta la raccolta e l'analisi di due campioni, posizionati ad una distanza di circa 150 metri l'uno dall'altro.



Figura 17: area oggetto di studio e posizionamento prelievo campioni (stelle)

Il materiale di scavo che sarà considerato rifiuto (art. 183 del TUA) sarà destinato a discarica previa identificazione con idoneo/idonei codici CER (ad esempio terre e rocce da scavo: codice CER 17.05.04 in assenza di sostanze pericolose, conglomerato bituminoso e/o cementizio; codice CER 17.09.04 in assenza di sostanze pericolose) nel rispetto del TUA (Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152).

In sintesi, ai sensi delle norme citate è possibile trattare il materiale di scavo come:

- 1) Materiale da riutilizzare a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato (art. 185, comma 1, lettera c del D.Lgs. 152/2006) purché il materiale non sia contaminato;
- 2) Sottoprodotto (art. 4 D.P.R. n. 120/17, comma 2) purché le terre e rocce da scavo soddisfino i seguenti requisiti:
 - a) sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
 - b) il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o della dichiarazione di utilizzo per cantieri di piccole dimensioni di cui all'articolo 21, e si realizza: i. nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di rinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali; ii. in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava.
 - c) sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;



3) Rifiuto: è sempre possibile conferire le terre come rifiuto in discarica o impianti di recupero con formulario (codice CER 17.05.04 – terre e rocce da scavo).

Per le rocce e terre provenienti da piccoli cantieri, il produttore, qualora siano destinate a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, deve dimostrare che non siano superati i valori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica o ai valori di fondo naturali e che non costituiscono fonte diretta o indiretta di contaminazione per le acque sotterranee. La sussistenza di tali condizioni è attestata dal produttore tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà (art. 21 DPR 120/17) che assolve la funzione del piano di utilizzo. I tempi previsti per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti possono essere prorogati una sola volta e per la durata massima di sei mesi in presenza di circostanze sopravvenute, impreviste o imprevedibili.

6 AZIONE SISMICA

L'Ordinanza PCM 3519/2006 ha indicato i Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. A tale ordinanza è allegata la Mappa di Pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005). Da questa carta si evince che la zona di studio è caratterizzata da valori tra 0,15-0,175 g (accelerazione di gravità).

La Regione Veneto con Delibera Giunta Regione Veneto n. 244 del 9.03.2021 ha aggiornato l'elenco delle zone sismiche del Veneto, classificando l'intero comune di Verona in **zona 2** ($0.15 < a_g < 0.25g$).

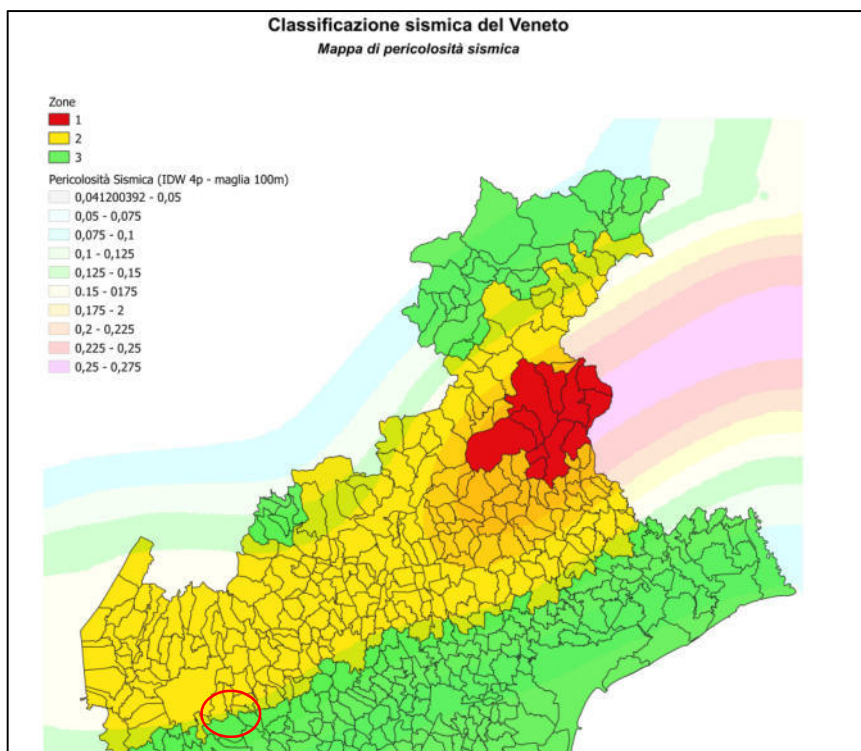


Figura 18: classificazione sismica del Veneto (DGR n.244 del 09 marzo 2021)

Infine, le NTC2018 stabiliscono che l'accelerazione orizzontale massima del sito di riferimento non è più riferita a una classificazione comunale, ma viene calcolata considerando le proprietà del sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Dallo studio della Carta Geologico Tecnica allegata allo Studio di Microzonazione sismica Liv. I del Comune di Verona, l'area è classificabile con terreni di copertura indicati dalla legenda con la sigla *GWfg* ovvero "Materiali granulari poco addensati dei terrazzi fluviali e fluvio-glaciali a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa".

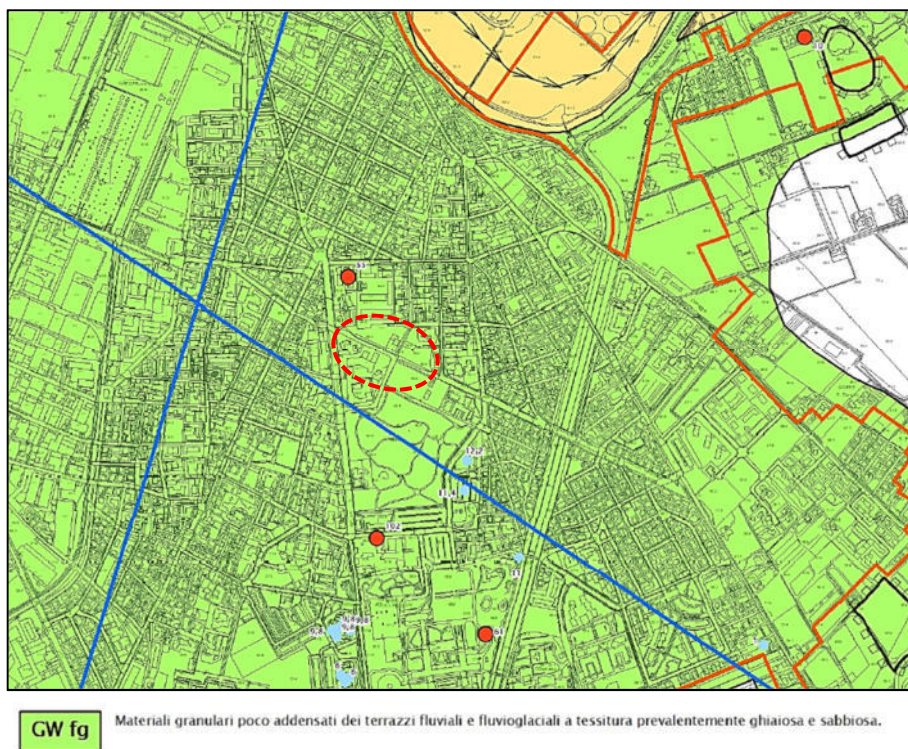


Figura 19: estratto Carta geologico-tecnica dello Studio di Microzonizzazione sismica I livello

