

# COMUNE DI MILANO

## PROPOSTA DEFINITIVA PIANO ATTUATIVO

### ZONA SPECIALE FARINI UNITA' VALTELLINA"

Comune di Milano  
Componente / Proprietario



**Coima SGR S.p.A**  
**Fondo "Coima Mistral Fund"**

Piazza Gae Aulenti 12 - 20154 Milano - tel. 02 29062683  
Sito web: www.coima.com

Development Manager



**Coima REM S.r.l**

Piazza Gae Aulenti 12 - 20154 Milano - tel. 02 29062683  
Sito web: www.coima.com

Progettazione Masterplan

**3XN**

GXN Copenhagen A/S  
Kanonbadsvej 8 - 1437 Copenhagen  
tel. +45 70262648  
sito web: 3xn.com

Progettazione strutturale

**CEAS s.r.l.**

Viale Giustiniano 10 - 20129 Milano  
tel. 022020221 - fax 0229512533  
sito web: www.ceas.it

Progettazione Urbanistica e Coordinamento

**CAPUTO PARTNERSHIP INTERNATIONAL S.r.l**

Prof. Arch. Paolo Caputo  
Viale Elvezia 18 - 20154 Milano  
tel. +39 023314560 - fax 02347067  
sito web: www.caputopartnership.it

Ambiente

**MONTANA S.P.A.**

Via Angelo Carlo Fumagalli 6 - 20143 Milano  
tel. 0254118173  
sito web: www.montanambiente.com

Progettazione Paesaggistica

**LAND Italia S.r.l**

Via Varese 16 - 20121 Milano  
tel. 028069111 mail: italia@landsrl.com  
sito web: www.landsrl.com

Cost management / Control

**J&A Consultants Srl**

Via Ulrico Hoepli 3/C - 20121 Milano  
tel. 0286915041  
sito web: www.jacons.com

Progettazione Infrastrutturale

**MIC-HUB S.r.l.**

Via Pietro Custodi 16 - 20136 Milano  
tel. 0249530504 - fax 0249530509  
sito web: www.mic-hub.com

Studio idrogeotecnico

**Studio Idrogeotecnico Srl**

Bastioni di Porta Volta 7 - 20121 Milano  
tel. 026597857 - fax 026551040  
sito web: www.studioidrogeotecnico.com

Studio legale

**Studio Belvedere Inzaghi & Partners - BIP**

Piazza Duse 3 - 20122 Milano  
tel. 0276008581 - fax 0276008586  
sito web: www.studiolegalebelvedere.com

Energia e sostenibilità

**Deerns Italia**

via Guglielmo Silva 36 - 20149 Milano  
tel. 0236167888 - fax 0236167801  
sito web: www.deerns.it

Fase del processo

**PROPOSTA DEFINITIVA PIANO ATTUATIVO**

Oggetto

**Valutazione di compatibilità geologica a supporto della proposta definitiva del Piano Attuativo Zona Speciale Farini Unità Valtellina**

Nome File

5.7-Valutazione Di Compatibilità Geologica A Supporto Della Proposta Definitiva Del Piano Attuativo Zona Speciale Farini Unità Valtellina-cartiglio.dwg

Data

**MAG. 2021**

Codice Elaborato

**5.7**

rev	data	redatto	verificato	approvato	oggetto revisione
01	giugno 2023				Aggiornamento Masterplan osservazioni Commissione per il Paesaggio del 11/05/2023



Piazza Gae Aulenti, 12  
Milano

**COMUNE DI MILANO**  
**PROPOSTA DEFINITIVA PIANO ATTUATIVO**  
**“ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”**

**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA A SUPPORTO**  
**DELLA PROPOSTA DEFINITIVA DEL PIANO ATTUATIVO “ZONA**  
**SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”**

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA E FINALITÀ</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL PIANO ATTUATIVO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE</b>	<b>7</b>
3.1	Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Milano	9
3.1.1	Vincoli idrogeologici	9
3.1.2	Pericolosità sismica locale	12
3.1.3	Sintesi degli elementi conoscitivi	18
3.1.4	Pericolosità idraulica (Direttiva Alluvioni)	19
3.1.5	Fattibilità geologica	21
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO</b>	<b>26</b>
4.1	Lineamenti geomorfologici, idrografici e geologici	26
4.2	Caratteri idrogeologici territoriali	27
4.2.1	Classificazione delle unità di sottosuolo	27
4.2.2	Caratteri piezometrici locali	28
4.3	Permeabilità dei terreni	30
4.4	Aspetti sismici locali	30
4.4.1	Approfondimento sismico di primo livello	30
4.4.1.1	Pericolosità sismica locale	30
4.4.1.2	Parametri sismici	32
4.4.1.3	Verifica della suscettibilità alla liquefazione	34
4.4.2	Approfondimento sismico di secondo livello	36
4.4.2.1	Stima degli effetti litologici e del fattore di amplificazione	37
4.4.2.2	Individuazione della scheda litologica di valutazione	37



4.4.2.3	Calcolo del periodo proprio di sito	38
4.4.2.4	Calcolo del fattore di amplificazione e confronto con i valori di soglia comunale	38
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI</b>	<b>40</b>
5.1	Metodologia di indagine	40
5.2	Caratterizzazione geologico – tecnica dei terreni	42
<b>6</b>	<b>ANALISI PRELIMINARE DEGLI IMPATTI SULLE COMPONENTI SUOLO-SOTTOSUOLO ED AMBIENTE IDRICO</b>	<b>44</b>
6.1	Geotecnica e sismica dei terreni di fondazione	44
6.2	Salubrità dei suoli	45
6.3	Gestione delle terre	47
6.4	Acque superficiali	48
6.5	Gestione delle acque in fase di realizzazione e di funzionamento	49
6.6	Soggiacenza della falda	53
6.7	Fabbisogni idrici	53
6.7.1	Fabbisogno idrico per condizionamento/riscaldamento	53
6.7.2	Il ricorso a geotermia con acqua di falda	54
6.7.2.1	Studio di fattibilità idrogeologica e modellazione preliminare	54
6.7.2.2	Esiti dello studio modellistico	55
6.7.2.3	Procedure autorizzative	56
6.7.3	Fabbisogno idrico potabile ed igienico-sanitario	57
6.7.4	Fabbisogno idrico per irrigazione aree a verde	57

## ALLEGATI

ALLEGATO 1	Risultati Prospezione sismica MASW
ALLEGATO 2	Prove penetrometriche dinamiche continue di documentazione – Tabulato e diagramma

## TAVOLE

ELABORATO 1.6	Inquadramento idrogeologico, scala 1:10.000 / 1:25.000
ELABORATO 1.7	Ubicazione delle indagini di caratterizzazione geotecnica e sismica, scala 1:2000

## 1 PREMESSA E FINALITÀ

Lo Studio Idrogeotecnico Srl di Milano è stato incaricato della elaborazione della valutazione della compatibilità geologica a supporto della Proposta definitiva del Piano Attuativo “Zona Speciale Farini Unità Valtellina”, situato nel settore centrale del territorio comunale di Milano, all’interno dell’ex scalo ferroviario Farini.

Il presente documento, pertanto, contiene:

- la verifica della fattibilità dell'intervento in riferimento alla componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano del Governo del Territorio vigente del Comune di Milano (Milano 2030);
- la caratterizzazione geologica e geologico-tecnica, idrogeologica e sismica di base del sito, sia su base documentale di tipo bibliografico, sia derivante da prove in sito, ai sensi della D.G.R. IX/2616/2011 e delle NTC 17/01/2018, necessaria alla programmazione delle successive indagini geognostiche a supporto della progettazione esecutiva, in funzione delle problematiche riscontrate e degli approfondimenti richiesti dalle Norme Geologiche di Piano;
- un’analisi preliminare dei possibili impatti su suolo-sottosuolo ed ambiente idrico correlabili alla proposta definitiva di Piano Attuativo.

## 2 CARATTERISTICHE DEL PIANO ATTUATIVO

Il compendio interessato dal piano attuativo in esame coincide con l'“Unità Valtellina”, ricompresa nell'ex Scalo ferroviario denominato “Zona Speciale Farini”, che insieme ad altre sei aree ferroviarie dismesse in comune di Milano sono oggetto di riqualificazione urbanistica in base all'Accordo di Programma sottoscritto il 23 giugno 2017 e successivamente approvato con Decreto del Presidente della Regione Lombardia n. 754 del 1 agosto 2017.

La proposta di Piano Attuativo per l'Unità Valtellina si struttura a partire dalle linee guida del Masterplan pubblico dello Scalo Farini e integra gli obiettivi di insieme nelle soluzioni progettuali del lotto. In particolare, il progetto Valtellina:

- Crea un quartiere a scala umana caratterizzato da una estesa area pedonale (il nuovo quartiere “Brera”), edifici permeabili al piano terra che accoglieranno spazi e servizi per attivare l'area connetterla alla Città. Un quartiere urbano concepito come “villaggio”.
- Crea un Hub per l'Innovazione e l'educazione di rilevanza internazionale, connettendo il Business & Tech Hub (Porta Nuova Garibaldi) con l'Hub dell'Università e della Ricerca (Bovisa-MiND)
- Crea uno spazio per l'innovazione e l'educazione con target per giovani professionisti, start-up, aziende innovative e ricercatori con background complementare in grado di generare un ecosistema a larga scala.
- Promuove una strategia flessibile per le infrastrutture della mobilità e dei servizi in grado di accogliere le esigenze future e l'evoluzione del quartiere.
- Adotta strategie a scala urbana per uno sviluppo sostenibile in termini di resilienza, mobilità, salute e benessere, tecnologie costruttive, usi flessibili, economia circolare.
- Restituisce alla città un settore urbano cui demandare il ruolo di rifondare un impianto relazionale, funzionale e morfologico di grande chiarezza e permeabilità.
- Integra le categorie funzionali e le loro conseguenti declinazioni tipologiche per creare il “senso del luogo” che viene sintetizzato nel progetto attraverso la costruzione di un vero e proprio tessuto urbano, articolato e vario nelle relazioni interne, continuo e lineare nei rapporti con il contesto urbano di Via Valtellina e con il grande Parco Lineare.
- mantiene e integra fisicamente e funzionalmente alcuni edifici esistenti, quali la Dogana (edificio C – sottoposto a tutela ai sensi dell'art. 12 del Dlgs 42/2004), i caselli di ingresso al comparto (edificio E) e il Warehouse (parte dell'edificio B più vicina alla ferrovia) (Figura 2.1);

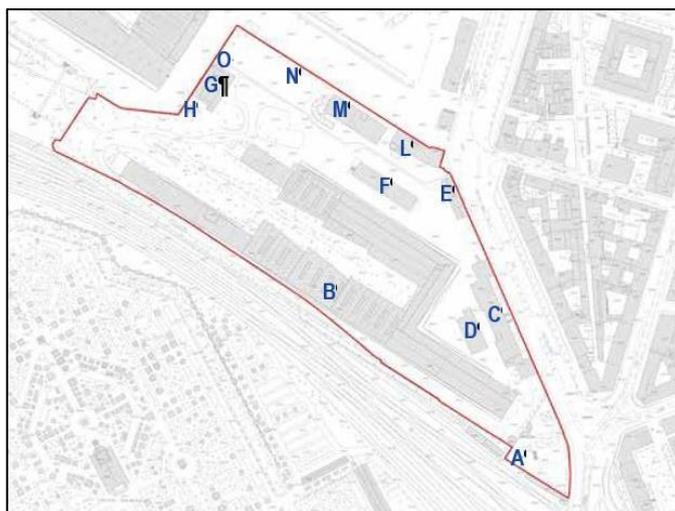


Figura 2.1 – Stato di fatto degli edifici (A, B, C, D, E, F, G, H in locazione alla Dogana e L, M, N, O alla Guardia di Finanza)



L'assetto morfologico del Masterplan è dato da elementi preesistenti e permanenti ed elementi di innovazione, gli uni e gli altri si innestano e disegnano, allo stesso tempo, lo spazio aperto e comune che si configura quale anticipazione dei principi compositivi inerenti tali spazi.

Le strutture preesistenti e permanenti sono costituite da (Figura 2.1):

- ✓ la palazzina prospiciente Via Valtellina (edificio C), storicamente destinata agli uffici della Dogana;
- ✓ i caselli di ingresso al comparto (edificio E);
- ✓ il macro elemento lineare (edificio B) costituito da strutture di deposito e area logistica dello scalo, che in parte saranno conservati (Warehouse) e in parte demoliti.

A tale sistema si affianca il nuovo sistema edilizio destinato ad uffici, residenze e attività commerciali.

Tra i due sistemi si colloca il Parco Lineare, vero e proprio ponte tra Porta Nuova/Garibaldi/Farini e le aree poste a nord ovest, relative al sistema Lugano/Bovisa/Mind.



Figura 2.2 - Planivolumetrico di progetto

La superficie territoriale desunta da rilievo risulta essere di mq 60.944, inferiore di quella catastale (mq 61.240) di 296 mq.

La proposta di PA "Unità Valtellina" prevede la realizzazione di complessivi mq. 39513 di SL, così articolata:

- mq. 29.635 per funzioni residenziali e non residenziali (di cui minimo mq 19.757 per funzioni non residenziali);
- mq 9.878 min. per edilizia residenziale sociale e convenzionata

La proposta di PA prevede, inoltre, la realizzazione di parcheggi pertinenziali interrati, come previsto dalla L.122/89, su più livelli. L'accesso agli interrati in prima fase è tramite una rampa che affaccia su via Valtellina, si intende mantenere la possibilità di accesso anche dalla futura viabilità che sarà realizzata nell'Unità Farini Scalo.

Al fine di supportare l'accessibilità all'area del PA verranno realizzati degli interventi sulla rete esterna e sulle infrastrutture di transito (riconfigurazione del nodo Farini, riqualificazione di via Valtellina, ciclabile in via Pepe).

In primis, e per garantire un collegamento tra i movimenti EO, si propone la creazione di un sottopasso ciclo-pedonale in corrispondenza con l'asse di via Pepe. Questa proposta fornirebbe un percorso decisamente più breve e diretto da e verso Garibaldi senza intaccare la connessione verticale, ad oggi esistente tra il ponte e via Pepe, che viene mantenuta (Figura 2.3).

Inoltre, questo intervento consentirà di avere una connessione ciclabile in sede segregata continua verso il masterplan, il resto dello Scalo ed oltre.

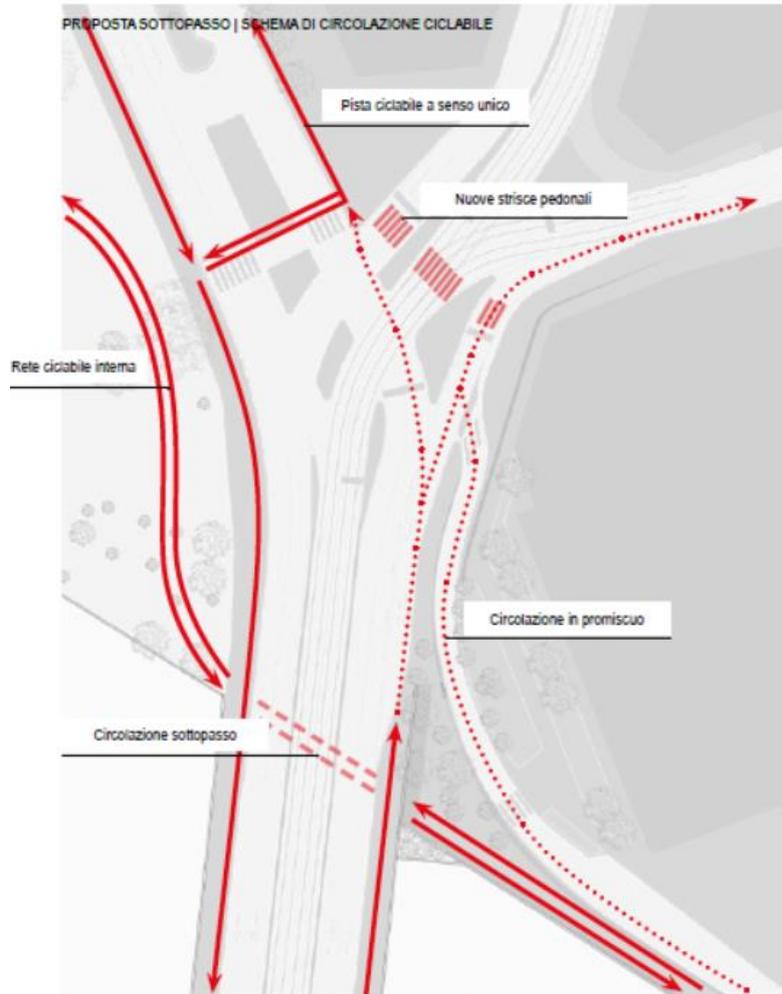


Figura 2.3 – Possibile configurazione del sottopassaggio di via Pepe/Farini

Infine, per quanto riguarda il verde, la proposta di PA prevede la dotazione del 70,3% della Superficie territoriale in aree a verde attrezzato (pari a mq 42.857 min), che sarà conferita mediante le aree in cessione (Parco lineare) e mediante asservimento di aree private a verde attrezzato, che saranno reperite nell'ambito del lotto per l'edificazione privata e negli ambiti adiacenti o interni agli edifici per servizi privati di interesse generale.

In particolare, il verde sarà di tre tipologie: verde naturale (aree inerbite/piantumate, aiuole, ecc.), piazze, percorsi, connessioni e servizi privati di interesse generale a verde.



### 3 STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE

Il Piano di Governo del Territorio di Milano “PGT Milano2030”, approvato con Delibera di Consiglio comunale n. 34 del 14/10/2019, è divenuto efficace in data 05/02/2020 a seguito della pubblicazione dell’avviso di approvazione definitiva del Piano sul BURL Serie Avvisi e Concorsi n. 6.

In data 13/04/2022 è stato avviato il procedimento in merito alla proposta di variante al Piano delle Regole e alla verifica di assoggettabilità alla valutazione ambientale strategica (VAS) al fine di:

- recepire la “Variante di aggiornamento della delimitazione delle fasce fluviali del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po” del torrente Seveso e relativo aggiornamento delle mappe di pericolosità e rischio aree allagabili del PGRA;
- modificare l’art. 45 comma 3 “Classe IIIa: aree a pericolosità di inondazione (condizioni di gravosità media)” delle Norme di Attuazione del Piano delle Regole;
- ridurre le fasce di rispetto dei corsi d’acqua del reticolo idrico minore all’interno dell’area Mind-post-Expo.

Con riferimento al procedimento di verifica di assoggettabilità alla Valutazione Ambientale Strategica (VAS), l’Autorità Competente per la VAS (Area Risorse Idriche e Igiene Ambientale), di concerto con l’Autorità Procedente (Area Pianificazione Urbanistica Generale) con Determina Dirigenziale n. 7259 del 09/09/2022 ha espresso parere di non assoggettabilità alla procedura di Valutazione Ambientale Strategica della Variante al Piano delle Regole del vigente Piano di Governo del Territorio (PGT).

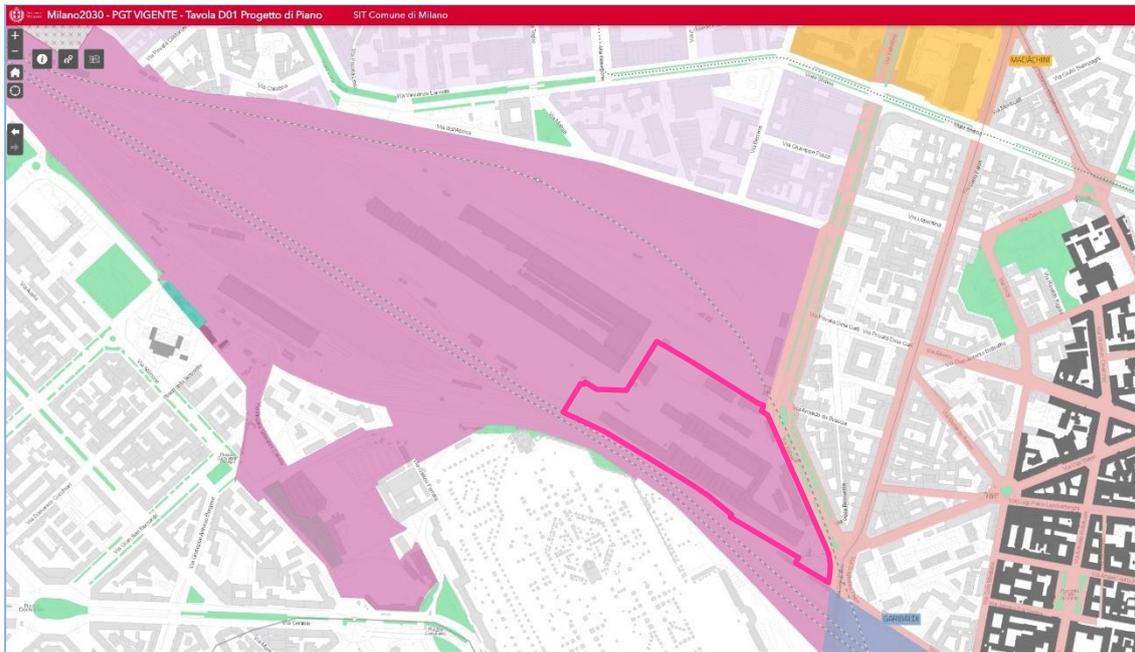
La variante è stata adottata con deliberazione n. 4/23 del 23/01/2023.

Gli elaborati di Piano sono sia testuali che cartografici e comprendono:

- Documento di Piano;
- Piano dei Servizi;
- Piano per le attrezzature religiose;
- Piano delle Regole;
- Componente geologica, idrogeologica e sismica.

Di seguito si riportano alcuni estratti delle cartografie dei diversi elaborati di Piano, con evidenziato l’ambito del piano attuativo, che possono presentare relazioni con l’area di intervento, per quanto attiene la geologia, l’idrogeologia, il rischio idraulico, la presenza di reticolo idrografico e delle relative fasce di rispetto, la vincolistica ambientale.

Nella Tavola “D01 Progetto di Piano” del Documento di Piano, l’area di progetto è individuata come “Accordi di Programma – Scali ferroviari/MIND-Post Expo”, normati dall’articolo 52 delle Norme di attuazione del Piano delle Regole “Disciplina degli ambiti interessati da provvedimenti approvati e adottati”.



