

# COME REDIGERE IL PROGETTO DI INVARIANZA



Foto Fabrizio Radaelli

MONZA 11.04.2018

ing. Maurizio Gioldi  
gioldi.ingvarese@gmail.com

## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

R.R. 7/2017 ART. 6

Per gli interventi soggetti a Permesso di costruire, a segnalazione certificata di inizio attività SCIA o a comunicazione di inizio lavori asseverata CILA:

nello sviluppo del progetto dell'intervento è necessario anche redigere un

**PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

firmato da un

**TECNICO ABILITATO, QUALIFICATO E DI ESPERIENZA  
NELL'ESECUZIONE DI STIME IDROLOGICHE E CALCOLI  
IDRAULICI**

## ***Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica***

Serve quindi  
**UN PROGETTO**  
e non una semplice relazione

Il progetto sarà differente in ragione di 3 diversi fattori:

- 1) LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO
- 2) SUPERFICIE DELL'INTERVENTO
- 3) COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

primo fattore

### **LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO**

Il territorio lombardo è stato suddiviso in 3 ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegato B):

A – alta criticità

B – media criticità

C – bassa criticità

**Tutti i Comuni della Provincia di Monza Brianza sono in Ambito A**

secondo fattore

## SUPERFICIE DELL'INTERVENTO

Sono richiesti diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento:

1. superficie fino a  $100 \text{ m}^2$
2. superficie  $> 100 \text{ m}^2$  e  $\leq 1.000 \text{ m}^2$
3. superficie  $> 1.000 \text{ m}^2$  e  $\leq 10.000 \text{ m}^2$
4. superficie  $> 10.000 \text{ m}^2$  e  $\leq 100.000 \text{ m}^2$
5. superficie  $> 100.000 \text{ m}^2$

terzo fattore

## COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

Diverso sarà l'approccio anche in ragione del coefficiente  $\varphi$ :

1.  $\varphi \leq 0,4$
2.  $\varphi > 0,4$

## **ATTENZIONE!!**

INDIPENDENTEMENTE DAL COMUNE IN CUI RICADONO,  
GLI *AMBITI DI TRASFORMAZIONE*  
ED I *PIANI ATTUATIVI PREVISTI NEI P.G.T.*  
SONO EQUIPARATI ALLE  
**AREE A - AD ALTA CRITICITÀ**

## Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONTERALE	MODALITA' DI CALCOLO	
				AREE A - B	AREE C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$S \leq 100 \text{ m}^2$	QUALSIASI	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	$100 \text{ m}^2 < S \leq 1.000 \text{ m}^2$	$\varphi \leq 0,4$	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	$100 \text{ m}^2 < S \leq 1.000 \text{ m}^2$	$\varphi > 0,4$	METODO DELLE SOLE PIOGGE art. 11 comma 2	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 2
		$1.000 \text{ m}^2 < S \leq 10.000 \text{ m}^2$	qualsiasi		
		$10.000 \text{ m}^2 < S \leq 100.000 \text{ m}^2$	$\varphi \leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	$10.000 \text{ m}^2 < S \leq 100.000 \text{ m}^2$	$\varphi > 0,4$	PROCEDURA DETTAGLIATA art. 11 comma 2	REQUISITI MINIMI art. 12 comma 2
		$S > 100.000 \text{ m}^2$	qualsiasi		



## ***Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica***

Area C – bassa criticità

**PER TUTTI GLI INTERVENTI IN QUESTE AREE E'  
SUFFICIENTE REDIGERE IL PROGETTO SECONDO I  
REQUISITI MINIMI  
previsti dall'art. 12**