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) ha suddiviso il territorio comunale in n.8 microzone differenziate in base alla presenza o meno di coperture, ove fossero presenti in base alle dimensioni granulometriche, alle loro alternanze, allo spessore, al grado di consistenza o al grado di addensamento, in rapporto alla presenza del substrato. L'area in oggetto ricade nella zona 2005 come è riportato nella figura successiva.

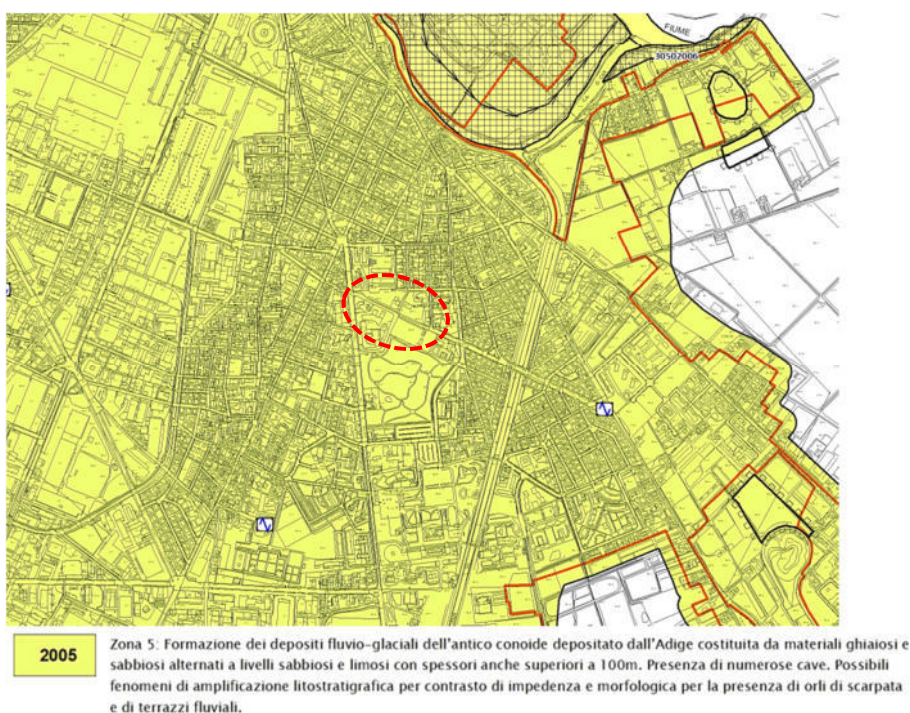


Figura 20: estratto carta MOPS dello studio di microzonazione sismica. L'area di studio può essere classificata con codice 2005

Dalla relazione sulla microzonazione sismica la zona 2005 è descritta come di seguito:



6.1 Definizione della pericolosità sismica di base

SISMICITA' LOCALE

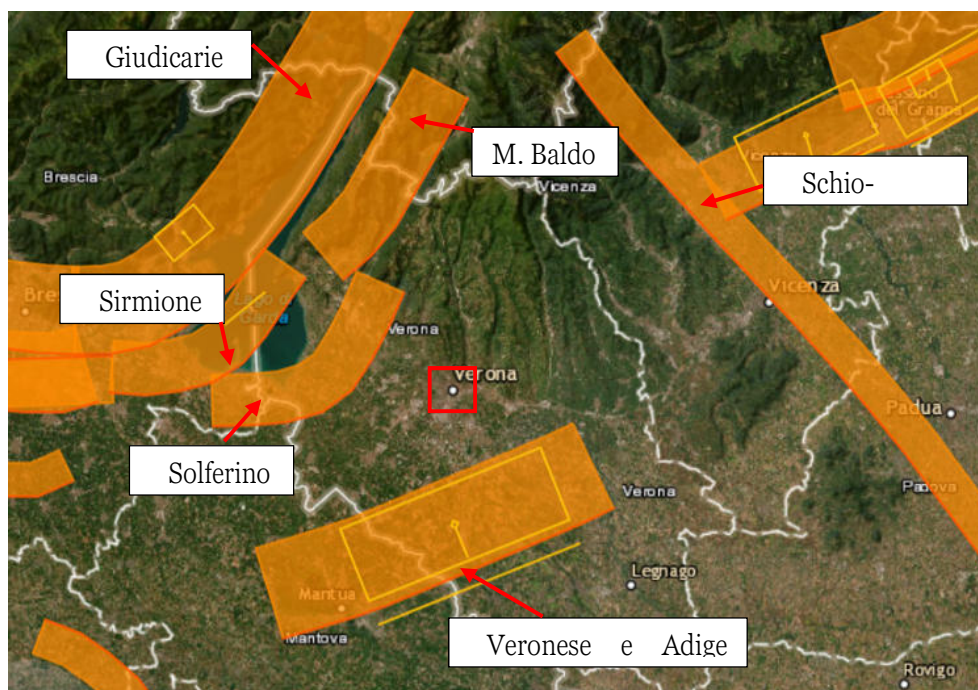
Per la zonazione sismogenetica dei comuni sopra citati, è stato consultato il progetto DISS e la zonazione sismogenetica dell'INGV.

Sorgenti Sismogenetiche Composite.

Di seguito si riporta l'inquadramento cartografico del progetto: "Analysis of the seismic potential in Italy for the evaluation of the seismic hazard" curato dal Dipartimento della Protezione Civile che recepisce i dati editati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia tramite il progetto DISS "Database of Individual Seismogenic Sources" (DISS). Questo database contiene informazioni su elementi tettonici in grado di generare terremoti (faglie attive).

L'area di studio è circondata da importanti sorgenti sismogenetiche composite, fra cui la sorgente Schio-Vicenza ad est, la sorgente delle Giudicarie, di Monte Baldo, Solferino e Sirmione ad ovest e la sorgente Veronese ed Adige Plain a sud.

