



**La gestione delle Acque Reflue:
Gli aspetti critici tra normativa e progettazione**

**INVARIANZA IDRAULICA:
METODOLOGIA DI CALCOLO E NUOVE MISURE COMPENSATIVE**

Relatore: Ing. Daniele Simioni– Responsabile Divisione Acqua Geoplast Spa

Ascoli Piceno, 6 Giugno 2018

Geoplast Spa



Sede: Grantorto (Padova)

+40 anni di attività

20 MLN fatturato medio annuo

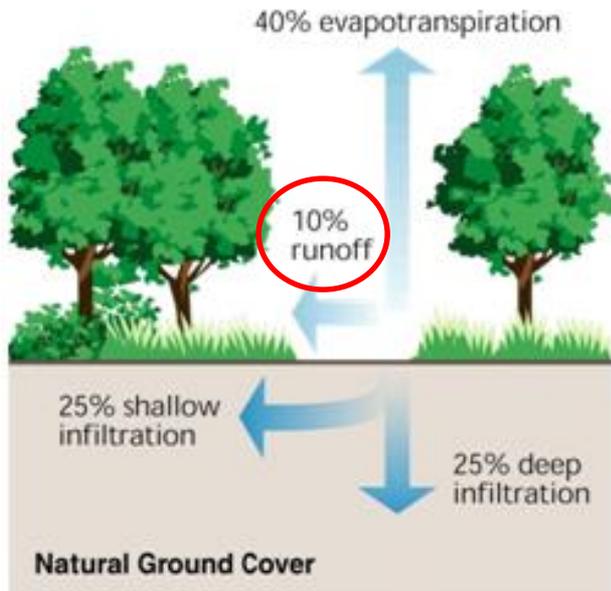
60 Paesi nel Mondo

25 linee produttive

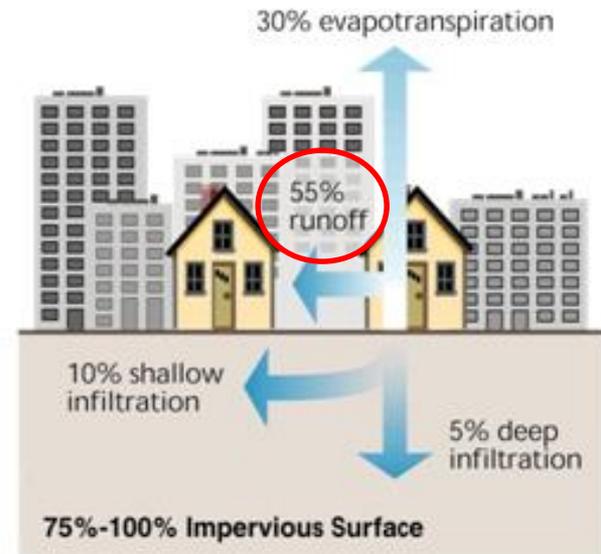


L'invarianza idraulica

La portata di piena derivante dal drenaggio di una determinata area deve rimanere COSTANTE al variare dell'uso del suolo.



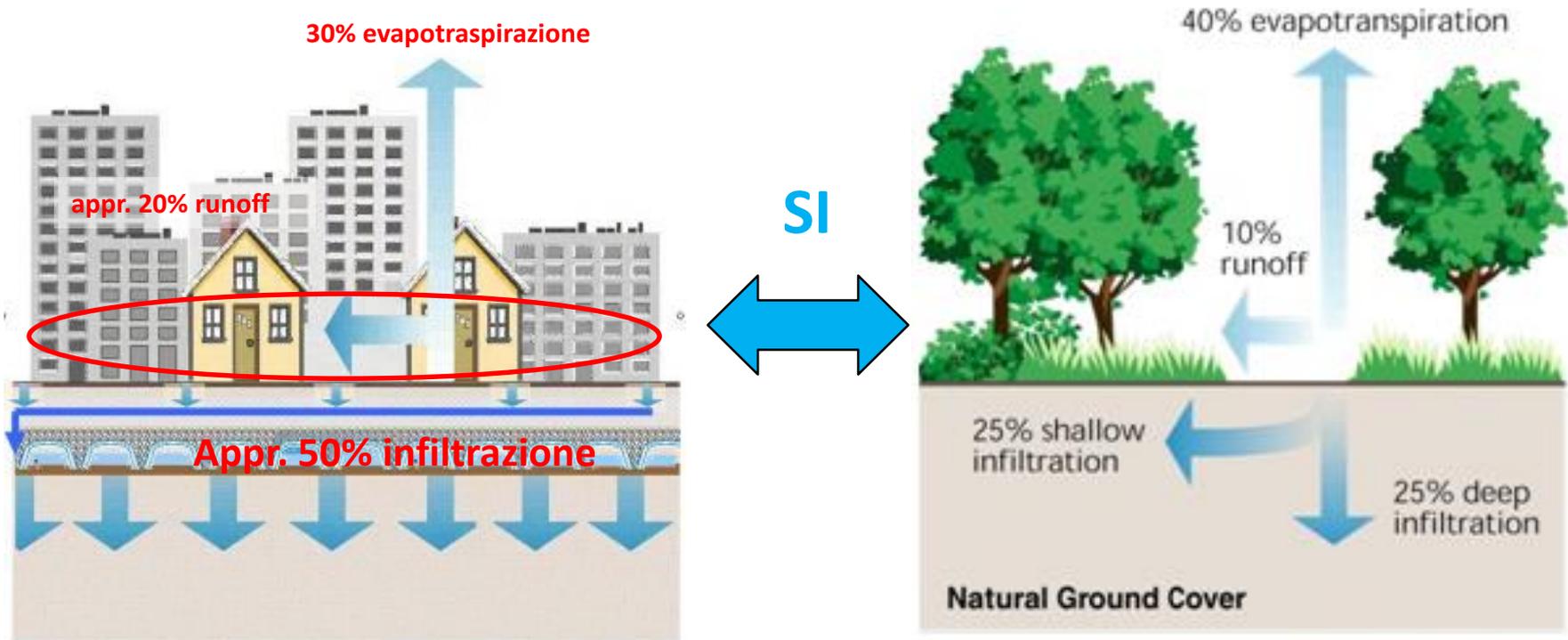
Area naturale:
50% infiltrazione
10% ruscellamento



