

---

**COMUNE DI VAIANO CREMASCO**  
Provincia di Cremona

---

**Costruzione nuovo capannone con  
uffici, parcheggi e piazzale  
S.P. ex S.S. 415 Paullese  
Via Nelson Mandela  
(foglio 3 - mp. 370)**

Relazione tecnica in tema di

invarianza idraulica e idrologica

(ai sensi del Regolamento Regionale della Lombardia n. 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.)



---

committente

**Weldone S.r.l.**

S.P. ex S.S. 415 Paullese, km 46,2  
26012 Castelleone (CR)

24 ottobre 2023



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E ANALISI DEL PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL SITO: LA RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>ATTIVITA' CONOSCITIVE DELLE CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO.....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA.....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI E SINTESI PROGETTUALI .....</b>	<b>33</b>

## ELENCO ALLEGATI

1. Inquadramento geografico (scala 1:10.000, stralcio C.T.R.)
2. Inquadramento geologico (scala 1:100.000)
3. Indagini geognostiche
4. Planimetria di progetto, con indicazione schematica delle componenti del sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico; Piano di manutenzione
5. Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento (Allegato E)

**Immagine di copertina:** prova di infiltrazione a carico variabile in foro di sondaggio P1, eseguita in comune di Vaiano Cremasco (CR), via Nelson Mandela (ATi1), il giorno 28/09/2023



## 1 PREMESSA

Su incarico della società Weldone S.r.l. e del progettista Matteo Moretti di Crema (CR), in relazione all'insediamento industriale del Piano Attuativo ATi4 - zona sud, viene redatta la presente relazione tecnica in tema di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto stabilito dal Regolamento Regionale della Lombardia n. 7 del 23 novembre 2017, modificato con R.R. n. 8 del 19 aprile 2019, in merito alle trasformazioni d'uso del suolo previste in Comune di Vaiano Cremasco (CR) - S.P. ex S.S. 415 Paullese, angolo via Nelson Mandela, nell'area catastalmente individuata al foglio 3, particella 370.

Il presente elaborato tecnico, partendo dall'analisi del contesto geologico e in particolare stratigrafico oltre che idrogeologico locale nel quale si inserisce il nuovo intervento, si prefigge la finalità di appurare la fattibilità tecnica del progetto di gestione e smaltimento delle acque bianche (meteoriche) recapitate sulle superfici impermeabili (o con permeabilità modificata rispetto a quella naturale e attuale) con il rispetto di quanto previsto dalla nuova regolamentazione regionale del settore sopra indicata.

A seguito di tale verifica, verrà illustrato il calcolo per il dimensionamento dell'impianto di raccolta, volanizzazione e scarico (o dispersione) delle acque, basato dapprima sulla quantificazione dei volumi affluenti all'impianto (a loro volta funzione delle caratteristiche meteoclimatiche del luogo e delle dimensioni delle superfici impermeabili – o con drenaggio modificato rispetto alla situazione naturale - da collettare) e successivamente, dalla capacità di assorbimento/ricezione e smaltimento del corpo ricettore, nelle limitazioni e prescrizioni di quanto imposto dalla normativa vigente.

## 2 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

Il Regolamento Regionale 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 (Legge per il governo del territorio)"* persegue l'obiettivo di attuare la riduzione quantitativa dei deflussi idrici ai corpi recettori finali e all'ambiente, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, tramite la separazione e la gestione locale delle acque pluviali non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti.

A tal proposito il Regolamento in esame fornisce criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica e ne disciplina l'applicazione a definite tipologie edilizie di intervento, individuate all'art. 3 commi 2 e 3 del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.

È importante richiamare la definizione di invarianza idraulica e idrologica, ovvero il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico (idraulica) nonché i volumi di deflusso meteorico (idrologica) scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (e non di quelli pre-intervento).



Per la gestione delle acque pluviali e, di conseguenza, il contenimento delle portate e dei volumi suddetti, sono state stabilite le **priorità di destinazione di smaltimento**, ovvero:

1. recupero, riuso e riutilizzo (ad es. irrigazione, lavaggi, raffreddamento, etc...)
2. infiltrazione o dispersione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo
3. corpo idrico superficiale naturale o artificiale (corso d'acqua, canale, naviglio, lago, etc...)
4. fognatura
5. monetizzazione.

Nel primo caso si tratta dello stoccaggio delle acque meteoriche di dilavamento ed il conseguente riutilizzo dei volumi, ad esempio per lavaggi di pavimentazioni e auto, o innaffiamento di aree a verde o in cicli di raffreddamento domestici o industriali. Non si tratta di una vera e propria alternativa per la gestione delle acque bianche, ma un suggerimento finalizzato alla migliore gestione della preziosa risorsa idrica anche nell'ottica del risparmio di un equivalente volume di acqua potabile, normalmente derivata da acquedotti, da destinare a scopi più nobili, ovvero all'uso umano diretto o comunque a usi alimentari nell'industria o nell'allevamento.

Per quanto riguarda il secondo punto potrebbe essere progettato un sistema di convogliamento dei volumi all'interno del suolo o sottosuolo, qualora fattibile e sostenibile all'interno del contesto in esame. Il progetto deve essere a tal proposito supportato da verifiche idrogeologiche e tecniche, basate sia su dati bibliografici sia su indagini e prove dirette, volte a verificare l'attuazione e l'efficacia del processo di infiltrazione, con particolare riferimento alla stratigrafia e alla permeabilità del primo sottosuolo, alla sua capacità di drenaggio e alla posizione della falda acquifera (che deve essere preservata da possibili contaminazioni derivanti dalla superficie), oltre che delle sue oscillazioni.

Nel caso di non applicabilità delle prime due alternative (per motivi tecnici o per vincoli sovraordinati) si passa al convogliamento ad un recettore superficiale, quale in primis un corpo idrico superficiale (fiume, roggia, lago, ecc...) oppure, come ultima alternativa, alla rete fognaria pubblica (dove presente, qualora disponibile la rete duale, nella rete acque bianche) nel rispetto dei limiti di portata.

La normativa prevede differenti tipi di approccio e modalità di calcolo, come riassunto all'interno della tab. 1 dell'art. 9 (di seguito riportata), in funzione della superficie di intervento, del coefficiente di deflusso medio ponderale nonché dell'ambito territoriale di appartenenza.



CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLOSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Areæ A, B	Areæ 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 mq 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)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

**Tabella 1** tratta dall'art. 9 del R.R. 7/2017 e s.m.i.

La totalità dei comuni lombardi è stata infatti suddivisa e classificata in funzione di 3 differenti gradi di criticità idraulica: alta A, media B o bassa C (vedi allegato C al R.R.).

Sempre in relazione all'area di appartenenza vengono stabiliti i valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei recettori (art. 8), inferiore per la classe A e superiore per le classi B e C.

Per il rispetto di tali limiti è possibile ipotizzare in prima battuta sistemi di evapotraspirazione, riuso o infiltrazione, ovvero attuando in prima parte, per quanto fattibile, i sistemi ai punti 1 e 2; qualora invece risulti inapplicabile o fortemente sconveniente (ad esempio per mancanza di spazi utili o per condizioni geologiche e al contorno sfavorevoli) la loro adozione, il rispetto delle portate può essere garantito mediante la realizzazione di invasi di laminazione/volannizzazione opportunamente dimensionati.

Infine, nei casi in cui non si riescano a rispettare le suddette condizioni (dietro opportuna dimostrazione dell'impossibilità di realizzazione delle opere di invarianza idraulica o idrologica) ovvero nelle circostanze previste dall'art. 16, è consentita la monetizzazione con differenti target economici direttamente proporzionali al volume di laminazione che si sarebbe dovuto creare.

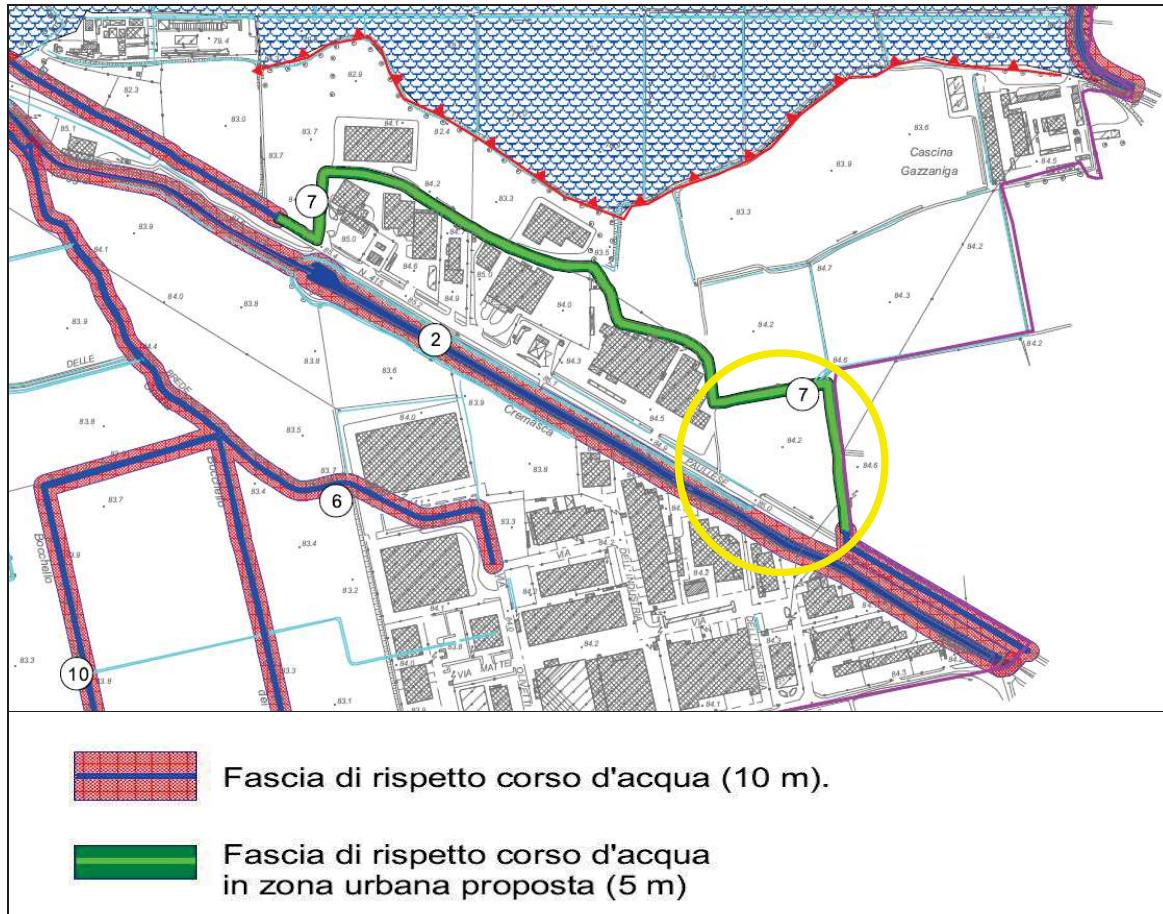


## 2.1 Vincoli geologici e idrogeologici gravanti sul sito in esame

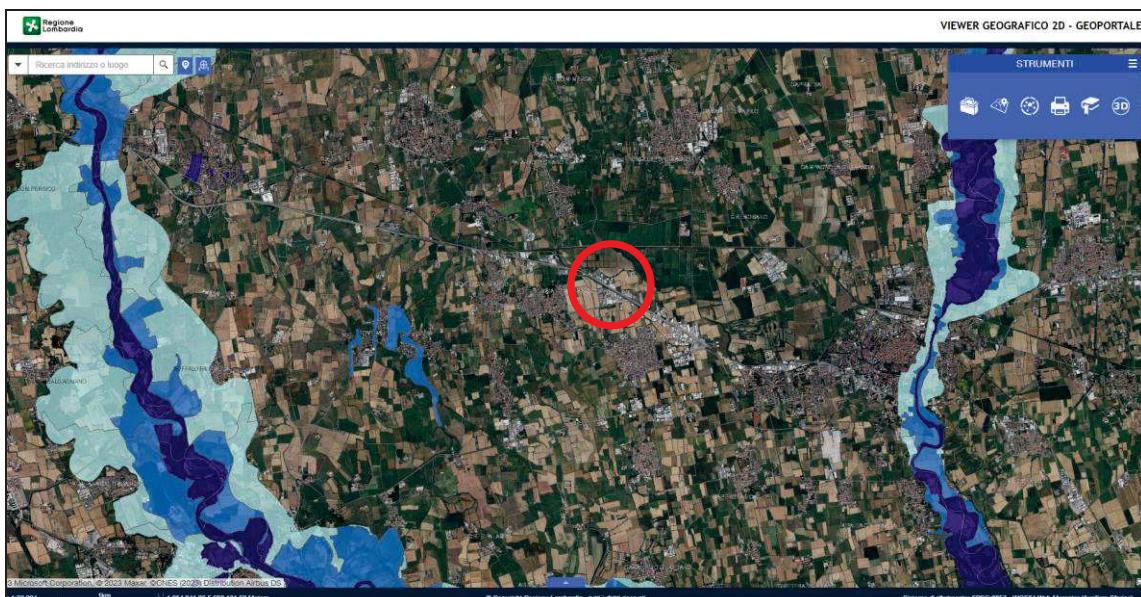
La consultazione della Carta dei Vincoli, allegata alla Componente Geologica comunale di Vaiano Cremasco annessa al Piano di Governo del Territorio (stralcio in figura 1), non ha evidenziato la presenza di alcun vincolo geologico/idrogeologico o ambientale che possa porsi preliminarmente in contrasto con la realizzazione di un eventuale impianto di dispersione delle acque nel sottosuolo (c.d. infiltrazione). In particolare, l'area è esterna alle fasce di rispetto dei pozzi pubblici potabili per approvvigionamento d'acquedotto, all'interno delle quali sono vietati i pozzi perdenti, sia di Vaiano che dei vicini e confinanti Monte Cremasco e Bagnolo Cremasco.

Come mostrato in figura, l'area in esame risulta delimitata, lungo i margini nord ed est, dalle fasce di rispetto istituite lungo corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico minore e/o principale, mentre non è interessata, seppur vicina, delle fasce vincolate lungo le scarpate morfologiche, a nord. Inoltre, il sito in esame risulta esterno alle aree di tutela identificate dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE revisione 2022 (consultabile sul Geo-portale della Regione Lombardia, capitolo a seguire e figura 2), nel caso specifico istituite lungo le sponde del Fiume Serio e del Fiume Adda. Tale regime vincolistico, introdotto dopo l'approvazione del PGT comunale, non preclude comunque alla possibilità di realizzare sistemi disperdenti nel sottosuolo.

Pertanto a livello vincolistico, sia comunale che sovraordinato (pianificazione idraulica di bacino) non sussistono limitazioni all'eventuale smaltimento nel sottosuolo delle acque bianche meteoriche; come si vedrà nel capitolo successivo, l'assetto geologico, stratigrafico e idrogeologico risulta, senza limitazioni, discretamente/bene predisposto e abbastanza favorevole alla realizzazione di tale soluzione tecnica, e pertanto il rispetto dei principi dell'invarianza idraulica e idrologica sarà gestito mediante la realizzazione di un opportuno volume di laminazione, adeguatamente dimensionato e ricavato a margine delle strutture in progetto, ottenuto con pozzi disperdenti nel sottosuolo, senza quindi recapito in un recettore esterno, se non quale soluzione di emergenza e di sicurezza, se possibile e previsto dal Gestore dell'eventuale recettore.



**Figura 1:** stralcio della Carta dei vincoli geologici allegata al PGT ai sensi della L. Reg. 12/2005 – Comune di Vaiano Cremasco (CR) – dott. G. Bassi, 2011



**Figura 2:** stralcio della cartografia della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – Rev. 2022. Al centro del circolo rosso è indicata l'area in esame, esterna alle aree di pericolosità idraulica, indicate dalle campiture celeste/azzurro/blu, lungo il Fiume Serio, verso est e Adda a Ovest.



### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E ANALISI DEL PROGETTO

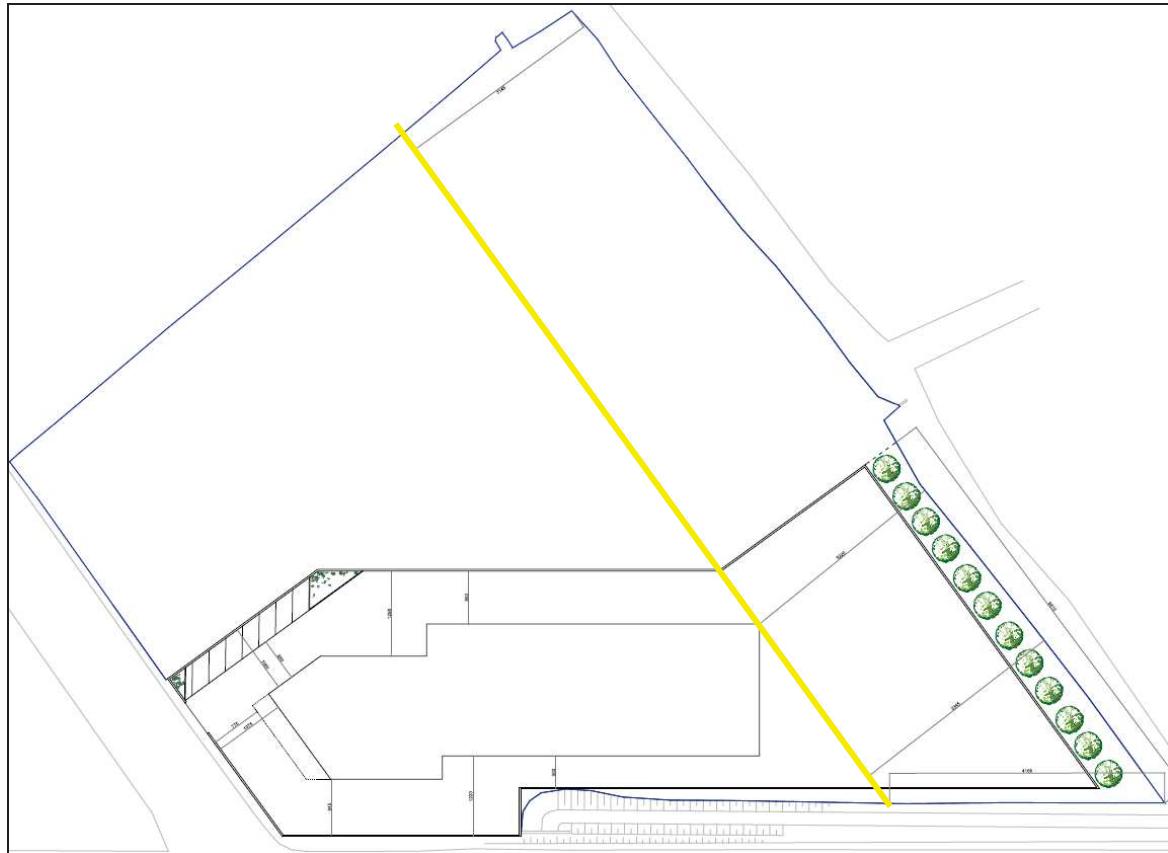
L'area su cui si sviluppa il progetto previsto si trova in comune di Vaiano Cremasco (CR), a nord della S.P. ex S.S. 415 Paullese all'angolo con via Nelson Mandela, al margine nord del territorio comunale, prossimo al limite amministrativo comunale con il comune di Bagnolo Cremasco (figura 3), in un ambito di insediamenti industriali e commerciali in fase di completamento, a contatto con zone agricole o verdi poste a nord e nord-est, alla quota indicativa di 86-87 m s.l.m. ed è inquadrata nel foglio C6a5 della Carta Tecnica (scala 1:10.000) della Regione Lombardia (allegato 1).

