

FUSINA S.R.L.

INDAGINI NEL SOTTOSUOLO

COMMITTENTE:

TEKNE S.R.L. SARONNO (VA)

4122_23

AMPLIAMENTO DI UN CAPANNONE INDUSTRIALE

IN VIA E. FERMI 34 A SARONNO (VA)

- RELAZIONE GEOLOGICA (R1) AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018/NTC 2018 -

- RELAZIONE GEOLOGICA (R3) AI SENSI DELLA D.G.R. 2616/2011 -

MONZA, 16 MAGGIO 2023

Via Boccioni, 6 - 20900 Monza (MB)
Tel. 039/2028619 – Fax 039/2230311 – Cell. 348/7213807 – E-mail info@fusinasrl.it
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 1624114

1.	PREMESSA.....	2
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PEDOLOGICO	3
4.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	4
5.	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI.....	6
6.	POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI.....	7
7.	FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	7
8.	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	8
9.	SOGGIACENZA DELLA FALDA.....	10
10.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI.....	10
11.	APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO	12
11.1	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	12
11.2	PARAMETRI SISMICI	14
11.3	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	16
12.	ALLEGATI	19

ALLEGATI

Tavola 1: Stralcio della carta geologica
Tavola 2: Stralcio della carta idrogeologica
Tavola 3: Stralcio della carta dei vincoli
Tavola 4: Stralcio della carta di pericolosità sismica locale
Tavola 5: Stralcio della carta di fattibilità geologica
Tavola 6: Ubicazione delle indagini
Grafici delle prove penetrometriche SCPT
Elaborato grafico della prova sismica MASW

1. PREMESSA

La società *Tekne Srl di Saronno (VA)* ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto al progetto di ampliamento di un capannone industriale esistente in via Enrico Fermi 34 a Saronno (VA).

La presente relazione geologica (R1+R3), redatta ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della D.G.R. 2616/2011, costituisce uno studio geologico, idrogeologico, idraulico e sismico finalizzato alla verifica della fattibilità dell'intervento in progetto e fornisce ai progettisti tutte le indicazioni necessarie alla redazione del progetto esecutivo.

Per tale progetto prendiamo in considerazione due prove penetrometriche dinamiche continue SCPT ed una prova sismica MASW da noi eseguite, nel marzo 2021, a supporto dell'ampliamento del capannone industriale adiacente.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- P.G.T. comunale;
- D.G.R. 2129/2014;
- L.R. 33/2015;
- D.G.R. 5001/2016;
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 – D.M. 17 gennaio 2018;
- Circolare applicativa delle NTC 2018 – 11/02/2019;
- D.G.R. 2616/2011;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – D.Lgs. 49/2010;
- D.G.R. 19/06/2017, n. X/6738.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PEDOLOGICO

Il territorio comunale di Saronno è ubicato nel settore sud-orientale della Provincia di Varese, al confine con le Province di Como e Milano, in ambito di alta pianura caratterizzata dalla presenza di estesi terrazzi fluvio-glaciali separati da evidenti orli di terrazzo e associabili alla presenza di scaricatori glaciali dell'anfiteatro morenico del Lario.

Gli elementi geomorfologici di maggiore rilievo sono rappresentati dai terrazzi, organizzati in quattro ordini principali, denominati "Groane", "Rovello", "Saronno", "Lura", comprendenti elementi di classe minore, particolarmente espressi lungo il corso del torrente Lura a nord di Saronno.

L'area di intervento è ubicata in sinistra idrografica del Torrente Lura ed è totalmente pianeggiante.

Come si può vedere nella tavola 1, estratta dalla "Carta Geologica" allegata alla "Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica" del P.G.T. comunale, nell'area in esame affiorano i seguenti depositi:

Supersintema di Besnate (Pleistocene medio – Pleistocene superiore. Corrisponde al Riss-Würm degli autori precedenti).

Il Supersintema di Besnate comprende più depositi glacigenici, che si sono messi in posto in diversi episodi glaciali durante il periodo Pleistocene medio-Pleistocene superiore. La mancanza sul terreno di discontinuità visibili che permettano di suddividere tale allogruppo in varie alloformazioni ha costretto al raggruppamento di sedimenti che si differenziano in maniera lieve solo per una piccola percentuale del grado di alterazione dei clasti.

Questa unità è rappresentata nel territorio in esame da depositi fluvio-glaciali che sono costituiti da ghiaie poligeniche prevalentemente a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa.

Il grado di alterazione è medio e colpisce circa dal 20% al 35% dei clasti che si presentano da decarbonatati ad argillificati (clasti carbonatici) e da fragili ad arenizzati (clasti cristallini). Il colore della matrice rientra nelle pagine 7.5 YR e 10 YR delle Munsell Soil Color Chart.

Nella parte superiore sono in genere presenti suoli e sedimenti fini (limi sabbiosi massivi con rari clasti sparsi) – copertura loessica - per uno spessore variabile tra 0.5 e 1 metro. In affioramento, le superfici arate si presentano ciottolose.

L'unità costituisce la piana di Saronno e comprende larga parte del territorio comunale con andamento circa parallelo all'attuale valle del torrente Lura.

Il Supersintema di Besnate poggia direttamente sul Sintema di Binago; è inciso in prossimità del torrente Lura e ricoperto dall'Unità Postglaciale.

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie di pozzi esistenti, si riconoscono nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale.

Le unità idrogeologiche si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema:

3) UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA

È costituita da depositi in facies fluvioglaciale e fluviale caratterizzati in prevalenza da ghiaie eterometriche, sabbie e ciottoli, con subordinate intercalazioni di conglomerati e di argille e limi sabbiosi privi di continuità laterale.

Negli strati più superficiali del sottosuolo si riscontrano localmente livelli di argille bruno-rossastre e ghiaie limoso-argillose da poco a molto alterate con spessori estremamente variabili (0-20 m) in funzione del grado di erosione complessivo dell'area. Ciò condiziona il grado di protezione degli acquiferi dalle infiltrazioni provenienti dalla superficie.

L'unità è presente con continuità in senso orizzontale e verticale raggiungendo uno spessore complessivo da 70 a oltre i 100 m.

È sede dell'acquifero superiore di tipo libero e localmente semiconfinato con soggiacenza media di circa 30-35 m dal p.c., tradizionalmente utilizzato dai pozzi di captazione a scopo idropotabile.

L'acquifero superiore contenuto in tale unità è caratterizzato da elevato grado di vulnerabilità ad eventuali inquinamenti provenienti dalla superficie in quanto sono assenti o poco sviluppati livelli superficiali a bassa permeabilità eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idroveicolati.

2) UNITÀ ARGILLOSO-GHIAIOSA

È costituita da depositi in facies marina e transizionale ad argille e limi argillosi grigi arealmente continui, a cui si intercalano livelli ghiaiosi, sabbiosi e conglomeratici, sede di falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato e semiconfinato.

Gli acquiferi dell'unità presentano un basso grado di vulnerabilità intrinseca essendo delimitati a tetto da livelli a bassa permeabilità arealmente continui con funzione di protezione dalle contaminazioni superficiali. L'isolamento degli acquiferi profondi rispetto all'acquifero superficiale viene generalmente confermato dalle buone caratteristiche qualitative delle acque captate.

La produttività degli acquiferi profondi nel territorio è da considerarsi buona, con valori compresi fra 25 l/s e oltre 50 l/s ed abbassamenti inferiori ai 15 m.

1) UNITA' DELLE ARGILLE PREVALENTI

È considerata la base impermeabile delle strutture idrogeologiche di interesse acquedottistico. L'unità è costituita da depositi in facies marina e/o transizionale caratterizzati da argille prevalentemente di colore grigio, talvolta fossilifere, a cui si intercalano localmente livelli ghiaioso-sabbiosi di debole spessore, sede di rari acquiferi di tipo confinato a scarsa produttività. Nel territorio di Saronno i pozzi che si spingono entro tale unità sono il n. 4/2 Via Novara con filtro profondo tra 191 e 194 m da p.c., e il n. 14 Via Donati senza captazione dell'unità. Il tetto dell'unità tende gradualmente ad approfondirsi da N verso S da quote massime di circa 60 m s.l.m. a minimi di circa 20 m s.l.m. Lo spessore non è definibile in quanto le perforazioni non raggiungono il limite inferiore.

La caratterizzazione idrogeologica sopraccitata è stata posta a confronto con la suddivisione delle unità idrostratigrafiche introdotta da Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. e Nespoli M, 1994 di seguito descritta dall'alto verso il basso:

- UNITÀ GHIAIOSO-SABBIOSA (facies fluviali dell'Olocene-Pleistocene Sup.);
- UNITÀ SABBIOSO-GHIAIOSA (facies fluviali del Pleistocene Medio);
- UNITÀ A CONGLOMERATI E ARENARIE (facies fluviali del Pleistocene Inf.);
- UNITÀ SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentale e transizionale, Pleistocene Inf.-Villafranchiano Sup. e Medio Auct.);
- UNITÀ ARGILLOSA (facies marina, Pleistocene Inf.-Calabriano Auct.).

Queste unità sono state recentemente riclassificate nello studio “Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia” condotto tra il 1999 e il 2002 dalla Regione Lombardia in collaborazione con Eni – Divisione Agip nelle nuove seguenti unità idrostratigrafiche, derivanti dalla ricostruzione di un modello geologico della pianura a scala regionale attraverso l’interpretazione di dati sismici e stratigrafici:

- Gruppo Acquifero A (Olocene-Pleistocene Medio); all’incirca corrispondente all’unità ghiaioso-sabbiosa;
- Gruppo Acquifero B (Pleistocene Medio); all’incirca corrispondente all’insieme delle unità sabbioso-ghiaiosa e a conglomerati e arenarie;
- Gruppo Acquifero C (Pleistocene Medio); corrispondente alla parte superiore dell’unità sabbioso-argillosa;
- Gruppo Acquifero D (Pleistocene Inf.); corrispondente alla restante parte dell’unità sabbioso-argillosa.

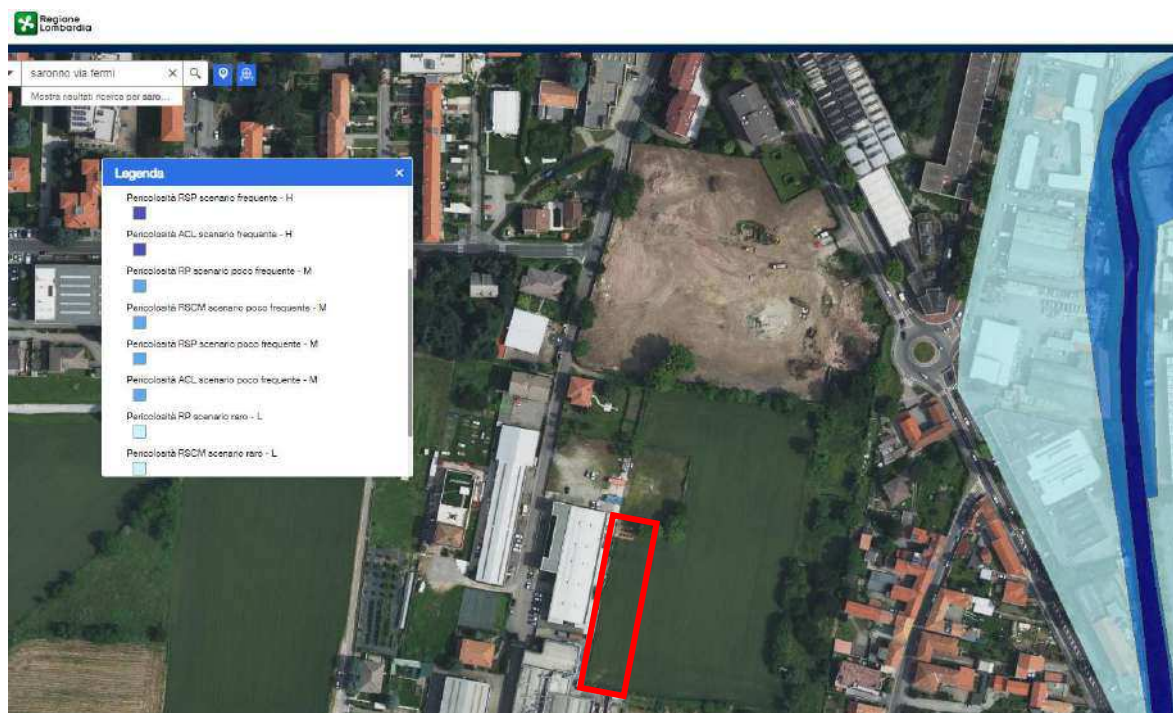
Sulla base delle profondità e delle caratteristiche litologiche desunte dallo studio Regione Lombardia – Eni, si è pertanto riconosciuto la coincidenza della unità 3 con l’insieme dei gruppi acquiferi A+B, dell’unità 2 con il gruppo acquifero C e dell’unità 1 con il gruppo acquifero D.

5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI

In territorio di Saronno l’idrografia principale è rappresentata dal Torrente Lura, che scorre a circa 250 metri ad est rispetto all’area di intervento.

La fascia di rispetto del corso d’acqua (vincolo di Polizia Idraulica di inedificabilità) è individuata in 10 metri dalle relative sponde; pertanto, l’area di intervento non è vincolata in tal senso.

Inoltre, la figura sottostante, estratta dal GeoPortale della Lombardia e riguardante la mappatura del rischio idraulico della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – DLgs 49/2010 – “Adozione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico Padano (PGRA) e del Progetto di Variante al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI)”, mostra che l’area di intervento non ricade in ambito di allagamento.



6. POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI

Sul territorio comunale sono presenti pozzi pubblici ad uso idropotabile, e l'area oggetto di intervento non risulta compresa all'interno delle relative fasce di rispetto, individuate con criteri geometrici e temporali (vedi tavola 3).

Pertanto, anche da questo punto di vista, essa non risulta vincolata.

7. FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

L'area oggetto di studio, nella "Componente geologica, idrogeologica e sismica" del P.G.T. comunale vigente, ricade in classe di fattibilità 2b (vedi tavola 5).

Classe di Fattibilità 2b Fluvioglaciale Besnate – "con modeste limitazioni"

Principali caratteristiche: aree a morfologia sub-pianeggiante, litologicamente costituite da ghiaie poligeniche a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, con profilo di alterazione poco evoluto. Presenza di sedimenti fini superficiali.

Problematiche generali: area con possibile presenza di terreni sciolti, con discrete caratteristiche geotecniche fino a 2.7-3.3 m di profondità, localmente fino a 6 m da p.c.. Miglioramento delle caratteristiche portanti a maggiore profondità.

Parere sull'edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione, nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento preventive necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie; le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2 delle Norme geologiche di Piano).

Interventi da prevedere in fase progettuale: quale norma generale per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere, già in fase progettuale, saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti/sistemi per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo, con individuazione del recapito finale, nel rispetto della normativa vigente e sulla base delle condizioni idrogeologiche del sito.

8. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Metodologia di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

- altezza di caduta della mazza: 75 cm;
- peso della mazza: 73 kg;
- punta conica: conicità 60°, $\phi = 51$ mm;
- aste: $\phi = 34$ mm.

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).

Metodologia di esecuzione della prova sismica MASW

Lo scopo dell'indagine è stata quella di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali Vs da cui ricavare il parametro **Vseq**.

Le caratteristiche della prova sono:

Stendimento geofonico (m)	Energizzazioni (n.)	Geofoni (n.)
46	8	24

Analisi multicanale delle onde superficiali

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. L'intero processo comprende tre passi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente, come è stato nel nostro caso.

In allegato sono riportati i risultati della prova MASW. Nel riquadro principale dell'elaborato si osserva la stratigrafia delle Vs ricavata dalla prova, nonché le curve di dispersione misurate e calcolate. A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro **Vseq** calcolato pari a **317 m/s**.

