

**STUDIO GEOLOGICO DEPOLI DOTT. CLAUDIO**  
Via Villatico 11 23823 Colico (LC) • 0341 - 933011 • info@studiodepoli.com

**LOC. PROGRAMMA EDILIZIO**

**COLICO (LC)**

**COMMITTENTE LAVORI**

**Soc. Seval Elettrica S.r.l.**

**TITOLO PROGETTO**

**REALIZZAZIONE IMPIANTO DI MONTAGGIO E  
TESTING STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA  
PER LINEE ELETTRICHE**



**Relazione idrologica a supporto del  
progetto di invarianza idraulica**

**Ai sensi del nuovo regolamento regionale (R. R. del 23/11/2017 n.7)**

**DATA: LUGLIO 2022**

**Il tecnico: Depoli dott Claudio**

## SOMMARIO

1	PREFAZIONE .....	2
2	LOCALIZZAZIONE TERRITORIALE .....	3
2.1	PROGETTO e Committente .....	6
3	VALUTAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA .....	7
3.1	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI E VALORI AMMISSIBILI DELLE PORTATE; .....	7
3.1.1	Generalità normative .....	7
3.2	MODALITA' DI CALCOLO.....	8
4	CALCOLO REQUISITO MINIMO (VOLUME DA LAMINARE) .....	9
5	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	10
5.1	CONTESTO GEOLOGICO, IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO .....	10
5.2	COMMENTO.....	12
5.3	Quadro dei vincoli.....	13
5.4	Inquadramento climatico.....	13
6	PERMEABILITÀ.....	15
7	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E SMALTIMENTO .....	16
7.1	TRINCEE DI ACCUMULO E DISPERSIONE .....	16
7.2	DIMENSIONAMENTO TRINCEA.....	17
7.3	TUBI DI ADDUZIONE.....	19
8	CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DELL'INVASO .....	20
8.1.1	Sicurezza dell'impianto .....	20
9	SCHEMA INDICATIVO UBICAZIONE OPERE DI INFILTRAZIONE .....	21
10	OSSERVAZIONI.....	21
11	INSTALLAZIONE E ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI – INDIRIZZI DI MASSIMA .....	22
11.1	Trincee drenanti.....	22

## 1 PRAFAZIONE

Per la nuova edificazione (nuovo capannone industriale in ampliamento ad esistente con estensione piazzale di manovra) in comune di Colico (LC), un nuovo elemento di analisi a supporto del progetto è collegato all'effetto idrogeologico dell'opera stessa.

In riferimento alle superfici interessate è possibile definire l'intervento come importante nel merito idrologico che comporta un notevole volume da laminare; a questo si aggiunge una serie di difficoltà oggettive (disponibilità area, idrogeologia con bassa soggiacenza di falda "sospesa", tipologia di scarichi esistenti, ecc) di definizione della metodologia di accumulo e dispersione.

In tale senso, relativamente alla soluzione adottata concordata con la Committenza, la presente relazione è il supporto idrologico relativo alla definizione degli interventi atti a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica in funzione del **Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019, recante le modifiche al R.R. n. 7/2017 (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") (entrata in vigore delle modifiche 25 aprile 2019).**

Ai sensi della legge 12 del 2005 e s.m.i, Art. 58 bis, sono infatti soggetti al principio di invarianza idraulica ed idrologica, gli interventi edilizi definiti dall'articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f) del D.P.R. n. 380/2001 e tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel regolamento regionale di cui al comma 5.

Ai sensi del predetto regolamento, visto la tipologia dell'opera in progetto, di seguito si procederà all'applicazione dei requisiti minimi di cui all'articolo 11, comma 2 lettera a del R.R. 7/2017 e Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019.

**Il comune di Colico (LC) non si è dotato (alla data della presente progettazione) dell'analisi del rischio semplificato sul suo territorio comunale, analisi prevista dalla normativa; non ci sono quindi elementi, indirizzi ostativi a tipologie di attuazione del Regolamento Regionale stesso che si intende vigente nella sua totalità normativa.**

Nella seguente relazione verranno valutate le modifiche all'assetto idrologico e idrogeologico esistente conseguenti alle trasformazioni del suolo e verranno stimate le portate critiche in funzione delle nuove superfici scolanti al fine di dimensionare le opere in progetto.

In particolare verranno valutati i possibili interventi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in funzione del contesto idrologico idrogeologico ma anche urbanistico.

**Oltre alla seguente relazione idrologica e idrogeologica di supporto specialistico in allegato al PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA è presente la seguente documentazione:**

- **Relazione tecnica**
- **Piano di manutenzione**
- **Documentazione progettuale completa di: corografia, planimetria, sezioni, particolari costruttivi;**
- **Asseverazione del professionista del R.R. 7/2017 e succ. (2019) modello ALLEGATO E**

