

Dott. Ing. SAMUEL BELTRAME		Via Fratelli dell'Olmo n°7, 28060 SAN NAZZARO SESIA (NO) Tel (0321) 834171 - Cell. 333-6668806 E-mail: samuel@studioingbeltrame.com Codice Fiscale BLT SML 77D29 F952G P.IVA. 02031260033	
Committenti FOUNDRY ECOCER SRL – P.IVA: 13195530152 Viale Europa 64/66 – 20002 – Ossonova (MI)		Elaborato n° Re-01	
Oggetto REALIZZAZIONE DI EDIFICIO PRODUTTIVO RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA		Data Progetto MARZO 2023	
		File Rel_Inveruno_R0.odt	
		Archivio 14/2023	
Località Via per Furato 20001 – Inveruno (MI) Rif.Cat. F.17, M.205-206		Scala ----	Rev. 0.1
		Data Consegna Elaborato 13-04-2023	
Redattore Ing. Samuel Beltrame		Timbro e Firma 	

INDICE

0. PREMESSA.....	4
1. STATO DI FATTO.....	4
2. NORMATIVA.....	6
3. PROGETTO.....	6
3.1 ANALISI IDROLOGICA.....	8
3.1.1 Dati Pluviometrici.....	8
3.1.2 Tempo di ritorno utilizzato.....	9
3.1.3 Analisi Pluviometrica.....	10
3.1.3.1 Analisi Pluviometrica Regionalizzazione con dati Arpa Lombardia.....	10
3.2 DIMENSIONAMENTO DEI PRESIDI DI ACCUMULO.....	14
3.2.1 Metodo delle Sole Piogge.....	14
3.2.1.1 Dati del terreno.....	16
3.3. CONTROLLO DEI VOLUMI MINIMI RICHIESTI DALLA NORMA.....	17
NOTA BENE.....	17
3.4. DEFINIZIONE DEI VOLUMI DI ACCUMULO.....	18
4. TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL SISTEMA.....	19
5. CONSIDERAZIONE SUI FRANCHI DI SICUREZZA CON TR=100 ANNI.....	19
5.1 PARAMETRI PLUVIOMETRICI.....	19
5.2 CONSIDERAZIONI SUI VOLUMI DI ACCUMULO.....	20
6. CONCLUSIONI.....	20
7. PRESCRIZIONI.....	20
8. NOTA CIRCA I POZZI DI DISPERSIONE.....	21
9. VERIFICA DELLA RETE METEORICA.....	21
9.1 Metodo Cinematico o “della Corrivazione”.....	21
9.2 Smaltimento con rete a gravità: verifica idraulica dei collettori.....	31
9.3 Smaltimento con rete a gravità: verifica all’instabilità all’equilibrio elastico dei tubi....	35
10. ALLEGATI.....	36

0. PREMESSA

La presente relazione è redatta per effettuare il dimensionamento dei presidi di invaso e smaltimento delle acque meteoriche, a seguito del recepimento del principio di Invarianza Idraulica in relazione alle superfici permeabili ed impermeabili presenti nell'area di competenza dei lotti di terreno a seguito della realizzazione di nuova unità produttiva all'interno del Comune di Inveruno (MI) in Via per Furato nei terreni identificati catastalmente al F.17, M.205-206.

In particolare, l'oggetto delle analisi è la determinazione del volume dei presidi di accumulo ed il tempo nel quale i volumi di calcolo verranno smaltiti nel recapito finale realizzato in loco con pozzi di dispersione al suolo

1. STATO DI FATTO

La zona oggetto delle presenti analisi è occupata da aree incolte a verde e da porzioni di aree pavimentate. Si faccia riferimento agli elaborati architettonici per i dettagli di competenza e alle immagini sotto riportate.

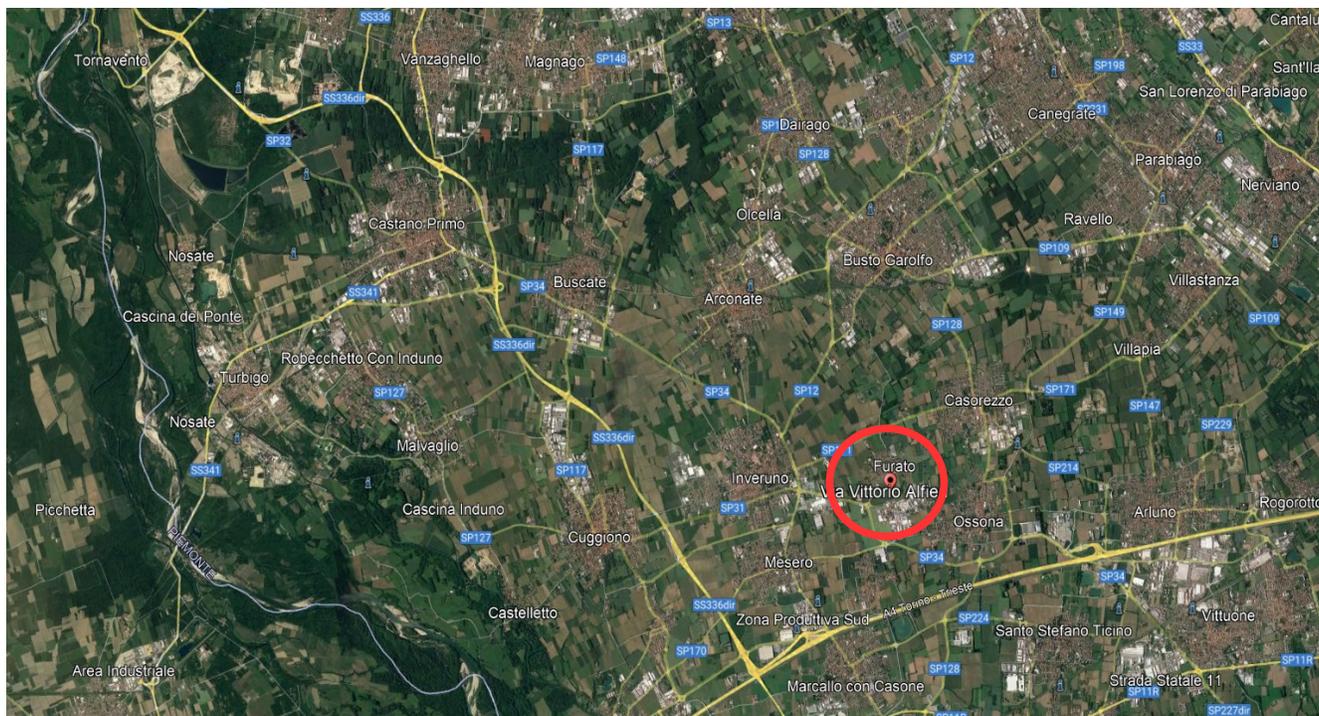


Figura 1: Ubicazione generale del sito. Nel cerchio rosso la zona in esame

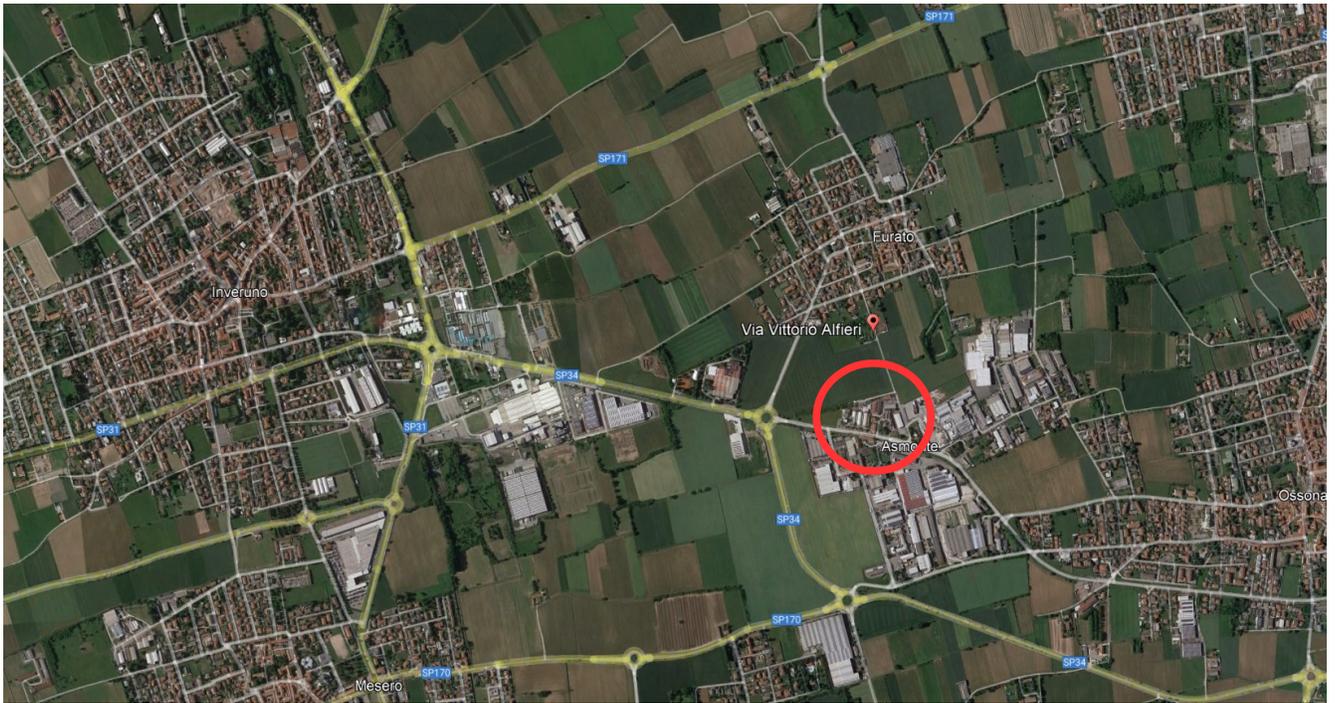


Figura 1: Ubicazione del sito: dettaglio.



Figura 2: Dettaglio dell'area oggetto dei lavori.

2. NORMATIVA

Le operazioni di raccolta e di scarico delle acque sono normate dal Regolamento Regionale (Regione Lombardia) 23 novembre 2017 - n. 7, "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio).

La legge impone il calcolo di un volume minimo di invaso per non far gravare portate e volumi meteorici sugli scarichi esistenti.

Il dispositivo normativo è stato aggiornato dal Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")", entrato in vigore il giorno 25-04-2019.

Dei dispositivi normativi sopra riportati è stata redatta una versione integrata (senza allegati), disponibile per il download - con le norme stesse - alla pagina presso il portale della Regione Lombardia, sezione Servizi ed Informazioni => Enti e Operatori => Territorio => Difesa del suolo => Invarianza idraulica e idrologica).

3. PROGETTO

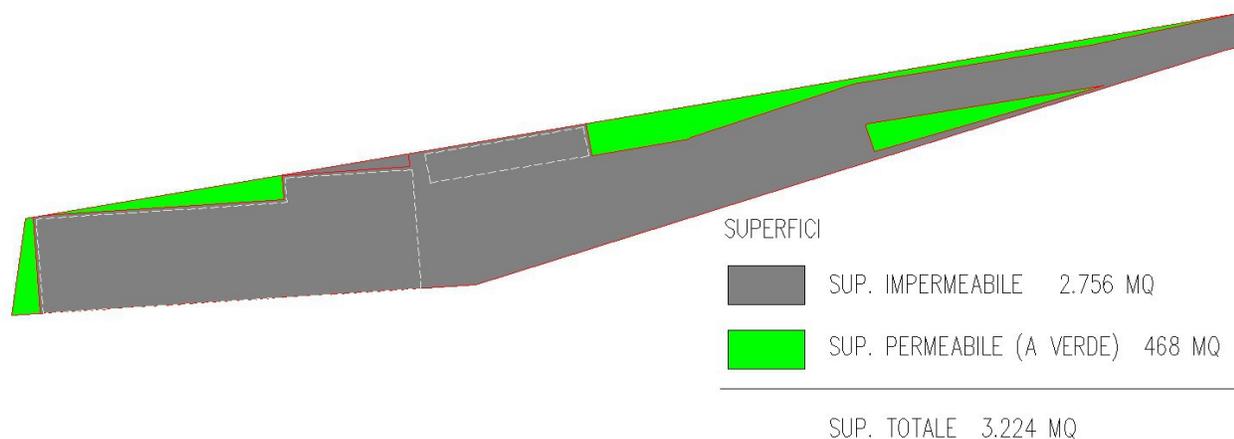
L'intervento prevede la realizzazione di un nuovo edificio produttivo all'interno del complesso esistente. In particolare si prevede, come esplicitato graficamente nelle sottostanti immagini:

- la realizzazione della nuova rete di drenaggio per le acque meteoriche ricadenti sulle superfici delle nuove pavimentazioni e coperture.
- la realizzazione dei presidi di accumulo e smaltimento dei volumi delle piogge, costituiti uno o più pozzi di dispersione al suolo. Di detti presidi, nella presente

relazione, verranno solo dimensionati il volume ed il tempo di svuotamento. Il progetto esecutivo degli stessi presidi è a carico della committenza (del progettista architettonico / strutturale incaricato), mentre nella presente relazione verranno date indicazioni schematiche a riguardo degli stessi.

