



**Dott. Geol. MATTIA BERTANI**  
**Ordine dei Geologi del Piemonte n.588 Sezione A**

Casale Tabuloni, 32 – 28021 Borgomanero (No)  
tel. 0322 843722 – fax. 0322 060155 – cell. 349 1884498  
e-mail: mattia.bertani@atdot.it – www.studiobertani.it  
P.I. 01922860034

**REGIONE LOMBARDIA**  
**PROVINCIA DI VARESE**  
**COMUNE DI SOMMA LOMBARDO**

<b>Committente:</b>	<b>Immobiliare KOLIBA S.r.l.</b> Via Garibaldi, 24 – 21019 Somma Lombardo (Va)
---------------------	---

<b>Progetto:</b>	<b>Realizzazione nuovo edificio residenziale in Via Monte Sordo (Lotto C del Piano Attuativo)</b>
------------------	---

<b>Elaborato:</b>	<b>RELAZIONE TECNICA DI APPLICAZIONE DEL R.R. 7/2017 e s.m.i. (Invarianza idraulica ed idrologica)</b>
-------------------	--

<b>Riferimenti normativi:</b>	<b>Regolamento Regione Lombardia 23.11.2017 n. 7 e s.m.i. Legge Regionale 11.03.2005 n. 12 P.G.T. Comune di Somma Lombardo</b>
-------------------------------	--

<b>Commessa rif.:</b> 1054-21	<b>File:</b> viamontesordo_lottoC_INV.pdf	
<b>Rev.</b>	<b>Data emissione</b>	<b>Note</b>
00	Novembre 2021	

Il tecnico:

Dott. Geol. Mattia BERTANI

## Indice

<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>RELAZIONE TECNICA.....</b>	<b>4</b>
1.UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO.....	4
1.1.Vincoli previsti dal PGT.....	5
2.CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, PEDOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA.....	6
2.1.Analisi del Documento semplificato del rischio idraulico comunale.....	8
3.DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI EDILIZI.....	9
4.CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO ED APPLICAZIONE DEL R.R. 7/2017 e s.m.i.....	10
4.1.Calcolo della superficie interessata dall'intervento.....	10
4.2.Individuazione dell'ambito territoriale di applicazione.....	10
4.3.Calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale.....	11
4.4.Definizione della classe di intervento e delle modalità di calcolo.....	12
4.5.Calcolo della superficie scolante impermeabile relativa all'intervento.....	12
5.APPLICAZIONE REQUISITI MINIMI DI CUI ALL'ART. 12 COMMA 1 DEL R.R. 7/2017 e s.m.i.....	13
6.APPLICAZIONE REGOLAMENTO COMUNALE SUL RISPARMIO ENERGETICO (rif. Art.14 Allegato Energetico).....	13
7.DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE.....	14
7.1.Installazione ed accorgimenti costruttivi.....	14
8.CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO.....	15
8.1.Definizione del tempo di ritorno.....	15
8.2.Calcolo della precipitazione di progetto.....	15
9.CALCOLO DEL PROCESSO DI INFILTRAZIONE DEL SISTEMA.....	17
10.CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA.....	19
11.VERIFICA DELL'IDONEITÀ DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA.....	21
11.1.Verifica dell'idoneità ambientale del sistema d'infiltrazione.....	21
11.2.Verifica della funzionalità del sistema progettato.....	22
11.3.Verifica del tempo di svuotamento del sistema.....	22
<b>DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE.....</b>	<b>23</b>
<b>PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA.....</b>	<b>26</b>
<b>ASSEVERAZIONE DEL PROGETTISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO REGIONALE (ALLEGATO E).....</b>	<b>27</b>

## PREMESSA

Il presente studio ha la finalità di progettare la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche insistenti sulle superfici coperte e pavimentate inerenti il progetto di realizzazione di un nuovo edificio residenziale relativo al Lotto C del Piano Attuativo di Via Monte Sordo, a Somma Lombardo (Va), in applicazione del Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7 recante *“Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. 11.03.2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio)”* e s.m.i..

Il R.R. 7/2017 e s.m.i. prevede che le trasformazioni d'uso del suolo implicate dalla costruzione di un nuovo edificio, e delle relative aree pertinenziali coperte o comunque pavimentate, perseguano l'invarianza idraulica ed idrologica, al fine di conseguire, tramite la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori:

- la riduzione quantitativa dei deflussi;
- il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico;
- la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori.

Nello specifico, si ha *invarianza idraulica* quando le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, e si ha *invarianza idrologica* quando oltre alle portate si ha una conservazione dei volumi di deflusso.

Le misure previste dal Regolamento riguardano le sole acque meteoriche di dilavamento dalle superfici (acque pluviali), ad esclusione delle acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne di cui all'art. 3 del R.R. 24.03.2006 n. 4 che sono soggette a specifica normativa, e la loro gestione, dove possibile, deve essere incentrata a favorire l'infiltrazione, l'evapotraspirazione ed il riuso. Nel caso in cui la capacità di infiltrazione dei suoli risulti inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense, lo scarico delle acque deve avvenire in un idoneo ricettore, un corpo idrico o la rete fognaria, situato a valle di invasi di laminazione adeguatamente dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili previste dalla normativa.

Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine di priorità:

1. mediante 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;
2. mediante l'infiltrazione nel suolo e 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 piano di governo del territorio (PGT) comunale;
3. scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con limiti di portata;
4. scarico in fognatura, con limiti di portata.

In assenza di adeguati ricettori disponibili (corpo idrico superficiale, naturale o artificiale, e rete fognaria separata), lo scarico delle acque invasate dovrà avvenire esclusivamente tramite infiltrazione nel sottosuolo, mediante ad esempio la messa in opera di pozzi d'infiltrazione.

Poiché il nuovo intervento in progetto interesserà una superficie inferiore a 300 m<sup>2</sup>, per l'applicazione del R.R. 7/2017 e s.m.i. è possibile riferirsi al requisito minimo di cui alla lettera a) del comma 1 dell'art. 12, consistente *“nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, e non in un recettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio”*; in questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima prevista dal Regolamento per l'ambito territoriale di appartenenza, né la redazione del progetto di invarianza idraulica di cui agli artt. 6 e 10.

Nello specifico lo scarico sul suolo e negli strati superficiali del primo sottosuolo avverrà mediante

---

la messa in opera di un pozzo d'infiltrazione, opera che avrà anche la funzione di vaso di laminazione delle piene, che verrà adeguatamente dimensionata. È prevista anche l'installazione di una vasca di recupero delle acque meteoriche, come richiesto del Regolamento Energetico del Comune di Somma Lombardo.

L'elaborato si compone delle seguenti parti:

- relazione tecnica;
- documentazione progettuale;
- piano di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- asseverazione del progettista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento regionale (modulo Allegato E).

Per la sua stesura si sono seguite in via prioritaria le indicazioni contenute nei seguenti riferimenti normativi:

- Legge Regionale 11.03.2005 n. 12 "Legge per il governo del territorio" e s.m.i.;
- Regolamento Regionale 23.11.2017 n. 7 recante "*Criteria e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. 11.03.2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio)*" e s.m.i.;
- Decreto Legislativo 03.04.2006 n. 152 "*Norme in materia ambientale*" e s.m.i..

## RELAZIONE TECNICA

### 1. UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento è situata in Via Monte Sordo, nel settore nord-occidentale dell'abitato di Somma Lombardo (Va), circa 500 m in sponda idrografica sinistra del Torrente Strona, affluente di sinistra del Fiume Ticino (fig. 1.1), e le opere di invarianza idraulica ed idrologica verranno realizzate approssimativamente alle seguenti coordinate medie UTM-WGS84-32:

- Est: 476.609 m
- Nord: 5.059.589 m



Fig 1.1 – Estratto C.T.R. Regione Lombardia alla scala 1:10.000.

## 1.1. Vincoli previsti dal PGT

Come si può osservare dalla “Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano” di PGT, della quale è stato riportato un estratto in fig. 1.2, l'area di intervento appartiene alla “Classe di fattibilità geologica IIA”, che comprende “aree subpianeggianti o a debole pendenza di natura morenica, caratterizzate da assenza di significativi processi evolutivi in atto” e che presentano una “fattibilità con modeste limitazioni”, superabili “mediante approfondimenti di indagine e accorgimento tecnico-costruttivi e senza l'assenza di opere di difesa”.

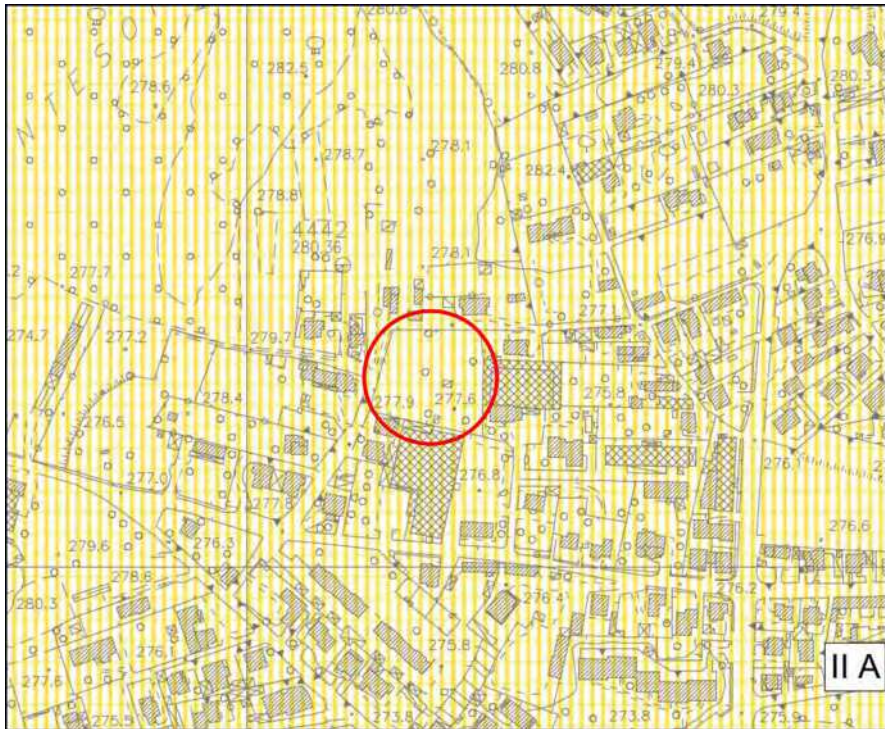


Fig. 1.2 – Estratto Allegato 10/a – Studio geologico di P.G.T.

