

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 PUEGNAGO DEL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA
Regione Lombardia

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA A SUPPORTO DEL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI N°2 EDIFICI RESIDENZIALI, IN UN LOTTO SITO IN VIA SQUASSA E ALLA RICHIESTA DI VARIANTE AL P.G.T. DEL COMUNE DI PUEGNAGO DEL GARDA

RELAZIONE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA

ai sensi del R.R. n° 7 del 23 Novembre 2017 “*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12*” approvato con D.G.R. n. 7372 del 20/11/2017 - BURL Supplemento del 27 novembre 2017, n. 48, e successive modifiche introdotte con il R.R. n° 8 del 19 Aprile 2019 (D.G.R. XI/1516 del 15/04/2019).

Committente: *KERMA di Maffizzoli Lucio e c. s.n.c.*

Data:
29 Aprile 2019

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

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



INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1 Riferimenti Normativi.....	4
2. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO.....	5
2.1 Caratteri Idrogeologici locali	5
2.2 Rete Idrografica locale	5
2.3 <i>Piano di Gestione Rischio Alluvioni</i>	7
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE – DATI DIRETTI.....	9
4. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO.....	10
5. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA.....	13
5.1 Localizzazione dell'intervento	13
5.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto	15
5.3 Definizione del coefficiente medio ponderale e del requisito minimo richiesto	15
5.4 Calcolo del volume di laminazione – metodo delle sole piogge	16
6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DISPERSIONE	19
6.1 Permeabilità dei terreni	19
6.2 Dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque.....	22
7. CONCLUSIONI.....	25

1. PREMESSA

Su incarico conferito da *KERMA di Maffizzoli Lucio e c. s.n.c.*, è stata eseguita una Relazione Tecnica a carattere idrogeologico in merito alla richiesta di adeguare alle norme di invarianza idraulica introdotte dalla Regione Lombardia nel 2017 e successive modifiche (R.R. n° 8 del 19 Aprile 2019 *"Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 Novembre 2017, n. 7"*), il progetto di realizzazione di n° 2 edifici residenziali, in un lotto sito in Via Squassa e alla richiesta di variante al P.G.T. del Comune di Puegnago del Garda (BS).

Lo studio viene eseguito in ottemperanza a quanto prescritto dal **R.R. n°7 del 23 Novembre 2017** *"Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12"* e successive modifiche introdotte con la **Delibera di Giunta Regionale n° XI/1516 del 15/04/2019**.

Il presente elaborato tiene conto inoltre di quanto disposto dalla normativa nazionale (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152), da quella regionale (D.G.R. 8/2318/2006) 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 vengono infine considerati i *"Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"*, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11/03/05 n° 12", emanata, in ultimo, con **D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011** e quanto previsto nello Studio della *Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica per il PGT* (Dott. Geol. A. Trivioli – Ottobre 2009), allegato al Piano di Governo del Territorio del Comune di Puegnago del Garda.

1.1 Riferimenti Normativi

- 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° 7 del 23 Novembre 2017 “*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12*” approvato con DGR n. 7372 del 20/11/2017 - BURL Supplemento del 27 novembre 2017, n. 48.
- R.R. n° 8 del 19 Aprile 2019 “*Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 Novembre 2017, n. 7*”, approvato con DGR n. XI/1516 del 15/04/2019 - BURL Supplemento del 24 Aprile 2019, n. 17.
- R.R. 3 Marzo 2006 n. 3 “*Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie*”
- D.G.R. 5 Aprile 2006 – n. 8/2318 “*Norme tecniche regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue, in attuazione dell'art. 3, comma 1 del Regolamento Regionale n. 3 del 2006*”.
- L.R. 11 Marzo 2005 - n.12 Piani di Governo del Territorio; DGR 22 Dicembre 2005 n.8/1566 “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*”.
- 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*” (art. 57 comma 1 della l.r. 11 Marzo 2005 n. 12).
- A.R.P.A. Lombardia “*Linee guida per lo scarico di acque reflue domestiche sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, per carichi organici < a 50 AE*”.
- Associazione Geotecnica Italiana “*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche in situ*” (1977).

2. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO

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

2.1 Caratteri Idrogeologici locali

L'assetto idrogeologico del territorio di Puegnago del Garda è fortemente condizionato dalla presenza di una vasta area riconducibile ad un ambito morenico, piuttosto articolato con presenza di numerose cerchie collinari interrotte da piane intramoreniche e/o fluvioglaciali ad andamento sinuoso e con sedimenti di spessore variabile e per lo più contenuto, che costituiscono la cerchia interna più prossima al Lago.

Nell'area di pertinenza dell'anfiteatro morenico interno si possono riconoscere falde superficiali sospese (settori collinari) o, più limitatamente, freatiche (settori pianeggianti). Le prime possono generare acquiferi discontinui e poco produttivi circolanti al tetto di livelli limoso-argillosi impermeabili, a poca profondità e con direzioni di flusso congrue con la topografia e generalmente di bassa potenzialità, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche. Le seconde possiedono generalmente scarsa produttività e alimentazione legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, dei corsi d'acqua provenienti dai versanti delle cerchie moreniche e/o dalle falde sospese circolanti nei depositi glaciali dei settori collinari.

In corrispondenza dell'area oggetto di interesse, la falda freatica risulta entro i depositi fluvioglaciali grossolani (-22,0/-27,0 m circa dal p.c. – vedi stratigrafia pozzo in allegato), e costituisce un acquifero freatico continuo, di buona produttività. L'alimentazione è legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, di quelle raccolte dai versanti delle cerchie moreniche e dalle falde sospese circolanti nei depositi morenici. Nella piana fluvio glaciale che si allunga in direzione circa N-S, dal Crociale di Manerba al Crociale di Cunettone, la soggiacenza della falda freatica si attesta ad alcune decine di metri dal p.c. (25-30 m), in relazione al maggiore spessore raggiunto dai depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi (**Fig. 1**). Nelle depressioni intramoreniche meno estese, la falda freatica presenta un andamento più marcatamente discontinuo, talora con bassa soggiacenza dal piano campagna. Il livello piezometrico subisce in ogni caso delle naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità. Il deflusso sotterraneo della falda freatica segue in generale un debole gradiente topografico in direzione degli elementi idrografici drenanti.

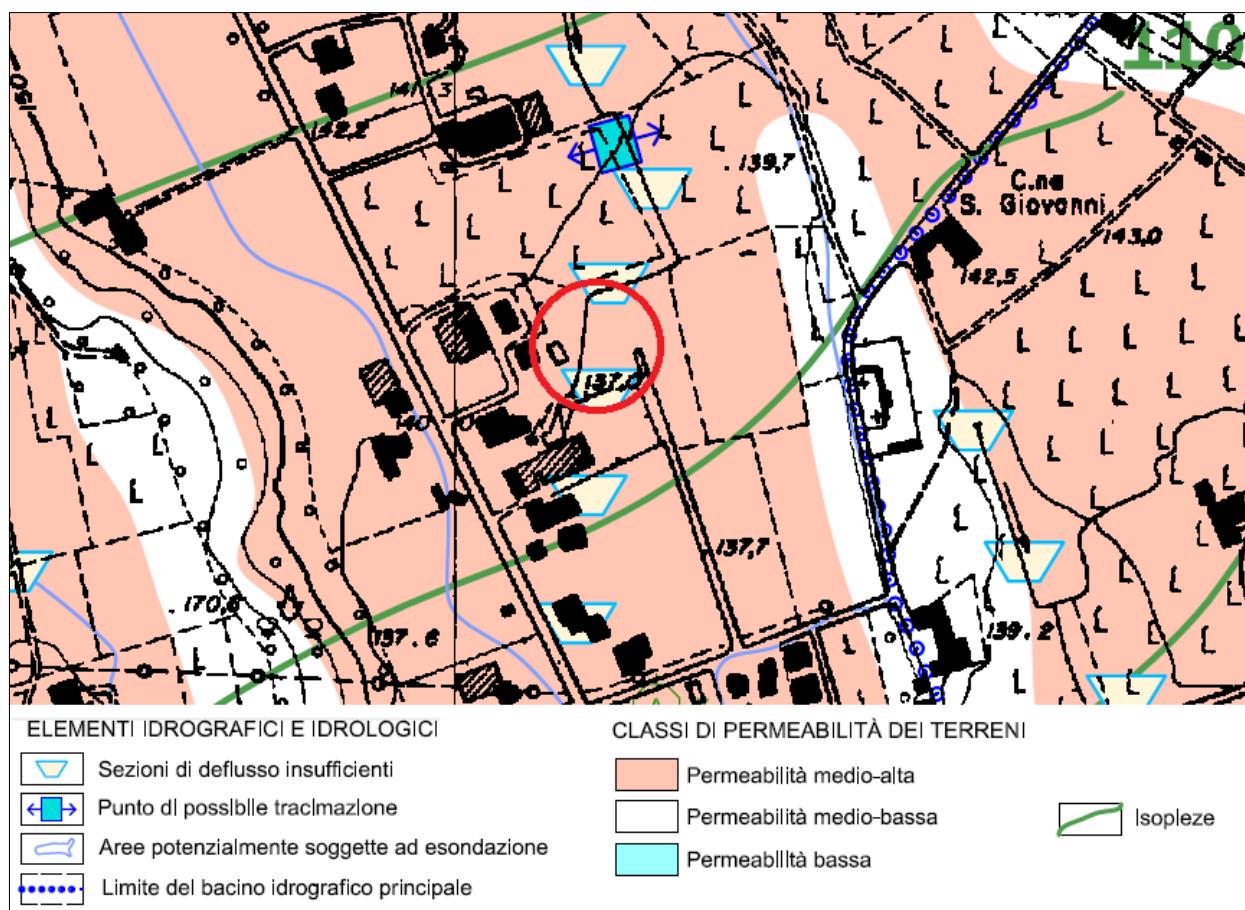
2.2 Rete Idrografica locale

L'idrografia della zona di interesse è poco sviluppata, con impluvi poco accentuati, sede naturale di recapito delle acque meteoriche. In generale i corsi d'acqua individuabili nell'area collinare del territorio comunale hanno come unico recapito il Lago di Garda e il loro andamento è piuttosto diversificato. Nell'attraversamento delle piane fluvioglaciali le aste idriche si presentano con modeste pendenze e lenti deflussi delle acque, viceversa quando solcano i rilievi morenici mostrano forti pendenze e alvei più incisi.