9. SOGGIACENZA DELLA FALDA

Dalla valutazione circa la profondità del livello freatico, effettuata tramite i dati ricavati dalla “Componente geologica, idrogeologica e sismica” del P.G.T. comunale, si segnala che la falda freatica in questa zona si trova ad una profondità di oltre 30 metri dal piano campagna. Pertanto, le opere di invarianza idraulica non interferiranno con la superficie di falda.

Infatti, come si può vedere dallo stralcio della “Carta idrogeologica” del P.G.T. comunale (vedi tavola 2), l'area di intervento, caratterizzata da una quota del piano campagna di circa 203 metri s.l.m., ha una piezometria di 172 metri s.l.m., che corrisponde ad una soggiacenza della falda di 31 metri.

10. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI

Le prove penetrometriche considerate hanno rilevato il seguente andamento geotecnico:

- dal piano strada a circa – 3,5 metri, il terreno è costituito da sabbia limosa scarsamente addensata (unità 1);
- da circa – 3,5 metri a circa – 4,5 metri, è presente sabbia ghiaiosa in matrice limosa mediamente addensata (unità 2);
- da circa – 4,5 metri a circa – 5,5 metri, si ha una diminuzione del grado di addensamento del terreno per la presenza di uno strato prevalentemente sabbioso-limoso (unità 3);
- da tale profondità al termine delle prove (– 9 metri), il terreno passa a sabbia con ghiaia e risulta mediamente addensato (unità 4).

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K. Terzaghi e R.B. Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di N_{SPT} , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{spt} = 1,5 \times N_{scpt}$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e delle caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = N_{SPT} \times 1.08 \times Cr \times Cd \times Cn$$

dove: **N'(60)** = valore di resistenza normalizzato

Cr = fattore di correzione funzione della profondità

Cd = fattore di correzione funzione del diametro del foro

Cn = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

1.08 = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa (D_r) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$D_r \cong \sqrt{N_{60}/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

Sono state quindi riconosciute quattro unità geotecniche, suddivise per spessore e aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

- **Da 0 metri a circa – 3,5 metri**

Unità 1

$$N_{SPT} = 5$$

$$\Phi = 27^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 20 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

- **Da circa – 3,5 metri a circa – 4,5 metri**

Unità 2

$$N_{SPT} = 15$$

$$\Phi = 31^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 45 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

- Da circa – 4,5 metri a circa – 5,5 metri

Unità 3

$$N_{SPT} = 7$$

$$\Phi = 28.5^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 25 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

- Da circa – 5,5 metri a – 9,0 metri

Unità 4

$$N_{SPT} = 18$$

$$\Phi = 32^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 52 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

N.B.: N_{SPT} = numero colpi/30 cm;

Φ = angolo di attrito del materiale;

γ = peso di volume;

D_r = densità relativa;

c', c_u = coesione efficace, coesione non drenata.

11. APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO

11.1 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

In adempimento a quanto previsto dal D.M. 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e in accordo con la D.G.R. 30 marzo 2016 n. X/5001 "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica", viene richiesta l'analisi della sismicità secondo le modalità indicate in All. 5 della D.G.R. IX/2616/2011.

Secondo la classificazione sismica vigente (Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129), il comune di Saronno risulta inserito in zona sismica 4.

Per l'area di intervento nella "carta di pericolosità sismica locale" allegata al P.G.T. comunale non viene individuato alcuno scenario di pericolosità sismica locale PSL (cfr. tavola 4), sebbene il contesto geologico-geomorfologico farebbe propendere per uno scenario Z4a.

Si rammenta che gli scenari sono definiti nella classificazione indicata nella Tabella 1 dell'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616/2011, qui sotto allegata:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide dell'izio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Per la valutazione numerica degli effetti di amplificazione sismica sito-specifica la procedura di cui al punto 1.4.4 dell'Allegato B alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Sintesi delle procedure", prevede l'applicazione di tre livelli di approfondimento sismico con grado di dettaglio crescente in funzione della zona sismica di appartenenza, come illustrato nella tabella seguente:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Si specifica che l'elenco degli edifici ed opere strategici e/o rilevanti a fini sismici per la Lombardia è stato aggiornato con d.d.u.o. 22 maggio 2019 - n. 7237, recante "Aggiornamento del d.d.u.o. 21 novembre 2013 n. 19904 - Approvazione elenco delle tipologie degli edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico e di quelli che possono assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso in attuazione della D.G.R. n. 19964 del 7 novembre 2003".

Nel caso specifico è richiesto esclusivamente l'approfondimento sismico di 1° livello.

11.2 PARAMETRI SISMICI

Per quanto concerne la determinazione dei parametri di scuotimento sismico dell'area di progetto, facendo riferimento al D.M. 17/01/18 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", la sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale, le cui coordinate sono le seguenti:

Sito in esame

latitudine: 45,615302
longitudine: 9,031863
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 11592	Lat: 45,6014	Lon: 8,9927	Distanza: 3415,532
Sito 2 ID: 11593	Lat: 45,6040	Lon: 9,0640	Distanza: 2801,141
Sito 3 ID: 11371	Lat: 45,6539	Lon: 9,0602	Distanza: 4826,927
Sito 4 ID: 11370	Lat: 45,6513	Lon: 8,9889	Distanza: 5210,969

Come prima fase si determinano i parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito oggetto di intervento; i parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento T_r sono quelli riportati nella seguente tabella:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	a_g [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.157	2.56	0.159
S.L.D.	50.0	0.196	2.539	0.178
S.L.V.	475.0	0.402	2.656	0.285
S.L.C.	975.0	0.49	2.708	0.305

Dove a_g = accelerazione orizzontale massima al sito,

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

T_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Inoltre, le NTC 2018 calcolano i coefficienti sismici k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta \times (a_{\max}/g)$$

$$k_v = \pm 0,5 \times K_h$$

β = Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = Accelerazione di gravità.

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	a_{max} [m/s ²]	beta [-]	k_h [-]	k_v [sec]
S.L.O.	0.2355	0.2	0.0048	0.0024
S.L.D.	0.294	0.2	0.006	0.003
S.L.V.	0.603	0.2	0.0123	0.0061
S.L.C.	0.735	0.2	0.015	0.0075

Per la scelta dei parametri progettuali, vista la tipologia di intervento, abbiamo assegnato al manufatto una vita nominale V_n (2.4.1 - NTC2018) maggiore di 50 anni e una classe d'uso "II" (2.4.2 – NTC2018). Ne consegue che il periodo di riferimento V_r per le azioni sismiche è pari a $V_n \times C_u$ (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = 50 anni.

L'azione sismica di progetto tiene inoltre conto della categoria di sottosuolo di riferimento (3.2.2 – NTC2018); sono previste cinque classi di terreni, identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche rilevate nei primi 30 metri, e definite dalla velocità delle onde S (tab. 3.2.II del D.M. 17.01.2018).

Come condizione topografica al contorno, dovrà essere considerata la categoria T1, propria dei terreni pianeggianti.

Le NTC2018 raccomandano fortemente la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s ; a tale scopo la prova sismica MASW considerata ha fornito il risultato di **V_s EQ. = 317 m/s.**

Pertanto, il terreno presenta caratteristiche conformi alla **categoria sismica di sottosuolo C**, secondo la Tabella 3.2.II del D.M. 17/01/2018 (NTC 2018).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anniassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 3.2.II

11.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Il fenomeno della liquefazione interessa depositi sabbiosi e sabbioso-limosi saturi che durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino a che la nuova configurazione del terreno non è compatibile con la diminuita resistenza al taglio.

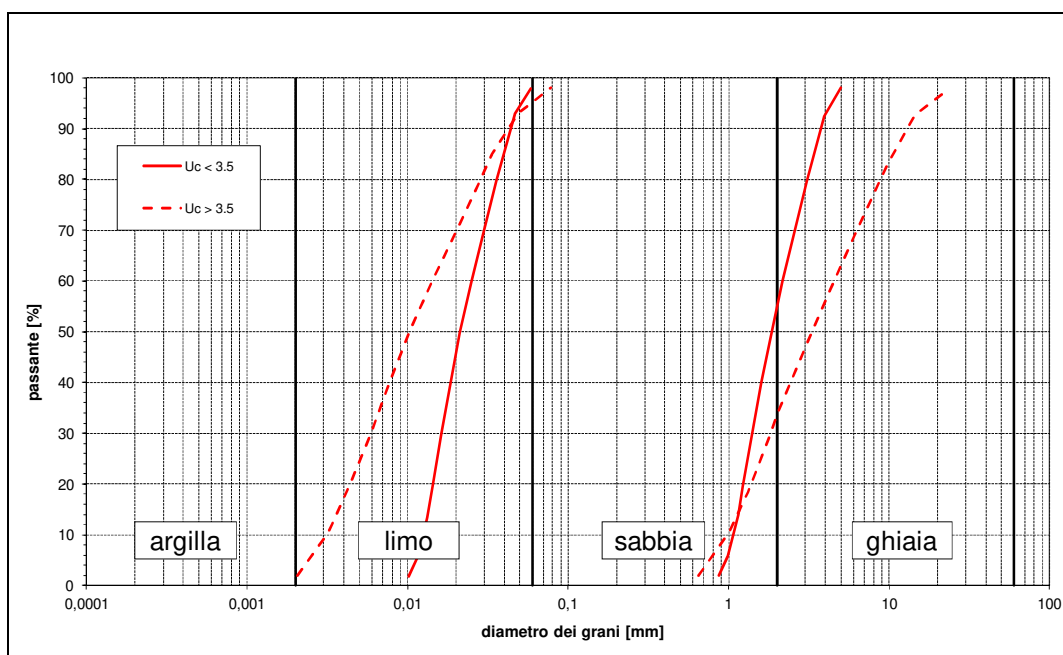
I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

- condizioni di drenaggio e grado di saturazione del deposito;
- granulometria del deposito;
- stato di addensamento;
- intensità, forma spettrale e durata delle sollecitazioni cicliche;
- stato tensionale iniziale;
- storia tensionale e deformativa del deposito;
- fenomeni di aging.

In caso di accertata liquefacibilità del terreno di fondazione occorrerà valutare le deformazioni indotte e le conseguenze delle stesse sulla funzionalità delle opere previste in progetto.

Ai sensi del D.M. 17/01/18, i terreni di fondazione sono da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in occasione dell'evento sismico e la verifica a liquefazione può essere omessa quando si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) l'accelerazione massima attesa a piano campagna in condizioni di free-field è inferiore a 0.1 g;
- 2) la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m da p.c.;
- 3) sono presenti depositi sabbiosi puliti con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata (N1)60 superiore a 30 o con resistenza penetrometrica statica normalizzata $q_{c1N} > 180$;
- 4) sono presenti terreni con distribuzione granulometrica esterna ai limiti indicati nel grafico seguente



Nel caso in esame, i terreni di fondazione non sono da ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in quanto è verificata almeno la condizione 1) di cui al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018, ossia " $a_{max} < 0,1g$ ".

In particolare, si fa riferimento alle Tabelle 3.2.IV e 3.2.V delle NTC 2018, nelle quali, per la categoria di sottosuolo C e categoria topografica T1, si considerano i seguenti valori:

- $S_S = 1,5$
- $S_T = 1,0$

Il risultato ottenuto indica che l'accelerazione massima a_{max} per lo stato limite SLV, amplificata del coefficiente 1,5 per la categoria sismica C, è circa 0.0614 g, che è quindi minore di 0.1 g. Pertanto, manca l'elemento scatenante perché si verifichi il fenomeno della liquefazione.

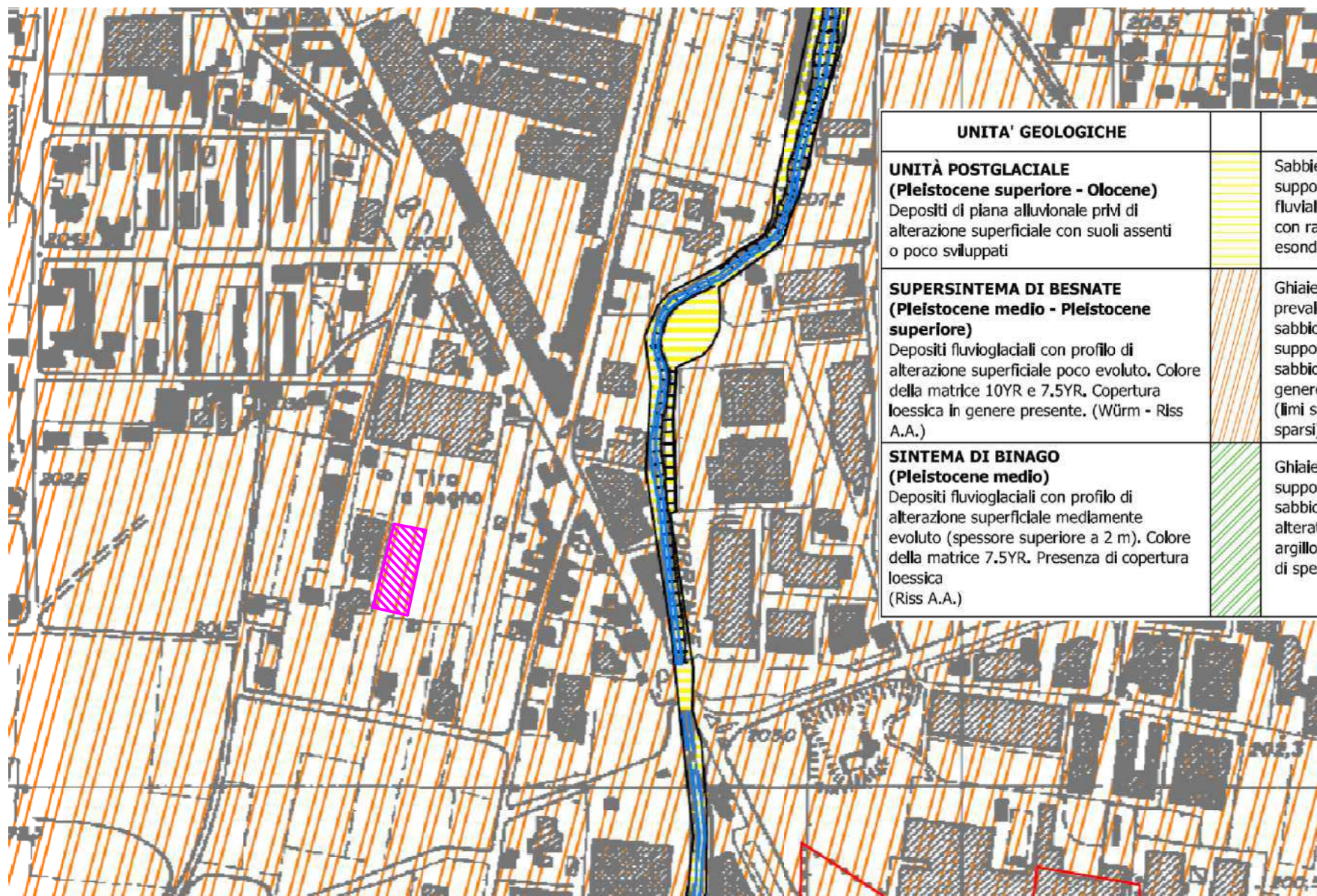
Il sito può essere considerato stabile ai sensi del D.M. 17/01/18 e della D.G.R. IX/2616/2011.

Dott. Geol. Fabio Fusina



The image shows a handwritten signature in blue ink that reads "Fabio Fusina". Below the signature is a circular professional stamp. The stamp has a double border. The outer border contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA" at the top and "VIGILANZA" at the bottom. The inner circle contains the text "FUSINA FABIO" and "n° 759" below it.