Gli elementi di attenzione per questa classe sono dati dalla:

- *variabilità laterale delle condizioni litologiche o di addensamento;*
- *occorrenza di plaghe superficiali e intercalazioni di materiale con caratteristiche tecniche scadenti, trovanti anche di grosse dimensioni;*
- *possibile presenza di interventi di rimaneggiamento antropico;*
- *occorrenza di falde idriche sospese o subsuperficiali;*
- *variabilità delle condizioni di drenaggio con possibile presenza di coltri superficiali a bassa permeabilità.*

Dovranno essere verificate:

- *le caratteristiche litologiche delle unità presenti in loco fino a profondità rappresentativa;*
- *la capacità portante ed i cedimenti indotti;*
- *la presenza di acque sotterranee superficiali, anche a carattere temporaneo;*
- *la possibile presenza di interventi di scavo e ritombamento pregressi e caratterizzazione dei materiali presenti;*
- *il grado di stabilità degli scavi con riguardo anche alle condizioni di contorno, sia in corso d'opera che a fine lavori;*
- ***le modalità di governo e/o dispersione nel sottosuolo delle acque di pioggia e/o di corrivazione;***
- *le eventuali interferenze con aree acclivi adiacenti.*

Dall'esame dell'Allegato 6/a allo *Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT* non si rileva la presenza di vincoli gravanti sull'area di intervento. In particolare, l'area è esterna alle aree di salvaguardia a protezione degli acquiferi captati dai pozzi idropotabili.

## 2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, PEDOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

L'area di intervento è situata nell'alta Pianura Lombarda, circa 1,8 km a Ovest dell'incisione valliva del Fiume Ticino, in un contesto localmente sub-pianeggiante, tra forme arrotondate riconducibili ad accumuli morenici con direzione prevalente W-E, in un settore fortemente antropizzato. Nel dettaglio, l'area di intervento si colloca ad una quota di circa 276 m s.l.m., sul fianco meridionale di un accumulo morenico con direzione prevalente WSW-ENE.

In corrispondenza del sito (fig. 2.1) affiorano i depositi dell'Unità di Somma-Arsago, formati da un ammasso caotico di ghiaie e ciottoli debolmente alterati, immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore bruno-marrone scuro, riconducibili alla più recente fase glaciale (Würm).

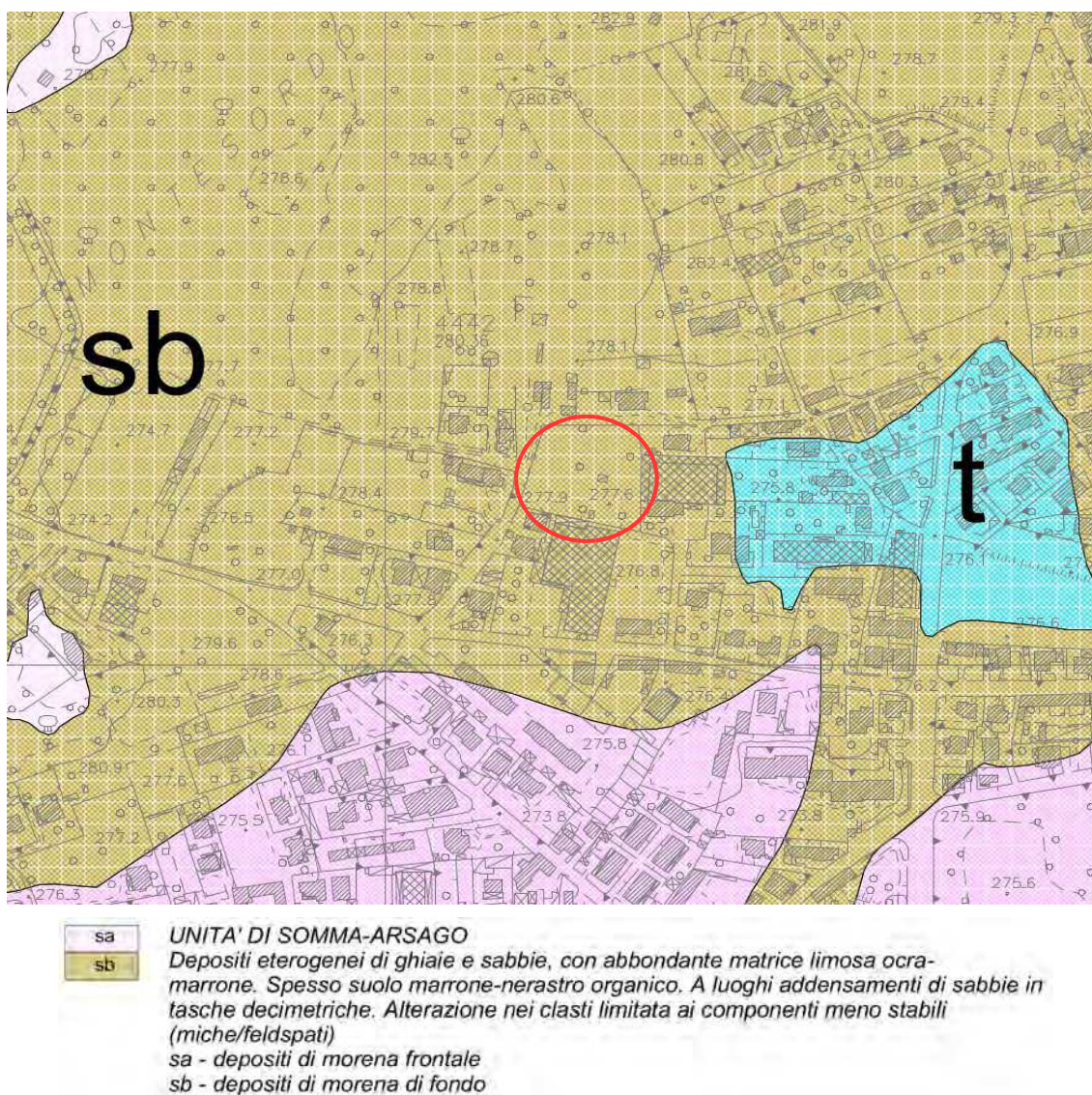


Fig. 2.1 – Stralcio All. 1a componente geologica PGT “Carta di inquadramento geologico” - scala 1:5.000.

In corrispondenza dell'area di intervento si imposta un complesso idrogeologico a permeabilità media, influenzata dalla presenza di una componente granulometrica fine nella matrice, che in parte ostacola l'infiltrazione in profondità.

La falda acquifera nell'area di studio (fig. 2.2) è piuttosto profonda e risulta in stretta connessione con il Fiume Ticino, che da un punto di vista idrogeologico ha una funzione drenante. Dall'esame della carta idrogeologica dello studio geologico di PGT (Carminati-Zaro, 2012), si evince come in corrispondenza del

sito di intervento la direzione prevalente di deflusso idrico sotterraneo relativo alla falda superficiale sia grosso modo NNE-SSW, con valori di soggiacenza medi di circa 70-80 m dal p.c. con oscillazioni complessive dell'ordine di diversi metri, e grado di vulnerabilità basso (indice G.O.D. = 0,27).

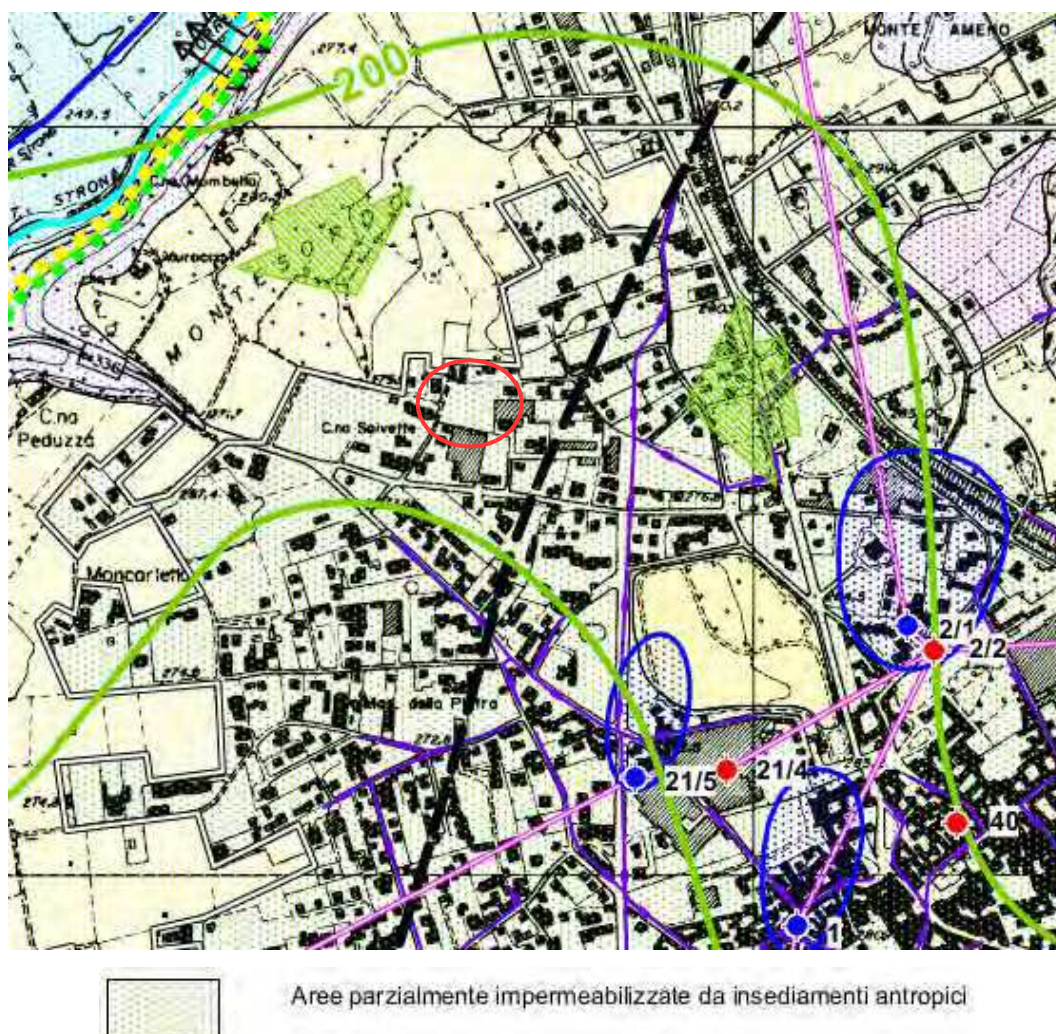


Fig. 2.2 – Stralcio All. 4 componente geologica PGT “Carta di inquadramento idrogeologico” - scala 1:10.000.

