



# COMUNE DI PESCHIERA BORROMEO (Provincia di Milano)

## PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

ai sensi degli artt. 12 e  
14 della L.R. n°12  
11/03/2005 e s.m.i.

### Scala

### Oggetto

Ambito di Trasformazione ATU 7 - Mezzate via Galvani

### Titolo dell'elaborato

**RELAZIONE TECNICA DI VERIFICA AI FINI DELL' INVARIANZA  
IDRAULICA E IDROLOGICA AI SENSI R.R. 7/2017 E R.R. 8/2019**

### Data

**Novembre  
2019**

### Proprietari

IMMOBILIARE MARISTELLA SRL  
piazza Libertà, 23  
14100 Asti (AT)  
C.F./P.iva: 00218600054  
Presidente: dottor Aldo Pia

### Aggiornamento

### Progettista

timbro e firma

Dott. Geologo Andrea Brambati  
corso Lodi, 26  
20135 Milano (MI)  
P.iva: 06200810965  
tel. +39 348-3939629  
mail: andreambrambati@alice.it



*Andrea Brambati*

### ALLEGATO

**L**

1. Premesse
2. Quadro normativo di riferimento
3. Terminologia utilizzata
4. Inquadramento geologico e geomorfologico
5. Componente idrografica e idrogeologica
6. L'applicazione del regolamento sull'invarianza idraulica e idrologica
7. Calcolo delle precipitazioni di progetto e determinazione del tempo di corrivazione
8. Costruzione dello ietogramma di pioggia e dell'idrogramma di piena
9. Calcolo del volume di laminazione
10. Realizzazione del volume di laminazione
11. Piano di manutenzione degli interventi
12. Conclusioni

## 1. Premesse

Il R.R. n. 7 del 23/11/2017 di Regione Lombardia, come modificato dal R.R. n. 8 del 19/04/2019, definisce i criteri e i metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. n. 12/2005.

Per *invarianza idraulica* si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione. Per *invarianza idrologica*, invece, si intende il principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

Il criterio dell'invarianza prevede pertanto che il deflusso risultante dal drenaggio di un'area debba rimanere invariato dopo una qualunque trasformazione d'uso del suolo all'interno dell'area stessa. In particolare, con tale regolamento, la Regione Lombardia definisce:

- ✓ gli interventi edilizi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- ✓ gli ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- ✓ il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- ✓ la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo;
- ✓ le indicazioni tecniche costruttive e degli esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- ✓ la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche.

La presente Relazione Tecnica si pone l'obiettivo di verificare l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica relativamente all'area situata in via Galvani in località Mezzate - Comune di Peschiera Borromeo (Città Metropolitana di Milano, Codice Istat 15171 - Codice belfiore G488). Il presente documento risulta propedeutico al Progetto di invarianza che dovrà essere redatto per la fase esecutiva delle opere, le determinazioni di cui ai capitoli successivi dovranno pertanto tradursi in un progetto idraulico sviluppato secondo gli ulteriori criteri dettati dall'art. 10 del regolamento non sviluppabili alla fase attuale (es. progetto idraulico della rete scolante, progetto idraulico degli impianti di sollevamento, ecc.), per la mancanza di dettaglio del progetto edilizio.

Il sito in oggetto si estende per una superficie complessiva di 11830 mq e corrisponde all'Ambito di Trasformazione Urbana ATU 7, localizzato al margine est della frazione di Mezzate e confinante con il Parco Agricolo Sud Milano. L'area sarà interessata dalla costruzione di un edificio a due piani di 3655 mq con le seguenti destinazioni in progetto: residenze collettive, uffici privati, una residenza sanitaria assistita (5 nuclei da 20 posti letto) e un centro diurno integrato. Le aree private interne al comparto comprendono altresì percorsi pedonali / aree attrezzate (1205 mq) e viabilità / parcheggi privati (177 mq). Il progetto prevede infine aree di uso pubblico che saranno adibite a viabilità e parcheggi a raso (1187 mq interni al perimetro dell'ambito e 2180 mq esterni).

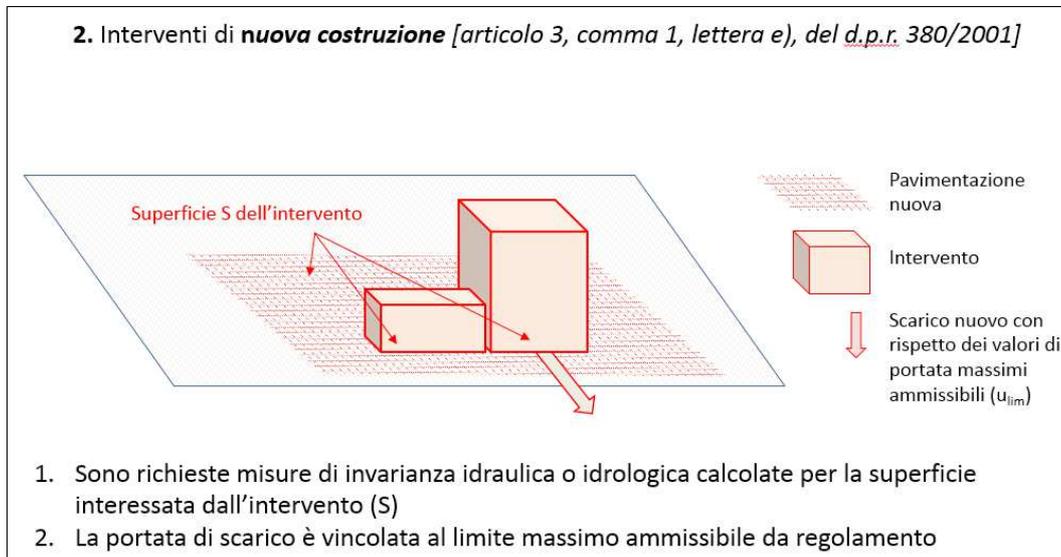
Per migliorare l'inserimento dell'opera, a livello architettonico sono state introdotte coperture a verde, giardini pensili e coperture piane in ghiaia, che grazie alle loro caratteristiche tecniche riescono a contribuire all'effetto di laminazione delle ondate di piena, migliorando di conseguenza il sistema di drenaggio complessivo delle acque.

Il comparto in esame, attualmente inutilizzato, rientra nel Foglio catastale 38 – mappali 273, 279 e 294 del Comune censuario di Peschiera Borromeo, ed è posto ad un'altitudine di ca. 103 m s.l.m. L'area di indagine può inoltre essere inquadrata all'interno di un centroide ideale le cui coordinate geografiche (angolari) sono:

- ✓ Lat. 45,442764
- ✓ Long. 9,298159

Le stesse, espresse in coordinate UTM (Universal Transverse of Mercator) secondo il sistema di riferimento 32NWGS84 (sigla di World Geodetic System 1984), sono:

- ✓ 523.317,78 m E
- ✓ 5.032.181,00 m N



**R.R. 8/2019: schema esemplificativo dell'intervento in oggetto cui applicare le misure di invarianza idraulica-idrologica**

L'ambito di intervento non risulta interessato dagli scenari di pericolosità e rischio individuati nel P.G.R.A. (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – rev. 2015), predisposto in attuazione del D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (la cosiddetta “Direttiva Alluvioni”), e adottato con deliberazione n. 4 del 17 dicembre 2015 dall’Autorità di Bacino del Fiume Po e successivamente con D.P.C.M. del 27 ottobre 2016.



**Stralcio della Carta P.G.R.A. - rev. 2015. In rosso, l'area di intervento.**

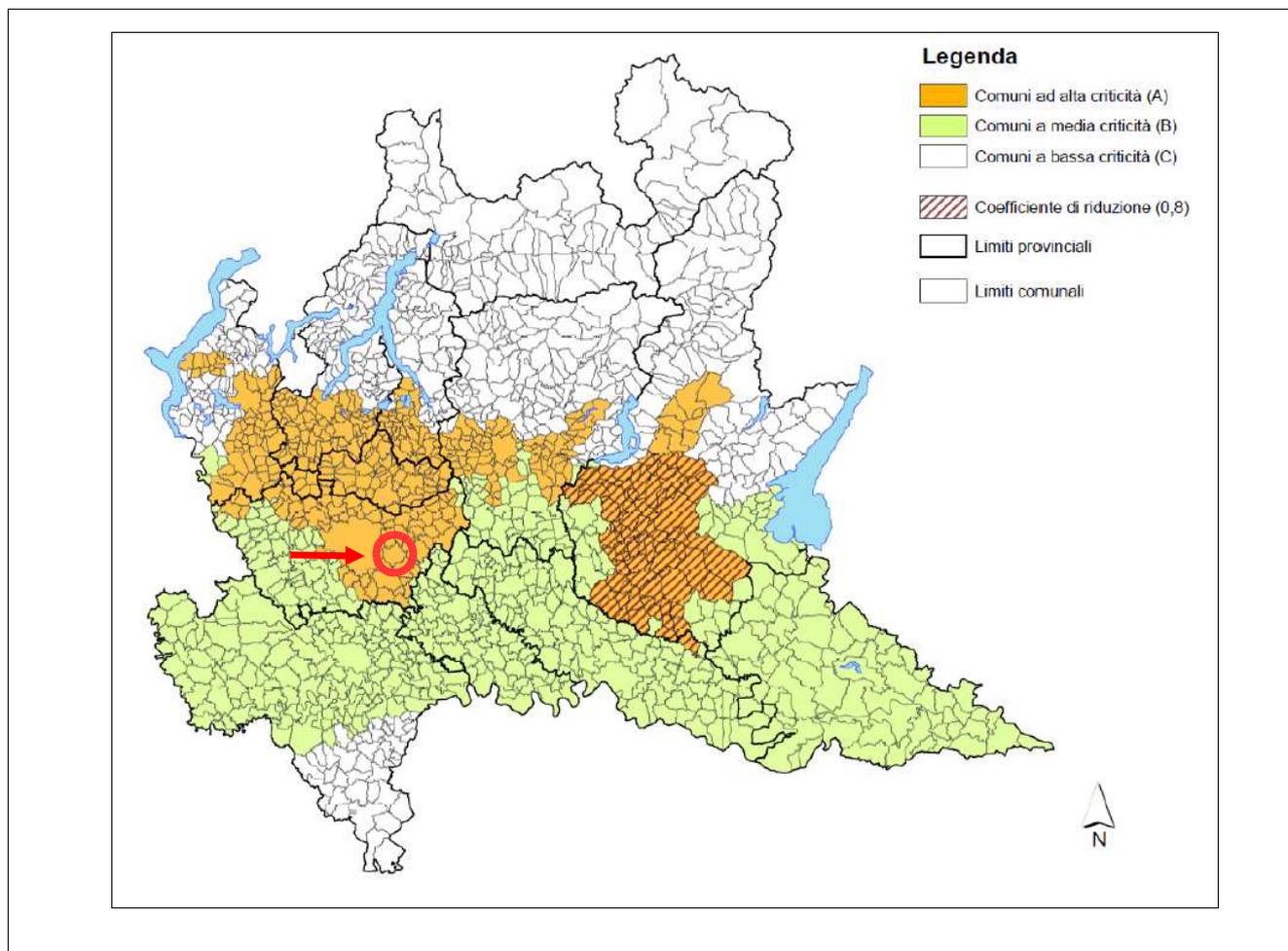
L'art. 7 del R.R n. 8 del 19 aprile 2019 stabilisce che le misure di invarianza idraulica e idrologica debbano applicarsi a tutto il territorio regionale, identificando i limiti di scarico in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche, e in considerazione dei differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio.

Il comma 3 dell'art. 7 descrive la suddivisione del territorio regionale in tre ambiti in funzione del livello di criticità idraulica:

- ✓ alta criticità idraulica: aree A
- ✓ media criticità idraulica: aree B
- ✓ bassa criticità idraulica: aree C

L'immagine di seguito mostra la suddivisione del territorio regionale nei tre ambiti precedentemente citati, mentre l'Allegato C alla norma riporta l'elenco comune per comune con l'indicazione del livello criticità idraulica associato. Secondo l'Allegato C il Comune di Peschiera Borromeo è inserito nell'elenco dei comuni ad alta criticità idraulica (area A), con coefficiente  $P = 1$ .

L'intervento ricade altresì in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione, pertanto si applicano i limiti delle aree A ad alta criticità.



“Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica”, estratta dal R.R. 8/2019. In rosso, Peschiera Borromeo.

Allo stato attuale l'area oggetto di intervento risulta adibita a prato e sgombra da qualsiasi manufatto edilizio. La trasformazione territoriale prevista comporta una modifica delle permeabilità dello stato naturale, da qui la necessità di prevedere un idoneo sistema di raccolta e smaltimento delle acque piovane nel rispetto del regolamento sull'invarianza idraulica e idrologica.

La presente documentazione è stata redatta:

- ✓ con i contenuti di cui all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi);
- ✓ conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;
- ✓ nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal Piano di Governo del Territorio di Peschiera Borromeo, dal Regolamento edilizio e dal R.R. 8/2019;
- ✓ per la sola progettazione preliminare, senza che il professionista incaricato per le verifiche idrauliche e idrologiche abbia ricevuto alcun incarico in merito all'attività di Direzione Lavori, che verrà pertanto assolta da altro professionista abilitato.



**Inquadramento territoriale dell'area su ortofoto 2015 rilevata da AGEA (Agenzia per le erogazioni in agricoltura).**

## ATU 7 - Mezzate, via Galvani



### Ambiti ed elementi di progetto

-  Perimetro Ambito di Trasformazione
-  Superficie Fondiaria
-  Aree di cessione
-  Parcheggi
-  Fascia di mitigazione paesistico - ambientale
-  Fascia di rispetto di 10 m (R.D. 523/1904)
-  Rete ciclo-pedonale

Planimetria ATU 7: scheda d'Ambito.