12. ALLEGATI



AREA DI
INTERVENTO



UNITA' GEOLOGICHE		LITOLOGIA
UNITÀ POSTGLACIALE (Pleistocene superiore - Olocene) Depositi di piana alluvionale privi di alterazione superficiale con suoli assenti o poco sviluppati		Sabbie e ghiaie da medie a grossolane a supporto clastico e/o di matrice (depositi fluviali); sabbie fini limose e limi sabbiosi con rari clasti sparsi (depositi di esondazione)
SUPERSINTEMA DI BESNATE (Pleistocene medio - Pleistocene superiore) Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione superficiale poco evoluto. Colore della matrice 10YR e 7.5YR. Copertura loessica in genere presente. (Würm - Riss A.A.)		Ghiaie poligeniche grossolane a prevalente supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, localmente a supporto clastico con matrice sabbioso-limosa. Superiormente sono in genere presenti suoli e sedimenti fini (limi sabbiosi massivi con rari clasti sparsi) per uno spessore di 0.5-1.0 m
SINTEMA DI BINAGO (Pleistocene medio) Depositi fluvioglaciali con profilo di alterazione superficiale mediamente evoluto (spessore superiore a 2 m). Colore della matrice 7.5YR. Presenza di copertura loessica (Riss A.A.)		Ghiaie poligeniche medio grossolane a supporto di matrice da sabbiosa a sabbioso-limosa. Ciottoli carbonatici alterati. In superficie limi sabbiosi e limi argillosi massivi (loess) con rari ciottoli, di spessore variabile da 1.0 a 2.5 metri

FUSINA S.R.L.

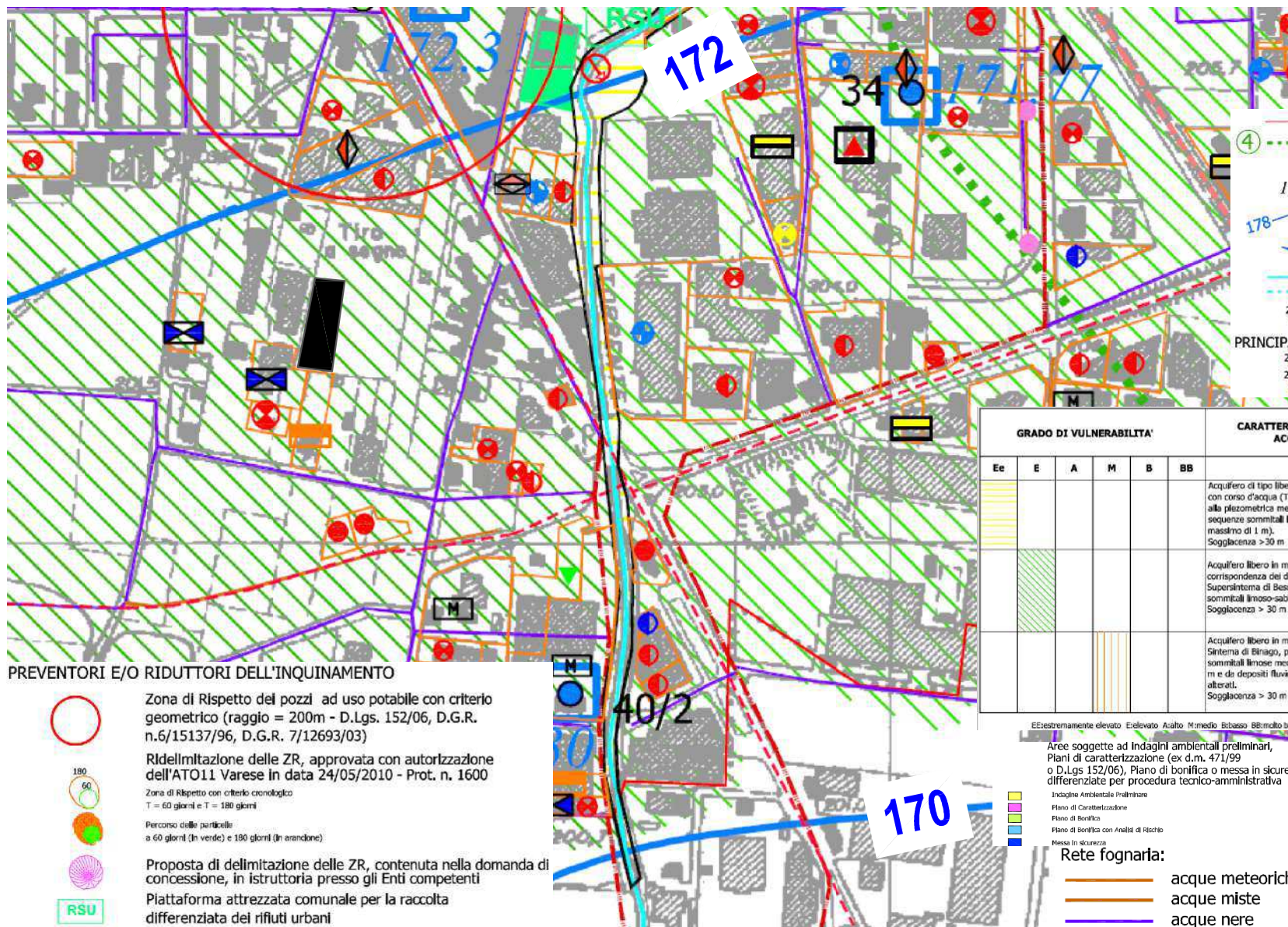
Via Bocconi, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fushna.it

COMMITTENTE:
TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE:
SARONNO (VA) - VIA E. FERMI 34

TITOLO:
TAV. 1 - STRALCIO DELLA CARTA
GEOLOGICA

DATA:
MAGGIO 2023



AREA DI INTERVENTO

- Limiti comunali
- Traccia delle sezioni idrogeologiche
- Punti di monitoraggio piezometrico e relativa quota in m s.l.m.
174.92
- Linee isopiezometriche al settembre 2009 e relativa quota in m s.l.m.
178
- Principali direzioni di flusso idrico sotterraneo
- Idrografia
Torrente Lura, tratti a cielo aperto
- Idrografia
Torrente Lura, tratti tombinati
- Pozzi chiusi
28/2
- PRINCIPALI SOGGETTI AD INQUINAMENTO
- Pozzi pubblici
24/4
- Pozzi privati

PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO

- Zona di Rispetto dei pozzi ad uso potabile con criterio geometrico (raggio = 200m - D.Lgs. 152/06, D.G.R. n.6/15137/96, D.G.R. 7/12693/03)
- Ridellimitazione delle ZR, approvata con autorizzazione dell'ATO11 Varese in data 24/05/2010 - Prot. n. 1600
- Zona di Rispetto con criterio cronologico
T = 60 giorni e T = 180 giorni
- Percorso delle particelle:
a 60 giorni (in verde) e 180 giorni (in arancione)
- Proposta di delimitazione delle ZR, contenuta nella domanda di concessione, in istruttoria presso gli Enti competenti
- Piattaforma attrezzata comunale per la raccolta differenziata dei rifiuti urbani

GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI
Ee	E	A	M	B	BB	
						Acquifero di tipo libero in materiale alluvionale con corso d'acqua (T. Lura) sospeso rispetto alla piezometrica media della falda; locali sequenze sommitali limose ridotte (spessore massimo di 1 m). Soglia > 30 m
						Acquifero libero in materiale alluvionale in corrispondenza dei depositi fluvio-glaciali del Supersistema di Besenzone, con sequenze sommitali limoso-sabbiose (spessore 0,5-1 m). Soglia > 30 m
						Acquifero libero in materiale alluvionale del Sistema di Binago, protetto da sequenze sommitali limose mediamente spesse 2-3 m e da depositi fluvio-glaciali parzialmente alterati. Soglia > 30 m

EE: estremamente elevato E: elevato A: alto M: medio B: basso BB: molto basso

- Aree soggette ad indagini ambientali preliminari, Piani di caratterizzazione (ex d.m. 471/99 o D.Lgs 152/06), Piano di bonifica o messa in sicurezza, differenziate per procedura tecnico-amministrativa
- Indagine Ambientale Preliminare
- Piano di Caratterizzazione
- Piano di Bonifica
- Piano di Bonifica con Analisi di Rischio
- Messa in sicurezza
- Rete fognaria:
 - acque meteoriche
 - acque miste
 - acque nere



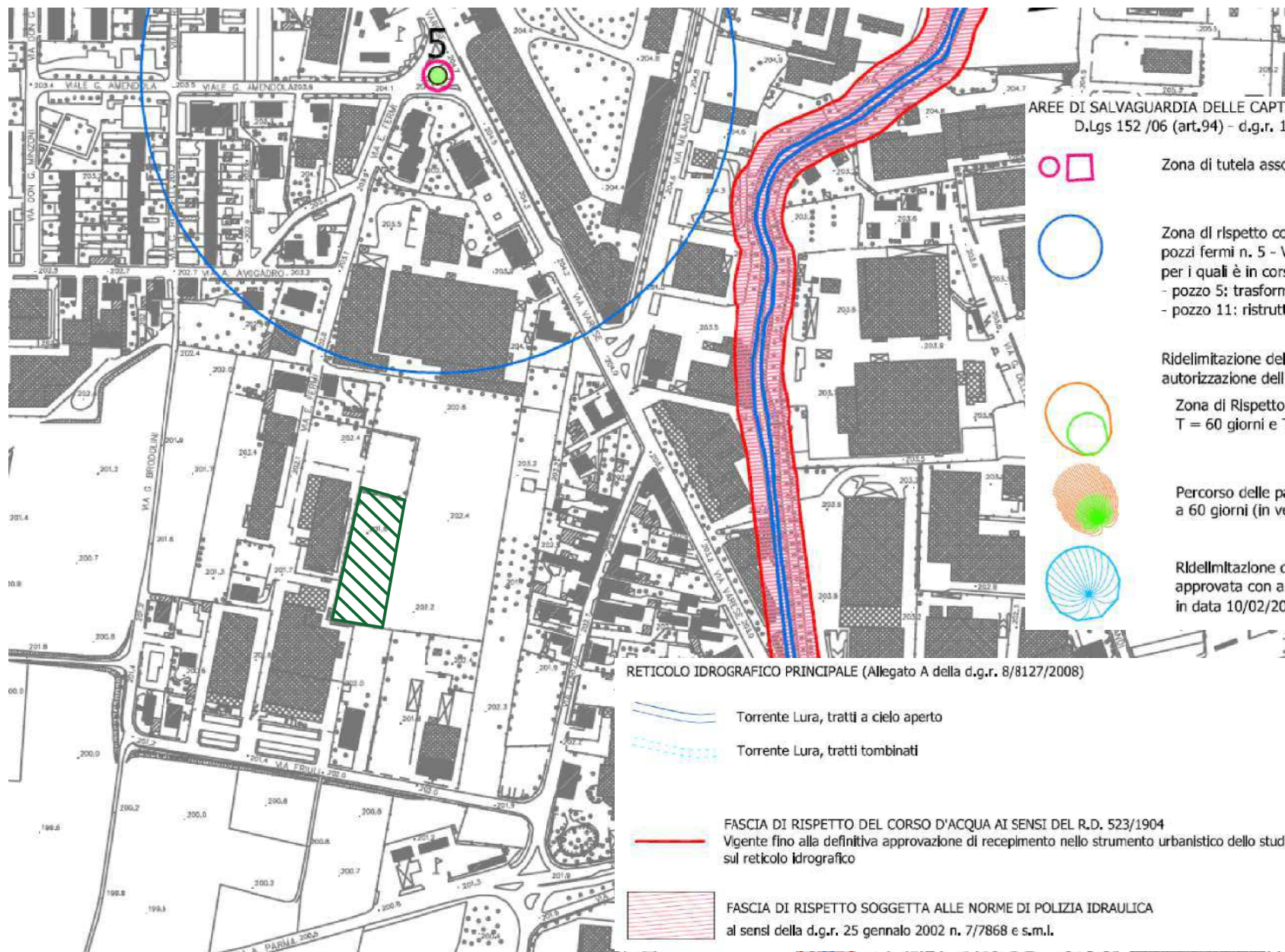
FUSINA S.R.L.
Via Bocconi, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE:
SARONNO (VA) - VIA E.FERMI 34

TITOLO:
TAV. 2 - STRALCIO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA

DATA:
MAGGIO 2023



 AREA DI INTERVENTO

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI A SCOPO IDROPOTABILE
D.Lgs 152/06 (art.94) - d.g.r. 10 aprile 2003 n. 7/12693



Zona di tutela assoluta



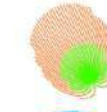
Zona di rispetto con criterio geometrico (raggio 200m) relativa al pozzi fermi n. 5 - Via Amendola e n. 11 - Via Maestri del Lavoro I, per i quali è in corso di definizione la destinazione futura:
- pozzo 5: trasformazione ad uso irriguo o piezometro di controllo;
- pozzo 11: ristrutturazione o chiusura definitiva.

Ridelimitazione della ZR con criterio temporale, approvata con autorizzazione dell'ATO11 Varese in data 24/05/2010 - Prot. n. 1600

Zona di Rispetto con criterio cronologico
T = 60 giorni e T = 180 giorni



Percorso delle particelle
a 60 giorni (in verde) e 180 giorni (in arancione)



Ridelimitazione della ZR con criterio cronologico T=60 giorni, approvata con autorizzazione dell'ATO11 Varese in data 10/02/2011 - Prot. n. 467



RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE (Allegato A della d.g.r. 8/8127/2008)



Torrente Lura, tratti a cielo aperto



Torrente Lura, tratti tombinati



FASCIA DI RISPETTO DEL CORSO D'ACQUA AI SENSI DEL R.D. 523/1904
Vigente fino alla definitiva approvazione di recepimento nello strumento urbanistico dello studio sul reticolo idrografico



FASCIA DI RISPETTO SOGGETTA ALLE NORME DI POLIZIA IDRAULICA
al sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 e s.m.l.



FUSINA S.R.L.