Le indagini eseguite in sito hanno evidenziato la seguente sequenza stratigrafica, a partire dal piano campagna, con riferimento alla classificazione U.S.C.S. (*Unified Soil Classification System*):

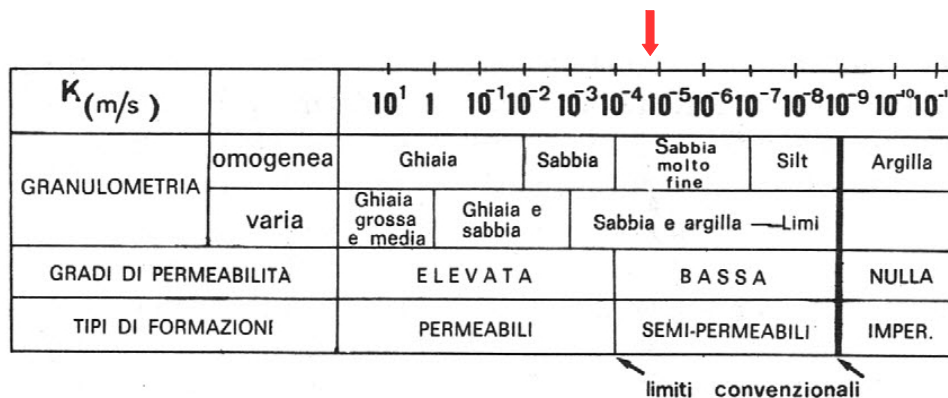
- **Unità A1** (da 0,0 a circa -0,6/-1,6 m): sabbie limoso-argillose (SM/SC/ML), molto sciolte (N<sub>SPT,medio</sub> = 1,5-2,5);
- **Unità A2** (da circa -0,6/-1,6 m a circa -1,6/-2 m): sabbie limose (SM), sciolte (N<sub>SPT,medio</sub> = 5-8,2);
- **Unità B** (da circa -1,6/-2 m a circa -2,4/-3,4 m): sabbie limose con ghiaie (SM), mediamente addensate (N<sub>SPT,medio</sub> = 14,5-23,4);
- **Unità C** (da circa -2,4/-3,4 m almeno fino alla massima profondità indagata pari a -8,2 m): ghiaie e sabbie limose con ciottoli (SW/SM), da mediamente addensate ad addensate (N<sub>SPT,medio</sub> = 35,7-45,7), dove tutte le prove sono andate a rifiuto per la presenza di ciottoli di diametro significativo.

I terreni dove avverrà la dispersione delle acque meteoriche sono quelli relativi all'Unità C individuata dalle prove, per cui sulla base dei valori indice riportati in letteratura (si veda ad es. la tabella seguente tratta da Castany, 1982), è possibile attribuire un valore cautelativamente rappresentativo del coefficiente di permeabilità (k), da verificare in fase esecutiva mediante prova di permeabilità, pari a:



$$k = 2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Tale valore è rappresentativo delle condizioni di permeabilità a lungo termine, al fine di tenere in considerazione la progressiva tendenza all'intasamento dei materassi impermeabili, con la conseguente riduzione della capacità di infiltrazione dei terreni.



### 2.1. Analisi del Documento semplificato del rischio idraulico comunale

Il Comune di Somma Lombardo con Deliberazione di C.C. n. 74/2019 ha approvato il *Documento semplificato del rischio idraulico comunale*, di cui all'art. 14 comma 8 del R.R. 7/2019 e s.m.i..

Dall'analisi del documento è possibile effettuare le seguenti considerazioni per l'area di intervento.

1. L'area non è caratterizzata da alcuna pericolosità idraulica (rif. All. 3a), quali aree soggette ad allagamento, con pericolosità idraulica dovuta alla conformazione morfologica del territorio e/o ad insufficienza della rete fognaria.
2. Il solo elemento di criticità idraulica è dato dalla sua appartenenza al margine di un'area intramorenica parzialmente urbanizzata, dove localmente potrebbe esserci un drenaggio limitato (rif. All. 1a).
3. L'area non è indicata come non adatta o poco adatta all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, quali aree con permeabilità particolarmente bassa o con falda acquifera ad elevata vulnerabilità.
4. L'area è compresa nel *"Comparto funzionale 11 – Capoluogo Sud Ovest – Via Villorosi"*, per il quale *"in riferimento ad interventi privati saranno da preferire interventi di dispersione nel terreno limitando e disincentivando la possibilità di allacciamento fognario almeno fino alla realizzazione delle condotte dedicate di acque bianche"*.

Le opere di invarianza progettate sono compatibili con le indicazioni enunciate nel documento e si inseriscono nelle azioni auspicate dal p.to 4 sopra riportato.

### 3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI EDILIZI

Come si evince dall'esame degli elaborati progettuali redatti dallo Studio Tecnico Arch. Alberto Cova Manera (Via Garibaldi n. 24, Somma Lombardo), gli interventi consistono nella realizzazione di un nuovo edificio residenziale con superficie coperta di 94,85 mq. Contestualmente verrà eseguita una sistemazione degli spazi esterni comprendente pavimentazioni per camminamenti ad aree di transito.

L'art. 58bis comma 2 della L.R. 12/2005 e s.m.i. stabilisce che i principi di invarianza idraulica ed idrologica si applichino agli interventi edilizi definiti dall'art. 3, comma 1, lettere d), e) ed f) del D.P.R. n. 380/2001 ed a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla condizione preesistente l'urbanizzazione (condizione zero).

Nel dettaglio gli interventi edilizi sopra descritti si configurano nel seguente modo, con riferimento all'art. 3 del R.R. 7/2017 e s.m.i., e pertanto il progetto è tenuto al rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrogeologica.

Definizione interventi in progetto (rif. art. 3 R.R. 7/2017 e s.m.i.)	
	ristrutturazione edilizia consistente nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del p.c. posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito (senza considerare gli aumenti derivanti da interventi di efficientamento energetico)
X	nuova costruzione, compresi gli ampliamenti (ad eccezione delle sopraelevazioni senza aumento della superficie coperta dell'edificio)
	ristrutturazione urbanistica, così come definita dall'art. 3, comma 1, lettera e) del D.P.R. 380/2001
X	opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, di cui all'art. 6, comma 1, lettera e-ter) del D.P.R. 380/2001 di estensione maggiore a 150 mq, o di estensione minore o uguale a 150 mq qualora facenti parte di un intervento già soggetto alle misure di invarianza
X	pertinenze che comportano la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio, di estensione maggiore a 150 mq, o di estensione minore o uguale a 150 mq qualora facenti parte di un intervento già soggetto alle misure di invarianza
	realizzazione di parcheggi, aree di sosta, piazze, aree verdi sovrapposte a nuove solette, di estensione maggiore a 150 mq, o di estensione minore o uguale a 150 mq qualora facenti parte di un intervento già soggetto alle misure di invarianza
	interventi su infrastrutture stradali ed autostradali, loro pertinenze e parcheggi, con riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla condizione zero

#### 4. CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO ED APPLICAZIONE DEL R.R. 7/2017 e s.m.i.

Il regolamento regionale stabilisce diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, in funzione dei seguenti parametri:

- superficie interessata dall'intervento;
- ambito territoriale di applicazione;
- coefficiente di deflusso medio ponderale.

##### 4.1. Calcolo della superficie interessata dall'intervento

Come esplicitato all'art. 3 comma 5 del R.R. 7/2017 e s.m.i., *“le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione (c.d. “condizione zero”) e non all'intero comparto”*.

Inoltre, come esplicitato dal comma 7bis dell'art. 3, non sono soggetti all'applicazione del Regolamento *“le aree verdi di qualsiasi estensione se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque”*.

Il calcolo della superficie di intervento è riportato negli elaborati progettuali (si veda tav. INV.1), dove si è ottenuta una superficie complessiva di **187,47 m<sup>2</sup>**, attualmente adibita a campo incolto, così suddivisa:

- 139,31 m<sup>2</sup> per coperture e camminamenti impermeabili;
- 48,16 m<sup>2</sup> per pavimentazioni in autobloccanti su letto di sabbia.

La restante parte dell'area verrà lasciata a verde con infiltrazione diretta nel sottosuolo, riportando di fatto le condizioni di permeabilità al suolo alla condizione zero.

##### 4.2. Individuazione dell'ambito territoriale di applicazione

Le misure di invarianza idraulica si applicano in modo differente in funzione:

- delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche;
- degli effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane ed extraurbane, di pianure o di collina;
- dalle caratteristiche del ricettore finale.

Sulla base di queste variabili il territorio regionale è stato suddiviso in tipologie di aree a differente livello di criticità.

Dall'analisi della cartografia a scala regionale di cui all'allegato B del R.R. 7/2017 e s.m.i. (fig. 4.1) si evince come l'area di intervento appartenga alla seguente tipologia.

Ambito territoriale di applicazione (rif. art. 7 R.R. 7/2017 e s.m.i.)		
	Aree A, ovvero ad alta criticità idraulica	Aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'All. C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'All. B
X	Aree B, ovvero a media criticità idraulica	Aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'All. C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, nei comprensori di bonifica ed irrigazione
	Aree C, ovvero a bassa criticità idraulica	Aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'All. C, non rientranti nelle aree A e B

