



ING. GIUSEPPE MENEGHELLI
ING. PAOLO SCHENA
ING. PAOLO GUARDINI

Via A. Locatelli 1
37122 Verona
T +39 045 8352447
F +39 045 8352455
info@esaverona.it
www.esaverona.it

COMUNE DI VERONA

PROVINCIA DI VERONA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
"GIOIA 2"

SCHEDA NORMA n° RA 13-270

COMMITTENTE

BON MARCHE' Srl
IMM. S.STEFANO Srl

FASCICOLO

ANALISI GEO-IDROGEOLOGICA

4

PROGETTO
ing. Giuseppe Meneghelli
Ord. Ingegneri Verona A2124
g.meneghelli@esaverona.it

ing. Paolo Schena
Ord. Ingegneri Verona A2122
p.schena@esaverona.it

DIREZIONE LAVORI
ing. Giuseppe Meneghelli
Ord. Ingegneri Verona A2124
g.meneghelli@esaverona.it

ing. Paolo Schena
Ord. Ingegneri Verona A2122
p.schena@esaverona.it

IN COLLABORAZIONE CON:

OGGETTO

ANALISI GEO-IDROGEOLOGICA

STATO

PROGETTO

CLASSIFICA		ELABORATO		REV.	SCALA	ARCHIVIO gdrive			
2112		P	4.1	0		FILE	RelazioneGeol_PUA_ViaFlavioGioia.pdf		
						NOTE			
REV.	DATA	DESCRIZIONE					DIS.	VER.	
0	24.07.2023	EMISSIONE					MS	GM	
A									
B									
C									
D									
E									

In conformità alle vigenti leggi sulla tutela delle opere dell'ingegno ci riserviamo la proprietà esclusiva di questo elaborato.
Facciamo espresso divieto di riprodurlo, copiarlo o comunicarlo a terze persone senza il nostro espresso consenso.



COMUNE DI VERONA
PROVINCIA DI VERONA

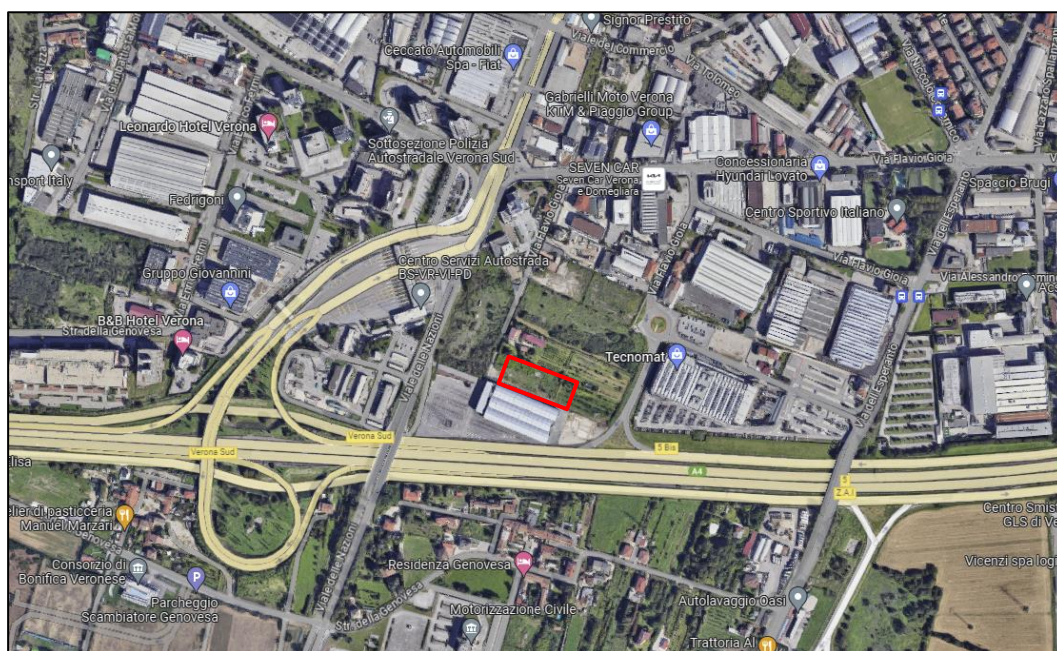
Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270
del Piano degli Interventi del Comune di Verona
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA**

[art. 19, comma 2. - punto d) della L.R. n. 11/2004]

**RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

[§ 6.2.1 e 6.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018]



20 giugno 2023

COMMITTENTI:

**Bon Marchè S.r.l.
e Immobiliare Santo Stefano S.r.l.**

IL TECNICO:

dr.ssa geol. Nicoletta Toffaletti

✉ 37042 Caldiero (VR) - via G. Marconi 20 ☎ 339 5773948 @ geonito@libero.it PEC geonito@pec.epap.it



INDICE

INDICE	1
CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE.....	1
1.1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO E ARTICOLAZIONE DELLA RELAZIONE	1
1.2) DESCRIZIONE DEL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO E DEL PROGETTO EDILIZIO	3
1.3) PROVE IN SITO E METODI DI INTERPRETAZIONE	5
CAPITOLO 2 - RELAZIONE GEOLOGICA	7
2.1) INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	7
2.2) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	8
2.3) INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO	9
2.4) FRAGILITÀ E PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA	11
2.5) MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.....	13
CAPITOLO 3 - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA	16
3.1) STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE DI VERONA.....	16
3.2) CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	23
3.3) ANALISI SISMICA LOCALE.....	24
3.4) SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	25
CAPITOLO 4 - RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI.....	27
4.1) MODELLO GEOTECNICO LOCALE.....	27
4.2) VERIFICA PRELIMINARE DELLA CAPACITÀ PORTANTE.....	27
4.3) VALUTAZIONE INDICATIVA DEI CEDIMENTI	29
CAPITOLO 5 - GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	30
5.1) VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA PER LA REDAZIONE DEGLI STRUMENTI URBANISTICI A SENSI DEL D.G.R.V. N. 2948/2009.....	30
5.2) INDIVIDUAZIONE E CARATTERISTICHE DEL RICETTORE.....	30
5.3) LE OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA DELL'INTERVENTO	31
CAPITOLO 6 - GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	32
CAPITOLO 7 - CONCLUSIONI	34
ALLEGATO 1 - TRINCEE ESPLORATIVE	37
ALLEGATO 2 - INDAGINE SISMICA	39
ALLEGATO 3 - RAPPORTI DI PROVA.....	41

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE

1.1) Normativa di riferimento e articolazione della relazione

Per conto delle società Bon Marchè S.r.l. e Immobiliare Santo Stefano S.r.l. è stato eseguito uno studio geologico del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi del Comune di Verona, relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR).

Tale studio è stato effettuato in ottemperanza a quanto disposto dal **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018** ad oggetto "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" (noto con l'acronimo NTC-2018) e dalla **Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 7 del 21 gennaio 2019** del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici contenente le relative istruzioni applicative.

Il presente elaborato, ai Capitoli 2 e 3, si configura come **Relazione Geologica ai sensi del Paragrafo 6.2.1 "Caratterizzazione e modellazione geologica del sito" delle NTC-2018**, in quanto espone i risultati dello studio rivolto alla definizione del modello geologico di riferimento, che comprende la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. Essa è sviluppata in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per ottemperare a quanto disposto al **Paragrafo 6.12 "Fattibilità di opere su grandi aree" delle NTC-2018**, dove sono indicati i criteri di carattere geologico e geotecnico da adottare nell'elaborazione di piani urbanistici, al fine di accertare che la destinazione d'uso sia compatibile con il territorio in esame. Specificatamente, le indagini e gli studi devono caratterizzare la zona di interesse in termini vulnerabilità ambientale, per processi geodinamici interni (sismicità, vulcanismo,...) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione, subsidenza,...) e devono consentire di individuare gli eventuali limiti imposti al progetto di insiemi di manufatti e interventi (ad esempio: modifiche del regime delle acque superficiali e sotterranee, subsidenza per emungimento di fluido dal sottosuolo,...).

Inoltre, non essendo ancora sviluppato il progetto esecutivo, il presente elaborato, al Capitolo 4, contiene **alcuni requisiti della Relazione Geotecnica ai sensi del Paragrafo 6.2.2 "Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito" delle NTC-2018**, in particolare la definizione del modello geotecnico che viene inteso come uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico; nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici.

Si precisa, infine, che il presente elaborato assolve ai contenuti richiesti dal Decreto della Regione del Veneto n. 241/20.04.2021, in particolare:

- **la Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito è compresa al Capitolo 2;**
- **la Relazione sulla modellazione sismica concernente la "pericolosità sismica di base" del sito in costruzione è compresa al Capitolo 3;**
- **la Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo del terreno è compresa al Capitolo 4.**

Si precisa ulteriormente che l'intervento previsto viene attuato mediante lo strumento del Piano Urbanistico Attuativo o PUA, che, ai sensi dell'**art. 19 della Legge Regionale 23 aprile 2004, n. 11 "Norme per il governo del territorio"**, è formato dagli elaborati individuati nell'elenco del comma 2., dove al punto d) viene individuata la **"Verifica di compatibilità geologica, geomorfologica e idrogeologica dell'intervento"**, i cui contenuti sono quindi ricompresi nella presente relazione.

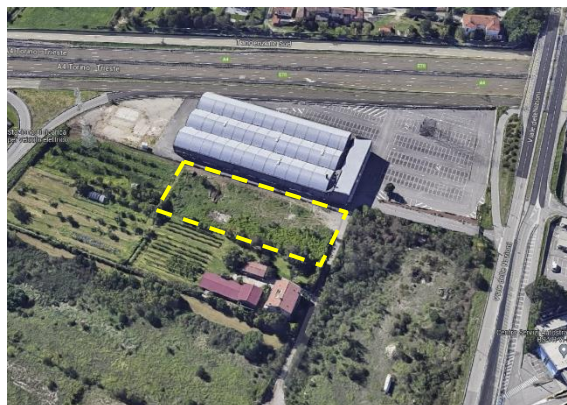
**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

1.2) Descrizione del Piano Urbanistico Attuativo e del progetto edilizio

Ai fini della presente relazione, si descrivono sinteticamente i caratteri di interesse degli elaborati progettuali redatti dallo Studio ESA Verona Engineering, a cui si rimanda per una dettagliata caratterizzazione.

L'area in esame è collocata nella Z.A.I. Storica all'interno della Circoscrizione 5^ "Borgo Roma, Cadidavid" ed è delimitata a nord ovest dalla via Flavio Gioia, a sud ovest da un esistente insediamento artigianale - commerciale, a sud est e nord est (parte) da aree intonse incolte e a nord (parte) da un esistente insediamento residenziale. Essa presenta una superficie territoriale complessiva di **4.174 mq.**



Veduta panoramica dell'area oggetto di PUA.

Nel recente passato, l'area è stata utilizzata come cantiere di appoggio per i lavori di ampliamento della contigua Autostrada A4 Torino - Trieste, di cui sono ancora visibili alcune residue strutture (piazzole in cemento o stabilizzato) anche se, allo stato attuale, essa si presenta largamente destinata a prato incolto con arbusti e rare alberature. Il PUA in esame determina una superficie fondiaria di 3.899 mq a cui è assegnata una **SUL di progetto di 1.984 mq, di cui 1.684 mq ad uso U2 - Commerciale e 300 mq ad uso U3 - Terziario** da realizzarsi con edifici, con un massimo di n. 3 piani fuori terra. L'ambito di intervento ospita, inoltre, le **aree a Verde e Servizi per 1.264 mq** (VP - Verde pubblico, P2 - Parcheggio pubblico, VC - Marciapiedi, strade, parcheggi, VM - Verde di mitigazione) e verrà dotato di tutti i sottoservizi pubblici, compresa la rete fognaria attualmente non presente.

Carature Urbanistiche - SCHEDE NORMA RA13-270		
ST	Superficie Territoriale Ambito	4.175 mq
SUL	U2 - COMMERCIALI	1.787 mq
SUL	U3 - TERZIARI	300 mq
UT	Indice Utilizzazione Territoriale	
VS	Verde e Servizi (min. 50% ST)	2.087 mq
P	N. di piani fuori terra	max. 3
CI	Capacità Insediativa	
SUL	Superficie Utile Lorda	2.087 mq
Prescrizioni	1. Si richiede soluzione progettuale in linea con le indicazioni del Masterplan - Ambito I.	
	2. La soluz. progettuale dovrà prevedere misure arboree a verde come mitigazione ed una copertura arborea per almeno il 30% della superficie a verde.	
	3. In sede di PUA delle schede norma 13 - 37B1 RA44 - 11B1 RA45 - RA13 270, la quota di VS dovrà essere localizzata preferenziando soluzioni di continuità.	

Carature Urbanistiche - PARAMETRI DI RIFERIMENTO			
ST	Superficie Territoriale Ambito		4.174 mq
SUL	Superficie Utile Lorda Progetto - TOTALE		1.984 mq
SUL	Superficie Utile Lorda Progetto - U2 - COMMERCIALI		1.684 mq
SUL	Superficie Utile Lorda Progetto - U3 - TERZIARI		300 mq
UT	Indice Utilizzazione Territoriale		
VS	Verde e Servizi (min. 50% ST Scheda Norma)		2.087 mq
P	N. di piani fuori terra		max. 3
DMS	Dotazione minima di Servizi (comm./terziario 100 mq/100 mq SUL)		1.984 mq
P2	Superficie Parcheggio P2 - Terziario (3,00 mq/10 mq SUL)		90 mq
	Superficie Parcheggio P2 - Commerciale (6,00 mq/10 mq SUL)		1.011 mq
	Dotazione altri Servizi (DMS - P2)		883 mq
SPt	Superficie Permeabile Territoriale (30% ST)		1.252 mq

Quantificazione essenze arboree ed arbustive (DA e DAR)		
ST	Superficie Territoriale Ambito (4.174-290mq)	3.884 mq
DA	Densità arborea (3 alberi/100 mq ST)	58
DAR	Densità arbustiva (3 arbusti/100 mq ST)	58

Quantificazione essenze arboree ed arbustive (DA e DAR)		
AREA PUBBLICA		
DA	Densità arborea (58 alberi TOTALI - 58 alberi SF)	0
DAR	Densità arbustiva (58 arbusti TOTALI - 58 arbusti SF)	0

Quantificazione essenze arboree ed arbustive (DA e DAR)		
AREA PUBBLICA DI PROGETTO		
Essenze arboree	Olea europea (ulivo europeo)	3
Essenze arbustive	TOTALE ESSENZE ARBOREE	3

DATI DI RIFERIMENTO

DATI DI PROGETTO

Carature Urbanistiche DI PROGETTO IN AMBITO		
VS	VP Superficie verde pubblico	14 mq
	P2 Superficie vincolata a Parcheggio Pubblico	690 mq
	Superficie Nuovi Marciapiedi	70 mq
	VC Superficie Nuove Strade	94 mq
	Superficie Parcheggi	96 mq
	VM Verde di Mitigazione	300 mq
TOTALE SUPERFICIE A VERDE E SERVIZI		1.264 mq

Carature Urbanistiche FONDIARIE				
N.	Superficie Fondiaria	SUL	Verde di Mitigazione	Superficie Permeabile (30%)
n.1	3.899 mq	1.984 mq	300 mq	1.158 mq
VERIFICHE				
Verifica VS: 1.264 mq < 2.087 mq				
Verifica Prescrizione n.2: $V_{AR} = 314 \text{ mq} > 94 \text{ mq} (VM \times 0,3)$				
Verifica PARCHEGGI PUBBLICI P2: $1.101-786 = 315 \text{ mq}$ da monet.				
Verifica Superficie PERMEABILE AREE PUBBLICHE: comp. idraulica				

Quantificazione essenze arboree ed arbustive (DA e DAR)		
AREA DI PROGETTO		
Essenze arboree	Acer Platanoides	12
	Cercis siliquastrum	12
	Zeikova serrata	12
	TOTALE ESSENZE ARBOREE	36
Essenze arbustive	Photinia	58
	TOTALE ESSENZE ARBUSTIVE	58
Tot. 19 Essenze Arboree da monetizzare (58 alberature TOT. - 36 Progetto - 3 Area Pubblica)		

Carature urbanistiche del PUA (estratto del Piano Urbanistico Attuativo elaborato dallo Studio ESA Verona Engineering).

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

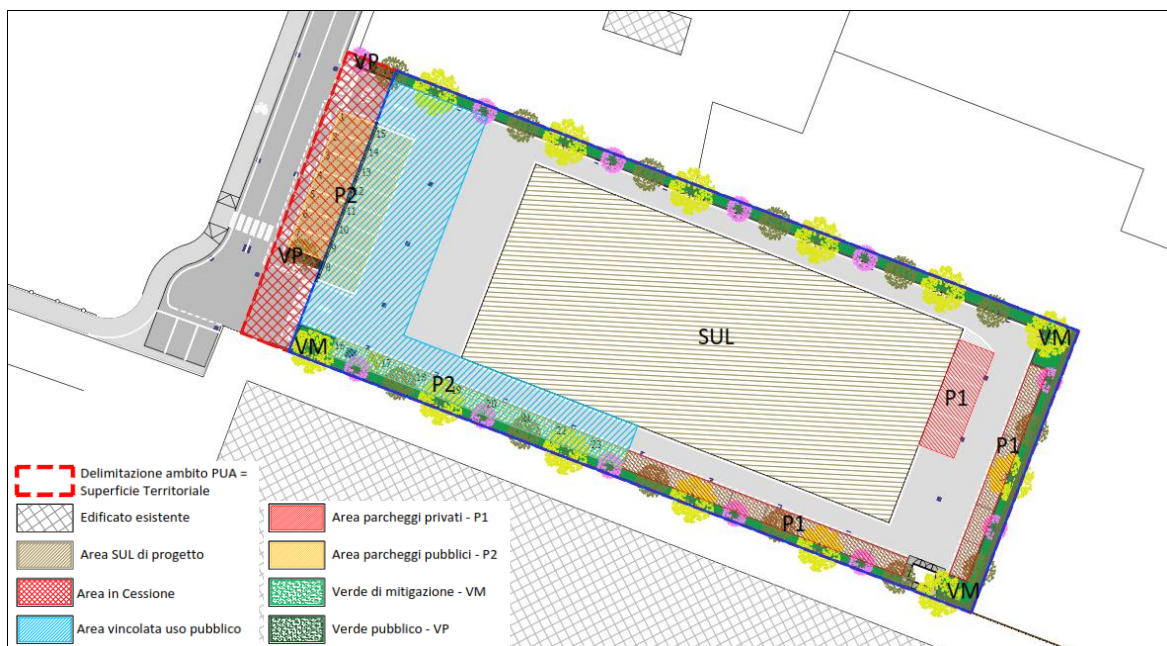
del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

Da un punto di vista idraulico, il piano in esame prevede la trasformazione delle superfici tale da comportare un grado di impermeabilizzazione potenzialmente modesto ai sensi della D.G.R.V. n. 2948/2009 e, pertanto, sono previste le necessarie opere di mitigazione idraulica.

Il progetto edilizio prevede la realizzazione di un nuovo edificio ad uso commerciale / terziario dalla forma, in pianta, rettangolare con misure massime di 61,00 x 27,60 m.



Caratteristiche progettuali del PUA (estratto del Planivolumetrico elaborato dallo Studio ESA Verona Engineering).



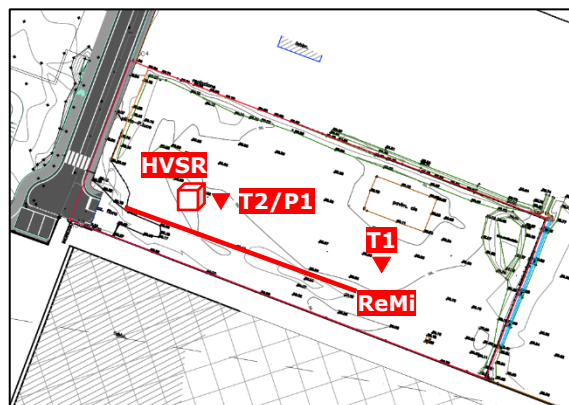
Caratteristiche progettuali del PUA (estratto del Planivolumetrico elaborato dallo Studio ESA Verona Engineering).

1.3) Prove in sito e metodi di interpretazione

In accordo con la committenza, il 9 e 15 febbraio 2023 presso l'area di intervento è stata condotta una specifica campagna di indagini e prove in sito, rappresentata dall'esecuzione di:

- **n. 2 trincee esplorative**, denominate T1 e T2, della profondità massima rispettivamente di 2,1 m (T1) e di 2,2 m (T2) dal p.c. locale, allo scopo di verificare direttamente il profilo litostratigrafico superficiale;
- **n. 1 prova di permeabilità in pozzetto**, denominata P1, adatta per i terreni granulari per fornire una valutazione della permeabilità dei terreni superficiali al di sopra del livello di falda;
- **n. 4 prelievi di campioni di terreno** dal cumulo delle trincee esplorative T1 e T2, denominati T1C1, T1C2, T2C1 e T2C2, al fine di accertare la corretta modalità di gestione delle terre e rocce da scavo originato a seguito dell'attività di costruzione dell'intervento;
- **n. 1 prospezione sismica con tecnica passiva Re.Mi.** (*Refraction Microtremor*) e **n. 1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R.** (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) o Nakamura, per l'analisi sismica sito specifica.