Per quanto concerne il principio di Invarianza idrologica ed idraulica si tratta di aree coperte impermeabili (coperture, marciapiedi...), aree semipermeabili (ad esempio vialetti in autobloccanti) e aree permeabili (verde privato) le cui superfici, calcolate in base ai dati fornitimi dal progettista (Studio HolpIng srl, Piazza Vittoria n.22 – 20015 – Parabiago – MI , sono di seguito riassunte:

SUPERFICI COMUNICATEMI			
Superficie Impermeabile	Superficie Semi-permeabile	Superficie Permeabile (a verde)	Superficie Totale
2.756 mq	0 mq	468 mq	3.224 mq



Identificazione della tipologia di Aree

Si faccia riferimento agli elaborati architettonici di progetto per i particolari di maggior dettaglio circa le superfici interessate. I coefficienti di deflusso che vengono applicati nella presente relazione sono pari a:

- $\phi_1 = 1,0$ per le superfici impermeabili (coperture, asfalti...);

- $\phi_2 = 0,5$ per le superfici semipermeabili (ex. mattonelle autobloccanti);
- $\phi_3 = 0,0$ per le superfici permeabili (quelle a verde).

Quando si hanno superfici a diverso grado di permeabilità, tali superfici vengono considerate per l'invarianza nella loro interezza: si utilizzerà un coefficiente di deflusso medio ϕ_m pesato pari a:

$$\phi_m = \frac{A_1 \cdot \phi_1 + A_2 \cdot \phi_2 + A_3 \cdot \phi_3}{A_{tot}} = \frac{2.756 \cdot 1 + 0 \cdot 0,7 + 468 \cdot 0,3}{3.224} = 0,8984$$

I coefficienti di deflusso appena ricavati sono quelli che verranno utilizzati nei calcoli idraulici applicati alle intere superfici.

3.1 ANALISI IDROLOGICA

3.1.1 Dati Pluviometrici

Per poter realizzare il modello afflussi/deflussi (il passaggio cioè tra l'utilizzo dei dati di pioggia e la conseguente determinazione delle portate defluenti) si è utilizzata la curva di possibilità pluviometrica nella forma binomia. Tale espressione permette di rappresentare il comportamento delle piogge ovvero l'andamento dell'altezza di pioggia caduta in funzione del tempo.

La funzione è: $h = a \cdot t^n$ in cui è:

- h= Altezza di pioggia cumulata;
- a: Parametro della curva di possibilità pluviom., funzione del tempo di ritorno (TR);
- t: tempo/durata dell'evento meteorico;
- n: Parametro della curva di possibilità pluviom., funzione del tempo di ritorno (TR).

I due parametri che verranno utilizzati nel modello afflussi-deflussi sono **a** ed **n**.

3.1.2 Tempo di ritorno utilizzato

Il Tempo di Ritorno (TR) è quel periodo, statisticamente inteso, nel quale non ci si aspetta più di un superamento di una quantità stimata. Nel nostro caso è quel periodo di tempo nel quale

non ci si aspetta di veder superati più di una volta i valori di portata calcolati. Non esisteva fino a poco tempo fa una norma che indicasse quali tempi di ritorno utilizzare nelle analisi idrologiche per la predizione della pioggia di progetto. L'unico ente che avesse stabilito – internamente ai propri uffici – delle regole in questo senso era ANAS. Si prendeva solitamente come riferimento per i dimensionamenti idraulici il Tempo di Ritorno di 25 anni, in coerenza con quanto previsto da ANAS (vedi sottostante Tabella ANAS)

Tabella 4.2: Tempi di ritorno indicati da ANAS

Elemento	Tempo di ritorno
Piattaforma stradale delle strade secondarie	TR = 10 anni
Fossi di guardia dell'asse principale	TR = 50 anni
Fossi di guardia delle strade secondarie	TR = 20 anni
Ponti e difese fluviali:	
—— Superficie sottesa > 50 kmq	TR = 500 anni
—— Superficie sottesa < 50 kmq	TR = 200 anni
Tombini e ponticelli:	
—— Superficie sottesa 10 kmq	TR = 200 anni
—— Superficie sottesa 10 kmq	TR = 100 anni
Impianti di sollevamento	TR = 25 anni
Porzioni depresse dell'asse principale soggette ad allagamenti	TR = 200 anni
Sottopassi e strade secondarie depresse soggette ad allagamenti	TR = 100 anni

Con l'entrata in vigore della normativa citata al capitolo 2 della presente relazione (Regolamento Regione Lombardia 23 novembre 2017 - n. 7 e s.m.i.), viene indicato il Tempo di Ritorno da considerare nelle analisi idrologiche di questo tipo. All'art.11, punto 2, lett.a) il Tempo di Ritorno è fissato in 50 anni.

3.1.3 Analisi Pluviometrica

Si sono utilizzati i dati pluviometrici relativi alla zona oggetto di studio rinvenuti presso il portale SIDRO di ARPA Lombardia raggiungibile agli indirizzi:

<https://idro.arpalombardia.it/it/map/sidro/> e

https://iris.arpalombardia.it/gisINM/common/webgis_central.php?TYPE=guest

3.1.3.1 Analisi Pluviometrica Regionalizzazione con dati Arpa Lombardia

ARPA Lombardia fornisce liberamente sia i dati parametrici puntuali, utilizzati per il calcolo delle altezze cumulate, sia le stesse altezze di pioggia cumulate per vari tempi di ritorno. Fornisce anche un pratico foglio di calcolo per la determinazione delle altezze di pioggia e dei relativi parametri. Utilizzando tale foglio di calcolo, dopo aver introdotto i valori parametrici della regionalizzazione (a 5 parametri) relativi alla zona oggetto del presente studio, si ottiene quanto di seguito rappresentato.

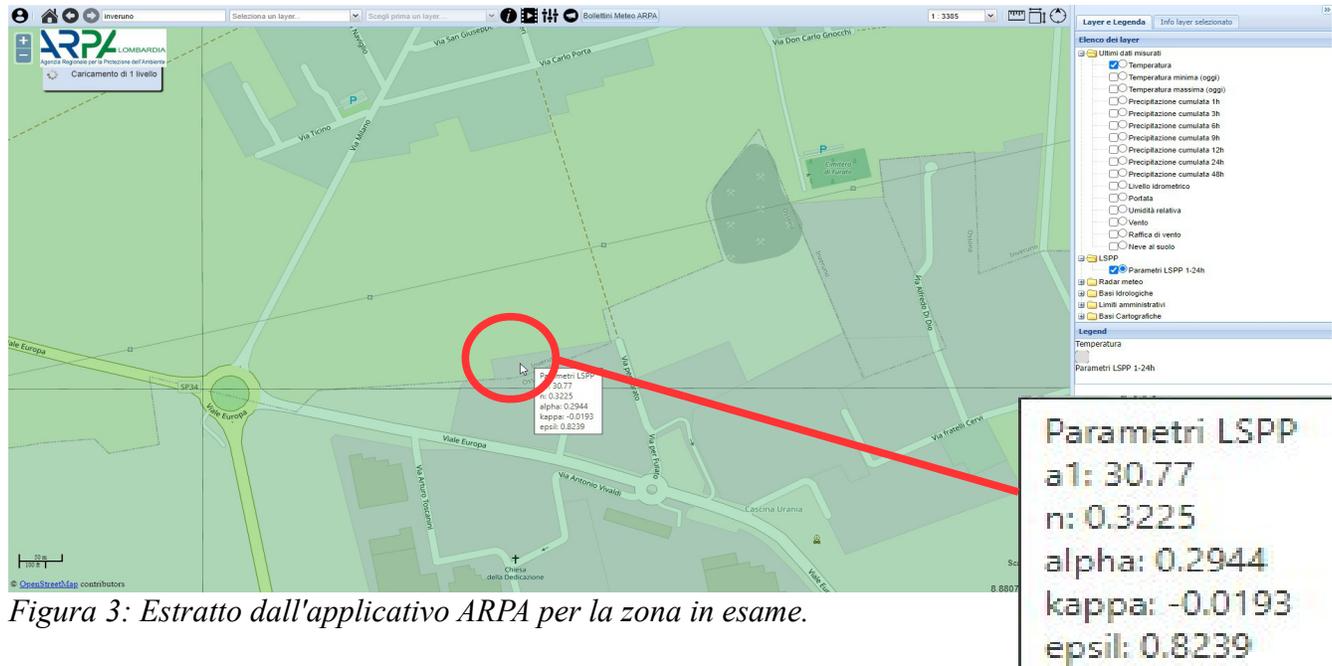


Figura 3: Estratto dall'applicativo ARPA per la zona in esame.

Utilizzando i dati di altezze cumulate si sono rappresentati i dati stessi in un diagramma tempi-altezze. Andando ad interpolare graficamente il diagramma TR=50 con un'equazione esponenziale si ricavano i 2 parametri necessari successivamente al modello afflussi-deflussi. I dati sopra descritti hanno prodotto i seguenti risultati:

TR	a	N (t>1h)	N (t<1h)
50 anni	62,063	0,3225	0,5000

per tempi inferiori all'ora la norma impone di utilizzare per il parametro "n" il valore di 0,5.

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: **Inveruno - Via per Furato F.17, M.205-206**

Coordinate: **4901.685 E, 5.039.545 N**

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) **50**

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

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 30.770
 N - Coefficiente di scala 0.3225
 GEV - parametro alpha 0.2944
 GEV - parametro kappa -0.0193
 GEV - parametro epsilon 0.8239

Identificazione TR dell'evento pluviometrico registrato

Durata dell'evento [ore] **50**
 Precipitazione cumulata [mm] **50**

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:

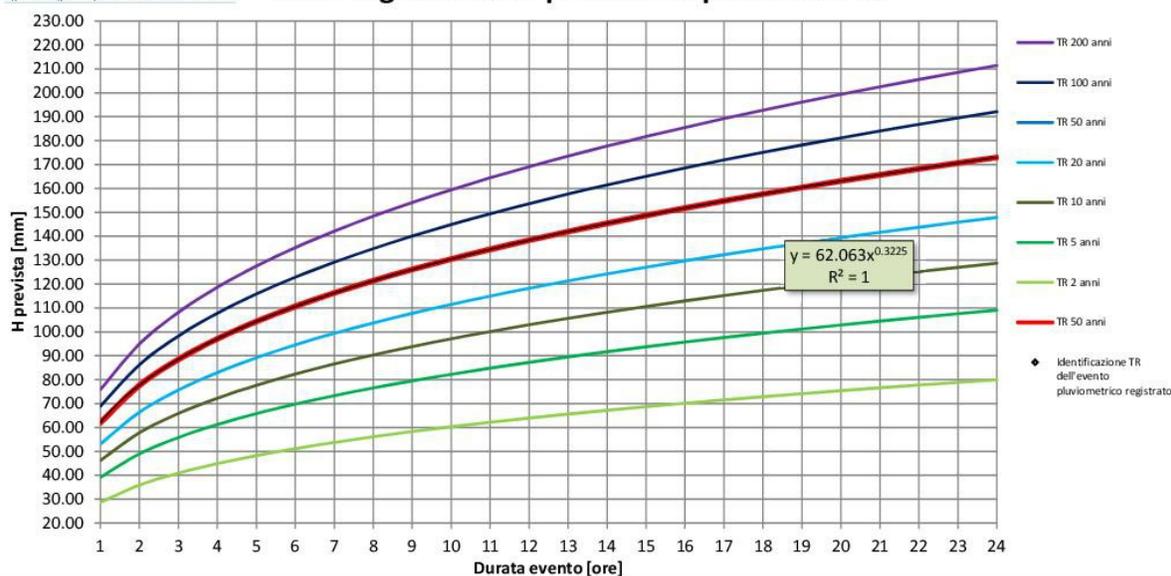
<http://idro.arpalombardia.it/manual/isp.pdf>

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	0.932	1.272	1.501	1.724	2.017	2.240	2.465	2.0170
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	28.68	39.14	46.19	53.04	62.06	68.93	75.86	62.063
2	35.87	48.94	57.76	66.33	77.61	86.19	94.86	77.609
3	40.88	55.78	65.82	75.60	88.45	98.24	108.12	88.451
4	44.85	61.20	72.22	82.95	97.05	107.79	118.63	97.050
5	48.20	65.77	77.61	89.14	104.29	115.83	127.48	104.292
6	51.12	69.75	82.31	94.53	110.61	122.84	135.20	110.608
7	53.72	73.31	86.51	99.35	116.25	129.11	142.09	116.245
8	56.09	76.53	90.31	103.72	121.36	134.79	148.34	121.361
9	58.26	79.49	93.81	107.74	126.06	140.00	154.09	126.059
10	60.27	82.24	97.05	111.46	130.42	144.84	159.41	130.416
11	62.16	84.81	100.08	114.94	134.49	149.36	164.39	134.487
12	63.92	87.22	102.93	118.21	138.31	153.62	169.07	138.314
13	65.60	89.50	105.62	121.31	141.93	157.63	173.49	141.931
14	67.18	91.67	108.18	124.24	145.36	161.45	177.68	145.364
15	68.69	93.73	110.61	127.03	148.63	165.08	181.68	148.635
16	70.14	95.70	112.94	129.71	151.76	168.55	185.50	151.761
17	71.52	97.59	115.17	132.27	154.76	171.88	189.17	154.757
18	72.85	99.41	117.31	134.73	157.64	175.08	192.69	157.637
19	74.14	101.16	119.37	137.10	160.41	178.15	196.07	160.409
20	75.37	102.84	121.36	139.38	163.08	181.13	199.35	163.085
21	76.57	104.47	123.29	141.60	165.67	184.00	202.51	165.671
22	77.72	106.05	125.15	143.74	168.18	186.78	205.57	168.176
23	78.85	107.58	126.96	145.81	170.60	189.48	208.54	170.604
24	79.94	109.07	128.71	147.83	172.96	192.10	211.42	172.962

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



3.2 DIMENSIONAMENTO DEI PRESIDI DI ACCUMULO

Al fine di garantire lo smaltimento delle portate meteoriche senza allagamenti delle superfici in progetto, siccome le portate meteoriche stesse sono in genere superiori alle portate smaltibili agli scarichi autorizzati, si deve dimensionare e predisporre un volume di accumulo pari alla differenza tra la portata meteorica e la portata smaltita, moltiplicata per la durata della pioggia di progetto.

