

Committente



COMUNE DI
COMO

SETTORE 11 - SERVIZI TECNICI CIMITERIALI -
MANUTENZIONE PALAZZO CERNEZZI - LOGISTICA -
PREVENZIONE E PROTEZIONE AZIENDALE



Certificato ISO 9001:2008 n° 14687

Via G. Gozzano n. 6
20831 Seregno (MB)
Tel. 0362.221543
0362.246248
Fax 0362.247012
email: studio@mpiassociati.it
www.mpiassociati.it

COMMESSA
AAARCHIVIO21\C121-21

F.TO

ELABORATO

FILE

SCALA

DOCPEGE14

PROGETTO IN UNICA FASE (PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA - PROGETTO DEFINITIVO - PROGETTO ESECUTIVO)

DENOMINAZIONE PROGETTO

**CIMITERO DI MONTE OLIMPINO - COLOMBARI OVEST:
RIFACIMENTO/ADEGUAMENTO PARAPETTI, RIFACIMENTO DI UNA SCALA,
INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO STATICO/STRUTTURALE DI PILASTRI E
STRUTTURE ORIZZONTALI, RIFACIMENTO DELLA RETE LOCALE DI SMALTIMENTO
DELLE ACQUE METEORICHE, OPERE VARIE> - CUP: J18C20000110004**

DENOMINAZIONE ELABORATO

Allegato O - Relazione Geologica

2	DICEMBRE 2022	REVISIONE 02
1	LUGLIO 2022	REVISIONE 01
0	MAGGIO 2022	EMISSIONE DEF/ESE
REV	DATA	DESCRIZIONE

DATA	STESURA	VERIFICATO	APPROVATO
DICEMBRE 2022	V.M. - A.A.	A. MAURI	A. MAURI
I PROGETTISTI			
ING. Agostino MAURI	ING. Luca Maria MAGNAGHI	ARCH. Matteo Maria MAGNAGHI	GEOL. Fabio FUSINA



1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	5
5	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI.....	7
6	POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI.....	8
7	FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO	8
8	ESECUZIONE DELLE INDAGINI.....	9
9	SOGGIACENZA DELLA FALDA.....	13
10	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI.....	13
11	APPROFONDIMENTO SISMICO DI PRIMO LIVELLO.....	17
11.1	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	17
11.2	PARAMETRI SISMICI	18
11.3	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	21
12	ALLEGATI.....	24

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

Elaborato grafico della prova sismica MASW

1 PREMESSA

Il *Comune di Como* ci ha affidato l'incarico per l'esecuzione di un'indagine geognostica in supporto all'intervento di ristrutturazione del cimitero comunale di Monte Olimpino, in via Maderno.

Pertanto, in data 4 febbraio 2022, abbiamo eseguito le seguenti indagini:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT;
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo;
- n. 1 prova sismica MASW.

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.

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

Il territorio comunale di Como, dal punto di vista geologico, è caratterizzato da una genesi glaciale e lacustre.

Le unità affioranti nell'area esaminata e nei dintorni di Como sono rappresentate da quattro principali "Supersintemi" e da un Sintema:

- il Supersintema dei Laghi in cui è compreso il Sintema di Cantù,
- il Supersintema di Besnate
- il Sintema del Po
- i Supersintemi di Venegono e della Colma del Piano.

Le varie unità in essi comprese sono attribuite al Pleistocene medio-sup - Olocene e corrispondono al Wurm e, parzialmente, al Riss dei precedenti autori, rappresentando dunque i termini più recenti della successione dei terreni quaternari.

L'area del cimitero comunale di Monte Olimpino è caratterizzata dai depositi del Sintema di Cantù, appartenenti al Pleistocene superiore.

Trattasi di depositi poco alterati per spessore massimo di 1,5 metri, con alterazione inferiore al 30% dei clasti.

Sono depositi fluviali/fluvioglaciali, depositi glaciali e depositi glaciolacustri.

Le morene presentano morfologie ben conservate a fianchi ripidi e ben rilevate rispetto alle zone circostanti.

I fluvioglaciali costituiscono terrazzi interni alle principali valli (Lambro, Seveso, Lura, Terrò, val Sorda).

Estese piane lacustri e di contatto glaciale caratterizzano il Subsintema della Cà Morta, che è propriamente l'unità che caratterizza il sottosuolo di questa zona.

4 **INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Nell'area di Como fanno riferimento complessi acquiferi, parzialmente separati o comunicanti, riferibili a sistemi idrogeologici diversi.

Val Breggia

L'acquifero alluvionale della bassa valle della Breggia, definito come "complesso alluvionale di Tavernola" in Attardo (2002) risulta isolato rispetto agli altri acquiferi comaschi, se non si considera, naturalmente, il legame rappresentato dal comune recapito a lago delle falde idriche che si pongono, nella zona perilacuale, in equilibrio con il livello del lago. Il complesso della Val Breggia può essere assegnato, marginalmente, al sistema Faloppia-Lura di Beretta et al. (1984), con cui può essere collegato attraverso la piana di Chiasso e la soglia di Drezzo. Il complesso idrogeologico, identificabile con la piana valliva ad est di Ponte Chiasso e con l'ampio e poco pendente conoide di Cernobbio, presenta caratteri abbastanza omogenei nella parte di valle e un po' più variabili e/o meno noti nella parte di conoide. Il complesso acquifero è rappresentato da sedimenti alluvionali e lacustri impostati sul substrato roccioso che è rinvenibile a profondità crescenti tra 20-30 m e 50-60 m procedendo da Maslianico a meno di 500 m dal lago, cioè fino a dove si hanno dati a sufficiente profondità.

Convalle

Il complesso della Convalle è rappresentato dagli acquiferi contenuti soprattutto nei depositi alluvionali e fluvioglaciali dei primi 20 m di spessore, ma anche da acquiferi in pressione dei depositi sottostanti, lacustri e glaciolacustri, assai più variabili nei caratteri e più fini. Nonostante la modesta dimensione dell'area raccolta tra limiti di roccia affiorante, la significativa alimentazione da sud (valli) e dai versanti, soprattutto da est anche con apporti carsici, alimenta la riserva idrica che è comunque garantita dal contatto con le acque lacustri con le quali la falda freatica è in equilibrio.

Lora-Lipomo (Tavernerio)

Si tratta di un modesto complesso acquifero, di fatto poco comunicante con le altre aree del Sistema (bacino del Terrò), se non attraverso una soglia nell'area del Lago di Montorfano o la Val Cosia e la Convalle. La conca di Lora-Lipomo è poi separata ad ovest dalla Convalle dalla parziale prosecuzione rocciosa dell'alto del M.Tre Croci e rappresenta dunque un ambito a modesta alimentazione locale costituito da materiali a prevalenza glaciale con forte variabilità dei caratteri

granulometrici e permeabilità in genere scarsa. Sono comunque frequenti anche livelli conglomeratici.

Rebbio-T.Aperto

Non può definirsi un complesso acquifero significativo e ben identificato, ma una area di modesta potenzialità complessiva, considerata la presenza di un substrato prevalentemente gonfolitico sia a nord, che a sud. Geologicamente è ambito di transizione con flussi idrici variabili verso est od ovest e sud a seconda degli equilibri tra i livelli lacustri e glaciali dell'area della Convalle, nel Quaternario, e a seconda dello stato di alimentazione degli acquiferi del Seveso-Acquanegra, in empi più recenti e attuali.

Lazzago-Caneda

Il bacino di Lazzago-Caneda è il più ampio di quelli considerati e corrisponde alla parte iniziale dei complessi della Valle del Seveso a partire appunto dall'area Lazzago – Villa Guardia – Grandate. Si tratta di un bacino profondo, impostato sul substrato gonfolitico costituito dalla sequenza delle unità che seguono il Conglomerato di Como. Procedendo da nord-est a sud ovest si incontrano le Peliti di Prestino nell'area di Lazzago nord-est, poi le Arenarie della Val Grande fino ad oltre il confine comunale di Como, e, più a sud, i Conglomerati di Lucino. L'acquifero scavato nel substrato dispone di profondità notevoli, variabili tra 80-100 m nella zona Caneda a valori stimabili tra 130 e 150 m procedendo verso nord. È presente una sensibile variabilità laterale con livelli argillosi e, soprattutto, sedimenti limo-sabbiosi su spessori notevoli, soprattutto nella parte centro meridionale del bacino.

Bassone

La depressione del Bassone a sud di Albate rappresenta una conca di sovraescavazione glaciale incisa nelle areniti della Arenarie della Val Grande e colmata gradualmente da depositi glaciolacustri, glaciali e fluvioglaciali. La sequenza dei depositi sciolti è rappresentata da prevalenza di materiali fini, limosi e compatti e/o argillosi nei primi 10-30 m e da altri 30 m di materiali a granulometria variabile, ghiaioso sabbiosi o ciottolosi con limi e argilla abbondanti.

Spina Verde

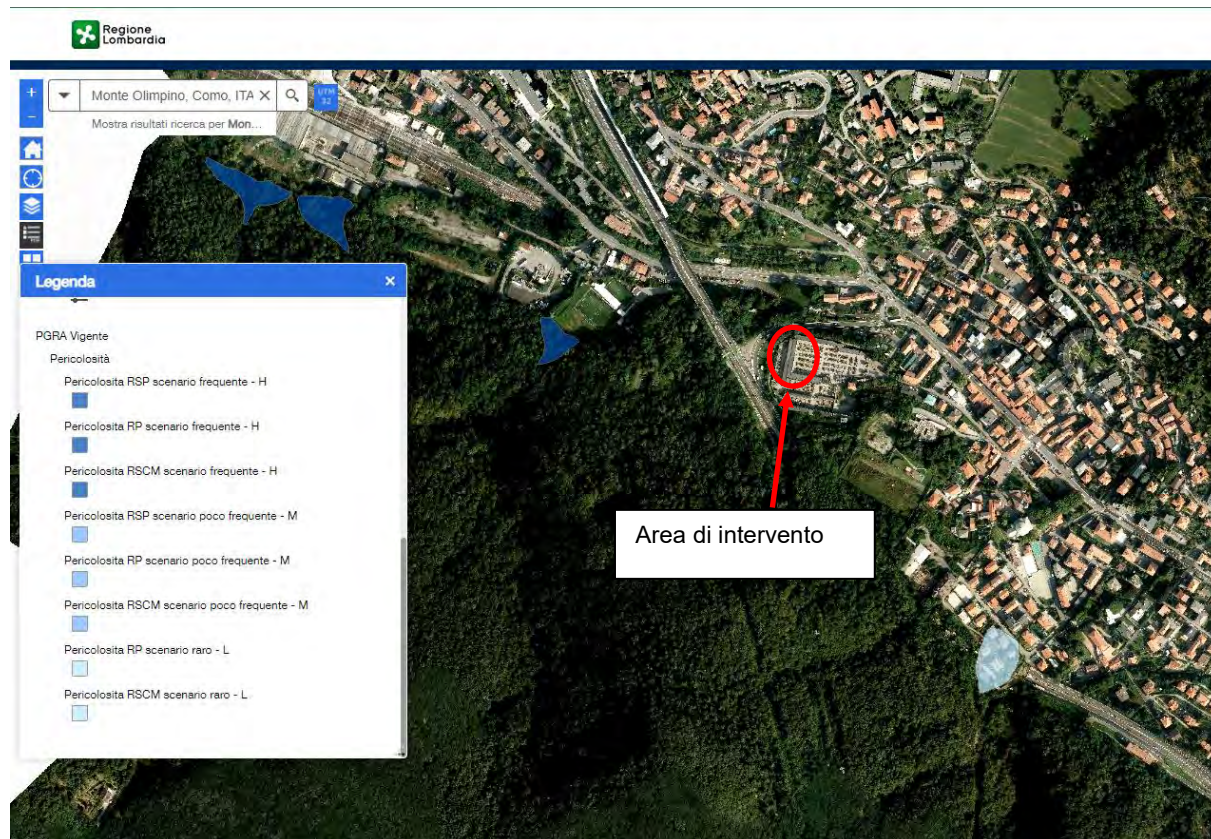
Sono identificate dallo studio geologico del Parco alcune "idrostrutture" di estensione limitata,

in genere impostate su materiali glaciali e detrito di versante o direttamente alimentate da sorgenti di contatto ed emergenza.

5 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E VINCOLI

Come illustrato in tavola 3, ripresa dalla Carta dei Vincoli Geologici allegata al P.G.T. comunale, per l'area di intervento non vi sono limitazioni essendo esterna a qualsiasi fascia di rispetto di natura idrografica.

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 per l'area di intervento non vi sono scenari di allagamento.



6 POZZI IDROPOTABILI E VINCOLI

Sul territorio comunale sono presenti pozzi pubblici ad uso idropotabile, ma l'area di intervento non risulta compresa all'interno delle relative fasce di rispetto, individuate con criterio geometrico e aventi raggio pari a 200 metri e centro nei rispettivi punti di captazione.

Pertanto, anche da questo punto di vista, l'area non è vincolata.

7 FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

L'area in oggetto, nel P.G.T comunale, è stata collocata nella classe di fattibilità geologica **2a** "con modeste limitazioni" (cfr. Tavola 5).

Tale zonazione mira a definire le limitazioni fisico-ambientali, in particolare nei confronti della realizzazione di nuove edificazioni e, più in generale, di qualsiasi trasformazione d'uso dei suoli.

Caratteristiche principali:

Aree su depositi glaciali caotici e fluvioglaciali (o di facies diverse) ghiaioso-sabbiosi, spesso con caratteri geologico tecnici variabili puntualmente sia in senso verticale che orizzontale.

Indicazioni generali:

Si tratta di aree che possono presentare variazioni laterali o verticali dei caratteri geotecnici legate alla scarsa classazione dei materiali o alla presenza di lenti o livelli granulometricamente diversi da quelli medi dell'intorno in cui si rinvencono.

La possibile presenza di substrato roccioso poco profondo accentua la possibilità di forti differenze dei caratteri litotecnici.

Sono ammessi tutti gli interventi di modifica alla destinazione d'uso del suolo, preceduti da approfondimenti di indagine volti a definire le problematiche presenti.

