

Studio di Geologia - Dott. Geol. Luigi Renna - Dott. Geol. Niccolò Crestana
Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 349 2936733 - 347 9428449
mail: renna@crestanasrls.com - crestana@crestanasrls.com

COMUNE DI PIAN CAMUNO

PROVINCIA DI BRESCIA
Regione Lombardia

PIANO DI LOTTIZZAZIONE P.A.R. 29, IN VIA BATTAGLIONE EDOLO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA

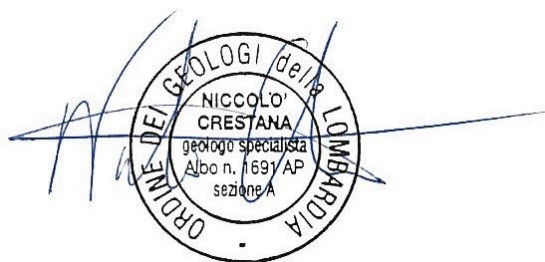
ai sensi del R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 (D.G.R. XI/1516 del 15/04/2019) “Disposizioni sull'applicazione dei principi di **invarianza idraulica ed idrologica**. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”)

Committente: Sipac S.r.l.

Data:
23 Giugno 2022

I Tecnici:
Dott. Geol. Niccolò Crestana
Ordine dei Geologi della Lombardia n°1691

Dott. Geol. Luigi Renna
Ordine dei Geologi della Lombardia n°1667



INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 Riferimenti Normativi	3
2. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO.....	4
2.1 Inquadramento Geologico	4
2.2 Caratteri Idrogeologici locali	6
2.3 Rete Idrografica locale	7
2.4 Piano di Gestione Rischio Alluvioni	8
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE – DATI DIRETTI.....	10
3.1 Prove di permeabilità in sito.....	11
4. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA.....	13
4.1 Localizzazione dell'intervento	13
4.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto	15
4.3 Definizione del coefficiente medio ponderale e del requisito minimo richiesto	16
4.4 Calcolo del volume di laminazione – Metodo delle sole piogge	17
5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE.....	19
5.1 Permeabilità dei terreni	19
5.2 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche	20
6. PIANO DI MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA	24
6.1 Operazioni di manutenzione ordinaria.....	24
6.2 Operazioni di manutenzione straordinaria	24
7. CONCLUSIONI.....	25

1. PREMESSA

Su incarico conferito da *Sipac S.r.l.* e a seguito dei colloqui intercorsi con il *Geom. William Cotti*, è stata redatta una Relazione Tecnica a carattere idrogeologico, relativa la definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica, in merito al Piano di Lottizzazione P.A.R. 29, in Via Battaglione Edolo, nel Comune di Pian Camuno (BS).

Lo studio viene eseguito in ottemperanza a quanto prescritto dal **R.R. n°8 del 19 Aprile 2019** (D.G.R. XI/1516 del 15/04/2019) *“Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”)*.

Il presente elaborato tiene conto inoltre di quanto disposto dalla normativa nazionale (D.Lgs. 3 aprile 2006 n° 152), da quella regionale (R.R. 4 del 24/03/2006) e quanto previsto dalla Provincia di Brescia (Area ambientale-Servizio Acqua e Suolo) in materia di rilascio delle autorizzazioni agli scarichi sul suolo e nei primi strati del sottosuolo.

Per la verifica della fattibilità dell’opera di progetto ci si attiene alla D.G.R. 30 Novembre 2011 – n° IX/2616 *“Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”*.

1.1 Riferimenti Normativi

- R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 *“Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”)*
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 *“Norme in materia ambientale”* con riferimento alla Parte Terza *“Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse idriche”* - Sezione II *“Tutela delle acque dall’inquinamento”*
- R.R. n°4 del 24 Marzo 2006 *“Disciplina dello smaltimento delle acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell’articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26”*
- D.G.R. 30 Novembre 2011 – n° IX/2616 *“Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n° 12”, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n° 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n° 8/7374”*
- D.G.R. 19 Giugno 2017 – n° X/6738 *“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”*
- Associazione Geotecnica Italiana *“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche in sito”* (1977).

2. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO

Nel presente capitolo viene redatto, sulla base di quanto già affrontato nella Relazione Geologica e Geotecnica eseguita dal sottoscritto per il progetto in oggetto, un inquadramento geologico, idrografico ed idrogeologico mirato e propedeutico alla parametrizzazione tecnica dello studio di invarianza idraulica ed idrologica del progetto.

2.1 Inquadramento Geologico

L'area di progetto si colloca alla base del versante sinistro della bassa Val Camonica, in prossimità dello sbocco verso il Lago d'Iseo, in adiacenza al corso d'acqua denominato Val Roncaglia, e nello specifico, in corrispondenza dei conoidi alluvionali che fungono da raccordo tra i versanti montuosi, con la sottostante piana di fondovalle del Fiume Oglio.

La bassa Val Camonica è caratterizzata dalla presenza di un'ampia piega anticlinale, disposta con piano assiale allungato in direzione est-ovest, che porta in affioramento sul fianco sinistro della valle le rocce appartenenti al basamento cristallino sudalpino, rappresentate dalla formazione dei Micascisti del Maniva.

Il territorio comunale di Pian Camuno si trova all'incirca nella zona di cerniera della piega e le unità della copertura sedimentaria, limitate al settore sommitale e ad un piccolo tratto del piede del versante della Val Camonica, sono sovrapposte in discordanza al basamento cristallino con una disposizione sub-orizzontale o poco inclinata che accompagna la piega nel suo complesso.

La disposizione della scistosità del basamento è fortemente disturbata da pieghe a vario livello e faglie, spesso sottolineate da fasce cataclastiche o milonitiche, anche a livello strettamente locale, che non consentono di valutare nel dettaglio la struttura all'interno dell'anticlinale. I lineamenti tettonici meglio riconoscibili sono rappresentati da faglie che coinvolgono anche la copertura sedimentaria e sono in genere disposti secondo la direzione NE-SO e NO-SE, lungo le quali si sono impostati i principali assi di drenaggio del versante sinistro della Val Camonica, come i torrenti Re di Artogne, Re di Gratacasolo e le linee di impluvio comprese tra questi. Ad una linea di faglia è legata la presenza della formazione di Collio alla base del versante della valle nella zona di Beta a e Solato. Le strutture tettoniche controllano direttamente anche i fenomeni gravitativi profondi presenti sul versante della Val Camonica e sui versanti delle valli laterali.

Nell'ambito del territorio comunale il substrato roccioso è spesso coperto da coltri e lembi di depositi superficiali che raggiungono talora una potenza considerevole, soprattutto in corrispondenza del fondovalle del fiume Oglio.

I depositi di conoide alluvionale sono caratterizzati dalla tipica forma a ventaglio che i corsi d'acqua formano quando incontrano, lungo il loro percorso, una sensibile diminuzione del gradiente topografico e subiscono una diminuzione della velocità e quindi della capacità di trasporto della corrente. Si tratta di depositi sciolti, con clasti generalmente arrotondati, le cui dimensioni diminuiscono dall'apice del conoide verso la zona distale, in relazione alla progressiva diminuzione della velocità della corrente.

I depositi alluvionali attuali e recenti corrispondono rispettivamente ai depositi che formano l'alveo e la piana alluvionale dei corsi d'acqua. Si tratta pertanto di sedimenti clastici, legati essenzialmente all'azione trattiva della corrente, depositi lungo l'alveo al calare delle piene o all'esterno di esso durante le esondazioni. I clasti sono in genere ben arrotondati e la loro dimensione media dipende dalla velocità della corrente che li ha depositi.

A seguito dell'esecuzione delle indagini in sito, è stata constatata la presenza, in tutto il lotto d'interesse progettuale, oltre un primo orizzonte superficiale vegetale/rimaneggiato, di depositi di conoide alluvionale, contrariamente a quanto esposto all'interno dello studio geologico comunale (Fig. 1, in cui vengono segnalati per l'intero ingombro di studio, depositi alluvionali recenti.

Tali depositi, costituiti da sabbie e ghiaie sciolte, in matrice limoso-argillosa, sono riconducibili alla porzione terminale del conoide alluvionale che caratterizza la Valle Roncaglia, cartografato nelle immediate vicinanze dell'area di studio (Fig. 1).

A tal proposito si specifica che tali depositi possono essere ricoperti da materiali di rimaneggiamento legati alle passate attività edilizie, avvenute nelle aree adiacenti, o a passati interventi di regolarizzazione della topografia.

2.2 Caratteri Idrogeologici locali

L'assetto idrogeologico del territorio di Pian Camuno è legato alla circolazione idrica sotterranea che si instaura in funzione della permeabilità delle unità litologiche sopra descritte e ai loro rapporti stratigrafici.

Nell'area in esame, il modello idrogeologico di riferimento è caratterizzato da acquiferi superficiali sospesi, discontinui e poco produttivi che circolano all'interno dei depositi superficiali alluvionali di conoide.

Si segnala che, durante l'avanzamento delle prove non sono state riscontrate aste umide, tuttavia, successivamente all'esecuzione delle prove penetrometriche, all'interno dei fori di prova, sono stati comunque inseriti tubi piezometrici in PVC del diametro di 1/2", per la misura di un eventuale livello di falda. Dalle misure effettuate, è stata rilevata la presenza di un acquifero a partire da circa -1,30/-2,60 m dal p.c..