**Nessun Comune in provincia ricade in Area C**

## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Aree C – bassa criticità

**REQUISITI MINIMI**

previsti dall'art. 12

**$S \leq 100 \text{ m}^2$  NON SERVE IL PROGETTO se scarico in  
suolo/sottosuolo**

**SE  $S > 100 \text{ m}^2$**

**REALIZZAZIONE DI UNO O PIÙ INVASI DI LAMINAZIONE**

**COMUNQUE CONFIGURATI**

**AVENTI VOLUME MINIMO PARI A**

**$400 \text{ m}^3$  PER ETTARO DI SUPERFICIE SCOLANTE  
IMPERMEABILE**

## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Aree A – alta criticità

Tutti i Comuni in Provincia di Monza Brianza

Aree B – media criticità

Nessun Comune in Provincia di Monza Brianza

**PER GLI INTERVENTI IN QUESTE AREE SI DEVE VALUTARE LA  
CLASSE DI INTERVENTO**

<b>CLASSE 0</b>	<b>CLASSE 1</b>	<b>CLASSE 2</b>	<b>CLASSE 3</b>
<b>REQUISITI MINIMI previsti dall'art. 12</b>		<b>METODO DELLE SOLE PIOGGE</b>	<b>PROCEDURA DETTAGLIATA</b>

## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Aree A – alta criticità

Aree B – media criticità

$S \leq 100 \text{ m}^2$  NON SERVE IL PROGETTO se scarico in suolo/sottosuolo  
(Classe 0)

$100 \text{ m}^2 < S \leq 1.000 \text{ m}^2$  (Classe 1)

REALIZZAZIONE DI UNO O PIÙ INVASI DI LAMINAZIONE

COMUNQUE CONFIGURATI

AVENTI VOLUME MINIMO PARI A

**800 m<sup>3</sup> PER ETTARO** DI SUP. SCOLANTE IMPERMEABILE (Aree A)

**600 m<sup>3</sup> PER ETTARO** DI SUP. SCOLANTE IMPERMEABILE (Aree B)

questi volumi minimi vanno rispettati anche per le Classi 2 e 3

### SCARICO FINALE NEL RICETTORE

Una volta accumulata l'acqua nell'invaso di laminazione devo prevedere le modalità di rilascio ad evento meteorico esaurito:

entro 48 ore dalla fine dell'evento le vasche devono essere vuote e pronte per raccogliere nuovamente le portate pluviali

Qual è la portata scaricabile nel ricettore finale?

- Aree A 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile
- Aree B 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile
- Aree C 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile

I gestori dei ricettori (fiumi, rogge, reti meteoriche) possono imporre limiti più restrittivi

## Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Nuova villetta a **Monza** in lotto di 1.500 m<sup>2</sup>

avente superficie coperta di 150 m<sup>2</sup> con  $\varphi = 1,0$

con aree esterne di 100 m<sup>2</sup> con pavimentazione semipermeabile  $\varphi = 0,7$  e  
la restante superficie di 1.250 m<sup>2</sup> a verde con  $\varphi = 0,3$

Sup. scolante impermeabile  $S_{si} = 150*1,0+100*0,7 = 220 \text{ m}^2$

Il coefficiente di deflusso medio ponderale è

$$\varphi_m = (150*1,00+100*0,70+1.250*0,3)/1.500 = 0,396 < 0,4$$

Quindi la classe di intervento è 1 (impermeabilizzazione potenziale bassa)

applico quindi il calcolo semplificato

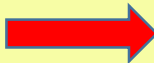
Il volume degli invasi di laminazione sarà  $\geq 800 \text{ m}^3$  PER ETTARO DI  
SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE

$W = 800*220/10.000 = 17,60 \text{ m}^3$  volume degli invasi di laminazione richiesti  
da svuotare entro 48 ore da fine evento meteorico

# Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

## BREVI CENNI SUI METODI ANALITICI

Il Metodo delle sole piogge ed il Metodo di calcolo dettagliato considerano le seguenti variabili:

- 1) **Tempi di ritorno di riferimento**: T 50 anni e T 100 anni (per le verifiche dei franchi di sicurezza delle opere)
- 2) **Calcolo delle precipitazioni di progetto** (dati ARPA o più specifici se disponibili)
- 3) **Calcolo del processo di infiltrazione**  relazione geologica
- 4) **Calcolo dell'idrogramma netto**
- 5) **Calcolo del volume di invaso** per la laminazione
- 6) **Calcolo del tempo di svuotamento** degli invasi
- 7) **Dimensionamento del sistema di scarico finale**

## Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Nuova palazzina a **Monza** in lotto di 1.500 m<sup>2</sup>

avente superficie coperta di 450 m<sup>2</sup> con  $\varphi = 1,0$

con aree esterne di 150 m<sup>2</sup> con pavimentazione semipermeabile  $\varphi = 0,7$  e  
la restante superficie di 900 m<sup>2</sup> a verde con  $\varphi = 0,3$

Sup. scolante impermeabile  $S_{si} = 450 \cdot 1,0 + 150 \cdot 0,7 = 555 \text{ m}^2$

Il coefficiente di deflusso medio ponderale è

$$\varphi_m = (450 \cdot 1,00 + 150 \cdot 0,70 + 900 \cdot 0,3) / 1.500 = 0,55 > 0,4$$

Quindi la classe di intervento è 2 (impermeabilizzazione potenziale media)

applico quindi il **METODO DELLE SOLE PIOGGE**

Il volume degli invasi di laminazione sarà **COMUNQUE  $\geq 800 \text{ m}^3$  PER  
ETTARO DI SUPERFICIE SCOLANTE IMPERMEABILE**



## Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Ipotizzo di far defluire una portata pari al massimo consentito dal Regolamento, quindi 10 l/s per ettaro, contestualmente all'ingresso della portata di pioggia

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_u \cdot D_w$$

ARPA [www.idro.arpalombardia.it](http://www.idro.arpalombardia.it) fornisce i dati pluviometrici da utilizzare (parametri a, n) per il calcolo che nel caso in esame sono