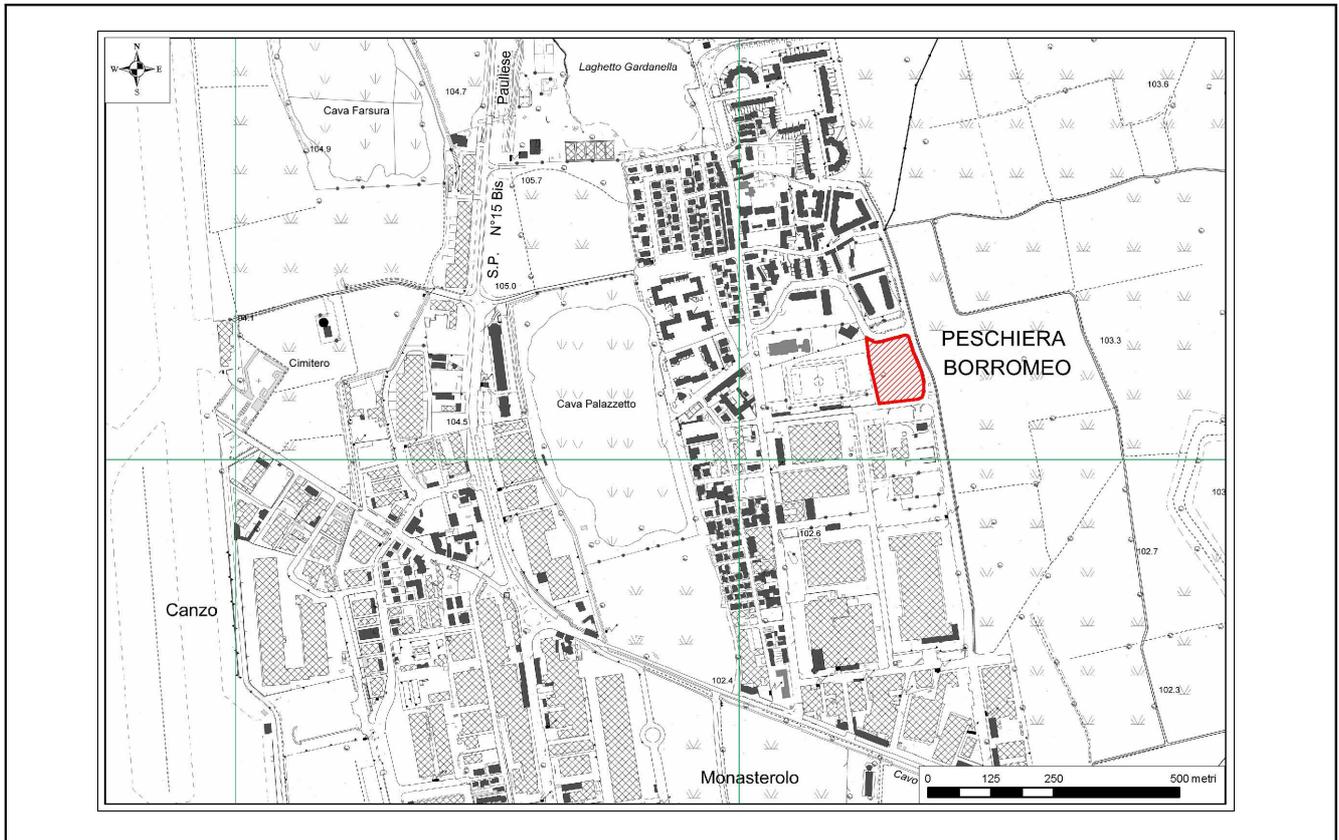


	Perimetro ambito ATU 7	11.830 mq		
<b>Aree di uso pubblico</b>		<b>Interne al perimetro</b>	<b>Esterne al perimetro</b>	<b>Totali</b>
	Perimetro area di uso pubblico			
	Verde urbano	656 mq	1.675 mq	2.331 mq
	Viabilità e parcheggi	1.187 mq	2.180 mq	2.367 mq
	<b>Totale aree pubbliche</b>	<b>1.843 mq</b>	<b>3.855 mq</b>	<b>5.698 mq</b>
<b>Aree private</b>				
	Edificio in progetto	3.655 mq		
	Percorsi pedonali ed aree attrezzate	1.205 mq		
	Viabilità e parcheggi	177 mq		
	Aree verdi	4.950 mq		
	Perimetro area di massimo ingombro edificio (area di galleggiamento)			
	<b>Totale aree private</b>	<b>9.987 mq</b>		

### Azzonamento di progetto.



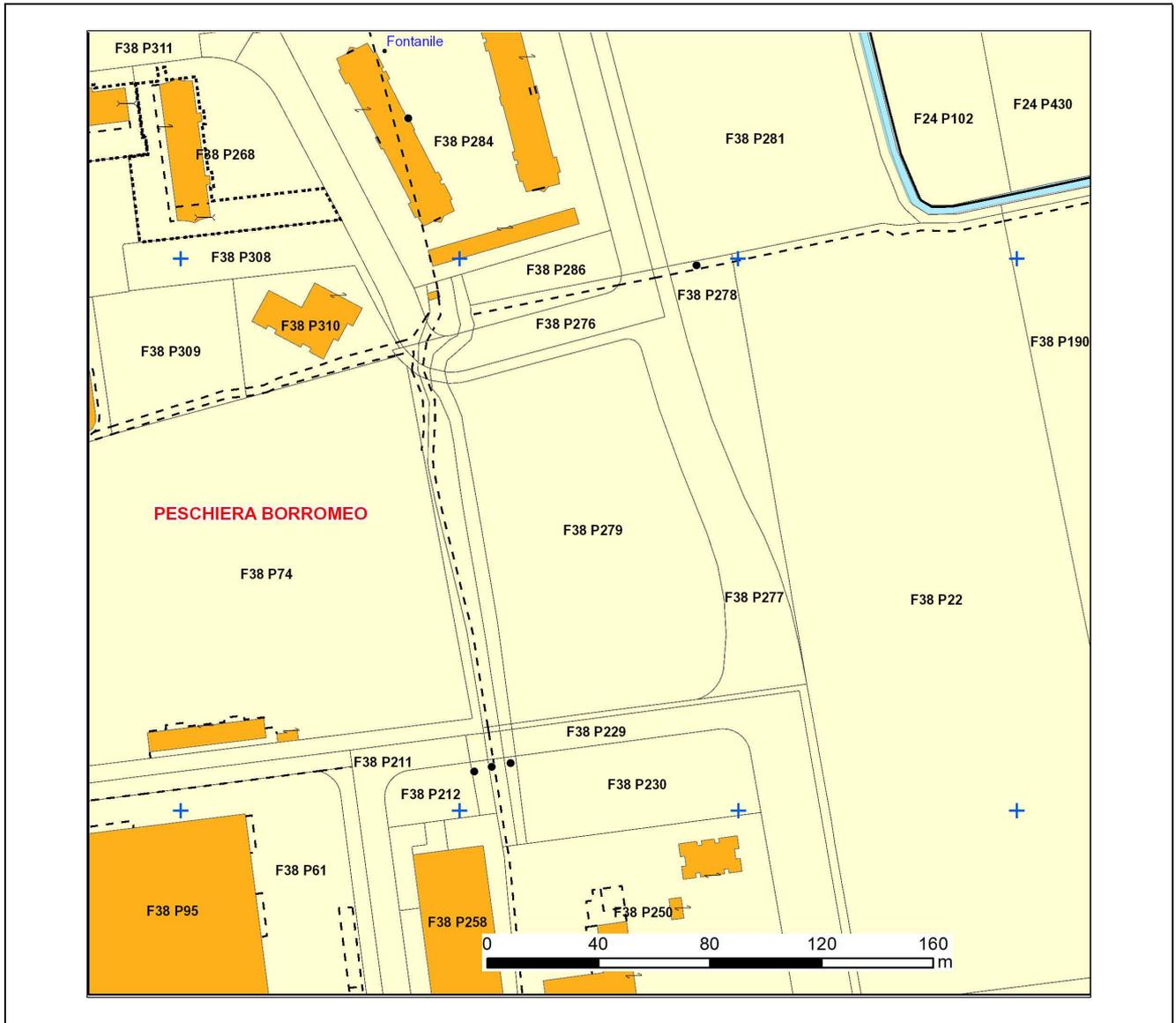
**Planimetria piano secondo: tetto verde, giardini pensili, copertura piana in ghiaia.**



Inquadramento su base CTR di Regione Lombardia: sezione B6c3.



Foto panoramica dell'area di intervento.



Inquadramento catastale (fonte: banca dati regionale messa a disposizione da D.G. Territorio e Protezione Civile).

## 2. Quadro normativo di riferimento

Partendo da indirizzi europei, la L.R. n. 4 del 15/03/2016 aveva già indicato nel suo art. 7 la necessità di applicare i principi di invarianza idraulica e idrologica a tutti gli interventi che comportino una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione. La Giunta regionale ha in seguito approvato, il 23 novembre 2017 (pubblicazione sul BURL il 27 novembre), il relativo regolamento attuativo. Il 29/06/2018 la Giunta ha quindi modificato l'art. 17 del regolamento del 2017, introducendo un periodo transitorio di disapplicazione delle norme di invarianza e di fatto limitando la normativa per i nuovi interventi edificatori. Contestualmente gli uffici regionali hanno attivato una consultazione con i cosiddetti stakeholder (amministratori comunali, tecnici, gestori dei servizi idrici integrati, università, ANCE, ANCI, ecc.) per acquisire pareri o proposte di modifica. In data 24 aprile 2019, infine, è stato pubblicato sul Supplemento n. 17 il R.R. n. 8 del 19 aprile 2019, recante alcune modifiche al R.R. n. 7/2017. Le suddette modifiche sono entrate in vigore a partire dal 25 aprile 2019. Il R.R. n. 8/2019 in sostanza:

- ✓ corregge alcuni errori materiali del R.R. n. 7/2017 e recepisce le proposte di miglioramento terminologico del testo in alcuni punti, finalizzate a rendere più chiaro e intellegibile il testo stesso;
- ✓ specifica meglio alcune norme in esso contenute, con particolare riferimento all'art. 3 concernente gli interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- ✓ calibra meglio il parametro di superficie massimo per gli interventi che possono applicare il regolamento in modo semplificato (qualora si attui il regolamento mediante la realizzazione di sole strutture di infiltrazione, e quindi non siano previsti scarichi verso ricettori, il requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2, è ridotto del 30 per cento, purché i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano basati su prove di permeabilità in situ, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F).

Il quadro normativo a cui si è fatto riferimento è il seguente:

- ✓ Norme tecniche rete fognaria - Circolare del ministero dei lavori pubblici 07/01/1974, n. 11633 *“Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”*;
- ✓ D.Lgs. 18/08/2000, n. 258 *“Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128”*;
- ✓ D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 *“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”*;
- ✓ D.Lgs. 15/05/2003, n. 152 *“Decreto legislativo recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”*;
- ✓ D.Lgs. 12/06/2003, n. 185 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio *“Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152”*;
- ✓ L.R. n. 26 del 12/12/2003 *“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”*;
- ✓ L.R. n. 12 del 11 marzo 2005 *“Legge per il governo del territorio”*;
- ✓ R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 *“Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne”*;
- ✓ D.L. n. 49 del 23 febbraio 2010 *“Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione”*;
- ✓ L.R. n. 17 del 21 novembre 2011 *“Partecipazione della Regione Lombardia alla formazione e attuazione del diritto dell'Unione europea”*;
- ✓ D.G.R. X/4549 del 10 dicembre 2015 *“Direttiva 2007/60/CE contributo Regione Lombardia al piano di gestione del rischio alluvioni relativo al distretto idrografico Padano in attuazione dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010”*;

- ✓ L.R. n. 4 del 15 marzo 2016 “*Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua*”, pubblicata sul BURL n. 11, suppl. del 18 marzo 2016;
- ✓ D.P.C.M. 27 ottobre 2016 “*Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico Padano*”;
- ✓ L.R. n. 7 del 10 marzo 2017 “*Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti*”;
- ✓ D.G.R. 10/6738 del 19 giugno 2017 “*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato istituzionale dell'autorità di bacino del fiume Po*”, pubblicata sul BURL n. 25 Serie Ordinaria del 21 giugno 2017;
- ✓ 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)*”;
- ✓ R.R. n. 7 del 29 giugno 2018 “*Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica ed idrologica. Modifica dell'articolo 17 del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7*”, pubblicato sul BURL n. 27, Serie Supplemento, del 3 luglio 2018;
- ✓ D.G.R. n. XI/470 del 2 agosto 2018 “*Integrazioni alle disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, di cui alla D.G.R. 19 giugno 2017 – n. X/6738*”;
- ✓ R.R. n. 8 del 19/04/2019 “*Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al R.R. 23/11/2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della L.R. 11/03/2005, n. 12 “Legge per il governo del territorio”)*”, pubblicato sul Supplemento 17.

In ambito comunitario le direttive più importanti in materia di acque sono le seguenti:

- ✓ UNI/TS 1445, maggio 2012 - *Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano. Progettazione, installazione e manutenzione*;
- ✓ UNI EN 1717, novembre 2002 - *Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso*;
- ✓ UNI EN 12053-3 - *Sistema d'intercettazione, raccolta ed evacuazione (superfici di raccolta, bocchettoni, canali di gronda, doccioni, pluviali, pozzetti, caditoie, collettori differenziati ed opere di drenaggio)*;
- ✓ UNI 9184 - *Sistemi di scarico delle acque meteoriche - Criteri di progettazione, collaudo e gestione*.

La Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE presenta evidenti connessioni con le acque meteoriche e, con l'obiettivo generale di raggiungere un buono stato ecologico e chimico per tutte le acque comunitarie, ha istituito un quadro che persegue obiettivi specifici quali:

- ✓ la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento,
- ✓ la promozione di un utilizzo sostenibile dell'acqua,
- ✓ la protezione dell'ambiente,
- ✓ il miglioramento delle condizioni degli ecosistemi acquatici e la mitigazione degli effetti delle inondazioni e della siccità.