Tale falda sospesa superficiale, si colloca ad una quota ben superiore rispetto al sistema acquifero di fondovalle, ed è sostenuta dai livelli fini depositatisi per esondazione nella piana e nella zona distale dei conoidi. Queste falde sono alimentate dall'infiltrazione delle acque provenienti dalla zona del piede dei versanti e dai conoidi e, molto probabilmente, vista la presenza di numerose sorgenti alla base dei versanti, anche dalle acque sotterranee provenienti dal settore montuoso.

Si segnala inoltre che fenomeni di umidità/livelli acquiferi, potranno comparire a profondità inferiori di quelle rilevate, soprattutto in condizione di elevata alimentazione delle falde, a causa del susseguirsi di periodi caratterizzati da piovosità intensa e prolungata.

Le falde medie-profonde confinate o semiconfinite, sono contenute invece negli acquiferi ghiaioso-sabbiosi o ghiaioso-conglomeratici, compresi tra intervalli prevalentemente limoso-argillosi. Tali falde sono presenti nella porzione di territorio d'interesse a partire da circa 15-20 m dal p.c., in corrispondenza delle potenti sequenze alluvionali ghiaioso-sabbiose. L'alimentazione di tali falde medie-profonde deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e da dispersioni da subalveo da parte della rete idrica superficiale, nonché dagli apporti ipogei connessi alla circolazione idrica di tipo carsico sviluppata nel substrato roccioso del settore montano e pedemontano.

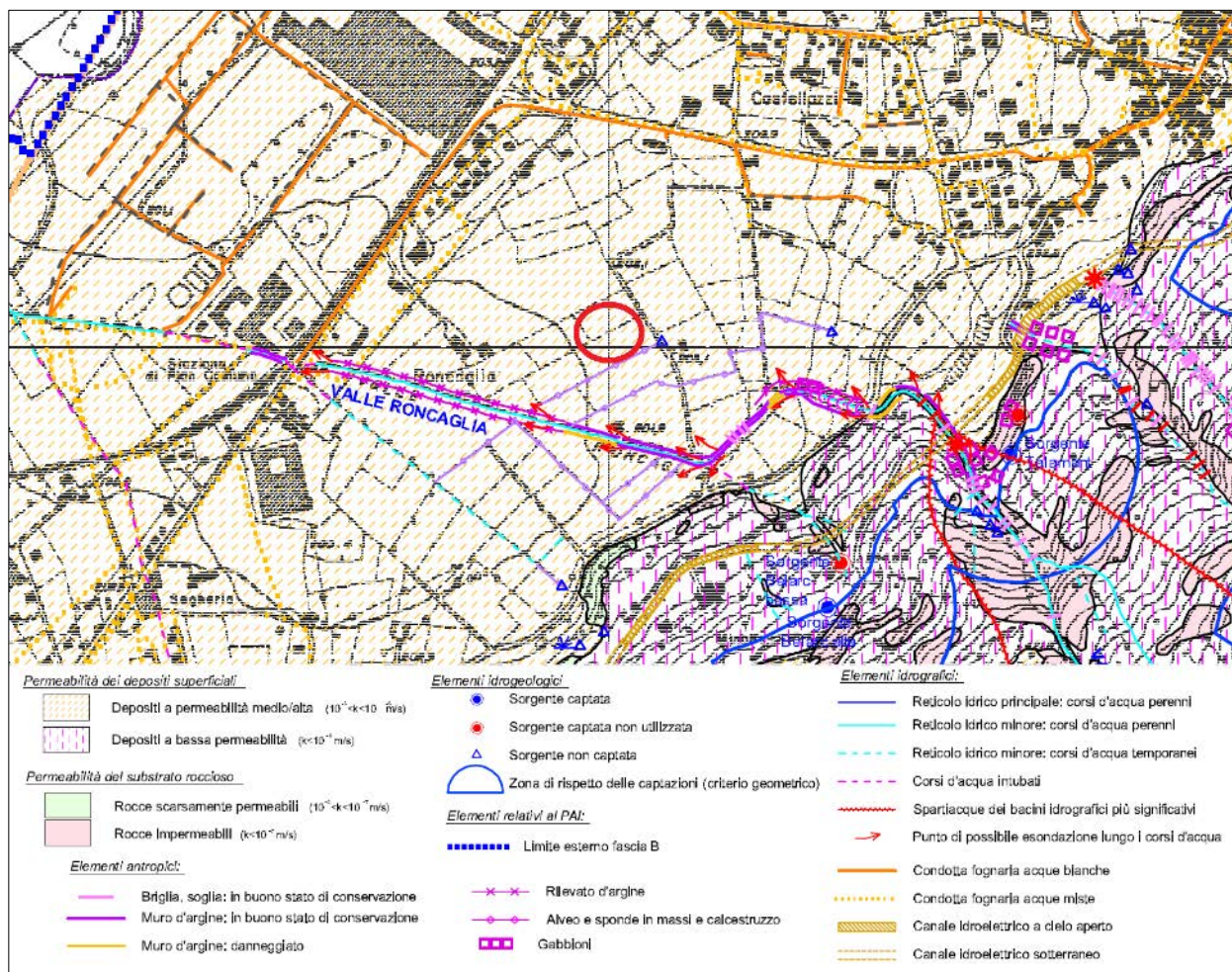


Fig. 2 - Stralcio della "Carta Idrogeologica e del sistema idrografico" (Tav. 3 - Agosto 2007), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.3 Rete Idrografica locale

L'**idrografia superficiale** del territorio comunale, è caratterizzata dalla presenza di corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale come il Fiume Oglio, il torrente Re di Artogne (o Valle di Artogne) ed il torrente Re di Gratacasolo. Tutti gli altri corsi d'acqua naturali presenti nel territorio comunale fanno parte del reticolo idrico minore.

Il Fiume Oglio, i torrenti Re di Artogne, Val Roncaglia e Re di Gratacasolo sono caratterizzati da un regime naturale perenne con portate relativamente variabili nel corso dell'anno, ma risentono delle interferenze antropiche che determinano situazioni particolari in quanto sono tutti soggetto di derivazioni di acqua principalmente per finalità idroelettriche.

L'area di progetto non interferisce con alcuna asta idrica del bacino idrografico, non ricadendo quindi entro le rispettive fasce di tutela previste, come confermato all'interno dello studio di "Individuazione del Reticolo Idrico Minore e Fasce di Tutela" comunale vigente (**Fig. 3**), dalla "Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano" e nella "Carta dei Vincoli" allegate alle "Norme Geologiche di Piano" comunali.

Il deflusso idrico superficiale entro l'area di indagine ed in quelle limitrofe avviene essenzialmente per spaglio superficiale e tramite i corsi d'acqua a cielo aperto, presenti in tale porzione del territorio comunale.

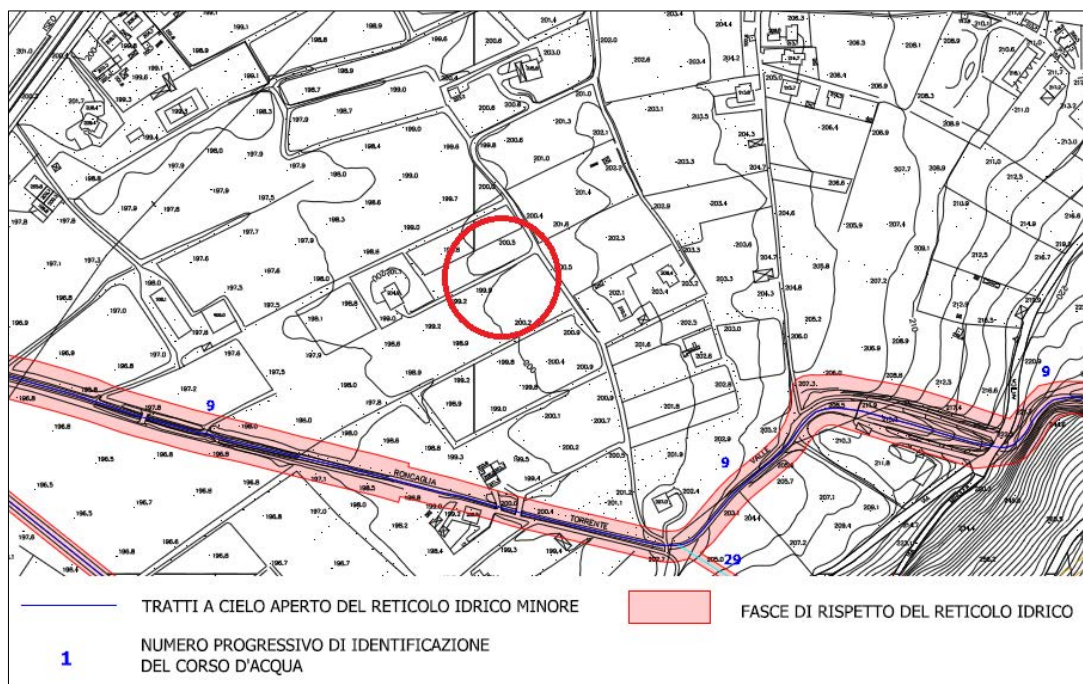


Fig. 3 - Stralcio della carta "Settore di territorio urbanizzato: Foglio A "Pian Camuno" (Tav. 2), allegata allo studio di "Individuazione del Reticolo Idrico Minore e delle Fasce di Rispetto", con ubicazione dell'area d'interesse.