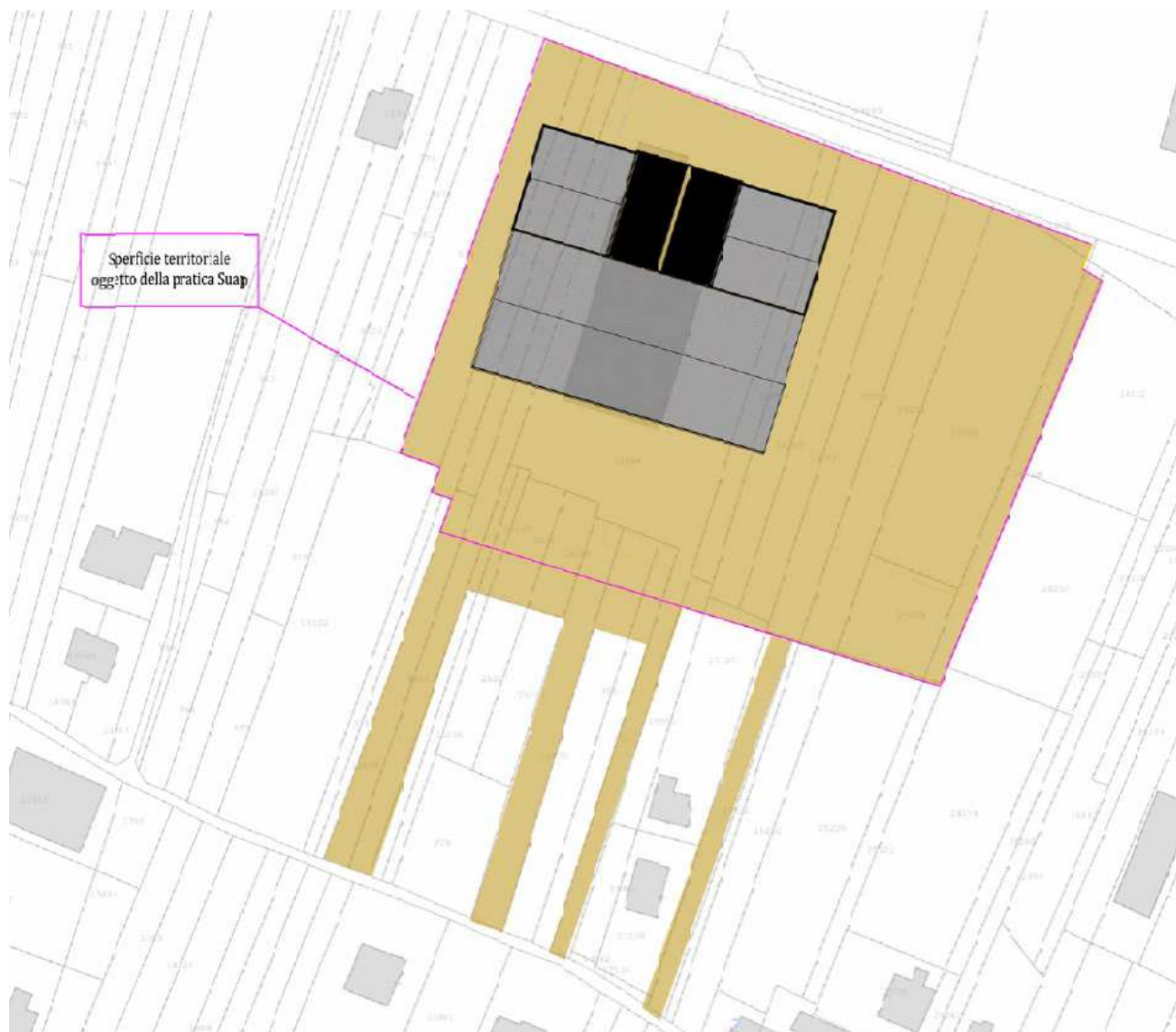
## 2 LOCALIZZAZIONE TERRITORIALE

L'intervento oggetto di valutazione è ubicato in comune di Colico (LC) in un'area censita catastalmente al mappale n. 975, 976, 977, 1005, 4499, 10670, 13598, 14780, 14782, 17988, 19566, 22998, 25223, 25224, 25226, 25229, 25231, 25232, 25234, 25235, 25238 del FOGLIO 106, area industriale.

L'intervento riguarderà l'edificazione di un nuovo capannone industriale, come redatto dallo Studio Numax, Arch. Massimiliano Nutricati. Di seguito alcuni estratti indicanti l'ubicazione dell'area.



\* Copia conforme all'originale \* Comune di Colico Prot. n. 0016570 del 29-08-2023 arrivo Cat. 6 Cl. 3

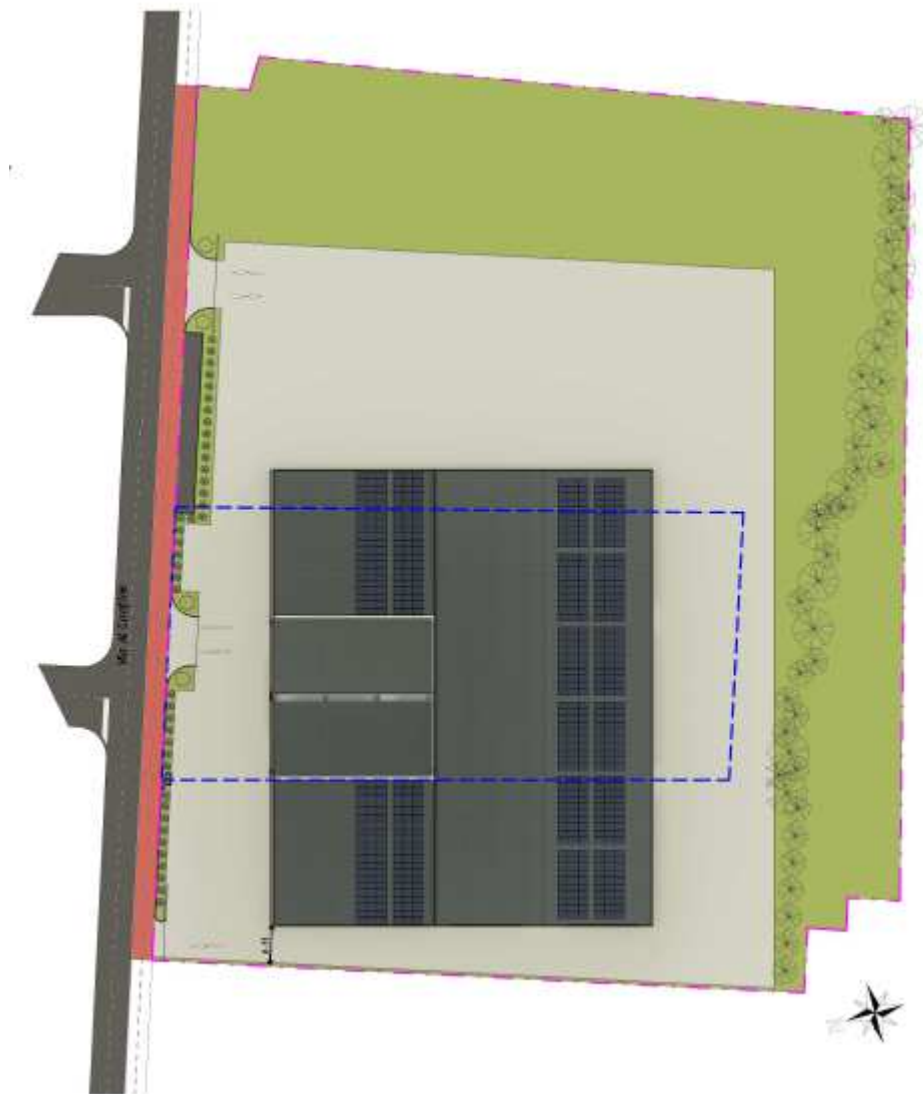




*Estratto Ortofoto da Geoportale Lombardia, mappa catastale e fotografia dell'area*

## 2.1 PROGETTO E COMMITTENTE

Di seguito si riporta un estratto del progetto di “Realizzazione impianto di montaggio e testing strutture in carpenteria metallica per linee elettriche” per conto del committente Soc. Seval Elettrica S.r.l. La proposta prevede la realizzazione di un nuovo capannone ad uso industriale e di aree pavimentate esterne.



*Estratto planimetria di progetto*

Ai sensi dell'Art. 2 comma 5 del R.R. le misure di invarianza idraulica e idrologica non si applicano all'intero lotto ma alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione.

**Nel caso specifico nel progetto di invarianza verranno valutate le nuove superfici riguardanti le coperture dell'edificio e i piazzali circostanti, con riferimento alle superfici indicate nella tabella seguente, valutando i coefficienti di deflusso (Ai sensi dell'Art. 11 comma 2 lettera d).**

<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO DI MONTAGGIO E TESTING STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA PER LINEE ELETTRICHE</b>			
<b>SUPERFICI IN PROGETTO oggetto d'invarianza</b>	<b>AREA (mq)</b>	<b>coefficienti di deflusso</b>	<b>AREA IMP (mq)</b>
EDIFICIO	4860,00	1	4860,00
PIAZZALI	6638,00	1	6638,00
		<b>COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE</b>	<b>SUPERFICIE IMPERMEABILE TOT</b>
		<b>1</b>	<b>11498,00 mq</b>
			<b>1,15 ha</b>

### **3 VALUTAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA**

Come accennato in premessa, l'obiettivo che si prefigge il seguente lavoro è il dimensionamento delle opere di compenso idraulico- idrologico. Per una valutazione del possibile apporto idrico delle acque bianche derivanti dal ruscellamento superficiale sull'area di futuro intervento si è fatto riferimento ai criteri e i metodi esposti nel **Regolamento Regionale n. 8 del 19 aprile 2019, recante le modifiche al R.R. n. 7/2017 (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") (entrata in vigore delle modifiche 25 aprile 2019)**

In particolare lo scopo di tale valutazione è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico esistente, conseguenti alle trasformazioni del suolo, con l'obiettivo di definire le misure compensative e gli accorgimenti tecnici necessari ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche dell'ambito territoriale interessato.