Legenda

UNA CITTA' DI OPPORTUNITA', ATTRATTIVA E INCLUSIVA

- Attrattori di scala metropolitana
  - esterni al Comune
- Progetti di trasformazione urbana
  - esterni al Comune
- Ambiti per grandi funzioni urbane (Art. 16 NA PdR)
- Piani attuativi obbligatori (Art. 26 NA PdR)
- Accordi di Programma
  - Scali ferroviari/MIND-Post Expo (Art. 52 NA PdR)

UNA CITTA' GREEN, VIVIBILE E RESILIENTE

- Ambiti di rigenerazione ambientale (Art. 15.3 NA PdR)
- Aree interessate da Parchi Locali di Interesse Sovracomunale
  - PLIS esterni al Comune
- Aree interessate da Parchi Locali di Interesse Sovracomunale
  - PLIS Media Valle del Lambro (All. 1)
- Aree interessate da Parchi Locali di Interesse Sovracomunale
  - Proposta PLIS Martesana (Art. 10.8 NA PdS)
- Aree sottoposte alla normativa dei Parchi Regionali
  - Proposta di modifica del perimetro del Parco Agricolo Sud Milano (Art. 10.8 NA PdS)
- Progetto di riapertura Navigli
  - Tracciato di riconnessione idraulica
- Reticolo idrico (Art. 49 NA PdR)

- Verde urbano
  - esistente (Art. 8.2.2.a NA PdS)
  - di nuova previsione (Art. 8.4 NA PdS)
- Aree agricole di livello comunale (Art. 24 NA PdR)
- Ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico (Art. 24 NA PdR)
- Aree sottoposte alla normativa dei Parchi Regionali
  - Parco Agricolo Sud Milano/Parco Nord Milano (Art. 35.1 NA PdR)
- Aree sottoposte alla normativa dei Parchi Regionali
  - esterni al Comune
- Aree destinate all'agricoltura
  - esterne al Comune (Prov. MB)
- Aree destinate all'agricoltura
  - esterne al Comune (CM MI)

UNA CITTA', 88 QUARTIERI DA CHIAMARE PER NOME

- NAF (Nuclei di Antica Formazione) (Art. 18 NA PdR)
  - esterni al Comune
- Nuclei storici esterni (Art. 15.6 NA PdR)
- Spazi a vocazione pedonale (Art. 15.6 NA PdR)
- Piazze (Art. 15.4 NA PdR)

UNA CITTA' CHE SI RIGENERA

- Ambiti di Rinnovamento Urbano (Art. 22 NA PdR)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO “ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”



Figura 3.1 - Estratto Tavola D01 Progetto di Piano

### 3.1 COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PGT DEL COMUNE DI MILANO

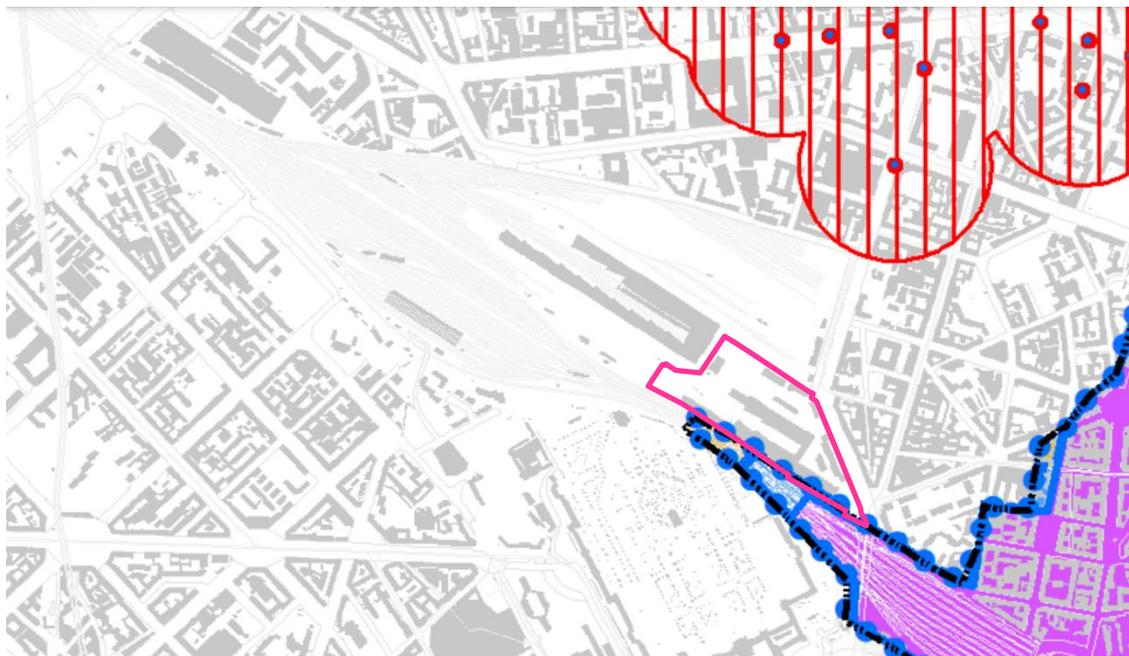
Lo studio per la componente geologica, idrogeologica e sismica a corredo del PGT della città di Milano dell'ottobre 2019 (stesura originale giugno 2018), è stato redatto secondo quanto previsto dalla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Aggiornamento dei «Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12», approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374".

Esso è costituito da una relazione illustrativa contenente la descrizione delle attività svolte per la revisione della componente geologica idrogeologica, sismica e idraulica, per l'aggiornamento del reticolo idrografico e per l'adeguamento del PGT al Piano di Gestione Rischio Alluvioni alla luce della normativa entrata in vigore dopo l'approvazione del PGT del 2012 e del 2019, oltre alle Norme geologiche di Piano. La relazione è completata da alcuni Allegati testuali (componente sismica, documento semplificato del rischio idraulico, modelli idraulici, reticolo idrografico e fasce di rispetto, regolamento di Polizia idraulica) e da cartografie tematiche.

Nei paragrafi seguenti vengono esaminate le relazioni dell'area di progetto con gli aspetti relativi ai vincoli idrogeologici, alla pericolosità sismica locale, alla sintesi degli elementi conoscitivi e alla fattibilità geologica, desunti dalla componente geologica di supporto al PGT. Viene, inoltre, considerato il rapporto dell'area di progetto con la pericolosità idraulica definita dalla Direttiva Alluvioni – Revisione vigente giugno 2023.

#### 3.1.1 Vincoli idrogeologici

L'area di studio, come osservabile dell'immagine seguente (Figura 3.2), desunta dalla carta dei vincoli della componente geologica della variante PGT adottata, risulta non interferente con l'involuppo delle zone di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile dell'Acquedotto di Milano, né con le fasce di rispetto del reticolo idrografico principale e minore.



VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
“ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”

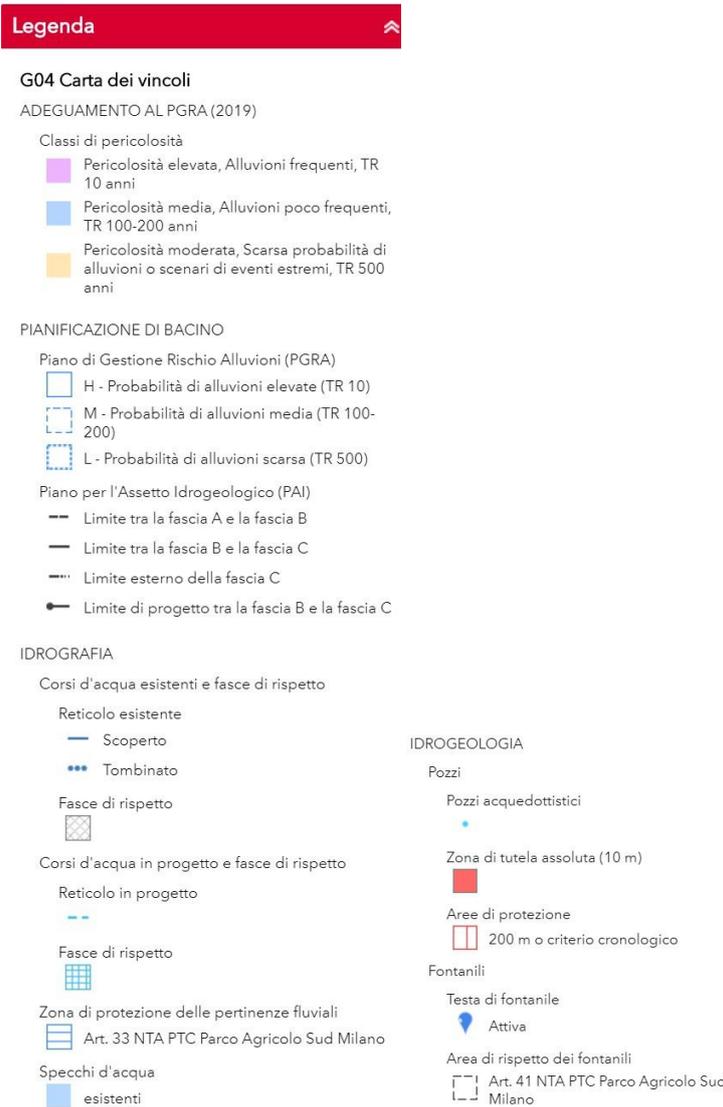


Figura 3.2 - Estratto Tavola dei vincoli della componente geologica del PGT Milano2030 (CG G04)

Nell'area del PA **non scorrono reticoli idrici**, come si può osservare dalla Figura 3.2, si può osservare in Figura 3.3 che il principale elemento della rete idrografica è rappresentato dal corso tombinato del Naviglio della Martesana (classificato come Reticolo Idrico Consortile), localizzato in asse a Via Melchiorre Gioia a circa 1020 m a ESE, che confluisce a sua volta in corrispondenza della chiusa di San Marco nel Cavo Redefossi (classificato come Reticolo Idrico Principale), che scorre lungo la cerchia dei Bastioni.

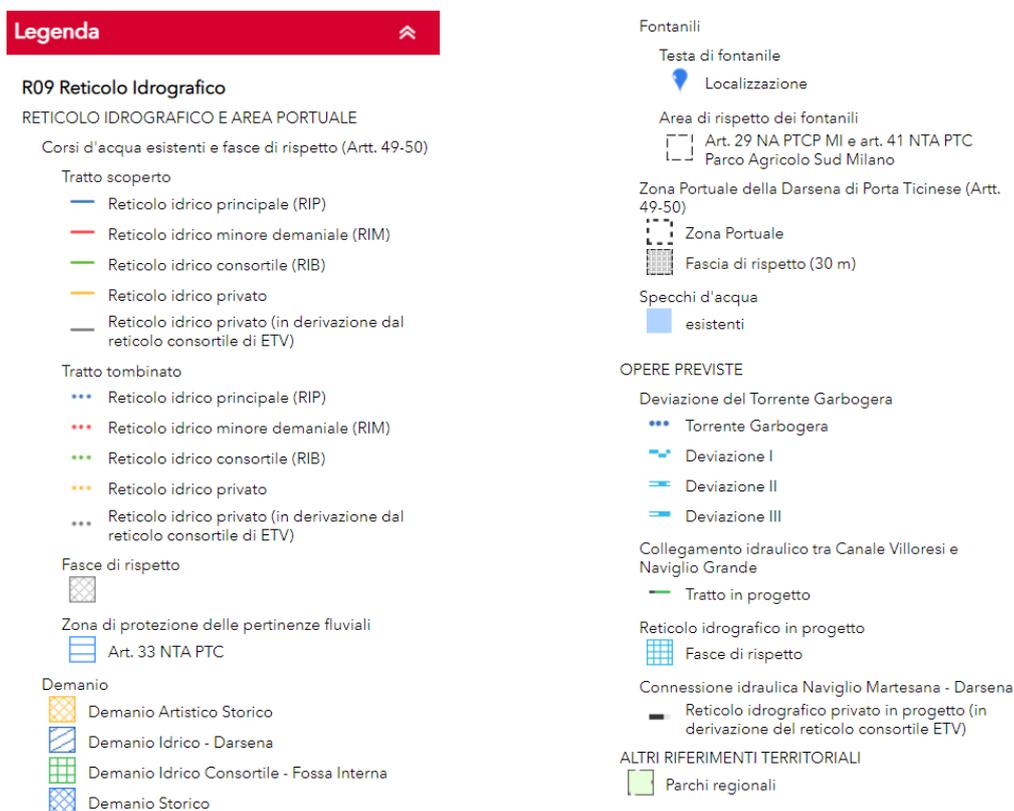


Figura 3.3 - Estratto della Tavola R.09 "Reticolo idrografico e fasce di rispetto" del Piano delle Regole del PGT di Milano

E' presente, invece, nella zona meridionale del PA, interferenza con le aree di pericolosità di adeguamento al PGRA 2019 (ora modificato con revisione 2022), in particolare con la classe di pericolosità media-Alluvioni poco frequenti (TR 100-200 anni). L'ambito del PA interferisce anche con le aree della Pianificazione di Bacino/Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) ed in particolare con lo scenario di pericolosità L – Probabilità di alluvioni scarsa (TR 500). Tuttavia, come descritto al paragrafo 3.1.4, a cui si

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"

rimanda per la visione delle perimetrazioni attualmente vigenti rispetto a quanto riportato nella cartografia dei vincoli del PGT, gli scenari di pericolosità del PGRA hanno subito una modifica (Revisione giugno 2023) a seguito dell'approvazione definitiva della Variante di aggiornamento della delimitazione delle fasce fluviali del torrente Seveso (ambito RP), avvenuta con decreto del Segretario generale dell'ADBPO n. 484 del 30 dicembre 2020.

### 3.1.2 Pericolosità sismica locale

La componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT Milano2030 è corredata dall'Allegato 2 che costituisce l'aggiornamento della componente sismica e illustra l'analisi della sismicità del territorio e la valutazione degli effetti sismici di sito.

Secondo la nuova classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia, di cui alla d.g.r. 11 luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia", il territorio di Milano risulta riclassificato in **Zona Sismica 3** con valore di accelerazione massima  $A_{gmax} = 0.054655$ . Pertanto, ai sensi della l.r. 12 ottobre 2015 n. 33 è necessario depositare allo sportello unico del comune, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di progetto conforme ai contenuti minimi previsti dalla d.g.r. 30 marzo 2016 – n. X/5001 e s.m.i..

Per la valutazione 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

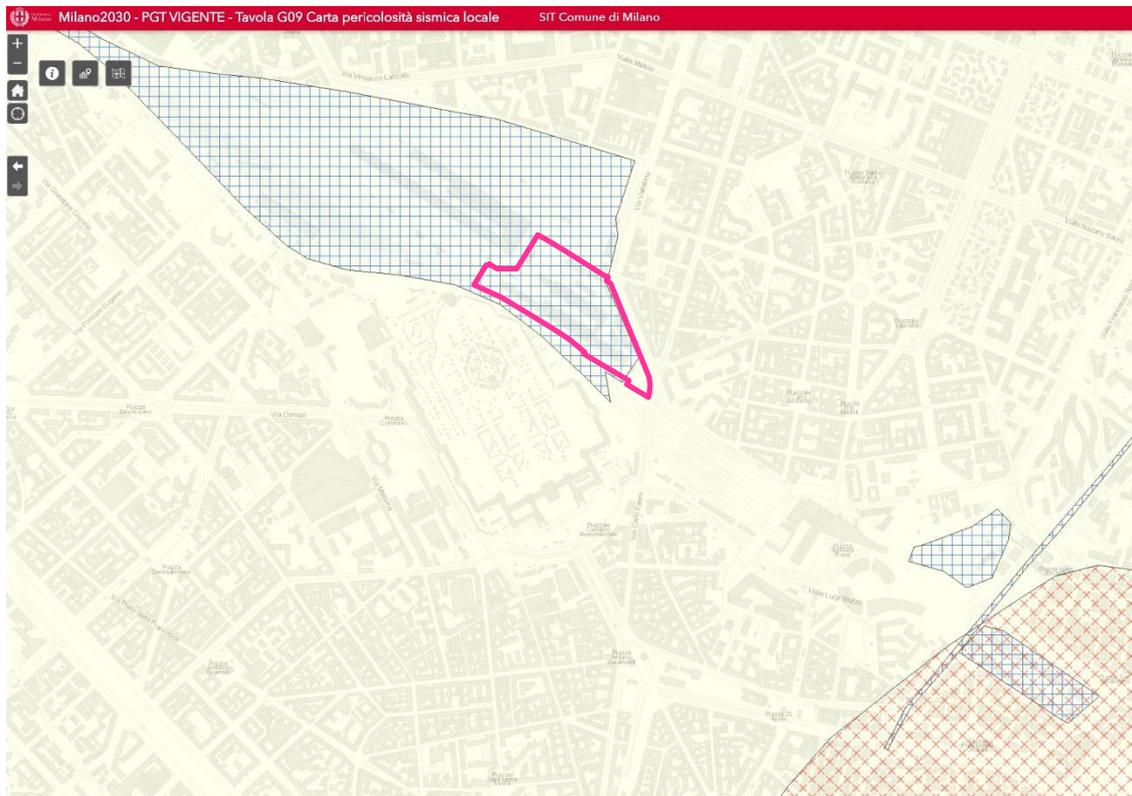
Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, negli scenari PSL, individuati attraverso il 1^ livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Pertanto, poiché il comune di Milano è classificato in zona sismica 3, per tutti i progetti di edifici si rende necessaria la valutazione degli effetti di amplificazione litologica e delle conseguenti azioni sismiche di progetto a mezzo di approfondimenti sismici di 2° livello in fase di pianificazione, condotti secondo i criteri definiti dall'Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616.

#### Il livello di approfondimento

La carta della pericolosità sismica locale (ottobre 2019) allegata alla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT evidenzia che il sito di intervento ricade nei seguenti **scenari di pericolosità sismica** (Figura 3.4):

- **Z2a**, zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.), che possono dare luogo a cedimenti;

- **Z4a**, zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi, che possono dare luogo ad amplificazioni litologiche e geometriche.



SCENARIO DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	
Descrizione delle aree e i relativi effetti	
	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
	Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi → AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE

Figura 3.4 – Estratto Carta della pericolosità sismica locale della componente geologica del PGT Milano2030 (CG G09)

Nell'ambito dello studio della componente sismica del PGT sono state effettuate indagini sismiche (MASW, ReMi e ESAC, HVSR) in corrispondenza di 72 siti del territorio comunale, finalizzate all'applicazione della metodologia di analisi proposta dalla d.g.r. 2616/2011, nella quale si prescrive di valutare il Fattore di amplificazione (Fa) attraverso l'utilizzo degli abachi proposti nell'allegato V alla stessa, basati sull'individuazione del profilo delle Vs e della litologia.

Nella seguente figura (Figura 3.5) si riporta un estratto relativo all'area di intervento dell'elaborato CG G10 "Carta delle Vs e del periodo proprio di sito", nel quale si individuano le aree oggetto di indagini sismiche (ex novo e pregresse) con i relativi valori di Vs ottenuti dalle indagini e la categoria di sottosuolo individuata ai sensi della Tab. 3.2.II delle NTC 17/01/2018.

Il sito di intervento rientra nella **categoria di sottosuolo di tipo C** "Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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”.

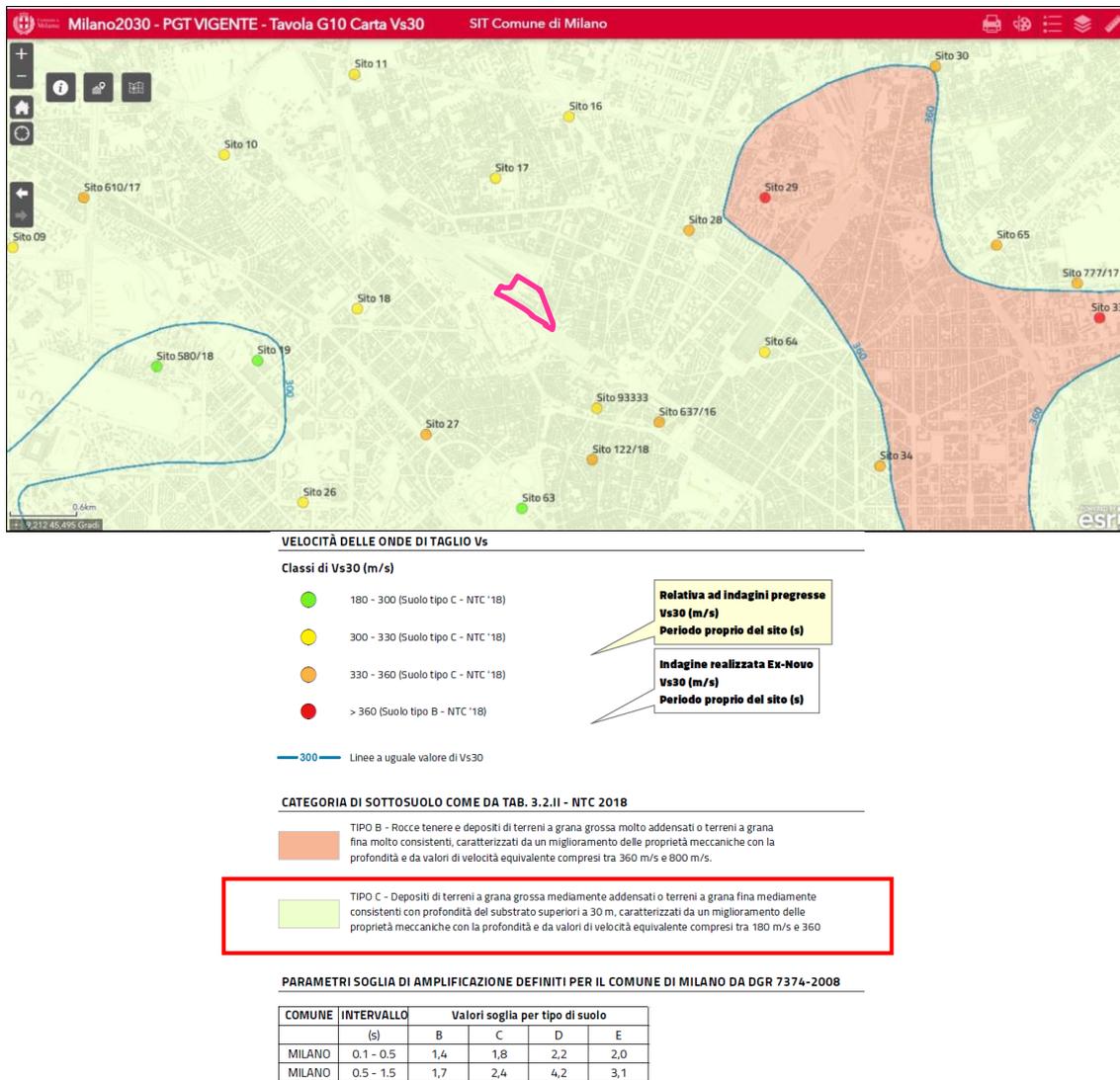


Figura 3.5 – Estratto Carta della Vs30e del periodo proprio di sito della componente geologica del PGT Milano2030 (CG G10)

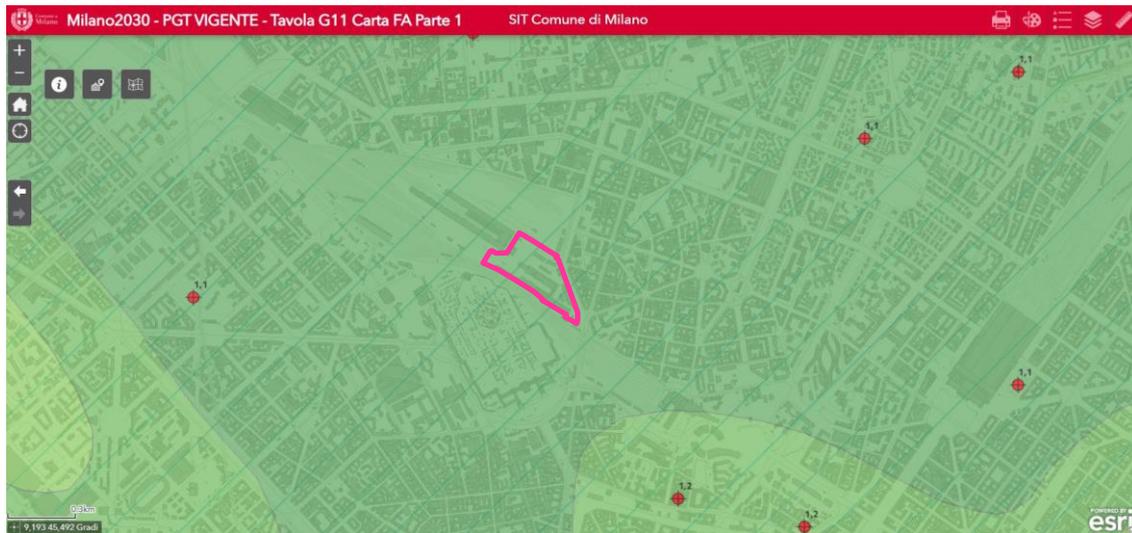
### Il livello di approfondimento

L'approfondimento sismico di II livello eseguito per il territorio di Milano nell'ambito della componente sismica del PGT ha previsto la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, allo scopo di fornire la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di **Fattore di Amplificazione (Fa)**.