La direttiva prevede l'individuazione e l'analisi di tutte le acque europee, classificate per bacino e per distretto idrografico di appartenenza, nonché l'adozione di piani di gestione e di programmi di tutela adeguate per ciascun corpo idrico.

Ulteriore direttiva di rilievo per l'argomento trattato è la 2006/11/CE concernente l'inquinamento provocato da alcune sostanze pericolose, successivamente modificata dalla Direttiva 2008/105/CE “*Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque*”, recepita con D.Lgs. n. 219 del 10 dicembre 2010, che reca anche modifiche alla direttiva 2000/60/CE.

### 3. Terminologia utilizzata

*Acque di prima pioggia:* le acque corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta acque meteoriche.

*Acque di seconda pioggia:* la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia.

*Acque meteoriche di dilavamento:* la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti.

*Acque pluviali:* le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'art. 3 del R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 “*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dicembre 2003, n. 26*”, che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento.

*Acque reflue domestiche:* acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi, derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche.

*Acque reflue industriali:* qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici o impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento.

*Acque reflue urbane:* acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato.

*Drenaggio urbano sostenibile:* sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque.

*Evento meteorico:* una o più precipitazioni, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verificano o che si susseguono a distanza di almeno 96 ore da un analogo precedente evento.

*Portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro:* portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

*Ricettore:* corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal regolamento.

*Superficie scolante impermeabile:* superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

*Superficie scolante impermeabile dell'intervento:* superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.

*Superficie scolante totale:* la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione.

*Titolare:* soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l'utilizzatore a qualsiasi titolo dell'edificio, quale l'affittuario o l'usufruttuario.

#### 4. Inquadramento geologico e geomorfologico

Le caratteristiche geomorfologiche e geologiche dell'area vasta all'interno della quale è collocata la zona di diretto interesse trovano riscontro nella bibliografia geologica, in particolare per gli studi a suo tempo condotti per la realizzazione del Foglio n. 45 - Milano della Carta Geologica d'Italia e dalla pubblicazione della Carta Geomorfologica della Pianura Padana (1997).

La litologia della zona è profondamente influenzata dagli eventi quaternari che hanno determinato la formazione della pianura alluvionale con la deposizione di potenti coltri detritiche di granulometria eterogenea. La provincia di Milano si sviluppa su terreni sabbioso-ghiaiosi che costituiscono il Livello Fondamentale della Pianura Padana. Più generalmente, le formazioni che interessano la Pianura Padana sono raggruppabili nel Quaternario Continentale, che si divide in:

- ✓ Depositi Morenici
- ✓ Diluvium Antico
- ✓ Diluvium Medio
- ✓ Diluvium Recente

L'area in esame appartiene al Diluvium Recente, cioè quei depositi che occupano la maggior estensione della Pianura Lombarda e ne costituiscono il cosiddetto "livello principale". La loro caratteristica morfologica principale è una struttura a conoidi appiattiti prodotti dall'azione dei corsi d'acqua post-glaciali, che si dispone in un unico livello debolmente inclinato verso il Po, interrotto dalle incisioni dei corsi d'acqua attuali con i relativi depositi. Il grado di alterazione è più basso rispetto ai diluvium più antichi e si nota una sensibile differenziazione granulometrica tra la zona a nord e quella a sud del limite settentrionale della fascia dei fontanili, la quale si snoda, con andamento est-ovest, da Novara fin poco oltre Brescia; tale limite corrisponde al passaggio tra le sabbie-ghiaie e le sabbie limose.

L'area risulta impostata nell'ambito dei depositi alluvionali recenti ed antichi della Valle olocenica del Lambro, formatasi per progressiva erosione operata dal fiume stesso durante la fase cataglaciale würmiana, del Livello Fondamentale della Pianura (o Piano Generale Terrazzato), costituito da depositi di età pleistocenica riferibili al Fluviale Würm ("Fluviale Recente" auct.); quest'ultimo livello rappresenta l'unità morfologica più elevata e presenta una quota media pari a 108 m s.l.m. Questi depositi alluvionali, litologicamente di natura sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, costituiscono i ripiani terrazzati di poco sopraelevati dai depositi attuali e recenti dell'alveo del Lambro. Il ripiano sede dell'alveo risulta infatti ribassato di circa 3-4 m rispetto al Livello Fondamentale della Pianura con il quale si raccorda, appunto, tramite la presenza di ripiani terrazzati di altezza decrescente, spesso cancellati dall'urbanizzazione o dalla regolarizzazione degli appezzamenti.

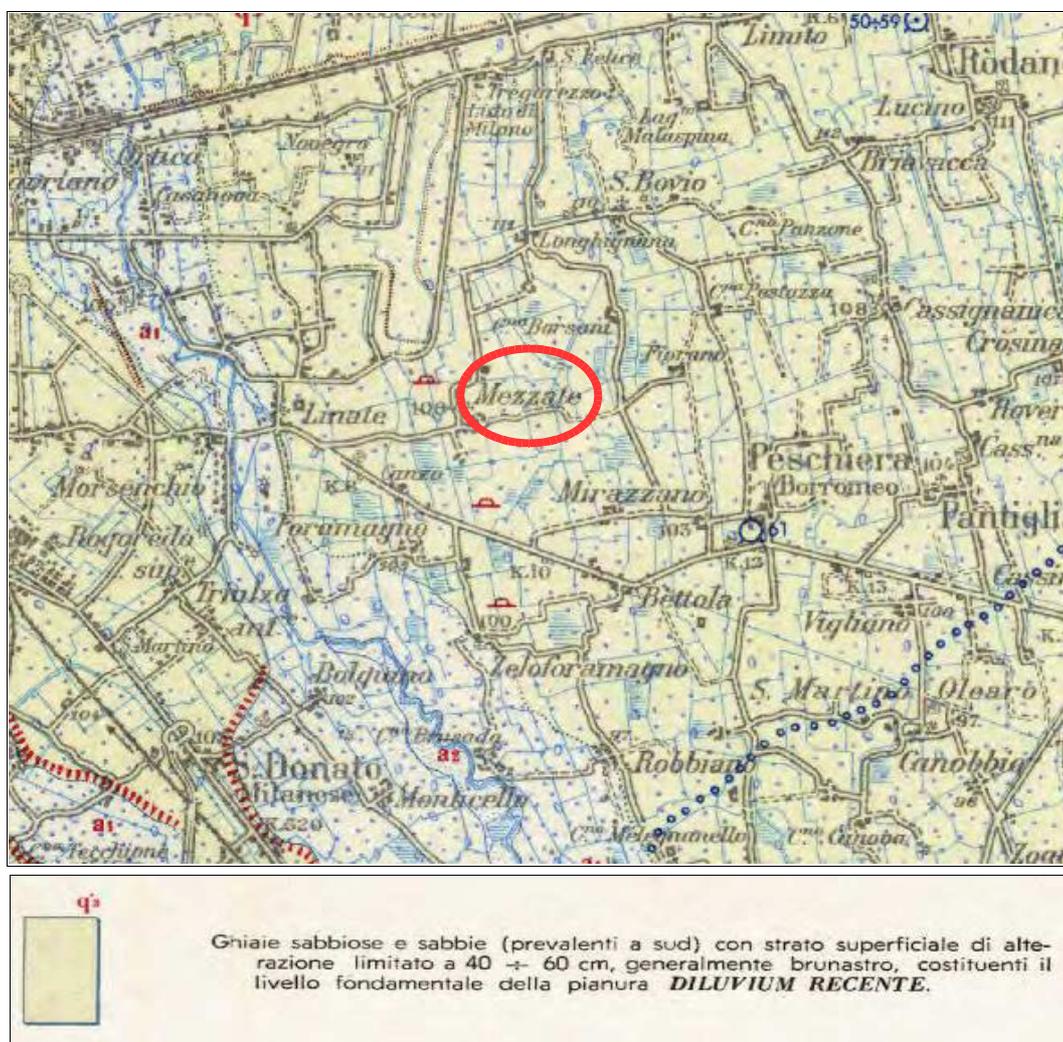
I più antichi depositi del "Fluviale recente", costituenti il Livello Fondamentale della Pianura, sono costituiti da successioni di sabbie e sabbie limose e presentano un grado di alterazione modesto.

Per quanto riguarda le caratteristiche litologiche delle "Alluvioni attuali e recenti", esse non risultano molto dissimili da quelle degli appena descritti depositi pleistocenici che rappresentano il loro substrato: si tratta, infatti, ancora di materiali prevalentemente sabbiosi e sabbioso-limosi.

Lo schema geologico sopra descritto, basato sull'identificazione delle unità geologiche del Quaternario in base a criteri litostratigrafici, morfologici e geoclimatici, ma soprattutto il modello delle quattro glaciazioni di Penck e Bruckner, viene successivamente messo in discussione da Bini (1987), che opera una profonda revisione della classificazione stratigrafica e temporale del Quaternario, introducendo nuove unità basate sull'identificazione dei loro limiti inconformi (UBSU). I corpi sedimentari vengono quindi distinti, in base al profilo di alterazione, alla presenza di loess, alla cementazione e alla morfologia, in "alloformazioni". Come prescritto nella Guida al Rilevamento della Carta Geologica d'Italia 1:50.000 del Servizio Geologico Nazionale (1992, e successive circolari integrative), nella più recente cartografia dei depositi continentali quaternari sono state adottate sia unità litostratigrafiche sia unità a limiti inconformi (UBSU).

La recente classificazione territoriale in accordo con le unità formazionali di superficie descritte è stata adottata dal progetto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, e nella fattispecie dal "Foglio 118 Milano" del progetto CARG Lombardia, a cura di V. Francani, A. Piccin, D. Battaglia, P. Gattinoni, I. Rigamonti e S.

Rosselli. All'interno del comparto in esame si possono riscontrare i depositi alluvionali a sabbie prevalenti dell'Unità di Minoprio BMI (ex Osnago Bos), a supporto clastico e di matrice, con matrice sabbiosa e sabbioso limosa, superficie limite superiore caratterizzata da suoli con spessore medio di 1.5 m, colori 10YR e 7.5YR, copertura loessica non osservata (Pleistocene medio – Pleistocene superiore).



Stralcio della Carta Geologica d'Italia – Foglio 45.

Le prove penetrometriche eseguite sull'area hanno evidenziato una successione dei terreni che può essere schematizzata nel seguente modello geologico-geotecnico del sottosuolo:

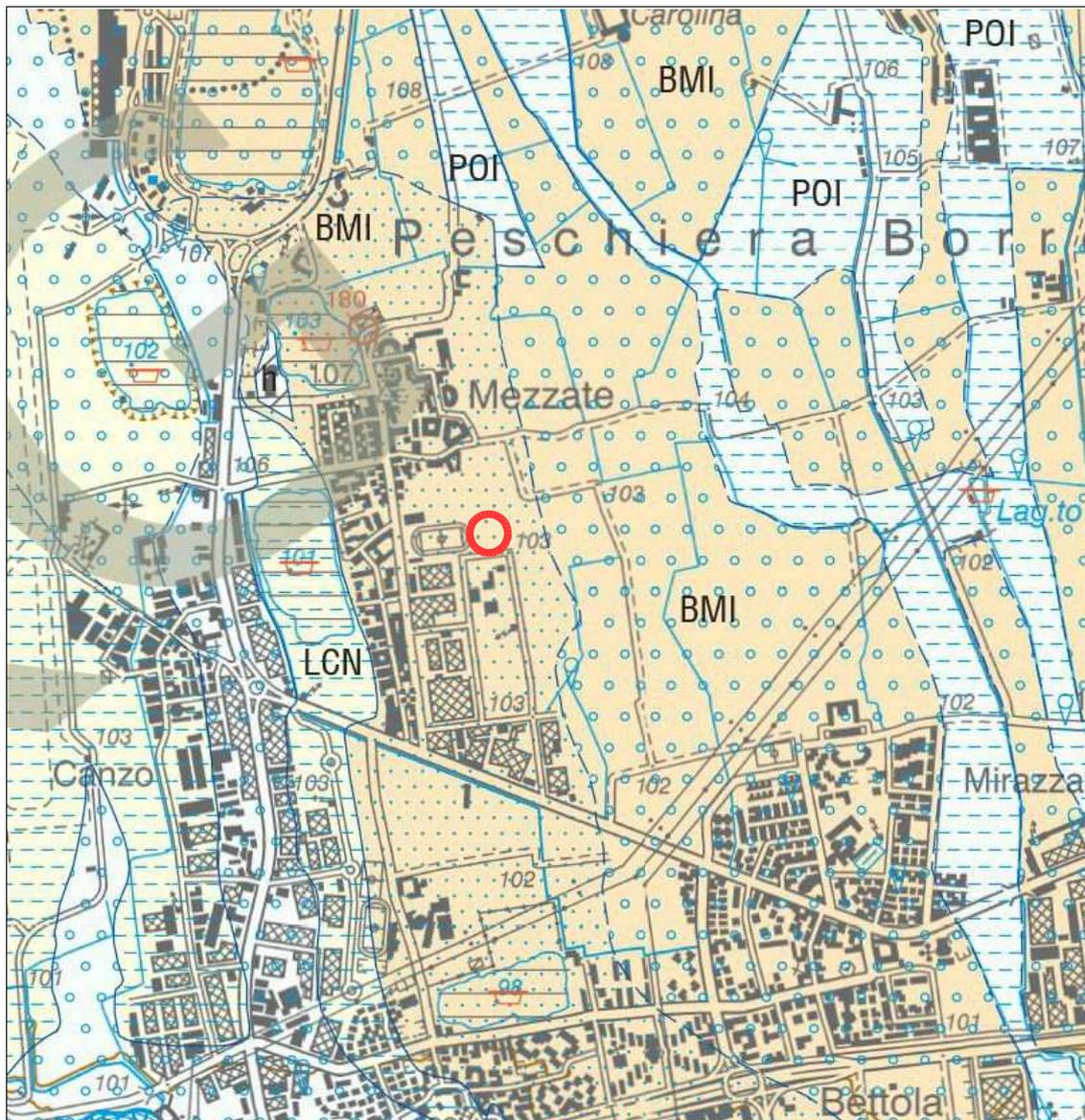
Strato	Prof. (m)	N	Dr (%)	Y (kN/mc)	Y' (kN/mc)	$\phi_m$ (°)	$\phi_k$ (°)	$\phi_d$ (°)	E (MPa)	Addensamento
A	0.00 – 1.80	6	27	18,0	18,6	26	21,7	17,7	195	poco addensato
B	1.80 – 4.50	15	45	18,0	18,6	29	24,2	19,8	301	moderatamente addensato
C	4.50 – prof.	25	55	18,0	18,6	34	28,4	23,4	376	moderatamente addensato

con:

- ✓ N = numero di colpi S.P.T.
- ✓ Dr = densità relativa

- ✓  $Y$  = peso di volume naturale (mediato)
- ✓  $Y'$  = peso di volume saturo
- ✓  $E$  = modulo elastico o di deformazione
- ✓  $\varphi_{\text{medio}}$  = valore deterministico dell'angolo di attrito interno
- ✓  $\varphi_k$  = valore caratteristico dell'angolo di attrito
- ✓  $\varphi_d$  = valore di progetto dell'angolo di attrito.