La determinazione delle portate critiche, assunte quale elemento di calcolo per il dimensionamento delle opere in progetto, sarà in funzione della superficie scolante e dei relativi contributi idrici, correlati alle piogge intense adottate (o parametri volume minimo dell'invaso).

#### **3.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI E VALORI AMMISSIBILI DELLE PORTATE;**

##### **3.1.1 Generalità normative**



Il territorio regionale è stato suddiviso in 3 diverse aree, riconosciute in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori (vedi ALLEGATO B - RR n. 7/2017): area A (criticità idraulica alta), area B (criticità idraulica media) e area C (criticità idraulica bassa).

Ad ogni area è stabilita l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro valori massimi ammissibili.

AMBITI TERRITORIALI	VALORI AMMISSIBILI DI PORTATA SCARIVABILI
Area A (criticità idraulica alta)	10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
Area B (criticità idraulica media)	20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
Area C (criticità idraulica bassa).	20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Il territorio comunale di **Colico (LC)** rientra in un'area a bassa criticità idraulica perciò l'area è assoggettata ai limiti indicati per le aree **C (vedi Art.7 comma 3) quindi 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.**

### 3.2 MODALITA' DI CALCOLO

Ai fini dell'individuazione della modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, considerando le dimensioni del programma edilizio si è fatto riferimento alla Tabella 1 del RR n.8/2019 che si riporta di seguito

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Area A, B	Area 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		

Tabella: modalità di calcolo da applicare per ogni intervento

Ai sensi dell'Art. 3 comma 5 del R.R. le misure di invarianza idraulica e idrologica non si applicano all'intero lotto ma alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione.

L'intervento sui quali verranno calcolati i volumi interesserà un'area totale di circa **11498,00 m<sup>2</sup>** classificandolo come "**impermeabilizzazione potenziale alta**" in quanto il coefficiente di deflusso medio ponderale risulta superiore a 0,4 (valore 1) per la quale si dovranno dimensionare gli interventi compensativi al fine di rispettare il principio di invarianza idraulica.

Per l'intervento in progetto, secondo la tabella sopra riportata, sarà quindi sufficiente redigere il progetto secondo i requisiti minimi esposto nell'articolo 12 comma 2. in particolare, **il requisito minimo** da soddisfare consiste nella realizzazione di sistemi di smaltimento dimensionati adottando i valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione.

Per l'ambito in esame, ricadente in area C a bassa criticità idraulica l'invaso dovrà avere il volume minimo pari a 400m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile.

Nelle pagine seguenti si riporta la descrizione della metodologia di calcolo utilizzata ed i risultati ottenuti per il caso in esame.

#### 4 CALCOLO REQUISITO MINIMO (VOLUME DA LAMINARE)

<b>PROGETTO</b>	<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO DI MONTAGGIO E TESTING STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA PER LINEE ELETTRICHE</b>
AMBITO TERRITORIALE	AREA C
SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	<b>11498,00 m<sup>2</sup></b>
SUPERFICIE IMPERMEABILE	<b>11498,00 m<sup>2</sup></b>
CLASSE INTERVENTO	2 (IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE MEDIA)
MODALITA' DI CALCOLO	REQUISITI MINIMI
<b>VOLUME DI LAMINAZIONE</b>	<b>400 m<sup>3</sup> PER ETTARO DI SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE</b>
<b>W VOLUME DA SVUOTARE ENTRO 48 ORE</b>	
$(400 \text{ m}^3/\text{ha} \times 11498,00 \text{ m}^2) / 10000 = \mathbf{460 \text{ m}^3}$	

## 5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 5.1 CONTESTO GEOLOGICO, IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area in studio è caratterizzata da depositi di conoide alluvionale distale, derivati dal trasporto solido dei torrenti; nel caso specifico si tratta della conoide del T. Inganna.

Il settore di edificazione, situato nella porzione distale di conoide alluvionale, è caratterizzato da depositi o da accumuli di materiale alluvionale stratificati fini (soprattutto nell'orizzonte superiore) formatosi in seguito all'erosione dell'alveo stesso da parte del corso d'acqua.

Un aspetto interessante deriva dalla caratterizzazione strettamente litologica dei terreni.

L'area in esame si inserisce in un contesto di deposito alluvionale di origine fluviale caratterizzata da terreni incoerenti sabbiosi e/o semicoerenti (sabbie limose nell'orizzonte superficiale) costituenti la conoide. Questi depositi hanno sicuramente spessori plurimetrici (profondità locale investigata maggiore di 100 metri –).

#### DEPOSITI SUPERFICIALI

Per quanto riguarda i depositi di superficie nell'area in oggetto si possono distinguere ambiti deposizionali con caratteristiche generalmente omogenee. Il materiale ha dimensioni variabili tendenzialmente suddivisi in livelli gradati, con materiale grossolano sul fondo, causati da ripetuti e successivi eventi deposizionali.

In particolare; il settore di edificazione, situato nella porzione distale, è caratterizzato dalla presenza di depositi medi con matrice sabbiosa.

Le prove di riferimento bibliografico prese in esame hanno riscontrato, dal punto di vista litologico, la presenza di un deposito sabbioso che interessa i primi 6/7m di profondità per poi passare ad un generale aumento del grado di addensamento con la profondità anche se comunque rimane sostanzialmente basso.

Le indagini effettuate nell'area trovano una buona correlazione con le indagini di riferimento bibliografico.