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano).

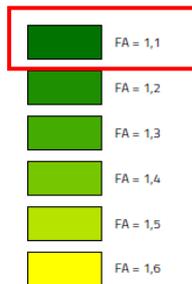
I risultati dell'analisi sismica di II livello sono sintetizzati nelle carte dei fattori di amplificazione relative agli intervalli di periodo 0,1 – 0,5 s e 0,5 – 1,5 s riferibili rispettivamente agli edifici e strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, e alle strutture più alte e più flessibili. Nelle seguenti figure si riportano gli estratti di tali carte riferiti all'area in esame.

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO “ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”



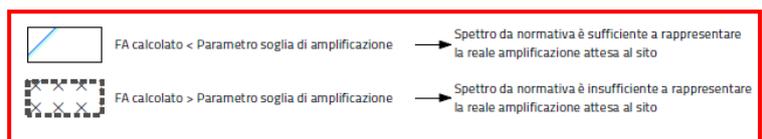
**FATTORI DI AMPLIFICAZIONE**

Periodo di riferimento T = 0,1 s - 0,5 s



Fattori di Amplificazione calcolati nei Siti di indagine

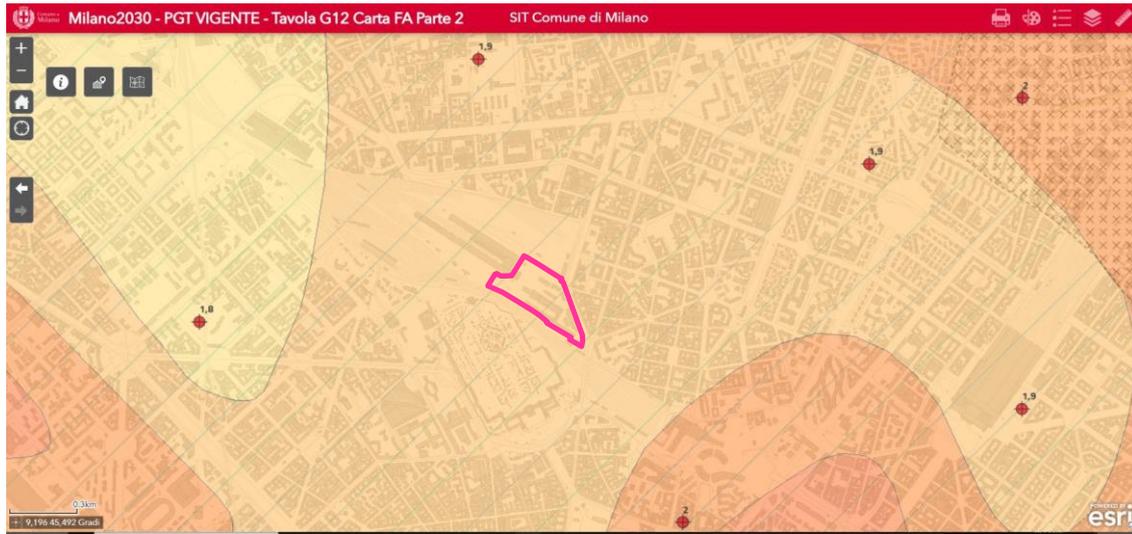
**CONFRONTO TRA I FATTORI DI AMPLIFICAZIONE CALCOLATI E I PARAMETRI SOGLIA DEFINITI PER IL COMUNE DI MILANO (PERIODO 0,1 - 0,5 s)**



**PARAMETRI SOGLIA DI AMPLIFICAZIONE DEFINITI PER IL COMUNE DI MILANO DA DGR 7374-2008**

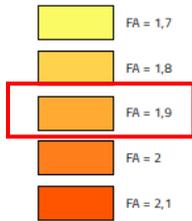
COMUNE	INTERVALLO (s)	Valori soglia per tipo di suolo			
		B	C	D	E
MILANO	0.1 - 0.5	1,4	1,8	2,2	2,0
MILANO	0.5 - 1.5	1,7	2,4	4,2	3,1

Figura 3.6 – Estratto Carta dei fattori di amplificazione 0,1-0,5 s e di confronto tra Fa calcolati e Fa da normativa della componente geologica della PGT Milano2030 (CG G11)



**FATTORI DI AMPLIFICAZIONE**

Periodo di riferimento T = 0,5 s - 1,5 s



Fattori di Amplificazione calcolati nei Siti di indagine

**CONFRONTO TRA I FATTORI DI AMPLIFICAZIONE CALCOLATI E I PARAMETRI SOGLIA DEFINITI PER IL COMUNE DI MILANO (PERIODO 0,5 - 1,5 s)**



**PARAMETRI SOGLIA DI AMPLIFICAZIONE DEFINITI PER IL COMUNE DI MILANO DA DGR 7374-2008**

COMUNE	INTERVALLO (s)	Valori soglia per tipo di suolo			
		B	C	D	E
MILANO	0.1 - 0.5	1,4	1,8	2,2	2,0
MILANO	0.5 - 1.5	1,7	2,4	4,2	3,1

Figura 3.7 – Estratto Carta dei fattori di amplificazione 0,5-1,5 s e di confronto tra Fa calcolati e Fa da normativa della componente geologica della PGT Milano2030 (CG G12)

Dall'esame delle carte dei fattori di amplificazione sopra riportate (Figura 3.6, Figura 3.7) emerge che il sito di progetto ricade nelle aree con:

- Fa 0,1÷0,5 s pari a 1,1;
- Fa 0,5÷1,5 s pari a 1,9.

In entrambi i casi Fa calcolato è inferiore a Fa di soglia comunale (rispettivamente  $F_{s0,1\div0,5 s}$  per suolo C pari a 1,8 e  $F_{s0,5\div1,5 s}$  per suolo C pari a 2,4): la normativa è da considerarsi quindi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro

previsto dalla normativa.

### Pericolosità da liquefazione

Sempre nell'ambito dello studio della componente sismica del PGT è stata condotta la valutazione della pericolosità da liquefazione attraverso:

- 1) analisi stratigrafica finalizzata all'individuazione delle litologie sabbiose in falda sulla base dei dati contenuti nella "Banca Dati geologica sottosuolo" pubblicata all'interno del portale cartografico regionale;
- 2) analisi della soggiacenza della falda in corrispondenza dei punti di monitoraggio della rete freaticometrica presente nel sottosuolo di Milano. L'area in esame, come la maggior parte del territorio di Milano, ad esclusione dell'area comprendente il castello Sforzesco e le aree limitrofe, presenta una soggiacenza inferiore a 15 m (valore soglia oltre al quale i criteri introdotti dalle NTC 2018 escludono il verificarsi del fenomeno della liquefazione);
- 3) analisi **dell'accelerazione massima al suolo**: è stato fatto riferimento ai dati relativi alla maglia di punti indicati nell' Allegato B alle norme tecniche per le costruzioni: tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica. Il sito in esame ricade nelle aree con accelerazione massima al suolo  $< 0,1$  g nel periodo  $T = 0,5 - 1,5$  s (dove  $0,1$  g è valore soglia di accelerazione oltre il quale può avere luogo il fenomeno di liquefazione) (Figura 3.8).

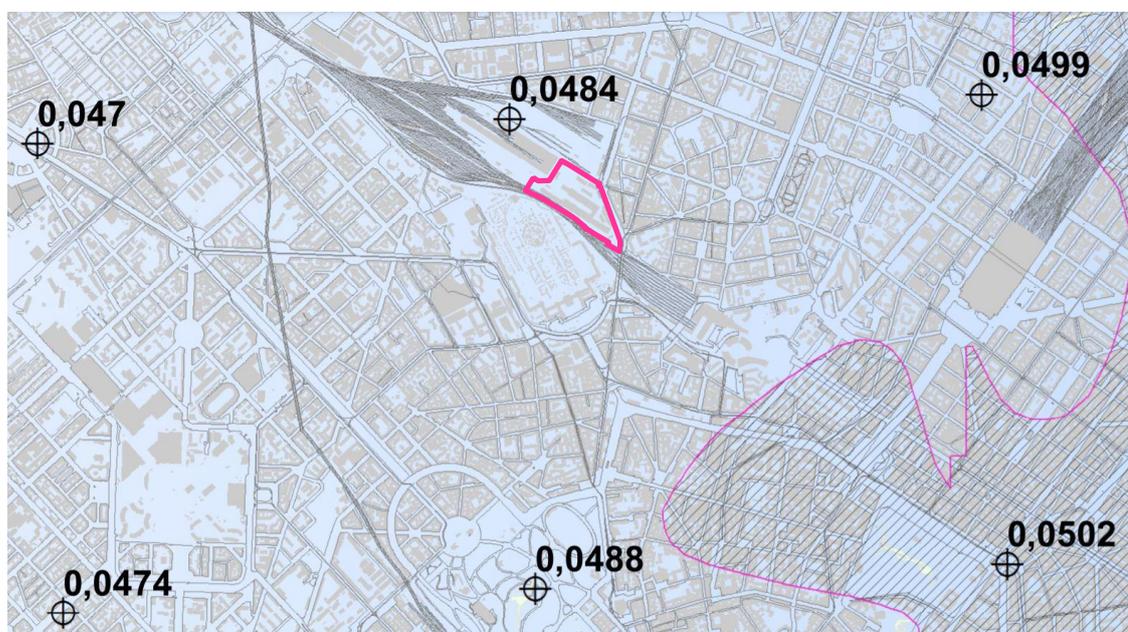


Figura 3.8 – Estratto Carta dei valori di accelerazione massima al suolo della componente geologica del PGT Milano2030 (CG G07) -

Nella seguente figura si riporta uno estratto riferito all'area in esame della Carta della pericolosità da liquefazione (CG G08) (Figura 3.9), dalla quale emerge che il sito non ricade nelle aree in cui le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche e sismiche rendono possibile lo sviluppo del fenomeno della liquefazione.

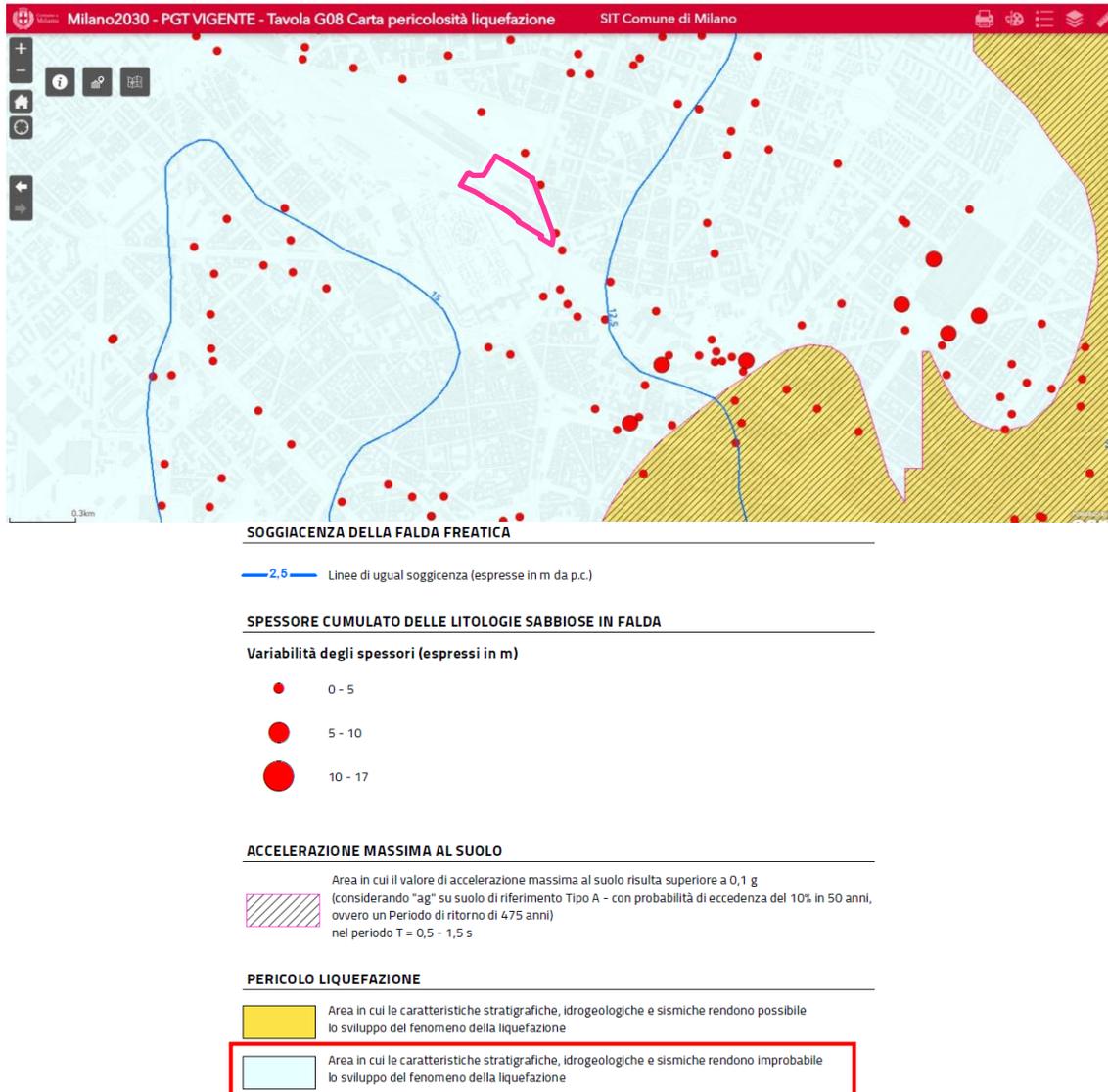


Figura 3.9 – Estratto Carta della pericolosità da liquefazione della componente geologica del PGT Milano2030 (CG G08)

### 3.1.3 Sintesi degli elementi conoscitivi

La principale problematica che interessa l'area del PA, come già anticipato nel paragrafo dei vincoli geologici, è quella relativa al rischio idraulico, che coinvolge la porzione sud orientale del sito di progetto, sia come perimetrazione relativa al PGRA (aree a pericolosità L – probabilità di alluvione scarsa TR 500), sia come classi di pericolosità media M - Tr 100 ed elevata H - Tr 10, anche se in maniera marginale.



ADEGUAMENTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO (PGT) AL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) UTILIZZANDO I RISULTATI DEGLI STUDI MODELLISTICI - 2019

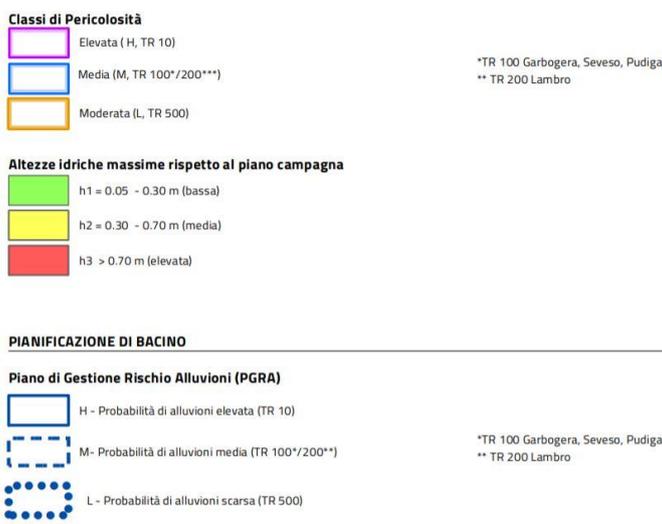


Figura 3.10 - Estratto Carta di Sintesi della componente geologica del PGT Milano2030 (CG G05)

### 3.1.4 Pericolosità idraulica (Direttiva Alluvioni)

Le aree oggetto di studio sono interessate dagli scenari di pericolosità idraulica definiti dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) adottato con deliberazione n. 4 nella seduta del 17 dicembre 2015 ed approvato con deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Nella seguente immagine (Figura 3.11), riportante lo stralcio riferito all'area di studio della mappatura della pericolosità idraulica desunta dal Geoportale della Regione Lombardia – PGRA vigente revisione giugno 2023, si evidenzia che vi è interferenza - limitata - con le aree di pericolosità del Reticolo Principale (fiume Seveso) - scenario M/P2 (media probabilità di alluvione) e scenario H/P3 (alta probabilità di alluvione) in corrispondenza del suo margine sud-orientale, rispettivamente nelle aree ricomprese tra la ferrovia e l'edificio esistente/Deposito merci e le aree attualmente occupate da un distributore di carburanti e da un parcheggio a ridosso del ponte ferroviario.

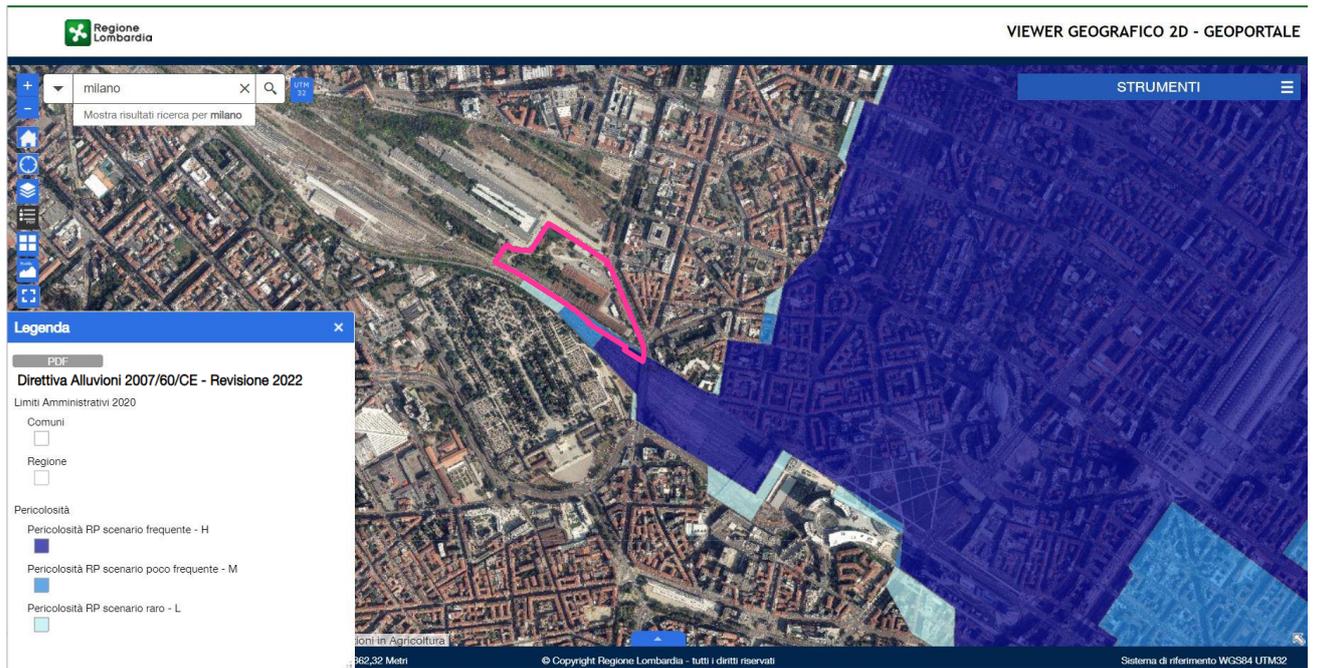


Figura 3.11 - Mappa Direttiva Alluvioni da Geoportale Regione Lombardia – Revisione giugno 2023

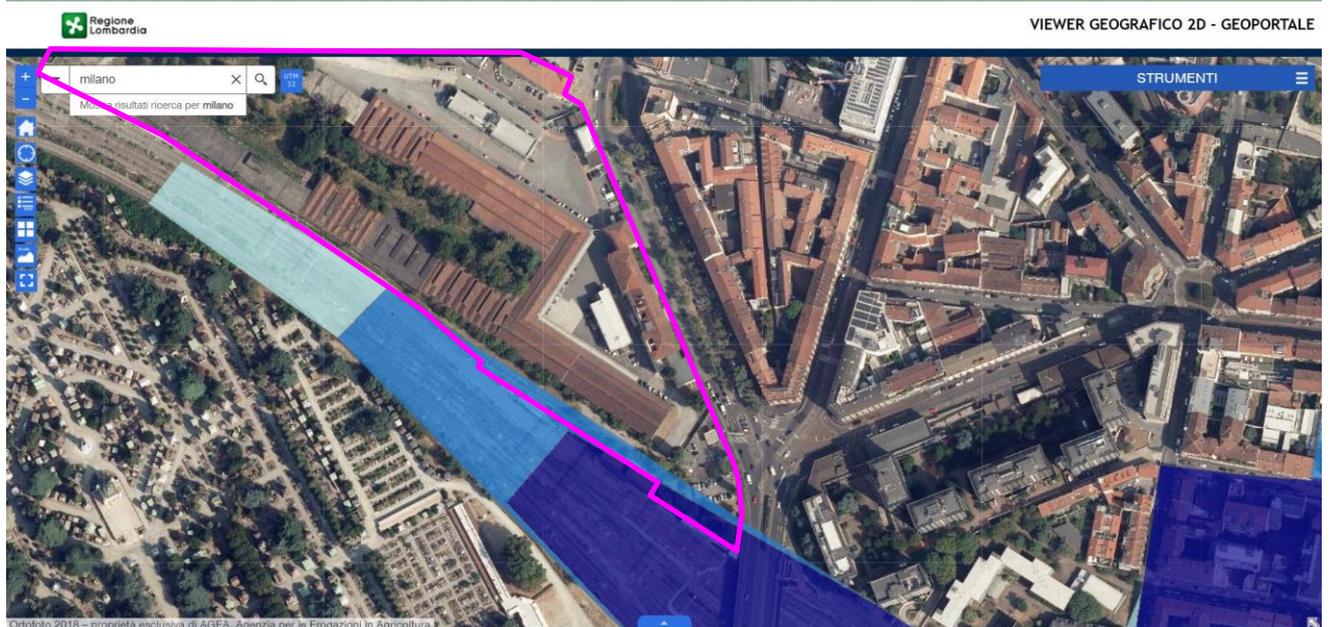


Figura 3.12 - Mappa Direttiva Alluvioni da Geoportale Regione Lombardia Revisione giugno 2023 – dettaglio pericolosità

Per quello che riguarda il rischio, nelle aree interessate da pericolosità M e H è presente un rischio molto elevato R4.

