

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 LONATO DEL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA
Regione Lombardia

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE E CAMBIO DESTINAZIONE D'USO, DI UN LOTTO UBICATO PRESSO S.P.28

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: *Ammitt S.r.l.*

Data:
02 Agosto 2024

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.....	11
4. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA.....	12
4.1 Localizzazione dell'intervento	12
4.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto	14
4.3 Definizione del coefficiente medio ponderale e del requisito minimo richiesto	15
4.4 Calcolo del volume di laminazione – Metodo delle sole piogge	15
5. SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE	18
5.1 Sistema di immagazzinamento delle acque meteoriche.....	18
5.2 Dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche	22
5.3 Permeabilità dei terreni	22
6. PIANO DI MANUTENZIONE DEL SISTEMA DI INVARIANZA IDRAULICA	25
6.1 Operazioni di manutenzione ordinaria.....	25
6.2 Operazioni di manutenzione straordinaria	26
7. CONCLUSIONI	27

1. PREMESSA

Su incarico conferito da *Ammitt S.r.l.* e a seguito dei colloqui intercorsi con il *Geom. Roberto Abate*, 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 all'intervento di riqualificazione e cambio destinazione d'uso, di un lotto ubicato presso S.P. 28, nel Comune di Lonato del Garda (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 nella frazione di Barcuzzi, in un ambito a morfologia collinare, posta su un terrazzo sub-pianeggiante ed inserita nel versante che costituisce il cordone morenico degradante in direzione Est. L'area d'interesse si colloca infatti in un ambito caratterizzato da depositi glaciali, appartenenti all'apparato morenico del Garda, su cui si sviluppa buona parte del territorio comunale.

Dal punto di vista geologico, il territorio di Lonato del Garda si colloca entro il Basso Garda Bresciano, nell'ambito dell'anfiteatro morenico del Garda, caratterizzato da un complesso ambiente deposizionale di origine glaciale formatosi a seguito del verificarsi di fasi glaciali e interglaciali susseguites in epoca Quaternaria. Nonostante da parte di diversi autori non esista uniformità di classificazione delle cerchie moreniche con le singole glaciazioni, le cerchie più interne sono ricondotte alla fase glaciale di età *Würmiana* mentre quelle più esterne sono attribuite alla fase di età *Rissiana*.

I depositi glaciali, che costituiscono le colline moreniche sono caratterizzati da materiali eterogenei a deposizione caotica (ghiaie, sabbie e ciottoli, limi e argille), a supporto di matrice, nei quali sono presenti, frequentemente, trovanti di grosse dimensioni tipici dell'ambiente deposizionale glaciale.

Durante le fasi interglaciali i fenomeni di scioglimento delle masse glaciali originavano torrenti fluvioglaciali che smantellavano i cordoni morenici già formati e deponevano il materiale nelle depressioni rimaste entro le diverse cerchie, formando delle valli di dimensioni variabili e spessore in graduale aumento verso le aree depocentrali.

I depositi fluvioglaciali sono generalmente costituiti da ghiaie e sabbie eterogenee, spesso a deposizione stratificata o gradata, con frazione fine limosa e/o argillosa variabile, intercalati da lenti e/o livelli prevalentemente sabbioso-limosi o limoso-argillosi.

Quando l'energia del trasporto delle acque di scioglimento glaciale subiva sensibili diminuzioni, si verificava la deposizione di depositi glaciolacustri di depressione intermorenica. Essi sono costituiti generalmente da materiale prevalentemente fine sabbioso e sabbioso-limoso, con in subordine frazione ghiaiosa, con disposizione stratificata o gradata. Nelle aree di basso topografico relativo, sono presenti depositi fini e/o torbosi legati alla presenza di specchi lacustri intermorenici, tuttora presenti o bonificati in tempi relativamente recenti. All'interno dell'anfiteatro morenico, tra un cordone morenico e l'altro, sono presenti depositi di contatto glaciale, con caratteristico andamento delle superfici ondulate e costituiti in prevalenza da sabbie-ghiaiose con subordinata frazione limoso-argillosa.

L'area d'indagine è ubicata nella piana sub-pianeggiante di origine fluvioglaciale posta ad Ovest rispetto ai cordoni morenici che costituiscono il settore centro-orientale del territorio comunale di Lonato d/G. Tale ambito risulta essere caratterizzato da depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne (Fig. 2), rappresentati da terreni grossolani prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli.

Tali depositi risultano essere costituiti da ghiaie con ciottoli arrotondati a supporto di clasti o di matrice in genere sabbiosa. Talvolta possono essere presenti in superficie livelli di limitato spessore di limi sabbiosi, associati a fasi deposizionali di minore energia.

Si segnala inoltre che la suddetta unità deposizionale può essere sormontata in superficie, da una coltre di terreno di rimaneggiamento/di riporto, prodotti dagli interventi di regolarizzazione della topografia e dalle attività edificatorie pregresse, realizzate all'interno dell'area di studio.

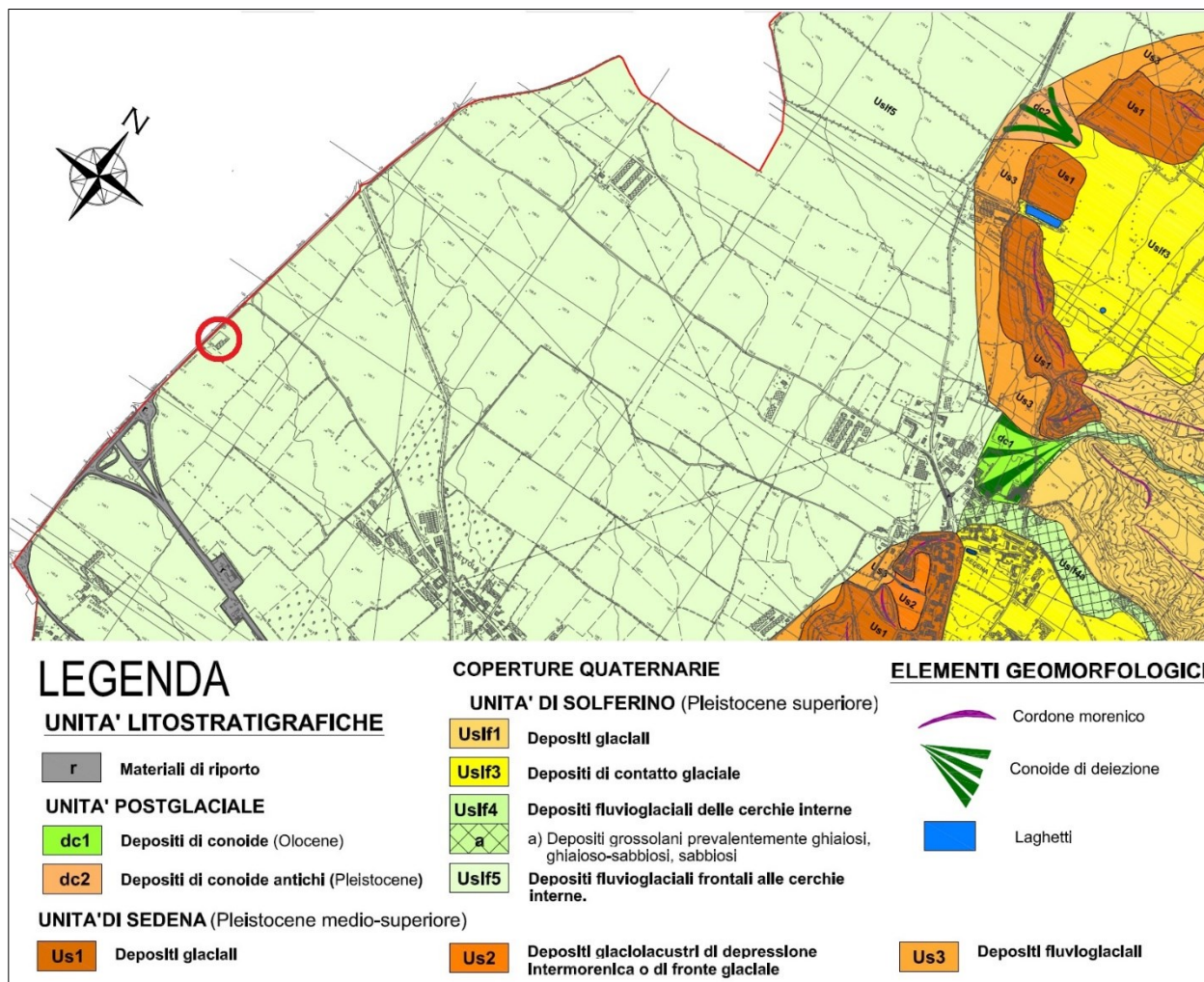


Fig. 1 - Stralcio della "Carta Geologica con elementi geomorfologici e strutturali" (SG Tav.1), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.2 Caratteri Idrogeologici locali

L'assetto idrogeologico del territorio di Lonato del Garda 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 d'interesse, il modello idrogeologico di riferimento per il settore di pianura è quello di un acquifero di tipo multistrato, circolante entro i depositi quaternari, in cui i diversi orizzonti acquiferi sono costituiti da livelli ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici fessurati separati da intervalli argillosi, argilloso-limosi o conglomeratici compatti.