Prescrizioni

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa tecnica vigente, ogni intervento deve essere accompagnato da una valutazione geologico-geotecnica volta alla determinazione dei caratteri litotecnici dell'area, in particolare della capacità portante dei terreni.

Gli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione edilizia, restauro conservativo e manutenzione ordinaria che comportano rilevanti modifiche strutturali ad edifici esistenti, devono pertanto essere supportati da apposita relazione geologico tecnica redatta a seguito di:

- indagini geognostiche volte a determinare i caratteri geotecnici del terreno di fondazione; lo spessore del terreno indagato sarà funzionale al tipo di fondazione e alle dimensioni dell'intervento;
- determinazione della Velocità di propagazione delle onde di taglio nei 30 m di sottosuolo presenti al di sotto della fondazione, meglio se con indagini specifiche.

Prove, indagini e valutazioni sono finalizzate alla scelta della tipologia costruttiva e al dimensionamento delle strutture e delle fondazioni, e sono subordinate alla definizione di un quadro geologico di dettaglio dell'area indagata.

Una caratterizzazione di massima della situazione dovrà comunque essere effettuata preventivamente alla progettazione esecutiva.

È opportuno che le indagini geologiche evidenzino eventuali presenze di venute d'acqua o di falde locali, generalmente comuni in questo tipo di depositi e possibili al contatto con il substrato roccioso.

8 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).



Esecuzione delle prove penetrometriche.

Metodologia di esecuzione della prova sismica MASW

Lo scopo dell'indagine è stato quello di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali Vs, da cui ricavare 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 **322 m/s**.



Esecuzione della prova sismica MASW.

Metodologia di esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo

I sondaggi sono stati eseguiti con una sonda idraulica cingolata.

Ciascuna perforazione è stata eseguita a rotazione, a carotaggio continuo, con l'impiego di carotiere semplice con $\Phi_{int} = 101 \text{ mm}$.

Caratteristiche tecniche dell'attrezzatura da perforazione:

- Carotiere:
 - diametro nominale $\Phi = 101 \text{ mm}$;
 - lunghezza utile $l = 300 \text{ cm}$;
- Aste di perforazione con filettatura tronco conica:
 - diametro nominale $\Phi = 60 \div 76 \text{ mm}$.

Entrambi i sondaggi sono stati eseguiti a partire dal piano strada.

Le carote di terreno sono state catalogate in apposite cassette per il riconoscimento litologico da parte del professionista geologo.



Esecuzione dei sondaggi.

9 SOGGIACENZA DELLA FALDA

In questo territorio la profondità della falda freatica è fortemente influenzata dalla topografia, visto che la zona del cimitero è rilevata rispetto alla quota del lago.

La falda freatica in questa zona è a quote prossime a – 10 metri dal piano strada.

10 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI

I sondaggi hanno rilevato le seguenti stratigrafie, caratterizzate da terreno riportato:

sondaggio S1

- da 0,00 m a – 2,20 m → terreno di riporto costituito da sabbia limosa con frammenti di laterizi;

- da – 2,20 m a – 2,70 m → terreno di riporto costituito da sabbia con frammenti di laterizi;
- da – 2,70 m a – 3,00 m → terreno di riporto costituito da limo con laterizi;
- da – 3,00 m a – 3,20 m → terreno di riporto costituito da ghiaia sabbiosa con ciottoli e rari frammenti di macerie.

sondaggio S2

- da 0,00 m a – 3,00 m → terreno di riporto costituito da limo sabbioso con frammenti di laterizi;
- da – 3,00 m a – 4,00 m → terreno di riporto costituito da limo con rari frammenti di laterizi;
- da – 4,00 m a – 4,50 m → terreno di riporto costituito da materiale organico (carbone e torba) di colore nero.

Le prove penetrometriche hanno rilevato un andamento geo-meccanico uniforme, caratterizzato da una sola unità geotecnica lungo entrambe le verticali di indagine.

Trattasi di terreno eterogeneo, con scarso grado di addensamento.

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 dalle 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.

Ne risulta il seguente modello geotecnico:

- Da piano strada a – 12,00 m

$$N_{SPT} = 6-7$$

$$\Phi = 27^\circ$$

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

$$D_r = 22 \%$$

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

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 Como risulta inserito in zona sismica 4.

Per l'area di intervento, nella "Carta di pericolosità sismica locale" allegata al P.G.T., viene individuato lo scenario di pericolosità sismica locale PSL Z4c (cfr. Tavola 4).

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 deltizio-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: 45,82771

longitudine: 9,046524

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 10704	Lat: 45,8011	Lon: 8,9776	Distanza: 6107,662
Sito 2	ID: 10705	Lat: 45,8037	Lon: 9,0490	Distanza: 2675,798
Sito 3	ID: 10483	Lat: 45,8536	Lon: 9,0453	Distanza: 2884,775
Sito 4	ID: 10482	Lat: 45,8510	Lon: 8,9737	Distanza: 6207,197

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	0.147	2.59	0.156
S.L.D.	50.0	0.186	2.568	0.165
S.L.V.	475.0	0.392	2.639	0.281
S.L.C.	975.0	0.471	2.666	0.303

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	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.2205	0.2	0.0045	0.0022
S.L.D.	0.279	0.2	0.0057	0.0028
S.L.V.	0.588	0.2	0.012	0.006
S.L.C.	0.7065	0.2	0.0144	0.0072

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.2205	0.2	0.0045	0.0022
S.L.D.	0.279	0.2	0.0057	0.0028
S.L.V.	0.588	0.2	0.012	0.006
S.L.C.	0.7065	0.2	0.0144	0.0072

Per la scelta dei parametri progettuali, vista la tipologia di intervento, abbiamo assegnato ai manufatti 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 abbiamo eseguito una prova sismica MASW, il cui risultato è stato $V_{sEq.} = 322$ m/s, corrispondente alla **categoria sismica di sottosuolo C** (Tabella 3.2.II del D.M. 17/01/2018).

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

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.

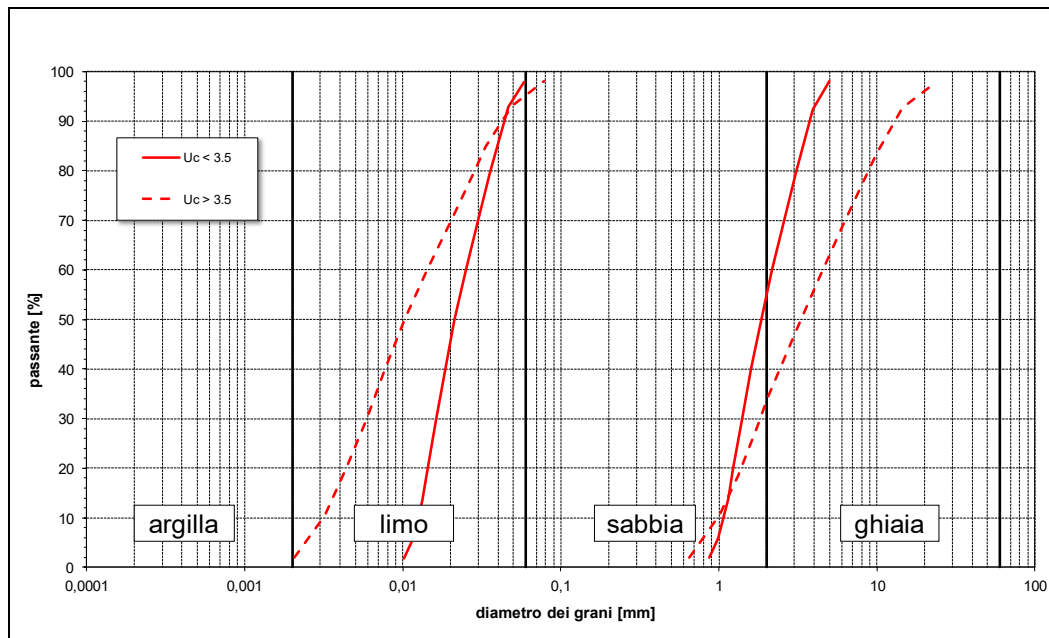
I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

- 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 $qc_{1N} > 180$;
- 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 la condizione 1), ossia $a_{max} < 0,1g$.

L'accelerazione massima in superficie viene desunta dai valori prescritti dalla normativa NTC

2018, ossia $a_{\max} = a_g S$

Dove $S = S_s S_T$ (categoria di sottosuolo e categoria topografica).

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 ottengono i seguenti valori:

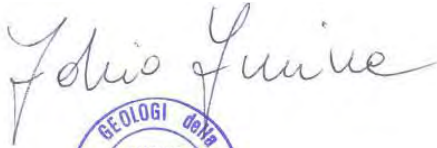
- $S_s = 1,5$;
- $S_T = 1,0$.

I risultati così ottenuti, per ciascuno stato limite, sono:

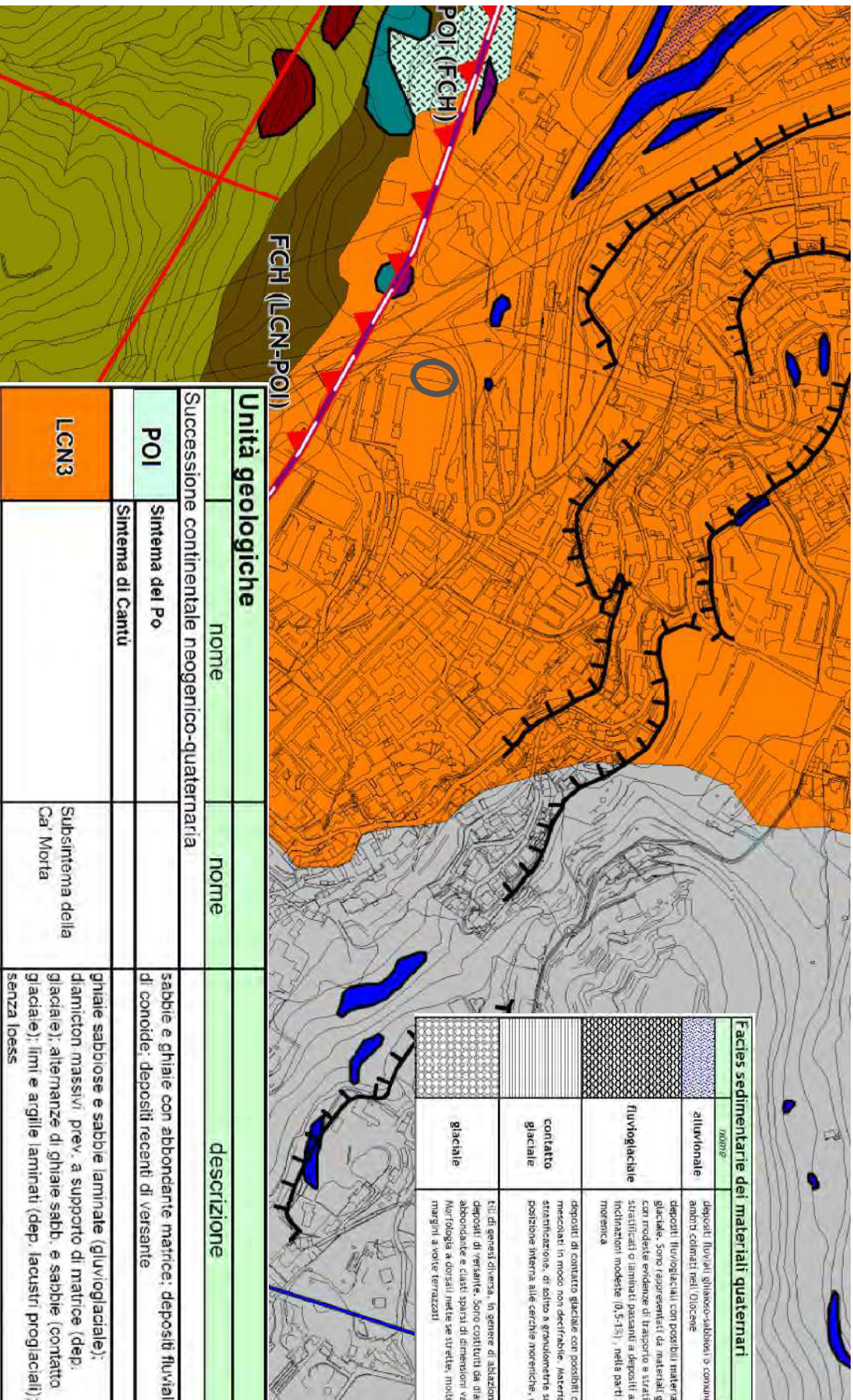
Stato Limite	$a_g/g[-]$	$a_{\max}$
Operatività	0.0147	0.02205 g
Danno	0.0186	0.0279 g
Salvaguardia Vita	0.0392	0.0588 g
Prevenzione Collasso	0.0471	0,07065 g

Tutti i valori di $a_{\max}$ risultano inferiori a 0,1 g; per tale motivo il fenomeno della liquefazione viene escluso.

Dott. Geol. Fabio Fusina



12 ALLEGATI



AREA DI INTERVENTO

traccia di sezioni

nome	descrizione
alluvionale	depositi fluviali ghiaioso-sabbiosi o comunque grossolani limitati ai fondovalle attivi principali e agli ambiti delimitati nell'Olcese.
fluvio-glaciale	depositi fluvio-glaciali con possibili materiali di deposizione alluvionale e lacustre o di contatto glaciale. Sono rappresentati da materiali ghiaioso-ciottolosi a supporto di matrice sabbiosa con limo, con modeste evidenze di trasporto e stratificazione. A volte anche depositi più frammentari sabbiosi stratificati o laminati passanti a depositi alluvionali o lacustri. Morfologia leggermente ondulata, con inclinazioni moderate (0,5-1%), nella parte lontana dai margini, rivolte verso l'esterno della cerchia morenica.
contatto glaciale	depositi di contatto glaciale con possibili depositi delizi, fluvio-glaciali e di versante, a volte mescolati in modo non decifrabile. Materiali depositi in vicinanza del ghiacciaio, con evidenze di stratificazione, di solito a granulometrie sabbiose con limo o più grossolano. Le morfologie varie, in posizione interna alle cerchie moreniche, con aspetto frequentemente terrazzato.
glaciale	tipi di genesi diversi, in genere di ablazione, con locali depositi fluvio-glaciali e materiali misti con depositi di versante. Sono costituiti da diamanti massivi a supporto di matrice sabbioso-limosa abbondante e ciliati sparsi di dimensioni varie e considerevoli. Morfologia a dorsali nelle se strette, molto rimodellate attualmente, o dossi bianchi, se ampi, con margini a volte terrazzati.