Dal punto di vista catastale l'intervento in progetto interessa il mappale 370 del Foglio 3 del c.c. di Vaiano Cremasco (CR) e si colloca in un contesto completamente pianeggiante e di consolidato, seppur recente, insediamento, sebbene al suo interno presenti un debolissimo dislivello verso est e verso nord, con gradiente a fatica apprezzabile e spiovente verso la depressione valliva del Moso a nord, delimitata da una serie di scarpate arcuate apprezzabili anche dalla ripresa aerea della zona (figura 3) e sviluppate circa 200-300 m a nord.



**Figura 3:** visione aerea dell'area in esame (in rosa l'ubicazione dell'area di indagine)

Il progetto prevede la nuova costruzione, nell'ambito dell'ATi4, nel comparto sud, in aree al momento libere e verdi, di un capannone industriale, con aree di piazzale e parcheggio circostanti; è prevista un'ampia fascia di inedificabilità per ragioni urbanistiche lungo la porzione est del lotto, parallelamente alla roggia Oriettone (figura 3b).



**Figura 3 b:** planimetria di progetto dell'insediamento nella porzione sud dell'ATi4, con individuata l'area del capannone con palazzina uffici e la fascia inedificabile a est (destra), oltre la linea gialla

Per la nuova costruzione è prevista, unitamente alle aree esterne circostanti a vario titolo pavimentate (marciapiedi, vialetti, parcheggi, piazzale di manovra, etc..., ma ad esclusione delle aree verdi delle aiuole, verso nord-ovest, e della fascia a est mantenuta libera, che non devono essere conteggiate) una superficie complessiva di 3.146,9 mq coperti o impermeabilizzati, così individuati:

- Superficie coperta edificio (capannone 980 m<sup>2</sup> + uffici 375 m<sup>2</sup>): **1.423 m<sup>2</sup>**
- Superficie pavimentata impermeabile esterna: **1.723,9 m<sup>2</sup>**
- Aree lasciate verdi, giardino, aiuole (non conteggiate in quanto drenante al 100%): -- m<sup>2</sup>

Pertanto, per quanto di interesse ai fini del presente elaborato, la superficie totale di nuova impermeabilizzazione (ovvero di nuova costruzione e/o copertura), comunicata dal tecnico progettista Arch. Matteo Moretti di Crema (CR), è pari a complessivi **3.146,9 m<sup>2</sup>**.



## 4 DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO DEL SITO: LA RELAZIONE GEOLOGICA

### 4.1 Suolo e sottosuolo: geologia e geomorfologia dell'area

Dal punto di vista geologico l'area investigata si inserisce all'interno di un panorama caratterizzato dalla presenza di depositi superficiali di origine fluviale-alluvionale e fluvio glaciale, legati all'attività deposizionale del Fiume Adda. Tali depositi risultano organizzati in strutture terrazzate costituite da alluvioni antiche e medie (Olocene antico) delimitate da scarpate di erosione e formate da depositi da molto fini (argille e limi) a medio grossolani (sabbie e ghiaie).

La presenza dei diversi terrazzamenti è la testimonianza di eventi geologici (erosioni alternate a sedimentazioni) legati all'attività del corso d'acqua e alla sua evoluzione durante le ere geologiche fino all'epoca presente.

Le scarpate e gli orli di terrazzo, degradanti verso il fiume e in alcuni casi ancora ben evidenti immediatamente a ovest e a sud degli abitati di Bagnolo, Vaiano e Monte Cremasco, sono spesso modificate nel loro andamento, quando non obliterate completamente dalle attività agricole e dagli interventi e soprattutto dagli insediamenti umani, che hanno mascherato la situazione originale appianando i dislivelli. Nel caso in esame è presente e ben riconoscibile anche un ordine di terrazzamenti a nord, verso la depressione valliva del Moso.

Facendo un comodo riferimento al Foglio n. 46 "Treviglio" della Carta Geologica d'Italia (allegato 2) è possibile osservare che le alluvioni costituenti il Livello Fondamentale della Pianura risultano incise dai diversi affluenti del Po che, dopo una fase erosiva, sono passati in fase sedimentaria formando una serie di depositi grossomodo paralleli ai corsi d'acqua. A seguito dell'alternarsi ripetuto di periodi di deposito e fasi di erosione si ha la formazione di una serie di terrazzi, come evidente nell'area esaminata e immediatamente a ovest e a nord.

Partendo dalle quote topografiche superiori è possibile distinguere con facilità:

- Livello Fondamentale della Pianura, o Piano Generale Terrazzato: alluvioni di origine fluvio glaciale ghiaioso-sabbiose ricoperte da uno strato di alterazione generalmente inferiore al metro (allegato 2, sigla fg<sup>wr</sup>), ma a tratti fino a 2 metri (in parte già asportato nel caso in esame a seguito di – riferite dal progettista – operazioni di livellamento del lotto), su cui si colloca l'area indagata, così come l'intero abitato di Vaiano e di Bagnolo, o meglio le loro porzioni nord-est;
- Terrazzo intermedio, a quote inferiori rispetto al precedente e costituente un areale sviluppato prevalentemente in sponda sinistra dell'Adda, sul quale insistono, tra gli altri, anche gli abitati di Rivolta d'Adda, Pandino e Spino d'Adda; si tratta di depositi più recenti di quelli del Livello Fondamentale e litologicamente costituiti da ghiaie e sabbie grigie, non alterate, con presenza di ciottoli. L'argilla, come mettono in evidenza le stratigrafie dei pozzi, è sostanzialmente assente fino alla



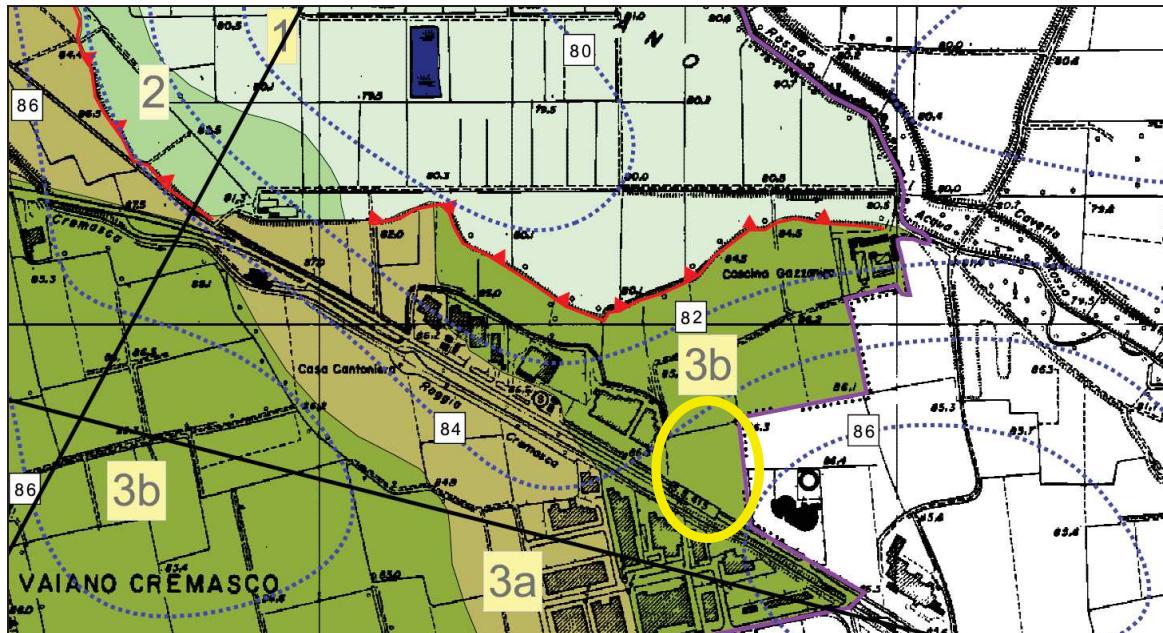
profondità di 40 m da p.c., salvo locali coltri superficiali a limitata continuità laterale ed esiguo spessore;

- Valle alluvionale attuale dell'Adda, costituita dai depositi più prossimi all'alveo del fiume, litologicamente simili ai precedenti essendo costituiti da ghiaie grossolane miste a sabbia e ciottoli di dimensioni notevoli.

La Componente Geologica comunale del PGT (così come del vicino comune di Bagnolo Cr.sco) inoltre individua a nord dell'area l'area di prossimo intervento un ambito caratterizzato dalla presenza dei depositi del Moso. Si tratta di sedimenti fluviali e fluviolacustri con componente organica elevata, caratteristica di ambienti deposizionali a bassa energia, presenti a valle della scarpata morfologica individuata a nord.

In particolare, il lotto in esame si colloca all'interno del cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura (sigla fg<sup>w</sup> – allegato 2), poche centinaia di metri a sud di uno degli orli di scarpata di cui si è detto, parzialmente obliterato dall'attività edificatoria e agricola, e che determina un dislivello di circa 3-4 m con le aree ribassate verso nord, appartenenti al dominio geografico fluviolacustre del Moso, che si delinea a partire dal territorio di Bagnolo Cremasco oltre che di Vaiano. La Carta Geologica (uno stralcio localizzato in figura 4) allegata alla Componente Geologica del PGT ben riporta gli orli di scarpata (linea rossa), interni al Livello Fondamentale della Pianura ma che individuano la valle del Moso, che non rappresentato però il terrazzo principale di passaggio alla valle dell'Adda, oltre si ribadisce all'orlo di terrazzo a nord verso la regione del Moso (area depressa morfologicamente ascrivibile a regimi fluviali e lacustri, o meglio palustri, oggi in parte relitti per opere di bonifica idraulica e agricola).

La litologia prevalente nel sottosuolo delle aree di interesse è data da depositi alluvionali fluviali e fluvioglaciali prevalentemente sabbiosi, con lenti limose o sabbioso-limose superficiali di alterazione o rimaneggiamento recente e sottili livelli o alternanze di ghiaia. Si riporta di seguito anche uno stralcio della Carta di Caratterizzazione Geotecnica e di Pericolosità Sismica Locale sempre tratta dal PGT (figura 5), con indicazioni di carattere litologico.



#### LEGENDA

##### Unità geomorfologica:

###### Livello Fondamentale della Pianura (Pleistocene Superiore):

###### Media pianura idromorfa

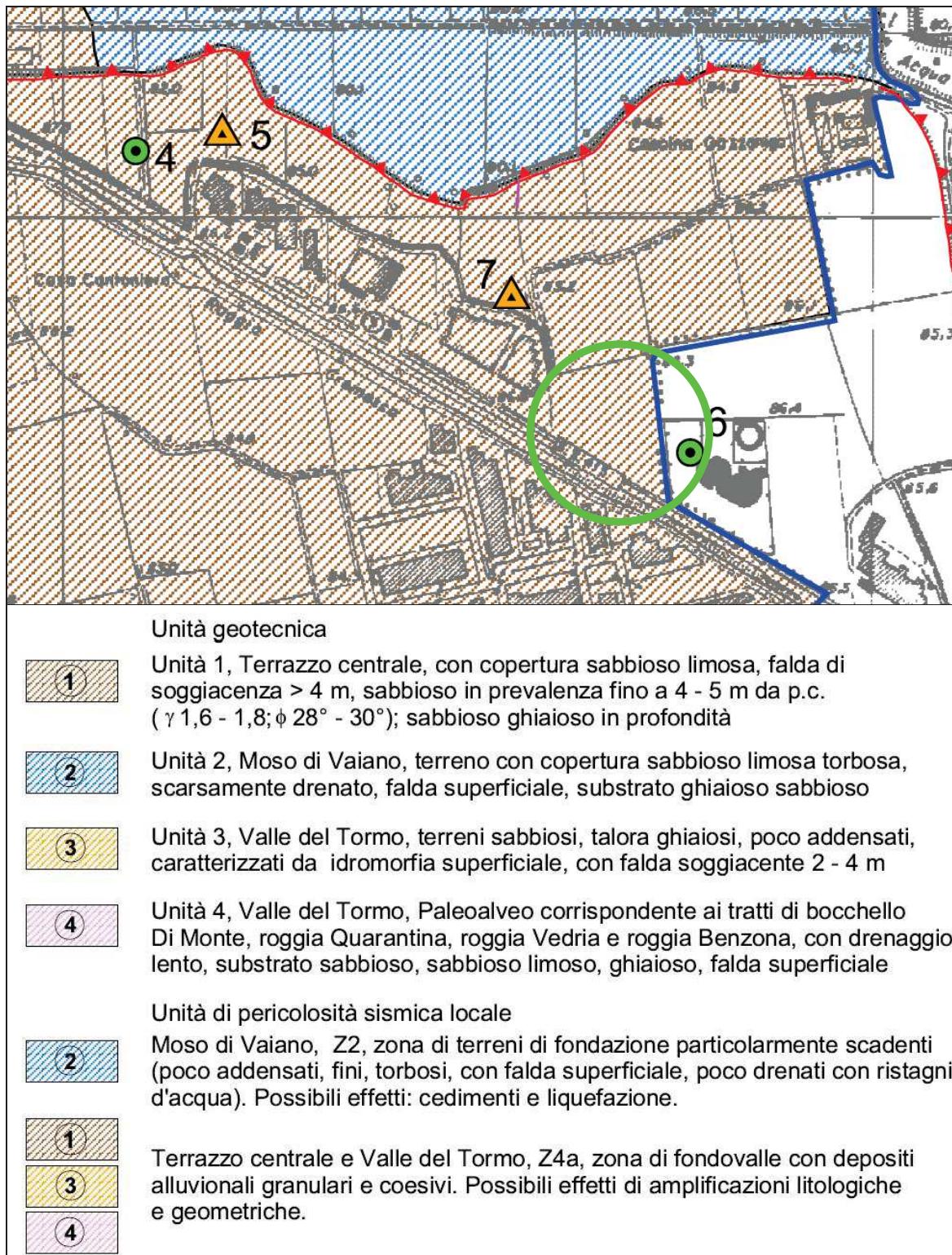
**1** Unità 1, Area meridionale del "Moso di Crema" caratterizzata da drenaggio lento dovuto ad orizzonti organici nel suolo (Unità Ersaf 16)

**2** Unità 2, Aree subpianeggianti di transizione con la bassa pianura sabbiosa interposte tra le principali linee di flusso e le zone più stabili, a drenaggio mediocre o lento. Aree interessate da fenomeni idromorfici di intensità moderata, con substrati ghiaioso sabbiosi e sabbiosi (Unità Ersaf 17)

###### Bassa pianura sabbiosa

**3a** **3b** Unità 3, Superficie modale stabile, pianeggiante o lievemente ondulata, intermedia tra le aree più rilevate (dossi) e quelle più depresse (conche e paleovalvi) ben drenate, a substrato sabbioso (3a), con tessitura da moderatamente grossolana a rossolana (3b) (Unità Ersaf 26 - 27)

**Figura 4:** stralcio della Carta Geologica e geomorfologica allegata al PGT ai sensi della L. Reg. 12/2005 – Comune di Vaiano Cremasco (CR) – dott. G. Bassi, 2011 – non in scala (in giallo l'area di interesse appartenente all'Unità 3b a substrato sabbioso)



**Figura 5:** stralcio della Carta di caratterizzazione geotecnica e di pericolosità sismica locale allegata al PGT ai sensi della L. Reg. 12/2005 – Comune di Vaiano Cremasco (CR) – dott. G. Bassi, 2011 – non in scala (in verde l'area di interesse appartenente all'Unità geotecnica 1, con copertura sabbioso limosa in superficie – presente anche *in situ* in esame, sabbioso-ghiaiosa in profondità)



Si riporta il modello geologico-geotecnico del sito, ricavato dalla relazione geologica che ha interessato il medesimo progetto.

*caratterizzazione dei litotipi presenti nell'area investigata di via Nelson Mandela*

<b>Livello</b>	<b>da m</b>	<b>a m</b>	<b>Ricostruzione litologica</b>	<b>Capacità di drenaggio (stima)</b>
1	0,00	0,40 ÷ 0,60	Coltivo o terreno vegetale, a tratti rimaneggiato e con inclusi alloctoni, da rimuovere	Da medio-bassa a bassa
2	0,60 ÷ 0,90	1,20 ÷ 2,10	Limo sabbioso-argilloso o sabbia limosa o debolmente limosa, molto consistenti	Media o medio bassa
3	1,20 ÷ 2,10	6,30 ÷ 7,20	Sabbia prevalente, fine o medio fine, da poco a mediamente addensata, a tratti ben addensata	Prevalentemente media, localmente medio alta
4	6,30 ÷ 7,20	9,90	Sabbia prevalente, ghiaiosa, debolmente limosa, bene addensata	Da medio-alta ad alta

**N.B.:** il livello di falda è stato localizzato a 6,75 m di profondità da p.c. il giorno 28/09/2023 (sono possibili innalzamenti locali legati alla vicinanza ai corsi d'acqua, oltre a piccole falde sospese per fenomeni di infiltrazione, da verificare in sede di apertura degli scavi)

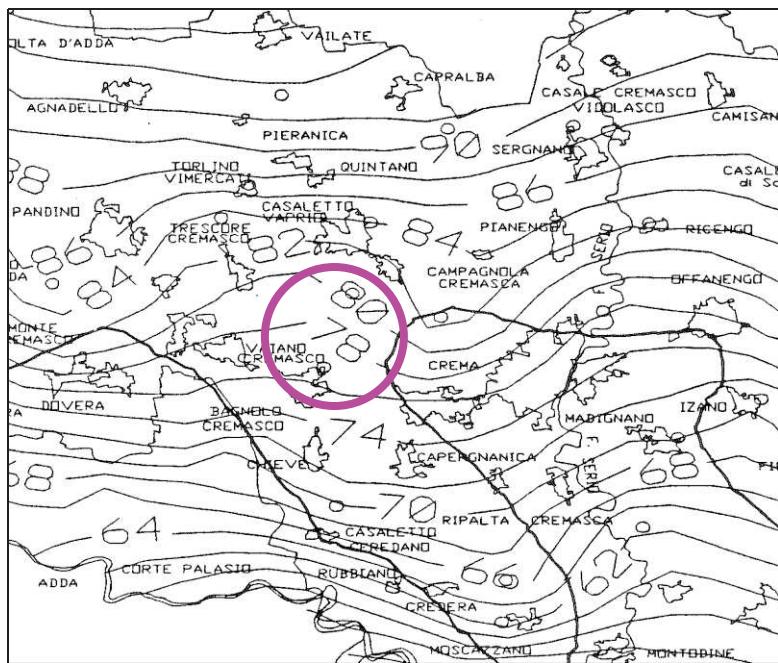
## 4.2 Le acque sotterranee: caratteristiche idrogeologiche e piezometria

Dal punto di vista geomorfologico il lotto di terreno appare pressoché pianeggiante, anche se si inserisce all'interno di un panorama caratterizzato da una morfologia articolata e disuniforme generata dalla presenza della depressione valliva del Fiume Adda (il fiume è posto circa 8-9 km a W) e di antiche valli fluviali oggi occupate dal Fiume Moso (a nord) e da altri canali irrigui, oltre che dal sistema di scarpate secondarie sopra citate.