In particolare si può riconoscere un acquifero superficiale corrispondente per lo più alla *falda freatica*, di norma bene alimentata che si sviluppa entro l'unità ghiaioso-sabbiosa recente; essa risulta captata da numerosi pozzi. Localmente possono essere presenti dei livelli impermeabili che separano la falda freatica vera e propria rispetto a falde superficiali da libere a semiconfinite.

L'alimentazione della falda freatica deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche nelle zone di ricarica, che comprendono anche la pianura fluvio-glaciale esterna alla cerchia di Lonato, e dall'apporto degli acquiferi circolanti negli ambiti collinari.

In profondità sono presenti falde confinate o semiconfinite contenute negli acquiferi ghiaioso-sabbiosi o ghiaioso-conglomeratici compresi tra intervalli prevalentemente limoso-argillosi.

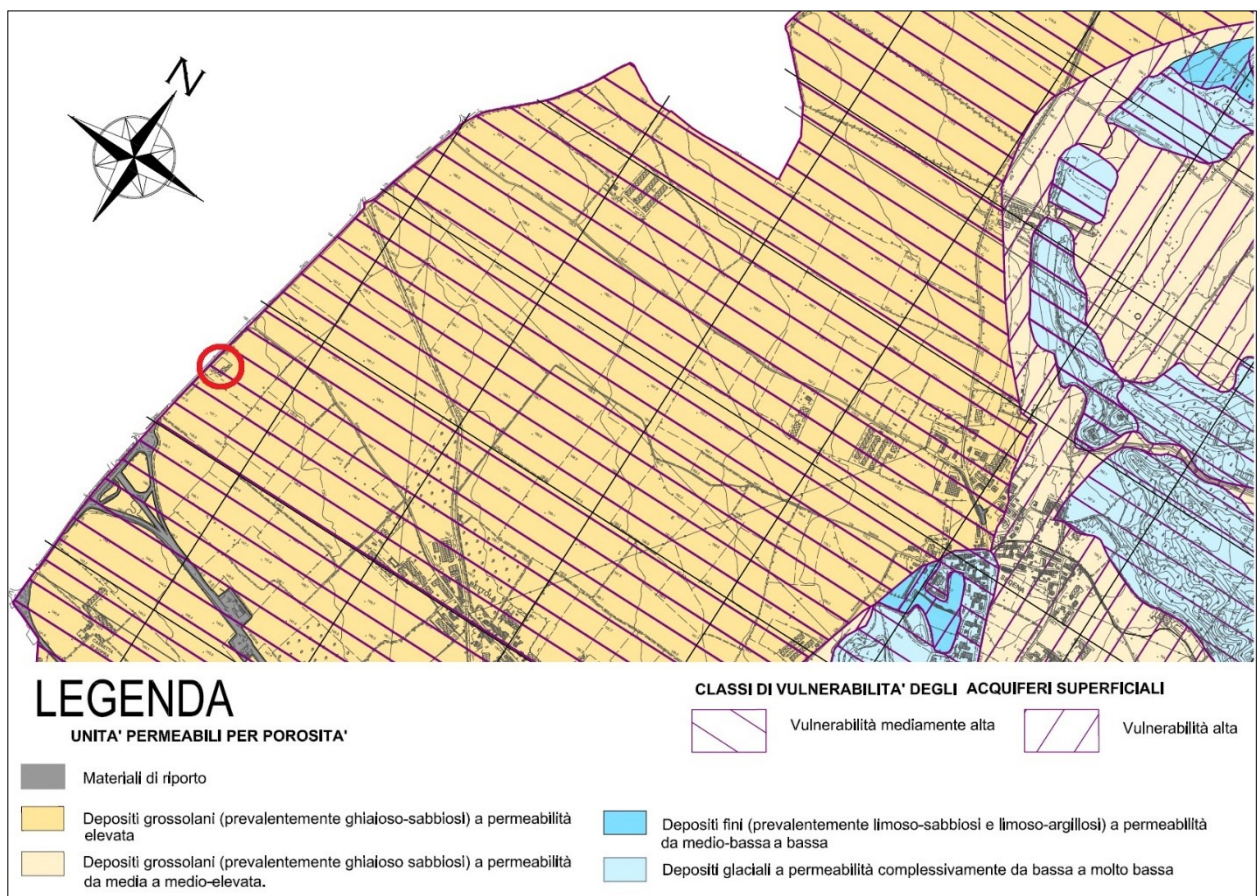


Fig. 2 - Stralcio della "Carta Idrogeologica con indicazioni sulla Vulnerabilità degli Acquiferi Superficiali" (SG Tav. 6 – Luglio 2009), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

Nelle piane di Lonato d/G come quella oggetto di studio, le falde medie, presenti a partire da circa -50/-55 m dal p.c., sono separate da quelle profonde, da conglomerati e unità argillose, che costituiscono localmente la base del sovrastante acquifero freatico. Esse risultano avere un'alimentazione di tipo distale, non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche.

Il grado di Vulnerabilità dell'acquifero delle acque sotterranee, così come indicato all'interno della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del Comune di Lonato del Garda (*"Carta Idrogeologica con indicazioni sulla Vulnerabilità degli acquiferi superficiali"* - Gennaio 2016), risulta mediamente alto, in funzione del basso grado di protettività dei suoli, caratterizzati da una buona capacità di drenaggio (**Fig. 2**).

2.3 Rete Idrografica locale

La rete idrografica superficiale nelle aree di origine glaciale è solitamente poco sviluppata, con presenza di rari impluvi e/o canali, spesso poco sviluppati, che fungono da vettori per le acque meteoriche di scorrimento superficiale. I corsi d'acqua di maggiore importanza possiedono un andamento irregolare, prendono origine dalla base dei versanti collinari, raccolgono le acque delle aste idriche minori e afferiscono al reticolo idrografico minore e/o principale.

Nell'area di studio, la rete idrografica è stata pesantemente obliterata dall'urbanizzazione ed industrializzazione compiuta nell'ultimo secolo. Gli originari corsi d'acqua raccoglievano le acque provenienti dalle cerchie moreniche e talora dalle piane interposte, prima di sfociare nel lago. Lungo le arterie stradali e attraverso alcune proprietà private e capannoni industriali sono attualmente presenti opere di canalizzazione interrata, in parte afferenti all'attuale rete fognaria, con andamento probabilmente simile all'originaria rete idrografica naturale. Nello specifico, il deflusso idrico superficiale entro l'area di indagine ed in quelle limitrofe avviene essenzialmente per spaglio superficiale e tramite i collettori idrici a servizio degli edifici a destinazione industriale e/o commerciale presenti nelle immediate vicinanze dell'ingombro di progetto.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico superficiale, come riportato nella "Carta delle Fasce di Tutela del Reticolo Idrico" (RIM Tav.3/a; **Fig. 3**), si segnala la presenza in adiacenza al confine meridionale del lotto di interesse progettuale, di un tratto di corso d'acqua appartenente al Reticolo idrico minore di competenza consortile (denominato "Roggia Lonata - 1° comizio"; codice RIM: 5.5).

In merito si specifica che le opere di invarianza progettuali non interferiscono con tale elemento idrografico e non rientrano all'interno della fascia di tutela per esso istituita.