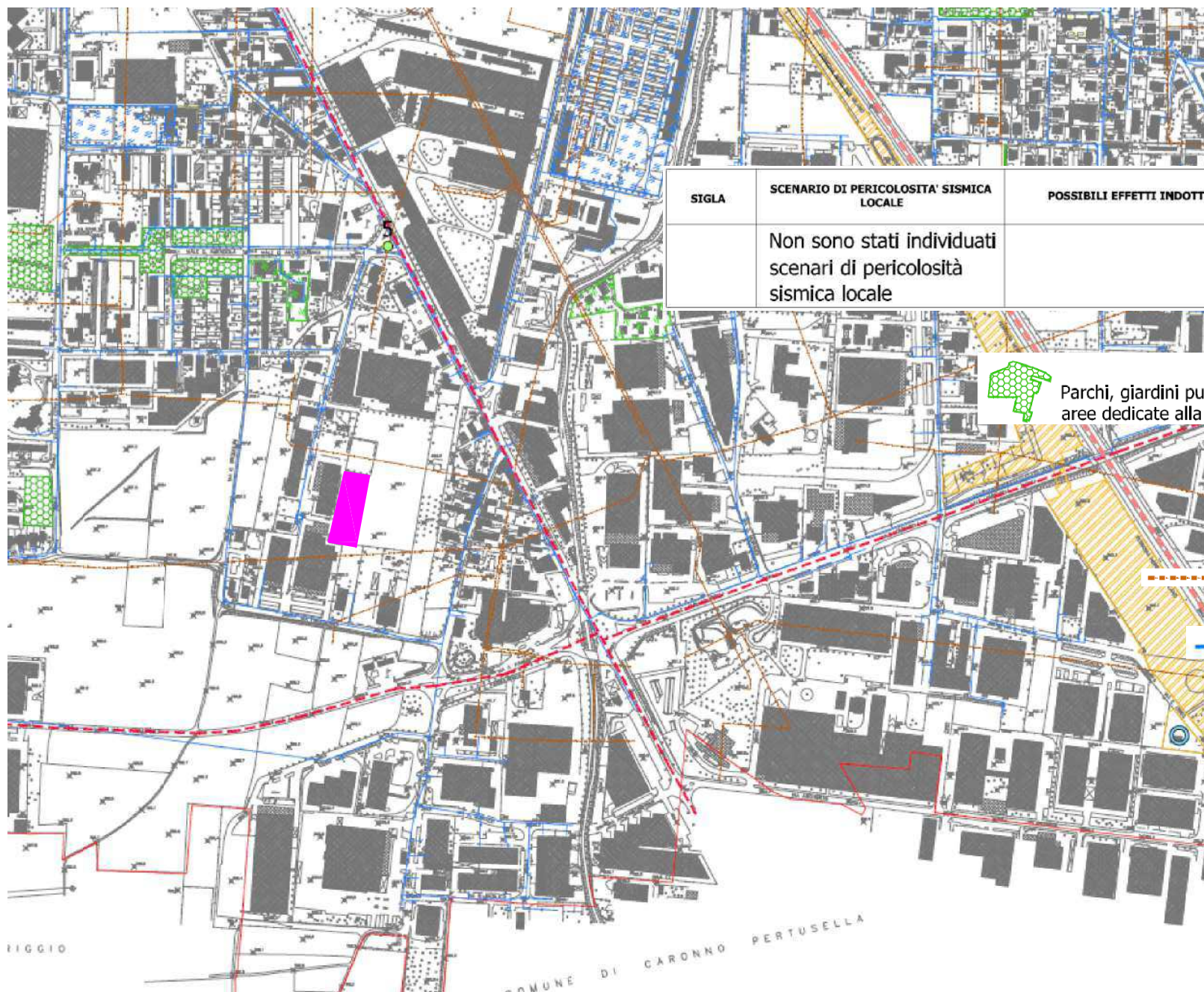
Via Bocconi, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE:
SARONNO (VA) - VIA E.FERMI 34

TITOLO:
TAV. 3 - STRALCIO DELLA CARTA DEI VINCOLI

DATA:
MAGGIO 2023



AREA DI INTERVENTO

STGLA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	POSSIBILI EFFETTI INDOTTI	CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO per edifici di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003
	Non sono stati individuati scenari di pericolosità sismica locale			



Parchi, giardini pubblici, aree verdi, attrezzate e non attrezzate, aree dedicate alla forestazione urbana

----- Strade di intenso traffico

----- Rete di adduzione principale in alta pressione

— Rete acquedottistica



FUSINA S.R.L.

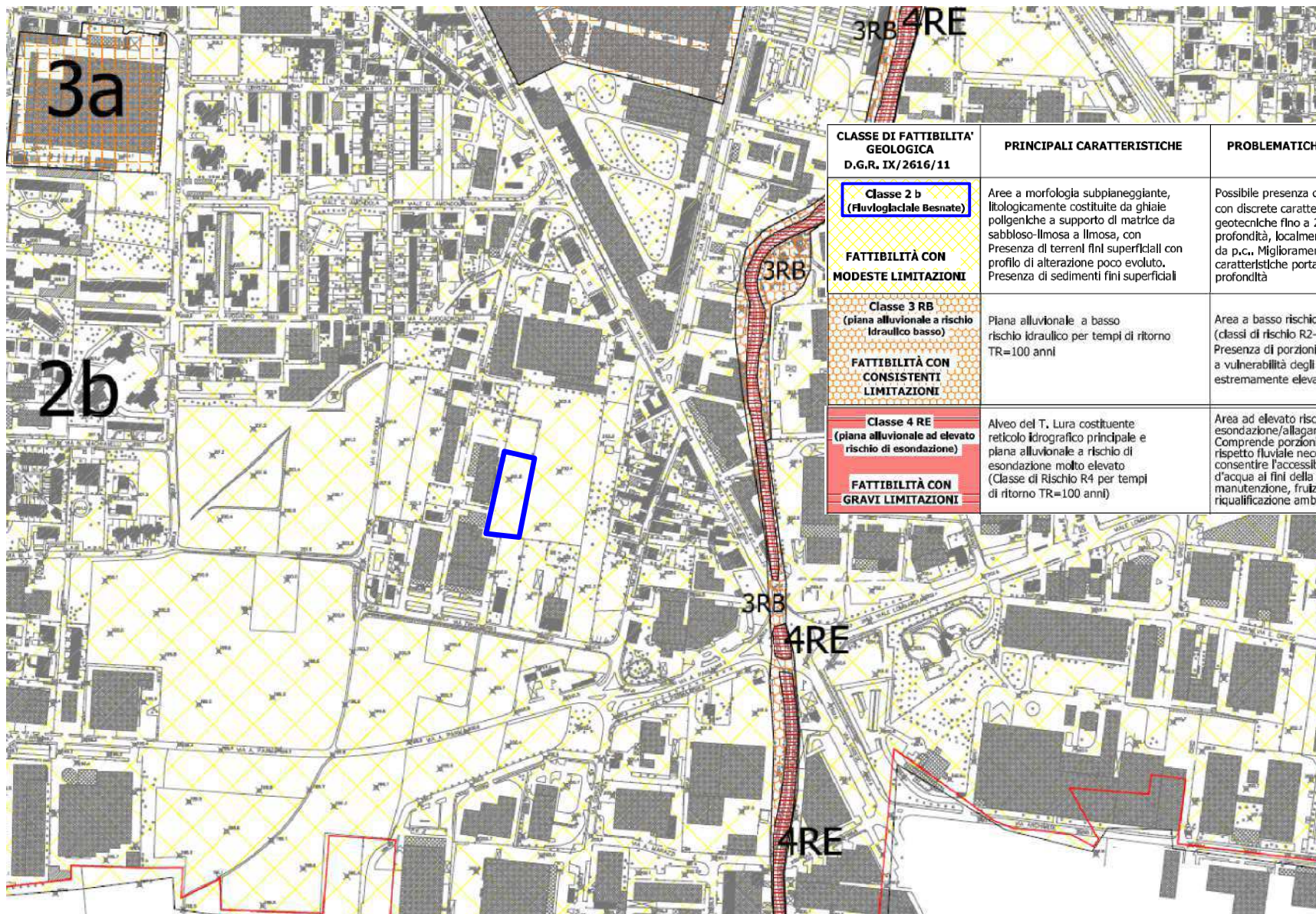
Via Boccioni, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE:
SARONNO (VA) - VIA E.FERMI 34

TITOLO:
TAV. 4 - STRALCIO DELLA CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

DATA:
MAGGIO 2023



AREA DI
INTERVENTO

CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA D.G.R. IX/2616/11	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PROBLEMATICHE GENERALI	PARERE SULLA EDIFICABILITA'
Classe 2 b (Fluvio-glaciale Besenote) FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI	Aree a morfologia subpianeggiante, litologicamente costituite da ghiaie poligeniche a supporto di matrice da sabbioso-limosa a limosa, con Presenza di terreni fini superficiali con profilo di alterazione poco evoluto. Presenza di sedimenti fini superficiali	Possibile presenza di terreni sciolti, con discrete caratteristiche geotecniche fino a 2.7-3.3 m di profondità, localmente fino a 6 m da p.c.. Miglioramento delle caratteristiche portanti a maggiore profondità	Favorevole con modeste limitazioni legate alle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero libero
Classe 3 RB (piana alluvionale a rischio idraulico basso) FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI	Piana alluvionale a basso rischio idraulico per tempi di ritorno TR=100 anni	Area a basso rischio idraulico (classi di rischio R2-R1). Presenza di porzioni dell'Unità Pg a vulnerabilità degli acquiferi estremamente elevata	Favorevole con consistenti limitazioni legate al rischio idraulico e alla salvaguardia dell'acquifero libero
Classe 4 RE (piana alluvionale ad elevato rischio di esondazione) FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI	Alveo del T. Lura costituente reticolo idrografico principale e piana alluvionale a rischio di esondazione molto elevato (Classe di Rischio R4 per tempi di ritorno TR=100 anni)	Area ad elevato rischio di esondazione/allagamento. Comprende porzioni di fascia di rispetto fluviale necessaria a consentire l'accessibilità al corso d'acqua ai fini della sua manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale	Non favorevole per gravi limitazioni legate al rischio idraulico e alla presenza di fasce di rispetto del corso d'acqua principale con attività di polizia idraulica



FUSINA S.R.L.

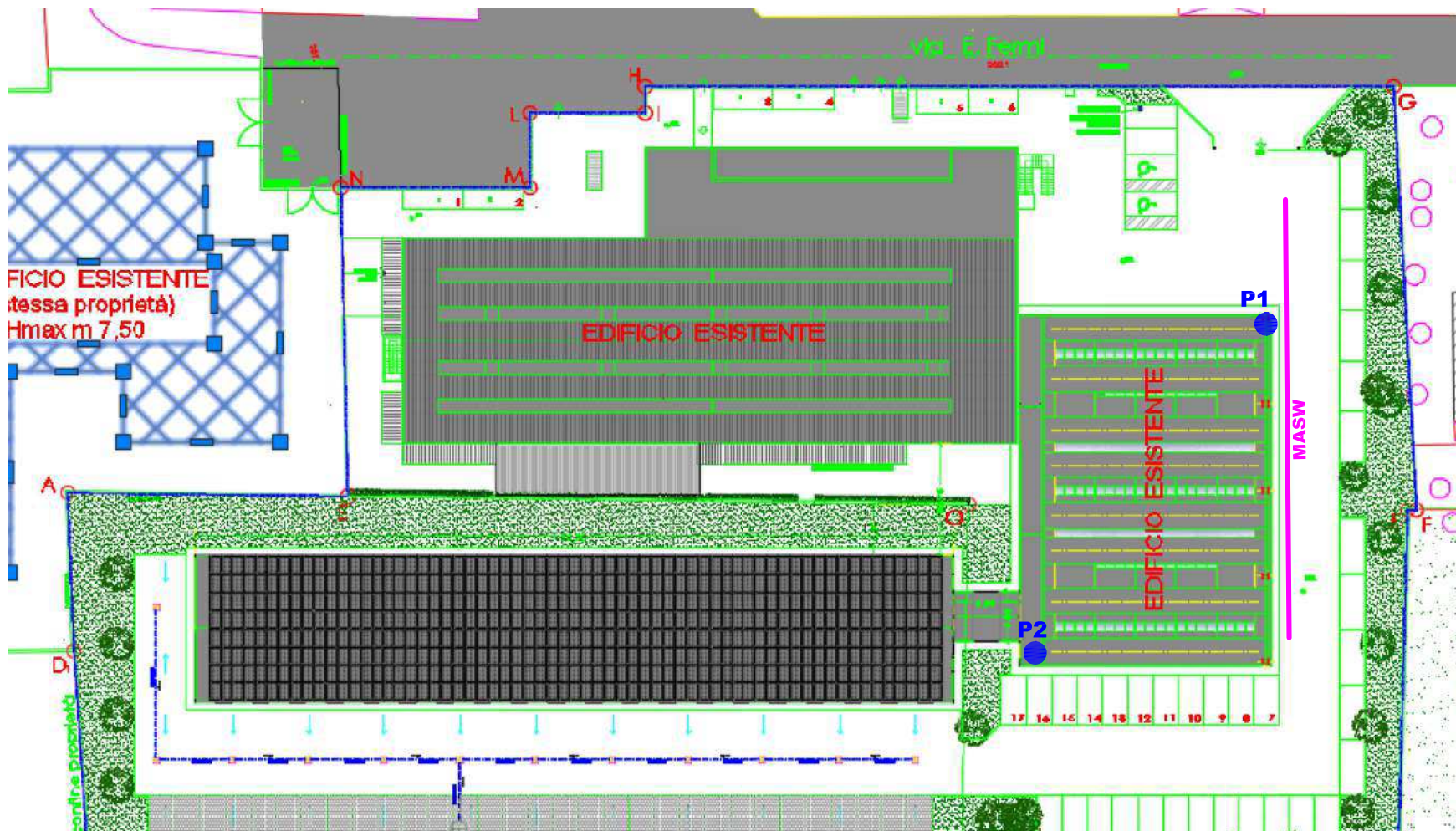
Via Bocconi, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2026619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fushinari.it

COMMITTENTE:
TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE:
SARONNO (VA) - VIA E.FERMI 34

TITOLO:
TAV. 5 - STRALCIO DELLA CARTA DI
FATTIBILITA' GEOLOGICA

DATA:
MAGGIO 2023



LEGENDA:

- PROVE PENETROMETRICHE (MARZO 2021)
- STENDIMENTO SISMICO MASW (MARZO 2021)



FUSINA S.R.L. Via Boccioni, 6 - 20900 Monza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail info@fusinasrl.it
COMMITTENTE: TEKNE SRL - SARONNO (VA)
CANTIERE: SARONNO (VA) - VIA E.FERMI 34
TITOLO: TAV.6 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI
DATA ESECUZIONE INDAGINI: 9 MARZO 2021

COMMITTENTE: TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE DI SARONNO (VA) - VIA E. FERMI 34

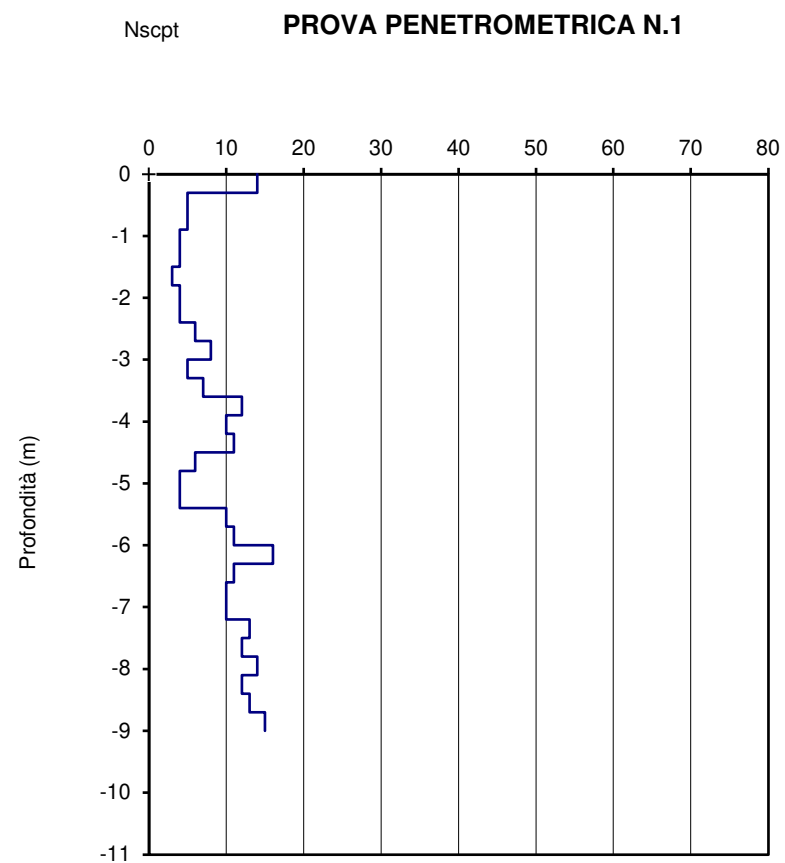
PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 10/03/2021

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL
0	14	
	5	
	5	
	4	
-1,5	4	
	3	
	4	
	4	
	6	
-3	8	
	5	
	7	
	12	
	10	
-4,5	11	
	6	
	4	
	4	
	10	
-6	11	
	16	
	11	
	10	
	10	
-7,5	13	

Profondità	RP	RL
	12	
	14	
	12	
	13	
-9	15	
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