2.4 Piano di Gestione Rischio Alluvioni

Il **Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)** è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal D.Lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Per **alluvione** si intende qualsiasi evento che provoca un allagamento temporaneo di un territorio non abitualmente coperto dall'acqua, purché direttamente imputabile a cause di tipo meteorologico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con D.P.C.M. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Secondo la D.G.R. n°6738 (Giungo 2017, e Revisione 2020) vigente in materia, l'area di progetto ricade, all'interno dell'area esondabile con scenario raro L (P1) dell'ambito di Pericolosità RSCM, coincidente alla zonazione del vincolo PAI "Cn": "Trasporto in massa di conoide - Area protetta" (Fig. 4).

Tale aspetto è confermato sia all'interno della "Carta dei Vincoli" (Tav. 3), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale vigente e di conseguenza, le relative prescrizioni sono state integrate alle normative di carattere geologico (*Classe di Fattibilità 2u e 3z*) e alla "Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano" (Tav. 7C).

Secondo quanto esposto all'interno delle Norme Geologiche di Piano del P.G.T. comunale vigente "Le condizioni di pericolosità riscontrate per queste aree in occasione degli eventi considerati nell'analisi morfologica non sono tali da escludere a priori la possibilità di interventi di nuova edificazione, ma rendono necessario il ricorso ad accorgimenti finalizzati a mitigare le condizioni di rischio".

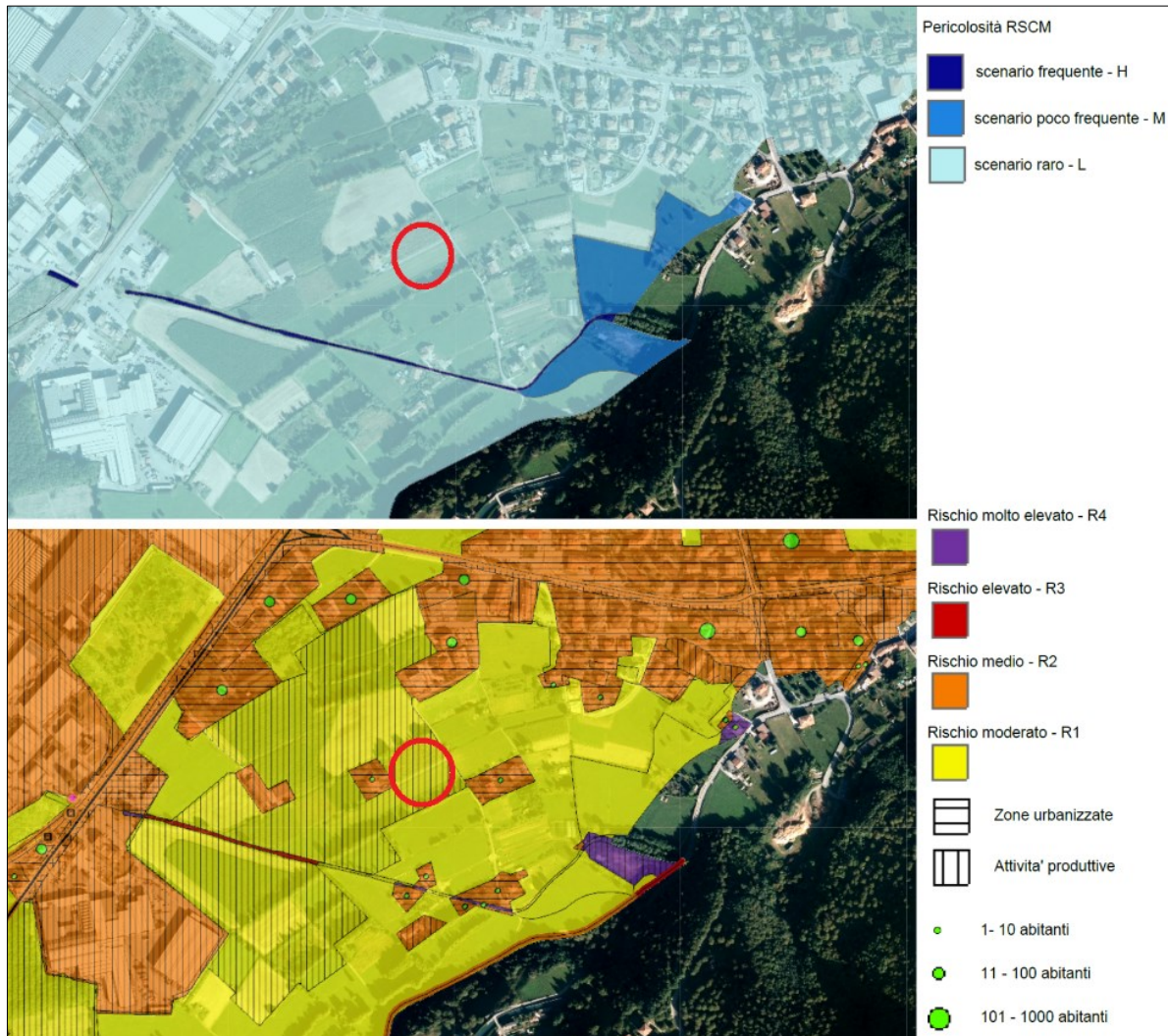


Fig. 4 - Stralcio della Mappa degli Scenari di Pericolosità da alluvione e Mappa del Rischio Alluvioni stralciate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Dicembre 2020).
Fonte Viewer Geografico del Geoportale della Regione Lombardia.

Sulla base dello scenario di pericolosità individuato, si specifica che la realizzazione delle opere idrauliche prescritte nel presente studio, contribuiranno alla mitigazione di eventuali fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico, nonché alla tutela dello scenario di rischio e pericolosità idrogeologica segnalata per l'area d'interesse, non aggravando il bilancio idrologico/idrogeologico di quest'ultima.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE - DATI DIRETTI

A supporto della presente relazione tecnica, è stato redatto un **modello stratigrafico** medio del sito di progetto, utilizzando dati geologici e geotecnici derivanti dalla Relazione Geologica e Geotecnica redatta dal sottoscritto per il progetto in oggetto, e sulla base delle indagini geognostiche eseguite nell'area di interesse.

L'area oggetto d'indagine si colloca in corrispondenza dei conoidi alluvionali che fungono da raccordo tra i versanti montuosi della bassa Valle Camonica, con la sottostante piana di fondovalle del Fiume Oglio.

Dall'analisi delle verticali di prova, è stata constatata inizialmente la presenza, di un primo spessore pari a circa -0,6/-0,8 m correlabile ad uno strato vegetale superficiale/rimaneggiato (*Unità S - Strato 1*), scarsamente addensato. Da -0,6/-0,8 m a circa -7,4/-9,8 m, si rinvencono depositi di conoide alluvionale costituiti da ghiaie e sabbie sciolte, immersi in matrice limoso-argillosa, nel complesso scarsamente addensati (*Unità A - Strato 2*). Oltre -7,4/-9,8 m dal p.c. si rinvencono depositi alluvionali costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli in matrice limoso-argillosa, moderatamente addensati (*Unità B - Strato 3*).

MODELLO GEOLOGICO LOCALE

	Unità geologica	Caratteristiche litologiche	q _c (kg/cm ²)	Denominazione AGI
STRATO 1	Unità S	Terreno vegetale/rimaneggiato prevalentemente limoso-sabbioso-torboso	21-29	Scarsamente addensato
da 0,0 a -0,6/-0,8 m				
STRATO 2	Unità A	Depositi di conoide alluvionale costituiti da ghiaie e sabbie in matrice limoso-argillosa	10-15	Scarsamente addensato
da -0,6/-0,8 m a -7,4/-9,8 m				
STRATO 3	Unità A	Depositi di conoide alluvionale costituiti da ghiaie e sabbie con ciottoli in matrice limoso-argillosa	29-32	Moderatamente addensato
Oltre -7,4/-9,8 M dal p.c.				

Si segnala che, durante l'avanzamento delle prove non sono state riscontrate aste umide, tuttavia, successivamente all'esecuzione delle prove penetrometriche, all'interno dei fori di prova, sono stati comunque inseriti tubi piezometrici in PVC del diametro di 1/2", per la misura di un eventuale livello di falda. Dalle misure effettuate, è stata rilevata la presenza di un acquifero superficiale a partire da circa -1,3/-2,6 m dal p.c..

Quanto riscontrato risulta compatibile con l'assetto idrogeologico dell'area, caratterizzato dalla presenza di acquiferi superficiali circolanti in lenti a maggiore permeabilità, sostenuti alla base da strati più francamente limoso-argillosi semi-impermeabili. Si segnala inoltre che fenomeni di umidità/livelli acquiferi, potranno comparire a profondità inferiori di quelle rilevate, soprattutto in condizione di elevata alimentazione delle falde, a causa del susseguirsi di periodi caratterizzati da piovosità intensa e prolungata.

3.1 Prove di permeabilità in sito

Per la definizione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti in sito, sono state eseguite, entro gli scavi esplorativi T1 e T2, specifiche **prove di permeabilità a carico variabile**.

Metodologia ed esecuzione della prova

Le prove di permeabilità sono state eseguite inserendo all'interno dello scavo esplorativo un tubo cieco del diametro di 196 mm e con lunghezza pari a 2,0 m.

Le prove di permeabilità possono essere di due tipologie:

- prove a carico costante, effettuate cioè riempiendo d'acqua il tubo e misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello;
- prove a carico variabile, effettuate misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo.



Fig. 5 - Esecuzione di prova di permeabilità in sito.

Le prove, in questo caso di tipo a carico variabile, sono state eseguite nel terreno preventivamente saturato, mediante riempimento del fondo foro, circoscritto dal tubo circolare del diametro di 196 mm, con acqua per quasi l'intera altezza del tubo, con misura della velocità di abbassamento del livello idrico in funzione del tempo.