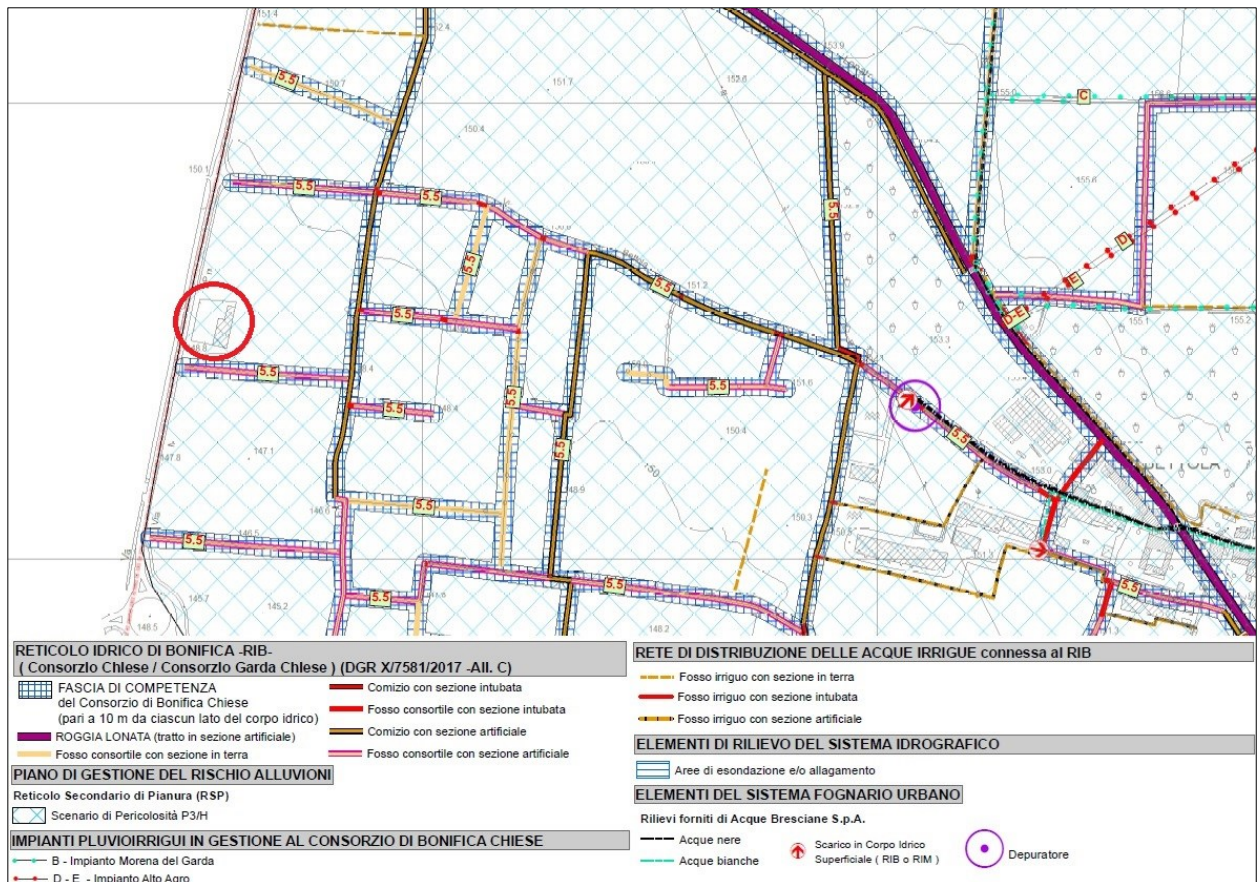


Fig. 3 - Stralcio della "Carta delle fasce di tutela del Reticolo Idrico" (RIM Tav. 3/a), allegata al Documento di Polizia Idraulica del Reticolo Idrico Minore comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

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.

Si mostrano di seguito, i dati in termini di pericolosità e di rischio da alluvione, in attuazione a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 e dai successivi indirizzi del Ministero

dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, come previsti nell'ultimo Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Revisione 2022 - **Fig. 5**).

Nello specifico l'area in esame rientra in una classe di pericolosità idrogeologica RSP (Reticolo Secondario di Pianura) con scenario frequente (H) di tipo P3.

Tale aspetto è confermato anche all'interno della "Carta PAI-PGRA" (SG Tav. 14 – Dicembre 2019) allegata all'Aggiornamento dello Studio Geologico del P.G.T. comunale (**Fig. 4**).

Secondo la D.G.R. X/6738 del 19/06/2017, in tali aree esondabili per la piena frequente (P3/H) dell'ambito RSP, le caratteristiche delle alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppur caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui. Inoltre: "In questo caso si ritiene quindi che sussistano consistenti limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Sono pertanto da applicare le limitazioni relative alla classe 3 di fattibilità geologica".

Si ritiene in merito che le opere di invarianza proposte all'interno del presente studio, non possano comportare modifiche, riduzioni e/o interferenze della capacità di invaso degli argini e delle opere di difesa esistenti dei corsi d'acqua afferenti al reticolo secondario di pianura consortile. Tali opere inoltre, hanno proprio lo scopo di migliorare le condizioni di drenaggio superficiale esistenti del lotto di interesse, tenendo in considerazione le trasformazioni progettuali previste.

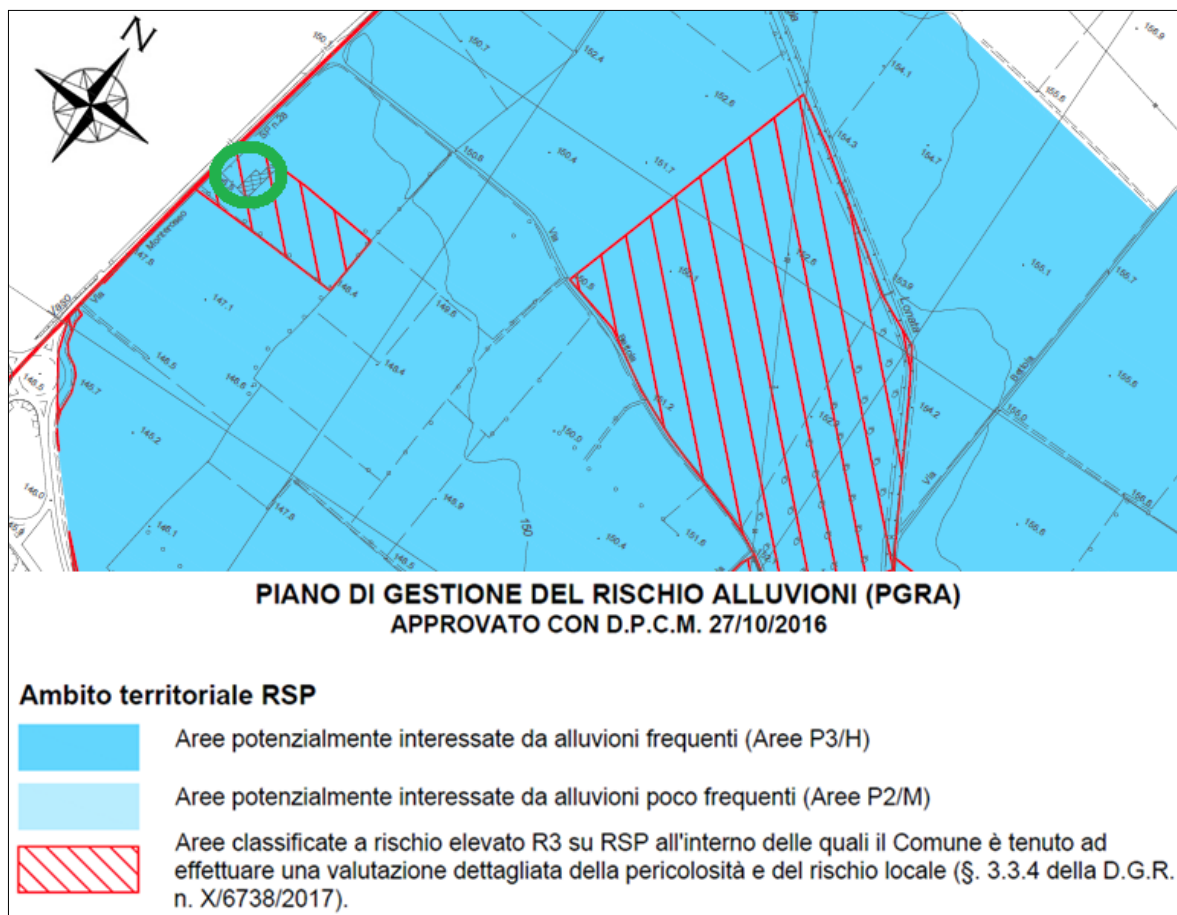


Fig. 4 - Stralcio della "Carta PAI-PGRA" (SG Tav. 14 – Dicembre 2019), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