L'ubicazione delle prove è riportata nella figura a lato, mentre i relativi risultati complessivi sono riportati in allegato alla presente relazione unitamente alla documentazione fotografica.



*Ubicazione delle prove eseguite
(REMI+HVSR = indagine sismica; T1 e T2 = trincee
esplorative; P1 = prova di permeabilità)*

La campagna di prove in sito, i cui risultati complessivi sono riportati negli allegati alla presente relazione, ha permesso di ricostruire presso l'area di intervento il profilo litostratigrafico, di verificare l'assenza della falda superficiale nelle verticali di indagine e di determinare i parametri geotecnici e sismici caratteristici dell'area di intervento.

Dal punto di vista metodologico il **profilo litostratigrafico** viene *direttamente* determinato dalla visione del materiale esposto nelle pareti delle trincee esplorative ed *indirettamente* determinato dall'interpretazione delle prove sismiche, così come peraltro evidenziato negli allegati a fine relazione.

In via puramente indicativa, l'indagine sismica di tipo passivo in *array* (Re.Mi.) consente di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo attraverso i valori tabulati da Borchardt (1992; 1994) assieme a quelli ottenuti sperimentalmente in diversi ambienti sedimentari da altri autori (Budny, 1984; Ibs von Seht e Wohlenberg, 1999; Delgado et al., 2000 a, b; Parolai et al., 2002; Scherbaum et al., 2003; D'Amico et al., 2004, 2006; Hinzen et al., 2004). Con i risultati registrati nella tecnica sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.) si può ricostruire la stratigrafia del sottosuolo attraverso la definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante per un

contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

La **falda freatica** è risultata assente nelle trincee esplorative.

Il **coefficiente di permeabilità** viene calcolato, sulla base dei risultati della prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto, con la seguente relazione:

$$K = [(h_2 - h_1) / (t_2 - t_1)] \times \{[(1 + 2h_m/d)] / [27(h_m/d)+3]\}$$

dove h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($h_m > d/4$);

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo;

$h_2 - h_1$ = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$;

d = lato del pozzetto.

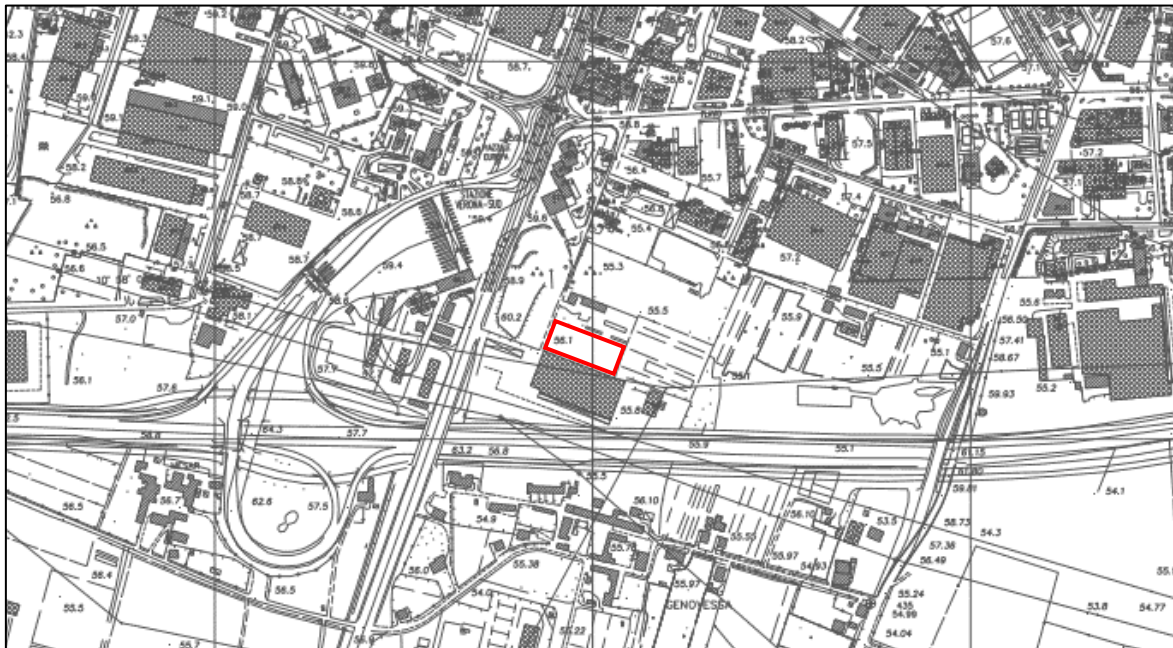
L'esame osservazionale e l'analisi bibliografica consentono la determinazione dei **parametri geotecnici caratteristici** del sottosuolo indagato.

I campioni di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimica di laboratorio, per le cui specifiche si veda il Capitolo 6 della presente relazione.

CAPITOLO 2 - RELAZIONE GEOLOGICA

2.1) Inquadramento territoriale

L'area di intervento, ubicata all'estremità meridionale di via Flavio Gioia, si sviluppa all'interno della Z.A.I. Storica della Città di Verona, caratterizzata da una densa urbanizzazione a destinazione artigianale, produttiva e infrastrutturale.



Corografia dell'area di intervento (estratto degli Elementi n. 123162 "VERONA SUD-OVEST" e n. 144041 "CA' DI DAVID" della CARTA TECNICA REGIONALE ALLA SCALA 1:5.000).

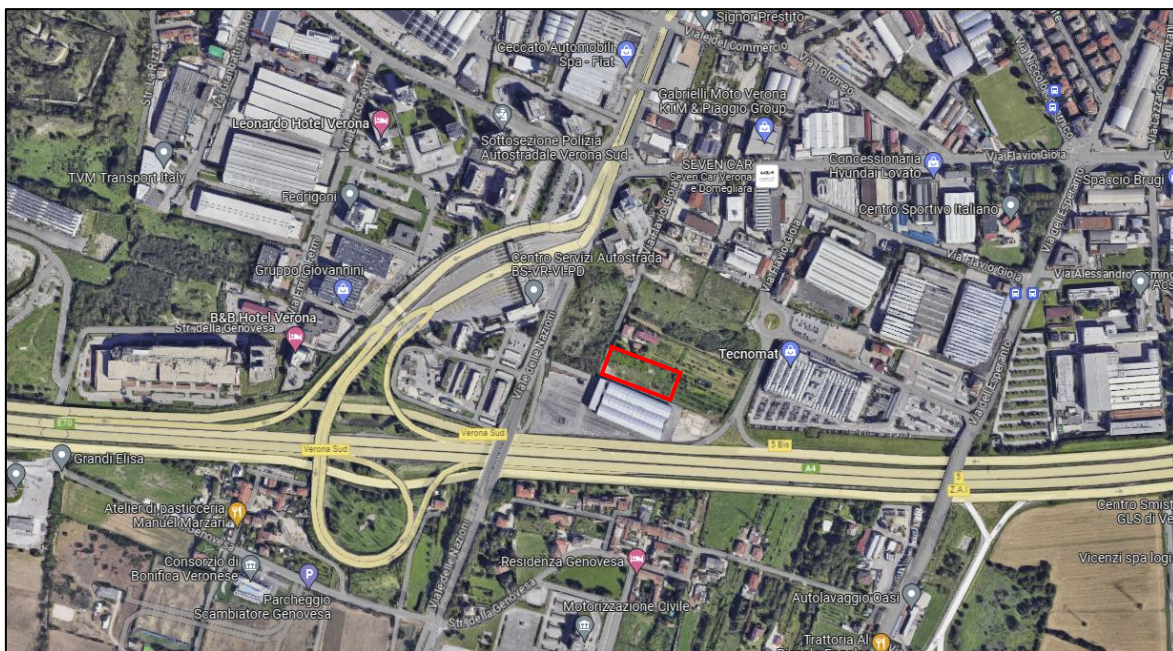
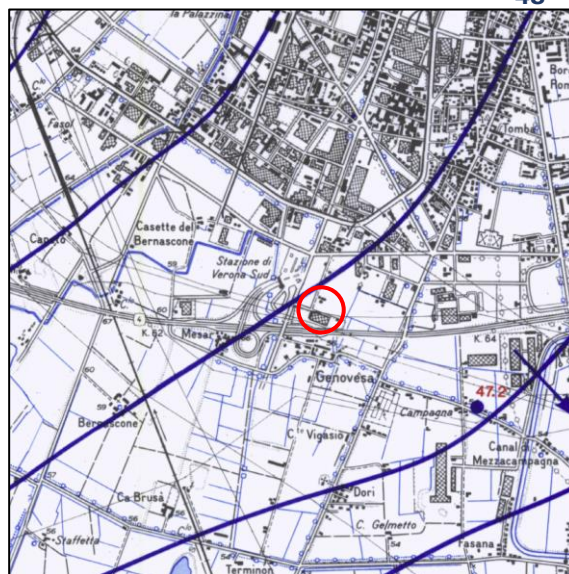


Foto satellitare dell'area di intervento (fonte: <https://www.google.it/maps>).

2.2) Inquadramento geomorfologico, geologico e idrogeologico

Per quanto riguarda le informazioni geologiche generali dell'area di intervento e di un suo adeguato intorno, si evidenzia che:

- l'area si sviluppa ad una quota di circa 56 m s.l.m. nella fascia sub-pianeggiante dell'**Alta Pianura Veronese**, all'interno del terrazzo topograficamente più elevato dell'antico conoide fluvio-glaciale e fluviale del fiume Adige, originatosi allo sbocco del fiume dalla valle alpina; a settentrione e oriente, esso degrada verso il piano di divagazione a meandri dello stesso fiume, che scorre ad una distanza minima di circa 3 km in direzione nord, tramite una serie di scarpate per lo più elise dalla forte antropizzazione locale;
- in superficie, la litologia è mascherata dalla spinta urbanizzazione del territorio, che comporta la presenza di strutture antropiche e materiali di riporto di spessore variabile; in profondità, il sottosuolo in giacitura naturale è rappresentato dai **depositi continentali quaternari di origine fluvio - glaciale e fluviale** del fiume Adige, rappresentati, quasi esclusivamente, da ghiaie ciottolose con matrice sabbiosa; subordinatamente, sono presenti intercalazioni limose e livelli di granulometria mista;
- la natura delle alluvioni grossolane di cui sopra rispecchia la composizione della successione stratigrafica affiorante nel bacino idrografico atesino, rappresentata in particolare dai termini carbonatici e dolomitici mesozoici e cenozoici, dai porfidi atesini e da subordinati elementi di porfiriti, gneiss pegmatitici e rocce anfiboliche; lo spessore di tali depositi grossolani è potente diverse decine di metri, come evidenziano le stratigrafie desunte dalla realizzazione dei pozzi per acqua;
- dal punto di vista idrogeologico, il materasso alluvionale precedentemente descritto ospita l'importante **acquifero monostrato dell'alta pianura veronese** (Unità dell'Alta Pianura Occidentale), caratterizzato da una permeabilità per porosità generalmente elevata e dove è reperibile una potente falda freatica;
- secondo i dati bibliografici (Dal Prà e De Rossi "Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige", 1989), **la superficie freatica della falda**, misurata nel 1986 in periodo di piena, si attesta ad una quota sul livello del mare di circa $48 \div 47$ m e cioè ad una **profondità minima di circa $8 \div 9$ m dal piano campagna locale**; la direzione di deflusso risulta da nord-ovest a sud-est;
- l'area oggetto di pianificazione attuativa ricade all'interno dell'**Area di ricarica degli acquiferi**;
- il reticolo idrografico superficiale, ad eccezione del fiume Adige, a causa dell'elevata permeabilità del suolo / sottosuolo, è poco esteso e contrassegnato, nelle aree non urbanizzate, dalla presenza del **reticolo di distribuzione delle acque ad uso irriguo gestito dal Consorzio di Bonifica Veronese**; alcune terminazioni del canale 25/118 del bacino irriguo CONAGRO sono poste in prossimità dell'area in esame senza interessarla direttamente;
- nelle aree a più elevata urbanizzazione e infrastrutturazione, il locale deflusso delle acque superficiali avviene tramite il sistema di collettamento fognario, prevalentemente della tipologia mista acque nere / acque bianche; esso risulta attualmente assente per l'area in esame e previsto in progetto;
- secondo lo studio "Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto - Determinazione dei valori di fondo" a cura della Regione del Veneto e dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, l'area in esame appartiene all'**Unità Deposizionale A = Adige**.



Estratto, fuori scala, del Foglio n. 49 "VERONA" della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:100.000; LEGENDA: : fg^R = alluvioni fluvio-glaciali e fluviali (RISS).

Estratto, fuori scala, della "CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA DELL'ADIGE" alla scala 1:30.000, elaborata dal C.N.R.

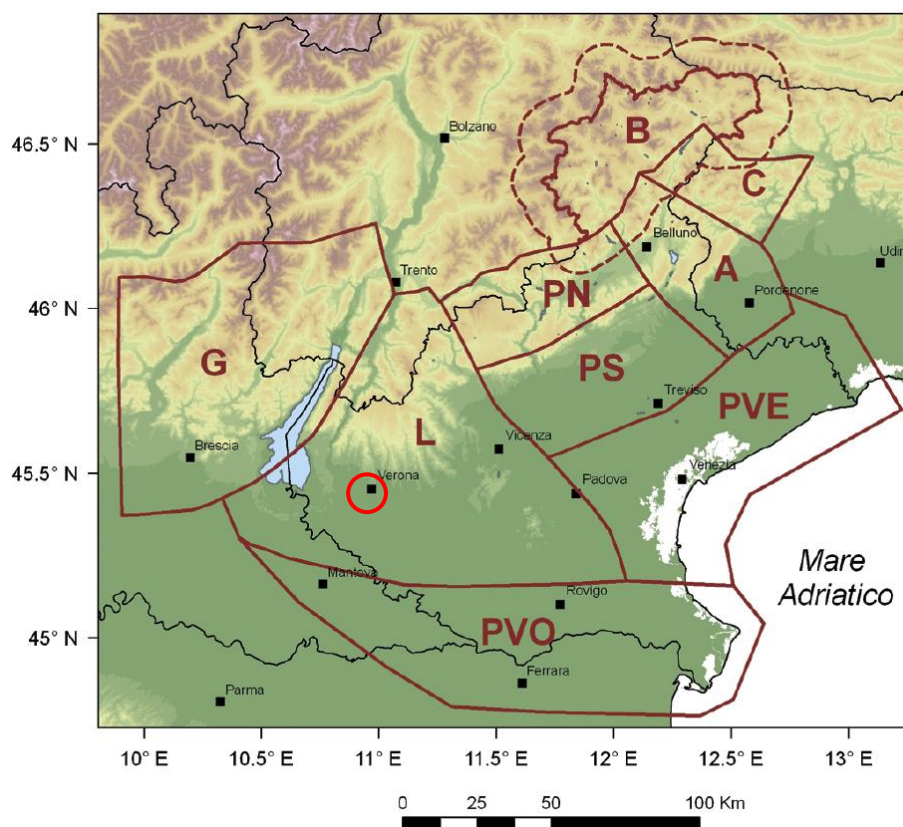
Per la caratterizzazione sismotettonica dell'area di interesse progettuale, si è fatto riferimento allo studio "Distretti sismici del Veneto"¹, a cura di M. Sukan e L. Peruzza. Nella Regione del Veneto, sulla base di dati sismologici, degli elementi geologico-strutturali e delle informazioni relative alla cinematica e alla tettonica attiva, tale studio identifica nove distretti sismici, ovvero areali caratterizzati da elementi sismologico-sismogenici comuni, di cui viene fornita la rappresentazione grafica nella seguente figura.

L'area di intervento ricade nel Distretto sismico Lessini-Schio (L), che si estende dai fronti di accavallamento più esterni del sistema delle Giudicarie Meridionali ad ovest, fino alla Flessura Pedemontana ad est e comprende i Monti Lessini, la fascia della Linea Schio-Vicenza e i rilievi dei Monti Berici e dei Colli Euganei.

L'area è interessata da faglie prevalentemente trascorrenti, disposte NO-SE. Sono mappati anche alcuni elementi tettonici ad andamento ENE-OSO, quali il sovrascorrimento di Cima Marana o il klippen di Castel Malera. Dal punto di vista della neotettonica è in atto un processo di sollevamento articolato dell'area, che la suddivide in piccoli blocchi soggetti sia a sollevamenti differenziali sia a basculamenti ad opera di faglie subverticali, appartenenti ai sistemi giudicariense NNE-SSO, scledense NO-SE e della Valsugana OSO-ENE (Zanferrari et al., 1982). L'intensità del sollevamento aumenta da sud verso nord. La zona dei Lessini orientali, Berici e Euganei è interessata da un movimento di inarcamento anticlinalico, con asse circa OSO-ENE collocabile in corrispondenza dei Berici, mentre i Lessini occidentali sono prevalentemente caratterizzati da basculamenti con abbassamento della porzione occidentale dei blocchi.

¹ Distretti sismici del Veneto", a cura di M. Sugan e L. Peruzza del Centro Ricerche Sismologiche, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Cussignacco (UD) e Sgonico (TS), pubblicato sul Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata Vol. 52, n. 4 supplement, pp. s3-s90, Dicembre 2011.

A tensioni secondarie normali all'asse dell'anticlinale berico-euganea sono imputabili i modesti collassi locali con la formazione di depressioni tettoniche (p. es. graben Vicenza-Montecchio e graben Berici ed Euganei).



*I distretti sismici e le zone sismiche nel Veneto (fonte: "Distretti sismici nel Veneto", a cura di M. Segan e L. Peruzza, 2011). LEGENDA: **G** = Giudicarie; **L** = Lessini-Schio; **PS** = Pedemontana Sud; **PN** = Pedemontana Nord; **A** = Alpago-Cansiglio; **C** = Claut; **B** = Alto Bellunese-Dolomiti; **PVE** = Pianura Veneta Est; **PVO** = Pianura Veneta Ovest.*

La sismicità storica evidenzia che il distretto dei Lessini è una zona potenzialmente interessata da due forti eventi medioevali e da alcuni eventi che hanno superato la soglia del danno ($I_0=VI$ MCS). In quest'area ricadono graficamente gli epicentri derivati da informazioni macrosismiche dei disastrosi eventi di Verona del 3 gennaio 1117 ($MW=6,49$, $I_0=IX-X$ MCS) e del Basso Bresciano del 25 dicembre 1222 ($MW=6,05$, $I_0=VIII-IX$ MCS). Nonostante accurate ricerche (vedi ad es. Galadini et al., 2001b; Galli, 2005; Stucchi et al., 2008), l'evento del 1117 rimane in Pianura Padana uno dei casi più problematici, poiché sia la localizzazione, sia la stima degli effetti è molto incerta. Guidoboni et al. (2005) posizionano l'epicentro nel Veronese, a sud dei Monti Lessini, mentre Galadini et al. (2005), sulla base di recenti studi geologici, paleosismologici e storici, associano l'evento alla sorgente sismogenica denominata Thiene-Bassano, posta ad est del distretto dei Lessini. Per il terremoto del 1222, le ipotesi più recenti lo attribuiscono a strutture sepolte nelle Prealpi Bresciane (Livio et al., 2008, 2009). Negli ultimi due secoli, l'evento del 7 giugno 1891, localizzato nella Valle d'Illasi, ha causato forti danni ($I_0=VIII-IX$ MCS, $MW=5,71$) in prossimità dell'epicentro e ha fatto registrare effetti al di sopra della soglia del danno in gran parte della Lessinia. Da notare che pochi giorni dopo, il 15 giugno, sono ben documentati anche gli effetti di un evento riferito a Peschiera ($I_0=VI$, $MW=4,83$); analoghe attivazioni ravvicinate nel tempo e nello spazio sono avvenute nel 1895. Sempre nella Valle d'Illasi sono stati localizzati

altri tre eventi che hanno raggiunto o superato la soglia del danno, (9 agosto 1892 MW=5,17; 9 febbraio 1894 MW=5,17; 15 marzo 1908 MW=5,01). Anche l'area di Recoaro-Pasubio è stata interessata da eventi in epoca storica (ad es. IO=V-VI avvenuto il 27 gennaio 1897) e strumentale (unico evento rilevante registrato avvenuto il 13 settembre 1989, IO=VI, MW=4,96; MAG=4,7, profondità: 9-10 km).

La sismicità registrata strumentalmente dal 1977 al 2010 si concentra nella regione montuosa, entro i 20-25 km di profondità. I terremoti con magnitudo superiore a 3 sono localizzati nella porzione settentrionale della Lessinia e verso la pianura in una fascia delimitata dalla Schio-Vicenza a est e il fiume Adige a ovest.

2.4) Fragilità e pericolosità geologica, idraulica e sismica

A completare l'inquadramento geologico dell'area di intervento, si evidenzia che nella Carta delle Fragilità del Piano di Assetto del Territorio del Comune di Verona:

- al tematismo **"Penalità ai fini edificatori" il terreno è classificato "ottimo"**;
- per quanto riguarda la Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi l'area è compresa nell'**Unità A - Vulnerabilità intrinseca alta** che è riferita ad aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria, con strati di alterazione superficiale di scarsa potenza e presenza di falda libera a profondità maggiore di 10 m dal piano campagna; l'alta vulnerabilità intrinseca dell'acquifero non risulta problematica in rapporto agli usi attuali e futuri dell'area.

