

COMUNE DI PONTEVICO

Provincia di Brescia

SUAP IN VARIANTE AL PGT PER AMPLIAMENTO HOTEL "AL VELIERO" IN VIA VINCENZO FOPPA 29.

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

ai sensi del

R.R. 23/11/2017 – N.7

Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo
58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)

e del

R.R. 19/04/2019 – N.8

Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica e idrogeologica.

Modifiche al Regolamento Regionale 23/11/2017 n. 7

COMMITTENTE: **MESA IMMOBILIARE DI TAGLIAFIERRO & C. SAS**

GEOLOGO: DOTT. GUIDO TORRESANI
O.G.L. n° 1141



DATA: DICEMBRE 2023

Studio di Geologia e Ambiente dott. GUIDO TORRESANI

25034 – ORZINUOVI (BS) - Via Giordano Bruno, 44

tel/fax 030 4197172 – mail: torresani.geologo@gmail.com

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA, GESTIONE CAVE, AUTORIZZAZIONI POZZI

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NATURA LITOLOGICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	3
3. VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEI TERRENI	5
4. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017	6
4.1 scelte progettuali in relazione ai limiti normativi e ai vincoli idrogeologici per l'area di indagine.....	6
4.2. Analisi delle superfici scolanti e determinazione del coefficiente di deflusso medio ponderale.....	7
4.3. Metodologia di calcolo utilizzata per il dimensionamento del sistema disperdente e calcolo del volume minimo di invaso ai sensi del R.R. n.7 del 23/11/17 e del R.R. n. 8 del 19/04/2019.....	10
4.3.1 METODO DELLE SOLE PIOGGE (teoria).....	11
4.3.2 Determinazione delle altezze di pioggia e valutazione dei parametri pluviometrici per il calcolo delle portate meteoriche di progetto	13
4.3.3 Calcoli e risultati.....	15
4.4 Installazione e accorgimenti costruttivi per i pozzi perdenti – GENERALITA'	18
5. CONCLUSIONI	20

ALLEGATI:

- *Inquadramento corografico CTR – scala 1:10.000;*
- *Prove penetrometriche;*
- *Planimetria di progetto rete acque bianche (PLANIMETRIA DI INVARIANZA IDRAULICA)*

1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto SUAP IN VARIANTE AL PGT PER AMPLIAMENTO HOTEL "AL VELIERO" in Via Vincenzo Foppa 29 nel Comune di Pontevico (BS), è stato affidato allo scrivente l'incarico di rispondere alle prescrizioni regionali in tema di **invarianza idraulica**, in relazione alla necessità di effettuare il corretto dimensionamento del sistema di dispersione delle acque meteoriche.

L'areale indagato è ubicato a Nord dell'abitato di Pontevico (come evidenziato nella allegata C.T.R. 1:10.000). Il terreno si presenta come una superficie planare ad una quota media di ca. 48 metri s.l.m.



Fig.1: Ortofoto con ubicazione area d'indagine

L'invarianza idraulica, così come definita dal R.R. n. 7 del 23/11/2017, è il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005. Lo stesso regolamento definisce le misure di invarianza idraulica e idrologica ed i vincoli allo scarico da adottare per le superfici interessate da interventi che prevedono una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione.

Verificato quanto indicato all'art. 3 (interventi richiedenti le misure di invarianza e idrologica) e l'allegato A della Legge Regionale R.R. n.8 del 19/04/2019, si è proceduto alla stesura del progetto di invarianza idraulica per l'intervento edilizio proposto.

L'indagine si è basata sull'osservazione dello stato dei luoghi, e dalle prove eseguite dal sottoscritto che hanno permesso di valutare la permeabilità dei terreni.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NATURA LITOLOGICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

L'areale indagato è ubicato a Nord dell'abitato di Ponteviso (come evidenziato nella allegata C.T.R. 1:10.000). Il terreno si presenta come una superficie planare ad una quota media di ca. 48 metri s.l.m.±

Dal punto di vista geologico l'area indagata appartiene al "Piano Fondamentale della Pianura" costituito da Alluvioni fluviali e fluvio-glaciali prevalentemente sabbiose o sabbioso argillose.

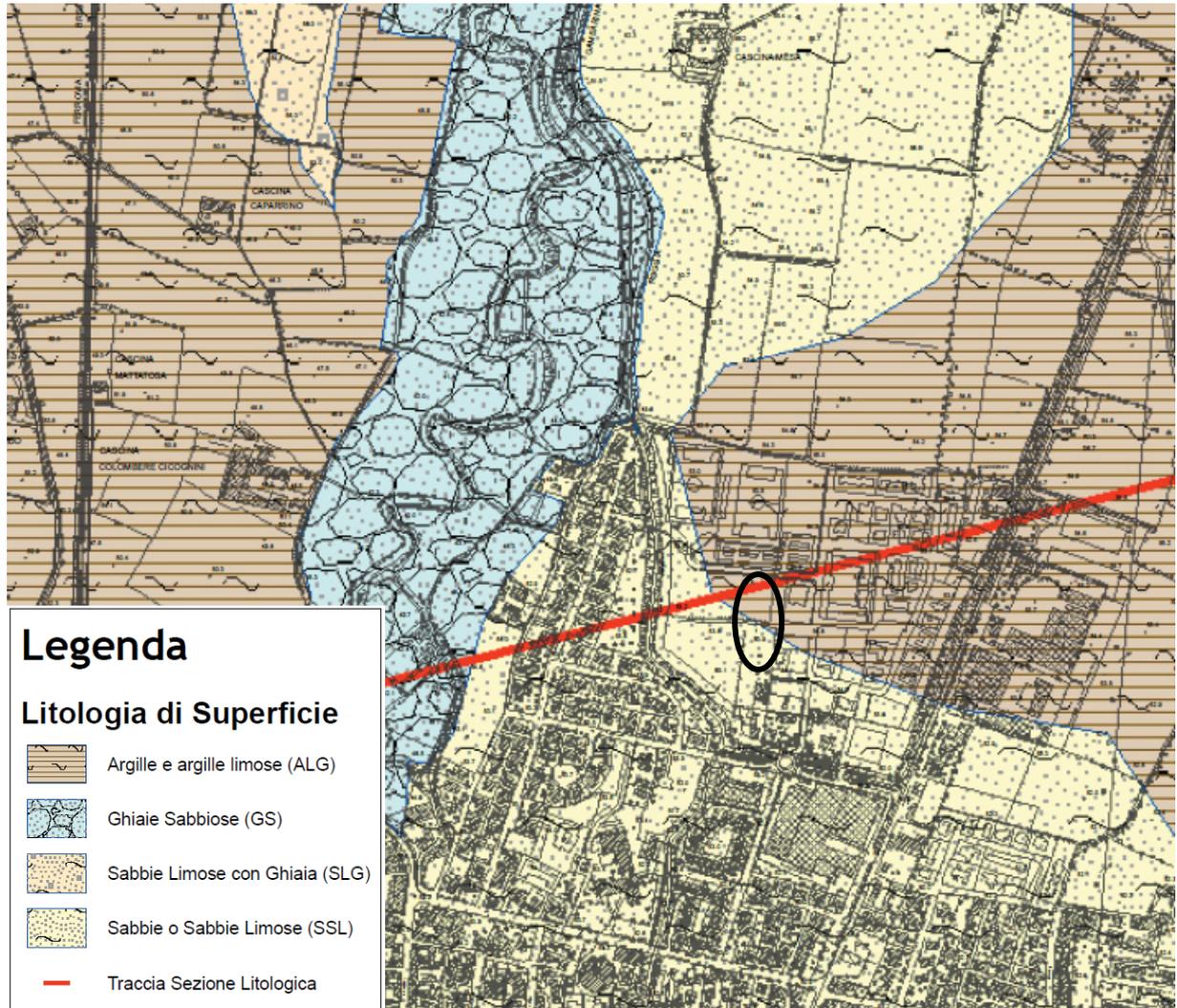


Fig.2: Estratto carta litologica allegata al PGT comunale

Sulla base delle conoscenze dei terreni della zona e delle indagini eseguite si prevede una **buona uniformità litostratigrafica dei terreni di fondazione.**

La natura del terreno, dedotta dallo scavo esplorativo di riferimento, mostra una successione litostratigrafica uniforme che può essere schematizzata come di seguito riportato (profondità riferite al p.c.= 0 rif.):

da 0,0 a 7,2	Sabbie omogenee
oltre 7,2	sabbie variamente addensate

Falda rilevata con le prove alla profondità di circa 7,5 m dal p.c. Tale valore piezometrico può subire tuttavia delle oscillazioni verticali; in particolare durante i mesi di agosto e settembre tale valore può raggiungere i 6,0 m dal p.c.

L'indagine eseguita supportata dalle conoscenze litostratigrafiche locali, portano a ritenere l'intera area indagata omogenea da un punto di vista litostratigrafico e geomeccanico e costituita esclusivamente da litologie sabbiose omogenee.

3. VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEI TERRENI

Per la valutazione della permeabilità dei terreni si è fatto riferimento ai valori riportati in letteratura per le litologie simili a quelle individuate. Il grado di permeabilità delle litologie considerato può essere quantificato nell'ordine 10^{-3} cm/s (10^{-5} m/s). Ciò corrisponde ad una capacità di drenaggio naturale del terreno buona (vedi tabella di classificazione dei terreni in base alla permeabilità).

COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' "k" in cm/sec (scala logaritmica)

	10^2	10^1	1,0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
PERMEABILITA'				BUONA			SCARSA		PRATICAMENTE NULLA			
TIPO DI TERRENO	GHIAIA PULITA		SABBIE PULITE, MISCOLANZE DI SABBIA PULITA E GHIAIA			SABBIE MOLTO FINI, LIMI ORGANICI E INORGANICI, MISCOLANZE DI SABBIE LIMO E ARGILLA, TILL GLACIALE DEPOSITI STRATIFICATI DI ARGILLA, ECC		TERRENI IMPERMEABILI CIOE' ARGILLE OMOGENEE AL DI SOTTO DELLA ZONA INFLUENZATA DAGLI AGENTI ATMOSFERICI				
						TERRENI IMPERMEABILI MODIFICATI DALL'AZIONE DELLA VEGETAZIONE E DEGLI AGENTI ATMOSFERICI						

Tab.1 - "Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità"

Alla luce di tali considerazioni, data la buona permeabilità che caratterizza le litologie di terreni in posto, si ritiene fattibile l'adozione di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque di pioggia di tipo disperdente a sviluppo verticale, nello specifico di pozzi pendenti (o pozzi d'infiltrazione).

4. PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017

Nel presente capitolo verranno presentate le proposte progettuali ed i relativi calcoli di dimensionamento per la gestione sostenibile delle acque di pioggia relativamente all'area di indagine, derivanti dalle evidenze riscontrate in sito e dalle valutazioni circa l'idrogeologia e la morfologia dell'area di studio, nel rispetto dei vincoli del PGT, dei limiti imposti dal Decreto Legislativo 152/06, della Legge Regionale 26/2003 e relativi Regolamenti Regionali n° 2, 3 e 4 del 24 marzo 2006, del Regolamento Regionale n° 7 del 23 novembre 2017 e Regolamento Regionale n° 8 del 19 aprile 2019.

4.1 scelte progettuali in relazione ai limiti normativi e ai vincoli idrogeologici per l'area di indagine

È bene ricordare che la realizzazione di nuove superfici impermeabili implica necessariamente l'aumento delle portate meteoriche defluenti nei ricettori, modificando il ciclo naturale dell'acqua mediante l'aumento dei volumi di acqua di "run-off", causato dalla diminuzione dei fenomeni evapotraspirativi, dell'infiltrazione superficiale e profonda e della conseguente ricarica delle falde acquifere. A tal proposito Regione Lombardia si è dotata della L.R. n°4 del 15 Marzo 2016, che introduce i concetti base del deflusso urbano sostenibile, per ridurre i fenomeni di allagamento urbano, contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici recettori e ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, recentemente è stato introdotto il Regolamento Regionale n. 7/2017 che "definisce, in attuazione dell'articolo 58 bis della Legge Regionale 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica e, in particolare, disciplina l'applicazione di tali principi agli interventi di cui all'articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, con le specificità di cui all'articolo 3, nonché i criteri e i metodi per la disciplina, nei regolamenti edilizi, delle modalità per il conseguimento dell'invarianza idraulica e idrologica, ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 4, della l.r. 12/2005".

Per quanto riguarda l'area di indagine pertanto, in applicazione dei principi espressi dalla suddetta legge, la proposta di gestione delle acque meteoriche per l'area di studio si basa sull'adozione contemporanea delle seguenti misure di controllo dei deflussi meteorici:

- a) riduzione dei volumi idrici di precipitazione mediante superfici di progetto drenanti, che favoriscono i naturali processi di infiltrazione in loco;
- b) realizzazione di sistemi di accumulo temporaneo e successiva infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche.

Il progetto infatti prevede la realizzazione di un'area verde in terra naturale drenante, al fine di compensare le impermeabilizzazioni dell'intervento di progetto.

In merito al punto b) del precedente elenco, si specifica che le acque meteoriche di dilavamento che si generano sull'area di indagine risultano non contaminate: per quanto riguarda infatti la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia, con riferimento al R.R.

n. 4 del 24 marzo 2006 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'Art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dic. 2003, n. 26), è possibile affermare che l'attività di cui alla presente relazione non risulta tra gli ambiti di applicazione della disciplina e non si rende pertanto necessario il trattamento delle acque mediante la realizzazione di vasche di prima pioggia.

Per quanto riguarda la scelta della tipologia del sistema di raccolta delle acque meteoriche, alla luce delle risultanze delle indagini in sito sulla permeabilità dei terreni, si è scelto di optare per **l'adozione di opere di tipo disperdente, quali pozzi d'infiltrazione, per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'area in studio**: gli strati superficiali di suolo alle profondità entro le quali saranno posti i sistemi ad infiltrazione risultano infatti idonei per il corretto funzionamento dei sistemi di infiltrazione, in quanto litologicamente costituiti da materiale grossolano di tipo sabbioso-ghiaioso.

I pozzi perdenti sono dei bacini artificiali cilindrici, realizzati allo scopo di smaltire le portate di piena, entro limiti prefissati, dipendenti dalla conducibilità idraulica del terreno. Per operare lo smaltimento e la laminazione delle portate, il pozzo d'infiltrazione deve avere una capacità atta a determinare un processo d'invaso temporaneo dell'onda di piena in arrivo ed il suo smaltimento graduale nel tempo.

Il singolo pozzo perdente risulta costituito da una serie di anelli sovrapposti in calcestruzzo opportunamente fenestrati che permettono di disperdere lateralmente le acque meteoriche in arrivo dalla rete di drenaggio. Nell'intorno di questi anelli in cemento completamente interrati, viene posto uno strato di ghiaia di taglia molto grossa (dreno) che consente l'incremento della capacità di allontanamento delle acque, accompagnato dalla presenza di un geotessile necessario al fine di prevenire il progressivo intasamento del pozzo (vedi figura seguente).

4.2. Analisi delle superfici scolanti e determinazione del coefficiente di deflusso medio ponderale

Il dimensionamento del sistema di dispersione delle acque meteoriche consiste nel valutare il numero e la tipologia di opere (secondo la geometria e le caratteristiche tecniche), necessarie per smaltire le acque meteoriche sulla base delle caratteristiche drenanti del terreno e dell'entità degli afflussi; questi ultimi dipendono a loro volta dall'estensione e dalla tipologia delle superfici di progetto e dalle precipitazioni critiche locali di riferimento.

Risulta pertanto necessario distinguere le superfici nelle seguenti tre macro-categorie di superfici:

- Aree scoperte impermeabili;
- Aree scoperte drenanti o semi-permeabili;
- Aree verdi.

Tale distinzione è necessaria per determinare il coefficiente di deflusso medio ponderale (ϕ) del bacino scolante, che indica la quota parte di acqua piovana che contribuisce effettivamente al deflusso superficiale, ovvero la portata meteorica che non viene smaltita attraverso l'infiltrazione naturale nel terreno o l'evaporazione. La tabella che segue fornisce valori standard del coefficiente di deflusso relativi alle tipologie di superfici sopracitate (come previsto dall'art. 11, comma 6, lettera d) del R.R. 7/2017).

Coefficiente di afflusso	Tipologia di superficie
0.3	Superfici permeabili (<i>aree verdi</i>)
0.7	Superfici semipermeabili (<i>pavimentazioni drenanti, tetti verdi, giardini pensili e le aree verdi sovrapposte a solette</i>)
1.0	Superfici impermeabili (<i>tetti, strade, vialetti, parcheggi</i>)

Coefficienti di afflusso per tipologia di superficie (art.11, comma 2 lettera d))

Il progetto prevede l'ampliamento Hotel "AI Veliero".

L'intero lotto di competenza del nuovo intervento ha una superficie totale pari a 2216,0 mq.

Ai sensi dell'art. 1 comma 8 lettera C del R.R. 8/2019 le superfici destinate a giardino non collettato e non sovrapposte a nuove solette, non sono tenute all'applicazione del regolamento.

Nel nostro caso le superfici destinate a giardino in piena terra (non sovrapposte a solette e/o manufatti interrati) ammontano a 1030,5 mq.

Pertanto la superficie totale delle aree trasformate da considerarsi ai fini dell'invarianza idraulica sono le seguenti:

SUP. TOTALE AREE TRASFORMATE = Sup. totale lotto (2216,0 mq) – Sup. giardino (1030,5 mq) = **1.185,5 mq** (tutti impermeabili).

Suddivisione delle superfici scolanti del lotto:

Le superfici scolanti, suddivise sulla base dei coefficienti riportati nella tabella precedente, risultano le seguenti (vedi planimetria in fig. 3).

- Aree impermeabili, le quali comprendono le coperture del nuovo immobile, il nuovo parcheggio e i vialetti e corselli d'ingresso. A queste superfici viene associato un coefficiente di afflusso pari a 1, poiché maggiormente competeranno alla formazione della pioggia netta, che sarà smaltita dal sistema di raccolta dedicato. Le aree impermeabili ammontano a 1.185,5 mq.
- Aree semipermeabili: NON PRESENTI.
- Aree permeabili (superfici verdi in terreno naturale): 1.030,5 mq: ESCLUSE DALL'APPLICAZIONE DEL REGOLAMENTO ai sensi **dell'art. 1 comma 8 lettera C del R.R. 8/2019** e quindi non considerate ai fini dell'invarianza.

Nella tabella seguente si riassumono le superfici scolanti coinvolte, le relative metrature e i corrispondenti coefficienti di deflusso. Il **coefficiente di deflusso medio ponderale (ϕ)** relativo all'area complessiva considerata per il computo delle opere disperdenti e pari a **1.185,5 mq**, risulta **$\phi = 1,0$** calcolato ai sensi dell'articolo 11 comma 2 lettera d):

$$\phi = (1.185,5 \times 1,0) / 1.185,5 = 1,0$$

Superfici considerate ai fini dell'invarianza	Area [m ²]	ϕ
Impermeabili <i>(Tetti, vialetti)</i>	1.185,5	1,0
Semipermeabili	-	0,7
Permeabili <i>Aree verdi drenanti</i>	1.030,5 mq Escluse ai sensi dell'art. 1 comma 8 lettera C del R.R. 8/2019	-
Totale	1.185,5	1,0



Fig. 3 – Planimetria di progetto con indicazioni delle superfici impermeabili

4.3. Metodologia di calcolo utilizzata per il dimensionamento del sistema disperdente e calcolo del volume minimo di invaso ai sensi del R.R. n.7 del 23/11/17 e del R.R. n. 8 del 19/04/2019

Nel presente paragrafo si descrive la metodologia utilizzata per il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche, secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017 e dal R.R. 8/2019.