La norma propone due metodi di calcolo:

- il metodo delle sole piogge, applicabile a superfici di estensione inferiore a 10.000mq;
- la procedura dettagliata, per superfici superiori a 10.000mq.

Nella presente relazione, data l'estensione del lotto di lavori, si applica il metodo delle sole piogge.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
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)	
		da > 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

3.2.1 Metodo delle Sole Piogge

Tale metodo simula un processo che di fatto è rappresentato da un'equazione di continuità: per la determinazione del volume di massimo invaso, si scrive l'equazione di continuità in funzione del tempo, la si deriva rispetto al tempo stesso ed infine la si uguaglia a zero per ottenere la condizione di massimo relativo. Si ricava così quello che viene definito il “tempo critico”, ovvero quello che massimizza l'invaso.

I volumi e le portate arrivano naturalmente, cioè secondo la curva di afflusso data dalla linea segnalatrice nella forma:

$$V = \phi \cdot h \cdot A = \phi \cdot a \cdot t^n \cdot A \quad \text{per i volumi e} \quad Q = \frac{V}{t} \quad \text{per le portate.}$$

Il volume di invaso sarà quindi: $V_{\text{Invaso}} = V_{\text{Ingresso}} - V_{\text{Uscita}} = \phi \cdot a \cdot t^n \cdot A - Q_{\text{Uscita}} \cdot t$

Derivando nel tempo l'espressione ed uguagliandola a zero (condizione di massimo relativo)

si ha: $V'_{\text{Invaso}} = n \cdot A \cdot \phi \cdot a \cdot t^{n-1} - Q_{\text{Uscita}} = 0$ da cui $t_{cr} = \left(\frac{Q_{\text{Uscita}}}{n \cdot A \cdot \phi \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$

Il Volume di invaso massimo sarà quindi quello corrispondente al tempo critico:

$$V_{\text{Invaso}} = V_{\text{Ingresso}} - V_{\text{Uscita}} \quad \text{cioè}$$

$$V_{\text{Invaso}} = A \cdot \phi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{\text{Uscita}}}{n \cdot A \cdot \phi \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}} - Q_{\text{Uscita}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{Uscita}}}{n \cdot A \cdot \phi \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Le formule sopra esposte devono contenere le grandezze espresse con unità di misura conformi (del SI). Andando ad inserire le suddette grandezze con le seguenti unità di misura, tipiche delle grandezze idrauliche

GRANDEZZA	Unità di Misura
Q_{uscita}	[l/s]
A	[ha]
a	[mm/ora ⁿ]
n	[-]
t_{cr}	[ore]
V	[m ³]

le precedenti equazioni assumono la forma seguente:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{\text{Uscita}}}{2,78 \cdot n \cdot A \cdot \phi \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e

$$V_{\text{Invaso}} = V_{\text{Ingresso}} - V_{\text{Uscita}} = (10 \cdot A \cdot \phi \cdot a \cdot t_{cr}^n) - (3,6 \cdot Q_{\text{uscita}} \cdot t_{cr})$$

Le equazioni sopra esposte sono scritte in funzione della portata in uscita dal sistema: nel nostro caso lo scarico è la portata che si infiltra nel terreno.

3.2.1.1 Dati del terreno

Il dato di permeabilità viene recepito in base ai risultati delle prove di permeabilità di tipo "Lefranc" eseguite dallo studio geologico Franzosi di Settimo Milanese, la cui relazione è qui allegata. Il dato che si utilizza è il valore di permeabilità pari a $6,15 \times 10^{-4}$ m/s, caratteristico di suoli con buona permeabilità. Nei calcoli idraulici, a favore di sicurezza si applica un coefficiente di cautela ulteriore pari a 1,5.

La superficie drenante di calcolo è di 150 mq ed è quella corrispondente, in pianta, alla sagoma dei 6 pozzi di dispersione al suolo riportati in Allegato alla presente relazione, riempiti con materiale attorno ad un tubo fessurato in CA del diametro interno di 2 m. Si vedano quindi gli schemi di pozzo di dispersione allegati in coda alla presente relazione.

La portata in uscita verso il terreno è quindi pari a:

$$Q = \frac{A \cdot k}{\phi} = \frac{150 \cdot 6,15 \cdot 10^{-4}}{1,5} = 0,0615 \text{ m}^3/\text{s} = 61,5 \text{ l/s}$$

Svolgendo i calcoli prima esposti si ricavano i seguenti dati:

$$t_{cr} = 8 \text{ minuti} \quad \text{e} \quad V_{accumulo} = 64,36 \text{ mc}$$

Si ricorda che il t_{cr} è il tempo di pioggia che massimizza il volume di accumulo, calcolato con il 'metodo delle sole piogge'. N.B. Avendo un tempo critico così basso (ed inferiore all'ora) la norma indica di utilizzare per il parametro "n" il valore pari a 0,5. Tuttavia, per tempi così ridotti (determinati dall'elevato valore della portata in uscita), a parità di tempo critico il valore del parametro "n" pari a 0,3225 produce nel calcolo un volume superiore. Si assume il valore che produce nel calcolo il valore di volume maggiore. Nel nostro caso è 'n' = 0,3225.

NOTA: Il sistema disperdente (in questo caso 1 batteria di 6 pozzi) viene assunto come dato di progetto sulla base di area disposta e di permeabilità del terreno, in modo tale da avere il dato di portata in uscita dal sistema. **Con questi dati di progetto si è dimensionato il volume di accumulo.** Non si effettua quindi la verifica dei pozzi in base alle portate in arrivo agli

stessi (vedi relazione di calcolo delle fognature) in quanto i pozzi stessi fungono da presidio di accumulo, e smaltiscono solo la portata di progetto in uscita, mentre si riempiono.

3.3. CONTROLLO DEI VOLUMI MINIMI RICHIESTI DALLA NORMA

La norma, al punto 2 dell'art. 12 prevede anche dei valori minimi di accumulo in funzione della criticità idraulica della zona. Ai sensi dell'Allegato C della norma stessa, il Comune di Inveruno, all'interno del quale ricade interamente l'intervento, risulta essere in Zona B, (come da art. 1, punto 1, lett. n) sottopunto 3. del Regolamento Regionale n.8 del 19-04-2019), zona per la quale è previsto un accumulo minimo di 500 m³/ ha.

Un altro controllo previsto dalla norma (art.7, punto 5) è la verifica circa la destinazione urbanistica della zona oggetto di studio. Nel caso la zona fosse classificata come "ambito di trasformazione" o ricadesse in "piani attuativi", allora l'invaso minimo dovrà essere di 800 m³/ha indipendentemente dalla criticità idraulica della zona.

Il volume minimo di accumulo, quindi, in virtù del fatto che Inveruno è in classe di criticità idraulica B, è di **500 mc/ha**. I volumi minimi di invaso sono quindi quelli sotto riportati. Verranno realizzati i volumi di calcolo se superiori a quelli minimi, i minimi stessi in caso contrario. Si ha quindi che:

$$A=3.224 \text{ mq}; \phi = 0,8984; \Rightarrow V_{\text{MIN}} = 3.224 \text{ mq} / 10.000 \text{ mq/ha} \times 0,8984 \times 500 \text{ mc/(ha)} = \mathbf{144,82 \text{ m}^3}$$

Tali volumi sono superiori ai volumi derivanti dal calcolo, quindi prevalgono su quelli di calcolo stesso come volumi di progetto da adottarsi.

NOTA BENE

Ai sensi dell'Art. 11, punto 2, lettera e, sottopunto 3, del Regolamento Regionale, se il volume di accumulo per lo smaltimento nel terreno è stato ricavato come valore da requisito MINIMO (art.12, comma 2), tale valore può essere ridotto **del 30%** nel caso in cui la capacità di infiltrazione sia stata ricavata con con prove di permeabilità. Se il valore di calcolo sarà

superiore a quello calcolato con la riduzione del 30%, sarà comunque quello il valore da utilizzare come volume di accumulo. **Avendo effettuato le prove richieste dalla norma, si può usufruire di detta riduzione e pertanto il volume diviene:**

$$V_{\text{MIN}} = V_{\text{MIN.0}} \times 0,7 = 144,82 \times 0,7 = 101,4 \text{ mc}$$

Tale volume è ancora superiore a quello derivante dal calcolo, quindi prevale ed è quello minimo che si adotterà nel progetto.

3.4. DEFINIZIONE DEI VOLUMI DI ACCUMULO

I volumi sopra indicati sono disposti come di seguito indicato:

Da tubazioni dei pozzi disperdenti (n. 1 batteria di 6 pozzi di dispersione, $\varnothing_{\text{int.}} = 2,00\text{m}$, $h_{\text{UTILE}}=3,00\text{m}$)	: 56,5 mc
Dall'invaso nel materiale drenante dei pozzi (circa 230mc al 20%). La percentuale del 20% è da intendersi come indice dei vuoti del materiale drenante (ghiaione).	: 46,2mc
Dalle tubazioni della rete meteorica (vedi apposita relazione)	: 15,3 mc
Dai pozzetti della rete meteorica (vedi apposita relazione). N. 6 pozzetti 80x80, h=100cm	: 3,8 mc
TOTALE	: 121,8 mc > 101,4 mc

4. TEMPO DI SVUOTAMENTO DEL SISTEMA

Il tempo di svuotamento del sistema di accumulo è funzione della sola portata di scarico autorizzabile. Tale portata, come precedentemente detto, è di 61,5 l/s.

Si avrà quindi:

$$t_B = \frac{V}{Q} = \frac{121.800 \text{ l}}{61,5} = 1980 \text{ s} \approx 33 \text{ min}$$

Tale valore è inferiore al tempo di 48 ore massimo previsto dalla norma al Art.11, punto 2, lett.f), sottopunto 2 della norma di invarianza, quindi conforme ai dettami di legge.

5. CONSIDERAZIONE SUI FRANCHI DI SICUREZZA CON TR=100 ANNI

Il progetto di invarianza è stato effettuato considerando un Tempo di Ritorno di 50 anni. Di seguito, ai sensi di norma, vengono riportati gli esiti delle condizioni di invarianza con il TR pari a 100 anni.

5.1 PARAMETRI PLUVIOMETRICI

I dati pluviometrici ricavati per il tempo di ritorno di 100 anni sono i seguenti:

TR	a	N (t>1h)	N (t<1h)
100 anni	68,929	0,3225	0,5000

5.2 CONSIDERAZIONI SUI VOLUMI DI ACCUMULO

Con il TR pari a 100 anni i volumi di accumulo disposti - pari a 121,80 mc - saranno ancora ampiamente sufficienti in quanto il calcolo con questo TR prevede un volume di accumulo pari a 75 mc (calcolato con il metodo delle "sole piogge").

Saranno tuttavia possibili dei rigurgiti nella rete fognaria dovuti alla eventuale insufficienza delle sezioni delle tubazioni.

6. CONCLUSIONI

Le prescrizioni di cui al principio dell' "invarianza idraulica" sono state recepite mediante:

- la determinazione dei volumi minimi di invaso, calcolati nella cifra di 101,4 mc;
- la determinazione del tempo di svuotamento dei volumi, stimato circa 33 minuti per lo scarico nel ricettore finale costituito dal terreno mediante pozzi di dispersione.

7. PRESCRIZIONI

Si prescrive di:

- Rispettare quanto indicato nel Piano delle Manutenzioni allegato alla presente relazione.
- Rendere edotto il sottoscritto ing. Samuel Beltrame dell'avvenuta esecuzione delle opere di invarianza, dandone anche documentazione fotografica, in modo da poter predisporre il necessario "Allegato D" della modulistica regionale di Invarianza, da trasmettersi a cura del sottoscritto a lavori terminati.