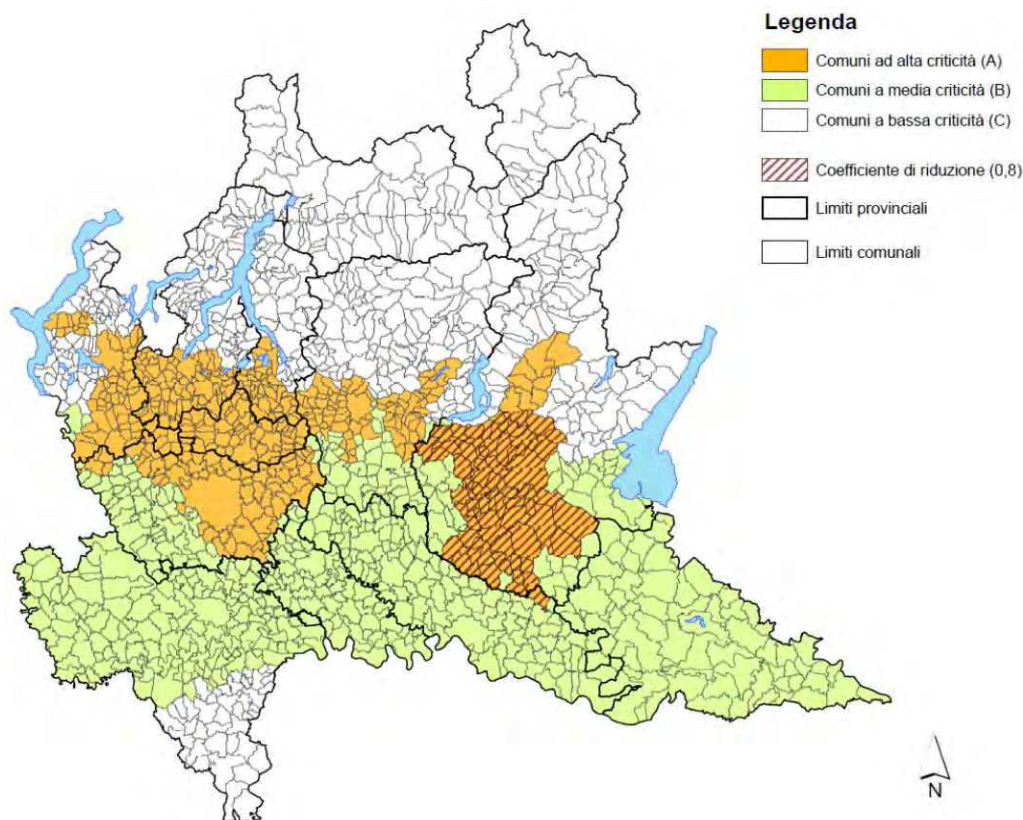


Fig. 4.1 – Cartografia regionale degli ambiti a diversa criticità idraulica (§ All. B R.R. 7/2017).

Tuttavia, l'intervento si inserisce all'interno di un Piano Attuativo, e pertanto nei calcoli d'invarianza occorre riferirsi ai requisiti previsti per le Aree A, ai sensi dell'art. 7, comma 5 del R.R. 7/2017 e s.m.i..

### 4.3. Calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

La valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nell'opera di laminazione può essere effettuata mediante il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale, funzione delle caratteristiche della copertura dell'area. In particolare, si è fatto riferimento ai seguenti valori standard, normati all'art. 11, comma 2, lettera d) del R.R. 7/2017 e s.m.i.:

- 1,0 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti e parcheggi;
- 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposte a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
- 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Nello specifico è stato effettuato il calcolo riportato nella tabella seguente.

DEFINIZIONE SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO E CALCOLO COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO MEDIO PONDERALE (art. 9, comma 1)				
Tipologia superficie	mq	% su superf. tot.	Coefficiente di deflusso	Superficie parziale mq
Tetti e coperture; pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi	139,31	74,31	1,0	139,31
Pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi; tetti verdi, giardini pensili ed aree verdi sovrapposte a solette comunque costituite; aree destinate all'infiltrazione delle acque	48,16	25,69	0,7	33,71
Sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque	0,00	0,00	0,3	0,00
Superficie totale interessata dall'intervento	187,47	<b>Coeff. Deflusso medio</b>		<b>0,92</b>

#### 4.4. Definizione della classe di intervento e delle modalità di calcolo

Sulla base dei parametri determinati, l'applicazione della tab. 1 del R.R. 7/2017 e s.m.i. porta a definire la seguente classe di intervento, per la quale sono specificate le modalità di calcolo consentite.

Nel caso specifico, l'intervento ricade nella "Classe di intervento 0 – Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi" ed ambito territoriale in area A, per cui è possibile applicare i requisiti minimi di cui all'art. 12 comma 1 del R.R. 7/2017 e s.m.i.

Classificazione intervento (art. 9, tab. 1 R.R. 7/2017 e s.m.i.)				
CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI	
			Are A, B	Are C
			0 – Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 300 mq
1 – Impermeabilizzazione potenziale bassa	da 300 mq a 1.000 mq	≤ 0,4	requisiti minimi art. 12 comma 2	
2 – Impermeabilizzazione potenziale media	da 300 mq a 1.000 mq	> 0,4	metodo delle sole piogge	requisiti minimi art. 12 comma 2
	da 1.000 mq a 10.000 mq	qualsiasi		
	da 10.000 mq a 100.000 mq	≤ 0,4		
3 – Impermeabilizzazione potenziale alta	da 10.000 mq a 100.000 mq	> 0,4	procedura dettagliata	requisiti minimi art. 12 comma 2
	> 100.000 mq	qualsiasi		

#### 4.5. Calcolo della superficie scolante impermeabile relativa all'intervento

Il calcolo della superficie scolante impermeabile relativa all'intervento si ottiene moltiplicando la superficie scolante totale interessata dall'intervento con riduzione della permeabilità originaria del sito con il suo coefficiente di deflusso medio ponderale:

$$S_{\text{SCOLANTE IMPERMEABILE}} = 187,47 \text{ m}^2 \times 0,92 = \mathbf{172,47 \text{ m}^2}$$

## **5. APPLICAZIONE REQUISITI MINIMI DI CUI ALL'ART. 12 COMMA 1 DEL R.R. 7/2017 e s.m.i.**

Per l'applicazione dei requisiti minimi di cui all'art. 12 comma 1 del R.R. 7/2017 e s.m.i. si è deciso di attuare quanto previsto dalla lettera a):

*“adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, e non in un recettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio”.*

L'adozione di questo requisito minimo non richiede il rispetto della portata massima e dei volumi di laminazioni previsti dal Regolamento per l'ambito territoriale di appartenenza, né la redazione di un vero e proprio progetto di invarianza idraulica ed idrologica, ma occorre adeguatamente dimensionare il sistema di dispersione da realizzare, in modo tale che sia in grado di garantire lo scarico sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo di tutte le acque pluviali provenienti dalle nuove superfici scolanti per l'evento meteorico di riferimento.

## **6. APPLICAZIONE REGOLAMENTO COMUNALE SUL RISPARMIO ENERGETICO (rif. Art.14 Allegato Energetico)**

Il comma 2 dell'art. 14 dell'Allegato Energetico del Regolamento Comunale prescrive che:

*Negli interventi di nuova costruzione, ove sia prevista un'area a giardino avente una superficie superiore a mq 200, è obbligatoria la realizzazione di una vasca interrata di raccolta dell'acqua piovana da destinare all'innaffiamento/irrigazione, avente una capacità di raccolta minima di 2 mc/100 mq di Sc, salvo ne sia dimostrata l'impossibilità tecnica o l'estrema gravosità economica.*

Nell'intervento è prevista la realizzazione di un'area verde a giardino con superficie di circa 244 mq, e pertanto dovrà essere installata una vasca con capacità minima di 1,9 mc, calcolata sulla superficie coperta di 94,85 mq. Nello specifico, in funzione della disponibilità dei modelli in commercio, verrà installata una vasca con capacità di 2 mc.

## 7. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

La dispersione nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo avverrà mediante la messa in opera di n° 1 pozzo d'infiltrazione.

Questo sistema, prediligendo l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque stoccate, la cui capacità è strettamente connessa alle caratteristiche di permeabilità del terreno che circonda il pozzo, non prevede pertanto alcuno scarico in fognatura o nella rete di drenaggio naturale e/o urbana; al tempo stesso, grazie al suo volume interno e contenuto nello strato di drenaggio che lo circonda, il pozzo è in grado di assolvere la capacità di invaso richiesta dalla normativa per l'accumulo e la laminazione delle acque meteoriche.

Il pozzo d'infiltrazione sarà formato da anelli fenestrati in calcestruzzo vibrocompresso sovrapposti con sistema "a bicchiere", facilmente reperibili in commercio in diametri e spessori adeguati. Sui lati e sul fondo verrà realizzato un apposito strato di drenaggio, costituito ad esempio da ghiaie 50-80 mm, che permetterà all'acqua di infiltrarsi nel terreno.

Nel dettaglio il pozzo avrà le seguenti specifiche (si veda sezione di Tavola INV.2):

- diametro interno pozzo perdente: 1,5 m
- altezza utile pozzo perdente: 3,5 m
- spessore minimo drenaggio alla base: 0,5 m
- spessore minimo drenaggio ai lati: 0,7 m
- porosità materiale di drenaggio: 30,0 %

Il pozzo verrà messo in opera come da planimetria riportata in Tavola INV.1, con l'accortezza di mantenere una distanza di sicurezza dal nuovo edificio e una distanza di almeno due metri tra i manufatti e il confine, nel rispetto di quanto normato dall'art. 889 del Codice Civile.

Si sottolinea che la profondità di imposta dello strato drenante alla base del pozzo dovrà essere tale da raggiungere i depositi sabbioso-ghiaiosi dell'Unità C, così come definita al cap. 2; nel caso in cui questa dovesse localmente approfondirsi maggiormente rispetto alle profondità di progetto ipotizzate sulla base dei risultati delle prove penetrometriche eseguite, si dovrà quindi aumentare lo spessore di questo strato drenante.

### 7.1. Installazione ed accorgimenti costruttivi

Lo scavo per il posizionamento del pozzo perdente verrà eseguito con mezzo meccanico e dimensionato in modo che possa consentire lo svolgimento delle operazioni di lavoro. Le pareti laterali possono essere verticali oppure con inclinazione variabile in funzione della tipologia del terreno. Nel caso di scavi con profondità superiori a 1,5 m e presenza all'interno di operai, i fronti di scavo devono essere sostenuti.

La capacità portante del pozzo perdente dipende dalla corretta preparazione del piano di posa; in sostituzione della platea di fondo verrà posizionato uno strato di pietrame e pietrisco per uno spessore di 50 cm.

Gli anelli forati in calcestruzzo verranno posizionati l'uno sull'altro, partendo dal basso e procedendo verso l'alto senza sigillatura dei giunti. Intorno alla superficie laterale forata del pozzo verrà posizionato uno strato di pietrisco/ghiaia, sistemato anch'esso ad anello, per uno spessore minimo in senso orizzontale di 70 cm e, preferibilmente, di granulometria crescente procedendo verso le pareti del pozzo in modo da facilitare il deflusso delle acque ed evitare l'intasamento dei fori disperdenti. L'intero drenaggio verrà protetto da uno strato di "tessuto non tessuto", al fine di prevenire eventuali occlusioni in grado di modificare la capacità filtrante e compromettere l'efficacia del sistema.

Prima del posizionamento andrà verificato che, come ipotizzato nel presente progetto sulla base delle conoscenze idrogeologiche a disposizione del sito, la falda si imposti ad una profondità di almeno due metri dalla quota di fondo del pozzo disperdente.