$$a = 21,078 \text{ e } n = 0,3874$$

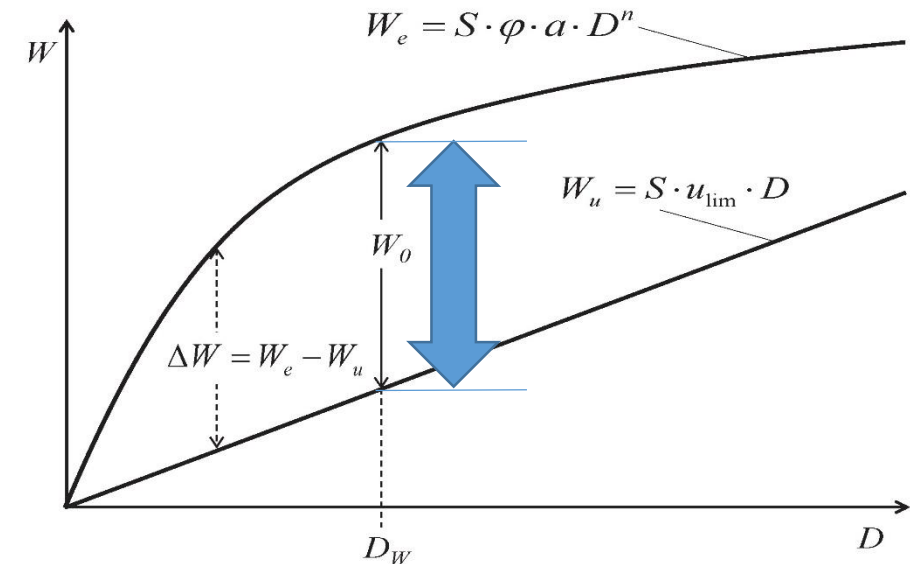
$W_0$  è il volume d'invaso richiesto

S è la superficie scolante totale

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso

$D_w$  è la durata critica della pioggia

$Q_u$  è la portata in uscita



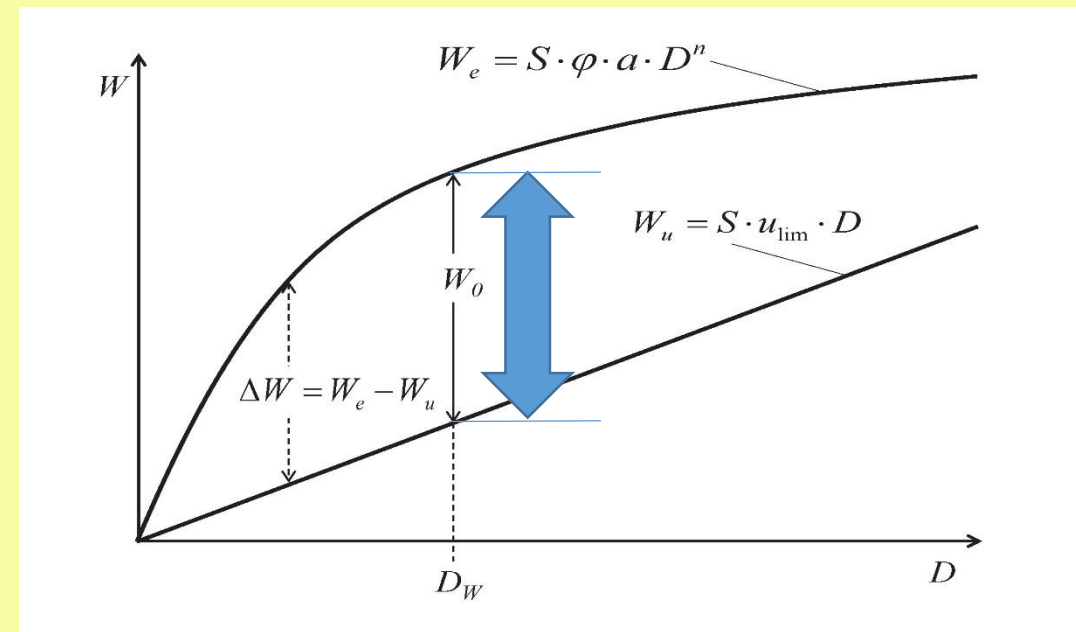
### METODO DELLE SOLE PIOGGE

Ne consegue che  $W_0 = 22,98 \text{ m}^3$

tale volume è inferiore a quello minimo richiesto e calcolato su  $800 \text{ m}^3$  per ettaro e pari, invece, a  $W = 800 \cdot 555 / 10.000 = 44,40 \text{ m}^3$  volume degli invasi di laminazione richiesti

Quindi, nonostante il volume derivante dal calcolo sia inferiore, devo considerare la realizzazione di vasche dimensionate coi criteri minimi del

### CALCOLO SEMPLIFICATO



### ESISTONO DEROGHE ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE?

**SI**, solo per interventi di **RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA** e di **NUOVA COSTRUZIONE** a condizione che siano verificate **contemporaneamente** le seguenti circostanze:

- 1) rapporto tra superficie occupata dall'edificazione e superficie totale intervento  $\geq 90\%$
- 2) dimostrata impossibilità di realizzare i volumi di laminazione nell'area non edificata
- 3) dimostrata impossibilità di realizzare i volumi di laminazione nelle aree esterne poste nelle vicinanze dell'intervento
- 4) realizzazione dei volumi di laminazione sulle coperture dell'edificato è impedita in quanto intervento di demolizione senza modifica strutturale
- 5) realizzazione dei volumi di laminazione nel sottosuolo dell'edificato è impedita in quanto intervento senza modifica strutture di fondazione

# **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

## **COSA DEVE CONTENERE IL PROGETTO?**

### **RELAZIONE TECNICA**

1. Descrizione della soluzione progettuale ed individuazione delle opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico o disperdimento
2. Calcolo precipitazioni di progetto (solo classi 2 e 3)
3. Calcolo processi di infiltrazione e relativi dimensionamenti (solo classi 2 e 3)
4. Calcolo laminazione negli invasi e relativi dimensionamenti (solo classi 2 e 3)
5. Calcolo del tempo di svuotamento degli invasi
6. Calcolo e dimensionamento delle singole componenti del sistema di drenaggio
7. Dimensionamento del sistema di scarico terminale nel ricettore, qualora previsto