La procedura di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica dipende da una serie di fattori come l'ambito territoriale in cui ricade l'intervento, l'estensione dello stesso e il coefficiente di deflusso medio ponderale. La tabella 1 del R.R. 8/2019, riportata qui di seguito, distingue le diverse modalità per il calcolo dei volumi di invaso a seconda delle caratteristiche dell'intervento.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 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)	≤ 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		

Tab. 1 - Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo (art. 9 del Regolamento Regionale n. 8/2019).

Ai sensi dell'art. 7 e dell'allegato C del R.R. 23/11/2017 – N.7, il territorio comunale di Ponteviso rientra in area di criticità idraulica "A", ovvero a ALTA criticità idraulica.

Nel caso dell'intervento in oggetto, si tratta di un' impermeabilizzazione potenziale media, in quanto la superficie interessata dall'intervento è pari a 1.185,5 mq (ossia >1.000 mq e <10.000 mq) con coefficiente di deflusso medio ponderale >0,4. Dato che il comune di Ponteviso si trova nell'ambito territoriale di criticità idraulica "A", per il calcolo del volume di invaso è necessario applicare il "Metodo delle Sole Piogge". Si sottolinea tuttavia che, qualora il volume ottenuto dalla procedura di calcolo adottata risulti inferiore ai requisiti minimi riportati all'art. 12 del Regolamento, sarà necessario applicare questi ultimi.

Nel caso di aree "A" a alta criticità idraulica il volume minimo da soddisfare per il rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica è di 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile (con la riduzione attraverso l'applicazione del coefficiente P = 0,8 diventa 800 x 0,8 = 640 mc per ettaro); per il bacino scolante afferente alla rete di smaltimento in progetto risulta:

$$W_{\min} (\text{VOLUME MINIMO DI INVASO}) = (640 \text{ m}^3 / 10.000 \text{ m}^2) \times 1.185,5 \text{ m}^2 \times 1,0 = \underline{76 \text{ m}^3}$$

Per il dimensionamento del sistema disperdente costituito da pozzi perdenti, è necessario adottare il volume di laminazione maggiore tra quello risultante dalla procedura adottata (Metodo delle Sole Piogge) e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo, come sopra riportato.

4.3.1 METODO DELLE SOLE PIOGGE (TEORIA)

Nel caso in studio, facendo riferimento alla tabella sopra riportata per classe di intervento ad impermeabilizzazione potenziale media e ambito territoriale di criticità B, il dimensionamento dei volumi di laminazione, per l'applicazione dell'invarianza idraulica, verrà effettuato mediante il **metodo idraulico denominato delle Sole Piogge**; tale metodologia di calcolo si basa sulle seguenti ipotesi:

- effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante trascurabile;
- idrogramma netto di pioggia a intensità costante $i = a \cdot D^{n-1}$;
- svuotamento sistema $Q_u = \text{cost}$ (laminazione ottimale);

Nello specifico, l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa Q_e nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia (vd. paragrafo 4.2.2), per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso A ; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso.

Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = A \cdot \phi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = A \cdot \phi \cdot a \cdot D^n$$

in cui A è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, ϕ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del Regolamento (quindi $S \cdot \phi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_1 w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia come esposto al paragrafo 4.2.2) espressa nella forma:

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

L'onda uscente Q_u è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate

massime ammissibili di cui all'articolo 8 del Regolamento.

Nel caso oggetto di studio la portata costante in uscita dall'opera verrà considerata pari alla portata di infiltrazione Q_f nel terreno delle acque stoccate all'interno del sistema dei pozzi perdenti; tale valore, dipendente dalla permeabilità sito specifica determinata mediante prova infiltrometrica dallo scrivente, verrà stimata mediante la legge di Darcy:

$$Q_u = Q_f = k \cdot J \cdot A_f$$

dove:

- Q_f : portata d'infiltrazione (m³/s);
- k : permeabilità rilevata in sito mediante prova infiltrometrica (m/s) (vd. Capitolo 3);
- J : cadente piezometrica (m/m);
- A_f : superficie netta d'infiltrazione corrispondente all'area perimetrale disperdente dell'opera, variabile in relazione al grado di riempimento della stessa (m²).

La cadente piezometrica J può essere posta pari a 1 qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

Come superficie netta d'infiltrazione A_f verrà considerata a favore di sicurezza l'area filtrante del sistema di pozzi, corrispondente ad un riempimento pari al 50% dell'altezza del singolo pozzo, ovvero verrà utilizzata una portata di infiltrazione inferiore a quella massima uscente.

In tali condizioni applicando un ietogramma netto di pioggia a intensità costante e ipotizzando evacuazione dell'opera a portata costante pari a $Q_u = Q_f$, i volumi entrante ed uscente risultano rispettivamente pari a:

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

$$W_u = Q_f \cdot D$$

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

$$W = W_e - W_u = A \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - Q_f \cdot D$$

Il volume da assegnare alla vasca è il valore massimo W_0 di questa differenza, che si ottiene per una precipitazione di durata D_w critica per la vasca. Si sottolinea che l'evento critico di massima sollecitazione per una vasca di laminazione non coincide con l'evento critico che genera la portata al colmo di piena per il bacino (tempo di corrivazione del bacino): il primo infatti massimizza il volume di precipitazione da invasare, data una portata in uscita dal sistema; il secondo massimizza la portata di deflusso.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, si ricava la durata critica per la vasca e il volume da invasare come segue:

$$\theta_w = \left(\frac{Q_f}{2.78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{1/(n-1)}$$

$$W_0 = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_f \cdot D_w$$

Il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata Dw risultante dal calcolo, tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Per qualunque sistema d'infiltrazione dotato di accumulo infine, occorre verificare che lo svuotamento, dopo la fine dell'evento piovoso, avvenga in un tempo non maggiore di quello medio stimato fra due eventi successivi (fissato in 48 ore, come previsto dall'art. 11, comma 2, lettera f) del R.R. 7/2017).

4.3.2 Determinazione delle altezze di pioggia e valutazione dei parametri pluviometrici per il calcolo delle portate meteoriche di progetto

Al fine di dimensionare un sistema di drenaggio delle acque meteoriche è necessario stimare la quantità di pioggia che si abbatte sul bacino scolante in occasione delle precipitazioni di maggiore intensità e quindi il contributo netto che il sistema di opere deve smaltire.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto si effettua attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica, ovvero la relazione statistica che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in millimetri, si intende l'altezza di acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

Le curve di possibilità pluviometrica possono essere espresse in forma monomia tramite la seguente espressione (Allegato G, punto 1 del R.R. 7/2017):

$$h(T_R) = a_1(T_R) \cdot w_T(T_R) \cdot \theta^n(T_R)$$

dove:

h (T_R): altezza massima probabile di precipitazione [mm] associata (funzione) ad un tempo di ritorno T_R (anni), relativa ad un evento meteorico di durata θ [ore];

a₁ (T_R): coefficiente pluviometrico orario, che rappresenta l'altezza media di pioggia caduta in un intervallo di tempo pari a 1 ora;

w_T (T_R): coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T_R;

n (T_R): esponente di invarianza di scala, che governa l'andamento della curva e l'entità della dipendenza dalla durata della precipitazione.

I parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per l'area di indagine sono stati scaricati dal sito di ARPA Lombardia (art.11 comma 2 lettera b)), che li fornisce per ogni località della Regione (<http://idro.arpalombardia.it>).

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di ritorno alti, ovvero quelli che determinano un superamento

anche considerevole delle capacità di controllo delle strutture fognarie. Conseguentemente, il dimensionamento delle opere di invarianza deve essere effettuato assumendo un tempo di ritorno T_R pari a 50 anni, per garantire un accettabile grado di sicurezza delle stesse opere (art.11 comma 2 lettera a)).

La curva di possibilità pluviometrica, valida per durate di precipitazione comprese tra 1 e 24 ore, in corrispondenza del tempo di ritorno di 50 anni, per l'area in indagine, è caratterizzata dai seguenti parametri:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,36

N - Coefficiente di scala 0,2686

GEV - parametro alpha 0,2739

GEV - parametro kappa -0,0585

GEV - parametro epsilon 0,8249

*Parametri di calcolo delle LSPP per l'area oggetto di studio
(Fonte: ARPA Lombardia)*

I parametri sopra riportati si riferiscono a durate comprese tra 1 e 24 ore; per durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di parametri specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore $n = 0.5$ come suggerito dal Regolamento (Allegato G, punto 1).

Si riporta di seguito la tabella con le stime di altezza di pioggia che si abbattano sull'area oggetto dell'indagine per diverse durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e tempi di ritorno (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni).