La stima del *coefficiente di permeabilità* (k), è stata ricavata utilizzando la seguente formula (A.G.I. – 1977):

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

in cui:

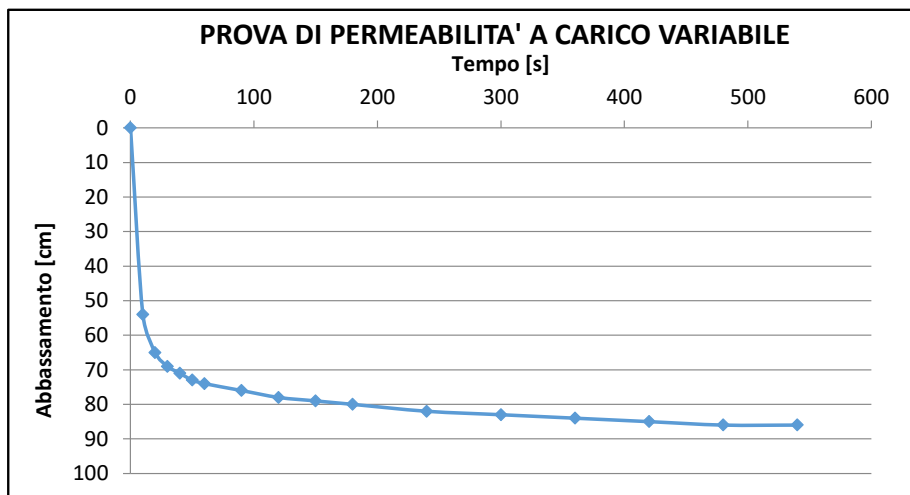
A = area di base della tubazione;

$h_2 - h_1$ = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti t_1 e t_2 ;

$t_2 - t_1$ = tempi ai quali si misurano h_1 e h_2 ;

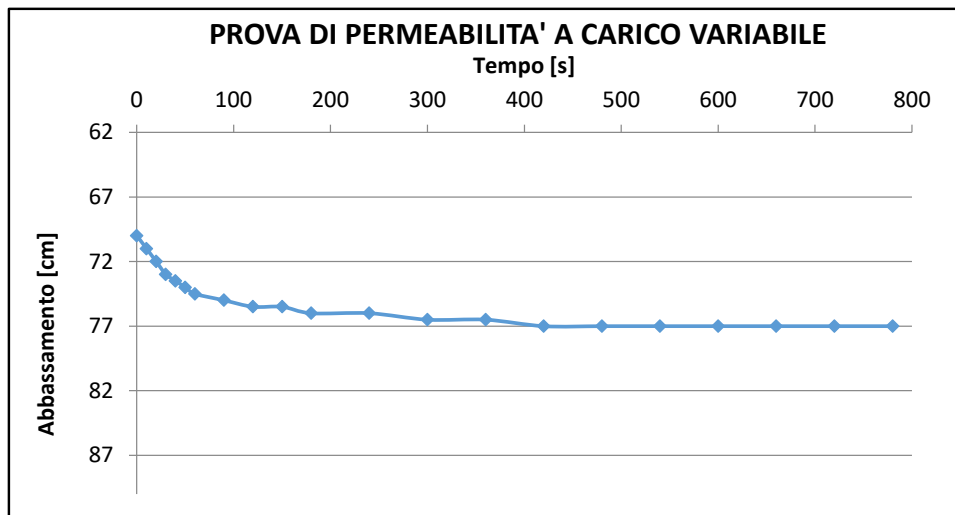
C_L = coefficiente di forma dipendente dall'area del foro della tubazione e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto.

T1



tempo [s]	abbassamento [cm]	livello [cm]
0	0	200
10	54	146
20	65	135
30	69	131
40	71	129
50	73	127
60	74	126
90	76	124
120	78	122
150	79	121
180	80	120
240	82	118
300	83	117
360	84	116
420	85	115
480	86	114
540	86	114

T2



tempo [s]	abbassamento [cm]	livello [cm]
0	70	70
10	71	69
20	72	68
30	73	67
40	74	67
50	74	66
60	75	66
90	75	65
120	76	65
150	76	65
180	76	64
240	76	64
300	77	64
360	77	64
420	77	63
480	77	63
540	77	63
600	77	63
660	77	63
720	77	63
780	77	63

Fig. 6 - Schemi di calcolo del coefficiente di permeabilità (T1 in alto, T2 in basso).

Interpretazione dei risultati

In relazione alla formula riportata e ai risultati presentati in **Fig. 8**, si ottiene il seguente coefficiente di permeabilità (k) di sito:

SCAVO	PROFONDITÀ DEL TRATTO DI PROVA (m da p.c.)	LITOLOGIA	PERMEABILITÀ K
T1	Da -2,0	Ghiaia e sabbia limoso-argillosa	$2,55 \times 10^{-5}$ m/s
T2	Da -1,4	Sabbia limoso-argillosa con livelli torbosi	$3,31 \times 10^{-6}$ m/s

Sulla base dei dati raccolti dalle prove in situ, ai depositi superficiali presenti all'interno dell'area d'interesse, sono attribuiti valori di permeabilità medio-bassi con deboli capacità di drenaggio.

4. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

Per l'applicazione di quanto richiesto dalla normativa vigente, la presente relazione definisce le modifiche all'assetto idrologico esistente indotte dalle trasformazioni in progetto, al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico, provocati dall'impermeabilizzazione dei suoli garantendo il principio di invarianza idraulica.

Il progetto preliminare di invarianza idraulica a corredo delle opere edificatorie per cui è richiesto il titolo abilitativo è stato articolato nelle seguenti fasi:

1. Localizzazione dell'intervento con definizione delle criticità esistenti
2. Individuazione delle superfici impermeabili di progetto
3. Definizione del coefficiente medio ponderale
4. Verifiche idrologiche locali e stima del bilancio idrologico
5. Definizione della superficie di invaso richiesta
6. Proposte di dispersione delle acque all'interno della proprietà

4.1 Localizzazione dell'intervento

L'area di intervento, identificata dai *Mappali n°400,402, 9206 del Foglio 1*, è ubicata in Via Battaglio Edolo, a circa 700 m in direzione W-SW dal Municipio comunale, nella porzione centrale del territorio comunale di Pian Camuno (**Fig. 7**).



Fig. 7 - Individuazione dell'area oggetto d'interesse su mappa catastale e su immagine da satellite (fonti Viewer Geografico Regione Lombardia).

Il lotto d'interesse, in particolare, è individuato nella CTR RL (*Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia*) alla scala 1:10.000 nella tavola D4B4 e possiede, nel punto mediano, le seguenti coordinate geografiche (Gauss-Boaga): 5077025,47 latitudine N – 1589035,69 longitudine E.

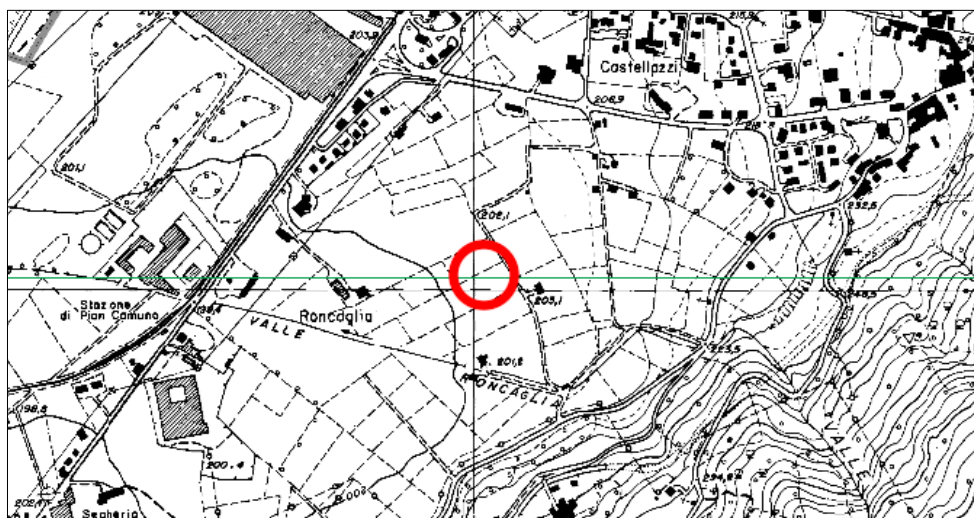


Fig. 8 - Individuazione dell'area di interesse progettuale su aerofotogrammetrico.

Ai sensi della D.G.R. del 20 novembre 2017, n. 7372, e successive modifiche (Aprile 2019), il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori. Ad ogni Comune è associata una criticità: A –alta criticità, B –media criticità, C –bassa criticità (**Fig. 9**). Il territorio di Pian Camuno ricadrebbe nella classe di criticità bassa (*criticità C*). Tuttavia, gli interventi di progetto rientrano all'interno del Piano di Lottizzazione P.A.R. 29 del PGT comunale, pertanto, secondo l'art. 5 comma 7 del regolamento n° 7/2017, si ritiene di assegnare all'area di studio una classe di criticità alta (Area A).