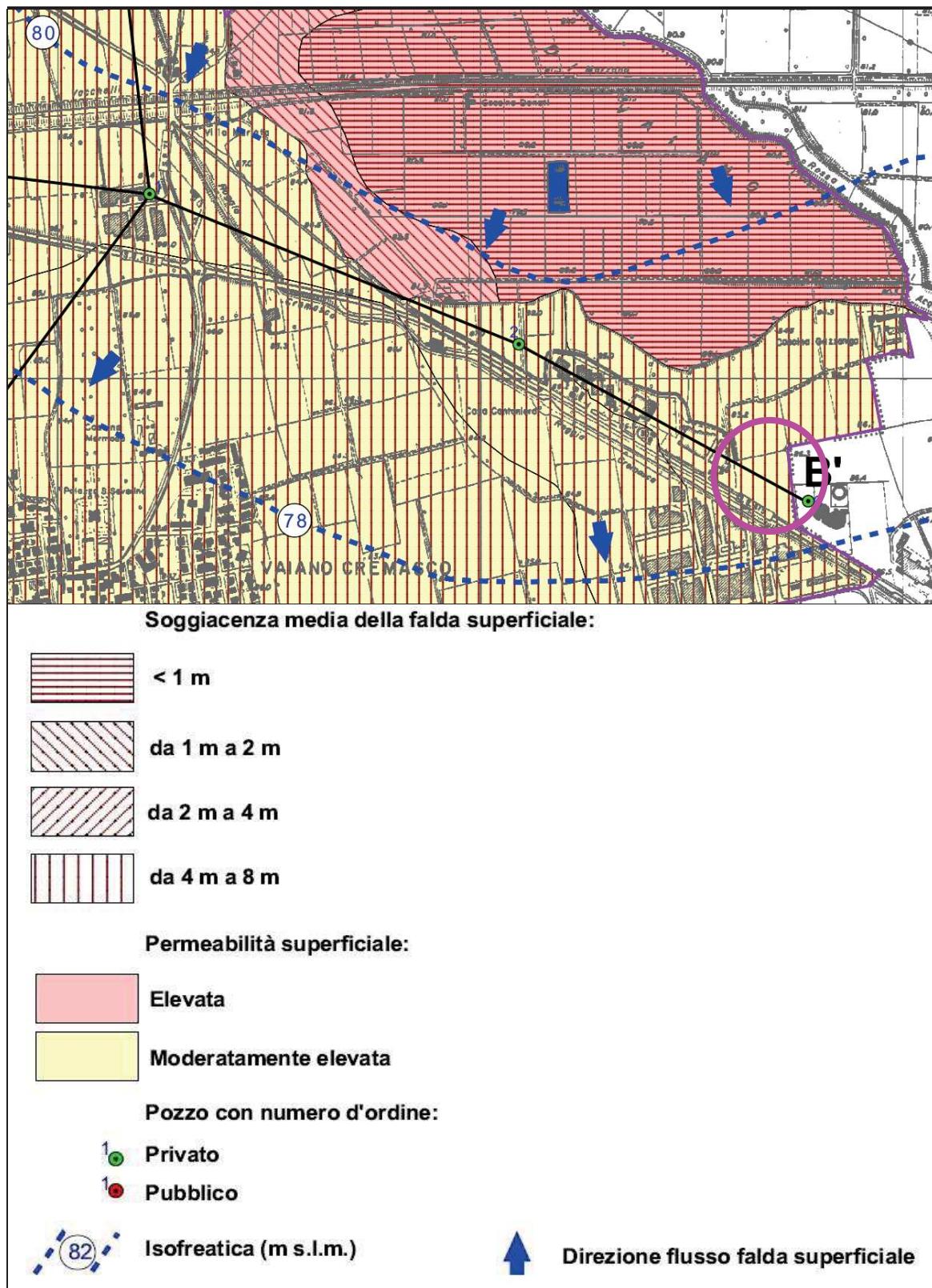
Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata da una medio-elevata vulnerabilità della falda, legata sia alla natura dei terreni prevalentemente sabbiosi (e solo localmente debolmente argillosi e limosi), sia a valori di soggiacenza della falda medio-alti, che vedono il livello piezometrico, nell'area



indagata, collocato a circa 5-8 metri da p.c. (quota piezometrica media annua, da valori di letteratura, 78 m s.lm circa a nord del paese – figura 6). Dall'esame della cartografia tecnica e tematica di carattere idrogeologico allegata al vigente Piano di Governo del Territorio di Vaiano Cremasco risulta che nell'area il livello piezometrico annuo sia attestato tra 78 e 79 m s.l.m., che raffrontati alla quota s.l.m. del piano campagna (86 m) determinano una soggiacenza pari a 7-8 m circa (figura 7).



**Figura 6:** isopiezometria del territorio cremasco, tratta da Studio Idrogeologico della Provincia di Cremona (Associazione Cremona Ambiente, Pitagora Editrice Bologna, 1992)



**Figura 7:** stralcio della Carta Idrogeologica allegata al PGT ai sensi della L. Reg. 12/2005 – Comune di Vaiano Cremasco (CR) – dott. G. Bassi, 2011 – non in scala (nel cerchio rosa l’area di interesse inserita in aree con soggiacenza tra 4 e 8 m da p.c.)

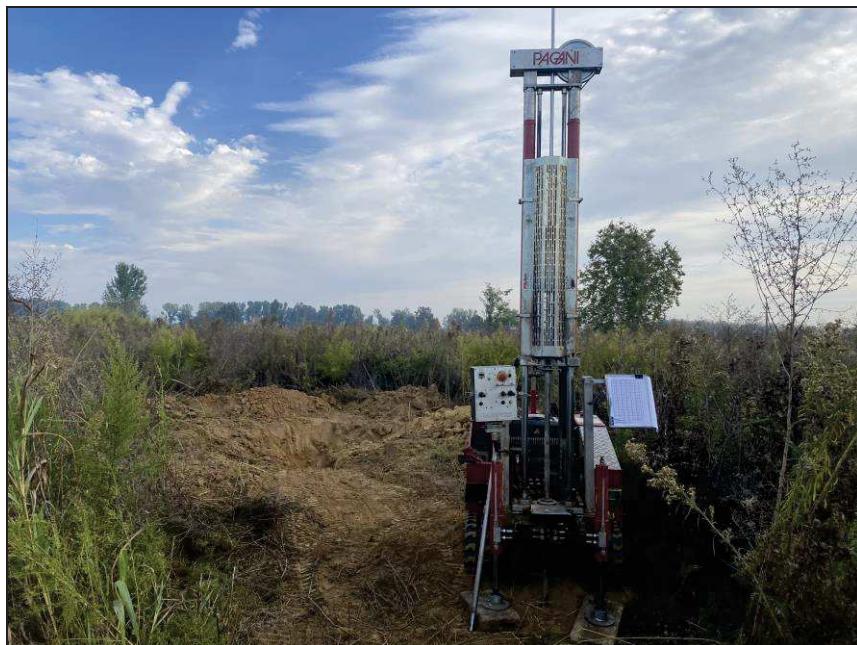


## 5 ATTIVITA' CONOSCITIVE DELLE CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO

Alla ricerca bibliografica preliminare prima esposta, che ha visto la consultazione della cartografia tematica disponibile, e al rilievo idrogeologico e geomorfologico di dettaglio, esteso ad un intorno ritenuto significativo rispetto all'area di futuro intervento, sono state tratte informazioni da indagini geognostiche dirette di vario tipo.

In particolare, allo scopo di poter ricavare informazioni utili in merito alle caratteristiche granulometriche del terreno sottostante l'area di intervento e dedurne la relativa capacità drenante o disperdente delle acque, si è deciso di eseguire una prova di permeabilità in uno dei quattro fori di sondaggio ricavati dalle prove penetrometriche, oltre ad un'indagine visivo-stratigrafica delle trincee realizzate nel lotto in esame, porzione sud del mappale 370. È stato per tale motivo impiegato un escavatore semovente che ha permesso di raggiungere una profondità di scavo di poco inferiore a 2,00 m.

Gli esiti sono inoltre stati posti a confronto con quanto desunto dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite nel medesimo sito (figura 8) a supporto del progetto strutturale, già agli atti e di conoscenza anche del tecnico progettista Arch. M. Moretti, oltre che in queste pagine riportate in coda all'elaborato in allegato 3 (si faccia riferimento alla Relazione Geologica e Geotecnica a norma delle NTC2018, codice Castalia 168-2023\_A del 23/09/2023).



**Figura 8:** localizzazione ed esecuzione della prova penetrometrica dinamica n. 2, comune di Vaiano Cremasco (CR), ATi4, il giorno 28/09/2023



## 5.1 Informazioni stratigrafiche: trincee esplorative

La campagna di indagine geognostica è stata appositamente integrata dallo studio stratigrafico di due trincee esplorative aperte all'occorrenza nel sito ed estese sino a poco meno di 2,00 m di profondità (figure che seguono). L'ubicazione degli scavi è riportata in Allegato 3.

L'apertura di questi scavi ha consentito di conoscere nel dettaglio la stratigrafia e la composizione granulometrica del primissimo sottosuolo, nelle quote di collocazione del piano di posa delle future nuove opere e immediatamente al di sotto. Si riporta di seguito la descrizione stratigrafica rilevata e la documentazione fotografica corrispondente (figura 9 e 10):

### **Scavo t 1**

- Da - 0 cm a - 40 cm da p.c.: coltre vegetale organica, in parte già rimaneggiata e contenente elementi alloctoni e di riporto (frammenti di laterizi e calcestruzzo), marrone ocra molto compatta, a natura argilloso-limosa con sabbia;
- Da - 40 a - 130 cm da p.c.: cappellaccio di alterazione, sabbia fine limosa o limo sabbioso, molto consistente, con presenza di sostanza organica, colore marrone-ocra;
- Da - 130 cm a - 170 cm da p.c.: sabbia fine o molto fine, limosa o con limo, nocciola, molto consistente, asciutta.

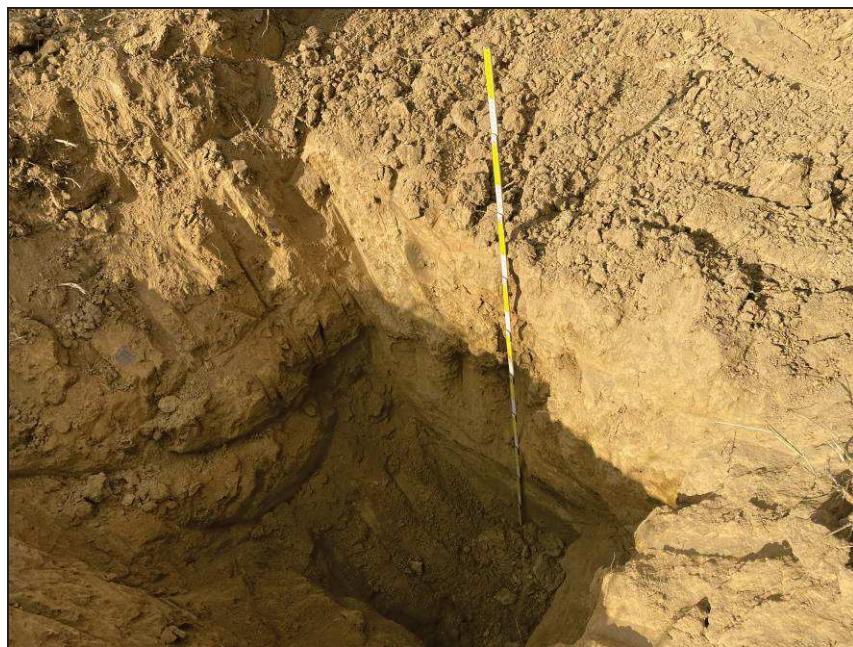


**Figura 9:** visione della trincea esplorativa t1 (28/09/2023)



### **Scavo t 2**

- Da - 0 cm a - 30 cm da p.c.: coltre vegetale organica, in parte già rimaneggiata e contenente elementi alloctoni e di riporto (frammenti di laterizi e calcestruzzo), marrone ocra molto compatta, a natura argilloso-limosa con sabbia;
- Da - 30 a - 130 cm da p.c.: cappellaccio di alterazione, sabbia fine limosa o limo sabbioso, molto consistente, con presenza di sostanza organica, colore marrone-ocra;
- Da - 130 cm a - 190 cm da p.c.: sabbia molto fine o finissima, debolmente limosa, quasi monogranulare, nocciola, mediamente consistente, asciutta, farinosa.



**Figura 10:** visione della trincea esplorativa t1 (28/09/2023)

Il terzo orizzonte descritto, raggiunto e reso visibile dallo scavo e riconosciuto anche dalle indagini penetrometriche (ove risulta inglobato nello strato n. 2: le prove penetrometriche non hanno discriminato la coltre di alterazione superficiale dal substrato vero e proprio), presenta sulla base della composizione granulometrica possibilità di drenaggio basse o medio-basse, ma comunque apprezzabili e ritenute sufficienti, seppur non altissime per via della componente sabbiosa fine e limosa che contribuisce all'intasamento locale dei micropori del terreno con forte riduzione della permeabilità, specialmente al contatto con l'unità soprastante più fine prettamente limosa o limoso-sabbiosa, in grado anche di infiltrarsi per gravità e trascinamento nelle cavità sottostanti.

Le caratteristiche osservate confermano l'assetto geologico dedotto dall'indagine bibliografica condotta. Entro la profondità raggiunta non è stata individuata la presenza del pelo libero della falda superficiale freatica che, come già detto, dovrebbe attestarsi a profondità ben superiori e oltre - 5 m dal p.c.



## 5.2 Rilevazione piezometrica

Nel sito in esame in comune di Vaiano Cremasco e in corrispondenza con la prova penetrometrica n. 1, è stato installato un tubo microfessurato, sfruttando il foro di sondaggio disponibile. Il presidio piezometrico, formato da un tubo di diametro  $\frac{3}{4}$  pollice, microfessurato, ha raggiunto la profondità di  $-8,00$  m dal p.c., quota alla quale il foro stesso è risultato chiuso per cedimento delle pareti, formate in quel punto da materiale sabbioso-ghiaioso incoerente.

Attraverso una sonda apposita (freatimetro) calata all'interno del tubo piezometrico microfessurato, è possibile rilevare la presenza di acqua (figura 11), nel caso specifico attribuibile al pelo libero della falda freatica.

Il giorno 28/09/2023 è stata rilevata la presenza di acqua alla quota di  **$-6,75$  dal p.c.**, valore in parziale accordo con le informazioni indicate nella componente geologica comunale che indica anche soggiacenze maggiori, e che si ritiene influenzato localmente dalla presenza di vicinissimi canali irrigui, non impermeabilizzati e alla data indicata con presenza di un significativo flusso idrico.



**Figura 11:** tubo piezometrico e rilevazione freatimetrica in corrispondenza della prova P1, comune di Vaiano Cremasco (CR), via Nelson Mandela (ATi1), il 28/09/2023



### 5.3 Prova di permeabilità

Per una puntuale determinazione del valore di permeabilità "k" del terreno, all'interno del foro di prova penetrometrica n. 1, è stato calato un micropiezometro, utilizzato sia per la lettura dell'eventuale battente di falda (risultata assente fino alla profondità pari a - 6,75 m da p.c.), sia allo scopo di eseguire prove di permeabilità a carico variabile (figura 11).

La prova di permeabilità a carico variabile si realizza provvedendo alla saturazione del terreno, mediante immissione di acqua all'interno del foro di sondaggio. Nel caso specifico tale operazione è stata ottenuta mediante l'ausilio di contenitori portatili vuotati nel foro ottenuto nel terreno.

Durante la fase di immissione dell'acqua il terreno investigato giunge a saturazione, e la velocità di infiltrazione dell'acqua diventa funzione esclusiva del valore di permeabilità del terreno.

Una volta saturato il foro di sondaggio si cessa la fase di immissione dell'acqua e, mediante l'utilizzo di un freatometro e di un cronometro di precisione, si misura la velocità di abbassamento dell'acqua nel piezometro. Il tratto di terreno investigato corrisponde all'intero foro di sondaggio.

Si ricostruisce quindi la curva tempo-abbassamento, dalla quale, attraverso metodi di calcolo collaudati in letteratura, si risale al valore di permeabilità del terreno (allegato 3).

La prova effettuata ha consentito di definire un valore di **permeabilità del terreno pari a  $3,33 \times 10^{-5}$  m/s**. Si tratta di un valore di permeabilità definito come "tra basso e discreto", compatibile con la presenza di terreni costituiti da miscele di sabbie fini e limi, in accordo con il modello geologico ricostruito.