8. NOTA CIRCA I POZZI DI DISPERSIONE

Il sistema disperdente viene assunto come dato di progetto: sulla base di area permeabile disposta e di permeabilità del terreno, si è determinato il dato di portata smaltita, in uscita dal sistema. Con questi dati di progetto si è dimensionato il volume di accumulo. Non si effettua quindi la verifica dei pozzi in base alle portate in arrivo agli stessi tramite le tubazioni: i pozzi stessi, infatti, fungono da presidio di accumulo, e, mentre si riempiono, smaltiscono solo la portata di progetto in uscita, e non quella istantanea veicolata dalle tubazioni.

9. VERIFICA DELLA RETE METEORICA

9.1 Metodo Cinematico o "della Corrivazione".

Il metodo utilizzato per la determinazione delle portate a partire dai dati di pioggia (Modello afflussi-deflussi) è il metodo Cinematico o 'della corrivazione'.

La portata al colmo viene calcolata con la formula:

$$Q_p = u \cdot A \quad \text{dove:}$$

- A rappresenta l'area della rete su cui insistono le piogge;
- u è il coefficiente udometrico, il quale rappresenta portata specifica per ettaro di superficie ed è dato dalla seguente espressione:

$$u = 2,78 \cdot \phi \cdot i(t_c) = 2,78 \cdot \phi \cdot \frac{h(t_c)}{t_c} = 2,78 \cdot \phi \cdot \frac{a \cdot t_c^n}{t_c} = 2,78 \cdot \phi \cdot a \cdot t_c^{n-1} \quad \text{dove:}$$

- ϕ rappresenta il coefficiente di deflusso, per il quale si adotta il valore di 0,697, come risulta al capitolo 3 (pag. 8) della presente relazione;
- "n" ed "a" rappresentano i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per TR=50 anni;
- $i(t_c)$ è l'intensità di pioggia in corrispondenza del Tempo di Corrivazione;
- t_c è il tempo di corrivazione, ovvero il tempo impiegato dalla goccia di pioggia caduta

nel punto più lontano per arrivare alla sezione in cui si vuol calcolare la portata. Nel nostro caso tale sezione è posta nei pozzi di dispersione al suolo.

Il tempo di corrivazione è la somma del tempo di ingresso in rete e del tempo trascorso nelle tubazioni. $T_c = T_r + T_t$.

Il primo termine viene calcolato con la nota formula di Mambretti e Paoletti:

$$T_r = \left[\frac{3600^{(n-1)/4} \cdot 120 \cdot A^{0,3}}{\left(i_{\text{fondo}}^{0,375} \cdot (a\phi)^{0,25} \right)} \right]^{4/(n+3)}$$

mentre il secondo termine, è il tempo trascorso nelle tubazioni. Viene calcolato come rapporto tra la lunghezza delle tubazioni e la velocità in esse, identificando la pendenza media delle stesse (relativa a tutta la rete) pari allo 0,3%, un diametro medio delle tubazioni pari a 216 mm interni (come effettivamente disposto), supponendone un riempimento massimo al 90% e utilizzando come materiale il PVC. $T_t = L/Vel$

L'estensione delle superfici di calcolo per l'apporto meteorico è quella relativa alle sole aree impermeabili, in quanto le aiuole sono dotate di cordolatura, e non rilasciano colature verso i piazzali. Per il calcolo di invarianza, a favore di sicurezza, sono invece state conteggiate.

Data l'entità delle aree, e della presenza della rete di smaltimento, il tempo di corrivazione così calcolato, su tutte le Aree sommate, è pari a circa 11 minuti, ed il coefficiente udometrico risulta pari a 404,78 l / (s x ha)

CALCOLO COEFF. UDOMETRICO MEDIO		
Superficie	[mq]	2 759
φ utilizzato	[--]	1.0000
Diam. medio Tubaz.	[mm]	
Diametro int	[mm]	216
h	[mm]	195
angolo al centro	[°]	286.3
A bagn	[m ²]	0.0348
Cbagn	[m]	0.5401
Pend. Equiv. Piazzale	[%]	1.25%
Pend. Equiv. Tubaz.	[%]	0.30%
"c" Strickler Tubi	[m ^{1/3} /s]	85.00
R idr	[m]	0.064
χ	[m ^{1/2} /s]	53.820
Vel	[m/s]	0.748
T _{ingr_rete}	[min]	1.591
T _{in tubaz (L/V_{std})}	[min]	9.310
T _{tot} CORRIVAZIONE	[ore]	0.182
	[min]	10.90
Sup. tot	m ²	2 759
	[ha]	0.276
L tot	[m]	418.0
Coeff. Udom. "u"	[l/(s ha)]	404.78
Portata massima	[m ³ /s]	0.112
	[l/s]	111.7

Si riportano di seguito i calcoli idraulici relativi al calcolo delle portate di rete.

CADITOIA	S	S progr	u	Q	PORTATA CIRCOLANTE		TRONCHI	
					[mq]	[ha]	[l/(s ha)]	[l/s]
	P1	76.0	0.0076	404.78	3.08	3.076	0.0031	P1
P2	76.0	0.0152	404.78	6.15	6.153	0.0062	P2	P3
P3	76.0	0.0228	404.78	9.23	9.229	0.0092	P3	P4
P4	76.0	0.0304	404.78	12.31	12.305	0.0123	P4	P5
P5	76.0	0.0380	404.78	15.38	15.382	0.0154	P5	P6
P6	76.0	0.0456	404.78	18.46	18.458	0.0185	P6	P7
P7	76.0	0.0532	404.78	21.53	21.534	0.0215	P7	P15
P15								
P8	76.0	0.0076	404.78	3.08	3.076	0.0031	P8	P9
P9	76.0	0.0152	404.78	6.15	6.153	0.0062	P9	P10
P10	76.0	0.0228	404.78	9.23	9.229	0.0092	P10	P11
P11	76.0	0.0304	404.78	12.31	12.305	0.0123	P11	P12
P12	76.0	0.0380	404.78	15.38	15.382	0.0154	P12	P13
P13	76.0	0.0456	404.78	18.46	18.458	0.0185	P13	P14
P14	76.0	0.0532	404.78	21.53	21.534	0.0215	P14	I0
I0								
P16	32.5	0.0033	404.78	1.32	1.316	0.0013	P16	I0
I0	0.0	0.0565	404.78	22.85	22.850	0.0228	I0	P15
P15	0.0	0.1097	404.78	44.38	44.384	0.0444	P15	P16
P16								

CADITOIA	S	S progr	u	Q	PORTATA CIRCOLANTE		TRONCHI	
	[mq]	[ha]	[l/(s ha)]	[l/s]	[l/s]	[m³/s]		
C1	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C1	I6
I6								
C2	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C2	I6
I6	0.0	0.1292	404.78	52.29	52.287	0.0523	I6	I7
I7								
P17	32.5	0.0033	404.78	1.32	1.316	0.0013	P17	I12
I12								
C3	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C3	I12
I12	0.0	0.0130	404.78	5.27	5.267	0.0053	I12	I7
I7								
C4	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C4	I7
I7	0.0	0.1520	404.78	61.51	61.506	0.0615	I7	I8
I8								
P18	32.5	0.0033	404.78	1.32	1.316	0.0013	P18	I8
I8	0.0	0.1552	404.78	62.82	62.822	0.0628	I8	I9
I9								
P19	32.5	0.0033	404.78	1.32	1.316	0.0013	P19	I9
I9	0.0	0.1585	404.78	64.14	64.137	0.0641	I9	I10
I10								

CADITOIA	S	S progr	u	Q	PORTATA CIRCOLANTE		TRONCHI	
	[mq]	[ha]	[l/(s ha)]	[l/s]	[l/s]	[m³/s]		
C5	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C5	I10
I10								
C6	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C6	I10
I10	0.0	0.1780	404.78	72.04	72.040	0.0720	I10	I11
I11								
C15	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C15	C16
I1								
C16	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C16	I1
I1	0.0	0.0195	404.78	7.90	7.903	0.0079	I1	I2
I2								
C13	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C13	C14
I2								
C14	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C14	I2
I2	0.0	0.0391	404.78	15.81	15.807	0.0158	I2	I3
I3								
C11	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C11	C12
I3								
C12	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C12	I3
I3	0.0	0.0586	404.78	23.71	23.710	0.0237	I3	I4
I4								

CADITOIA	S	S progr	u	Q	PORTATA CIRCOLANTE		TRONCHI	
	[mq]	[ha]	[l/(s ha)]	[l/s]	[l/s]	[m³/s]		
C9	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C9	C10
I4								
C10	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C10	I4
I4	0.0	0.0781	404.78	31.61	31.613	0.0316	I4	I5
I5								
C7	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C7	C8
I5								
C8	97.625	0.0098	404.78	3.95	3.952	0.0040	C8	I5
I5	0.0	0.0976	404.78	39.52	39.516	0.0395	I5	I11
I11	0.0	0.2756	404.78	111.56	111.557	0.1116	I11	PP
PP								

9.2 Smaltimento con rete a gravità: verifica idraulica dei collettori.

La nuova rete di piazzale è realizzata con tubazioni in PVC con diametro variabili dal DN125mm al DN400mm.

Noti pendenza e diametro si ricavano le relazioni per il calcolo della portata massima che può scorrere in dette tubazioni. Si fissa un riempimento h di primo tentativo; si calcola quindi l'angolo quindi α , (l'angolo al centro relativo all'area bagnata), attraverso la seguente

espressione:
$$\alpha = 2 \cdot \arccos\left(\frac{R-h}{R}\right)$$

dove:

- R rappresenta il raggio del collettore;
- h rappresenta l'altezza di riempimento del collettore.

La scabrezza K risulta funzione del materiale utilizzato per costruire i collettori:

- K risulta pari a 70 se D è minore 0,5 m ed i collettori sono realizzati in gres;
- K risulta pari a 65 se D è maggiore 0,5 m ed i collettori sono realizzati in CLS o CAV;
- K risulta pari a 90 se i collettori sono realizzati in PVC o in P.E.A.D.

Essendo le tubazioni in PeAD, K è pari a 90.

Successivamente si calcola il perimetro bagnato con la seguente relazione:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \alpha}{360}$$

Infine si determina l'area bagnata A con la seguente espressione:

$$A = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \alpha}{360} - R^2 \cdot \text{sen}(\alpha) \cdot \cos(\alpha)$$

Dal rapporto fra area bagnata e perimetro bagnato si ricava il valore del raggio idraulico R in funzione del quale si calcolano velocità "v" e portata di calcolo:

$$v = \sqrt{J \cdot K \cdot R^{\frac{2}{3}}}$$

$$Q_{\text{calcolo}} = v \cdot A$$

Si procede iterativamente facendo variare il valore del riempimento h, fino al raggiungimento della portata di progetto. Se il diametro prescelto non è sufficiente a far scorrere la portata di progetto, si sceglie un diametro maggiore e si ripete il calcolo.

Si riportano di seguito le tabelle di verifica delle tubazioni in relazione alla nuova rete.

TRONCHI		DN	D int	Materiale	Lungh. L	PEND i	Grado di Riemp. h %		Vel	c Strickler	Angolo al centro α	Area Bagnata	Contorno bagnato	Raggio Idraulico	Q circ
		[mm]	[mm]	[--]	[m]	[permille]	[mm]	[--]	[m/s]	[m ^{1/3} /s]	gradi	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]
P1	P2	125.00	119	PVC	10	5.00	56.14	47.18	0.5958	90.00	173.5283	0.0052	0.1802	0.0286	0.0031
P2	P3	160.00	153	PVC	10	5.00	73.21	47.91	0.7086	90.00	175.2070	0.0087	0.2336	0.0372	0.0062
P3	P4	160.00	153	PVC	10	5.00	93.95	61.49	0.7804	90.00	206.5670	0.0118	0.2754	0.0429	0.0092
P4	P5	200.00	191	PVC	10	5.00	96.92	50.75	0.8429	90.00	181.7094	0.0146	0.3029	0.0482	0.0123
P5	P6	200.00	191	PVC	10	5.00	111.16	58.20	0.8889	90.00	198.8817	0.0173	0.3315	0.0522	0.0154
P6	P7	250.00	238	PVC	10	5.00	108.76	45.74	0.9321	90.00	170.2180	0.0198	0.3532	0.0561	0.0185
P7	P15	250.00	238	PVC	15	5.00	118.92	50.01	0.9695	90.00	180.0229	0.0222	0.3736	0.0595	0.0215
P8	P9	125.00	119	PVC	10	5.00	56.14	47.18	0.5958	90.00	173.5283	0.0052	0.1802	0.0286	0.0031
P9	P10	160.00	153	PVC	10	5.00	73.21	47.91	0.7086	90.00	175.2070	0.0087	0.2336	0.0372	0.0062
P10	P11	200.00	191	PVC	10	5.00	82.18	43.03	0.7828	90.00	163.9623	0.0118	0.2733	0.0431	0.0092
P11	P12	200.00	191	PVC	10	5.00	96.92	50.75	0.8429	90.00	181.7094	0.0146	0.3029	0.0482	0.0123
P12	P13	200.00	191	PVC	10	5.00	111.16	58.20	0.8889	90.00	198.8817	0.0173	0.3315	0.0522	0.0154
P13	P14	250.00	238	PVC	10	5.00	108.76	45.74	0.9321	90.00	170.2180	0.0198	0.3532	0.0561	0.0185
P14	I0	250.00	238	PVC	5	5.00	118.92	50.01	0.9695	90.00	180.0229	0.0222	0.3736	0.0595	0.0215
P16	I0	250.00	238	PVC	5	5.00	28.49	11.98	0.4358	90.00	81.0072	0.0030	0.1681	0.0179	0.0013
I0	P15	250.00	238	PVC	10	5.00	123.19	51.80	0.9838	90.00	184.1309	0.0232	0.3821	0.0608	0.0228
P15	P16	250.00	238	PVC	13	5.00	202.25	85.05	1.1025	90.00	269.0210	0.0403	0.5583	0.0721	0.0444