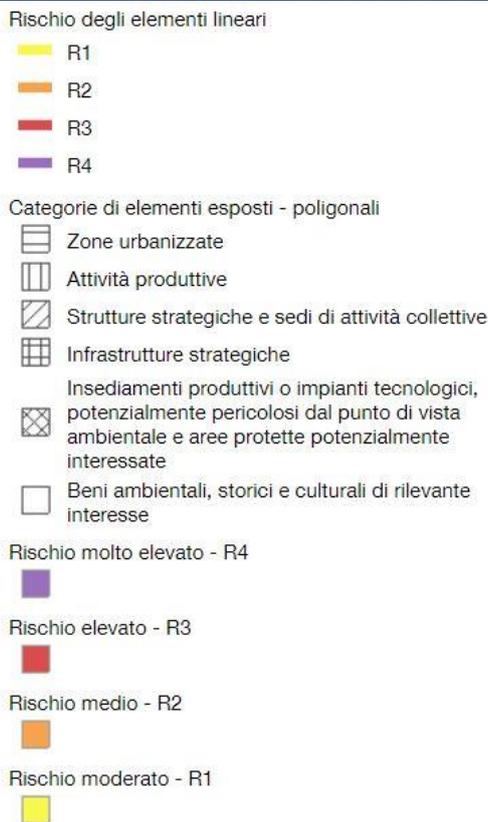


Figura 3.13 - Mappa Direttiva Alluvioni da Geoportale Regione Lombardia Revisione giugno 2023 - rischio

### 3.1.5 Fattibilità geologica

La Tavola “G17 Fattibilità geologica e idraulica” mostra come quasi tutta l’area di progetto (cfr. seguente Figura 3.14) sia inserita in classe di fattibilità geologica II - Fattibilità con modeste limitazioni, ad eccezione delle porzioni meridionali dell’ambito di PA che ricadono in classe di fattibilità geologica IIIa “pericolosità di inondazione media” – Fattibilità con consistenti limitazioni.

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO “ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”



Per tali classi di fattibilità valgono le specifiche norme di cui agli articoli art. 44 e 45.3 delle Norme di attuazione del Piano delle Regole, di seguito riportate.



FATTIBILITA' GEOLOGICA E IDRAULICA

Classi di fattibilità geologica

-  **Classe II - Fattibilità con modeste limitazioni**
-  **Classe III - Fattibilità con consistenti limitazioni**

- Classe IIIa - Pericolosità di inondazione (media)
- Classe IIIb - Pericolosità di inondazione (elevata)
- Classe IIIc - Aree a bassa soggiacenza della falda (< 5 m)
- Classe IIId - Aree che presentano scendenti caratteristiche geotecniche
- Classe IIIe - Aree estrattive attive o dismesse

 **Classe IV - Fattibilità con gravi limitazioni**

- Classe IVa - Pericolosità di inondazione (molto elevata)
- Classe IVb - Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili e aree con emergenza della falda)
- Classe IVc - Aree destinate a infrastrutture prioritarie per la difesa del suolo



Figura 3.14 - Estratto Carta fattibilità geologica idraulica della componente geologica del PGT Milano2030 (CG G17)

In riferimento all'ambito di studio, le Norme Geologiche di Piano forniscono le seguenti indicazioni.

**Art. 44 Classe II - Fattibilità con modeste limitazioni**

- a. Rispetto all'aspetto geologico, le aree che rientrano in questa classe hanno morfologia pianeggiante e sono litologicamente costituite da depositi di natura sabbioso-ghiaiosa, con percentuali variabili di matrice limosa o limoso sabbiosa. Talvolta sono aree con presenza di terreni granulari/coesivi con

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO “ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”



mediocri caratteristiche geotecniche fino a 5-6 m circa di profondità; non sono invece presenti terreni con scadenti caratteristiche geotecniche o ambiti interessati da attività estrattive attive o dismesse.

Rispetto all'aspetto idrogeologico, le aree hanno soggiacenza superiore a 5 m e non presentano quindi criticità legate a condizioni di falda superficiale o a emergenze idriche diffuse.

- b. La realizzazione e la modifica dei vani interrati e seminterrati, purché dotati di collettamento delle acque di scarico, che interferiscono con il livello della falda, è ammessa a condizione che vengano provvisti di sistemi di auto protezione. Gli scarichi delle acque superficiali e derivanti dal pompaggio delle acque sotterranee, anche in condizioni climatiche ed idrologiche avverse, devono essere comunque compatibili con la normativa regionale sull'invarianza idrologica e idraulica.
- c. E' vietata per contro la realizzazione e la modifica dei vani interrati e seminterrati che interferiscono con il livello della falda da adibire ad uso produttivo, nel caso prevedano attività che comportano l'utilizzo o lo stoccaggio di sostanze pericolose/insalubri.

Nell'articolo 44.1, viene aggiunto il seguente capoverso:

“Nel dettaglio per il torrente Seveso le aree hanno le seguenti caratteristiche:

- aree che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P1 (rara; tempi di ritorno compresi tra 100 e 500 anni) del PGRA coincidenti con quelle delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, per qualsiasi altezza idrica massima;
- aree che rientrano all'interno del limite di pericolosità P2 (poco frequente; tempi di ritorno compresi tra 10 e 100 anni) del PGRA coincidenti con quelle delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, per altezze idriche massime comprese nel campo  $h_1 (< 0,30 \text{ m})$ ;

#### Art. 45 Classe IIIa – Pericolosità di inondazione media

a. Alla classe IIIa appartengono le seguenti aree ad eccezione di quelle in grassetto (variante PGT 2023):

i. aree inondabili dei torrenti **Seveso**, Garbogera, Pudiga e Guisa:

- che rientrano all'interno del limite di pericolosità P2, delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, per altezze idriche massime comprese nei campi  $h_2$  (altezza idrica massima compresa tra 0,30 m e 0,70 m) e  $h_3$  (altezza idrica massima  $> 0,70 \text{ m}$ );
- che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P3 (frequente; tempo di ritorno inferiore o uguale a 10 anni) delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, per qualsiasi altezza idrica massima;
- che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P2 del PGRA;
- che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P3 del PGRA.

ii. aree inondabili del fiume Lambro:

- che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P1 delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, per altezze idriche massime comprese nei campi  $h_2$  (altezza idrica massima compresa tra 0,30 m e 0,70m) e  $h_3$  (altezza idrica massima  $> 0,70 \text{ m}$ );
- che rientrano all'interno del limite di pericolosità P2 (poco frequente; tempi di ritorno compresi tra 10 e 200 anni) delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, per qualsiasi altezza idrica massima e che appartengono all'edificato esistente, come da classificazione DUSAF (da Ortofoto AGEA 2015), o che sono sottese dalla fascia B di progetto del PAI;
- che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P3 (frequente; tempo di ritorno inferiore o uguale a 10 anni) delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, per qualsiasi altezza idrica massima o che sono sottese dalla fascia B di progetto del PAI;
- che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P2 del PGRA e che appartengono all'edificato esistente, come da classificazione DUSAF (da Ortofoto AGEA 2015), o che sono sottese dalla fascia B di progetto del PAI.

iii. La delimitazione cartografica della classe IIIa per le aree inondabili dei torrenti Seveso, Garbogera, Pudiga e Guisa e per quelle inondabili del fiume Lambro corrisponde all'involuppo delle aree sopra definite.

**b.** Nelle aree IIIa valgono le disposizioni di seguito elencate:

i. Gli interventi di nuova edificazione e gli interventi edilizi su immobili esistenti che interferiscono direttamente sulle condizioni di pericolosità:

- sono ammessi a condizione che la verifica di compatibilità idraulica degli interventi in progetto abbia esito positivo rispetto alle condizioni di pericolosità e di rischio esistenti; la verifica dovrà inoltre identificare eventuali variazioni delle caratteristiche idrodinamiche dell'inondazione indotte dagli interventi e, nel caso abbiano effetti negativi, definire gli interventi correttivi;
- devono avere il piano di accesso agli edifici posto a quota tale da consentire un franco di almeno 0,5 m rispetto al livello idrico massimo per l'evento con tempo di ritorno di 100 anni per i torrenti Seveso, Garbogera, Pudiga e Guisa e di 200 anni per il fiume Lambro;
- devono ricercare prioritariamente una riduzione della vulnerabilità e contribuire, ove possibile, ad abbassare la pericolosità complessiva dell'area; le soluzioni progettuali devono ricercare caratteristiche compatibili con le condizioni di sommersione periodica e con le modalità di deflusso delle acque di esondazione.

ii. Per gli interventi edilizi su immobili esistenti che non interferiscono direttamente sulle condizioni di pericolosità e che non comportano aperture o variazione delle parti esterne, la verifica di compatibilità idraulica può essere sostituita da asseverazione del progettista o tecnico abilitato. Nell'ambito dell'asseverazione devono essere specificate le condizioni di pericolosità contenute nel PGT che coinvolgono l'immobile oggetto di intervento e che devono rimanere inalterate anche a seguito dell'intervento stesso.

In relazione a tali condizioni, il soggetto attuatore, per il tramite dell'asseverazione, esclude da ogni responsabilità l'Amministrazione pubblica in ordine ad eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dalle condizioni di pericolosità presenti e da quelle di vulnerabilità dell'immobile interessato.

iii. Fermo restando quanto indicato ai precedenti punti i e ii, la realizzazione e la modifica dei piani interrati e seminterrati è condizionata dal fatto che vengano dotati di sistemi di autoprotezione e che negli stessi si escludano funzioni e usi che prevedano la permanenza continuativa di persone.

iv. Sono da considerare prioritari gli interventi sulle aree a verde pubblico o comunque su aree non edificate adattati anche a svolgere funzioni di incremento di invaso temporaneo delle acque di esondazione; nella progettazione delle opere relative, va tenuto conto delle condizioni di inondabilità presenti per conformare tali aree, compatibilmente con le connessioni con le strutture circostanti, in modo da favorire le condizioni di invaso. Appare opportuno, al fine di conferire agli interventi caratteristiche funzionali adeguate, che vengano predisposti dispositivi per il lento smaltimento delle acque invase attraverso la stessa canalizzazione del corso d'acqua o la rete di fognatura o ancora con sistemi di infiltrazione in falda, ove compatibili. Gli effetti positivi di tali disposizioni riguardano sia, a livello locale, il conseguimento di una migliore distribuzione delle acque esondate rispetto all'articolazione stradale e alle aree contigue agli edifici, sia, a livello di insieme, il contenimento dell'estensione verso valle delle superfici allegate, a parità di dimensione dell'onda di piena.

**c.** Ai fini delle verifiche idrauliche sono messi a disposizione dei progettisti da parte dell'Amministrazione comunale i risultati delle analisi idrauliche di dettaglio condotte, in grado di fornire i valori puntuali delle altezze idriche e delle velocità di corrente massime per i diversi tempi di ritorno, da utilizzare come riferimento di base per le verifiche di compatibilità.

Nell'articolo 45.3, viene aggiunto il seguente punto ibis (variante PGT 2023) "ibis. aree inondabili del torrente Seveso:

- che rientrano all'interno del limite di pericolosità P2, delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente a supporto del PGT, coincidente con il limite P2 del PGRA, per altezze idriche massime comprese nei campi h2 (altezza idrica massima compresa tra 0,30 m e 0,70 m) e h3 (altezza idrica massima > 0,70 m);
- che rientrano all'interno dei limiti di pericolosità P3 (frequente; tempo di ritorno inferiore o uguale a 10 anni) delimitate nell'ambito degli approfondimenti di analisi idraulica svolti espressamente

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"

a supporto del PGT, coincidente con il limite P2 del PGRA, per qualsiasi altezza idrica massima;”

#### **Art. 47 Pericolosità sismica e microzonazione**

Il territorio comunale è suddiviso in base alle caratteristiche dell'amplificazione stratigrafica individuando il valore del Fattore di Amplificazione (Fa) relativo alle differenti microzone omogenee e deve essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente confrontando il valore di Fa ottenuto con un valore-soglia assegnato per ciascun Comune. Sono inoltre individuate le microzone in corrispondenza delle quali il fenomeno della liquefazione non può essere escluso a priori secondo i criteri introdotti dalle NTC 2018.

Il sito in esame ricade in Fa inferiore al valore di soglia corrispondente; la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

In riferimento alla pericolosità da liquefazione, il sito di intervento ricade nelle zone in corrispondenza delle quali il fenomeno della liquefazione non può essere escluso a priori secondo i criteri introdotti dalle NTC 2018.

Con riferimento infine agli edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. 22.05.19 n° 7237), indipendentemente dalla microzona in cui sono ubicati, la progettazione deve essere condotta adottando i criteri antisismici contenuti nelle Norme tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 Gennaio 2018) definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello - metodologie di cui all'allegato 5 della DGR n. IX/2616/11, o in alternativa utilizzando lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

### 4.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI, IDROGRAFICI E GEOLOGICI

L'area di studio, inserita nell'ambito della media pianura lombarda, è ubicata nel settore centrale del territorio comunale di Milano, ad una quota topografica media di circa 125,2 m s.l.m., all'interno dell'ex scalo ferroviario Farini.

L'assetto morfologico del territorio è costituito da estese piane fluvioglaciali e fluviali di età quaternaria, a morfologia subpianeggiante, prive di dislivelli morfologici significativi, con deboli pendenze verso sud dell'ordine di 0.2-0.3 %.

L'intensa urbanizzazione generale ha modificato o cancellato la struttura originaria della pianura, rendendo indistinguibili caratteri ed elementi morfologici già di per sé poco evidenti (paleoalvei, orli di terrazzo).

Il principale corso d'acqua naturale presente, ampiamente modificato e regimato in buona parte del suo corso, è il torrente Seveso (reticolo principale), che scorre tombinato a nord-est del sito in esame ad una distanza di circa 1,6 km, con recapito nel Naviglio della Martesana all'incrocio tra Via Carissimi e Via Melchiorre Gioia, anch'esso tombinato.

\*\*\*

Le caratteristiche geologiche generali dell'area di interesse sono desumibili dai dati contenuti nello studio eseguito per la compilazione del Foglio 118 "Milano" del progetto CARG, a cura di V. Francani, A. Piccin, D. Battaglia, P. Gattinoni, I. Rigamonti, S. Rosselli (cfr. Carta geologica d'Italia in scala 1:50.000 – Foglio 118 "Milano" e relative Note illustrative - 2016), di cui un estratto è visibile nella seguente immagine.



VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"

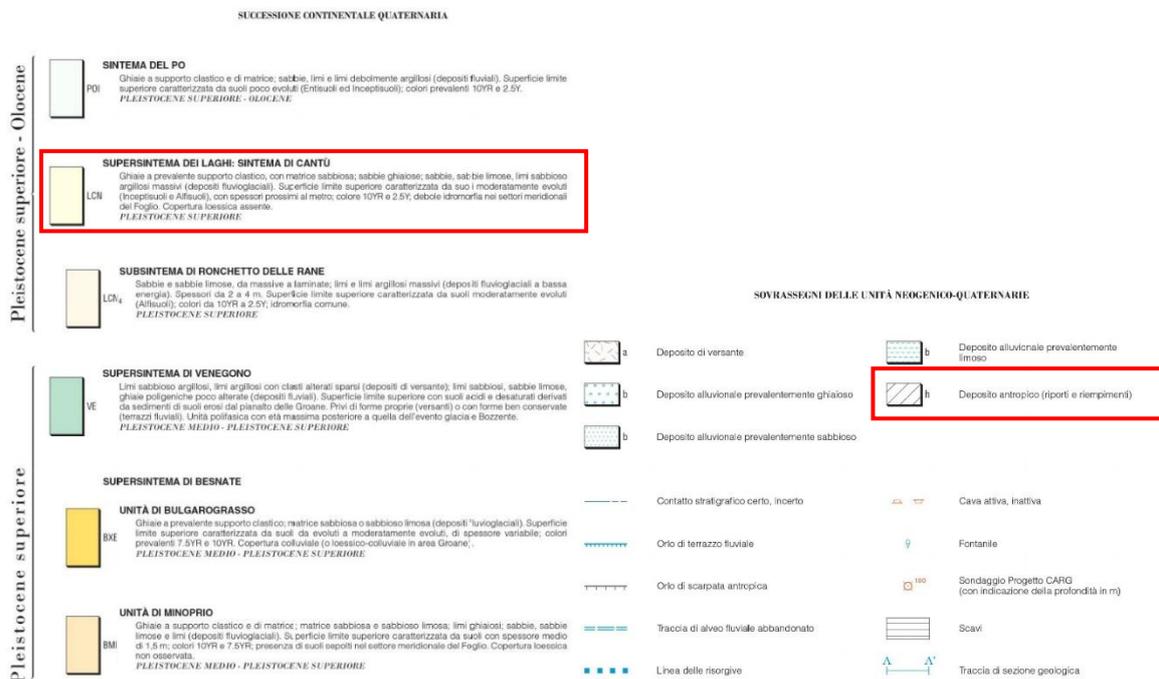


Figura 4.1 - Estratto Carta Geologica 1:50.000 - Foglio 118 Milano

Da un punto di vista geologico, in corrispondenza dell'area di studio è indicata la presenza di un deposito antropico (riporti e riempimenti) – h”, mentre tutto attorno è presente la seguente unità geologica:

**Supersintema dei laghi: Sintema di Cantù (Pleistocene superiore) - LCN**

Si tratta di depositi fluvioglaciali e fluviali di età quaternaria, costituiti da ghiaie a prevalente supporto clasti, con matrice sabbiosa, sabbioso limosa e limi sabbioso argillosi massivi, con un profilo di alterazione moderatamente evoluto e suoli poco sviluppati, con spessori prossimi al metro. Copertura loessica non osservata.

La successione di tali sedimenti, di cui non è possibile riconoscere le superfici limiti di deposizione, ha portato alla costruzione delle aree di pianura.

## 4.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI TERRITORIALI

### 4.2.1 Classificazione delle unità di sottosuolo

La ricostruzione della struttura idrogeologica dell'area di studio è visualizzata nelle sezioni dell'Elaborato 1.6 - Inquadramento idrogeologico, passanti per i pozzi pubblici e privati presenti nella zona.

Sulla base delle caratteristiche litologiche dei pozzi, si riconoscono nel sottosuolo tre principali unità idrostratigrafiche, distinguibili per omogeneità di costituzione e continuità orizzontale e verticale, la cui denominazione fa riferimento alla classificazione 2002 proposta dalla Regione Lombardia, Eni-Divisione Agip; tali unità si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema:

**A - GRUPPO ACQUIFERO A** – dello spessore medio di circa 35-45 m, costituito in prevalenza da litologie grossolane ad elevata permeabilità (ciottoli, ghiaie e sabbie), con subordinate intercalazioni lenticolari di limi sabbiosi e argille giallo/brune, generalmente prive di continuità laterale. L'unità è sede della falda superiore di tipo libero (primo acquifero) maggiormente vulnerabile, con soggiacenza di circa 17 m dal p.c.

**B - GRUPPO ACQUIFERO B** – dello spessore medio di circa 55÷60 m, costituito da sabbie e ghiaie acquifere con intercalazioni metriche di limi e argille sabbiose caratterizzate da una buona continuità

laterale. L'unità è sede di falde idriche intermedie e profonde da semiconfinata a confinata (secondo acquifero), tradizionalmente captate dai pozzi del pubblico acquedotto. In virtù della presenza di strati continui a bassa permeabilità, tali falde risultano maggiormente protette e indipendenti dalle strutture idriche superiori.

**C - GRUPPO ACQUIFERO C** – costituito da alternanze di limi e argille sabbiose con subordinate intercalazioni di sabbie medio-fini e ghiaie. Il limite superiore dell'unità, generalmente concorde con la superficie topografica, tende ad approfondirsi procedendo verso i settori meridionali. L'unità è sede di falde idriche profonde protette di tipo confinato, generalmente riservate all'uso potabile e captate dai filtri più profondi dei pozzi del pubblico acquedotto. A profondità > 150÷160 m da p.c. e con una distribuzione irregolare, si manifestano problematiche qualitative delle acque, con presenza di idrogeno solforato ed elevate concentrazioni di ferro e manganese.

#### 4.2.2 Caratteri piezometrici locali

La morfologia della superficie piezometrica della falda superiore visibile nell'Elaborato 1.6 – Inquadramento idrogeologico, effettuate sui dati di livello al settembre 2022 dei pozzi di monitoraggio della rete di controllo urbana di Metropolitana Milanese S.p.A.. Nella medesima immagine è stata riportata anche la morfologia della falda superiore riferita al marzo 2015, rappresentativa delle condizioni di massimo piezometrico nell'ultimo cinquantennio.

Nell'area di studio si evidenzia una falda di tipo radiale convergente verso i settori meridionali, con quote comprese tra 104 e 115 m s.l.m. e un gradiente idraulico del 1,9 -3,5 ‰.

Le principali direzioni del flusso idrico sotterraneo sono mediamente orientate N-S nei settori centrali e orientali e NNW-SSE nei settori occidentali.

L'andamento dei livelli piezometrici, caratteristico del sito di indagine (Figura 4.2), è desumibile dalle misure periodicamente effettuate da Metropolitana Milanese S.p.A. sul pozzo 7abb/6abb della Centrale Marcello e sul piezometro n. 8 di Via Massimo d'Azeglio (cod. 0151461557), punti di monitoraggio più prossimi all'area.

**ANDAMENTO DELLE QUOTE PIEZOMETRICHE**  
**Milano - Centrale B. Marcello - pozzo 7abb/6abb - q.ta rif. 120,66/121,15 m s.l.m.**  
**Piezometro Fognature n. 8 (0151461557) - q.ta rif. 123,76 m s.l.m.**

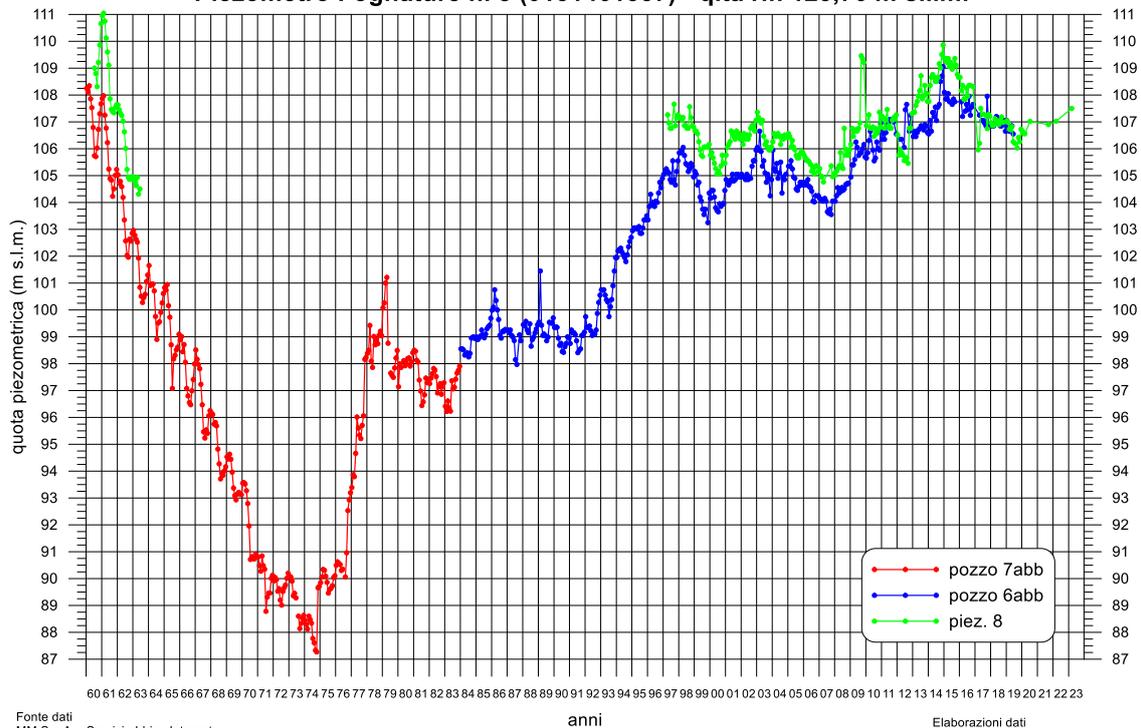


Figura 4.2 - Andamento dei livelli piezometrici

La serie storica dei dati disponibili evidenzia il progressivo abbassamento dei livelli, caratteristico degli anni '60 e registrato fino alla prima metà degli anni '70, conseguente al sovraemungimento degli acquiferi in tale periodo.