Presso l'area di progetto si segnala la presenza di un corso d'acqua, denominato Fosso Riotto, afferente al R.I.M. di competenza comunale, il quale scorre in adiacenza al limite settentrionale ed occidentale di proprietà, per il quale viene istituita una fascia di rispetto

di larghezza pari a 10 m (vedi **Fig. 6** Stralcio della “Carta dei Vincoli”). Si sottolinea in merito che gli edifici di progetto, così come previsti nelle Tavole Progettuali preliminari, non interferiscono con tale elemento del reticolo idrico descritto e non ricadono quindi all'interno della fascia di rispetto, per esso istituita.

Secondo la *Carta Idrologica e idrogeologica* (**Fig. 1**), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. di Puegnago, in corrispondenza del suddetto corso d'acqua, ed in particolare nel punto di immissione nel tratto intubato (a Sud del lotto di interesse) e nel tratto che scorre a Nord dell'area di proprietà, si segnalano sezioni di deflusso insufficienti.



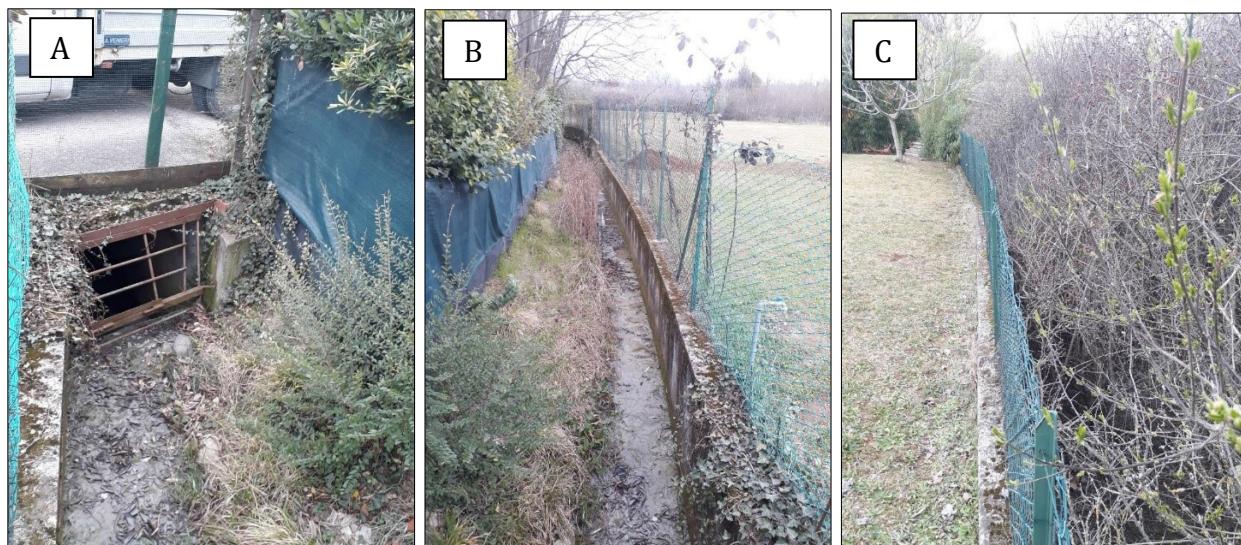


Fig. 2 - A) dettaglio immissione del corso d'acqua, afferente al RIM di competenza comunale, verso il tratto intubato; B) tratto del corso d'acqua ben manutenuto sul limite Ovest del lotto; C) tratto posto a Nord dell'area di interesse non manutenuto.

A riguardo si specifica che il tratto di corso d'acqua che scorre in fregio al limite di proprietà occidentale, è costituito da una canaletta in cemento e, alla data delle indagini, risulta ben manutenuto e pienamente efficiente (*Fig. 3 B*). L'immissione entro il tratto intubato (*Fig. 3 A*), che prosegue verso Sud fino ad intercettare la sede stradale della S.S. 572, risulta libera da eventuali occlusioni e per il suo corretto dimensionamento si rimanda a specifiche considerazioni degli estensori dell'aggiornamento dello Studio del Reticolo Idrografico. A Nord del lotto di progetto è stata evidenziata una mancanza di manutenzione del suddetto corso d'acqua (*Fig. 3 C*), principalmente in riferimento alla fitta vegetazione arbustiva presente in corrispondenza dell'alveo fluviale.

In ultima analisi, si ritiene che, escluso quest'ultimo tratto, per il quale si rende necessaria una manutenzione ordinaria da parte dell'ente competente in materia, non si segnalano problematiche di natura idraulica e il lotto di progetto non risulta attualmente interessato da fenomeni di esondazione o di sovralluvionamento.

Il deflusso idrico superficiale nell'area di indagine ed in quelle limitrofe avviene essenzialmente per spaglio superficiale verso il settore del territorio ribassato, che si sviluppa ad Est del lotto di progetto, non sovraccaricando, mediante scarichi o punti di collettamento, il suddetto corso d'acqua.

2.3 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.

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, individuano l'area oggetto d'interesse all'interno dello scenario di Pericolosità bassa "L" (P1) riferita al bacino principale Sarca-Mincio e secondario del Benaco (RSCM), caratterizzato da una scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (**Fig. 3**).

Di conseguenza per quanto riguarda la classe di rischio, il sito progettuale ricade nei settori di Rischio moderato "R1" (porzione centrale e settentrionale del lotto) e medio "R2" (porzione meridionale) con relative classi di danno "D1" e "D2". Tali settori risultano correlati alla perimetrazione riportata nella "Carta di Fattibilità delle Azioni di Piano" (Tav.5) allegata alla componente Geologica, Idrogeologica e sismica del P.G.T. del comune di Puegnago d/G, e riguardano "aree interessate da potenziali fenomeni di esondazione e di sovralluvionamento" per i quali si richiedono valutazioni inerenti la mitigazione di potenziali esondazioni ed alla eventuale insufficienza della rete scolante superficiale. Si specifica che le suddette tematiche sono state affrontate all'interno del presente studio (par. 2.5 e Cap. 5), ed ulteriormente approfondite all'interno dello Studio di Invarianza Idraulica, redatto dallo scrivente per il medesimo sito progettuale, che garantirà, mediante la progettazione di pozzi disperdenti nel sottosuolo, la totale assenza di nuove immissioni nella rete idrografica superficiale delle acque meteoriche derivanti dalle coperture previste dalle opere di progetto proposte.

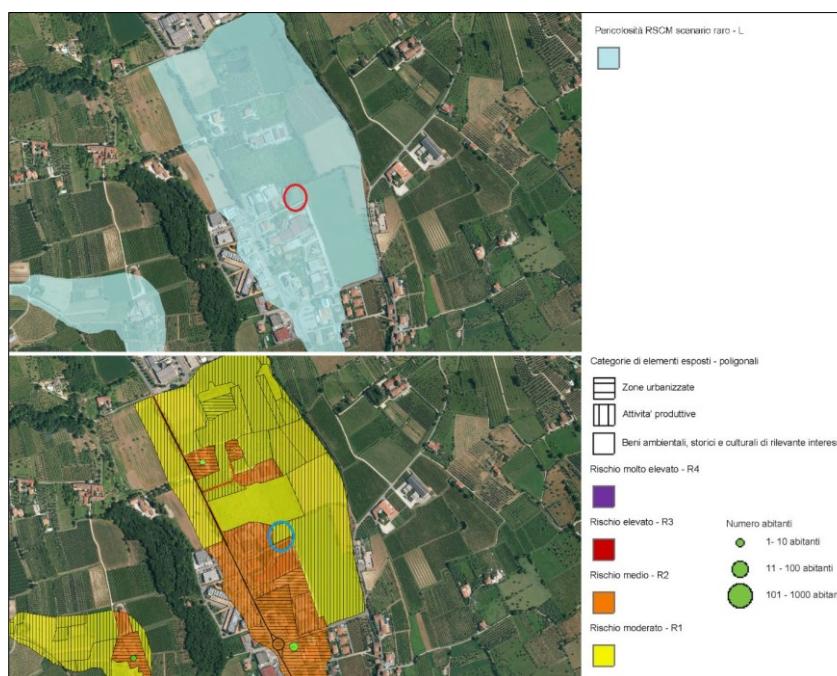


Fig. 3 - Stralcio della Mappa degli Scenari di Pericolosità da alluvione e Mappa del Rischio Alluvioni stralciate dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Ottobre 2016).
Fonte Viewer Geografico del Geoportale della Regione Lombardia.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE - DATI DIRETTI

A supporto della presente relazione tecnica, viene utilizzata la stratigrafia redatta in funzione dei risultati di una campagna di indagine condotta a Marzo 2019 dalla ditta *Crestana S.r.l.s.* al fine di ottenere una caratterizzazione geotecnica e stratigrafica dei terreni di fondazione e verifica della presenza di un'eventuale falda acquifera superficiale.