La sorgente con Mw maggiore è la sorgente **ITCS175-Schio-vicenza (Mw 7.3)**, la quale è collocata a circa 45 km di distanza in linea d'aria. Le sorgenti sismogenetiche più prossime all'area di studio sono la sorgente ITIS140- Veronese (Mw 6.7) correlata alla sorgente ITCS076 (**Mw 7.2**) e la sorgente ITCS114-Solferino (Mw 6.4).



GENERAL INFORMATION				GENERAL INFORMATION			
DISS-ID	ITCS175			DISS-ID	ITCS114		
Name	Schio-Vicenza			Name	Solferino		
Compiler(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Zampieri D.(2)			Compiler(s)	Burrato P.(1)		
Contributor(s)	Zampieri D.(2), Burrato P.(1), Vannoli P.(1)			Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogi C.(2), Maesano F.E.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Università degli Studi di Padova; Dipartimento di Geoscienze; Via Giovanni Gradenigo, 6, 35131 Padova, Italy			Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy		
Created	24/05/2016			Created	01/04/2015		
Updated	24/05/2016			Updated	01/04/2015		
Display map				Display map			
Related sources				Related sources			
Max Magnitude [Mw]	7.3	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.	Max Magnitude [Mw]	6.4	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

GENERAL INFORMATION				GENERAL INFORMATION			
DISS-ID	ITIS140			DISS-ID	ITCS076		
Name	Veronese			Name	Adige Plain		
Compiler(s)	Burrato P.(1)			Compiler(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Valensise G.(1)		
Contributor(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Valensise G.(1)			Contributor(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Valensise G.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy			Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy		
Created	04/02/2014			Created	20/04/2010		
Updated	04/02/2014			Updated	01/04/2015		
Display map				Display map			
Related sources	ITCS076			Related sources	ITIS140		
Magnitude [Mw]	6.7	LD	Value adopted from the historical earthquake catalogue CPT11.	Max Magnitude [Mw]	7.2	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

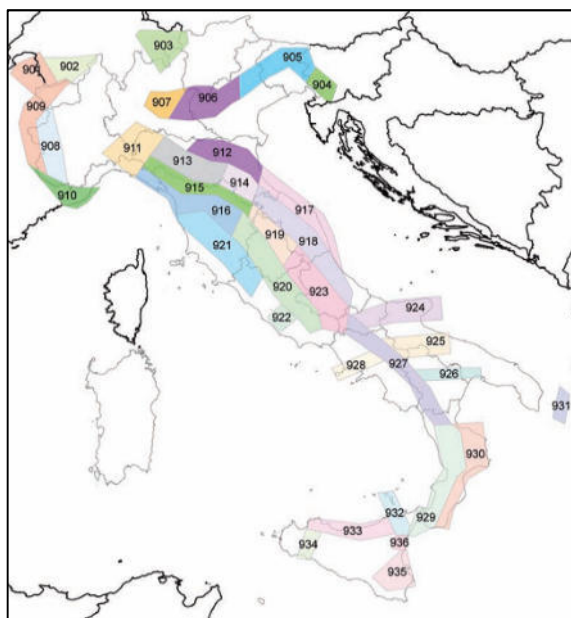
Figura 21: Database of Individual Seismogenic Sources

Zonazione sismogenetica

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha suddiviso il territorio nazionale in zone sismogenetiche, tale zonazione viene chiamata ufficialmente ZS9. Il comune di Verona rientra nella zona sismogenetica **906** (da Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo -2004- a cura di C. Meletti e G. Valensise et.alii).

In tale zona i dati pubblicati dal Gruppo di Lavoro (2004) evidenziano che durante monitoraggio strumentale la magnitudo massima registrata sia stata di 4,7 Md (magnitudo di durata), la profondità efficace è di 8 km e che la maggior parte dei terremoti mostri una Md tra 2,0 e 3,0.

Il valore di magnitudo di riferimento Mw per la zona 906 è pari a 6,60 (Stucchi M., Meletti C., Montaldo V., Akinci A., Faccioli E., Gasperini P., Malagnini L., Valensise G. (2004). Valori di Mmax, di b, completezze. Dati di ingresso per la redazione di MPS04 [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/SH/MPS04/INPUTDATA>).



Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7 *
905	181	110	32	4.8	5-8	8 *
906	41	34	13	4.7	5-8	8 *
907	33	19	7	4.2	5-8	8 *
908	495	128	25	3.7	8-12	10
909	263	94	9	4.1	8-12	10
910	80	24	2	3.4	8-12	10
911	126	91	18	4.1	8-12	8
912	180	141	54	4.6	5-8	7

Figura 22: zone sismogenetiche (zonazione ZS9) del nord Italia

Il valore di M_w da considerare è quindi pari a **7,3** ed è utile alla definizione del terremoto di scenario (scenario che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica) per studi di microzonazione, analisi di liquefazione, studi di stabilità dei versanti.

Una stima della pericolosità del sito in studio può essere fatta attraverso le Mappe interattive della pericolosità sismica dell'INGV con il metodo di disaggregazione delle mappe di pericolosità ([Modello di pericolosità sismica MPS04 \(ingv.it\)](http://ingv.it)). L'analisi della disaggregazione dei valori di PGA riporta, per ogni nodo della griglia di calcolo, la valutazione del contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza epicentrale alla pericolosità del nodo; questa informazione è riportata sia in forma grafica sia in forma tabellare. Per ogni nodo della griglia sono anche riportati i valori medi di $M-D-\epsilon$.

“La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza ($M-R$) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M . Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in $M-R$ fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. Analogamente alla disaggregazione in $M-R$ è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in $M-R-\epsilon$ dove ϵ rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R ”.

Per quanto riguarda **l'area di studio**, all'interno del comune di Verona, la disaggregazione del valore di $a(g)$ con i contributi alla pericolosità sismica determinati con probabilità di eccedenza per: TR (Tempo di ritorno) = $VR / [-\ln(1-PVR)] \gg TR = 50 / [-\ln(1-0.10)] = 474$ anni di 59 risulta come rappresentativa la coppia **magnitudo-distanza 5,00-9,66 km con un valore di ξ pari a 0,647**. Epsilon indica di quanto l'accelerazione attesa al sito per coppia magnitudo/distanza individuata dall'analisi di disaggregazione si discosta dal valore di PGA stimato al sito nella carta di pericolosità relativo al sito. Dato che questo scostamento è espresso in frazioni della deviazione standard della legge di attenuazione, valori di epsilon minori di 1 indicano che la coppia corrisponde a valori di PGA attesi compatibili con la PGA dedotta dalle carte di pericolosità. Valori maggiori di 1 indicano che questo scostamento è significativo e che quindi la coppia scelta produce valori di PGA molto lontani da quelli attesi.