Si evidenzia che l'area oggetto di pianificazione attuativa NON ricade all'interno della zona di rispetto pari a 200 m di raggio dal punto di derivazione delle acque destinate al consumo umano ai sensi dell'art. 94 "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano" del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

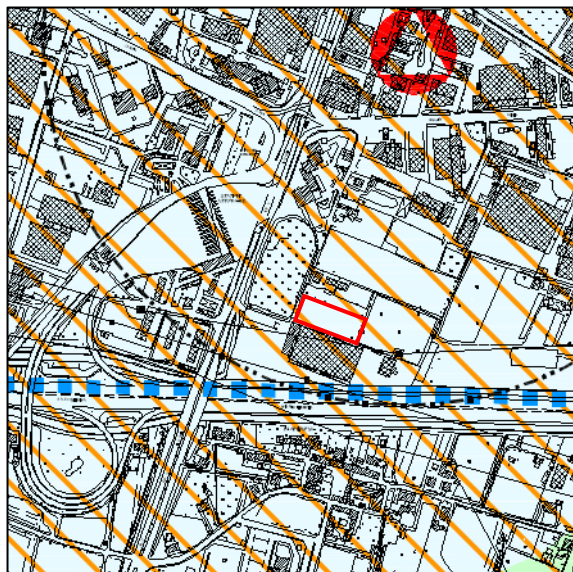
Ai sensi dell'art. 42 "Compatibilità Geologica" delle Norme Tecniche Operative del vigente Piano degli Interventi, l'area di intervento è classificata come **"Area idonea"**.

In materia di rischio idraulico, la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali ha adottato, in data 21 dicembre 2021, il **primo aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni** ai sensi degli articoli 65 e 66 del D.Lgs. n. 152/2006, successivamente approvato con D.P.C.M. 1° dicembre 2022. Secondo gli elaborati del nuovo PGRA 2021-2027 pubblicati sul sito istituzionale, l'area ricade nel quadrante AH10 dove nell'elaborato AH10_PI "Carta della pericolosità idraulica", l'area in esame **NON risulta interessata da alcuna classe di pericolosità idraulica**.

Ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 244 del 9 marzo 2021 "Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94; D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021" il Comune di Verona ricade nella **Zona Sismica 2**.

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)



Estratto, non in scala, della Carta della Fragilità del PAT del Comune di Verona. Legenda:

PENALITA' AI FINI EDIFICATORI - art. 37

TERRENO OTTIMO



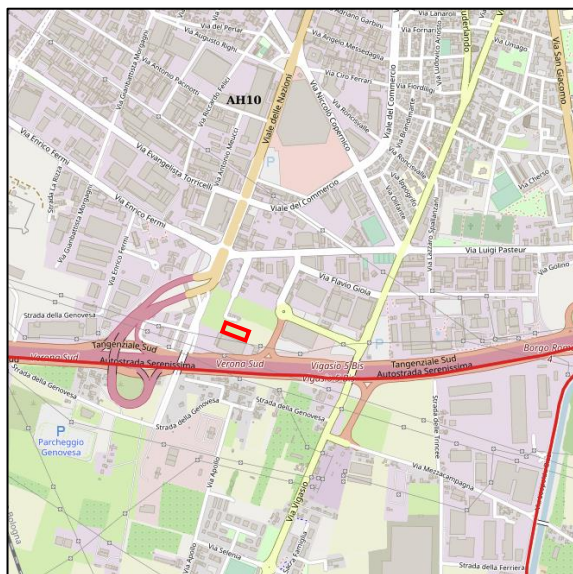
VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI - art. 38

UNITA' A



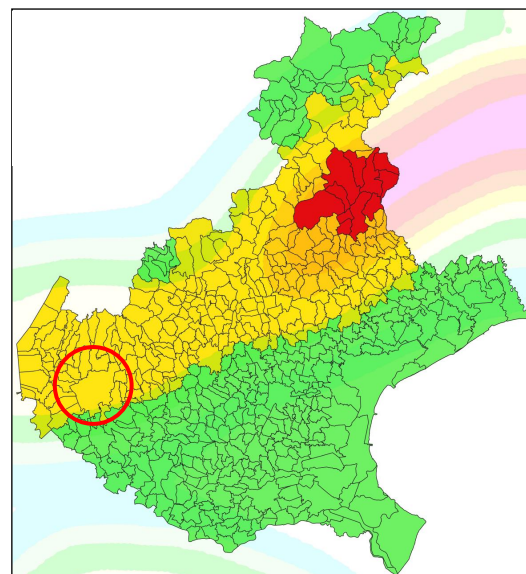
Carta della Compatibilità Geologica del PI del Comune di Verona. Legenda:

Area idonea



Estratto dell'elaborato AG9_PI "Carta della pericolosità idraulica" del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021-2027 del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali. Legenda:

Zone di Attenzione
Area Fluviale
Pericolosità idraulica moderata (P1)
Pericolosità idraulica media (P2)
Pericolosità idraulica elevata (P3a)
Pericolosità idraulica elevata (P3b)



Classificazione sismica del Veneto ai sensi della D.G.R.V. n. 244/09.03.2021. Legenda:

Zone
1
2
3

2.5) Modello geologico di riferimento

Il rilevamento geologico e la campagna di prove in sito, come coadiuvati dall'analisi bibliografica esposta ai paragrafi 2.1÷2.4 della presente relazione, hanno permesso di ricostruire i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del sito di intervento.

All'esame osservazionale si rileva che, in superficie, l'area di intervento risulta sub-pianeggiante e in posizione rilevata rispetto al p.c. circostante di circa 0,7 m; essa risulta occupata da alcune modeste strutture residue del cantiere dei lavori autostradali (piazzole in cemento o stabilizzato), mentre, più estesamente, essa si presenta destinata a prato incolto con arbusti e rare alberature.

In corrispondenza dei punti di indagine T1 e T2 si è riscontrato un primo sottile strato di **terreno vegetale**, di colore marrone dello spessore di circa 0,1 m, a cui fa seguito, verso il basso, un secondo strato di **ghiaie ciottolose di riporto** di colore grigio, che rappresenta, verosimilmente, il rilevato antropico realizzato per il cantiere autostradale che ha, localmente, sopraelevato il piano campagna locale; lo spessore di tale strato è di circa 0,6 m.

Seguono, verso il basso, i terreni in giacitura naturale, rappresentati dapprima da un terzo strato di **ghiaie ciottolose pedogenizzate di colore rossastro (suolo profondo)** dello spessore di circa 0,8÷0,9 m e, poi fino alla massima profondità indagata di circa 2,1÷2,2 m, da un quarto strato di **depositi ghiaiosi con ciottoli e matrice sabbiosa**, talora grossolana e abbondante (fino ad essere organizzata in lenti sabbiose di esiguo spessore e a rapida chiusura laterale), incoerenti, da moderatamente addensati ad addensati; la ghiaia si presenta poligenica ed eterogranulare ed i clasti che la costituiscono hanno forme subpoligonali ad elevato indice di arrotondamento con diametro medio compreso fra $20 < \varnothing < 50$ mm e massimo $\varnothing \approx 200$ mm.

La natura di detti depositi rispecchia la composizione della successione stratigrafica affiorante nel bacino idrografico atesino, rappresentata in particolare dai termini carbonatici e dolomitici mesozoici e cenozoici, dai porfidi atesini e da subordinati elementi di porfiriti, gneiss pegmatitici e rocce anfiboliche; lo spessore complessivo dei depositi alluvionali in prossimità dell'area di intervento è desumibile dall'esame delle stratigrafie rilevate a seguito della trivellazione di pozzi per acqua, che testimoniano che il materasso alluvionale di natura prevalentemente ghiaiosa è localmente potente fino ad oltre il centinaio di metri.

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito, attraverso l'utilizzo incrociato delle due tecniche sismiche (Re.Mi. + HVSR), ha evidenziato la presenza di un materiale moderatamente addensato fino a circa 4,5 m dal p.c. locale, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde di taglio S (V_s) pari a $V_s \approx 250$ m/s, mentre all'aumentare della profondità il grado di rigidità del sottosuolo diventa più elevato con valori di V_s di circa 450 m/s; un ulteriore incremento della rigidità si è riscontrato a circa 30 m di profondità dal p.c. locale con i valori di V_s che raggiungono i 600 m/s. Il *bedrock* sismico, inteso come quel mezzo caratterizzato da valori di $V_s > 800$ m/s, è stato riconosciuto ad una profondità di circa 95 m dal p.c. locale e presenta valori di $V_s \approx 850$ m/s.

Per quanto riguarda le proprietà idrogeologiche di dettaglio del sottosuolo indagato, il rilevamento geologico - tecnico ha permesso di accertare che i terreni oggetto dell'intervento di progetto sono afferenti all'acquifero alluvionale di pianura (Unità dell'Alta Pianura Occidentale), nelle cui porzioni superficiali (0 ÷ 2,2 m) si è constatata,

a seguito dell'esecuzione dei sondaggi geognostici, l'assenza di falda idrica attiva; i fori dei sondaggi si presentavano infatti completamente asciutti.

L'analisi bibliografica evidenzia che **la potente falda freatica atesina si attesta ad una profondità di circa 8÷9 m dal p.c. locale**. Non si esclude comunque la presenza discontinua di falde effimere legate all'infiltrazione meteorica diretta in corrispondenza degli eventi piovosi più intensi.

L'acquifero, essendo costituito prevalentemente da rocce sciolte a grana grossolana, presenta una **permeabilità per porosità elevata**. In occasione dell'esecuzione del sondaggio geognostico denominato T2 si è cercato di eseguire una prova di permeabilità in pozzetto per la determinazione sperimentale del locale coefficiente di permeabilità k (m/s); tale prova in sito non è riuscita per la rapida scomparsa dell'acqua nel foro di prova: l'immissione nel pozzetto di prova di circa 800 l di acqua ha determinato livelli idrici di altezza massima dal fondo di 5 cm, tali da invalidare le condizioni di contorno di esecuzione della prova stessa.



Fasi esecutive della prova di permeabilità P1: i livelli idrici all'interno del pozzetto di prova, delle dimensioni di 2,2 x 1,6 x 1,0 m, hanno raggiunto un'altezza massima di 5 cm.

Per quanto riguarda la determinazione del coefficiente di permeabilità dell'area si sono quindi analizzati i risultati di ricerche e prove in campo eseguite da Renzo Antonelli e Antonio Dal Prà, in zone con caratteristiche geologiche simili. Lo studio evidenzia una capacità di assorbimento generale di circa 15 litri/sec con invasi d'acqua di 1 - 1,5 m; fanno eccezione alcuni punti d'indagine, dove gli assorbimenti sono risultati nettamente inferiori, dell'ordine di 4 - 5 litri/s. Nelle zone che hanno indicato gli assorbimenti più elevati si sono ottenuti valori del coefficiente di permeabilità k variabili tra 5×10^{-2} m/s e 3×10^{-1} m/s, nelle altre zone tale coefficiente è risultato più basso: $k = 2 \times 10^{-2}$ m/s. A favore di sicurezza, all'acquifero locale è stato associato un **coefficiente di permeabilità pari a 10^{-3} m/s**.

$K_{(m/s)}$		10^1	10^0	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 — Limi								
GRADI DI PERMEABILITÀ		ELEVATA						BASSA					NULLA	
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI						SEMI-PERMEABILI					IMPER.	

limiti convenzionali

limiti convenzionali

Valori del coefficiente di permeabilità (da Castany, 1982).

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

Il modello geologico locale risulta, quindi, schematicamente suddivisibile come riportato nella seguente tabella.

Strato	Profondità (m da p.c.)	Litologia correlata	Soggiacenza falda (m dal p.c.)
A	0,0 - 0,1	Terreno vegetale di colore marrone	Assente (in T1 e T2) 8÷9 (da fonti bibliografiche)
B	0,1 - 0,6÷0,7	Ghiaie ciottolose di riporto di colore grigio	
C	0,6÷0,7 - 1,5	Ghiaie ciottolose pedogenizzate di colore rossastro (suolo profondo) con tracce di cementazione secondaria al letto	
D	1,5 - 2,0÷2,2	Ghiaia con ciottoli e matrice sabbiosa , talora grossolana e abbondante (fino ad essere organizzata in lenti sabbiose di esiguo spessore e a rapida chiusura laterale), incoerente, da moderatamente addensata ad addensata; clasti poligenici ed eterogranulari con forme subpoligonali ad elevato indice di arrotondamento con diametro medio compreso fra $20 < \varnothing < 50$ mm e massimo $\varnothing \approx 200$ mm	
E	2,0÷2,2 - ? (diversi metri)	Depositi grossolani di origine atesina	

Modello geologico di riferimento: profilo litostratigrafico locale e soggiacenza della falda in corrispondenza delle trincee esplorative T1 e T2 e come dedotta dalle fonti bibliografiche.

CAPITOLO 3 - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA

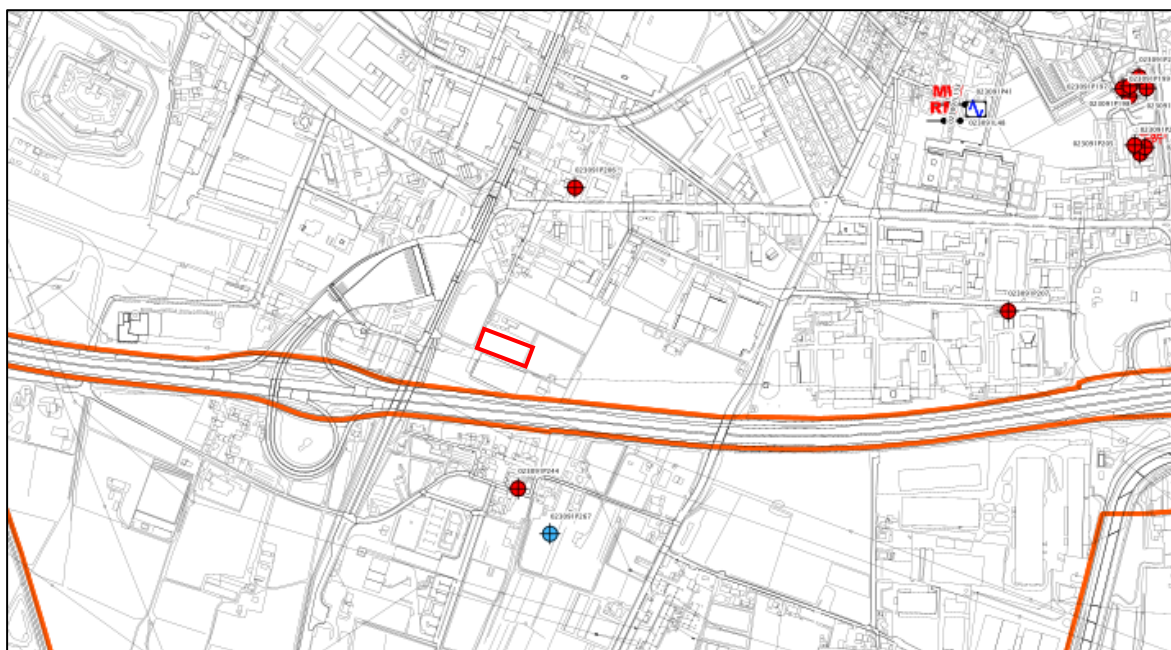
3.1) Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Verona

Studio di Microzonazione Sismica di 1° livello

Lo Studio di Microzonazione Sismica di 1° livello del territorio comunale di Verona, approvato in data 22 marzo 2018 dalla Commissione Tecnica per il supporto e il monitoraggio degli Studi di Microzonazione Sismica istituita presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile ai sensi dell'Ordinanza PCM 13 novembre 2010, n. 3907, art. 5, comma 7), si compone dei seguenti elaborati:

- Relazione illustrativa;
- Tavola 1 - Carta delle indagini;
- Tavola 2 - Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica;
- Tavola 3 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Nel seguito si riportano gli estratti cartografici delle tre tavole in corrispondenza dell'area oggetto di intervento.



Estratto della Tavola 1 - Carta delle indagini dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 1 del Comune di Verona.

Oltre ad alcuni sondaggi a carotaggio continuo, a circa 700 m a sud est dell'area oggetto di intervento (via Vigasio) il valore delle $V_{s,30}$ è di $612 \div 590$ m/s (rispettivamente indagine MASW n. 47 - Codice 023091L47 e indagine REMI n. 47 - Codice 023091L132), mentre a nord est (via Paqualino Benedetti) il valore delle $V_{s,30}$ è di $481 \div 510$ m/s (rispettivamente indagine MASW n. 48 - Codice 023091L48 e indagine REMI n. 48 - Codice 023091L133), denotando in entrambi i casi una categoria di sottosuolo di tipo B.

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

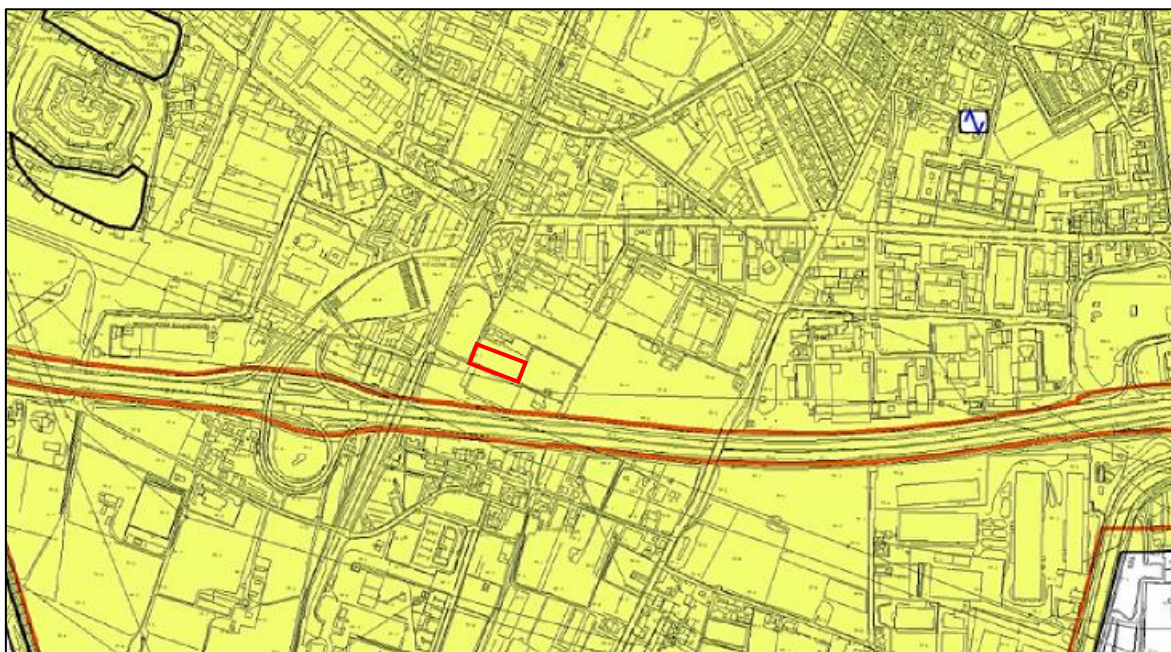
del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)



Estratto della Tavola 2 - Carta geologica tecnica dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 1 del Comune di Verona. LEGENDA:

GW fg	Materiali granulari poco addensati dei terrazzi fluviali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa
--------------	---

La Carta geologica tecnica evidenzia presso l'area in esame la presenza di terreni di copertura a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa e l'assenza di elementi tettonico-strutturali o geomorfologici di rilievo.



Estratto della Tavola 3 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 1 del Comune di Verona. LEGENDA:

2005	Zona 5: formazioni dei depositi fluvio-glaciali dell'antico conoide depositato dall'Adige costituita da materiali ghiaiosi e sabbiosi alternati a livelli sabbiosi e limosi con spessori anche superiori a 100 m; presenza di numerose cave; possibili fenomeni di amplificazione litostratigrafica per contrasto di impedenza e morfologica per la presenza di orli di scarpata e di terrazzi fluviali.
-------------	--

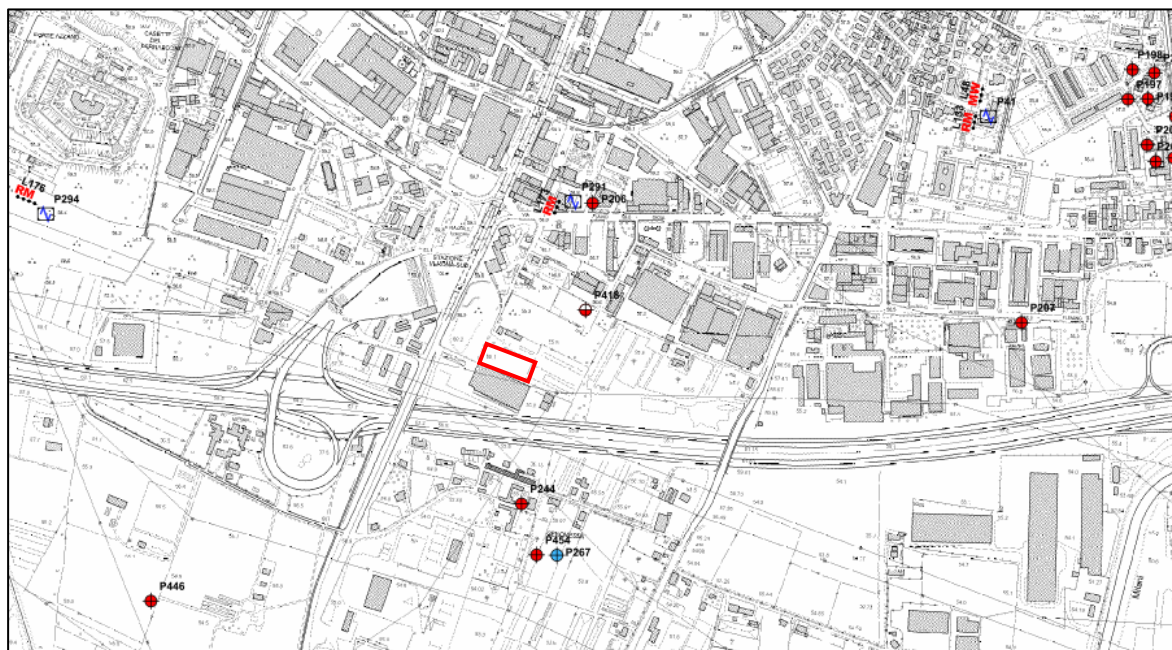
La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica evidenzia la presenza della Zona stabile 5 suscettibile di amplificazioni locali e l'assenza di Zone di attenzione per instabilità.