NORD

Unità geologiche			
	nome	nome	descrizione
Successione continentale neogenico-quaternaria			
POI	Sistema del Po		sabbie e ghiaie con abbondante matrice; depositi fluviali e di conoide; depositi recenti di versante
	Sistema di Cantù		
LCN3		Subsistema della Ca' Morta	ghiaie sabbiose e sabbie laminate (gluvio-glaciale); diamicton massivi prev. a supporto di matrice (dep. glaciale); alternanze di ghiaie sabb. e sabbie (contatto glaciale); limi e argille laminati (dep. lacustri proglaciali); senza loess

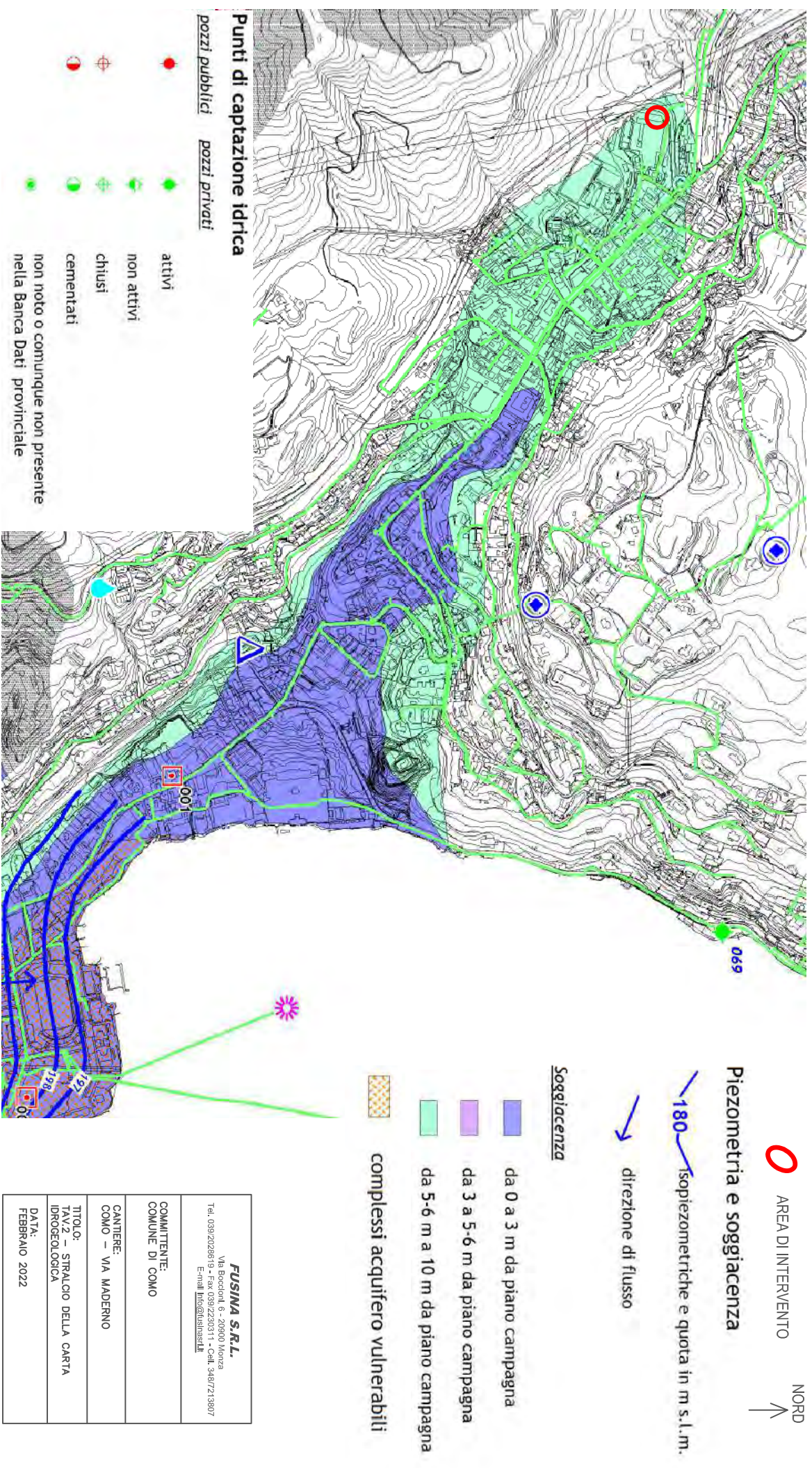
FUSINA S.R.L.
Via Bodoni, 6 - 20060 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807
E-mail info@fusinasrl.it

COMMITENTE:
COMUNE DI COMO

CANTIERE:
COMO – VIA MADERNO

TITOLO:
TAV.1 – STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA

DATA:
FEBBRAIO 2022



Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile
ai sensi dell'art. 94 del D. Lgs. 152 del 3 aprile 2006

● zona di tutela assoluta: almeno 10 metri di raggio
del punto di captazione (comma 3 art. 94)

● zona di rispetto (comma 4 art. 94) calcolata con criterio geometrico
di 200 metri di raggio dal punto di captazione (comma 6 art. 94)

● zona di rispetto (comma 4 art. 94) calcolata con criterio temporale

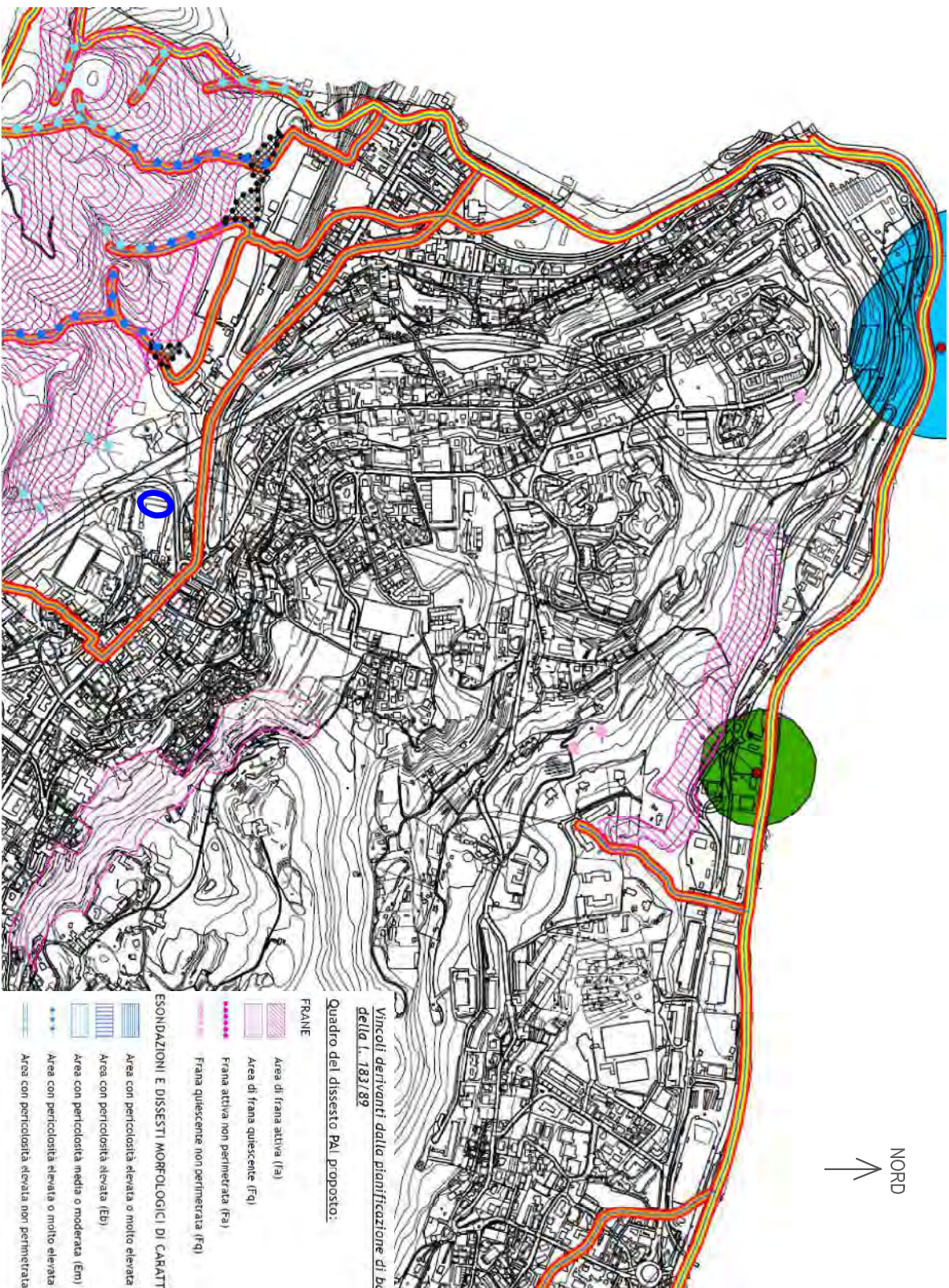
Vincoli di polizia idraulica

Reticolo idrografico (D.C. n. 43 del 21/07/2008)

□ Fascia di 10 metri ai sensi del RD 523/1904 su tutti i corsi d'acqua,
sostituita, previa approvazione dello Studio del Reticolo Minore
di Competenza comunale, dalle seguenti fasce:

■ Fascia di tipo A: 10 metri ai sensi del RD 523/1904 sul reticolo
Principale (Torre Breggia, Costa e Sersico) e sui tratti
del torrente Val Aperta e Roggia Molinara di Ponte Chiarso

■ Fascia di tipo B: 10 metri riducibili a 4 metri su tutti i restanti
tratti del Reticolo Minore di competenza comunale



NORD

**Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi
della L. 183/89**

Quadro del dissesto PAI proposto:

FRANE

■ Area di frana attiva (Fa)

■ Area di frana quiescente (Fq)

■ Frana attiva non perimetrata (Fa)

■ Frana quiescente non perimetrata (Fq)

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

■ Area con pericolosità elevata o molto elevata (Ee)

■ Area con pericolosità elevata (Eb)

■ Area con pericolosità media o moderata (Em)

■ Area con pericolosità elevata o molto elevata non perimetrata (Ee)

■ Area con pericolosità elevata non perimetrata (Eb)

FUSINA S.R.L.

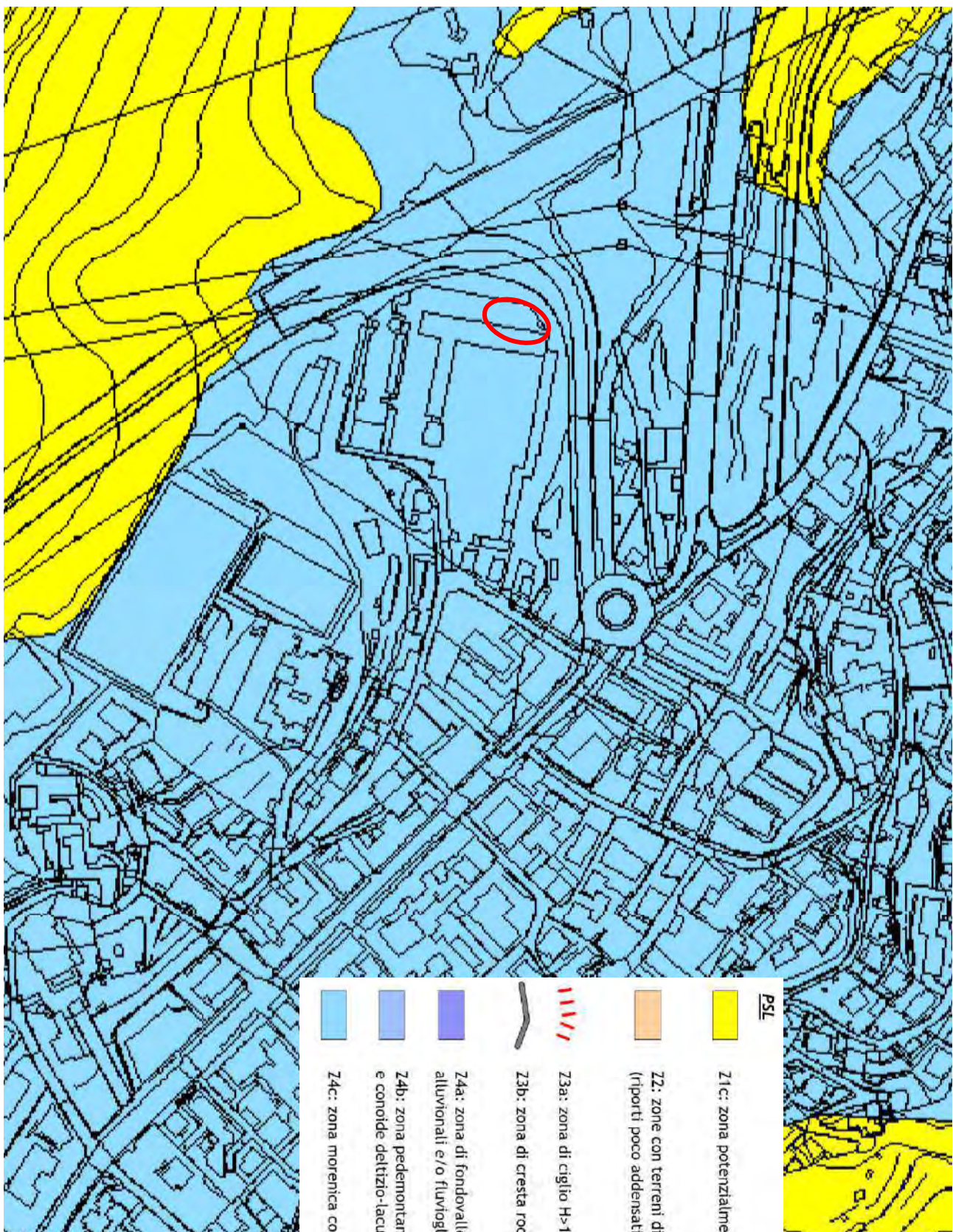
Via Boccioni, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 346/7213807
E-mail: info@fusinastill

COMMITTENTE:
COMUNE DI COMO

CANTIERE:
COMO - VIA MADERNO

TITOLO:
TA/3 - STRALCIO DELLA CARTA DEI VINCOLI

DATA:
FEBBRAIO 2022



AREA DI
INTERVENTO



- PSL**
-  Z1c: zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana
 -  Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)
 -  Z3a: zona di ciglio H>10 m (scarpata)
 -  Z3b: zona di cresta rocciosa
 -  Z4a: zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi
 -  Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre
 -  Z4c: zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

FUSINA S.R.L.