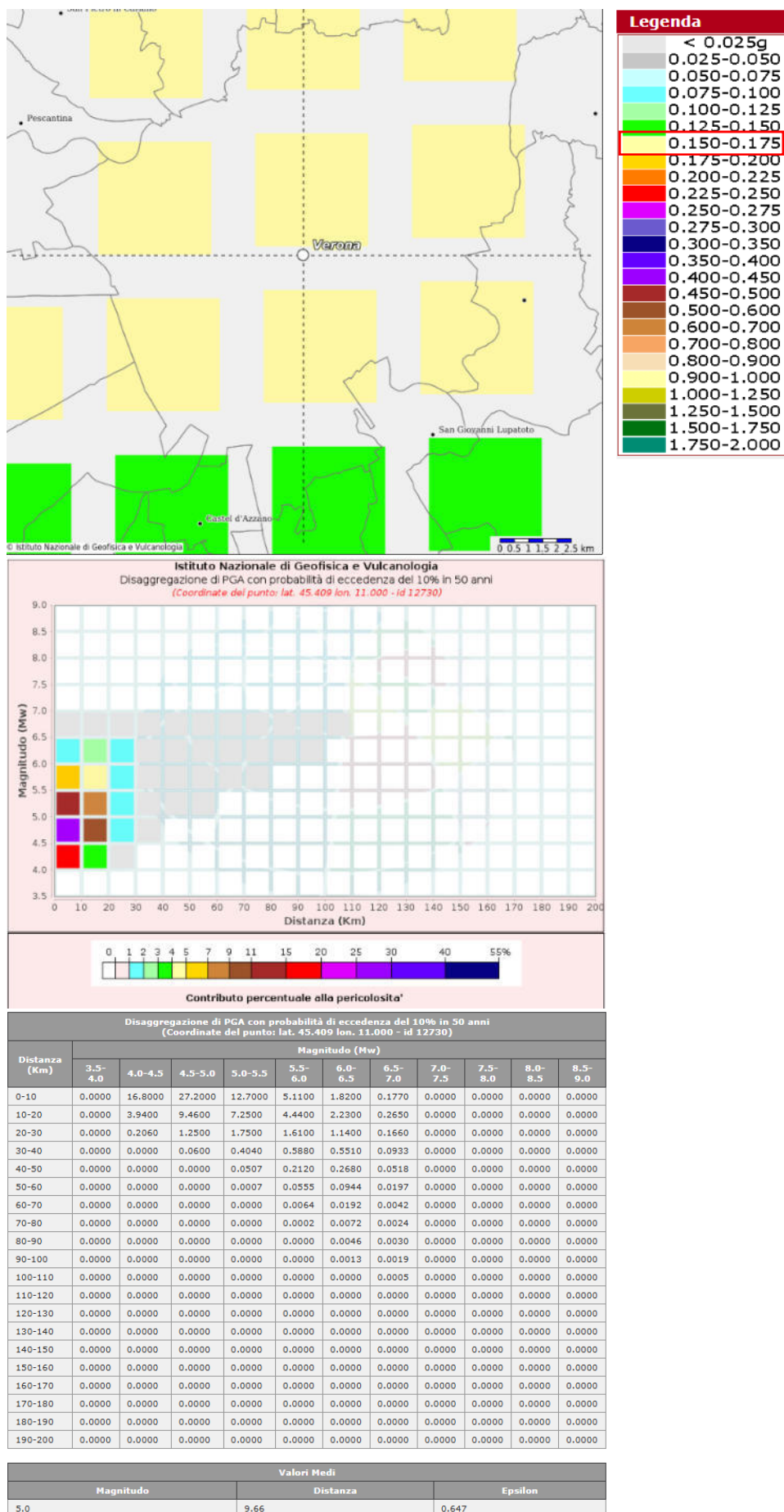


Figura 23: disaggregazione di PGA

6.2 Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Nelle NTC18 il periodo di riferimento è dato dalla seguente relazione:

$V_R = V_N \times C_U$ dove: V_R = periodo di riferimento; V_N = vita nominale; C_U = coefficiente d'uso

Nel caso in esame l'intervento previsto può considerarsi un **Tipo di Costruzione 2** con $V_N \geq 50$ anni ed in **Classe d'Uso II** dove C_U assume un valore di 1,0 (vedi tabelle seguenti).

Per cui $V_R = 50 \times 1,0 = 50$.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

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

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

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

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

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

Le NTC18 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite per le azioni sismiche sono d'esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO) e Stato Limite di Danno (SLD)

Gli stati limite ultimi sono:

Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento P_{VR} (vedi tabella seguente), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} in funzione dello stato limite considerato

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

Il valore del Periodo di Ritorno T_R è possibile calcolarlo come descritto in tabella seguente (si ricorda che $V_R=50$): per gli Stati Limite di Esercizio SLO $T_R=30$ anni e per SLD $T_R=50$ anni, per gli Stati Limite di Ultimo SLV $T_R= 475$ anni e per SLC $T_R= 975$ anni.

Tabella C.3.2.I – Valori di T_R espressi in funzione di V_R

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(1)30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (1)$

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi con riferimento al capitolo 3.2.2 delle NTC18: “...*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 della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . [...] I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche*”, sulla base del Modello Geologico descritto e sulla base dei dati bibliografici in riferimento ad aree limitrofe, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, **è possibile assegnare al sottosuolo la categoria C.**

CARTOGRAFIA CLASSIFICAZIONE	
Classificazione sismica suoli di fondazione (2018)	
	A: $V_S > 800 \text{ m/s}$
	B: $360 \text{ m/s} < V_S < 800 \text{ m/s}$
	C: $180 \text{ m/s} < V_S < 360 \text{ m/s}$
	D: $V_S < 180 \text{ m/s}$
	E: Terreni C o D con spessore $< 30 \text{ m}$
	$V_S < 100$

CATEGORIA TOPOGRAFICA

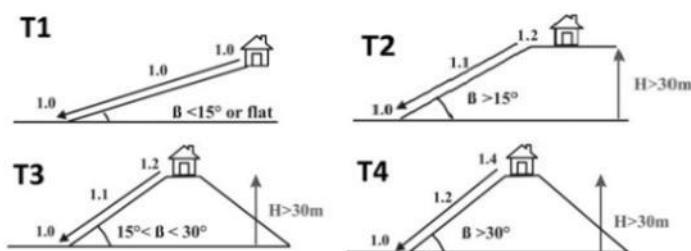
Per quanto riguarda la categoria topografica il sito è classificabile in categoria T1 con un relativo coefficiente di amplificazione topografica $ST=1,0$.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	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.
B	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.
C	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.
D	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.
E	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.