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92637	1,25430	1,48369	1,71339	2,02545	2,27071	2,52523	2,02545397
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25,3	34,3	40,6	46,9	55,4	62,1	69,1	55,4164206
2	30,5	41,3	48,9	56,5	66,8	74,8	83,2	66,7567411
3	34,0	46,1	54,5	63,0	74,4	83,5	92,8	74,4377504
4	36,8	49,8	58,9	68,0	80,4	90,2	100,3	80,4177253
5	39,1	52,9	62,5	72,2	85,4	95,7	106,5	85,3850454
6	41,0	55,5	65,7	75,9	89,7	100,5	111,8	89,670563
7	42,7	57,9	68,5	79,1	93,5	104,8	116,5	93,4612971
8	44,3	60,0	71,0	81,9	96,9	108,6	120,8	96,8742696
9	45,7	61,9	73,2	84,6	100,0	112,1	124,7	99,9880293
10	47,0	63,7	75,3	87,0	102,9	115,3	128,2	102,858094
11	48,3	65,3	77,3	89,3	105,5	118,3	131,6	105,525288
12	49,4	66,9	79,1	91,4	108,0	121,1	134,7	108,020592
13	50,5	68,3	80,8	93,4	110,4	123,7	137,6	110,368123
14	51,5	69,7	82,5	95,2	112,6	126,2	140,4	112,587055
15	52,5	71,0	84,0	97,0	114,7	128,6	143,0	114,692913
16	53,4	72,3	85,5	98,7	116,7	130,8	145,5	116,698453
17	54,3	73,5	86,9	100,3	118,6	133,0	147,9	118,6143
18	55,1	74,6	88,2	101,9	120,4	135,0	150,2	120,449407
19	55,9	75,7	89,5	103,4	122,2	137,0	152,4	122,211391
20	56,7	76,7	90,8	104,8	123,9	138,9	154,5	123,906796
21	57,4	77,7	92,0	106,2	125,5	140,7	156,5	125,541286
22	58,1	78,7	93,1	107,5	127,1	142,5	158,5	127,119801
23	58,8	79,7	94,2	108,8	128,6	144,2	160,4	128,646675
24	59,5	80,6	95,3	110,1	130,1	145,9	162,2	130,125739

Altezze di precipitazione relative a diverse durate e tempi di ritorno calcolate nel sito d'indagine

4.3.3 Calcoli e risultati

Riassumendo, il dimensionamento del volume di laminazione, necessario ai fini dell'invarianza idraulica da destinare alle opere di laminazione in progetto, è stato effettuato mediante applicazione della metodologia delle sole Piogge come da Tabella 1, art.9, comma 2, assumendo per il calcolo del volume meteorico in ingresso al sistema le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (Ispp) relative ad un tempo di ritorno $T_r=50$ anni, con coefficienti $a= 55,4$ e $n=0.2686$ per una durata dell'evento meteorico superiore a 60 minuti e $n=0.5$ per una durata dell'evento meteorico inferiore a 60 minuti (come riportato nel paragrafo 4.2.2). Sulla base della tipologia delle superfici scolanti si sono considerati i coefficienti di afflusso medio ϕ riportati al paragrafo 4.2.

Per quanto riguarda il volume in uscita dal sistema, i calcoli sono stati effettuati assumendo un sistema di pozzi perdenti con diametro $D=2,0$ m, altezza $H=3,0$ m e dreno esterno di spessore $s=0,5$ m con porosità del 35% (vedi fig. 4 sotto).

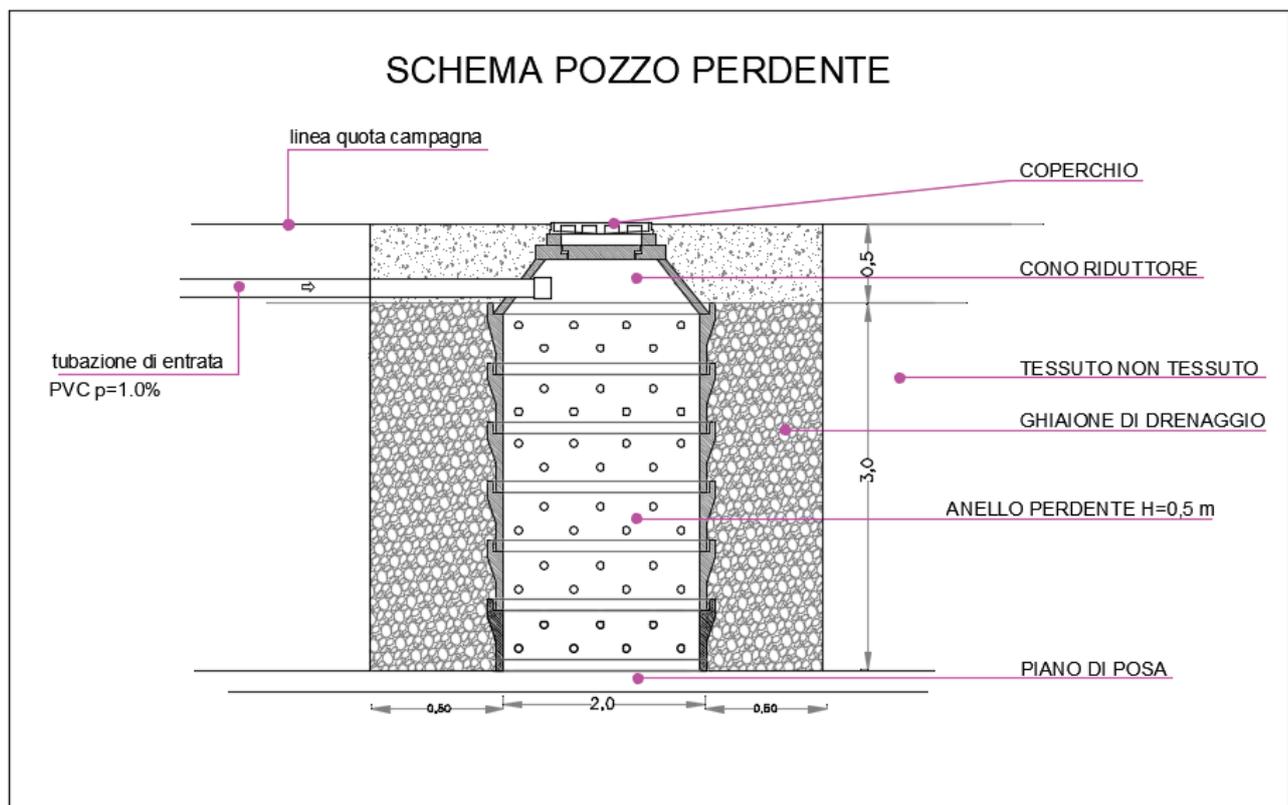


Fig. 4– schema pozzo perdente – non in scala

E' stata assunta come portata in uscita la sola portata di infiltrazione dispersa dal sistema, calcolata pari a circa $0,002827$ mc/s mediante la formulazione di Darcy, considerando come coefficiente di permeabilità del terreno il valore rilevato in sito pari a $k= 5,0 \cdot 10^{-5}$ m/s, e a favore di sicurezza una dispersione media corrispondente ad un grado di riempimento dei pozzi del 50% e come superficie totale utile disponibile all'infiltrazione solo quella laterale e non il fondo pozzo, il quale può essere soggetto ad occlusione.

Si riassumono di seguito le proprietà idrologiche del sito, quelle geometriche dei pozzi che si intende realizzare per contenere il volume di invaso critico e il valore di permeabilità assunto per il terreno in sito:

DATI DI PRECIPITAZIONE		
a1	57,2000	
n1	0,5000	
a2	57,2000	
n2	0,2831	
d limite	60	min
fi	1,00	
Area	1186	m ²
t corrivazione	10,9	min

DATI TERRENO		
permeabilità 1 (prof)	5,00E-05	m/s
permeabilità 2 (sup)	5,00E-05	m/s
porosità dreno	0,35	
DATI GEOMETRICI		
pozzi perdenti		
Diametro	2	m
Spessore dreno	0,5	m
Profondità totale	3	m

Dati in input alla procedura di calcolo

LE SOLE PIOGGE	
$D_w = \left(\frac{Q_u}{2.78 \cdot A \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} =$	2,69 ore
$W_{0, \text{sole piogge}} = 10 \cdot A \cdot \phi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{A \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{A \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} =$	62 m³

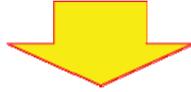
Risultati del dimensionamento del volume di invaso mediante il Metodo delle Sole Piogge.

Il volume di invaso necessario a contenere l'evento critico per il sistema di durata critica pari a circa 2,69 ore è risultato di 62 mc. Come da R.R. 7/2017 tale volume risulta inferiore a quello calcolato con i Minimi Requisiti (76 mc). Sarà quindi necessario realizzare un sistema di laminazione con un volume complessivo tale che soddisfi il volume di invaso calcolato con i requisiti minimi, pari a circa 76 mc.

Tenendo conto che il volume utile immagazzinato da ogni pozzo perdente avente le proprietà geometriche sopra descritte (diametro D=2,0 m, altezza H=3,0 m e dreno esterno di spessore s=0,5 m con porosità del 35%) risulta pari a circa 13,55 mc, il numero ottimo di opere da realizzare risulta pari a n. 6 pozzi:

Confronto e scelta volume di Invaso		
Volume Metodo Sole Piogge	62	mc
Volume Minimi Requisiti	76	mc

VOLUME DI PROGETTO	76	mc
---------------------------	-----------	-----------



Volume di invaso singolo pozzo		
Volume dreno	4,12	mc
Volume pozzo	9,42	mc
Volume utile	13,55	mc
NUMERO POZZI NECESSARI	5,6	

TEMPO DI SVUOTAMENTO	7	ore
-----------------------------	----------	------------

Il progetto di invarianza prevede l'installazione di n.6 pozzi perdenti (vedi planimetria in allegato) delle caratteristiche sopra riportate; il volume complessivo di invaso previsto da progetto è pari a:

$13,55 \text{ m}^3 \times 6 \text{ pozzi} = 81,3 \text{ m}^3 > 76 \text{ m}^3$

L'invarianza idraulica risulta pertanto te garantita dal sistema di dispersione delle acque meteoriche in progetto.

Il tempo medio di svuotamento del sistema, calcolato come $t = W/Q_u$ per una portata di infiltrazione in uscita dal sistema pari a circa 2,827 l/s (0,002827 mc/s), risulta di circa 7 ore, quindi accettabile in quanto nettamente inferiore al limite di normativa di 48 ore.