Considerando la media delle varie resistenze con la profondità, il livello litotecnico superficiale presenta un grado di addensamento basso. Al di sotto dei due metri di profondità le caratteristiche geotecniche dei terreni tendono a migliorare (grado di addensamento moderato).



Stralcio del Foglio 118 - Milano del progetto CARG Lombardia. In rosso, l'area di intervento.

## 5. Componente idrografica e idrogeologica

L'area in esame appartiene al Sottobacino idrografico del Lambro meridionale e basso Lambro. La rete idrografica superficiale della zona è caratterizzata dalla presenza di alcuni corpi idrici appartenenti al reticolo idrico minore, tra cui, nella porzione ovest dell'area di intervento, un ramo intubato della Roggia Vitaliana.

Ad una scala maggiore, il reticolo al servizio delle pratiche agricole risulta ancora più fitto e tale da esercitare una rilevante ricarica dell'acquifero freatico con conseguente influenza sui valori di soggiacenza della falda. Di contro, questo fitto reticolo, contribuendo alla funzione di drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sul territorio, preserva da eventuali fenomeni di dissesto idrogeologico conseguenti ad eventi particolarmente intensi di afflussi meteorici.

Le caratteristiche chimico fisiche ed organolettiche delle acque di questi canali e rogge ad uso irriguo sono ormai compromesse, infatti queste rogge spesso provengono da territori oggetto di scarichi indiscriminati e probabilmente anche abusivi o sono derivate dal Lambro, notoriamente uno dei corsi d'acqua più degradati.

Le principali alluvioni del Lambro sono avvenute nel maggio del 1917, nel settembre del 1937, nel 1947, nel 1951 (queste ultime due interessando ampiamente anche il territorio di Peschiera Borromeo, tra cui l'area in oggetto) e più volte nell'ultimo ventennio a causa principalmente dell'elevato grado di artificializzazione (riduzione della capacità di laminazione) e della riduzione delle sezioni di deflusso delle piene (sia naturali per depositi sia per attraversamenti con luce inadeguata), in una situazione di instabilità dell'assetto morfologico dell'alveo e di inadeguatezza delle difese spondali.

La struttura idrogeologica della Pianura Padana è il risultato della sedimentazione plio-pleistocenica: i sedimenti basali sono di origine marina e prevalentemente rappresentati da limi e argille (Pliocene-Pleistocene inf.) mentre quelli sommitali, di origine alluvionale e fluvioglaciale, sono caratterizzati da una alternanza di ghiaie, sabbie, limi e argille (Pleistocene medio-sup.-Olocene).

Secondo le definizioni più recenti (M. Avanzini, G.P. Beretta, V. Francani, M. Nespoli), questa struttura idrogeologica è costituita dal sovrapporsi di 5 unità:

- ✓ Unità ghiaioso-sabbiosa (Olocene-Pleistocene sup.)
- ✓ Unità ghiaioso-sabbioso-limoso (Pleistocene med.)
- ✓ Unità a conglomerati e arenarie basali (Pleistocene inf.)
- ✓ Unità sabbioso-argillosa (Pleistocene inf.- Villafranchiano sup. e Medio Auct.)
- ✓ Unità argillosa (Pleistocene inf.-Calabrian Auct.)

Le prime tre unità sono contraddistinte dalla progressiva prevalenza di terreni limosi-argillosi, riscontrabili sia con l'aumento della profondità sia procedendo da nord verso sud: nel primo caso quale conseguenza della modificazione dell'ambiente di deposizione (regressione marina con instaurazione di un ambiente deltizio-lagunare e, successivamente, alternanze di fasi glaciali con ambienti alluvionali-fluvioglaciali), nel secondo caso a causa della diminuzione dell'energia di trasporto degli agenti deposizionali correlati alle conoidi fluvioglaciali pedemontane e ai corsi d'acqua ad esse associati (diminuzione della pendenza degli alvei procedendo da nord a sud).

Sempre in ambito dei depositi continentali, in media nei primi 100 m nelle aree di media-alta pianura, si sviluppano acquiferi a granulometria grossolana di ottima potenzialità, sede di falde freatiche con alimentazione diretta dalle acque meteoriche e per irrigazione (acquifero tradizionale formato dalle prime tre unità), mentre più in profondità si riscontrano ulteriori acquiferi sabbiosi con falde confinate intercalate da depositi limosi-argillosi alimentati dalle aree poste a nord e per scambi con gli acquiferi soprastanti, dove i livelli impermeabili risultano discontinui (acquiferi profondi dell'Unità sabbioso-argillosa).

Nelle aree di bassa pianura questa distinzione tende a scomparire, così come il riconoscimento dei vari depositi a diverso ambiente di sedimentazione sopra citati; ciò in ragione del citato affinamento della granulometria dei terreni e della prevalenza di livelli limoso-argillosi ai quali si alternano strati più grossolani di sabbie e sabbie ghiaiose già a partire dai primi metri di profondità.

In questo contesto, pertanto, l'acquifero tradizionale risulta come un complesso di falde semi-confinato o confinato a costituire un sistema multifalदे che viene assimilato ad un monostrato acquifero.

Il limite di separazione di questo complesso con gli acquiferi profondi, a causa della scarsità di dati derivanti dalle perforazioni di pozzi profondi, non è facilmente riconoscibile, tranne che nelle zone della media e alta pianura dove i pozzi hanno raggiunto maggiori profondità. Nell'area milanese il limite è stato identificato alla profondità di 100-110 m e quindi in considerazione di questo dato è presumibile dedurre che gli acquiferi profondi, nell'area d'interesse, possano essere a profondità maggiori di 110-120 m.

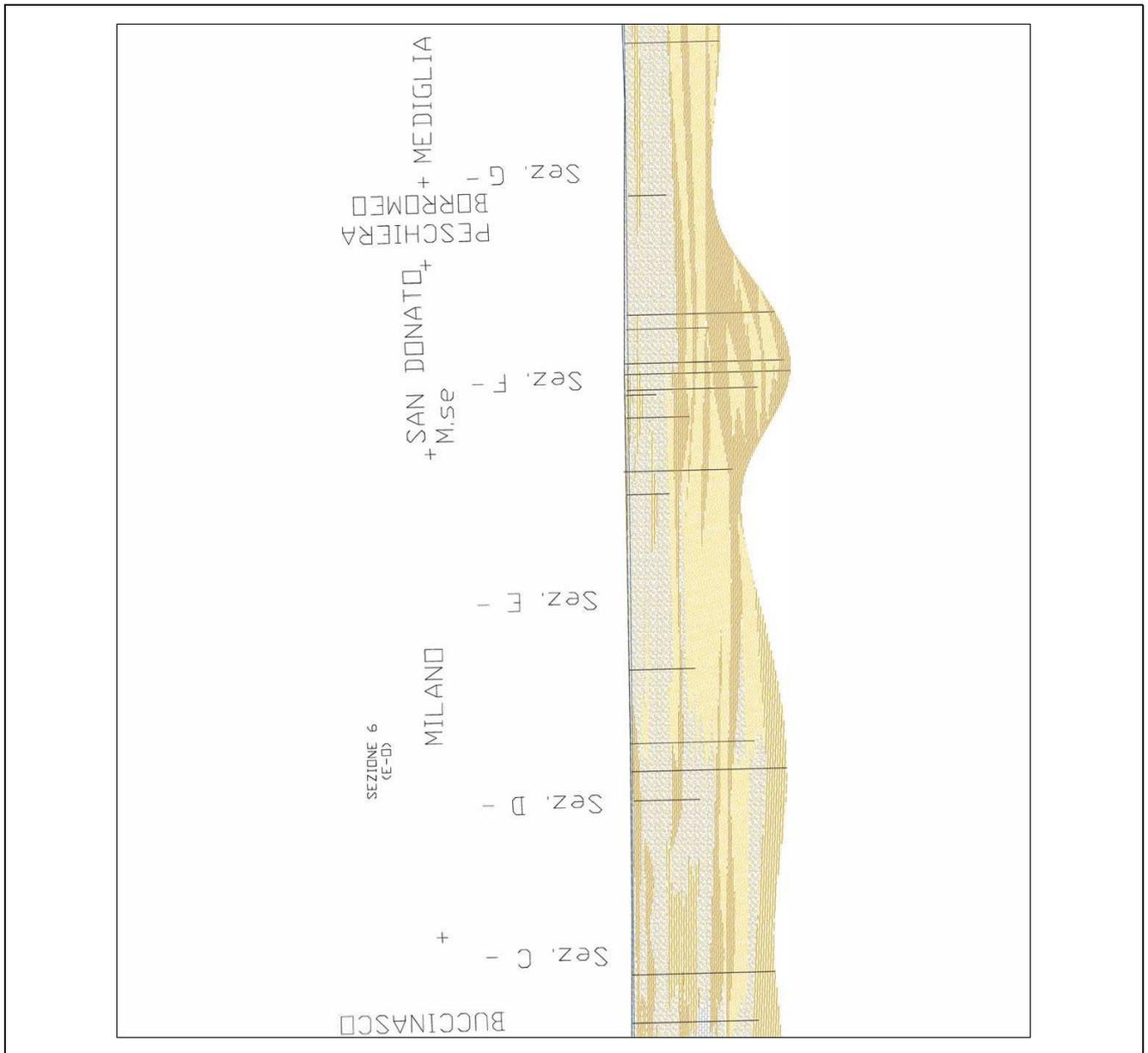
La superficie della falda freatica risulta approssimativamente collocata a una profondità di circa 2,5 m dal piano campagna; tale osservazione, desunta da studi pregressi, è stata ulteriormente confermata dai dati emersi nel corso dell'esecuzione di prove eseguite in situ. Si è proceduto alla messa in opera di tubazione provvisoria in PVC microfessurata del diametro di 1,5" per la verifica della presenza della falda; essa è stata rinvenuta alla profondità di -2,7 m dal p.c.

A scala annuale, i grafici della piezometria locale evidenziano cicliche oscillazioni stagionali legate alla pratica irrigua, che presentano generalmente massimi piezometrici tardo estivi o autunnali (agosto/settembre) e minimi primaverili (aprile/maggio), con escursioni variabili in funzione dell'andamento climatico della stagione irrigua. A stagioni piovose corrispondono escursioni più limitate, determinate dal minor ricorso all'irrigazione per le necessità colturali; viceversa, irrigazioni più frequenti nelle stagioni maggiormente siccitose provocano maggiori escursioni piezometriche. Le più recenti decrescite del livello piezometrico sono da ascrivere al prolungamento dei periodi di asciutta dei canali principali.