Studio di Microzonazione Sismica di 3° livello

Il Comune di Verona, nell'ambito del percorso di formazione dei propri strumenti urbanistici, ha redatto lo Studio di Microzonazione Sismica di Livello 3 sull'intero territorio comunale, al momento al vaglio delle competenti strutture regionali. Esso determina la quantificazione numerica degli effetti per gli scenari esposti attraverso la stima dei fattori di amplificazione FA (fattore di amplificazione a basso periodo) e si compone, oltre alla documentazione di base e degli allegati tecnici, di:

- Relazione Tecnica;
- Tavola 1 - Carta delle indagini;
- Tavola 2 - Carta geologico-tecnica;
- Tavola 3 - Carta delle frequenze;
- Tavola 4 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica;
- Tavola 5 - Carta della pericolosità sismica locale (CPSL);
- Tavole 6 - Carte di Microzonazione sismica di Livello 3: FA 0.1-0.5 s, FA 0.4-0.4 s e FA 0.4-1.1 s.

Nel seguito si riportano gli estratti cartografici delle diverse tavole in corrispondenza dell'area oggetto di intervento.



Estratto della Tavola 1 - Carta delle indagini dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona.

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

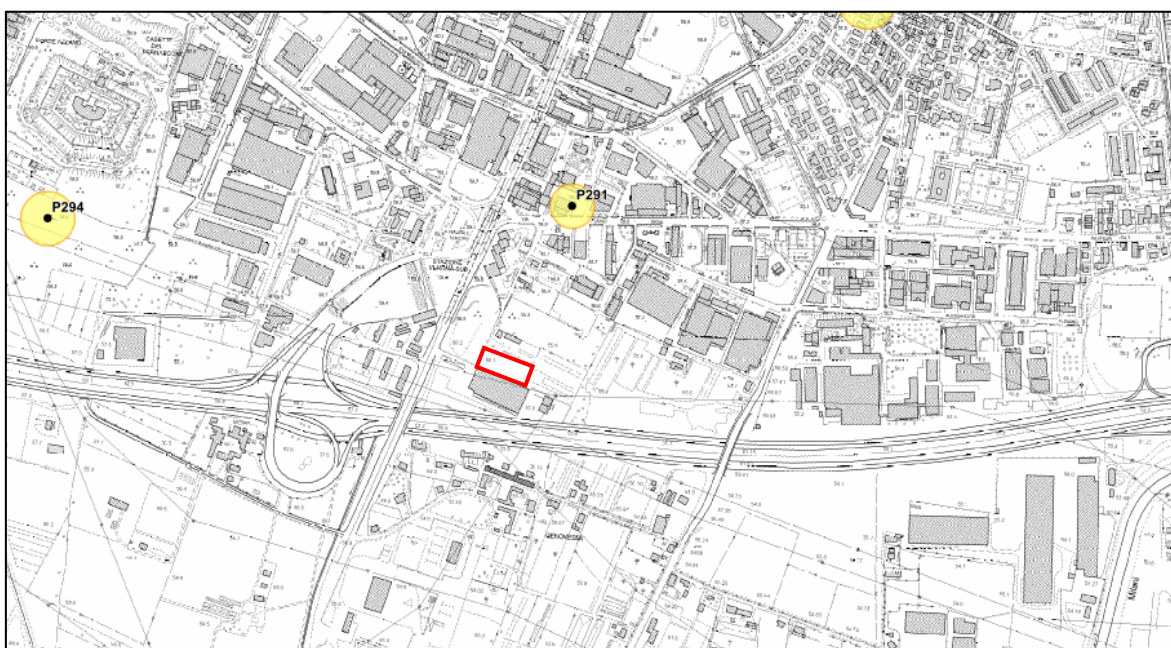
Oltre alle indagini della MS_L1, a circa 300 m a nord dell'area oggetto di intervento (via Flavio Gioia) è riportato un nuovo valore delle $V_{s,30}$ pari a 507 m/s (indagine REMI n. 173 - Codice 023091L173), confermando una categoria di sottosuolo di tipo B.



Estratto della Tavola 2 - Carta geologica tecnica dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona. LEGENDA:

GWfg	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie di deposito fluvio glaciale.
-------------	--

La Carta geologica tecnica conferma presso l'area in esame la presenza di terreni di copertura a tessitura prevalentemente ghiaiosa o ghiaiosa e sabbiosa e l'assenza di elementi tettonico-strutturali o geomorfologici di rilievo.



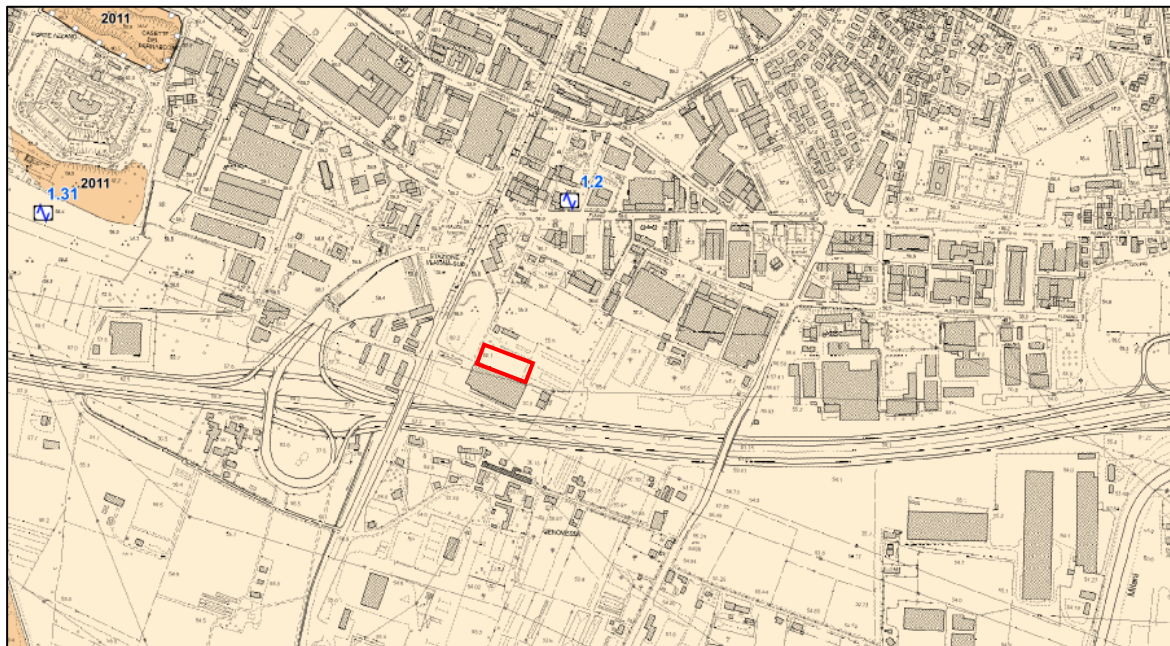
**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

Estratto della Tavola 3 - Carta delle frequenze dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona. LEGENDA:

	0.37 Hz ≤ F ₀ ≤ 1.80 Hz
---	------------------------------------

Le frequenze caratteristiche di risonanza di sito nell'intorno dell'area oggetto di pianificazione attuativa ricadono nell'intervallo 0.37 Hz ≤ F₀ ≤ 1.80 Hz.



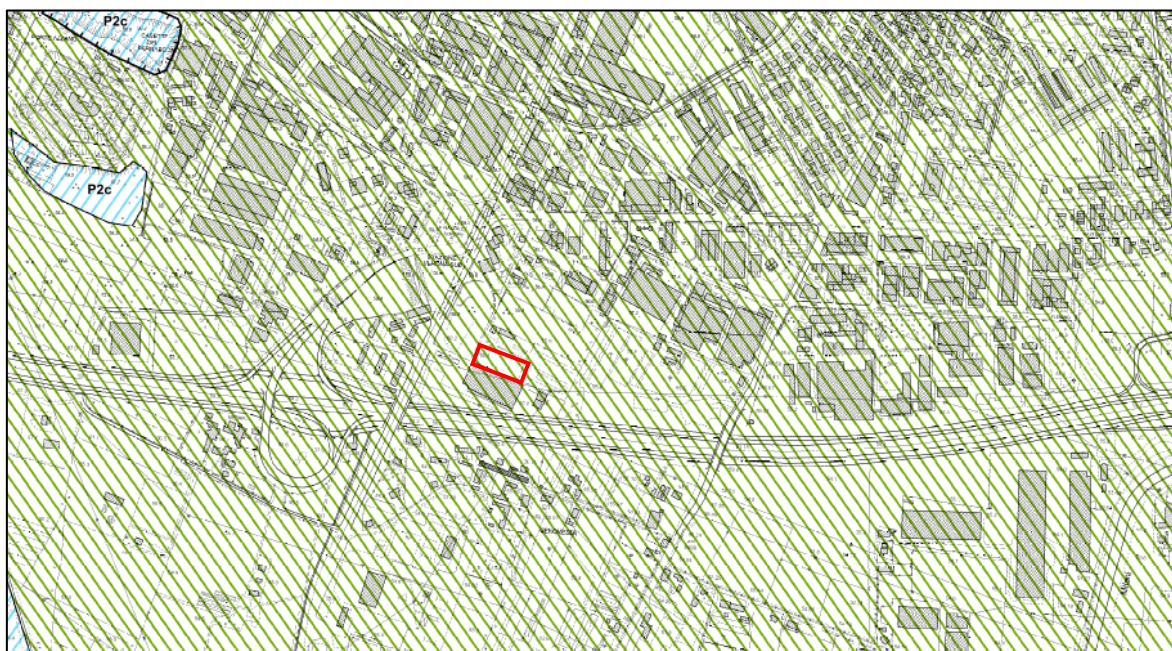
Estratto della Tavola 4 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona. LEGENDA:

	Zona 9 - GWfg - è formata dalla formazione dei depositi fluvio-glaciali, dell'antico conoide depositato dall'Adige, che costituiscono la maggior parte della pianura veronese, costituito da materiali ghiaiosi e sabbiosi alternati a livelli sabbiosi e limosi con spessori anche superiori a 100 m. Sono presenti diverse cave in ghiaia con fronti (orli di scarpata) piuttosto alti e con pendenze elevate. Non si esclude l'ipotesi di possibili fenomeni di amplificazione litostratigrafica, per contrasti di impedenza, e morfologica, per la presenza di orli di scarpata di cave e di terrazzi fluviali.
---	---

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica evidenzia la presenza della Zona stabile 9 suscettibile di amplificazioni locali e l'assenza di Zone di attenzione per instabilità.

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

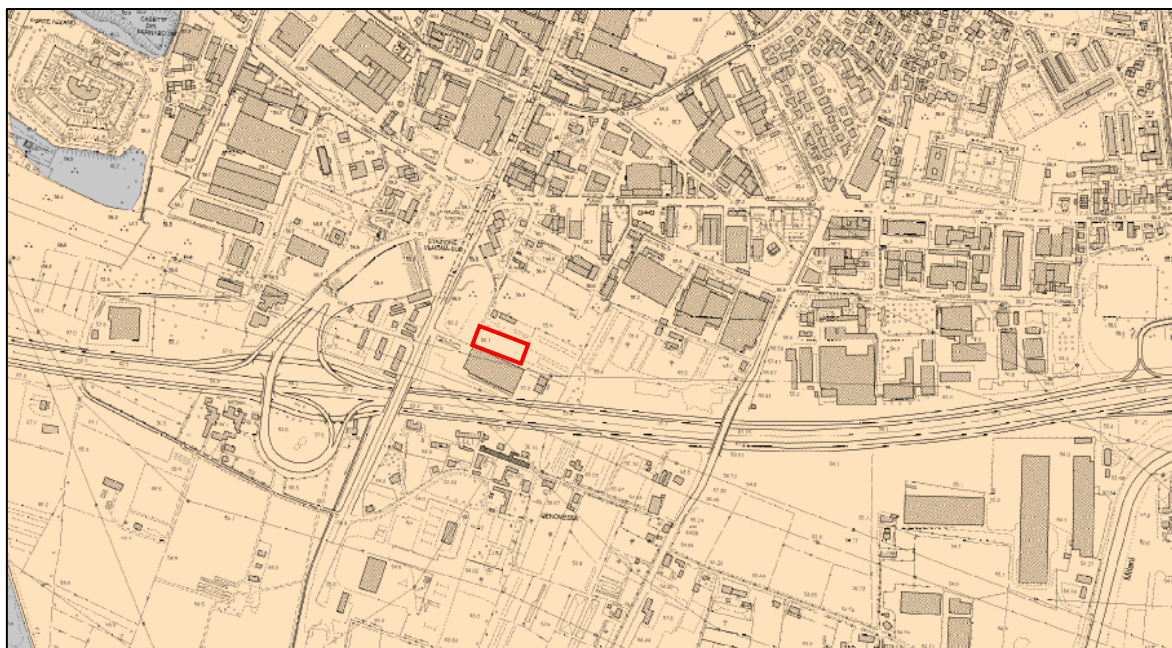
del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)



Estratto della Tavola 5 - Carta della pericolosità sismica locale dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona. LEGENDA:

	Zona di fondovalle ampie e di pianura con depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
---	--

La Carta della pericolosità sismica locale evidenzia lo scenario di pericolosità sismica locale P4a in cui gli effetti attesi sono di amplificazione litologica.

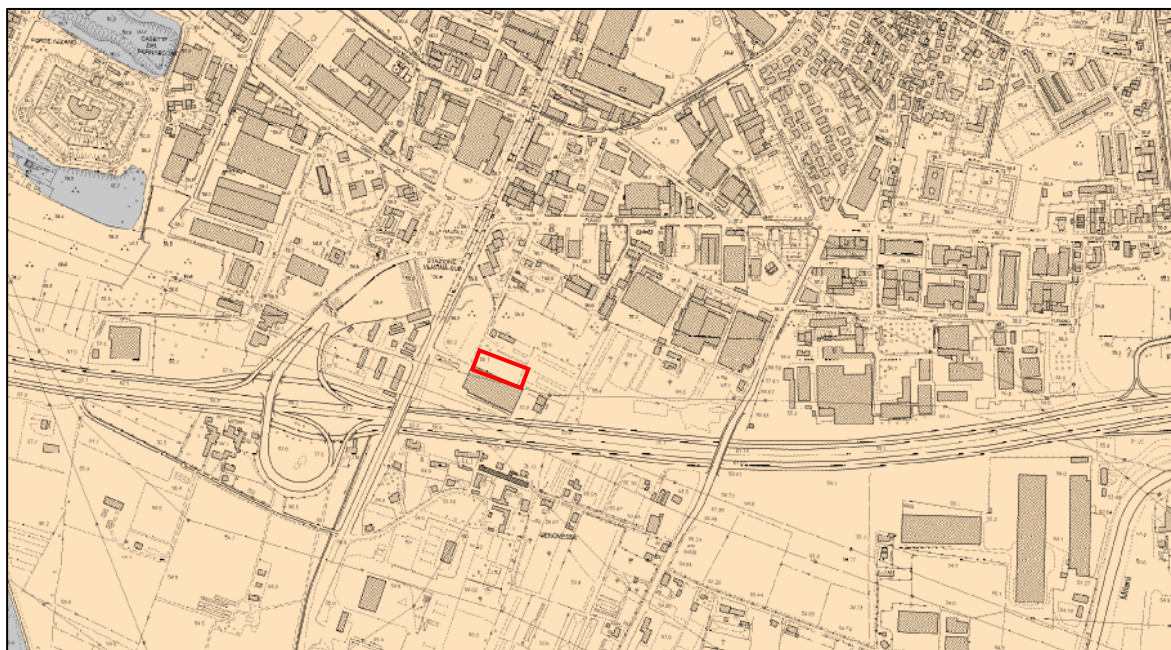


Estratto della Tavola 6a - Carta di microzonazione sismica FA 0.1-0.5 s - Livello 3 dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona. LEGENDA:

	FA = 1.5 - 1.6
---	----------------

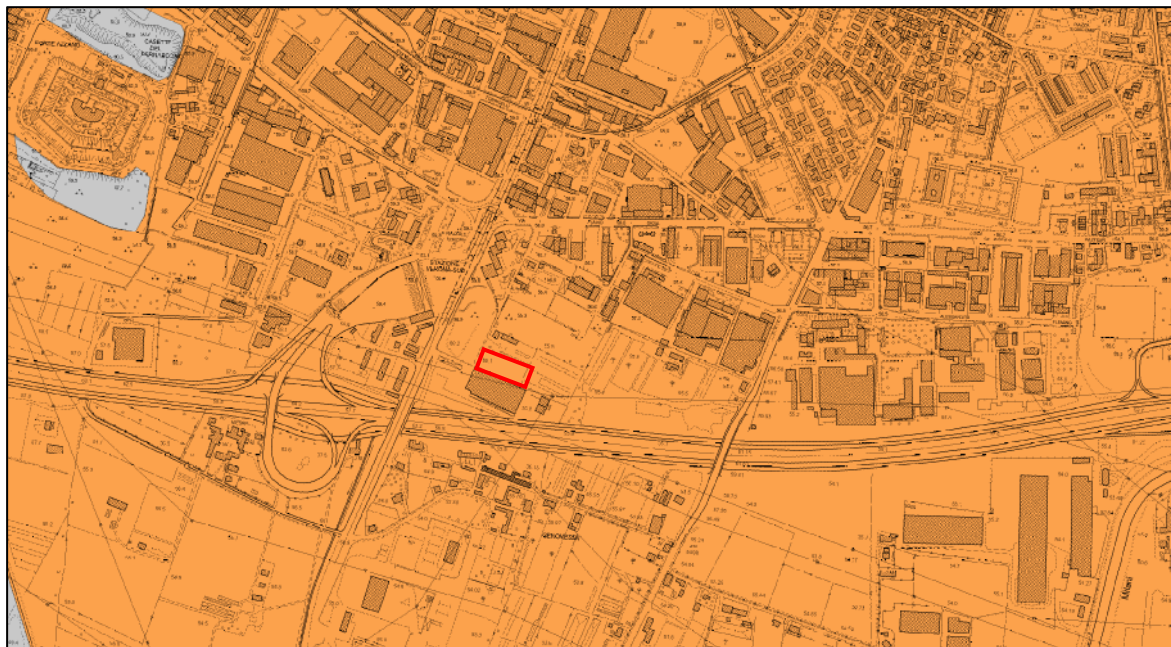
**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)



Estratto della Tavola 6b - Carta di microzonazione sismica FA 0.4-0.8 s - Livello 3 dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona. LEGENDA:

	FA = 1.5 - 1.6
---	----------------



Estratto della Tavola 6c - Carta di microzonazione sismica FA 0.7-1.1 s - Livello 3 dello Studio di Microzonazione Sismica - Livello 3 del Comune di Verona. LEGENDA:

	FA = 1.7 - 1.8
---	----------------

Le Carte di microzonazione sismica di Livello 3 evidenziano, per i diversi periodi analizzati, un fattore di amplificazione a basso periodo pari a $FA = 1,5 - 1,6$ nei periodi di intervallo $0,1-0,5$ s e $0,4-0,8$ s e pari a $FA = 1,7 - 1,8$ nel periodo di intervallo $0,7-1,1$ s.

3.2) Caratterizzazione sismica del sito

Secondo il vigente D.M. 17 gennaio 2018, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati², si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R dato dal prodotto della vita nominale V_N dell'opera strutturale per il coefficiente d'uso C_U .

Secondo la "Mappa nazionale di pericolosità sismica", approvata con l'O.P.C.M. n. 3519 del 28 Aprile 2006 e recepita, ai fini della calcolo di progetti, dalla D.G.R.V. n. 71 del 22 Gennaio 2008, l'area è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compreso tra **0,150g** e **0,175g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni - mappa 50° percentile).

Infatti, per quanto riguarda la **pericolosità di base** del sito di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni), il calcolo eseguito con il programma "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per media rigata e ponderata, individua la pericolosità sismica con un valore di a_g riferito a suoli rigidi subpianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s pari, rispettivamente, a **0,152g** (cfr. figura seguente) e a **0,151g**.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

• Ricerca per coordinate: LONGITUDINE 10.97442 LATITUDINE 45.99929

• Ricerca per comune: REGIONE Veneto PROVINCIA Verona COMUNE Verona

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controlli sul reticolo: Sito esterno al reticolo Interpolazione su 3 nodi Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0,040	2,530	0,235
50	0,054	2,496	0,249
72	0,065	2,513	0,256
101	0,077	2,478	0,262
140	0,090	2,436	0,264
201	0,107	2,418	0,271
475	0,152	2,430	0,277
975	0,198	2,473	0,279
2475	0,279	2,381	0,290

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento (Estratti da "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei LL.PP.).