L'indagine ha previsto la realizzazione **n° 2 Prove penetrometriche dinamiche (SCPT-DPSH) e n°1 trincea esplorativa** (vedi scheda in allegato). La stratigrafia di seguito riportata, derivante dall'elaborazione delle prove in situ e dalle evidenze delle pareti di scavo, è riferita al piano campagna dell'area di indagine, presente alla data delle indagini (p.c.).

Interpretazione dei dati

Le prove penetrometriche, eseguite all'interno del sito di progetto, sono state spinte ad una profondità massima di -4,50 m rispetto al piano campagna (P2); esse risultano sufficientemente rappresentative dei terreni indagati e risultano correlabili con altre prove eseguite dal sottoscritto in aree limitrofe ed in contesti omologhi a quello di studio.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche SCPT-DPSH non sono stati riscontrati l'insorgere di fenomeni di adesione-coesione tra le aste e pertanto si è ritenuto opportuno non utilizzare gli appositi rivestimenti. Si specifica che il prematuro rifiuto strumentale delle prove è imputabile alla presenza di grossi ciottoli e/o all'elevato grado di addensamento dell'unità litologica fluvoglaciale attraversata.

Le evidenze lito-stratigrafiche delle verticali d'indagine e il grado di addensamento dei terreni, indagati mediante prove penetrometriche e scavo esplorativo, sono di seguito riassunti:

MODELLO GEOLOGICO LOCALE

	Unità geotecnica	Caratteristiche litologiche	Nspt medio	Denominazione AGI
STRATO 1 da 0,0 a -0,6/-1,2 m	Unità S	Terreno Superficiale limoso-sabbioso, asciutto.	6	Scarsamente addensato
STRATO 2 Oltre -0,6/-1,2 m	Unità FG	Depositi Fluvoglaciali costituiti da Ghiaie sabbiose, con presenza di grossi ciottoli e/o trovanti	30	Da moderatamente a molto addensato

Si segnala che durante l'avanzamento delle prove non sono state riscontrate aste umide e lo scavo esplorativo T1 è risultato completamente asciutto. Quanto riscontrato risulta compatibile con l'assetto idrogeologico dell'area, caratterizzato dalla presenza di acquiferi circolanti nei depositi a media e bassa permeabilità ricchi di frazione sabbiosa-ghiaiosa dell'Unità Fluvoglaciale a partire da circa -20,0/-30,0 m dal ripiano campagna generale.

Si segnala quindi che fenomeni di circolazione d'acqua non dovrebbero in ogni caso interferire con le operazioni di preparazione dei piani di posa delle fondazioni, superficiali ed eventualmente interrati.

4. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO

Dall'analisi della cartografia allegata alla *"Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica"* del PGT del Comune di Puegnago d/G (Ottobre 2008), è stato verificato che il sito di progetto, ed in particolare gli ingombri dei due ingombri di progetto, ricade nella **Classe di Fattibilità 3 (Fig. 4)** con **consistenti limitazioni d'uso**.

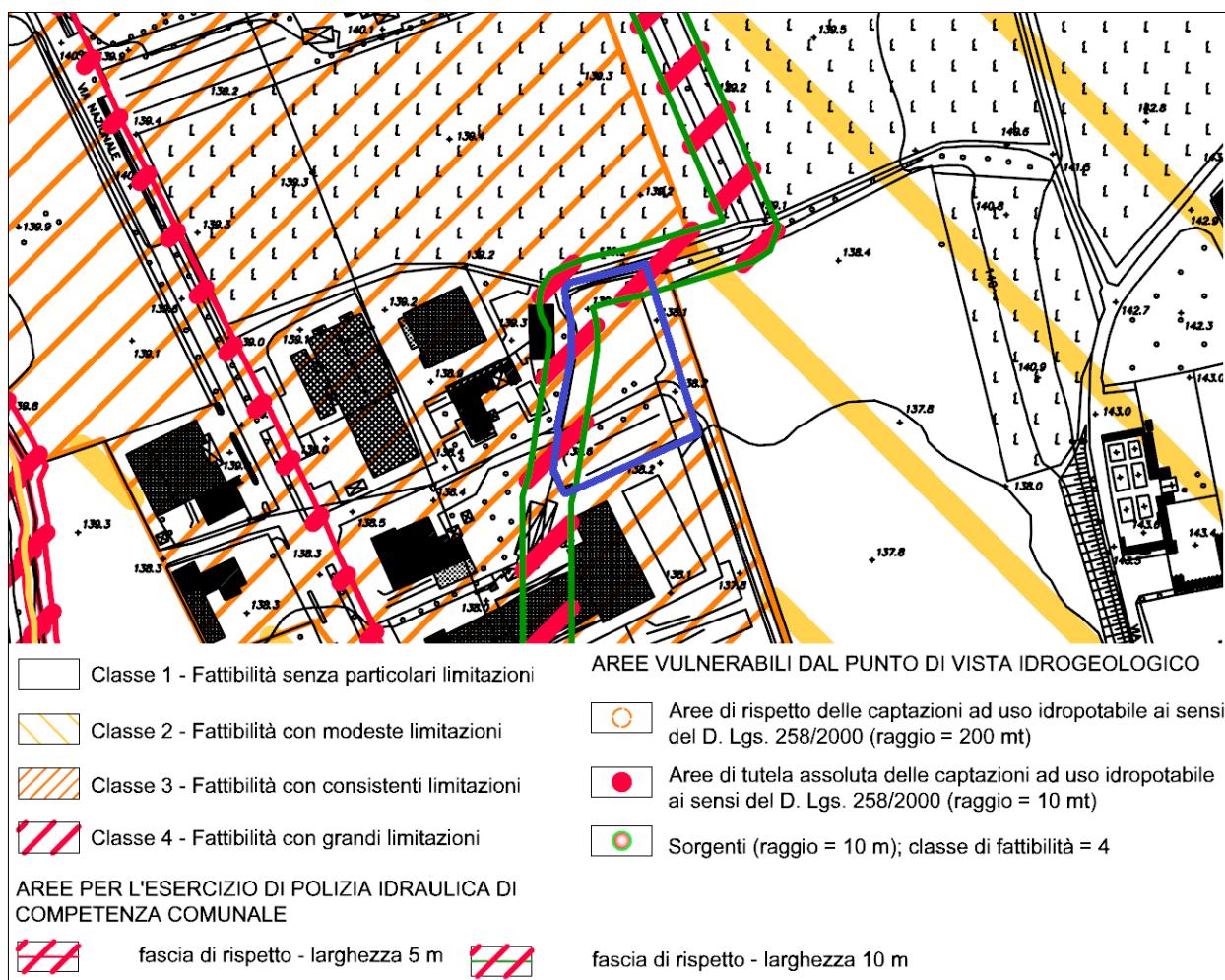


Fig. 4 - Stralcio della "Carta di Fattibilità delle azioni di piano" (Tav.5) allegata alla Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del comune di Puegnago d/G (Ottobre 2009), con ubicazione dell'area d'interesse (blu).

Per tale classe di Fattibilità Geologica, lo Studio Geologico allegato P.G.T. comunale prevede solo alcune limitazioni ed eventuali approfondimenti da effettuare in funzione delle specifiche costruttive degli interventi edificatori, di seguito descritti:

- ✓ **CLASSE 3** (aree interessate da potenziali fenomeni di esondazione e di sovralluvionamento).

Per tale classe di fattibilità si segnala la necessità di effettuare valutazioni “*in merito al rischio idraulico e idrogeologico al fine di mitigare la pericolosità per esondazione dei corsi d'acqua e di insufficienza della rete scolante*”, di conseguenza si dovranno attenzionare la presenza e il corretto funzionamento di sistemi di smaltimento e collettamento delle acque meteoriche, prevedendo le opportune verifiche idrogeologiche per definire i sistemi di drenaggio più idonei; dovranno altresì essere verificate le condizioni di stabilità locali e la compatibilità degli interventi urbanistici.

Si specifica che le suddette tematiche sono state ampiamente affrontate all'interno del presente studio, e all'interno della Relazione Geologico-Geotecnica redatta dallo scrivente per il medesimo sito progettuale.

Inoltre, si specifica che l'area di progetto è interessata dalla presenza di un corso d'acqua afferente al R.I.M. comunale, il quale scorre in adiacenza al settore settentrionale ed occidentale, del limite di proprietà progettuale. Si segnala, come detto che tale tratto di corso d'acqua risulta, alla data dei rilievi eseguiti durante l'esecuzione delle indagini geognostiche, in buone condizioni e pertanto non si segnalano per quest'ultimo problematiche di natura idraulica.

Si segnala infine che nella classe di fattibilità geologica individuata sono quindi consentite quindi le opere in oggetto, subordinatamente alla predisposizione di una campagna di indagine in situ e la redazione di una relazione geologica eseguita ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della D.G.R. 9/2616/2011, rappresentata dal presente elaborato tecnico.