### **PLANIMETRIE, PROFILI, SEZIONI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI**

### **PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA**

### **ASSEVERAZIONE DI CONFORMITA' COME DA ALLEGATO «E»**

**A LAVORI ULTIMATI VA TRASMESSO ALLA REGIONE IL MODULO DI MONITORAGGIO  
COME DA ALLEGATO «F»**

## Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica



## QUALI SONO LE OPERE DI INVARIANZA?

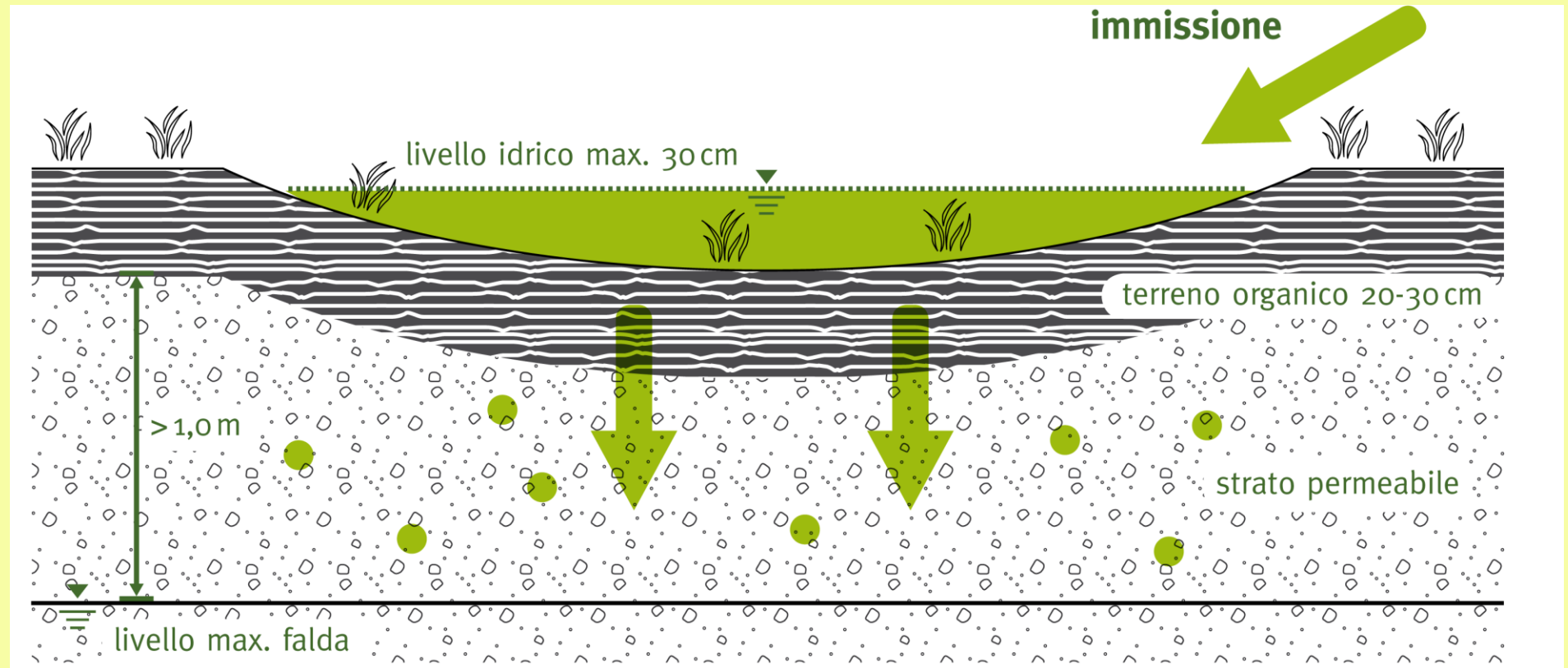
L'art. 5 del Regolamento stabilisce che

**CONTROLLO e GESTIONE DELLE ACQUE PLUVIALI**

avvengano mediante sistemi che garantiscano

# Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

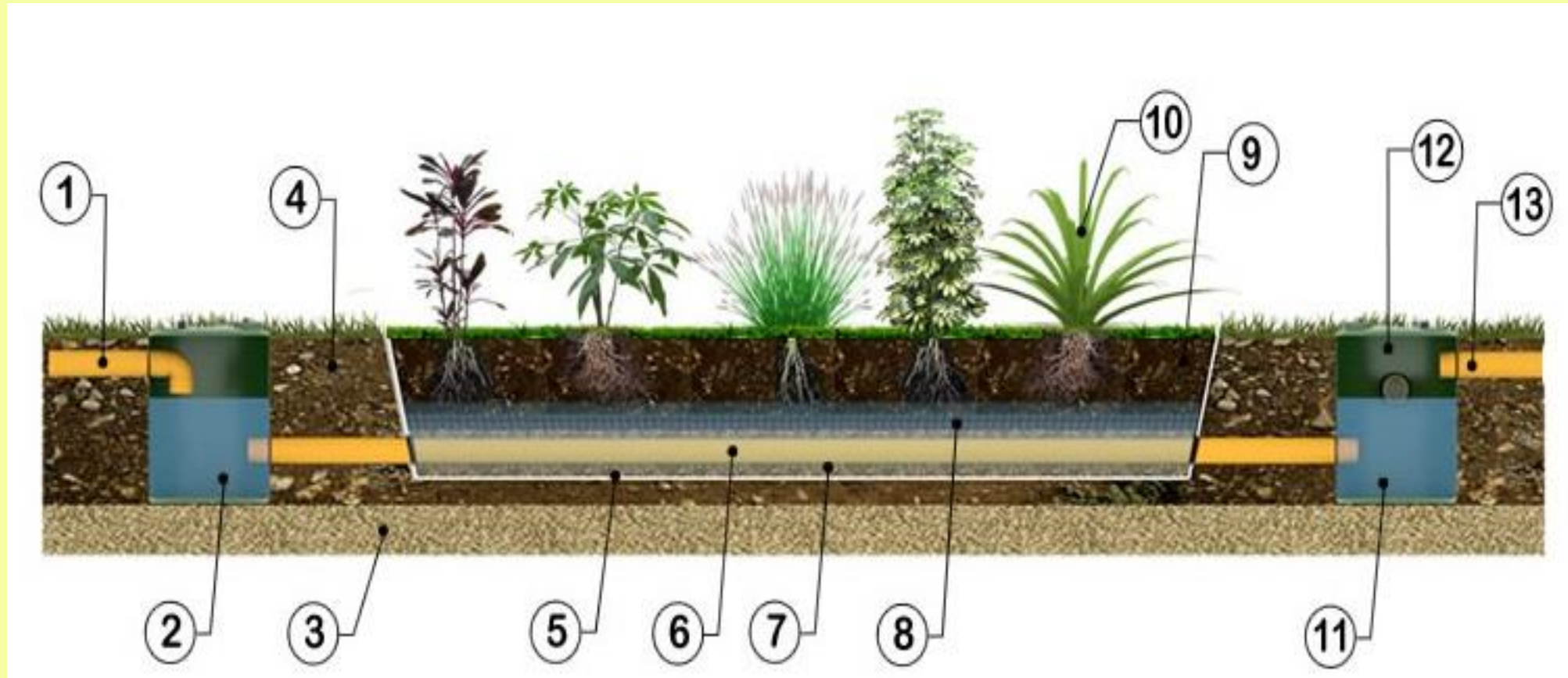
## INFILTRAZIONE





# Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

## EVAPOTRASPIRAZIONE





# ***Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica***

RIUSO



CHE FINE FA L'ACQUA ACCUMULATA?

- L'ART. 5 IDENTIFICA L'ORDINE DI PRIORITA':

1. RIUSO DEI VOLUMI STOCCATI (*difficile il riuso per irrigazione!*)
2. INFILTRAZIONE NEL SUOLO E SOTTOSUOLO
3. SCARICO IN CORPO IDRICO
4. SCARICO IN FOGNATURA (*discrasia con la variante al R.R. 3/2006 – ingresso acque bianche in rete urbana e in depurazione*)

## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

NON ESISTE UN UNICO SISTEMA ESECUTIVO CHE POSSA ADATTARSI A QUALSIASI INTERVENTO:

### **L'APPROCCIO PROGETTUALE DIPENDE DA TANTI FATTORI**

- *SUPERFICIE IMPERMEABILE E PORTATA*
- *UBICAZIONE PLANI-ALTIMETRICA DEL TERRENO, DELL'INTERVENTO E DELLE OPERE DI LAMINAZIONE*
- *PERMEABILITÀ DEL TERRENO*
  - *INTERAZIONI CON L'AMBIENTE, IL TERRITORIO ALL'INTORNO ED EVENTUALI EDIFICI E MANUFATTI*
  - *POSIZIONE DEL RICETTORE FINALE*

# ***Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica***

## TIPOLOGIE DI OPERE D'INVARIANZA:

- OPERE DI LAMINAZIONE
- OPERE DI INFILTRAZIONE
- OPERE MISTE LAMINAZIONE-INFILTRAZIONE
- TETTI E PARETI VERDI

### OPERE DI LAMINAZIONE

Le opere di laminazione possono essere progettate per detenere o ritenere le acque:

nel primo caso il rilascio (nei limiti di cui all'art. 8) avviene durante l'evento meteorico ove l'acqua viene immagazzinata e solo la quantità ammissibile allo scarico (10 o 20 l/s) viene contemporaneamente scaricata nel ricettore

nel secondo caso si immagazzina tutta l'acqua e la si rilascia ad evento ultimato



## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Vi sono strutture di accumulo sotterranee:



in c.a. o in lamiera, il costo è certamente elevato





## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Altre modalità esecutive presuppongono opere superficiali, con interventi di modellazione ed impermeabilizzazione del terreno, talvolta molto onerose ed impattanti, per interventi a scala maggiore





## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Vi sono altre proposte progettuali, applicabili a interventi minori, aventi costo iniziale decisamente inferiore.



Sebbene il risultato visivo sia assolutamente gradevole, si deve considerare l'elevato onere manutentivo per mantenere in condizioni ottimali le capacità di invaso.

In ogni caso si deve considerare di utilizzare porzioni di territorio per le opere di invarianza.

**Cambia l'approccio  
progettuale!**



## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Aumentando la scala progettuale ed arrivando alla pianificazione comunale si può arrivare alla definizione di paesaggio globale: laghetti urbani



Fonte: Gibelli G., 2015, Manuale di drenaggio urbano



# Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

fossi vegetati



Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"



vasche volano urbane

### OPERE DI INFILTRAZIONE

L'esecuzione delle opere di infiltrazione deve essere preliminarmente verificata in rapporto alle risultanze della Relazione geologica:

in caso di bassa permeabilità del terreno, di soggiacenza della falda, di compresenza di altre opere in sottosuolo, di vicinanza a fabbricati, le stesse possono essere inefficaci o, addirittura dannose.

Si dovrà considerare l'interazione delle opere di infiltrazione con l'appoggio fondazionale dei fabbricati: l'immissione di acqua nei substrati di appoggio può diminuire la capacità portante dei terreni!



## **Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica**

Le opere di infiltrazione più diffuse sono  
pozzi perdenti



trincee drenanti a moduli prefabbricati



## Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica



trincee  
drenanti  
con  
tubazioni  
microforate



pavimentazioni permeabili





## ***Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica***

### TETTI E PARETI A VERDE

Molto attuali e di tendenza ma meno efficaci in termini di ritenzione d'acqua



## Come redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica

Una domanda sorge spontanea...



**QUESTI COSTI SONO  
SOSTENIBILI CON L'ATTUALE  
CRISI DEL SETTORE?**

**LA SOLA REALIZZAZIONE DELLE  
OPERE DI LAMINAZIONE È STIMATA  
DA REGIONE LOMBARDIA  
(ALLEGATO M) IN  
CIRCA 750 €/m<sup>3</sup> DI INVASO**

OVVIAMENTE PER INTERVENTI PICCOLI L'INCIDENZA È MAGGIORE PERCHÈ NON C'È ECONOMIA DI SCALA

A QUESTI COSTI, PERALTRO, SI DEVE AGGIUNGERE L'**ONERE GESTIONALE E  
MANUTENTIVO**

GRAZIE PER ~~L'ATTENZIONE~~

*LA PAZIENZA!*