In particolare si sono individuati i seguenti orizzonti:

- strato 1: da p.c. a profondità di circa 6/7 m, correlabili a depositi scarsamente addensati ( $N_{spt} = 1 - 6$ ) caratterizzati da sabbia e ghiaia fine in matrice limosa e  $V_s = 150/160$  m/s
- strato 2: da - 6/7 m a -10, con valori  $N_{spt} = 15 - 30$  sono correlabile ad uno strato caratterizzato da un aumento del grado di addensamento con la profondità caratterizzato da deposito sabbioso con ghiaia con  $V_s = (190/200)$  m/s
- strato 3 strato mediamente addensato con  $V_s = 300$  m/s

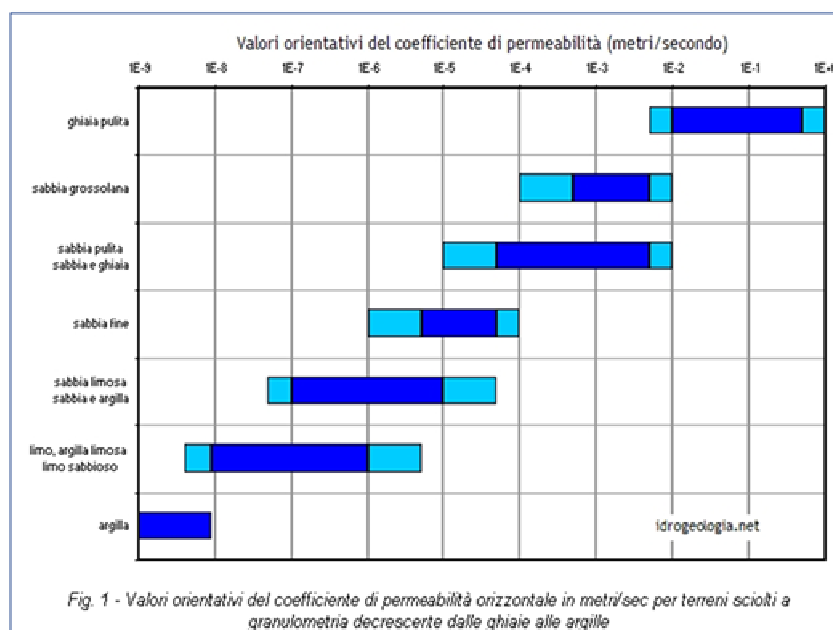
Il sopralluogo dell'area da parte dello scrivente ha rilevato la presenza di materiale di riporto nell'area nord del fabbricato (per pregressa fase di formazione piazzale a supporto dell'attuale capannone).

L'edificio oggetto di ristrutturazione è probabilmente costituito da due parti realizzate in tempi diversi, anche se siamo in presenza di terreni con caratteristiche geotecniche mediocri non si rilevano fessure derivate da possibili cedimenti differenziali o parti lesionate.

Di seguito si riporta una tabella di riferimento bibliografico con i valori di permeabilità corrispondenti alla tipologia dei depositi.

$k$ (m/s)	GRADO DI PERMEABILITÀ	TIPO DI TERRENO
$> 10^{-3}$	Alta	Ghiaia pulita
$10^{-5} - 10^{-3}$	Media	Sabbia pulita, sabbia e ghiaia
$10^{-7} - 10^{-5}$	Bassa	Sabbia molto fine
$10^{-9} - 10^{-7}$	Molto bassa	Limo, sabbie limo argillose, limi sabbiosi, limi argillosi
$< 10^{-9}$	Praticamente impermeabile	Argilla

M.TANZINI (2002) *L'indagine geotecnica*, Flaccovio Ed.



Nell'area la quota media di falda è attestata attorno alla quota 208,00m s.l.m., che confrontata con quella topografica locale (media 215,00) consente di definire il livello profondo della falda attorno ai -7/8 m da p.c.

\* Copia conforme all'originale \* Comune di Colico Prot. n. 0016570 del 29-08-2023 arrivo Cat. 6 Cl. 3

In realtà, la modesta permeabilità, genera in caso di prolungate e/o intense precipitazioni un livello di “falda sospesa) dovuta alla limitata infiltrazione delle acque che può attestarsi nei primi metri (1.5 – 2.5)

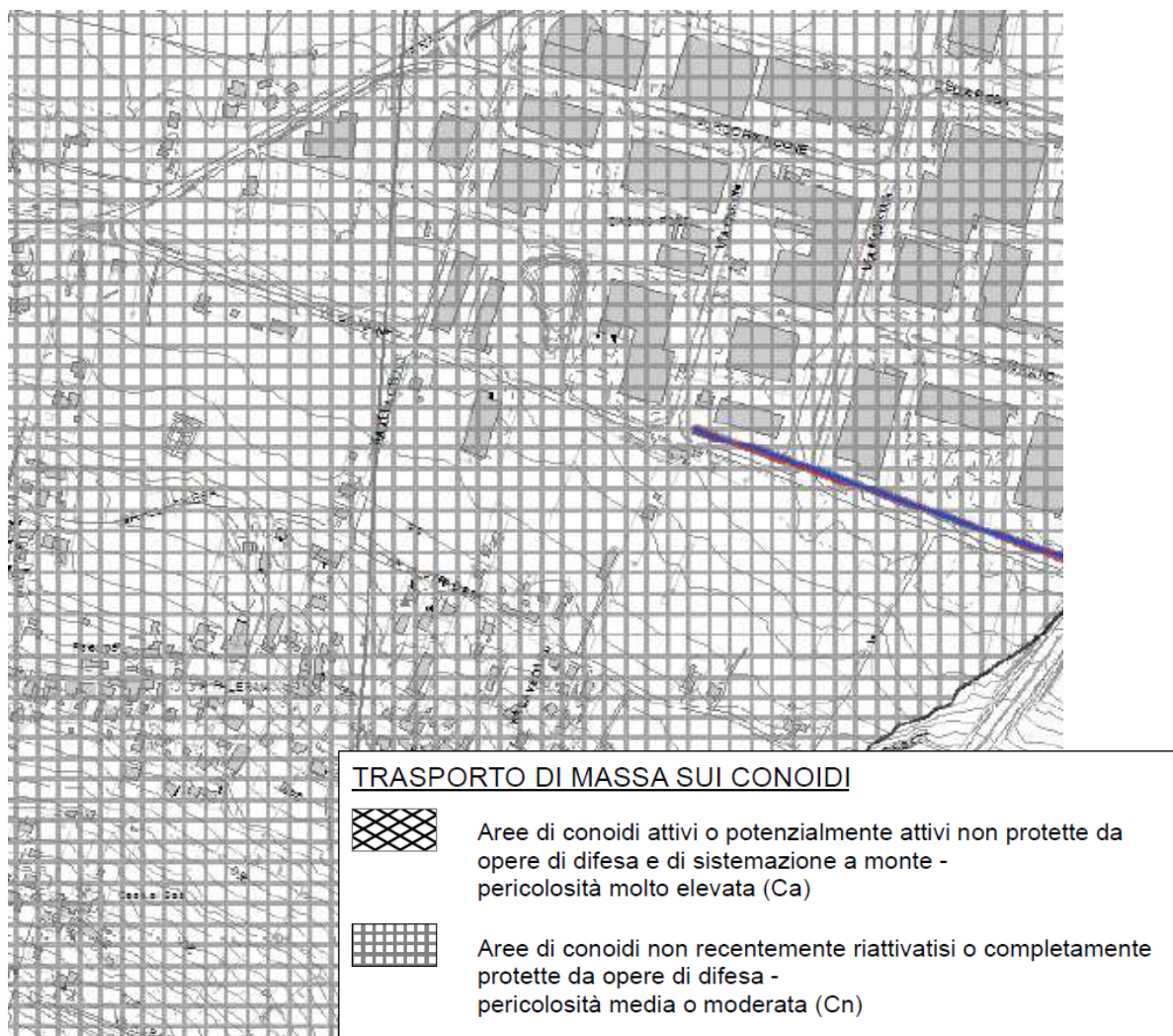
## 5.2 COMMENTO

Le analisi bibliografiche effettuate unitamente alla conoscenza dell’area e alla documentazione tecnica hanno definito la presenza di terreni con un grado di permeabilità medio-bassa.