Nello specifico, in merito alle limitazioni previste, è stata valutata la compatibilità dell'intervento stesso con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche del sito, con particolare attenzione alla caratterizzazione geotecnica ed idrogeologica dei terreni di fondazione e la stabilità dell'area in oggetto garantendo che non vengano alterati gli elementi geologici e geomorfologici che strutturano il paesaggio.

Alla luce delle considerazioni geotecniche ed idrogeologiche, si specifica quindi che gli interventi di progetto, se eseguiti secondo le modalità realizzative prescritte anche nei capitoli successivi, sono compatibili con lo scenario fattibilità generale previsto per l'area oggetto di studio.

Nell'area in esame, non si segnalano, per questa classe di Fattibilità Geologica, situazioni e fenomeni in atto, in grado di modificare le caratteristiche idrogeologiche e idrografiche dell'area.

Come già precedentemente anticipato, nello Studio Geologico comunale si segnala la presenza, presso l'area di progetto, di Normative di vincolo (*Carta dei vincoli – Tav. 6 allegata allo Studio geologico comunale-Ottobre 2009*) correlate ad un corso d'acqua appartenente al R.I.M. comunale.

Tale asta del reticolo idrografico scorre in adiacenza al settore settentrionale ed occidentale del limite di proprietà progettuale, per il quale viene istituita una fascia di rispetto di larghezza pari a 10 m da ciascuna sponda (**Fig. 6**).

Si sottolinea in merito che gli edifici di progetto, e qualsiasi altra opera edificatoria, compresa la batteria di pozzi perdenti progettata nel presente elaborato, così come ubicate nelle Tavole Progettuali preliminari, non interferiscono con tale elemento del reticolo idrico descritto e non ricadono quindi all'interno della fascia di rispetto per esso istituita.

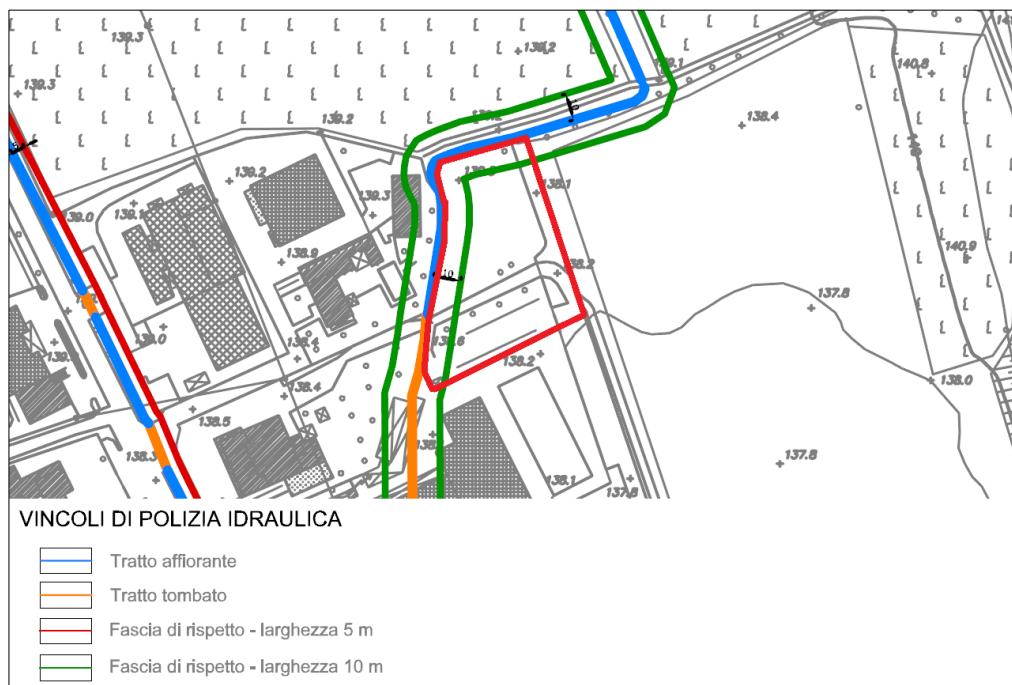


Fig. 6 - Stralcio della "Carta dei Vincoli", allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse (rosso).

5. 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. Proposta di progetto di dispersione e/o raccolta delle acque nel lotto di proprietà

5.1 Localizzazione dell'intervento

L'area di intervento, identificata dal *Mappale n°1349 del Foglio 9*, è ubicata in Via Squassa presso Loc. Raffa, a circa 2 km in direzione W rispetto alla sponda occidentale del Lago di Garda, nel settore nord-orientale del territorio di Puegnago d/G in, a circa 500 m in direzione SE rispetto al confine con il comune di Salò. (**Fig. 7**).

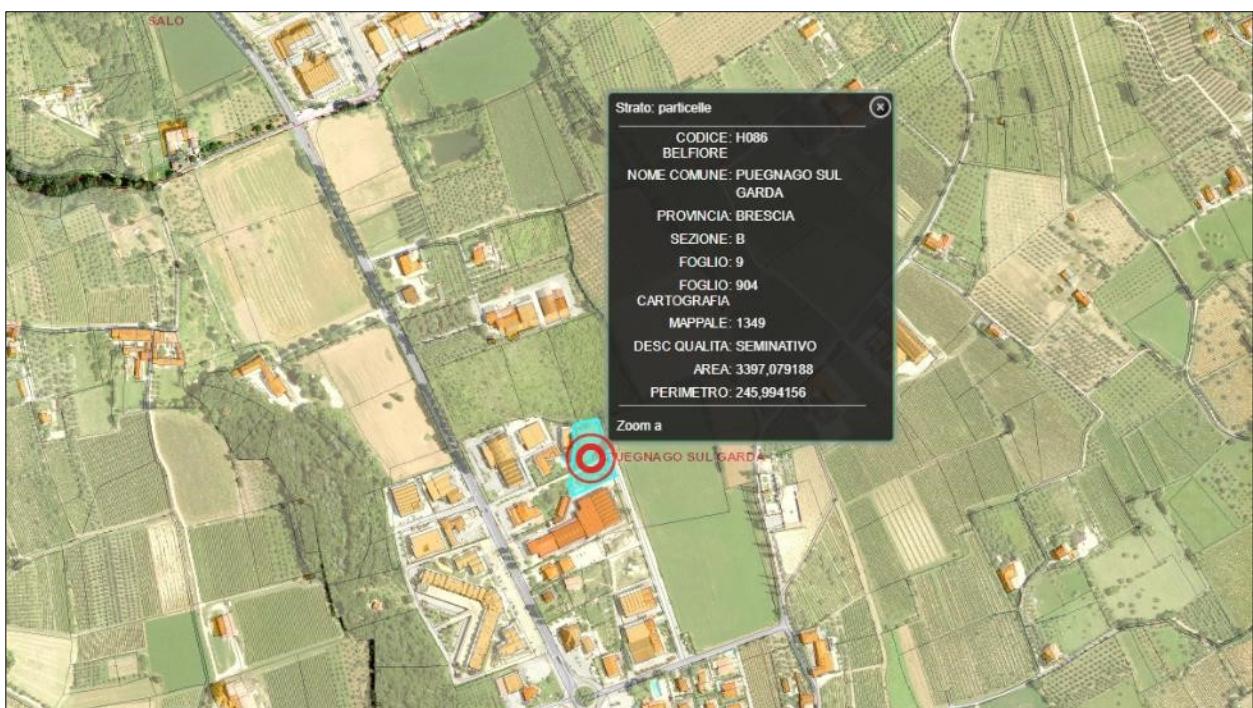


Fig. 7 - Individuazione dell'area oggetto d'interesse su mappa catastale (fonte Viewer Geografico Regione Lombardia).

Il lotto d'interesse, in particolare, è individuato nella CTR RL (*Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia*) alla scala 1:10.000 nella tavola D5e5 e possiede, nel punto mediano, le seguenti coordinate geografiche (Gauss-Boaga): 5048314,16 latitudine N – 1619117,26 longitudine E (**Fig. 8**).

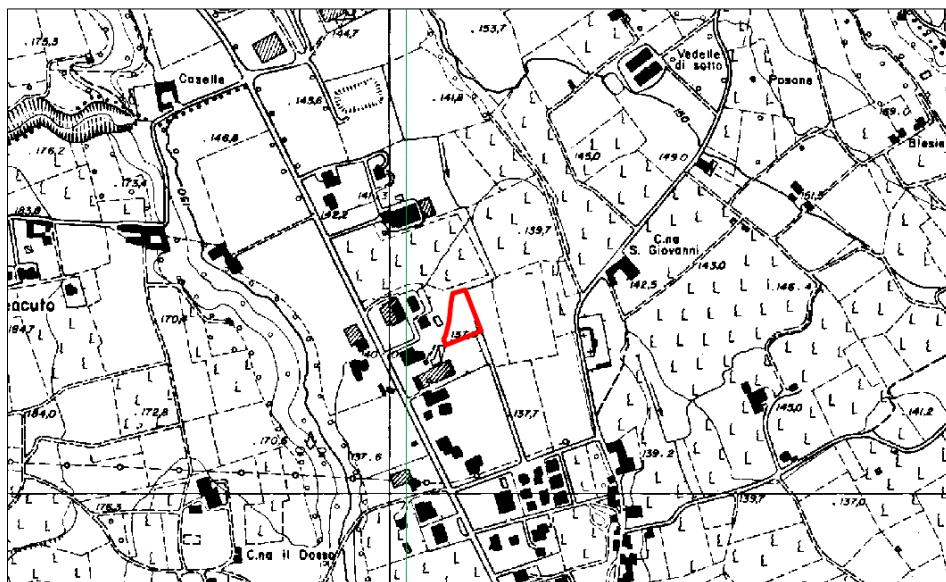


Fig. 8 - Individuazione dell'area di interesse progettuale su C.T.R. (Tavola D5e5).

Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372, 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 Puegnago del Garda ricade nella classe di criticità media (**criticità B**).

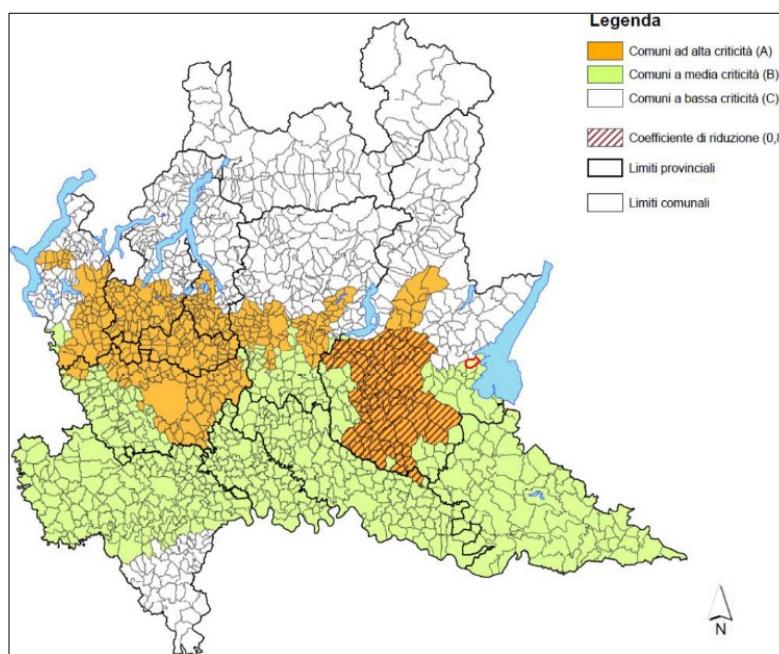


Fig. 9 - Cartografia regionale degli ambiti a diversa criticità idraulica, prevista dalle recenti modifiche (Aprile 2019) nell'Allegato C del R.R. n.8 del 2019, con ubicazione del comune di Puegnago d/G.

5.2 Individuazione delle superfici impermeabili di progetto

Gli interventi di progetto considerati riguardano la realizzazione di n° 2 edifici residenziali, in Via Squassa, nel Comune di Puegnago d/G (BS). Gli interventi risultano costituiti da un piano fuori terra e privi di piani interrati. Dallo stralcio planimetrico di progetto (**Fig. 10**), l'intervento prevede le seguenti superfici trasformate, a cui si associa il corrispondente coefficiente di deflusso:

- Superficie totale scolante trasformata: 728,2 m²
- Superficie impermeabile di progetto: 297,0 m² (coeff. di deflusso=1,0)
- Superficie semi-permeabile di progetto: 431,2 m² (coeff. di deflusso=0,7)

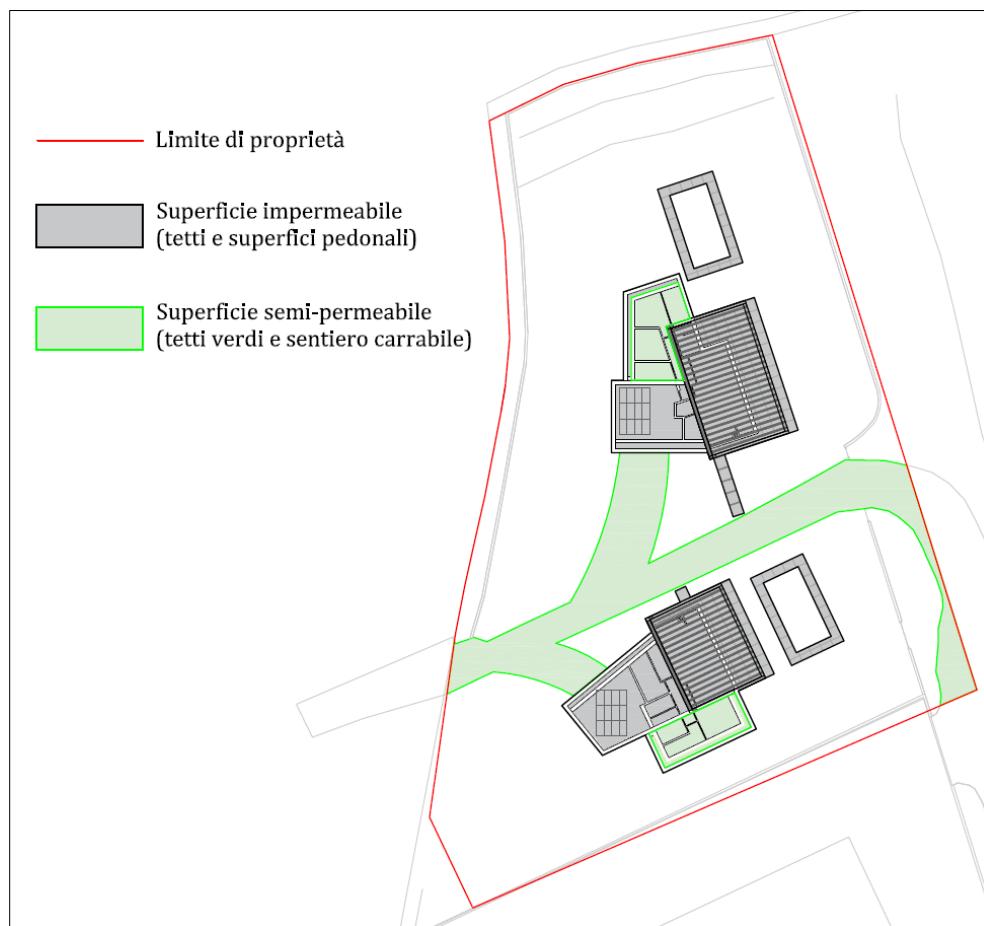


Fig. 10 - Planimetria di progetto con individuazione delle nuove superfici trasformate.

5.3 Definizione del coefficiente medio ponderale e del requisito minimo richiesto

Per il progetto in oggetto si dovrà pertanto considerare una superficie di trasformazione complessiva pari a 728,2 m². Ai sensi della R.R. n°7 del 2017 e successive modifiche (Aprile 2019) le verifiche idrauliche ed idrologiche devono essere condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento e dell'ambito territoriale in cui ricade l'area in esame (**Fig. 11**).

In merito, assumendo un coefficiente di deflusso (articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento regionale 7 del 2017 pari a 1,0 per le parti considerate impermeabili (40,8 % del totale), pari a 0,7 per le superfici semi-permeabili (59,2 % del totale) e di 0,3 per le aree permeabili (0,00 % del totale), si calcola un **coefficiente di deflusso medio ponderale è pari a 0,82.**

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Arete A, B	Arete C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,05 ha (≤ 500 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,05 a ≤ 0,1 ha (da > 500 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,05 a ≤ 0,1 ha (da > 500 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)	≤ 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 e idrologica e modalità di calcolo previsti dalle recenti modifiche al R.R. n°7 del 2019 (Tabella 1 - art.1 del R.R. n°8 del 2019).

La superficie scolante impermeabile equivalente, stimata sulla base di quanto riportato nelle recenti modifiche (Aprile 2019) art. 12 comma 2 del R.R. 7/2017 (utilizzando un valore parametrico 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile, per Arete B) pari a: $S_{si} = (1,0 * 297,0) + (0,7 * 431,2) = \underline{\underline{598,84 \text{ m}^2}}$.

Di conseguenza, il volume di laminazione d'invaso richiesto da normativa sarà: $W = 500 * 598,84 / 10.000 = \underline{\underline{29,94 \text{ m}^3}} \text{ (W = volume requisito minimo)}$.

Nello specifico caso in esame, il suddetto regolamento prevede l'utilizzo del metodo delle sole piogge per il calcolo del volume di progetto da comparare al requisito minimo (ai sensi dell'art. 11 Comma 2 del R.R. n° del 2017, e successive modifiche).

5.4 Calcolo del volume di laminazione – metodo delle sole piogge

Nel caso di “Impermeabilizzazione potenziale media” in ambiti territoriali a criticità alta o media, si adotta il *metodo delle sole piogge*, Il “Metodo delle sole piogge” si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Qe(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata Qe 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 ($Qu=cost$).

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 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 successive modifiche (Aprile 2019), 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/pmapper4.0/map.phtml> 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).