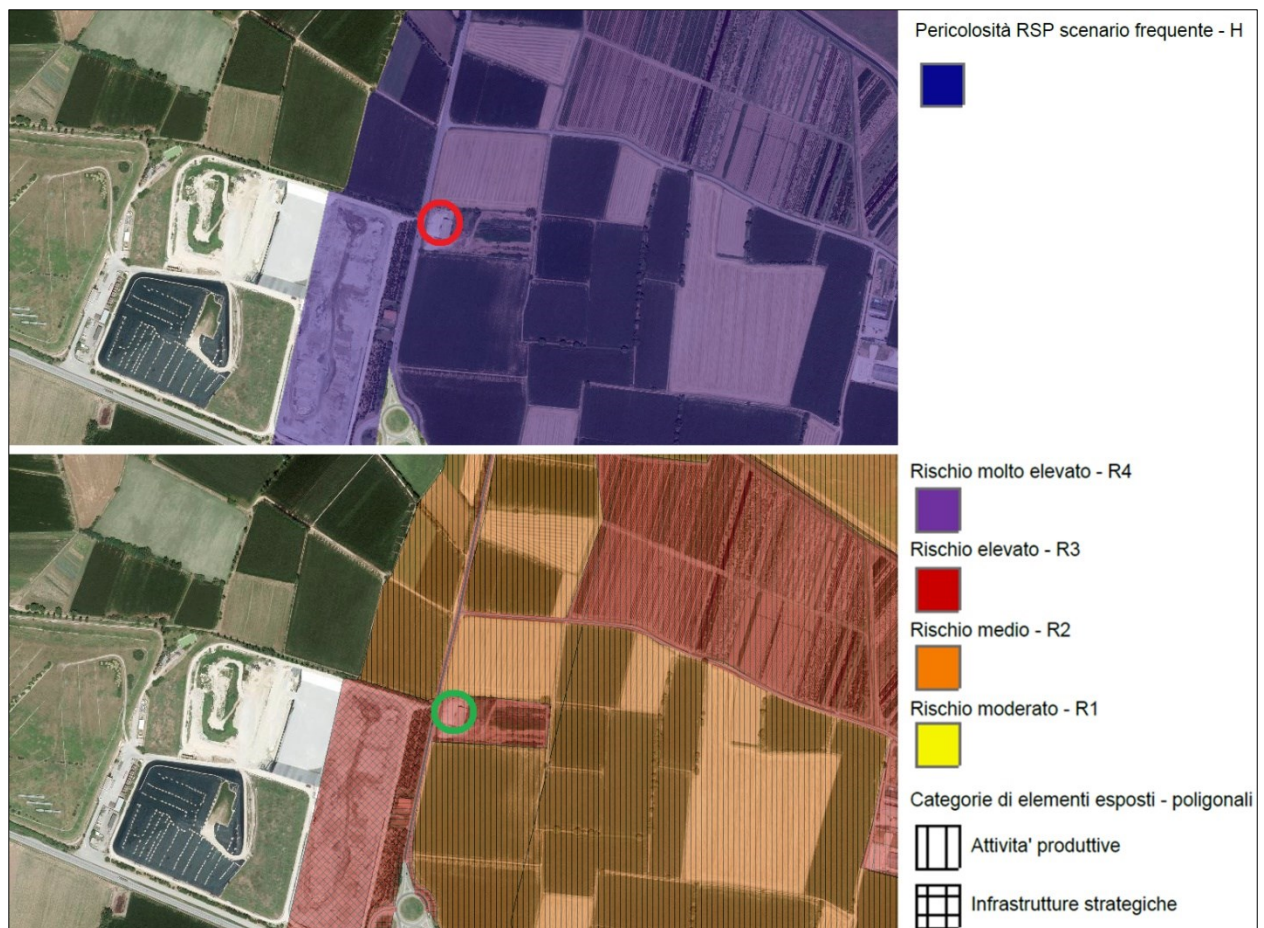


Fig. 5 - Mappa degli Scenari di Pericolosità da Alluvione e Mappa del Rischio
Alluvioni stralciate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Revisione 2022).
Fonte Viewer Geografico del Geoportale della Regione Lombardia.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE – DATI DIRETTI

A supporto della presente relazione tecnica, è stato redatto un modello stratigrafico medio del sito di progetto, utilizzando i dati derivanti dallo Studio Geologico allegato al P.G.T., e da indagini geognostiche pregresse, eseguite dal sottoscritto in contesti geologici omologhi a quello in cui ricade l'area oggetto di studio.

L'area di progetto, come sopra riportato, afferisce ad un ambito di pianura, contraddistinto dalla presenza di depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie sabbiose con ciottoli.

È possibile ipotizzare che l'area di progetto sia caratterizzata da depositi fluvioglaciali con buone caratteristiche geotecniche. Inoltre, si ritiene che tali depositi possano essere ricoperti da terreni rimaneggiati e/o di riporto, correlati a passati interventi edilizi e/o di regolarizzazione della superficie topografica.

In generale quindi, è possibile supporre che il lotto di progetto sia costituito da un primo strato superficiale di rimaneggiamento (Unità S), di spessore variabile da un minimo di 0,5 m ad un massimo di 1,5 m dal p.c.. Oltre tale orizzonte si ipotizza una seconda unità geotecnica rappresentativa dei Depositi Fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi (Unità FG).

MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Quota di riferimento p.c.	Unità geologica	Caratteristiche litologiche	Grado di permeabilità
STRATO 1	Unità S	Terreno superficiale rimaneggiato limoso-sabbioso	Medio-basso
da 0,0 a -0,5/-1,5 m			
STRATO 2	Unità FG	Depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi con ciottoli	Alto
Oltre -0,5/-1,5 m dal p.c.			

In base ai dati di letteratura consultati, l'assetto idrogeologico dell'area risulta essere caratterizzato dalla presenza di falde acquifere produttive a partire da circa -50/-55 m dal p.c.. Si specifica quindi che fenomeni di circolazione d'acqua non dovrebbero in ogni caso interferire con le opere di invarianza progettuali.

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 dal *Mappale n°225 del Foglio 15*, è ubicata lungo la S.P. 28, in Località Bettola di Lonato d/G, in adiacenza al confine con il territorio comunale di Bedizzole (**Fig. 6**).

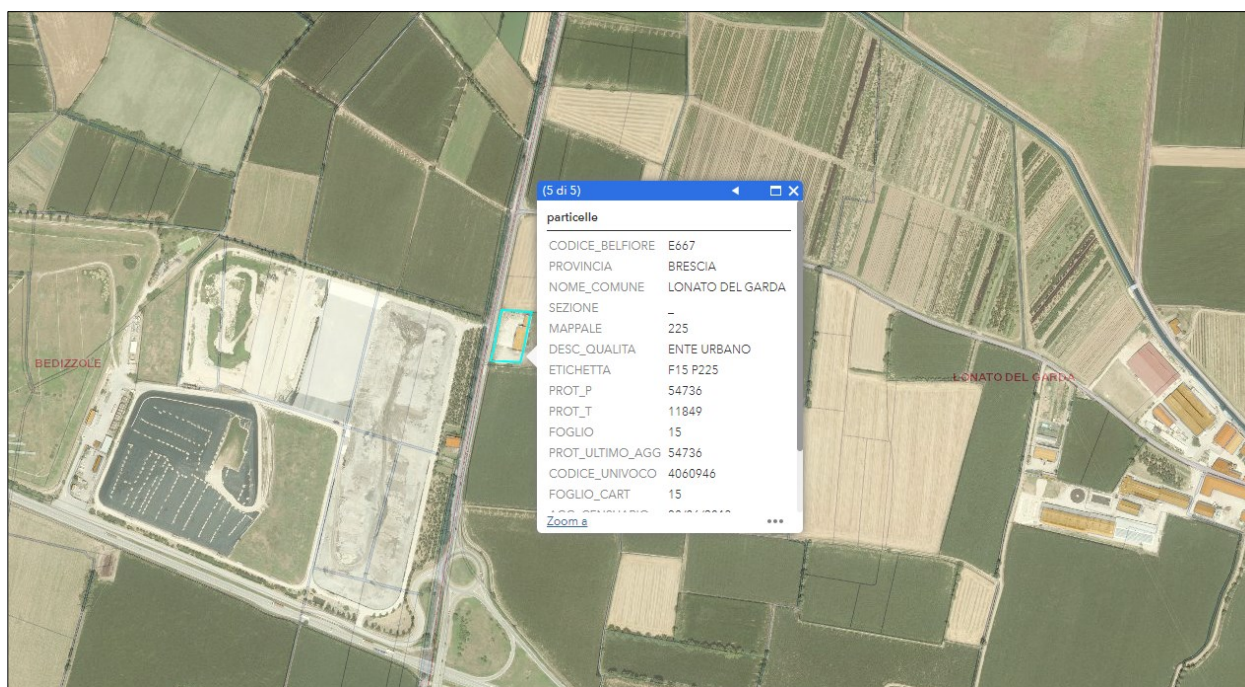


Fig. 6 - Individuazione dell'area oggetto d'interesse
(fonte Viewer Geografico Regione Lombardia).

Il lotto d'interesse, in particolare, è individuato nella CTR RL (*Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia*) alla scala 1:10.000 nella tavola D6e2 e possiede, nel punto mediano, le seguenti coordinate geografiche (Gauss-Boaga): 5037248,98 latitudine N – 1612784,40 longitudine E.

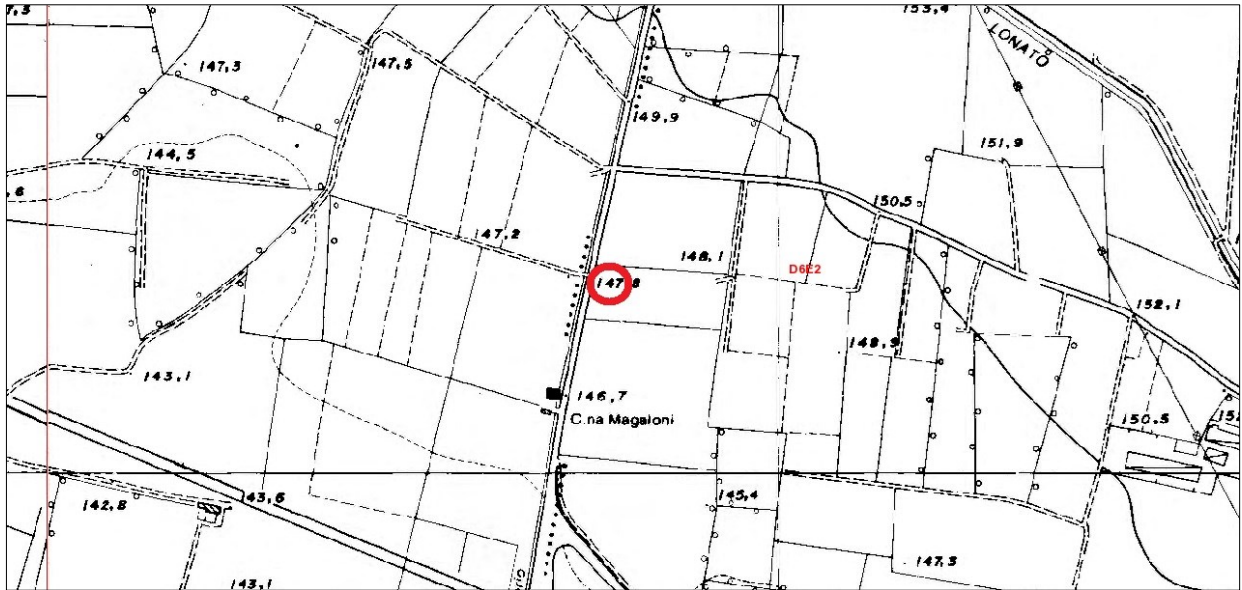


Fig. 7 - Individuazione dell'area di interesse progettuale su CTR.