Via Boccioni, 6 - 20052 Monza

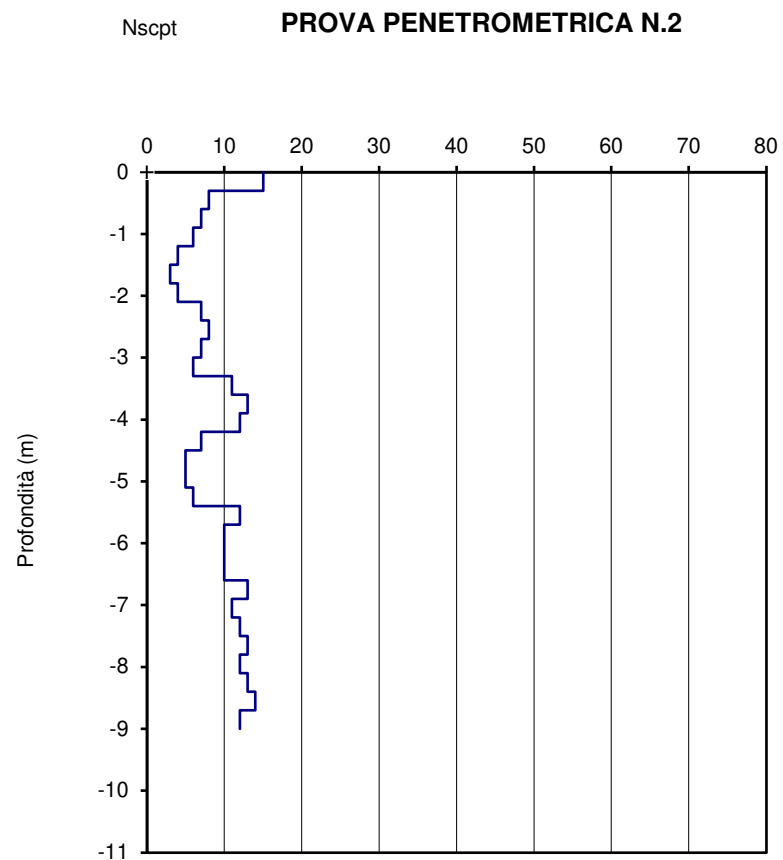
tel. 039/2028619

COMMITTENTE: TEKNE SRL - SARONNO (VA)
 CANTIERE DI SARONNO (VA) - VIA E. FERMI 34
 PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 10/03/2021

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

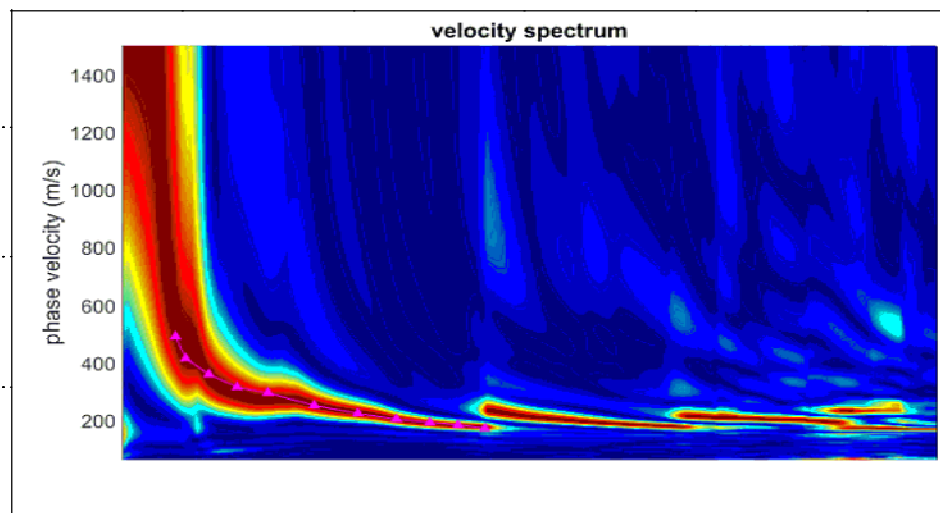
Profondità	RP	RL
0	15	
	8	
	7	
	6	
-1,5	4	
	3	
	4	
	7	
	8	
-3	7	
	6	
	11	
	13	
	12	
-4,5	7	
	5	
	5	
	6	
	12	
-6	10	
	10	
	10	
	13	
	11	
-7,5	12	

Profondità	RP	RL
	13	
	12	
	13	
	14	
-9	12	
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

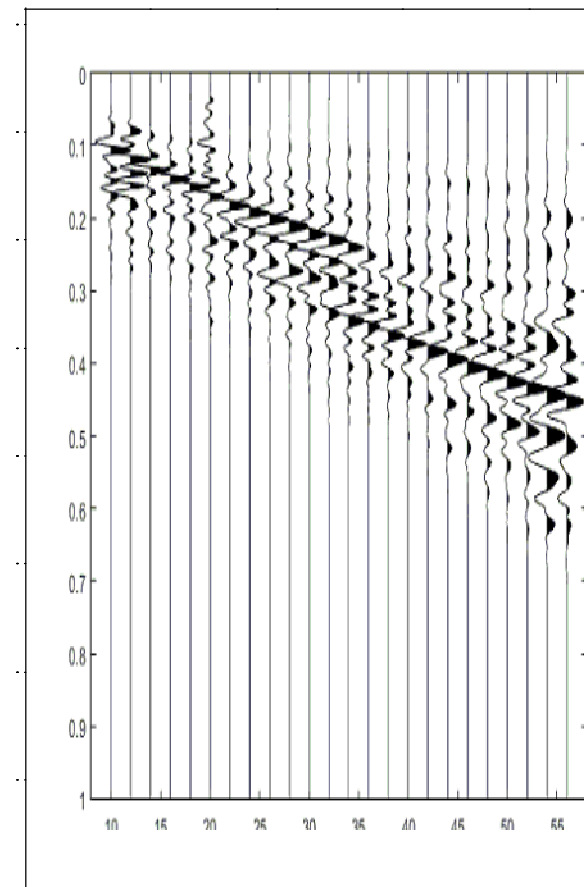
Via Boccioni, 6 - 20052 Monza
 tel. 039/2028619



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- / Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma

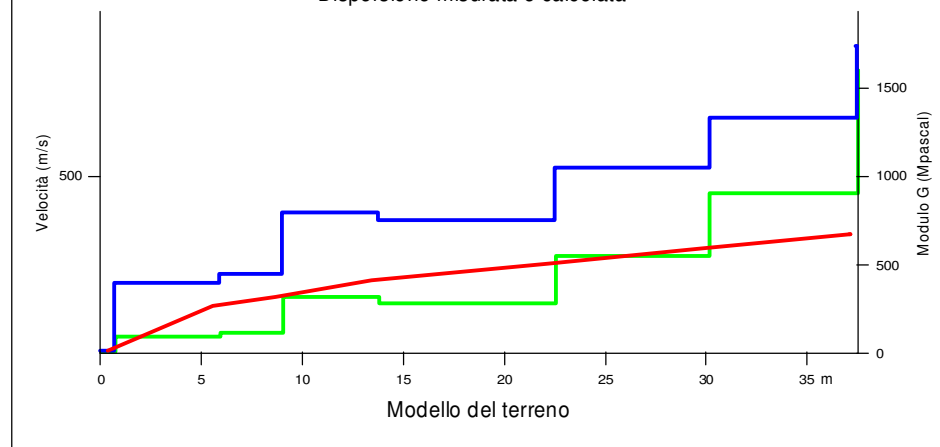
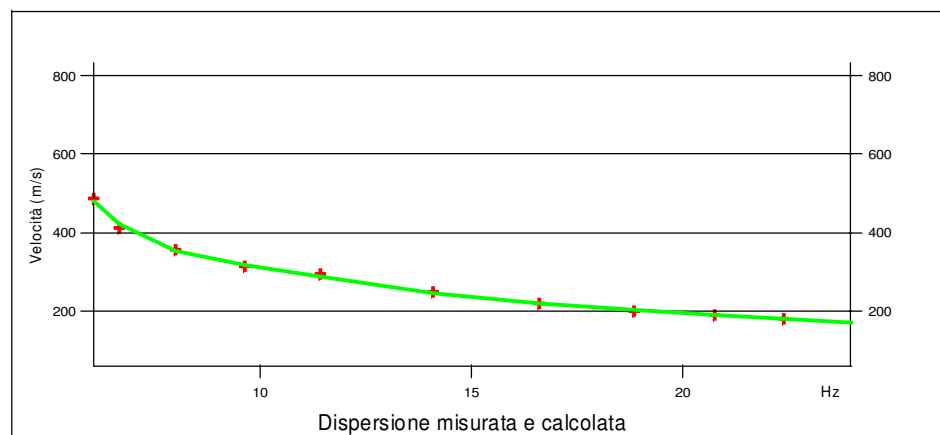


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.7	59	.0113	59	5
.7	5.9	231	.0225	174	93
5.9	9	254	.0122	195	113
9	13.8	409	.0117	238	319
13.8	22.5	388	.0225	280	284
22.5	30.1	521	.0147	317	549
30.1	37.5	648	.0113	353	902

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 317 m/s

PROVA SISMICA VS30

Saronno (VA) - via E. Fermi 34

Tekne S.r.l. - Saronno (VA)

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

Marzo 2021

FUSINA S.R.L.

INDAGINI NEL SOTTOSUOLO

COMMITTENTE:

TEKNE S.R.L. SARONNO (VA)

4122_23

AMPLIAMENTO DI UN CAPANNONE INDUSTRIALE

IN VIA E. FERMI 34 A SARONNO (VA)

- RELAZIONE GEOTECNICA (R2) AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018/NTC2018 -

MONZA, 16 MAGGIO 2023

Via Boccioni, 6 - 20900 Monza (MB)
Tel. 039/2028619 – Fax 039/2230311 – Cell. 348/7213807 – E-mail info@fusinasrl.it
C.F. e P.IVA 03014210961 - R.E.A. 1624114

1.	PREMESSA.....	2
2.	RIFERIMENTI.....	2
3.	METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI.....	3
4.	SOGGIACENZA DELLA FALDA.....	4
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEL TERRENO.....	4
6.	PROGETTO	8
7.	CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL TERRENO	8
8.	CALCOLO DEI CEDIMENTI	10
9.	COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO DI WINKLER.....	11
10.	APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO	11
11.	ALLEGATI	14

1. PREMESSA

La società *Tekne Srl* ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto al progetto di ampliamento di un capannone industriale esistente in via Enrico Fermi 34 a Saronno (VA).

Per la caratterizzazione geotecnica e sismica prendiamo in considerazione due prove penetrometriche dinamiche continue SCPT ed una prova sismica MASW, da noi eseguite nel marzo 2021 a supporto dell'ampliamento del capannone industriale adiacente.

L'interpretazione delle indagini, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa del D.M. 17/01/2018, è stata finalizzata principalmente alla definizione delle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni di fondazione.

L'obiettivo è stato quello di fornire ai progettisti tutti i valori necessari affinché venga da essi verificata la relazione $R_d > E_d$, come indicato nelle NTC 2018 paragrafo 2.3.

Fanno parte della presente relazione tecnica i seguenti allegati:

- ubicazione delle indagini;
- stralcio della carta di pericolosità sismica locale;
- grafici delle prove penetrometriche;
- elaborato grafico della prova sismica.

2. RIFERIMENTI

Normative

- P.G.T. comunale;
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 17 Gennaio 2018;
- Circolare esplicativa delle NTC 2018.

Riferimenti bibliografici

- Skempton A.W. (1986). *“Standard Penetration Test Procedures”* Géotechnique 36, n°2.
- Cestelli Guidi C. (1980). *“Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni”*. Settima Edizione, Hoepli. Vol. 2, pp. 144-188.
- Cestari F. (1990). *“Prove Geotecniche in Sito”*. Geo-Graph. Pp. 207-284.
- R. Lancellotta (1993). *“Geotecnica”*. Zanichelli.

3. METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI

Metodologia di esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

- altezza di caduta della mazza: 75 cm;
- peso della mazza: 73 kg;
- punta conica: conicità 60°, $\phi = 51$ mm;
- aste: $\phi = 34$ mm.

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).

Metodologia di esecuzione della prova sismica MASW

Lo scopo dell'indagine è stata quella di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali Vs da cui ricavare il parametro **Vseq**.

Le caratteristiche della prova sono:

Stendimento geofonico (m)	Energizzazioni (n.)	Geofoni (n.)
46	8	24

Analisi multicanale delle onde superficiali

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali. L'intero processo comprende tre passi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente, come è stato nel nostro caso.

In allegato sono riportati i risultati della prova MASW. Nel riquadro principale dell'elaborato si osserva la stratigrafia delle Vs ricavata dalla prova, nonché le curve di dispersione misurate e calcolate. A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro **Vseq** calcolato pari a **317 m/s**.

4. SOGGIACENZA DELLA FALDA

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche, spinte fino a – 9,00 metri, non è stata rilevata la presenza della falda freatica, che in questa zona di Saronno si attesta ad una profondità di oltre 20,00 metri dal piano strada.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEL TERRENO

Le prove penetrometriche hanno rilevato il seguente andamento geotecnico:

- dal piano strada a circa – 3,50 metri, il terreno è costituito da sabbia limosa scarsamente addensata (unità 1);
- da circa – 3,50 metri a circa – 4,50 metri, è presente sabbia ghiaiosa in matrice limosa mediamente addensata (unità 2);
- da circa – 4,50 metri a circa – 5,50 metri, si ha una diminuzione del grado di addensamento del terreno per la presenza di uno strato prevalentemente sabbioso-limoso (unità 3);
- da tale profondità al termine delle prove (– 9,00 metri), il terreno passa a sabbia con ghiaia e risulta mediamente addensato (unità 4).

I parametri geotecnici indicati nel seguito sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche.

I valori adottati come rappresentativi delle caratteristiche geotecniche dei terreni investigati sono quelli consigliati da diversi Autori (Peck, Hanson e Thornburn, 1953; K. Terzaghi e R.B. Peck, 1976; G. Sanglerat, 1979; J.E. Bowles, 1982) e sono stati definiti in modo moderatamente cautelativo.

I valori delle resistenze all'avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche sono stati correlati ai valori di N_{SPT} , utilizzati per la valutazione dei parametri di resistenza e deformabilità, mediante la seguente relazione:

$$N_{SPT} = 1,5 \times N_{SPT}$$

I valori di resistenza alla penetrazione dinamica ricavati dalle prove in sito sono stati normalizzati in funzione della profondità, del tipo di attrezzatura utilizzata e delle caratteristiche granulometriche generali dei terreni, secondo la seguente equazione:

$$N'(60) = N_{SPT} \times 1.08 \times Cr \times Cd \times Cn$$

dove: $N'(60)$ = valore di resistenza normalizzato

Cr = fattore di correzione funzione della profondità

Cd = fattore di correzione funzione del diametro del foro

Cn = fattore di correzione funzione della granulometria del terreno

1.08 = valore di correzione funzione delle caratteristiche di restituzione dell'energia sviluppata dall'attrezzatura

La stima del valore della densità relativa (Dr) è stata eseguita secondo le equazioni proposte da Skempton (1986):

$$Dr \cong \sqrt{N_{60}/60}$$

La valutazione del valore dell'angolo d'attrito mobilizzabile, in termini di sforzi efficaci, è stata effettuata sulla base delle correlazioni proposte da Shmertmann, 1977.

Sono state quindi riconosciute quattro unità geotecniche, suddivise per spessore e aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

- **da 0,00 metri a circa – 3,50 metri**

Unità 1

$$N_{SPT} = 5$$

$$\Phi = 27^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 20 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

- **da circa – 3,50 metri a circa – 4,50 metri**

Unità 2

$$N_{SPT} = 15$$

$$\Phi = 31^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 45 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

- **da circa – 4,50 metri a circa – 5,50 metri**

Unità 3

$$N_{SPT} = 7$$

$$\Phi = 28.5^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 25 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

- **da circa – 5,50 metri a – 9,00 metri**

Unità 4

$$N_{SPT} = 18$$

$$\Phi = 32^\circ$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 52 \%$$

$$c', c_u = 0 \text{ kN/m}^2$$

N.B.: N_{SPT} = numero colpi/30 cm;

Φ = angolo di attrito del materiale;

γ = peso di volume;

D_r = densità relativa;

c', c_u = coesione efficace, coesione non drenata.