## 8. CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

### 8.1. Definizione del tempo di ritorno

Nella progettazione del pozzo di dispersione è stato assunto un evento meteorico con tempo di ritorno di 100 anni, così come stabilito dall'art. 11, comma 2, lettera a) del R.R. 7/2017 per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere e di eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati.

### 8.2. Calcolo della precipitazione di progetto

Le opere di infiltrazione vengono progettate e dimensionate in modo tale da essere funzionanti per un determinato evento meteorico, inteso come una o più precipitazioni atmosferiche, temporalmente distanziate non più di 6 ore, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verificano o che si susseguono a distanza di almeno 48 ore.

Il calcolo della precipitazione di progetto è stato eseguito attraverso la definizione della curva di possibilità pluviometrica (LSPP), espressa dalle formule:

$$h = a_1 w_T D^n = a D^n$$

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

dove:

$h$  è l'altezza di pioggia;

$D$  è la durata di pioggia;

$a_1$  è il coefficiente pluviometrico orario;

$w_T$  è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $T$ ;

$n$  è l'esponente della curva (parametro di scala);


$\alpha, \varepsilon, k$  sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV (Generalised Extreme Value).

I parametri delle curve per durate della precipitazione di 1-24 ore vengono forniti da ARPA Lombardia per ogni località, sulla base dei dati pluviometrici rilevati e delle serie storiche aggiornate, con risoluzione al suolo per maglia quadrata con lato di 2 km (Progetto STRADA). Per il coefficiente  $n$ , nel caso di durate di pioggia inferiori all'ora si adotta il valore di 0,50, in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Per il sito di interesse si hanno i seguenti coefficienti.

Parametri idrologici per il sito di interesse (rif. <a href="http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml">http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml</a> )			
LSPP 1-24 ore	$a_1$	Coefficiente pluviometrico orario	31,66
	$n$	Parametro di scala per durate > 1 ora	0,3508
	$\alpha$	Parametro GEV	0,2823
	$k$	Parametro GEV	-0,0148
	$\varepsilon$	Parametro GEV	0,8325





Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>  
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 31,66  
 N - Coefficiente di scala 0,3508  
 GEV - parametro alpha 0,2823  
 GEV - parametro kappa -0,0148  
 GEV - parametro epsilon 0,8325

### Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Via Monte Sordo - Somma Lombardo (Va)  
 Coordinate: 0000000000

Linea segnatrice  
 Tempo di ritorno (anni) 50

Evento pluviometrico  
 Durata dell'evento (ore)    
 Precipitazione cumulata [mm]

**Formulazione analitica**

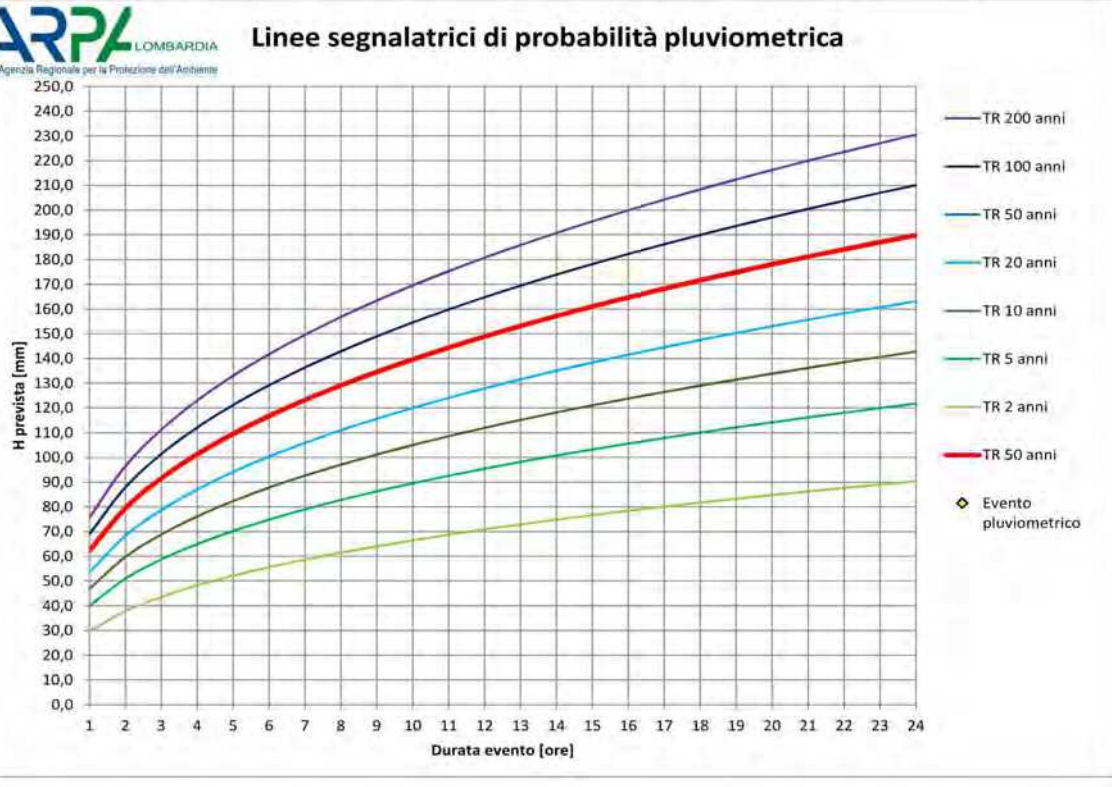
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:  
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>  
[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf)

**Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno**

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93625	1,26067	1,47848	1,68969	1,96644	2,17635	2,38766	1,9664406
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	29,6	39,9	46,8	53,5	62,3	68,9	75,6	62,2576189
2	37,8	50,9	59,7	68,2	79,4	87,9	96,4	79,3951237
3	43,6	58,7	68,8	78,6	91,5	101,3	111,1	91,5306704
4	48,2	64,9	76,1	87,0	101,3	112,1	122,9	101,250028
5	52,1	70,2	82,3	94,1	109,5	121,2	132,9	109,494218
6	55,6	74,8	87,8	100,3	116,7	129,2	141,7	116,726097
7	58,7	79,0	92,6	105,9	123,2	136,4	149,6	123,211969
8	61,5	82,8	97,1	110,9	129,1	142,9	156,8	129,120879
9	64,1	86,3	101,2	115,6	134,6	148,9	163,4	134,567684
10	66,5	89,5	105,0	120,0	139,6	154,5	169,5	139,634427
11	68,7	92,6	108,6	124,1	144,4	159,8	175,3	144,382003
12	70,9	95,4	111,9	127,9	148,9	164,7	180,7	148,857009
13	72,9	98,1	115,1	131,5	153,1	169,4	185,9	153,095997
14	74,8	100,7	118,1	135,0	157,1	173,9	190,8	157,128231
15	76,6	103,2	121,0	138,3	161,0	178,2	195,5	160,977553
16	78,4	105,6	123,8	141,5	164,7	182,2	199,9	164,663672
17	80,1	107,8	126,5	144,5	168,2	186,2	204,2	168,203097
18	81,7	110,0	129,0	147,5	171,6	189,9	208,4	171,609807
19	83,3	112,1	131,5	150,3	174,9	193,6	212,4	174,895756
20	84,8	114,2	133,9	153,0	178,1	197,1	216,2	178,071259
21	86,2	116,1	136,2	155,7	181,1	200,5	219,9	181,145286
22	87,7	118,0	138,4	158,2	184,1	203,8	223,6	184,125688
23	89,0	119,9	140,6	160,7	187,0	207,0	227,1	187,019388
24	90,4	121,7	142,7	163,1	189,8	210,1	230,5	189,832519



The graph shows the relationship between event duration (Durata evento [ore]) on the x-axis (ranging from 1 to 24) and predicted precipitation (H prevista [mm]) on the y-axis (ranging from 0,0 to 250,0). Multiple curves represent different return periods (TR): TR 200 anni (dark blue), TR 100 anni (black), TR 50 anni (light blue), TR 20 anni (cyan), TR 10 anni (grey), TR 5 anni (green), TR 2 anni (yellow-green), and TR 50 anni (red). A diamond symbol indicates the pluviometric event point.

### 9. CALCOLO DEL PROCESSO DI INFILTRAZIONE DEL SISTEMA

Nella verifica della funzionalità del sistema è necessario analizzare i processi di interscambio che intervengono durante i fenomeni piovosi tra la superficie del suolo ed il sistema idrico sotterraneo.

Con il termine infiltrazione si definisce quel fenomeno fisico-chimico che consiste nell'ingresso di acqua nel terreno a partire dalla superficie, rappresentato dalla quantità di acqua che nell'unità di tempo attraversa l'unità di superficie di infiltrazione ed espresso praticamente con le dimensioni di una velocità (coefficiente di permeabilità, indicato con K).

La capacità d'infiltrazione del sistema è pari al prodotto del coefficiente di permeabilità K con l'area efficace di drenaggio del sistema.

Nei calcoli di dimensionamento è stato utilizzato un valore di permeabilità di  $2 \times 10^{-5}$  m/s, come discusso approfonditamente al cap. 2.

Da un punto di vista idraulico i pozzi di infiltrazione sono dei bacini cilindrici, realizzati allo scopo di smaltire le portate di piena entro limiti prefissati, dipendenti dalla permeabilità del terreno. Per conseguire lo smaltimento e la laminazione delle portate affluenti, il pozzo d'infiltrazione deve avere una capacità atta a determinare un processo d'invaso temporaneo dell'onda di piena in arrivo ed il suo graduale smaltimento nel tempo, processo descritto matematicamente dalla seguente equazione di continuità:

$$Q_p(t) - Q_f(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

dove:

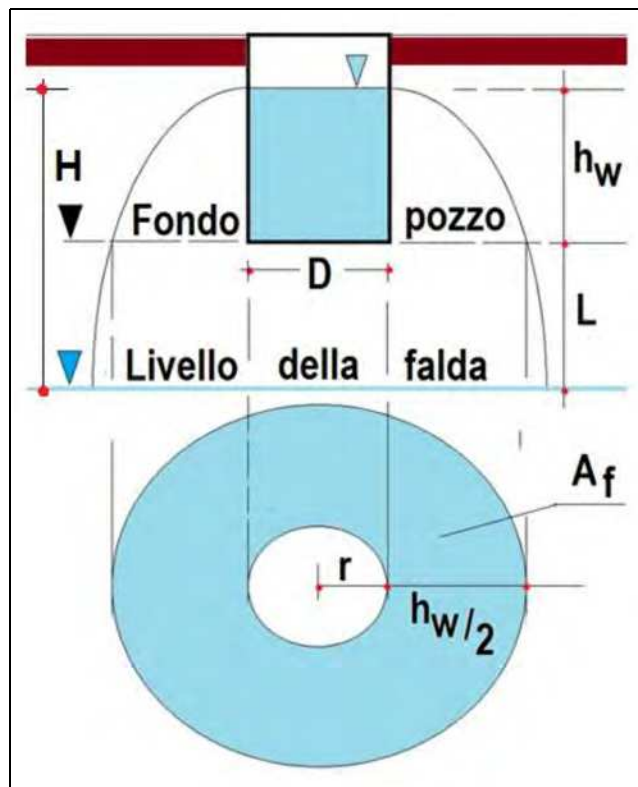
$Q_p(t)$  è la portata di afflusso meteorico al tempo  $t$ ;

$Q_f(t)$  è la portata di infiltrazione al tempo  $t$ ;

$dW(t)$  è il volume invasato nel pozzo al tempo  $t$ ;

$dt$  è il passo di calcolo temporale.