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. 8**). Il territorio di Lonato d/G ricade nella classe di criticità media (*criticità B*).

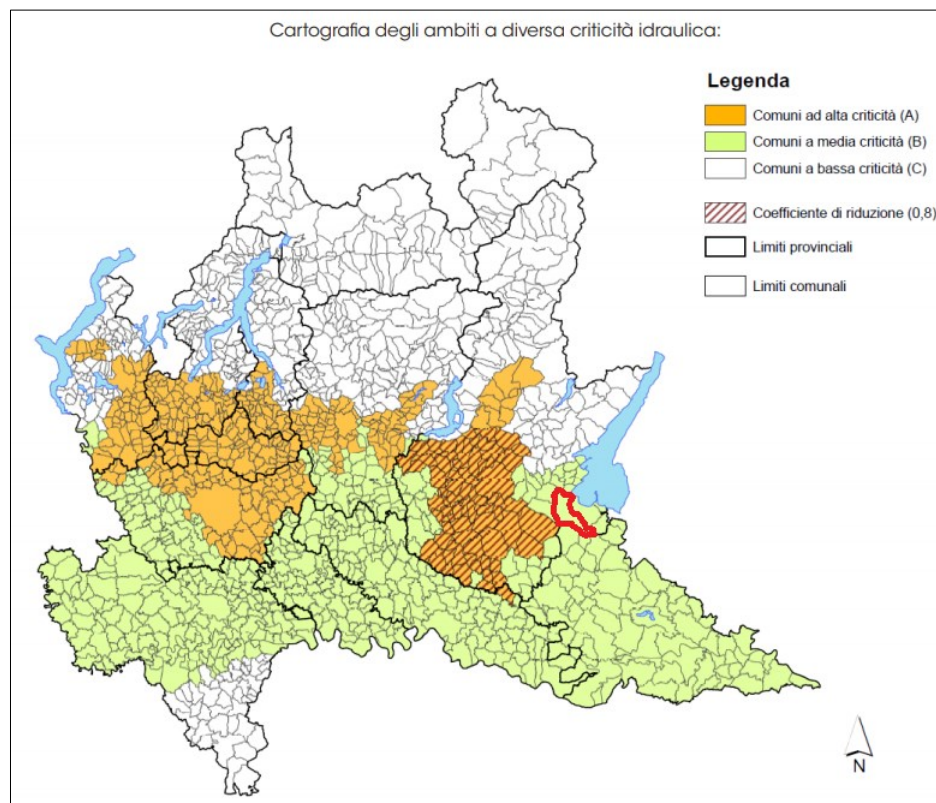


Fig. 8 - Cartografia regionale degli ambiti a diversa criticità idraulica, prevista dalle recenti modifiche (Aprile 2019) nell'Allegato C del Regolamento Regionale, con ubicazione del comune di Lonato d/G.

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

4.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto

Gli interventi di progetto considerati riguardano gli interventi di riqualificazione e cambio destinazione d'uso di un fabbricato esistente, a cui si associano le relative coperture, viali pedonali/carrabili e piazzali di manovra. Dallo stralcio planimetrico di progetto (**Fig. 9**), l'intervento prevede le seguenti superfici impermeabili e/o semipermeabili, a cui si associa il corrispondente coefficiente di deflusso:

- Superficie complessiva aree trasformate: 3.075,1 m²
- Superficie impermeabile di progetto: 662,3 m² (coeff. di deflusso=1,0 – tetti e coperture)
- Superficie semi-permeabile di progetto: 2.412,8 m² (coeff. di deflusso=0,7 – viali, parcheggi, piazzali di manovra)

Si specifica inoltre che sono state escluse dal progetto di invarianza idraulica le aree a verde.



Fig. 9 - Planimetria di progetto con individuazione delle superfici di trasformazione, ovvero superfici impermeabili (grigio), semi-permeabili (arancio) e quelle escluse dallo studio di invarianza (verde e bianco).

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. 10**). Nello specifico, assumendo un coefficiente di deflusso pari a 1,0 per le parti considerate impermeabili (tetti e coperture), 0,7 per le superfici considerate semi-permeabili (viali, parcheggi e piazzali di manovra), e trascurando le aree a verde perché non rientrano all'interno dello studio di invarianza idraulica, si calcola, un **coefficiente di deflusso medio ponderale pari a 0,76**.

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 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. 10 - Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo previsti dall'art.9 del R.R. n°8 del 2019.

La superficie scolante impermeabile equivalente, stimata sulla base di quanto riportato nell'art. 12 comma 2 del R.R. 8/2019 risulta pari a **2.351,3 m²**.

Di conseguenza, il volume minimo di laminazione d'invaso richiesto da normativa, utilizzando un valore parametrico 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile, per Aree B, sarà:

W= 117,6 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.



Fig. 11 - Individuazione dell'area pluviometrica omogenea e dei parametri pluviometrici utili forniti dal sito Web ARPA Lombardia.

Considerando che l'area di progetto ricade entro lo scenario a media criticità idraulica (Area B), 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 20 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.

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: $a_1 = 27,36$ mm/h $n = 0,2693$ (n) per durante D 1-24 ore e $w_T = 1,98$, indica un'**altezza critica delle precipitazioni (h) pari a 70,42 (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 121,0 m³**.

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

$$W_0 = 121,0 \text{ m}^3 > W = 117,6 \text{ m}^3$$

Di conseguenza la progettazione del sistema di laminazione dovrà prevedere l'utilizzo del seguente volume critico: **$W_0 = 121,0 \text{ m}^3 \rightarrow$ Volume minimo di laminazione da considerare in progetto e da smaltire entro 48 ore.**

5. SISTEMA DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE

Come da specifiche di progetto, le acque meteoriche di scorrimento superficiale non verranno recapitate direttamente in un punto di adduzione della rete fognaria, o delle acque bianche. Di conseguenza si intende quindi realizzare un sistema di immagazzinamento e dispersione e delle acque piovane mediante una sistema ibrido, costituito da un'area verde ribassata e pozzi filtranti.

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 perseguita in funzione delle condizioni litologiche, morfologiche ed idrogeologiche del sito in esame e delle specifiche esigenze progettuali.

Dato l'assetto geologico locale definito per l'area oggetto di studio, si ipotizza che il sottosuolo dell'intero lotto di progetto sia caratterizzato da condizioni litologiche ed idrogeologiche piuttosto uniformi e quindi correlabile con il settore all'interno della quale si intende realizzare il sistema di pozzi perdenti.

In generale, è possibile supporre che l'area in esame sia caratterizzata, oltre un primo strato di terreno superficiale rimaneggiato (*Strato 1*), da depositi fluvioglaciali costituiti prevalentemente da ghiaia e sabbia con ciottoli (*Strato 2*), questi ultimi caratterizzati da buone capacità di drenaggio.

Alla luce dell'assetto idrogeologico dell'area descritto in precedenza, si ipotizza la presenza di falde acquifere a partire da profondità ben superiori a quelle di intestazione delle opere di infiltrazione progettuali.

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

Volume delle acque piovane da smaltire in 48 ore: $W = 121,0 \text{ m}^3$

Si specifica che i pozzi perdenti preventivati (*par. 5.2*) rappresentino, sia parte del volume di laminazione da prevedere per trattenere i quantitativi d'acqua piovana durante l'evento di pioggia critico ed entro le 48h dal suo inizio, che il sistema idoneo per lo smaltimento delle acque piovane stesse entro il primo sottosuolo.

5.1 Sistema di immagazzinamento delle acque meteoriche

Per il dimensionamento del sistema di laminazione, si propone un sistema ibrido, tenendo conto della capacità di immagazzinamento di un'area verde ribassata, con fondo drenante e sezione trapezoidale ($H: 0,50 \text{ m}$), e del volume immagazzinato da pozzi perdenti, necessariamente previsti per lo smaltimento nel suolo delle acque meteoriche in eccesso, ritenuti funzionanti già durante l'evento di pioggia critico.

Il 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*", risulta pari a **725,5 m³** (Procedura Dettagliata).