$k$ (cm/s)	$10^2$	10	1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$
$k$ (m/s)	1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta		Bassa	BB		Impermeabile			
Tipi di terreno	Ghiaie pulite	Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie	Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi	Limi argilosie, argille limose, fanghi argillosi	Argille omogenee e compatte						
Determinazione diretta di $K$	Prove dirette in situ mediante pompaggio											
	Infiltrometri – Permeametri a carico costante											
Determinazione indiretta di $K$	Permeametri a carico variabile											
	Analisi granulometrica (applicabile a sabbie e ghiaie pulite)				Prove di consolidamento							



## 6 PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

### 6.1 Descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere

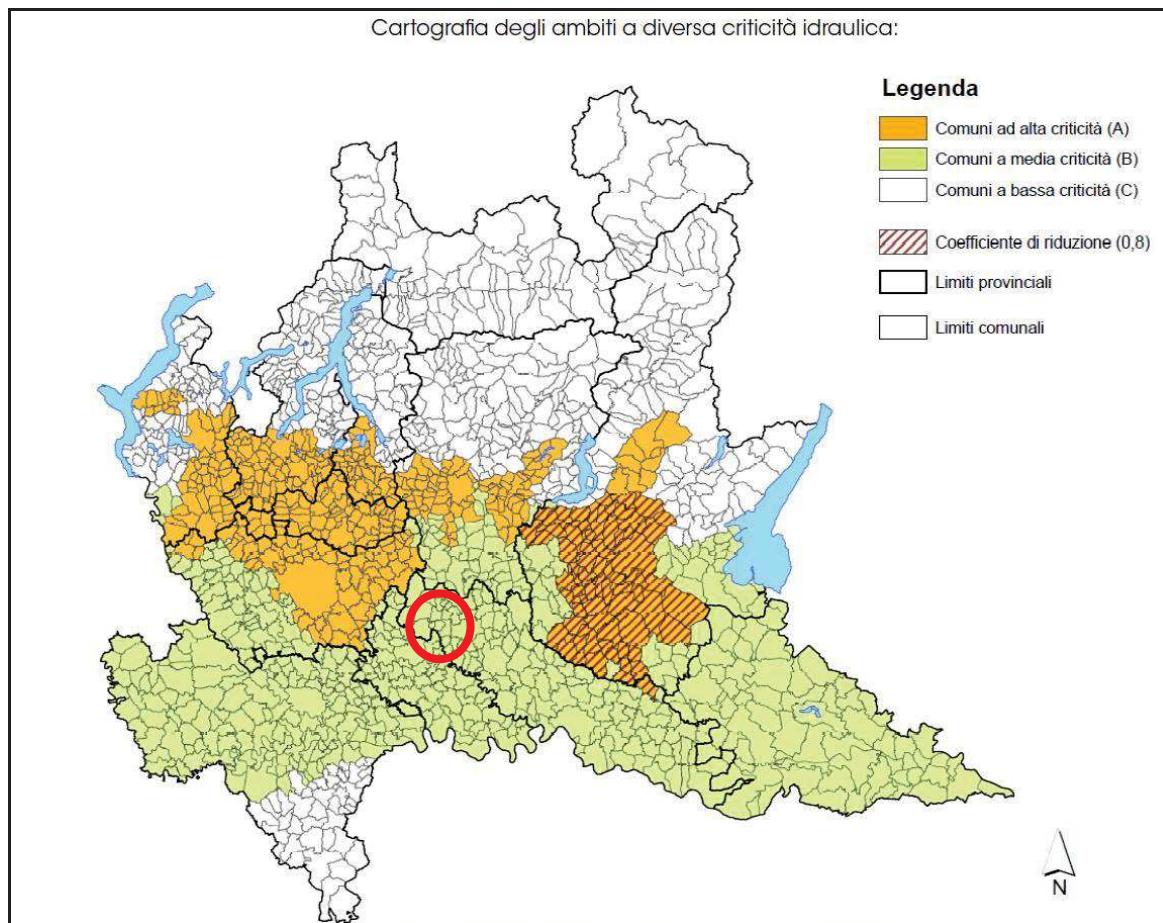
Per la gestione delle acque bianche di origine meteorica che si origineranno a seguito della realizzazione delle opere in progetto oggetto del presente elaborato tecnico, il progetto di invarianza idraulica ha tenuto conto delle seguenti condizioni preliminari:

- ✓ secondo l'ordine prioritario delle destinazioni di smaltimento, elencato al capitolo 2, dovrebbe in primis essere incentivato il riutilizzo delle acque. Si ricorda che non si tratta di una vera e propria alternativa per la gestione delle acque bianche ma piuttosto un suggerimento finalizzato alla migliore gestione della preziosa risorsa idrica, e quindi i volumi di acqua così utilizzati non vengono conteggiati nei calcoli dell'invarianza idraulica;
- ✓ come seconda priorità viene indicata la "infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo"; nello specifico caso in esame, le condizioni stratigrafiche locali (presenza di un primo sottosuolo naturale, da circa 1,20-1,30 metri di profondità in poi, formato da sabbie fini prevalenti, a tratti limose, nettamente dominanti quale frazione granulometrica, e idrogeologiche (presenza della falda freatica in massima risalita fino a - 5/7 m da p.c.), portano a poter considerare la possibilità di smaltimento o infiltrazione nel sottosuolo quale soluzione applicabile, in ragione anche del buon rapporto costi/benefici;
- ✓ non sarà pertanto necessario prevedere la raccolta delle acque bianche in una vasca o volume di laminazione e/o volanizzazione, e nemmeno lo scarico controllato in corpo idrico superficiale o in fognatura, che si sarebbe potuto individuare nei vicini canali irrigui privati e nelle rispettive diramazioni, oppure nella fognatura pubblica;
- ✓ verrà dunque attuata la seconda possibilità prevista dalla normativa, ovvero **I'infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, ed in particolare si intende realizzare uno o più pozzi verticali perdenti o disperdenti nel sottosuolo, opportunamente dimensionati, nel o nei quale/i verrà convogliata l'acqua attraverso un sistema di grondaie, pluviali, tombini, pozzetti, caditoie e canaline di scolo; l'acqua così raccolta verrà sia laminata (raccolta nel volume del pozzo cilindrico e nella relativa corona drenante porosa) che scaricata per dispersione nel sottosuolo, al di sopra del livello di falda, dal fondo e dalle pareti forate dei sistemi disperdenti cilindrici.**



## 6.2 Definizione classe d'intervento e modalità di calcolo

Dalla consultazione dell'allegato C al R.R. 7/2017 e s.m.i. con R.R. n. 8 del 19/04/2019 emerge come al comune di VAIANO CREMASCO sia stato attribuito un **grado di criticità idraulica medio (B)**, come previsto dall'art. 7 (cartografia che segue).



Per la nuova costruzione è prevista, unitamente alle aree esterne circostanti a vario titolo pavimentate (marciapiedi, vialetti, parcheggi, piazzale di manovra, etc..., ma ad esclusione delle aree verdi delle aiuole, verso nord-ovest, e della fascia a est mantenuta libera, che non devono essere conteggiate) una superficie complessiva di 3.146,9 mq coperti o impermeabilizzati, così individuati:

- Superficie coperta edificio (capannone 980 m<sup>2</sup> + uffici 375 m<sup>2</sup>): **1.423 m<sup>2</sup>**
- Superficie pavimentata impermeabile esterna: **1.723,9 m<sup>2</sup>**
- Aree lasciate verdi, giardino, aiuole (non conteggiate in quanto drenante al 100%): -- m<sup>2</sup>

Pertanto, per quanto di interesse ai fini del presente elaborato, la superficie totale di nuova impermeabilizzazione (ovvero di nuova costruzione e/o copertura), comunicata dal tecnico progettista Arch. Matteo Moretti di Crema (CR), è pari a complessivi **3.146,9 m<sup>2</sup>**.



Nel calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale si è tenuto conto di quanto previsto dall'art. 11 comma 2 lettera d, punto 1 del R.R. 7/2017, che attribuisce un valore di coefficiente di deflusso pari a 1 per tutte le superfici completamente impermeabili e 0.7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposte a solette comunque costituite, oltre che per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi.

Nel caso specifico il coefficiente medio ponderale risulta pertanto pari a 1, in quanto l'intera superficie di 3.146,9 m<sup>2</sup> è considerata impermeabile.

Pertanto, **la superficie impermeabilizzata di riferimento è pari a 3.146,9 m<sup>2</sup>.**

Secondo quanto stabilito dall'art. 9 del R.R. 8 del 19/04/2019, ovvero secondo l'approccio schematizzato in tab. 1 di seguito riportata (e tratta dal medesimo R.R.), l'intervento rientra in **classe 2, ovvero impermeabilizzazione potenziale media applicabile a tutti gli interventi di superficie > 1.000 m<sup>2</sup> e < 10.000 m<sup>2</sup>**, con deflusso medio ponderale qualsiasi e quindi con applicazione del metodo delle sole piogge. Ciò consente il dimensionamento e la verifica del sistema disperdente secondo un metodo sperimentale e numerico in luogo della semplice applicazione del requisito minimo tout court dettato dall'art. 12 del R.R., e per il quale come si vedrà si ricadrà nuovamente nell'applicazione dei coefficienti minimi di cui al comma 2 del R.R., ma resi proporzionali alla superficie impermeabilizzata. Si ritiene pertanto che l'indirizzo imposto risulti ben confacente alla completa progettazione dell'intervento nel suo assieme.

Inoltre, questa metodologia di calcolo consente anche di avvalersi della possibilità di riduzione del 30% dei volumi di laminazione, in applicazione dell'art. 11, comma 2, lettera e) punto 3 del r.r. 7/2017 e s.m.i., non ammessa nel caso della Classe 0 o 1.

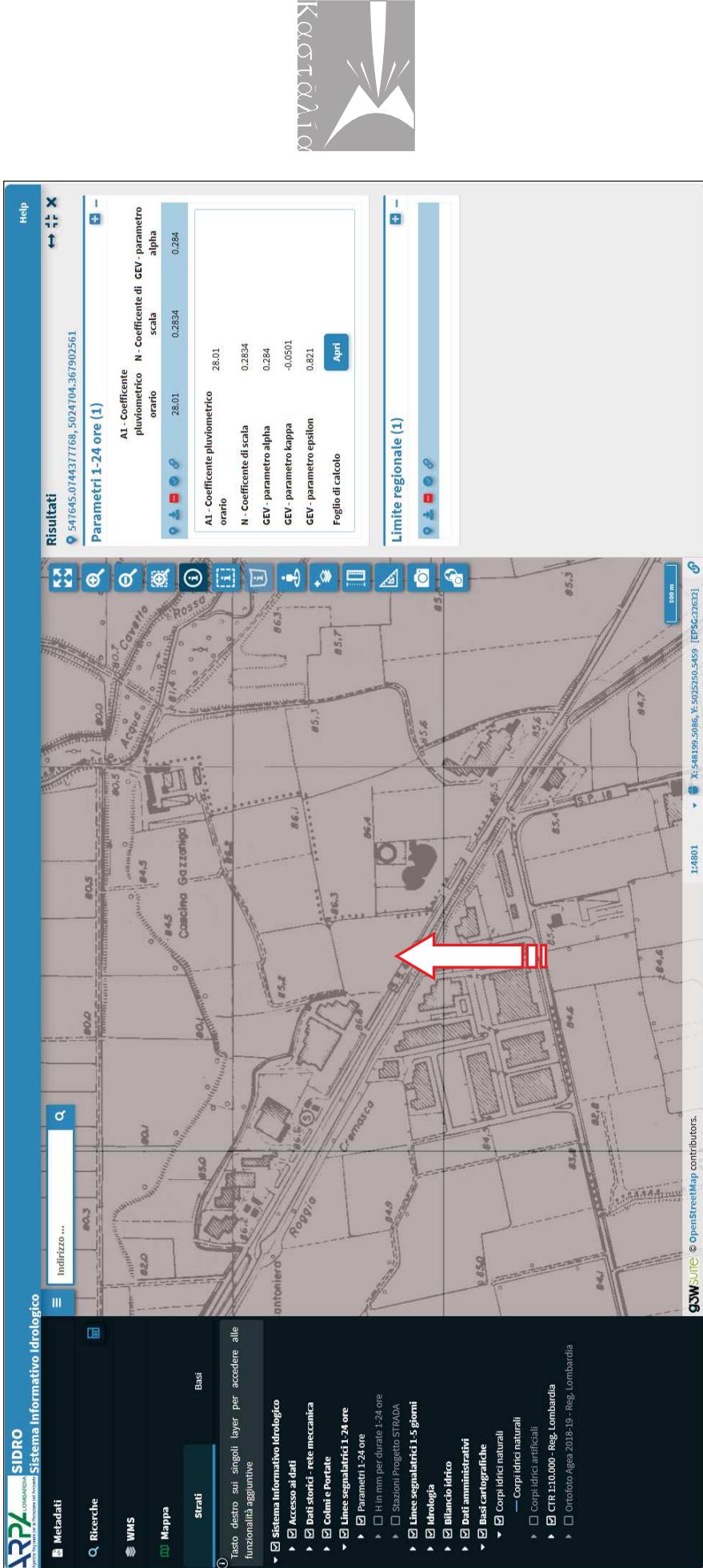


CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLOSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03 \text{ ha}$ ( $\leq 300 \text{ mq}$ )	qualsiasi	Requisiti minimi articolo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

### 6.3 Dati pluviometrici di progetto

I dati delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica sono stati dedotti dai database di ARPA Lombardia, di cui di seguito si riporta uno stralcio sia dell'acquisizione dei dati che dell'elaborazione numerica.

La freccia rossa individua il sito e l'area in esame per il quale sono stati ricavati i parametri relativi alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica 1 – 24 ore.





## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Vaiano Cremasco (CR)

Coordinate: .....

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 28.01

N - Coefficiente di scala 0.2834

GEV - parametro alpha 0.284

GEV - parametro kappa -0.0501

GEV - parametro epsilon 0.821

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

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

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

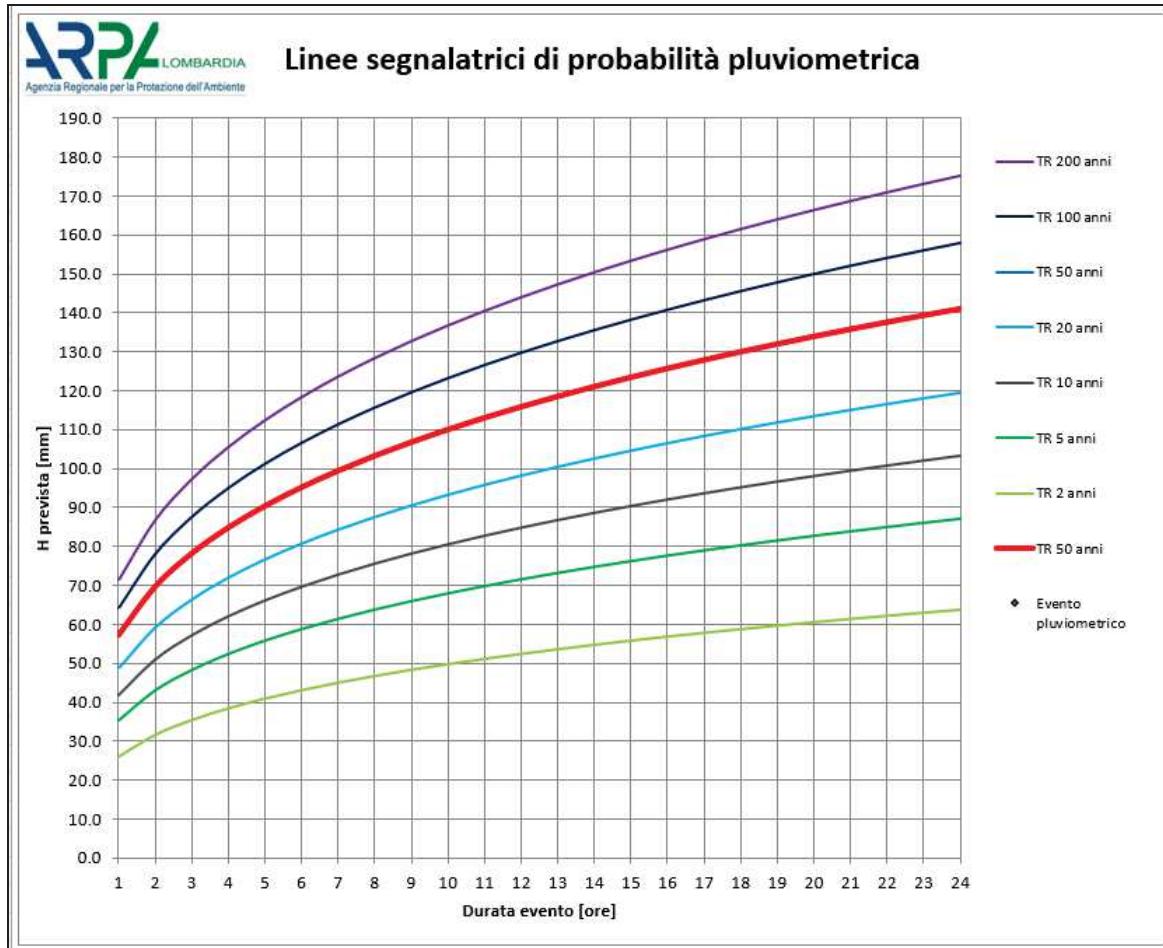
Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/ls>

<http://idro.arpalombardia.it/manual/S>

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0.92605	1.26340	1.49752	1.73053	2.04488	2.29025	2.54341	<b>2.04488208</b>
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	25.9	35.4	41.9	48.5	57.3	64.1	71.2	<b>57.277147</b>
2	31.6	43.1	51.1	59.0	69.7	78.1	86.7	<b>69.7097104</b>
3	35.4	48.3	57.3	66.2	78.2	87.6	97.3	<b>78.1983413</b>
4	38.4	52.4	62.1	71.8	84.8	95.0	105.5	<b>84.8408828</b>
5	40.9	55.8	66.2	76.5	90.4	101.2	112.4	<b>90.3794048</b>
6	43.1	58.8	69.7	80.5	95.2	106.6	118.4	<b>95.1720539</b>
7	45.0	61.4	72.8	84.1	99.4	111.4	123.7	<b>99.4219237</b>
8	46.8	63.8	75.6	87.4	103.3	115.6	128.4	<b>103.256424</b>
9	48.3	66.0	78.2	90.3	106.8	119.6	132.8	<b>106.761263</b>
10	49.8	68.0	80.6	93.1	110.0	123.2	136.8	<b>109.997136</b>
11	51.2	69.8	82.8	95.6	113.0	126.6	140.6	<b>113.008748</b>
12	52.5	71.6	84.8	98.0	115.8	129.7	144.1	<b>115.830076</b>
13	53.7	73.2	86.8	100.3	118.5	132.7	147.4	<b>118.487606</b>
14	54.8	74.8	88.6	102.4	121.0	135.5	150.5	<b>121.002422</b>
15	55.9	76.2	90.4	104.4	123.4	138.2	153.5	<b>123.391613</b>
16	56.9	77.6	92.0	106.4	125.7	140.7	156.3	<b>125.669238</b>
17	57.9	79.0	93.6	108.2	127.8	143.2	159.0	<b>127.847018</b>
18	58.8	80.3	95.2	110.0	129.9	145.5	161.6	<b>129.934837</b>



## 6.4 Dimensionamento impianto

### **PORTATA ENTRANTE**

Lo studio statistico delle piogge intense in un punto o in un'area definita della superficie terrestre può essere condotto attraverso la determinazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) che esprimono il legame esistente tra l'altezza di pioggia "h" e la sua durata "d", per assegnato tempo di ritorno T; solitamente vengono espresse nella forma:

$$h_d (T) = a * d^n$$

I parametri "a" e "n" che compaiono nella formula sono funzioni del tempo di ritorno T.