Quando la falda è profonda rispetto alle dimensioni dello strato drenante, allora il moto si sviluppa prevalentemente in direzione verticale, come schematizzato nella figura seguente (Muraca et Al., 2006).



In queste condizioni, assumendo per semplicità un suolo omogeneo, una soluzione classica per i pozzi di infiltrazione a simmetria assiale è quella rappresentata dall'equazione seguente (F. Sieker, 1984) che deriva dalla legge di Darcy (1856):

$$Qf = K J (Af + Ab)$$

dove:

$Qf$  è la portata complessivamente infiltrata;

$K$  è la permeabilità media del terreno insaturo che, nel caso specifico, può essere assunta pari al valore di progetto precedentemente definito;

$J$  è la cadente piezometrica, che può essere assunta pari all'unità quando il tirante idrico della superficie filtrante è trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica è situata sotto il fondo dello strato disperdente;

$Af$  è la superficie drenante orizzontale efficace del pozzo di diametro  $D$ , calcolabile come una corona circolare di larghezza  $hw/2$ , dove  $hw$  è il livello idrico nel pozzo:

$$Af = \frac{\pi}{4} [(D + hw)^2 - D^2]$$

$Ab$  è la superficie drenante alla base del pozzo, data dalla nota equazione:

$$Ab = \frac{\pi}{4} D^2$$

Anche se nella letteratura tecnica viene talvolta suggerito di non considerare la capacità filtrante del fondo del pozzo, per tenere in conto la possibilità che questo possa occludersi con il tempo, nei calcoli è stata considerata anche questa aliquota poiché si ritiene che gli interventi previsti dal *Piano di manutenzione* siano adeguati a scongiurare per tempo questa eventualità, garantendo un efficace funzionamento del sistema nel tempo.

Il calcolo della capacità d'infiltrazione del sistema progettato è riportato di seguito.

POZZI D'INFILTRAZIONE			
Numero pozzi		1	
<b>Caratteristiche pozzo</b>			
Diametro interno pozzo	1,50	raggio	0,75
Altezza utile pozzo	3,50		
Spessore dreno attorno al pozzo	0,70	Porosità dreno	30,0%
Spessore dreno alla base del pozzo	0,50		
<b>Caratteristiche terreno naturale</b>			
Permeabilità terreno naturale	2,00E-005	pari a	72,00
<b>Calcolo volume di laminazione</b>			
Volume utile pozzo	6,18		mc
Volume dreno base pozzo	3,30	Volume dreno anello pozzo	16,92
	mc		mc
Volume utile dreno pozzo	6,07		mc considerare <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</span>
Volume utile singolo pozzo comprensivo del drenaggio	12,25		mc
Volume di laminazione totale sistema di drenaggio	12,25		mc
<b>Calcolo portata di infiltrazione</b>			
Area efficace di drenaggio pozzo alla base	1,77		mq considerare <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SI</span>
Area efficace di drenaggio pozzo alle pareti	17,86		mq
Area efficace di drenaggio totale singolo pozzo	19,63		mq
Area efficace di drenaggio totale del sistema pozzo/i	19,63		mq
Portata d'infiltrazione sistema di drenaggio pozzo/i	1,41		mc/h, pari a <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,39</span> l/s

## 10. CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA

Il calcolo di dimensionamento del sistema di dispersione è stato effettuato con il metodo delle sole piogge, che si basa sulle seguenti assunzioni.

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:

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

ed il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

in cui:

$S$  è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso;

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo (quindi  $S \cdot \varphi$  è la superficie scolante impermeabile dell'intervento);

$a$  ed  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica, dove  $a = a_1 W_T$ .

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 fissate dal Regolamento Regionale sulla massima portata specifica ammissibile scaricabile al recettore ( $u_{LIM}$ ). La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S \times u_{LIM}$$

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

$$W_u = S \times u_{LIM} \times D$$

Nel caso in cui sia presente anche una portata d'infiltrazione nel sottosuolo  $Q_f$  derivante dalla somma dei singoli dispositivi di infiltrazione progettati, anch'essa considerata costante per tutta la durata dell'evento, la portata uscente diventa:

$$Q_{u,lim} = S \times u_{LIM} + Q_f$$

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

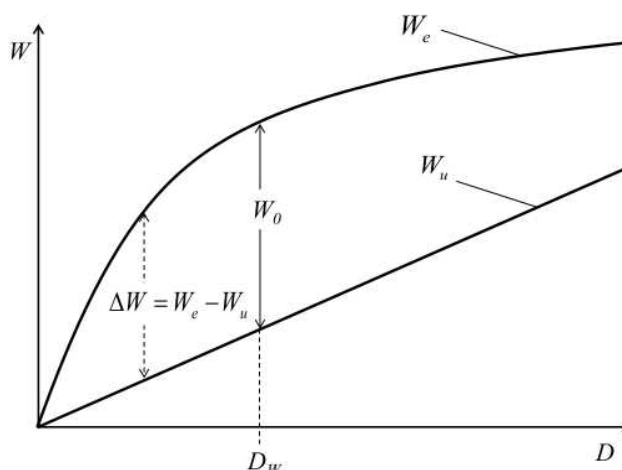
$$W_u = S \times u_{LIM} \times D + Q_f \times D$$

Sulla base di tali ipotesi semplificative 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. Il volume di dimensionamento dell'invaso è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Quindi, il volume massimo  $\Delta W$  che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica  $D$  (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \times \varphi \times a \times D^n - (S \times u_{LIM} \times D + Q_f \times D)$$

La figura seguente mostra graficamente la curva  $W_e(D)$ , concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta  $W_u(D)$  e indica come la distanza verticale  $\Delta W$  tra tali due curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata  $DW$  critica per la laminazione.



Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata  $D$  la differenza  $\Delta W = W_e - W_u$ , si ricava la durata critica  $D_w$  per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione  $W_o$ :

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2,78 S \varphi a n} \right)^{(1/(n-1))}$$

$$W_o = 10 \times S \times \varphi \times a \times D_w^n - 3,6 \times Q_{u,lim} \times D_w$$

dove  $S$  è espresso in ha,  $a$  in mm/ora<sup>n</sup>,  $Q_{u,lim}$  in l/s e  $D_w$  in ore.

Nel caso specifico, in assenza di un ricettore allo scarico, nel calcolo del volume uscente occorre fare riferimento solamente alla portata d'infiltrazione nel sottosuolo, ottenendo i risultati seguenti.

**CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE  
METODO DELLE SOLE PIOGGE**

Coefficienti curva di possibilità pluviometrica	a1	31,660000	
	α	0,282300	
	ε	0,832500	
	k	-0,014800	
	n	0,350800	

Superficie scolante del bacino afferente all'invaso	S	187,47	mq
Coefficiente di deflusso medio calcolato	φ	0,92	
Superficie scolante impermeabile	Simp	172,47	mq

Portata di infiltrazione del sistema      1,41 mc/h      pari a      0,39 l/s

**CALCOLO VOLUME DI LAMINAZIONE TR100**

Tempo di ritorno utilizzato nei calcoli	Tr	100	anni
Calcoli	wT	2,18	
	a	68,9	mm/ora <sup>n</sup>
Calcolo durata critica	Dw	5,3	ore
Calcolo altezza di pioggia	h	123,69	mm
<b>Calcolo Volume di laminazione</b>	<b>Wo</b>	<b>13,84</b>	<b>mc</b>

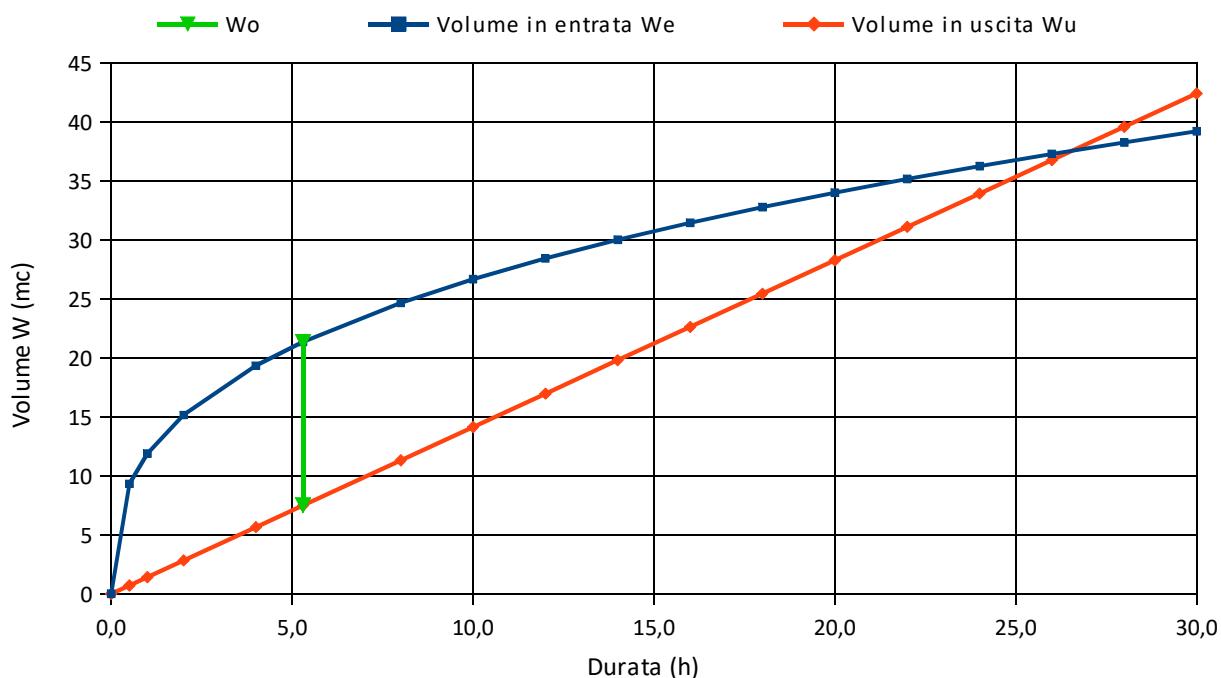


Fig. 10.1 – Individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico  $D_w$  e del volume di laminazione  $W_o$  per un evento con **Tempo di ritorno di 100 anni**.