Si riportano di seguito le principali caratteristiche geometriche, idrogeologiche e realizzative, delle opere di laminazione previste:

- (1) n°1 area verde ribassata, a sezione trapezoidale e con fondo drenante (H: 0,50 m);
- (2) n°4 Pozzi perdenti, e relativi dreni, intestati a partire dal piano campagna, a valle dell'area verde ribassata.

(1) Area verde ribassata, a sezione trapezoidale, con fondo drenante

Superficie massima (tetto) in pianta (m ²)	Superficie minima (fondo) in pianta (m ²)	Altezza utile dell'area verde ribassata (m)	Capacità d'invaso (m ³)
155,0	66,3	0,50	66,25

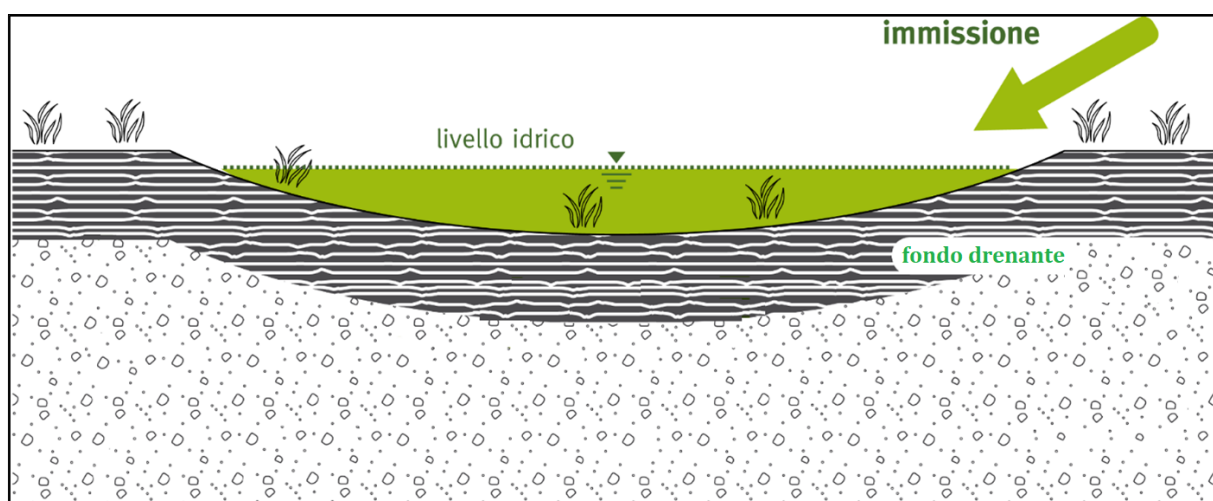


Fig. 12 - Sezione schematica di una area verde ribassata, per l'immagazzinamento delle acque meteoriche.

(2) N°4 Pozzi perdenti:

Profondità complessiva pozzo perdente (m)	tratto Filtrante	Diametro pozzo (m)	Volume invasato da n°1 pozzo perdente (m ³)	Volume invasato dal dreno esterno di spessore 0,6 m (m ³)	Volume d'accumulo totale di n°1 pozzo compreso il dreno (m ³)
3,00	da -1,5 a -3,0 m dal p.c.	2,00	9,42	6,61	16,03

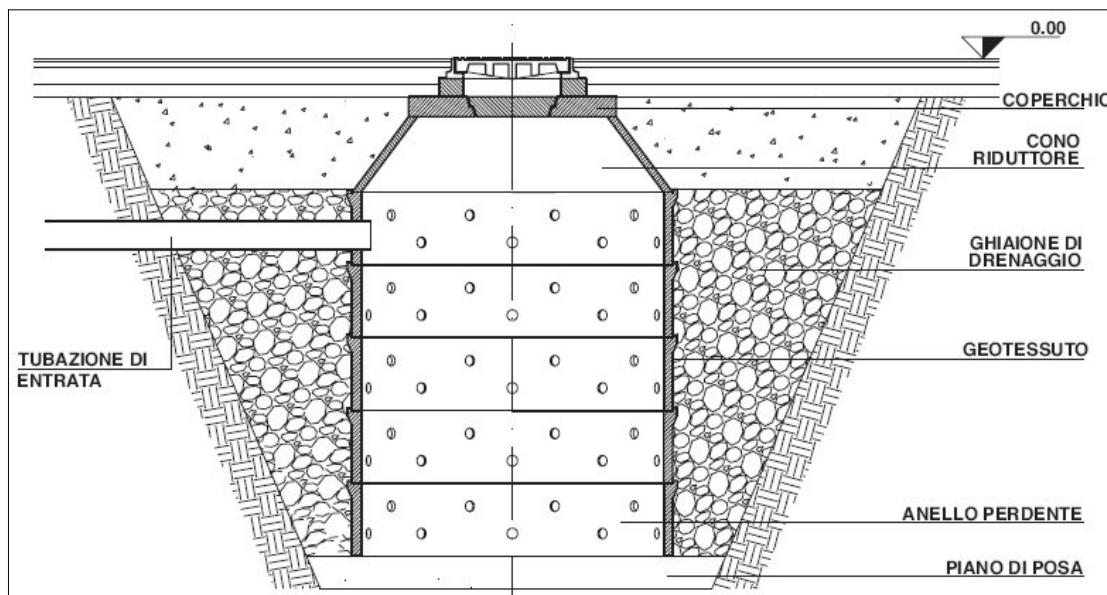


Fig. 13 - Schema costruttivo del pozzo perdente per lo smaltimento delle acque di meteoriche.

Per aumentarne la capacità di dispersione e di immagazzinamento, esternamente agli anelli di calcestruzzo prefabbricato, dovrà essere disposto, materiale costituito da ciottoli di grossa pezzatura omogenea, per uno **spessore esterno di 0,60 m**.

Nel dimensionamento del sistema di dispersione è stato tenuto conto, infatti, dell'incremento di volume conseguente alla posa al contorno di tale materiale di grossa pezzatura indicato.

In funzione della tipologia di opere prescelte per lo smaltimento delle acque meteoriche, sono stati stimati la capacità di smaltimento dei pozzi filtranti, ed il volume d'accumulo disponibile per ciascuno di essi, unitamente a quello immagazzinabile dall'area verde ribassata prescritta. Si segnala che è stato considerando cautelativamente, per la capacità di smaltimento dei pozzi intestati a partire dal p.c., solo il tratto a partire da -1,50 m di profondità dal p.c., contraddistinto dall'Unità FG (Strato 2), ritenuta idonea al corretto smaltimento dei volumi d'acqua progettuali.

Quantità d'acqua convogliata (m³)	Capacità d'invaso n°4 pozzi + dreni (m³)	Capacità d'invaso Area verde ribassata (m³)	Capacità d'invaso TOTALE (m³)
121,00	64,12	66,25	130,37

Il sistema di laminazione dovrà essere dotato di adeguati pozzetti di ispezione, muniti di filtri e di un idoneo sistema di drenaggio interno e/o pertinenziale, eventualmente agevolato dalla realizzazione di opportune pendenze obbligate dell'opera stessa, atte a convogliare adeguatamente le acque di meteoriche, provenienti dall'impianto di raccolta, verso l'area verde ribassata prima e di conseguenza verso i pozzi perdenti (**Fig. 14**).