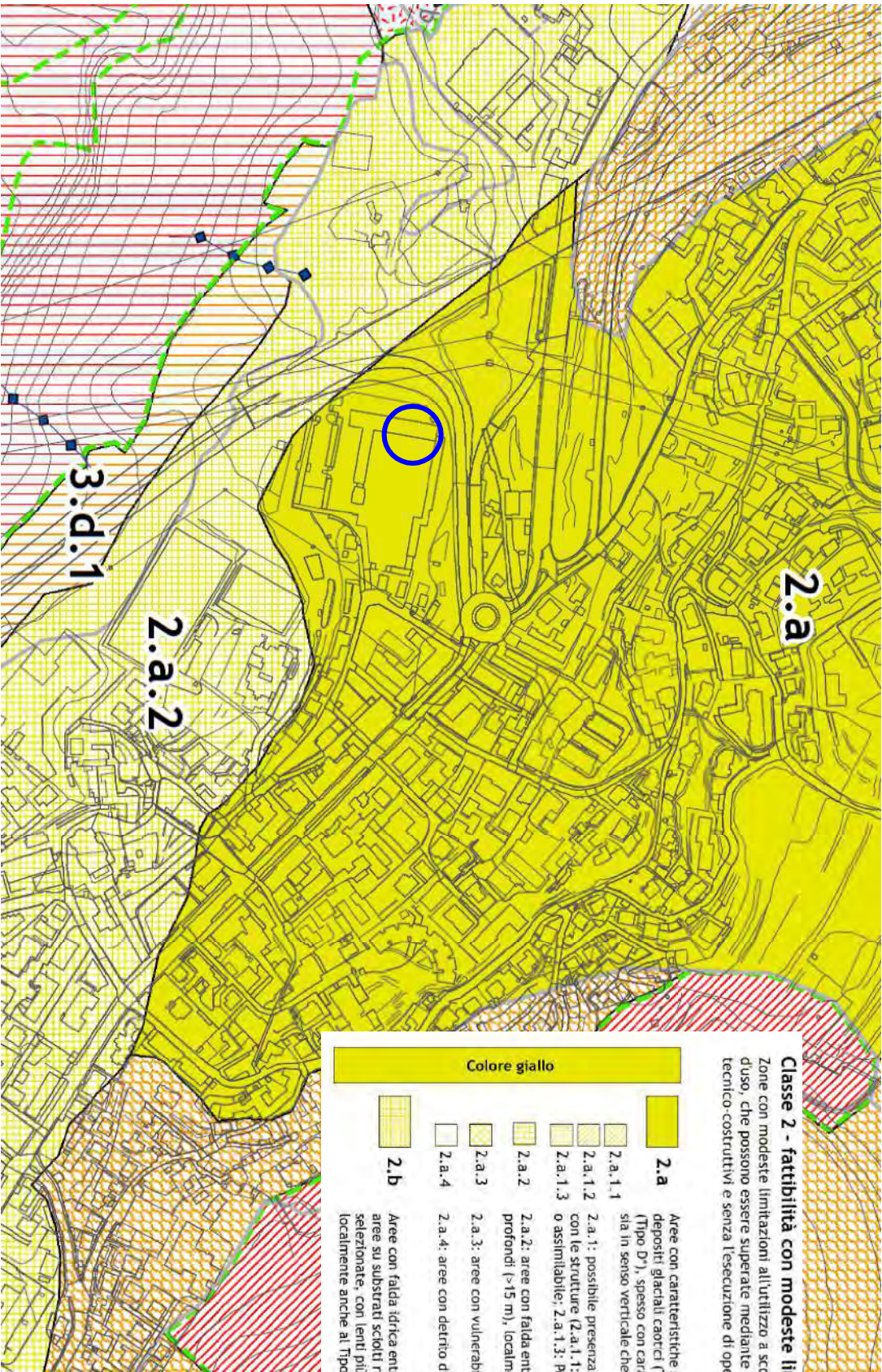
Via Bocconi, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/220311 - Cell. 349/7213807
E-mail: info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
COMUNE DI COMO

CANTIERE:
COMO, VIA MADERNO

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

DATA:
FEBBRAIO 2022



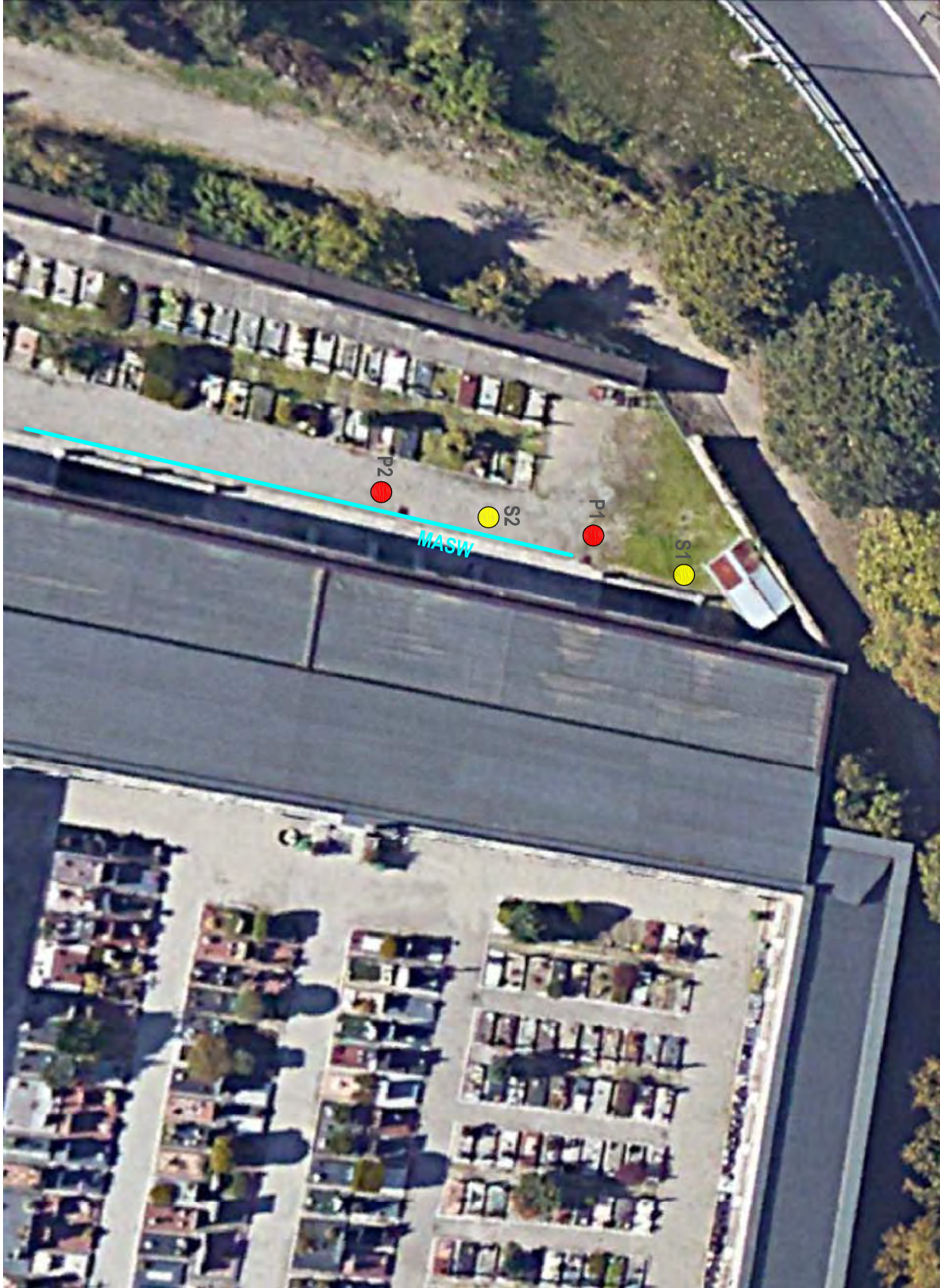
AREA DI INTERVENTO

Classe 2 - fatibilità con modeste limitazioni

Zone con modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa

Colore giallo	
	2.a
	2.a.1.1
	2.a.1.2
	2.a.1.3
	2.a.2
	2.a.3
	2.a.4
	2.b
Arece con caratteristiche geotecniche variabili (Tipo D*), spesso con caratteri geologici tecnici puntualmente, sia in senso verticale che orizzontale. 2.a.1: possibile presenza di substrato roccioso a scarsa profondità, interferente con le strutture (2.a.1.1: Conglomerato di Como; 2.a.1.2: Calcare di Moltrasio o assimilabile; 2.a.1.3: Peliti di Prestino) 2.a.2: aree con falda entro 10 m dalla superficie: substrati litoidi generalmente profondi (>15 m), localmente prossimi alla superficie, di natura varia. 2.a.3: aree con vulnerabilità idrogeologica alta o molto alta. 2.a.4: aree con detrito di falda consolidato (Tipo C*: blocchi in matrice sabbiosa). Arece con falda idrica entro 10 m da piano campagna aree su substrati sciolti riferibili al Tipo A* (sabbie e ghiaie ben stratificate e selezionate, con lenti più fini) e al Tipo D* (ghiaie e sabbie pulite); localmente anche al Tipo E*	

FUSINA S.R.L. Via Beccoli, 6 - 20090 Morfa Tel. 039/2028919 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail info@fusina.it	
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO	
CANTIERE: COMO - VIA WADERNO	
TITOLO: TRACCIATO STRADALE DELLA CARTA DI FATIBILITÀ GEOLOGICA	
DATA: FEBBRAIO 2022	



● PROVE PENETROMETRICHE

● SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

— STENDIMENTO SISMICO



FUSINA S.R.L. Via Boscadin, 5 - 20080 Monza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail info@fusinasrl.it	
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO	
CANTIERE: COMO, VIA MADERNO	
TITOLO: TAV.6 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI	
DATA: FEBBRAIO 2022	

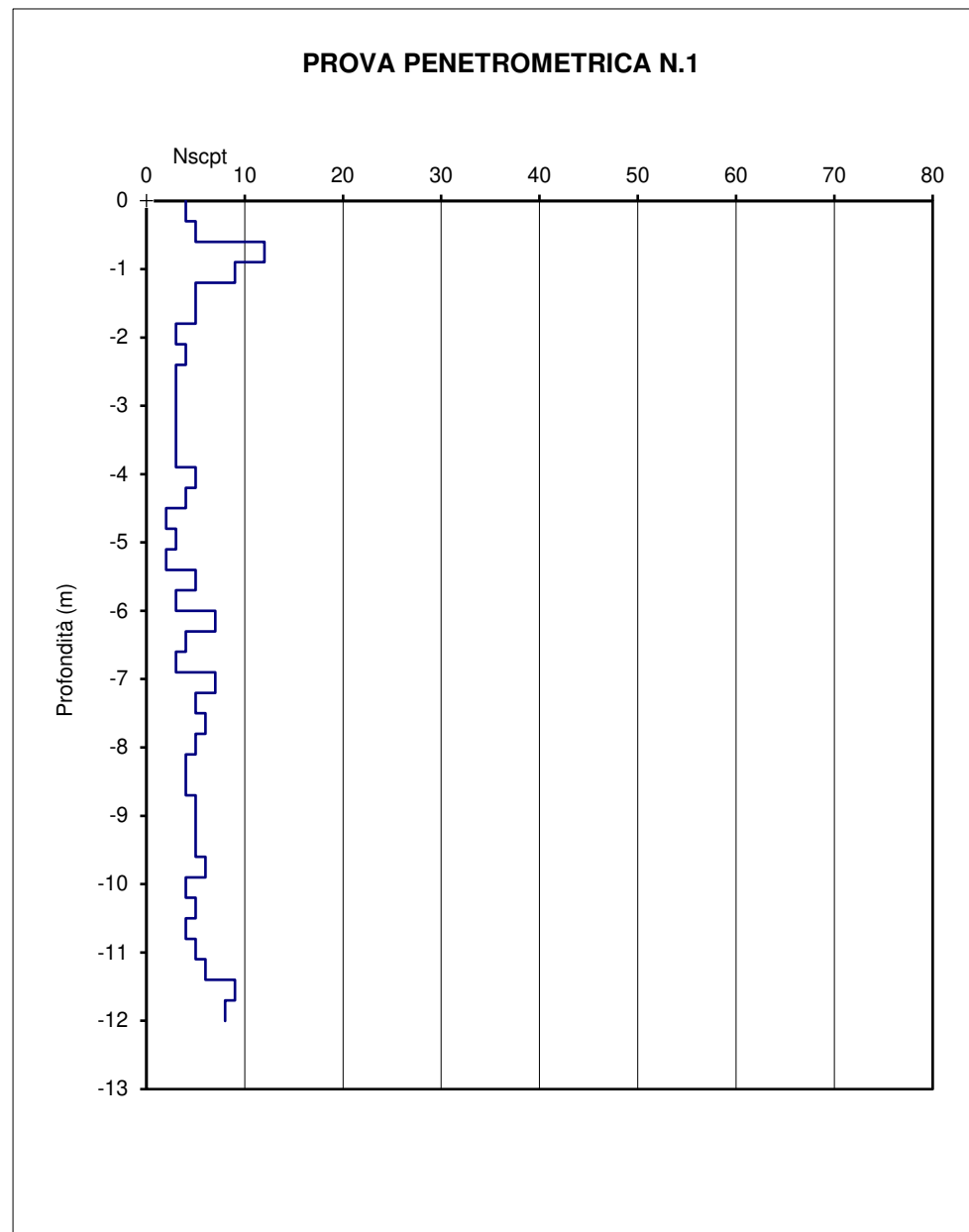
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO
CANTIERE DI COMO, VIA MADERNO (CIMITERO COMUNALE)

