



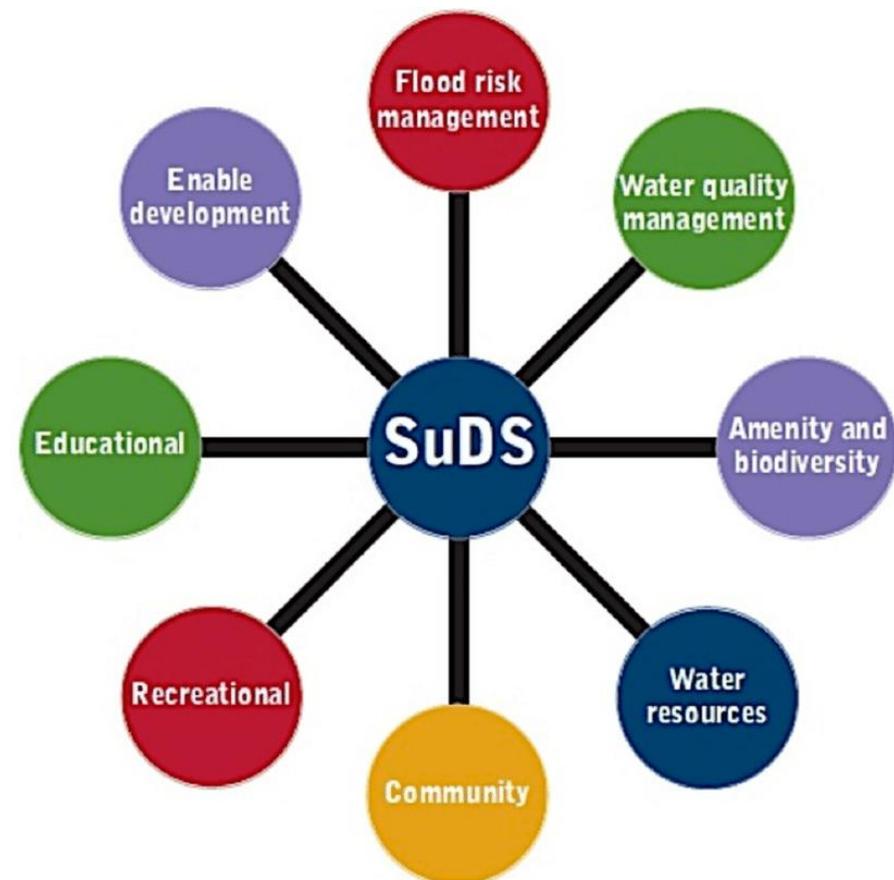
SISTEMI DI DRENAGGIO SOSTENIBILE PER LA GESTIONE
DELLE ACQUE METEORICHE

18/06/2021



Legge regionale 15 marzo 2016 - n. 4 Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua

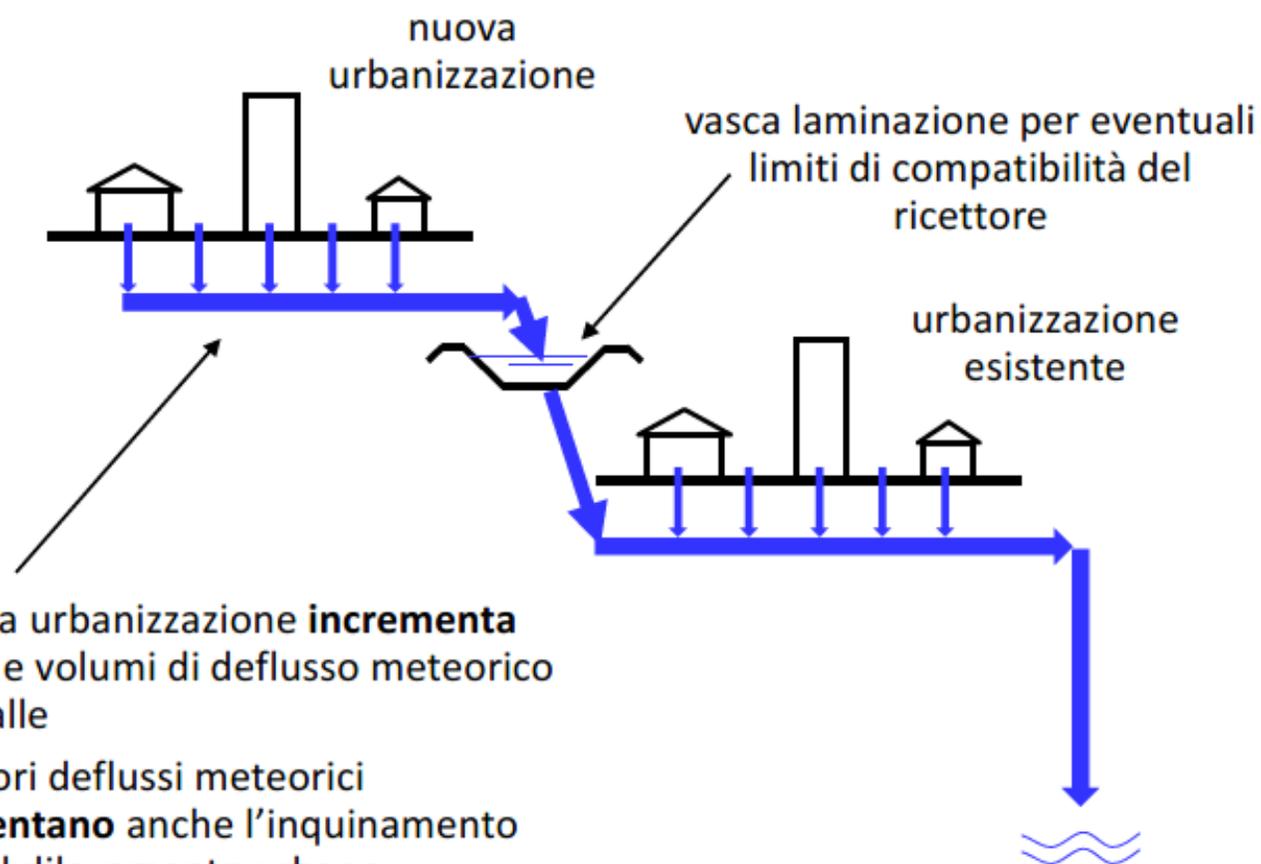
Art.7 – **drenaggio urbano sostenibile:** sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e **buone pratiche** volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque





Strategia idraulica tradizionale

drenaggio e convogliamento
con eventuale laminazione **a valle**



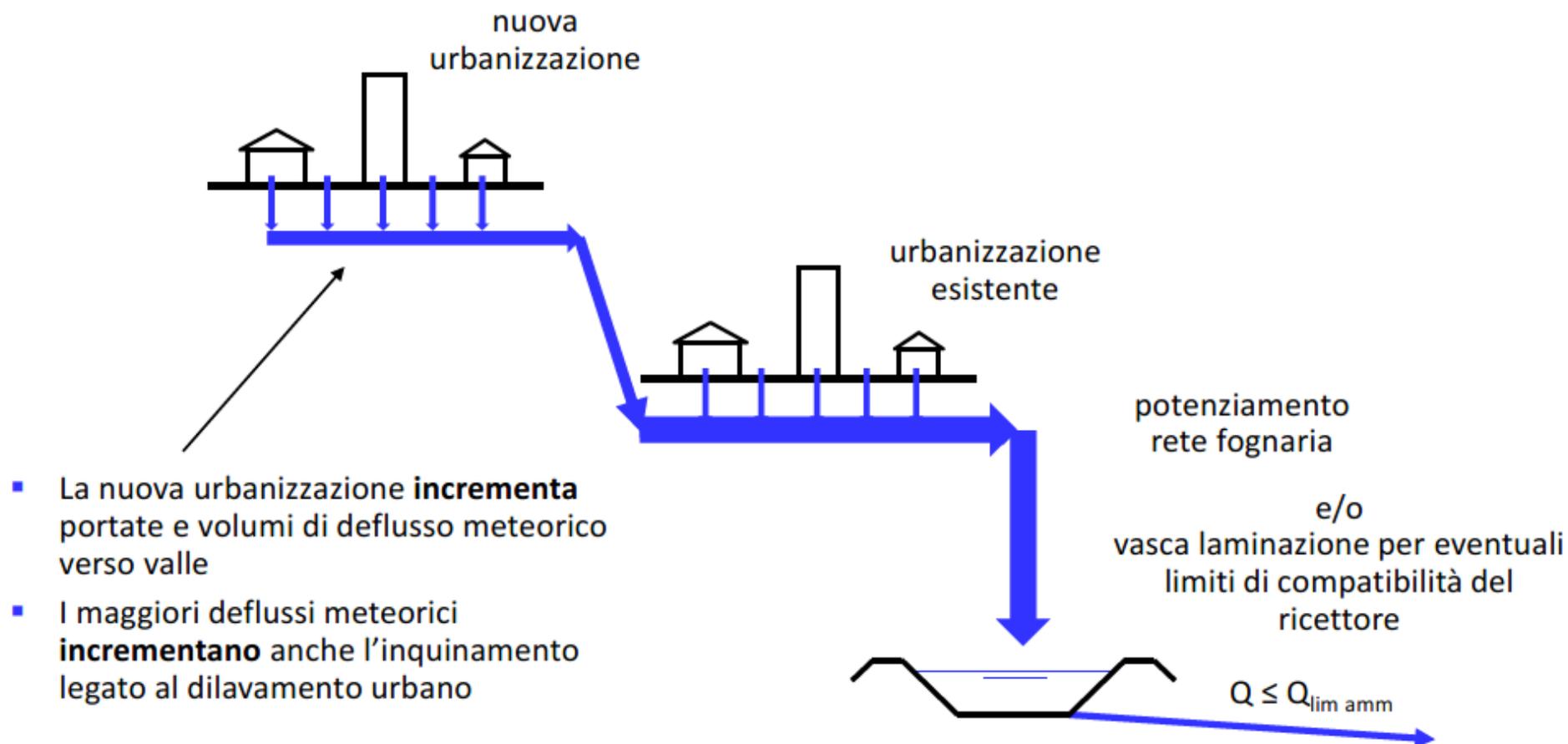
- La nuova urbanizzazione **incrementa** portate e volumi di deflusso meteorico verso valle
- I maggiori deflussi meteorici **incrementano** anche l'inquinamento legato al dilavamento urbano



DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Strategia idraulica tradizionale

drenaggio e convogliamento
con eventuale laminazione **a valle**

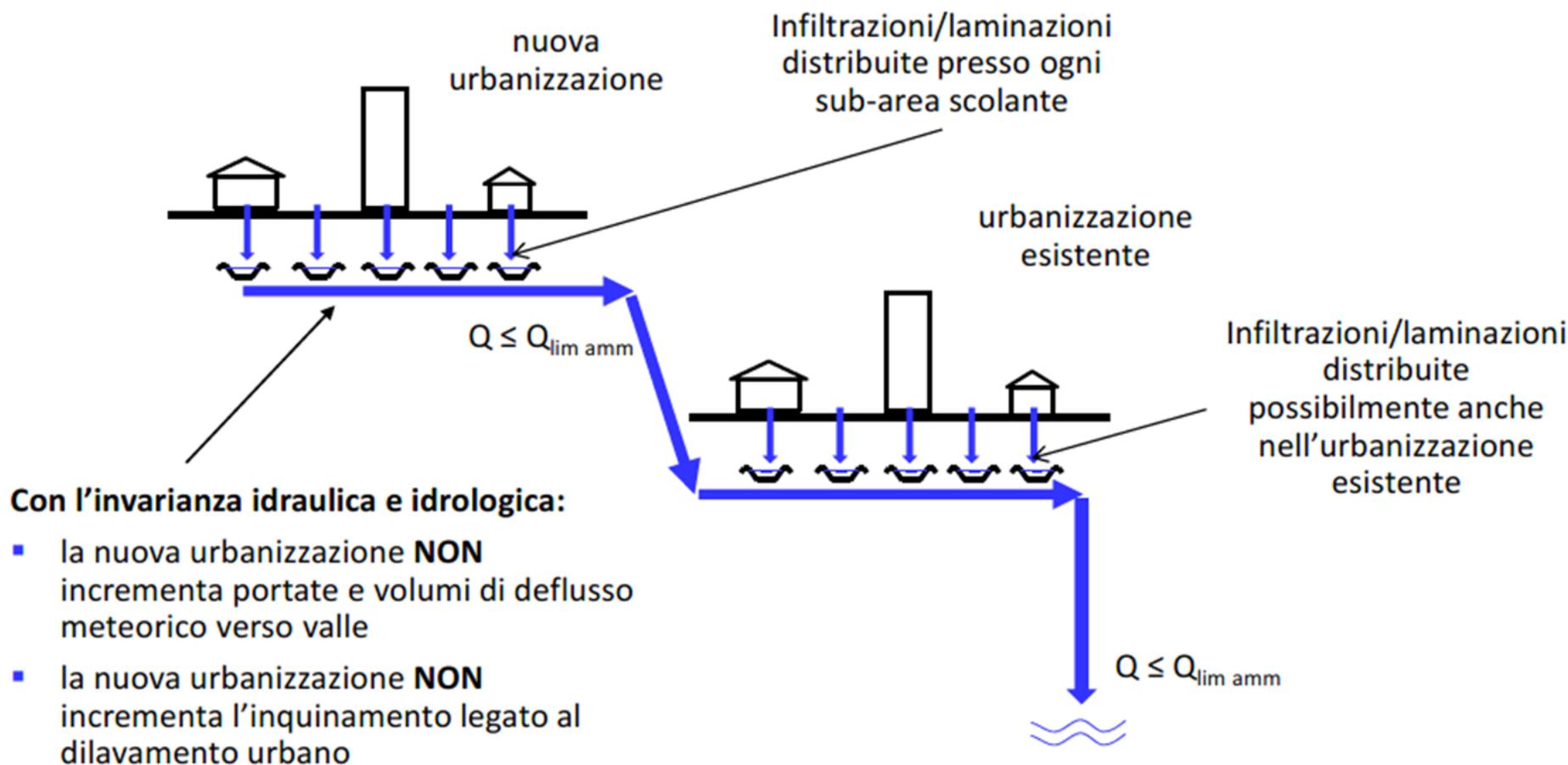




DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Drenaggio urbano sostenibile

Controlli locali **a monte** delle sorgenti del drenaggio con eventuale convogliamento a valle delle sole $Q_{lim\ amm}$





DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Allagamenti a Milano

(oltre 110 esondazioni del F. Seveso dal 1979 ad oggi; in media 2,7 volte l'anno.

Tempo di ritorno: **mesi, non anni**)



Ma oltre alla realizzazione dei grandi progetti di laminazione del Seveso, cosa anche si dovrebbe fare?

Carenze nell'idraulica diffusa.
Perché allagamenti nelle strade e non nelle aiuole e aree verdi?



DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Il verde urbano



Carenze nell'idraulica diffusa.