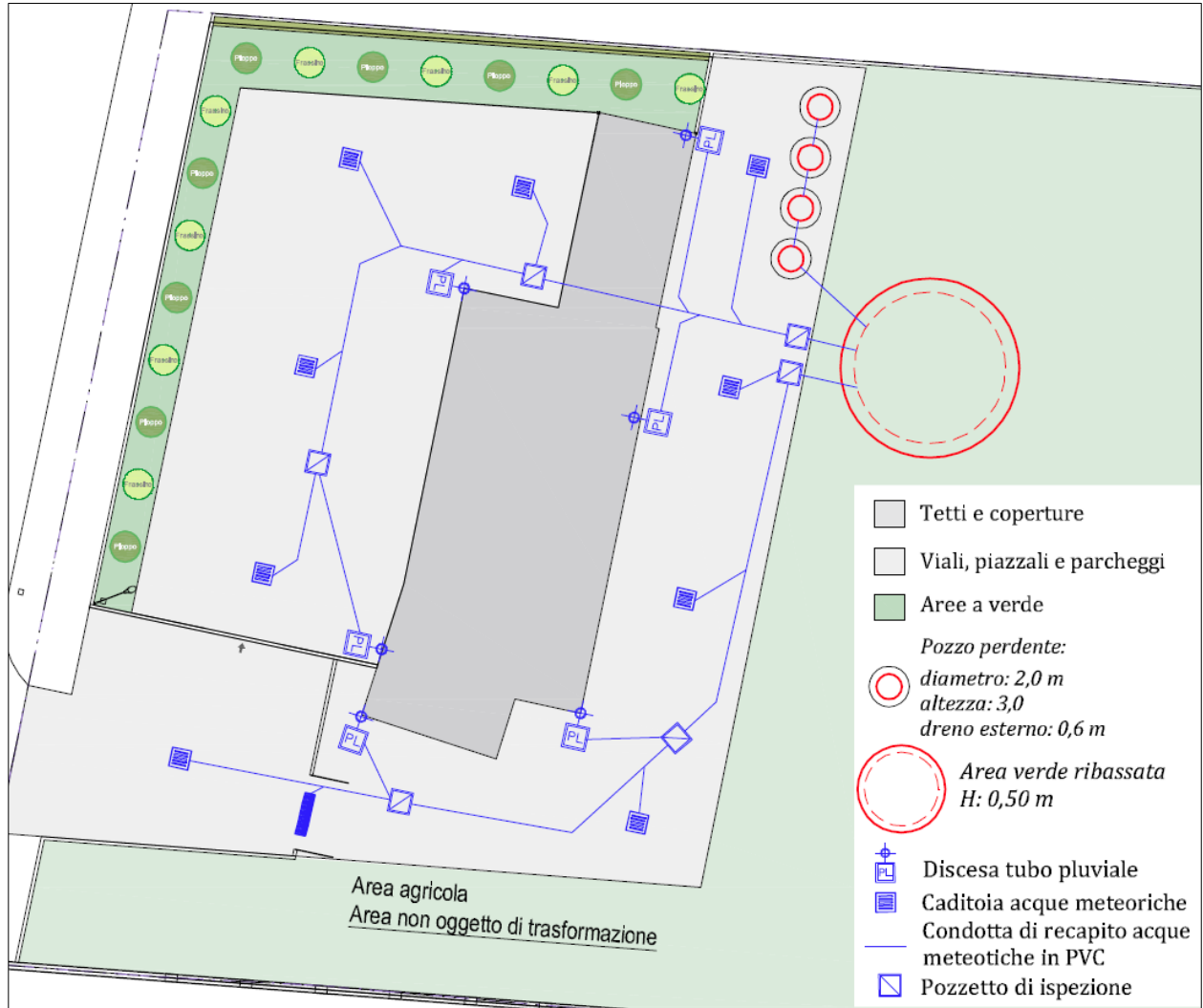


Fig. 14 - Individuazione delle opere di infiltrazione e della relativa rete di collettamento, conforme allo studio di invarianza idraulica.

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.

5.3 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 in superficie da depositi di origine alluvionale, permeabili per porosità, caratterizzati da una permeabilità complessivamente media, con possibile presenza di orizzonti limoso-sabbiosi che ostacolano parzialmente la filtrazione idrica verticale.

Per la stima dei valori di permeabilità k sono stati reperiti dati sia da letteratura (**Fig. 15**), 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 terreni presenti all'interno dell'area d'interesse, possono essere attribuiti valori di permeabilità da medio-alti, ($8,0 \times 10^{-5}$ m/s) con buone capacità di drenaggio.

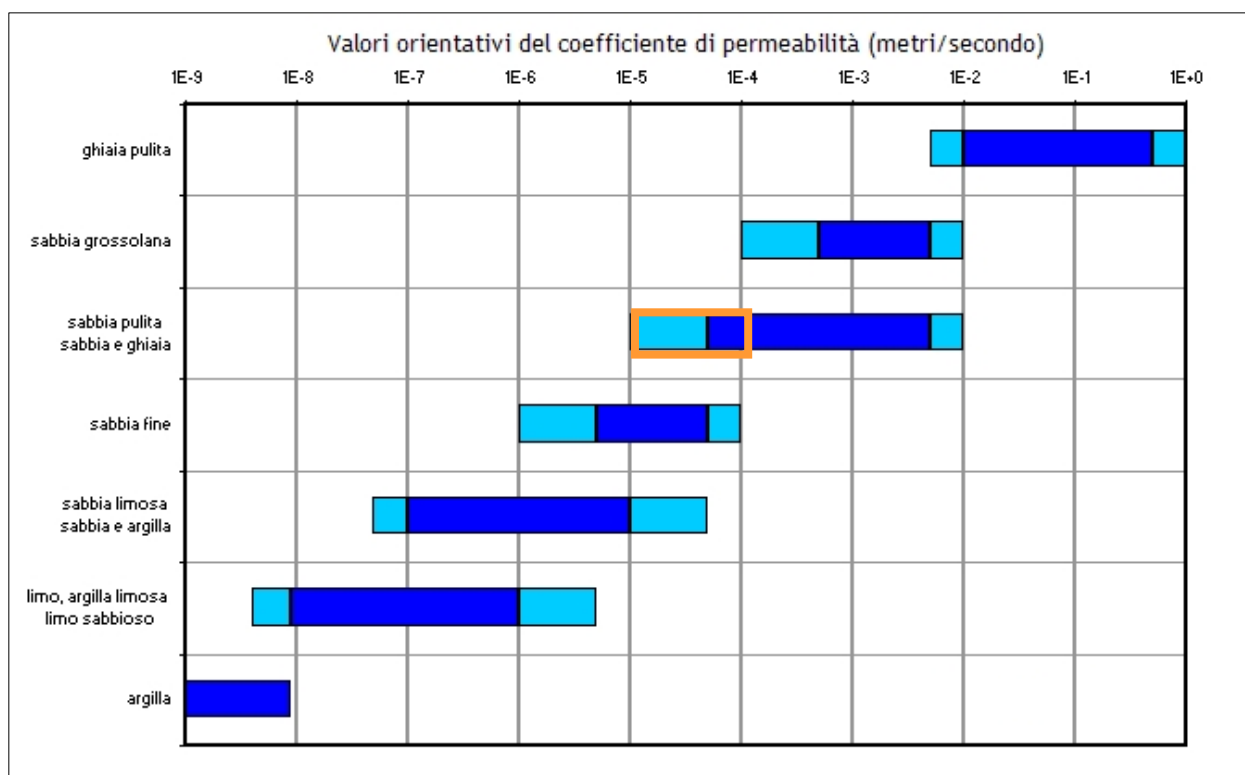


Fig. 15 - Valori indicativi del coefficiente di permeabilità.

In base a quanto esposto, si propone quindi la realizzazione di un sistema a infiltrazione nel terreno, mediante la realizzazione di una batteria di pozzi di dispersione, adeguatamente dimensionati ed approfonditi all'interno dello *Strato 2*, costituito da miscele di ghiaie e sabbie con ciottoli.

Si prescrive di realizzare sistemi di dispersione, con tratti drenanti posti lungo tutta l'altezza del pozzo perdente. A riguardo, non si segnalano particolari vincoli per quanto concerne la profondità massima; l'area di progetto, infatti, non risulta inserita in alcuna fascia di tutela ambientale e si segnalano fenomeni di circolazione d'acqua superficiali.

Si consiglia invece di verificare la stabilità dei fronti di scavo per profondità dei pozzi perdenti superiore a 2,5/3,0 m dal p.c., e nel caso procedere per settori progressivi e aumentare la pendenza, rispetto all'orizzontale, delle pareti di scavo.

Si specifica inoltre che per garantire la corretta efficienza di tale sistema di dispersione, si dovrà verificare in fase esecutiva che i pozzi perdenti effettivamente siano intestati per uno spessore complessivo di almeno 1,50 m all'interno dello *Strato 2*, di natura ghiaioso-sabbiosa, ritenuto idoneo al corretto smaltimento dei volumi d'acqua progettuali.

Nel calcolo analitico, di cui si riportano i risultati nelle tabelle successive, è stato cautelativamente considerato come tratto filtrante, solamente quest'ultimo spessore dei pozzi stessi (1,50 m). Si specifica che gli anelli forati, così come riportato in **Fig. 13** dovranno costituire l'intero pozzo perdente.

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

Ogni pozzo dovrà essere costituito da una colonna di dispersione ad anelli sovrapposti, in calcestruzzo prefabbricato e fessurato o forato, di diametro noto (vedi **Fig. 13**).

Come ampiamente descritto nel precedente capitolo, il regolamento prevede l'utilizzo del volume derivante dal valore parametrico del volume minimo d'invaso previsto per la criticità idraulica assegnata al progetto, in questo caso pari 500 m³ (Area B) per ettaro di superficie scolante impermeabile (**$W_0=121,0$ m³**).

Pertanto, a seguito di un evento piovoso critico, come stimato secondo lo studio di invarianza idraulica, considerando i pozzi perdenti anche come sistema di laminazione, si ottiene il seguente bilancio idrico:

Sistema pozzi perdenti	Quantità d'acqua convogliata (m ³)	Capacità di Smaltimento (l/s)	Tempo di svuotamento (ore)	Capacità d'invaso TOTALE, pozzi+area verde ribassata (m ³)
N°4 Pozzi	121,0	1,17	28,7 < 48	130,37

Considerando il volume da laminare (Metodo delle Sole Piogge) in funzione della portata uscente dai pozzi (infiltrazione nel terreno), si ricava il tempo necessario per filtrare tutto il volume di laminazione di acqua meteorica calcolato, pari a **28,7 ore** (vedi tabella sopra).

Il tempo di svuotamento 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.