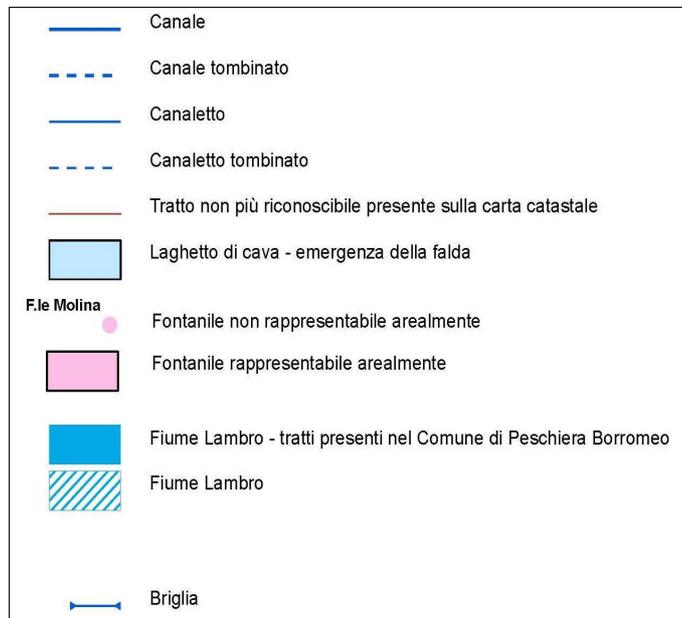
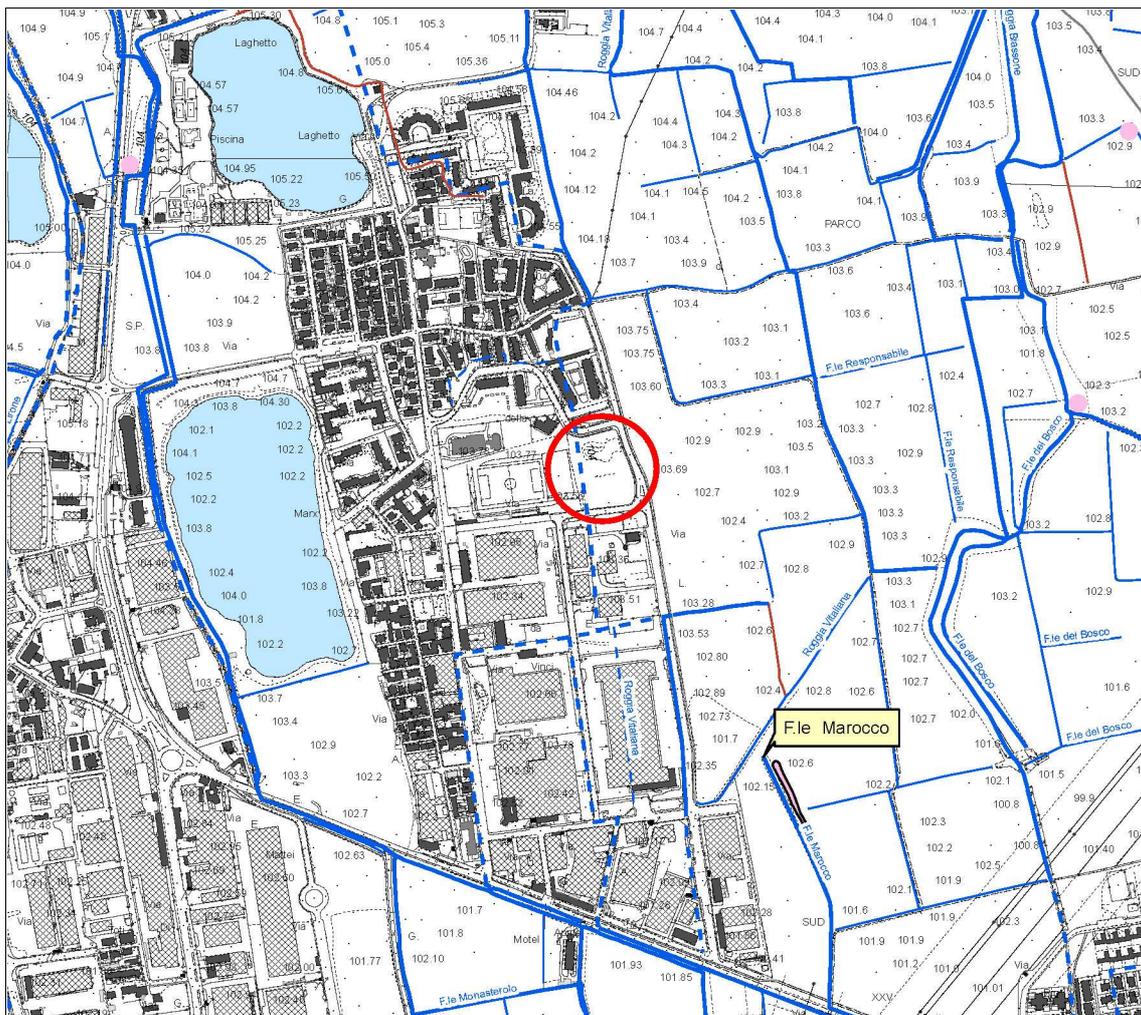
In termini generali, in funzione della morfologia dei luoghi e del locale sistema idrografico, la direzione generale di flusso delle acque sotterranee nel tratto di pianura che include il settore di studio è diretto verso i settori meridionali.

Un ulteriore elemento di analisi è desumibile dalle stratigrafie dei pozzi per acqua (es. pozzo codice 244 immediatamente a sud dell'area di intervento), da cui si possono ricavare le caratteristiche litologiche e granulometriche dei terreni ed in base ad esse attribuire, in prima approssimazione, valori del coefficiente di permeabilità  $K$  compresi tra  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  cm/s, rispettivamente per terreni di natura sabbiosa o per terreni di natura sabbioso-siltosa. Conseguentemente, trattandosi di valori di permeabilità da medi a buoni e tenuto conto che i livelli impermeabili rappresentati dai termini coesivi presenti nella parte sommitale dei terreni analizzati non possono fornire adeguate garanzie di continuità areale (condizione insita nelle dinamiche deposizionali alluvionali), in relazione alla ridotta soggiacenza, si ritiene che il grado di vulnerabilità della falda debba considerarsi elevato. Un'ulteriore conferma è ottenibile dal metodo DRASTIC, che assegna ai territori di Peschiera Borromeo valori di vulnerabilità elevata con punteggio calcolato pari a 202.

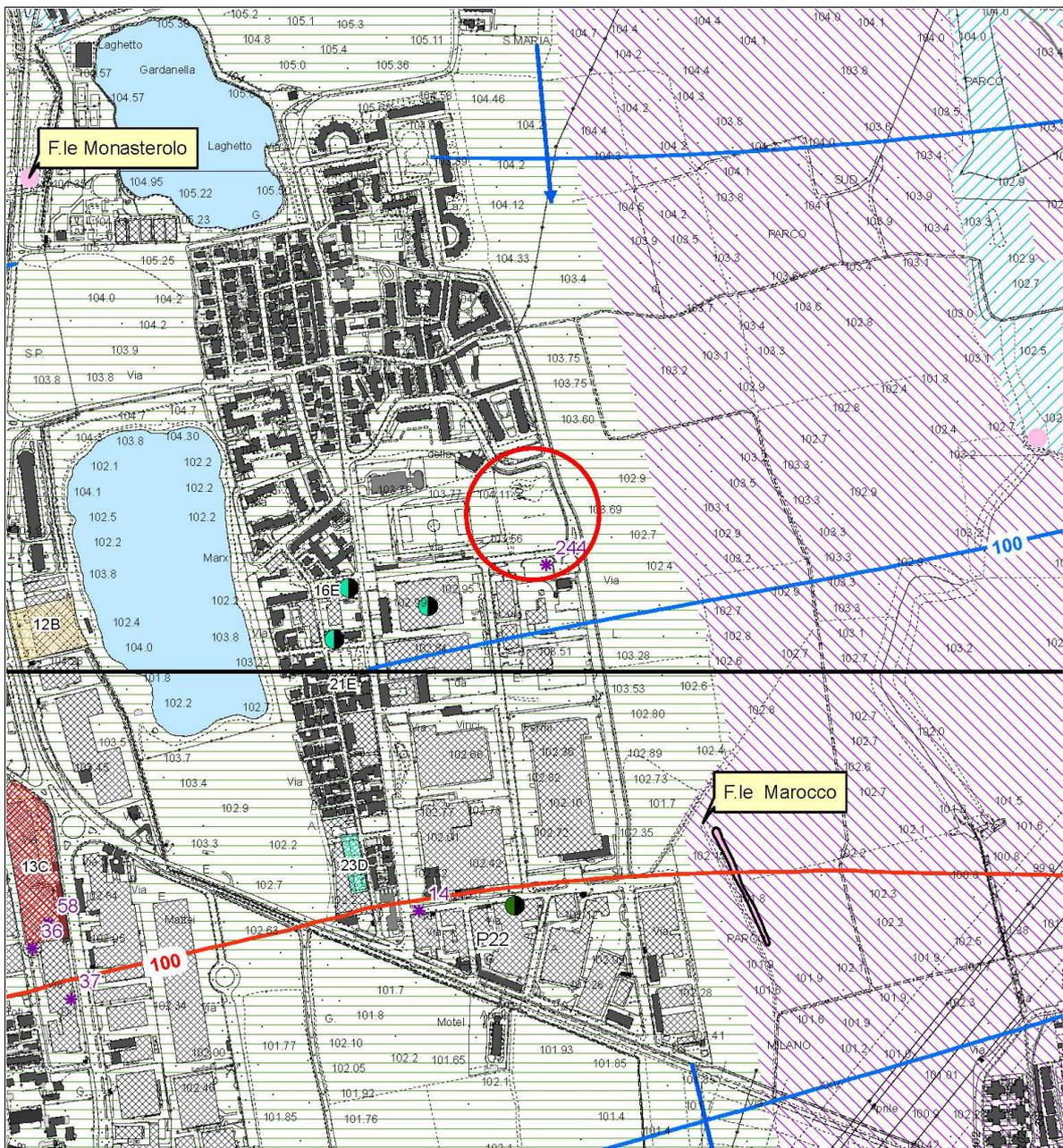
Il grado di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero, nell'area in oggetto, è classificato dal Piano di Tutela e Uso delle Acque di Regione Lombardia (PTUA) come "alto".



**Sezione idrogeologica est-ovest.**



**Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Peschiera Borromeo: stralcio Carta del Sistema Idrografico.**



	FACIES E GRANULOMETRIA PREVALENTE	PERMEABILITA'	VULNERABILITA'
	Facies alluvionale a ghiaia prevalente	Molto alta	Molto elevata
	Facies alluvionale a sabbia prevalente	Alta	Elevata
	Facies alluvionale a fini prevalenti	Medio - alta	Alta

Stralcio della Carta Idrogeologica, con indicata la piezometria della falda superficiale (v. legenda pag. seguente).

-  Fiume Lambro - tratti presenti nel Comune di Peschiera Borromeo
-  Fiume Lambro
-  Briglia
-  Laghetto di cava - emergenza della falda
- P2  
 Pozzo pubblico ad uso idropotabile
- 14  
 Pozzo privato
- PB1-192  
 Piezometro
-  Isopiezia settembre 2010 (m s.l.m.)
-  Isopiezia marzo 2010 (m s.l.m.)
-  Direzione di flusso della falda

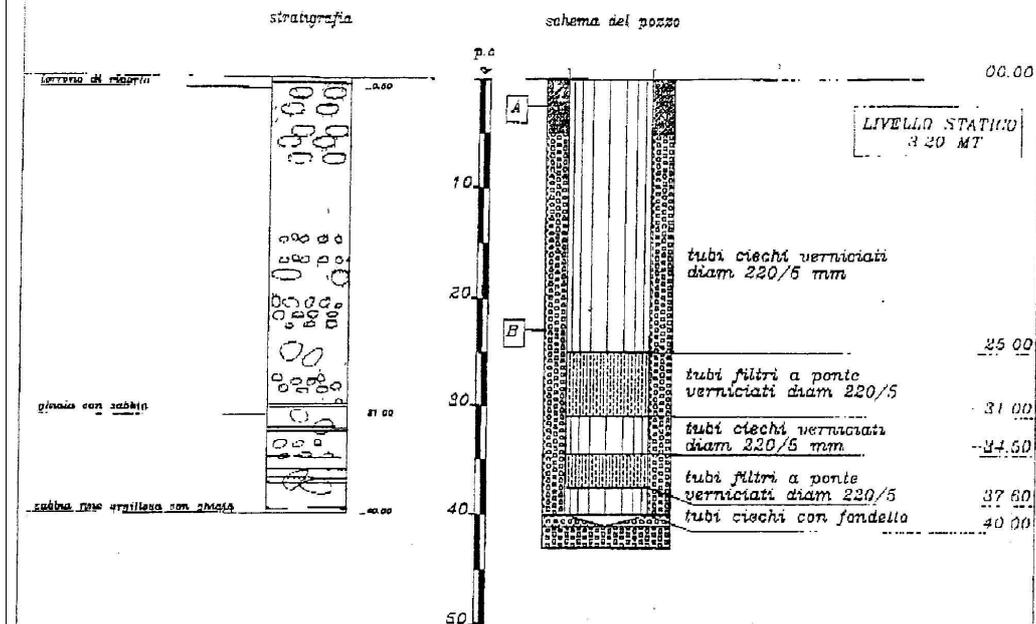
### CENTRI DI PERICOLO

#### Siti inquinati

-  A Sito bonificato
-  B Sito inquinato con bonifica in corso
-  C Sito inquinato con verifiche in corso
-  D Sito con verifiche in corso
-  E Sito non contaminato

#### Attività a rischio inquinamento

-  Area rifornimento aeromobili
-  Autodemolitore
-  Cimitero
-  Depuratore
-  Distributore di carburante
-  Industria chimica
-  Industria farmaceutica
-  Officina
-  Piattaforma ecologica
-  Zona industriale



**RIEMPIMENTO INTERCAPEDINE**

A: Da mt 00.00 a -mt 05.00 isolamento con calcestruzzo

B: da mt 05.00 a -mt 40.00 speciale ghiaietto  
calibrato tipo Ticino siliceo Quarzoso

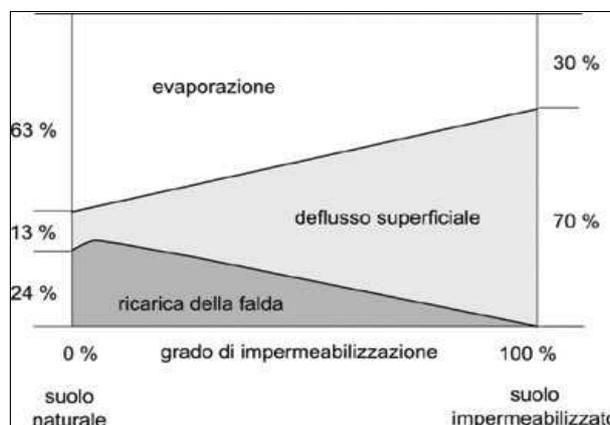
RONCHI s.r.l. Via Goldoni 5/7 Cologno M.se (MI) - tel 02/2542076 Fax 02/2549690

La possibilità di ricostruzione delle litologie presenti nel sottosuolo si affida alla disponibilità delle stratigrafie della zona, di cui si riporta quella più prossima all'area di intervento (Pozzo codice 244).