A seguito delle intense precipitazioni del biennio 1976-77, si assiste ad un significativo innalzamento dei livelli della falda, culminato con il massimo piezometrico relativo del 1980-81.

Segue un periodo di sostanziale stabilità, protrattosi sino al 1990-91.

Dal 1992 sino a tutto il 1997, si assiste ad un nuovo significativo innalzamento dei livelli di falda, riscontrato in maniera omogenea in tutti i punti di controllo del territorio metropolitano.

La causa di tale fenomeno è da ricercarsi in una serie di fattori concomitanti, quali un aumento della ricarica efficace che ha interessato l'alta e media pianura, il progressivo approfondimento delle captazioni potabili del civico acquedotto a causa del diffuso inquinamento delle falde più superficiali (solventi clorurati, cromati, atrazina, microinquinanti, ecc.) e la diminuzione dei prelievi industriali in ambito urbano e periurbano.

A partire dal 1998, si assiste ad una nuova tendenza alla progressiva decrescita piezometrica, interrotta dall'innalzamento dei livelli conseguente agli eventi alluvionali dell'ottobre 2000 e del novembre 2002.

Le scarse precipitazioni 2003-2007 hanno causato un nuovo abbassamento delle quote piezometriche medie, pur di minore entità.

Il deciso aumento delle precipitazioni medie registrato dal 2008 ha determinato una generalizzata risalita dei livelli in tutta l'area metropolitana, fino a raggiungere alla fine del 2014/inizio 2015 valori di massimo storico.

Dal 2015 è in corso un regresso dovuto alla riduzione delle precipitazioni, riscontrata sino al marzo 2020 e stabilizzazione del livello piezometrico fino alle ultime misure disponibili (piezometro n.8 marzo 2023).

Le misure di soggiacenza effettuate in occasione dei monitoraggi periodici condotti in sito sono riportati nella sottostante tabella:

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
 DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
 “ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”

Data	Soggiacenza MW1	Soggiacenza MW2	Soggiacenza MW3
Novembre 2019	15,00	16,80	-
Settembre 2020	16,14	16,55	17,76
Marzo 2021	15,60	15,92	16,20
<b>MIN</b>		15,00	
<b>MEDIA</b>		16,25	

In data 01/04/2021, nei piezometri esistenti nell'ambito del PA (ubicazione visibile nell'Elaborato 1.7 – Ubicazione delle indagini di caratterizzazione geotecnica e simica), sono stati misurati i valori seguenti:

MW1: -15,75 m da piano campagna, corrispondente ad una quota piezometrica di circa 109,85 m s.l.m.;

MW2: -16,13 m da piano campagna, corrispondente ad una quota piezometrica di circa 109,02 m s.l.m.;

MW3: -16,30 m da piano campagna, corrispondente ad una quota piezometrica di circa 108,87 m s.l.m..

Dal grafico di Figura 4.2 si evidenzia che il massimo piezometrico storico nel cinquantennio si è registrato alla fine 2014/inizio 2015.

Come osservabile dalla ricostruzione della piezometria al marzo 2015 (Elaborato 1.6) sul comune di Milano, la quota piezometrica sul sito si è attestata a circa 110,5÷111,5 m s.l.m., corrispondente ad una soggiacenza compresa tra 14 e 15 m circa, che può essere assunta come falda massima di progetto.

### 4.3 PERMEABILITÀ DEI TERRENI

Per la definizione della permeabilità dei terreni presenti nell'ambito del PA, in assenza di valori derivanti da prove sito-specifiche, rimandate al successivo livello di progettazione esecutiva e/o comunque dopo il completamento della caratterizzazione dei terreni dal punto di vista ambientale e la definizione del relativo progetto di bonifica, è possibile fare riferimento ai dati di prove Lefranc eseguite dallo Studio Idrogeotecnico Srl durante la perforazione di n. 3 sondaggi geotecnici (S1÷S3) in prossimità delle aree di intervento. Tali valori sono riferiti allo strato insaturo soprafalda e di seguito riportati.

Sondaggio	Tipo di prova	Quota (m da p.c.)	K (m/s)
S1	Carico Variabile	-3.0	1.6E-05
S2	Carico Costante	-3.0	5.81E-04
S3	Carico Costante	-3.0	2.22E-04
<b>MEDIA</b>			2.73E-04

Sondaggio	Tipo di prova	Quota (m da p.c.)	K (m/s)
S1	Carico Costante	-6.0	3.267E-04
S2	Carico Costante	-6.0	4.818E-04
S3	Carico Costante	-6.0	1.04E-03
<b>MEDIA</b>			6.16E-04

### 4.4 ASPETTI SISMICI LOCALI

#### 4.4.1 Approfondimento sismico di primo livello

##### 4.4.1.1 Pericolosità 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 effettuata l'analisi della sismicità secondo le modalità indicate nell'All. 5 della D.G.R. IX/2616/2011.

La procedura di **1° livello** è un approccio di tipo qualitativo e consente l'individuazione, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base (caratterizzazione geologica e geologico-tecnica), di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione.

Come indicato nel paragrafo 3.1.2, secondo la classificazione sismica vigente (Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 - n. X/2129), il comune di Milano risulta inserito in zona sismica 3.

Dall'esame della documentazione analitica di base (Carta sismica allegata al P.G.T. comunale) il sito di intervento ricade negli scenari di pericolosità sismica locale PSL Z2a e Z4a, secondo la Tabella 1 di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616, di seguito riportata.

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 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 Fa 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 Fa calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1 e Z2 per edifici strategici e rilevanti.

PSL = Pericolosità Sismica Locale

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"

Nel caso specifico, sono richiesti gli approfondimenti sismici di 1° e 2° livello per lo scenario Z4a. Il 3° livello in questo caso, non si applica, in quanto lo scenario Z2a implica la presenza di terreni di fondazione saturi e con scarse caratteristiche geotecniche (vedi capitolo 3.1.2). In realtà, come meglio descritto nel successivo capitolo 5, i terreni rilevati attraverso indagini sito-specifiche (prove penetrometriche e rilevamenti della falda in piezometri) presentano caratteristiche geotecniche buone già a partire da – 3,5 metri e la falda è a profondità di oltre 15 metri dal piano campagna.

#### 4.4.1.2 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 in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale, le cui coordinate sono le seguenti:

##### Sito in esame

latitudine:	45,491113
longitudine:	9,180778
Classe:	2
Vita nominale:	50

##### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 12038	Lat: 45,5067	Lon: 9,1426	Distanza: 3446,293
Sito 2	ID: 12039	Lat: 45,5092	Lon: 9,2137	Distanza: 3262,558
Sito 3	ID: 12261	Lat: 45,4593	Lon: 9,2174	Distanza: 4545,724
Sito 4	ID: 12260	Lat: 45,4568	Lon: 9,1463	Distanza: 4671,121

Per le opere in progetto i parametri sismici di base al bedrock sismico assumono i seguenti valori:

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.186	2.555	0.16
S.L.D.	50.0	0.235	2.546	0.189
S.L.V.	475.0	0.481	2.657	0.28
S.L.C.	975.0	0.579	2.696	0.3

dove ag = accelerazione orizzontale massima al sito;

F0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tc = 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:

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

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

$\beta$  = 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 <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.279	0.2	0.0057	0.0028
S.L.D.	0.3525	0.2	0.0072	0.0036
S.L.V.	0.7215	0.2	0.0147	0.0074
S.L.C.	0.8685	0.2	0.0177	0.0089

Per la scelta dei parametri progettuali, vista l'importanza delle opere, sono stati assegnati ai manufatti una **vita nominale Vn (2.4.1 - NTC2018) maggiore di 50 anni** e una **classe d'uso "II"** (2.4.2 – NTC2018). Ne consegue che la **vita di riferimento Vr** per le azioni sismiche è pari a  $Vn \times Cu$  (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = **50 anni**.

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

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).

Le NTC2018 raccomandano fortemente la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs; a tale scopo in data 1 aprile 2021 è stata eseguita una prova sismica MASW, la cui ubicazione è visibile nell'Elaborato 1.7 – Ubicazione delle indagini di caratterizzazione geotecnica e sismica.

Il risultato è stato **Vs30 = 332 m/s**. Pertanto, il terreno presenta caratteristiche conformi alla **categoria sismica di sottosuolo C**, secondo la seguente Tabella 3.2.IID.M. 17.01.2018.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</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>

#### 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 il parametro Vseq.

Le caratteristiche della prova sono:

Stendimento geofonico (m)	Energizzazioni (n.)	Geofoni
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 (groundroll), 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 (cfr. Allegato1).

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



Figura 4.3 – Esecuzione della prova sismica MASW

#### 4.4.1.3 Verifica della suscettibilità 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.

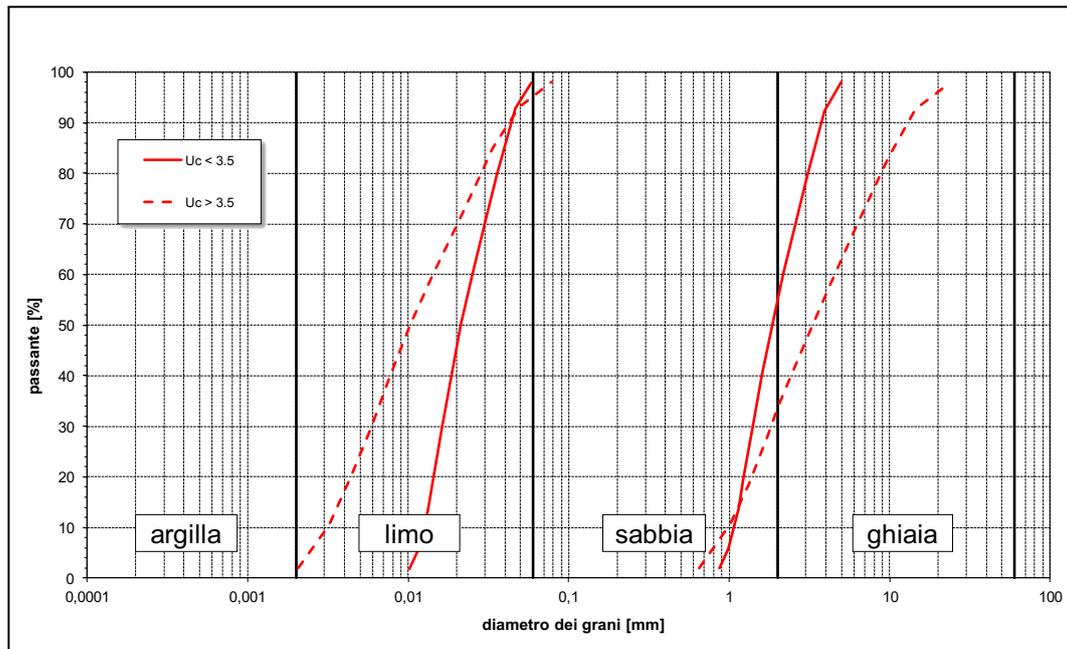
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
“ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”

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.

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  $(N_1)_{60}$  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 la condizione 1), ossia  $a_{max} < 0,1g$ .

L'accelerazione massima in superficie viene desunta dai valori prescritti dalla normativa NTC 2018, ossia

$$a_{max} = a_g \times S.$$

dove  $S = S_s \times S_T$  (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:

$$S_s = 1,5$$

$$S_T = 1$$

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 0.0735 g, che è quindi minore di 0.1g. Pertanto, manca l'elemento scatenante perché si verifichi il fenomeno della liquefazione. Il sito può essere considerato stabile ai sensi del DM 17/01/18 e della DGR IX/2616/2011.

#### 4.4.2 Approfondimento sismico di secondo livello

Il secondo livello di approfondimento consente la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari perimetrati nella carta PSL e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di amplificazione ( $F_a$ ).

L'applicazione di tale livello consente di individuare aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare edifici e infrastrutture dagli effetti attesi di amplificazione sismica locale ( $F_a$  calcolato superiore a  $F_a$  di soglia comunale riportato in apposite tabelle fornite dalla Regione Lombardia e calcolate dal Politecnico di Milano).

Il valore di  $F_a$  si riferisce agli intervalli di periodo compresi tra 0,1 e 0,5 s e tra 0,5 e 1,5 s, in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie più rappresentate sul territorio regionale.

Per quel che riguarda gli effetti litologici, la procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- Litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- Stratigrafia del sito;
- Andamento delle  $V_s$  (velocità delle onde di taglio) con la profondità;
- Spessore e velocità di ciascuno strato;
- Modello geofisico del terreno.

##### Parametri litologici e stratigrafici – modello geotecnico del terreno

Le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni oggetto di studio, necessarie per l'analisi di rischio di secondo livello, sono state ricostruite mediante i risultati delle indagini geognostiche riportate in allegato.

##### Onde di taglio $V_s$ e modello geofisico del terreno

Sulla base della stratigrafia delle velocità di propagazione delle onde di taglio definita per l'area in esame, è possibile definire un valore di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  secondo la seguente espressione, in accordo al D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni":

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove  $H$  rappresenta la profondità del substrato sismico, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto addensato caratterizzata da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  non inferiori a 800 m/s e  $h_i$  e  $V_{s,i}$  rappresentano, rispettivamente, lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio di ciascuno strato.

Nel caso in cui la profondità del substrato  $H$  sia superiore a 30 m dal piano di riferimento (piano di posa delle fondazioni superficiali, testa dei pali di fondazione, testa di opere di sostegno di terreni naturali, piano di posa delle fondazioni di muri di sostegno di terrapieni) la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H$  pari a 30 nella precedente espressione e considerando le velocità di propagazione dei diversi strati di terreno fino a tale profondità.

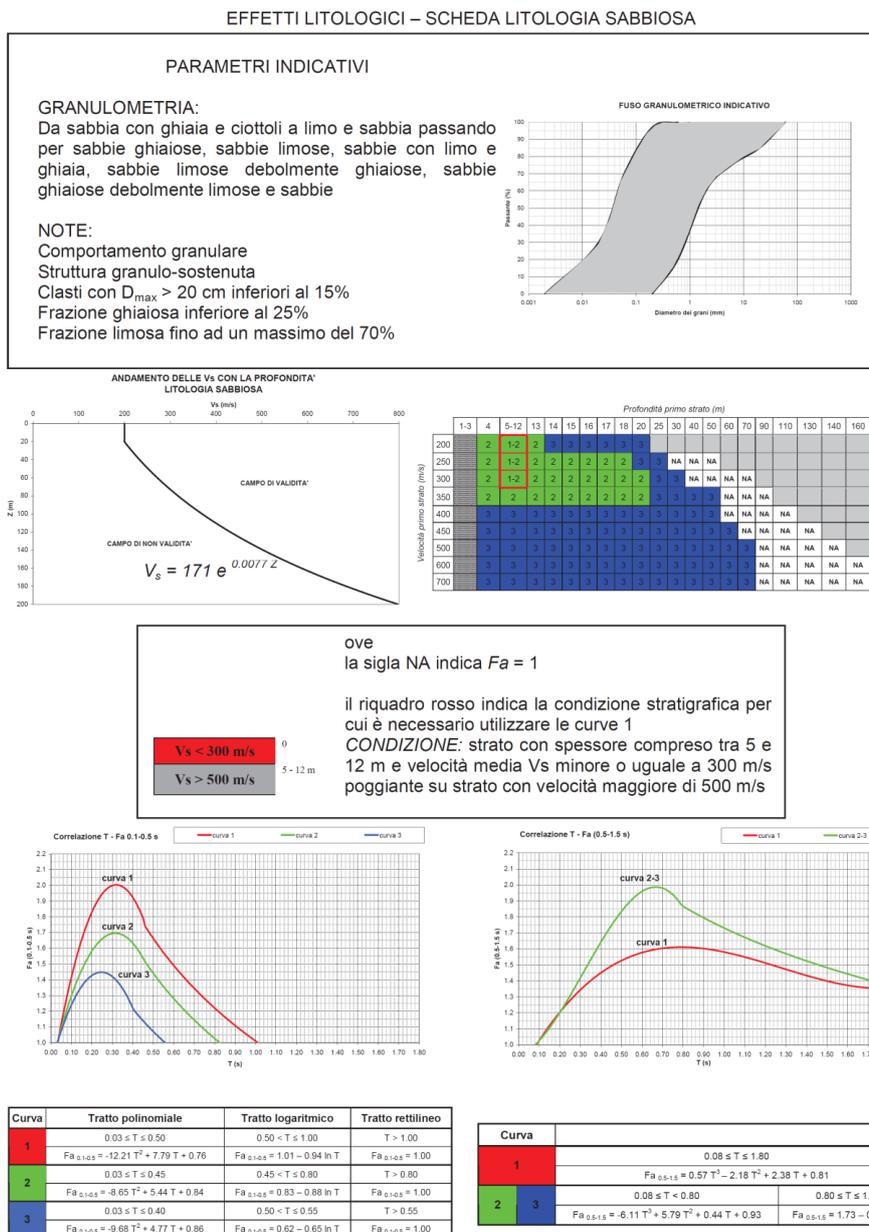
Nel caso in esame la profondità del substrato sismico è sicuramente superiore a 30 m dal piano di riferimento.

4.4.2.1 Stima degli effetti litologici e del fattore di amplificazione

Tenuto conto di tutti i dati illustrati nei precedenti paragrafi e quindi del modello stratigrafico-geofisico-geotecnico emerso dalle elaborazioni, possono essere applicate le procedure finali dell'All.5 alla D.G.R. IX/2616/2011 per la stima degli effetti litologici e del relativo Fattore di amplificazione (Fa).

4.4.2.2 Individuazione della scheda litologica di valutazione

In accordo alla procedura regionale si è proceduto a confrontare la stratigrafia di propagazione delle onde di taglio con le curve di riferimento attualmente disponibili. Sulla base del confronto tra le curve sperimentali e le curve di riferimento regionali è stata scelta la scheda di valutazione relativa alla "litologia sabbiosa" e di seguito riportata:



#### 4.4.2.3 Calcolo del periodo proprio di sito

Per il calcolo del periodo proprio di sito  $T$ , necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, occorre considerare la stratigrafia di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  fino alla profondità a cui si raggiunge un valore

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{si} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove  $h_i$  e  $V_{si}$  sono lo spessore e la velocità dello strato  $i$ -esimo del modello (vedi elaborato prova MASW).

Nella seguente tabella, si riportano i valori di  $T$  (periodo proprio del sito), calcolati ad ogni variazione di velocità.

Tabella 4.1 - periodo proprio di oscillazione ad ogni variazione di velocità delle onde S

STRATO CON VELOCITA' ONDE S COSTANTE	VALORE DI VS	PERIODO PROPRIO ( $T_0$ )
da 0 metri a – 1,3 metri	147	0,035374
da – 1,3 metri a – 3,8 metri	220	0,077938
da – 3,8 metri a – 8,4 metri	244	0,151457
da – 8,4 metri a – 10,9 metri	332	0,17644
da – 10,9 metri a – 25,9 metri	417	0,299854
da – 25,9 metri a – 38,5 metri	527	0,38034
da – 38,5 metri a – 48,5 metri	548	0,446587

Si è ottenuto un valore massimo del periodo del sito  $T_0$  pari a 0.446.

#### 4.4.2.4 Calcolo del fattore di amplificazione e confronto con i valori di soglia comunale

Per il calcolo del fattore di amplificazione litologico locale è necessario dapprima individuare lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato superficiale, definito come il primo strato a partire dalla superficie avente spessore minimo di 4 m.

Tenuto conto della profondità del primo strato equivalente e della velocità  $V_s$  ottenuta come media pesata si è considerata la curva caratteristica n. 2 della scheda sabbiosa di cui sopra:

- strato equivalente di 8,4 metri e  $V_s$  pesata = 222 m/s.

Sulla base dell'individuazione della curva caratteristica, occorre calcolare il Fattore di amplificazione di sito  $F_a$  ai sensi della D.G.R. n. IX/2616 del 30/11/2011; tale norma prevede due fattori di amplificazione, ossia  $F_a$  compreso tra 0.1 s e 0.5 s e  $F_a$  compreso tra 0.5 s e 1.5 s.

Le formule per calcolare i due fattori sono indicate nella scheda litologica "sabbiosa" e in particolare sono:

Tratto polinomiale	
Curva	$0.03 \leq T_0 < 0.45$
<b>2</b>	$F_{a0.1-0.5} = - 8.65 T_0^2 + 5.44 T_0 + 0.84$

Curva	$0.08 \leq T_0 < 0.80$
<b>2</b>	$F_{a0.5-1.5} = - 6.11 T_0^3 + 5.79 T_0^2 + 0.44 T_0 + 0.93$

Sulla base dei modelli monodimensionali ricostruiti, si ottengono i seguenti risultati:

Categoria Sottosuolo da $V_s$	Scheda	Curva	Periodo $T_0$ [s]	Fa calcolato FAC
C	Sabbiosa	2	0.446	(0.1-0.5 s) 1.54
C	Sabbiosa	2	0.446	(0.5-1.5 s) 1.73

Per il comune di Milano i valori di Fa di soglia, per la categoria di suolo C, sono i seguenti:

- periodo 0.1-0.5 s → Fa di soglia comunale FAS = 1.8
- periodo 0.5-1.5 s → Fa di soglia comunale FAS = 2.4

Quindi risulta:

$F_{a0.1+0.5s} = 1.54 < 1.8$  → Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) < Fattore di amplificazione sismica Soglia comunale (FAS);

$F_{a0.5+1.5s} = 1.73 < 2.4$  → Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) < Fattore di amplificazione sismica Soglia comunale (FAS).

Sulla base dell'applicazione del secondo livello di approfondimento sismico di cui alla D.G.R. IX/2616/2011, la categoria di sottosuolo ricavata secondo le procedure contenute nella normativa antisismica è **sufficiente** a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica propri del sito.

**Pertanto, occorre considerare la categoria sismica di sottosuolo C**, così come ricavato dalla prova sismica MASW.

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI

In data 1 aprile 2021, è stata condotta una campagna geognostica in sito.

In particolare, sono state eseguite n. 5 prove penetrometriche dinamiche continue S.C.P.T. (Standard Cone Penetration Test), al fine di rilevare lo stato di addensamento dei vari strati di sottosuolo, la cui ubicazione e relativo grafico sono stati riportati nell'Elaborato 1.7 – Ubicazione delle indagini di caratterizzazione geotecnica e sismica. In allegato alla presente relazione, invece, si riportano i tabulati delle prove.

Inoltre, come indicato al paragrafo 4.2.2, è stata effettuata una misurazione del livello di falda freatica all'interno di n. 3 piezometri installati nell'area.

### 5.1 METODOLOGIA DI INDAGINE

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  $60^\circ$ ,  $\phi = 51$  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).

Di seguito si riportano le immagini delle prove effettuate nel sito di progetto.



Figura 5.1 – Esecuzione delle prove SCPT1 e SCPT2



Figura 5.2 – Esecuzione delle prove SCPT3 e SCPT4



Figura 5.3 – Esecuzione della prova SCPT5

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
“ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”

## 5.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO – TECNICA DEI TERRENI

Le prove penetrometriche hanno rilevato il seguente andamento geo-meccanico omogeneo su tutta l'area di indagine:

- dal piano campagna a circa – 3,5 metri, il terreno è costituito talora da materiale di riporto entro il primo metro e da sabbia limosa prevalente; il grado di addensamento è scarso (unità geotecnica 1);
- da circa – 3,5 metri a circa – 6/7 metri, il terreno è prevalentemente sabbioso-ghiaioso e presenta grado di addensamento buono (unità geotecnica 2);
- da circa – 6/7 metri al termine delle prove (– 12 metri), il terreno è prevalentemente ghiaioso-sabbioso con grado di addensamento molto buono (unità geotecnica 3).