Tab. 3.2.III – 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 $i > 30^\circ$



Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Figura 24: categorie di sottosuolo e topografiche

Sulla base delle indicazioni riportate in questo capitolo, di seguito si riportata una tabella riassuntiva dei parametri di pericolosità sismica e dei coefficienti sismici necessari per definire compiutamente gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali (ai sensi di quanto previsto dalla NTC 2018).

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: C

CATEGORIA TOPOGRAFICA: T1

Mw DI RIFERIMENTO: 7,3



Parametri sismici

P1, P2, P3 e P4 sono i punti della maglia elementare del reticolo di riferimento. (Px è il sito d'intervento)

Parametri sismici

Lat. (ED50) Long. (ED50)

Classe dell'edificio

Coefficiente d'uso Cu

Vita nominale anni

Interpolazione

	Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	TC* [s]
Px	Operatività (SLO)	30	0.041	2.517	0.235
	Danno (SLD)	50	0.055	2.508	0.248
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.155	2.430	0.276
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.201	2.472	0.279
P1	Operatività (SLO)	30	0.040	2.526	0.235
	Danno (SLD)	50	0.055	2.510	0.247
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.155	2.429	0.276
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.201	2.473	0.279
P2	Operatività (SLO)	30	0.040	2.520	0.236
	Danno (SLD)	50	0.054	2.503	0.248
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.154	2.430	0.277
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.200	2.474	0.279
P3	Operatività (SLO)	30	0.042	2.496	0.235
	Danno (SLD)	50	0.057	2.530	0.244
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.160	2.432	0.276
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.207	2.467	0.280
P4	Operatività (SLO)	30	0.042	2.502	0.235
	Danno (SLD)	50	0.057	2.535	0.244
	Salvaguardia vita (SLV)	475	0.161	2.431	0.276
	Prevenzione collasso (SLC)	975	0.208	2.466	0.280

Periodo riferimento azione sismica

Parametri sismici del sito

(Ss: Amplificazione stratigrafica, Cc: coeff. Funz. Categoria, St: amplificazione topografica; kh e kv coeff. Sismici orizzontali e verticali, Amax: accelerazione orizzontale massima attesa al sito)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

☒ Muri di sostegno

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

☐ Paratie

Altezza paratia H: [m]

Spostamento ammissibile us: [m]

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni ☒ Fronti scavo e rilevati

	SLO	SLD	SLV	SLC	
Ss	1.50	1.50	1.47	1.40	
Cc	1.69	1.66	1.60	1.60	
St	1.00	1.00	1.00	1.00	
Muri di sostegno spost. nullo	kh	0.061	0.082	0.228	0.282
	kv	0.030	0.041	0.114	0.141
	Amax [m/s²]	0.597	0.805	2.236	2.760
	Beta	1.000	1.000	1.000	1.000
Stabilità dei pendii e fondazioni	kh	0.012	0.016	0.055	0.079
	kv	0.006	0.008	0.027	0.039
	Amax [m/s²]	0.597	0.805	2.236	2.760
	Beta	0.200	0.200	0.240	0.280
Muri di sostegno	kh	--	0.039	0.087	--
	kv	--	0.019	0.043	--
	Amax [m/s²]	0.597	0.805	2.236	2.760
	Beta	--	0.470	0.380	--
Fronti di scavo e rilevati	kh	--	0.039	0.087	--
	kv	--	0.019	0.043	--
	Amax [m/s²]	0.597	0.805	2.236	2.760
	Beta	--	0.470	0.380	--
Paratie	kh	--	--	--	--
	kv	--	--	--	--
	Amax [m/s²]	--	--	--	--
	Beta	--	--	--	--

6.3 Stabilità nei confronti della liquefazione

Con il termine liquefazione si intende un processo in seguito al quale un sedimento che si trova al di sotto del livello freatico perde temporaneamente resistenza e si comporta come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace.

La liquefazione ha luogo quando la pressione dei pori aumenta fino a eguagliare la pressione intergranulare; in termini tecnici la liquefazione ha inizio quando la pressione dei pori (u_0) eguaglia la pressione totale (σ_v0), producendo uno stato della pressione efficace nullo.

$$\sigma'_v0 = \sigma_v0 - u_0 = 0$$

L'incremento della pressione neutra è indotto dalla tendenza di un materiale granulare a compattarsi quando è soggetto ad azioni cicliche di un sisma, con conseguente aumento del potenziale di liquefazione del terreno. La liquefazione del terreno dovuta a movimenti sismici, con le conseguenti deformazioni associate, è una delle cause più importanti di danneggiamento e crollo delle costruzioni fondate su terreni non coesivi saturi ed è il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori:

➤ fattori predisponenti

- il terreno deve essere saturo, non compattato, non consolidato, sabbioso o limoso o un miscuglio di poca argilla;

- distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in sito iniziale, ecc;

➤ fattori scatenanti

- sismicità: magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima superficiale, inoltre il sito deve essere scosso sufficientemente a lungo e con forza dal sisma.

Sono suscettibili alla liquefazione:

- ✓ i suoli non coesivi e saturi (sabbie e limi, occasionalmente ghiaie) con contenuto di fini plastici relativamente basso (inferiore al 15%);

- ✓ i suoli costituiti da particelle relativamente uniformi, in cui predomina una dimensione di particelle;

- ✓ i depositi sabbiosi recenti (età Olocenica).

In merito si evidenzia come possa essere estremamente improbabile, anche se non impossibile, che si verifichino fenomeni di liquefazione oltre i 15 metri circa di profondità. Secondo quanto previsto dalle NTC2018, il sito presso il quale è ubicato l'intervento deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con questo termine definisce quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere a interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:



1. accelerazioni massime attese al piano campagna (a_g) in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali (misura riferita al valore medio stagionale);
3. Accelerazione massima attesa in superficie minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie: $FC > 20\%$, $IP > 10$; $FC \geq 35\%$, $N'SPT$ (corretto-normalizzato) > 20 ; $FC \leq 5\%$, $N'SPT$ (corretto-normalizzato) > 25
4. Materiale con $U_c < 3.5$ – Granulometria del terreno esterna alle zone indicate (vedi immagine); materiale con $U_c > 3.5$ – Granulometria del terreno esterna alle zone indicate (vedi immagine seguente). U_c : coefficiente di uniformità.

Dall'analisi delle carte di microzonazione sismica il sito non ricade all'interno delle aree potenzialmente soggette a liquefazione.