² Nei confronti delle azioni sismiche sono *stati limite di esercizio* lo Stato Limite di Operatività (SLO) e lo Stato Limite di Danno (SLD); sono *stati limite ultimi* lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

3.3) Analisi sismica locale

In termini di **analisi sismica di sito**, l'utilizzo incrociato delle due tecniche sismiche (cfr. Allegato 2) ha permesso di ottenere un modello sismo - stratigrafico del sottosuolo robusto e affidabile in corrispondenza della zona d'interesse. L'indagine Re.Mi. ha individuato le discontinuità sismiche superficiali e stimato le velocità di propagazione delle onde S mentre la prospezione passiva a stazione singola (H.V.S.R.), tramite inversione congiunta, ha stimato il grado di rigidità della copertura profonda e del *bedrock* geofisico. Inoltre, la misura H.V.S.R. ha determinato le frequenze di risonanza di sito cioè i valori di frequenza attesi in superficie in occasione di un evento sismico.

Il rilievo nello specifico ha innanzitutto fornito i seguenti dati sismici (modello sismo - stratigrafico interpretativo).

Sismostrato	Velocità onde di taglio (m/s)	Spessori (m)	Profondità (m)
I SISMOSTRATO	250	4,5	0,0 - 4,5
II SISMOSTRATO	450	25	4,5 - ≈30
III SISMOSTRATO	600	65	≈30 - ≈95
IV SISMOSTRATO	850	<i>Semisp.</i>	≈95 - <i>Semisp.</i>

Modello sismo - stratigrafico locale dedotto dall'indagine sismica Re.Mi. con inversione congiunta H.V.S.R.

La frequenza caratteristica di risonanza di sito è risultata di ≈ 1,3 Hz. E' ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio. Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione naturale del terreno poiché il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento. Esse sono determinate sulla base dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ [m/s], secondo la seguente relazione:

$$V_{s,eq} = H / \sum_{i=1,N} h_i / V_{s,i} \quad [\text{m/s}]$$

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i esimo per un totale di N strati presenti nello spessore pari alla profondità del substrato H , definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Dall'assetto sismostratigrafico desunto dalle indagini sismiche effettuate, è possibile constatare la presenza del *bedrock* geofisico (substrato di riferimento) a profondità superiori a 30 m dal p.c. locale e, pertanto, a seguire si riportano i valori di $V_{s,30}$ ipotizzando la presunta profondità delle fondazioni.

Profondità piano di posa delle fondazioni	Velocità onde di taglio $V_{s,30}$ (m/s)	Categoria di sottosuolo
0 m dal p.c.	$V_s (0 - 30) \approx 403$ m/s	Categoria B
1 m dal p.c.	$V_s (1 - 31) \approx 416$ m/s	Categoria B
2 m dal p.c.	$V_s (2 - 32) \approx 430$ m/s	Categoria B
3 m dal p.c.	$V_s (3 - 33) \approx 445$ m/s	Categoria B

Valori di $V_{s,30}$ in relazione alle diverse profondità del piano di posa delle fondazioni.

L'indagine di sismica passiva eseguita nel sito ha permesso di determinare il profilo verticale della velocità delle onde di taglio S (V_s) e di classificare il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione nella **categoria di sottosuolo B** come definita al punto 3.2.2 dell'Allegato del D.M. 17 gennaio 2018. Trattasi, nella fattispecie, di "**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".

3.4) Suscettibilità alla liquefazione

Il fenomeno della "liquefazione" dei terreni durante i terremoti interessa in genere i depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti sotto falda, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi. In questo caso, durante lo scuotimento sismico, le sollecitazioni indotte nel terreno possono determinare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione litostatica e la tensione di confinamento, annullando la resistenza al taglio e inducendo fenomeni di fluidificazione.

La liquefazione deve essere, quindi, verificata quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limoso argillosa.

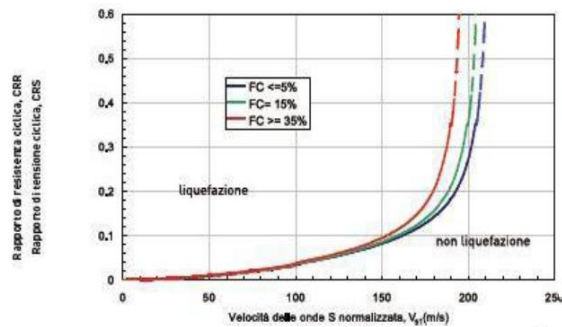
In particolare, secondo le NTC, la verifica può essere **omessa** quando si manifesta **almeno una delle seguenti circostanze**:

1. accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1n} > 180$, dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove S.P.T. normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1n} è il valore della resistenza determinata in prove CPT e normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Fig. 7.11.1(b) delle NTC nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Nel caso in esame, non si manifesta la circostanza n. 1, mentre le circostanze n. 3 e n. 4 non si sono potute verificare non essendo state effettuate indagini penetrometriche o analisi granulometriche sui terreni in falda.

Per quanto riguarda la circostanza n. 2, le fonti bibliografiche riportano la presenza della potente falda freatica atesina con soggiacenza, nella fase di piena, a circa 8-9 m da p.c.;

i depositi incoerenti potenzialmente liquefacibili risultano, quindi, al di sotto di tale profondità. Oltre a rilevare che, secondo diversi autori, la presenza di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3 m, come nel caso in esame, possono contrastare la liquefazione degli strati sottostanti, non risultano suscettibili di liquefazione gli strati di terreno con elevati valori della resistenza meccanica dedotta dal valore della velocità di propagazione delle onde di taglio S normalizzata per una tensione efficace di riferimento (V_{s1}), che deve risultare $V_{s1} > 220$ m/s.



Depositi non cementati di età olocenica per $M_w = 7.5$ (Andrus e Stokoe, 2000).

$$V_{s1} = C_V \cdot V_s$$
$$C_V = (p_a / \sigma'_v)^{0.25}$$

$p_a = 100$ kPa, press. atm.

σ'_v in kPa, press. vert. effic.

La ricostruzione sismo-stratigrafica sito specifica ha evidenziato che già a partire dalla profondità di circa 4,5 m dal p.c. le V_s presentano valori maggiori di 450 m/s, risultando il valore di V_{s1} sempre superiore a 220 m/s.

Per tali motivazioni, **la verifica del potenziale di liquefazione è stata omessa**; anche gli Studi di Microzonazione Sismica del territorio comunale confermano l'assenza di instabilità per liquefazione presso l'area in esame e in suo congruo intorno.

CAPITOLO 4 - RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

4.1) Modello geotecnico locale

Le indagini in sito evidenziano che il sottosuolo locale più superficiale, al di sotto degli orizzonti di suolo o delle strutture antropiche / materiali di riporto, è costituito dai depositi alluvionali a tessitura ghiaio - sabbiosa che si rinvenivano nella fascia di alta pianura veronese.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni locali in assetto stratigrafico naturale, dedotte dalle risultanze delle prove in sito con il confronto con la bibliografia specifica, nonché sulla base di precedenti esperienze professionali della scrivente in contesti geologici simili, sono schematizzate nella seguente tabella, dove vengono riportati i parametri geotecnici ϕ_d di progetto secondo la modellazione M1 prevista dal D.M. 17 gennaio 2018. Ad esclusione degli orizzonti più superficiali (strati A e B che non dovranno costituire il piano di posa di alcuna fondazione), le proprietà geotecniche dell'ammasso terroso in giacitura naturale possono ritenersi da buone a ottime.

MODELLO M1						
Strato	Prof. (m dal p.c.)	Litologia	ϕ_d (°)	Cu_d (kN/mq)	γ_{nat} (kN/m³)	γ_{sat} (kN/m³)
A	0,0 - 0,1	Terreno vegetale di colore marrone	-	-	-	-
B	0,1 - 0,6÷0,7	Ghiaie ciottolose di riporto di colore grigio	-	-	-	-
C	0,6÷0,7 - 1,5	Ghiaie ciottolose pedogenizzate di colore rossastro (suolo profondo) con tracce di cementazione secondaria al letto	28÷30	-	17 - 19	-
D	1,5 - 2,0÷2,2	Ghiaia con ciottoli e matrice sabbiosa , talora grossolana e abbondante (fino ad essere organizzata in lenti sabbiose di esiguo spessore e a rapida chiusura laterale), incoerente, da moderatamente addensata ad addensata; clasti poligenici ed eterogranulari con forme subpoligonali ad elevato indice di arrotondamento con diametro medio compreso fra $20 < \phi < 50$ mm e massimo $\phi \approx 200$ mm	32÷35	-	18 - 20	-

Modellazione M1 dei parametri geotecnici dei litotipi locali in assetto stratigrafico naturale (ϕ_d = angolo di resistenza al taglio di progetto, Cu_d = coesione non drenata di progetto, γ_{nat} = peso di volume del terreno sopra falda, γ_{sat} = peso di volume del terreno saturo).

4.2) Verifica preliminare della capacità portante

La verifica della capacità portante rappresenta uno degli stati limite ultimi di tipo geotecnico (GEO) per le fondazioni superficiali ed esprime il collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno. Si precisa che per la valutazione della capacità portante del terreno e per le conseguenti verifiche dei cedimenti sono state esaminate alcune ipotesi preliminari relative alla tipologia ed al dimensionamento delle strutture di fondazione, tenendo a ribadire che tali verifiche della stabilità dell'entità terreno - fondazione sono da considerarsi indicative e non costituiscono pertanto fase progettuale,

ma rappresentano un'ipotesi di lavoro sui parametri geotecnici emersi dall'indagine geognostica in sito.

Le verifiche di sicurezza agli SLU di tipo geotecnico per il collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (D.M. 17 gennaio 2018 - paragrafo 6.4.2 "Fondazioni superficiali" dell'Allegato Tecnico) devono essere effettuate impiegando l'approccio (A1+M1+R3) che utilizza diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1), per i parametri geotecnici (M1) e per le resistenze (R3). In tale approccio i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite il coefficiente parziale γ_R riportato nella tabella 6.4.I, dove R3 è pari a 2,3 per la capacità portante delle fondazioni superficiali.

Circa le indicazioni applicative per l'ottenimento delle prestazioni prescritte dal D.M. 17 gennaio 2018, per quanto non espressamente ivi specificato, ci si può riferire a metodologie di comprovata validità.

Pertanto per il calcolo della capacità portante limite del terreno di fondazione si è fatto riferimento alla Formula di Brinch - Hansen (1970):

$$q_{lim} = c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q_0 N_q s_q d_q i_q b_q g_q + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

γ = peso di volume del terreno (kN/mc);

c = coesione (kN/mq);

q = γD (con D =profondità minima di posa della fondazione in m);

B' = $B - 2e$ effetto dell'eccentricità;

N_c, N_q, N_γ = fattori adimensionali di capacità portante, dipendenti dall'angolo di attrito;

s_c, s_q, s_γ = fattori di forma della fondazione;

d_c, d_q, d_γ = fattori correttivi di inclinazione del carico;

i_c, i_q, i_γ = fattori di inclinazione della base della fondazione;

b_c, b_q, b_γ = fattori correttivi di inclinazione del piano campagna;

g_c, g_q, g_γ = fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa.

Relativamente alla realizzazione delle nuove fondazioni, in mancanza di dati precisi a riguardo dei carichi, per orientare il Progettista nel dimensionamento di queste strutture, si è eseguito il calcolo della capacità portante del terreno ipotizzando una fondazione a plinto di lato 3 m, con piano di posa a circa - 2 m (Strato D), carichi verticali baricentrici, piano campagna e piano di posa orizzontali, assenza di falda.

Sulla base delle considerazioni suesposte si ritiene giustificato assumere, con adeguato margine di sicurezza, un valore di **capacità portante SLU della fondazione a plinto pari a 250 kN/mq $\approx$ 25 t/mq = 2,5 kg/cmq.**

Tale risultato è l'espressione di una situazione generalizzata che potrebbe discostarsi da quanto prospettato: si consiglia, quindi, di non superare il valore suggerito. In ogni caso, si ricorda che il valore ottenuto dovrà essere ricalcolato sulla base delle effettive scelte progettuali, una volta nota l'entità e l'eccentricità dei carichi: resta comunque di stretta competenza del Progettista la scelta definitiva ed esecutiva della tipologia e del dimensionamento delle fondazioni da adottare, che sarà subordinata all'individuazione dei parametri progettuali definitivi.

4.3) Valutazione indicativa dei cedimenti

Per effetto delle azioni trasmesse in fondazione, i terreni subiscono deformazioni che provocano spostamenti del piano di posa; le componenti verticali di tali spostamenti assumono il ruolo di cedimenti. Secondo quanto stabilito dalla Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 7 del 21 gennaio 2019 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici per la loro verifica agli stati limite di esercizio sono da adoperarsi i valori caratteristici delle proprietà meccaniche e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari.

L'approccio analitico per la valutazione dei cedimenti è differente a seconda del comportamento coesivo o granulare del sottosuolo entro il volume significativo dell'opera. Per il caso in esame, riscontrata la presenza di terreni a comportamento granulare, è applicabile il Metodo di Burland e Burbridge (1984), basato sull'analisi statistica dei cedimenti di fondazioni reali su terreni non coesivi, secondo cui:

$$S_i = a_s a_L a_T [(q - 2/3 \sigma'_{vo}) B^{0.7} I_C]$$

- q = pressione efficace lorda (kN/mq);
- σ'_{vo} = pressione verticale efficace agente sul piano di posa (kN/mq);
- B = larghezza fondazione (m);
- I_C = indice di compressibilità;
- a_s = fattore di forma;
- a_L = fattore di spessore dello strato;
- a_T = fattore di tempo.

Per quanto attiene le strutture in esame, con fondazioni a plinto, con riferimento all'entità dei carichi di esercizio della struttura, non essendo state fornite indicazioni precise in merito da parte della Committenza, è stato assunto un valore massimo pari alla capacità portante come calcolata nel paragrafo precedente, uniformemente distribuita sul piano fondazionale. Nel caso specifico, in base ai calcoli risulta che i cedimenti totali sono compresi entro alcuni millimetri. In assenza di indagini di laboratorio, tali valori sono da ritenersi puramente indicativi e, in ogni caso, dovranno essere ricalcolati sulla base degli effettivi carichi trasmessi al terreno dalla struttura e, quindi, della tipologia e della geometria delle fondazioni progettate.

In ogni caso, il piano di posa delle fondazioni dovrà essere preparato a regola d'arte e dovrà essere regolarizzato e protetto con calcestruzzo magro.

CAPITOLO 5 - GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

5.1) Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici a sensi del D.G.R.V. n. 2948/2009

Al fine di consentire una più efficace prevenzione dei dissesti idraulici ed idrogeologici, ai sensi della D.G.R.V. n. 2948/06.10.2009, ogni nuovo strumento urbanistico comunale (PAT/PATI o PI o PUA o loro varianti) deve contenere uno **studio di compatibilità idraulica** che valuti, per le nuove previsioni urbanistiche, le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni causate al regime idraulico.

A supporto dell'elaborazione del PUA in esame, è stato, pertanto, elaborato lo Studio di Compatibilità Ambientale in ottemperanza alla D.G.R.V. n. 2948/06.10.2009 e alle prescrizioni conseguenti la Valutazione di Compatibilità Idraulica del Piano di Assetto del Territorio e del Piano degli Interventi del Comune di Verona, al quale si rinvia per una più approfondita trattazione ed analisi. Nel seguito si riporta un estratto a completamento dell'analisi geologica del PUA in esame.

5.2) Individuazione e caratteristiche del ricettore

Verificata l'assenza, in un congruo intorno dall'area di intervento, di corpi idrici superficiali e della rete pubblica delle acque bianche, la gestione delle acque meteoriche di dilavamento prevede la predisposizione di una rete di raccolta con **scarico, a mezzo di invaso disperdente, nel suolo / strati superficiali del sottosuolo**, al fine di garantire un'adeguata protezione delle acque sotterranee.

Dal punto di vista pedologico, il suolo è ben individuabile e rappresenta lo strato di terreno composto da una miscela estremamente variabile di sostanza organica e di sostanza minerale che permette la vita di piante ed animali; esso è, pertanto, distinguibile dal sottosuolo, che non presenta componenti biotiche.

Circa la definizione di "strato superficiale di sottosuolo" la normativa non è esplicita e occorre riferirsi all'applicazione dei criteri tecnici della Delibera del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 4 febbraio 1977 che individua lo "strato superficiale di sottosuolo" come un corpo nel quale deve avvenire la depurazione degli effluenti sfruttando i naturali processi biologici, chimici e fisici che accompagnano i moti di filtrazione e percolazione dei liquami scaricati, e comunque di norma non superiore a 1,5 m, al fine di assicurare "fenomeni biochimici utili all'autodepurazione del refluo".

Come descritto al paragrafo 2.5 della presente relazione, la stratigrafia dell'area in esame è costituita (dall'alto verso il basso) dalla presenza di un orizzonte di materiali di origine antropica dello spessore variabile fra 0,6÷0,7 m, seguito dal sottosuolo in giacitura naturale che è rappresentato da un orizzonte di ghiaie ciottolose pedogenizzate di colore rossastro (suolo profondo) dello spessore di circa 0,8÷0,9 m e, poi fino alla massima profondità indagata di circa 2,1÷2,2 m, da uno strato di depositi ghiaiosi con ciottoli e matrice sabbiosa, talora grossolana e abbondante, di colore grigiastro.

Pertanto **si ritiene che il fondo dei sistemi disperdenti debba essere posato ad una profondità massima di circa 2,0÷2,5 m entro gli strati di materiali di riporto e di suolo / sottosuolo superficiale**, al netto di eventuali ulteriori spessori di materiali di riporto o rilevati tecnici di progetto necessari per raggiungere le quote di progetto.

Considerato che la potente falda freatica atesina presenta, secondo i dati bibliografici consultati, una soggiacenza nel periodo di piena (fine agosto - inizio settembre 1986) di circa 8÷9 m dal p.c. locale, si ritiene che tale estensione dello strato di suolo / sottosuolo superficiale sia idonea a ricevere le acque meteoriche di dilavamento garantendo un'adeguata protezione delle acque sotterranee.

5.3) Le opere di mitigazione idraulica dell'intervento

Considerata la buona permeabilità dei terreni superficiali locali, sperimentalmente determinata (cfr. paragrafo 2.5 della presente relazione), la gestione delle acque meteoriche del nuovo insediamento produttivo sito in via Flavio Gioia del Comune di Verona avverrà attraverso la predisposizione di sistemi disperdenti nel suolo / strati superficiali del sottosuolo senza gravare sulla rete idrografica superficiale naturale (peraltro completamente assente) o sul reticolo fognario pubblico.

Il valore del volume specifico di laminazione idraulica, calcolato con i vari metodi di calcolo idraulico e confrontato con quello prescritto dalla valutazione di compatibilità idraulica del PAT, risulta pari a 736,6 mc/ha corrispondente ad un volume da invasare di 307,5 mc per l'area in esame. Come riportato dalla D.G.R.V. n. 2948 del 6 ottobre 2009 *"in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata [...]. Le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata"*.

Nel caso in esame dunque il volume utile da invasare è pari a:

Volume specifico di laminazione (mc/ha)	Volume da invasare per l'area totale (mc)	Volume al 50% (mc)
736,6 m ³ /ha	307,5 m ³	154 m³

In particolare, il progetto prevede la realizzazione di una rete per la raccolta, il collettamento e la dispersione nel suolo / strati superficiali del sottosuolo delle superfici scoperte soggette a dilavamento da parte delle acque meteoriche; secondo gli elaborati progettuali dello Studio ESA Verona *Engineering* è prevista la realizzazione di una vasca di raccolta interrata nel settore orientale dell'area di intervento.

Tale sistema di gestione delle acque meteoriche consente, inoltre, di derogare a quanto disposto all'art. 8 delle Norme Tecniche Operative del Piano degli Interventi del Comune di Verona in merito alla Superficie permeabile fondiaria o SPf, in quanto la realizzazione dell'intervento in esame non consentirà di garantire il valore di superficie fondiaria da mantenere direttamente permeabile per la percolazione diretta delle acque meteoriche pari al 30% della superficie territoriale; è, infatti, possibile richiedere la diminuzione della SPf sulla base di un progetto di opere di mitigazione idraulica sostitutive e/o compensative.