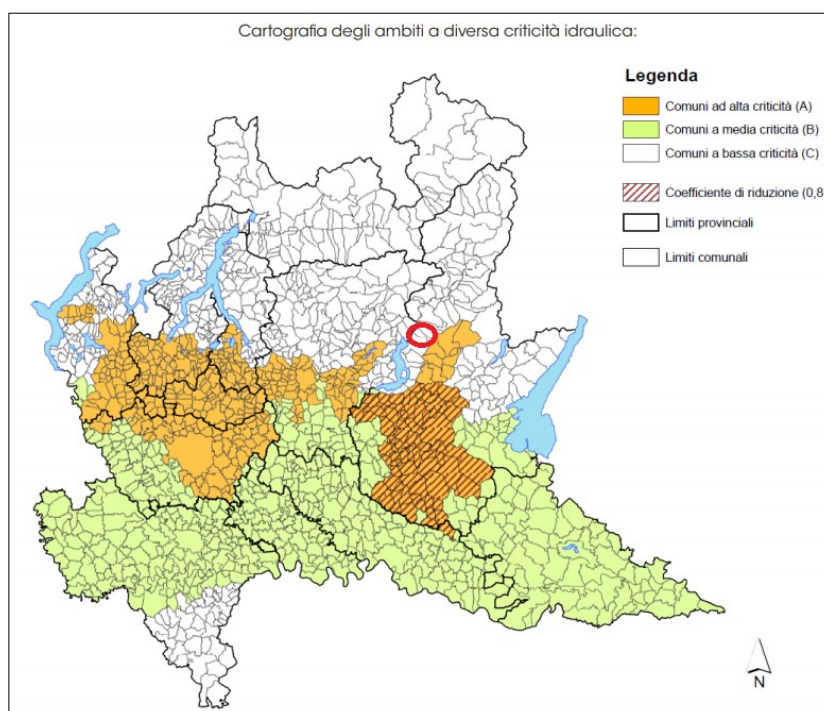


Fig. 9 - Cartografia regionale degli ambiti a diversa criticità idraulica, prevista dalle recenti modifiche (Aprile 2019) nell'Allegato C del Regolamento Regionale, con ubicazione del comune di Pian Camuno.

4.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto

Gli interventi di progetto considerati riguardano la realizzazione della viabilità interna (strade, viali e parcheggi) del Piano di Lottizzazione P.A.R. 29.

Dallo stralcio planimetrico di progetto (**Fig. 10**), l'intervento prevede le seguenti nuove superfici impermeabili e/o semipermeabili, a cui si associa il corrispondente coefficiente di deflusso:

- Superficie complessiva aree trasformate: 1.709,7 m²
- Superficie semi-permeabile di progetto: 1.212,5 m² (coeff. di deflusso=0,7; viali in asfalto e pavimentazione in masselli)
- Superficie semi-permeabile "drenante" di progetto: 497,2 m² (coeff. di deflusso=0,4; parcheggi drenanti in erbablock)

Sono state escluse dal progetto di invarianza idraulica le aree a verde e quelle non trasformate al momento della stesura del presente studio.

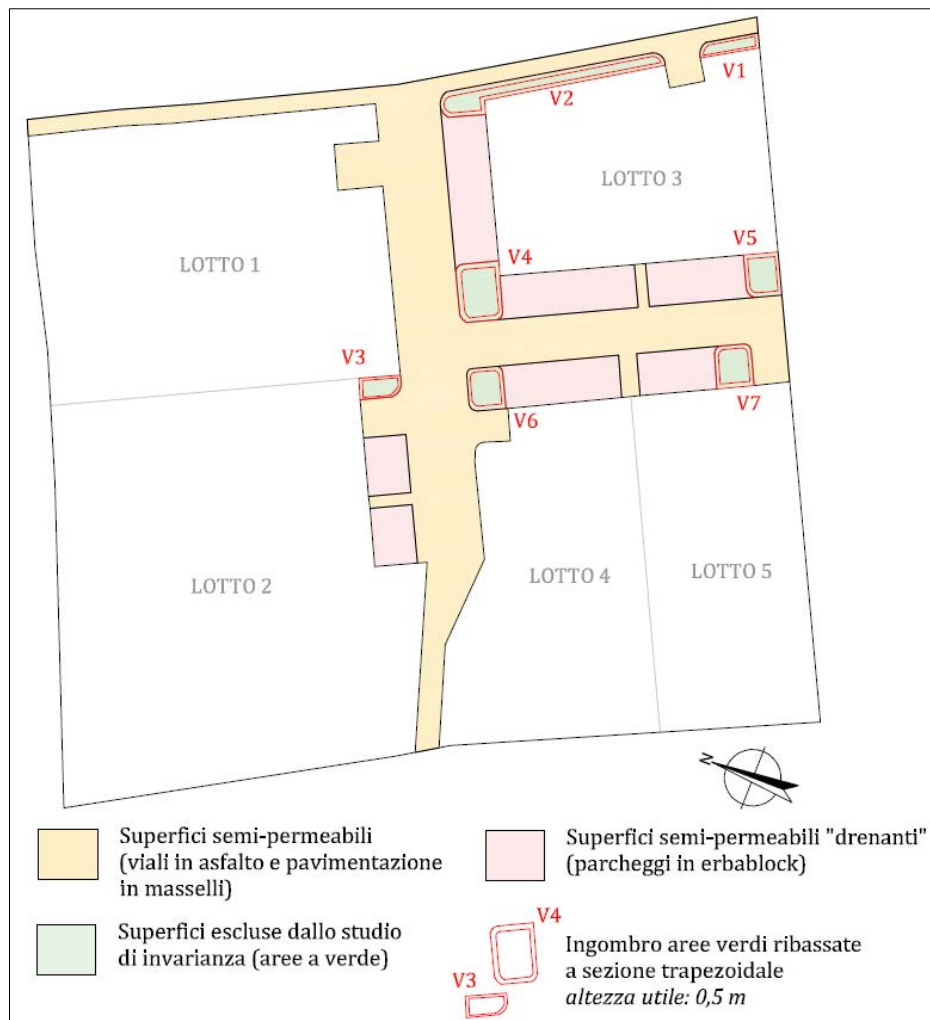


Fig. 10 - Planimetria di progetto con individuazione delle nuove superfici semi-permeabili (arancio), semi-permeabili "drenanti" (rosa), quelle escluse dallo studio di invarianza (bianco e verde) e dell'ingombro delle opere di invarianza progettuali.

4.3 Definizione del coefficiente medio ponderale e del requisito minimo richiesto

Per il progetto in esame si dovranno pertanto considerare le superfici di trasformazione complessive, mostrate in precedenza. Ai sensi della R.R. n°8 del 2019, le verifiche idrauliche ed idrologiche devono essere condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda delle superfici d'intervento e di ambito territoriale in cui ricade l'area in esame (**Fig. 11**).

Nello specifico, è stato assunto un coefficiente di deflusso pari a 0,7 per i viali in asfalto e pavimentazioni in massello, 0,4 per i parcheggi drenanti in erbablock, e trascurando le aree a verde e le aree non trasformate al momento della stesura del presente elaborato, perché non rientrano all'interno dello studio di invarianza idraulica.

Si terrà conto, pertanto, di un **coefficiente di deflusso medio ponderale pari a 0,61**.

Tabella 1

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

Fig. 11 - Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica

La superficie scolante impermeabile equivalente, stimata sulla base di quanto riportato nell'art. 12 comma 2 del R.R. 8/2019, risulta pari a **1.047,6 m²**.

Di conseguenza, utilizzando un valore parametrico 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile per Aree A, il volume minimo di laminazione d'invaso richiesto da normativa, sarà:

W = 83,8 m³ (W = volume requisito minimo).

Nello specifico caso in esame, il suddetto regolamento prevede l'utilizzo del Metodo delle sole piogge da comparare al requisito minimo (ai sensi dell'art. 11 Comma 2 del R.R. n°8 del 2019).

4.4 Calcolo del volume di laminazione – Metodo delle sole piogge

Nel caso di “*Impermeabilizzazione potenziale media*” in ambiti territoriali a criticità alta o media, come quello in cui ricade l’area di progetto, per il calcolo dei volumi idrici da smaltire si deve procedere con il Metodo delle sole piogge.

Tale metodo 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 Q_e costanti e pari al prodotto dell’intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile;
- lo svuotamento del sistema di laminazione avviene a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

Tramite queste assunzioni 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.

Considerando che l’area di progetto ricade entro lo scenario ad alta criticità idraulica (Area A), 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 di conseguenza nei calcoli, come previsto dall’art. 8 – comma 1 – lettera b) del R.R. 7/2017 e ss.mm.ii., viene utilizzato un **valore massimo ammissibile** (u_{lim}) pari a 10 l/s.

Per la stima dei dati pluviometrici da utilizzare per la soluzione della suddetta formula (parametri a , n) è stato consultato il portale del sito dell’ARPA Lombardia <http://idro.arpalombardia.it> che fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ciascuna delle località della Lombardia, il cui territorio è discretizzato in aree omogenee.