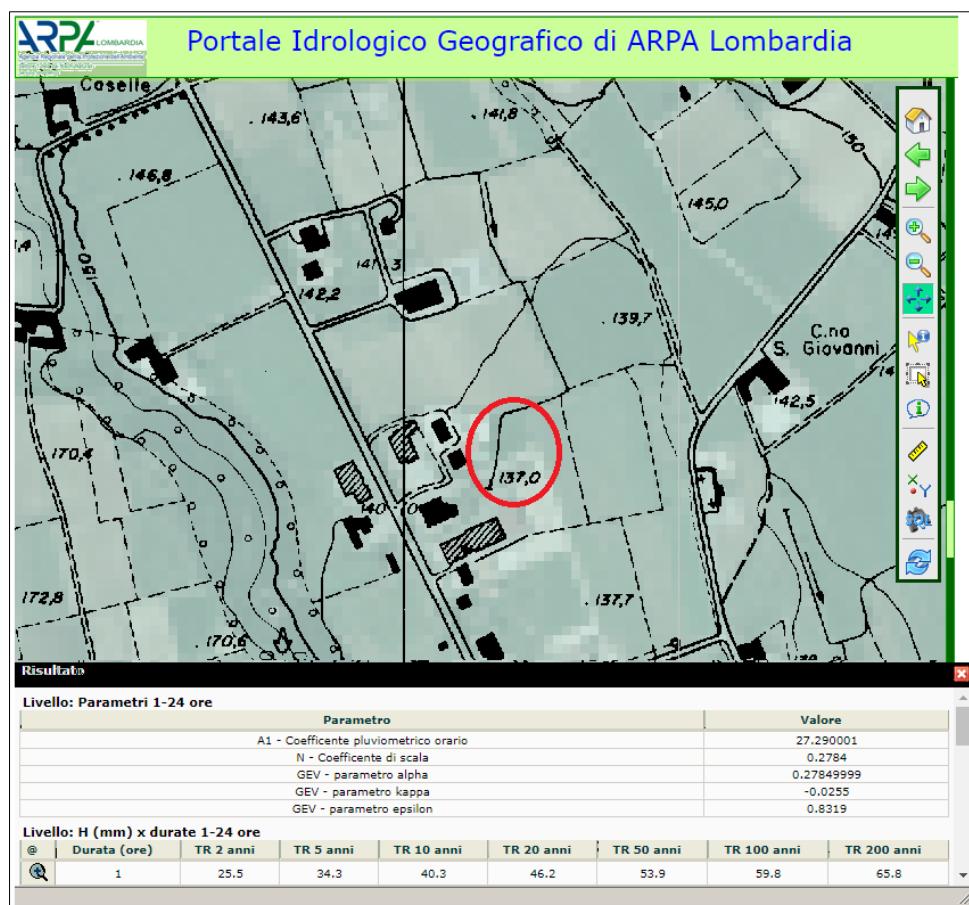


Fig. 12 - Individuazione dell'area pluviometrica omogenea e dei parametri pluviometrici utili forniti dal sito Web ARPA Lombardia.

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: $a_1 = 27,29$ mm/h e $n = 0,2784$ (n) per durate D 1-24 ore e $w_T = 1,974$, indica un'**altezza critica delle precipitazioni (h) pari a 71,55 (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)

Consecutivamente, utilizzando, per l'area di trasformazione, il diagramma che mette in relazione le portate di afflusso in funzione dei tempi, e applicando le suddette relazioni analitiche indicate dal Regolamento Regionale 7/2017 e successive modifiche (Aprile 2019), si ottiene:

$$W_0 = 30,91 \text{ m}^3$$

In conclusione, risulta che il volume critico di laminazione calcolato è minore del volume derivante dal parametro normativo di requisito minimo (art.12 del R.R. n°7/2017) per aree a media criticità:

$$W_0 = 29,94 \text{ m}^3 < W = 30,91 \text{ m}^3$$

Di conseguenza la progettazione del sistema di laminazione dovrà prevede l'utilizzo del seguente volume critico: **$W = 30,91 \text{ m}^3 \rightarrow$ Volume minimo di laminazione da considerare in progetto e da smaltire entro 48 ore.**

6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DISPERSIONE

Come da specifiche di progetto, le acque di dilavamento meteoriche non verranno recapitate in un punto di adduzione della rete fognaria, o delle acque bianche, e si intende quindi realizzare un sistema di dispersione delle acque di prima pioggia mediante la realizzazione di pozzi filtranti.

In questo capitolo si indicano le caratteristiche progettuali per la realizzazione dell'impianto di smaltimento, si rimanda per la sua progettazione esecutiva alle specifiche scelte del *Progettista* o della *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 dell'area e dai rilievi eseguiti e le prove geotecniche ed idrogeologiche realizzate entro il sito di progetto, si ipotizza che l'intero lotto di progetto sia caratterizzato da condizioni litologiche ed idrogeologiche piuttosto uniformi e quindi correlabile con l'area all'interno della quale si intende realizzare il sistema di pozzi perdenti.

Nello specifico è stato verificato che presso il lotto di progetto, oltre uno strato superficiale vegetale (Unità S - Strato 1), è presente l'unità fluvio glaciale prevalentemente ghiaioso-sabbioso (Unità FG - Strato 2), con un buon grado di permeabilità e quindi ritenuta perfettamente idonea al recepimento delle acque di dispersione dei pozzi perdenti previsti.

I volumi delle acque piovane, scaturiti dallo scorrimento superficiale sulle aree trasformate progettuali, sono stati determinati mediante lo studio di invarianza idraulica svolto nel precedente capitolo.

Volume delle acque piovane da smaltire in 48 ore: $W_0 = 30,91 \text{ m}^3$

6.1 Permeabilità dei terreni

Per la progettazione del sistema di dispersione delle acque meteoriche mediante pozzi perdenti, è stata eseguita, entro lo scavo esplorativo descritto nel Cap. 3 (Vedi stratigrafia in allegato) una specifica **prova di permeabilità a carico variabile** (Fig. 13) per verificare le caratteristiche di permeabilità dei terreni, in corrispondenza delle aree di progetto in cui realizzare sistemi di dispersione per infiltrazione delle acque meteoriche.

Metodologia ed esecuzione della prova

Le prove in pozzetto sono adatte soprattutto per terreni granulari e forniscono una valutazione della permeabilità dei terreni superficiali al di sopra del livello di falda. Vengono solitamente eseguite in pozzetti a base rettangolare con pareti verticali, sui quali viene calcolato il lato equivalente di un teorico pozzetto a base quadrata.

Le prove di permeabilità possono essere di due tipologie:

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

La prova, in questo caso di tipo a carico variabile, è stata eseguita mediante riempimento del fondo scavo, circoscritto da un anello infiltrometrico metallico circolare

del diametro di 36,5 cm del con acqua per un'altezza pari a circa 0,28 m, con misura della velocità di abbassamento del livello idrico in funzione del tempo.

La stima del *coefficiente di permeabilità (k)*, per un pozzetto a base circolare, è stata ricavata utilizzando la seguente formula:

$$k = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} \text{ (m/s)}$$

in cui:

d = diametro dell'anello circolare utilizzato per la prova di permeabilità

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo

$h_2 - h_1$ = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo $t_2 - t_1$

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto

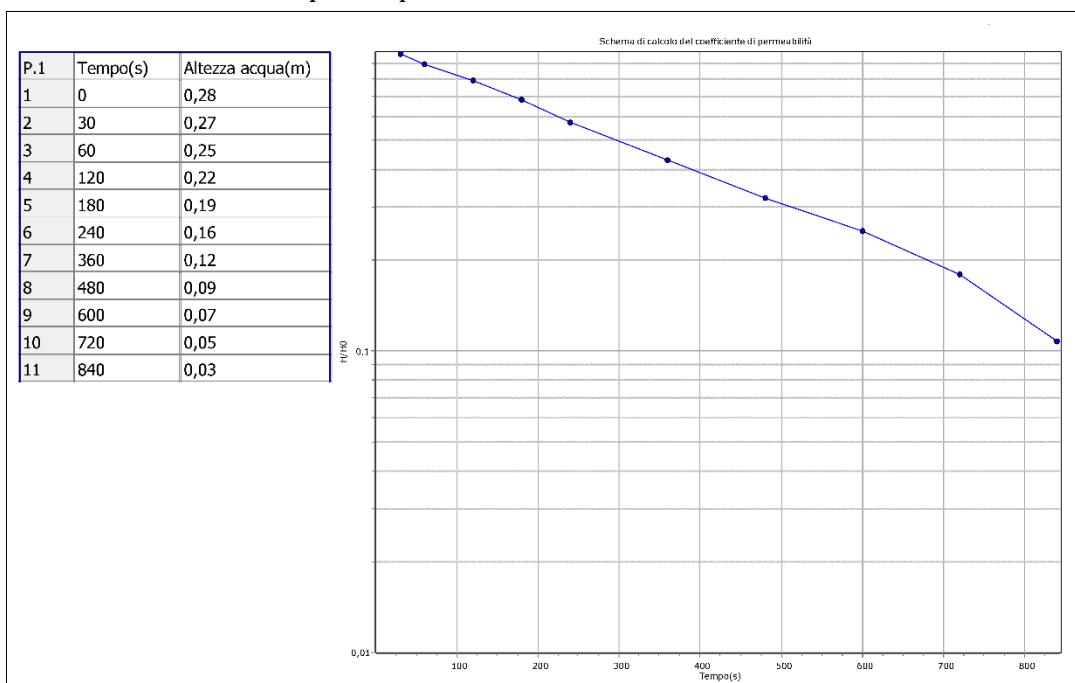


Fig. 13 - Individuazione dell'area pluviometrica omogenea e dei parametri pluviometrici utili forniti dal sito Web ARPA Lombardia.