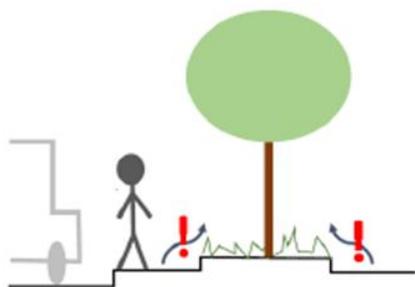
Perché le rotonde devono essere rialzate, dunque idraulicamente inefficaci?



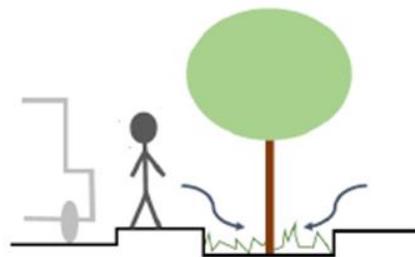
DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

Il verde urbano

La difesa del verde urbano dal parcheggio



Tradizionale, senza attenzione per la sostenibilità idraulica



Con i criteri del drenaggio urbano sostenibile

(Grafici dott.sa Francesca Oggioni – MI)





Autori: Daniele Masseroni, Federico Massara, Claudio Gandolfi, Gian Battista Bischetti
con la collaborazione di CAP Holding spa

MANUALE SULLE BUONE PRATICHE DI UTILIZZO DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE



MANUALE SULLE BUONE PRATICHE DI UTILIZZO DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO (GruppoCAP e DiSAA)

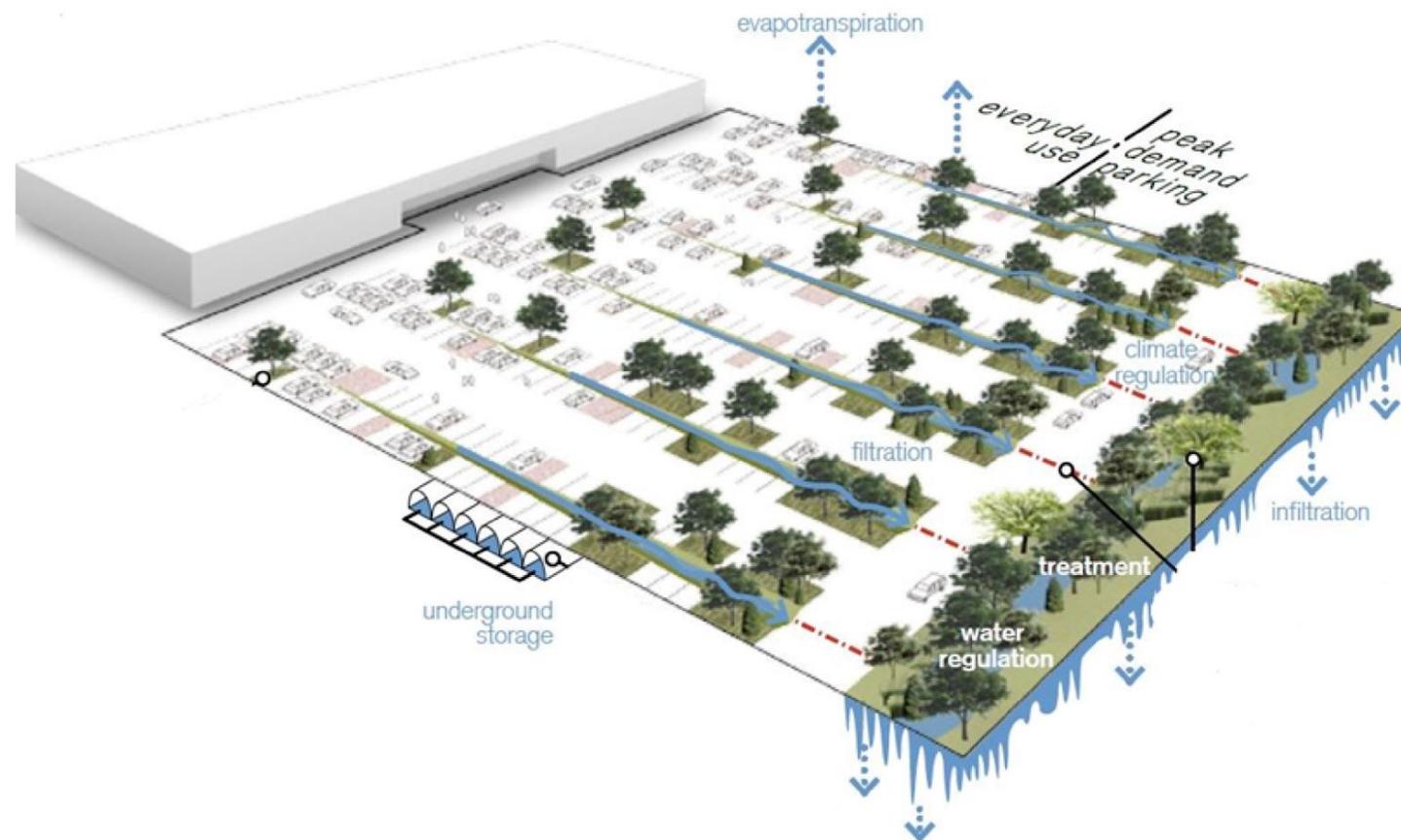
Nasce dalla collaborazione tra il Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali dell'Università degli Studi di Milano e il gestore del servizio idrico CAP Holding e si propone di divulgare i moderni approcci e metodi di controllo e gestione sostenibile dei deflussi in ambito urbano

Descrive le caratteristiche tecnico-economiche delle principali soluzioni adottabili per la mitigazione dei deflussi meteorici in ambito urbano, in particolare mediante l'uso dei cosiddetti sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) e fornisce indicazioni sulle attività di manutenzione da attuare per il mantenimento della loro efficienza

https://www.gruppocap.it/FileFolder/c4337907-c08e-4155-b548-245d23322578/File/Attivita/Ricerca%20E%20Sviluppo/Ricerca%20universitaria/Manuale%20SuDS_ese_LR.pdf



INTERVENTI PILOTA





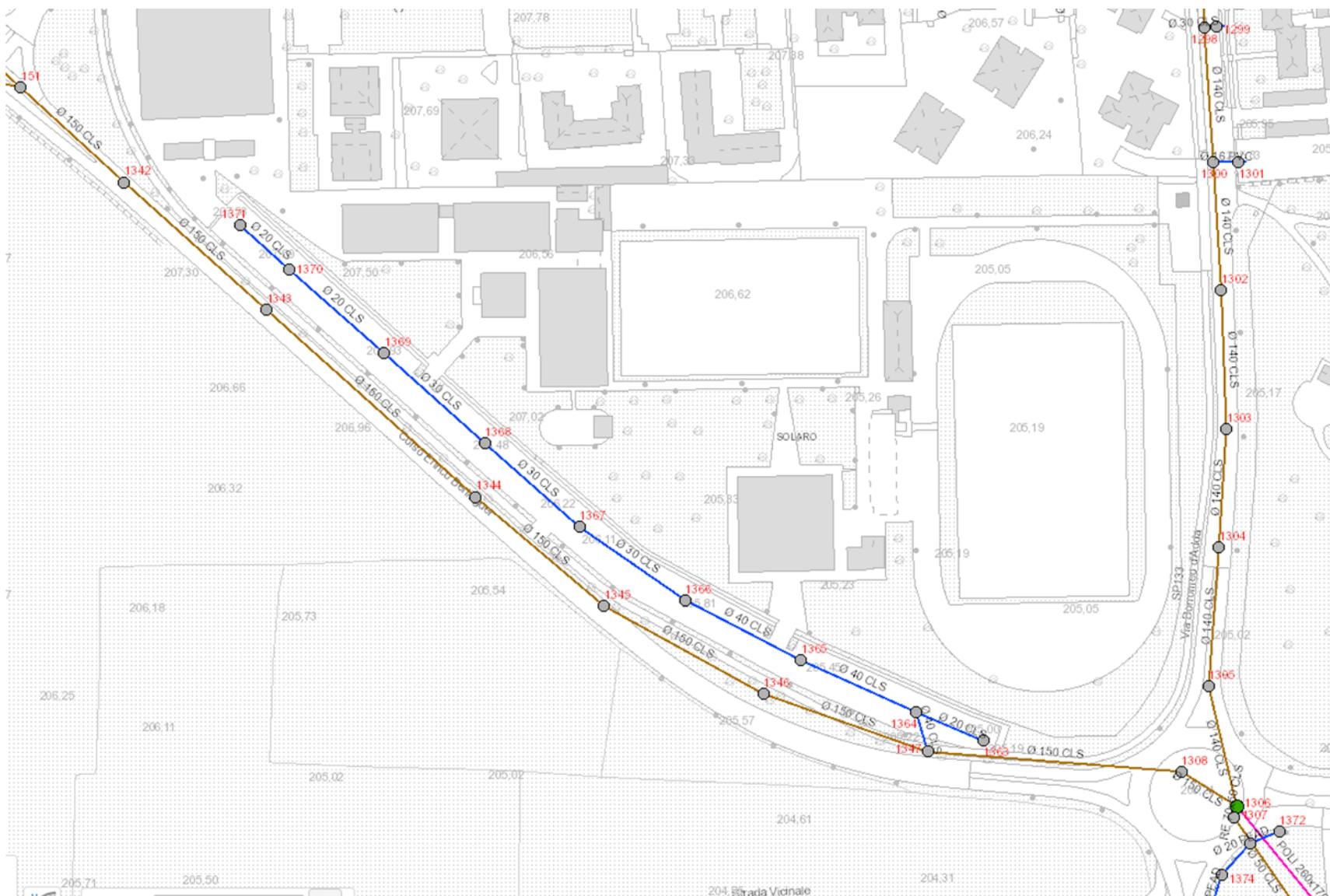
SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



Parcheggio a servizio del centro Sportivo: circa 5700 mq



SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



Stato di fatto



SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



Stato di fatto



SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



VINCOLI

Nessuna presenza di vincoli che impediscono l'infiltrazione.

In particolare non ricade all'interno della fascia di rispetto di pozzi di acqua potabile.

Stralcio planimetrico da Tav. 13
"Vincoli" del Documento di Piano del
PGT del Comune di Solaro



SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



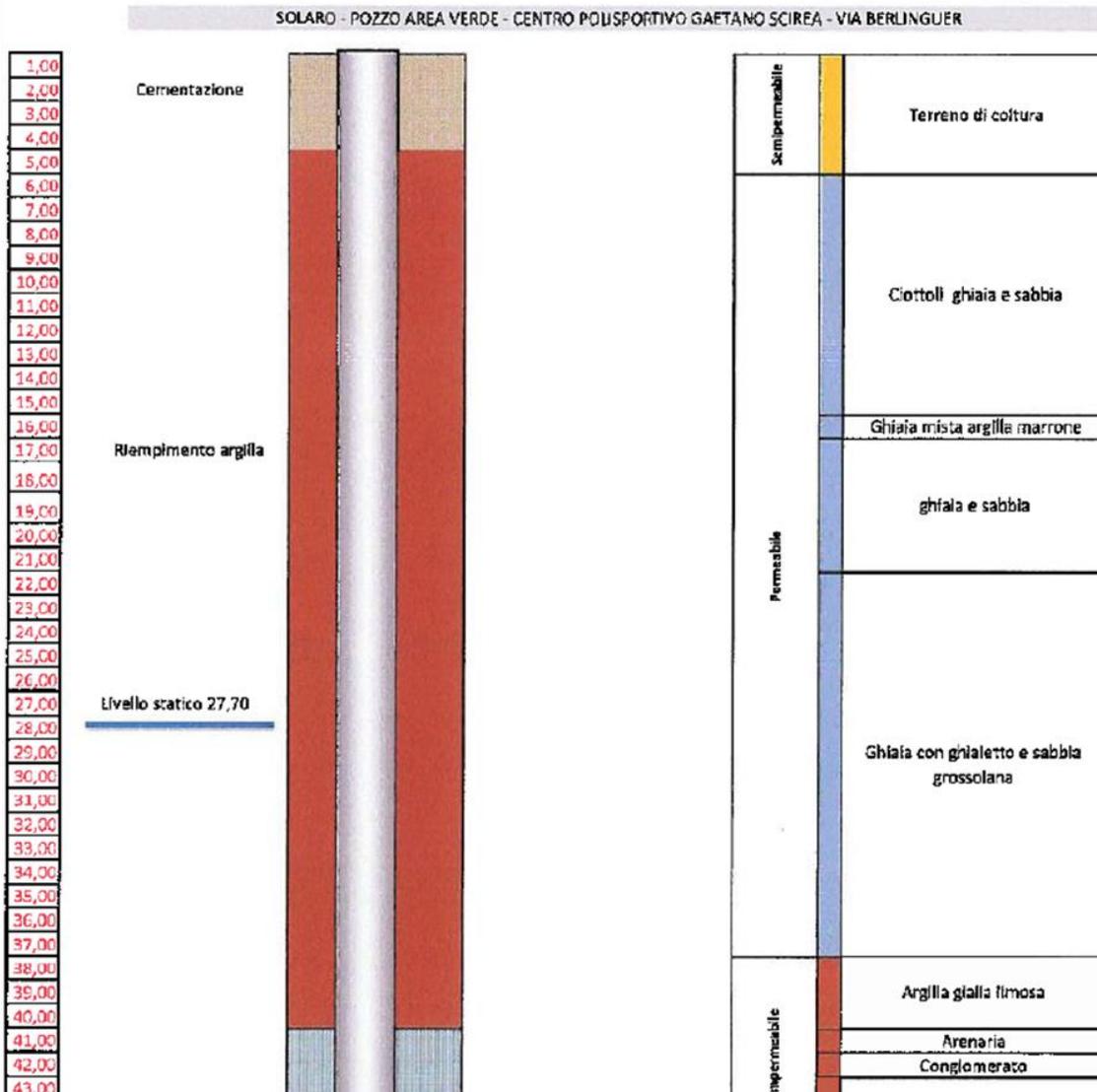
FALDA

La soggiacenza minima della falda è posta a oltre 40 m di profondità.