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 04/02/2022

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

Profondità	RP	RL
0	4	
	5	
	12	
	9	
-1,5	5	
	5	
	3	
	4	
	3	
-3	3	
	3	
	3	
	3	
	5	
-4,5	4	
	2	
	3	
	2	
	5	
-6	3	
	7	
	4	
	3	
	7	
-7,5	5	

Profondità	RP	RL
	6	
	5	
	4	
	4	
-9	5	
	5	
	5	
	6	
	4	
-10,5	5	
	4	
	5	
	6	
	9	
-12	8	
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

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

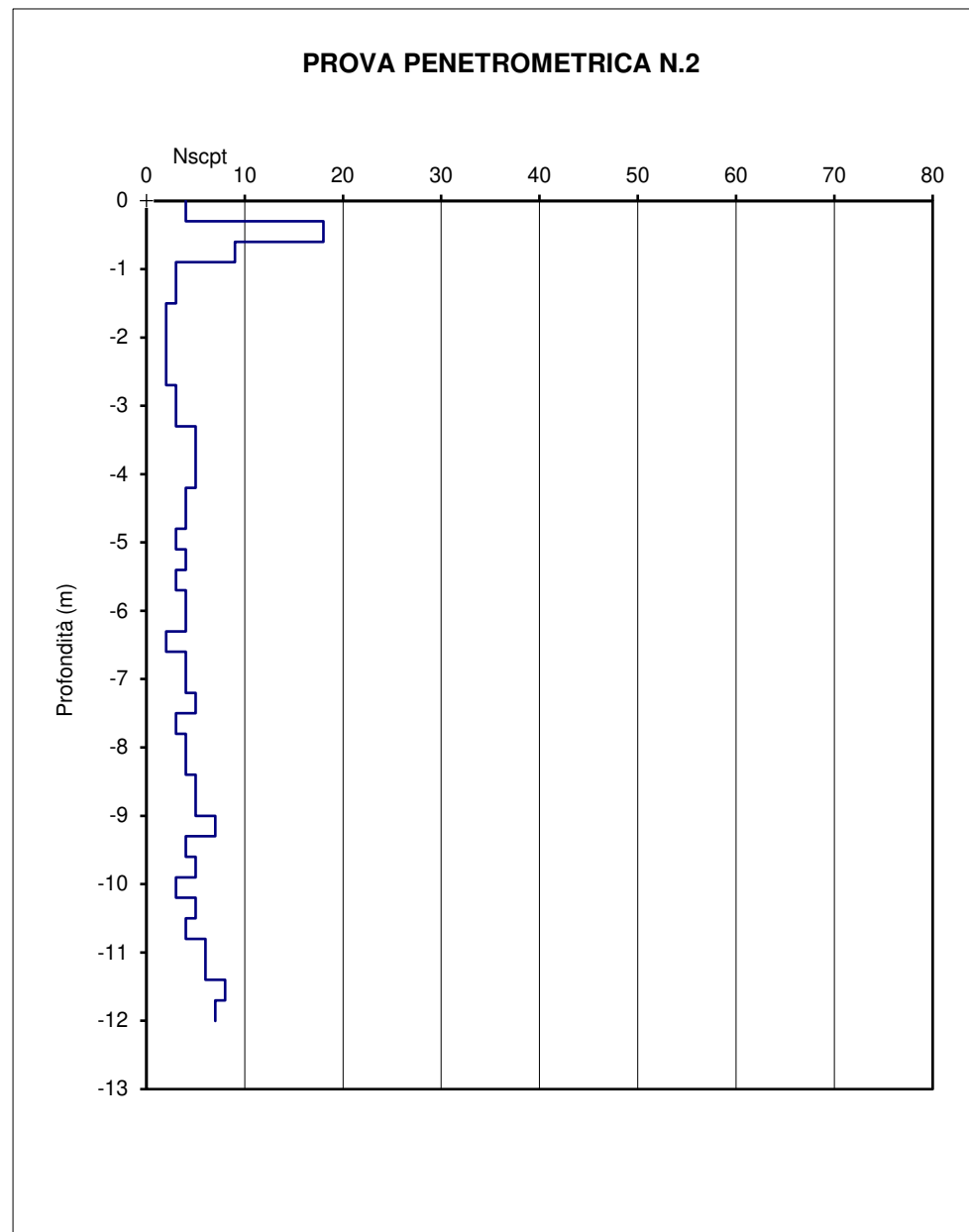
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO
CANTIERE DI COMO, VIA MADERNO (CIMITERO COMUNALE)

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 04/02/2022

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

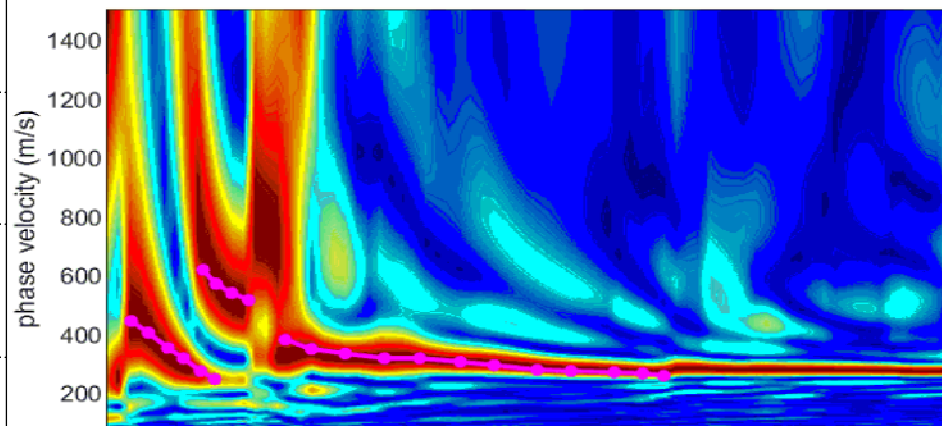
Profondità	RP	RL
0	4	
	18	
	9	
	3	
-1,5	3	
	2	
	2	
	2	
	2	
-3	3	
	3	
	5	
	5	
	5	
-4,5	4	
	4	
	3	
	4	
	3	
-6	4	
	4	
	2	
	4	
	4	
-7,5	5	

Profondità	RP	RL
	3	
	4	
	4	
	5	
-9	5	
	7	
	4	
	5	
	3	
-10,5	5	
	4	
	6	
	6	
	8	
-12	7	
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

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



LEGENDA

+ Curva di dispersione misurata

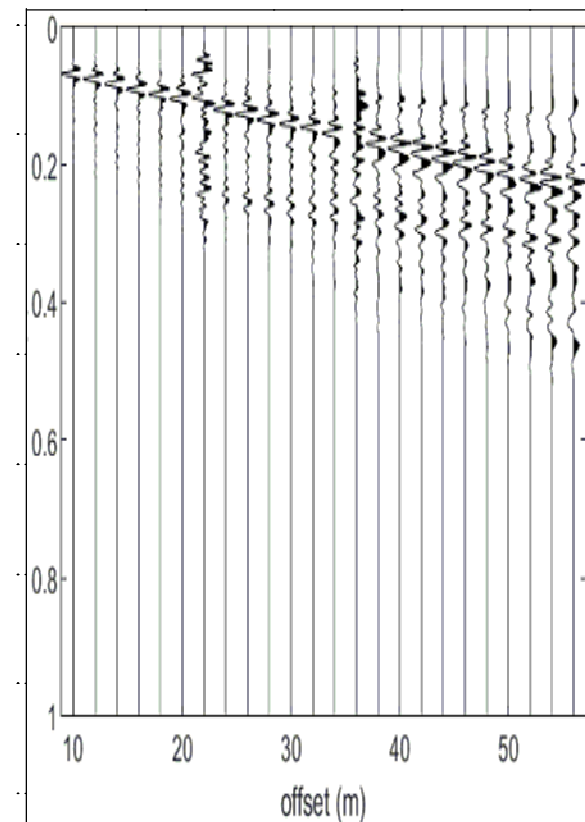
— Curva di dispersione calcolata

— Velocità sismica delle onde S

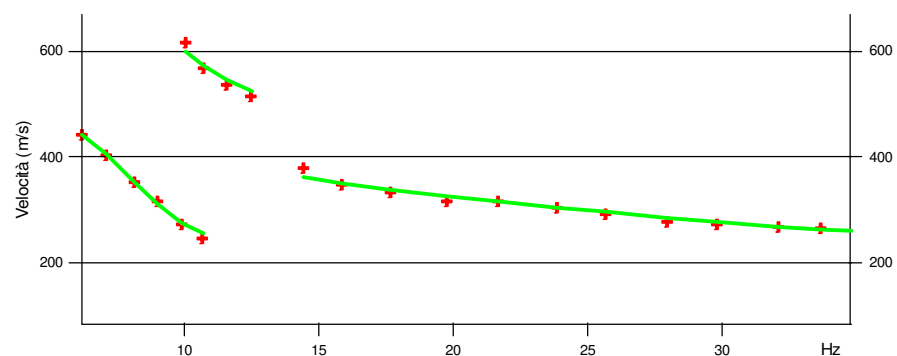
— Modulo di taglio (Mpasca)

VsX

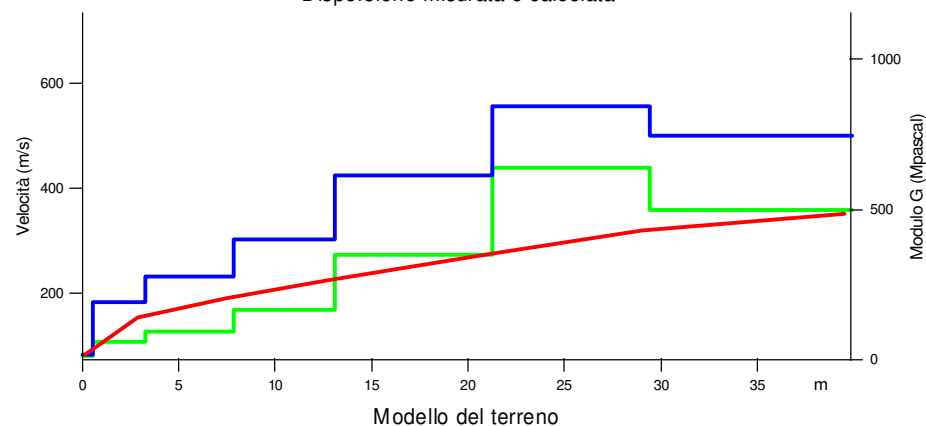
Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$



Sismogramma



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.5	84	.0063	84	11
.5	3.3	184	.0151	154	57
3.3	7.8	232	.0195	192	94
7.8	13.1	304	.0173	225	167
13.1	21.3	426	.0192	275	350
21.3	29.4	557	.0146	320	638
29.4	39.9	500	.0209	353	500

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 322 m/s

PROVA SISMICA VS30

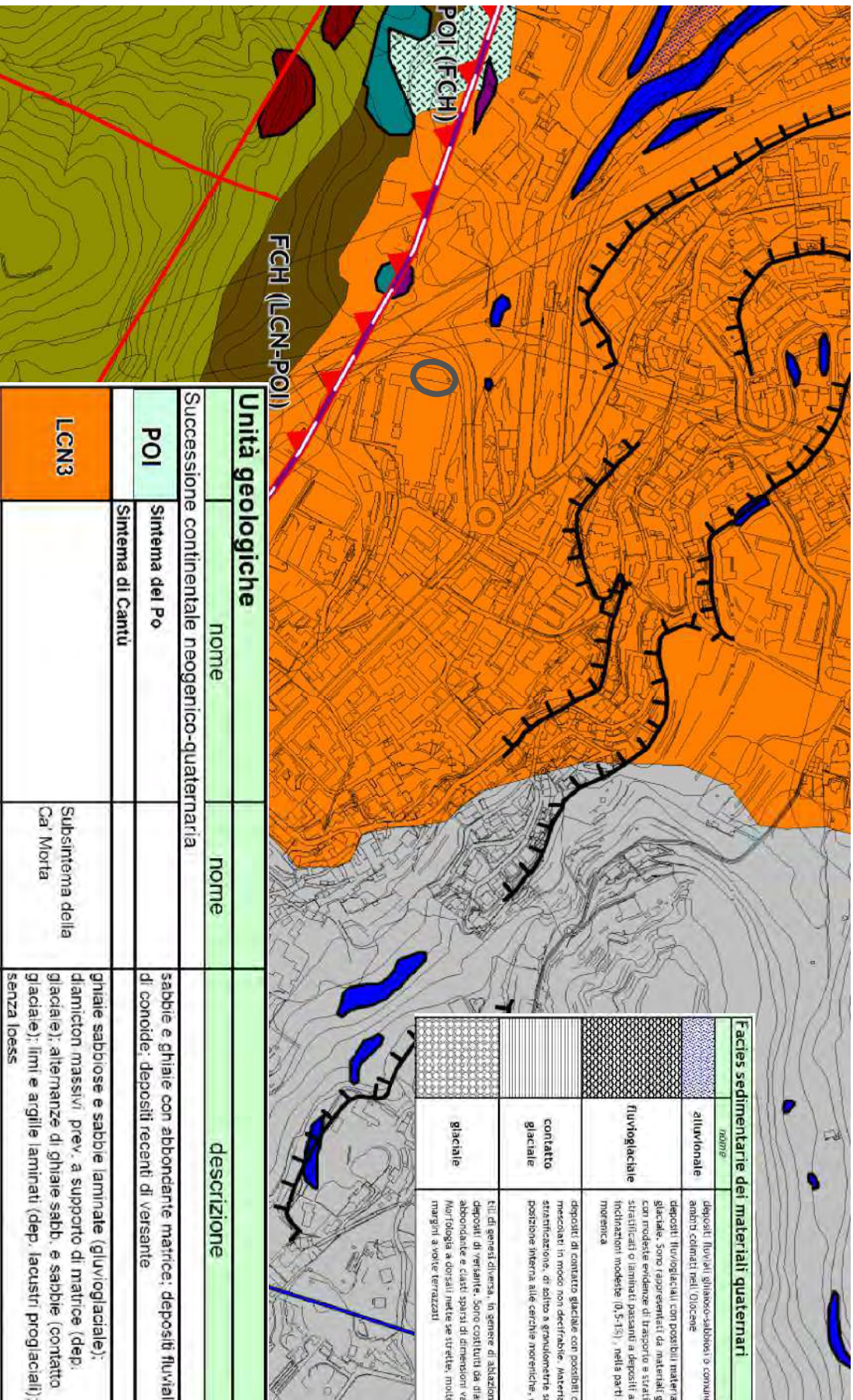
Como, cimitero di Monte Olimpino

Fusina s.r.l.