CAPITOLO 6 - GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Al fine di accertare la corretta modalità di gestione delle terre e rocce da scavo originato a seguito dell'attività di costruzione dell'intervento, in occasione dell'esecuzione delle trincee esplorative T1 e T2 in data 9 febbraio 2023, sono stati prelevati:

- dal cumulo di scavo della **trincea T1** tra - 0,0 e - 0,6 m e tra - 0,6 e - 2,1 m di profondità dal p.c. due campioni medi di terreno in giacitura naturale, denominati **Campione T1C1** (Rapporto di Prova n. 23LA1413-002/22.05.2023) e **T1C2** (Rapporto di Prova n. 23LA1415-001/22.05.2023);
- dal cumulo di scavo della **trincea T2** tra - 0,0 e - 0,6 m e tra - 0,6 e - 2,2 m di profondità dal p.c. due campioni medi di terreno in giacitura naturale, denominati **Campione T2C1** (Rapporto di Prova n. 23LA1414-002/22.05.2023) e **T2C2** (Rapporto di Prova n. 23LA1416-001/22.05.2023);

Viste le risultanze derivanti dall'inquadramento geologico e dall'analisi storica del sito, in base agli "Indirizzi operativi per l'accertamento della qualità ambientale delle terre e rocce da scavo e criteri per l'esecuzione dei controlli da parte di ARPAV (D.P.R. n. 120/2017)" predisposti dall'Arpav:

- l'intervento ricade nella casistica "**1) Cantieri di piccole dimensioni e cantieri di grandi dimensioni non soggetti a VIA e AIA**" per la quale, essendo la superficie di scavo compresa fra $1.000 \div 2.500$ mq con volume di scavo presumibilmente inferiore a 3.000 mc, il numero minimo di campioni deve essere pari a 2;
- per l'Unità Deposizionale A - Adige le analisi chimiche di laboratorio del terreno in giacitura naturale (campioni T1C2 e T2C2) devono contenere almeno la verifica dei seguenti **parametri**:
 - Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco;
 - Idrocarburi pesanti (C>12);
 - Amianto.

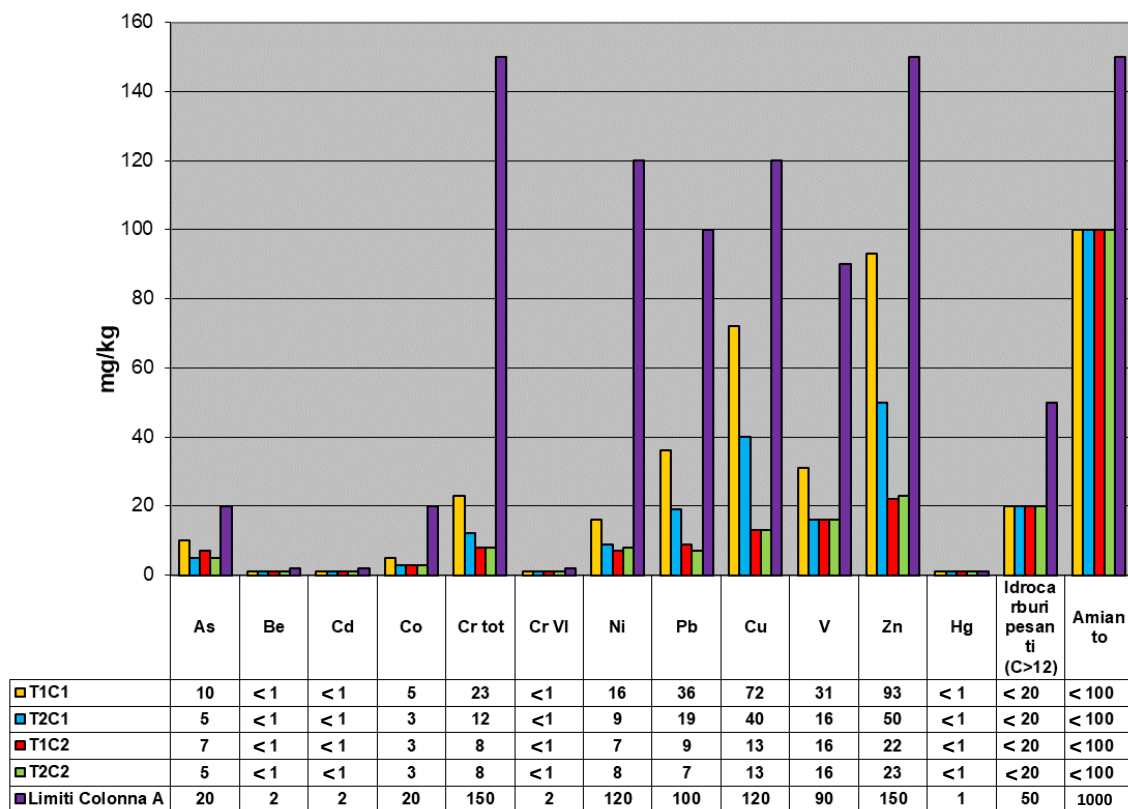
Per la matrice materiali di riporto di origine antropica (campioni T1C1 e T2C1) occorre, invece, verificare il requisito di "qualità ambientale" tramite:

- verifica della conformità al test di cessione secondo quanto previsto dal D.M. 05/02/98 con riferimento ai limiti individuati dalla tabella 2 - Allegato 5 - Parte IV del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i. relativa alle concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee;
- verifica analitica della conformità alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione con riferimento alle colonne A e B (in funzione della destinazione d'uso del sito) della tabella 1 - Allegato 5 - Parte IV del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.

Le analisi chimiche di laboratorio evidenziano che le concentrazioni degli inquinanti ricercati rientrano, per tutti i campioni, nei limiti di cui alla colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte IV - Titolo V del D.Lgs. n. 152/2006. Anche i test di cessione dei campioni T1C1 e T2C1 sono conformi alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 2, Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., accertando il soddisfacimento dei requisiti di qualità ambientale della matrice materiali di riporto.

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)



I risultati delle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati nelle trincee esplorative T1 e T2 (Rapporti di Prova n. 23LA1413-002/22.05.2023, n. 23LA1415-001/22.05.2023, 23LA1414-002/22.05.2023 e n. 23LA1416-001/22.05.2023).

CAPITOLO 7 - CONCLUSIONI

Il presente studio geologico redatto a supporto del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi del Comune di Verona, relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR) ed in ottemperanza al D.M. 17 gennaio 2018 ha permesso, innanzitutto, di analizzare lo stato attuale del sito di intervento e di un suo adeguato intorno, evidenziando l'assenza di caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio sfavorevoli alla realizzazione degli interventi in progetto, nel rispetto dell'esecuzione delle modalità operative specificate nella presente relazione.

La caratterizzazione e modellazione geologica con elementi di geotecnica del sito ha permesso di accertare che:

- da un punto di vista morfologico, l'area oggetto di intervento si sviluppa ad una quota di circa 56 m s.l.m. all'interno del terrazzo topograficamente più elevato dell'antico conoide fluvio-glaciale e fluviale del fiume Adige;
- in superficie, la litologia è mascherata dalla spinta urbanizzazione del territorio; in corrispondenza delle trincee esplorative T1 e T2 si è riscontrato un primo sottile strato di terreno vegetale a cui fa seguito, verso il basso, un secondo strato di ghiaie ciottolose di riporto di colore grigio; il sottosuolo in giacitura naturale, a partire dalla profondità di circa - 0,6÷0,7 m dal p.c. locale, è rappresentato dai depositi continentali quaternari di origine fluvio - glaciale e fluviale del fiume Adige, costituiti, quasi esclusivamente, da ghiaie ciottolose con matrice sabbiosa, talora grossolana e abbondante, incoerenti da addensati a molto addensati; essi si presentano pedogenizzati (suolo profondo) fino alla profondità di circa - 1,5 m dal p.c. locale;
- dal punto di vista idrogeologico, il materasso alluvionale precedentemente descritto ospita l'importante acquifero freatico dell'alta pianura veronese, caratterizzato da un deflusso diretto da nord ovest a sud est; la profondità della falda freatica presenta un valore minimo di - 8÷9 m dal p.c. secondo le fonti bibliografiche consultate;
- la permeabilità degli orizzonti analizzati presso l'area di intervento è di grado alto con buona capacità di drenaggio, con valore del coefficiente di permeabilità dell'ordine di 10^{-3} m/s;
- la bibliografia consultata e gli strumenti pianificatori analizzati, tra cui il PAT ed il PI del Comune di Verona ed il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2021-2027, non segnalano pericolosità di carattere geologico e/o idraulico per l'area;
- l'alta vulnerabilità intrinseca dell'acquifero non risulta problematica in rapporto agli usi attuali e futuri dell'area;
- ad esclusione degli orizzonti più superficiali (strati A e B), le proprietà geotecniche dell'ammasso terroso possono ritenersi da buone a ottime;
- l'analisi sismica del sito di intervento ha consentito di verificare che il profilo stratigrafico locale appartiene alla categoria di sottosuolo di riferimento - B - e categoria topografica - T1 -;
- la verifica agli stati ultimi della capacità portante della fondazione a plinto ipotizzata, calcolata secondo l'Approccio (A1+M1+R3) è valutata pari a $Q = 250$ kN/mq $\approx 25,0$ t/mq = 2,5 kg/cm² (si ricorda che tale valore dovrà essere ricalcolato sulla base delle effettive scelte progettuali);

- per quanto riguarda i cedimenti, si ritiene siano prevedibili cedimenti totali entro alcuni mm (si ribadisce comunque che tale analisi è da ritenersi puramente indicativa);
- le verifiche in condizioni sismiche dovranno essere definite successivamente, una volta individuate la strategia di progettazione, le caratteristiche dei carichi e della struttura;
- per limitare gli assestamenti immediati dovrà essere preparato il piano di posa a regola d'arte, prevedendo che il terreno di fondazione non subisca rimaneggiamenti e deterioramenti: il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione dovrà essere regolarizzato e protetto con calcestruzzo magro, per avvantaggiare una diffusione del carico su un'area più ampia di terreno;
- tutte le fondazioni dovranno svilupparsi sempre sui terreni in giacitura naturale a partire dallo Strato C e, quindi, al di sotto delle strutture antropiche, dei terreni riportati e/o rimaneggiati e, in ogni caso, dello strato potenzialmente interessato da problemi derivanti da variazioni di volume per cambiamenti di umidità stagionali, per essiccazione e per effetto del gelo.

In definitiva, il quadro geologico risultante conferma la fattibilità dell'intervento in progetto, fatti salvi eventuali vincoli di carattere pianificatorio non considerati nel presente studio ed il rispetto di quanto indicato all'interno del testo.

Caldiero, 20 giugno 2023


dr.ssa geol. NICOLETTA TOFFALETTI
viale Guglielmo Marconi 20 - 37042 Caldiero (VR)
tel. 339 5773948 – email geonito@libero.it

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

ALLEGATO 1 - TRINCEE ESPLORATIVE

Sondaggio T1	Metodo di perforazione MECCANICO CON ESCAVATORE		
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA		
COMMITTENTI: Bon Marchè S.r.l. e Imm. Santo Stefano S.r.l. LAVORO: Indagine geologica LOCALITA': Via Flavio Gioia, Comune di Verona DATA: 9 febbraio 2023			
Profondità da p.c. (m)	Campioni	Descrizione litologica	Soggiacenza falda (m da p.c.)
0,0 - 0,1	T1C1*	Terreno vegetale di riporto marrone	-
0,1 - 0,6		Ghiaie ciottolose di riporto di colore grigio	
0,6 - 1,5	T1C2**	Ghiaie ciottolose pedogenizzate di colore rossastro (suolo profondo) con tracce di cementazione secondaria al letto	
1,5 - 2,1		Ghiaia con ciottoli e matrice sabbiosa, talora grossolana e abbondante (fino ad essere organizzata in lenti sabbiose di esiguo spessore e a rapida chiusura laterale), incoerente, da moderatamente addensata ad addensata; clasti poligenici ed eterogranulari con forme subpoligonali ad elevato indice di arrotondamento con diametro medio compreso fra 20 < Ø < 50 mm e massimo Ø ≈ 200 mm	

NOTE:

* campione medio da cumulo di scavo prelevato tra 0,0 e -0,6 m di profondità da p.c.

** campione medio da cumulo di scavo prelevato tra -0,6 e -2,1 m di profondità da p.c.

☒ Verticalità dello scavo

☐ Si sono verificate venute d'acqua



**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

Sondaggio T2	Metodo di perforazione MECCANICO CON ESCAVATORE		
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E STRATIGRAFIA		
COMMITTENTI: Bon Marchè S.r.l. e Imm. Santo Stefano S.r.l. LAVORO: Indagine geologica LOCALITA': Via Flavio Gioia, Comune di Verona DATA: 9 febbraio 2023			
Profondità da p.c. (m)	Campioni	Descrizione litologica	Soggiacenza falda (m da p.c.)
0,0 - 0,1	T2C1*	Terreno vegetale di riporto marrone	-
0,1 - 0,6		Ghiaie ciottolose di riporto di colore grigio	
0,6 - 1,5	T2C2**	Ghiaie ciottolose pedogenizzate di colore rossastro (suolo profondo) con tracce di cementazione secondaria al letto	
1,5 - 2,2		Ghiaia con ciottoli e matrice sabbiosa, talora grossolana e abbondante (fino ad essere organizzata in lenti sabbiose di esiguo spessore e a rapida chiusura laterale), incoerente, da moderatamente addensata ad addensata; clasti poligenici ed eterogranulari con forme subpoligonali ad elevato indice di arrotondamento con diametro medio compreso fra 20 < Ø < 50 mm e massimo Ø ≈ 200 mm	

NOTE:

* campione medio da cumulo di scavo prelevato tra 0,0 e -0,6 m di profondità da p.c.

** campione medio da cumulo di scavo prelevato tra -0,6 e -2,2 m di profondità da p.c.

☒ Verticalità dello scavo

☐ Si sono verificate venute d'acqua



**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

ALLEGATO 2 - INDAGINE SISMICA

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)



REGIONE DEL VENETO

Provincia di Verona



**Indagine geofisica con metodi Re. Mi. e H.V.S.R. per la
caratterizzazione sismica dei terreni secondo la normativa
vigente (N.T.C. - D.M. 17 gennaio 2018)**

Via Flavio Gioia
Comune di Verona (VR)

Committente:
Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti

Data: febbraio 2023



STUDIOSISMA SRL
SS. PASUBIO 10, COSTABISSARA (VT)
TEL. 0444212962 / 3490567455
info@studiosisma.com
CF/PIVA 03797510249 / SDI USAL8PV

INDICE

1.	PREMESSE	3
2.	CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	5
2.1	INDAGINE SISMICA DI TIPO PASSIVO IN ARRAY (RE.MI.)	5
2.2	INDAGINE SISMICA DI TIPO PASSIVO A STAZIONE SINGOLA (H.V.S.R.)	7
3.	EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA	8
4.	ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	10
4.1	RISULTATI OTTENUTI DALLE INDAGINI SISMICHE EFFETTUATE	10
4.2	INDAGINE SISMICA PASSIVA IN ARRAY (RE.MI.) CON INVERSIONE CONGIUNTA	10
4.3	INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (H.V.S.R.)	11
4.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE SECONDO LE NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI - D.M. 17 GENNAIO 2018	12

ALLEGATO

 Indagine sismica Re. Mi. e H.V.S.R.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Responsabile di Progetto	Autori	Collaboratori
M. Collareda	C. di Mango	E. Papale

1. PREMESSE

Il giorno 15 febbraio 2023 è stata condotta la presente campagna d'indagine geofisica in Via Flavio Gioia, nel comune di Verona (VR), su incarico della **Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti**. Al fine di caratterizzare, dal punto di vista sismico, il sottosuolo dell'area in esame sono state effettuate:

- **n°1 prospezione sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppata in un array lineare con n° 16 geofoni a 4,5 Hz ad asse verticale per la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo e per l'assegnazione della Categoria del sottosuolo di fondazione (V_s, eq) come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17/01/2018*);
- **n°1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture.

Nella figura a seguire viene evidenziata l'area in oggetto di studio (*Fig. n°1 - Estratto da ortofoto*).



Fig. n°1 - Estratto da ortofoto.

Le coordinate dell'area sono specificate nella tabella sottostante. Nella figura seguente (*Fig. n°2 - Ubicazione prove in sito*) sono invece riportate, in dettaglio, le posizioni di ogni misura effettuata.

Latitudine	Longitudine
45.398385° N (WGS 84)	10.973239° E (WGS 84)



Legenda:

-  Indagine sismica passiva in array (Re.Mi.)
-  Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.)

Fig. n° 2 - Ubicazione prove in sito

2. CENNI TEORICI E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1 Indagine sismica di tipo passivo in array (Re.Mi.)

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più un'unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito **dispersione in frequenza** ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario, le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico - matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati con caratteristiche elastiche lineari.

La procedura Re.Mi. è un metodo di prospezione sismica sviluppato presso l'Università di Reno in Nevada (Louie, 2001) e viene classificato come metodo passivo in quanto utilizza il rumore ambientale. I vantaggi promossi da questo metodo sono molteplici: è molto veloce e semplice da usare in fase di acquisizione, raggiunge una buona profondità e risoluzione d'indagine ma soprattutto permette di ottenere migliori risultati in ambienti particolarmente urbanizzati.

La fase di acquisizione deve essere effettuata con una serie di accorgimenti e precauzioni da prendere in sito e nella pianificazione della registrazione. Tutto è finalizzato alla registrazione di dati contenenti la miglior informazione possibile riguardo alla propagazione delle onde di Rayleigh con buon rapporto segnale - rumore.

Il rumore incoerente, cioè di tipo casuale, nel caso Re.Mi. rappresenta la fonte del segnale utile che si vuole registrare. I microtremori generati dall'ambiente si propagano nel suolo e di questi si cerca di distinguere il modo fondamentale di vibrazione dell'onda di Rayleigh da quelli superiori e dall'aliasing spaziale. C'è, in questo caso, la necessità di soddisfare la condizione di "omnidirezionalità" delle sorgenti, cioè si suppone che il rumore ambientale provenga sostanzialmente da tutte le direzioni.

I tempi di registrazione dei microtremori sono decisamente più elevati rispetto alle indagini di tipo attivo. La registrazione sarà analizzata in finestre temporali che variano dai 10 ai 30 secondi.

Sono da considerare la lunghezza dello stendimento L e la distanza intergeofonica Δx . Quest'ultima agisce sul segnale come una specie di filtro in frequenza. Supponendo, infatti, che il segnale arrivi da tutte le direzioni, maggiore è la spaziatura, minore sarà la frequenza del segnale utile campionabile e viceversa. Se la frequenza è più bassa aumenta la profondità d'indagine.

La fase più delicata è quella del *data processing*, che consiste nel trattamento dei dati acquisiti con l'obiettivo di stimare la velocità di fase delle onde di Rayleigh (V_r) che sono correlabili con le velocità V_s di propagazione delle onde S ($V_s \approx 1,1 V_r$).

Le varie tecniche di processing trasformano l'informazione registrata nel dominio $x - t$ (spazio tempo), in un dominio dove l'energia associata all'evento è funzione della frequenza e di altre variabili. Tutto questo allo scopo, attraverso lo spettro, di localizzare la densità di energia maggiore, alla quale sono di solito associate le onde di Rayleigh. Con procedura manuale vengono selezionati dei punti sullo spettro, che andranno a formare la curva di dispersione sperimentale. La scelta di questi valori, denominata *picking*, è condizionata da alcune indicazioni ma è imprescindibile dall'abilità e dall'esperienza dell'interprete anche in base ad altre conoscenze in merito al sito in esame.

Il *sampling rate* utilizzato è stato di 512 Hz in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale. La durata (lunghezza temporale) del segnale registrato è stato di circa 6 minuti. Il software utilizzato per l'analisi spettrale è [Grilla v.9.7 release 2021](#).

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 10 Hz), sono stati utilizzati n° 16 geofoni verticali a 4,5 Hz uniti in un *array* bilineare totalmente digitale (*SoilSpy Rosina*). Ogni geofono è munito di un digitalizzatore che converte il segnale e lo trasmette al sismografo tramite un'interfaccia USB. Tale sistema permette di avere elevati rapporti di rumore, un perfetto sincronismo e una estrema leggerezza. La spaziatura utilizzata tra i geofoni è stata di 3 m quindi la lunghezza complessiva del profilo è risultata essere di 45 m. Non sono presenti sostanziali variazioni di quota e quindi il sito può essere considerato orizzontale.



Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde Vs è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$\hat{v}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}} \quad [2.1]$$

Vs = valore di velocità delle onde di taglio [m/s];
H = profondità alla quale si desidera stimare Vs [m] (30 m in caso di Vs30);
hi = spessore dello strato i - esimo [m];
vi = velocità delle onde Vs all'interno dello strato i - esimo [m/s].

In **via puramente indicativa**, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano i valori tabulati da Borchardt (1992; 1994) assieme a quelli ottenuti sperimentalmente in diversi ambienti sedimentari da altri autori (Budny, 1984; Ibs von Seht e Wohlenberg, 1999; Delgado et al., 2000 a, b; Parolai et al., 2002; Scherbaum et al., 2003; D'Amico et al., 2004, 2006; Hinzen et al., 2004).