Banca dati del progetto P.I.A. di Cap Holding



SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale

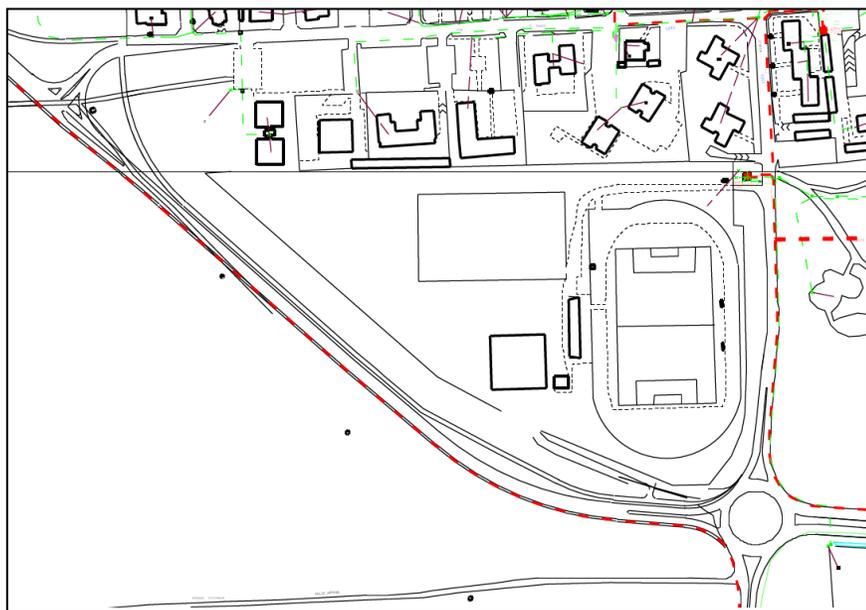
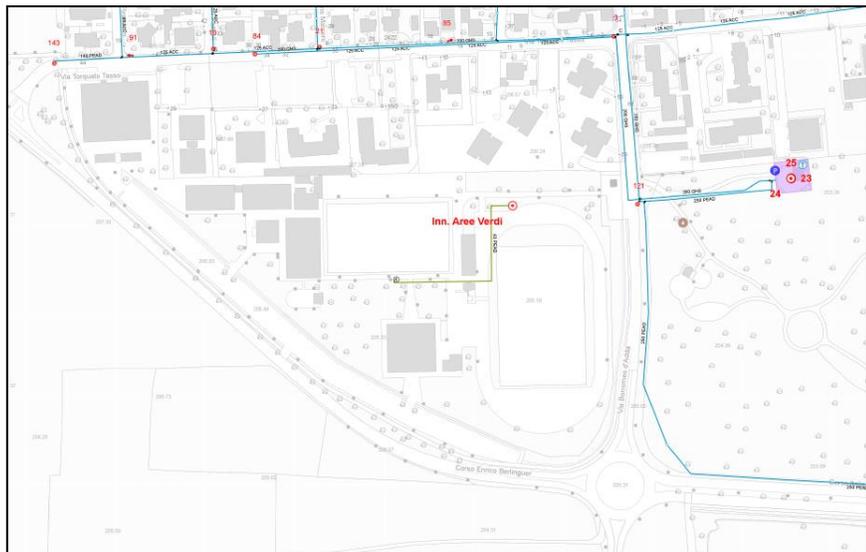


PERMEABILITÀ

Per quanto concerne le caratteristiche del terreno si è fatto riferimento alla stratigrafia del terreno rilevata nel corso di esecuzione del pozzo di prima falda realizzato nell'area del Campo Sportivo da cui si rileva fino a 15,00 m di profondità uno strato di ciottoli, ghiaia e sabbia dopo un primo strato superficiale di terreno di coltura, quindi di buone caratteristiche di permeabilità dei suoli.

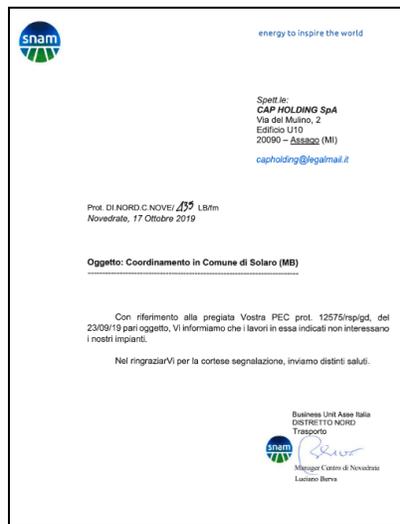


SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



SOTTOSERVIZI

Da coordinamento con enti gestori dei sottoservizi non sono emersi impianti presenti nel sedime del parcheggio.



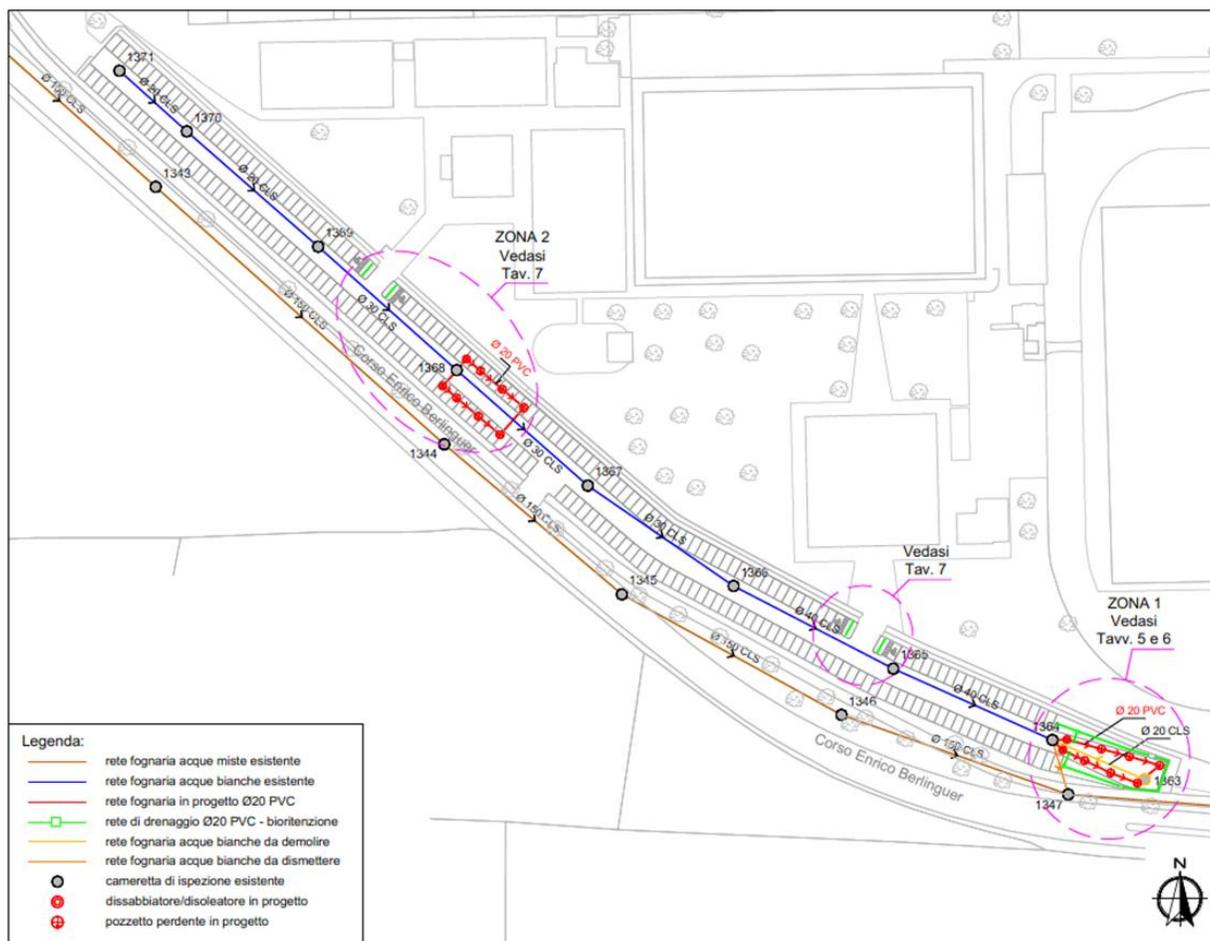


SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale

STATO DI PROGETTO

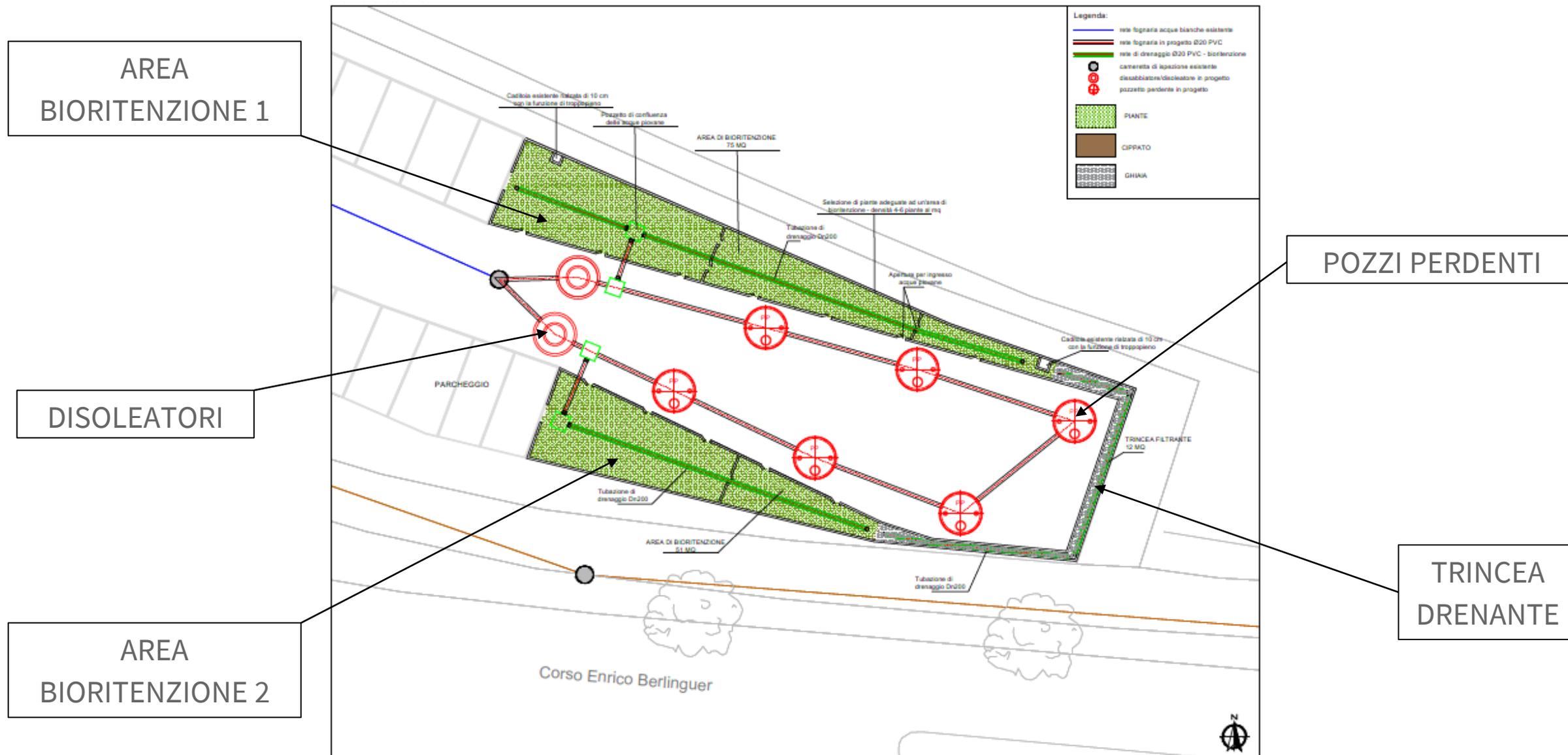
soluzione mista:

avendo a disposizione una porzione di parcheggio non interessata da stalli si presta per un intervento di de-impermeabilizzazione e realizzazione di una area di bioritenzione e infiltrazione da abbinarsi a due sistemi di dispersione con la realizzazione di pozzi perdenti preceduti da un sistema di disoleazione che permette una manomissione localizzata delle aree dei parcheggi senza generare costi accessori di manomissione e ripristino dell'intera area.