Viste le caratteristiche dell’area (superfici disponibili), le caratteristiche progettuali, le quantità di volume di acque da smaltire, la valutazione dei possibili costi e l’ubicazione delle nuove opere, di seguito, in accordo con la committenza, si procederà al dimensionamento di una rete di trincee drenanti, seppur con l’accorgimento costruttivo di imporre un’elevata superficie di drenaggio per compensare la permeabilità ridotta.

### 5.3 QUADRO DEI VINCOLI

L'analisi dell'area in oggetto non ha evidenziato la presenza di vincoli che interferiscano con la realizzazione dell'opera di invarianza.



### 5.4 INQUADRAMENTO CLIMATICO

ARPA Lombardia fornisca dati che consentono di modellare matematicamente le precipitazioni. In particolare, grazie a questi dati è possibile caratterizzare gli eventi meteorologici relazionando altezze di pioggia ( $h$ , in mm) e tempi di ritorno (rarietà) dell'evento, per diverse durate di pioggia ( $d$ , in ore), secondo la seguente relazione matematica:


$$h[\text{mm}] = a \cdot d^n \text{ per un assegnato Tempo di Ritorno}$$

dove i parametri a e n sono i dati forniti da ARPA, specifici del luogo in esame. Nel caso in esame, questi parametri e i risultati esposti di seguito, consentono il corretto dimensionamento delle opere di invarianza in relazione alla pioggia attesa nella località specifica.

Tali parametri derivano dallo studio statistico dei dati di pioggia rilevati sul territorio.

La conoscenza dei parametri delle curve consente di dimensionare correttamente la rete di convogliamento delle acque meteoriche.

Per il comune di Colico (LC) si ottengono i seguenti risultati:



## Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: .....

Coordinate: .....

**Linea segnatrice**

Tempo di ritorno (anni)

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 28.32

N - Coefficiente di scala 0.3522

GEV - parametro alpha 0.3213

GEV - parametro kappa -0.0548

GEV - parametro epsilon 0.7937

**Evento pluviometrico**

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

*Formulazione analitica*

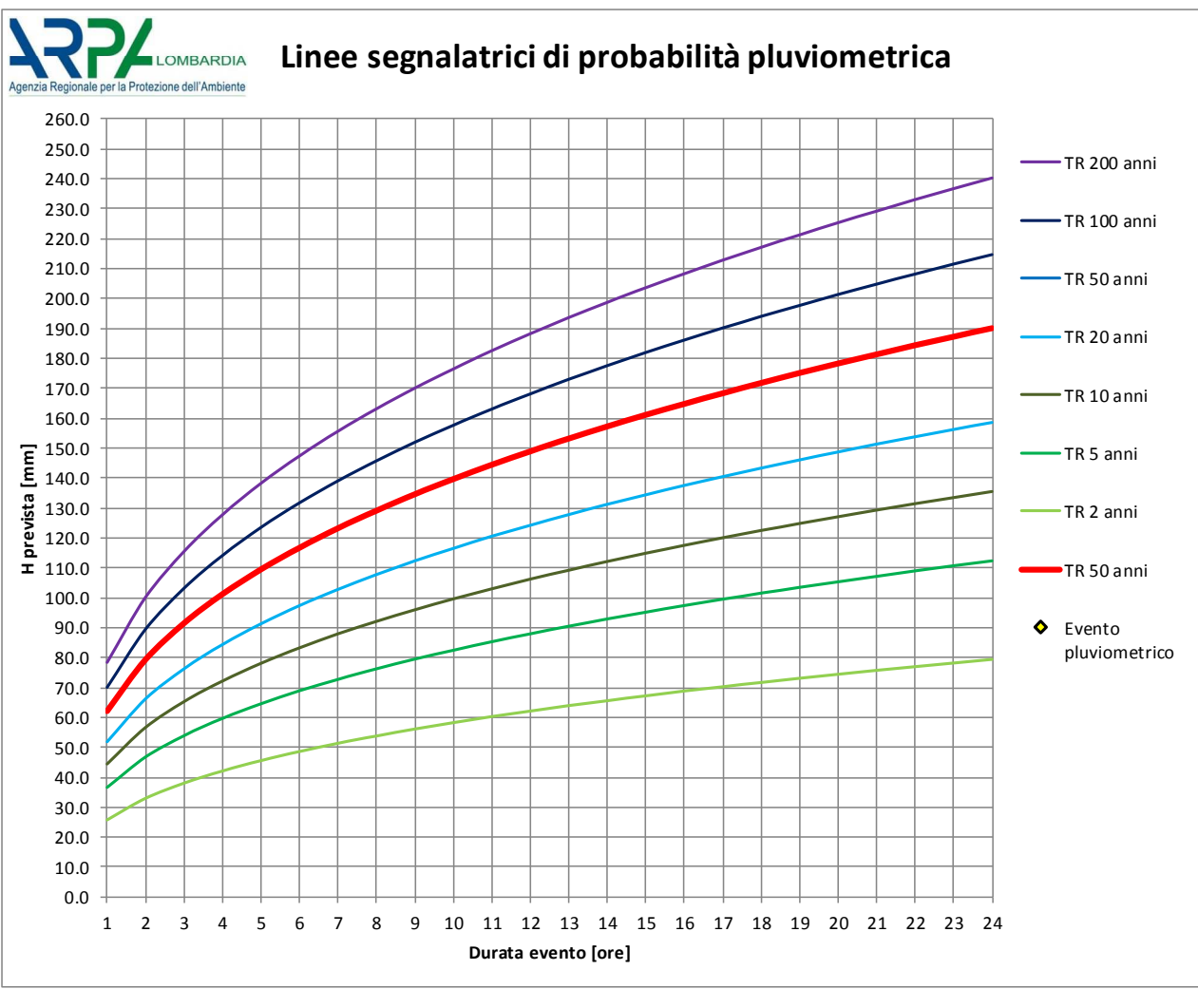
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:  
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>  
[http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA\\_report.pdf](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	0.91265	1.29599	1.56322	1.83008	2.19152	2.47472	2.76787	<b>2.19151593</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	25.8	36.7	44.3	51.8	62.1	70.1	78.4	<b>62.0637313</b>
2	33.0	46.9	56.5	66.2	79.2	89.5	100.1	<b>79.2247078</b>
3	38.1	54.0	65.2	76.3	91.4	103.2	115.4	<b>91.3860672</b>
4	42.1	59.8	72.1	84.5	101.1	114.2	127.7	<b>101.130793</b>
5	45.6	64.7	78.0	91.4	109.4	123.5	138.2	<b>109.399445</b>
6	48.6	69.0	83.2	97.4	116.7	131.7	147.3	<b>116.654837</b>
7	51.3	72.8	87.9	102.9	123.2	139.1	155.6	<b>123.163327</b>
8	53.8	76.3	92.1	107.8	129.1	145.8	163.0	<b>129.094035</b>
9	56.0	79.6	96.0	112.4	134.6	152.0	170.0	<b>134.561895</b>
10	58.2	82.6	99.6	116.6	139.6	157.7	176.4	<b>139.649017</b>
11	60.1	85.4	103.0	120.6	144.4	163.1	182.4	<b>144.416357</b>
12	62.0	88.1	106.2	124.4	148.9	168.2	188.1	<b>148.910567</b>
13	63.8	90.6	109.3	127.9	153.2	173.0	193.5	<b>153.168243</b>
14	65.5	93.0	112.1	131.3	157.2	177.5	198.6	<b>157.218691</b>
15	67.1	95.3	114.9	134.5	161.1	181.9	203.5	<b>161.085787</b>
16	68.6	97.5	117.5	137.6	164.8	186.1	208.1	<b>164.789274</b>
17	70.1	99.6	120.1	140.6	168.3	190.1	212.6	<b>168.345686</b>
18	71.5	101.6	122.5	143.4	171.8	194.0	216.9	<b>171.769028</b>
19	72.9	103.5	124.9	146.2	175.1	197.7	221.1	<b>175.071277</b>
20	74.2	105.4	127.2	148.9	178.3	201.3	225.1	<b>178.262768</b>
21	75.5	107.2	129.4	151.4	181.4	204.8	229.0	<b>181.352488</b>
22	76.8	109.0	131.5	153.9	184.3	208.2	232.8	<b>184.348305</b>
23	78.0	110.7	133.6	156.4	187.3	211.5	236.5	<b>187.257157</b>
24	79.2	112.4	135.6	158.7	190.1	214.6	240.1	<b>190.08519</b>