**Urbanizzazione
intensiva:**
15% infiltrazione
55% ruscellamento

Studio di compatibilità idraulica

Studio che identifica le eventuali criticità dell'intervento e definisce le misure di mitigazione da adottare per garantire l'invarianza idraulica del sito.



Mantenimento delle condizioni iniziali (50% infiltrazione, 20% ruscellamento)

La scelta del sistema



A



B



C



I sistemi tradizionali – 1



- Soluzione più “immediata”
- Intera portata di pioggia
- Rapidità di smaltimento

SOVRADIMENSIONAMENTO FOGNATURA BIANCA



- Intervento invasivo
- Grandi oneri economici
- Problemi a valle



- Gestione di grandi volumi
- Costi realizzazione limitati
- Pregio naturalistico –
Qualità delle acque

BACINI DI LAMINAZIONE



- Odori e animali molesti
- Sicurezza
- Perdita dell’area

I sistemi tradizionali – 2

TUBI FORATI O POZZI PERDENTI



- Convogliamento+drenaggio
 - Varietà di soluzioni/misure/materiali
 - Dispersione diffusa o puntuale



- Posa lenta e complessa
 - Volumi scavo e uso consistente di inerti
 - Superficie drenante ridotta

VASCHE PREFABBRICATE



- Varietà di misure/materiali
- Regolazione portate uscenti
- Posa meno complessa dei tubi



- Movimentazione difficoltosa
- Poca adattabilità a spazi
 - NO infiltrazione

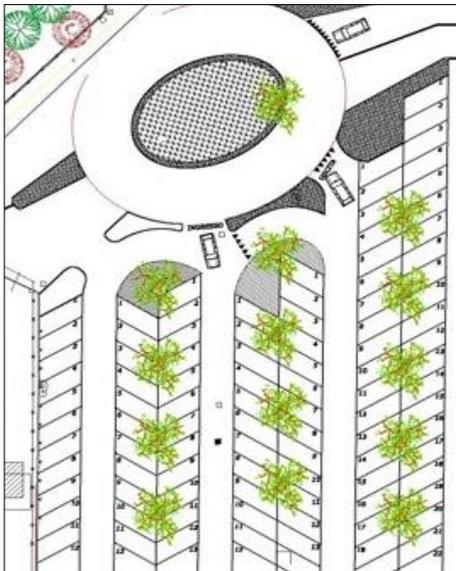
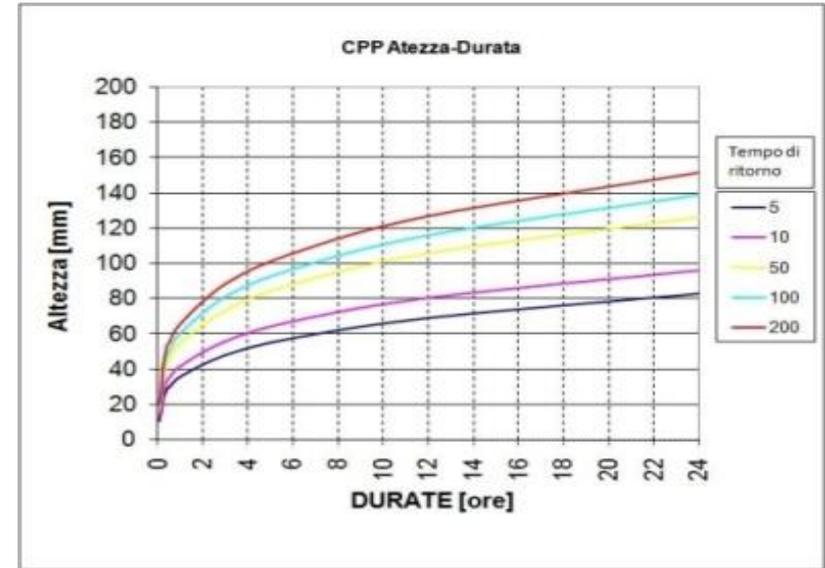
I sistemi in materiale plastico



- Gestione “in situ” → NO problemi a valle
- Strutture:
 - poco invasive
 - semplici e veloci da realizzare
 - adattabili agli spazi a disposizione
- Mantenimento fruibilità degli spazi
- Posa maggiormente sicura
- Prevenzione disagi bacini a cielo aperto

Dati necessari dimensionamento/scelta del sistema

- Piovosità (durata, tempo di ritorno)
- Superfici da drenare + Coefficienti di deflusso
- Spazio disponibile
- Destinazione d'uso dell'area (carichi)

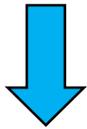


E a seconda del recapito finale:

- *Dispersione nel sottosuolo*
→ Permeabilità terreno
- *Laminazione in rete di scolo*
→ Portata massima scarico

Dispersione o laminazione?