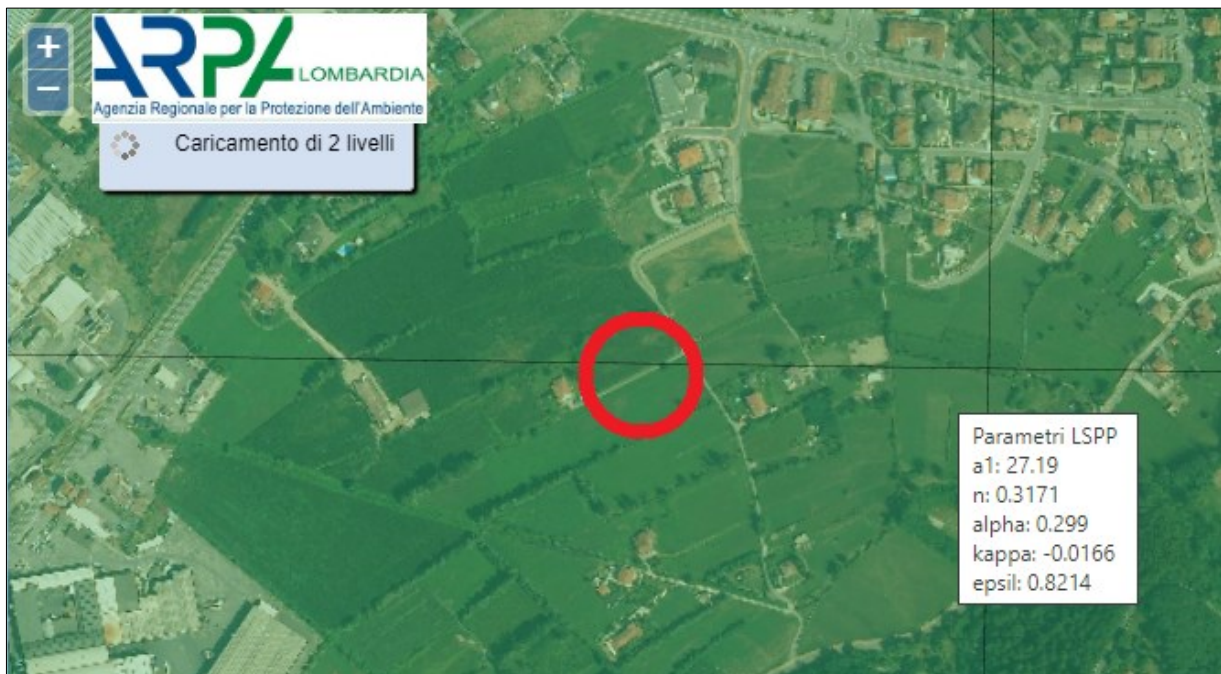


Fig. 12 - Individuazione dell’area pluviometrica omogenea e dei parametri pluviometrici utili forniti dal sito Web ARPA Lombardia.

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *Curve Segnalatrici di Possibilità climatica o Pluviometrica* (LSPP). L'equazione che collega queste due variabili, ha la seguente formula:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

in cui:

a_1 = altezza di precipitazione con $t=1$ e tempo di ritorno $T=1$ anno,

w_T = fattore di frequenza in funzione del tempo di ritorno T scelto (50 anni) calcolato mediante foglio di calcolo elettronico fornito da Arpa-Lombardia mediante la formula:

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

n = fattore di scala in funzione della durata dell'evento meteorico (1-24 ore)

La curva di possibilità pluviometrica, valida per il sito di progetto, per il tempo di ritorno 50 anni e caratterizzata dai seguenti coefficienti: $a_1 = 27,91$ mm/h $n = 0,317$ (n) per durate D 1-24 ore e $w_T = 2,03$, indica un'**altezza critica delle precipitazioni (h) pari a 114,8 (mm/h)**.

Secondo quanto previsto dal metodo delle sole piogge si procede all'individuazione del **volume critico W_0 di laminazione** ovvero quello che massimizza il volume invasato, questo, all'istante t , è dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente e può essere descritto dalla seguente relazione:

$$W_0 = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{lim} \cdot D$$

in cui:

S = superficie totale scolante di progetto,

φ = coefficiente di deflusso medio ponderale,

a = altezza di pioggia in funzione della durata dell'evento (h),

u_{lim} = valore massimo ammissibile da normativa da rapportare a S ,

D = durata della pioggia (24h)

Secondo quanto previsto dal metodo di calcolo, si ottiene un **volume totale critico W_0 di laminazione pari a 82,1 m³**.

In conclusione, risulta che il volume critico di laminazione calcolato è minore del volume derivante dal parametro normativo di requisito minimo (R.R. n°8/2019) per aree ad alta criticità:

$$W_0 = 82,1 \text{ m}^3 < W = 83,8 \text{ m}^3$$

Di conseguenza la progettazione del sistema di laminazione dovrà prevedere l'utilizzo del seguente volume critico: **$W = 83,8 \text{ m}^3 \rightarrow$ Volume minimo di laminazione da considerare in progetto e da smaltire entro 48 ore.**

5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE

Come da specifiche di progetto, le acque di dilavamento meteoriche non verranno recapitate direttamente in un punto di adduzione della rete fognaria, o delle acque bianche; si intende quindi realizzare, per le opere di viabilità interna del Piano di Lottizzazione d'interesse, un sistema di dispersione e immagazzinamento delle acque meteoriche mediante la realizzazione di **aree verdi ribassate**.

In questo capitolo si indicano le caratteristiche progettuali per la realizzazione dell'impianto di smaltimento, e si rimanda per la sua progettazione esecutiva alle specifiche definite dal *Progettista* o dalla *Ditta esecutrice*. La scelta del sistema di dispersione nel suolo viene fatta in funzione delle condizioni litologiche, morfologiche ed idrogeologiche del sito in esame e delle specifiche esigenze progettuali.

Dato l'assetto geologico preliminare definito per l'area oggetto di studio, si ipotizza che l'intero lotto di progetto sia caratterizzato da condizioni litologiche ed idrogeologiche piuttosto uniformi e quindi correlabili con il settore all'interno del quale si intende realizzare il sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

I volumi delle acque piovane, scaturiti dallo scorrimento superficiale sulle aree semi-permeabili considerate (viali, strade e parcheggi), sono stati determinati mediante lo studio di invarianza idraulica svolto nel precedente capitolo.

In conclusione, i volumi delle acque piovane, scaturiti dallo scorrimento superficiale delle aree trasformate progettuali, sono stati determinati mediante lo studio di invarianza idraulica svolto nel precedente capitolo e risultano pari a:

*Volume delle acque piovane da smaltire in 48 ore: **$W = 83,8 \text{ m}^3$***

5.1 Permeabilità dei terreni

La circolazione idrica sotterranea dell'area di progetto è in funzione della permeabilità delle unità idrogeologiche presenti. In merito, il lotto d'interesse è costituito, oltre un primo orizzonte superficiale vegetale/rimaneggiato, da depositi costituiti da sabbie e ghiaie sciolte, in matrice limoso-argillosa, permeabili per porosità, caratterizzati da una permeabilità complessivamente medio-bassa.

Per la stima dei valori di permeabilità k sono state eseguite all'interno del lotto di progetto specifiche prove di permeabilità all'interno degli scavi esplorativi; tali dati sono stati confrontati con i dati reperiti da letteratura, riguardanti le caratteristiche di permeabilità dei terreni, sia da stratigrafie di alcuni pozzi terebrati in aree limitrofe a quella di studio.

Sulla base dei dati raccolti dalle prove in situ, ai depositi superficiali presenti all'interno dell'area d'interesse, sono attribuiti valori di permeabilità medio-bassi (da $2,55 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ a $3,31 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) con deboli capacità di drenaggio.

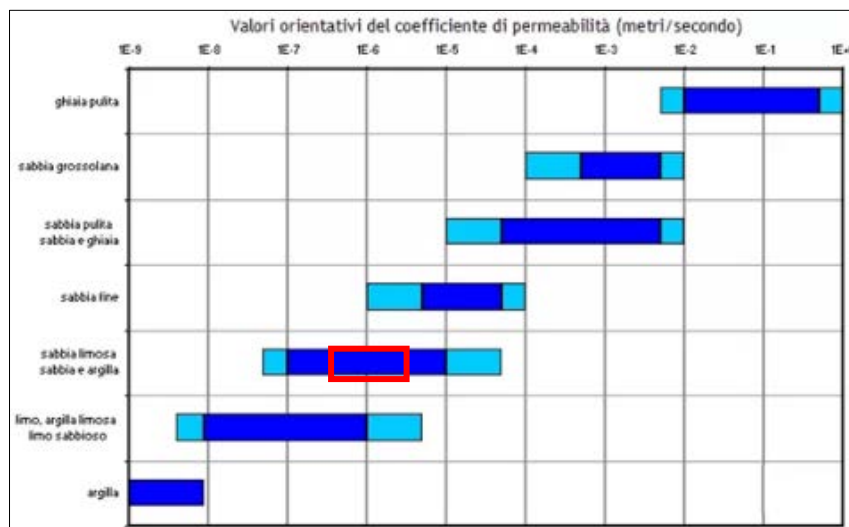


Fig. 13 - Valori indicativi del coefficiente di permeabilità.

5.2 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche

La capacità di smaltimento del sistema di dispersione è funzione dell'estensione della superficie drenante (interfaccia terreno-dreno e superficie laterale) e del valore del coefficiente di permeabilità (k) del terreno.

Si propone pertanto la realizzazione di un sistema a infiltrazione nel terreno, mediante la realizzazione di aree verdi ribassate, adeguatamente dimensionate ed approfondite, all'interno dello *Strato 1* e in prossimità del tetto dello *Strato 2*.