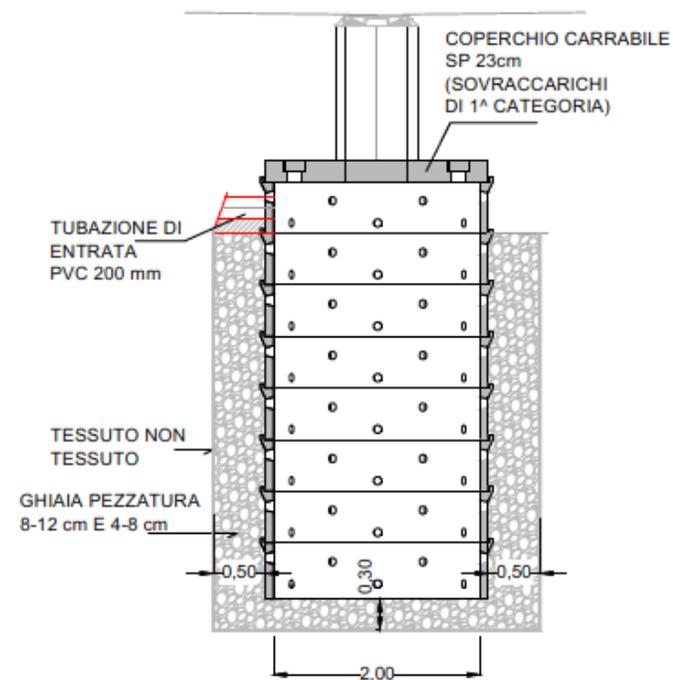


SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



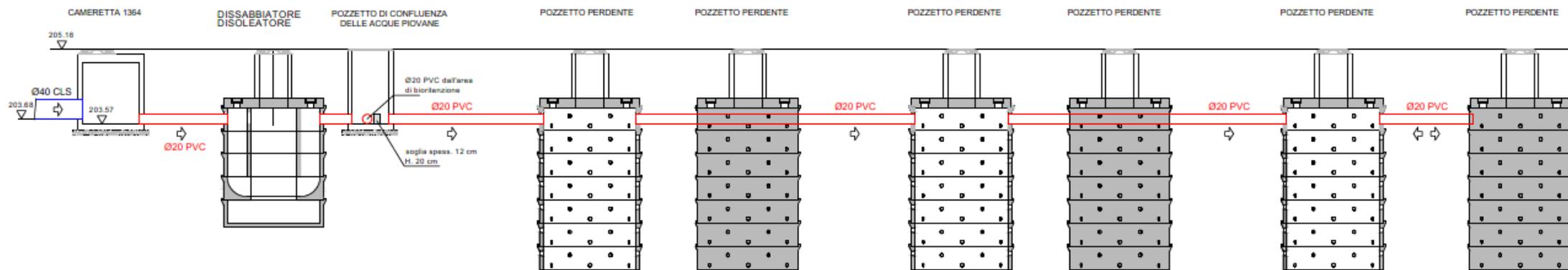


SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



DISOLEATORI

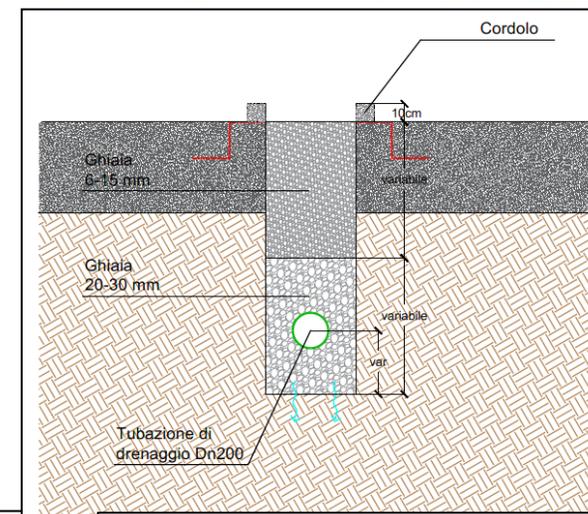
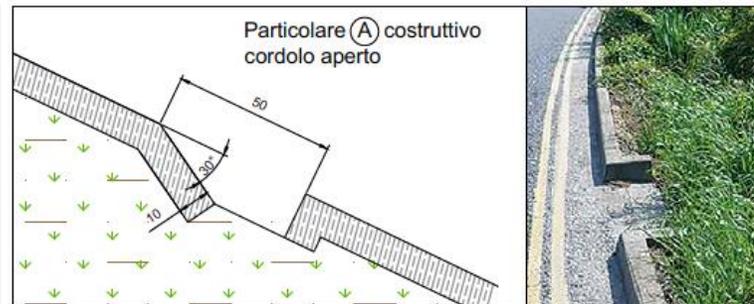
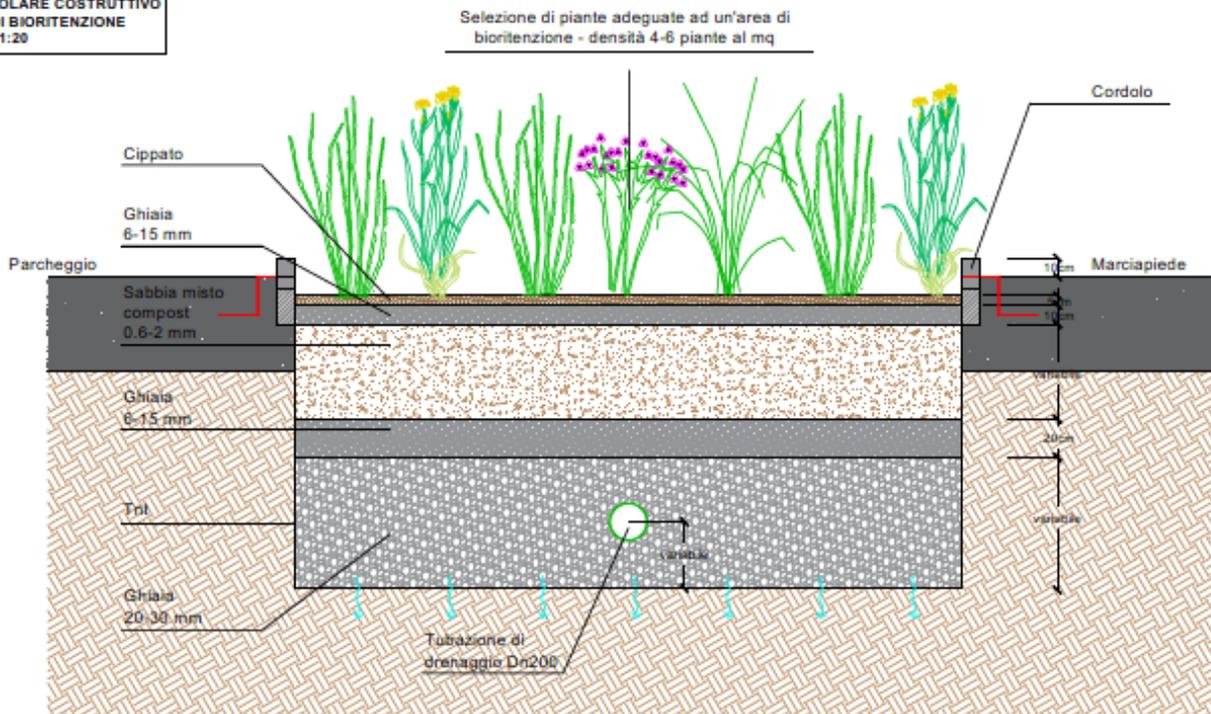
POZZI PERDENTI





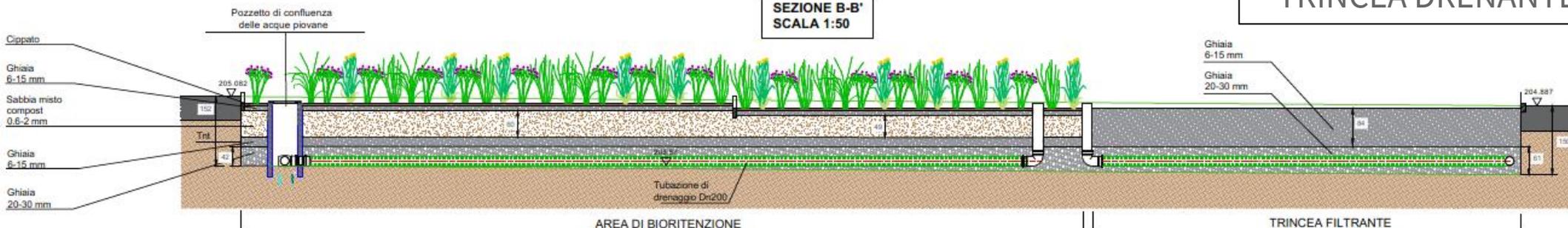
SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale

PARTICOLARE COSTRUTTIVO
AREA DI BIORITENZIONE
SCALA 1:20



AREA BIORITENZIONE

SEZIONE B-B'
SCALA 1:50





SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale

SELEZIONE DI PIANTE ADATTE ALLE AREE DI BIORITENZIONE



Hemerocallis hybrida



Echinacea purpurea



Festuca Glauca



Iris pseudocorus



Molinia cerulea



Carex buchananii



Acorus calamus



Agropyron repens



Carex flaca



Saggittaria latifolia



Scirpus sylvaticus



Sparganium erectum



SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale





SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale



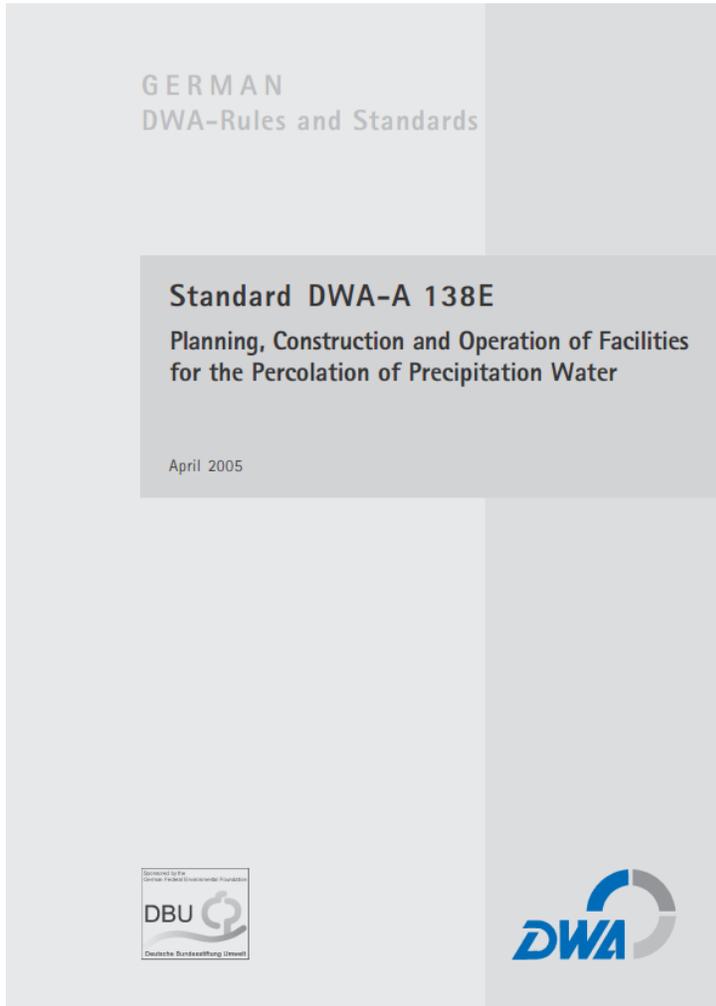


SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale





Standard DWA-A 138E



- Distribuzione della pioggia costante nel tempo
- Idrogramma di piena costante nel tempo
- Portata in uscita costante nel tempo



Applicazione del Metodo delle sole piogge
a opere di infiltrazione



Il Drenaggio Urbano Sostenibile – calcolo sistemi infiltrazione

Ingresso:

$$Q_{in} = 10^{-7} \cdot r_{D(n)} \cdot A_{imp} \quad A_{imp} = \sum (A_{C,i} \cdot \psi_{m,i})$$

Uscita:

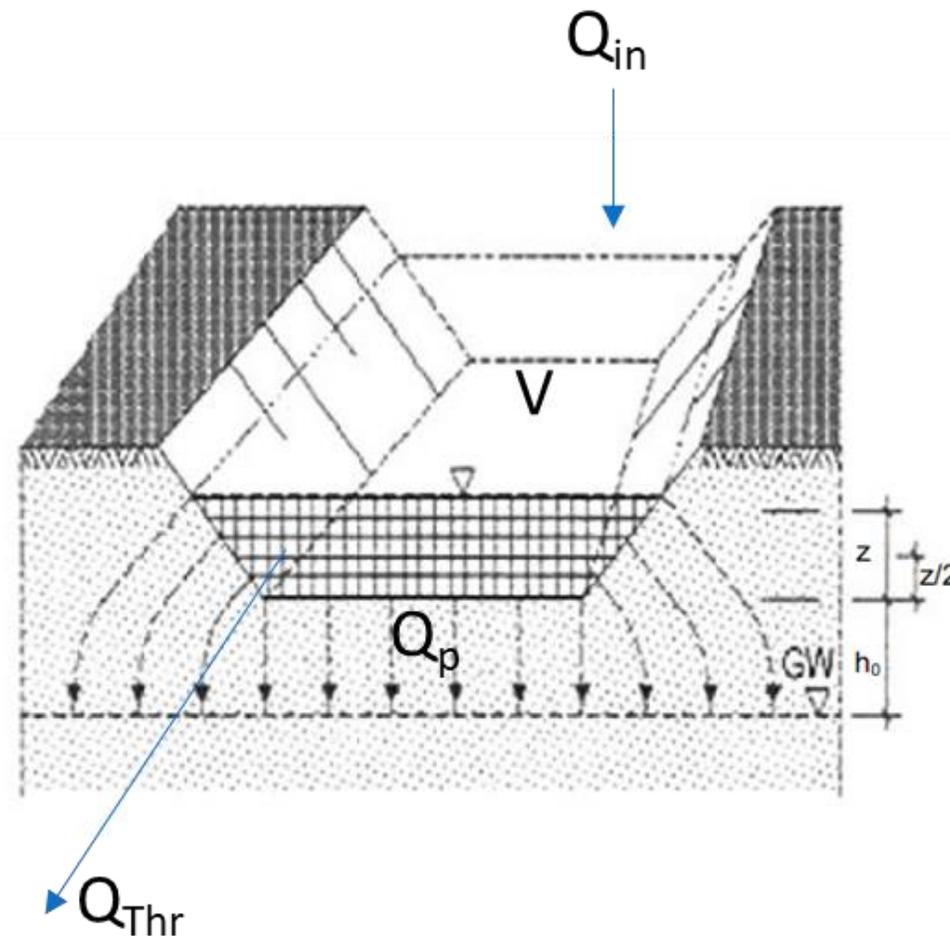
$$Q_P = v_{f,u} \cdot A_P = \frac{k_f}{2} \cdot A_P$$

$$v_f = k_f \cdot I_{hy} \quad I_{hy} = \frac{h_s + z/2}{h_s}$$

$$Q_{Thr} = q_{Thr} \cdot A_{imp}$$

Volume:

$$V = (Q_{in} - Q_P - Q_{Thr}) \cdot D \cdot 60 \cdot f_A$$





Stima di $r_{D(n)}$

ARPA LOMBARDIA
 Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Inveruno*
 Coordinate: 1.88400; 5.040399

Linea segnatrice
 Tempo di ritorno (anni) **50**

Parametri ricavati da: <http://idro.arpa.lombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 30,76
 N - Coefficiente di scala 0,3242
 GEV - parametro alpha 0,29423
 GEV - parametro kappa -0,0191
 GEV - parametro epsilon 0,824

Evento pluviometrico
 Durata dell'evento [ore] **50**
 Precipitazione cumulata [mm] **173,750694**

Formulazione analitica

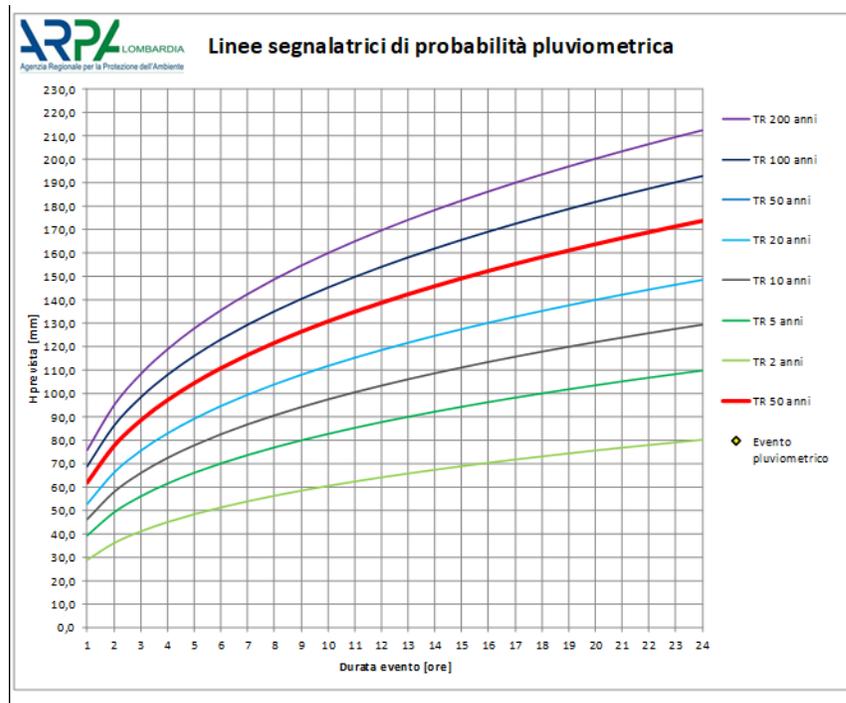
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpa.lombardia.it/manual/ivpp.pdf>
http://idro.arpa.lombardia.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	0,93222	1,27171	1,50056	1,72319	2,01593	2,23874	2,46372	2,01593131
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	28,7	39,1	46,2	53,0	62,0	68,9	75,8	62,0100472
2	35,9	49,0	57,8	66,4	77,6	86,2	94,9	77,6347193
3	40,9	55,9	65,9	75,7	88,5	98,3	108,2	88,5410714
4	44,9	61,3	72,3	83,1	97,2	107,9	118,8	97,19634
5	48,3	65,9	77,8	89,3	104,5	116,0	127,7	104,488414
6	51,3	69,9	82,5	94,8	110,9	123,1	135,5	110,850766
7	53,9	73,5	86,7	99,6	116,5	129,4	142,4	116,531369
8	56,3	76,8	90,6	104,0	121,7	135,1	148,7	121,686902
9	58,5	79,8	94,1	108,1	126,4	140,4	154,5	126,423405
10	60,5	82,5	97,4	111,8	130,8	145,3	159,9	130,81636
11	62,4	85,1	100,4	115,3	134,9	149,8	164,9	134,921627
12	64,2	87,5	103,3	118,6	138,8	154,1	169,6	138,781834
13	65,9	89,8	106,0	121,7	142,4	158,2	174,1	142,430335
14	67,5	92,0	108,6	124,7	145,9	162,0	178,3	145,893778
15	69,0	94,1	111,1	127,5	149,2	165,7	182,3	149,193825
16	70,4	96,1	113,4	130,2	152,3	169,2	186,2	152,348352
17	71,8	98,0	115,7	132,8	155,4	172,5	189,9	155,372303
18	73,2	99,8	117,8	135,3	158,3	175,8	193,4	158,278311
19	74,5	101,6	119,9	137,7	161,1	178,9	196,9	161,077166
20	75,7	103,3	121,9	140,0	163,8	181,9	200,2	163,77816
21	76,9	105,0	123,9	142,2	166,4	184,8	203,3	166,389362
22	78,1	106,6	125,7	144,4	168,9	187,6	206,4	168,917831
23	79,2	108,1	127,6	146,5	171,4	190,3	209,4	171,369775
24	80,3	109,6	129,3	148,5	173,8	193,0	212,3	173,750694



$$r_{D(n)} = \frac{a_1 w_T D^n}{D} \quad \text{per } D > 1 \text{ ora}$$

$$r_{D(n)} = r \frac{a_1 w_T D^n}{D} \quad \text{per } D < 1 \text{ ora con } r = 0,54 \cdot D^{0,25}$$