## 6 PERMEABILITÀ

Si premette che il parametro permeabilità riveste fondamentale peso nel calcolo delle portate da disperdere e del tempo previsto per lo svuotamento ed è contestualmente quello di più difficile attribuzione, per cui è implicito ammettere discrepanze anche sensibili nella procedura di dimensionamento dei sistemi di smaltimento. Il valore medio di permeabilità  $k$  preso come riferimento, deriva dalla litologia prevedibile dei depositi sui quali insiste il comparto in progetto (deposito di conoide).

È inoltre necessario sottolineare come, in seguito alla parziale saturazione del terreno, l'infiltrazione decresce nel tempo: per alcuni tipi di terreni si registra una riduzione di un ordine di grandezza. È quindi opportuno utilizzare un valore di permeabilità ridotto a favore di sicurezza.

Sulla base di ciò e con il supporto degli schemi interpretativi riportati in precedenza, viene adottato il valore (cautelativo per la presenza nell'orizzonte superficiale di interazione opera – scarico, di terreni con granulometrie fini di paleo suoli o depositi di magra, presenza di acqua di falda):



$k = \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ,

il valore di k adottato riveste carattere conservativo nelle implementazioni di calcolo, in quanto sottostima la capacità netta di infiltrazione (assorbimento del terreno) soprattutto in condizioni di massimo carico idraulico.

## 7 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E SMALTIMENTO

La soluzione adottata è stata coordinata con il progettista strutturale e la Committenza, e confrontata con altre potenziali soluzioni (es silos di stoccaggio, scarico in rete acque bianche, ecc) non attuabili per varie motivazioni (ambientali, rete esistente sottodimensionata, ecc).

### 7.1 TRINCEE DI ACCUMULO E DISPERSIONE

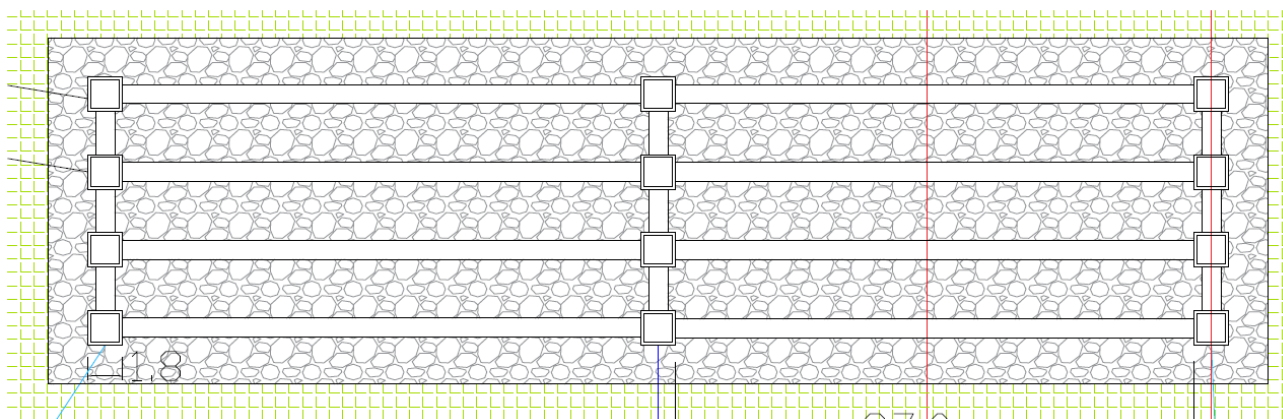
Per lo smaltimento delle acque meteoriche proveniente dal fabbricato in progetto e dalla superficie pavimentata circostante (superficie del lotto interessata dall'intervento comprovante una modifica della permeabilità, Art 3 comma 5) si è previsto, in accordo con il progettista edile e con il Committente, la realizzazione di un sistema di accumulo delle acque meteoriche e la successiva infiltrazione nel sottosuolo mediante trincea di accumulo e di dispersione/infiltrazione.

Le trincee di accumulo e filtrazione (o disperdenti) sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso ciottoloso (senza matrice fine) e pietre, realizzati con lo scopo di favorire l'immagazzinamento (all'interno della trincea) e la successiva filtrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea stessa). Le trincee filtranti sono in grado di rimuovere un'ampia varietà di inquinanti dalle acque di pioggia, attraverso meccanismi assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica. In sommità, quale elemento di separazione, verrà posato uno strato di tessuto non tessuto, di fondamentale importanza visto il reinterro previsto.

Questi sistemi sono solitamente realizzati quando il suolo non è sufficientemente permeabile e contribuiscono al mantenimento del bilancio idrico del sito e alla ricarica delle falde sotterranee.

All'interno della trincea verrà posizionato un tubo forato (tubo di dispersione) per aumentare la capacità d'accumulo e per garantire una più regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea.

Nel caso in esame, visti i volumi notevoli da laminare, invece della singola trincea verrà realizzato un bacino unico, contenente una rete di tubi forati collegati tra loro mediante pozzetti. Il bacino verrà interamente ricoperto in ghiaia e inerbato in superficie. Questa soluzione consentirà di ottenere una maggior superficie di drenaggio e un maggior volume di accumulo rispetto alle singole trincee. La pezzatura del materiale sarà decisa in corso d'opera, ma dovrà comunque essere garantita la presenza del 30% minimo di vuoti.



*Schema delle trincee*

## 7.2 DIMENSIONAMENTO TRINCEA

Le acque convogliate nella trincea si infiltreranno nel terreno sottostante. La trincea è stata dimensionata in modo da accumulare le acque provenienti dai piazzali e dall'edificio e ottenere uno svuotamento completo entro le 48 ore successive alla fine dell'evento di pioggia e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito di intervento.