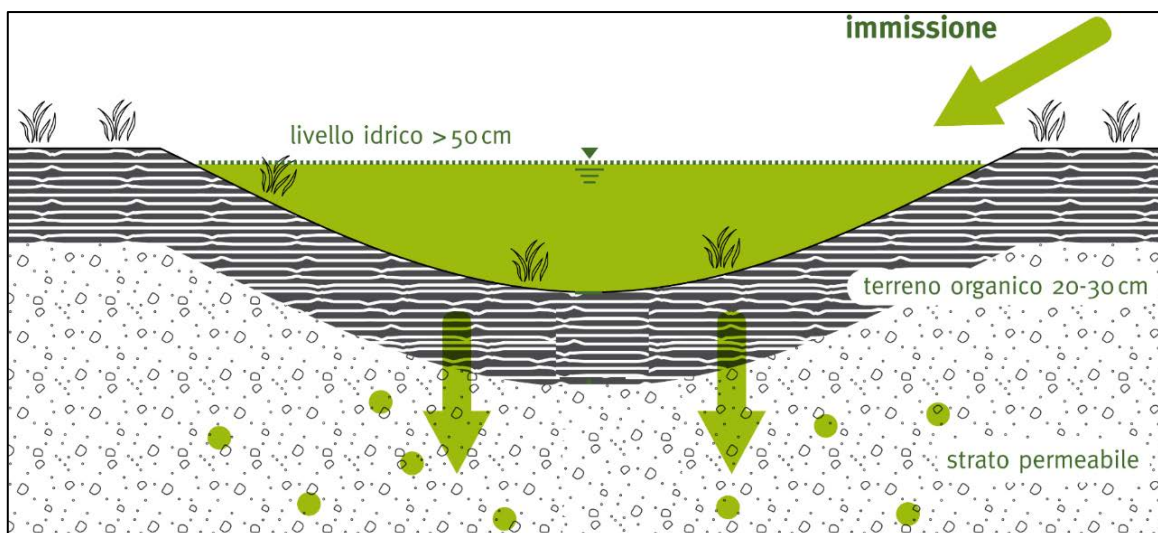


Fig. 14 - Sezione indicativa di un'area verde ribassata per lo smaltimento delle acque meteoriche.

In merito si specifica che durante la realizzazione di tali aree verdi ribassate, si dovrà predisporre alla base delle stesse, uno strato drenante costituito da ciottoli di grossa pezzatura omogenea, in modo tale da favorire il drenaggio delle acque meteoriche all'interno del sottostante Strato 2, ritenuto idoneo allo smaltimento.

Inoltre, tali opere di infiltrazione dovranno essere realizzate garantendo una inclinazione delle scarpate pari ad almeno 60°.

Tali prescrizioni sono state comunicate ai Tecnici incaricati dalla committenza e dovranno essere prese necessariamente in carico dalla società esecutrice dell'opera stessa.

Pertanto, vengono di seguito riassunte, le caratteristiche geometriche delle relative aree verdi ribassate, nonché il volume d'accumulo disponibile per ciascuna di essa:

Area verde ribassata	Superficie base minore (m ²)	Superficie base maggiore (m ²)	Profondità dal p.c. (m)	Capacità di immagazzinamento (m ³)	Volume d'acqua totale immagazzinato (m ³)	Volume d'acqua progettuale (m ³)
V1	7,8	14,2	0,50	5,5	83,8	83,8
V2	32,0	64,8	0,50	24,2		
V3	9,3	14,3	0,50	5,9		
V4	26,8	41,4	0,50	17,1		
V5	15,8	24,7	0,50	10,1		
V6	16,2	25,3	0,50	10,4		
V7	16,5	25,8	0,50	10,6		

Come ampiamente descritto nel precedente capitolo, il regolamento prevede l'utilizzo del volume calcolato mediante il *Metodo delle Sole Piogge*.

Quest'ultimo infatti è risultato essere leggermente maggiore del volume derivante dal valore parametrico del volume minimo d'invaso previsto per la criticità idraulica assegnata al progetto, in questo caso pari 800 m³ (Area A) per ettaro di superficie scolante impermeabile.

Pertanto, a seguito di un evento piovoso critico, come stimato secondo lo studio di invarianza idraulica, si ottiene il seguente bilancio idrico:

Opere di invarianza	Quantità d'acqua convogliata (m ³)	Capacità di Smaltimento complessiva (l/s)	Tempo di svuotamento complessivo (ore)	Volume d'accumulo totale opere di invarianza (m ³)
N°7 aree verdi ribassate	W = 83,8	3,59	6,5 < 48	83,8

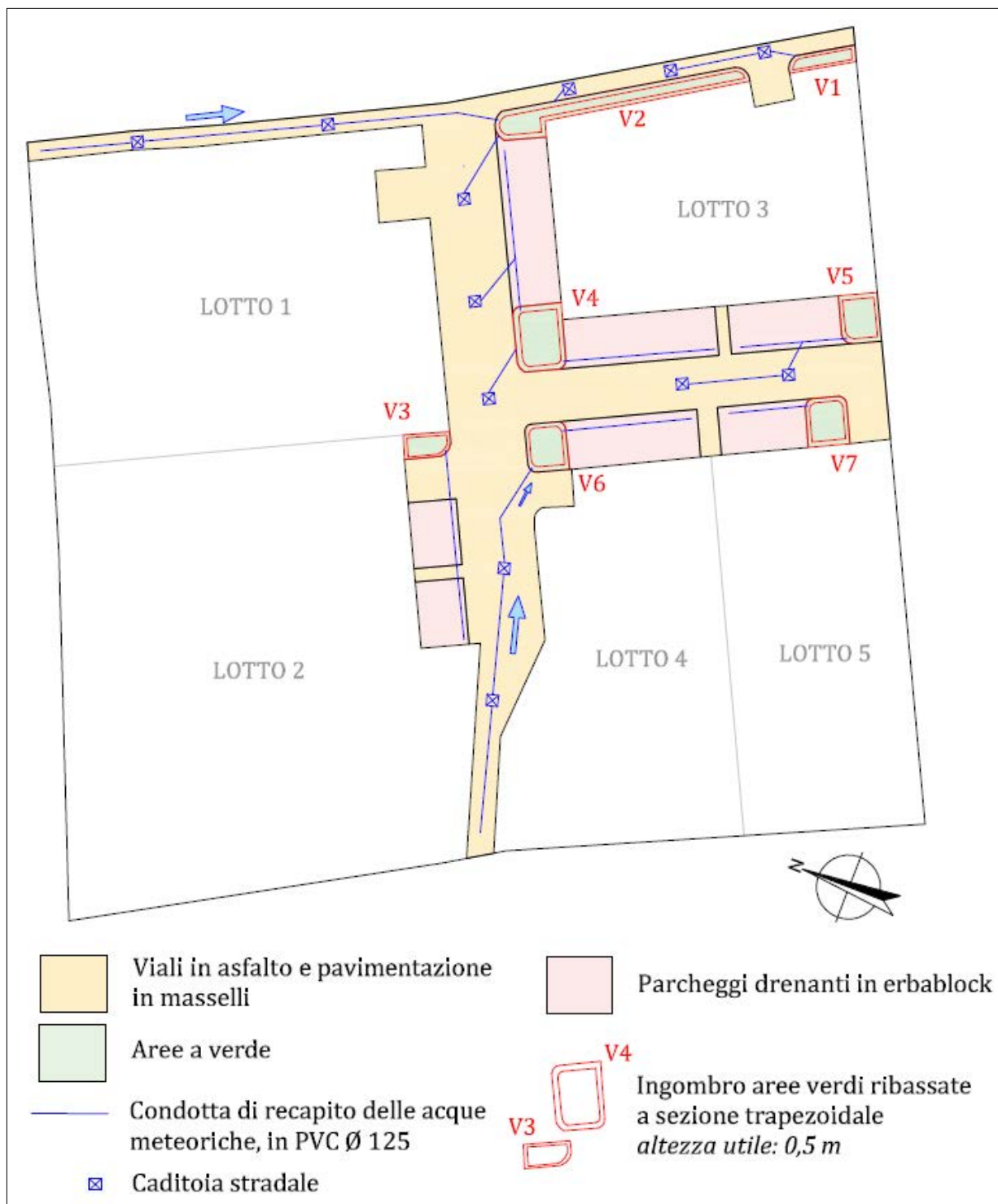


Fig. 15 - Individuazione dei settori progettuali, con le relative opere di immagazzinamento, smaltimento (aree verdi ribassate) e rete di collettamento, coerentemente allo studio di invarianza idraulica.

Considerando il volume da laminare (Metodo delle Sole Piogge) in funzione della portata uscente complessiva, dalle opere di infiltrazione (infiltrazione nel terreno), è stato ricavato il tempo necessario per filtrare tutto il volume di laminazione di acqua meteorica calcolato.

Il tempo di svuotamento, complessivo di tutte le opere di invarianza considerate (aree verdi ribassate) risulta essere inferiore alle 48 ore richieste dalla normativa vigente (R.R. n°7/2017) per avere nuovamente la totale disponibilità dei volumi di invaso.

Inoltre, l'impianto di smaltimento così dimensionato risulta essere in grado di garantire l'accumulo parziale temporaneo delle portate d'acqua in ingresso, durante e a seguito dell'evento di pioggia critica, essendo la capacità d'invaso delle opere d'infiltrazione aree verdi ribassate), maggiore del volume delle acque da smaltire secondo lo studio di invarianza.

La realizzazione di un totale di n°7 aree verdi ribassate, ubicate come indicato nella planimetria di progetto delle opere di smaltimento delle acque di scorrimento superficiale (**Fig. 15**), risultano quindi conformi allo studio di invarianza idraulica eseguito.

6. PIANO DI MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA

In merito a quanto indicato nell'art. 10 comma 1, lettera c del suddetto Regolamento Regionale n°7, si riportano di seguito gli elementi esplicativi utili a redigere un piano delle manutenzioni adatto alle opere progettuali e conforme a quanto riportato nell'Art. 13 del Regolamento stesso.