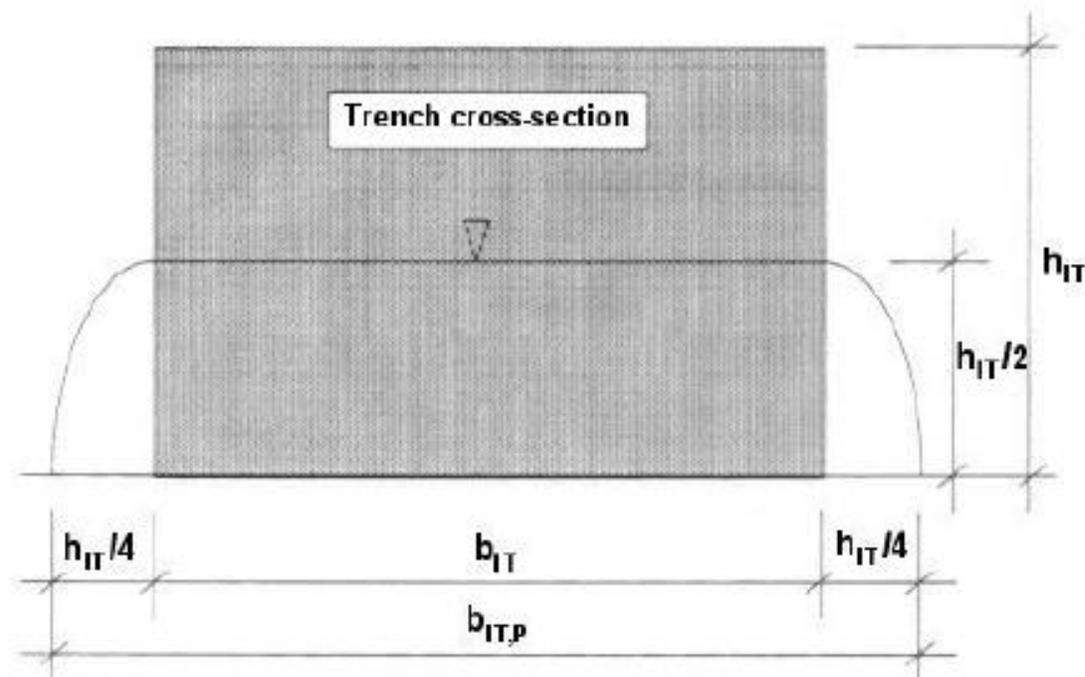
INFILTRATION TRENCH TRINCEA DRENANTE (INFILTRANTE)

$$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot l_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

$$V_{IT} = b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot l_{IT} \cdot s$$

$$s_{PIT} = \frac{s_{IT}}{b_{IT} \cdot h_{IT}} \cdot \left[b_{IT} \cdot h_{IT} + \frac{\pi \cdot d^2}{4} \left(\frac{1}{s_{IT}} - 1 \right) \right]$$

$$l_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + \left(b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2} \right) \cdot \frac{k_f}{2}}$$



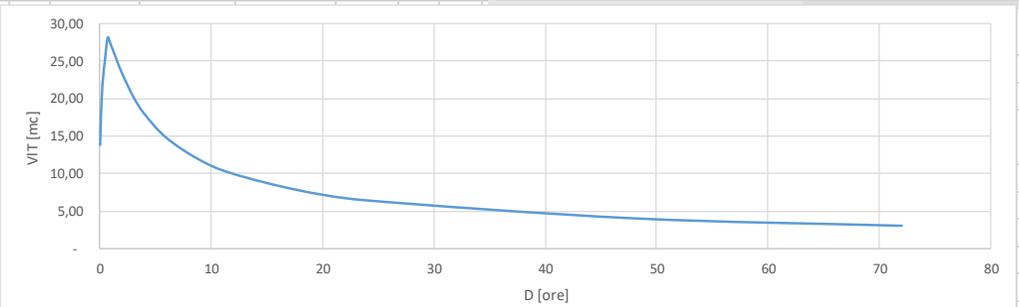


SOLARO – Disconnessione parcheggio comunale

Calcolo Area bioritenzione 1 - T = 10 anni				Durata pioggia			$r_{D(n)}$	V_{IT}	L	STEP 1	
				D		$l/(s \cdot ha)$	mc	m			
Parametro a pioggia	< 1 ora	a	= 47,20234	5 min	0,083 ore	488,33	13,87	13,45	$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$		
Parametro n pioggia	< 1 ora	n	= 0,470847	10 min	0,167 ore	338,39	18,17	17,62			
Parametro a pioggia	> 1 ora	a	= 47,20234	15 min	0,250 ore	273,05	20,86	20,23	$V_{IT} = \left[A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot I_{IT} \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$		
Parametro n pioggia	> 1 ora	n	= 0,292280	20 min	0,333 ore	234,49	22,71	22,03			
Coefficiente di infiltrazione		k	= 0,0001 m/sec	30 min	0,500 ore	189,21	25,03	24,28	<p>STEP 2</p>		
Superficie		A_{mp}	= 837 mq	45 min	0,750 ore	160,72	28,13	27,27			
Impermeabile	0,9		= 922 mq	60 min	1,000 ore	131,12	27,36	26,53	<p>GERMAN DWA-Rules and Standards</p> <p>Standard DWA-A 138E Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water</p> <p>April 2005</p>		
semipermeabile	0,4		= - mq	90 min	1,500 ore	98,41	25,42	24,65			
Permeabile	0,1		= 75 mq	120 min	2,000 ore	80,28	23,54	22,83			
			= 997	180 min	3,000 ore	60,25	20,43	19,81			
				240 min	4,000 ore	49,16	18,08	17,53			
				360 min	6,000 ore	36,89	14,83	14,38			
				540 min	9,000 ore	27,69	11,86	11,50			
				720 min	12,000 ore	22,59	10,00	9,70			
				1080 min	18,000 ore	16,95	7,77	7,54			
				1440 min	24,000 ore	13,83	6,46	6,26			
coefficiente volume di accumulo		s_{IT}	= 0,25	2880 min	48,000 ore	8,47	4,06	3,94	<p>Lunghezza richiesta L = 27,27 m</p> <p>Area S = 75,00 mq</p>		
Larghezza trincea (media)		b_{IT}	= 2,75 m	4320 min	72,000 ore	6,36	3,08	2,98			
Numero di strati		N	= 1								
Altezza trincea		h_{IT}	= 1,5 m								
Accelerazione del deflusso		Q_{Thr}	= - l/sec								
Accelerazione del deflusso		Q_{Thr}	= 0 l/sec*ha								
Fattore di sovraccarico		f_s	= 1,2								
Volume di accumulo richiesto		V_{sw}	= 28,13 mc								
Volume ottenuto		V	= 28,13 mc								
Superficie disperdente utile (base + 1/4 lato lungo)		S_{disp}	= 95,45 mq								
Tempo di svuotamento		t	= 1,64 ore								
Velocità di infiltrazione		Q_s	= 4,77 l/sec								

$$te[s] = V_{trench} / (A_{infiltration} * kf/2)$$

$$\frac{kf \left[\frac{m}{s} \right]}{2} * AS[m^2] * 1000 = Q_s \left[\frac{l}{s} \right]$$





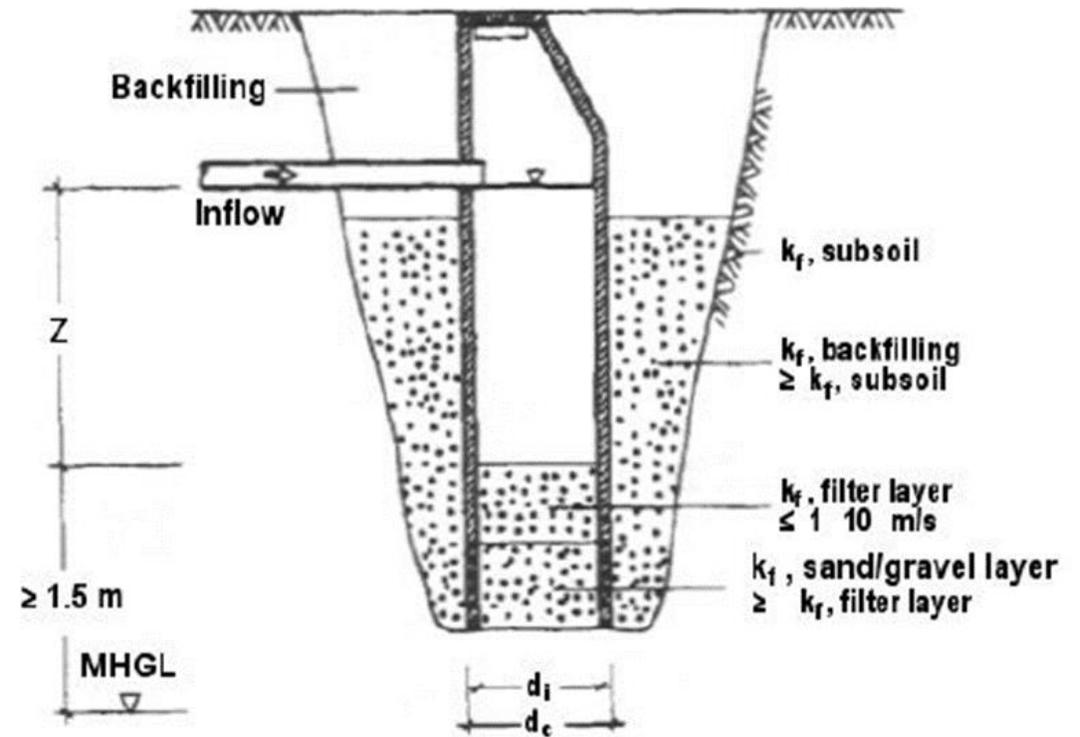
PERCOLATION SHAFT POZZO INFILTRANTE

$$A_p = \pi \cdot \frac{d_e^2}{4} + \pi \cdot d_e \cdot \frac{z}{2}$$

$$V = \left(A_{\text{imp}} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_p \cdot \frac{k_f}{2} \right) \cdot D \cdot 60 \cdot f_s$$

$$V = \pi \cdot \frac{d_i^2}{4} \cdot z$$

$$z = \frac{\left(A_{\text{imp}} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot \frac{k_f}{2} \right)}{\frac{d_i^2 \cdot \pi}{4 \cdot D \cdot 60 \cdot f_s} + \frac{d_e \cdot \pi \cdot k_f}{4}}$$