Interpretazione dei risultati

In relazione alla formula riportata e ai risultati presentati in Fig. 13, si ottiene il seguente coefficiente di permeabilità (k) di sito:

SCAVO/PROVA	PROFONDITÀ DEL TRATTO DI PROVA (m da p.c.)	LITOLOGIA	PERMEABILITÀ K
T1/P1	Da -1,02 a -1,30	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	$2,59 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Sulla base dei dati raccolti dalle due prove in situ, ai terreni presenti di realizzazione di sistemi di dispersione delle acque reflue domestiche (-0,80 m circa dal p.c.) costituiti da depositi fluvioglaciali prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, sono attribuiti valori di permeabilità medi (1,90/4,53 x 10⁻⁵ m/s) con buone capacità di drenaggio.

Dai dati idrogeologici raccolti per l'area oggetto di studio, sono stati distinti due orizzonti stratigrafici con caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche differenti. Al terreno superficiale (**Unità S - Strato 1**), riconosciuto fino a -0,6/-1,2 m dal p.c., possono essere attribuiti valori di permeabilità bassi, mentre allo Strato 2 (Unità FG), oggetto di prova, è stato calcolato un **coefficiente di permeabilità pari a circa k=2,59 x 10⁻⁵ m/s (fig. 13)**.

Alla luce di tali considerazioni e vista l'assenza di livelli di falda entro -20,0 m di profondità dal p.c., si prescrive di realizzare sistemi di dispersione intestati almeno ad una profondità superiore a -0,6/-1,2 m dal p.c. non si segnalano particolari vincoli per quanto concerne la profondità massima. Si consiglia di verificare la stabilità dei fronti di scavo per profondità dei pozzi perdenti superiore a 2,5/3,0 m dal p.c.

Tali prescrizioni sono state comunicata ai Tecnici incaricati dalla committente e dovrà essere presa in carico dalla società esecutrice dell'opera di progetto.

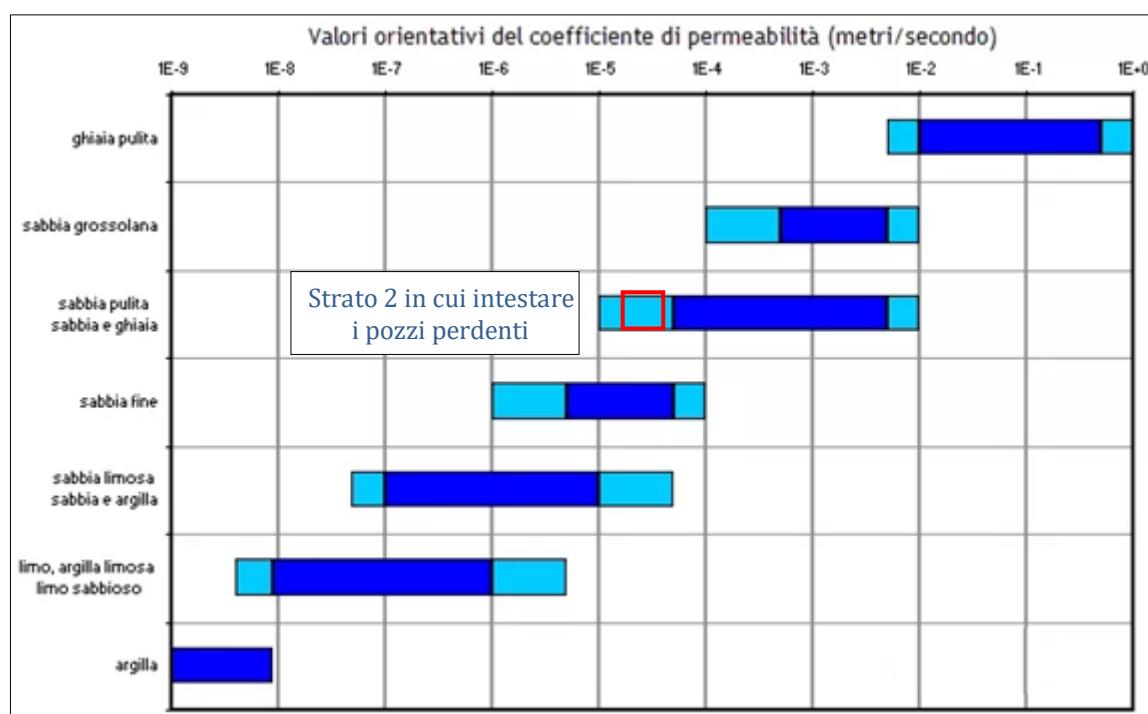


Fig. 14 - Valori indicativi del coefficiente di permeabilità ed individuazione cautelativa delle caratteristiche dello Strato 2 ritenuto idoneo.

Alla luce di 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 entro lo strato prevalentemente ghiaioso-sabbioso, afferente all'unità fluvioglaciale naturale che caratterizza il territorio in cui ricade il lotto di progetto.

6.2 Dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque

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. Ogni pozzo potrà essere costituito da una colonna di dispersione ad anelli sovrapposti, in calcestruzzo prefabbricato e fessurato o forato, di diametro noto (Fig. 15). Per aumentarne la capacità di dispersione, esternamente agli anelli di calcestruzzo, potrà essere disposto, materiale costituito da ciottoli di grossa pezzatura omogenea, per uno spessore esterno di 0,40/0,50 m.

Nel dimensionamento del sistema di dispersione cautelativamente non è stato tenuto conto della capacità di immagazzinamento di ciascun pozzo e dell'incremento di volume conseguente alla posa al contorno di tale materiale di grossa pezzatura indicato.

In ogni caso il sistema di dispersione dovrà essere dotato di adeguati pozzetti di decantazione, muniti di filtri in grado di garantire nel tempo la funzionalità dei pozzi perdenti stessi.

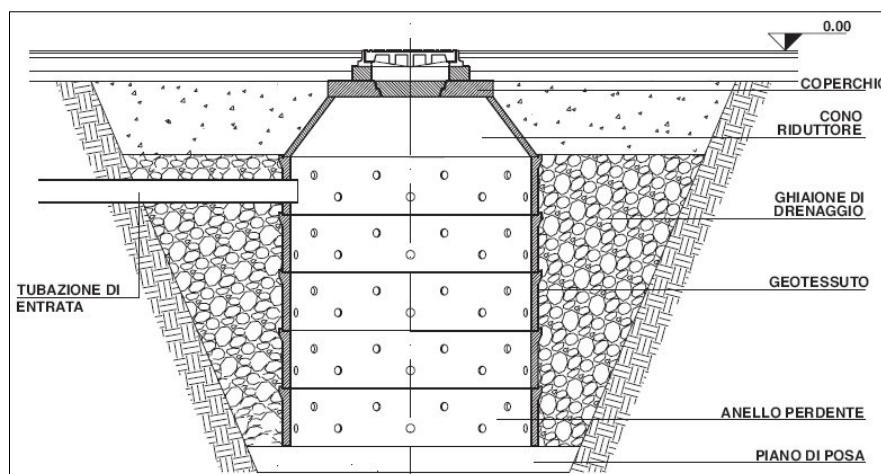


Fig. 15 - Schema costruttivo del pozzo perdente per lo smaltimento delle acque di prima pioggia, da realizzare fino a -3,0 m dal p.c.

In funzione della tipologia di opera prescelta, e cioè per pozzi a forma circolare di diametro costante, sono stati innanzitutto stimati la capacità di smaltimento ed il volume d'accumulo disponibile per un solo pozzo, considerando come tratto filtrante tutto il tratto di pozzo, intestato entro l'Unita FG (Strato 2):

Profondità complessiva pozzo perdente (m)	Spessore Filtrante (m)	Diametro pozzo (m)	Capacità di Smaltimento (l/s)	Volume d'accumulo disponibile (m ³)
2,5	2,0	2,0	0,26	7,85

E' stato quindi eseguito un bilancio idrico, riferito al volume di laminazione da raccogliere durante l'evento di pioggia critica, calcolato con il Metodo delle Sole Piogge (30,91 m³), tenendo conto del volume d'accumulo disponibile e della capacità di smaltimento per filtrazione del pozzo (vedi tabella precedente).

In definitiva, per un evento piovoso, come stimato secondo lo studio di invarianza idraulica, in 48h dall'evento critico (durata oltre la quale i sistemi di laminazione devono essere nuovamente disponibili in caso di nuovo evento critico), si ottiene il seguente bilancio idrico:

Sistema pozzi perdenti	Caratteristiche di un singolo pozzo	Quantità d'acqua convogliata (m ³)	Volume d'acqua infiltrato dai 3 pozzi * (m ³)	Volume invasato nei pozzi al netto del volume infiltrato nel terreno (m ³)
N°3 Pozzi	Diametro: 2,0 m Prof. -2,5 m dal p.c.	30,91	7,87	23,04

* Volume d'acqua infiltrato durante l'evento di pioggia critica con durata calcolata con il metodo delle sole piogge, utilizzando le formule riportate nel R.R. 8 del 2019 (2,77 ore).

Si sottolinea che, nel calcolo della capacità dell'invaso dei pozzi, si è trascurato a favore di sicurezza l'ulteriore volume disponibile nel dreno prescritto attorno al pozzo.

Nel caso in oggetto, i pozzi perdenti, risultano avere una capacità netta di invaso pari a 23,56 m³ (7,85 m³ x n.3 pozzi) e pertanto maggiore rispetto al volume invasato nei pozzi al netto del volume d'acqua infiltrato nel terreno durante l'evento di pioggia critica (23,04 m³).