## 11. VERIFICA DELL'IDONEITÀ DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA

### 11.1. Verifica dell'idoneità ambientale del sistema d'infiltrazione

Il progetto deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione nel terreno delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento.

Tuttavia, l'idoneità ambientale del sistema di infiltrazione deve essere analizzata anche in base alle caratteristiche di vulnerabilità della falda superficiale, ed al suo valore di soggiacenza. Infatti, se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile dal punto di vista idraulico l'infiltrazione dell'afflusso meteorico.

Nel caso specifico, come descritto al cap. 2, la falda superficiale ha una soggiacenza media presunta di circa 70-80 m dal p.c. ed un grado di vulnerabilità basso (indice G.O.D. = 0,27). Inoltre, sulla base della natura dell'intervento in progetto, è possibile formulare le seguenti considerazioni:

- non esistono elementi per ipotizzare una qualità delle acque meteoriche di cui si prevede l'infiltrazione, tale da comportare una contaminazione dell'acquifero superficiale;
- l'infiltrazione verrà eseguita in un'area esterna alle fasce di rispetto di eventuali opere di captazione ad uso potabile o domestico, per le quali viene richiesta una particolare azione di salvaguardia della risorsa idrica captata mediante il divieto di scarico delle acque meteoriche;
- il processo di infiltrazione proveniente dalle opere in progetto non comporterà un incremento del grado di instabilità del sito, con particolare riferimento alla presenza di versanti franosi o cavità sotterranee;
- il processo di infiltrazione non interferirà con la stabilità delle fondazioni o con i piani interrati degli edifici esistenti, in quanto i manufatti disperdenti verranno ubicati a distanza di sicurezza, come rappresentato nella planimetria di progetto, e consentiranno di raggiungere profondità di dispersione maggiori rispetto alla profondità di imposta delle fondazioni del nuovo edificio.

### 11.2. Verifica della funzionalità del sistema progettato

Dal calcolo effettuato al cap. 10, per garantire il funzionamento del sistema durante un evento meteorico con tempo di ritorno di 100 anni occorre un volume di laminazione di **13,84 m<sup>3</sup>**.

Il volume di laminazione disponibile è pari a quello del sistema d'infiltrazione, calcolato al cap. 9 pari a 12,25 m<sup>3</sup>, al quale va aggiunto il volume di 2 m<sup>3</sup> della vasca di raccolta delle acque piovane descritta al cap. 6; cautelativamente non è stato considerato il volume delle tubazioni di collettamento. Pertanto il sistema risulta verificato:

$$\begin{array}{rcl} \text{Volume di laminazione totale} & & \text{Volume di laminazione} \\ 14,25 \text{ m}^3 & > & \text{calcolato per Tr100 anni} \\ & & 13,84 \text{ m}^3 \end{array}$$

### 11.3. Verifica del tempo di svuotamento del sistema

Nel dimensionamento del sistema di infiltrazione è opportuno che le opere calcolate abbiano un tempo di svuotamento del sistema inferiore alle 48 ore, al fine di ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

Il tempo di svuotamento del pozzo progettato è di circa 10 ore, e pertanto il sistema risulta correttamente dimensionato.

---

## ***DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE***

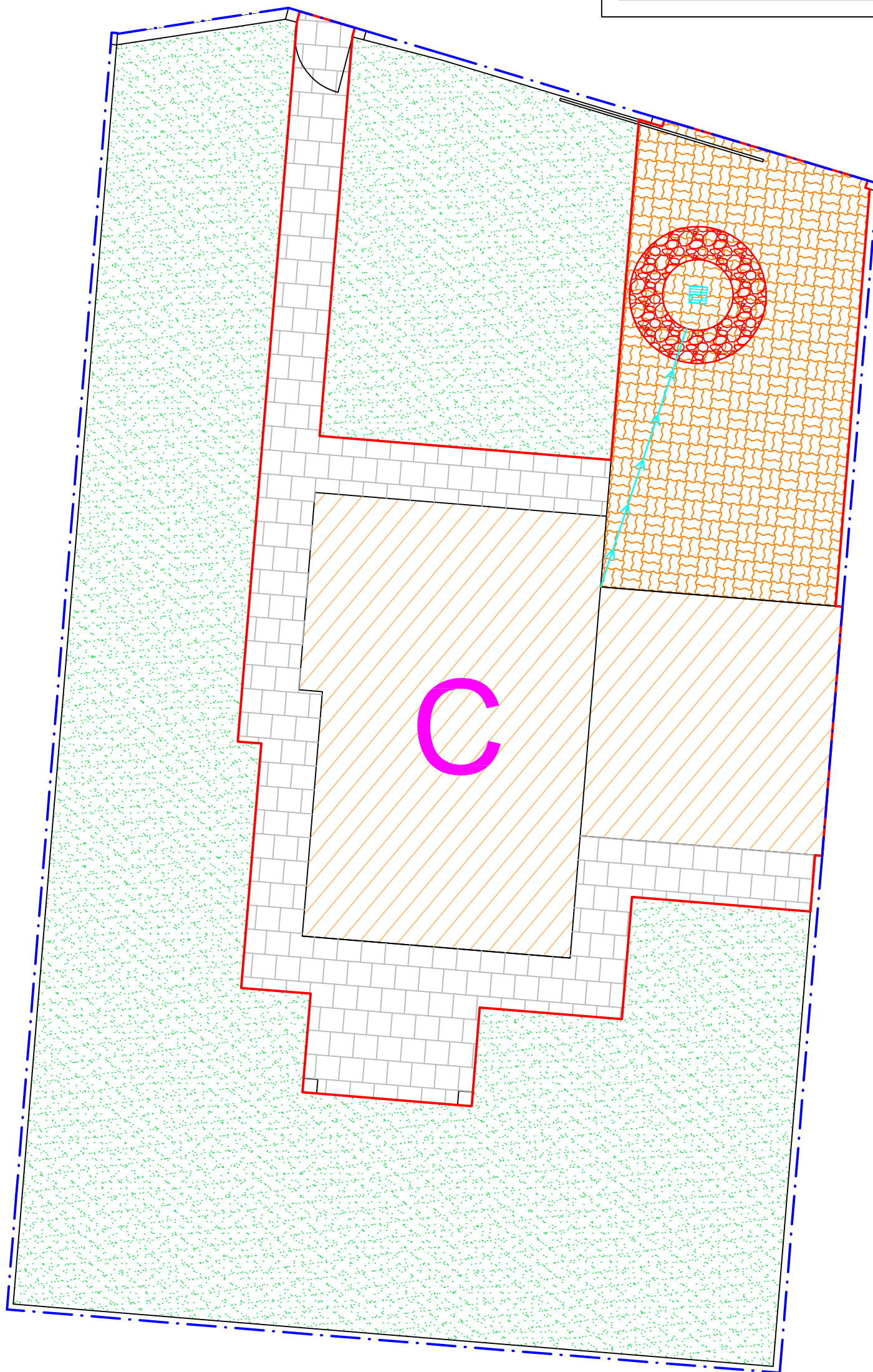
Nelle pagine seguenti vengono riportati gli elaborati grafici esplicativi delle opere progettate, ed in particolare:

- **TAV. INV.1:** Interventi di invarianza idraulica ed idrologica – Planimetria, alla scala 1:100 (foglio formato A3);
- **TAV. INV.2:** Interventi di invarianza idraulica ed idrologica – Sezione e particolari costruttivi, alla scala 1:50 (foglio formato A4).










PREVEDERE UNA VASCA DI RECUPERO  
ACQUA PIOVANA CON VOLUME MINIMO DI 2 mc  
(rif. art. 14 Allegato Energetico Regolamento Comunale)





**DEFINIZIONE SUPERFICI**

-  Edificio
-  Pavimentazioni impermeabili
-  Pavimentazioni semipermeabili in autobloccanti su letto di sabbia
-  Aree verdi, permeabili non collettate

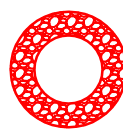
 Area d'interesse

 Superficie interessata dall'intervento con riduzione della permeabilità del suolo

**RETE ACQUE METEORICHE (schema di massima)**

-  Condotta acque meteoriche con direzione di deflusso
-  Griglia raccolta acque meteoriche con pozzetto

**OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA**

-  Pozzo d'infiltrazione:  
Ø interno 1,5 m  
H utile 3,5 m  
spessore dreni ai lati 0,7 m  
spessore dreni sul fondo 0,5 m

L'esatta disposizione della rete dei pluviali, delle caditoie e dei manufatti di invarianza potrebbe variare in fase esecutiva, sulla base delle condizioni al contorno riscontrate e delle pendenze effettive.