PARTE II - RELAZIONE GEOTECNICA

7 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

7.1 Definizione del volume significativo

Con riferimento alle “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche” (AGI, 1977) riguardo all’ampiezza della campagna geognostica e alla definizione del volume significativo dei terreni di fondazione che si ritengono ragionevolmente influenzabili dall’opera in oggetto, si riscontra nel progetto in esame la presenza di uno schema assimilabile a quello della seguente figura, in particolar modo assimilabile allo schema delle *platee*.

Nel caso in esame possiamo riferirci ai rilevati, pertanto B (max per ciclabile): 2,5 m e di conseguenza $D = 1-2 B = 2,5-5$ m

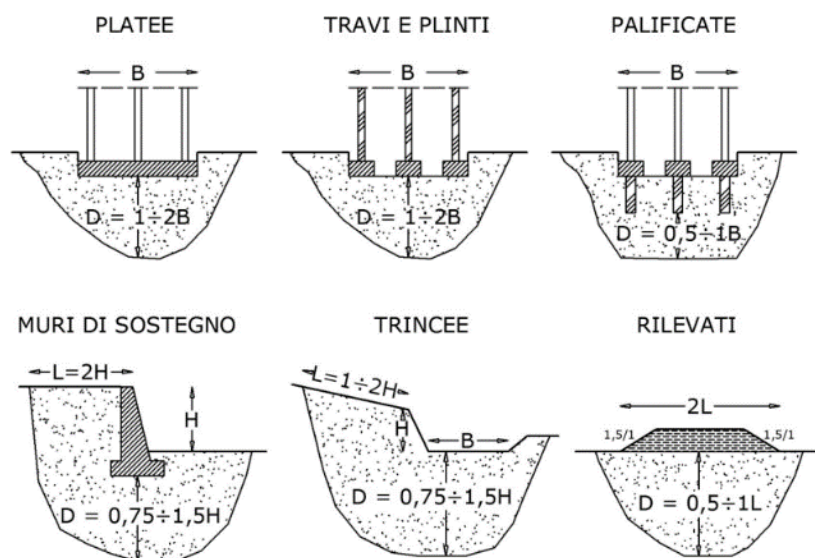


Figura 25: stima delle dimensioni del volume significativo di terreno influenzato dalle opere in progetto (AGI 1977)

7.2 Piano delle indagini geotecniche

Preso atto del modello geologico descritto in precedenza, modello che appare sufficientemente chiaro, e l’entità e tipologia dell’intervento (con carico trascurabile sul terreno sottostante), non sono state eseguite delle indagini geotecniche in sito. La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo si basa quindi sui sondaggi stratigrafici raccolti in bibliografia e riportati nella relazione geologica e sui dati raccolti dalla ricerca bibliografica e dai dati disponibili in letteratura.

7.3 Stima dei parametri geotecnici caratteristici del terreno

Sulla base dei dati raccolti e con riferimento al modello geologico, si riporta la sezione geotecnica tipo considerando che le unità omogenee così come individuate su base stratigrafica assumono rilevanza anche per la modellazione geotecnica.

I seguenti parametri per la caratterizzazione del terreno sono inoltre da intendersi **parametri caratteristici** poiché stimati con criteri cautelativi, in assenza di indagini in sito, e confrontati con litologie analoghe; da usarsi nelle verifiche ed opportunamente ridotti in **parametri di progetto** secondo i coefficienti NTC2018.

Il peso di volume del terreno è stimato, in assenza di indagini in sito e di laboratorio, seguendo la tabella proposta da British Standards 8002-1994 (sostituito dalle EN1997-1) come da tabella seguente.

Per la stima dell'angolo di attrito dei terreni granulari e sabbiosi, in assenza di indagini in sito e di laboratorio, si fa riferimento alle relazioni proposte da Marchal (citata da Shirdam 1998 e richiamata da Pedro 2004 e Bruschi 2010), da Chen o riportate nel British Standards 8002-1994 (sostituito dalle EN1997-1). Queste equazioni mettono in correlazione l'angolo di attrito (i valori di angolo di picco e di angolo critico a volume costante sono simili nei depositi normal consolidati) con la rugosità, distribuzione granulometrica, densità e dimensione dei granuli che compongono il sedimento.

In particolare:

➤ per il British Standards 8002-1994 l'angolo di resistenza al taglio (stato critico) è: $\phi = 30 + A + B$ dove A= rugosità delle particelle (A=0 arrotondate; A=2 subarrotondate; A=4 spigolose) B= distribuzione granulometrica ghiaia/sabbia (B=0 uniforme [D60/D106])

➤ per Marchal e Chen per la stima dell'angolo di attrito (di picco) è stimato secondo la seguente equazione: $\phi = 30^\circ/36^\circ + \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4$ dove ϕ_1 è funzione della compattezza del materiale, ϕ_2 della forma dei grani, ϕ_3 del taglio dei grani e ϕ_4 della granulometria secondo la seguente tabella:

Table 1 — Unit weights of soils (and similar materials)

Material	γ_m : moist bulk weight (kN/m ³)		γ_s : saturated bulk weight (kN/m ³)	
	Loose	Dense	Loose	Dense
A – Granular				
Gravel	16.0	18.0	20.0	21.0
Well graded sand and gravel	19.0	21.0	21.5	23.0
Coarse or medium sand	16.5	18.5	20.0	21.5
Well graded sand	18.0	21.0	20.5	22.5
Fine or silty sand	17.0	19.0	20.0	21.5
Rock fill	15.0	17.5	19.5	21.0
Brick hardcore	13.0	17.5	16.5	19.0
Slag fill	12.0	15.0	18.0	20.0
Ash fill	6.5	10.0	13.0	15.0
B – Cohesive				
Peat (very variable)	12.0		12.0	
Organic clay	15.0		15.0	
Soft clay	17.0		17.0	
Firm clay	18.0		18.0	
Stiff clay	19.0		19.0	
Hard clay	20.0		20.0	
Stiff or hard glacial clay	21.0		21.0	

ϕ_1	COMPATTEZZA	SOFFICE	-6°
		MEDIA	0
		DENSA	+6°
ϕ_2	FORMA DEI GRANI	ANGOLATI	+1°
		MEDIA	0
		ARROTONDATI	-3°
ϕ_3	TAGLIO DEI GRANI	MOLTO ARROTONDATI	-5°
		SABBIA	0
		GHIAIA FINE	+1°
ϕ_4	GRANULOMETRIA	GHIAIA GROSSA	+2°
		UNIFORME	-3°
		MEDIA	0
		DISPERSA	+3°

Dal database dei sondaggi riportato dal portale Sigi del Comune di Verona, sono stati consultato i valori delle SPT eseguite nei sondaggi limitrofi:

Da - A	Tipo	Falda	Note	Luogo
0 - -1,3	sabbia debolmente limosa con ghiaia e ciottoli	falda. -12,2 m da p.c.	Quota inizio sondaggio -2,4 m da p.c.	
-1,3 - -2,7	sabbia grossolana debolmente limosa con ghiaietto			
-2,7 - -9	sabbia medio grossa limosa con ghiaia e rari ciottoli			
-9 - -14	sabbia medio grossa debolmente limosa con ghiaia			
-14 - -20	sabbia media limosa con ghiaia			

Da -A	Tipo	Falda	Note	Luogo
0 - -2,7	sabbia debolmente limosa con ghiaia e rari ciottoli	falda: -11,4 m da p.c.	Quota inizio sondaggio -2,5 m da p.c.	
-2,7 - -3,6	sabbia grossolana debolmente limosa			
-3,6 - -6	sabbia debolmente limosa con ghiaia e ciottoli			
-6 - -10,5	sabbia media limosa con ghiaia e rari ciottoli			
-10,5 - -16,5	sabbia media limosa con ghiaia			

Da	STP
-1,3	11-19-24
-2,8	40-50-Rifiuto
-4,3	17-44-40
-5,8	27-37-47
-7,3	31-41-43
-8,9	23-29-27
-10,5	18-31-33

Da	STP
-1,3	18-25-41
-2,8	17-22-23
-4,3	21-33-36
-6,8	34-49-44
-7,3	21-Rifiuto
-8,9	30-44-38
-10,5	27-25-33

Figura 26: sondaggio 423 e 430, a circa 430 m in direzione SE dall'area di studio

Sulla base delle caratteristiche tessiturali e stratigrafiche di questo tipo di terreno e preso atto del modello geologico descritto in precedenza è quindi possibile riconoscere:

I **parametri di progetto** si ricavano applicando i coefficienti parziali delle NTC18 ai **parametri caratteristici** di cui sopra e saranno utilizzati nelle combinazioni a seconda delle verifiche richieste:

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

La Normativa Tecnica prevede nelle verifiche (SLU) nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) due approcci progettuali:

APPROCCIO 1 (DA1)

APPROCCIO 2 (DA2)

entrambi prevedono la combinazione di coefficienti parziali γ :

$A(\gamma_F)$ per l'amplificazione delle azioni (A1 o A2);

γ_M per la riduzione della resistenza dei materiali (M1 o M2);

γ_R resistenza globale del sistema (R1, R2 o R3).

nel seguente modo

DA1c1 (combinazione 1): A1+M1+R1 (STR)

DA1c2 (combinazione 2): A2+M2+R2 (GEO)

DA2c (combinazione 1): A1+M1+R3

Le principali combinazioni previste dalle NTC2018:

- ❖ **Pendii naturali:** parametri caratteristici (M1)
- ❖ **Fronti di scavo, rilevati, pendii artificiali, argini, sponde:** DA1c2 (A2+M2+R2: R2 in condizione statiche 1.1; R2 in condizioni sismiche 1.2 e A2 e M2 1);
- ❖ **Fondazioni superficiali:** DA2c (A1+M1+R3) e relativa stabilità globale: DA1c2 (A2+M2+R2)
- ❖ **Fondazioni su pali:** DA2c (A1+M1+R3) e relativa stabilità globale: DA1c2 (A2+M2+R2)
- ❖ **Muri di sostegno:** DA2c (A1+M1+R3) e relativa stabilità globale: DA1c2 (A2+M2+R2)

Nelle analisi di stabilità (A2+M2+R2) il valore di γ_{R2} assumerà i seguenti valori:

- ❖ Muri, Paratie, berlinesi, fronti di scavo, rilevati, argini, terre armate:

$\gamma_{R2} = 1,1$ in cond. statiche

$\gamma_{R2} = 1,2$ in cond. sismiche

- ❖ Fondazioni superficiali e profonde su pendio:

$\gamma_{R2} = 1,1$ in cond. statiche e sismiche

7.4 Verifiche preliminari di ordine geotecnico in base alle NTC 2018

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. 17 gennaio 2018, prevedono la valutazione della sicurezza e le verifiche da effettuare riferendosi agli Stati Limite Ultimi (SLU).

Questa verifica è espressa dalla seguente equazione:

$R_d \geq E_d$ - dove:

- ✓ R_d : è la capacità di progetto in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate;
- ✓ E_d : è il valore di progetto della domanda, funzione dei valori di progetto delle azioni e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessata.



La valutazione delle condizioni di sicurezza deve essere effettuata seguendo diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, definiti in funzione alle azioni (A_1 , A_2), ai parametri geotecnici del terreno (M_1 , M_2) e alle resistenze (R_1 , R_2 e R_3).

A tal proposito si riportano le tabelle contenenti i differenti approcci possibili e i relativi valori dei coefficienti (A , M e R) da utilizzare in funzione alle diverse tipologie di opera. In particolare si evidenziano, in relazione alle opere di progetto, gli approcci previsti per le verifiche geotecniche (GEO) e si riportano i valori da attribuire ai diversi coefficienti.

Per soddisfare l'equazione $E_d \leq R_d$ richiesta dalle verifiche delle NTC 2018, occorre che il valore di progetto dell'azione (E_d calcolato secondo la relazione 2.5.1 NTC2018 par. 2.5.3 tenendo conto dei coefficienti parziali A_1 dovuti agli effetti permanenti/permanenti non strutturali/variabili sia favorevoli che sfavorevoli, tab. 6.2.I) sia inferiore al valore di R_d calcolato.

Per quanto emerso nei capitoli precedenti e considerando gli interventi previsti in oggetto, le problematiche geotecniche dovute alle interazioni terreno-struttura sono le seguenti:

- Capacità portante dei terreni (si rimanda alla relazione geotecnica dello strutturista);
- Verifica nei confronti della liquefazione dei terreni (capitolo 7.3).

7.5 Interventi previsti nel progetto e raccomandazioni

Lungo via Comacchio i lavori prevedono una scarifica superficiale che raggiungerà alcune decimetri dal p.c. e poi la realizzazione del massetto della ciclabile che sarà rifinita con asfalto drenante. Si raccomanda, di preparare il piano di posa del massetto **rimuovendo la cotica erbosa presente e di compattare il terreno naturale prima del posizionamento di *stabilizzato, binder e manto di usura.***

PARTE III - CONCLUSIONI

8 CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

Lo scrivente ha redatto il presente fascicolo a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) a cura dello studio tecnico NETMOBILITY SRL, per la realizzazione della ciclovia nel tratto Forte Chievo-Via Legnago a Verona nell'ambito dell'itinerario ciclabile B20.