TRONCHI		DN	D int	Materiale	Lungh. L	PEND i	Grado di Riemp. h %		Vel	c Strickler	Angolo al centro α	Area Bagnata	Contorno bagnato	Raggio Idraulico	Q circ
		[mm]	[mm]	[--]	[m]	[permille]	[mm]	[--]	[m/s]	[m ^{1/3} /s]	gradi	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]
C1	I6	160.00	153	PVC	14	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
C2	I6	160.00	153	PVC	14	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
I6	I7	315.00	300	PVC	2	5.00	176.99	59.08	1.2063	90.00	200.9182	0.0434	0.5253	0.0825	0.0523
P17	I12	160.00	153	PVC	3	5.00	32.53	21.29	0.4607	90.00	109.9037	0.0029	0.1465	0.0195	0.0013
C3	I12	160.00	153	PVC	2	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
I12	I7	200.00	191	PVC	10	5.00	60.79	31.83	0.6713	90.00	137.3713	0.0078	0.2290	0.0343	0.0053
C4	I7	160.00	153	PVC	10	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
I7	I8	315.00	300	PVC	10	5.00	197.48	65.91	1.2479	90.00	217.1190	0.0493	0.5677	0.0868	0.0615
P18	I8	160.00	153	PVC	10	5.00	32.53	21.29	0.4607	90.00	109.9037	0.0029	0.1465	0.0195	0.0013
I8	I9	315.00	300	PVC	10	5.00	200.50	66.92	1.2529	90.00	219.5630	0.0501	0.5740	0.0873	0.0628
P19	I9	160.00	153	PVC	8	5.00	32.53	21.29	0.4607	90.00	109.9037	0.0029	0.1465	0.0195	0.0013

DN	D int	Materiale	Lungh.	PEND	Grado di Riemp.		Vel	c Strickler	Angolo al centro α	Area Bagnata	Contorno bagnato	Raggio Idraulico	Q circ
			L	i	h	%							
[mm]	[mm]	[--]	[m]	[permille]	[mm]	[--]	[m/s]	[m ^{1/3} /s]	gradi	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]
315.00	300	PVC	5	5.00	203.55	67.94	1.2576	90.00	222.0547	0.0510	0.5806	0.0878	0.0641
160.00	153	PVC	8	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
160.00	153	PVC	5	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
315.00	300	PVC	10	5.00	222.98	74.42	1.2803	90.00	238.4830	0.0563	0.6235	0.0902	0.0720
160.00	153	PVC	2	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
160.00	153	PVC	2	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
250.00	238	PVC	20	5.00	68.96	29.00	0.7384	90.00	130.3296	0.0107	0.2705	0.0395	0.0079
160.00	153	PVC	2	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
160.00	153	PVC	5	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
250.00	238	PVC	20	5.00	99.71	41.93	0.8948	90.00	161.4194	0.0177	0.3350	0.0527	0.0158

TRONCHI		DN	D int	Materiale	Lungh.	PEND	Grado di Riemp.		Vel	c Strickler	Angolo al centro α	Area Bagnata	Contorno bagnato	Raggio Idraulico	Q circ
					L	i	h	%							
		[mm]	[mm]	[--]	[m]	[permille]	[mm]	[--]	[m/s]	[m ^{1/3} /s]	gradi	[m ²]	[m]	[m]	[m ³ /s]
C11	C12	160.00	153	PVC	2	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
C12	I3	160.00	153	PVC	3	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
I3	I4	250.00	238	PVC	20	5.00	125.96	52.97	0.9927	90.00	186.8038	0.0239	0.3877	0.0616	0.0237
C9	C10	160.00	153	PVC	5	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
C10	I4	160.00	153	PVC	5	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
I4	I5	315.00	300	PVC	20	5.00	131.13	43.77	1.0654	90.00	165.6809	0.0297	0.4332	0.0685	0.0316
C7	C8	160.00	153	PVC	5	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
C8	I5	160.00	153	PVC	5	5.00	57.19	37.43	0.6299	90.00	150.8703	0.0063	0.2012	0.0311	0.0040
I5	I11	315.00	300	PVC	8	5.00	149.03	49.74	1.1283	90.00	179.4086	0.0350	0.4691	0.0747	0.0395
I11	PP	400.00	380	PVC	5	5.00	243.59	64.03	1.4513	90.00	212.6032	0.0769	0.7058	0.1089	0.1116

Come si evince da quanto sopra riportato, visti i riempimenti, le tubazioni sono tutte verificate con elevato margine di sicurezza. Il volume delle tubazioni corrisponde a quello indicato al paragrafo 3.4 della presente relazione.

9.3 Smaltimento con rete a gravità: verifica all'instabilità all'equilibrio elastico dei tubi.

Una tubazione sollecitata da forze radiali uniformemente distribuite e dirette verso il centro di curvatura, dapprima rimane circolare, poi all'aumentare delle forze, si inflette ovalizzazione (deformata a due lobi) e progressivamente si ha deformazione a tre lobi, ecc.

Il carico critico per unità di superficie vale: $p_{cr}=(n^2-1) Et /r^3$

dove n è il numero dei lobi della deformata.

Il carico critico che provoca la deformazione a due lobi è quindi pari a: $p_{cr}=3 Et/r^3$

La forza critica per unità di lunghezza che provoca l'instabilità elastica è: $P_{cr} = p_{cr}D$

dove $D[m]$ = diametro esterno del tubo

Per quanto riguarda le tubazioni interrate, la sollecitazione che determina l'instabilità elastica è legata, oltre alle caratteristiche meccaniche della tubazione, anche al modulo elastico E_s del suolo che circonda la tubazione.

La norma ANSI-AWWA C950/88 propone la seguente espressione per la valutazione la pressione ammissibile (definita anche "pressione ammissibile di Buckling"):

$$q_a = \frac{1}{FS} (32R_w B' E_s \frac{E_t I}{D^3})^{1/2}$$

dove:

$q_a [N/cm^2]$ = la pressione ammissibile di buckling

FS è il fattore di progettazione, pari a 2.5

R_w è il fattore di spinta idrodinamica della falda eventualmente presente

$$R_w = 1 - 33.0 (H_w / H) \quad 0 \leq H_w \leq H$$

B' è il coefficiente empirico di supporto elastico fornito dalla relazione

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0.213H})$$

H è l'altezza di rinterro [cm]

H_w è l'altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione [cm]

Nel caso in cui la verifica inerente all'inflessione diametrale $\Delta y/D$ fornisca valori prossimi al limite massimo accettabile si dovrà utilizzare un fattore di progettazione FS=3 in luogo di 2.5.

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile q_a con la risultante dei carichi esterni applicati.

In particolare dovrà risultare:
$$\gamma_w H_w + R_w \frac{W_c}{D} + \frac{W_l}{D} \leq q_a$$

L'inflessione diametrale, le sollecitazioni e la pressione massima ammissibile di buckling in una tubazione flessibile interrata dipendono in maniera determinante dal modulo di elasticità del suolo e quindi dal tipo di terreno utilizzato per letto di posa ed il rinfianco della tubazione e dal grado di costipamento.

In allegato i risultati del calcolo in cui si evidenzia che tutte le tubazioni sono verificate

Laddove invece per tutti i diametri, ed a favore di sicurezza, si dovessero avere ricoprimenti bassi, tutti e i soli tratti di tubazione con ricoprimento inferiore ai 60 cm dovranno essere adeguatamente calottati.

10. ALLEGATI

Si allegano:

- Allegato E della Norma e Piano delle Manutenzioni;
- Schema di pozzi disperdenti. Detto schema non è un esecutivo: il presidio può essere realizzato secondo le esigenze della committenza, a patto di rispettare la superficie disperdente ed il volume totale immagazzinato. N.B.: accertarsi, nel caso fosse necessario, di avere le necessarie autorizzazioni allo scarico al suolo e/o l'assenza di vincoli per detta fattispecie di scarico (ad. ex. Zona tutela pozzi idrici...);
- Relazione per la determinazione della permeabilità del suolo, a cura dello Studio Franzosi di Settimo Milanese.

Allegato E - Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA' (Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritto ING. SAMUEL BELTRAME

nato a NOVARA il 29-04-1977

residente a SAN NAZZARO SESIA (NO)

in via FRATELLI DELL'OLMO n. 7

iscritto/ all'Ordine degli INGEGNERI della Provincia di NOVARA

Regione PIEMONTE, N. DI ISCRIZIONE 1957/A

incaricato dalla Proprietà

[X] proprietari, [] utilizzatore [] legale rappresentante ditta FOUNDRY ECOCER

di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di "REALIZZAZIONE DI FABBRICATO PRODUTTIVO"

sito in Provincia di MILANO, nel Comune di Inveruno in Via per Furato.

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 INVERUNO, 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

· 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 per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area A, pari a:

- 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento se lo scarico avverrà in fognatura
- 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- -- l/ s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

→ · **che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a 61,5 l/s che equivale ad una portata infiltrata pari a 191 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (terreno ad elevatissima permeabilità)**

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

→ · **all'articolo 12, comma 3 del regolamento**

di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* con i contenuti di cui:

→ **all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)**

- all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

di aver redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

ASSEVERA

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;

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.

SAN NAZZARO SESIA, 13-04-2023
(luogo e data)

Il Dichiarante



Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.

PIANO DI MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

1 Premessa

Il presente documento costituisce il piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica ed idrologica per le opere riguardanti la realizzazione nel comune di Inveruno di nuove edificazioni produttive.

Gli interventi di manutenzione si definiscono di tipo "ordinario" e "straordinario" in funzione del rinnovo e della sostituzione delle parti di impianto e di conseguenza delle modifiche più o meno sostanziali delle prestazioni dell'impianto stesso.

Le operazioni di manutenzione ordinaria faranno riferimento ad un programma di manutenzione (preventiva) e potranno essere anche correttive, mentre le operazioni di manutenzione straordinaria saranno esclusivamente del tipo correttivo.

Entrambi i tipi di manutenzione rappresentano la somma delle operazioni e degli interventi da eseguire per ottenere la massima funzionalità ed efficienza delle opere allo scopo di mantenere nel tempo il valore, la loro affidabilità e garantire la massima continuità di utilizzo.

1.1 Manutenzione ordinaria

Per manutenzione ordinaria si intendono gli interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso nonché a far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso. Sono interventi che possono essere affidati a personale tecnicamente preparato anche se non facente parte di imprese installatrici abilitate. Per tali interventi non è necessario il rilascio della certificazione dell'intervento. La manutenzione ordinaria potrà essere preventiva o correttiva come di seguito specificato.

1.2 Manutenzione preventiva

La manutenzione preventiva è effettuata secondo i criteri generali precedentemente enunciati. Gli interventi potranno essere di duplice natura:

- Gli interventi programmati, definiti nei modi e nei tempi nelle tabelle di Manutenzione Programmata;
- Gli interventi a richiesta sono quelli conseguenti ad accadimenti o segnalazioni particolari che non hanno provocato guasti e che comunque richiedono o possono dar luogo a interruzioni di servizio

1.3 Manutenzione correttiva

Gli interventi di manutenzione correttiva sono quelli da effettuare a causa di un guasto e/o di una interruzione accidentale del servizio.

Gli interventi possono essere "Urgenti" o "Non Urgenti".

Gli interventi "Urgenti" sono quelli che devono essere effettuati in un tempo massimo individuabile in ore dalla Committente, e riguardano:

- Problemi che provocano situazioni di pericolo per le persone e/o gli apparati, o di inagibilità del servizio.
- Problemi che provocano l'interruzione del servizio con conseguente blocco del servizio;

Gli interventi "Non Urgenti" sono quelli determinati da guasto che non pregiudica l'operatività della Committente.

I tempi e i modi di queste operazioni di manutenzione devono di volta in volta essere concordati con i Responsabili della Committente.

1.4 Manutenzione straordinaria

Per manutenzione straordinaria di un'opera si intendono gli interventi con rinnovo e/o sostituzione di sue parti, che non modificano in modo sostanziale le sue prestazioni, siano destinati a riportare l'opera stessa in condizioni ordinarie di esercizio, richiedano in genere l'impiego di strumenti o di attrezzi particolari, di uso non corrente, e che comunque non rientrino in interventi di trasformazione o ampliamento opera o nella posa di una nuova opera, e che non ricadano negli interventi di manutenzione ordinaria. Si tratta di interventi che pur senza obbligo di redazione di progetto, richiedono una specifica competenza tecnico-professionale e la redazione da parte dell'Installatore della documentazione di certificazione degli interventi. La manutenzione straordinaria è intesa solo in senso correttivo come di seguito specificato.