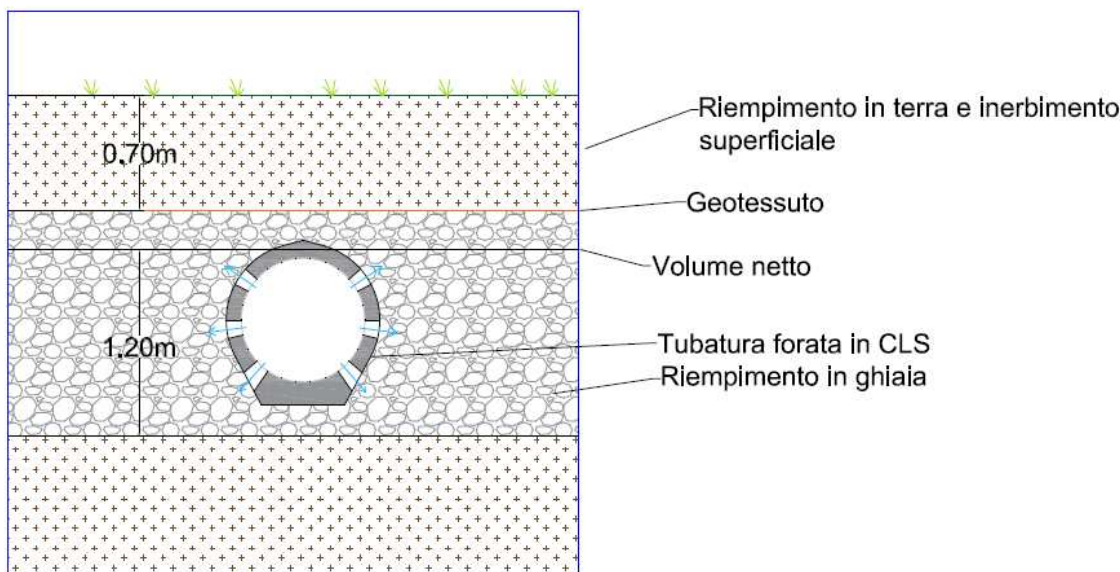
La portata d'acqua infiltrata è ricavabile dall'equazione di Darcy, nota la permeabilità del materiale costituente la trincea drenante e i depositi presenti nell'area.

La trincea sarà realizzata con l'installazione di condotta forata del diametro di 80cm, per uno sviluppo longitudinale di 148m. I fori della condotta saranno del diametro minimo di 20 mm.

Nel complesso, il bacino di infiltrazione contenente le tubature forate e riempito in ghiaia avrà dimensioni 65x18m, profondità 1,20m. La profondità di 1,20m è da considerarsi come la profondità netta a disposizione per l'accumulo. Superiormente, il bacino sarà re-interrato e re-inverdito: oltre alla profondità netta dell'opera, è quindi da considerarsi anche lo spessore del ricoprimento superficiale.

Al fine dell'ottimale funzionamento dell'opera è di fondamentale importanza la quota del piano di posa e la quota dei pozzetti e delle tubature: è importante, infatti, che sia possibile convogliare per gravità le acque meteoriche provenienti dai piazzali e si dovrà quindi garantire un dislivello utile minimo tra le griglie di raccolta e le trincee di infiltrazione. Il rispetto di una pendenza minima di 0.4% per l'intera rete di convogliamento ha determinato la necessità di imporre il piano di posa dell'opera di infiltrazione a -2.10m dalla quota del piazzale.

Si prevede quindi che il ricoprimento superficiale in terra delle trincee drenanti avrà uno spessore pari a circa 70cm.



*Sezione trincea drenante*

L'opera verrà realizzata nell'area verde in prossimità del fabbricato in progetto.

Nella trincea verranno realizzati 18 pozzetti di raccordo e di ispezione di dimensioni 1,80mx1,80m che permetteranno di garantire l'accesso per le operazioni di manutenzione e controllo, oltre al raccordo con i pluviali e tra i tubi drenanti. I pozzetti consentono, inoltre, l'accumulo di volume d'acqua.

Si prevede di realizzare la trincea in piano, evitando pendenze interne, così che si comporti come una vasca piana drenante.

In tabella sono riportate le caratteristiche delle trincee in progetto

VOLUME DI LAMINAZIONE 460 m <sup>3</sup>	
TIPOLOGIA: TRINCEA DRENANTE	
SEZIONE DI SCAVO	RETTANGOLARE
BASE	65x18m
ALTEZZA	1,20m
ALTEZZA SUOLO RICOPRIMENTO	0,70m
PROFONDITA' SCAVO	2,20m
SVILUPPO TUBATURE DRENANTI	148,50 metri lineari
DIAMETRO TUBATURE	80cm
DIMENSIONE POZZETTI (esterno)	1,80mx1,80m h175cm
VOLUME TOTALE ACCUMULABILE	474.32 m <sup>3</sup>

La realizzazione dell'opera esternamente all'area di intervento impone di aggiornare il calcolo delle superfici impermeabili dell'intervento: l'area di base del bacino è stata valutata iterativamente per ottimizzare la superficie di area verde occupata e il volume laminato.

La soluzione finale comporta l'aggiunta di 1143mq di area verde (coefficiente di deflusso 0.3) alla superficie già computata (11498,00 mq di superficie impermeabile). Il volume d'acqua finale da laminare, nel rispetto dei requisiti minimi è pari a 473.71mc, inferiore al volume cumulabile nel bacino (474.32mc).

### 7.3 TUBI DI ADDUZIONE

Le acque meteoriche delle aree di manovra sono coltettate mediante caditoie di raccolta; la rete di pluviali verrà indirizzata direttamente nel sistema di accumulo e dispersione.

Viste le superfici da cui sono coltettate le acque e la pendenza pressochè nulla, è necessario imporre in corso d'opera una pendenza minima di 0.4% alle tubature, per convogliare le notevoli portate previste.

Si rimanda alla planimetria di progetto dove sono riportati i diametri minimi da rispettare per i singoli tratti.

Il diametro delle tubazioni è strettamente correlato alla pendenza, oltre alla capacità di deflusso necessaria.

#### Dati di calcolo

**D**  m = Diametro interno del canale  
**w**  % = Livello percentuale riempimento del canale  
**i**  m/m = Pendenza del canale  
**k**  = Coefficiente di scabrezza

**Q**  m<sup>3</sup>/s = **Portata della condotta**

Diametro esterno [mm]	Portata della condotta [mc/s]
125	0.083
160	0.016
200	0.029

250	0.053
-----	-------

Calcolo da sito internet [www.oppo.it](http://www.oppo.it)

La portata di pioggia attesa nell'ambito in esame è valutata in relazione alla superficie del piazzale e alla pioggia attesa. In particolare, ogni tratto di tubazione sottende un'area di piazzale differente, quindi dovrà collettare portate differenti. Si riporta di seguito la portata di deflusso nel tratto finale delle condotte.