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

Febbraio 2022



AREA DI INTERVENTO

traccia di sezioni

nome	descrizione
alluvionale	depositi fluviali ghiaioso-sabbiosi o comunque grossolani limitati ai fondovalle attivi principali e agli ambiti delimitati nell'Olcese.
fluvio-glaciale	depositi fluvio-glaciali con possibili materiali di deposizione alluvionale e lacustre o di contatto glaciale. Sono rappresentati da materiali ghiaioso-ciottolosi a supporto di matrice sabbiosa con limo, con modeste evidenze di trasporto e stratificazione. A volte anche depositi più frammentari sabbiosi stratificati o laminati passanti a depositi alluvionali o lacustri. Morfologia leggermente ondulata, con inclinazioni moderate (0,5-1%), nella parti lontane dai margini, rivolte verso l'esterno della cerchia morenica.
contatto glaciale	depositi di contatto glaciale con possibili depositi delizi, fluvio-glaciali e di versante, a volte mescolati in modo non decifrabile. Materiali depositi in vicinanza del ghiacciaio, con evidenze di stratificazione, di solito a granulometrie sabbiose con limo o più grossolano. Le morfologie varie, in posizione interna alle cerchie moreniche, con aspetto frequentemente terrazzato.
glaciale	tipi di genesi diversa, in genere di ablazione, con locali depositi fluvio-glaciali e materiali misti con depositi di versante. Sono costituiti da diamanti massivi a supporto di matrice sabbioso-limosa abbondante e ciliati sparsi di dimensioni varie e considerevoli. Morfologia a dorsali nelle se strette, molto rimodellate attualmente, o dossi bianchi, se ampi, con margini a volte terrazzati.

NORD

Unità geologiche	nome	nome	descrizione
Successione continentale neogenico-quaternaria			
POI	Sistema del Po		sabbie e ghiaie con abbondante matrice; depositi fluviali e di conoide; depositi recenti di versante
	Sistema di Cantù		
LCN3		Subsistema della Ca' Morta	ghiaie sabbiose e sabbie laminate (gluvio-glaciale); diamanti massivi prev. a supporto di matrice (dep. glaciale); alternanze di ghiaie sabb. e sabbie (contatto glaciale); limi e argille laminati (dep. lacustri proglaciali); senza loess

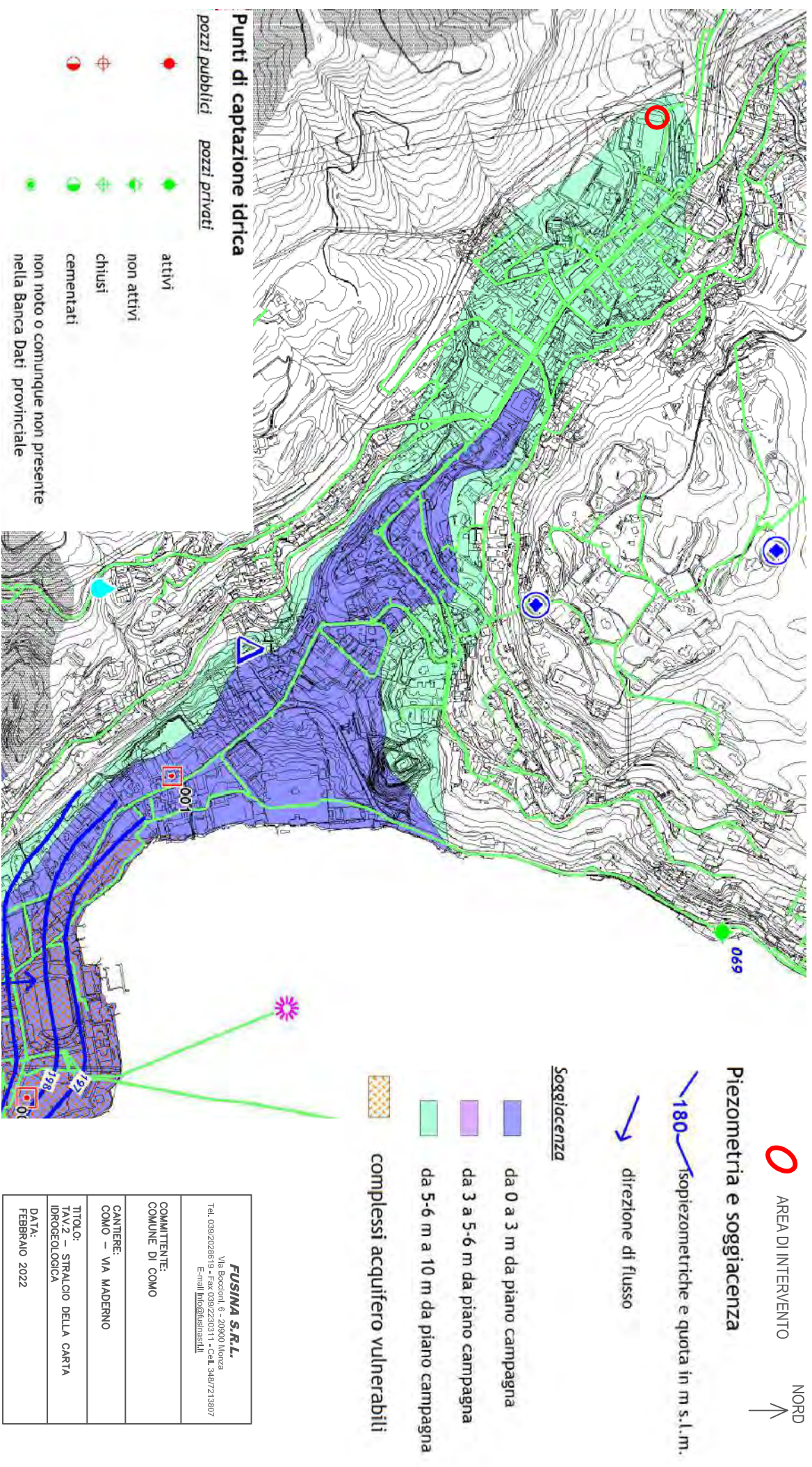
FUSINA S.R.L.
 Via Bodoni, 6 - 20060 Monza
 Tel. 039/2028519 - Fax 039/2230311 - Cell. 3487213807
 E-mail info@fusinasrl.it

COMITENTE:
 COMUNE DI COMO

CANTIERE:
 COMO – VIA MADERNO

TITOLO:
 TAV.1 – STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA

DATA:
 FEBBRAIO 2022



Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile
ai sensi dell'art. 94 del D. Lgs. 152 del 3 aprile 2006

● zona di tutela assoluta: almeno 10 metri di raggio
del punto di captazione (comma 3 art. 94)

● zona di rispetto (comma 4 art. 94) calcolata con criterio geometrico
di 200 metri di raggio dal punto di captazione (comma 6 art. 94)

● zona di rispetto (comma 4 art. 94) calcolata con criterio temporale

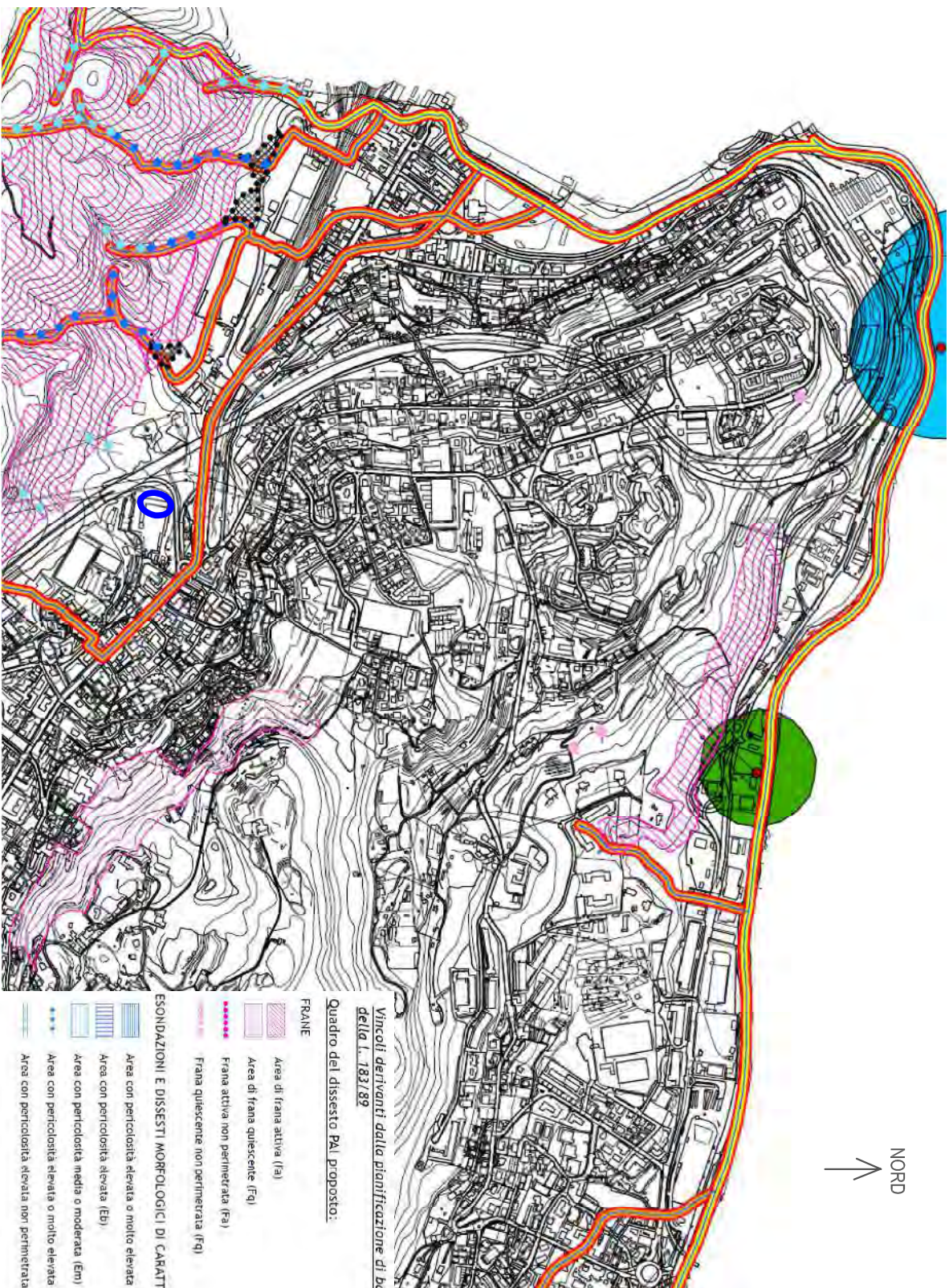
Vincoli di polizia idraulica

Reticolo idrografico (D.C. n. 43 del 21/07/2008)

□ Fascia di 10 metri ai sensi del RD 523/1904 su tutti i corsi d'acqua,
sostituita, previa approvazione dello Studio del Reticolo Minore
di Competenza comunale, dalle seguenti fasce:

■ Fascia di tipo A: 10 metri ai sensi del RD 523/1904 sul reticolo
Principale (Torre Breggia, Costa e Sersico) e sui tratti
del torrente Val Aperta e Roggia Molinara di Ponte Chiarso

■ Fascia di tipo B: 10 metri riducibili a 4 metri su tutti i restanti
tratti del Reticolo Minore di competenza comunale



NORD

**Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi
della L. 183/89**

Quadro del dissesto PAI proposto:

FRANE

■ Area di frana attiva (Fa)

■ Area di frana quiescente (Fq)

■ Frana attiva non perimetrata (Fa)

■ Frana quiescente non perimetrata (Fq)

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

■ Area con pericolosità elevata o molto elevata (Ee)

■ Area con pericolosità elevata (Eb)

■ Area con pericolosità media o moderata (Em)

■ Area con pericolosità elevata o molto elevata non perimetrata (Ee)

■ Area con pericolosità elevata non perimetrata (Eb)

FUSINA S.R.L.