Sarà da effettuarsi con interventi su chiamata, ogni qual volta se ne renda necessario, in conseguenza di guasti di qualunque natura e per qualsiasi ragione verificatisi all'opera, con facoltà di eseguire le riparazioni sia sul posto, che presso propria officina.

1.5 Obblighi del manutentore

Il manutentore nominerà un Responsabile dei lavori che, oltre ad essere sempre presente al momento dei lavori medesimi, sarà l'interlocutore diretto della Committente in assenza del Responsabile del servizio di manutenzione. Quanto deciso dal responsabile dei lavori o concordato con la Committente sarà impegnativo a tutti gli effetti per la Ditta di manutenzione, che se ne assume tutte le conseguenze.

Il manutentore fornirà a propria cura e spese il personale incaricato degli interventi di tutti i dispositivi e le strumentazioni necessari per lo svolgimento del lavoro di manutenzione.

Qualora dispositivi e/o strumentazioni fossero parte integrante o dotazione di particolari apparati o impianti, o comunque di proprietà della Committente, il manutentore sarà autorizzato al loro uso secondo le modalità ed esigenze che Lei stessa potrà stabilire, ma rimarrà responsabile del loro uso corretto e della loro conservazione ed efficienza.

Il manutentore provvederà a sua cura e spese a munire il suo personale di tutti i materiali d'uso e di consumo necessari per lo svolgimento dei lavori oggetto dell'appalto.

Dei materiali suddetti il manutentore terrà opportuna scorta con lo scopo di evitare qualsiasi discontinuità nel funzionamento in perfetta efficienza degli impianti e degli apparati.

Il manutentore avrà l'obbligo di mantenere la pulizia degli apparati e delle opere di sua pertinenza.

In particolare, dovranno essere lasciati puliti tutti i luoghi dove si sono svolti lavori e sarà cura del manutentore la raccolta e la discarica di tutti gli eventuali materiali di risulta (tutti gli oneri di smaltimento saranno completamente a carico del manutentore).

Sarà obbligo del manutentore predisporre a sua cura e spese quanto necessario come mezzi e personale in caso di interventi o visite di ispezione e controllo, sia di legge sia di specialisti in particolari settori.

In particolare, il manutentore provvederà, se necessario, a tutte le attività accessorie occorrenti per l'intervento di cui trattasi, come ad esempio rimozione di parti di opere o di pavimentazione e al loro ripristino.

Qualora si rendessero necessarie operazioni di demolizione, sarà a carico della Committente il costo dei materiali necessari al ripristino della situazione precedente.

Nel caso in cui le demolizioni risultassero necessarie per eliminare guasti o sostituzioni dovuti a errate manovre da parte dell'Assuntore, tutte le opere di ripristino allo stato precedente saranno a carico del medesimo.

Il manutentore dovrà provvedere a sua cura e spese, assumendosene la responsabilità, a tutte quelle opere o disposizioni necessarie per garantire la sicurezza del proprio personale, di terzi e delle cose circostanti durante e dopo l'esecuzione dei lavori.

A tal fine il manutentore dovrà, insieme alla Committente, prendere atto e valutare tutte le possibili fonti di rischio negli ambienti in cui verranno svolte le attività di manutenzione, in modo di essere perfettamente consapevole dello stato esistente e dovrà quindi presentare, prima dell'inizio dei lavori, un piano di sicurezza. Infine, preso atto della situazione, non potrà in alcun modo rivalersi sulla Committente in caso di eventuale sinistro.

La Committente potrà richiedere di incrementare e/o modificare quelle disposizioni e previsioni che, a suo insindacabile giudizio e/o per disposizione di legge, non fossero ritenute adeguate a garantire la sicurezza delle persone e delle cose, senza comunque che il manutentore sia sollevato da alcuna responsabilità in merito.

In caso di sinistro il manutentore è obbligato a predisporre tutti gli interventi necessari, dandone immediata comunicazione alla Committente.

Il manutentore dovrà tenere un registro aggiornato di tutti gli interventi effettuati giorno per giorno, previsti o imprevisi.

In tale registro dovranno essere annotati, insieme con gli interventi in dettaglio, i materiali sostitutivi, gli eventuali imprevisi riscontrati, le eventuali osservazioni e il tempo impiegato per ciascun singolo intervento.

Per i componenti più importanti dell'impianto, il manutentore annoterà su apposite schede tutti gli interventi di volta in volta effettuati, realizzando così un archivio storico per ciascuna parte dell'impianto.

Dette registrazioni potranno essere effettuate sia durante che dopo le operazioni di manutenzione programmata e/o correttiva.

Il presente piano costituirà il supporto alle operazioni di manutenzione anzidette; esso è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni di cui all'Art. 40 del DPR 554/1999 nell'ottica di prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione.

Esso, pertanto, è suddiviso in:

- Manuale d'uso;
- Manuale di manutenzione;
- Programma di manutenzione.

2 Manuale d'uso

Il presente capitolo prevede una breve descrizione delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di utilizzo del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un uso improprio, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla conservazione che non richiedano conoscenze specialistiche e per riconoscere fenomeni di deterioramento.

2.1 Collocazione dell'opera

Gli interventi in progetto interessano il comune di Gorla Minore e prevedono la realizzazione di urbanizzazioni, nel caso specifico di un aprcheggio in via G. Deledda, rif. Cat. F.107, M. 3746-3748

2.2 DESCRIZIONE CORPI D'OPERA INTERESSATI DAI PRINCIPI DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

Nel presente capitolo si vanno a descrivere i corpi idraulici di progetto che espletano alla funzione di smaltimento acque meteoriche e che sono soggette ai principi di invarianza idraulica ed idrologica presenti nel RR07/17.

2.2.1 Impianto di smaltimento acque

Si intende per impianto di smaltimento acque meteoriche (da strada di PGT) l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua).

Gli impianti di smaltimento acque meteoriche sono costituiti da:

- punti di raccolta per lo scarico (caditoie);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento ;
- invasi di laminazione e smaltimento (pozzi perdenti)

I materiali ed i componenti devono rispettare le prescrizioni riportate dalla normativa quali:

- a) devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;

ELEMENTI MANUTENIBILI

2.2.1.1 Pozzetti, caditoie e chiusini

Descrizione

I pozzetti sono dispositivi di scarico la cui sommità è costituita da un chiusino o da una griglia e destinati a ricevere le acque reflue attraverso griglie o attraverso tubi, fossi di guardia o trincee drenanti collegati al pozzetto stesso.

Le caditoie hanno la funzione di convogliare nella rete per lo smaltimento, le acque di scarico usate e/o nei fossi di guardia le acque meteoriche provenienti da più origini (strade, pluviali, ecc).

Modalità d'uso corretto

È necessario controllare la funzionalità dei pozzetti e delle caditoie ed eliminare eventuali depositi e detriti di foglie ed altre ostruzioni che possono compromettere il corretto deflusso delle acque meteoriche.

È necessario verificare e valutare la prestazione degli elementi durante la realizzazione dei lavori, al termine dei lavori e anche durante la vita del sistema. Le verifiche e le valutazioni comprendono per esempio:

- prova di tenuta all'acqua;
- prova di tenuta all'aria;
- prova di infiltrazione;
- esame a vista;
- valutazione della portata in condizioni di tempo asciutto;

Un ulteriore controllo può essere richiesto ai produttori facendo verificare alcuni elementi quali l'aspetto, le dimensioni, i materiali, la classificazione in base al carico.

2.2.1.2 Tubi e collettori

Descrizione

Le tubazioni dell'impianto di smaltimento delle acque provvedono allo sversamento delle acque meteoriche negli invasi pozzo perdente.

Modalità d'uso corretto

Tubi devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di PVC per condotte interrate: norme UNI applicabili;
- tubi di polietilene ad alta densità (Pead) per condotte interrate: UNI 7613;
- tubi di polipropilene (PP): UNI 8319 e suo FA 1-91;
- tubi di polietilene ad alta densità (Pead) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 8451.

Il dimensionamento e le verifiche dei collettori devono considerare alcuni aspetti tra i quali:

2.1.2.a) la tenuta all'acqua;

2.1.2.b) la tenuta all'aria;

2.1.2.c) l'assenza di infiltrazione;

2.1.2.d) un esame a vista;

2.1.2.e) un'ispezione con televisione a circuito chiuso;

2.1.2.f) una valutazione della portata in condizioni di tempo asciutto;

2.1.2.g) un monitoraggio degli arrivi nel sistema;

2.1.2.h) un monitoraggio della qualità, quantità e frequenza dell'effluente nel punto di scarico nel corpo ricettore;

2.1.2.j) un monitoraggio degli scarichi negli impianti di trattamento provenienti dal sistema.

2.2.1.3 Pozzi disperdenti

Descrizione

I pozzi disperdenti e le trincee drenanti appartengono a quella categorie di opere che permettono lo smaltimento delle portate liquide entranti per dispersione degli strati superficiali del terreno.

I pozzi disperdenti sono dei manufatti a sviluppo cilindrico forati in grado di convogliare e disperdere per infiltrazione acqua nei terreni circostanti anche a profondità non raggiungibili da altri sistemi di smaltimento (vedi trincee drenanti o bacini disperdenti).

Modalità d'uso corretto

I pozzi perdenti devono essere dimensionati in maniera corretta garantendo un efficace smaltimento delle portate in entrata sottostando alle normative più recenti in materia di ambiente, gestione del territorio ed invarianza idraulica. La posa dovrà essere effettuata a regola d'arte in modo da garantire nel tempo il livello prestazionale delle opere. I materiali utilizzati devono possedere le caratteristiche rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI.

3 Manutenzione

I lavori da eseguire sono elencati nelle tabelle di Manutenzione programmata (preventiva), parte integrante del presente documento, con le modalità e la tempistica indicate e sono riferiti ai soli interventi di manutenzione "ordinaria".

Gli interventi ivi elencati devono intendersi come esempi, in generale, della tipologia di attività di manutenzione, quindi il manutentore è tenuto ad eseguire tutte le attività necessarie per il mantenimento in perfetta efficienza degli impianti oggetto della manutenzione, anche se non esplicitamente citati nelle tabelle seguenti.

Le prestazioni saranno effettuate nelle ore e nei giorni compatibili con la tipologia di operazioni da compiere, tenuto conto delle particolari attività svolte all'interno dell'area interessata.

Il manutentore è tenuto a fornire alla Committente la proposta per il programma di manutenzione

che intende adottare per far fronte agli impegni assunti, dettagliando per ogni intervento da eseguire il numero e la qualifica del personale che interverrà, il tempo richiesto, gli orari di lavoro e le giornate nelle quali s'intende svolgere le operazioni di manutenzione programmata.

Di seguito verranno allegare tabelle riassuntive, del manuale e del programma di manutenzione, riguardanti l'impianto smaltimento acque.

3.1 IMPIANTO DI SMALTIMENTO ACQUE

3.1.1 Pozzetti, caditoie, chiusini, collettori, pozzi perdenti

3.1.1.1 Manuale di manutenzione

COLLOCAZIONE NELL'INTERVENTO DELL'OPERA:

L'intervento di smaltimento viene svolto da un sistema di caditoie che raccoglie le acque scolanti dalla superficie stradale e le indirizza verso il sistema di smaltimento a dispersione composto da pozzo disperdente

DESCRIZIONE DELLE RISORSE NECESSARIE PER L'INTERVENTO MANUTENTIVO: personale qualificato ed attrezzature specifiche atte a compiere le operazioni di manutenzione a regola d'arte.

L'accesso alle aree per la manutenzione, a seconda della zona di intervento, avverrà tramite le normali corsia di marcia e/o marciapiedi. È importante che ogni tipo di manutenzione sia pianificata con eventuali chiusure programmate del traffico o con sensi unici alternati; tutte queste operazioni devono comunque avvenire in condizioni di piena sicurezza, utilizzando idonei D.P.I. e D.P.C. e nel rispetto della segnaletica verticale ed orizzontale, come da decreto 10 luglio 2002, Codice della Strada e D. Lgs. 81/08 e successivi e Decreto Interministeriale del 4 marzo 2013. Per le ispezioni dei manufatti è necessario che queste avvengano nel rispetto della normativa DPR 177/2011.

LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI: per il livello minimo delle prestazioni si fa riferimento alla seguente normativa:

- Regione Lombardia – Regolamento Regionale 24 Marzo 2006 n. 3 e 4;
- D.lgs 3 Aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii;
- Regione Lombardia – Programma di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A.) – Approvato con DGR 29 Marzo 2006 n. 8/2244;

ANOMALIE RISCONTRABILI: abrasione delle pareti degli elementi, corrosione delle pareti, perdite di fluido, rottura dei chiusini, infiltrazioni, incrostazioni o otturazioni, accumulo di materiale e depositi minerali sul fondo dei condotti, ostruzione delle condotte e delle griglie, perdite di carico, deformazioni tali da inficiarne il corretto funzionamento, rottura dei geotessuti.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DIRETTAMENTE DALL'UTENTE: controllo a vista.