Altezza di pioggia attesa (TR 50anni)	62,10 mm/h
PORTATA massima (corrispondente a metà del piazzale)	0,115 m <sup>3</sup> /s

## 8 CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DELL'INVASO

Si premette che il parametro permeabilità riveste fondamentale peso nel calcolo delle portate da disperdere ed è contestualmente quello di più difficile attribuzione, per cui è implicito ammettere discrepanze anche sensibili nella procedura di dimensionamento dei sistemi di smaltimento.

A favore di sicurezza, verrà considerata la sola infiltrazione dalla superficie di base della trincea:

SUPERFICIE DI BASE TRINCEE	1143,00 m <sup>2</sup>
PORTATA DI INFILTRAZIONE STIMATA	$Q_{inf} = (1143,00 \text{ m}^2 \times 0,00001 \text{ m/s}) = 0,01143 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{11,43 \text{ l/s}}$
TEMPO SVUOTAMENTO	$T_{svuot} = 474,32 \text{ m}^3 \times 1000 / 11,43 \text{ l/s} = 33884,51 \text{ secondi} \approx \mathbf{9,41 \text{ ore.}}$

Nella trincea di accumulo e infiltrazione in progetto il tempo di svuotamento (teorico calcolato) è **inferiore al limite di 48 ore fissato dall'articolo 11, comma 2, lettera f del Regolamento Regionale** considerando anche le incertezze relative alla possibile variazione di permeabilità nel tempo (sedimenti, ecc).

Si rimarca che la quota di posa dei pozzetti di ispezione e delle trincee deve essere tale da consentire la possibilità di collettare le acque per gravità (senza dover ricorrere a sistemi di pompaggio attivi) e, come anticipato, la quota di posa sarà costante per l'intera trincea.

### 8.1.1 Sicurezza dell'impianto

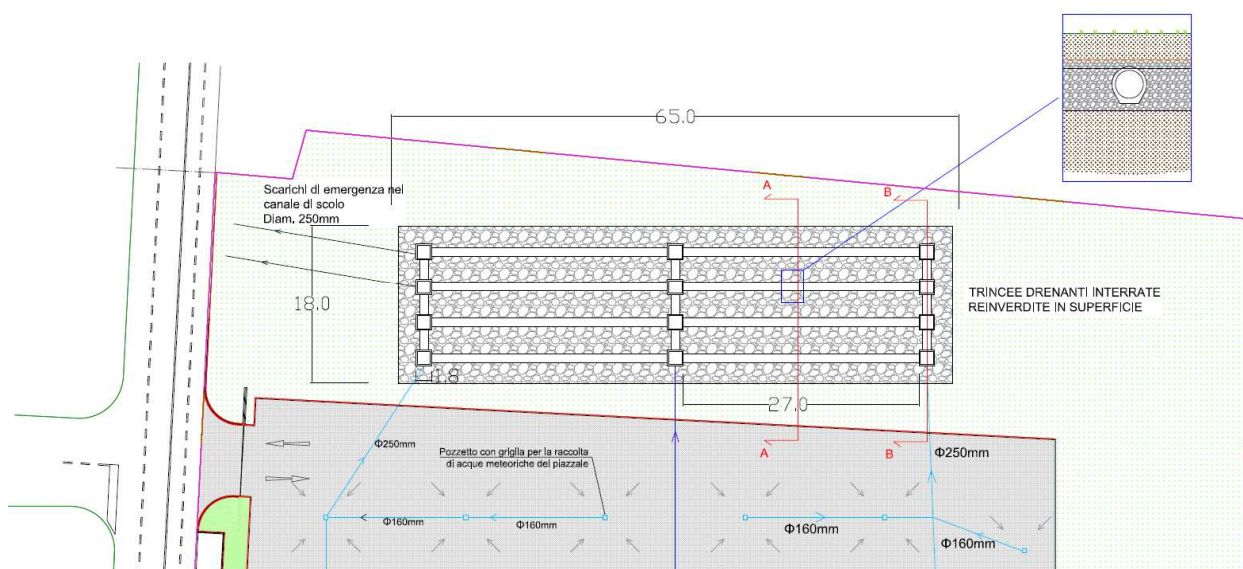
Una problematica che negli ultimi anni appare evidente è la criticità di intensità di pioggia, che spesso non rientra nei canoni di calcolo.

Ne deriva la necessità di adottare comunque soluzioni tecniche di sicurezza per il funzionamento dell'impianto.

Sono previsti in tal senso due scarichi di sicurezza per consentire l'allontanamento delle acque nel fosso a valle della proprietà, lato di monte strada comunale, nel caso di eventi particolarmente intensi, che dovrà essere provvisto di una valvola di non ritorno.

## 9 SCHEMA INDICATIVO UBICAZIONE OPERE DI INFILTRAZIONE

Di seguito si riporta la planimetria con la possibile ubicazione delle opere in progetto coordinate con il progettista e il committente. Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole di progetto.



Planimetria di progetto

## 10 OSSERVAZIONI

L'utilizzo delle superfici pavimentate come aree di manovra di mezzi pesanti è un aspetto da tenere in considerazione nella realizzazione delle opere di invarianza, che saranno soggette a carichi non indifferenti.

## 11 INSTALLAZIONE E ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI – INDIRIZZI DI MASSIMA

(Estratto manuale sulle buone pratiche sistemi di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile, Autori Vari)

### 11.1 TRINCEE DRENANTI

Per la realizzazione dell'opera si procede dapprima con lo sbancamento del terreno in funzione della grandezza della galleria progettata. Si procede alla collocazione di uno strato di geotessuto filtrante sulle pareti sul fondo dello scavo per evitare l'intasamento della stessa da parte delle particelle fini. Si procede successivamente al riempimento del fondo con ghiaia lavata e poi alla collocazione della tubatura microforata per il drenaggio (avvolta anch'essa con uno strato di geotessuto per evitare l'intasamento dei pori). Si riempie lo scavo con ghiaia lavata fino a raggiungere circa la metà della profondità della buca e infine si ricopre, fino al piano campagna, con il suolo derivante dallo sbancamento opportunamente miscelato con sabbia e sostanza organica per aumentarne la porosità e le capacità di drenaggio. Tali dispositivi sono particolarmente adatti in zone sia commerciali che residenziali a medio-alta densità, in cui l'area drenata sia inferiore a 2 ha. Non sono consigliati invece in aree scoscese. In Tabella 24 sono riportati i principali accorgimenti costruttivi per la realizzazione delle trincee filtranti.

<b>Superficie formante il deflusso</b>	< di 2 ha
<b>Caratteristiche del suolo richieste</b>	Terreno che non deve presentare strati impermeabili e alti contenuti di particelle fini come limo e argilla.
<b>Granulometria del suolo ottimale</b>	Terreno contenente almeno il 40% di sabbia, contenuto di sostanza organica tra 8-10%, spessore minimo del suolo 60 cm
<b>Topografia ottimale</b>	Pianeggiante, pendenza massima consigliata del 6%
<b>Materiale impiegato</b>	Ghiaia lavata, geotessuto permeabile, tubo forato per il drenaggio, suolo permeabile preesistente o di riporto se non presente nel sito e essenze vegetali erbacee ed arbustive.

Colico (LC), Luglio 2022

*Dott. geol. Claudio Depoli*