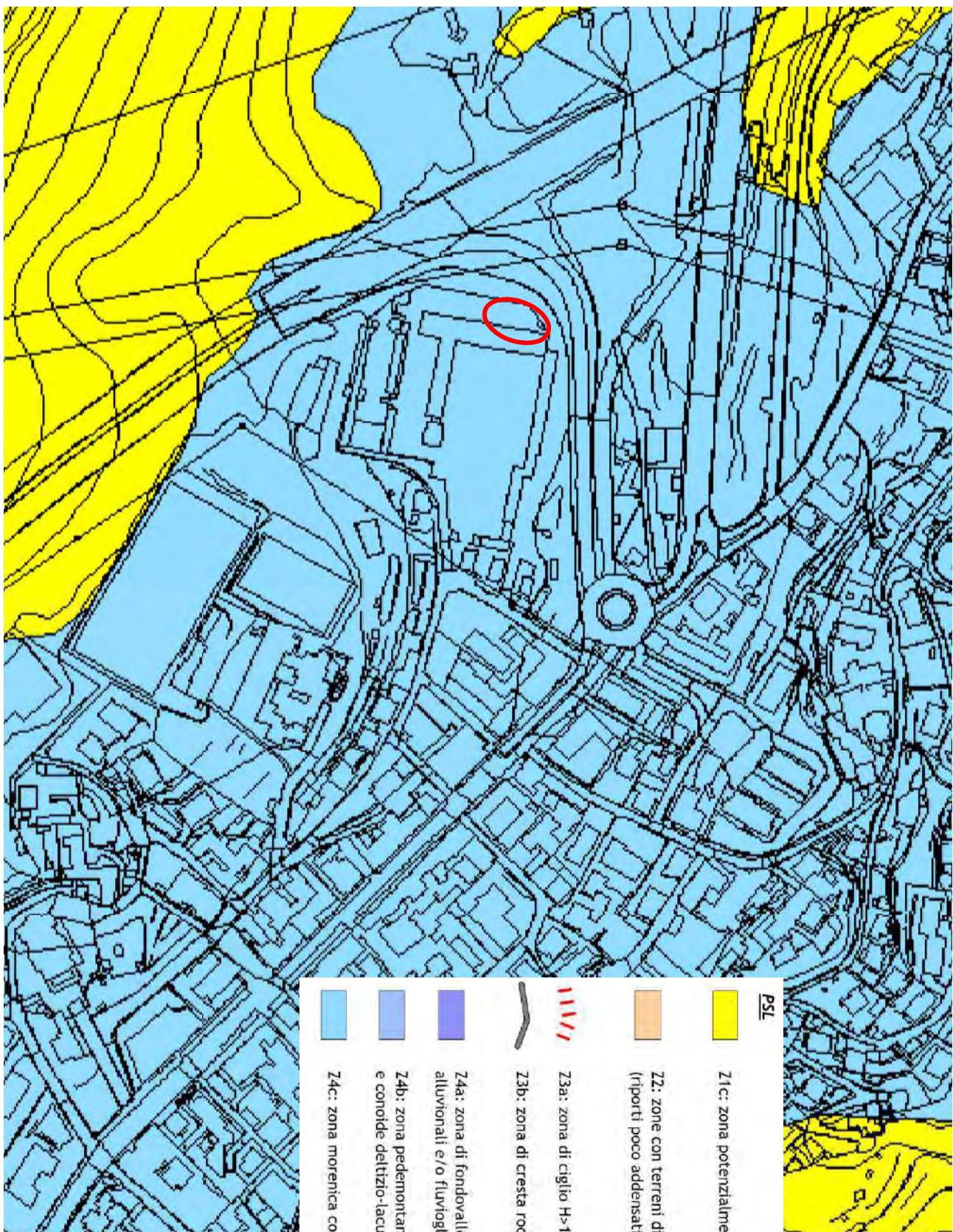
Via Boccioni, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 346/7213807
E-mail: info@fusinastill

COMMITTENTE:
COMUNE DI COMO

CANTIERE:
COMO - VIA MADERNO

TITOLO:
TA/3 - STRALCIO DELLA CARTA DEI VINCOLI

DATA:
FEBBRAIO 2022



AREA DI
INTERVENTO



- PSL**
-  Z1c: zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana
 -  Z2: zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)
 -  Z3a: zona di ciglio H>10 m (scarpata)
 -  Z3b: zona di cresta rocciosa
 -  Z4a: zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi
 -  Z4b: zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre
 -  Z4c: zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi

FUSINA S.R.L.

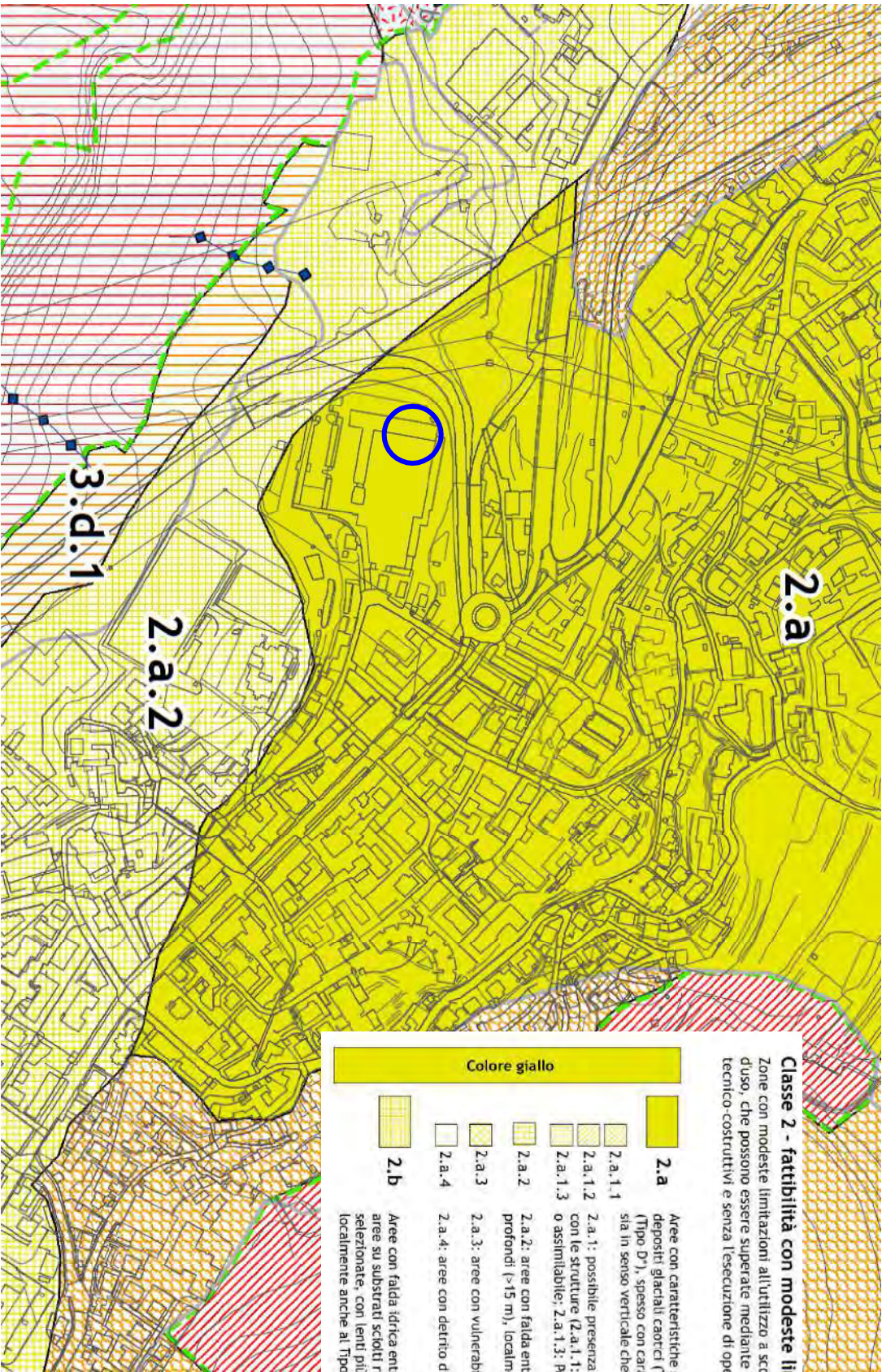
Via Bocconi, 6 - 20900 Monza
Tel. 039/2028619 - Fax 039/220311 - Cell. 349/7213807
E-mail: info@fusinasrl.it

COMMITTENTE:
COMUNE DI COMO

CANTIERE:
COMO, VIA MADERNO

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

DATA:
FEBBRAIO 2022



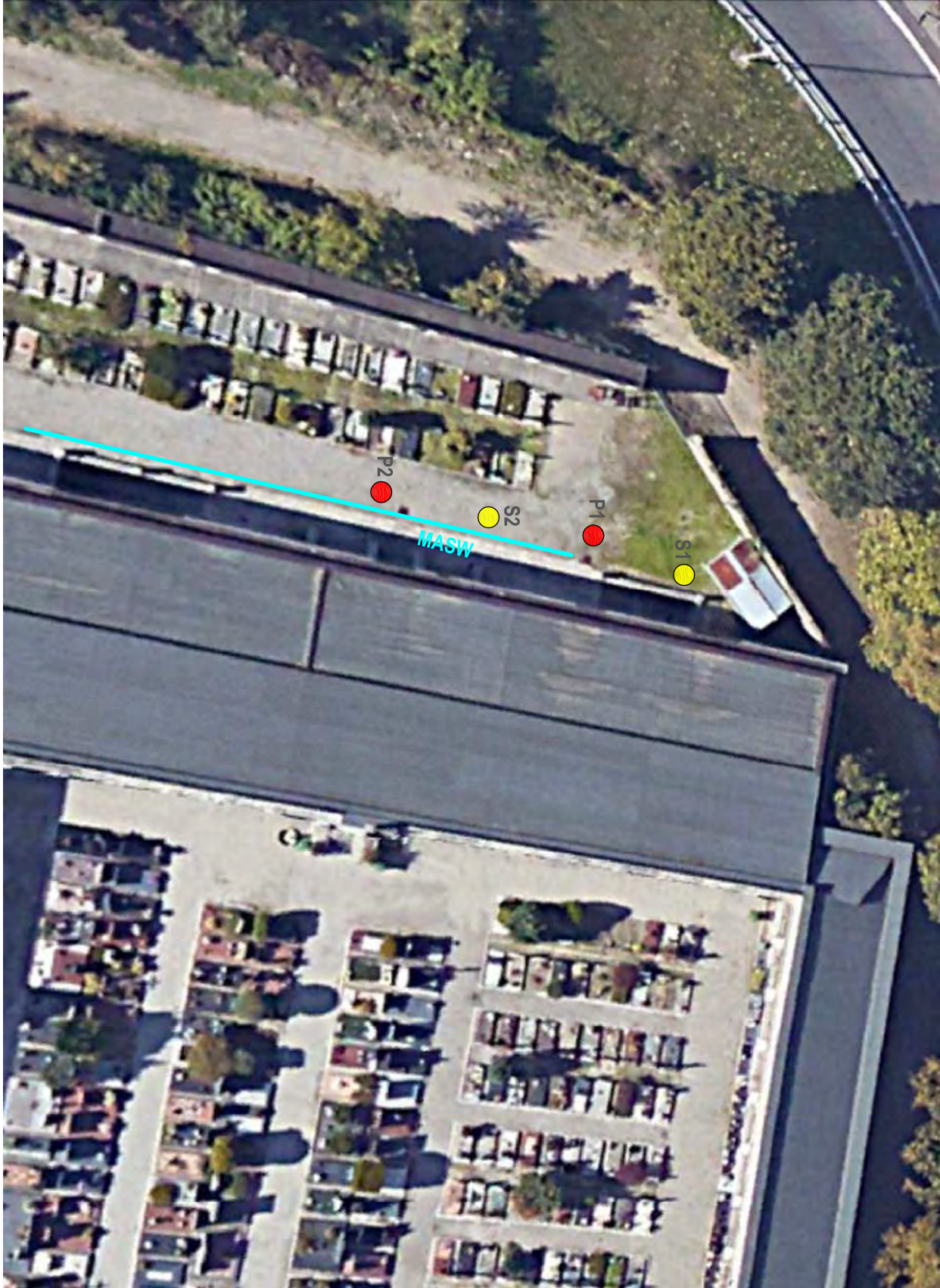
AREA DI INTERVENTO

Classe 2 - fatibilità con modeste limitazioni

Zone con modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa

Colore giallo	
	2.a
	2.a.1.1
	2.a.1.2
	2.a.1.3
	2.a.2
	2.a.3
	2.a.4
	2.b
Arece con caratteristiche geotecniche variabili (Tipo D*), spesso con caratteri geologici tecnici puntualmente, sia in senso verticale che orizzontale. 2.a.1: possibile presenza di substrato roccioso a scarsa profondità, interferente con le strutture (2.a.1.1: Conglomerato di Como; 2.a.1.2: Calcare di Moltrasio o assimilabile; 2.a.1.3: Peliti di Prestino) 2.a.2: aree con falda entro 10 m dalla superficie: substrati litoidi generalmente profondi (>15 m), localmente prossimi alla superficie, di natura varia. 2.a.3: aree con vulnerabilità idrogeologica alta o molto alta. 2.a.4: aree con detrito di falda consolidato (Tipo C*): blocchi in matrice sabbiosa). Arece con falda idrica entro 10 m da piano campagna aree su substrati sciolti riferibili al Tipo A* (sabbie e ghiaie ben stratificate e selezionate, con lenti più fini) e al Tipo D* (ghiaie e sabbie pulite); localmente anche al Tipo E*	

FUSINA S.R.L. Via Beccoli, 6 - 20090 Morza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail info@fusina.it	
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO	
CANTIERE: COMO - VIA WADERNO	
TITOLO: TRACCIATO STRADALE DELLA CARTA DI FATIBILITÀ GEOLOGICA	
DATA: FEBBRAIO 2022	



● PROVE PENETROMETRICHE

● SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

— STENDIMENTO SISMICO



FUSINA S.R.L. Via Boscadin, 5 - 20080 Monza Tel. 039/2028619 - Fax 039/2230311 - Cell. 348/7213807 E-mail info@fusinasrl.it
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO
CANTIERE: COMO, VIA MADERNO
TITOLO: TAV.6 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI
DATA: FEBBRAIO 2022