In particolare, "a" rappresenta l'altezza di precipitazione di durata unitaria e tempo di ritorno T e risulta perciò funzione crescente di T; in generale le variazioni del parametro "n" ( $0 < n < 1$ ) sono più modeste, soprattutto quando il coefficiente di variazione CV delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di pioggia è poco variabile con la durata "d".



La determinazione della portata meteorica che deve essere collettata viene quindi valutata a partire dai dati pluviometrici e stabilita considerando come livello di rischio per la struttura che si deve verificare un tempo di ritorno T pari a 50 anni.

Nel caso specifico i dati "a" e "n" sono stati tratti dal sito istituzionale di ARPA Lombardia, [idro.arpalombardia.it](http://idro.arpalombardia.it) (vedi tabella "Calcolo delle linee segnalatrici 1-24 ore"), e risultano pari a:

a (T= 50 anni) = 57,277 mm (dato dal prodotto tra  $A1=28,01$  e  $Wt(50\ anni)=2.04488$ )

n (T= 50 anni) = 0,5 (adottando come tempo critico <1 ora  $n=0.5$ ; per tempi critici > 1 ora "n" è tratto dal sito ARPA).

Adottando come tempo critico 15 minuti (pari a 0.25 ore) si ottiene un valore di pioggia (altezza pioggia critica) pari a **28,638 mm**.

La stima della portata meteorica adottata per la superficie urbana in esame è stata quindi effettuata con un procedimento basato sulla formula razionale attraverso la quale si ottiene che il deflusso critico è dato da:

$$Q = u \times A \times \varphi$$

dove:

A = area del bacino sottesa dalla sezione di calcolo espressa in ha

$\varphi$  = coefficiente medio ponderale del bacino di area A

u = coefficiente udometrico espresso in l/s ha

Il coefficiente udometrico corrisponde alla portata per unità di superficie del bacino drenante. Sulla base dei dati idrologici indicati in precedenza il coefficiente udometrico può essere valutato in 318,206 l/s.

L'area impermeabilizzata considerata a seguito dell'intervento è pari a 3.146,9 m<sup>2</sup>, alla quale è attribuito il valore di coefficiente medio ponderale sempre pari 1. Ne deriva che **la portata totale affluente al sistema o rete di raccolta delle acque è pari a 100,13 l/sec**, calcolata sulla base delle formule sopra riportate, ai quali corrisponde il volume nel tempo t (15 minuti) di **90,12 m<sup>3</sup>**.

### **PORATA USCENTE E DIMENSIONAMENTO POZZI PERDENTI**

Calcolata la portata influente alla rete di dispersione, si tratta di definire il volume drenante per ogni opera disperdente e l'associato volume utile per l'immagazzinamento.

Il volume utile per lo stoccaggio della portata non infiltrata nel sistema sarà pertanto definito dalla capacità d'immagazzinamento del sistema di pozzi perdenti analizzato. Il dimensionamento dell'apparato d'infiltrazione viene pertanto effettuato oltre che sulla base della portata influente nel sistema, dalla capacità d'infiltrazione dello stesso. Il sistema d'infiltrazione sarà costituito da singoli elementi (il numero



sarà in seguito definito) di cerchi in calcestruzzo impilati verticalmente e dotati di fori laterali, oltre che completamente aperti al fondo, per la dispersione nel terreno circostante e sottostante (sia laterale che verticale) dell'acqua meteorica. Il dimensionamento dell'impianto di infiltrazione viene eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (quindi l'idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con l'eventuale volume immagazzinato nel sistema; tale confronto può essere espresso con l'equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti nel mezzo filtrante:

$$(Q_p - Q_f) \times \Delta t = \Delta W$$

dove:

$Q_p$  = portata influente (entrante)

$Q_f$  = portata infiltrata (uscente)

$\Delta t$  = intervallo di tempo

$\Delta W$  = variazione del volume nel mezzo filtrante

La capacità d'infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione attraverso la relazione di Darcy:

$$Q_f = k \times J \times H$$

con:

$Q_f$  = portata infiltrata ( $m^3/s$ )

$k$  = coefficiente di permeabilità ( $m/s$ )

$J$  = Fattore di forma (m) o cadente piezometrica del pozzo

$H$  = altezza del pozzo drenante

La valutazione del volume statico filtrante è stata condotta sulla base di determinate ipotesi:

- il valore della permeabilità medio del terreno misurato è pari a  $K=3,33 \times 10^{-5}$  m/s (0,0000333 m/s)
- si considera la filtrazione di anelli di diametro INTERNO pari a 150 cm e altezza 300 cm (tali da bypassare lo strato sommitale sostanzialmente impermeabile o poco permeabile di spessore massimo 2,10 m (con minimi a 1,20 m) e interessare ampiamente gli orizzonti SABBIOSI e debolmente limosi più profondi (nell'ipotesi che la % di sabbia aumenti oltre 2 m di profondità)
- si considera un intervallo temporale pari a 15 minuti (900 secondi)



**La portata in uscita totale risulta pertanto pari a (per un pozzo perdente e per 3.146,9 m<sup>2</sup> di riferimento):**

- **pozzi con diametro interno di 150 cm, h 300 cm: 2,54 l/s**

Sulla base delle ipotesi effettuate ne risulta che la capienza minima dei mezzi filtranti considerati dev'essere pari a:

- **pozzi con diametro interno di 150 cm, h 300 cm;  $\Delta W = (100,13 - 2,54) * 900 = 87.831$  l, corrispondenti a 87,84 m<sup>3</sup>**

L'elaborazione ha mostrato quindi che **il volume di deflusso è inferiore a quello di afflusso**, tuttavia, nel R.R. n. 7 del 23/11/2017 art. 12, commi 2 e 3, è riportata l'indicazione della necessità di realizzare volumi di laminazione calcolati secondo i criteri indicati nell'allegato G dello stesso regolamento, e confrontati in ogni caso con i volumi minimi, che nel caso specifico corrispondono a **500 m<sup>3</sup>/ha** di superficie impermeabile realizzata, pari a **un coefficiente di 0,05 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>**.

**Ne risulta un volume minimo di invaso pari a 157,345 m<sup>3</sup>**

**Il volume di invaso derivante dall'applicazione dei coefficienti minimi è superiore a quello derivante dal calcolo (157,345 mc > 87,84), e pertanto deve essere scelto il maggiore tra i due, ovvero 157,345 m<sup>3</sup>.**

Nonostante il volume di invaso totale richiesto sia pari a 157,345 m<sup>3</sup>, ai sensi dell'art. 11 comma 2 lettera e punto 3 del R.R. n. 7/2017, nel caso in cui si realizzino solamente strutture di infiltrazione, e nel caso di esecuzione di prove di permeabilità condotte in situ, il requisito minimo di cui all'art. 12 comma 2 può essere **ridotto del 30%**; nel caso in esame risulta quindi, quale **volume minimo di invaso**, un volume pari a **110,14 m<sup>3</sup>** (a sua volta superiore a 87,84 derivante dal calcolo; nel caso in cui si fosse ottenuto un valore inferiore a 87,14, ovvero al volume derivante dal calcolo, si sarebbe dovuto scegliere quest'ultimo senza la possibilità di applicazione della riduzione del 30%).

Tale volume potrà essere ottenuto mediante la realizzazione **di n. 12 pozzi perdenti (da porre in serie), di diametro interno pari a 1,50 m e di altezza utile interna di 3,00 m, provvisti di una corona drenante esterna di spessore pari a 50 cm (1 m se considerata sul diametro, pertanto alloquati in scavi di diametro 2,50 metri) costituita da materiale grossolano (ghiaia molto grossolana arrotondata, lavata, asciutta e quasi monogranulare, con coefficiente di uniformità prossimo a 1) con porosità non inferiore al 35 % (pertanto i vuoti o cavità tra i granuli possono essere considerati quale volume di laminazione, al pari di quello del pozzo vero e proprio). Ne deriva un**



**volume totale utile di laminazione di 102,6 m<sup>3</sup>, pari o prossimo al volume minimo previsto dalla normativa vigente e calcolato in 110,14 m<sup>3</sup>.**

La differenza di 7 m<sup>3</sup> "mancanti", pari al 5,5 % del totale, viene comunque garantita dal fatto che i pozzi e la relativa corona circolare esterna, a formare un solido di forma cilindrica, sono alloggiati in uno scavo di impronta rettangolare, e pertanto con volume reale del riempimento esterno ghiaioso maggiore, per la presenza delle "lunette" esterne o spicchi che si creano tra il cerchio (o i cerchi) e il quadrato (o rettangolo) che li circoscrive.

Oltre al volume indicato deve essere posizionata una tubazione di collegamento tra i 10 pozzi, di diametro minimo 25 cm e lunghezza 0,5 m (vedi schema in Conclusioni), a fornire un volume utile aggiuntivo, seppure non computato, che incrementa ulteriormente gli 102,6 m<sup>3</sup> garantiti dai 12 pozzi.

Ai sensi dell'art. 11, comma 2, lettera f), punto 2, "il tempo di svuotamento dei volumi calcolati secondo quanto indicato alla lettera e) non deve superare le 48 ore, in modo da rispristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile".

Nel caso specifico è stato verificato come la capacità di dispersione delle acque del pozzo perdente progettato sia inferiore alla portata ad esso affluente, e pertanto il volume di laminazione sarà garantito dal pozzo e dalla corona disperdente ma senza che questo arrivi a saturarsi, con possibile innesco di reflussi e rigurgiti nella rete a monte. Pertanto, per scongiurare che si realizzi tale condizione e considerando la capacità di deflusso calcolata in precedenza, ne risulta che i volumi massimi stoccati nei singoli elementi verrebbero dispersi completamente nel sottosuolo in un tempo sempre ampiamente inferiore alle 48 ore previste dal vigente r.r. 7/2017, e pari a 2.082 secondi, ovvero 0,57 ore, derivanti dal seguente calcolo (dove, 5,29 m<sup>3</sup> volume pozzo e 2,54 l/sec portata in uscita):

$$[(5,29 \times 1000) / 2,54] / 3600$$

Pertanto, ogni singolo pozzo perdente progettato rispetta anche il requisito del tempo minimo di svuotamento.

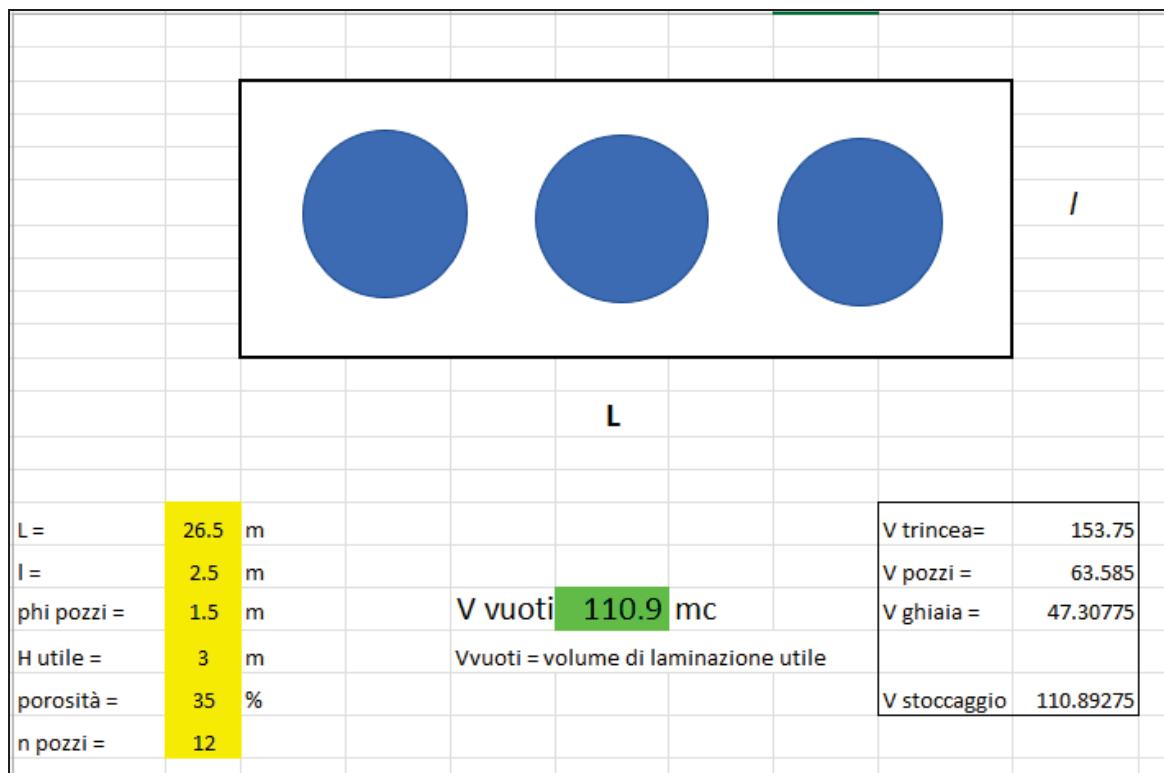
**NOTA BENE:**

- ✓ Al fine di ottimizzare le operazioni esecutive di cantiere nella realizzazione dello scavo e di organizzazione dei sistemi drenanti, gli stessi saranno organizzati e posizionati in modo da ricavare il volume di laminazione indicato al punto precedente (110,14 m<sup>3</sup>) attraverso **la realizzazione di una batteria costituita da n. 12 pozzi perdenti ad anelli forati di calcestruzzo di diametro pari a 150 cm e altezza utile di 300 cm, inseriti in una trincea (scavo) rettangolare di dimensioni pari a 26,5 m (lunghezza) x 2,5 m (larghezza), di 3,00 m di altezza, con gli spazi esterni fra i pozzi di 0,5 m riempiti di materiale arido di cava con porosità non**



**inferiore al 35%**, in considerazione del fatto che la permeabilità del terreno si presume aumenti con la profondità in conseguenza della progressiva diminuzione della percentuale di frazione fine, secondo lo schema indicato nell'immagine che segue.

- ✓ [In questo modo si ottiene un volume di laminazione totale pari a 110,9 m<sup>3</sup>, pari a quello previsto.](#)



## 7 CONCLUSIONI E SINTESI PROGETTUALI

L'intero sistema di drenaggio delle acque pluviali (che dovrà essere meglio dettagliato nelle tavole progettuali vere e proprie che conterranno l'intero sistema degli scarichi, ad opera del tecnico progettista e che costituirà allegato alla documentazione a corredo del rilascio del titolo abilitativo edilizio comunale), sarà così articolato:

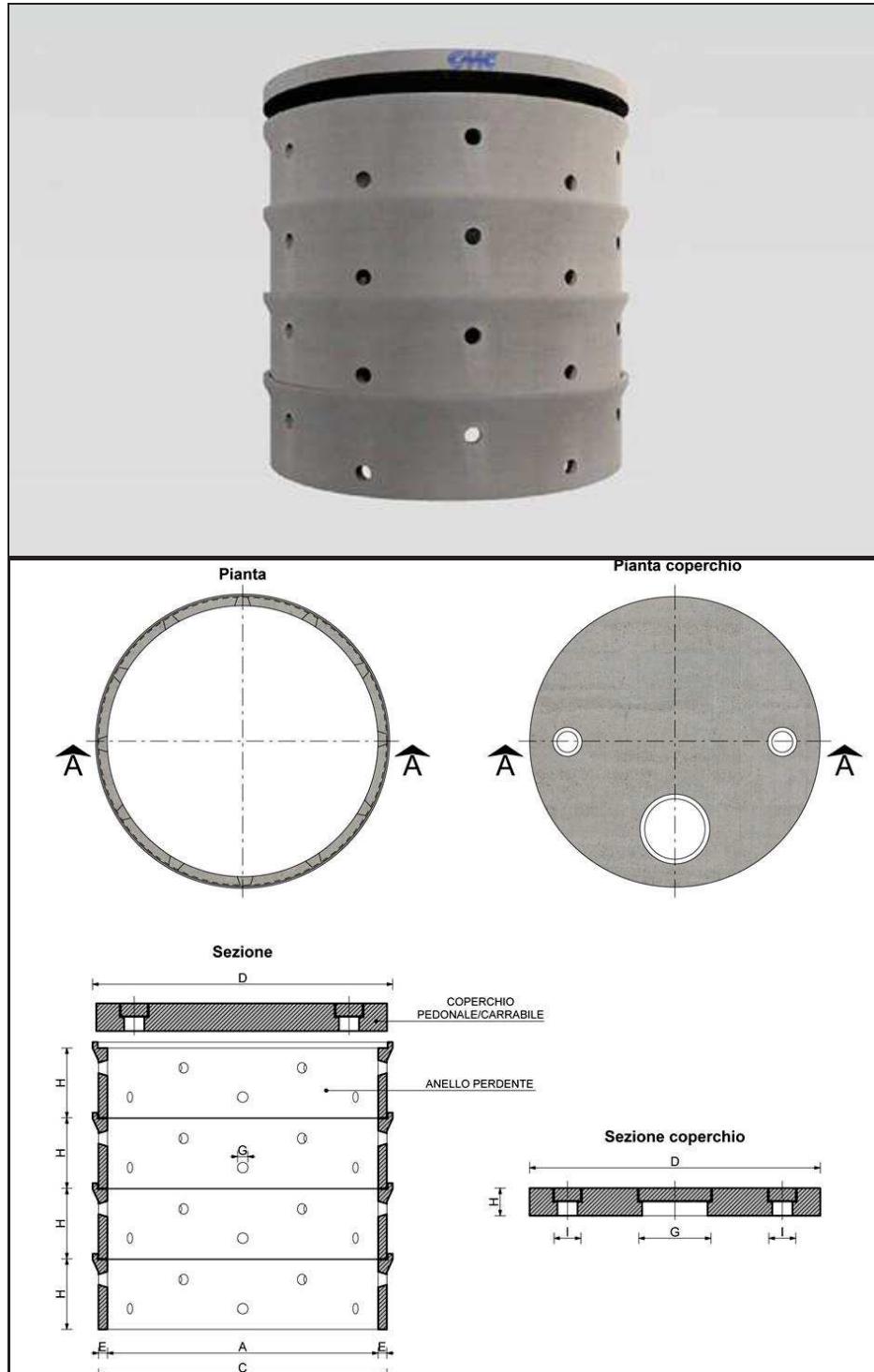
- tubazioni e sistemi di raccolta e convogliamento (pluviali, grondaie e tubi di diametro minimo 120 o 125 mm dai tetti e dalle coperture; tombini, griglie, caditoie, pozzetti di ispezione e spurgo dalle aree pavimentate esterne) delle acque pluviali dalle nuove superfici impermeabili (coperture e pavimenti);