TIPO DI SUOLO	Vs min [m/s]	Vs media [m/s]	Vs max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto - poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI - GHIAIOSI (es. ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere)	100	150	200

2.2 Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)

La tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione 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** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito, sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free field*) e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la $V_{s,eq}$ e la relativa categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018*;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un *range* di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

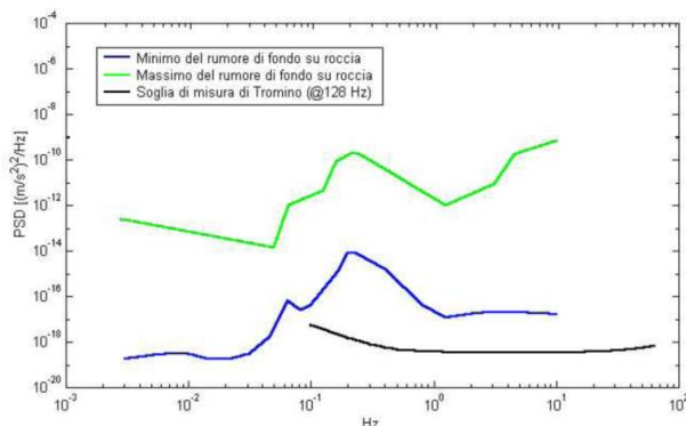
- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

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. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Moho S.r.l. modello "Tromino ENGY-PLUS" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri e ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno una terna velocimetrica con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. Nella figura a fianco si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



3. EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA

La storia della classificazione sismica italiana comincia dopo il terribile terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908 (XI grado MCS) che provocò la morte di circa 80.000 persone. In seguito a questo evento ci fu un deciso impegno dello Stato a tradurre in legge le conoscenze scientifiche e tecniche sulle costruzioni sino ad allora maturate. Fu così emanato il Regio decreto n°193 [1909] nel quale è contenuta la prima classificazione sismica del territorio italiano. Negli anni a seguire si continuò ad aggiornare la normativa tecnica ampliando la classificazione in base alle zone colpite da eventi sismici. Nel 1962 fu pubblicata la Legge n°1684, in seguito ai terremoti di Carnia (1956), Valle del Velino (1961) e Irpinia (1962) dove, per la prima volta, si prescrisse l'applicazione delle norme sismiche ai comuni "soggetti a intensi movimenti sismici" e non solo a quelli colpiti dal terremoto. In seguito ai terremoti dei Monti Nebroli (1967), della Valle del Belice (1968) e di Tuscania (1971), fu emanata la Legge n°64 [1974], che costituisce una pietra miliare nel panorama della normativa sismica poiché stabilì che la classificazione sismica dovesse procedere sulla base di comprovate motivazioni tecniche scientifiche.

La promulgazione dell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20/3/2003 e successive modifiche ed integrazioni ha determinato sul panorama nazionale un grande rinnovamento sul fronte della normativa tecnica in zona sismica, rappresentata fino ad allora dai contenuti del D.M. 16 gennaio 1996. La principale novità introdotta dall'O.P.C.M. n°3274 è l'abbandono del carattere puramente prescrittivo e convenzionale che caratterizzava le norme tecniche di vecchia concezione, come il D.M. 16/01/1996, per abbracciare un'impostazione puramente prestazionale, in cui gli obiettivi della progettazione e quindi il livello di sicurezza sono esplicitamente dichiarati, a seconda della risposta sismica attesa per la struttura e il sito di costruzione, per un prefissato livello di severità dell'azione sismica.

Le attuali norme tecniche per le costruzioni (N.T.C. D.M. - 17 gennaio 2018) ereditano gran parte dei contenuti dell'O.P.C.M. n°3274 in merito alla progettazione in zone sismiche; tuttavia rispetto a quest'ultimo documento sono anche stati apportati importanti cambiamenti, di cui forse il più rilevante riguarda la definizione dell'**azione sismica**.

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di **risposta sismica locale**. Dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) s'intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S). Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H / V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze che corrispondono alle frequenze naturali f_n di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H) \quad \text{con } n = 1, 2, \dots, \quad [3.1]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito denominata frequenza fondamentale di risonanza:

$$f_1 = 1 / T_1 = V_s / 4H \quad [3.2]$$

È quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di “**doppia risonanza**”, cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero gravose.

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. Es. Pratt):

$$freq. \text{ naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani}. \quad [3.3]$$

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$freq. \text{ naturale edificio} \approx freq. \text{ fondamentale di risonanza del sito} \quad [3.4]$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché dà luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.

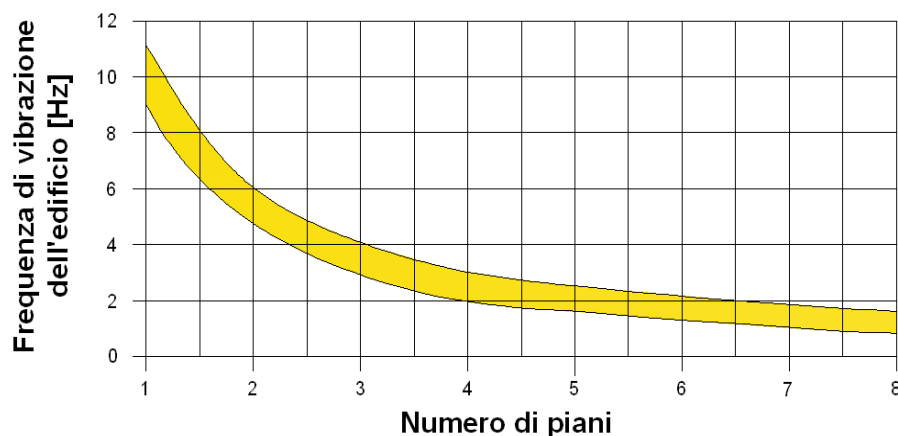


Figura - Frequenza di vibrazione degli edifici rapportata al numero di piani.

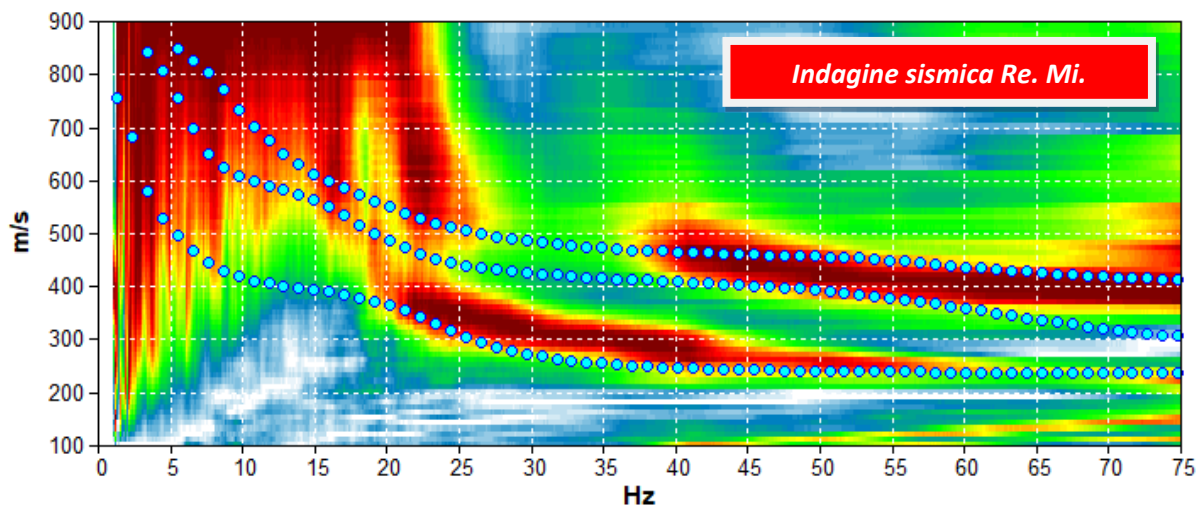
4. ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

4.1 Risultati ottenuti dalle indagini sismiche effettuate

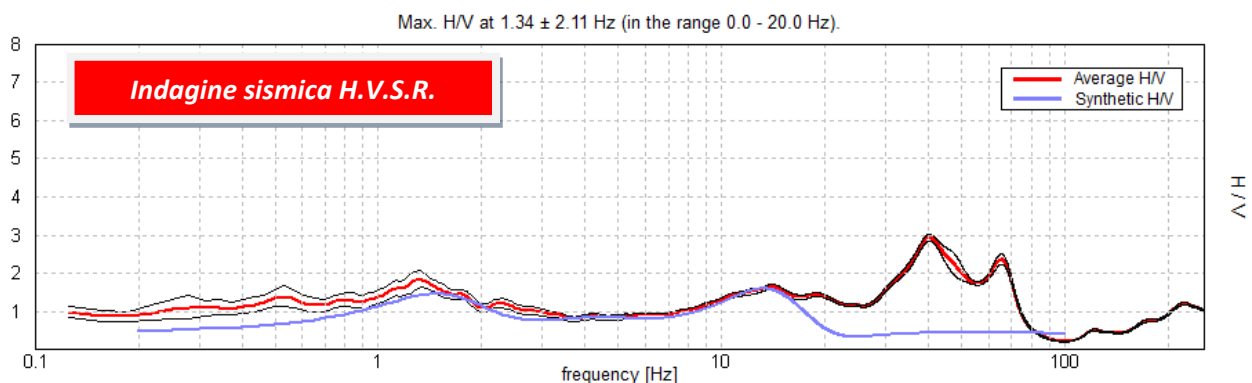
L'utilizzo incrociato delle due tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismo - stratigrafico del sottosuolo robusto e affidabile in corrispondenza della zona d'interesse. L'indagine Re.Mi. ha individuato le discontinuità sismiche superficiali e stimato le velocità di propagazione delle onde S mentre la prospezione passiva a stazione singola (H.V.S.R.), ha stimato il grado di rigidità della copertura profonda e del bedrock sismico. Inoltre, la misura H.V.S.R. ha determinato le frequenze di risonanza di sito cioè i valori di frequenza attesi in superficie in occasione di evento sismico.

L'attendibilità del modello sismo-stratigrafico desunto è da considerarsi alta poiché la coerenza del segnale è buona e lo spettro di velocità è definito nel modo fondamentale per le frequenze campionate. Il programma di elaborazione utilizzato permette di considerare non solo il modo fondamentale ma, una volta individuati, anche i modi superiori per vincolare con maggior attendibilità la ricostruzione sismo-stratigrafica del sottosuolo.

4.2 Indagine sismica passiva in array (Re.Mi.) con inversione congiunta



Spettro di velocità: il modo fondamentale è presente quasi in tutte le frequenze campionate. Il segnale si presenta con una distinta coerenza. In blu la curva sintetica creata da una modellizzazione diretta delle onde S.

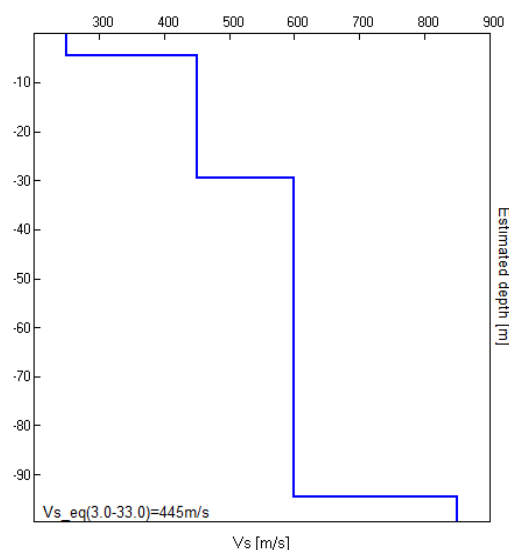


La curva spettrale rossa rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu è la curva sintetica generata dal codice di calcolo

La ricostruzione sismo-stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di un materiale moderatamente addensato fino a circa 4,5 m dal p.c. locale caratterizzato da V_s di circa 250 m/s, mentre per valori di profondità maggiori il grado di rigidità diventa più elevato con le V_s che incrementano a valori di circa 450 m/s.

Scendendo sino ad una profondità dal p.c. di 30 m si registrano velocità pari a 600 m/s, dimostranti un ulteriore aumento di rigidità nel terreno indagato.

Il bedrock geofisico ($V_s \approx 850$ m/s), inteso come quel materiale che presenta una $V_s > 800$ m/s, è stato riscontrato ad una profondità di circa 95 m dal p.c. locale.



Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo - stratigrafico interpretativo*):

Indagine sismica Re. Mi. con inversione congiunta H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	250	4,5	0,0 - 4,5
II SISMOSTRATO	450	25	4,5 - ≈ 30
III SISMOSTRATO	600	65	≈ 30 - ≈ 95
IV SISMOSTRATO	850	Semisp.	≈ 95 - Semisp.

4.3 Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.)

Nel caso specifico del sito in esame si è cercato di correlare i valori di picco, dello spettro di risposta HVSR, con le frequenze fondamentali di risonanza di sito.

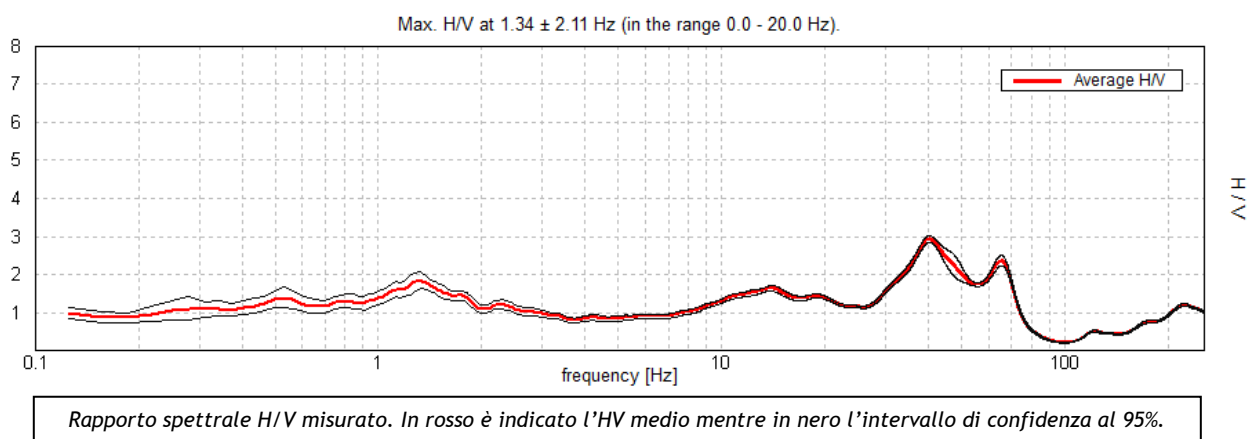
Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si sono potute ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica.

La frequenza caratteristica di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ($H/V \approx 2$) nell'intervallo d'interesse ingegneristico-strutturale (0,0 - 20,0 Hz), è di circa 1,3 Hz.

Frequenza caratteristica di risonanza
1.34 ± 2.11 Hz

È ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio.

Si dovrà quindi porre attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione naturale del terreno. Nel caso specifico il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.



4.4 Categoria di sottosuolo di fondazione secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17 gennaio 2018

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento.

Per definire le Categorie, il D.M. 17 gennaio 2018 prevede il calcolo del parametro $V_{s,eq}$, ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s dei terreni posti al di sopra del substrato di riferimento ($V_{s,30}$ per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m). La profondità del substrato è riferita al piano di posa delle fondazioni superficiali, alla testa dei pali per fondazioni indirette, al piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni o alla testa delle opere di sostegno di terreni naturali.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Anmassi 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.

Dall'assetto sismo-stratigrafico desunto dalle indagini sismiche effettuate, è possibile constatare la presenza del bedrock geofisico a profondità superiori a 30 m.

Pertanto, come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 17/01/2018*), si è calcolata la velocità media di propagazione delle onde di taglio fino a 30 m dal piano di posa delle fondazioni ($V_{s,30}$), a partire da varie profondità dal piano campagna:

Profondità piano di posa delle fondazioni	Vs,30
0 m dal p.c.	Vs (0 - 30) $\approx$ 403 m/s
1 m dal p.c.	Vs (1 - 31) $\approx$ 416 m/s
2 m dal p.c.	Vs (2 - 32) $\approx$ 430 m/s
3 m dal p.c.	Vs (3 - 33) $\approx$ 445 m/s

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento del sito d'indagine nelle **Categoria di Sottosuolo denominata B**, così definite:

Categoria B -Rocce tenere e depositi a grana grossa molto addensati o terreni a grana finemolto 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.

Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione utilizzata e di problematiche incontrate durante la fase di acquisizione. Infine, i profili di Vs ricavati con questa metodologia, come tutti i metodi indiretti, non presentano una soluzione univoca e quindi più modelli possono fornire curve sintetiche simili tra loro.

Costabissara, febbraio 2023

STUDIOSISMA SRL
SS. PASUBIO 10, COSTABISSARA (VI)
TEL. 0444/212962 - 3490567455
info@studiosisma.com
CF/P.IVA 03797510249 - SDI USAL8PV

ALLEGATO

 Indagine sismica Re.Mi. e H.V.S.R.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- ✓ Aki K., 1964. A note on the use of microseisms in determining the shallow structures of the earth's crust, *Geophysics*, 29, p. 665 - 666.
- ✓ Arai H. e Tokimatsu K., 2004. S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V Spectrum, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 94, p. 53 - 63.
- ✓ Castellaro S., Mulargia F. Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica Regionale*, vol. 3.
- ✓ D'Amico V., Picozzi M., Albarello D., Naso G. e Tropenscovino S., 2004. Quick estimates of soft sediments thicknesses from ambient noise horizontal to vertical spectral ratios: a case study in southern Italy, *J. Eartq. Eng.*, 8, p. 895 - 908.
- ✓ Dal Moro G., 2008b, Rapporto sulla campagna Vs30 in Friuli Venezia Giulia, Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine, Università di Trieste.
- ✓ Dal Moro G & Pipan M., 2007, Joint Inversion of Surface Wave Dispersion Curve and Reflection Travel Times via Multi-Objective Evolutionary Algorithms, *J. Appl. Geophysics*, 61, 56-81.
- ✓ Gallipoli R., La Penna V., Lorenzo P. et al., 2000. Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy, *European J. Environm. and Eng. Geophys.*, 4, p. 117 - 128.
- ✓ Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, 89, p. 250 - 290.
- ✓ Ivanov, J., Miller, R.D., Xia, J., Steeples, D., and Parck, C.B., 2006, Joint Analysis of Refractions with Surface Waves. An Inverse Refraction-Traveltime Solution: *Geophysics*, 71, R131-R138.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2001. A critical review of 10 Years of microtremor HVSR technique, *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 42, P. 255 - 266.
- ✓ Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2006. Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, *Conf. Eartq. Eng. And Seismol.*, Ginevra, 3-8 Sept. no 270.
- ✓ Mulargia F., Castellaro S., Rossi P.L., 2007. Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica", *Il geologo - Ordine dei Geologi Regione Emilia Romagna*.
- ✓ Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, p. 25 - 30.
- ✓ Roth M. & Holliger K- 1999. Inversion of Sourcegenerated noise in high-resolution seismic data. *The Leading Edge*, 18, 1402-1406.
- ✓ [SESAME Project](#): "Site Effects Assessment Using Ambient Excitations", 2005.

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

ALLEGATO 3 - RAPPORTI DI PROVA

**COMPATIBILITA' GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA,
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI
E RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

del Piano Urbanistico Attuativo della Scheda Norma ATO 4 - RA 13-270 del Piano degli Interventi
relativa ad un'area ubicata in via Flavio Gioia nel Comune di Verona (VR)

Rapporto di Prova n°: 23LA1413-001

Data Rapporto di Prova: 24-mag-23

Spettabile:

DOTT.SSA GEOL. TOFFALETTI NICOLETTA

Via Marconi, 20

37042 CALDIERO (VR)

Descrizione Campione: Sabbia e ghiaia di riporto.
Profondità: da 0 a -0,6 m.

Luogo di campionamento: Via Flavio Gioia - Verona
Committenti: Bon Marchè S.r.l. e Immobiliare Santo Stefano S.r.l.

Accettazione: 23LA1413 **MAC:** 10118/1

Data Campionamento: 09-feb-23

Data Arrivo Campione: 12-mag-23 **Data Inizio Prova:** 12-mag-23 **Data Fine Prova:** 23-mag-23

Tipo Prove: Terreni

Legge di riferimento: Tab. 2, acque sotterranee - Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 + DM 05/02/98 All.3

Punto di Campionamento: T1 C1

Prelevatore: Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti

Risultati delle Prove

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Preparativa secondo UNI EN 12457-2:2004						
(*) Data effettuazione eluato	UNI EN 12457-2:2004		15/05/2023			
(*) Massa grezza pesata	UNI EN 12457-2:2004	kg	0,094			
(*) Volume agente lisciviante	UNI EN 12457-2:2004	l	0,850			
(*) Temperatura	UNI EN 12457-2:2004	°C	21,3			
(*) Conducibilità eluato a 25 °C	UNI EN 12457-2:2004	µS/cm	124			
(*) Data ultima prova in bianco	UNI EN 12457-2:2004		24/01/2023			
(*) Nitrati	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	< 5			50
(*) Fluoruri	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	0,69			1,5
(*) Solfati	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	< 5			250
(*) Cloruri	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	< 5			100
(*) Cianuri	UNI EN 12457-2:2004 + PD 023 rev. 00 del 28/05/2019	µg/l	< 10			50
Bario	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/l	0,14			1
Rame	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/l	< 0,1			1
Zinco	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/l	< 0,1			3

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 1 di 2

Segue Rapporto di Prova n°: **23LA1413-001**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Berillio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 1			4
(*) Cobalto	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 10			50
Nichel	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	10			20
(*) Vanadio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	30			250
(*) Arsenico	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 5			10
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 1			5
Cromo totale	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	17			50
Piombo	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 5			10
(*) Selenio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 1			10
(*) Mercurio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 0,5			1
(*) Richiesta chimica di ossigeno (COD)	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002	mg/l O ₂	24,0			30
(*) pH	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	unità	10,5		5,5	12

P.P.T. srl non è responsabile della fase di campionamento; i risultati delle prove sono stati ottenuti sulla base del campione così ricevuto e dei dati dichiarati (descrizione del campione, luogo di campionamento, punto di campionamento, data di campionamento, legge di riferimento).