Considerando la capacità d'invaso dei pozzi e dai relativi dreni circolari esterni (64,12 m³), unitamente al volume immagazzinato dall'area verde ribassata (66,25 m³), la capienza complessiva del sistema proposto risulta essere maggiore al volume delle acque da smaltire secondo lo studio di invarianza, al netto dell'acqua infiltrata nel terreno durante l'evento di pioggia critico (121,0 m³).

La realizzazione dei pozzi disperdenti proposti, unitamente all'area verde ribassata, posta a monte di questi ultimi, se ubicati come indicato nella planimetria di progetto delle opere di smaltimento delle acque di scorrimento superficiale (vedi **Fig. 14**), risultano quindi conformi allo studio di invarianza idraulica eseguito.

Rimane ben inteso che eventuali future modifiche, dei dettagli tecnico-costruttivi della rete di raccolta, accumulo e smaltimento delle acque piovane, così come rappresentati in **Fig. 14**, saranno consentite purché si rispettino sempre i volumi del sistema di laminazione previsto e le modalità di dispersione nel sottosuolo prescritte.

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.

Secondo l'Art. 13 il piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica dev'essere redatto con un dettaglio conforme alla complessità dell'opera stessa. Nello specifico caso le opere di collettamento recapito e smaltimento delle acque meteoriche risultano sostanzialmente essere costituite da pluviali e caditoie per il primo recapito delle acque meteoriche, collegate mediante una rete di tubazioni dimensionate e posizionate secondo quanto riportato in **Fig. 14**.

Il sistema di collettamento verso i volumi di laminazione è completato da una serie di pozzetti a tenuta, interrati, con funzione di snodo e ispezione del deflusso delle acque meteoriche raccolte. 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.

Nello specifico, unitamente alla struttura dei pozzi perdenti previsti tutti gli elementi dell'intero impianto di smaltimento sono rappresentati in **Fig. 16**.

La manutenzione stessa serve, inoltre, ad assicurare alle strutture stesse un periodo di vita più duraturo, 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 progettate all'interno del presente studio, e potranno essere eseguite da operai generici, ad esclusione delle azioni dirette sui sistemi elettro-meccanici, sulle componenti idrauliche (eventuali pompa e sistemi di scarico), e ai componenti costruttivi (tessuti, materiale granulare esterno, anelli forati, tubi di collettamento) delle opere filtranti. Tali azioni dovranno essere effettuate da tecnici esperti e/o direttamente dalla ditta esecutrice.

6.1 Operazioni di manutenzione ordinaria

Risulta ben inteso che, escludendo la rete di tubazioni interrata, punti critici quali caditoie, chiusini in ghisa fessurati e pozzetti di diramazione, dovranno essere sottoposti a controlli periodici (circa ogni 6 mesi), e ripetuti se necessario nella stagione autunnale. Eventuali occlusioni, fogliame, scarti vegetali, o rifiuti di ogni genere, dovranno essere tempestivamente rimossi per garantire la continua funzionalità della rete di scolo. I principali interventi da svolgersi ogni 6 mesi sono di seguito elencati:

- Pulizia rifiuti e rimozione detriti sia all'interno degli invasi che nelle tubazioni accessorie;
- Eliminazione fenomeni di intasamento/scorrimento e specie vegetative infestanti;
- Ispezione e controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali.



Fig. 16 - Rappresentazione esemplificativa degli elementi strutturali che costituiscono l'impianto di raccolta, collettamento e dispersione previsto per lo Studio di Invarianza Idraulica.

6.2 Operazioni di manutenzione straordinaria

Nella manutenzione straordinaria del sistema di invarianza idraulica proposto, rientrano 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 che costituiscono il sistema descritto.

In tal caso saranno da eseguire le suddette operazioni già elencate come manutenzione ordinaria, in aggiunta a quelle periodiche prescritte. In caso di intasamento periodico della rete, si dovranno prevedere operazioni di manutenzione straordinaria dei condotti interrati di convogliamento delle acque pluviali fino ai punti di scarico terminale, rappresentati dalla batteria di pozzi interrati. Pur prevedendo eventualmente sfioratoi di troppo pieno, e sistemi di emergenza di pompaggio e scarico verso altri utilizzi che non siano il sottosuolo, si ritiene comunque di fondamentale importanza il costante controllo dell'efficienza del sistema di dispersione proposto, al fine di evitare pericolose emergenze idriche superficiali presso il lotto di proprietà.

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 intervento di riqualificazione e cambio destinazione d'uso, di un lotto ubicato presso S.P. 28, nel Comune di Lonato del Garda (BS).

Il lotto oggetto d'intervento consta di una superficie di trasformazione totale di 3.075,1 m², suddivisa in aree soggette a coperture impermeabili (662,3 m²) e aree semi-permeabili, ovvero viali, parcheggi e piazzali di manovra (2.412,8 m²). Sono state trascurate le superfici a verde e quelle non trasformate perché non rientrano all'interno dello studio di invarianza idraulica.

Il comune di Lonato del Garda ricade nelle aree B – a media criticità idraulica, inoltre, sulla base dell'entità delle opere l'intervento, il progetto è stato classificato come Intervento a *Impermeabilizzazione Potenziale Media*.

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 totale pari a 121,0 m³, leggermente maggiore di quello minimo previsto dall'art. 12 del R.R., che per l'area in esame corrisponde a 117,6 m³; pertanto, la progettazione del sistema di dispersione ha previsto l'utilizzo del volume critico ricavato dal suddetto calcolo.

In generale, è possibile supporre che l'area in esame sia caratterizzata, oltre un primo strato di terreno superficiale rimaneggiato (*Strato 1*), da depositi fluvioglaciali costituiti prevalentemente da ghiaia e sabbia con ciottoli (*Strato 2*), questi ultimi caratterizzati da buone capacità di drenaggio.

In base ai dati di letteratura consultati, l'assetto idrogeologico dell'area risulta essere caratterizzato dalla presenza di falde acquifere produttive a partire da circa -50/-55 m dal p.c.. Si specifica quindi che fenomeni di circolazione d'acqua non dovrebbero in ogni caso interferire con le opere di invarianza progettuali.

Di conseguenza, è stata ipotizzata in questa fase la realizzazione di **n° 1 area verde ribassata**, a sezione trapezoidale e fondo drenante, e di **n°4 pozzi perdenti** di diametro 2,00 m, profondità massima pari a 3,00 m a partire dal p.c., e dreno esterno di spessore pari a 0,60 m.

A tal proposito, si specifica che per garantire la corretta efficienza di tale sistema di dispersione, si dovrà verificare in fase esecutiva che i pozzi perdenti siano intestati per uno spessore di almeno 1,50 m all'interno dello *Strato 2* (depositi fluvioglaciali), ritenuto idoneo al corretto smaltimento dei volumi d'acqua progettuali.

Il dimensionamento del sistema di filtrazione ha verificato che la realizzazione di n° 1 area verde ribassata e di n° 4 pozzi disperdenti 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 28,7 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 meteoriche 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 che il sistema di laminazione dovrà essere dotato di un idoneo sistema di tubazioni di drenaggio interno e/o pertinenziale, eventualmente agevolato dalla realizzazione di opportune pendenze obbligate dell'opera stessa, atte a convogliare adeguatamente le acque meteoriche, provenienti dalle superfici di raccolta, verso l'opera di infiltrazione progettuale.

Si segnala che, pur potendo in fase esecutiva effettuare delle scelte progettuali e/o realizzative differenti rispetto alle suddette caratteristiche geometriche, le opere di invarianza idraulica dovranno in ogni caso garantire l'immagazzinamento dei volumi di laminazione totali calcolati nel presente studio idrologico e la capacità disperdente prevista nel sottosuolo.

Qualora esigenze progettuali legate a particolari architettonici o alla necessaria coesistenza della rete di raccolta delle acque meteoriche con le altre reti tecniche a servizio del fabbricato (acquedotto, scarichi fogna, reti elettriche, ecc.), lo richiedessero, saranno quindi consentite variazioni al posizionamento previsto in *Fig. 14* del sistema di pozzi perdenti, dell'area verde ribassata e della rete di raccolta, compresi i pluviali e i pozzetti di ispezione previsti, purché vengano sostanzialmente rispettati i principi di invarianza idraulica previsti nel presente elaborato tecnico.

Sulla base del quadro normativo fornito e delle caratteristiche idrologiche e idrauliche dell'area in oggetto, gli interventi di riqualificazione e cambio destinazione d'uso, 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, 02 Agosto 2024

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 Geologi della Provincia di
Regione Lombardia n. 1691
incaricata/o dal/i signor/i Ammitt S.r.l. in qualità di
☐ proprietario, ☐ utilizzatore ☐ legale rappresentante del
di redigere il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* per l'intervento di
Intervento di riqualificazione e cambio destinazione d'uso
sito in Provincia di Brescia Comune di Lonato d/G
in via/piazza SP 18 n.
Foglio n. 15 Mappale n. 225

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 Lonato d/G, 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 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 considerata la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo). B, 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 1,17, che equivale ad una portata infiltrata pari a 5,01 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, 02/08/2024

(luogo e data)

Il Dichiarante
Dott. Geol. **Niccolò Crestana**