T svuotamento = VOL laminazione: permeabilità

$76 \text{ mc} : 0,002827 \text{ mc/s} = 26.884 \text{ s} = \text{circa } 7 \text{ ore}$

4.4 Installazione e accorgimenti costruttivi per i pozzi perdenti – GENERALITA'

La capacità portante del pozzo perdente dipende dalla corretta preparazione del piano di posa; in sostituzione della platea di fondo si pone uno strato di sabbia compattata sovrapposta ad un base di pietrame e pietrisco per uno spessore di circa 40-50 cm. Gli anelli forati in calcestruzzo devono essere posizionati l'uno sull'altro partendo dal basso e procedendo verso l'alto senza sigillatura dei giunti. Collegare il pozzo avendo cura di posizionare i tubi ad una quota di almeno - 50 cm dal piano finito del terreno, per evitare il congelamento ed evitare schiacciamenti qualora la superficie attorno al pozzo sia carrabile.

Intorno alla parete forata del pozzo si pone uno strato di pietrisco/ghiaia, sistemato anch'esso ad anello, per uno spessore in senso orizzontale di circa 50 cm o più (50 cm nel caso in analisi) e di granulometria crescente procedendo verso le pareti del pozzo, in modo da facilitare il deflusso delle acque ed evitare l'intasamento dei fori disperdenti. E' consigliabile posizionare uno strato di "tessuto non tessuto" tra il dreno circostante e il pozzo per prevenire eventuali occlusioni e quindi modificare la capacità filtrante. I pozzi perdenti vanno posizionati lontani da fabbricati e aree pavimentate che ostacolano l'aerazione del terreno. È buona norma che siano posti ad una distanza minima di 50 m da qualsiasi condotta, serbatoio e qualunque opera destinata al servizio di acqua potabile. Evitare il posizionamento dei pozzi in zone sensibili quali la presenza di rocce fratturate o terreni soggetti a cavità (sistemi carsici). In caso di posa di due o più pozzi perdenti in batteria, si dovrà mantenere una distanza minima tra intradossi pari a quattro volte il diametro degli stessi. A monte, dovrà essere posizionato un sifone/pozzetto deviatore, in modo da poter servire alternativamente i pozzi.

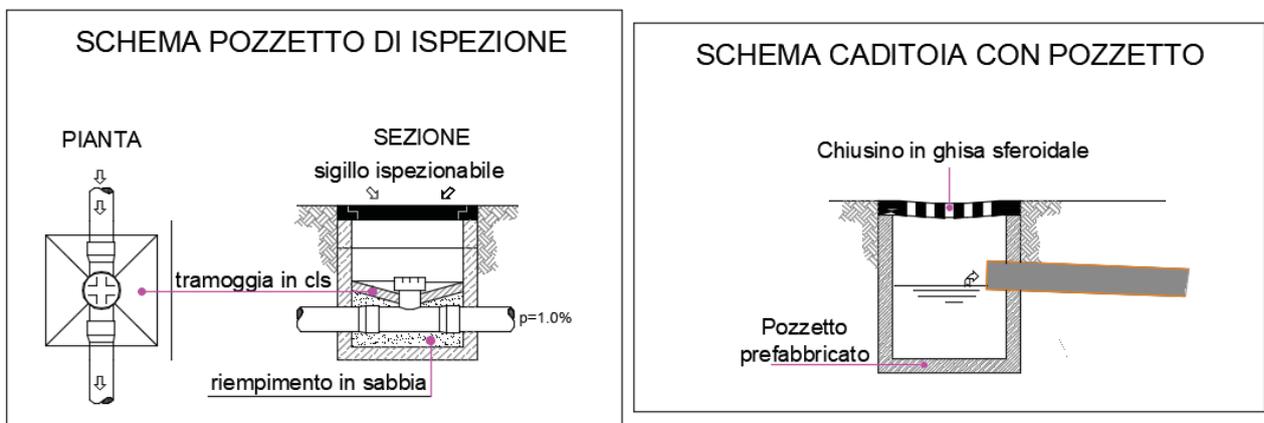
Al fine di mantenere un'elevata efficienza di dispersione delle acque meteoriche, risulta di fondamentale importanza effettuare regolarmente operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria su tutte le componenti dell'opera (caditoie, filtri, condotte di allacciamento e pozzi perdenti), al fine di evitare pericolose occlusioni che potrebbero prolungare i tempi di svuotamento degli invasi.

5 CARATTERISTICHE DELLA RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche per l'area in trasformazione dovrà prevedere una rete di drenaggio pluviale per la raccolta delle acque delle aree impermeabili, costituito da una rete di condotti in PVC, con pendenza 1.0 % e posati con sottofondo e rinfiaccio in calcestruzzo. Tale diametro è riferito ad una portata critica con tempo di ritorno di 50 anni, nell'ipotesi di riempimento massimo della tubazione al 75 % con velocità di scorrimento compresa fra 0,5 (valore minimo) e 4,0 m/s (valore massimo).

Lungo le reti dovranno essere presenti pozzetti in calcestruzzo con dim. int. min. 40x40 cm.

La rete sarà convogliata al sistema di laminazione in progetto costituito da n.6 pozzi perdenti aventi le caratteristiche sopra riportate.



6 MANUTENZIONE SISTEMI

Il rendimento del sistema di drenaggio e dispersione è legato allo stato di cura e manutenzione delle opere. Gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano l'eliminazione di eventuali problemi di deflusso, come possono essere le rimozioni di rifiuti, detriti, foglie, oltre alla verifica del funzionamento delle componenti meccaniche.

Interventi straordinari riguarderanno la risoluzione di problematiche sempre riguardanti eventuali intasamenti, come la verifica di eventuali rotture e/o interruzioni del sistema.

La frequenza dei controlli dovrà essere periodica, con frequenza intensificata all'occorrenza di fenomeni temporaleschi intensi e della stagione invernale.

7 CONCLUSIONI

Visto quanto riportato nei capitoli precedenti, al fine del dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, nell'ambito del progetto di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi del R.R. 7 /2017 e s.m.i., per l'intervento di in oggetto, è possibile effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- La presente relazione di invarianza idraulica è stata redatta ai sensi del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 e del R.R. n. 8 del 19 aprile 2019.
- L'intervento in oggetto ricade in **classe 2** di impermeabilizzazione potenziale media (Tabella 1 del R.R. 8/2019);
- Il comune di Pontevico si trova nell'ambito territoriale di **criticità idraulica "A"** (alta criticità, art.7, comma 3); per il calcolo del volume di invaso è necessario pertanto applicare il Metodo delle Sole Piogge (art. 9, Tabella 1);
- **Falda rilevata con le prove alla profondità di circa 7,5 m dal p.c. Tale valore piezometrico può subire tuttavia delle oscillazioni verticali; in particolare durante i mesi di agosto e settembre tale valore può raggiungere i 6,0 m dal p.c.**
- Ai fini del dimensionamento è stato adottato un coefficiente di permeabilità, valutato mediante la realizzazione di una trincea esplorativa eseguita dallo scrivente, pari a $k = 5,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ che permette quindi di collocare i terreni in esame tra le formazioni contraddistinte da un grado di **permeabilità buona**;
- **Per l'area di indagine si propone l'adozione di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque di pioggia di tipo disperdente, nello specifico di pozzi perdenti (o d'infiltrazione);**
- Il bacino contribuente complessivo, afferente alla rete meteorica presenta, una **superficie complessiva di circa 1.185,5 m²**, a cui è associabile un **coefficiente di afflusso medio ponderale di 1,0**;
- **Il volume di invaso necessario a contenere l'evento critico per il sistema di durata critica pari a circa 2,69 ore è risultato di 62 mc.** Come da R.R. 7/2017 tale volume risulta inferiore a quello calcolato con i Minimi Requisiti (76 mc). **Sarà quindi necessario realizzare un sistema di laminazione con un volume complessivo tale che soddisfi il volume di invaso calcolato con i requisiti minimi, pari a circa 76 mc.**
- **Tenendo conto che il volume utile immagazzinato da ogni pozzo perdente avente le proprietà geometriche sopra descritte (diametro D=2,0 m, altezza H=3,0 m e dreno esterno di spessore s=0,5 m con porosità del 35%) risulta pari a circa 13,55 mc, il numero ottimo di opere da realizzare risulta pari a n. 6 pozzi.**
- **Il tempo medio di svuotamento del sistema**, calcolato come $t = W/Q_u$ per una portata di infiltrazione in uscita dal sistema pari a circa 2,827 l/s (0,002827 mc/s), **risulta di circa 7 ore, quindi accettabile in quanto nettamente inferiore al limite di normativa di 48 ore.**