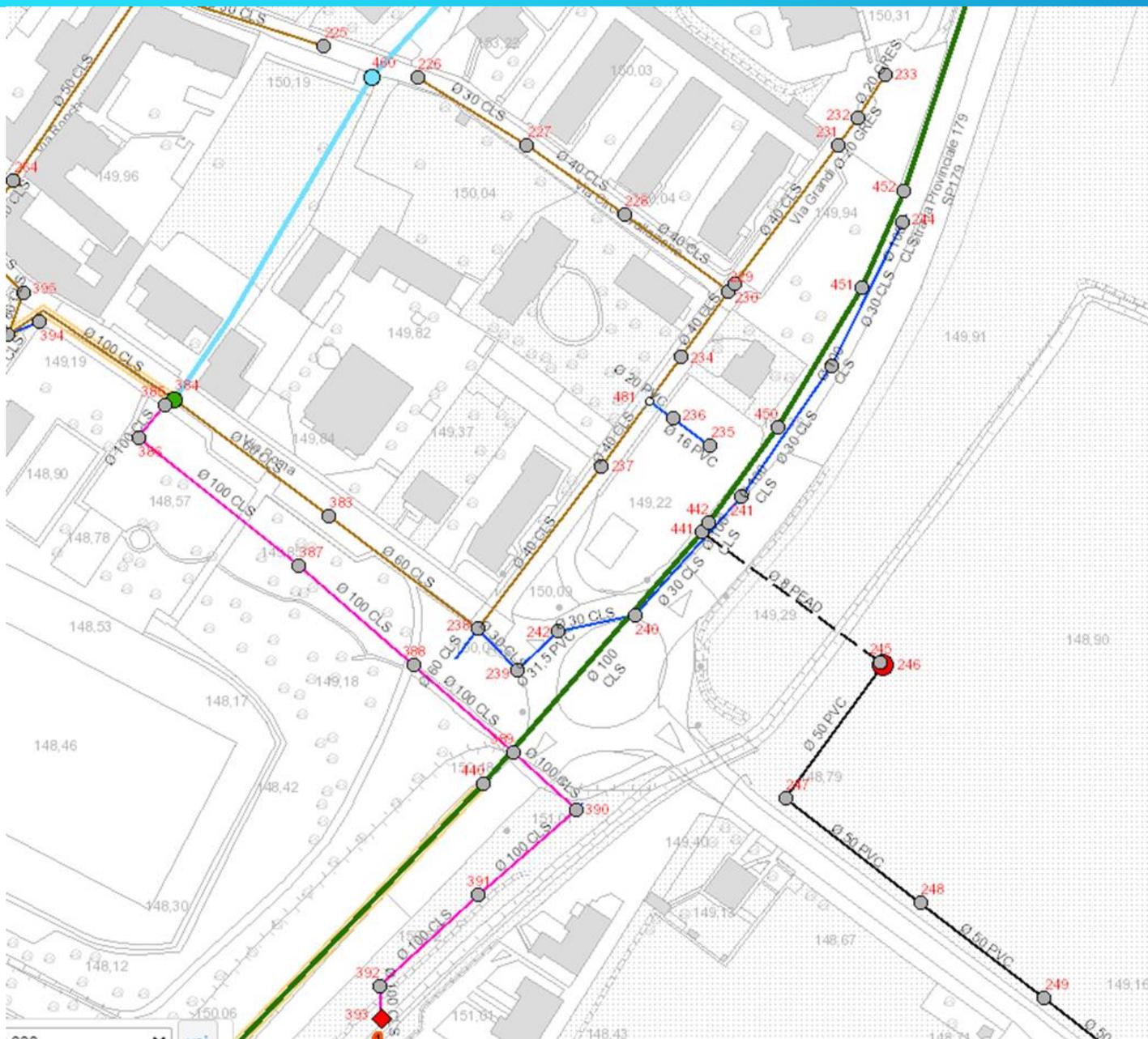
MASATE – Disconnessione superfici



**Parcheggio
comunale e viabilità:
circa 3200 mq**



MASATE – Disconnessione superfici

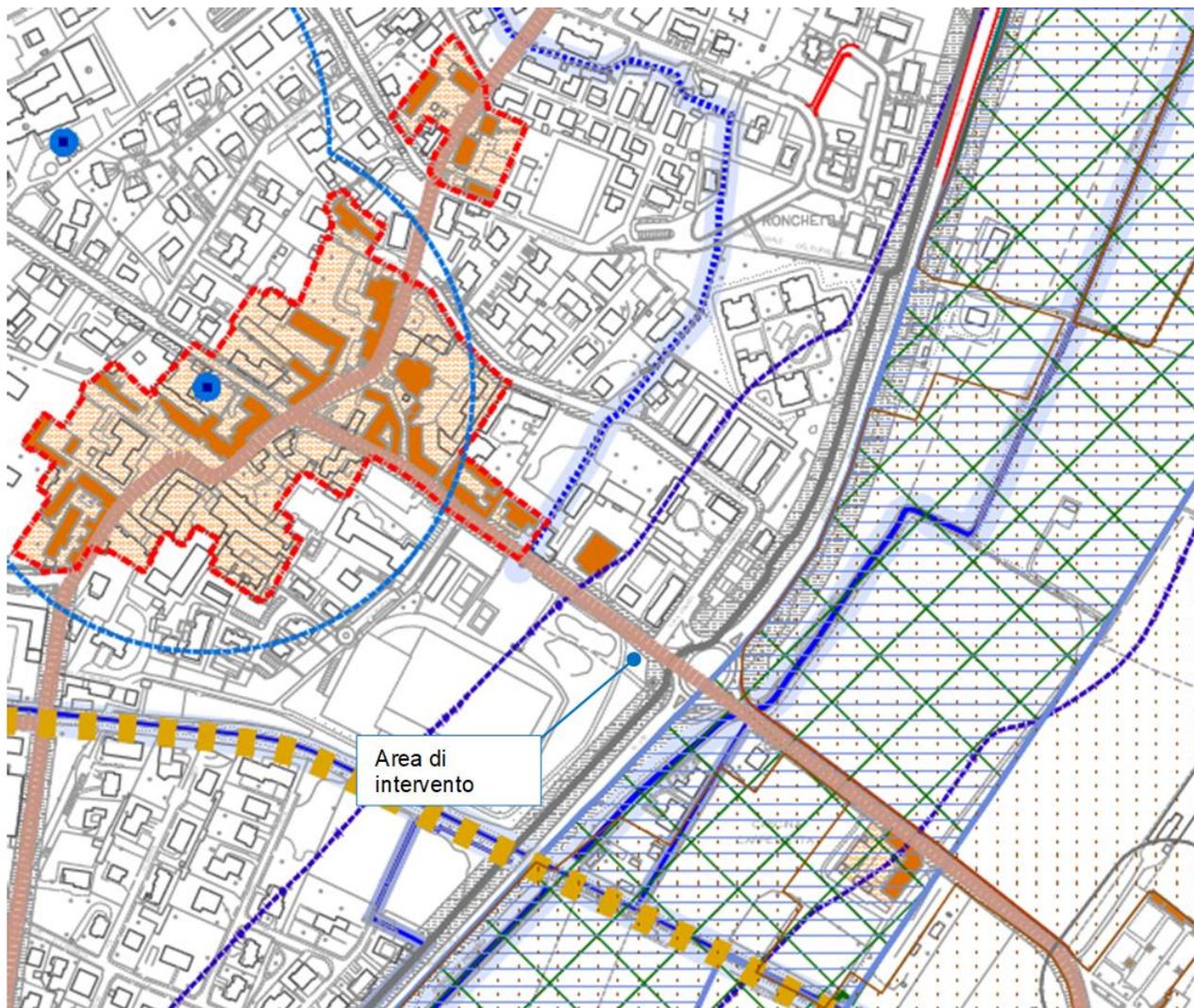


Stato di fatto



MASATE – Disconnessione superfici





VINCOLI

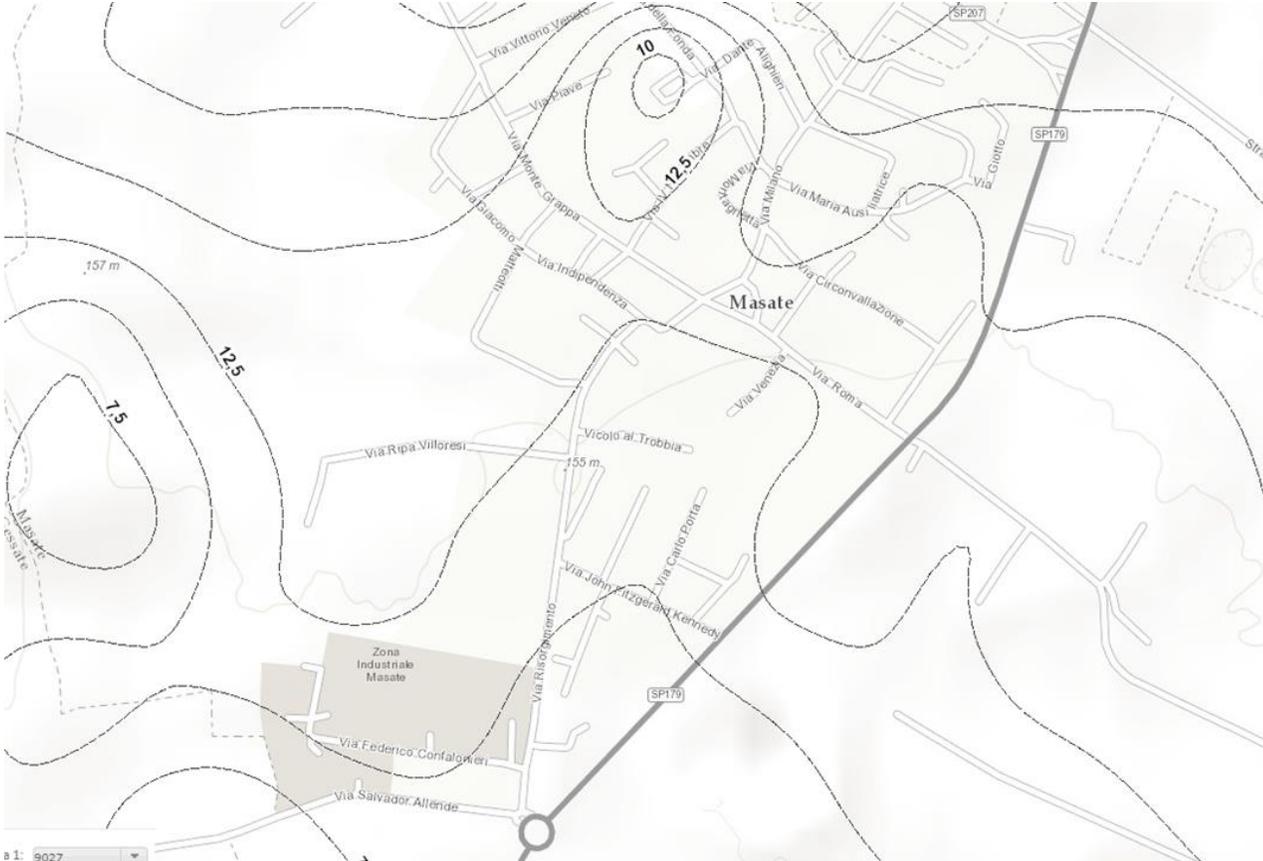
Nessuna presenza di vincoli che impediscono l'infiltrazione.

In particolare non ricade all'interno della fascia di rispetto di pozzi di acqua potabile.

Stralcio planimetrico da Tav. Pr 04.4
"Repertorio dei vincoli sovraordinati"
del PGT del Comune di Masate



MASATE – Disconnessione superfici



FALDA

La soggiacenza minima della falda è posta a oltre 12,5 m di profondità.

Banca dati del progetto P.I.A. di Cap Holding



MASATE – Disconnessione superfici

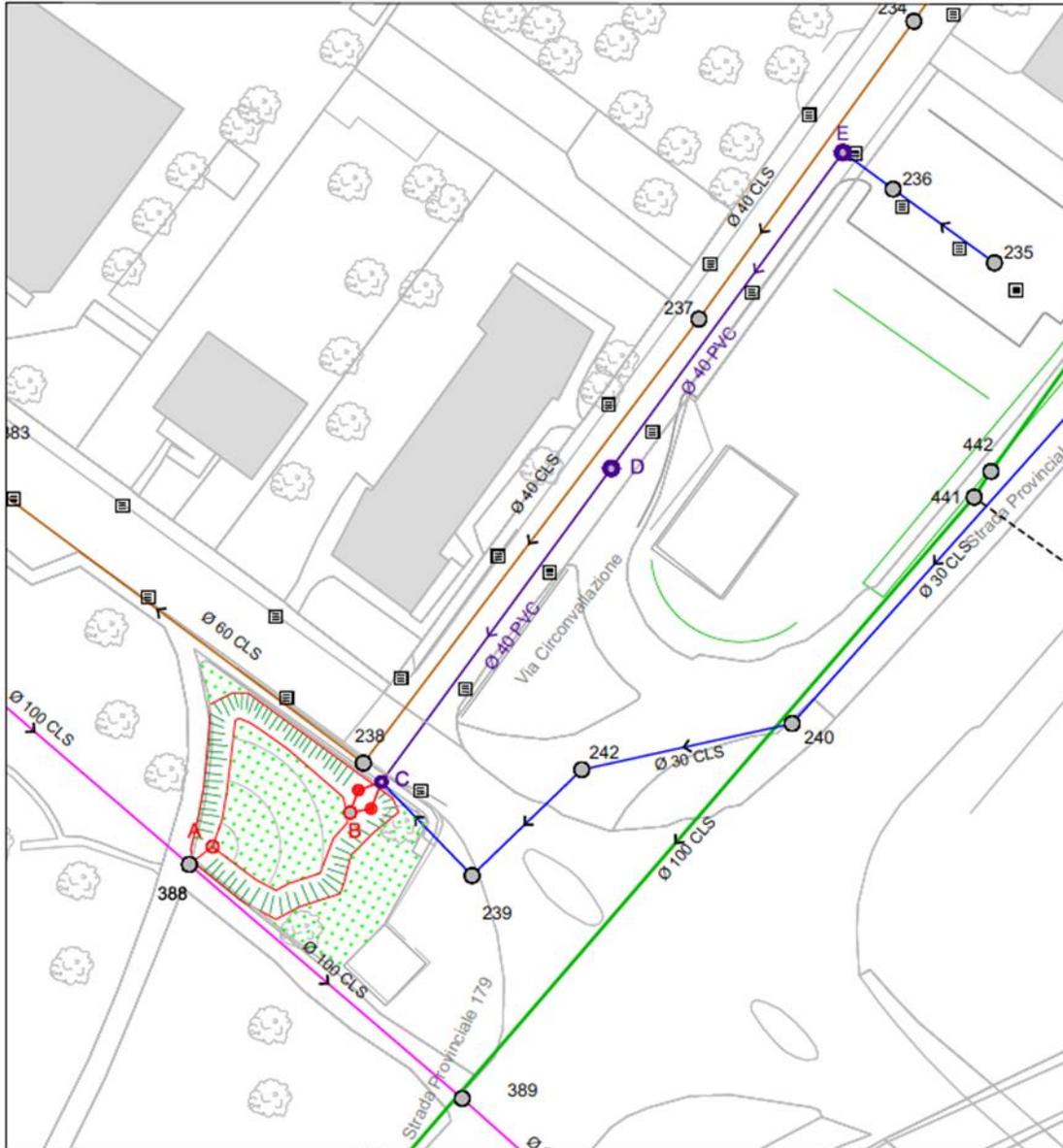
Sondaggio:		P1		
Committente:		CAP HOLDING SPA		
Oggetto lavoro:		Indagini ambientali via Roma - via Circonvallazione, Masate		
Località:		via Roma, Masate		
Data esecuzione:		27/01/2020		
Tipo di perforazione:		Sondaggio a carotaggio continuo		
Profondità p.c. (m)	Colore	Simbologia	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Campioni prelevati
0 m	Marrone	[Pattern]	Cotico superficiale. Sabbia medio-fine debolmente ghiaiosa presenza di materiale vegetale.	Campione P1 C1.0.1 m
0.2 m				
1 m	Marrone rossastro	[Pattern]	Sabbia medio-fine debolmente ghiaiosa debolmente limosa.	Campione P1 C1.2 m
1.5 m				
2 m	Marrone/marrone chiaro	[Pattern]	Sabbia fine ghiaiosa debolmente ciottolosa e debolmente limosa.	Campione P1 C1.2.3 m
2.6 m				
3 m	Marrone	[Pattern]	Ghiala con sabbia ciottolosa debolmente limosa.	
3.8 m				
4 m	Grigio / Grigio chiaro	[Pattern]	Ghiala con sabbia debolmente ciottolosa.	
4.5 m				
5 m	Marrone chiaro grigiastro	[Pattern]	Sabbia medio-fine debolmente limosa debolmente ghiaiosa.	