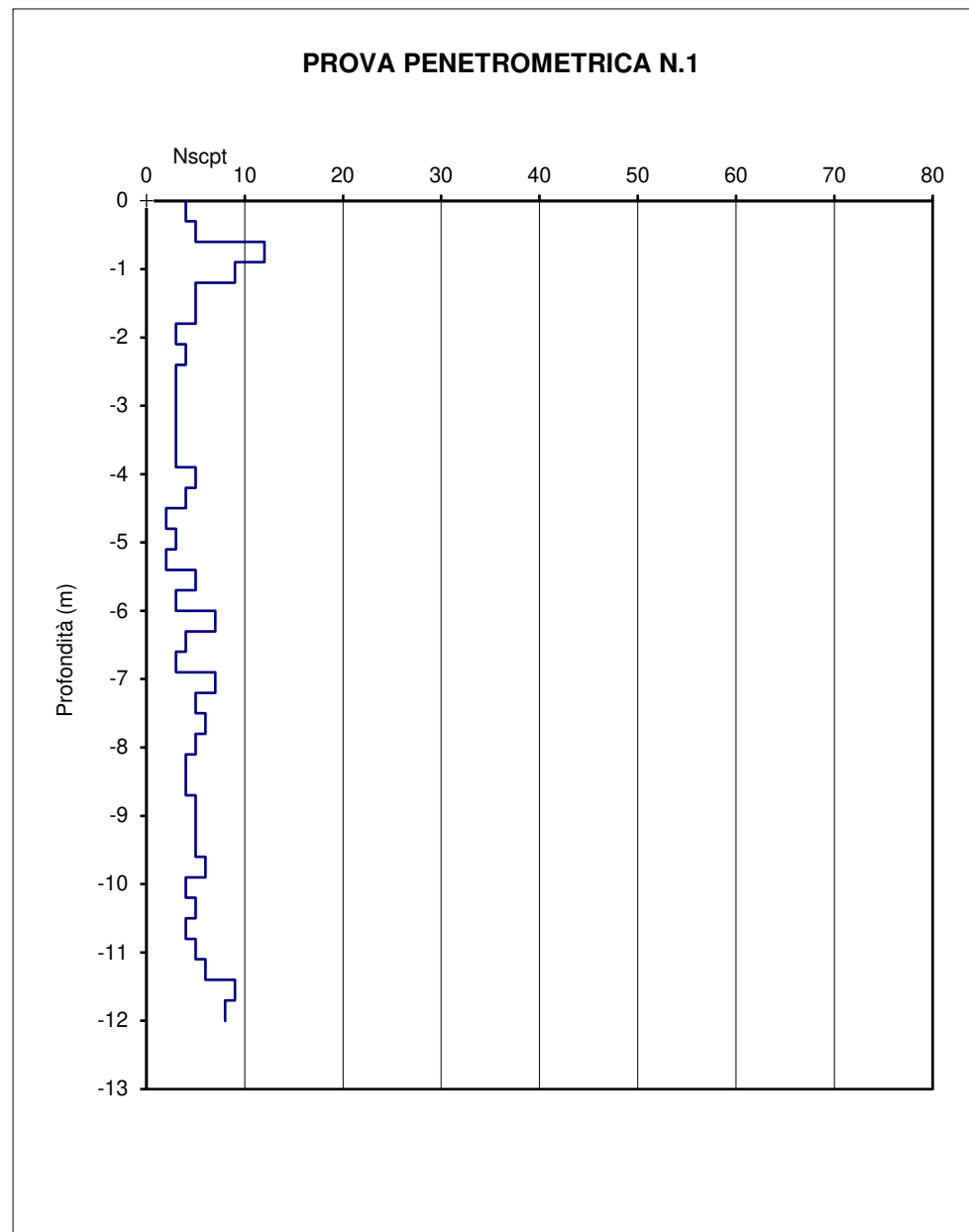
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO
CANTIERE DI COMO, VIA MADERNO (CIMITERO COMUNALE)

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 04/02/2022

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

Profondità	RP	RL
0	4	
	5	
	12	
	9	
-1,5	5	
	5	
	3	
	4	
	3	
-3	3	
	3	
	3	
	3	
	5	
-4,5	4	
	2	
	3	
	2	
	5	
-6	3	
	7	
	4	
	3	
	7	
-7,5	5	

Profondità	RP	RL
	6	
	5	
	4	
	4	
-9	5	
	5	
	5	
	6	
	4	
-10,5	5	
	4	
	5	
	6	
	9	
-12	8	
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

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

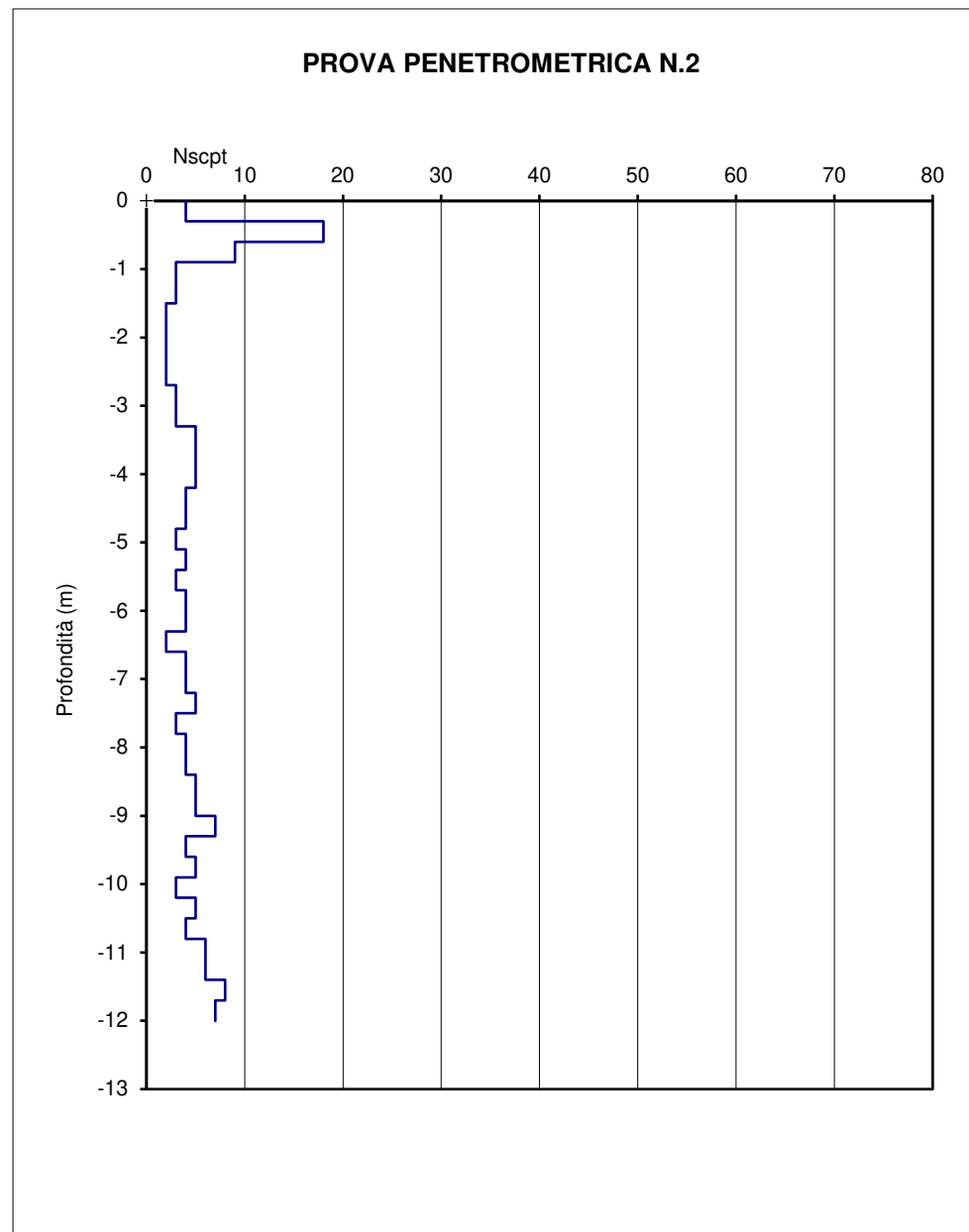
COMMITTENTE: COMUNE DI COMO
CANTIERE DI COMO, VIA MADERNO (CIMITERO COMUNALE)

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 04/02/2022

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

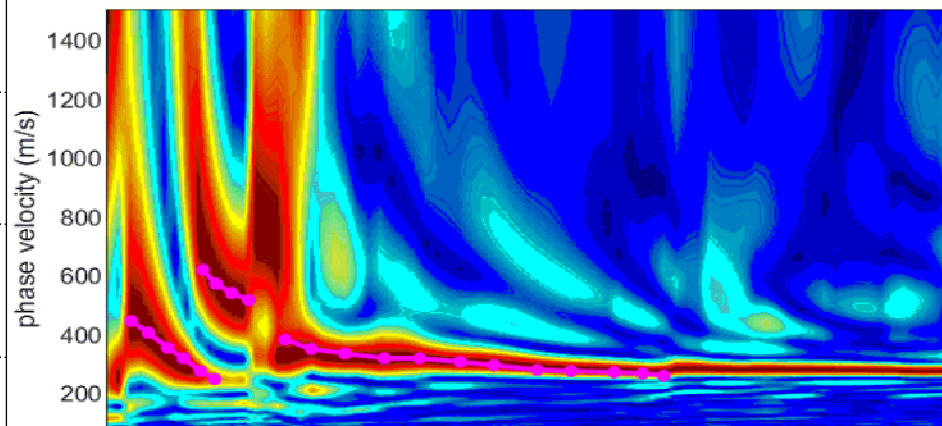
Profondità	RP	RL
0	4	
	18	
	9	
	3	
-1,5	3	
	2	
	2	
	2	
	2	
-3	3	
	3	
	5	
	5	
	5	
-4,5	4	
	4	
	3	
	4	
	3	
-6	4	
	4	
	2	
	4	
	4	
-7,5	5	

Profondità	RP	RL
	3	
	4	
	4	
	5	
-9	5	
	7	
	4	
	5	
	3	
-10,5	5	
	4	
	6	
	6	
	8	
-12	7	
-13,5		
-15		



FUSINA S.R.L.

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



LEGENDA

+ Curva di dispersione misurata

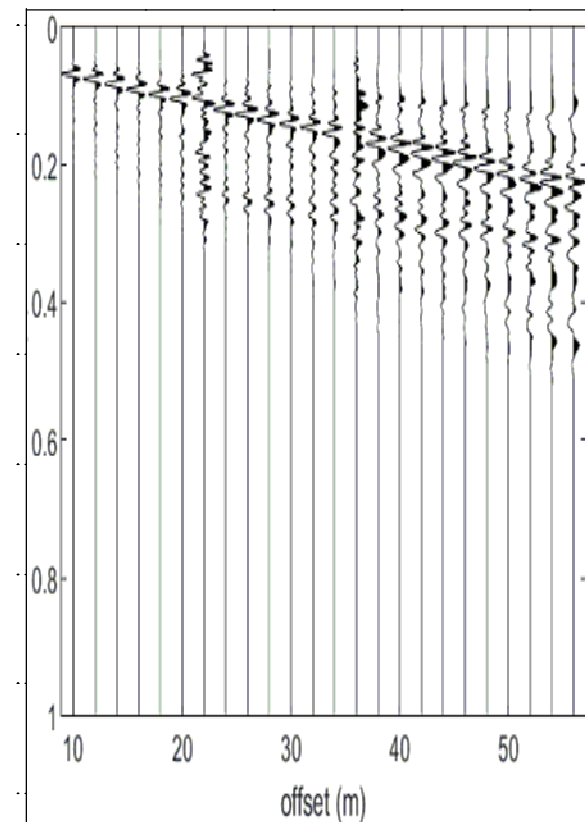
— Curva di dispersione calcolata

— Velocità sismica delle onde S

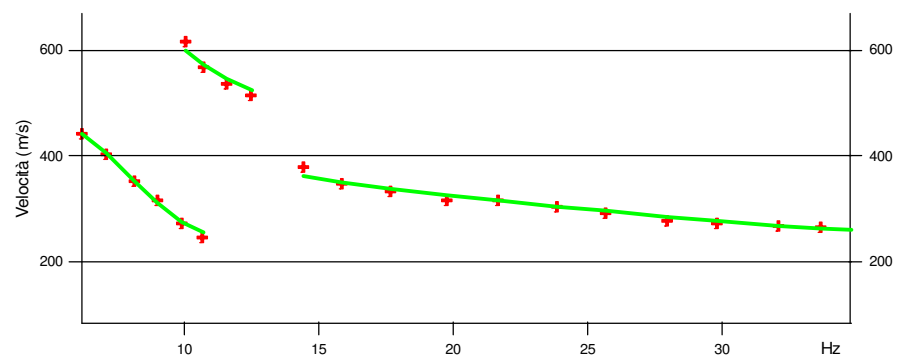
— Modulo di taglio (Mpasca)

VsX

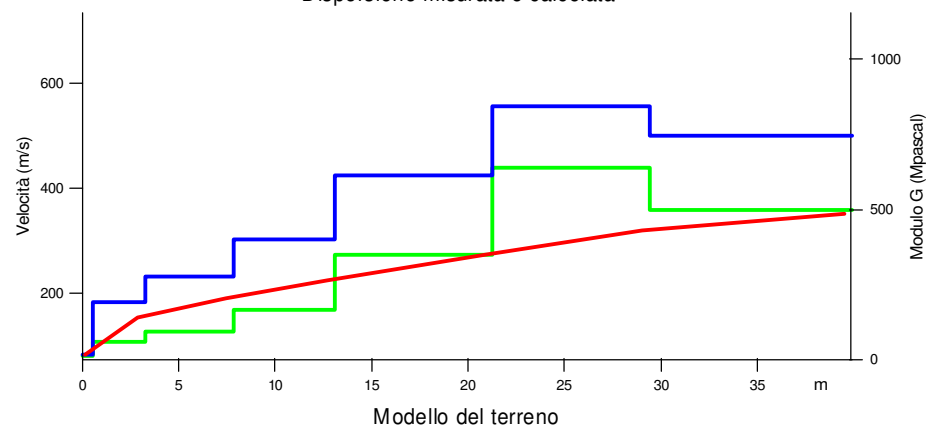
Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



Sismogramma



Dispersione misurata e calcolata



Modello del terreno

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	.5	84	.0063	84	11
.5	3.3	184	.0151	154	57
3.3	7.8	232	.0195	192	94
7.8	13.1	304	.0173	225	167
13.1	21.3	426	.0192	275	350
21.3	29.4	557	.0146	320	638
29.4	39.9	500	.0209	353	500

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 322 m/s

PROVA SISMICA VS30

Como, cimitero di Monte Olimpino

Fusina s.r.l.

Metodologia MASW

VELOCITA' DELLE ONDE S

Febbraio 2022