Modulo Elastico

BURLAND & BURBIDGE (1985): questa correlazione è valida per tutti i tipi di suolo ed il modulo si ricava in funzione di N_{spt}

$$\text{Per } N_{spt} = 4 \Rightarrow E = (1,6 \div 2,4) \cdot N_{spt}$$

$$\text{Per } N_{spt} = 10 \Rightarrow E = (2,2 \div 3,4) \cdot N_{spt}$$

$$\text{Per } N_{spt} = 30 \Rightarrow E = (3,7 \div 5,6) \cdot N_{spt}$$

$$\text{Per } N_{spt} = 60 \Rightarrow E = (4,6 \div 7,0) \cdot N_{spt}$$

Valori indicativi del modulo elastico, in Kg/cm²

Terreno	Valore massimo di E	Valore minimo di E
Argilla molto molle	153	20,4
Argilla molle	255	51
Argilla media	510	153
Argilla dura	1020	510
Argilla sabbiosa	2550	255
Loess	612	153
Sabbia limosa	204	51
Sabbia sciolta	255	102
Sabbia compatta	816	510
Argilloscisto	51000	1530
Limo	204	20,4
Sabbia e ghiaia sciolta	1530	510
Sabbia e ghiaia compatte	2040	1020

Quindi, per le unità individuate si ottiene:

- Unità 1 → circa 15 Mpa = 153 kg/cm²;
- Unità 2 → circa 55 Mpa = 561 kg/cm²;
- Unità 3 → circa 21 Mpa = 214 kg/cm²;
- Unità 4 → circa 72 Mpa = 734 kg/cm².

6. PROGETTO

Sulla base delle indicazioni forniteci dai progettisti, riportiamo le caratteristiche principali dell'intervento.

Il progetto prevede l'ampliamento di un capannone industriale.

Per il calcolo della resistenza agli stati limite (capitolo 7), consideriamo la seguente tipologia fondazionale:

- fondazioni di tipo "dirette a plinti isolati";
- quota di imposta a circa – 2,50 metri dal piano strada;
- dimensioni minime in pianta dei plinti = 2,90 metri x 2,90 metri;
- altezza minima dei plinti = 0,60 metri.

7. CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL TERRENO

Per il calcolo della resistenza di progetto R_d , la normativa impone l'utilizzo di coefficienti parziali riduttivi, da applicare ai valori caratteristici dei parametri meccanici del terreno, secondo due approcci (6.4.2.1 – NTC2018). Le verifiche devono essere effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e SLU di tipo strutturale (STR), accertando che la condizione $Ed \leq R_d$, dove Ed è il valore di progetto dell'azione e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Si è scelto di utilizzare l'approccio 2, dove è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

Approccio 2: (azioni A1 + materiali M1 + resistenze R3)

Una volta conosciuti ed elaborati i parametri geotecnici, calcoliamo il carico limite; la valutazione è eseguita sulla base dell'equazione proposta da *Meyerhof (1963)*; l'equazione adottata, nella sua forma più generale, è la seguente:

$$R_k = 0.5 \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma + c N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q$$

dove:

R_k	[kPa]	= resistenza a rottura;
γ	[kN/mc]	= peso di volume;
B	[m]	= larghezza della fondazione;
c	[kPa]	= coesione;
q	[kPa]	= $\gamma \times D$ = sovraccarico dovuto al rinterro;
D	[m]	= profondità di incasso della fondazione;
N_γ, N_c, N_q	[-]	= fattori di capacità portante;
$s_\gamma s_c, s_q$	[-]	= fattori forma;
d_γ, d_c, d_q	[-]	= fattori profondità.

Per l'effetto sismico abbiamo utilizzato il metodo *Paolucci & Pecker (1997)*.

Per la tipologia di fondazione indicata al capitolo precedente si ottengono i seguenti risultati:

- **Condizioni statiche, carico limite $R_k = 5,70 \text{ kg/cm}^2$;**
- **Condizioni sismiche, carico limite $R_k = 5,63 \text{ kg/cm}^2$.**

Per il calcolo del valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico, l'approccio impone il coefficiente parziale $R_3 = 2,3$.

Ne consegue che la resistenza di progetto R_d (Stato Limite Ultimo) che non deve essere superata dalle azioni di progetto E_d è:

- **Condizioni statiche, $R_d \text{ (SLU)} = 2,48 \text{ kg/cm}^2$;**
- **Condizioni sismiche, $R_d \text{ (SLV)} = 2,45 \text{ kg/cm}^2$.**

Per il calcolo della resistenza del terreno allo Stato Limite di Esercizio (SLE), consideriamo le azioni non amplificate dai coefficienti A_1 . Dividiamo quindi il valore R_d per il valore medio dei coefficienti di amplificazione delle azioni (A_1), che, nel caso dell'approccio considerato, possiamo quantificare in 1,4. Si ottiene **SLE = 1,75 kg/cm²**.

8. CALCOLO DEI CEDIMENTI

Per il calcolo dei cedimenti utilizziamo il metodo di *Burland & Burbidge*, basato su un'analisi statistica di oltre 200 casi reali, comprendenti fondazioni di dimensioni variabili tra 0.8 e 135 m. L'espressione per il calcolo dei cedimenti è la seguente:

$$s = f_s \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{vo} \cdot B^{0.7} \cdot \frac{I_c}{3} + (q' - \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c \right],$$

dove: q' = pressione efficace lorda (kPa),

σ'_{vo} = tensione verticale efficace alla quota di imposta della fondazione (kPa),

B = larghezza della fondazione (m),

I_c = indice di compressibilità,

f_s, f_H, f_t = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e della componente viscosa dei cedimenti.

I valori dei cedimenti forniti dall'equazione sopra esposta sono espressi in mm.

Il valore medio di I_c è dato da:

$$I_c = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}},$$

dove N_{AV} rappresenta la media dei valori N_{SPT} all'interno di una profondità significativa, z_i , deducibile da dati tabulati da *Burland & Burbidge (1984)* e reperibili in letteratura tecnica.

Se lo strato compressibile ha uno spessore H inferiore ai valori di z_i , nell'equazione per il calcolo del cedimento se ne tiene conto tramite il fattore f_H dalla seguente relazione:

$$f_H = \frac{H}{z_i} \cdot \left(2 - \frac{H}{z_i} \right).$$

Il fattore di forma f_s è dato da:

$$f_s = \left(\frac{1.25 \cdot L/B}{L/B + 0.25} \right)^2.$$

Infine, il fattore correttivo f_t è dato da:

$$f_t = \left(1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right),$$

in cui t = tempo espresso in anni (≥ 3);

R_3 = costante pari a 0,3 nel caso di carichi statici.

Calcolo dei cedimenti - Burland & Burbidge (1984)		
	Tempo, 0 sec	Tempo, 15 anni
SLE = 1,75 kg/cm ²	s _i = 10 mm	s _t = 16 mm

9. COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO DI WINKLER

Il valore del coefficiente di Winkler è il parametro che permette di determinare la rigidità di una fondazione; viene calcolato con il metodo di *Bowles (1982)*, in funzione dei cedimenti massimi e della pressione allo SLU. Il risultato ottenuto è:

$$K_{\text{winkler}} = 1,55 \text{ kg/cm}^3.$$

10. APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO

Nella relazione geologica (R1+R3) da noi redatta al fine di verificare la fattibilità geologica dell'intervento in oggetto, abbiamo svolto la caratterizzazione sismica del sito, che qui riportiamo nei suoi valori più significativi.

Pericolosità sismica locale:

Secondo la classificazione sismica vigente (Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129), il comune di Saronno risulta inserito in zona sismica 4.

Come riportato nella "Carta di Pericolosità Sismica Locale" allegata al P.G.T. comunale, per l'area di intervento non viene individuato alcuno scenario di pericolosità sismica locale PSL, sebbene il contesto geologico-geomorfologico farebbe propendere per uno scenario Z4a.

Per la valutazione numerica degli effetti di amplificazione sismica sito-specifica la procedura di cui al punto 1.4.4 dell'Allegato B alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Sintesi delle procedure", prevede l'applicazione di tre livelli di approfondimento sismico con grado di dettaglio crescente in funzione della zona sismica di appartenenza, come illustrato nella tabella seguente:

	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	1° livello fase pianificatoria	2° livello fase pianificatoria	3° livello fase progettuale
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2.
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

Nel caso specifico, considerando che non è stato individuato nessuno scenario sismico e che l'opera in progetto comunque non riguarda un edificio strategico e/o rilevante, è più che sufficiente l'approfondimento sismico di 1° livello.

Parametri sismici:

Sito in esame

latitudine: 45,615302
 longitudine: 9,031863
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 11592	Lat: 45,6014	Lon: 8,9927	Distanza: 3415,532
Sito 2 ID: 11593	Lat: 45,6040	Lon: 9,0640	Distanza: 2801,141
Sito 3 ID: 11371	Lat: 45,6539	Lon: 9,0602	Distanza: 4826,927
Sito 4 ID: 11370	Lat: 45,6513	Lon: 8,9889	Distanza: 5210,969

I parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito sono i seguenti:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	a_g [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.157	2.56	0.159
S.L.D.	50.0	0.196	2.539	0.178
S.L.V.	475.0	0.402	2.656	0.285
S.L.C.	975.0	0.49	2.708	0.305

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	a_{max} [m/s ²]	β [-]	k_h [-]	k_v [sec]
S.L.O.	0.2355	0.2	0.0048	0.0024
S.L.D.	0.294	0.2	0.006	0.003
S.L.V.	0.603	0.2	0.0123	0.0061
S.L.C.	0.735	0.2	0.015	0.0075

- vita nominale dell'edificio V_n (2.4.1 - NTC2018) maggiore di 50 anni;
- classe d'uso "II" (2.4.2 – NTC2018);
- periodo di riferimento V_r per le azioni sismiche è pari a $V_n \times C_u$ (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = 50 anni;
- la prova sismica MASW ha fornito un risultato pari a $V_{sEq.} = 317$ m/s, corrispondente alla categoria sismica di sottosuolo C, definita nella tabella 3.2.II del D.M. 17/01/2018;
- come condizione topografica al contorno, deve essere considerata la categoria T1, propria dei terreni pianeggianti.

Verifica alla liquefazione:

Nel caso in esame, i terreni di fondazione non sono da ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in quanto è verificata almeno la condizione 1) di cui al paragrafo 7.11.3.4.1 del D.M. 17/01/2018 (NTC 2018), ossia " $a_{max} < 0,1g$ ".

Infatti, l'accelerazione massima a_{max} per lo stato limite SLV, amplificata del coefficiente 1,5 per la categoria sismica C, è circa 0,0614 g, che è quindi minore di 0,1 g.

Pertanto, manca l'elemento scatenante perché si verifichi il fenomeno della liquefazione.

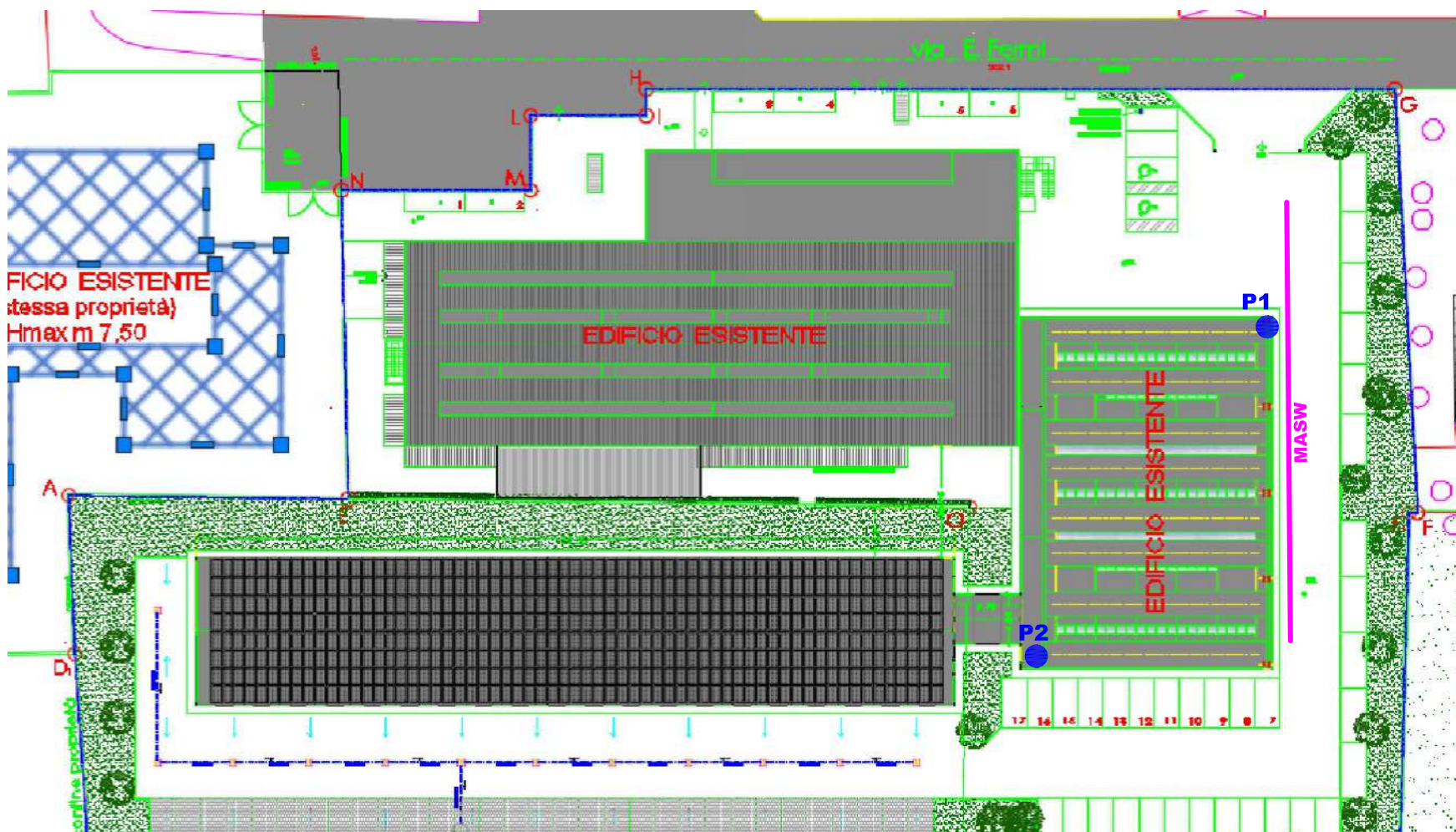
Il sito può essere considerato stabile ai sensi del D.M. 17/01/18 e della D.G.R. IX/2616/2011.

Dott. Geol. Fabio Fusina

Fabio Fusina



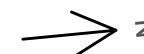
11. ALLEGATI



LEGENDA:

● PROVE PENETROMETRICHE
(MARZO 2021)

— STENDIMENTO SISMICO
MASW (MARZO 2021)



FUSINA S.R.L.