- convogliamento delle reti pluviali in varie condotte interrate di diametro minimo 120 o 125 mm in ingresso al sistema dei pozzi perdenti, ovvero della trincea drenante equipaggiata con n. 12 pozzi al centro;
- capacità di raccolta di ciascun pozzo perdente da 1,50 m di diametro e 3,00 m altezza: 5,29 m<sup>3</sup>;
- capacità di raccolta totale (pozzo + corona drenante) 8,595 m<sup>3</sup>;
- realizzazione di n. 12 pozzi perdenti nella porzione est del lotto, posti in serie e tutti collegati tra di loro da un tubazione orizzontale, formati da anelli in calcestruzzo impilati verticalmente di diametro interno 1,50 m e altezza complessiva 3,00 m, dotati di fori laterali disperdenti (almeno 6 o 8 per ogni anello, di diametro non inferiore a 3 cm) e con fondo aperto (vedi ad esempio figura 12 e schema a seguire); i pozzi perdenti potranno anche nel caso venire mascherati o annegati al di sotto di una copertura verde in terriccio e prato o al di sotto della pavimentazione;
- il pozzo o i pozzi perdente/i e il limite esterno della trincea drenante si dovranno trovare, a norma dell'art. 889 del Codice Civile, a distanza maggiore di 2 m dal confine di proprietà, riferiti al punto più interno del perimetro delle opere predette;
- realizzazione di una corona drenante laterale al pozzo, concentrica, di larghezza 0,50 m (totale 1,00 m se considerata sul diametro complessivo del sistema), formata da ghiaia media e grossolana, quasi monogranulare, pulita e lavata (senza sabbia), asciutta, a clasti arrotondati, di porosità non inferiore al 30 % (diametro minimo dei clasti 3 cm) con coefficiente di uniformità prossimo o pari a 1;
- in ragione della necessità di porre in serie o in rete (comunque collegati a mezzo di tubazione orizzontale diametro 30 cm) i 12 pozzi, gli stessi potranno venire alloggiati in uno scavo o trincea rettangolare di lati 26,5 m x 2,50 m, profondità 3,00 m, così da garantire l'interspazio centrale di 0,5 m tra i pozzi e di 1 m laterale ai pozzi esterni; peraltro anche la formazione di questo ampio scavo a trincea di pianta rettangolare garantisce un volume di stoccaggio idrico nei vuoti garantiti dalla porosità della ghiaia maggiore di quello che si sarebbe ottenuto realizzando 12 scavi cilindrici separati per alloggiare ogni singolo pozzo singolarmente (esempio in figura 12 e 13 e schema a seguire).
- Formazione (eventuale e fortemente consigliata) di letto drenante realizzato come sopra a letto dei pozzi perdenti, per uno spessore non inferiore a 25 cm (pertanto, profondità di scavo totale per alloggiamento pozzi perdenti – 3,25 m da p.c., oltre spessore di chiusini e passo d'uomo superiori o sistemi di mascheramento e copertura sotto-pavimento o sotto-prato che saranno scelti);
- eventuale troppo pieno o sfioro sommitale di sicurezza ed emergenza (fortemente consigliato), con convogliamento esterno se possibile e autorizzabile dal gestore fognatura (si suggerisce di valutare tale possibilità) o dal gestore rete idrografica individuata nella Roggia Oriettone, raggiungibile a sud (deve essere acquisita autorizzazione specifica dall'Autorità di Polizia Idraulica competente).



**Figura 12:** esempio di collocazione di pozzi perdenti in serie alloggiati in scavo non cilindrico (nel caso dell'immagine rettangolare, con due serie parallele da quattro pozzi cadauna; nel caso in progetto UNA serie in scavo rettangolare di lati 26,5 x 2,50 m, come da schema in pianta sottostante all'immagine)



**Figura 13:** tipologia e modello dei pozzi perdenti da installare; nel caso in esame, secondo le dimensioni di cui alla tabella che segue, dovranno essere posizionati impilati verticalmente 6 anelli di altezza 50 cm cad



Codice	Elementi	Mis. int.	Mis. est.	Sp. pareti	Altezza est.	Descrizione fori				Volume [l]	Peso [kg]
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	Tipo innesto	Nr. fori	G	I		
		A	C	E	H						
00600	Anello perdente	1000	1120	60	700	fori drenanti	8	60	-	550	340
00605	Anello perdente	1250	1390	70	700	fori drenanti	8	60	-	860	460
00610	Anello perdente	1500	1640	70	700	fori drenanti	12	60	-	1235	600
00611	Anello perdente	1500	1640	70	500	fori drenanti	12	60	-	880	430
00614	Anello perdente	2000	2160	80	500	fori drenanti	12	60	-	1570	630
00615	Anello perdente	2000	2160	80	600	fori drenanti	12	60	-	1885	760
*00617	Anello perdente	2000	2240	120	600	fori drenanti	12	60	-	1885	1300
**00619	Anello perdente	2300	2500	100	500	fori drenanti	12	60	-	2075	820
00621	Coperchio pedonale	-	1120	-	80	foro d'ispezione	2	430	160	-	150
00622	Coperchio pedonale	-	1350	-	100	foro d'ispezione	3	430	200	-	260
00623	Coperchio pedonale	-	1600	-	100	foro d'ispezione	3	430	230	-	450
00624	Coperchio pedonale	-	2120	-	120	foro d'ispezione	3	430	230	-	900
00631	Coperchio carrabile	-	1120	-	130	foro d'ispezione	2	430	160	-	270
00632	Coperchio carrabile	-	1350	-	140	foro d'ispezione	1	430	-	-	410
00633	Coperchio carrabile	-	1600	-	150	foro d'ispezione	1	430	-	-	680
00634	Coperchio carrabile	-	2120	-	200	foro d'ispezione	1	600	-	-	1550
00635	Coperchio carrabile rinforzato	-	2120	-	200	foro d'ispezione	1	600	-	-	1600
00636	Coperchio carrabile	-	2500	-	200	foro d'ispezione	a richiesta				2160

Dimensioni e tipologie degli elementi prefabbricati in commercio per la creazione di pozzi perdenti; evidenziati i modelli previsto per il sito di Vaiano Cremasco in esame e i relativi coperchi

Come previsto dall'art. 10 comma 1 lettera c del R.R. 8/2019 e meglio dettagliato all'art. 13, si prevede un piano di manutenzione dei sistemi atti a garantire il mantenimento delle caratteristiche e dei funzionamenti di progetto delle opere.

In particolare, relativamente a quest'ultimo, si prevedono due differenti tipologie: ordinario-preventivo e straordinario-correttivo. Si rimanda anche all'allegato 5 per ulteriori dettagli.



Il primo ha lo scopo di garantire la continuità di funzionamento nelle migliori condizioni per tutte le diverse componenti, cercando di prevenire malfunzionamenti (conseguenti a occlusioni), nonché guasti e rotture. Si prevede l'esecuzione di tali controlli programmati con una cadenza mensile da parte degli operatori attivi all'interno della nuova opera, o dei residenti.

Il secondo invece viene messo in atto solamente in seguito a manifestazioni di malfunzionamento e/o errato o non funzionamento.

Il qui descritto piano di manutenzione deve intendersi indicativo a livello progettuale e potrà subire delle modifiche o integrazioni in funzione delle reali necessità che si individueranno con l'esercizio del sistema e con le ispezioni anche solo visive che saranno condotte a livello preventivo.

Si consiglia agli operatori di cantiere dell'impresa esecutiva e al direttore lavori di eseguire un collaudo delle opere di dispersione delle acque nel sottosuolo, prima di eseguire i lavori di finitura e chiusura descritti e prima del collettamento definitivo della rete pluviale, al fine di valutarne l'efficacia e quindi permettere un eventuale ridimensionamento dell'impianto nel caso in cui questo si rivelasse sottodimensionato rispetto alle reali esigenze. In caso di evidenze di malfunzionamento, oppure di tempi di svuotamento superiori a quelli calcolati e indicati, fino alla mancanza di drenaggio o a evidenze di drenaggio molto rallentato, dovrà esserne data immediata comunicazione da parte del D.L. al fine di attuare i necessari interventi correttivi e di ridimensionamento o ridefinizione del progetto stesso.

Si consiglia inoltre l'utilizzo di grate o reti agli ingressi o imbocchi nella rete di smaltimento e nei pozzi perdenti, che ostacolino il passaggio di foglie, rami, erba, ghiaietto, piccoli animali morti e che impediscano l'intasamento del sistema di convogliamento delle acque verso i pozzi perdenti, oltre che l'intasamento degli stessi per copertura del fondo.

Si specifica che i pozzi perdenti dovranno essere provvisti in superficie di un coperchio a "passo d'uomo" che permetta l'accesso diretto all'interno degli stessi per un'ispezione visiva, che si raccomanda avvenga con frequenza annuale, e permetta inoltre il passaggio per operazioni manuali di pulizia e spурgo che dovranno essere eseguite con frequenza periodica, anch'essa annuale o, con frequenza maggiore, a seguito di eventi meteorici particolarmente intensi.

24/10/2023



Giulio Mazzoleni  
geologo specialista  
Albo n. 1321 AP  
sezione A

dott. Giulio Mazzoleni, geologo



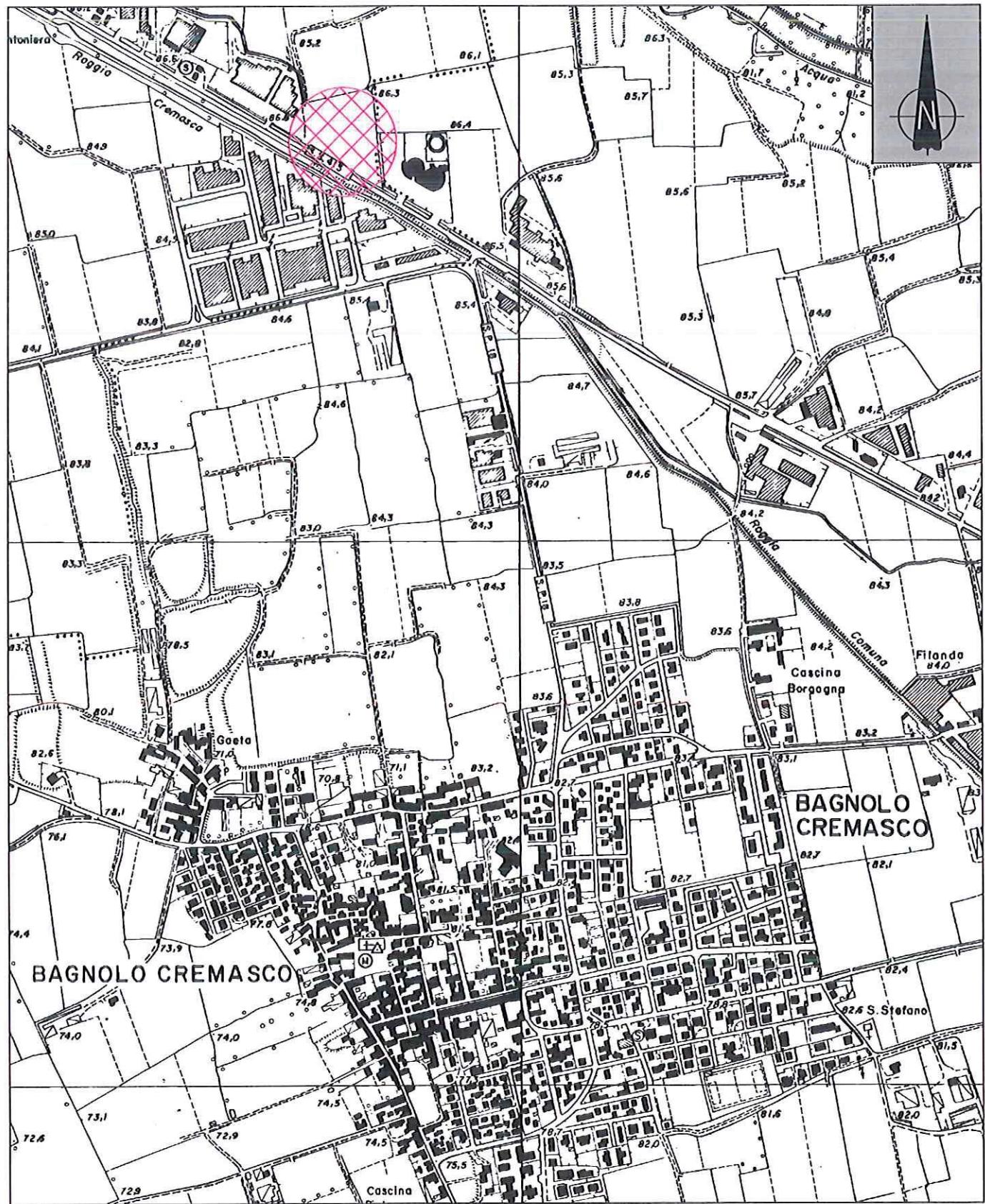
Davide Incerti  
geologo specialista  
Albo n. 1322 AP  
sezione A

dott. Davide Incerti, geologo

Allegato 1

COROGRAFIA

- CTR SCALA 1:10.000



Estratto C.T.R. - scala 1:10.000, stalcio delle sezz. C6a5 e C6b5

Allegato 2

INQUADRAMENTO  
GEOLOGICO

- SCALA 1:100.000



B<sup>2</sup>



Alluvioni ghiaccio-sabbioso-limose degli alvei abbandonati ed allivi.

A<sup>1</sup>



Alluvioni sabbiose e ghiaiose, poligeniche, costituenti il sistema di terrazzi immediatamente sottostanti al livello fondamentale della pianura, con strato di alterazione superficiale mancante o molto ridotto.

fg<sup>W</sup>



Alluvioni fluvio-glaciali sabbiose e ghiaiose per lo più non alterate, corrispondenti al livello fondamentale della pianura; strato di alterazione giallo rossiccio generalmente inferiore al metro e con spessori maggiori nella parte settentrionale della pianura. *WÜRM-RISS* p.p. (Diluvium recente).

#### Litologia di superficie delle formazioni quaternarie continentali



Ghiacc.



Sabbie.



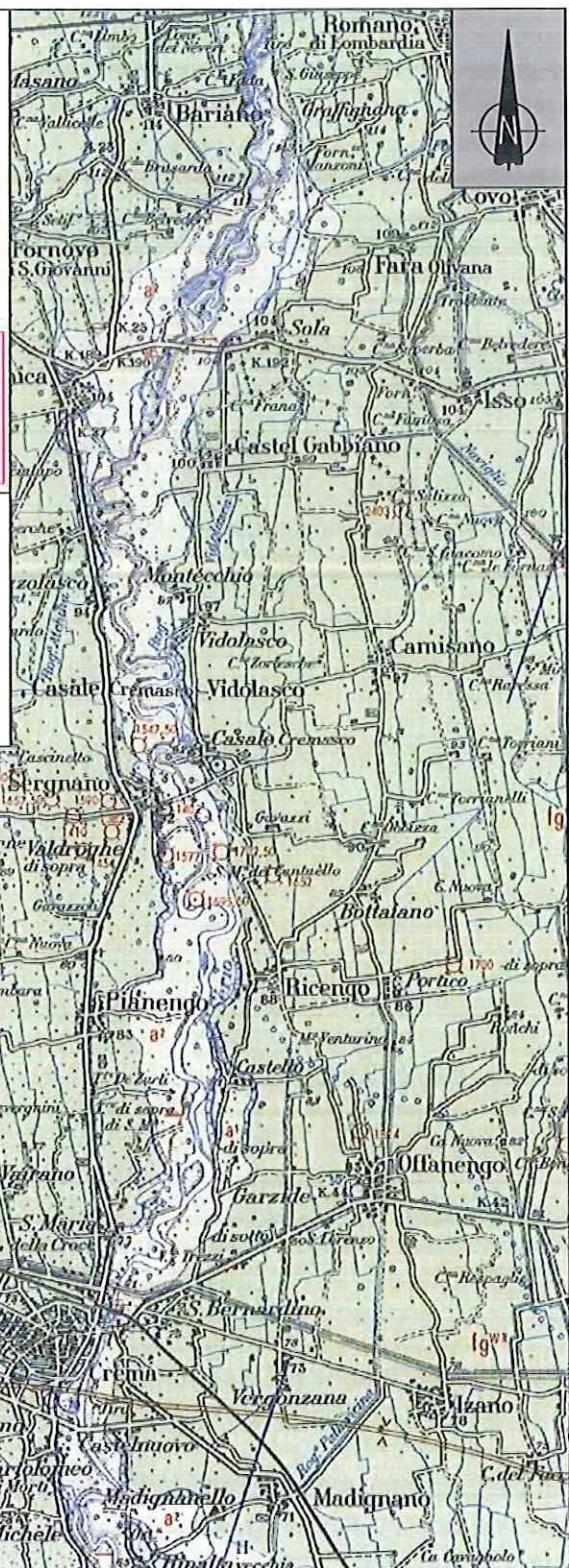
Limi



Argile.



Torbe.



CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, FOGLIO 46 "TREVIGLIO", sc. 1: 100.000



Ubicazione area in esame - comune di Vaiano Cremasco (CR)



Unità geologica d'interesse

Allegato 2

Allegato 3

## INDAGINI GEOGNOSTICHE



Ubicazione prova  
penetrometrica dinamica



Ubicazione piezometro e  
prova di infiltrazione

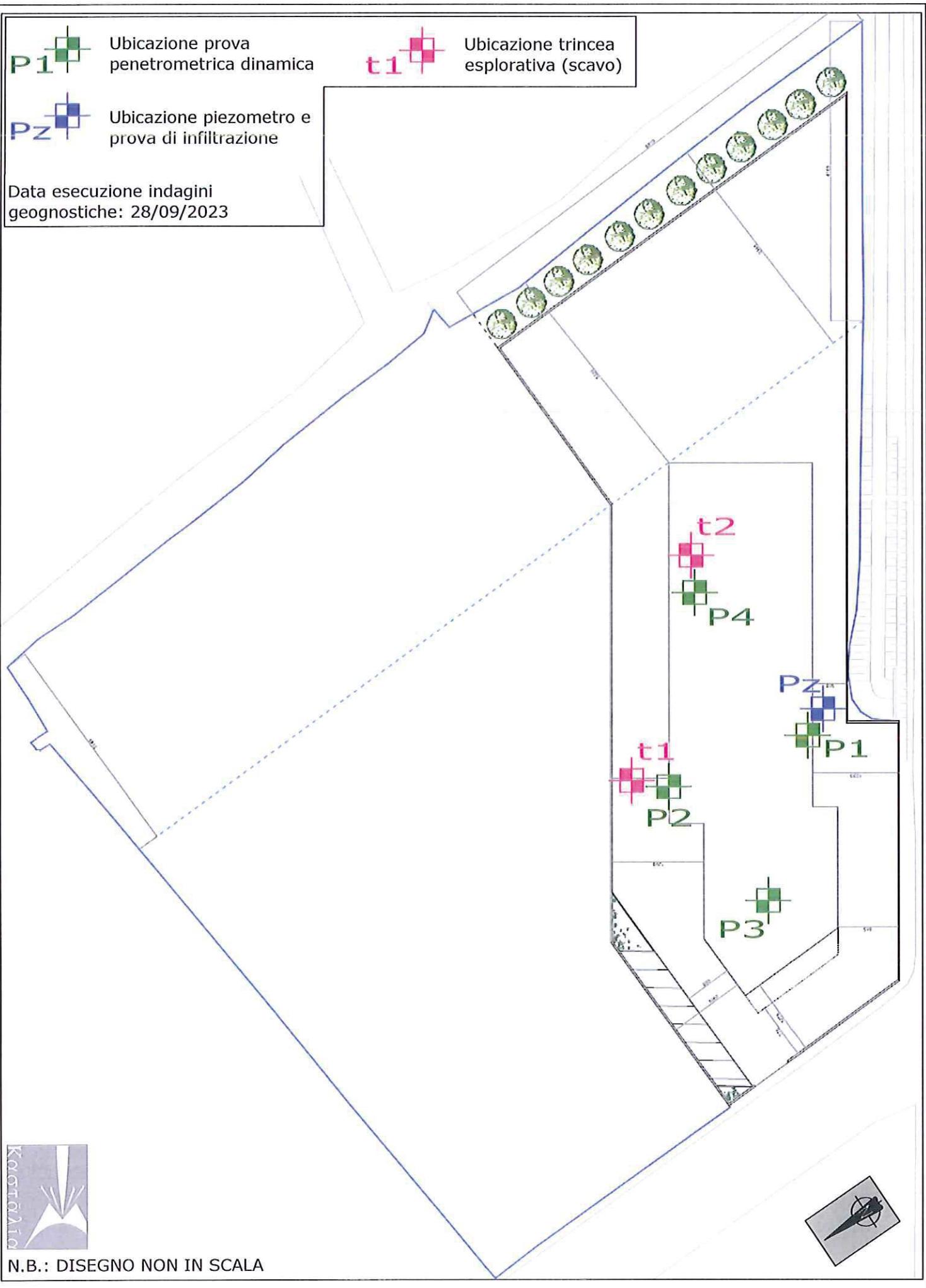
Data esecuzione indagini  
geognostiche: 28/09/2023



Ubicazione trincea  
esplorativa (scavo)



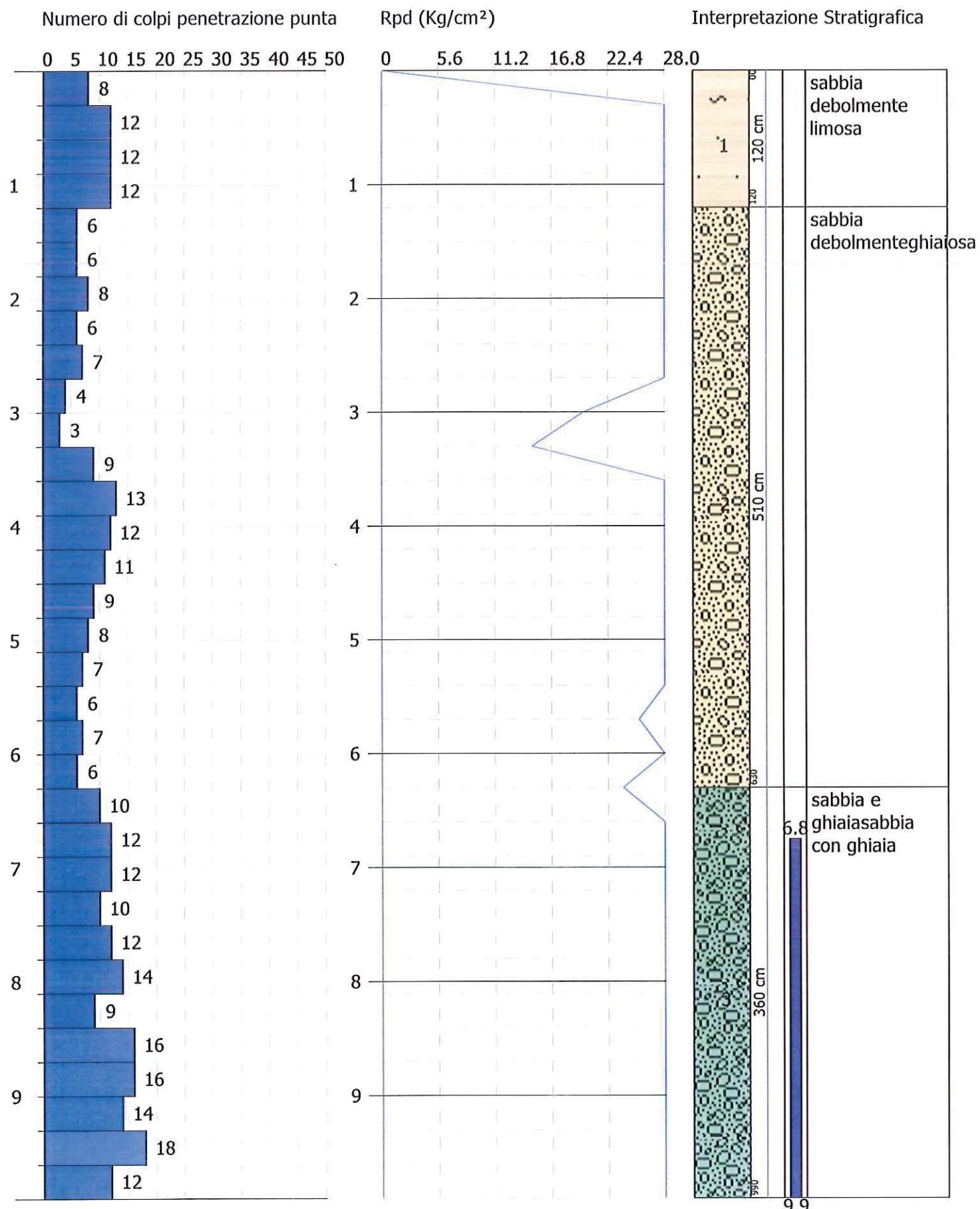
N.B.: DISEGNO NON IN SCALA



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: WELDONE S.r.l.  
Descrizione: S.P. ex S.S. 415 Paullese / via Nelson Mandela  
Localita': 26010 Vaiano Cremasco (CR)

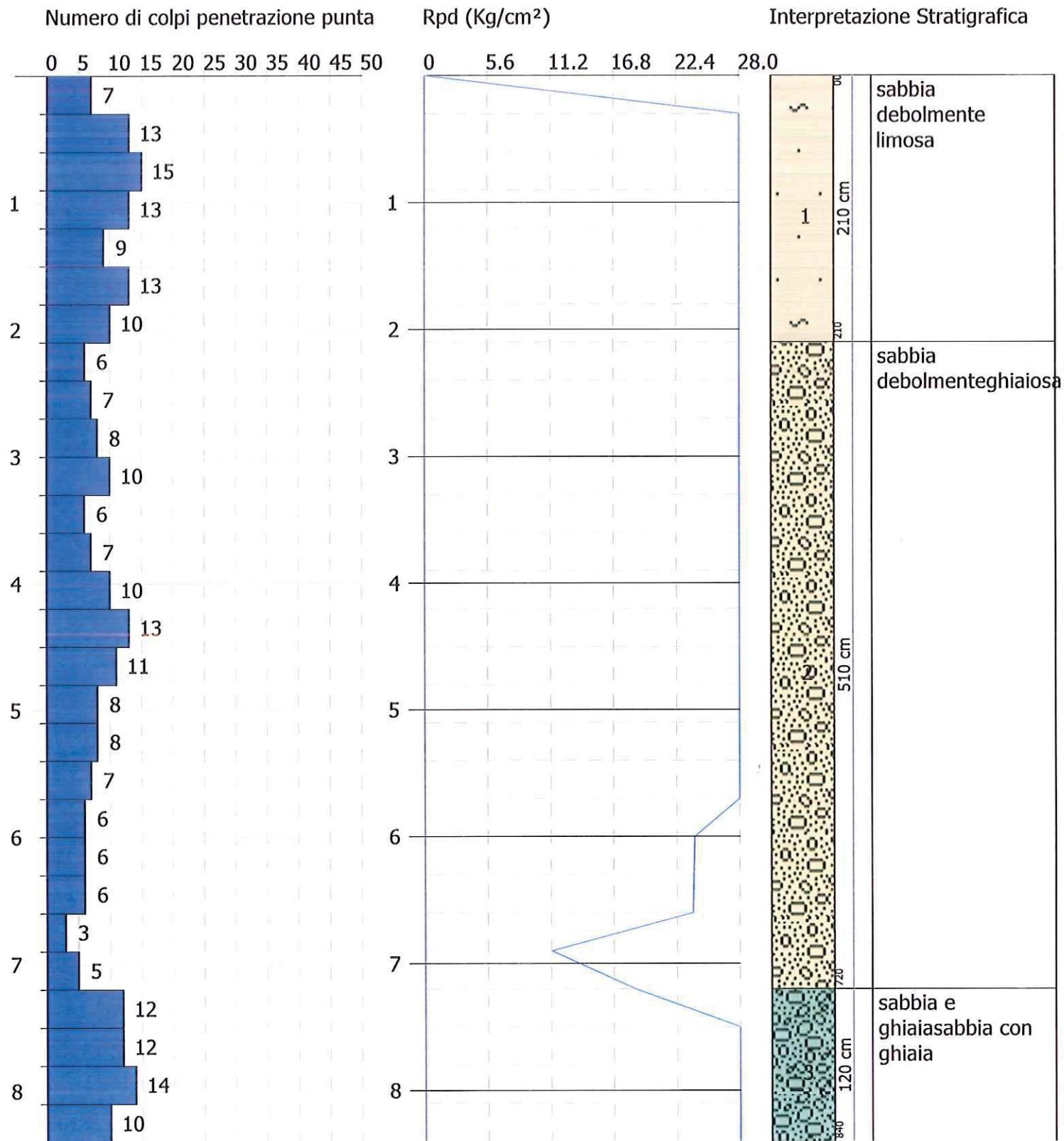
Scala 1:50



## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2 Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: WELDONE S.r.l.  
Descrizione: S.P. ex S.S. 415 Paullese / via Nelson Mandela  
Localita': 26010 Vaiano Cremasco (CR)

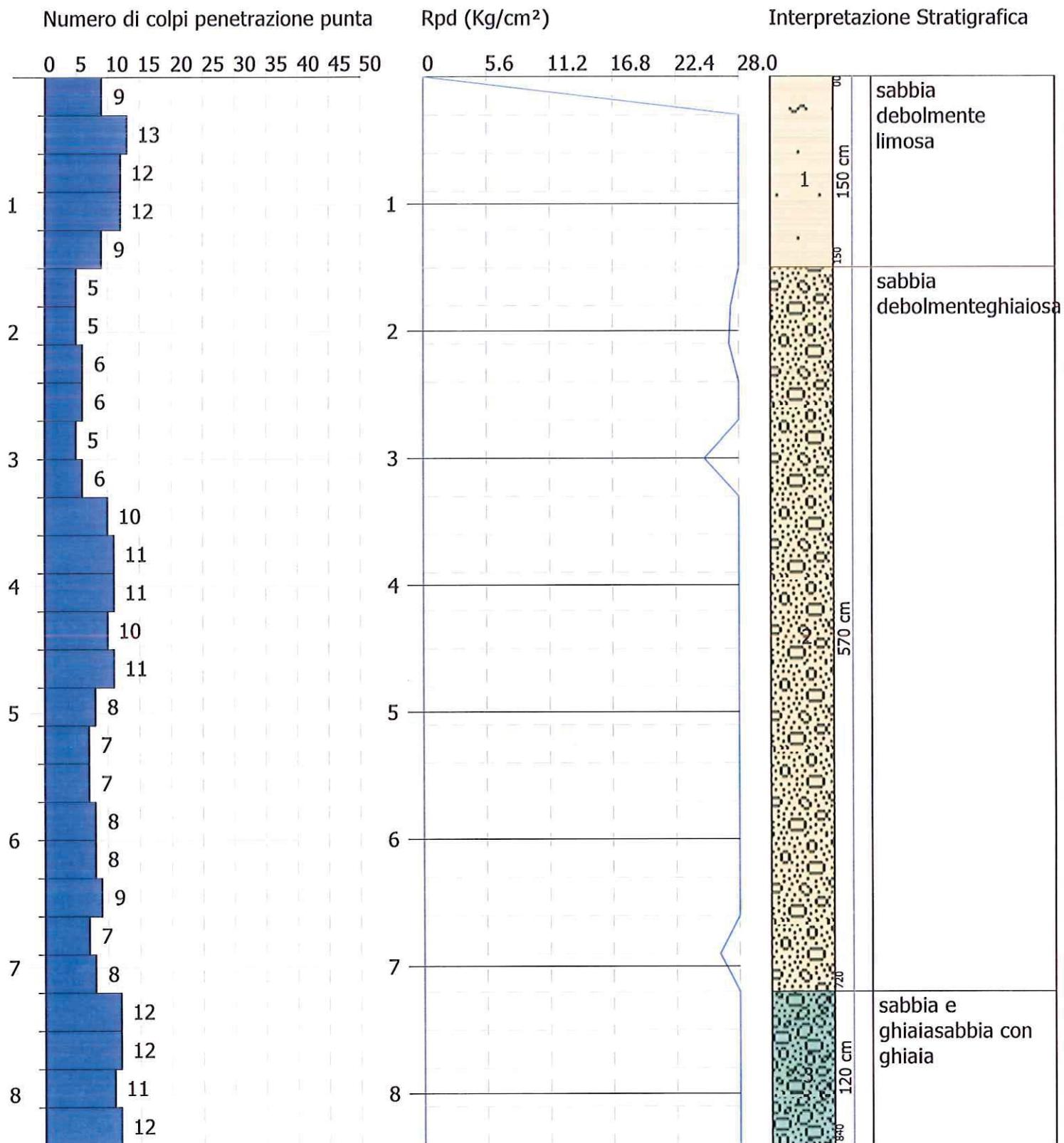
Scala 1:50



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3  
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: WELDON S.r.l.  
Descrizione: S.P. ex S.S. 415 Paullese / via Nelson Mandela  
Localita': 26010 Vaiano Cremasco (CR)

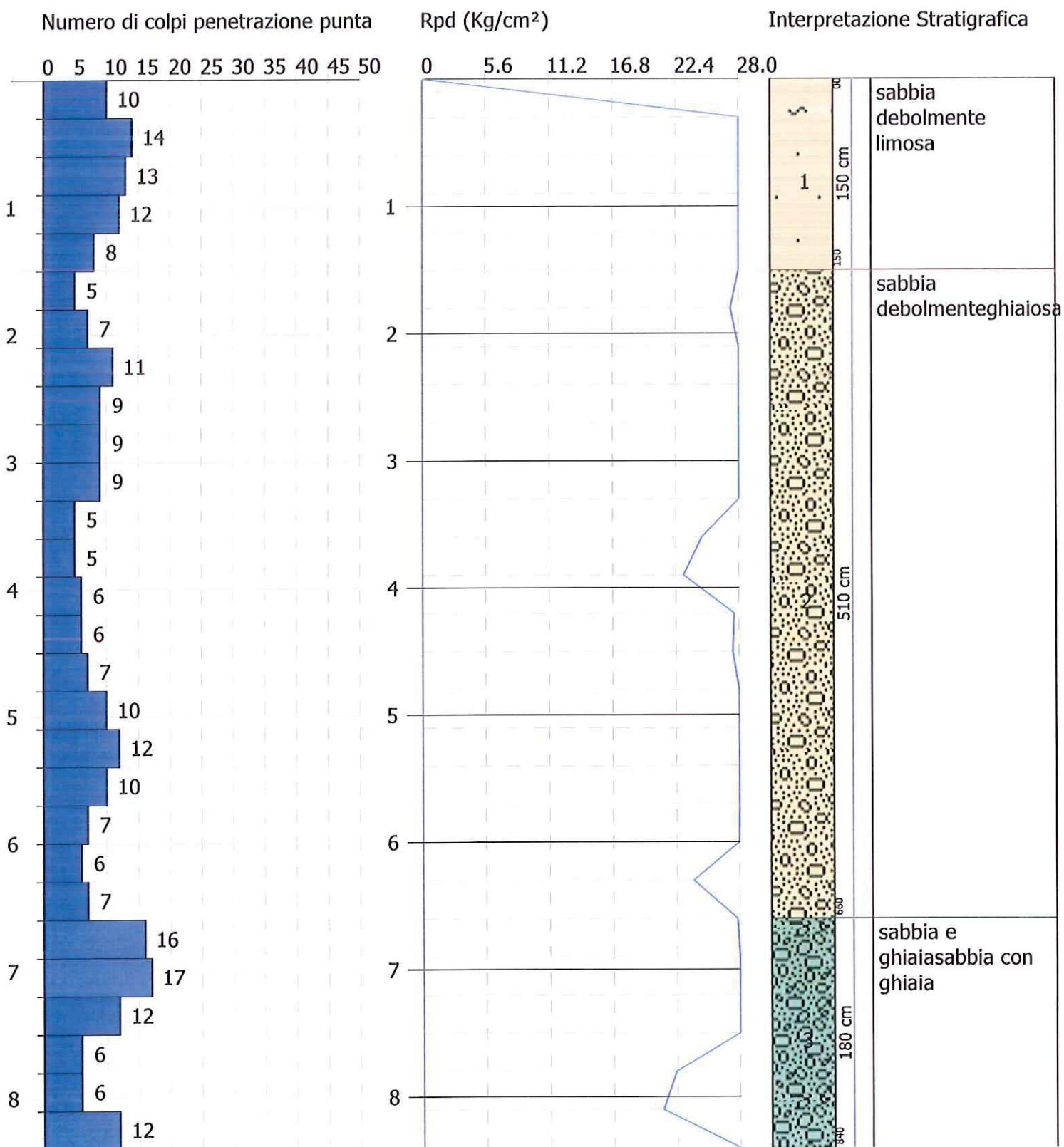
Scala 1:50



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4  
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Committente: WELDONE S.r.l.  
Descrizione: S.P. ex S.S. 415 Paullese / via Nelson Mandela  
Localita': 26010 Vaiano Cremasco (CR)