Le sommatorie, ove presenti, sono eseguite secondo la convenzione di Lower Bound, considerando il contributo alla sommatoria di ogni addendo non rilevabile pari a zero.

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti dalla normativa applicata

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.ssa Rita De Piccoli

Ordine Interprov. Chimici del Veneto

Albo sezione A – Numero di iscrizione 1057

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 2 di 2

Rapporto di Prova n°: 23LA1413-002

Data Rapporto di Prova: 24-mag-23

Spettabile:

DOTT.SSA GEOL. TOFFALETTI NICOLETTA

Via Marconi, 20

37042 CALDIERO (VR)

Descrizione Campione: Sabbia e ghiaia di riporto.
Profondità: da 0 a -0,6 m.

Luogo di campionamento: Via Flavio Gioia - Verona
Committenti: Bon Marchè S.r.l. e Immobiliare Santo Stefano S.r.l.

Accettazione: 23LA1413 **MAC:** 10118/1

Data Campionamento: 09-feb-23

Data Arrivo Campione: 12-mag-23 **Data Inizio Prova:** 15-mag-23 **Data Fine Prova:** 24-mag-23

Tipo Prove: Terreni

Legge di riferimento: Col. A e B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

Punto di Campionamento: T1 C1

Prelevatore: Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti

Risultati delle Prove

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
(*) Frazione granulometrica < 2 mm	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.1	% p/p	92,8			
(*) Residuo 105 °C	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.2	% p/p	99,0			
METALLI						
(*) Antimonio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 10	≤ 30
(*) Arsenico	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	10		≤ 20	≤ 50
(*) Berillio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	1		≤ 2	≤ 10
Cadmio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 2	≤ 15
Cobalto	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	5		≤ 20	≤ 250
Cromo totale	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	23		≤ 150	≤ 800
(*) Cromo esavalente (Cr VI)	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 1		≤ 2	≤ 15
(*) Mercurio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 1	≤ 5

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°: **23LA1413-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
Nichel	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	16		≤ 120	≤ 500
Piombo	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	36		≤ 100	≤ 1000
Rame	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	72		≤ 120	≤ 600
(*) Selenio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 3	≤ 15
(*) Tallio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 1	≤ 10
(*) Vanadio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	31			
Zinco	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	93		≤ 150	≤ 1500
(*) Cianuri (liberi)	CNR IRSA 17 Q 64 Vol 3 1999 + PD 023 rev. 00 del 28/05/2019	mg/kg s.s.	< 0,1		≤ 1	≤ 100
(*) Fluoruri (solubili)	CNR IRSA 17 Q 64 Vol 3 1999 + PD 077 rev 00 del 23/01/2020	mg/kg s.s.	< 1		≤ 100	≤ 2000
IDROCARBURI						
(*) Idrocarburi Leggeri C inferiore o uguale a 12	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 1		≤ 10	≤ 250
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.	< 20		≤ 50	≤ 750
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI						
(*) Benzene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 2
(*) Toluene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	0,02		≤ 0,5	≤ 50
(*) Etilbenzene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	0,02		≤ 0,5	≤ 50
(*) Stirene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) Xilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	Somma	mg/kg s.s.	0,04		≤ 1	≤ 100
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI						
(*) Naftalene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Acenaftene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Acenaftilene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°: **23LA1413-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
(*) Antracene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Benzo(a)antracene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Benzo(a)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Benzo(b)fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Benzo(j)fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Benzo(e)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Benzo(k)fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Benzo(g,h,i)perilene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Crisene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 5	≤ 50
(*) Dibenzo(a,e)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,h)antracene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,h)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,i)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,l)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Fluorene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Indeno(1,2,3-c,d)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Perilene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Fenantrene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 5	≤ 50
(*) Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	0		≤ 10	≤ 100
SOLVENTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI						
(*) Clorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Diclorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Triclorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Cloruro di Vinile	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,01	≤ 0,1
(*) 1,2-dicloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,2	≤ 5
(*) 1,1-dicloroetilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 1
(*) Tricloroetilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 1	≤ 10
(*) Tetracloroetilene (PCE)	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 20

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°: **23LA1413-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
SOLVENTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI						
(*) 1,1-dicloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 30
(*) 1,2-dicloroetilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,3	≤ 15
(*) 1,1,1-tricloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) 1,2-dicloropropano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,3	≤ 5
(*) 1,1,2-tricloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 15
(*) 1,2,3-tricloropropano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 1	≤ 10
(*) 1,1,2,2-tetracloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
SOLVENTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI						
(*) Tribromometano (bromoformio)	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) 1,2-dibromoetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,01	≤ 0,1
(*) Dibromoclorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Bromodichlorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
ALTRI PARAMETRI						
(*) Policlorobifenili (PCB)	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,001		≤ 0,06	≤ 5
(*) Amianto	Unichim n. 1978 edizione 2006	mg/kg s.s.	< 100		≤ 1000	≤ 1000

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°: **23LA1413-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
-------	--------	-----	-----------	------------	--------	--------

Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 Col. A, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

LIM. 2 Col. B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

P.P.T. srl non è responsabile della fase di campionamento; i risultati delle prove sono stati ottenuti sulla base del campione così ricevuto e dei dati dichiarati (descrizione del campione, luogo di campionamento, punto di campionamento, data di campionamento, legge di riferimento).

Le sommatorie, ove presenti, sono eseguite secondo la convenzione di Lower Bound, considerando il contributo alla sommatoria di ogni addendo non rilevabile pari a zero.

Per le analisi effettuate con il metodo UNI EN ISO 16703:2011, il recupero garantito è compreso tra il 75% e il 125%, pertanto il risultato riportato non viene corretto.

Nota al Rapporto di prova: le analisi sono eseguite sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm ed i valori sono riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensivi dello scheletro, come previsto dall'Allegato 2 al Titolo V del D.Legislativo 152/2006.

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1 Colonna A "Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale".

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1 Colonna B "Siti ad uso Commerciale e Industriale".

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.ssa Rita De Piccoli

Ordine Interprov. Chimici del Veneto

Albo sezione A – Numero di iscrizione 1057

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Rapporto di Prova n°: 23LA1414-001

Data Rapporto di Prova: 24-mag-23

Spettabile:

DOTT.SSA GEOL. TOFFALETTI NICOLETTA

Via Marconi, 20

37042 CALDIERO (VR)

Descrizione Campione: Sabbia e ghiaia di riporto.
Profondità: da 0 a -0,6 m.

Luogo di campionamento: Via Flavio Gioia - Verona
Committenti: Bon Marchè s.r.l. e Immobiliare Santo Stefano

Accettazione: 23LA1414 **MAC:** 10118/2

Data Campionamento: 09-feb-23

Data Arrivo Campione: 12-mag-23 **Data Inizio Prova:** 12-mag-23 **Data Fine Prova:** 23-mag-23

Tipo Prove: Terreni

Legge di riferimento: Tab. 2, acque sotterranee - Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 + DM 05/02/98 All.3

Punto di Campionamento: T2 C1

Prelevatore: Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti

Risultati delle Prove

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Preparativa secondo UNI EN 12457-2:2004						
(*) Data effettuazione eluato	UNI EN 12457-2:2004		15/05/2023			
(*) Massa grezza pesata	UNI EN 12457-2:2004	kg	0,098			
(*) Volume agente lisciviante	UNI EN 12457-2:2004	l	0,870			
(*) Temperatura	UNI EN 12457-2:2004	°C	21,5			
(*) Conducibilità eluato a 25 °C	UNI EN 12457-2:2004	µS/cm	122			
(*) Data ultima prova in bianco	UNI EN 12457-2:2004		24/01/2023			
(*) Nitrati	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	< 5			50
(*) Fluoruri	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	1,22			1,5
(*) Solfati	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	< 5			250
(*) Cloruri	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	< 5			100
(*) Cianuri	UNI EN 12457-2:2004 + PD 023 rev. 00 del 28/05/2019	µg/l	< 10			50
Bario	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/l	0,15			1
Rame	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/l	< 0,1			1
Zinco	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	mg/l	< 0,1			3

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 1 di 2

Segue Rapporto di Prova n°: **23LA1414-001**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Berillio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 1			4
(*) Cobalto	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 10			50
Nichel	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	10			20
(*) Vanadio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	34			250
(*) Arsenico	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 5			10
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 1			5
Cromo totale	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	23			50
Piombo	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 5			10
(*) Selenio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 1			10
(*) Mercurio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	< 0,5			1
(*) Richiesta chimica di ossigeno (COD)	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002	mg/l O ₂	21			30
(*) pH	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	unità	9,8		5,5	12

Le sommatorie, ove presenti, sono eseguite secondo la convenzione di Lower Bound, considerando il contributo alla sommatoria di ogni addendo non rilevabile pari a zero.

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti dalla normativa applicata

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.ssa Rita De Piccoli

Ordine Interprov. Chimici del Veneto

Albo sezione A – Numero di iscrizione 1057

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 2 di 2

Rapporto di Prova n°: **23LA1414-002**

Data Rapporto di Prova: **24-mag-23**

Spettabile:

DOTT.SSA GEOL. TOFFALETTI NICOLETTA

Via Marconi, 20

37042 CALDIERO (VR)

Descrizione Campione: Sabbia e ghiaia di riporto.
Profondità: da 0 a -0,6 m.

Luogo di campionamento: Via Flavio Gioia - Verona
Committenti: Bon Marchè s.r.l. e Immobiliare Santo Stefano

Accettazione: 23LA1414 **MAC:** 10118/2

Data Campionamento: 09-feb-23

Data Arrivo Campione: 12-mag-23 **Data Inizio Prova:** 15-mag-23 **Data Fine Prova:** 24-mag-23

Tipo Prove: Terreni

Legge di riferimento: Col. A e B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

Punto di Campionamento: T2 C1

Prelevatore: Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti

Risultati delle Prove

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
(*) Frazione granulometrica < 2 mm	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.1	% p/p	47,0			
(*) Residuo 105 °C	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.2	% p/p	99,0			
METALLI						
(*) Antimonio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 10	≤ 30
(*) Arsenico	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	5		≤ 20	≤ 50
(*) Berillio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 2	≤ 10
Cadmio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 2	≤ 15
Cobalto	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	3		≤ 20	≤ 250
Cromo totale	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	12		≤ 150	≤ 800
(*) Cromo esavalente (Cr VI)	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 1		≤ 2	≤ 15
(*) Mercurio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 1	≤ 5

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°: **23LA1414-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
Nichel	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	9		≤ 120	≤ 500
Piombo	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	19		≤ 100	≤ 1000
Rame	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	40		≤ 120	≤ 600
(*) Selenio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 3	≤ 15
(*) Tallio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1		≤ 1	≤ 10
(*) Vanadio	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	µg/l	16			
Zinco	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	50		≤ 150	≤ 1500
(*) Cianuri (liberi)	CNR IRSA 17 Q 64 Vol 3 1999 + PD 023 rev. 00 del 28/05/2019	mg/kg s.s.	< 0,1		≤ 1	≤ 100
(*) Fluoruri (solubili)	CNR IRSA 17 Q 64 Vol 3 1999 + PD 077 rev 00 del 23/01/2020	mg/kg s.s.	< 1		≤ 100	≤ 2000
IDROCARBURI						
(*) Idrocarburi Leggeri C inferiore o uguale a 12	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 1		≤ 10	≤ 250
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.	< 20		≤ 50	≤ 750
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI						
(*) Benzene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 2
(*) Toluene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) Etilbenzene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) Stirene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) Xilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	Somma	mg/kg s.s.	0,02		≤ 1	≤ 100
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI						
(*) Naftalene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Acenaftene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Acenaftilene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°:

23LA1414-002

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
(*) Antracene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Benzo(a)antracene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Benzo(a)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Benzo(b)fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Benzo(j)fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Benzo(e)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Benzo(k)fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Benzo(g,h,i)perilene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Crisene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 5	≤ 50
(*) Dibenzo(a,e)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,h)antracene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,h)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,i)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Dibenzo(a,l)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 10
(*) Fluorantene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Fluorene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Indeno(1,2,3-c,d)pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Perilene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Fenantrene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01			
(*) Pirene	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 5	≤ 50
(*) Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	0		≤ 10	≤ 100
SOLVENTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI						
(*) Clorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Diclorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Triclorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 5
(*) Cloruro di Vinile	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,01	≤ 0,1
(*) 1,2-dicloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,2	≤ 5
(*) 1,1-dicloroetilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,1	≤ 1
(*) Tricloroetilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 1	≤ 10
(*) Tetracloroetilene (PCE)	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 20

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°: **23LA1414-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
SOLVENTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI						
(*) 1,1-dicloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 30
(*) 1,2-dicloroetilene	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,3	≤ 15
(*) 1,1,1-tricloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 50
(*) 1,2-dicloropropano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,3	≤ 5
(*) 1,1,2-tricloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 15
(*) 1,2,3-tricloropropano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 1	≤ 10
(*) 1,1,2,2-tetracloroetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
SOLVENTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI						
(*) Tribromometano (bromoformio)	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) 1,2-dibromoetano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,01	≤ 0,1
(*) Dibromoclorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
(*) Bromodichlorometano	UNI EN ISO 22155:2016	mg/kg s.s.	< 0,01		≤ 0,5	≤ 10
ALTRI PARAMETRI						
(*) Policlorobifenili (PCB)	UNI EN 16181:2018	mg/kg s.s.	< 0,001		≤ 0,06	≤ 5
(*) Amianto	Unichim n. 1978 edizione 2006	mg/kg s.s.	< 100		≤ 1000	≤ 1000

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Segue Rapporto di prova n°: **23LA1414-002**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	LIM. 1	LIM. 2
-------	--------	-----	-----------	------------	--------	--------

Riferimenti di Legge Parametri

LIM. 1 Col. A, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

LIM. 2 Col. B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

P.P.T. srl non è responsabile della fase di campionamento; i risultati delle prove sono stati ottenuti sulla base del campione così ricevuto e dei dati dichiarati (descrizione del campione, luogo di campionamento, punto di campionamento, data di campionamento, legge di riferimento).

Le sommatorie, ove presenti, sono eseguite secondo la convenzione di Lower Bound, considerando il contributo alla sommatoria di ogni addendo non rilevabile pari a zero.

Per le analisi effettuate con il metodo UNI EN ISO 16703:2011, il recupero garantito è compreso tra il 75% e il 125%, pertanto il risultato riportato non viene corretto.

Nota al Rapporto di prova: le analisi sono eseguite sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm ed i valori sono riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensivi dello scheletro, come previsto dall'Allegato 2 al Titolo V del D.Legislativo 152/2006.

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1 Colonna A "Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale".

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1 Colonna B "Siti ad uso Commerciale e Industriale".

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.ssa Rita De Piccoli

Ordine Interprov. Chimici del Veneto

Albo sezione A – Numero di iscrizione 1057

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Rapporto di Prova n°: **23LA1415-001**

Data Rapporto di Prova: **22-mag-23**

Spettabile:

DOTT.SSA GEOL. TOFFALETTI NICOLETTA

Via Marconi, 20

37042 CALDIERO (VR)

Descrizione Campione: Sabbia e ghiaia.
Profondità: da -0,6 a -2,1 m.

Luogo di campionamento: Via Flavio Gioia - Verona
Committenti: Bon Marchè s.r.l. e Immobiliare Santo Stefano

Accettazione: 23LA1415 **MAC:** 10118/3

Data Campionamento: 09-feb-23

Data Arrivo Campione: 12-mag-23 **Data Inizio Prova:** 15-mag-23 **Data Fine Prova:** 19-mag-23

Tipo Prove: Terreni

Legge di riferimento: Col. A, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

Punto di Campionamento: T1 C2

Prelevatore: Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti

Modalità di Campionamento: A cura del Cliente (*)

Risultati delle Prove

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Frazione granulometrica < 2 mm	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.1	% p/p	92,9			
(*) Residuo 105 °C	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.2	% p/p	99,4			
METALLI						
(*) Arsenico	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	7			20
(*) Berillio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1			2
Cadmio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1			2
Cobalto	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	3			20
Cromo totale	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	8			150
(*) Cromo esavalente (Cr VI)	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 1			2
(*) Mercurio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1			1
Nichel	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	7			120
Piombo	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	9			100
Rame	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	13			120

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 1 di 2

Segue Rapporto di Prova n°: **23LA1415-001**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Vanadio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	16			90
Zinco	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	22			150
IDROCARBURI						
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.	< 20			50
ALTRI PARAMETRI						
(*) Amianto	Unichim n. 1978 edizione 2006	mg/kg s.s.	< 100			1000

P.P.T. srl non è responsabile della fase di campionamento; i risultati delle prove sono stati ottenuti sulla base del campione così ricevuto e dei dati dichiarati (descrizione del campione, luogo di campionamento, data di campionamento, legge di riferimento).

Le sommatorie, ove presenti, sono eseguite secondo la convenzione di Lower Bound, considerando il contributo alla sommatoria di ogni addendo non rilevabile pari a zero.

Per le analisi effettuate con il metodo UNI EN ISO 16703:2011, il recupero garantito è compreso tra il 75% e il 125%, pertanto il risultato riportato non viene corretto.

Nota al Rapporto di prova: le analisi sono eseguite sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm ed i valori sono riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensivi dello scheletro, come previsto dall'Allegato 2 al Titolo V del D.Legislativo 152/2006.

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1 Colonna A "Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale".

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.ssa Rita De Piccoli

Ordine Interprov. Chimici del Veneto

Albo sezione A – Numero di iscrizione 1057

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 2 di 2

Rapporto di Prova n°: **23LA1416-001**

Data Rapporto di Prova: **22-mag-23**

Spettabile:

DOTT.SSA GEOL. TOFFALETTI NICOLETTA

Via Marconi, 20

37042 CALDIERO (VR)

Descrizione Campione: Sabbia e ghiaia.
Profondità: da -0,6 a -2,2 m.

Luogo di campionamento: Via Flavio Gioia - Verona
Committenti: Bon Marchè s.r.l. e Immobiliare Santo Stefano

Accettazione: 23LA1416 **MAC:** 10118/4

Data Campionamento: 09-feb-23

Data Arrivo Campione: 12-mag-23 **Data Inizio Prova:** 15-mag-23 **Data Fine Prova:** 19-mag-23

Tipo Prove: Terreni

Legge di riferimento: Col. A, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006

Punto di Campionamento: T2 C2

Prelevatore: Dott.ssa Geol. Nicoletta Toffaletti

Modalità di Campionamento: A cura del Cliente (*)

Risultati delle Prove

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Frazione granulometrica < 2 mm	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.1	% p/p	94,8			
(*) Residuo 105 °C	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. II.2	% p/p	99,8			
METALLI						
(*) Arsenico	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	5			20
(*) Berillio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1			2
Cadmio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1			2
Cobalto	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	3			20
Cromo totale	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	8			150
(*) Cromo esavalente (Cr VI)	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986	mg/kg s.s.	< 1			2
(*) Mercurio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	< 1			1
Nichel	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	8			120
Piombo	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	7			100
Rame	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	13			120

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 1 di 2

Segue Rapporto di Prova n°: **23LA1416-001**

Prova	Metodo	U.M	Risultato	Incertezza	L.Min.	L.Max.
(*) Vanadio	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	16			90
Zinco	UNI EN 13657:2004 par 6.3, UNI EN ISO 11885:2009	mg/kg s.s.	23			150
IDROCARBURI						
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.	< 20			50
ALTRI PARAMETRI						
(*) Amianto	Unichim n. 1978 edizione 2006	mg/kg s.s.	< 100			1000

P.P.T. srl non è responsabile della fase di campionamento; i risultati delle prove sono stati ottenuti sulla base del campione così ricevuto e dei dati dichiarati (descrizione del campione, luogo di campionamento, data di campionamento, legge di riferimento).

Le sommatorie, ove presenti, sono eseguite secondo la convenzione di Lower Bound, considerando il contributo alla sommatoria di ogni addendo non rilevabile pari a zero.

Per le analisi effettuate con il metodo UNI EN ISO 16703:2011, il recupero garantito è compreso tra il 75% e il 125%, pertanto il risultato riportato non viene corretto.

Nota al Rapporto di prova: le analisi sono eseguite sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm ed i valori sono riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensivi dello scheletro, come previsto dall'Allegato 2 al Titolo V del D.Legislativo 152/2006.

Il campione analizzato risulta CONFORME, limitatamente ai parametri ricercati, ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 Parte IV Titolo V Allegato 5 Tabella 1 Colonna A "Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale".

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.ssa Rita De Piccoli

Ordine Interprov. Chimici del Veneto

Albo sezione A – Numero di iscrizione 1057

(*) prova non accreditata da ACCREDIA

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente al campione sottoposto ad analisi. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio. Il laboratorio esprime pareri di conformità o non conformità di un parametro al limite di legge, senza tenere conto dell'incertezza di misura stimata. La probabilità di essere oltre il limite di legge raggiunge il 50% nel caso in cui il risultato di misurazione sia sul limite di legge. L'incertezza estesa è stata calcolata con fattore di copertura uguale a 2, per un livello di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche, l'incertezza composta è calcolata: per la matrice alimenti secondo quanto previsto dalla norma ISO 19036; per la matrice acqua secondo ISO 8199; per la matrice acqua di scarico secondo ISO 29201; per la matrice aria secondo M.U. 1962-2:2006

Documento firmato digitalmente

Pagina 2 di 2