## 6. L'applicazione del regolamento sull'invarianza idraulica e idrologica

Di fatto l'unico modo per garantire l'invarianza delle trasformazioni urbanistiche consiste nel prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante una laminazione, l'accelerazione degli apporti d'acqua e la riduzione dell'infiltrazione, che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione d'uso del suolo da non urbanizzato a urbanizzato. Trasformando l'uso del suolo si realizza infatti una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi; nei terreni naturali i piccoli invasi sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali, che consentono l'accumulo dell'acqua.

L'impermeabilizzazione delle superfici a seguito di un'urbanizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata). L'impermeabilizzazione del suolo, oltre a generare un rilevante aumento dei volumi di deflusso e delle relative portate al picco, complice anche la diminuzione dei tempi di corrivazione, aumenta l'aliquota del deflusso superficiale a spese dell'evaporazione e della ricarica delle falde, come mostrato nella figura seguente.



**Modifiche del bilancio idrico provocate da insediamenti e infrastrutture, con crescente impermeabilizzazione del suolo (Di Fidio e Bischetti, 2012)**

Le misure finalizzate all'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica sono, in ordine decrescente di priorità:

- ✓ il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- ✓ l'infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale;
- ✓ lo scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui al regolamento;
- ✓ lo scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8.

L'allegato L al regolamento "*Indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano*", elenca una serie di buone pratiche tecniche per la realizzazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche. Tali indicazioni devono comunque essere calate nel contesto geologico, idrogeologico e geomorfologico di un territorio e pertanto, prima di essere applicate, devono essere analizzati accuratamente tutti gli aspetti che possono oltre che inficiarne la funzionalità comportare il verificarsi di situazioni di dissesto.

Come da art. 8 del regolamento, gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili ( $u_{lim}$ ). Nel caso in esame, per le aree A di cui al comma 3 dell'art. 7, il limite di scarico risulta:  **$Q_{limite} = 10 \text{ l/s/ha}$  di superficie scolante impermeabile dell'intervento.**

L'ambito oggetto di trasformazione, ai fini dell'applicazione del regolamento, risulta essere pari a complessivi  $S_{tot} = 11830 \text{ m}^2$ . Le aree di intervento aventi il medesimo coefficiente di deflusso sono così distribuite:

- ✓ 3489  $\text{m}^2$  di superficie scolante impermeabile con coefficiente di deflusso  $\varphi = 1$  (edificio in progetto, percorsi pedonali, viabilità, aree attrezzate e parcheggi);
- ✓ 2735  $\text{m}^2$  di superficie semi-permeabile con coefficiente di deflusso  $\varphi = 0,7$  (tetto verde, giardini pensili, copertura piana in ghiaia);
- ✓ 5606  $\text{m}^2$  di aree verdi permeabili con coefficiente di deflusso  $\varphi = 0,3$ .

Il valore del coefficiente di deflusso medio ponderale risulta pari a  $\varphi_m = 0,60$ .

L'art. 9 del regolamento, al comma 1, individua le diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto dell'invarianza, suddividendo gli interventi in classi a seconda della superficie interessata e del coefficiente di deflusso medio ponderale, quest'ultimo calcolato ai sensi dell'art. 11, comma 2, lett. c), n. 7. La tabella 1 del regolamento riportata di seguito riporta la suddivisione in classi di intervento.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03 \text{ ha}$ ( $\leq 300 \text{ mq}$ )	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha}$ (da $> 300 \text{ mq a } \leq 1.000 \text{ mq}$ )	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,03 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha}$ (da $> 300 \text{ a } \leq 1.000 \text{ mq}$ )	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da $> 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha}$ (da $> 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq}$ )	qualsiasi		
		da $> 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha}$ (da $> 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq}$ )	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da $> 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha}$ (da $> 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq}$ )	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		$> 10 \text{ ha}$ ( $> 100.000 \text{ mq}$ )	qualsiasi		

**Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica.**

Ai sensi dell'art. 9 del R.R n. 8 del 19 aprile 2019 si è verificata la classe di intervento, definendo di conseguenza le modalità di calcolo da applicare per l'invarianza idraulica e idrologica. Nel caso in esame, si ricade in interventi di "impermeabilizzazione potenziale alta", classe di intervento n. 3 (superficie interessata dall'intervento compresa tra 1 e 10 ha e coefficiente di deflusso medio ponderale  $> 0,4$ ), con conseguente applicazione della cosiddetta "procedura dettagliata" di cui all'art. 11.

La procedura di calcolo che è stata utilizzata per lo sviluppo preliminare del modello di invarianza idraulica e idrologica è composta dalle seguenti fasi sequenziali:

- ✓ determinazione delle caratteristiche della Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP);
- ✓ determinazione del tempo di corrivazione;
- ✓ costruzione dello ietogramma (o pluviogramma) di pioggia netta a partire dalle risultanze di cui ai punti precedenti, secondo il criterio della durata critica dell'evento;
- ✓ costruzione dell'idrogramma di piena;
- ✓ calcolo del volume minimo di invaso;
- ✓ confronto con il volume previsto dal regolamento e adozione di quello maggiore.

## 7. Calcolo delle precipitazioni di progetto e determinazione del tempo di corrivazione

Sia il metodo delle sole piogge che la procedura dettagliata presumono il calcolo della precipitazione di progetto attraverso l'utilizzo delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP) come dato di input per il calcolo del volume di laminazione. L'analisi idrologica relativa all'area in esame è stata implementata pertanto con l'ausilio delle linee segnalatrici di pioggia riportate da ARPA Lombardia, così come indicato dal R.R n. 8 del 19 aprile 2019. Le curve hanno espressione:

$$h_T(D) = a w_T D^n$$

dove:

- ✓  $h$  rappresenta l'altezza di pioggia, fissato un determinato tempo di ritorno  $T$ , ed è funzione di una certa durata  $D$  della precipitazione;
- ✓  $a$  e  $w_T$  sono dei parametri della funzione di probabilità GEV (*Generalized Extreme Values*), con cui si ritengono distribuite le precipitazioni intense.

Tale funzione assume la formula:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

I parametri che compaiono nell'equazione presentano una variabilità spaziale, quindi variano all'interno del territorio regionale.

Considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il regolamento prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

- ✓  $T = 50$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale e economica degli insediamenti urbani;
- ✓  $T = 100$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

I metodi proposti dalla normativa per il calcolo del volume di laminazione fanno riferimento ai due parametri  $a$  e  $n$  la cui espressione è:

$$h = a \cdot D^n$$

con:

- ✓  $h$  [mm]: altezza di pioggia
- ✓  $D$  [ore]: durata di pioggia
- ✓  $n$  [-]: parametro di scala
- ✓  $a$  [mm/ora<sup>n</sup>]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

$$a = a_1 \cdot w_T$$

con:

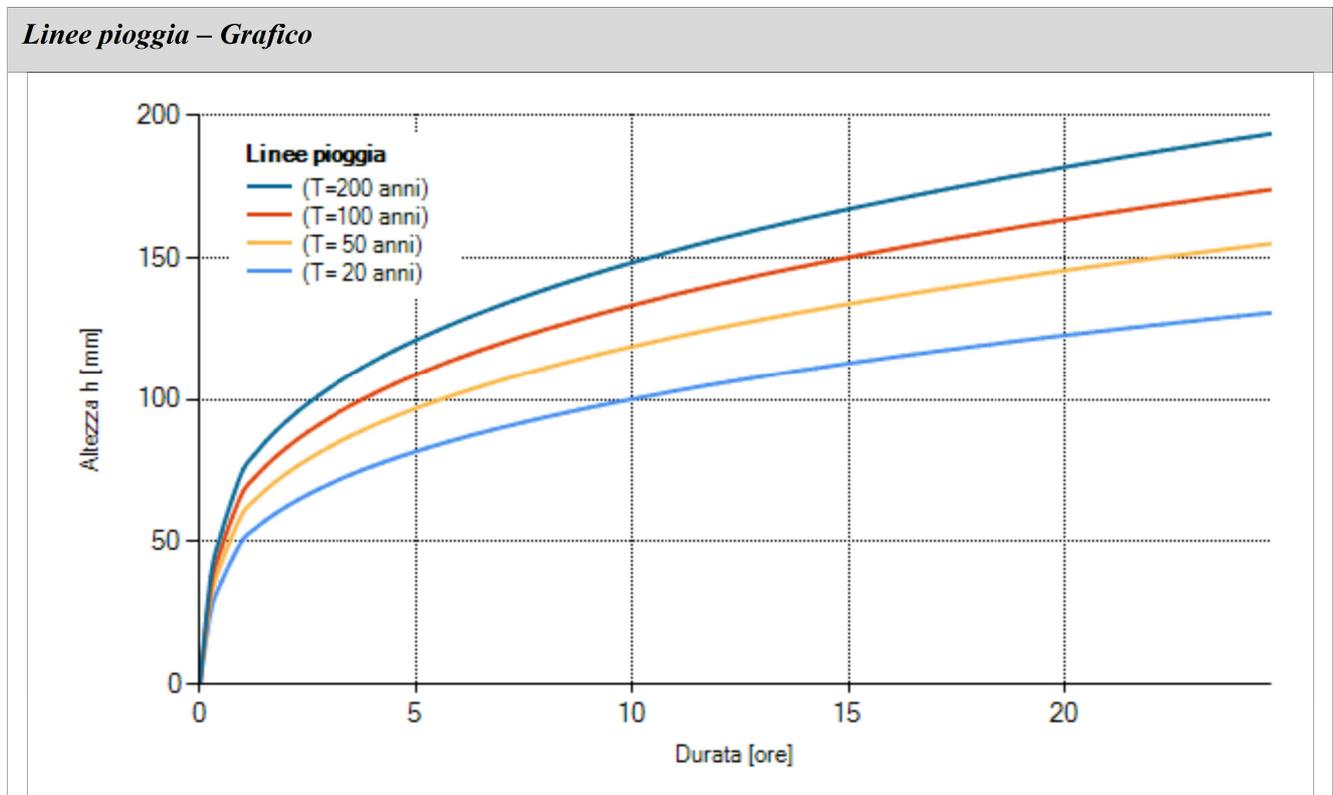
- ✓  $w_T$  [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $T$  [anni]
- ✓  $a_1$  [mm/ora<sup>n</sup>]: coefficiente pluviometrico orario

ARPA Lombardia fornisce, per il Comune di Peschiera Borromeo, i seguenti parametri:

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29.25
N - Coefficiente di scala	0.29409999
GEV - parametro alpha	0.29359999
GEV - parametro kappa	-0.049600001
GEV - parametro epsilon	0.815

**Parametri Linee Segnalatrici di Probabilità riportate da ARPA Lombardia.**

Grazie a questi parametri si ricava il grafico riportato di seguito e denominato grafico delle curve di Possibilità Pluviometrica. Esso indica, fissato un determinato tempo di ritorno, l'assegnata altezza di pioggia attesa in funzione della durata.



L'intensità di pioggia corrispondente è ricavabile dividendo l'altezza di precipitazione h, mostrata nella figura precedente, con la durata:

$$i(D) = a w_T D^{n-1}$$

Tali curve sono indispensabili per poter stimare, fissato un determinato periodo di ritorno, l'altezza di pioggia attesa sull'area presa in esame, al variare della durata dell'evento meteorico considerato.

Per il dimensionamento delle opere di invarianza sono state utilizzate piogge con tempo di ritorno T = 50 anni, in accordo con il regolamento sull'invarianza idraulica e idrologica, ottenendo in questo modo un coefficiente probabilistico  $w_T = 2,079$  e un parametro di pioggia  $a = 60,810 \text{ mm/h}$ . L'intensità di precipitazione è stata calcolata inserendo una durata pari a 1 ora: tale valore è sicuramente maggiore rispetto al tempo di corrivazione

di tutto il bacino, per cui tutta l'area delle coperture e delle aree esterne contribuisce alla formazione della portata.

Dettagli sui modelli di previsione statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata e valutazione delle LSPP sono forniti dalla pubblicazione: *IL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE SUL TERRITORIO DELLA LOMBARDIA - Modello di Previsione Statistica delle Precipitazioni di Forte Intensità e Breve Durata - A cura di Carlo De Michele, Renzo Rosso & Maria Cristina Rulli - DIIAR-CIMI, Politecnico di Milano - Contratto di consulenza per lo svolgimento di un programma di indagine inerente il regime delle precipitazioni intense sul territorio della Lombardia e la sua modellazione probabilistica - Relazione Finale – Febbraio 2005*, alla quale si rimanda per ogni eventuale necessità di approfondimento.

Il tempo di corrivazione o di concentrazione (T<sub>0</sub>) è uno dei parametri fondamentali di un bacino per il suo calcolo idraulico. Esso rappresenta la durata della precipitazione che determina, in quel bacino, la massima portata sulla sezione scolante di chiusura, sulla quale occorre determinare il flusso.

Nel caso di un bacino urbano (artificiale) come quello in oggetto, esso dipende sostanzialmente dalle caratteristiche della rete scolante principale, ovvero quella definibile come idraulicamente più lunga; nella buona parte dei casi, sicuramente nel caso di curve aree-tempi lineari, il tempo di corrivazione non dipende dai condotti secondari (rami).

Per il caso in esame è stato adottato:

- ✓ per le superfici scolanti impermeabili un tempo di corrivazione pari a 12 minuti, tipico delle aree residenziali di tipo intensivo con piccole pendenze e caditoie poco frequenti;
- ✓ per le superficie semi-permeabili e le aree verdi un tempo di corrivazione nullo.

Il tempo di corrivazione medio risulta pari a 3,5 minuti.

## 8. Costruzione dello ietogramma di pioggia e dell'idrogramma di piena

Lo ietogramma di pioggia è un grafico che rappresenta, durante un evento meteorico, l'andamento dell'intensità di pioggia per un dato intervallo di tempo  $\Delta t$ . Per piccoli bacini come quello in oggetto si utilizza un passo temporale di 1 minuto.