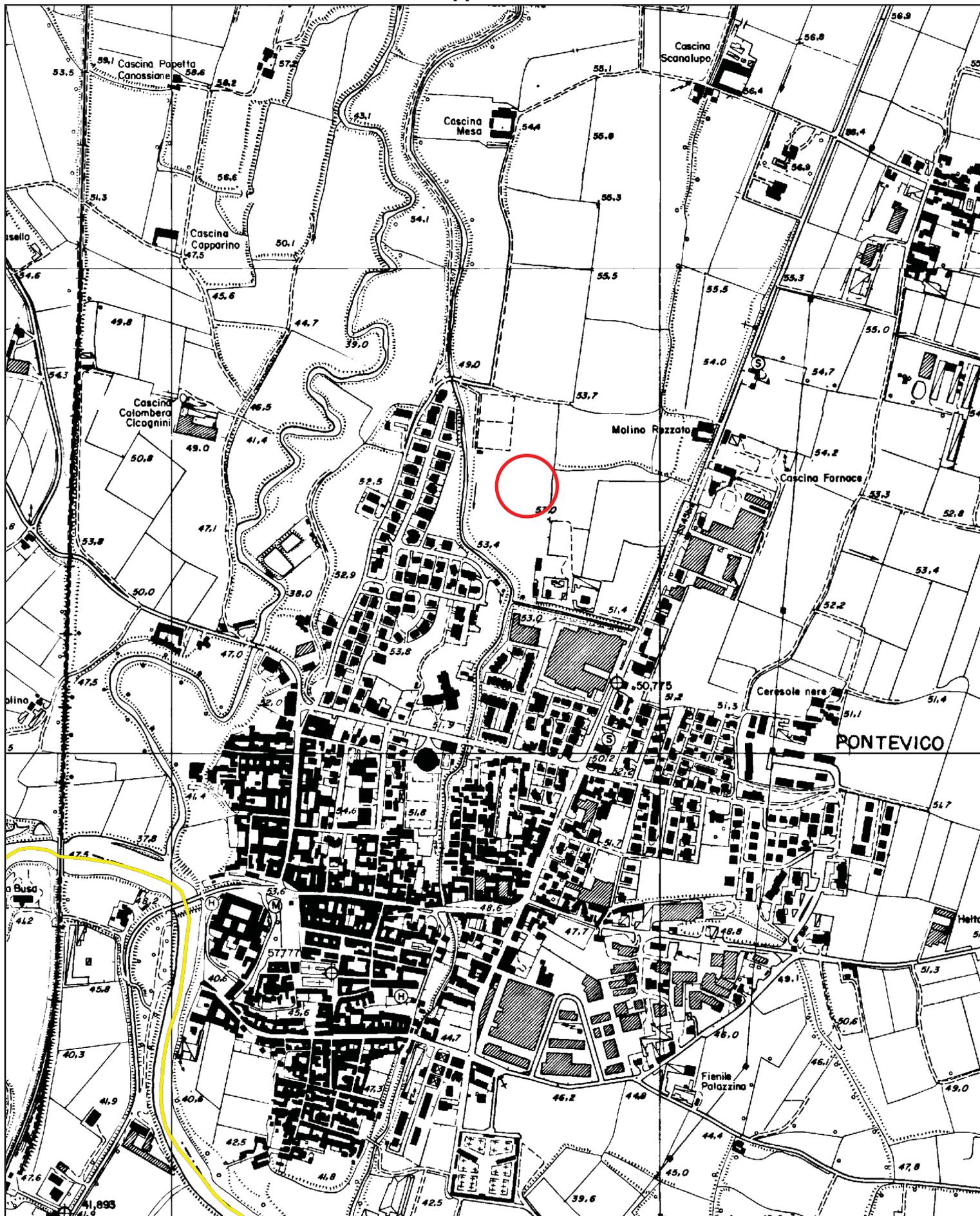
Qualora in fase di escavazione delle opere si rilevassero situazioni anomale dal punto di vista litologico-stratigrafico ed idrogeologico rispetto a quanto evidenziato nella presente relazione, sarà cura della committenza informare il sottoscritto al fine di rivalutare criticamente il dimensionamento effettuato.

Orzinuovi, 05/12/2023

Geol. Guido Torresani



Mappa di Base





80 m

P1

P2

Google Earth

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: RISTORANTE PIZZERIA AL VELIERO Cantiere: Località: PONTEVICO - VIA FOPPA	
------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVA ... Nr.1

Committente: RISTORANTE PIZZERIA AL VELIERO

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 20/01/2023

Profondità prova: 10,00 mt

Località: PONTEVICO - VIA FOPPA

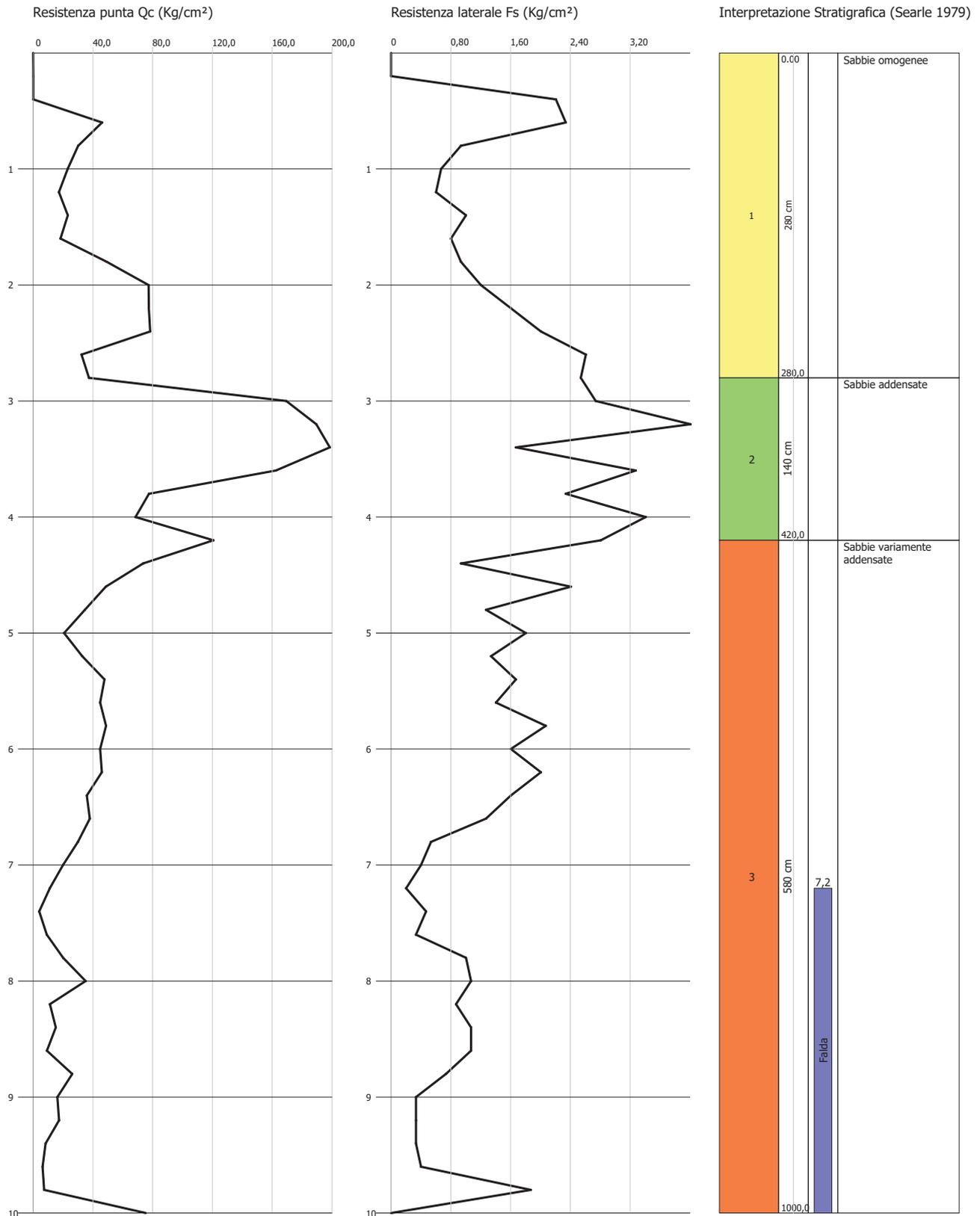
Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
0,40	0,00	0,0	0,138	2,2	0,063	1594,2
0,60	46,00	79,0	46,138	2,333	19,776	5,1
0,80	30,00	65,0	30,138	0,933	32,302	3,1
1,00	23,00	37,0	23,138	0,667	34,69	2,9
1,20	17,00	27,0	17,276	0,6	28,793	3,5
1,40	23,00	32,0	23,276	1,0	23,276	4,3
1,60	18,00	33,0	18,276	0,8	22,845	4,4
1,80	49,00	61,0	49,276	0,933	52,815	1,9
2,00	77,00	91,0	77,276	1,2	64,397	1,6
2,20	77,00	95,0	77,414	1,6	48,384	2,1
2,40	78,00	102,0	78,414	2,0	39,207	2,6
2,60	32,00	62,0	32,414	2,6	12,467	8,0
2,80	37,00	76,0	37,414	2,533	14,771	6,8
3,00	169,00	207,0	169,414	2,733	61,988	1,6
3,20	189,00	230,0	189,552	4,067	46,607	2,1
3,40	198,00	259,0	198,552	1,667	119,107	0,8
3,60	162,00	187,0	162,552	3,267	49,756	2,0
3,80	77,00	126,0	77,552	2,333	33,241	3,0
4,00	68,00	103,0	68,552	3,4	20,162	5,0
4,20	120,00	171,0	120,69	2,8	43,104	2,3
4,40	73,00	115,0	73,69	0,933	78,982	1,3
4,60	48,00	62,0	48,69	2,4	20,288	4,9
4,80	34,00	70,0	34,69	1,267	27,38	3,7
5,00	20,00	39,0	20,69	1,8	11,494	8,7
5,20	32,00	59,0	32,828	1,333	24,627	4,1
5,40	47,00	67,0	47,828	1,667	28,691	3,5
5,60	44,00	69,0	44,828	1,4	32,02	3,1
5,80	48,00	69,0	48,828	2,067	23,623	4,2
6,00	44,00	75,0	44,828	1,6	28,018	3,6
6,20	45,00	69,0	45,966	2,0	22,983	4,4
6,40	35,00	65,0	35,966	1,6	22,479	4,4
6,60	37,00	61,0	37,966	1,267	29,965	3,3
6,80	29,00	48,0	29,966	0,533	56,221	1,8
7,00	19,00	27,0	19,966	0,4	49,915	2,0
7,20	10,00	16,0	11,104	0,2	55,52	1,8
7,40	3,00	6,0	4,104	0,467	8,788	11,4
7,60	8,00	15,0	9,104	0,333	27,339	3,7
7,80	19,00	24,0	20,104	1,0	20,104	5,0
8,00	34,00	49,0	35,104	1,067	32,9	3,0
8,20	10,00	26,0	11,242	0,867	12,967	7,7
8,40	14,00	27,0	15,242	1,067	14,285	7,0
8,60	8,00	24,0	9,242	1,067	8,662	11,5
8,80	25,00	41,0	26,242	0,733	35,801	2,8
9,00	15,00	26,0	16,242	0,333	48,775	2,1
9,20	16,00	21,0	17,38	0,333	52,192	1,9
9,40	7,00	12,0	8,38	0,333	25,165	4,0
9,60	5,00	10,0	6,38	0,4	15,95	6,3
9,80	6,00	12,0	7,38	1,867	3,953	25,3
10,00	74,00	102,0	75,38	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
2,80	36,48	1,386	1,3	Incoerente	Sabbie omogenee
4,20	140,981	2,895	1,1	Incoerente	Sabbie addensate
10,00	28,943	1,046	1,1	Incoerente	Sabbie variamente addensate