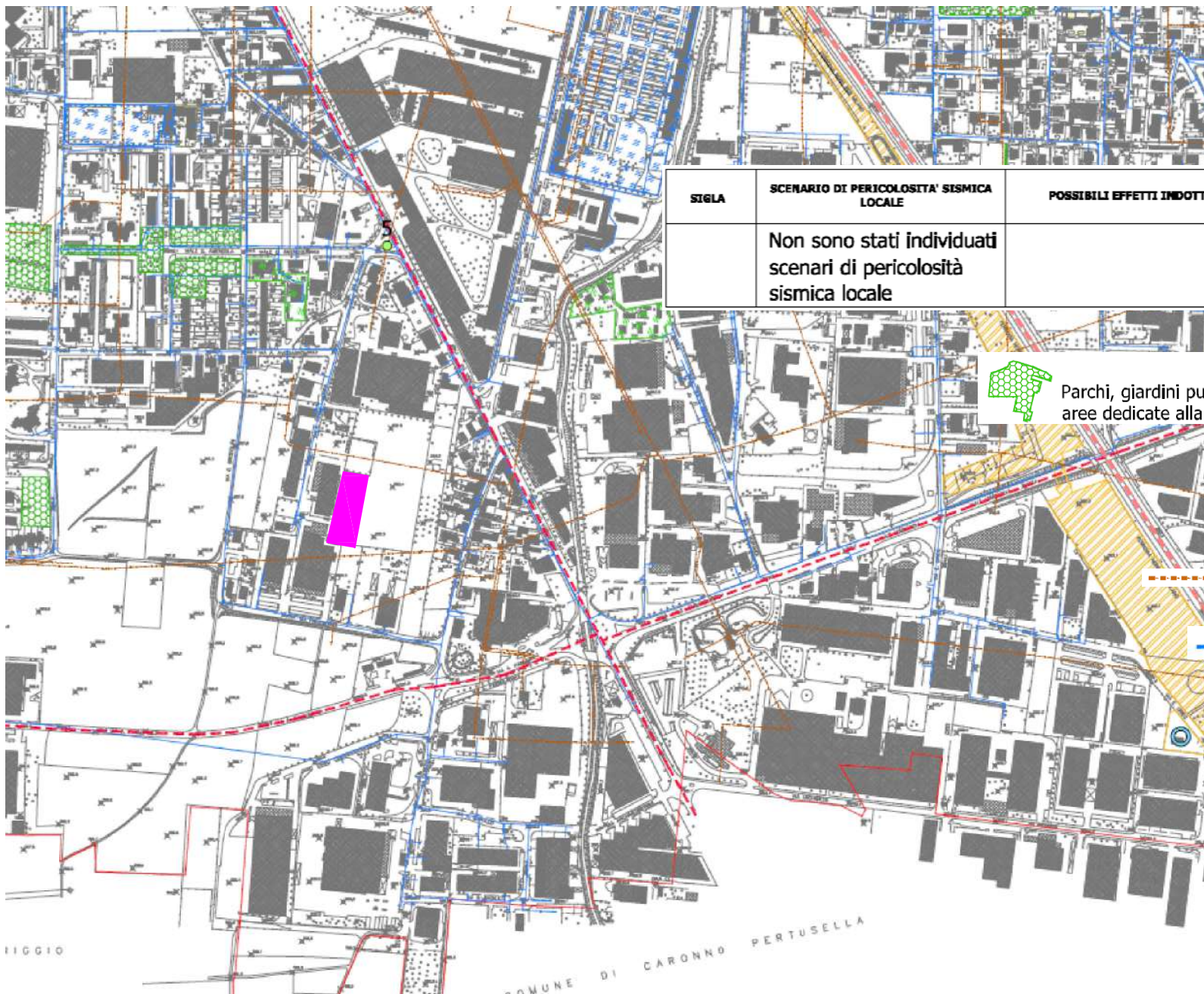
Via Boccioni, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE:
SARONNO (VA) - VIA E.FERMI 34

TITOLO:
UBICAZIONE DELLE INDAGINI

DATA ESECUZIONE INDAGINI:
9 MARZO 2021



AREA DI INTERVENTO



SIGLA	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	POSSIBILI EFFETTI INDOTTI	CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO per edifici di cui al d.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003
	Non sono stati individuati scenari di pericolosità sismica locale			



Parchi, giardini pubblici, aree verdi, attrezzate e non attrezzate, aree dedicate alla forestazione urbana

----- Strade di intenso traffico

----- Rete di adduzione principale in alta pressione

— Rete acquedottistica

FUSINA S.R.L.

Via Bocconi, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE:
SARONNO (VA) - VIA E. FERMI 34

TITOLO:
STRALCIO DELLA CARTA DI PERICOLOSITA'
SISMICA LOCALE

DATA:
MAGGIO 2023

COMMITTENTE: TEKNE SRL - SARONNO (VA)

CANTIERE DI SARONNO (VA) - VIA E. FERMI 34

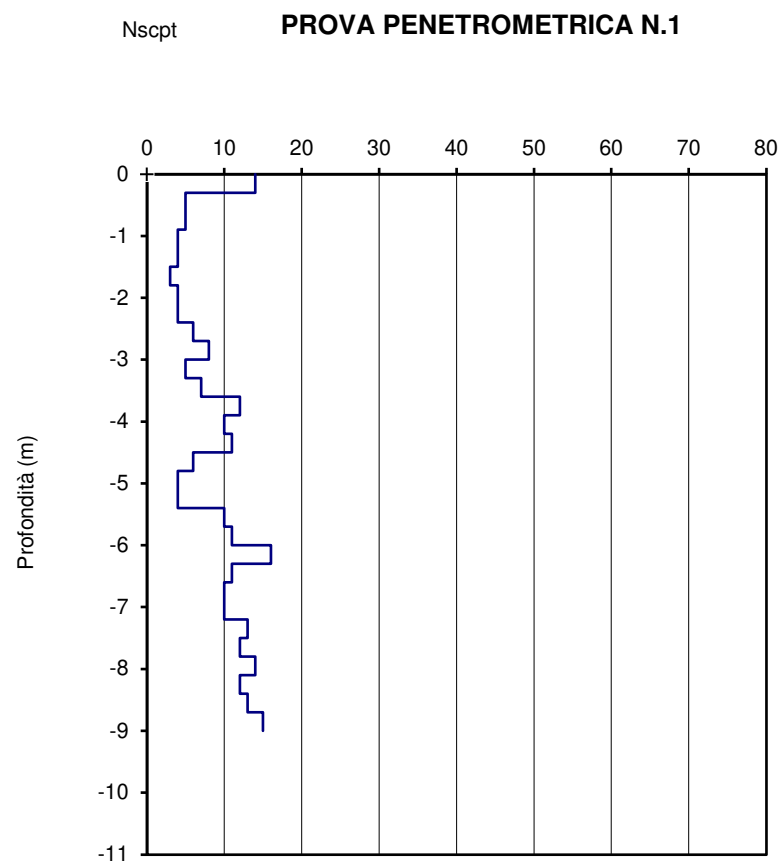
PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 10/03/2021

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità	RP	RL
0	14	
	5	
	5	
	4	
-1,5	4	
	3	
	4	
	4	
	6	
-3	8	
	5	
	7	
	12	
	10	
-4,5	11	
	6	
	4	
	4	
	10	
-6	11	
	16	
	11	
	10	
	10	
-7,5	13	

Profondità	RP	RL
	12	
	14	
	12	
	13	
-9	15	
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

Via Boccioni, 6 - 20052 Monza

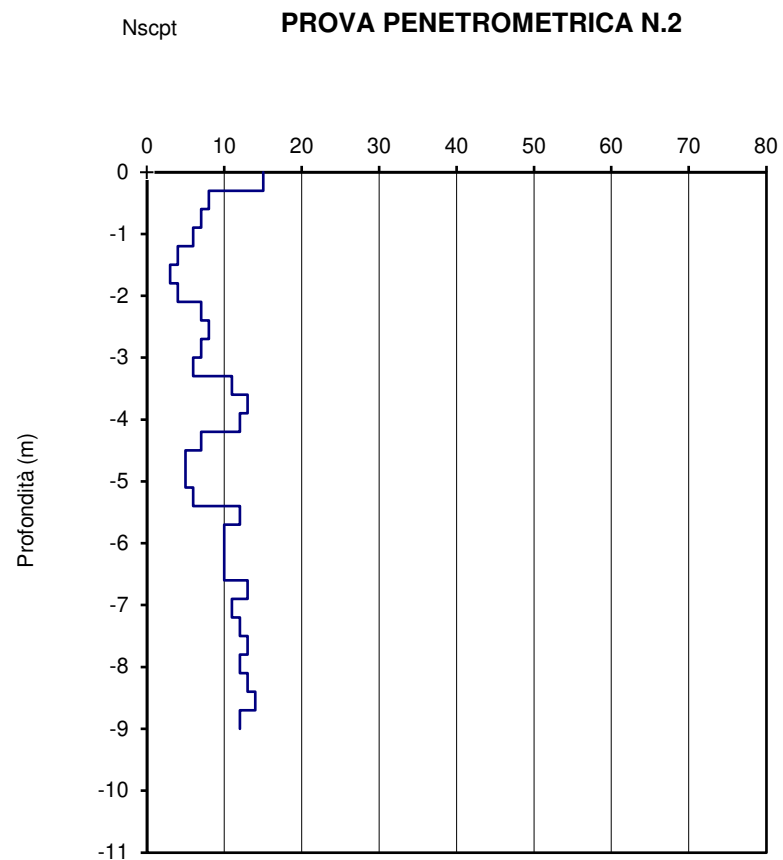
tel. 039/2028619

COMMITTENTE: TEKNE SRL - SARONNO (VA)
 CANTIERE DI SARONNO (VA) - VIA E. FERMI 34
 PROFONDITA' DELLA FALDA: NON RILEVATA
 DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 10/03/2021

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

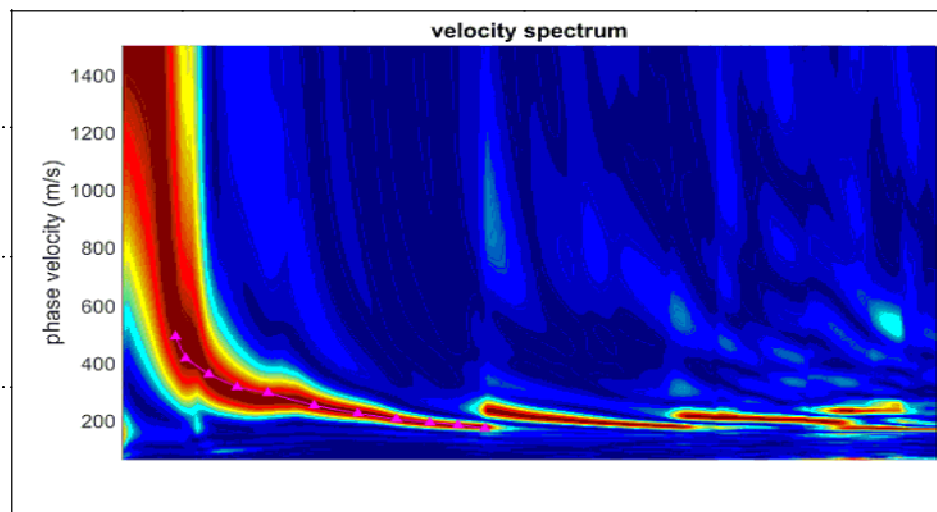
Profondità	RP	RL
0	15	
	8	
	7	
	6	
-1,5	4	
	3	
	4	
	7	
	8	
-3	7	
	6	
	11	
	13	
	12	
-4,5	7	
	5	
	5	
	6	
	12	
-6	10	
	10	
	10	
	13	
	11	
-7,5	12	

Profondità	RP	RL
	13	
	12	
	13	
	14	
-9	12	
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

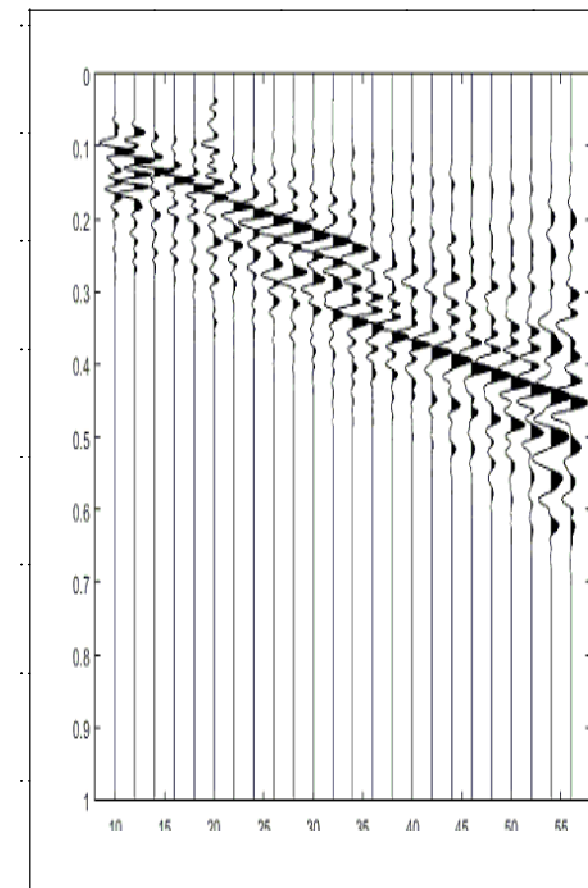
Via Boccioni, 6 - 20052 Monza
 tel. 039/2028619



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma

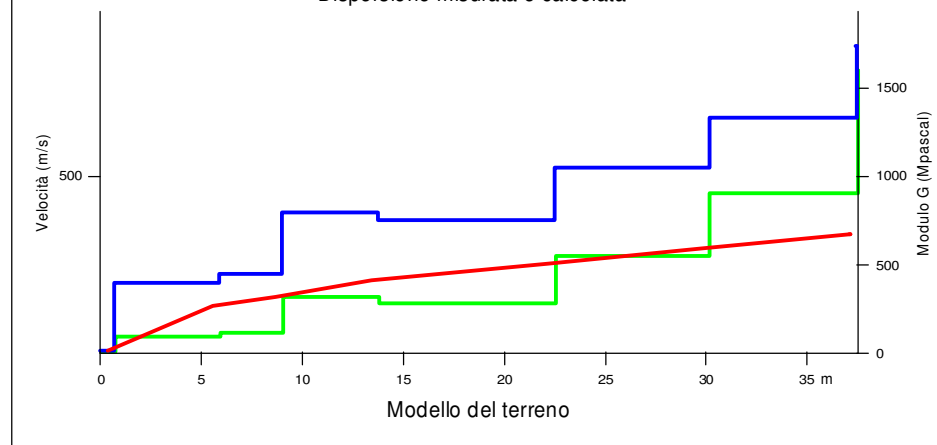
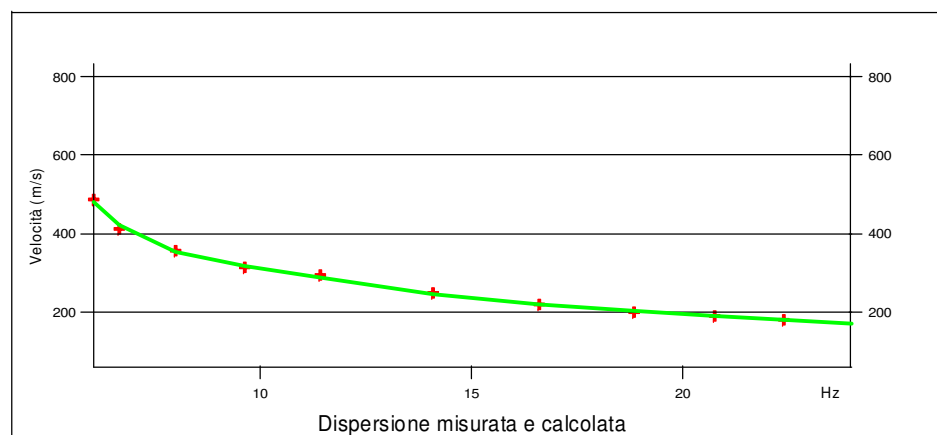


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.7	59	.0113	59	5
.7	5.9	231	.0225	174	93
5.9	9	254	.0122	195	113
9	13.8	409	.0117	238	319
13.8	22.5	388	.0225	280	284
22.5	30.1	521	.0147	317	549
30.1	37.5	648	.0113	353	902

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 317 m/s

PROVA SISMICA VS30

Saronno (VA) - via E. Fermi 34

Tekne S.r.l. - Saronno (VA)