MANUTENZIONE DA ESEGUIRE A CURA DEL PERSONALE SPECIALIZZATO: pulizia delle condotte, dei pozzi perdenti, dei pozzetti delle singole parti dell'impianto, eventuale saldatura di tubi, sostituzione delle parti danneggiate, asportazione dei fanghi e dei depositi,

lavaggio con acqua a pressione.

Le ditte fornitrici dei singoli elementi dell'opera, forniranno le schede tecniche, di istruzione, manutenzione, dismissione e relativi elaborati e schemi di funzionamento. Forniranno inoltre schede diagnostiche, schede normative, il tutto per poter procedere alla raccolta delle informazioni per il monitoraggio periodico delle prestazioni e ad un corretto intervento manutentivo.

3.1.1.2 Programma di manutenzione

SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI: il sistema nella sua interezza deve in ogni caso garantire lo smaltimento dell'acqua della piattaforma.

SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI: verifica della pulizia dei componenti (tubi, griglie, pozzetti e chiusini), controllo della portata, controllo della tenuta, controllo della completa fruibilità del sistema, verifica integrità di ogni componente.

SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI:

Controllo stato generale del sistema: annuale

Controllo tenuta del sistema: annuale

Controllo pulizia del sistema: annuale

Controllo griglie chiusini: annuale

Controllo della portata: annuale

Controllo presenza di materiale vegetale o formazione di sedimenti di materiale: annuale

Controllo cedimenti strutturali: annuale

Controllo giunzione tra tubazione: annuale

Controllo tubazioni: biennale

Controllo saldatura tubi: quando occorre

Sostituzione parti danneggiate e/o usurate: quando occorre

Pulizia degli elementi: quando occorre

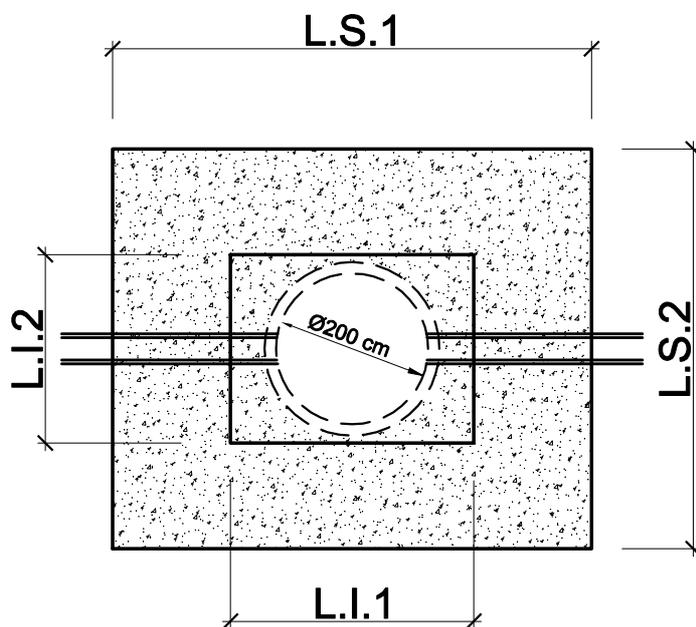
Interventi di riparazione: quando occorre

SCHEMA DI POZZO DISPERDENTE

n. 6 pozzi in serie

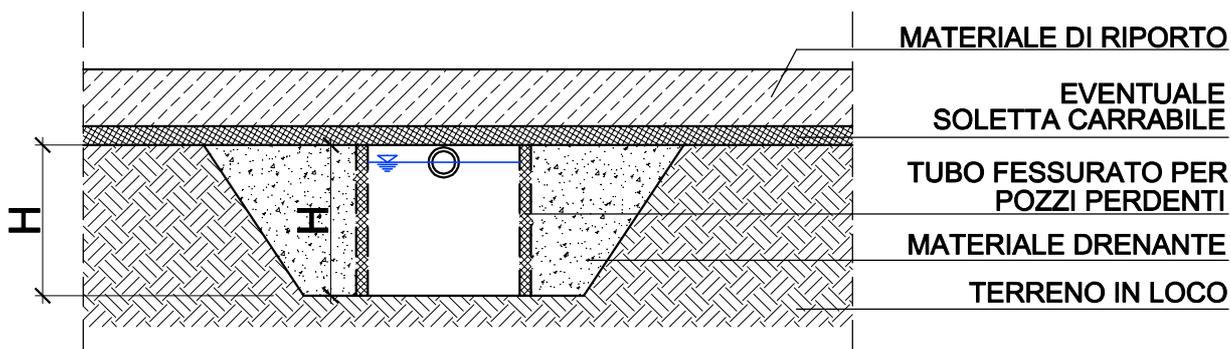
(invaso nel materiale drenante
circa 20% vol = ~7,7 m³)

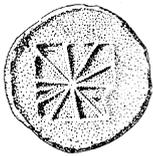
PIANTA



L.S.1	5,0m
L.S.2	5,0m
L.I.1	3,0m
L.I.2	3,0m
H	3,00m
Capacità _{TUBI}	9,4 m ³
Vol. MAT.DREN	~38 m ³
Capacità _{DREN}	~7,7 m ³
Capacità _{TOT}	17,1 m ³

SEZIONE SCHEMATICA





FOUNDRY ECOCER srl

**Nuova costruzione edificio produttivo all'interno di complesso esistente
ubicato in via per Furato in Comune di Inveruno (MI)**

(Fg. 17 mapp. 205, 206)

DETERMINAZIONE DELLA CONDUCIBILITA' IDRAULICA DEL TERRENO

secondo i criteri di cui all'Allegato F del R.R. n. 7/2017 e s.m.i.



Consegna: via mail ing.orvi@holping.it

Committente:

FOUNDRY ECOCER SRL, VIALE EUROPA 64/66 – 20002 OSSONA (MI), P.IVA 13195530152

Designazione dell'opera

Nuova costruzione edificio produttivo all'interno di complesso esistente
ubicato in via per Furato in Comune di Inveruno (MI)
(Fg. 17 mapp. 205, 206)

Data

GENNAIO '23

aggiornamento

Oggetto

DETERMINAZIONE DELLA CONDUCIBILITA' IDRAULICA DEL TERRENO
SECONDO I CRITERI DI CUI ALL'ALLEGATO F DEL R.R. N. 7/2017 E S.M.I.

n. disegno

Disegnatore

G.F.

Geol. senior

C.F.

Ing. collab.

G.F.

Rif.

6322 INV.DOCX

Sommario

1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	3
1.1	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	3
1.2	IDROGEOLOGIA	4
2	DETERMINAZIONE DELLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA	5
3	CONCLUSIONI.....	8

Allegato 1: elaborazione prove Lefranc

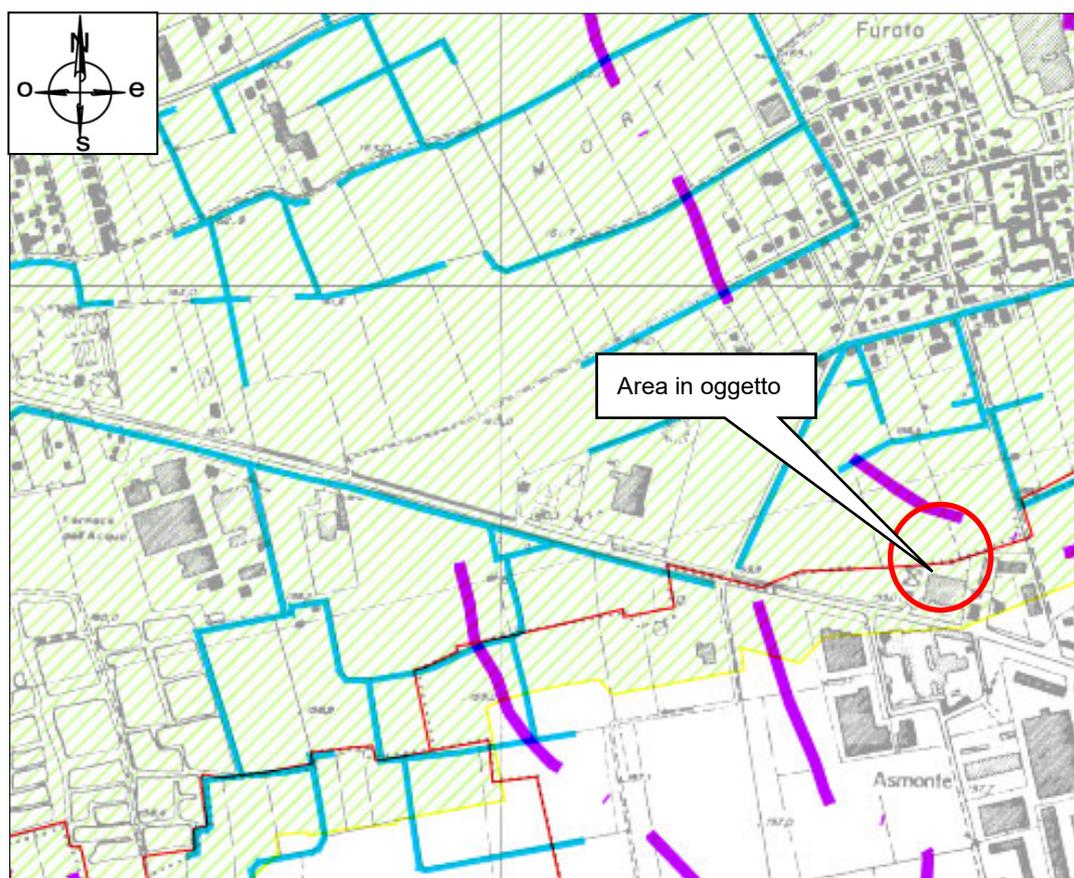
1 Inquadramento geologico e idrogeologico

Ai fini dell'inquadramento geologico, idrogeologico e sismico, è stato consultato lo studio geologico di PGT del Comune di Inveruno¹.

1.1 Geologia e geomorfologia

I terreni e le forme locali appartengono al contesto deposizionale fluviale quaternario, caratterizzato da una morfologia pianeggiante e dall'affioramento di litologie incoerenti, costituite prevalentemente da sabbie e ghiaie.

Figura 1- Comune di Inveruno - PGT – Carta dei caratteri geologici e geomorfologici



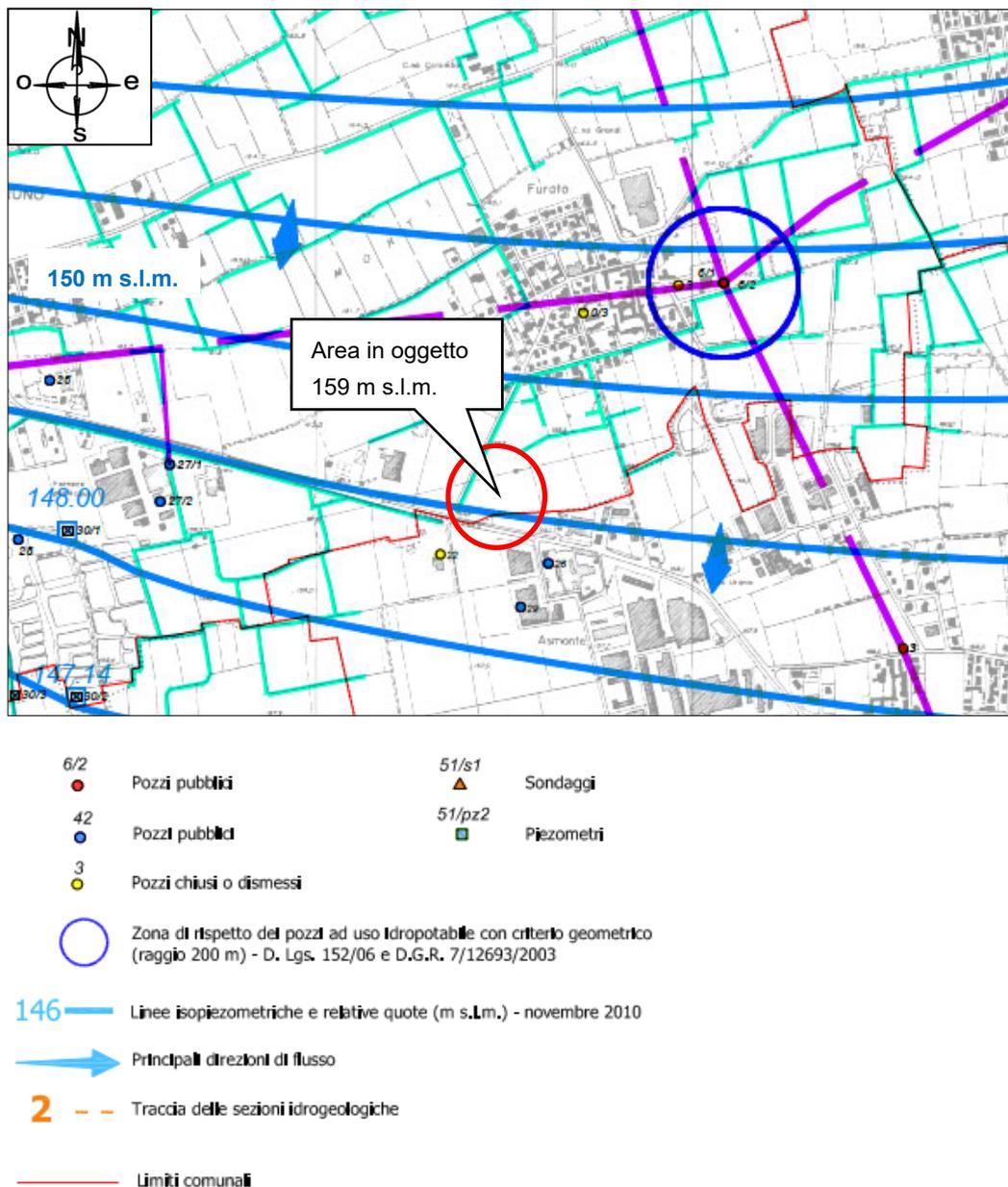
UNITA' GEOLOGICHE	CARATTERI GEOLOGICI
ALLOGRUPO DI BESNATE UNITA' DI SUMIRAGO 	Depositi fluvioglaciali/fluviali costituiti da ghiaie a supporto di clasti o di matrice sabbiosa, da sabbie grossolane e da limi. Localmente presenti in superficie livelli di spessore variabile di sedimenti fini limoso argillosi e sabbiosi fini con scarsa ghiaia. profilo di alterazione relativamente evoluto, di spessore non superiore a 5 m
 Paleovalvei  Limite comunale	RETICOLO IDROGRAFICO  Canali derivatori  Canali diramatori