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 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 tre unità geotecniche, aventi le seguenti caratteristiche meccaniche:

Da 0 metri a circa – 3,5 metri  
Unità 1

**N<sub>SPT</sub>** = 5  
**Φ** = 27°  
**γ** = 17 kN/m<sup>3</sup>  
**Dr** = 20 %  
**c', cu** = 0 kN/m<sup>2</sup>

Da circa – 3,5 metri a circa – 6/7 metri  
Unità 2

**N<sub>SPT</sub>** = 20  
**Φ** = 33°  
**γ** = 18 kN/m<sup>3</sup>  
**Dr** = 55 %  
**c', cu** = 0 kN/m<sup>2</sup>



Da circa - 6/7 metri a - 12 metri  
Unità 3

$N_{SPT} = 30$   
 $\Phi = 35^\circ$   
 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$   
 $Dr = 70 \%$   
 $c', cu = 0 \text{ kN/m}^2$

N.B.

$N_{SPT}$  = numero colpi/30 cm  
 $\Phi$  = angolo di attrito del materiale;  
 $\gamma$  = peso di volume;  
 $Dr$  = densità relativa;  
 $c'$  = coesione efficace;  
 $cu$  = 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  $\text{Kg/cm}^2$

Terreno	Valore massimo di	Valore minimo di
	E	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 tre unità individuate si ottiene:

Unità 1 → circa 12,5 Mpa = 127  $\text{kg/cm}^2$ ;

Unità 2 → 100 Mpa = 1020  $\text{kg/cm}^2$ ;

Unità 3 → 120 Mpa = 1223  $\text{kg/cm}^2$ .



## 6 ANALISI PRELIMINARE DEGLI IMPATTI SULLE COMPONENTI SUOLO-SOTTOSUOLO ED AMBIENTE IDRICO

I contenuti progettuali della Proposta definitiva del Piano Attuativo “Zona Speciale Farini Unità Valtellina” sono di seguito preliminarmente analizzati sotto il profilo della compatibilità con le componenti ambientali suolo, sottosuolo, ambiente idrico.

Il livello di approfondimento è necessariamente correlato alla Proposta definitiva, ma tende a orientare fin d’ora i criteri di progettazione sulla base di dati sito-specifici, al fine di minimizzare gli impatti sulle componenti di suolo-sottosuolo ed ambiente idrico della trasformazione urbana di cui trattasi.

### 6.1 GEOTECNICA E SISMICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Le aree del PA sono individuate prevalentemente all’interno della classe di fattibilità II-modeste limitazioni ed in parte minore in classe di fattibilità IIIa-consistenti limitazioni per pericolosità di inondazione media (lato meridionale dell’ambito di progetto).

In ogni caso il parere all’edificabilità è favorevole ed è subordinato all’esecuzione di indagini di approfondimento per la verifica delle caratteristiche litotecniche dei terreni, di capacità portante, di valutazione di stabilità dei versanti di scavo, nonché valutazioni di compatibilità dell’intervento sull’assetto idrogeologico ed ambientale dell’area. La presenza della classe di fattibilità geologica IIIa determina, inoltre, la necessità della verifica di compatibilità idraulica degli interventi in progetto, come descritto al seguente paragrafo 6.4. Deve essere, infine, prevista la corretta gestione delle acque di scarico.

Ai fini di una prima caratterizzazione geotecnica e sismica delle aree di PA, in termini di valutazione della capacità portante e della risposta sismica dei terreni di fondazione, è stato attuato un piano di indagini geognostiche, in conformità con le Norme Geologiche di Piano del PGT vigente (Titolo IV, Capo V – Componente geologica, idrogeologica e sismica delle Norme di Attuazione del Piano delle Regole), per quanto riguarda le indagini di approfondimento geotecnico.

Le indagini effettuate, le cui ubicazioni sono riportate nell’Elaborato 1.7, sono consistite nell’effettuazione di n. 5 prove penetrometriche dinamiche continue che forniscono la misura della resistenza offerta dal terreno alla penetrazione di una punta conica e di n. 1 prova sismica MASW finalizzata ad ottenere l’andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali di Rayleigh.

Le prove penetrometriche sono state spinte fino a circa –12 metri dal piano di inizio indagine.

I risultati hanno permesso di rilevare il seguente andamento geo-meccanico:

- dal piano campagna a circa – 3,5 metri, il terreno è costituito talora da materiale di riporto entro il primo metro e da sabbia limosa prevalente; il grado di addensamento è scarso (unità geotecnica 1);
- da circa – 3,5 metri a circa – 6/7 metri, il terreno è prevalentemente sabbioso-ghiaioso e presenta grado di addensamento buono (unità geotecnica 2);
- da circa – 6/7 metri al termine delle prove (– 12 metri), il terreno è prevalentemente ghiaioso-sabbioso con grado di addensamento molto buono (unità geotecnica 3).

Al netto degli esiti delle future indagini di approfondimento, in particolare in corrispondenza degli edifici più alti, non si rilevano, in prima istanza, problematiche geotecniche tali da compromettere la fattibilità delle opere, sia nella fase di cantiere che di esercizio.

Dal punto di vista sismico, in ragione della riclassificazione dell’intero territorio comunale di Milano in zona sismica 3 e dell’area di PA negli scenari di pericolosità sismica locale Z2a e Z4a, è stato effettuato l’approfondimento sismico di 2° livello ai sensi dell’All. 5 alla D.G.R. IX/2616/2011.

Il secondo livello di approfondimento consente la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari a pericolosità sismica locale individuati (vedi par. 3.1.2) e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del Fattore di amplificazione (Fa).

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fattore di amplificazione Fa calcolato rispettivamente minore o superiore a Fa di soglia comunale fornito da Regione Lombardia).

Nel caso in esame, il confronto tra Fa di sito ottenuto con l'analisi sismica di 2° livello ed il valore Fa di soglia comunale ha evidenziato quanto segue:

- per strutture con periodo proprio T compreso tra 0.1 e 0.5 s (relativo a strutture basse, regolari, piuttosto rigide) la normativa è sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- per strutture con periodo proprio T compreso tra 0.5 e 1.5 s (relativo a strutture più alte e più flessibili) la normativa è sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

Pertanto, per il progetto del PA "Zona Speciale Farini Unità Valtellina" è possibile considerare la categoria sismica di sottosuolo C, così come ricavato dalla prova sismica MASW.

Tuttavia, ai sensi delle vigenti Norme Tecniche Geologiche di PGT nell'ambito delle aree PSL, la progettazione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03, aggiornato dal d.d.u.o. 22 maggio 2019 n. 7237) dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del DM 17/01/2018 definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello - metodologie di cui all'allegato 5 della d.g.r. n. IX/2616/2011, o in alternativa utilizzando lo spettro previsto dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

## 6.2 SALUBRITÀ DEI SUOLI

Sulle aree di PA è stato eseguito nei mesi di ottobre e novembre 2019 in contraddittorio con ARPA un Piano di Indagine sulla base di quanto definito nel Piano di Caratterizzazione redatto ai sensi del D.Lgs 152/06, Parte Quarta, Titolo V e s.m.i. e nell'Autorizzazione del Piano di Caratterizzazione del 14/06/2019. L'indagine è stata attuata mediante:

- la realizzazione di n. 14 sondaggi superficiali a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 5 m da p.c.;
- la realizzazione di n. 11 scavi esplorativi spinti indicativamente a 3 m da p.c.;
- la realizzazione di n. 3 sondaggi profondi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 25 m da p.c. e successivamente attrezzati a piezometri di monitoraggio delle acque sotterranee.

Relativamente alla matrice terreno, i risultati analitici del laboratorio di parte, confermati dal laboratorio ARPA, hanno evidenziato che, con riferimento alla destinazione d'uso del sito al momento della caratterizzazione (riconducibile a commerciale), tutti i campioni presentavano concentrazioni degli inquinanti ricercati inferiori alle CSC fissate per i siti a destinazione d'uso commerciale (limiti di colonna B Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs.152/06 e s.m.i.). Viceversa, per confronto con le CSC di Colonna A (destinazione verde/residenziale), si sono rilevati in vari campioni prelevati nel suolo superficiale e profondo (fino a circa 3-4 m da p.c.) superamenti delle CSC per tale destinazione. I superamenti sono relativi principalmente agli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA); sono inoltre presenti superamenti limitati ad alcuni campioni per alcuni Metalli (Mercurio, Piombo, Zinco) e per gli Idrocarburi Pesanti (C>12 – massima concentrazione rilevata pari a 416 mg/Kg).

Con riferimento alla matrice terreno di riporto, presente sull'intera area di indagine in spessori variabili (minimo e massimo rispettivamente di 1,5 e 4 m), costituito generalmente da ghiaia fine o sabbia media limosa, miste a laterizi, i risultati analitici hanno evidenziato quanto segue:

- sono presenti alcuni limitati superamenti per l'Arsenico (in 3 campioni su 13 complessivamente analizzati, tenendo conto dei dati sia del laboratorio di parte sia del laboratorio ARPA). Le concentrazioni riscontrate sono dell'ordine di 11-12 µg/l a fronte di una CSC prevista dal D.Lgs. 152/06 per le acque sotterranee pari a 10 µg/l; i superamenti nelle postazioni MW1 e SE12 sono ubicati in aree abitualmente non accessibili, mentre il superamento nella postazione SB1 è in corrispondenza di un'area pavimentata;
- le analisi eseguite sui campioni di acqua di falda prelevati dai piezometri non evidenziano "non conformità" a carico dell'Arsenico.

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"

Per quanto riguarda le acque sotterranee, in data 27/11/2019 è stata eseguita la prima sessione di campionamento in contraddittorio con ARPA dai 3 piezometri di monitoraggio realizzati in sito, con la determinazione di metalli, inquinanti inorganici (Boro, nitriti), Idrocarburi totali (n-esano), Idrocarburi Aromatici (BTEXS), idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA, inclusi IPA non normati), solventi clorurati ed alogenati. Su iniziativa di Coima Sgr, nell'ottica di acquisire ulteriori dati piezometrici ed idrochimici in data 30/09/2020 e 22/03/2021 sono state eseguite due ulteriori sessioni di monitoraggio delle acque sotterranee. Dai risultati analitici delle acque sono emersi i seguenti superamenti:

- superamento delle CSC per il Cromo VI in tutti i campioni;
- superamento delle CSC per alcuni composti clorurati, quali Triclorometano e Tetracloroetilene in tutti i campioni.
- lievi superamenti nel piezometro di valle della CSC per 1,1-Dicloroetilene nelle campagne di novembre 2019 e marzo 2021.

Tutti gli altri parametri analizzati non hanno presentato superamenti delle CSC.

Tenuto conto delle possibili destinazioni d'uso future dell'area previste dal Piano Attuativo "Zona Speciale Farini Unità Valtellina", per tutte le aree, ad eccezione dell'area dell'edificio B (oggetto di prevista ristrutturazione/risanamento e/o parziale demolizione-ricostruzione al momento della elaborazione del POB), è stato previsto di eseguire un intervento di bonifica che si ponga come obiettivi le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) fissate dal D.Lgs. 152/06 per la destinazione d'uso residenziale/verde (rif. col. A, Tab.1, All.5, Parte IV, Titolo V, D. Lgs 152/2006), senza l'applicazione della procedura di Analisi di Rischio sanitario e ambientale sito-specifica con definizione di Concentrazioni Soglia di Rischio.

Viceversa, per l'area interessata dalla riqualificazione dell'edificio B, è stata presentata l'analisi di rischio per la porzione di terreno potenzialmente contaminato (presente fino a circa -3 m) al di sotto della quota prevista per il rinforzo dei plinti di fondazione (quota di fondo scavo = -2,8 m da p.c.), che non è risultato possibile rimuovere per problemi strutturali dell'edificio stesso. L'Analisi di rischio ha portato alla definizione delle CSR sito specifiche per tale area.

I rischi cancerogeni e tossicologici, individuali e cumulati, associati all'inalazione indoor e outdoor di vapori derivanti dalla sorgente residua di potenziale contaminazione sono accettabili.

Anche i valori di rischio falda, associati alla sorgente residua di potenziale contaminazione nelle ipotesi dello scenario di riferimento sono accettabili.

Pertanto, tenuto conto dei contaminanti presenti, delle loro concentrazioni, delle loro caratteristiche e considerati gli scenari di riqualificazione del sito, la tecnologia di bonifica applicabile al caso in oggetto è risultata essere la rimozione con avvio a recupero/smaltimento "off site" dell'intero volume di terreno non conforme.

Analogamente, per i riporti non conformi alle CSC fissate dal D.Lgs. 152/06 per le acque sotterranee è stata prevista la rimozione fino al raggiungimento delle profondità di scavo previste dal progetto.

Le attività di bonifica sono state previste in due fasi, denominate rispettivamente Lotto 1 e Lotto 2.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le stime dei volumi di scavo previsti effettuate dal consulente del Proponente.

Area di intervento	Prof. Scavo [m da p.c.]	Area Scavo media [m <sup>2</sup> ]	Volume scavo	Note
<b>LOTTO 1</b>				
Area 1-A	3,5	9.500	33.250	
Area 1-B	2,0	2.450	4.900	
Area 1-C	1,0	1.260	1.260	
Area 1-D	2,0	690	1.380	
Area 1-E	1,0	790	790	
Interno edificio B	2,8*	9.500	26.600	
<b>TOTALE LOTTO 1</b>			<b>68.180</b>	Sono inclusi i contributi dei volumi delle pavimentazioni (ca. 1.000 m <sup>3</sup> ) e del terreno misto a ballast (ca. 5.000 m <sup>3</sup> )

Area di intervento	Prof. Scavo [m da p.c.]	Area Scavo media [m <sup>2</sup> ]	Volume scavo	Note
<b>LOTTO 2</b>				
Area 2-A	1,0	4.850	4.850	
Area 2-B	4,0	10.830	36.520	Dal volume è stato detratto il volume degli interrati presenti negli edifici F, L, M
Area 2-C	2,0	3.865	7.730	
Area 2-D	3,0	6.090	18.270	Nel volume è incluso anche il volume del terrapieno relativo alla parte di edificio B in Lotto 2 esterno all'area 2-D.
<b>TOTALE LOTTO 2</b>			<b>67.370</b>	Sono inclusi i contributi dei volumi delle pavimentazioni (ca. 3.250 m <sup>3</sup> ) e del terreno misto a ballast (ca. 5.000 m <sup>3</sup> )
<b>TOTALE</b>			<b>135.550</b>	

Infine, è stato segnalato che all'interno del sito erano presenti dei manufatti contenenti amianto (con particolare riferimento alle coperture di alcuni edifici, es. Edificio B). Le attività di bonifica amianto su ogni singolo lotto interessato è stata prevista che avvenisse preliminarmente alla attività di bonifica del suolo, in accordo con gli enti preposti (ATS di competenza).

In data 8/09/2021 si è svolta la CdS decisoria nell'ambito della valutazione del Progetto Operativo di Bonifica.

### 6.3 GESTIONE DELLE TERRE

L'area sarà interessata da asportazione e movimentazione di terreni e/o altri materiali (pavimentazioni, macerie da demolizione, traversine e binari ferroviari, ballast, ecc.), relativamente a:

- scavi per fondazioni e parcheggi interrati degli edifici in progetto;
- opere di urbanizzazione primaria e secondaria;
- demolizioni opere e/o edifici esistenti;
- disarmo preventivo di binari, traversine e ballast ferroviario;
- scavi per la bonifica dei suoli contaminati.

Allo stato attuale di progetto, si è effettuata una prima stima dei volumi delle terre derivanti dagli scavi, che andrà approfondita e dettagliata nei successivi passaggi della progettazione e dell'iter autorizzativo.

Il volume più consistente dei materiali di scavo è quello derivante dallo scavo degli interrati in corrispondenza dei nuovi edifici, a nord del parco lineare. La stima preliminare del volume è stata eseguita considerando:

- la superficie di scavo, definita dall'impronta degli interrati, pari a 15.658,5 mq;

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"

- la profondità di scavo di 15 m, tenendo conto anche dello spessore della platea di fondazione; da cui deriva un volume di circa 235.000 mc.

Del volume totale di scavo non è possibile, allo stato attuale del progetto, fare una stima di riutilizzo in sito, in quanto non è ancora stata definita quella che sarà la quota del terreno restituito dopo gli interventi di bonifica nelle aree che presentano superamenti delle CSC per destinazione residenziale e quindi non è possibile valutare i volumi degli eventuali riempimenti fino alla quota finale di progetto.

Per quanto riguarda le demolizioni, è stata effettuata una prima stima del volume vuoto per pieno derivante dalla demolizione di tutti gli edifici esistenti, ad esclusione dei due edifici vincolati C (attuale sede della Dogana) ed E (casello di ingresso al sito) e della porzione dell'edificio B che sarà mantenuta (Warehouse). Tale volume arrotondato è di circa 121900 mc. Tenuto conto parametricamente che in base alla tipologia edilizia di cui trattasi (capannoni, palazzine, piazzali), si possono generare:

- circa 5840 mc di macerie, per lo strato di fondazione ( $0,40 \text{ m} \times$  impronta tale a terra degli edifici di prevista demolizione pari a circa 14600 mq);
- 24380 mc di macerie, per il volume fuori terra degli edifici, considerando circa il 20% del volume complessivo degli edifici;
- un volume di 4250 mc per le aree pavimentate esistenti.

In base alle prime stime, i volumi di inerti da demolizione ammontano complessivamente a circa 30640 mc. Essi verosimilmente non troveranno possibilità di ricollocazione in sito (i materiali di scavo risultano essere già eccedenti per creazione di nuovi volumi interrati). L'eventuale ricollocazione dei predetti materiali dovrà in ogni caso essere oggetto di campagna di frantumazione/vagliatura ai sensi della normativa esistente in modo che ne cessi la qualifica di rifiuto.

Quale voce a scomputo dei predetti volumi di scavo in eccedenza dovranno essere considerati i volumi conferiti ex situ di terreni contaminati e di terreni di riporto non conformi (circa 128000) di cui al procedimento di bonifica ex D.Lgs 152/06 e i volumi di pietrisco ferroviario (ballast) sovrapposto (circa 7500 mc), da rimuoversi quale operazione propedeutica alla bonifica nella fase di disarmo ferroviario.

Pertanto, il bilancio delle terre, che presenta in prima istanza eccedenze di terre di scavo, e la stima dei volumi di materiali da movimentare potranno essere ricalibrati solo in una fase più avanzata della progettazione operativa di bonifica e di progettazione per permessi edilizi, quando sarà, quindi, possibile ottimizzare i flussi verso l'esterno ed i relativi impatti.

## 6.4 ACQUE SUPERFICIALI

Le aree del PA "Zona Speciale Farini Unità Valtellina", come evidenziato precedentemente, si inseriscono in un contesto privo di corsi d'acqua classificati come reticolo idrico e quindi privo dei relativi vincoli di polizza idraulica.

Tuttavia, una limitata porzione dell'ambito in esame (zona sud) è interessata dalla presenza di interferenza con le aree di pericolosità di adeguamento al PGRA 2019 (ora modificato con revisione vigente giugno 2023), in particolare con la classe di pericolosità media-Alluvioni poco frequenti (TR 100-200 anni) per esondazione del torrente Seveso.

In considerazione dei risultati dello studio idraulico di dettaglio "Relazione aree esondabili e della pericolosità – Adeguamento del PGT al PGRA utilizzando i risultati della modellistica" realizzato dal Comune di Milano nell'ambito del PGT Milano2030 attualmente vigente, a tali aree è stata assegnata la classe di fattibilità geologica IIIa, le cui norme di attuazione prevedono l'effettuazione della verifica di compatibilità idraulica degli interventi in progetto ricadenti in tali aree.

Pertanto, dato che per migliorare la connettività pedonale dell'incrocio/ponte di via Farini verso le fermate della Metropolitana e della stazione ferroviaria è prevista la realizzazione di un tunnel ciclo-pedonale di passaggio sotto al ponte di via Farini che fungerà da collegamento tra l'area del PA e via Pepe, si è proceduto all'effettuazione di uno studio di compatibilità idraulica confrontando le quote attuali e le quote di progetto per poter determinare la dinamica evolutiva dell'esondazione e le eventuali opere di mitigazione da prevedere per mettere in sicurezza il sottopassaggio.

Il rischio, in questo caso, è legato all'allagamento di via Pepe, che storicamente viene interessata dall'erosione del torrente Seveso. La realizzazione del sottopassaggio potrebbe creare una via preferenziale per l'acqua (in caso di discesa o dislivello topografico), che da via Pepe potrebbe interessare l'ambito della connessione ciclo-pedonale.

In particolare, nello "Studio di valutazione della compatibilità idraulica T. Seveso" sono stati confrontati i risultati del modello idraulico, implementato dal Comune di Milano nell'ambito della redazione della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT (allegato 9), con le quote topografiche rilevate durante un rilievo eseguito ad hoc.

In base alle verifiche in campo condotte sull'area e dall'esame critico del progetto, è possibile affermare che persistono situazioni di criticità legate alla realizzazione del sottopassaggio di collegamento tra via Pepe e l'area del PA.

In particolare, via Pepe non risulta interessata dall'erosione diretta del torrente Seveso ma ricade in classe di fattibilità IIIa. Inoltre, dal rilievo topografico è emerso che via Pepe è in discesa nel tratto compreso tra l'incrocio con via Pastrengo e la salita di raccordo con via Bassi con quote variabili tra 123,86 m s.l.m. e 122,90 m s.l.m..

L'erosione del torrente Seveso si estende fino a via Pastrengo, incrocio con via Pepe, con un livello pari a 123,86 m s.l.m., confrontabile con la quota stradale.

Vista la morfologia della via Pepe e la mancanza di una naturale protezione del sottopassaggio, si ritiene sia necessario prevedere delle opere di mitigazione per la messa in sicurezza dello stesso.

Secondo lo schema di progetto, il sottopassaggio sarà posizionato ad una quota di ingresso pari a 123.63 m s.l.m.

Al fine di salvaguardare il sottopassaggio ciclopedonale in progetto, il cui ingresso risulta ribassato di 20 cm rispetto alla quota di erosione lungo via Pepe-angolo via Pastrengo, si propone di predisporre delle guide per il posizionamento di paratoie mobili di altezza pari ad almeno 50 cm.

In particolare, le paratoie mobili dovranno estendersi lungo tutto l'ingresso del sottopassaggio, lato via Pepe. Le protezioni dovranno essere in continuità con i muretti presenti sui due lati dell'ingresso per evitare che l'acqua possa trovare una via preferenziale di sviluppo ed incanalarsi lungo la discesa. Tali opere dovranno essere attivate in caso di allerta meteo per il torrente Seveso e dovranno essere mantenute in tali condizioni fino alla conclusione dell'emergenza.

## 6.5 GESTIONE DELLE ACQUE IN FASE DI REALIZZAZIONE E DI FUNZIONAMENTO

La gestione di tutti i flussi idrici generati dal PA, sia in fase di cantiere sia successivamente alla realizzazione degli interventi in progetto, dovrà essere compatibile con la tutela della risorsa idrica, come imposto dagli strumenti di pianificazione e dalla normativa sovraordinata, nel rispetto del D.Lgs n. 152/06, dei Regolamenti Regionali 24 marzo 2006 n. 4 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26" e 29 marzo 2019 n. 6 "Disciplina e regimi amministrativi degli scarichi di acque reflue domestiche e di acque reflue urbane, in attuazione dell'art. 52, commi 1, lettere a) e f bis) e 3, nonché dell'art. 55, comma 20 della LR 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche)", nonché della Legge Regionale 15 marzo 2016, n. 4 "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua" e dal R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)", come modificato dal R.R. n. 8 del 19 aprile 2019.