PERMEABILITÀ

Per quanto attiene alla permeabilità dei suoli sono state eseguite 2 Prove Lefranc da cui si è rilevata una limitata capacità di infiltrazione dei suoli come riassunto nella tabella seguente:

Sondaggio	Prova	Profondità	Permeabilità (m/s)
P1	Lef 1	1.50-2.00 m	1.09×10^{-6}
	Lef 2	3.50-4.00 m	4.37×10^{-6}

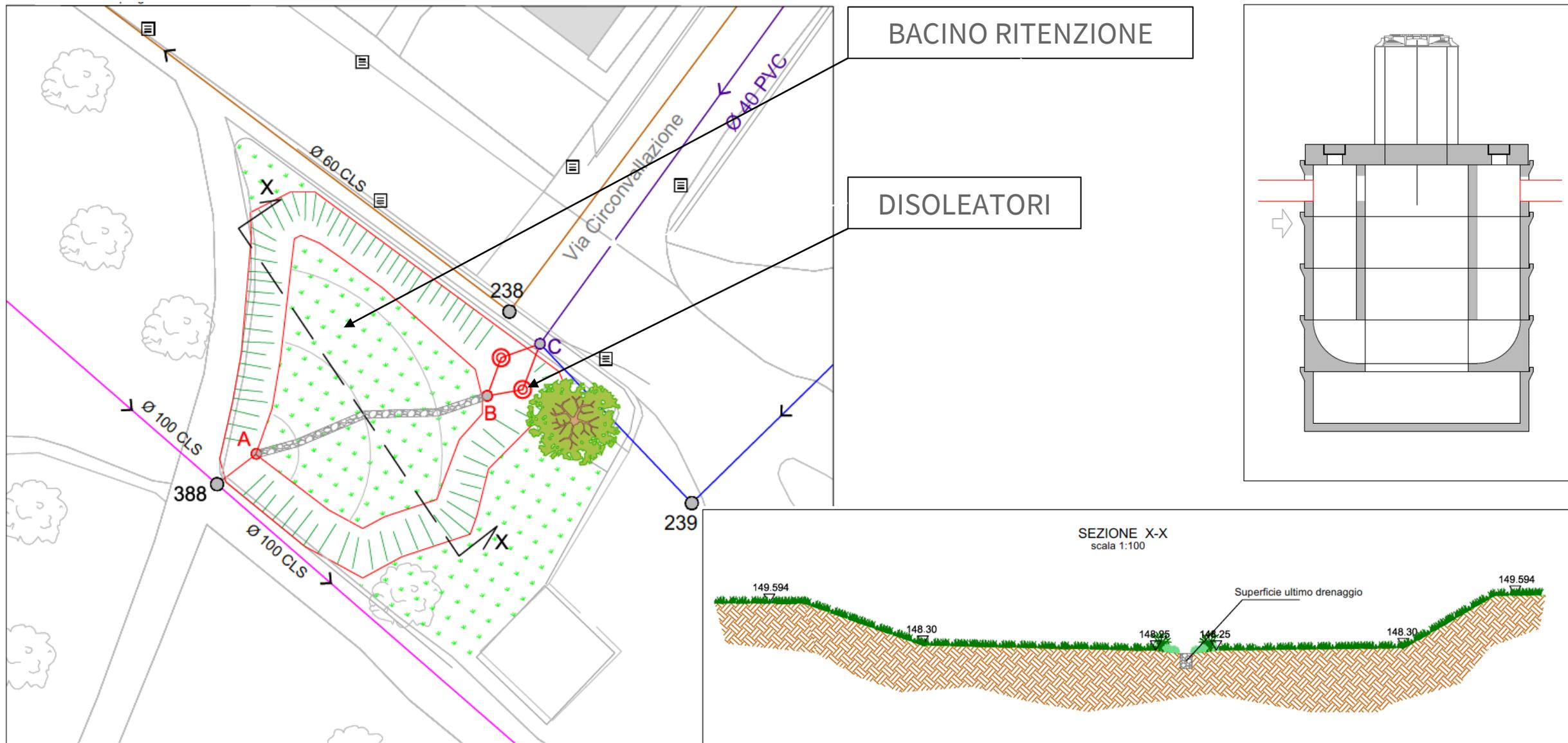


STATO DI PROGETTO

In questo caso ci si trova in condizioni di limitata capacità di infiltrazione dei suoli e, pertanto, si è optato per realizzare un'opera di ritenzione di acque meteoriche in area verde in fregio alla Via Roma con scarico in un corso d'acqua (Fosso Valletta) tombinato esistente; lo scarico avverrà con portata limitata in modo da essere conforme a quanto indicato nell'art.8 comma 5 del RR 7/2017, ovvero pari a 40 l/s.ha.

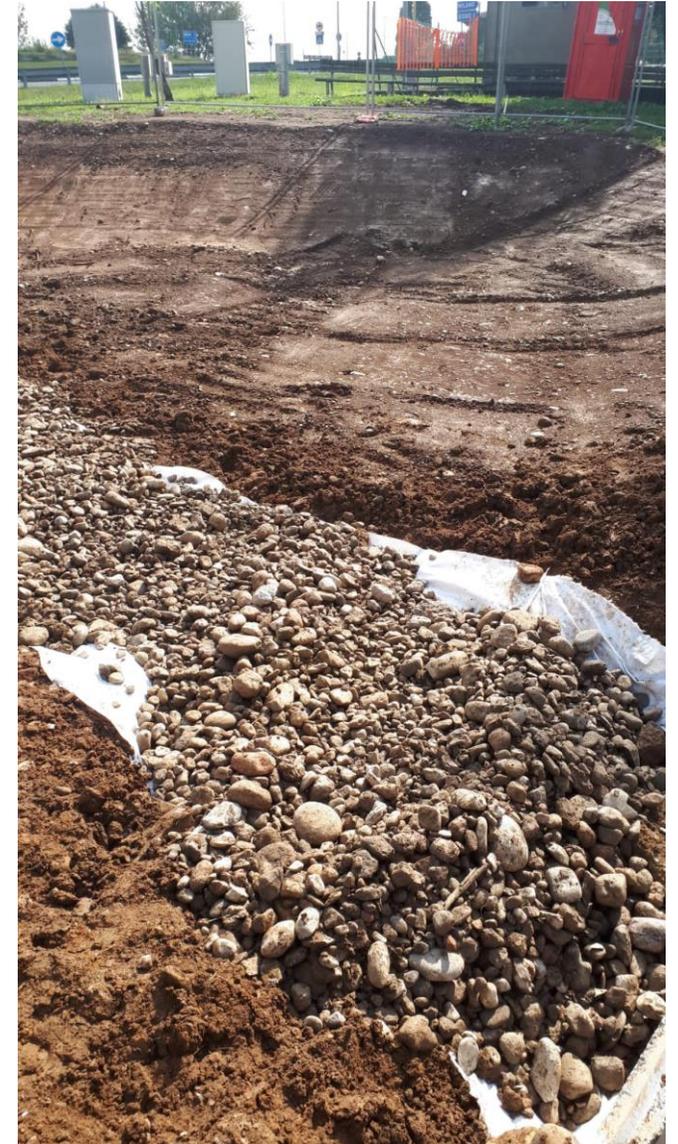


MASATE - Disconnessione superfici





MASATE – Disconnessione superfici





MASATE – Disconnessione superfici





MASATE – Disconnessione superfici



BIOSTUOIA
ANTIEROSIONE
BIODEGRADABILE



MASATE – Disconnessione superfici





Metodo della sole piogge, ovvero considerando che:

-la portata entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_{e(t)}$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso;

-la portata uscente $Q_{u(t)}$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante e commisurata uno specifico limite prefissato $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili sommata alla portata infiltrata Q_f calcolata in base alle capacità di infiltrazione del terreno



MASATE – Disconnessione superfici

- si è considerata come portata entrante la portata meteorica scaricata dalla tombinatura:

$$Q_e = A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}$$

- dovendo scaricare in un corpo superficiale esistente, si è fatto riferimento a quanto riportato all'art.8 comma 5 del RR 7/2017, ovvero $Q_{u,lim}$ è stato posto pari a 40 l/s.ha di superficie impermeabile
- per il calcolo della portata infiltrata si è considerata la superficie media dell'invaso $A_{f,media}$ e si è calcolata la velocità di infiltrazione v_f con la legge di Darcy:

$$v_f = k_{f,u} \cdot I_{hy}$$

$k_{f,u}$: conducibilità in m/s del terreno in condizioni non sature, ovvero:

$$k_{f,u} = \frac{k_f}{2}$$

I_{hy} : gradiente idraulico in m/m, ovvero:

$$I_{hy} = \frac{h_s + z/2}{h_s}$$



La portata di infiltrazione è pari a:

$$Q_f = \frac{k_f}{2} \cdot A_f$$

Il volume richiesto di ritenzione, applicando l'equazione di continuità può essere espresso come:

$$W = (Q_e - Q_u) \cdot D \cdot 60 \cdot f_s = (W_e - W_u) \cdot f_s$$

$$W_e = Q_e \cdot D \cdot 60$$

$$W_u = Q_u \cdot D \cdot 60 = (Q_{u,lim} + Q_f) \cdot D \cdot 60$$

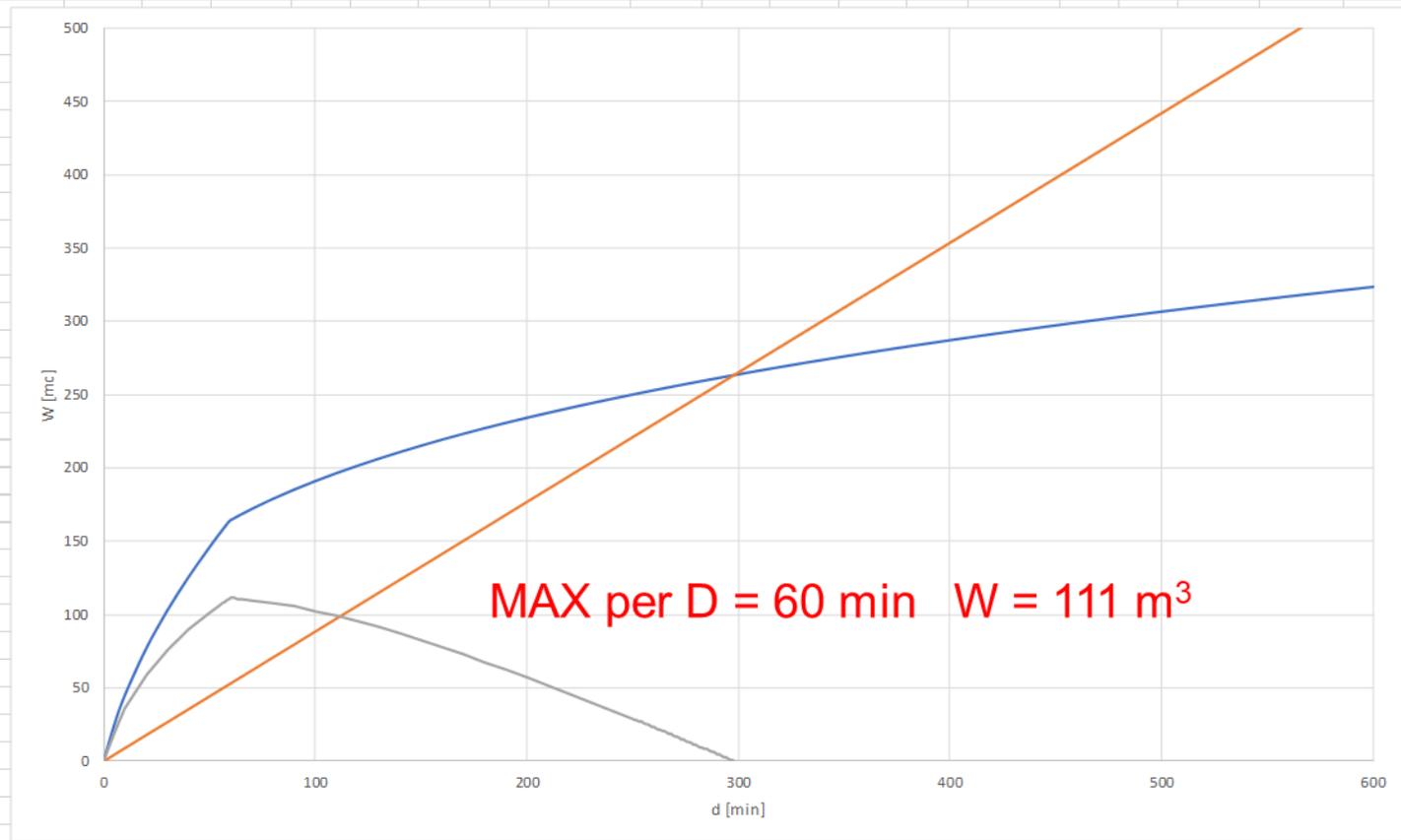
Come per la trincea drenante, il fattore di sovraccarico f_s è stato posto pari a 1,1 per tenere in conto della distribuzione dell'intensità di pioggia non uniforme all'interno della durata D dell'evento.

Il calcolo è proceduto per diverse durate di pioggia in modo da identificare la durata critica D_c dell'evento meteorico che massimizza W ottenendo che per $D_c = 60$ min e $W_{max} = 111$ m³ a cui corrisponde una altezza massima di invaso $H_{max} = 0,50$ m.