Dott. Geol. Mattia BERTANI  
Ordine dei Geologi del Piemonte n.588  
Casale Tabuloni, 32 - 28021 Borgomanero (No)  
tel. 0322 843722 - fax. 0322 060155 - cell. 349 1884498  
www.studiobertani.it - e-mail: mattia.bertani@atdot.it

Località: **Via Monte Sordo**  
**Comune di Somma Lombardo (Va)**

Titolo: **Lotto C**  
**Interventi di invarianza idraulica ed idrologica: Planimetria**

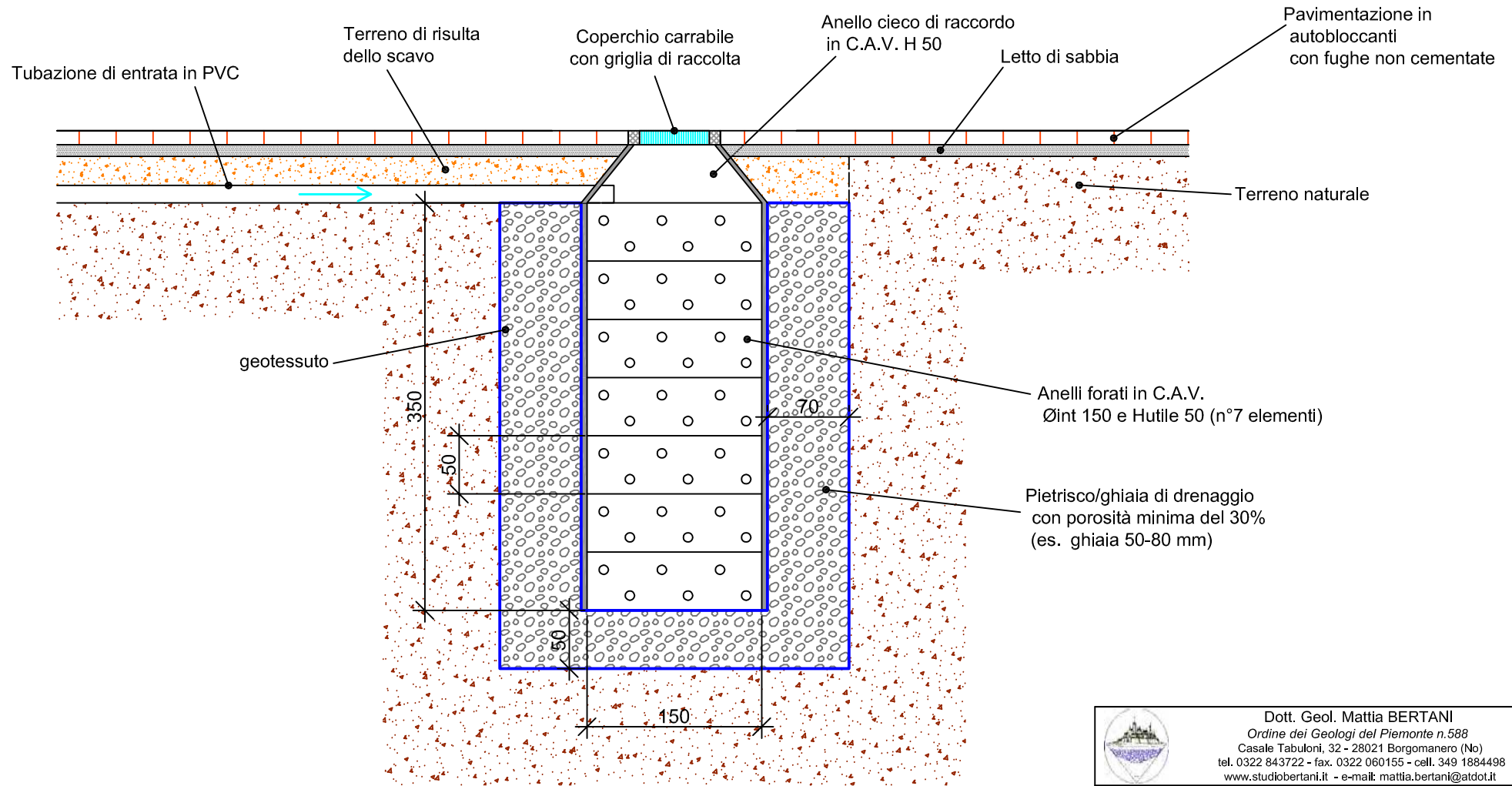
N. Tavola:

**INV.1**

Commissa: rif: 1054-21 File: viamontesordo\_lottoC\_INV.1\_A3.pdf

Rev: 00 Data emissione: Novembre 2021 Foglio: A3 Scala: 1:100

# SEZIONE POZZO D'INFILTRAZIONE



L'esatto schema costruttivo del pozzo d'infiltrazione e dello strato di drenaggio potrebbe variare in fase esecutiva, sulla base delle condizioni al contorno riscontrate, della stabilità delle pareti di scavo e della finitura del pozzetto di ispezione, fermo restando le seguenti dimensioni progettuali:  
 Øinterno, Hutile, spessore minimo del dreno alla base ed ai lati del pozzo.  
 Verificare in fase esecutiva l'effettiva permeabilità dei terreni, qui assunta pari a  $2 \times 10^{-5}$  m/s, così da confermare la bontà del dimensionamento del sistema.  
 Verificare in fase esecutiva l'assenza della falda, almeno per la profondità di due metri dalla quota di fondo del pozzo d'infiltrazione.

misure in millimetri

 Dott. Geol. Mattia BERTANI Ordine dei Geologi del Piemonte n.588 Casale Tabuloni, 32 - 28021 Borgomanero (No) tel. 0322 843722 - fax. 0322 060155 - cell. 349 1884498 www.studiobertani.it - e-mail: mattia.bertani@atdot.it			
Località: <b>Via Monte Sordo</b>			
Comune di <b>Somma Lombardo (Va)</b>			
Titolo: <b>Lotto C</b>			N. Tavola:
Interventi di invarianza idraulica ed idrologica: <b>Sezione</b>			<b>INV.2</b>
Commissa:	File:		
rif: 1054-21	viamontesordo_lottoC_INV.2_A4.pdf		
Rev:	Data emissione:	Foglio:	Scala:
00	Novembre 2021	A4	1:50

## **PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA**

La manutenzione delle opere 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.

Il presente piano di manutenzione è stato redatto con i contenuti di cui all'art. 13 del R.R. 7/2017 e si compone delle seguenti parti:

- descrizione delle strutture componenti il sistema di invarianza;
- definizione degli interventi di manutenzione da eseguire per garantire la funzionalità del sistema.

### DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE COMPONENTI IL SISTEMA

Il sistema previsto per conseguire l'invarianza idrologica ed idraulica è formato dalle seguenti componenti:

- rete di distribuzione delle acque meteoriche provenienti dalle coperture (tetti ed aree pavimentate), costituita da tubazioni in PVC;
- n° 1 pozzo disperdente del diametro interno di 1,5 m ed altezza utile di 3,5 m formato da anelli forati in CAV sovrapposti, con strato drenante di spessore minimo di 0,5 m alla base e di 0,7 m ai lati.

### DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Gli interventi di manutenzione delle opere di invarianza idraulica ed idrologica possono essere suddivisi in interventi ordinari, da svolgersi periodicamente seguendo un calendario prestabilito, ed in interventi straordinari, necessari al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamenti, guasti, o successivamente ad eventi meteorici significativi che possano aver compromesso la funzionalità del sistema.

Le opere progettate, consistenti nella posa di pozzi d'infiltrazione, non richiedono particolari manutenzioni, se non quelle di seguito descritte.

Gli interventi di **manutenzione ordinaria**, da prevedere a seguito di semplice controllo visivo dello stato di efficienza degli elementi drenanti a seguito di ogni evento meteorico significativo che li vede coinvolti, o comunque ogni sei mesi sono:

- controllo e rimozione di eventuali accumuli di sedimenti o fanghi presenti sul fondo del pozzo;
- controllo dello stato dei canali di gronda ed eventuale rimozione dei detriti presenti, al fine di ripristinare le condizioni di deflusso della rete di drenaggio e di ridurre il trascinarsi di materiale di varia natura in sospensione (a questo proposito si consiglia l'installazione nelle grondaie di filtri anti-intasamento).

Gli interventi di **manutenzione straordinaria**, da prevedere solo nel caso in cui si evidenziasse una riduzione nella capacità drenante del sistema causato dall'occlusione dello strato filtrante adibito all'infiltrazione indotta dalle sostanze solide trasportate dalle acque meteoriche e dallo sviluppo di biomasse adese alle particelle del terreno (che si può manifestare con la formazione di ristagni superficiali o impaludamenti in corrispondenza dei manufatti d'infiltrazione), consistono nel rinnovamento dello strato filtrante situato ai lati del pozzo.

***ASSEVERAZIONE DEL PROGETTISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL  
PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO REGIONALE (ALLEGATO E)***

**Allegato E - Asseverazione del professionista in merito alla conformità  
del progetto ai contenuti del regolamento**

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ  
(Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)**

Il sottoscritto MATTIA BERTANI, nato a Borgomanero (No) il 20/08/1977 e residente a Gozzano (No) in Via Fratelli Rosselli n°7, iscritto all'Ordine dei Geologi del Piemonte al n°588-Sezione A incaricato da IMMOBILIARE KOLIBA S.r.l..... in qualità di.....  
[ ] proprietari, [ ] utilizzatore, [ ] legale rappresentante .....  
di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di .....  
NUOVA COSTRUZIONE DI EDIFICIO RESIDENZIALE (LOTTO C DEL PIANO ATTUATIVO).....  
sito in Provincia di VARESE..... Comune di SOMMA LOMBARDO.....  
in via/piazza VIA MONTE SORDO.....  
Foglio n. 9..... Mappali nn. 9406, 18639, 18640, 18641, 18642.....

**In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici**

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

**DICHIARA**

- che il comune di SOMMA LOMBARDO, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
- A: ad alta criticità idraulica
  - B: a media criticità idraulica
  - C: a bassa criticità idraulica

oppure

- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto si applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 mq e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un recettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che per per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerata la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo) ..... , pari a:
- 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del recettore .....
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un recettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s 0,39, che equivale ad una portata infiltrata pari a 22,76 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

- che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del Regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
  - Classe "0"
  - Classe "1" Impermeabilizzazione potenziale bassa
  - Classe "2" Impermeabilizzazione potenziale media
  - Classe "3" Impermeabilizzazione potenziale alta
- che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
  - all'articolo 12, comma 1 del Regolamento
  - all'articolo 12, comma 2 del Regolamento
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:
  - all'articolo 10, comma 1 del Regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
  - all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del Regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)
- di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del Regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del Regolamento;

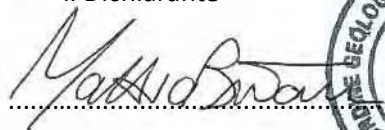
#### ASSEVERA

- che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal Regolamento (articoli 6 e 10 del Regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal Piano di Governo del Territorio, dal Regolamento Edilizio e dal Regolamento;
- che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;
- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**


Borgomanero, 29 novembre 2021

Il Dichiarante



**Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica. La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.**



Cognome.....		
Nome.....	BERTANI	
nato il.....	MATTIA	
(atto n.....	20-08-1977	
a.....	629 (1) A 1977	
Cittadin.....	BORGOMANERO (NO)	
Residenza.....	ITALIANA	
Via.....	GOZZANO (NO)	
Stato civile.....	FRATELLI ROSSELLI 7	
Professione.....	GEOLOGO CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI	
Statura.....	175	
Capelli.....	CASTANI	
Occhi.....	CASTANI	
Segni particolari.....	NESSUNO	

Prov. di Novara

COMUNE DI GOZZANO

Firma del titolare..... *Mattia Bertani*

GOZZANO Il 25-11-2017

IL SINDACO

Impronta del dito  
indice sinistro

COMUNE DI GOZZANO