Di seguito vengono pertanto descritti, in linea generale, i principi base utilizzati per la gestione dei diversi flussi idrici.

### Gestione delle acque in fase di cantiere

Le tipologie di acque di scarico che si possono generare nei cantieri e nei relativi impianti a servizio, sono, essenzialmente, le seguenti:

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"

- reflue civili/domestiche (servizi predisposti per gli operatori);
- reflue industriali e di processo;
- di venuta o di aggotamento;
- meteoriche.

Se non smaltite correttamente, le acque dei cantieri possono inquinare anche in maniera grave le acque superficiali e le acque sotterranee.

Nel caso in esame, non sono definibili flussi idrici significativi durante la realizzazione degli interventi, ad eccezione delle eventuali acque di aggotamento e di drenaggio prodotte durante le attività di scavo, in funzione di quella che sarà l'effettiva profondità raggiunta con gli scavi per la realizzazione dei livelli interrati. La quota di falda di 110,5÷111,5 m s.l.m. del marzo 2015 (cfr. figura 4.2 – Andamento dei livelli piezometrici), può essere considerata come condizione di massimo piezometrico quarantennale, in cui il livello dell'acquifero principale si è attestato ad una profondità compresa tra 14 e 15 m dal p.c., valore di minima soggiacenza di progetto nel territorio in esame.

Qualora si dovessero raggiungere tali profondità con gli scavi per i livelli interrati, potrebbe essere necessario predisporre un adeguato sistema di contenimento, raccolta e convogliamento delle acque, nel rispetto della normativa vigente in materia.

Tuttavia, l'attuale trend piezometrico indica un aumento dei valori di soggiacenza (circa -17 m dal p.c.), che portano a ritenere ipotizzabile la non interferenza del livello di interrato/scavo con la falda.

In ogni caso, al fine di acquisire una conoscenza prolungata nel tempo delle oscillazioni piezometriche sito specifiche, data anche la presenza nel sito di tre piezometri misurabili, si rende necessario dare avvio sin da ora ad un piano di monitoraggio della falda che potrà dare le indicazioni utili ad una corretta progettazione degli interventi e ad escludere interferenze durante la fase di scavo.

Per il resto i flussi idrici da gestire saranno quelli connessi all'esistenza di un cantiere.

Di fatto la presenza di infrastrutture ausiliarie relative (in particolare rete di acquedotto e sistema di fognatura), consentirà di far fronte senza problemi con l'esterno, sia all'approvvigionamento idrico, che alla gestione degli scarichi eventualmente prodotti.

#### Gestione delle acque in fase di esercizio

Il progetto definitivo del PA, relativamente alla gestione delle acque meteoriche scolanti le superfici impermeabili di intervento, persegue il rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto indicato nel RR 7/2017. In particolare, il progetto è corredato dallo "Studio delle opere di invarianza idraulica e idrologica RR 7/2017 e s.m.i. - prima definizione e dimensionamento".

Il progetto prevede il rispetto del principio di invarianza idraulica da attuarsi mediante:

- Recupero di parte delle acque meteoriche ai fini riutilizzo (uso irriguo, lavaggio superfici, alimentazione rete duale);
- Volanizzazione delle acque cadute sulle superfici pavimentate e sui tetti in sistemi di invaso (vasche di laminazione);
- Accumulo e smaltimento tramite infiltrazione delle acque meteoriche non suscettibili di contaminazione (camminamenti) mediante l'utilizzo di verde allagabile morfologicamente depresso;
- Smaltimento mediante infiltrazione in suolo tramite sistemi geocellulari disperdenti o mediante trincea disperdente
- solo in caso di impossibilità a ricorrere all'infiltrazione, smaltimento in rete fognaria comunale nel rispetto della portata massima ammissibile ai sensi del RR 7/2017 e a valle di sistemi di accumulo opportunamente dimensionati

Per la porzione denominata Warehouse, data la possibile futura modifica dell'attuale previsione progettuale, si è cautelativamente assoggettato a invarianza tutto il lotto, assumendo la realizzazione del progetto di intervento più pesante, con totale demolizione degli edifici esistenti e nuova ricostruzione.

Poiché le porzioni del lotto destinate a verde profondo ricadono all'interno della fascia di rispetto ferroviaria dei 30 m, in questa sede si è giocoforza assunta come unica soluzione percorribile di accumulo e smaltimento delle acque meteoriche quella della volanizzazione in una o più vasche di accumulo in

calcestruzzo, da svuotarsi mediante scarico in fognatura nel rispetto della portata massima ammissibile secondo il RR 7/2017.

Resta inteso che in occasione di futuro approfondimento progettuale e in caso di richiesta di deroga alla fascia di rispetto ferroviario, sarà necessario valutare la possibilità di smaltire le acque meteoriche anche mediante infiltrazione.

Ogni valutazione in tema di invarianza è stata effettuata considerando separatamente le aree pubbliche da quelle private, tenendo bene presente l'impossibilità di realizzare su aree pubbliche le opere di invarianza a servizio delle aree private.

Pertanto, sulla base dei regimi dei suoli e in base alla possibile distribuzione delle future reti di raccolta delle acque meteoriche, l'area del PA è stata divisa in 8 sottobacini, per ciascuna è stato definito e dimensionato con il metodo delle sole piogge, comunque più cautelativo, il sistema delle opere di accumulo e smaltimento:

- Lotto 1 area fondiaria porzione ovest: superficie totale 8079 mq – intervento di nuova costruzione soggetto al rispetto dei principi di invarianza. Nel rispetto del RR 7/2017, le acque scolanti i tetti e le superfici scoperte impermeabili/semipermeabili (non interessate dal traffico veicolare) saranno prioritariamente convogliate verso un volume di accumulo ai fini riuso (per uso irriguo o lavaggio superfici o alimentazione rete duale) da cui, per troppopieno, confluiranno verso una vasca di accumulo dimensionata ai fini invarianza. Tale vasca, del volume pari a 794 mc prevista in cls nei vani interrati degli edifici di nuova realizzazione, sarà svuotata mediante scarico in fognatura nel rispetto della portata massima ammissibile, pari a 7,64 l/s.

- Lotto 1 area fondiaria porzione est: superficie totale 12707 mq – intervento di nuova costruzione soggetto al rispetto dei principi di invarianza. Nel rispetto del RR 7/2017, le acque scolanti i tetti e le superfici scoperte impermeabili/semipermeabili (non interessate dal traffico veicolare) saranno prioritariamente convogliate verso un volume di accumulo ai fini riuso (per uso irriguo o lavaggio superfici o alimentazione rete duale per es.) da cui, per troppopieno, confluiranno verso una vasca di accumulo dimensionata ai fini invarianza, costituita da un sistema geocellulare a celle in PP di accumulo/dispersione. Tale vasca, del volume di progetto pari a 801,3 mc sarà realizzata nell'area in terrapieno nel settore est del lotto. La portata dispersa, calcolata come indicato nel par. 3.5.1, è pari a 86,3 l/s.

Per la porzione di superficie scoperta destinata al drop off, le acque meteoriche scolanti dovranno essere trattate mediante disoleatore prima dello smaltimento mediante infiltrazione.

- Percorso pavimentato con ingresso da via Valtellina (area ceduta): superficie totale 252 mq - Intervento di realizzazione di nuova pavimentazione per superficie > 150 mq, soggetto al rispetto dei principi di invarianza. Nel rispetto del RR 7/2017, le acque scolanti la superficie scoperta impermeabile saranno convogliate verso una trincea drenante con sezione trapezia di base minore 0,8 m, base maggiore 2,54 m, altezza 1,3 m di lunghezza pari a 45 m.

La trincea, riempita con materiale ad alta conduttività idraulica, sarà dotata di una condotta forata De 315 mm, che ha la funzione di distribuire omogeneamente le acque lungo tutta la trincea.

La portata dispersa dalla trincea è ricavabile mediante Chezy

$$Q = k \times A \times i = 0,0346 \text{ l/s}$$

Con  $k=1,6 \times 10^{-5}$  m/s, minimo valore di permeabilità ricavata dalle prove Lefranc

A superficie di fondo della trincea  $0,8 \text{ m} \times 45 \text{ m} = 36 \text{ mq}$

Il volume di invaso d'acqua della trincea disperdente viene calcolato considerando il vuoto creato dal tubo di diametro  $D = 315 \text{ mm}$  e i vuoti presenti all'interno del materiale drenante (pietrisco, di tipo lavato e senza componente "polverulenta").

L'area totale della trincea (in sezione) è pari a:  $A_{tot} = 2,17 \text{ mq}$ .

L'area, in sezione, del tubo drenante interno alla trincea (diametro  $D = 315 \text{ mm}$ ) è:  $A_{\text{tubo}} = (D/2)^2 \times 0,077 \text{ mq}$

Volume tubo per metro lineare  $A_{\text{tubo}} \times 1 \text{ ml} = 0,077 \text{ mc}$

L'area, in sezione, rimanente ed occupata dal materiale drenante (pietrisco, di tipo lavato e senza componente "polverulenta"), è pari a:  $A_{\text{esterna tubo}} = A_{\text{tot}} - A_{\text{tubo est.}} = 2,09 \text{ mq}$ .

Considerando una porosità della ghiaia omogenea pari al 35% del volume complessivo della trincea abbiamo quanto segue:

Il volume occupato dal materiale drenante su 1 ml di trincea disperdente è pari a:

Vesterno tubo =  $A_{\text{esterna tubo}} \times 1 \text{ ml} = 2,09 \text{ mq} \times 1 \text{ ml} = 2,09 \text{ mc}$  da cui si ricava il volume dei vuoti presenti esternamente al tubo della trincea disperdente:  $V_v$  (esterno tubo) = Vesterno tubo  $\times 35\% = 0,73$  Il volume dei vuoti totali in 1 ml di trincea disperdente è:

$V_{\text{tubo}} + V_{\text{vesterno tubo}} = 0,077 \text{ mc} + 0,73 \text{ mc} = 0,81 \text{ mc}$

Per un volume totale della trincea pari a 36,5 mc.

- Edificio E – Porta e edificio C – Dogana: intervento di manutenzione o ristrutturazione senza demolizione non soggetto al rispetto dei principi di invarianza. Per tali edifici si mantiene lo scarico esistente delle acque meteoriche in fognatura.
- Parco lineare con camminamenti in calcestre e con pavimentazioni semipermeabili inverdite e porzione piazza pubblica a est non dotati di rete di raccolta acque meteoriche: l'area del verde pubblico non sarà dotata di rete di raccolta delle acque meteoriche e quindi non è soggetta al rispetto dei principi di invarianza. I camminamenti che percorrono longitudinalmente l'area si prevede non siano dotati di rete di raccolta delle acque meteoriche ma avranno un andamento "a schiena d'asino" con pendenza verso il verde circostante. Su entrambi i lati dei camminamenti è prevista una trincea drenante in ghiaia, per favorire lo smaltimento delle acque.
- Piazza pubblica a est (impermeabile – 2305,2 mq) + porzione di sottopasso scoperta su via Pepe (superficie 258 mq): Le acque scolanti la porzione piana della piazza dotata di rete di raccolta delle acque meteoriche saranno convogliate verso una vasca di accumulo interrata ai fini riutilizzo per uso irriguo (volume pari a  $15 \text{ mq} \times 4 \text{ m} = 60 \text{ mc}$ ), prevista nella porzione piana della piazza, al di fuori dell'area di interferenza con il manufatto del passante e con la fascia di rispetto dei binari (30 m). In tale volume saranno rilanciate anche le acque scolanti la superficie degradante scoperta del sottopassaggio (compresa la parte al termine della Via Pepe), convergenti verso il volume di rilancio previsto al fondo del sottopassaggio stesso.

Al riempimento del suddetto volume le acque saranno deviate verso un volume di accumulo/dispersione dimensionato ai fini invarianza, costituito da due sistemi uniti geocellulari a celle in PP di accumulo/dispersione, con un volume complessivo di 132,6 mc, per lo smaltimento delle acque mediante infiltrazione nello strato insaturo del suolo.

- Warehouse: superficie 13131 mq - Data la possibile futura modifica dell'attuale previsione progettuale, si è cautelativamente assoggettato a invarianza tutto il lotto, assumendo la realizzazione del progetto di intervento più pesante, con totale demolizione degli edifici esistenti e nuova ricostruzione. Poiché le porzioni del lotto destinate a verde profondo ricadono all'interno della fascia di rispetto ferroviaria dei 30 m, in questa sede si è giocoforza assunta come unica soluzione percorribile di accumulo e smaltimento delle acque meteoriche quella della volanizzazione in una o più vasche di accumulo in calcestruzzo, da svuotarsi mediante scarico in fognatura nel rispetto della portata massima ammissibile secondo il RR 7/2017.

Resta inteso che in occasione di futuro approfondimento progettuale e in caso di richiesta di deroga alla fascia di rispetto ferroviario, sarà necessario valutare la possibilità di smaltire le acque meteoriche anche mediante infiltrazione. Nel rispetto del RR 7/2017, le acque scolanti i tetti e le superfici scoperte impermeabili/semipermeabili saranno prioritariamente convogliate verso un volume di accumulo ai fini riutilizzo (per uso irriguo o lavaggio superfici o alimentazione rete duale). Al riempimento del suddetto

volume le acque saranno deviate verso una vasca di accumulo dimensionata ai fini invarianza. Tale vasca, del volume di progetto minimo complessivo pari a 1222 mc, sarà svuotata mediante scarico in fognatura nel rispetto della portata massima ammissibile, pari a 11,7 l/s.

In considerazione del fatto che l'invarianza prevede, come prima modalità di smaltimento delle acque, quella del riutilizzo, dovranno essere previsti volumi di accumulo delle acque meteoriche per il loro riutilizzo a servizio delle zone asservite, ad esempio per il soddisfacimento del fabbisogno irriguo delle aree verdi pertinenziali dei nuovi edifici e per il soddisfacimento irriguo delle aree verdi del parco lineare, ad integrazione del riutilizzo delle acque di falda geotermicamente esauste (cioè a valle dell'uso scambio termico).

Si rimanda allo specifico Elaborato 5.9 "Studio delle opere di invarianza idraulica e idrologica RR 7/2017 e s.m.i. – prima definizione e dimensionamento" per approfondimenti sul tema relativo alla gestione delle acque meteoriche.

## 6.6 SOGGIACENZA DELLA FALDA

Per quanto attiene le acque sotterranee, sulla base delle misure effettuate in data 1 aprile 2021 presso i piezometri presenti all'interno dell'ambito del PA, il livello dell'acquifero principale è stato registrato a circa -16 m dal p.c..

In considerazione della condizione di massimo piezometrico quarantennale, in cui il livello dell'acquifero principale si è attestato ad una profondità compresa tra 14 e 15 m dal p.c. e della previsione progettuale di realizzare più livelli interrati da adibire a parcheggi, verosimilmente fino ad una profondità di -15 m da p.c., non è possibile escludere una interferenza diretta delle strutture interrate con il livello dell'acquifero.

Per tale motivo, come già indicato al paragrafo precedente, al fine di acquisire una conoscenza prolungata nel tempo delle oscillazioni piezometriche sito specifiche, si rende necessario dare avvio sin da ora ad un piano di monitoraggio della falda, che potrà dare le indicazioni utili ad una corretta progettazione delle strutture interrate.

## 6.7 FABBISOGNI IDRICI

### 6.7.1 Fabbisogno idrico per condizionamento/riscaldamento

La Relazione tecnica descrittiva della Strategia energetica in ambito VAS, redatta da Deerns Italia SpA (novembre 2020) indica che gli obiettivi della strategia energetica generale del Masterplan possono essere così riassunti:

- elevato livello di sostenibilità ambientale, in termini di efficienza energetica, emissioni in atmosfera e utilizzo di energie rinnovabili;
- scalabilità del sistema in relazione allo sviluppo edificatorio;
- facilità ed economicità di gestione e manutenzione.

L'analisi energetica è stata condotta definendo tre ipotesi alternative per il servizio termofrigorifero:

- ✓ Scenario 1 – Energy Centre per tutto il complesso: unica centrale termofrigorifera a servizio di tutto il lotto– Centrale con gruppi refrigeratori/pompe di calore alimentati ad acqua di falda + sistema di trigenerazione – centrale articolata su più unità in parallelo, in modo da poter seguire le fasi di sviluppo del sito – unità di trattamento aria con recupero ad alta efficienza + recupero termodinamico;
- ✓ Scenario 2 – Gruppi refrigeratori/pompe di calore distribuiti con acqua di falda: gruppi refrigeratori/pompe di calore distribuiti alimentati ad acqua di falda – centrali termofrigorifere di edificio – unità di trattamento aria con recupero ad alta efficienza + recupero termodinamico. Tale scenario è ulteriormente articolato in tre soluzioni in relazione alle modalità di distribuzione dell'acqua di falda:
  - 2.1 con rete di distribuzione dell'acqua di falda ai singoli edifici;
  - 2.2 con anello idronico in circuito chiuso, distribuito ai singoli edifici;

- 2.3 con anello idronico in circuito chiuso distribuito ai singoli edifici con distribuzione della rete acqua di falda ai singoli edifici per “free-cooling”;
- ✓ Scenario 3 – Pompe di calore aria-acqua indipendenti per ogni edificio: gruppi refrigeratori/pompe di calore distribuiti alimentati ad acqua di falda – centrali termofrigorifere di edificio – unità di trattamento aria con recupero ad alta efficienza + recupero termodinamico.

Per ognuno degli scenari ipotizzati e per le varie destinazioni d’uso, sono stati, quindi, valutati i consumi energetici, gli spazi tecnici necessari e i costi di investimento.

Nello specifico, per quanto riguarda l’acqua di falda, i consumi annui sono indicati nella seguente tabella, in funzione dello scenario di riferimento. In essa sono riportati anche i quantitativi di energia primaria totale (non rinnovabile + rinnovabile – pannelli fotovoltaici) richiesti.

Scenario	Acqua di falda (m <sup>3</sup> /anno)	Portata media di acqua di falda sulle 24 ore – mese di luglio (l/s)	Portata di picco – mese di luglio (l/s)	Energia primaria totale (MWh)
Scenario 1	1.850.000	110,1	294,963	5.318
Scenario 2.1	1.810.000	96,5	258,546	4.687
Scenario 2.2	1.720.000	97,0	259,767	4.638
Scenario 2.3	1.630.000	90,8	243,167	4.372
Scenario 3	-	-	-	6.135

Gli scenari di tipo 2 si presentano come i più favorevoli, sia dal punto di vista economico, sia dal punto di vista energetico.

L’ipotesi di progetto, pertanto, è quella del ricorso ad energie rinnovabili quali l’acqua di falda, in quanto il sito risulta particolarmente vocato al reperimento di acque di prima falda, sia in termini delle elevate produttività locali, che di ridotta soggiacenza (ridotte potenze elettriche necessarie al sollevamento meccanico delle acque). Restando fermi gli evidenti effetti positivi sulle altre matrici ambientali (atmosfera e paesaggio) per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e di rumore, nonché la riduzione delle strutture in copertura e facciata (impianti di climatizzazione ad aria), gli elevati fabbisogni idrici per lo smaltimento dei carichi termofrigoriferi connessi alle previsioni del PA dovranno necessariamente comportare una progettazione orientata alla minimizzazione degli impatti anche sulla matrice acque sotterranee e superficiali.

Nello specifico, i prelievi dovranno essere attuati nelle aree di monte flusso idrogeologico, con adeguata distribuzione e contenimento degli abbassamenti piezometrici puntuali, accorgimenti costruttivi atti ad evitare il trascinarsi/sottrazione di matrici fini (effetti su fondazioni).

L’acqua di falda sarà prelevata da una serie di pozzi da realizzare all’interno dell’insediamento; con l’utilizzo di elettropompe sommerse a sviluppo verticale, dotate di motori ad altissima efficienza con variazione elettronica della velocità di funzionamento regolata da inverter. L’acqua prelevata sarà accumulata in una vasca di compensazione dove se ne controllerà la temperatura; la regolazione della temperatura sarà effettuata esclusivamente con l’immissione e lo scarico dell’acqua di falda. Alla fine del ciclo di scambio di energia, prima dell’invio dell’acqua di falda alla rete di scarico, saranno realizzati sistemi di accumulo che potranno servire per scopi irrigui.

La restituzione delle acque termicamente usate dovrà parimenti avvenire con modalità flessibili (falda) e modulate secondo le temperature e le stagioni, in modo da evitare/contenere sia il deficit sul bilancio di massa/innalzamenti piezometrici indesiderati, che gli impatti termici sulla falda nelle aree di valle flusso.

## 6.7.2 Il ricorso a geotermia con acqua di falda

### 6.7.2.1 [Studio di fattibilità idrogeologica e modellazione preliminare](#)

Uno studio di fattibilità di un sistema di geotermia che copra quota significativa dei fabbisogni termofrigoriferi del Piano Attuativo è stato anticipato nella attuale fase di pianificazione per orientare correttamente le strategie energetiche di comparto.

Una volta caratterizzato il contesto idrogeologico e lo stato di prelievi e restituzioni a scala locale e territoriale, lo studio, a partire dagli scenari di fabbisogni indicati dagli Impiantisti, ha previsto una serie di simulazioni a convergere su una ottimizzazione finale del ricorso a geotermia con acqua di falda che restituisse un quadro di sostenibilità, efficienza e durabilità nel tempo.

Sono stati considerati i fabbisogni mensili del PA Valtellina e dell'adiacente comparto della Accademia di Brera, che prevede una funzione didattica e uno studentato.

I prelievi sono stati utilizzati per la modellazione degli effetti cumulativi e la definizione del numero di pozzi necessari.

L'assunzione a base dello studio è quello dello scenario più gravoso, ovvero venisse confermata l'indisponibilità di un recettore superficiale.

Le preesistenze più prossime e significative di Bassi Business Park e di Piazza Fidia sono state inserite a modello per il disturbo piezometrico ai valori di concessione e di andamento mensile dei fabbisogni, a completare il quadro del disturbo termico indotto dai nuovi progetti Valtellina e Brera.