Si sottolinea come i sistemi proposti abbiano una buona capacità di drenaggio e quindi di smaltimento diretto. Si specifica che l'impianto di smaltimento, in buona parte, funzionerebbe anche da serbatoio di raccolta e accumulo temporaneo delle portate d'acqua in ingresso, comunque completamente disponibile dopo le 48 ore richieste dalla normativa vigente.

Infatti, considerando il volume da laminare (Metodo Sole Piogge) in funzione della portata uscente da ciascun pozzo (infiltrazione nel terreno), si ricava il tempo necessario per filtrare tutto il volume minimo di laminazione di acqua meteorica, pari a circa 11 ore.

Il tempo di svuotamento risulta pertanto essere inferiore alle 48 ore richieste dalla normativa vigente (R.R. n°7/2017) per avere nuovamente la totale disponibilità dei volumi di invaso.

La realizzazione dei pozzi disperdenti del diametro di 2,0 m e profondi -2,5 m dal p.c. generale, ubicati come indicato nella planimetria di progetto delle opere di smaltimento delle acque di scorrimento superficiale (**Fig. 16**), risultano pertanto conformi allo studio di invarianza idraulica eseguito. Gli elementi apparentemente ricadenti al di fuori del perimetro di edificabilità del lotto in esame, riguardano la sporgenza di alcuni tetti, il bordo piscina pavimentato ed una superficie pedonale.

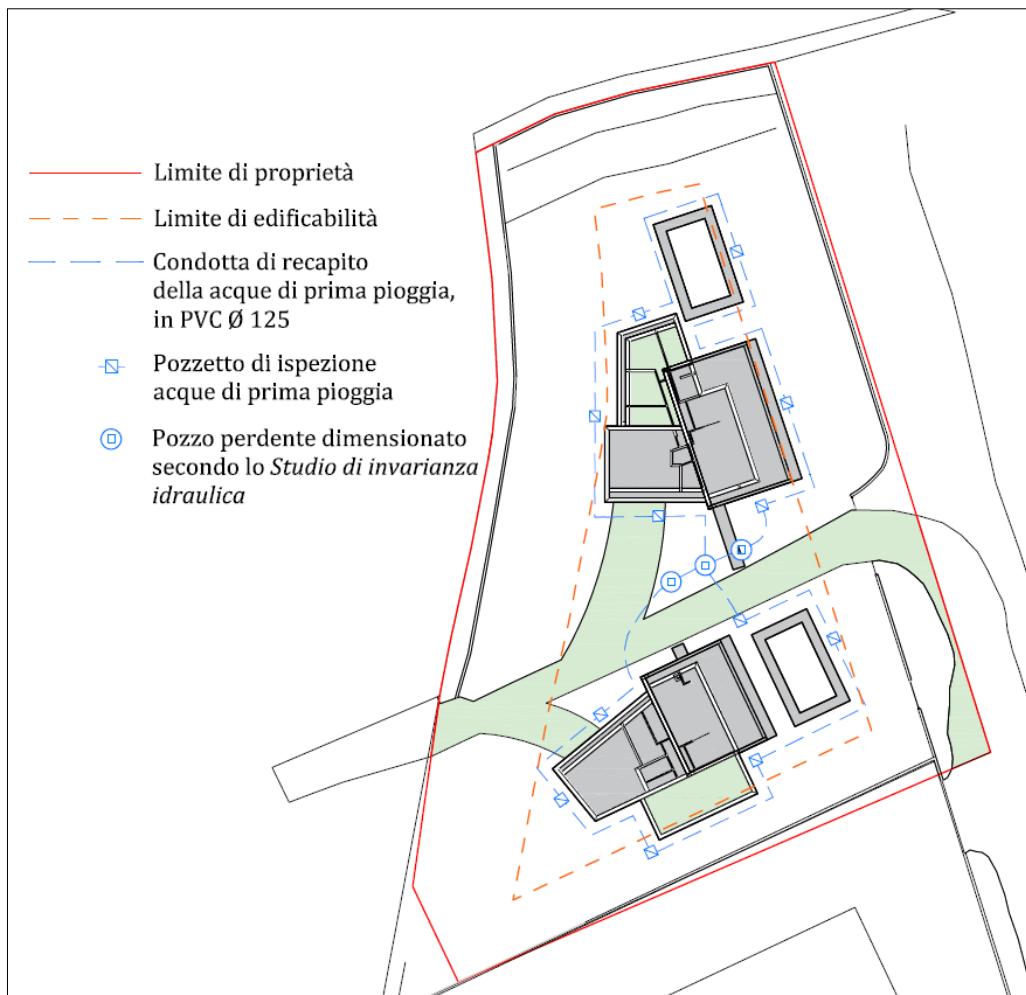


Fig. 16 - Individuazione degli ingombri progettuali, del sistema di raccolta, laminazione e dispersione conforme allo studio di invarianza idraulica.

7. CONCLUSIONI

Ai sensi della D.g.r. del 20 Novembre 2017, n. 7372 e successive modifiche (R.R. n° 8 del 19 Aprile 2019) introdotte con la Delibera di Giunta Regionale n° XI/1516 del 15/04/2019, è stata redatta la presente relazione tecnica per l'invarianza idraulica ed idrologica in merito progetto di realizzazione di n°2 nuovi edifici residenziali, in un lotto sito in Via Squassa e alla richiesta di variante al P.G.T. del Comune di Puegnago del Garda (BS).

Il lotto oggetto d'intervento consta di una superficie di trasformazione totale di 728,2 m², destinata per buona parte a pavimentazioni esterne e sentieri carrabili (431,2 m²) e a coperture impermeabili di progetto (297,0 m²).

Il comune di Puegnago del Garda ricade nelle aree B – a media criticità idraulica. 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 Regolamento Regionale n° 8 del 2019.

L'applicazione di tale metodo ha condotto al calcolo del volume di laminazione pari a 30,91 m³, maggiore di quello minimo previsto dall'art. 12 del RR, pari a 500 m³/ha che per l'area in esame corrisponde a 29,94 m³; pertanto la progettazione del sistema di laminazione e dispersione ha previsto l'utilizzo del primo volume critico derivante dal metodo delle sole piogge.

Considerando la situazione litostratigrafica locale con la presenza di terreni fluvioglaciali grossolani a medio-alta permeabilità, a partire da -0,6/-1,2 m dal p.c., si è optato per la realizzazione di n°3 pozzi perdenti di diametro 2,0 m e profondità massima pari a 2,5 m a partire dal ripiano campagna generale (tratto filtrante pari a 2,0 m).

Il dimensionamento del sistema di filtrazione ha verificato che la realizzazione di n° 3 pozzi disperdenti sono sufficienti 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 11 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. 6 del presente studio idrogeologico.

Si rammenta che il singolo lotto interessato dal progetto edilizio deve rispettare per le acque meteoriche 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, nei limiti delle portate ammesse allo scarico, secondo i regolamenti dell'ente gestore.

Desenzano del Garda, 29 Aprile 2019

Dott. Geol. Luigi Renna



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



CRESTANA S.r.l.s.
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI
Viale Michelangelo, 40
25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 347.9428449 - 349.2936733
mail: info@crestanasrls.com
www.crestanasrls.com

STRATIGRAFIA SCAVO ESPLORATIVO T1 (scala 1:20)

LOCALITA': Via Squassa - Puegnago del Garda (BS)

Data di esecuzione: 25/03/2018

Committente: KERMA di Maffizzoli Lucio e c. s.n.c.

Profondità (m. dal p.c.)	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campione di terreno sottoposto ad analisi granulometrica	Prova di permeabilità a carico variabile
		TERRENO VEGETALE Limo sabbioso argilloso, asciutto, di colore marrone.		
1,00		TERRENO NATURALE: DEPOSITI FLUVIOGLACIALI Ghiaia sabbiosa debolmente limosa, con ciottoli subarrotondati, asciutta, di colore da marrone chiaro a grigio chiaro		-1,02 m
1,30				-1,30 m

Descrizione eseguita utilizzando il criterio granulometrico per le terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione con percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene preceduta dal termine "**con**" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50%, dal suffisso "**...oso**" se la percentuale è compresa tra il 10 % e il 25 % oppure dal suffisso "**debolmente ...oso**" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10 %.

FOTO MATERIALE ESCAVATO



FOTO SCAVO



Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p>Codice: 20209 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: PUEGNAGO SUL GARDA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 100,00 Quota pc slm (m): 149,00 Anno realizzazione: 1998 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 10,000 Portata esercizio (l/s): 1,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 8 Longitudine WGS84 (dd): 10,523942 Latitudine WGS84 (dd): 45,579628 Longitudine WGS84 (dms): 10° 31' 26.26" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 34' 46.46" N</p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	 <p>DigitalGlobe, Microsoft</p>

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	100,00	100,00	250

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	75,00	97,00	22,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	85,00	95,00	10,00	125

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1998	22,00	25,00	3,00	10,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		ARG. MARR. CON CIOTTOLI E GHIAIA
2	2,00	23,00	21,00		GHIAIA E CIOTTOLI
3	23,00	28,00	5,00		ARG. MARR. E GRIGIA CON POCA GH.
4	28,00	42,00	14,00		SABBIA GRIGIA CON GHIAIA
5	42,00	45,00	3,00		GHIAIA
6	45,00	75,00	30,00		CEPPO BIANCO COMPATTO LIMOSO CON GHIAIA
7	75,00	97,00	22,00		GHIAIA CON POCO CEPPO BIANCO
8	97,00	100,00	3,00		ARG. LIMOSA CON POCO GHIAIA