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
 Strumento utilizzato PAGANI 100 kN

Committente: RISTORANTE PIZZERIA AL VELIERO
 Cantiere: PONTEVICO - VIA FOPPA
 Località:

Data: 20/01/2023



PROVA ... Nr.2

Committente: RISTORANTE PIZZERIA AL VELIERO

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 20/01/2023

Profondità prova: 10,00 mt

Località: PONTEVICO - VIA FOPPA

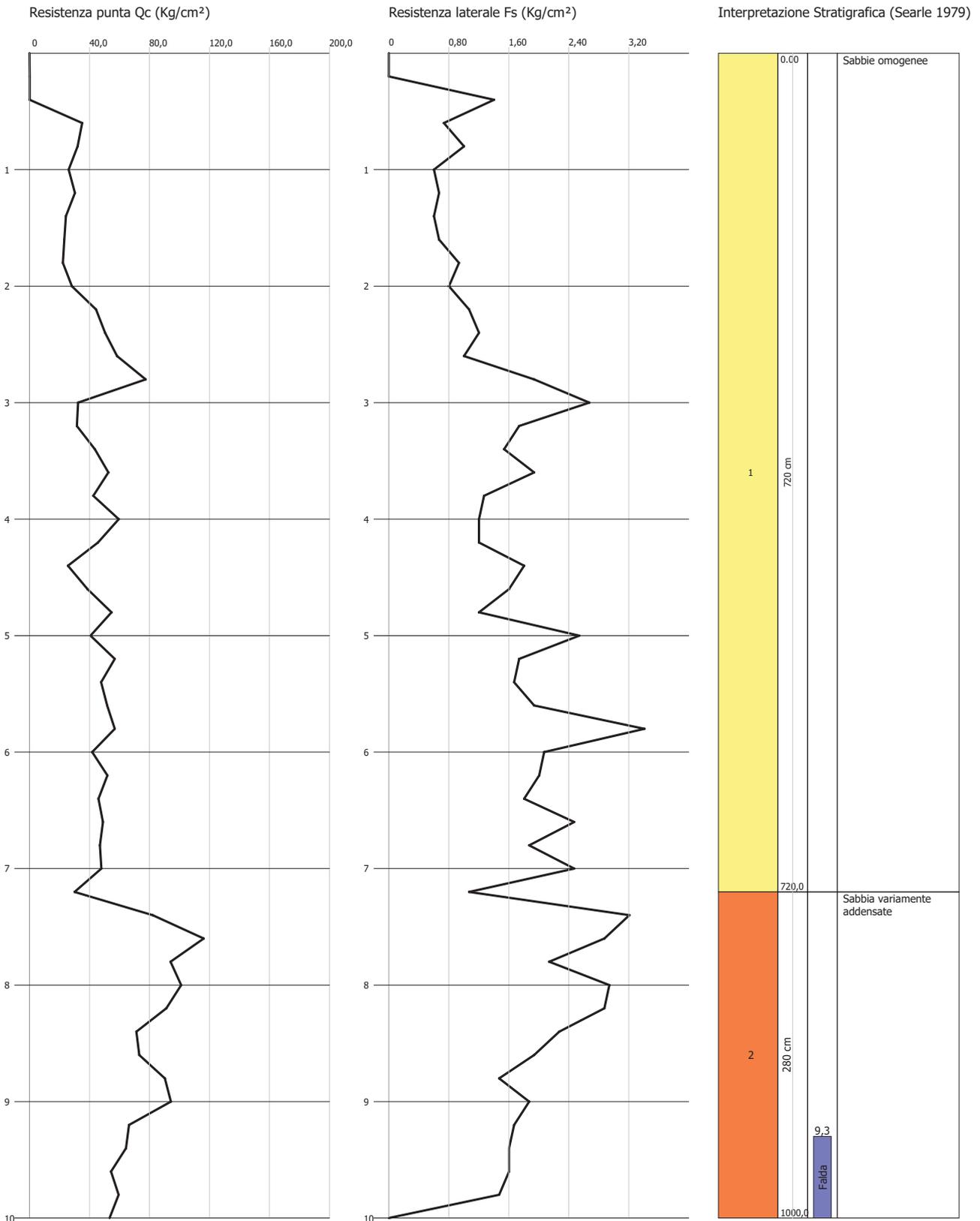
Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertman n)
0,20	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
0,40	0,00	0,0	0,138	1,4	0,099	1014,5
0,60	35,00	56,0	35,138	0,733	47,937	2,1
0,80	32,00	43,0	32,138	1,0	32,138	3,1
1,00	26,00	41,0	26,138	0,6	43,563	2,3
1,20	30,00	39,0	30,276	0,667	45,391	2,2
1,40	24,00	34,0	24,276	0,6	40,46	2,5
1,60	23,00	32,0	23,276	0,667	34,897	2,9
1,80	22,00	32,0	22,276	0,933	23,876	4,2
2,00	28,00	42,0	28,276	0,8	35,345	2,8
2,20	44,00	56,0	44,414	1,067	41,625	2,4
2,40	50,00	66,0	50,414	1,2	42,012	2,4
2,60	58,00	76,0	58,414	1,0	58,414	1,7
2,80	77,00	92,0	77,414	1,933	40,049	2,5
3,00	32,00	61,0	32,414	2,667	12,154	8,2
3,20	31,00	71,0	31,552	1,733	18,207	5,5
3,40	43,00	69,0	43,552	1,533	28,41	3,5
3,60	52,00	75,0	52,552	1,933	27,187	3,7
3,80	42,00	71,0	42,552	1,267	33,585	3,0
4,00	59,00	78,0	59,552	1,2	49,627	2,0
4,20	45,00	63,0	45,69	1,2	38,075	2,6
4,40	25,00	43,0	25,69	1,8	14,272	7,0
4,60	38,00	65,0	38,69	1,6	24,181	4,1
4,80	54,00	78,0	54,69	1,2	45,575	2,2
5,00	40,00	58,0	40,69	2,533	16,064	6,2
5,20	56,00	94,0	56,828	1,733	32,792	3,0
5,40	47,00	73,0	47,828	1,667	28,691	3,5
5,60	51,00	76,0	51,828	1,933	26,812	3,7
5,80	56,00	85,0	56,828	3,4	16,714	6,0
6,00	41,00	92,0	41,828	2,067	20,236	4,9
6,20	51,00	82,0	51,966	2,0	25,983	3,8
6,40	45,00	75,0	45,966	1,8	25,537	3,9
6,60	48,00	75,0	48,966	2,467	19,848	5,0
6,80	46,00	83,0	46,966	1,867	25,156	4,0
7,00	47,00	75,0	47,966	2,467	19,443	5,1
7,20	29,00	66,0	30,104	1,067	28,214	3,5
7,40	81,00	97,0	82,104	3,2	25,658	3,9
7,60	115,00	163,0	116,104	2,867	40,497	2,5
7,80	93,00	136,0	94,104	2,133	44,118	2,3
8,00	100,00	132,0	101,104	2,933	34,471	2,9
8,20	90,00	134,0	91,242	2,867	31,825	3,1
8,40	70,00	113,0	71,242	2,267	31,426	3,2
8,60	72,00	106,0	73,242	1,933	37,89	2,6
8,80	89,00	118,0	90,242	1,467	61,515	1,6
9,00	93,00	115,0	94,242	1,867	50,478	2,0
9,20	65,00	93,0	66,38	1,667	39,82	2,5
9,40	63,00	88,0	64,38	1,6	40,238	2,5
9,60	53,00	77,0	54,38	1,6	33,988	2,9
9,80	58,00	82,0	59,38	1,467	40,477	2,5
10,00	52,00	74,0	53,38	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
7,20	40,206	1,493	1,1	Incoerente	Sabbie omogenee
10,00	79,395	1,991	1,1	Incoerente	Sabbia variamente addensate

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
Strumento utilizzato PAGANI 100 kN

Committente: RISTORANTE PIZZERIA AL VELIERO
Cantiere: PONTEVICO - VIA FOPPA
Località:

Data: 20/01/2023



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:
 Coordinate:

Linea segnatrice

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,36
 N - Coefficiente di scala 0,2686
 GEV - parametro alpha 0,2739
 GEV - parametro kappa -0,0585
 GEV - parametro epsilon 0,8249

Tempo di ritorno (anni)

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]
 Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