Tra i diversi tipi di piogge sintetiche più comunemente utilizzate nella progettazione di opere idrauliche, si è scelto di utilizzare lo ietogramma di progetto cosiddetto Chicago, sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago.

Questo ietogramma, presentando andamenti temporali non costanti, consente una migliore rappresentazione del fenomeno meteorico intenso, normalmente caratterizzato dalla presenza di picchi di intensità di pioggia. La sua principale caratteristica consiste nel fatto che per ogni durata, anche parziale, l'intensità media della precipitazione dedotta dallo ietogramma stesso è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica. Inoltre, imponendo che la durata della pioggia sia maggiore del tempo di corrivazione del bacino, si ottiene, proprio per la caratteristica prima detta, che lo scroscio critico è certamente contenuto nella pioggia di progetto.

La costruzione dello ietogramma Chicago è stata eseguita numericamente, a intervalli di 1 minuto, attraverso l'equazione:

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{tb}{r}\right)^{n-1}$$

nel tratto precedente il picco, e

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{ta}{1-r}\right)^{n-1}$$

nel tratto successivo al picco.

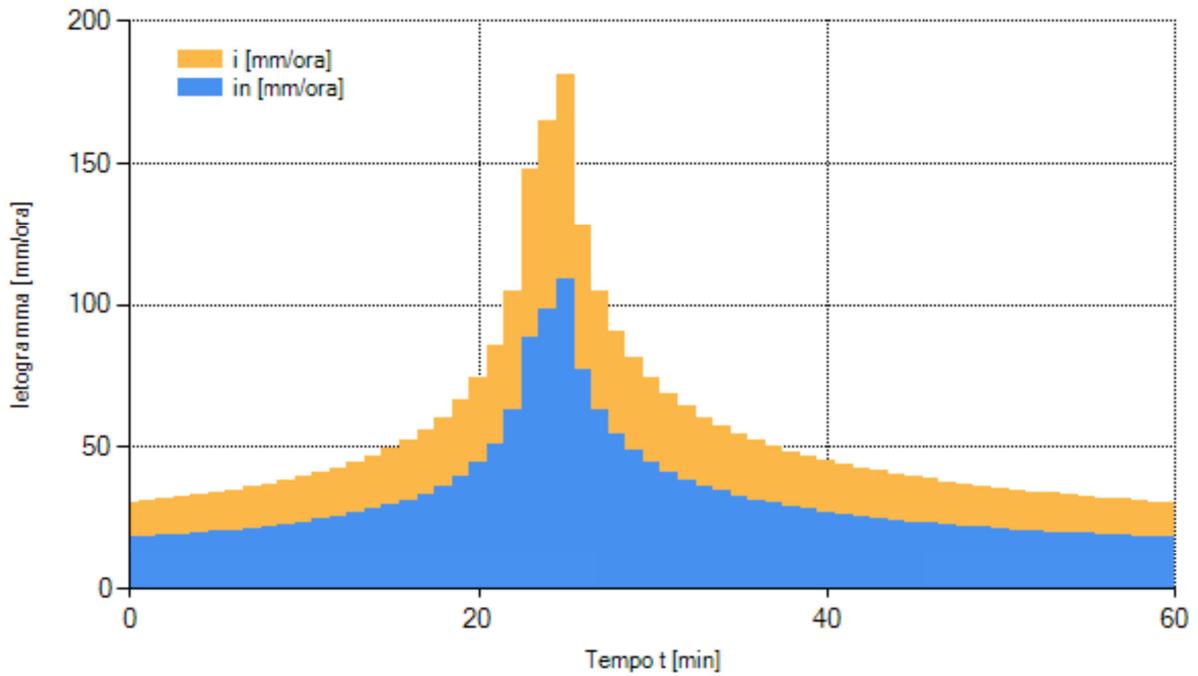
In tali equazioni:

- ✓  $i(t)$  è l'intensità all'istante  $t$ ;
- ✓  $a$  e  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica;
- ✓  $ta$  e  $tb$  sono i tempi, contati rispettivamente dal picco verso la fine dell'evento e dal picco verso l'inizio;
- ✓  $r$  è la posizione del picco lungo l'asse dei tempi (rapporto tra il tempo di picco e la durata totale).

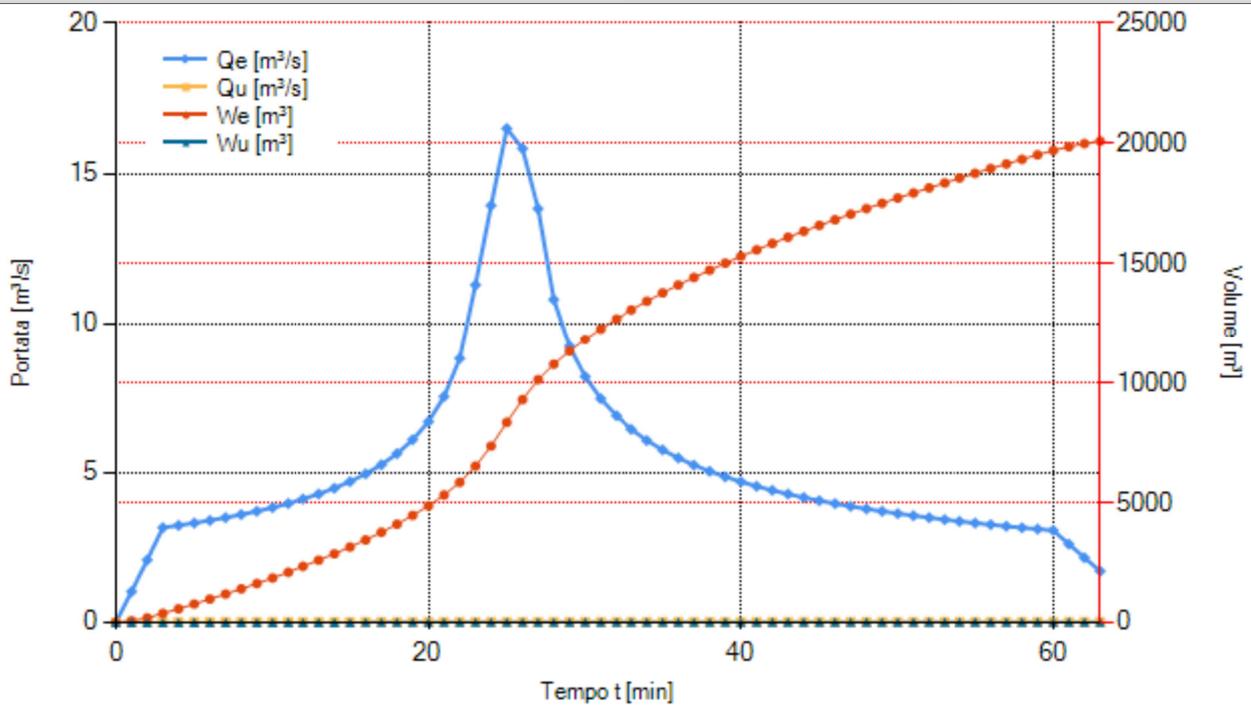
La posizione del picco risulta di fondamentale importanza per questo tipo di ietogramma e generalmente nei bacini urbani si ha  $0,30 < r < 0,40$ . In questo caso si è scelto il coefficiente di posizione  $r = 0,40$ . Viste le ridotte dimensioni del bacino, non si è provveduto al ragguglio dello ietogramma. Lo ietogramma di pioggia adottato è stato determinato a partire da un coefficiente di deflusso medio pari a 0,60.

L'idrogramma di piena è stato calcolato in via semplificata, adottando i valori standard del coefficiente di deflusso (o afflusso). Naturalmente il valore massimo della portata (critica) si posiziona al tempo  $T_0$  e in genere è massimo per un ietogramma di tipo triangolare.

### Ietogramma di pioggia – Grafico



### Idrogramma di piena - Grafico



## 9. Calcolo del volume di laminazione

Il calcolo per il dimensionamento del volume di invaso si è basato sull'assunzione delle seguenti ipotesi:

- ✓ L'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa  $Q_e(t)$  nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata  $D$  e portata costante  $Q_e$  pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente, l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui  $S$  è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso,  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo,  $D$  è la durata di pioggia,  $a$  e  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica desunti da ARPA Lombardia e riportati in precedenza;

- ✓ L'onda uscente  $Q_u(t)$  è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante  $Q_{u,lim}$  (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata  $D$  dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot D$$

in cui  $u_{lim}$  è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, pari a 10 l/s ha.

Sulla base di tali ipotesi esemplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

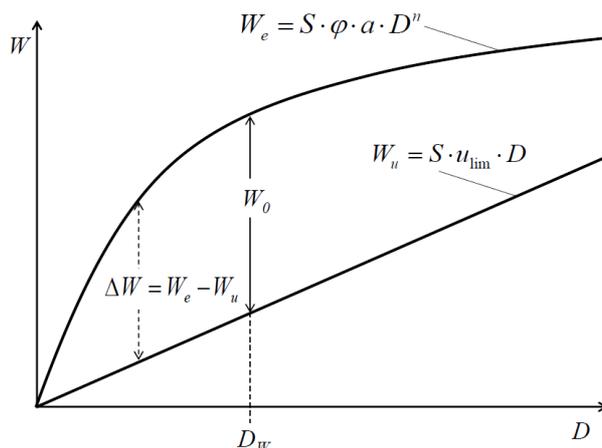
Esprimendo matematicamente le condizioni di massimo inserendo le varie grandezze con le rispettive unità di misura, è possibile determinare la durata dell'evento critico e il conseguente volume di laminazione ottimale mediante l'impiego delle seguenti relazioni:

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$
$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

dove:

- ✓  $S$  in ha è la superficie impermeabile;
- ✓  $\varphi$  è coefficiente di deflusso medio;
- ✓  $a$  e  $n$ , i parametri delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica con tempo di ritorno  $Tr = 50$  anni;
- ✓  $Q_{u,lim}$  è il valore della portata massima ammissibile stabilita dal regolamento funzione della superficie impermeabile considerata (10 l/s ha S imp.).

L'immagine seguente mostra l'individuazione dell'evento critico  $D_w$  e del corrispondente volume critico  $W_0$  di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato:



Per l'area in esame, si è provveduto mediante analisi grafica a perimetrare le aree di intervento aventi il medesimo coefficiente di deflusso. In particolare:

- ✓ aree impermeabili: edificio, percorsi pedonali, viabilità e parcheggi ( $S = 3489 \text{ m}^2 - \varphi = 1,0$ );
- ✓ aree semi-permeabili: tetto verde, giardini pensili, copertura piana in ghiaia ( $S = 2735 \text{ m}^2 - \varphi = 0,7$ );
- ✓ aree permeabili: aree verdi ( $S = 5606 \text{ m}^2 - \varphi = 0,3$ ).

Da queste dimensioni, attraverso media pesata, è stato stimato il valore del coefficiente medio di deflusso, che è risultato essere pari a  $\varphi_m = 0,60$  ( $S_{\text{tot}} = 11830 \text{ m}^2$ ). La tabella seguente riepiloga i valori considerati nel calcolo del volume di invarianza richiesto:

S [ha]	1,183
$\varphi$ [-]	0,60
a [-]	60,810
n [-]	0,2941
$Q_{u,\text{lim}}$ [l/s]	7,098
DW [h]	9,57
$W_0$ [m <sup>3</sup> ]	566,80

Il volume così calcolato è stato raffrontato con il valore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (art. 12 del regolamento) per aree ad alta criticità, pari a  $800 \text{ m}^3/\text{ha}$   $S_{\text{imp}}$ , dell'intervento moltiplicato per il "coefficiente P" di cui alla tabella riportata nell'Allegato C (per il Comune di Peschiera Borromeo  $P = 1$ ). Tale valore deve essere rapportato rispetto al precedente al fine di considerare il valore maggiore dei due.

$W_0$ [m <sup>3</sup> ]	566,80
$W_{\text{MIN}}$ [m <sup>3</sup> ]	279,12
W [m <sup>3</sup> ]	566,80

Da tali considerazioni emerge che il volume di laminazione dovrà essere pari a **566,80 m<sup>3</sup>**.

La portata uscente, nel rispetto della portata limite ammissibile complessiva  $u_{\text{lim}} = 10 \text{ l/s ha}$   $S_{\text{imp}}$ , dell'intervento, risulta pari a:  $1,183 \text{ ettari} \times 0,60 \times 10 = 7,098 \text{ l/s}$ . Essa è la portata massima di scarico per  $Tr = 50$  anni e deve essere considerata per il dimensionamento degli interventi (portata in uscita dal sistema verso il recapito finale).

## 10. Realizzazione del volume di laminazione

Il volume di laminazione di cui al paragrafo precedente, pari a 566,80 m<sup>3</sup>, potrà essere ottenuto mediante la somma dei diversi contributi seguenti.

### ✓ VOLUME 1

Disponibile all'interno del pacchetto stratigrafico di accumulo e drenaggio all'interno della **COPERTURA A VERDE**. Infatti, qualora la copertura a verde sia costruita con le dovute tecnologie, essa svolge un'azione di ritenzione idrica che può essere tenuta in conto come componente dei necessari volumi di laminazione. In particolare, la scelta progettuale ha optato per l'inserimento di:

- tetto verde: 1378 mq
- giardini pensili: 420 mq
- copertura piana in ghiaia: 937 mq

per una superficie semi-permeabile totale di 2735 m<sup>2</sup>, che fornisce un contributo complessivo pari a 158,60 m<sup>3</sup>.