DISPERSIONE



- Scarico al suolo consentito
- Assenza rete di scolo
- Buona permeabilità/
Livello falda basso
- Assenza di effetti
“collaterali”
- Ricarica falda / Qualità
acqua

SISTEMA MISTO



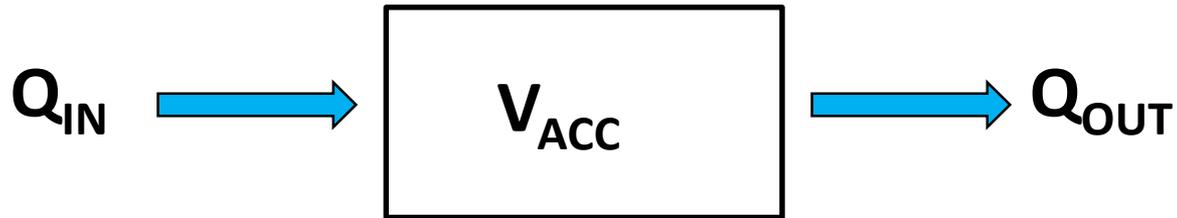
- Scarico al suolo
consentito
- Presenza rete di scolo
- Permeabilità mediocre/
Livello falda medio-basso
- Assenza di effetti
“collaterali”
- Riduzione invasi

LAMINAZIONE



- Scarico al suolo non
consentito
- Presenza rete di scolo
- Scarsa permeabilità/
Falda superficiale
- Possibili effetti
“collaterali”

Metodo di calcolo generale



$$Q_{IN}(t) - Q_{OUT}(t) = dV_{ACC}(t)/dt$$

Fissata durata precipitazione $t \rightarrow$ Trovo valore massimo V_{ACC}

$$V_{ACC} = V_{IN} - V_{OUT}$$

- V_{IN} dipende dalla piovosità e dalla superficie scolante
- V_{OUT} dipende dal funzionamento del sistema:
 - Bacino/trincea drenante \rightarrow *Portata infiltrazione*
 - Vasca di laminazione \rightarrow *Portata max scarico*
 - Sistema misto \rightarrow *Portata infiltrazione + Portata max scarico*

Determinazione del volume in ingresso

Volume di pioggia che deve essere smaltito dal sistema:

$$V_{IN} = S \times p \quad [m^3]$$

con S superficie scolante [m²] e p piovosità [mm].

Superficie scolante → $S = \sum_i S_i \times \varphi_i = S_1\varphi_1 + \dots + S_n\varphi_n$

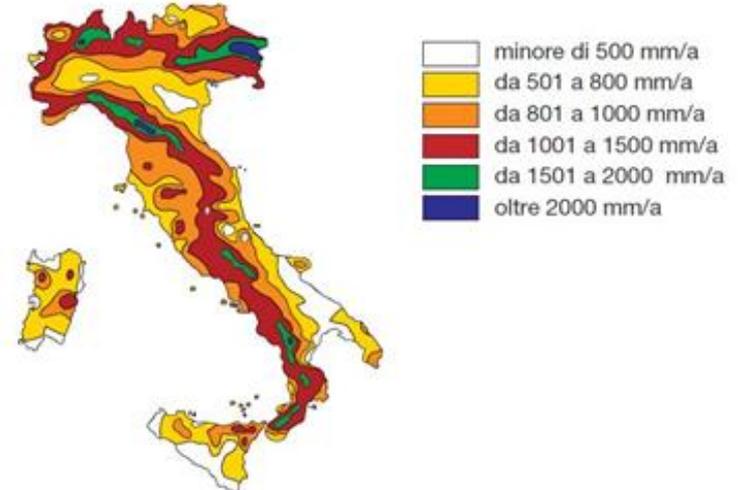
Piovosità → Dipende dal regime pluviometrico dell'area.

Fissato il tempo di ritorno (normativa),

si considera per:

- Sistemi disperdenti → Evento durata 30-60 min (temporale violento)
- Vasche laminazione → Andamento CPP

Tipo di Superficie	φ
Tetti rivestiti con lamiera o tegole	0,9 ÷ 1,0
Tetti piani con rivestimento in CLS	0,7 ÷ 0,8
Tetti piani a verde pensile	0,3 ÷ 0,4
Superfici pavimentate	0,7 ÷ 0,9
Strade di terra	0,4 ÷ 0,6
Superfici erbose	0,1 ÷ 0,4
<i>Aree residenziali</i>	<i>0,3 ÷ 0,7</i>
<i>Boschi</i>	<i>0,1 ÷ 0,3</i>
<i>Terreni coltivati</i>	<i>0,2 ÷ 0,6</i>



Dimensionamento di un sistema disperdente – 1

- 1) Calcolo il volume in ingresso V_{IN} (durata precipitazione 30 min)
- 2) Fisso la larghezza B e l'altezza H del bacino (o della trincea) drenante. La lunghezza L è l'incognita.
- 3) Calcolo del volume in uscita