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

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

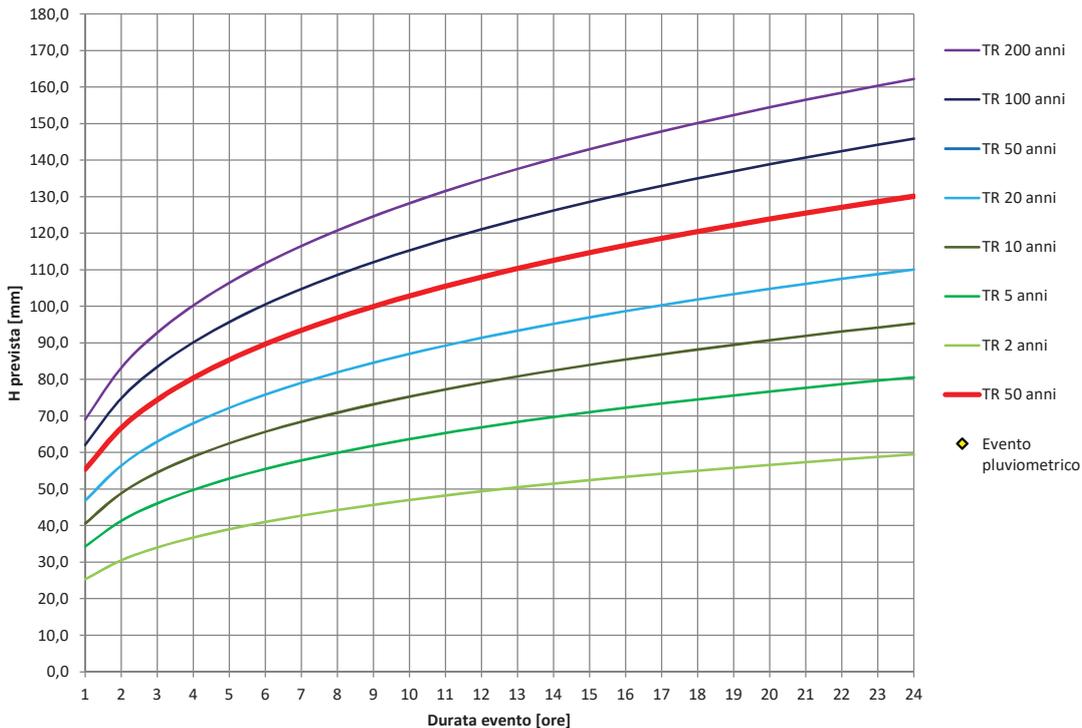
Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
WT	0,92637	1,25430	1,48369	1,71339	2,02545	2,27071	2,52523	2,02545397
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25,3	34,3	40,6	46,9	55,4	62,1	69,1	55,4164206
2	30,5	41,3	48,9	56,5	66,8	74,8	83,2	66,7567411
3	34,0	46,1	54,5	63,0	74,4	83,5	92,8	74,4377504
4	36,8	49,8	58,9	68,0	80,4	90,2	100,3	80,4177253
5	39,1	52,9	62,5	72,2	85,4	95,7	106,5	85,3850454
6	41,0	55,5	65,7	75,9	89,7	100,5	111,8	89,670563
7	42,7	57,9	68,5	79,1	93,5	104,8	116,5	93,4612971
8	44,3	60,0	71,0	81,9	96,9	108,6	120,8	96,8742696
9	45,7	61,9	73,2	84,6	100,0	112,1	124,7	99,9880293
10	47,0	63,7	75,3	87,0	102,9	115,3	128,2	102,858094
11	48,3	65,3	77,3	89,3	105,5	118,3	131,6	105,525288
12	49,4	66,9	79,1	91,4	108,0	121,1	134,7	108,020592
13	50,5	68,3	80,8	93,4	110,4	123,7	137,6	110,368123
14	51,5	69,7	82,5	95,2	112,6	126,2	140,4	112,587055
15	52,5	71,0	84,0	97,0	114,7	128,6	143,0	114,692913
16	53,4	72,3	85,5	98,7	116,7	130,8	145,5	116,698453
17	54,3	73,5	86,9	100,3	118,6	133,0	147,9	118,6143
18	55,1	74,6	88,2	101,9	120,4	135,0	150,2	120,449407
19	55,9	75,7	89,5	103,4	122,2	137,0	152,4	122,211391
20	56,7	76,7	90,8	104,8	123,9	138,9	154,5	123,906796
21	57,4	77,7	92,0	106,2	125,5	140,7	156,5	125,541286
22	58,1	78,7	93,1	107,5	127,1	142,5	158,5	127,119801
23	58,8	79,7	94,2	108,8	128,6	144,2	160,4	128,646675
24	59,5	80,6	95,3	110,1	130,1	145,9	162,2	130,125739

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



INVARIANZA IDRAULICA - DIC 2023



Caditoie di raccolta delle acque provenienti dal parcheggio

totale n.6 pozzi perdenti carrabili (dimensioni Ø 200cm, H 300cm)

Tubazione di collegamento tra pozzi perdenti in serie

totale n.6 pozzi perdenti carrabili (dimensioni Ø 200cm, H 300cm)

Pozzetto di ispezione per immissione in pozzo perdente

Pozzetto piede pluviale

Tubazione di collegamento tra pozzetti gronde

Proiezione piano interrato

Pozzetto piede pluviale

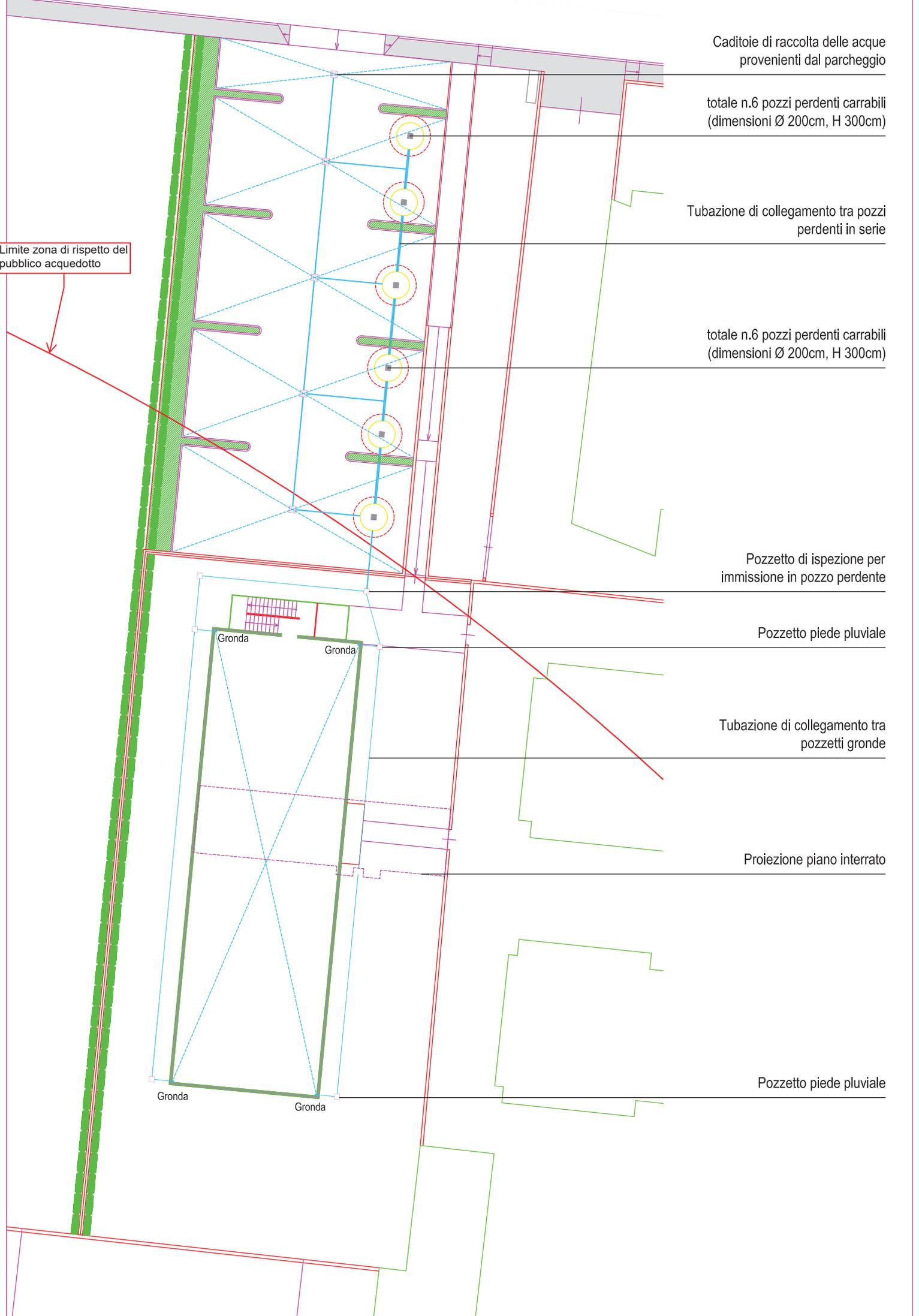
Limite zona di rispetto del pubblico acquedotto

Gronda

Gronda

Gronda

Gronda



**ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI
CONTENUTI DEL REGOLAMENTO**

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'

(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)

Il sottoscritto **GUIDO TORRESANI** nato a ORZINUOVI (BS) il 06/10/1971
residente a ORZINUOVI in via GIORDANO BRUNO n. 44, iscritto all'Ordine dei Geologi della regione
Lombardia
n. 1141, incaricato da **MESA IMMOBILIARE DI TAGLIAFIERRO & C. SAS**

**di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di SUAP IN VARIANTE AL
PGT PER AMPLIAMENTO HOTEL "AL VELIERO" sita in Comune di PONTEVICO – VIA VINCENZO
FOPPA 29.**

**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 PONTEVICO, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:

- A: ad alta criticità idraulica
- B: a media criticità idraulica
- C: a bassa criticità idraulica

oppure

che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità

che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m² e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)

che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo)....., 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 2,827, che equivale ad una portata infiltrata pari a 23,8 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.

Orzinuovi, 05/12/2023

.....

Il Dichiarante
GUIDO TORRESANI