1.2 Idrogeologia

La struttura idrogeologica locale riferita alla *Classificazione degli Acquiferi Padani* riportata nel sistema informativo della Regione Lombardia, individua localmente la presenza del *gruppo acquifero A* il cui limite basale è indicato alla quota di circa 70 m s.l.m (circa 90 m dal p.c.) e che costituisce la sede di una falda freatica di tipo libero.

I terreni locali sono sede di una falda freatica di tipo libero, attualmente caratterizzata da valori di soggiacenza di circa 10 metri dal piano campagna e da direzione di flusso verso SSW.

Figura 2- Comune di Inveruno - PGT – Carta dei caratteri idrogeologici



2 Determinazione della conducibilità idraulica

In data 12/12/2022 è stata effettuata una Lefranc, allo scopo di misurare la conducibilità idraulica orizzontale del terreno.

La prova di permeabilità è stata condotta all'interno del foro di sondaggio eseguito utilizzando un penetrometro Pagani cingolato, avendo rivestito le pareti del foro con tubo di rivestimento per tutto il tratto non interessato dalla prova e creando una tasca, avente spessore pari a 0,10 m, necessaria per instaurare un regime di filtrazione all'interno del terreno.

Essendo fuori falda, preventivamente è stato saturato il terreno, in modo da stabilire un regime di flusso permanente.

Si è eseguita una prova a carico variabile, secondo le modalità seguenti:

- riempimento con acqua del foro fino ad una quota stabilita;
- interruzione dell'immissione di acqua
- misura del livello dell'acqua all'interno del tubo a intervalli predefiniti, fino all'esaurimento del medesimo o al raggiungimento del livello di falda.

Il coefficiente di permeabilità K (m/s) può essere determinato utilizzando la seguente formula:

$$K = A / (F \cdot T)$$

dove:

A = area della sezione trasversale del foro al livello dell'acqua (m²)

F = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m)

T = tempo di riequilibrio (basic time-lag) (s)

Il calcolo del fattore di forma F viene eseguito con la soluzione analitica indicata da Hvorslev (1951), scelta in base alla geometria della prova. Nello specifico si è utilizzato il fattore di forma n.8 - "filtro cilindrico terreno omogeneo" (Figura 3).

Figura 3: Schemi e soluzioni per il coefficiente di forma (Hvorslev 1951, Wilkinson 1968)

	GEOMETRIA DELLA CAVITÀ (RIF. FIG. 8.35)	VALORI DEL COEFFICIENTE DI FORMA DELLA CAVITÀ "F"
1	Filtro sferico in terreno uniforme	$2 \times D$
2	Filtro emisferico al tetto di uno strato confinato	πD
3	Fondo filtrante piano al tetto di uno strato confinato	$2 D$
4	Fondo filtrante piano in terreno uniforme	$2,75 D$
5	Tubo parzialmente riempito al confine con uno strato permeabile	$\frac{2 D}{(1 + \frac{8 L K_s}{\pi D K'})}$
6	Tubo parzialmente riempito in terreno uniforme	$\frac{2,75 D}{(1 + \frac{11 L K_s}{\pi D K'})}$
7	Filtro cilindrico al confine con uno strato permeabile	$\frac{3 \times L}{l_s (\frac{3L}{D} + \sqrt{1 + (\frac{3L}{D})^2})}$
8	Filtro cilindrico in terreno uniforme	$\frac{3 \times L}{l_s [1,5 \frac{L}{D} + \sqrt{1 + (\frac{1,5 L}{D})^2}]}$
9	Filtro cilindrico attraversante uno strato confinato	$\frac{2 \times L}{l_s (R_s/R)}$

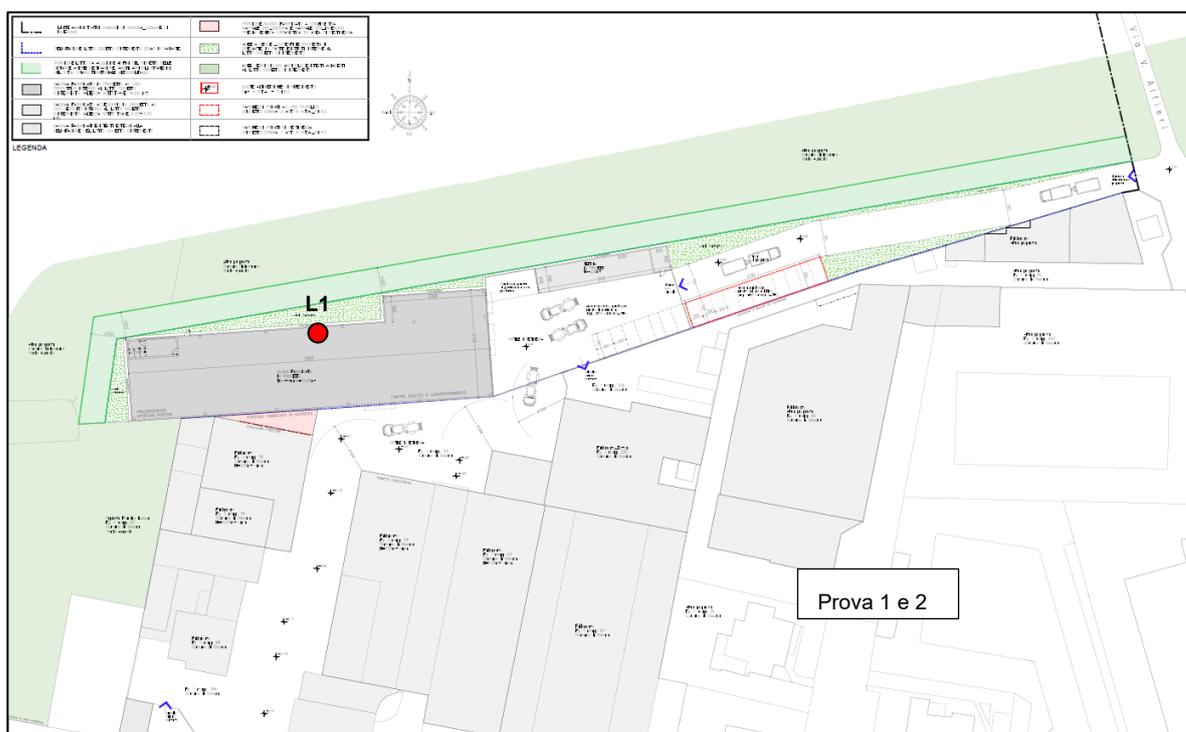
Per la determinazione di T si devono diagrammare i valori del rapporto h/h_0 , in scala logaritmica, con i corrispondenti valori di tempo t in scala decimale ($t = 0$ all'inizio della prova quando $h/h_0 = 1$, essendo h l'altezza misurata e h_0 l'altezza iniziale).

Si traccia poi la retta che meglio collega i punti sperimentali diagrammati. In qualche caso, i punti sperimentali per valori di h/h_0 vicini ad 1 possono seguire una curva; ciò deve essere trascurato e la linea retta va tracciata attraverso i restanti punti. Si disegna quindi una retta parallela a quella precedente, ma che passa per l'origine degli assi ($h/h_0 = 1$; $t = 0$).

Il valore del tempo t letto in corrispondenza del rapporto $h/h_0 = 0.37$ è il valore richiesto del tempo di riequilibrio T.

In Allegato 1 è riportata l'elaborazione della prova eseguita (L1), effettuata su una verticale a circa 2.2 m dal p.c.

Figura 4: ubicazione delle prove Lefranc



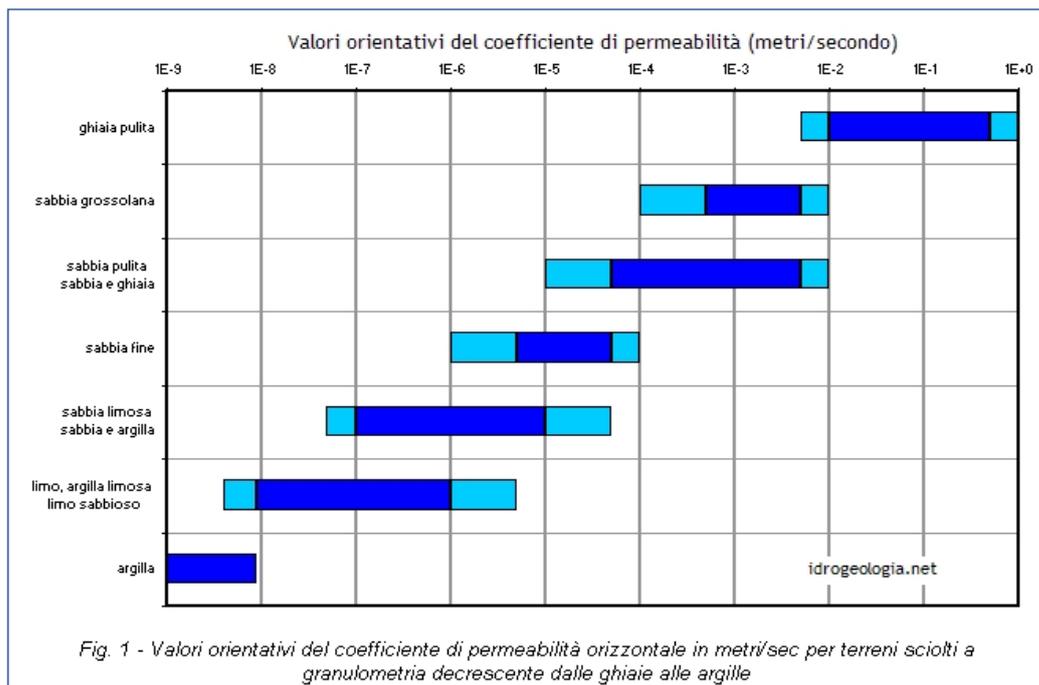
La prova ha permesso di determinare un valore di permeabilità del terreno pari a:

$$k_s = 6.15 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

Tali valori in letteratura sono associati a sabbie e ghiaie.

Nella seguente tabella si riassumono i valori tipici del coefficiente di permeabilità:

Figura 5: valori orientativi del coefficiente di permeabilità



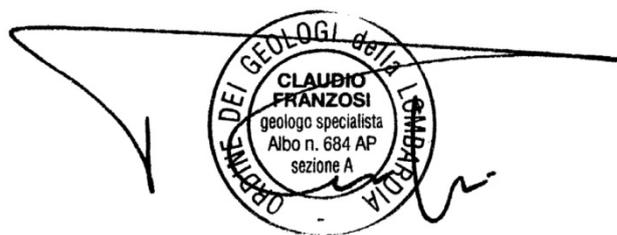
3 Conclusioni

Assunte le evidenze di campo e tenuto conto degli esiti ottenuti dalle prove di permeabilità di tipo Lefranc, per il sito in esame si indica il seguente valore di conducibilità idraulica: 6.15×10^{-4} m/s (in letteratura associato a ghiaie e sabbie).

Settimo Milanese, gennaio '23

Il Tecnico

Geol. Claudio Franzosi



¹ Componente geologica, idrogeologica e sismica di PGT del Comune di Inveruno ai sensi della L.R. 12/2005 e secondo i criteri della D.G.R. n. 8/7374/08 – Studio Idrogeotecnico associato, 2011-2012.

ALLEGATO 1