$$Q_{INF} = S_{INF} \times k \times i \quad [m^3/s]$$

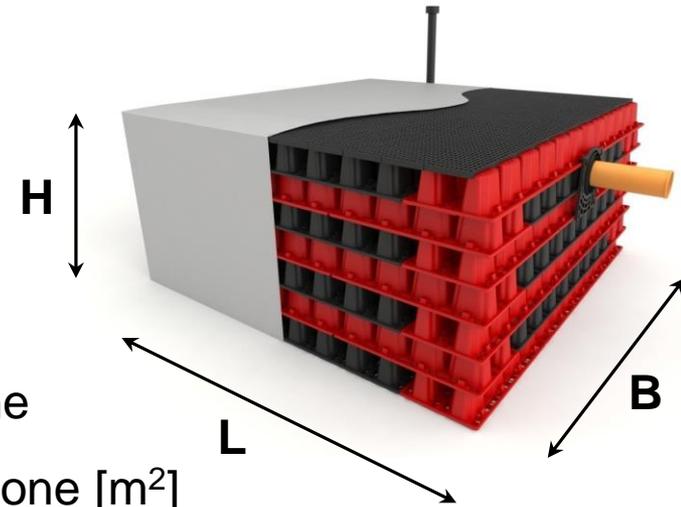
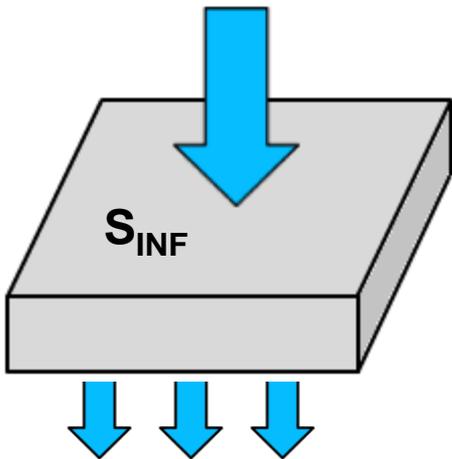
dove:

Q_{INF} è la portata di infiltrazione

S_{INF} è la superficie di infiltrazione $[m^2]$

k è la velocità di infiltrazione dell'acqua nel terreno $[m/s]$

i è la cadente piezometrica ($i = \Delta H / \Delta L$) che può essere assunta come unitaria



Dimensionamento di un sistema disperdente – 2

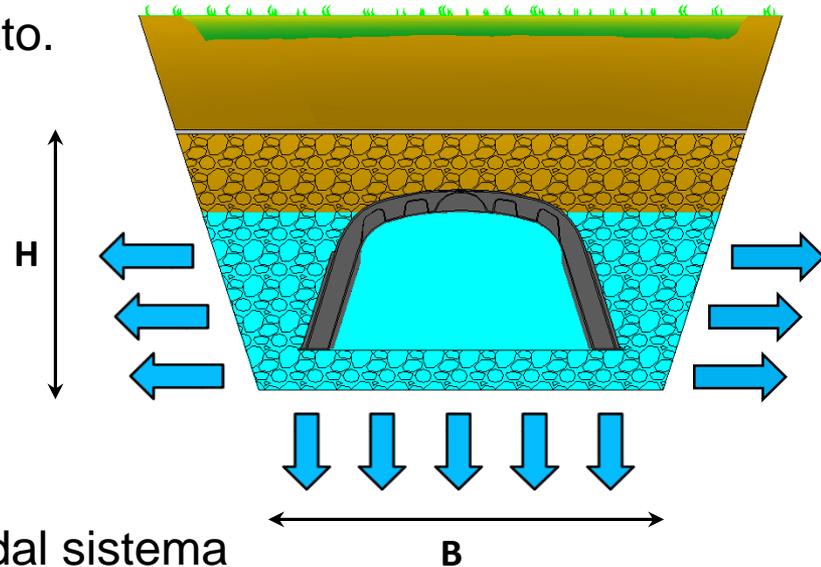
S_{INF} varia a seconda del tipo di sistema considerato.

In genere:

$$S_{INF} = B \times L + 2 \times L \times H$$

Il volume che si infiltra nella durata D della precipitazione è pari a:

$$\begin{aligned} V_{INF} &= S_{INF} \times k \times D = (B \times L + 2 \times L \times H) \times k \times D \\ &= L \times (B + 2H) \times k \times D \end{aligned}$$



4) Calcolo del volume di accumulo → Dipende dal sistema

In genere: $V_{ACC} = (B \times L \times H) \times p$

Dove p è la porosità del mezzo (ad es. ghiaione → 0.3-0.35, strutture modulari plastica → 0.9-0.96)

5) Imposto l'equazione

$$V_{ACC} = V_{IN} - V_{INF} \rightarrow B \times L \times H \times p = V_{IN} - L \times (B + 2H) \times k \times D$$

e la risolvo ricavando L .

Dimensionamento di un sistema disperdente – 3

VERIFICA → Valutazione Tempo di Residenza Idraulica

$$T = V_{IN} / Q_{OUT} \quad [h]$$

$$T = V_{IN} / Q_{INF} = V_{IN} / (S_{INF} \times k \times i) = V_{IN} / [(B \times L + 2 \times L \times H) \times k]$$

In accordo con linee guida internazionali (es. Germania, Regno Unito): **T < 48 h**

Se $T > 48$ h le possibilità sono le seguenti:

- Aumentare S_{INF}
 - Sovradimensiono il bacino. Fisso $T=48$ h e calcolo S_{INF} (formula inversa)
 - Valutare sostenibilità intervento

- Prevedere uno scarico supplementare nella rete di scolo (Q_{OUT}) → **SISTEMA MISTO**
 - $T = V_{IN} / (Q_{INF} + Q_{OUT})$
 - Verificare fattibilità



Esempio

Consideriamo un volume da smaltire pari a 100 m^3 , $k=10^{-4} \text{ m/s}$ e durata $D=30$ minuti
Utilizzo un sistema modulare di dimensioni $112 \times 112 \times H=23 \text{ cm}$ con percentuale di vuoto pari a 96%