### ✓ VOLUME 2

**VASCA INTERRATA DI LAMINAZIONE** in c.a. o altro materiale, prefabbricata o realizzata in opera, impermeabile e di volume pari a 76,88 m<sup>3</sup>, ossia di dimensione 6,2 m x 6,2 m x 2,0 m di altezza, in grado di laminare i picchi di piena delle acque in ingresso, e successivo allontanamento delle acque verso il ramo intubato della Roggia Vitaliana. In caso la vasca dovesse lavorare all'interno della falda, sarà indispensabile provvedere all'ancoraggio della vasca stessa, al fine di evitare possibili sollevamenti della stessa dovuti a sottospinte idrauliche. La verifica al galleggiamento della vasca dovrà essere supportata da idoneo calcolo e il suo svuotamento, nei limiti stabiliti dal regolamento, avverrà mediante installazione di idoneo sistema di pompaggio.

I componenti della vasca saranno: una copertura sicura (dimensionata in funzione dei carichi attesi), un sistema di accesso per manutenzione e/o pulizia, un sistema di schermatura per le zanzare, un sistema di filtrazione per evitare l'immissione di materiale grossolano (es. foglie o rifiuti), un tubo di troppo pieno (o, comunque, un'uscita controllata), un sistema di gestione delle emergenze (es. alloggiamento pompe). Le caratteristiche supplementari potranno includere un indicatore di livello dell'acqua e una trappola di sedimenti.

Una volta accumulata l'acqua nella vasca, bisogna prevedere le modalità di rilascio a evento meteorico esaurito: entro 48 ore dalla fine dell'evento la vasca deve essere vuota e pronta per raccogliere nuovamente le portate pluviali. La portata scaricabile nel ricettore finale è, come detto, 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, ma i gestori dei ricettori possono imporre limiti più restrittivi.

Lo svuotamento della vasca di laminazione avverrà mediante pompe di sollevamento elettro-sommersibili. Il manufatto idraulico per la regolazione e restituzione al ricettore della portata di acque meteoriche ammessa al recapito dovrà essere costituito da un pozzetto a doppia camera, o comunque tale da consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle portate scaricate e delle tubazioni di collegamento con il ricettore.

Il recapito finale delle acque pluviali, come detto, potrà avvenire nel vicino ramo intubato della Roggia Vitaliana, corpo idrico appartenente al reticolo minore. All'interno dello Studio comunale sul Reticolo Idrico Minore, adottato dal Comune di Peschiera Borromeo, si indica, quale autorità idraulica per la Roggia Vitaliana, "Utenza a se stante da Naviglio Martesana" (utenti Chiappa, Pirovano, Guzzelloni).

✓ **VOLUME 3**

Sistema di dispersione delle acque per infiltrazione negli strati del sottosuolo al di sotto dei parcheggi di uso pubblico a sud dell'ambito. Tale accorgimento verrà attuato creando una **DOPPIA TRINCEA DRENANTE** e inserendo delle caditoie che saranno collegate a dei pozzetti dotati di fondo disperdente, questi ultimi a loro volta collegati tra loro mediante due tubazioni microforate di diametro 315 mm, ognuna delle quali lunga 70 m. Tale sistema è necessario a non concentrare l'acqua infiltrata in un unico punto (quella del pozzetto disperdente), ma in grado di distribuirla lungo tutto il suo sviluppo. Le caditoie saranno collocate alla quota del piano strada e nella mezzera della stessa. La doppia trincea drenante sarà circondata da un volume di ghiaia tutt'intorno, di dimensione pari a 150 cm di larghezza per 150 cm di altezza. Se si considera una porosità efficace della ghiaia media (rapporto tra volume in cui l'acqua è libera di circolare e volume totale) pari al 30%, si ottiene un volume efficace della ghiaia pari di circa 94,50 m<sup>3</sup>. Se a tale volume si somma il volume totale delle due tubazioni (10,90 m<sup>3</sup>), si ottiene un volume complessivo pari a 105,40 m<sup>3</sup>.

Si ricorda che, secondo la regolamentazione delle acque di prima pioggia di cui alla disciplina del RR RL n. 4 del 24/03/2006, che all'art. 3 elenca le attività soggette al trattamento di cui trattasi, le superfici impermeabili destinate esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli nonché al transito degli automezzi anche pesanti non sono assoggettate alla normativa sugli scarichi. Tale esclusione trova giustificazione nella limitata pericolosità, dall'occasionalità di inquinamento e dalla limitata quantità di sostanze pericolose (costituite principalmente da oli e idrocarburi) che gli automezzi possono rilasciare sul pavimento e successivamente trasportate dalle acque meteoriche per effetto del dilavamento della superficie impermeabile.

✓ **VOLUME 4**

Ricompreso nelle **AREE VERDI PERMEABILI**, che non saranno sovrapposte a nuove solette e saranno prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque (ovvero non collettate), pari a 187,5 m<sup>3</sup>.

✓ **VOLUME 5**

Creazione di un nuovo elemento drenante costituito da un **PARALLELEPIPEDO DI GHIAIA** ai lati dei percorsi pedonali e delle aree attrezzate interne, di dimensione pari a 50 o 100 cm di larghezza per 50 o 100 cm di altezza, in grado comunque di ottenere un volume efficace di circa 40 m<sup>3</sup>. Come nel caso precedente, bisogna considerare una porosità efficace della ghiaia pari al 30%, valore tipico di una ghiaia media. Tale elemento drenante non avrà necessità di manutenzioni, in quanto sarà completamente interrato e consentirà solamente all'acqua di infiltrarsi più rapidamente nel terreno. La finitura superficiale sarà a verde.

La somma dei volumi precedentemente descritti, pari a complessivi 568,38 m<sup>3</sup>, soddisfa il requisito relativo al volume di laminazione richiesto (566,80 m<sup>3</sup>).

## 11. Piano di manutenzione degli interventi

La manutenzione è fondamentale per garantire il mantenimento in efficienza delle strutture e degli elementi realizzati per le funzioni di drenaggio delle acque meteoriche; serve ad assicurare alle strutture stesse un periodo di vita più lungo, permettendo di intervenire periodicamente nell'individuazione di eventuali malfunzionamenti che, se trascurati, ne potrebbero pregiudicare irrimediabilmente le funzioni. A seconda delle tipologie di elementi di drenaggio si presentano ovviamente livelli differenti di complessità nella manutenzione. La prima e più semplice distinzione riguarda sicuramente gli interventi ordinari, da svolgersi periodicamente seguendo un calendario prestabilito, dagli interventi straordinari, necessari al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamento, guasto o successivamente a eventi meteorici o di altra natura (per esempio sversamenti o incidenti rilevanti) che interessino direttamente o indirettamente le strutture.

Gli interventi di manutenzione ordinaria che dovranno essere atti anche a mezzo di un semplice controllo visivo dello stato di efficienza degli elementi drenanti a seguito di ogni evento meteorico che li vede coinvolti sono i seguenti:

- ✓ pulizia rifiuti;
- ✓ rimozione detriti;
- ✓ eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ✓ ispezione;
- ✓ controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (es. impianto di sollevamento).

Gli interventi di manutenzione straordinaria da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio sono i seguenti:

- ✓ pulizia e smaltimento rifiuti;
- ✓ rimozione e smaltimento detriti;
- ✓ risoluzione di problemi di intasamento;
- ✓ ispezione, controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (es. impianto di sollevamento).

Per quanto riguarda gli interventi che prevedono la rimozione dei sedimenti, occorrerà prevedere adeguate operazioni di pulizia ad-hoc in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche del sedimento e alla sua potenzialità inquinante.

Rispetto a quanto descritto, risulta evidente che a seconda del livello e complessità degli interventi di manutenzione gli stessi potranno essere svolti da operai generici (rimozione detriti), da tecnici esperti (ripristino di impianti di sollevamento) o comunque formati a svolgere mansioni specifiche. Tutto ciò dovrà essere realizzato seguendo un programma di manutenzione periodico strutturato secondo un piano nel quale siano individuate le diverse attività da svolgere e i relativi soggetti incaricati. Per tale ragione nelle schede di manutenzione dovranno essere indicati anche i nomi dei progettisti e degli esecutori delle opere che potranno, in caso di dubbio, indicare la modalità migliore di intervento nel caso non sia già indicata nel programma periodico.

Tutti i rifiuti asportati durante le operazioni di espurgo dei collettori unitari per acque meteoriche sono classificati "speciali", pertanto dovranno essere trasportati e conferiti presso impianto e/o discariche autorizzate allo smaltimento di tali rifiuti nel completo rispetto delle normative nazionali e regionali vigenti. In particolare, il trasporto deve essere eseguito da ditte autorizzate iscritte in apposito albo per la categoria del rifiuto da trasportare.

Durante gli eventi meteorici più intensi, in particolare se accompagnati da forti raffiche di vento, essendo in presenza di alberi è necessario controllare che le griglie delle caditoie siano in grado di assicurare lo smaltimento delle acque. In caso contrario, è necessario asportare i depositi di foglie dai fori di drenaggio.

Tutti i lavori di manutenzione dovranno essere eseguiti in conformità alle norme antinfortunistiche secondo quanto previsto dal D.Lgs. 294/64 e/o D.Lgs. 494/96 e s.m.i. In particolare, si evidenzia quanto segue:

- ✓ i cantieri dovranno opportunamente essere recintati e segnalati al fine di evitare il transito sul luogo di lavoro di persone e automezzi estranei al luogo di lavoro;
- ✓ gli operai dovranno essere provvisti di tutte le necessarie protezioni antinfortunistiche quali elmetto, scarpe antinfortunistiche, guanti, cuffie occhiali, tuta da lavoro fluorescente e in particolare di ogni Dispositivo di Protezione Individuale da prevedersi per le singole operazioni;
- ✓ gli automezzi e macchine operative da utilizzare sul cantiere dovranno essere conformi alle norme CEE;
- ✓ prima dell'inizio di ogni cantiere, se e in quanto previsto dalla norma, dovrà essere compilato il piano di sicurezza fisica dei lavoratori.

Le attività di ispezione, da eseguirsi con cadenza temporale stabilita, sono volte:

- ✓ all'accertamento della presenza di materiali sedimentati;
- ✓ al controllo delle strutture dei manufatti che non presentino lesioni o deformazioni che possano compromettere la stabilità dell'intera opera;
- ✓ al buon funzionamento dei manufatti di raccolta delle acque piovane.

Il piano di manutenzione relativo alla fase esecutiva dovrà essere conforme ai “Criteri Ambientali Minimi” (CAM), contenuti nell'Allegato al D.M. Ambiente dell'11/10/2017. I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti. Gli interventi manutentivi devono prevedere l'utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e per la mitigazione degli impatti climalteranti. Le prestazioni ambientali devono riferirsi sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell'aria interna delle opere.

## 12. Conclusioni

La presente Relazione Tecnica è stata redatta per verificare l'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrologica relativamente all'area situata in via Galvani in località Mezzate - Comune di Peschiera, area corrispondente all'Ambito di Trasformazione Urbana ATU 7 che sarà interessata dalla costruzione di un edificio a diverse destinazioni di progetto e comprendente percorsi pedonali, aree a verde, viabilità e parcheggi.

Il presente documento risulta propedeutico al Progetto di invarianza idraulica e idrologica che dovrà essere redatto per la fase esecutiva delle opere, pertanto le determinazioni di cui ai capitoli precedenti dovranno tradursi in una relazione idraulica sviluppata secondo gli ulteriori criteri dettati dall'art. 10 del R.R. 8/2019 non sviluppiabili alla fase attuale per la mancanza di dettaglio del progetto edilizio (es. progetto idraulico della rete scolante, progetto idraulico degli impianti di sollevamento, ecc.).

Nei capitoli precedenti si sono descritte le metodologie di calcolo impiegate per il dimensionamento del volume di laminazione richiesto, nonché i risultati ottenuti. Sono stati inoltre forniti i risultati preliminari dei calcoli di invarianza idraulica e idrologica così come previsto dal Regolamento di Regione Lombardia n. 8 del 19 aprile 2019, *“Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n.7 (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))”*.

La somma dei volumi proposti per la realizzazione della laminazione soddisfa il requisito relativo al volume minimo di invaso richiesto dal regolamento. Allo stesso modo, le soluzioni proposte garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area A in cui ricade il Comune di Peschiera Borromeo. Nel presente documento, infine, è stato dimostrato che, per effetto delle nuove impermeabilizzazioni del suolo, non viene aggravata l'entità del deflusso, ovvero che non viene scaricata una portata maggiore di quella ammissibile dal R.R. 8/2019.

Per quanto concerne gli interventi in generale, si rimanda all'analisi di allegati ed elaborati grafici del relativo progetto architettonico.

Per gli interventi in oggetto, sulla base di quanto sopra (v. §§ precedenti), valutato il quadro progettuale ricostruito in base a quanto disponibile ad oggi, si ritiene assicurata la compatibilità idraulica e idrologica dell'area con la tipologia delle opere in progetto.

Relativamente alla fase attuativa, gli interventi dovranno essere dimensionati tenendo conto della presenza e della sottospinta idraulica corrispondente alla situazione di falda acquifera a ca. 2.0 – 2.5 m dal p.c. Per la tutela degli acquiferi sotterranei, inoltre, dovrà essere prevista una corretta gestione del cantiere al fine di evitare la percolazione nel sottosuolo di acque inquinate.

Una volta definito il Progetto Esecutivo, sarà necessario effettuare tutti i calcoli di verifica richiesti dalla normativa vigente, che dovranno essere finalizzati al corretto dimensionamento delle misure strutturali e non strutturali di invarianza. Allo stato attuale, si può fare ampio ed esaustivo riferimento alle soluzioni precedentemente indicate e proposte.

In fase di realizzazione degli interventi, fatte salve le ulteriori prescrizioni fornite dalla legislazione vigente in materia e dalle norme tecniche di settore, sarà cura dell'Impresa e della D.L., in caso di varianti in corso d'opera, adottare soluzioni tecniche comunque a favore della sicurezza, e sarà compito del Progettista responsabile effettuare le dovute valutazioni e richiedere eventuali approfondimenti di indagine.