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

Marzo 2021



DICHIARAZIONE/ ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO DI CONGRUITA' DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL PARAGRAFO 6.2.1 NTC 2018 e/o DALLA D.G.R. 2616/2011

Il sottoscritto FABIO FUSINA

iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione LOMBARDIA

incaricato in data 15/05/2023

da TEKNE S.R.L.

per conto di _____

di redigere la relazione geologica relativa al seguente intervento

AMPLIAMENTO DI UN CAPANNONE INDUSTRIALE ESISTENTE

da eseguire in Comune di SARONNO (VA)

Località _____

indirizzo VIA E. FERMI

n° 34

CAP

2	1	0	4	7
---	---	---	---	---

Comune Catastale I441

Foglio n. _____

Mappale o Particella _____

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000),

DICHIARA

A. che la relazione geologica in oggetto è stata redatta ai sensi di:

- ☐ D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- ☒ D.G.R. 2616/2011 e D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- ☐ D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018), recependo quanto contenuto in una relazione geologica già depositata, redatta ai sensi della D.G.R. 2616/2011 per il rilascio del titolo abilitativo relativo all'intervento in questione

B. che, nello studio geologico comunale (PGT vigente) redatto in attuazione dell'art. 57 comma 1 della L.R. 12/2005, al sito di intervento sono state attribuite le seguenti caratteristiche geologiche:

1. SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE PSL 1 LIV – DGR2616/2011 all. 5 p.to 2.1

- | | | |
|---|--|---|
| ☐ Z1 Instabilità dei versanti | ☐ Z2a Cedimenti | ☐ Z2b Liquefazione |
| ☐ Z3 Amplificazione topografica | ☐ Z4 Amplificazione Stratigrafica | |
| ☐ Z5 Comportamenti differenziali | ☒ Nessuno scenario | |

1.1 VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO PSL 2 LIV – DGR2616/2011 all. 5 p.to 2.2

- ☐ Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) > Soglia comunale (FAS)*
☐ Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) <= Soglia comunale (FAS)*
☒ Analisi di secondo livello non effettuata

* tenuto conto delle tolleranze ammesse nell'Allegato 5 della D.G.R. 2616/2011

2. CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR2616/2011 p.to 3.1

- ☐ 1 senza particolari limitazioni
☒ 2 con modeste limitazioni
☐ 3 con consistenti limitazioni
☐ 4 con gravi limitazioni

2.1 TIPO DI LIMITAZIONE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR2616/2011 p.to 3.2

- ☐ a) Instabilità dei versanti
☐ b) Vulnerabilità idrogeologica
☐ c) Vulnerabilità idraulica
☒ d) Scadenti caratteristiche geotecniche
☐ nessuna particolare limitazione

DICHIARA INOLTRE

in fase di predisposizione dello studio geologico a supporto della progettazione

C. di aver seguito tutte le prescrizioni previste dalle norme geologiche di piano vigenti riportate nel piano delle regole del PGT del Comune di SARONNO (VA)

D. di aver eseguito ai sensi degli allegati alla DGR2616/2011, conformemente alle linee guida disponibili:

- ☐ Approfondimento relativo all'instabilità dei versanti dal punto di vista statico (App1)
☐ Approfondimento relativo alla vulnerabilità idrogeologica (App2)
☐ Approfondimento relativo alla vulnerabilità idraulica (App3)
☒ Approfondimento relativo alle scadenti caratteristiche geotecniche (App4)
☐ Approfondimento relativo agli aspetti sismici (App5), la cui tipologia e grado sono dettagliatamente descritte nelle successive schede
☐ Nessun particolare approfondimento

E. di aver redatto il modello geologico del sito sulla base di:

- ☐ indagini appositamente eseguite nel sito d'interesse o nel suo immediato intorno, del tipo

- ☒ indagini pregresse, la cui estendibilità al sito d'interesse è stata adeguatamente motivata in relazione, del tipo

DUE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SCPT, UNA PROVA SISMICA MASW

F. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo stratigrafico attraverso:

- ☐ analisi di risposta sismica locale
- ☒ procedura semplificata basata sulla definizione della categoria di sottosuolo, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria di sottosuolo:

☐ A ☐ B ☒ C ☐ D ☐ E

mediante la seguente tipologia d'indagine PROVA SISMICA MASW

la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione

G. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico attraverso:

- ☐ analisi di risposta sismica locale
- ☒ procedura semplificata basata sulla definizione della categoria topografica, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria topografica:

☒ T1 ☐ T2 ☐ T3 ☐ T4

mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala 1:10000

la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione

H. di aver adeguatamente considerato la sicurezza nei confronti del fenomeno della liquefazione, mediante:

- ☒ esclusione della verifica (paragrafo 7.11.3.4.2 NTC 2018), opportunamente motivata in relazione
- ☐ verifica della stabilità (paragrafo 7.11.3.4.3 NTC 2018) mediante la seguente metodologia

I. che l'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito:

- ☒ senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio
- ☐ previa esecuzione di opere e/o accorgimenti costruttivi da eseguirsi durante i lavori relativi all'intervento in oggetto
- ☐ previa esecuzione di specifiche opere e/o interventi per la mitigazione del rischio da eseguirsi prima dei lavori relativi all'intervento in oggetto; in relazione a questo si specifica che tali lavori:
 - ☐ non sono stati eseguiti o sono stati eseguiti solo parzialmente
 - ☐ sono stati eseguiti nel rispetto delle prescrizioni contenute nello studio specifico e con il quale risultano compatibili

ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti .

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti del Regolamento UE 2016/679 e del Dlgs 101/2018 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

luogo MONZA

data 16/05/2023

IL GEOLOGO

FABIO FUSINA

(timbro e firma)

Fabio Fusina



MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - INSTABILITA'

Nel caso di scenari PSL di tipo Z1a, Z1b e Z1c (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011) per tipologia di frane in terra

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	☐ Modello geologico del sito ☐ Classificazione USCS dei materiali ☐ Modello geotecnico del sito		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	☐ Analisi all'equilibrio limite in condizioni statiche (FS) e pseudo-statiche (FSps)		
Risultati al 1° grado di approfondimento	☐ FSps ≥ 1.3 Fine approfondimento SITO STABILE	☐ $1.1 \leq FSps < 1.3$ Obbligo del 2° grado di approfondimento	☐ FSps < 1.1 Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		☐ Prove in sito per determinazione indiretta dei parametri di resistenza	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		☐ Stima dello spostamento atteso mediante relazioni empiriche disponibili in letteratura opportunamente scelte e motivate	
Risultati al 2° grado di approfondimento		☐ Spostamento ≤ 2 cm Fine approfondimento SITO STABILE	☐ Spostamento > 2 cm Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			☐ Rilievo topografico di dettaglio ☐ Indagine di sismica rifrazione ☐ Indagini in sito di tipo diretto tramite sondaggio/i a carotaggio continuo ☐ Prove in foro ☐ Prove di laboratorio su campioni indisturbati
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			☐ Analisi dinamiche semplificate (metodo degli spostamenti)
Risultati al 3° grado di approfondimento			☐ Spostamento ≤ 5 cm Fine approfondimento SITO STABILE ☐ Spostamento > 5 e ≤ 15 cm Verifica DI AMMISSIBILITA' DELLO SPOSTAMENTO ☐ Spostamento > 15 cm OPERE DI SISTEMAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO
☐ Eventuali verifiche di stabilità con metodi avanzati di analisi dinamica (da non intendere come sostitutivi dei metodi precedenti)			

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - AMPLIFICAZIONE

Nel caso di scenari PSL di tipo Z3, Z4 e relativi sottotipi (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011), qualora l'analisi sismica di II° livello non fosse stata eseguita nel sito d'indagine, sebbene obbligatoria, o fosse stata eseguita ma il fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) risulti maggiore del valore di soglia comunale (FAS), *previo specifica tolleranza ammessa dalla normativa regionale (Allegato 5 D.G.R. 2616/2011); tali approfondimenti saranno da prevedere anche nel caso dello scenario PSL di tipo Z5 (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011)

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	☐ Modello sismo-stratigrafico del sito		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	☐ Analisi di II° livello ai sensi dell'Allegato 5 DGR2616/2011 applicata al sito oggetto di intervento, previa verifica dei requisiti di applicabilità, ovvero: 1- Assenza di fenomeni 2D legati alla risonanza di bacino 2- Assenza di inversioni di velocità significative 3- Contrasti di impedenza sismica < 3 4- Valori di VSH > 250 m/s		
Risultati al 1° grado di approfondimento	☐ $FAC \leq FAS^*$ Fine approfondimento Compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo corrispondente al VS30 misurato ☐ $FAC > FAS^*$ Fine approfondimento Non compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo superiore a quella corrispondente al VS30 misurato	☐ $FAC > FAS^*$ Nel caso non siano disponibili schede di II° livello valide per la situazione investigata o nel caso si voglia aumentare il grado di accuratezza delle previsioni 2° grado di approfondimento	☐ Non applicabilità dell'analisi di II° livello Obbligo del 3° grado di approfondimento Oppure nel caso ☐ $FAC > FAS^*$ e nel caso si scelga di NON utilizzare la Categoria di Sottosuolo superiore a quella corrispondente al VS30 misurato 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		☐ Indagine sismica di tipo MASW e/o rifrazione onde SH	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		☐ Verifica ed integrazione del modello geofisico del sottosuolo e analisi numeriche, utilizzando gli accelerogrammi di input regionali e calcolo di FAC	
Risultati al 2° grado di approfondimento		☐ $FAC \leq FAS^*$ Fine approfondimento Compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo corrispondente al VS30 misurato ☐ $FAC > FAS^*$ Fine approfondimento Non compatibilità energetica del metodo semplificato proposto dalle NTC con i fenomeni attesi al sito: utilizzo della Cat. Sottosuolo superiore a quella corrispondente al VS30 misurato	Nel caso ☐ $FAC > FAS^*$ e nel caso si scelga di NON utilizzare la Categoria di Sottosuolo superiore a quella corrispondente al VS30 misurato 3° grado di approfondimento

Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			☐ Indagine di sismica superficiale combinata con più tecniche, compreso ARRAY2D con velocimetri ad acquisizione sincrona nei casi di substrato rigido posto a profondità maggiori di 20-30 m
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			☐ Analisi di risposta sismica locale con sets accelerometrici di input opportunamente selezionati (almeno due gruppi ciascuno da 7 accelerogrammi per SLV e SLD)
Risultati al 3° grado di approfondimento			☐ Spettri di risposta elastici e/o accelerogrammi calcolati al piano di fondazione Fine approfondimento

MODULO 9: Approfondimento 5 relativo agli aspetti sismici (App5) - LIQUEFAZIONE

Nel caso di scenari PSL di tipo Z2b (Tabella 1 p.to 2.1 Allegato 5 D.G.R. 2616/2011) soggetti a fenomeni di liquefazione

	1° grado	2° grado	3° grado
Conoscenze minime obbligatorie al 1° grado di approfondimento	☐ Valore di Magnitudo massima attesa ☐ Valore di a_{max} in superficie ☐ Soggiacenza della falda ☐ Curva granulometrica e valori di resistenza penetrometrica normalizzata negli orizzonti non coesivi saturi presenti entro il volume significativo di sottosuolo		
Verifiche e modellazioni al 1° grado di approfondimento	☐ Valutazione dei requisiti per l'esclusione della verifica di sicurezza alla liquefazione		
Risultati al 1° grado di approfondimento	☐ Assenza dei fattori scatenanti e/o predisponenti Fine approfondimento SITO STABILE	☐ Presenza dei fattori scatenanti e predisponenti Obbligo del 2° grado di approfondimento	
Indagini integrative minime obbligatorie al 2° grado di approfondimento		☐ Prove in sito per determinazione indiretta dei parametri di resistenza ciclica CRR ☐ Determinazione sperimentale della frazione di fine FC alle profondità di analisi	
Verifiche e modellazioni al 2° grado di approfondimento		☐ Stima del coefficiente di sicurezza alla liquefazione (FL) tramite applicazione puntuale di metodi storico-empirici ad almeno 3 diverse profondità ritenute significative	
Risultati al 2° grado di approfondimento		☐ $FL \geq 1.0$ (per tutti i punti d'analisi) Fine approfondimento SITO STABILE	☐ $FL < 1.0$ (per almeno un punto d'analisi) Obbligo del 3° grado di approfondimento
Indagini integrative minime obbligatorie al 3° grado di approfondimento			☐ Prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTe) o piezocono (CPTu)
Verifiche e modellazioni al 3° grado di approfondimento			☐ Stima dell'andamento del coefficiente di sicurezza alla liquefazione con la profondità tramite applicazione di metodi storico-empirici e calcolo del potenziale di liquefazione I_L valido per una profondità critica almeno pari al volume significativo di sottosuolo
Risultati al 3° grado di approfondimento			☐ $I_L \leq 2.0$ Fine approfondimento SITO STABILE ☐ $2.0 < I_L \leq 5.0$ Verifica DI AMMISSIBILITA' DELLO SPOSTAMENTO ☐ $I_L > 5.0$ OPERE DI SISTEMAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO
☐ Eventuali verifiche di sicurezza con metodi avanzati di analisi dinamica (da non intendere come sostitutivi dei metodi precedenti)			



DICHIARAZIONE/ ASSEVERAZIONE DELL'ESTENSORE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA DI CONGRUITA' DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOTECNICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL PARAGRAFO 6.2.2 NTC 2018

Il sottoscritto FABIO FUSINA

iscritto ALL'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA

incaricato in data 15/05/2023

da TEKNE S.R.L.

per conto di _____

di redigere la relazione geotecnica relativa al seguente intervento

AMPLIAMENTO DI UN CAPANNONE INDUSTRIALE ESISTENTE

eseguito in Comune di SARONNO (VA)

Località _____

Indirizzo VIA E. FERMI

n° 34

cap

2	1	0	4	7
---	---	---	---	---

Comune Catastale I441

Foglio n. - _____

Mappale o Particella

- _____

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno i benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000),

DICHIARA

A. di aver fatto riferimento al modello geologico desunto da specifica relazione a firma del Geologo

FABIO FUSINA

B. di aver redatto il modello geotecnico del sito considerando un volume significativo di terreno compatibile con le caratteristiche dell'intervento e la natura e caratteristiche del sottosuolo

C. di aver considerato nei relativi calcoli geotecnici l'effetto delle azioni sismiche attese, tenendo adeguatamente in considerazione:

1. gli effetti di amplificazione stratigrafica, attraverso:

- ☐ analisi di risposta sismica locale
- ☒ procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria di sottosuolo (paragrafo 3.2.2 NTC 2018):
- ☐ A ☐ B ☒ C ☐ D ☐ E

2. gli effetti di amplificazione topografica, attraverso:

- ☐ analisi di risposta sismica locale
- ☒ procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria topografica (paragrafo 3.2.2 NTC 2018):
- ☒ T1 ☐ T2 ☐ T3 ☐ T4

D. di aver adeguatamente tenuto in considerazione i risultati della verifica di sicurezza del terreno di fondazione nei confronti della liquefazione

E. di aver individuato i seguenti parametri geotecnici caratteristici del terreno di fondazione:

peso dell'unità di volume: $\gamma = 17-18 \text{ kN/mc}$

angolo di resistenza al taglio: $\Phi = 27^\circ-32^\circ$

coesione efficace: $c' = 0 \text{ kN/mq}$

coesione non drenata: $c_u = 0 \text{ kN/mq}$

F. di avere redatto la presente relazione conformemente a quanto previsto dalle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17-01-2018

ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti e delle relative istruzioni applicative.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti del Regolamento UE 2016/679 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

luogo MONZA

data 16/05/2023

L'ESTENSORE DELLA RELAZIONE GEOTECNICA

FABIO FUSINA

(timbro e firma)

Fabio Fusina