1) Fisso $B=4,48 \text{ m}$ (4 elementi) e $H=1 \text{ m}$ (5 strati)

$$2) V_{\text{INF}} = S_{\text{INF}} \times k \times D = (B \times L + 2 \times L \times H) \times k \times D = \\ = (4,48 \times L + 2 \times L \times 1) \times 10^{-4} \times 30 \times 60 = 1,166L$$

$$3) V_{\text{ACC}} = (B \times L \times H) \times p = (4,48 \times 1 \times L) \times 0,96 = 4,3L$$

$$4) 4,3L = 100 - 1,166L \rightarrow L = 100 / (4,3 + 1,66) = \\ = 16,78 \text{ m}$$

5) N° Moduli/fila = $L/1,12 = 16,78/1,12 = 15 \text{ pz}$ (*arrotondato per eccesso*)

Totale Moduli = $4 \times 15 \times 5 = 300 \text{ pz}$

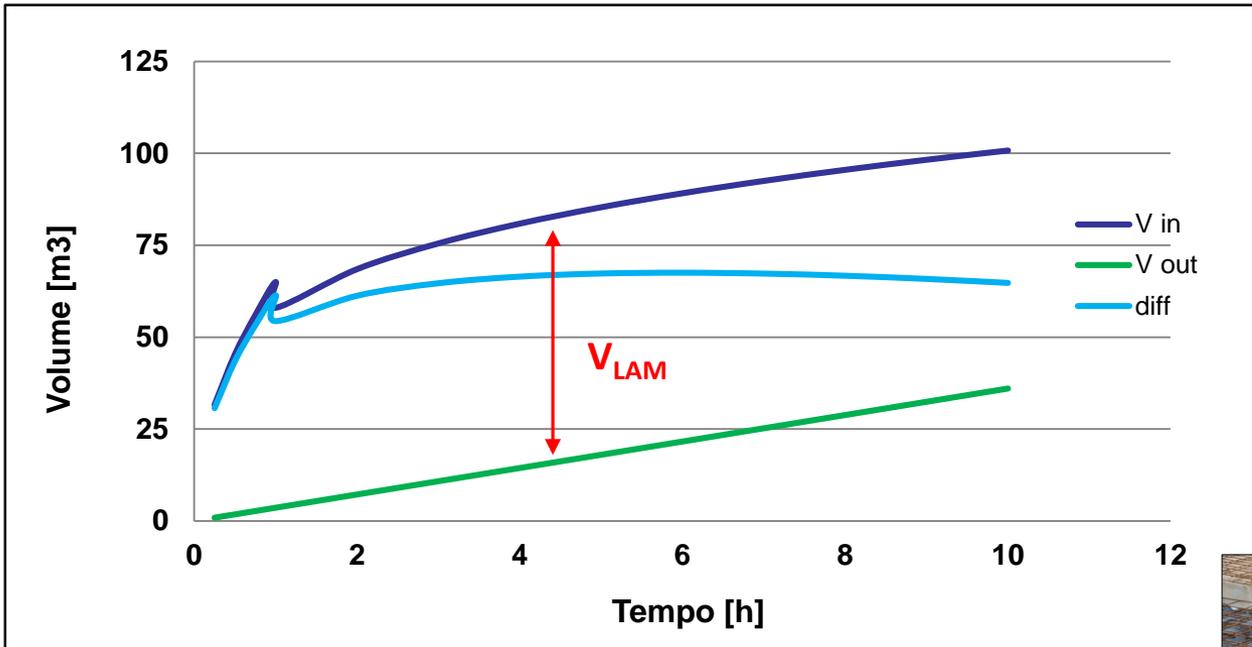
Dimensioni effettive = **4,48 x 16,8 x 1 m**

$$6) T = 100 / Q_{\text{INF}} = 100 / [(B \times L + 2 \times L \times H) \times k] = 100 / [(10 \times 16,8 + 2 \times 16,8 \times 1) \times 10^{-4}] = \\ = 4960 \text{ s} \approx 1,4 \text{ h} < 48 \text{ h} \quad \text{OK!}$$



Dimensionamento di una vasca di laminazione

Diverse metodologie: Metodo dell'invaso, Metodo delle sole piogge,...



La gamma delle soluzioni di Geoplast



DRENING



DRAINPANEL



NUOVO ELEVETOR TANK

INFILTRAZIONE

LAMINAZIONE / ACCUMULO

POSA "A SECCO"

GETTO IN CLS

Confronto tra i 3 sistemi

CARATTERSITICA	DRENING 	DRAINPANEL 	NUOVO ELEVETOR TANK 
APPLICAZIONE	Infiltrazione / laminazione, accumulo	Infiltrazione / laminazione, accumulo	Laminazione, accumulo
DIMENSIONI	120x80xH=40 cm	112x112xH=23 cm	58x58xH=variabile
POSA	A secco con ghiaia	A secco	CLS
PROFONDITA'	0,8-1,8 m	Fino a 2-2,5 m	Fino a 2,5 m
SUPERFICIE	Ampia	Limitata	Limitata
CARICHI	1° categoria	1° categoria	1° categoria
MATERIALE	PE HD	PP	PP+PVC

DRENING – Caso Studio 1

Località: *Novegro – Segrate (MI)*

Problema: Drenaggio parcheggi 70.000 m²

Criticità:

- 1) Elevate superfici da drenare
- 2) Profondità di installazione elevata
- 3) Zona a traffico elevato

Dimensioni:

Superficie complessiva = 1.100 + 1.100 m²

Volume max invaso = 530 + 530 m³

Funzionamento: Laminazione/Infiltrazione



DRENING – Caso Studio 1



DRENING – Caso Studio 2

Località: *Arzignano (VI)*

Problema: Drenaggio nuova viabilità ingresso centro abitato – ZAI

Criticità:

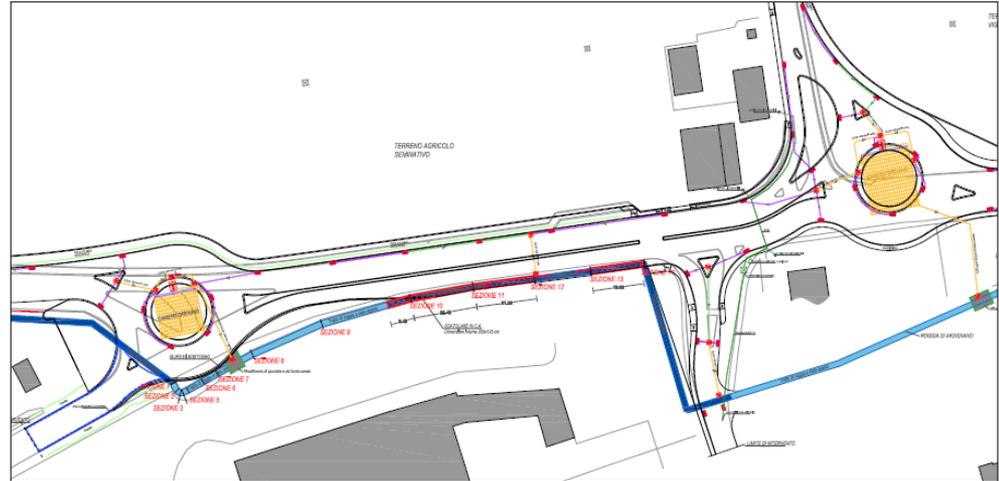
- 1) Prevenzione allagamenti stradali
- 2) Integrazione fognatura esistente
- 3) Superfici irregolari
- 4) Spazi di cantiere ristretti

Dimensioni:

Superficie complessiva = 220+250 m²

Volume max invaso = 100+120 m³

Funzionamento: Infiltrazione



DRENING – Caso Studio 2

Soluzioni:

- Inserimento bacino all'interno delle aiuole circolari interne
- Integrazione ottimale col sistema fognario esistente
- Basso ingombro e facilità di movimentazione



DRENING – Caso Studio 3

Località: *Rovigo*

Problema: Riqualificazione urbanistica
piazza XX Settembre

Criticità:

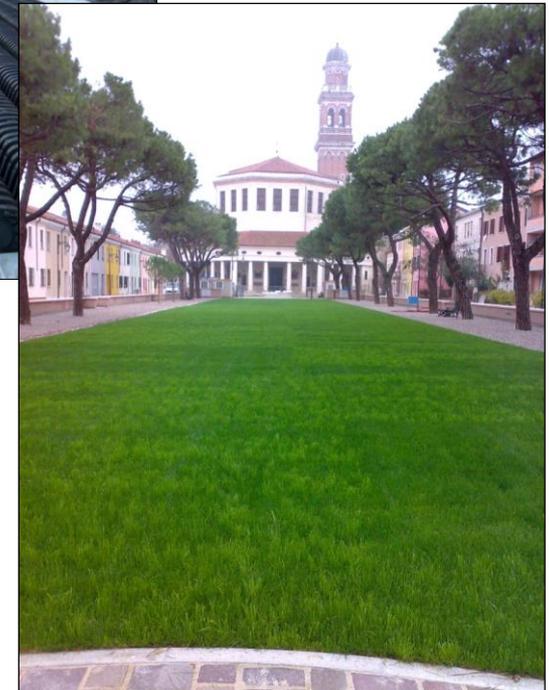
- 1) Integrazione fognatura esistente
- 2) Bassa permeabilità
- 3) Zona di pregio storico
- 4) Recupero di parte dell'acqua per l'irrigazione

Dimensioni:

Superficie complessiva = $310+265 \text{ m}^2$

Volume max invaso = $115+95 \text{ m}^3$

Funzionamento: Accumulo + Laminazione



DRENING – Caso Studio 3

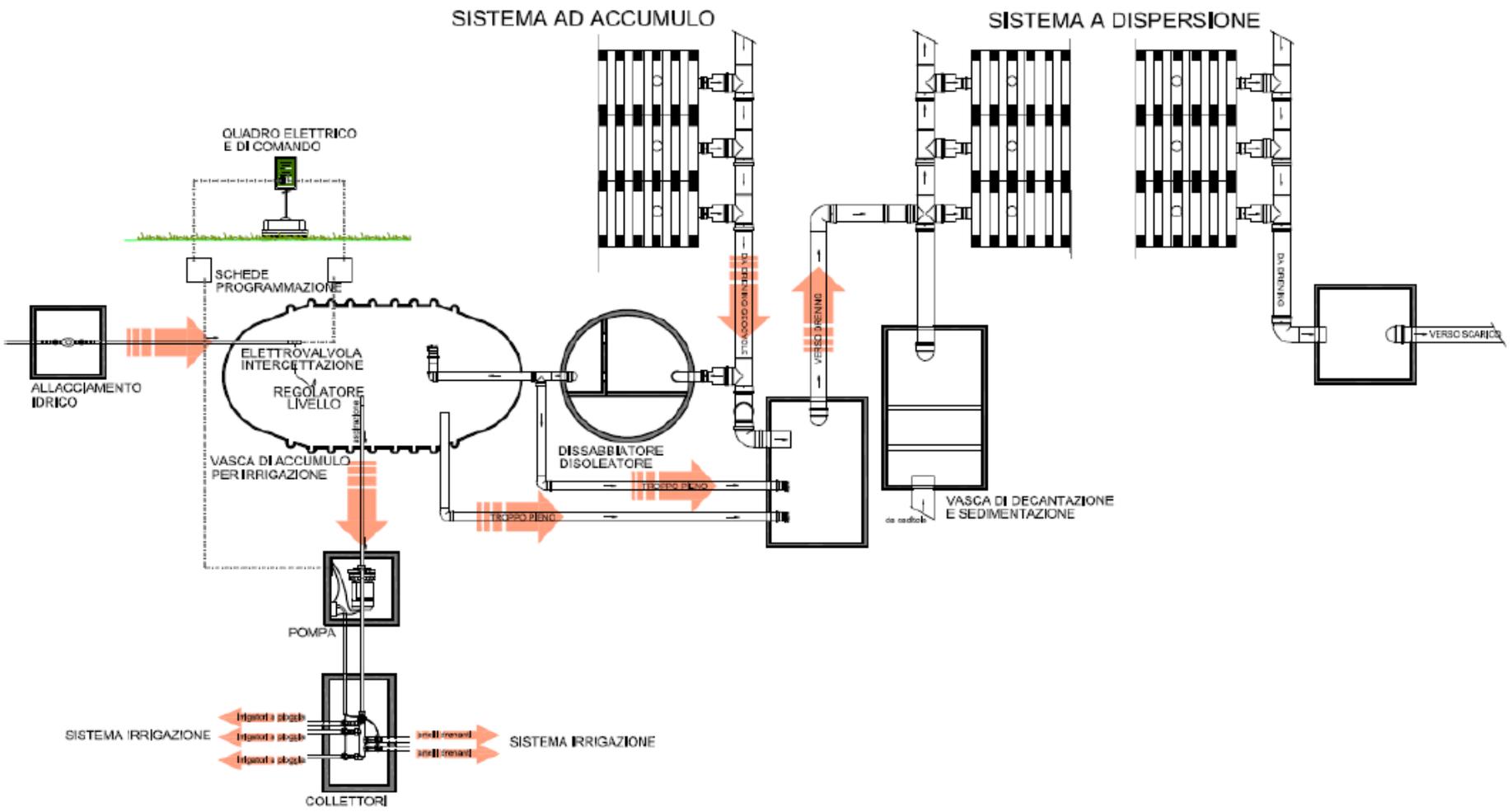
Soluzioni:

- Bacino di accumulo + bacino di laminazione
- Bassa profondità di scavo
- Minimizzazione ingombri cantiere
- Alimentazione impianto irrigazione
- Rientro costo dopo 266 giorni (*Studio CSQA – Università di Padova*)



DRENING – Caso Studio 3

SCHEMA FUNZIONAMENTO IMPIANTO



DRAINPANEL – Caso Studio 1

Località: *Bisceglie (BT)*

Problema: Drenaggio nuova area industriale

Criticità:

- 1) Ampie superfici da drenare
- 2) Elevata profondità
- 3) Scavo su roccia

Dimensioni:

Superficie complessiva = 500 m²

Volume max vaso = 1.150 m³

Funzionamento:

Laminazione+infiltrazione



DRAIN PANEL – Caso Studio 1

Soluzioni:

- Bacino di elevate dimensioni
- Altezza sistema 2,4 m (12 livelli)
- Pozzettoni di ispezione



DRAINPANEL – Caso Studio 2

Località: *Jolanda di Savoia (FE)*

Problema: Drenaggio campus universitario

Criticità:

- 1) Spazi disponibili ristretti
- 2) Velocità di realizzazione

Dimensioni:

Superficie complessiva = 300 m²

Volume max invaso = 400 m³

Funzionamento: Infiltrazione



DRAIN PANEL – Caso Studio 2

Soluzioni:

- Bacino sotto parcheggi con pensilina
- Altezza sistema 1,4 m (7 livelli)



NUOVO ELEVETOR TANK – Caso Studio 1

Località: *Bastia di Rovolon (PD)*

Problema: Realizzazione pista ciclabile e nuova viabilità

Criticità:

- 1) Impatto idraulico rilevante
- 2) Spazi disponibili ristretti – presenza di uno scolo consortile
- 3) Superfici curve

Dimensioni:

Superficie complessiva = 450 m²

Volume max invaso = 350 m³

Altezza = 95 cm

Funzionamento: Laminazione



NUOVO ELEVETOR TANK – Caso Studio 1

Soluzioni:

- Tombinamento fosso con scatolari in CLS per regime di magra e realizzazione cassa di espansione sotto la pista ciclabile
- Buon adattamento a superfici irregolari con elementi modulari



NUOVO ELEVETOR TANK – Caso Studio 2

Località: *Marghera (VE)*

Problema: Laminazione portate centro commerciale “Nave de Vero”

Criticità:

- 1) Ampie superfici da drenare
- 2) Profondità di scavo limitata
- 3) Terreno inadatto all’infiltrazione

Dimensioni:

Superficie complessiva = 4.070 m²

Volume max invaso = 4.480 m³

Altezza = 120 cm

Funzionamento: Laminazione



NUOVO ELEVETOR TANK – Caso Studio 2

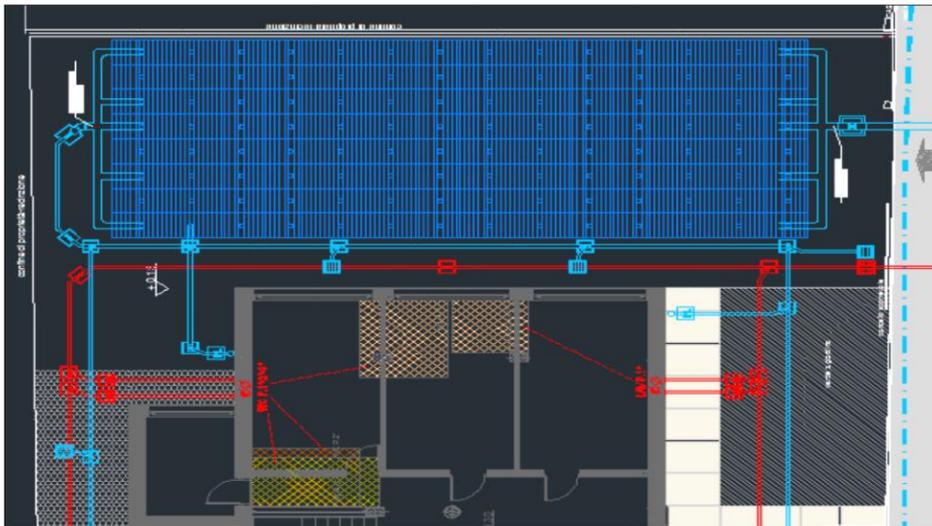
Soluzioni:

- Vasca di laminazione di grandi dimensioni sotto i parcheggi
- Struttura estesa in superficie con profondità limitata
- Resistenza a carichi pesanti (mezzi VVFF)



I servizi offerti da Geoplast

- Studio soluzione progettuale ottimale
- Pre-dimensionamenti
- Elaborati grafici
- Prescrizioni di posa in base al caso specifico
- Relazioni di calcolo e semplici analisi costo
- Studio di varianti progettuali
- Consulenza tecnica



Calcolo bacino drenante

Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza

Calibri 11

Incolla

Appunti

Carattere

Allineamento

Generale

Testo a capo

Unisci e centra

C23 46300

A B C D

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

CALCOLO BACINO DRENANTE

Dimensionamento	Superficie da servire	46300	mq
	Coeff. di deflusso medio	0,9	
	Superficie scolante	41670	mq
	Piovosità (durata 30 minuti)	30	mm
	Velocità di infiltrazione	0,000001	m/s
	Volume da drenare	1250	mc
	N° Drening necessario	3148	pz
	Superficie ingombro	3022	mq
	Tempo di residenza idraulica	2068277	s
		574,5	h
	Portata massima in ingresso	694,50	l/s
	Portata infiltrazione	0,60	l/s
Tempo residenza idr. imposto	48	h	
Portata scarico (troppo pieno)	7,23	l/s	

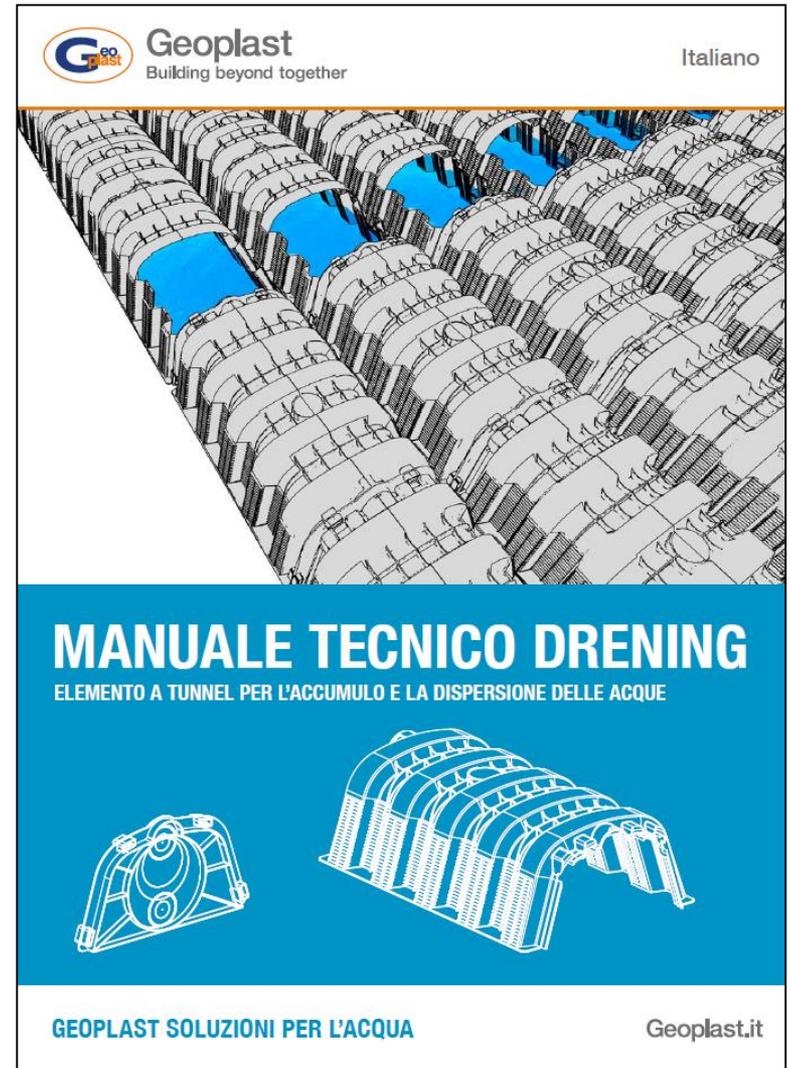
Per informazioni ulteriori...

Sito web Geoplast:

www.geoplastglobal.com/it/

E-mail Divisione Acqua:

geoplast@geoplast.it





Building beyond together

Seminario Ordine Geologi Marche



**GRAZIE PER LA VOSTRA
ATTENZIONE!**