Scala 1:50

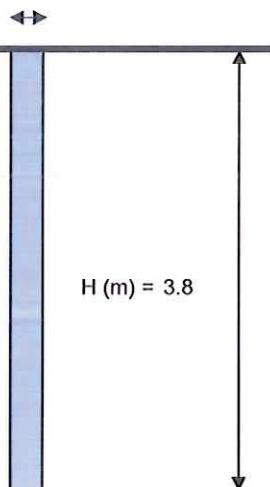


<b>Data</b>	28 settembre 2023	
<b>Committente</b>	Weldone S.r.l.	
<b>Cantiere</b>	nuovo capannone - Piano Attuativo ATi1	
<b>Località</b>	Comune di Vaiano Cremasco (CR) - Via Nelson Mandela	

*Prova di infiltrazione n. 1 in micropiezometro n. 2*

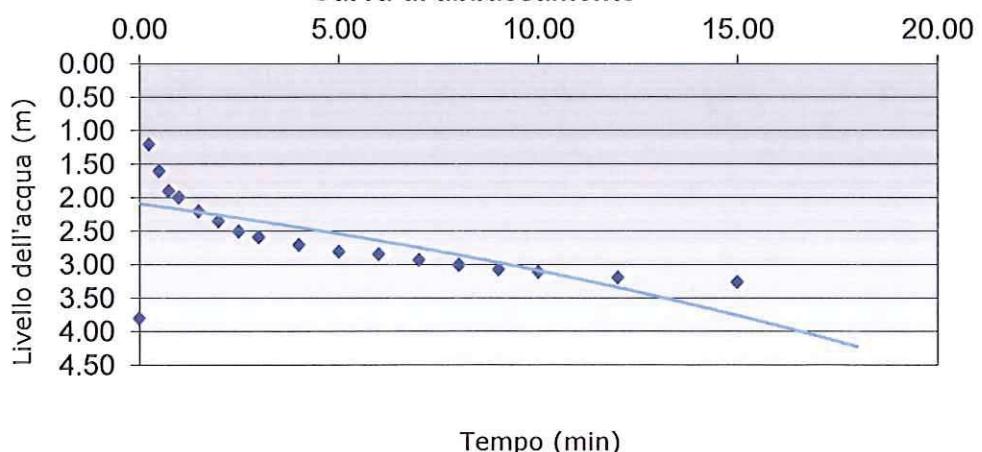
D = 51 mm

**Dati di prova**



<b>Tempo min</b>	<b>Livello m</b>
0.00	3.80
0.25	1.20
0.50	1.60
0.75	1.90
1.00	1.99
1.50	2.20
2.00	2.35
2.50	2.50
3.00	2.59
4.00	2.70
5.00	2.80
6.00	2.84
7.00	2.93
8.00	3.00
9.00	3.07
10.00	3.11
12.00	3.19
15.00	3.26
18.00	
21.00	
24.00	
27.00	
30.00	
35.00	
40.00	
45.00	
60.00	

**Curva di abbassamento**



$$K = -3.33E-05 \text{ (m/s)}$$

Allegato 4

ASSEVERAZIONE DEL  
PROFESSIONISTA IN MERITO  
ALLA CONFORMITA' DEL  
PROGETTO AI CONTENUTI  
DEL REGOLAMENTO  
(ALLEGATO E)

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

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ  
(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)

Davide Incerti

La/Il sottoscritta/o ..... Davide Incerti .....  
 nata/o a ..... Castelleone (CR) ..... il ..... 15/12/1973 .....  
 residente a ..... Castelleone (CR) .....  
 in via ..... Giuseppe Mazzini ..... n. 16 .....  
 iscritta/ all' [ ] Ordine [ ] Collegio dei ..... Geologi ..... della Provincia di .....  
 Regione ..... Lombardia ..... n. 1322 .....  
 incaricata/o dal/i signor/i ..... Gabriele Meleri e Arch. Matteo Moretti ..... in qualità di .....  
 proprietario, [ ] utilizzatore [ ] legale rappresentante del ..... X progettista .....  
 di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di .....  
 ..... nuovo capannone .....  
 sito in Provincia di ..... Cremona ..... Comune di ..... Vaiano Cremasco .....  
 in via/piazza ..... S.P. ex S.S. 415 Paullese / via Nelson Mandela ..... n. sn .....  
 Foglio n. .... 3 ..... Mappale n. .... 370 .....

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 Vaiano Cr.sco, 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 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerata la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo) ..... B ..... pari a:  
  - 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore .....
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s 2,54 che equivale ad una portata infiltrata pari a ..... 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 (caso in cui non si applicano i requisiti minimi)
  - all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (caso 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.

Romano di Lombardia (BG), 24/09/2023

(luogo e data)

Il Dichiarante  
...Davide Incerti...





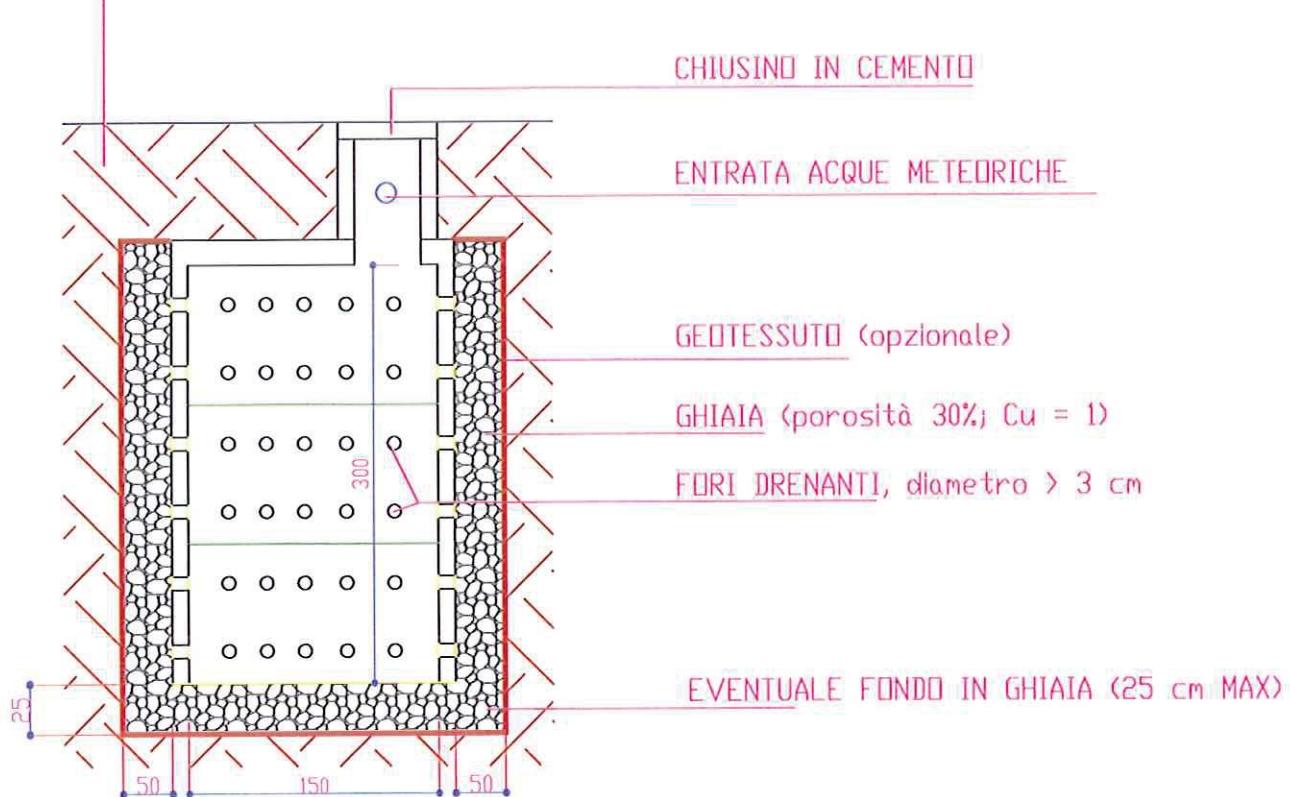

Allegato 5

PLANIMETRIA E SEZIONI DI  
PROGETTO, CON  
INDICAZIONE SCHEMATICA  
DELLE COMPONENTI DEL  
SISTEMA DI DRENAGGIO  
DELLE ACQUE PLUVIALI  
FINO AL PUNTO TERMINALE  
DI SCARICO



## PARTICOLARE FOSSA PERDENTE

EVENTUALE ANNEGAMENTO SOTTO PAVIMENTO O SOTTO PRATO (50 cm MAX)



Quote in cm

Previsti n. 12 pozzi perdenti

FIGURA 1

## DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il presente piano di manutenzione riguarda le opere idrauliche previste dal progetto di invarianza idraulica per la realizzazione di un capannone con palazzina uffici e aree esterne di piazzale e parcheggi in Comune di Vaiano Cremasco.

## PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI

Il presente Piano di Manutenzione, redatto in conformità alle richieste del R.R. 07/2017, costituisce documento complementare al progetto delle opere di invarianza idraulica per la costruzione sopra indicata e prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. In aderenza a quanto previsto dalla normativa il presente documento è articolato nelle seguenti tre parti:

### MANUALE D'USO

### MANUALE DI MANUTENZIONE

### PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

La rappresentazione grafica delle parti costituenti l'opera è rintracciabile all'interno delle tavole grafiche del progetto e degli eventuali aggiornamenti resi necessari dal verificarsi di situazioni impreviste ed imprevedibili emerse durante l'esecuzione dei lavori.

### MANUALE D'USO

Il presente capitolo definisce l'insieme delle informazioni atte a permettere la gestione dell'intervento da realizzare nonché a conoscere le modalità di fruizione delle opere progettate, consentendo di eseguire le operazioni atte alla conservazione che non richiedono conoscenze specifiche dando la possibilità di riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento.

Le procedure e le indicazioni fornite nel presente documento sono redatte per portare a conoscenza il committente di quegli aspetti particolari e specifici, caratteristici dell'intervento progettato. Le opere previste in progetto, oggetto di manutenzione, possono essere così suddivise:

- a) Condotti - tubazione acque bianche - tubazioni in PVC - tubazioni in calcestruzzo;
- b) Pozzetti di ispezione con funzione di pozetto dissabbiatore;
- c) Pozzi perdenti

### Tubazioni in PVC e CLS

Descrizione: Tubazione in PVC DE minimo 120 mm conforme alla norma UNI-EN 1401-1 tipo SN 8 KN/m<sup>2</sup>, giunto a bicchiere con anello di guarnizione a labbro in materiale elastomerico conforme alla norma UNI EN 681-1.

Tubazioni in calcestruzzo prefabbricate portanti con bicchiere ed anello di giunzione nei diametri 120 mm (norma UNI EN 1916:2004 e marcatura CE).

Verranno impiegati per convogliare le acque di scarico dai pozzetti di caditoia stradale ai pozzi perdenti.

Modalità di Uso corretto: Il funzionamento prevede che il flusso fognario transiti nelle tubazioni con velocità comprese tra 0,5 m/s (velocità minima per evitare depositi) e 3,5 m/s (velocità massima per evitare fenomeni di erosione) e con un grado di riempimento massimo non superiore all' 70%.

### Pozzetti di ispezione con funzione di dissabbiatore

Descrizione: I pozzetti di ispezione con funzione di dissabbiatore da utilizzare nel progetto saranno costituiti da elementi del tipo prefabbricati in calcestruzzo vibrato e armato, con base d'appoggio drenante.

Modalità di Uso corretto: Il funzionamento corretto del manufatto prevede una manutenzione programmata e l'ispezione visiva del manufatto, per verificarne il corretto funzionamento dello stesso. Non si prevede l'accesso all'interno del medesimo.

### Pozzo Perdente

Descrizione: Gli "anelli forati" sono in calcestruzzo armato vibrato realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati di diametro interno m 2,000 m per altezza di ogni singolo elemento di 50 cm. Gli "anelli forati" devono essere posizionati l'uno sull'altro: sono composti da un bicchiere ad incastro per favorire la messa in opera. Il pozzo sarà dotato di una soletta piana carrabile di copertura prefabbricata in cls armato dimensionata per sopportare carichi di 1<sup>^</sup> categoria; la soletta sarà dotata di n.1 foro passante con luce netta di 600mm, tale da consentire l'ispezionabilità del manufatto.

A chiusura e coronamento del manufatto verrà posato n.1 chiusino di accesso in ghisa con apertura di 600mm. Gli "anelli forati" verranno posati su una base di appoggio in pietrisco 6-12 mm per uno spessore di circa 40-50 cm.

Al fine di proteggere i manufatti dà eventuali infiltrazioni solide, che potrebbero ostruire i fori di dispersione delle acque, gli "anelli forati" essi saranno rinfiancati con uno strato di ghiaione per uno spessore medio in senso orizzontale di circa 50 cm per parte in base alle descrizioni di progetto, sarà inoltre posato un rivestimento esterno al manufatto realizzato con tessuto non tessuto.

Modalità di uso corretto: Il funzionamento del manufatto prevede che il flusso delle acque di pioggia venga convogliato all'interno dello stesso ed ivi essere disperso nel suolo.

E' indispensabile per la corretta funzionalità che non avvenga accumulo di detriti all'interno del pozzo e che i fori di dispersione si mantengano liberi.

## MANUALE DI MANUTENZIONE

### Introduzione

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene.

Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

Livello minimo delle prestazioni:

Di seguito si espongono le attività tipicamente necessarie per il mantenimento delle condizioni ottimali di esercizio delle opere in progetto.

Le attività di cui sopra si possono dividere in:

- attività di verifica e controllo
- attività di manutenzione programmata
- attività di manutenzione straordinaria dovuta ad eventi non prevedibili

### Tubazioni in PVC e CLS

Attività di verifica e controllo:

- Verifica del corretto deflusso dell'acqua
- Verifica dell'integrità delle condizioni strutturali
- Verifica della tenuta idraulica

Attività di manutenzione programmata:

- Pulizia scorrimento
- Videoispezione

Attività di manutenzione straordinaria dovuta ad eventi non prevedibili:

- Sostituzione piccoli tratti di tubazione

### Pozzetti di ispezione con funzione di dissabbiatore

Attività di verifica e controllo:

- Verifica del corretto deflusso dei liquami
- Verifica dell'integrità degli elementi strutturali

Attività di manutenzione programmata:

- Pulizia camera di sedimentazione
- Piccola manutenzione edile

Attività di manutenzione straordinaria dovuta ad eventi non prevedibili:

- Rifacimento/sostituzione elementi strutturali

### Pozzi perdenti

Attività di verifica e controllo:

- Verifica del corretto afflusso delle acque
- Verifica dell'integrità degli elementi strutturali
- Verifica della pulizia interna del pozzo

Attività di manutenzione programmata:

- Pulizia scorrimento
- Piccola manutenzione edile

Attività di manutenzione straordinaria dovuta ad eventi non prevedibili:

- Rifacimento/sostituzione elementi strutturali

### Anomalie riscontrabili

Nel seguito si riportano le anomalie riscontrabili per gli elementi facenti parte del progetto:

#### Condotti fognari acque bianche

- Impedimenti al libero deflusso delle acque
- Funzionamento in pressione in occasione di eventi meteorici intensi
- Cedimenti e relativa fuoriuscita di acqua

#### Pozzetti di ispezione con funzione di dissabbiatore

- Impedimenti al libero deflusso delle acque
- Ammaloramento del rivestimento interno
- Cedimenti strutturali

### Pozzi perdenti

- Cedimenti strutturali

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e interventi che devono essere eseguiti a cadenze prefissate per garantire una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Il presente capitolo, indica le attività di verifica e controllo oltre che per operazioni di manutenzione, e analizza le attività individuandone:

- Cadenza
- Soggetto esecutore
- Attrezzature utilizzate

### **Condotti fognari acque bianche**

Verifiche e controlli:

- Verifica del corretto deflusso delle tubazioni , da eseguire ogni 6 mesi, da addetto edile, utilizzando attrezzi manuali.
- Verifica dell'integrità delle condizioni strutturali, da eseguire ogni 5 anni, da impresa specializzata, utilizzando furgone attrezzato per videoispezione.
- Verifica della tenuta idraulica, da eseguire ogni 5 anni, da impresa specializzata utilizzando furgone attrezzato per videoispezione
- Sostituzione di piccoli tratti di tubazione, da eseguire a cura di addetto edile, macchine edili, attrezzi manuali.

### **Pozzetti di ispezione con funzione di dissabbiatore**

Verifiche e controlli:

- Verifica del corretto deflusso delle acque da eseguire ogni 6 mesi, a cura di addetto edile, con attrezzi manuali, con verifica visiva.
- Verifica dell'integrità degli elementi strutturali da eseguire ogni 5 anni, a cura di addetto edile, con attrezzi manuali, con verifica visiva.
- Verifica del corretto funzionamento dell'impianto da eseguire ogni 6 mesi a cura di addetto edile, con attrezzi manuali, con verifica visiva.

Manutenzione :

- Pulizia camera di sedimentazione, ogni 6 mesi da eseguire a cura di addetto edile con macchine edili, attrezzi manuali.
- Sostituzione degli elementi ammalorati, da eseguire a cura di addetto edile con macchine edili, attrezzi manuali, al presentarsi del problema.

### **Pozzi perdenti**

- Verifiche e controlli:

- Verifica del corretto deflusso delle acque in ingresso al pozzo da eseguire ogni 6 mesi, a cura di addetto edile, con attrezzi manuali, con verifica visiva.
- Verifica dell'integrità degli elementi strutturali da eseguire ogni 5 anni, a cura di addetto edile, con attrezzi manuali, con verifica visiva od ispezione con videocamera
- Verifica del corretto svuotamento da eseguire ogni 6 mesi a cura di addetto edile, con attrezzi manuali, con verifica visiva.

Sostituzione degli elementi ammalorati, da eseguire a cura di addetto edile con macchine edili, attrezzi manuali, al presentarsi del problema.