Nel seguito il Riepilogo delle portate considerate\_

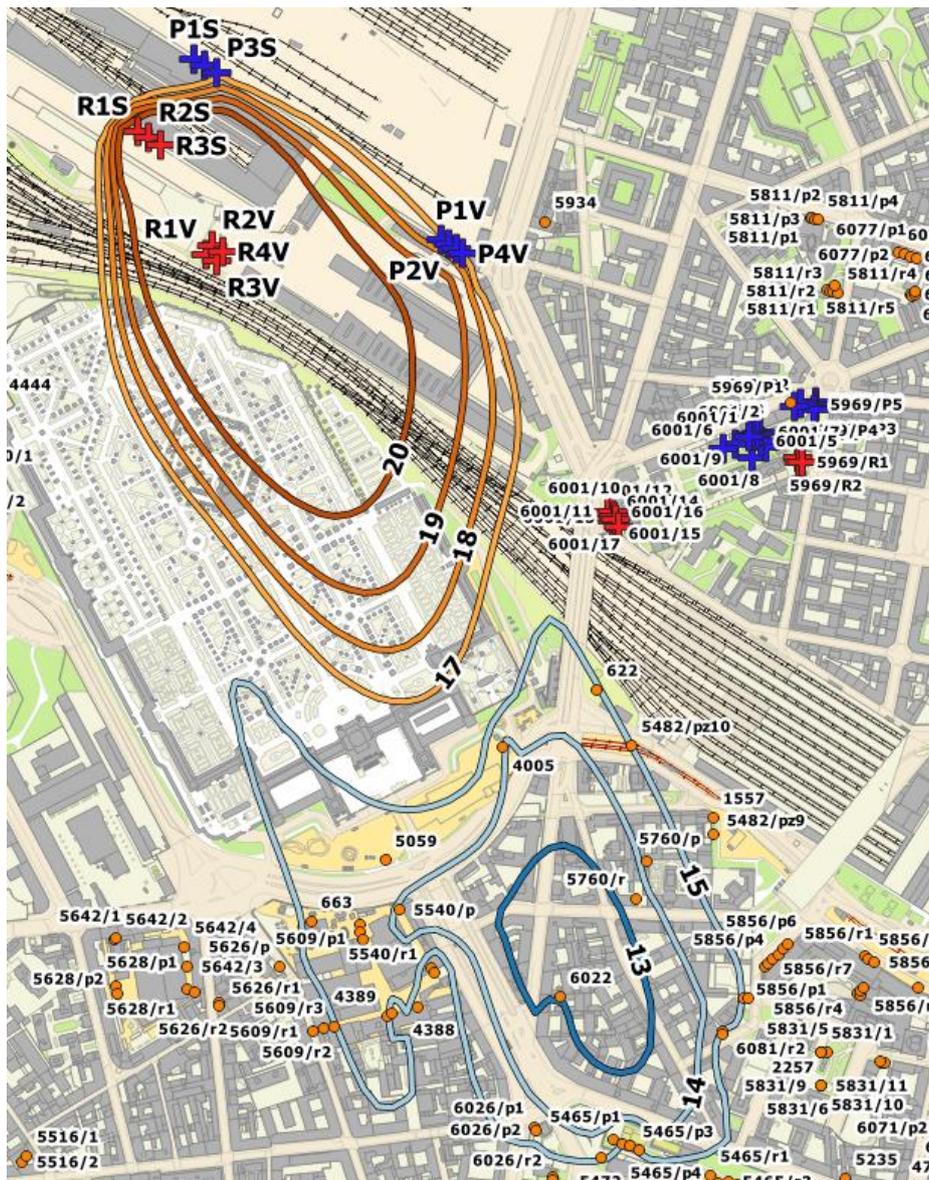
	PORTATA MEDIA ANNUA L/S	PORTATA ALLA PUNTA L/S
<b>VALTELLINA</b>	<b>61,48</b>	<b>289</b>
BRERA STUDENTATO	20,89	45,8
BRERA DIDATTICA	24,31	101,4
<b>TOTALE</b>	<b>106,68</b>	<b>436,2</b>

#### 6.7.2.2 [Esiti dello studio modellistico](#)

Le modellazioni hanno suggerito la modifica del layout iniziale dei pozzi, con spostamento dei pozzi di resa e la riduzione del n. complessivo di pozzi, partendo dalla configurazione iniziale. Contestualmente sono stati modulati ed ottimizzati progressivamente gli scenari di fabbisogno fino a convergere su quello a migliore sostenibilità (figura seguente).

Tale scenario costituisce ottimizzazione finale nelle condizioni idrogeologiche date e copre integralmente i carichi termici e parzialmente quelli frigoriferi: la tutela dell'assetto idrogeologico e termico a valle flusso del comparto deve ammettere infatti una riduzione dei prelievi a fini del condizionamento estivo, mentre può essere massimizzato il ricorso alla geotermia in fase invernale e per produzione di ACS., con positivo effetto di riequilibrio termico a scala territoriale,

Questo ha un indubbio effetto positivo sulle emissioni climalteranti invernali azzerandole e, riduce proporzionalmente anche l'isola di calore e le emissioni rumorose delle macchine ad aria.



### 6.7.2.3 Procedure autorizzative

La derivazione/restituzione idrica post utilizzo per scambio termico, sarà soggetta ad iter approvativo ai sensi del RR 2/2006 e, in funzione della soglia dimensionale della stessa, sarà soggetta ad iter di VIA, un procedimento teso all'ottenimento di un PAUR ai sensi della l.r. n. 5/2010 e s.m.i..

Il regime autorizzatorio dipende dalla portata di punta e dalla portata media annua, definita come "valore medio, espresso in l/s, del prelievo, risultante dal rapporto tra il volume di prelievo ed il periodo nell'arco dell'anno solare per il quale il prelievo è concesso" ai sensi dell'art. 2 comma 1 lettera x) del Regolamento Regionale n. 2/2006.

Le possibili ipotesi di procedura previste dalla norma (D.G.R. X/3826 del 14 luglio 2015, che ha aggiornato gli allegati alla L.R. 2 febbraio 2010, n. 5) sono le seguenti. Per il comparto Valtellina, il caso di specie è quello in **ROSSO**, funzione della portata media annua e della portata alla punta.

SOGLIA DIMENSIONALE DELLA DERIVAZIONE DI ACQUE PUBBLICHE SOTTERRANEE (Q l/s)	TIPO DI PROCEDIMENTO AMMINISTRATIVO	COMPETENZA PROCEDIMENTO
< 50 l/s alla punta e media < 100 l/s	Ordinario ai sensi R.R. 2/06	Città metropolitana – Provincia
> 50 l/s < 100 l/s alla punta e media < 100 l/s	Ordinario ai sensi R.R. 2/06 + <b>verifica assoggettabilità a VIA</b>	Città metropolitana – Provincia
<b>&gt;100 l/s alla punta e media &lt; 100 l/s</b>	<b>Valutazione impatto ambientale L.R. 2 febbraio 2010 n. 5</b>	<b>Città metropolitana – Provincia</b>
>100 l/s alla punta e media > 100 l/s	<b>Valutazione impatto ambientale L.R. 2 febbraio 2010 n. 5 – P.A.U.R.</b>	Regione Lombardia

### 6.7.3 Fabbisogno idrico potabile ed igienico-sanitario

I fabbisogni di acqua calda sanitaria sono stati stimati a cura di Deerns Italia S.p.A. secondo quanto previsto dalla Norma UNI TS 11300-2:2014 “Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”. La stima tiene conto della destinazione delle diverse aree e della loro superficie.

In particolare, per gli edifici residenziali, il volume di acqua calda sanitaria richiesto è funzione oltre che della superficie, del numero di unità immobiliari previste e di due parametri tabellari variabili in base alla superficie utile degli appartamenti.

Per le altre tipologie di edifici, il volume di acqua dipende dalla tipologia di attività svolta nell'edificio e dal relativo fabbisogno giornaliero specifico per l'attività.

Complessivamente, il consumo medio giornaliero di acqua calda sanitaria derivante dalle previsioni del PA è stato stimato in circa 75 m<sup>3</sup>/g, corrispondenti a 27.375 m<sup>3</sup>/anno.

### 6.7.4 Fabbisogno idrico per irrigazione aree a verde

#### AREE ASSERVITE AD USO PUBBLICO

I fabbisogni per irrigazione sono stati stimati in riferimento alle aree asservite ad uso parco pubblico, in funzione della richiesta idrica delle differenti tipologie di verde utilizzato (alberi e aree arbustive) nell'ipotesi della loro collocazione in piena terra (verde profondo). Nel calcolo non sono state considerate le aree prative secondo le indicazioni del settore verde del Comune di Milano.

I consumi di acqua sono indicati nella seguente tabella e corrispondono a una portata media rispettivamente di 0,7 l/s su cicli irrigui di 6 ore e di 2,0 l/s su cicli di 2 ore.

Descrizione	u.m.	q.tà	consumo unit. ad irrigaz. (litri)	n. irrigazioni/anno	consumo totale primo anno in mc
irrigazione essenze arbustive	mq	2034	5	180	1830,00
irrigazione alberi	n	91	50	180	820,00
				<b>totale mc</b>	<b>2650,00</b>

Tale fabbisogno, non essendo disponibili sufficienti volumi di accumulo delle acque meteoriche ai fini riutilizzo (il progetto prevede di realizzare una vasca accumulo di 30 mc posta in corrispondenza della piazza ad est dell'ambito di PA) e per minimizzare i prelievi da acquedotto, potrà essere soddisfatto

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO “ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”

attraverso la realizzazione di un pozzo, il cui schema progettuale si basa sulle caratteristiche idrogeologiche locali.

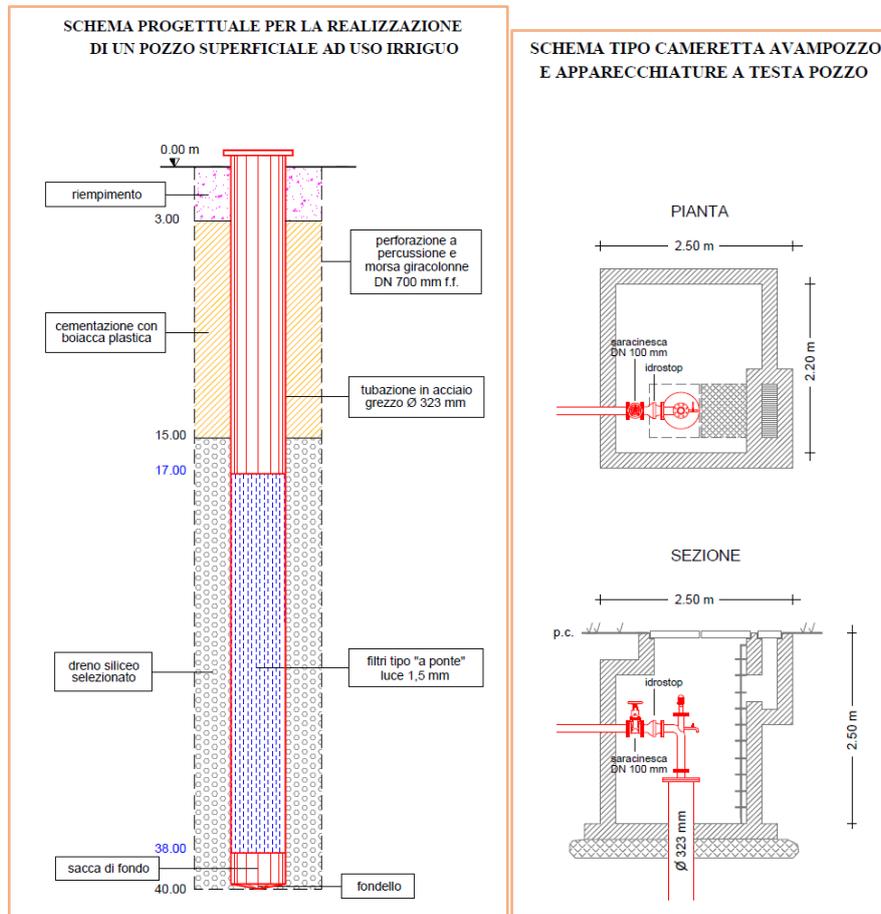


Figura 6.1 – Schema progettuale, cameretta avampo e apparecchiature

Esso capterà esclusivamente il Gruppo Acquifero A, il più superficiale e idoneo agli utilizzi non potabili secondo la normativa da Piano di tutela ed uso delle acque. Ne consegue una profondità di progetto di 40 m dal piano di riferimento progettuale posto a 125,2 m s.l.m. e fenestratura tra 17 e 38 m di profondità (Figura 6.1).

Le acque captate non presentano controindicazioni di carattere idrochimico per un utilizzo diretto senza trattamento alcuno per l'innaffiamento delle aree verdi del parco.

L'ipotesi localizzativa del pozzo è visibile nella seguente immagine (Figura 6.2 – Ubicazione del pozzo per irrigazione aree a verde (nel cerchio giallo) Figura 6.2).

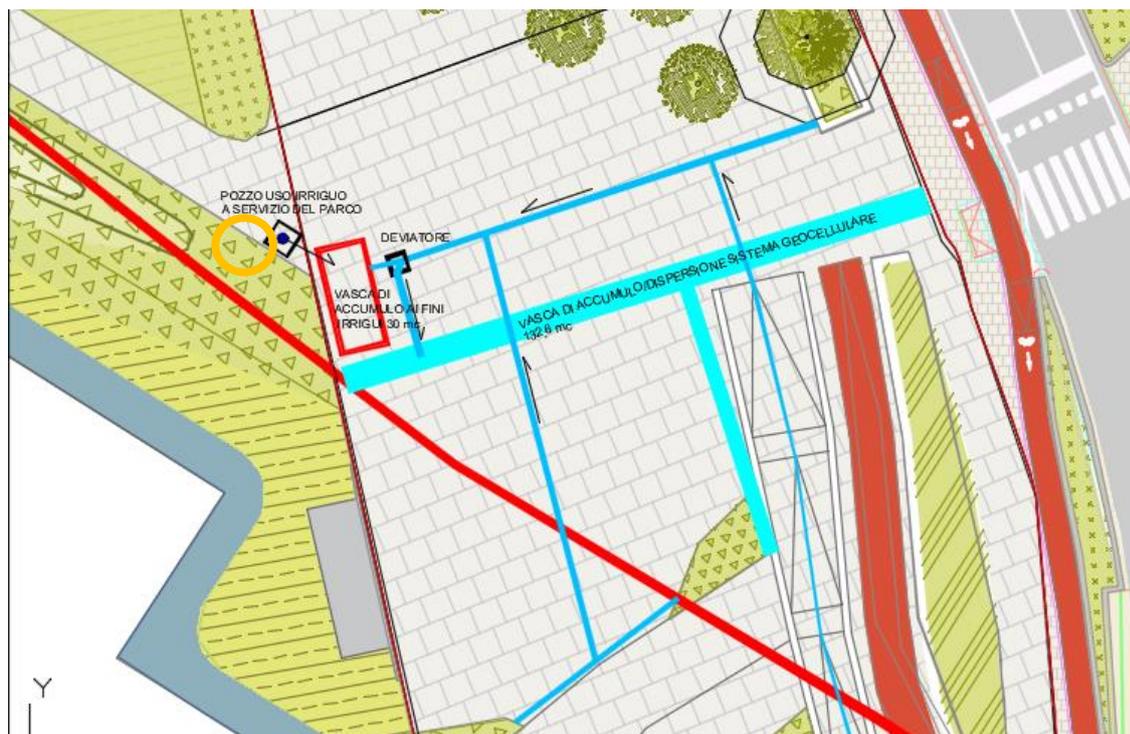


Figura 6.2 – Ubicazione del pozzo per irrigazione aree a verde (nel cerchio giallo)

Al termine delle operazioni di trivellazione e completamento, la testa del pozzo verrà tagliata a misura ed alloggiata all'interno di una cameretta interrata di dimensioni contenute, di tipo prefabbricato in cls, o gettata in opera, posta alla quota di riferimento progettuale.

### AREE CEDUTE AD USO PUBBLICO

I fabbisogni per irrigazione sono stati stimati in riferimento alle aree cedute del parco pubblico, in funzione della richiesta idrica delle differenti tipologie di verde utilizzato (alberi e aree arbustive) nell'ipotesi della loro collocazione in piena terra (verde profondo). Nel calcolo non sono state considerate le aree prative secondo le indicazioni del settore verde del Comune di Milano.

I consumi di acqua sono indicati nella seguente tabella e corrispondono a una portata media rispettivamente di 1,2 l/s su cicli irrigui di 6 ore e di 3,5 l/s su cicli di 2 ore.

Descrizione	u.m.	q.tà	consumo unit. ad irrigaz. (litri)	n. irrigazioni/anno	consumo totale primo anno in mc
irrigazione essenze arbustive	mq	2700	5	180	2470,50
irrigazione alberi	n	227	50	180	2043,00
				<b>totale mc</b>	<b>4513,50</b>

Tale fabbisogno, non essendo disponibili sufficienti volumi di accumulo delle acque meteoriche ai fini riutilizzo (il progetto prevede di realizzare un accumulo di 100 mc), potrà utilizzare anche le acque geotermiche a fine ciclo; tale prelievo si configura come un riuso e dovrà essere autorizzato nell'ambito della concessione di derivazione delle acque sotterranee.

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO “ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”



STUDIO IDROGEOTECNICO SRL  
Dott. Geol. Efrem Ghezzi



VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA – PROPOSTA  
DEFINITIVA DI PIANO ATTUATIVO  
“ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA”



**COIMAREM**  
COIMA S.r.l.



**COIMASGR**

COIMA SGR S.p.A.  
Fondo "Coima Mistral Fund"

Piazza Gae Aulenti, 12  
Milano

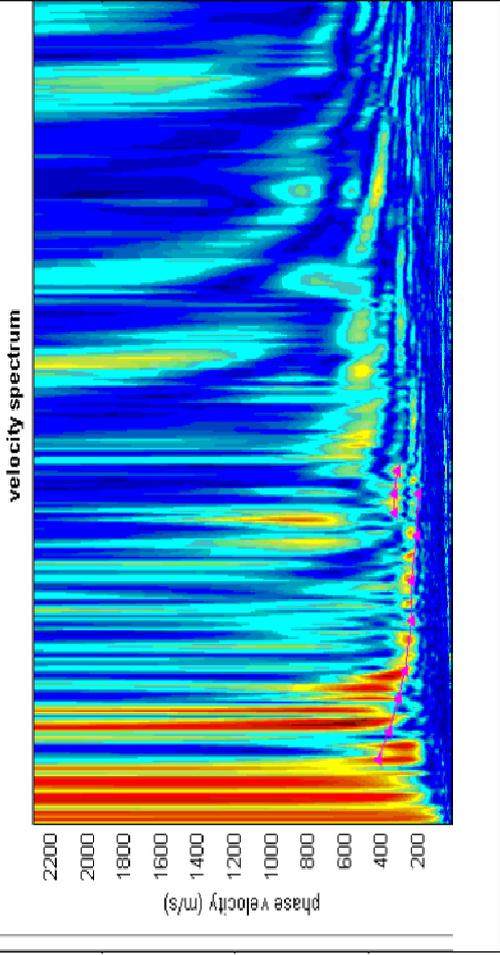
**COMUNE DI MILANO**  
**PROPOSTA DEFINITIVA PIANO ATTUATIVO**  
**"ZONA SPECIALE FARINI UNITÀ VALTELLINA"**

**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA A SUPPORTO DELLA**  
**PROPOSTA DEFINITIVA DEL PIANO ATTUATIVO "ZONA SPECIALE FARINI**  
**UNITA' VALTELLINA"**

**ALLEGATI**



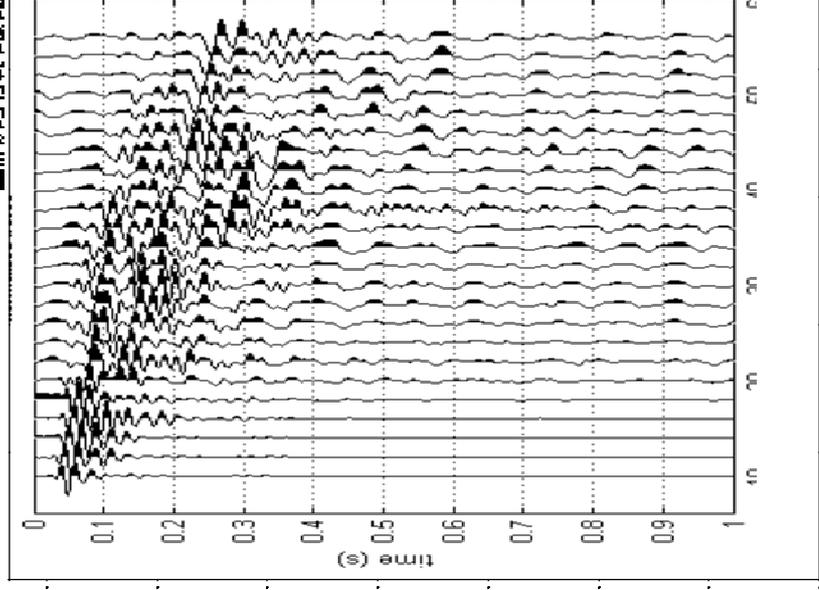
## ALLEGATO 1 Risultati Prospezione sismica MASW



**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  $D=1.5 + Vs/1000$

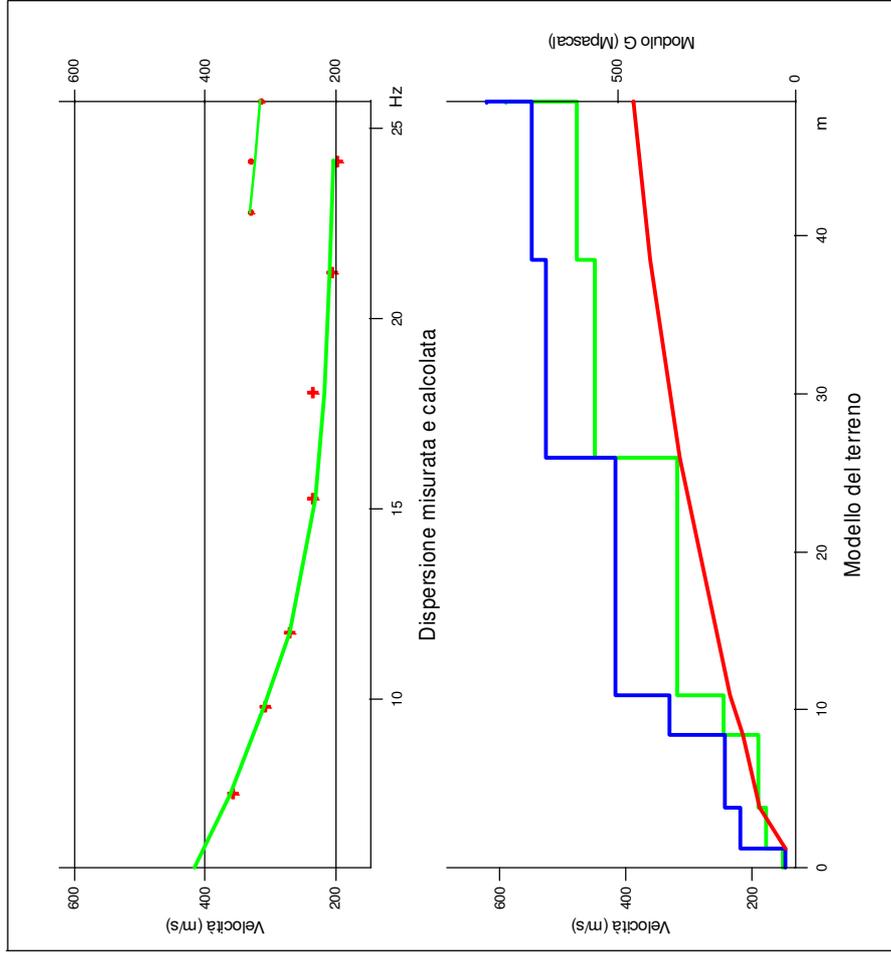


Sismogramma

**TABELLA DI CALCOLO**

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hl/VI	VsX	G
0	1.3	147	.0086	147	36
1.3	3.8	220	.0116	189	83
3.8	8.4	244	.0187	215	104
8.4	10.9	332	.0077	235	202
10.9	25.9	417	.036	314	333
25.9	38.5	527	.0238	362	563
38.5	48.5	548	.0182	389	615

**VALORE CALCOLATO VSeq. = 332 m/s**



**PROVA SISMICA VS30**

Milano, via Valtellina

Studio Idrogeotecnico

Metodologia MASW

**VELOCITA' DELLE ONDE S**

Aprile 2021



**ALLEGATO 2** Prove penetrometriche dinamiche continue di documentazione –  
Tabulato e diagramma