MASATE – Disconnessione superfici

Superfici					LSP(1-24 ore)										Bacino di infiltrazione									
	A _{imp}	A _p	Tot	Φ _{mp}	a ₁	n	α	k	ε	T	wt	a	k _{f,imp}	fs	Q _{u,lim}	A _{p,media}	A _{p,min}	A _{p,max}	Q _{inf}	Dc	W _{max}	H _{max}		
Φ	1	0,3	0,92	0,92						anni			m/s		l/s.ha	l/s	mq		l/s	[min]	[m ³]	m		
Sup [m ²]	3 209	400	3 609	3 320	30,26	0,294	0,294	- 0,0270	0,822	10	1,50	45,51	1,0E-06	1,10	40,00	13	223	193	244	0,11	60	111	0,50	
d	rd	r _{D(n)}	Q _{thr}	W _e	W _u	W _e -W _u	d																	
[min]		l/(s*ha)	mc/s	[mc]	[mc]	[mc]	[min]																	
0	0,00	-	-	-	-	-	0																	
5	0,31	224,69	0,081	24,33	4,42	19,91	5																	
10	0,46	206,18	0,074	44,64	8,84	35,80	10																	
20	0,64	176,28	0,064	76,34	17,68	58,66	20																	
30	0,76	157,52	0,057	102,32	26,52	75,81	30																	
40	0,86	144,43	0,052	125,09	35,35	89,74	40																	
50	0,94	134,59	0,049	145,71	44,19	101,51	50																	
55	0,97	130,48	0,047	155,39	48,61	106,78	55																	
56	0,98	129,71	0,047	157,28	49,49	107,79	56																	
57	0,98	128,96	0,047	159,16	50,38	108,79	57																	
58	0,99	128,23	0,046	161,03	51,26	109,77	58																	
59	1,00	127,50	0,046	162,89	52,15	110,74	59																	
60	1,00	126,43	0,046	164,25	53,03	111,22	60																	
61	1,00	124,96	0,045	165,05	53,91	111,14	61																	
62	1,00	123,54	0,045	165,84	54,80	111,04	62																	
63	1,00	122,15	0,044	166,62	55,68	110,94	63																	
64	1,00	120,80	0,044	167,40	56,57	110,83	64																	
65	1,00	119,48	0,043	168,16	57,45	110,71	65																	
70	1,00	113,39	0,041	171,87	61,87	110,00	70																	
80	1,00	103,19	0,037	178,75	70,71	108,04	80																	
90	1,00	94,96	0,034	185,04	79,55	105,50	90																	
100	1,00	88,15	0,032	190,87	88,38	102,48	100																	
110	1,00	82,41	0,030	196,29	97,22	99,07	110																	
120	1,00	77,50	0,028	201,38	106,06	95,32	120																	
130	1,00	73,25	0,026	206,17	114,90	91,27	130																	
140	1,00	69,51	0,025	210,71	123,74	86,98	140																	
150	1,00	66,21	0,024	215,03	132,58	82,46	150																	
160	1,00	63,26	0,023	219,15	141,41	77,74	160																	
170	1,00	60,61	0,022	223,09	150,25	72,84	170																	
180	1,00	58,21	0,021	226,87	159,09	67,78	180																	
190	1,00	56,03	0,020	230,51	167,93	62,58	190																	
200	1,00	54,04	0,020	234,01	176,77	57,24	200																	





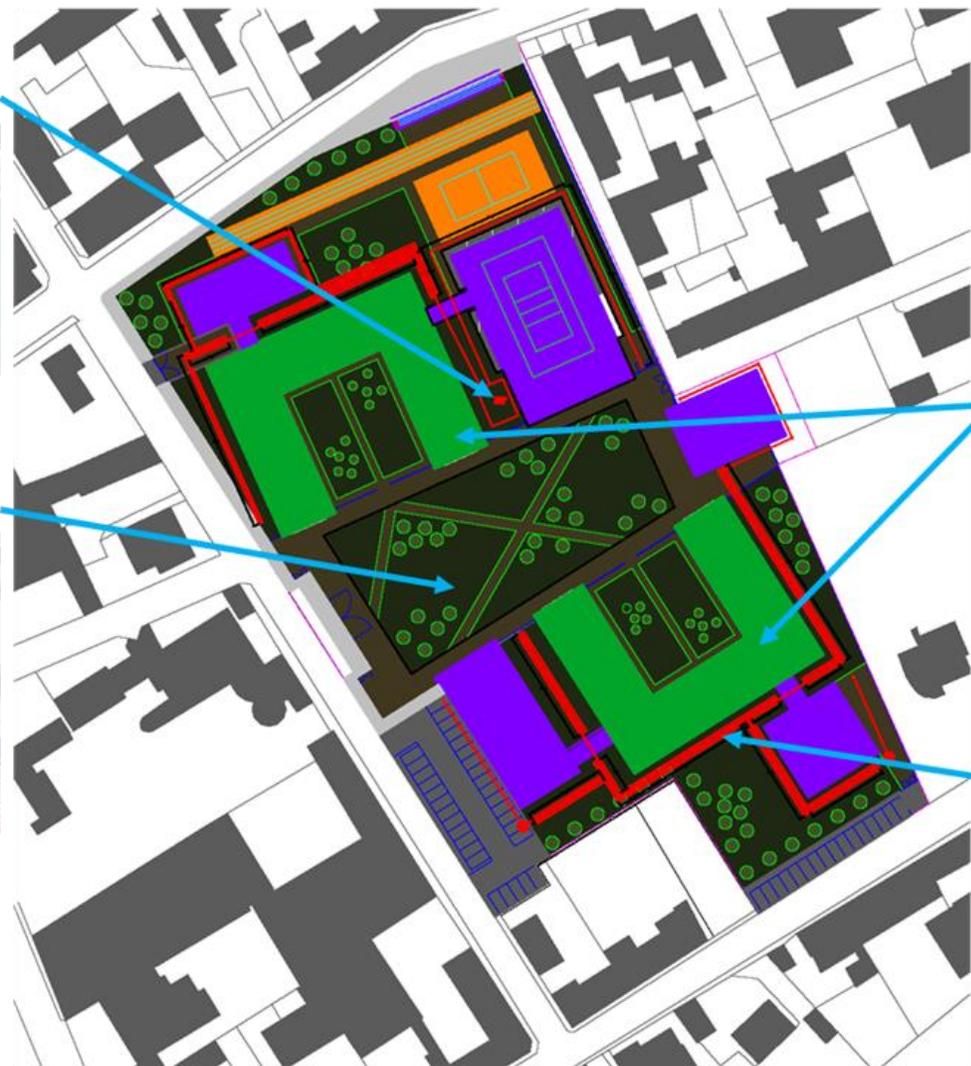
Altre esperienze di SUDS

INVERUNO: NUOVO PLESSO SCOLASTICO

VASCA PER RIUSO



AIUOLE DRENANTI



L'estensione del lotto interessato dall'intervento (A_{tot}) è di circa 19.056 m² suddiviso in tre sotto interventi:

- Scuola Primaria: 3.673 m²
- Scuola Secondaria 1°: 6.803 m²
- Piazza urbana: 3.673 m²

=> Relazione di Invarianza con procedura dettagliata

TETTI VERDI



GESTIONE ACQUE METEORICHE:

- mediante il riuso dei volumi stoccati
- mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo
- scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale
- scarico in fognatura





VAREDO – DISCONNESSIONE PARCHEGGIO COMUNALE



TRINCEA
DRENANTE

BACINO
INFILTRAZIONE





VAREDO – DISCONNESSIONE PARCHEGGIO COMUNALE



2020/10/20 11:01



VAREDO – Disconnessione superfici

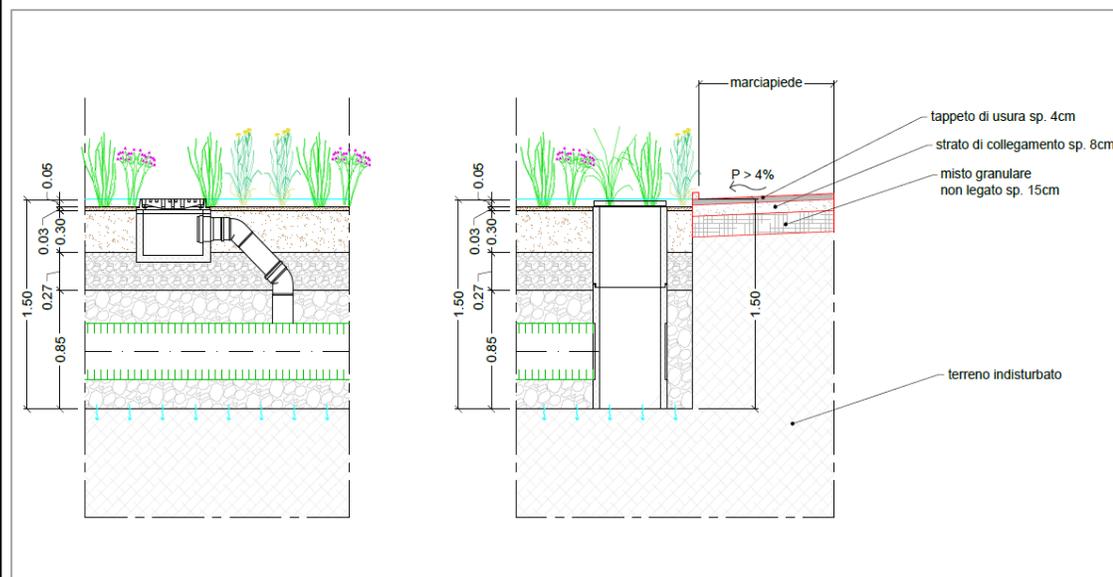
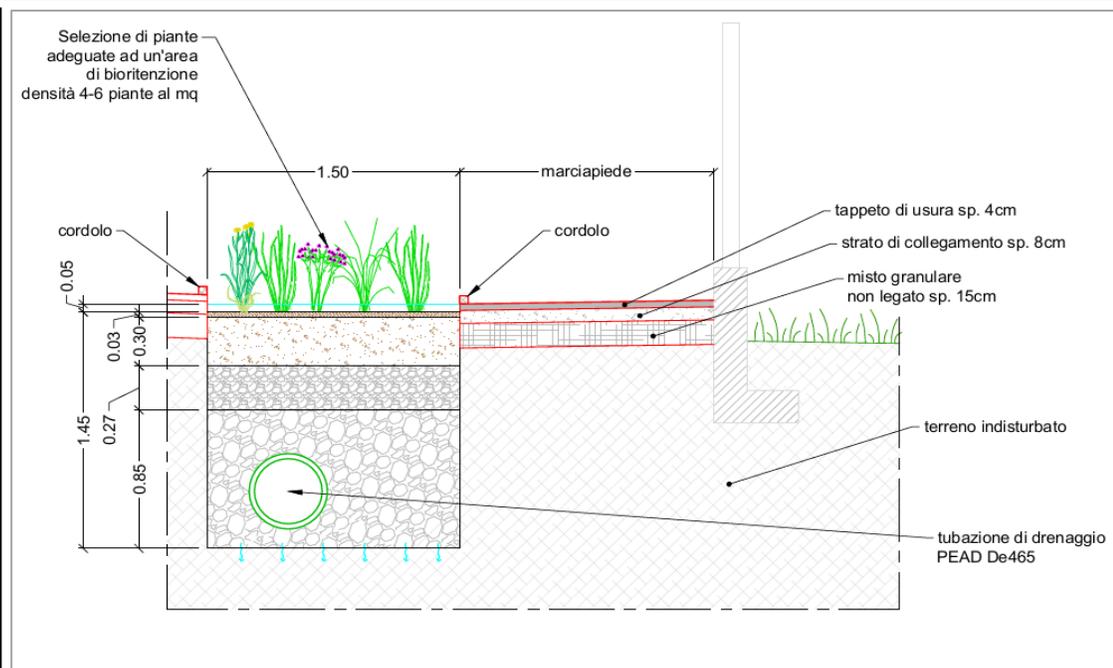
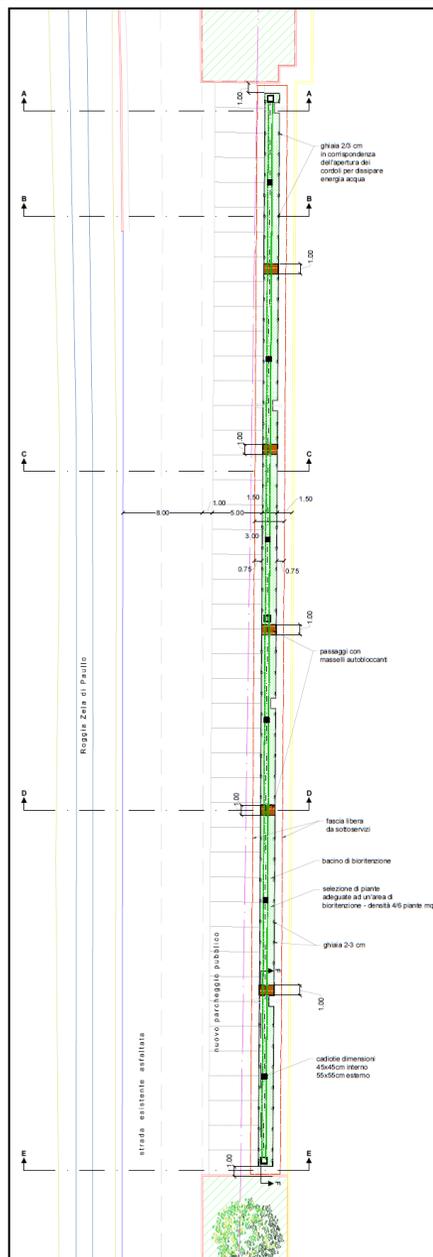
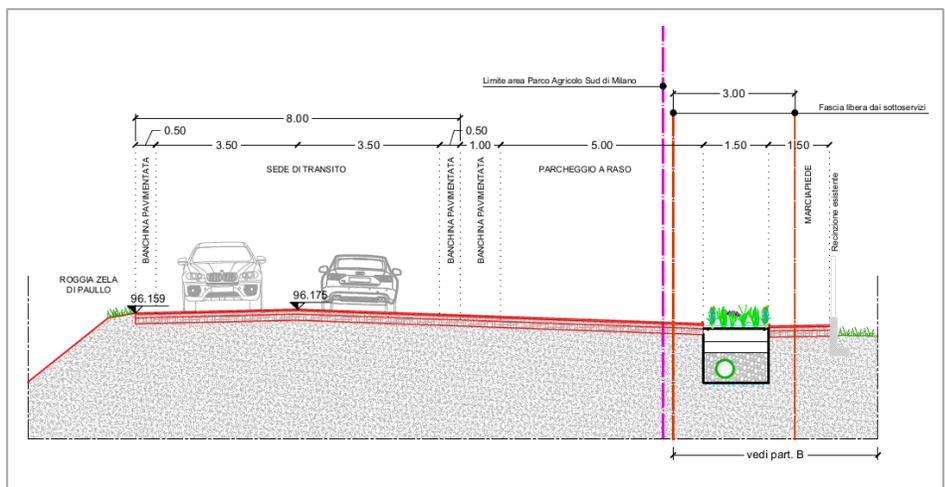




Altre esperienze di SUDS

PAULLO - NUOVO PARCHEGGIO COMUNALE

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo parcheggio e di un'aiuola di bioritenzione ed infiltrazione delle acque di dilavamento stradale. Tale sistema permette il trattamento delle acque infiltrate senza richiedere la realizzazione di disoleatori.





PAULLO – Nuovo parcheggio comunale





PARCO DELL'ACQUA DI PADERNO DUGNANO



1. Accessi principali
2. Circuito ciclopedonale attrezzato
3. Viewpoint
4. Spazi polifunzionali attrezzati
5. Area di servizio dell'impianto di fitodepurazione
6. Vasche di fitodepurazione (22*45cm)
7. Bacino di ritenzione (6.000mq)
8. Bacini di infiltrazione (12.000 mQ totali)
9. Aree a prato
10. Radure con gruppi arborei
11. Aree boscate
12. Rilevati arboreo-arbustivi
13. Rilevato esistente con filare arboreo
14. Prato fiorito con vegetazione arbustiva





Altre esperienze di SUDS

SMART-GREEN vuole essere un riferimento per lo sviluppo delle infrastrutture verdi e la promozione di tecniche sostenibili per la difesa del territorio dal dissesto idrogeologico e la gestione delle acque meteoriche, mettendo a disposizione sia strumenti di calcolo che manuali tecnici e qualsiasi altra informazione utile a professionisti, amministratori e alla comunità in generale.



Ricerca Strumenti Pubblicazioni Contatti

<https://smartgreen.unimi.it/2020/09/10/presentazione-smart-green/>

▶ 0:00 / 1:13





GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Ing. Marco Callerio

Ufficio Invarianza Idraulica – CAP Holding

marco.callerio@gruppocap.it