La corretta individuazione di un piano di manutenzione, dei sistemi di invarianza progettati all'interno del presente elaborato, è di fondamentale importanza per garantire il mantenimento in efficienza delle strutture e degli elementi realizzati per le funzioni di drenaggio delle acque meteoriche.

Serve inoltre 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.

Le operazioni di manutenzione di seguito elencate sono da intendersi per tutte le opere di invarianza idraulica prescritte (aree verdi ribassate), e potranno essere eseguite da operai generici, ad esclusione delle azioni dirette ai componenti costruttivi (tessuti, materiale granulare alla base, tubi di collettamento) delle opere filtranti, le quali dovranno essere effettuate da tecnici esperti e/o direttamente dalla ditta esecutrice.

6.1 Operazioni di manutenzione ordinaria

Sono quegli interventi da svolgersi ogni 6 mesi:

- Pulizia rifiuti e rimozione detriti sia all'interno degli invasi che nelle tubazioni accessorie;
- Rimozione eventuali specie vegetali infestanti;
- Eliminazione fenomeni di intasamento/scorrimento della rete di scolo.

6.2 Operazioni di manutenzione straordinaria

Sono quegli interventi da eseguire al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamento, guasto o successivamente ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati, o di altra natura (terremoti, sversamenti abusivi, incidenti rilevanti) che interessino direttamente o indirettamente le strutture di invarianza idraulica.

In tal caso saranno da eseguire le suddette operazioni già elencate come manutenzione ordinaria, in aggiunta a quelle periodiche prescritte.

Si ritiene specificare in ultimo che il costante controllo dell'efficienza del sistema di dispersione proposto risulta fondamentale alla luce dell'assenza di sistemi di emergenza di pompaggio e scarico verso altri recettori superficiali che non siano il sottosuolo, e per la completa mancanza di sfioratoi di troppo pieno, all'interno dell'impianto previsto.

7. CONCLUSIONI

Ai sensi del R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 è stata redatta la presente relazione tecnica per il rispetto dei principi di **invarianza idraulica ed idrologica**, in merito al Piano di Lottizzazione P.A.R. 29, in Via Battaglione Edolo, nel Comune di Pian Camuno (BS).

Gli interventi di progetto considerati riguardano nello specifico la realizzazione della viabilità interna e parcheggi, al suddetto Piano di Lottizzazione.

Il lotto oggetto d'intervento consta di una superficie di trasformazione totale 1.709,7 m², costituita da aree considerate semi-permeabili (viali in asfalto e pavimentazione in masselli; 1.212,5 m²) e semi-permeabili "drenanti" (parcheggi drenanti in erbablock; 497,2 m²).

Sono state trascurate le superfici a verde e quelle non trasformate al momento della stesura del presente studio.

Il comune di Pian Camuno ricade nelle aree C – a bassa criticità idraulica; tuttavia, dato che gli interventi di progetto rientrano all'interno del Piano di Lottizzazione P.A.R. 29 del PGT comunale, è stata assegnata all'area di studio una *classe di criticità alta* (Area A).

Per l'individuazione dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrogeologica è stato utilizzato il "*metodo delle sole piogge*", come previsto in Tabella 1 del suddetto R.R. n° 8 del 2019.

L'applicazione di tale metodo ha condotto al calcolo del volume di laminazione pari a 82,1 m³, leggermente minore di quello minimo previsto dall'art. 12 del R.R., che per l'area in esame corrisponde a 83,8 m³; pertanto, la progettazione del sistema di dispersione ha previsto l'utilizzo di quest'ultimo volume critico.

In generale, all'interno del sito di progetto, è stata constatata inizialmente la presenza, di un primo spessore pari a circa 0,4/1,0 m correlabile ad uno strato vegetale superficiale e/o di rimaneggiato. Oltre -0,4/-1,0 m dal p.c. sono presenti depositi fluvioglaciali costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie con ciottoli e trovanti.

Inoltre, si segnala che a seguito delle misure effettuate al termine dell'esecuzione delle prove penetrometriche eseguite all'interno del sito di progetto, è stata rilevata la presenza di livelli acquiferi a partire da circa -1,30/-2,60 m dal p.c..

Si ritiene pertanto che le opere di infiltrazione proposte all'interno del presente elaborato, non interferiranno con tali fenomeni di circolazione d'acqua.

Alla luce del suddetto modello lito-stratigrafico, caratterizzato da terreni superficiali con grado di permeabilità considerato medio-basso, è stata ipotizzata in questa fase la realizzazione di aree verdi ribassate, a sezione trapezoidale e profondità utile pari a 0,5 m, intestate a partire dal p.c., e disposte come indicato all'interno del presente elaborato (Cap. 5).

In merito si specifica che durante la realizzazione di tali aree verdi ribassate, si dovrà predisporre alla base delle stesse, uno strato drenante costituito da ciottoli di grossa pezzatura omogenea, in modo tale da favorire il drenaggio delle acque meteoriche all'interno del sottostante *Strato 2*, ritenuto idoneo allo smaltimento.

Inoltre, tali opere di infiltrazione dovranno essere realizzate garantendo una inclinazione delle scarpate pari ad almeno 60°.

Il dimensionamento del sistema di filtrazione ha verificato che la **realizzazione di n°7 aree verdi ribassate** sia sufficiente a gestire completamente il volume di invaso che si genera durante l'evento critico calcolato con tempo di ritorno *Tr* di 50 anni, garantendo lo

svuotamento degli invasi in circa 6,5 ore, tempo inferiore alle 48 ore previste dal regolamento. Si può quindi ritenere corretto il dimensionamento del volume delle opere di mitigazione, pur rimandando ad eventuali specifiche modifiche, che saranno idoneamente comunicate alle autorità competenti. Per quanto riguarda gli accorgimenti costruttivi, si rimanda a quanto indicato nel Cap. 5 del presente studio idrogeologico.

Nel dimensionamento del sistema di dispersione si è tenuto conto della capacità di immagazzinamento del sistema disperdente e del Volume delle acque piovane da smaltire secondo quanto calcolato mediante le procedure proposte dal R.R. n°8 del 19 Aprile 2019 (D.G.R. XI/1516 del 15/04/2019) *“Disposizioni sull’applicazione dei principi di **invarianza idraulica ed idrologica**. Modifiche al R. R. 23 novembre 2017, n° 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n° 12 “Legge per il governo del territorio”).*

In ogni caso il sistema di raccolta e stoccaggio temporaneo delle acque di prima pioggia dovrà essere dotato di adeguati pozzetti di ispezione, muniti di filtri in grado di garantire nel tempo la funzionalità del sistema di collettamento accessorio, verso il suddetto sistema di dispersione.

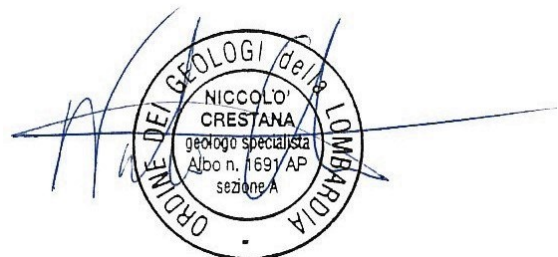
Si specifica inoltre che tale sistema di laminazione e dispersione, dovrà essere dotato di una idonea rete di drenaggio interno e/o pertinenziale, eventualmente agevolata dalla realizzazione di opportune pendenze obbligate delle opere stesse, atte a convogliare adeguatamente le acque di prima pioggia, provenienti dall’impianto di raccolta, alle opere di infiltrazione progettuali.

Si segnala infine che, qualora in fase esecutiva vengano effettuate delle scelte progettuali e/o realizzative differenti dalle caratteristiche geometriche indicate in questo studio (superficie in pianta base minore e base maggiore, profondità utile ecc.), le opere di smaltimento e la relativa rete di collettamento accessoria, dovranno comunque garantire l’immagazzinamento dei volumi di laminazione totali calcolati richiesti nonché la capacità di infiltrazione.

Sulla base del quadro normativo fornito e delle caratteristiche idrologiche e idrauliche dell’area in oggetto, gli interventi di progetto, integrati con le suddette opere di dispersione, se eseguiti secondo le indicazioni e le prescrizioni riportate nel presente studio, risultano compatibili con il principio di invarianza idraulica, senza aggravio sulla rete di smaltimento esistente o del reticolo idrografico del territorio in cui ricade l’area in esame.

Desenzano del Garda, 23 Giugno 2022

Dott. Geol. Niccolò Crestana



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)

La/Il sottoscritto/a Dott. Geol. Niccolò Crestana
nata/o a Desenzano del Garda il 08/12/1990
residente a Lonato del Garda
in via Panizze n. 9
iscritta/ all' ☒ Ordine ☐ Collegio dei Ordine dei geologi della Lombardia della Provincia di
Regione n. 1691
incaricata/o dal/i signor/i in qualità di
☐ proprietario, ☐ utilizzatore ☐ legale rappresentante del Sipac S.r.l.
di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di
Piano di Lottizzazione P.A.R. 29
sito in Provincia di Brescia Comune di Pian Camuno
in via/piazza Via Battaglione Edolo n.
Foglio n. 1 Mappale n. 400-402-9206

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 Pian Camuno....., 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 di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- ☐ che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m² e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, 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 il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo). A....., 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 ricettore
 - ☒ che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s 3,6, che equivale ad una portata infiltrata pari a 34,4 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.

Desenzano d/G, 23/06/2022

(luogo e data)

Il Dichiarante
Dott. Geol. Niccolò Crestana