PARTE I - RELAZIONE GEOLOGICA

Nel **Capitolo 2** è riportata la corografia dell'area di studio

Cap. 3 – Piano di assetto del territorio

L'area di studio ricade in zona idonea con terreno classificato ottimo con falda a profondità maggiore di 10 m.

Cap. 4 – Modello geologico di riferimento

L'area in esame è un'area altamente urbanizzata, collocata in una zona pianeggiante. L'area è caratterizzata dall'estesa presenza di depositi alluvionali costituiti da materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura ghiaiosa-sabbiosa.

MODELLO GEOLOGICO: depositi alluvionali e/o fluvioglaciali

Unità Geologica D1_{gs}: depositi alluvionali e/o fluvioglaciali costituiti da ghiaia e sabbia, talvolta con presenza di argille, con spessori di alcune decine di metri.

Permeabilità primaria stimata attorno ai 10^{-3} m/s.

L'area di studio appare morfologicamente pianeggiante, stabile e priva di dissesti in atto o presunti

Cap. 5– Modalità smaltimento acque meteoriche

L'acqua meteorica residua potrà essere smaltita optando per due diverse modalità:

- c) Verso sud, sulla via comunale Via Comacchio. In questo caso le caditoie presenti sulla strada smaltiranno l'acqua in eccesso sulla nella rete esistente;
- d) in alternativa è possibile smaltire l'acqua meteorica, non assorbita dall'asfalto drenante, sul lato opposto ovvero verso la zona a verde. In questo caso si raccomanda una trincea drenante lungo tutto il tratto di ciclabile con larghezza minima di 40 cm e profondità di circa 50 cm.

Cap. 6– Disciplina uso terre e rocce da scavo

Permane la necessita, prima dell'inizio di eventuali lavori di scavo, l'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TRS a carico del produttore o esecutore e deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito.

Qualora il materiale di scavo sia considerato rifiuto (art. 183 del TUA), esso dovrà sarà destinato a discarica previa identificazione con idoneo/idonei codici CER (ad esempio terre e rocce da scavo: codice

CER 17.05.04 in assenza di sostanze pericolose) nel rispetto del TUA (Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152).

Nel caso di scavi lineari, dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc. In linea di massima deve essere evitato il campionamento puntuale; è sempre preferibile un campionamento di tipo areale, ottenuto dalla raccolta di più aliquote, che garantisce una maggiore rappresentatività del campione.

Nel caso oggetto di studio viene prescritta la raccolta e l'analisi di due campioni, posizionati ad una distanza di circa 150 metri l'uno dall'altro.



Cap. 6 – Azione Sismica

Dallo studio della Carta Geologico Tecnica allegata allo Studio di Microzonazione sismica Liv. I del Comune di Verona, l'area è classificabile con terreni di copertura indicati dalla legenda con la sigla *GWfg* ovvero “*Materiali granulari poco addensati dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa*”.

Sulla base dei dati raccolti il terreno è classificato in **categoria C** con **classe topografica T1** (coefficiente di amplificazione topografica $ST=1,0$) e M_w di riferimento pari a 7,3.

L'area non appare soggetta a liquefazione.

Si rimanda la capitolo 6 per ulteriori dettagli.

PARTE II - RELAZIONE GEOTECNICA

Cap. 7 - Modello geotecnico di riferimento

Sulla base delle caratteristiche tessiturali e stratigrafiche dell'area soggetta a studio è possibile riconoscere:

Unità Geotecnica D1_{gs}: depositi a granulometria variabile incoerente. Ghiaie e sabbie con ciottoli sparsi.

Parametri caratteristici stimati:

- peso di volume $[\gamma]$: 18,0-20,0 kN/m³
- angolo attrito interno di picco $[\phi]$: variabile tra i 33-35°
- coesione efficace $[c']$: trascurabile (resistenza al taglio a lungo termine)
- resistenza non drenata stimata $[c_u]$: per brevi periodi di tempo: 0-5 kPa

Nel progetto sono previsti alcuni scavi superficiali. Si raccomanda di rimuovere la cotica erbosa presente in loco prima della realizzazione dei lavori, e di compattare adeguatamente il terreno esistente prima della posa in opera di eventuali *rilevati* o posizionamento di *stabilizzato*, *bindere* *manto di usura*.

8.1 Prescrizioni e raccomandazioni

Sulla base di tutto quanto esposto nella Relazione Geologica e nella Relazione Geotecnica che compongono il presente fascicolo, lo scrivente esprime quindi parere favorevole al progetto di realizzazione di una ciclovia adiacente alla Via Comacchio a Verona, nel rispetto delle seguenti prescrizioni preliminari:

- ✓ rispetto della Normativa sui Rifiuti o sulle TRS. Permane la necessità, prima dell'inizio dei lavori di scavo, l'accertamento preventivo dei requisiti di qualità ambientale delle TSR a carico del produttore o esecutore e deve attestare l'assenza del superamento delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito.
- ✓ il progetto strutturale-esecutivo dovrà tener conto del Modello Geologico;
- ✓ rispetto della Normativa sull'Azione Sismica;
- ✓ il progettista strutturale, sulla base della parametrizzazione geotecnica del terreno e delle verifiche geotecniche preliminari di indirizzo (Modello Geotecnico) dovrà conseguentemente redigere l'eventuale Progettazione Geotecnica per competenza (eventuali verifiche esecutive, dimensionamento fondazioni e strutture);
- ✓ si ricorda che ai sensi delle NTC2018 punto 6.4.2 "Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonchè sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua";
- ✓ rispetto della Normativa e delle linee guida ed indicazioni sulla riduzione del rischio incidente a persone o cose nelle attività edili e di scavo;
- ✓ prima della posa del pacchetto di fondazione della ciclabile, si raccomanda di eseguire la rimozione della cotica erbosa e una buona compattazione del sottosuolo tramite rulli gommati o similari;
- ✓ la pista ciclopedonale dovrà avere una pendenza laterale in modo tale da fare defluire le acque meteoriche nel verde (ove presente) o in canalette di raccolta che convogliano le acque nella rete comunale;



Se i lavori saranno eseguiti nel rispetto delle indicazioni progettuali e delle prescrizioni contenute nella presente relazione, l'intervento non andrà ad alterare lo stato geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi garantendone quindi la stabilità.

Il presente fascicolo, composto da 3 Parti: Relazione Geologica e Relazione Geotecnica e Conclusioni, è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica, perciò, costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

Il fascicolo è valido se completo di tutte le sue 3 Parti e relativi allegati.

Il Geologo

Dott. Mirko Demozzi

