





«Progettare garantendo l'invarianza»

Erba, 29 marzo 2019

Relatore: dott.ing. Claudio Merati segretario Ordine Ingegneri Bergamo

Le nostre parole, il nostro agire

CROIL

CONSULTA REGIONALE ORDINI
INGEGNERI LOMBARDIA

- ✓ Consapevolezza della rilevanza
- ✓ Urgenza
- ✓ Scegliere per tutelare
- ✓ Progettare



Consapevolezza della rilevanza



L'invarianza idraulica e idrologica NON è per noi tecnici un obbligo imposto ma un obiettivo voluto e ricercato



Consapevolezza della rilevanza

«Occorre sicuramente porre effettivi paletti alla dissennata politica del consumo di suolo, ma è anche necessario un grande piano di messa in sicurezza del territorio e del patrimonio abitativo dal rischio idrogeologico e da quello sismico»

Armando Zambrano Presidente del Consiglio Nazionale degli Ingegneri 28/1/2014



CONFORMAZIONE GEOMORFOLGICA

+
CONSUMO SUOLO e IMPERMEABILIZZAZIONE

+
DETERIORAMENTE RETICOLO IDRICO

+
INCREMENTO EVENTI ESTREMI

+
AUMENTO URBANIZZATO VULNERABILE

= INCREMENTO COSTANTE DEL RISCHIO



Consapevolezza della rilevanza

CROIL

CONSULTA REGIONALE ORDINI
INGEGNERI LOMBARDIA

Importanza della normativa in materia di invarianza idraulica, ancor più idrologica, come modalità per non aggravare con interventi edificatori la situazione già compromessa

Norme da affiancare a:

- Scelte urbanistiche
- Investimenti per manutenzioni e nuovi interventi di difesa del suolo
- Gestione agraria
- Formazione culturale e ricerca in campo tecnico
- Incremento della resilienza e delle capacità di gestione emergenza



Urgenza

Importanza della integrale applicazione della normativa regionale in materia di invarianza idraulica e ancor più idrologica, deriva dalla grave situazione di rischio del nostro territorio lombardo.

Auspicio: piena applicazione nel 2020!







OBBLIGO IMPOSTO

- CONDIZIONA CIO' CHE VORREMMO FARE
- OBBLIGA A ULTERIORI CALCOLI
- AUMENTA I COSTI

SCELTA CONDIVISA

- INDIRIZZA CIO' CHE VORREMMO FARE
- SOLLECITA SCELTE PROGETTUALI INNOVATIVE
- MIGLIORA LA QUALITA' DEL NOSTRO LAVORO







Recupero del già costruito

- Valorizzazione edifici storici
- Riqualificazione edificato
- > Mantenimento specificità territoriali
- No consumo di nuovo suolo
- No incremento deflussi acque



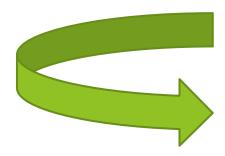
Nuova edificazione innovativa

- Riduzione superfici scolanti
- > Aumento superfici drenanti
- > Coperture verdi, raccolte acque
- Aree a verde con laminazione runoff
- Aumento resilienza edificato

Opere specifiche

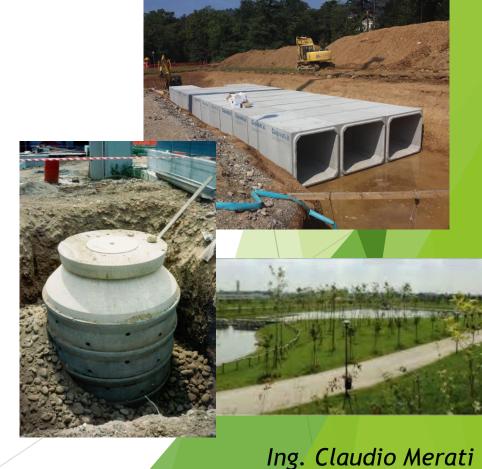


> Trincee e pozzi filtranti



Ing Anita Raimondi





Grazie per l'attenzione.....

Claudio Merati





Caso studio - Campus Politecnico di Lecco

Calcolo dei volumi di laminazione mediante R.R n°7

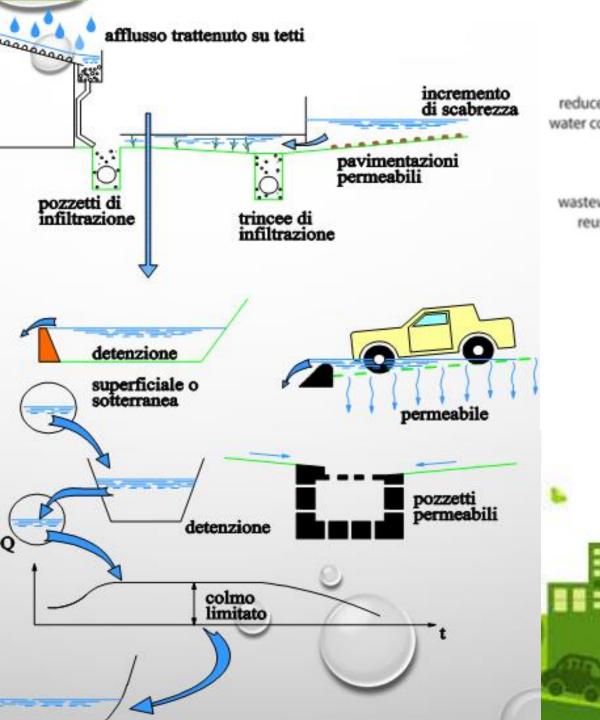
Dimensionamento di un serbatoio per il riuso delle acque meteoriche e di un sistema di infiltrazione

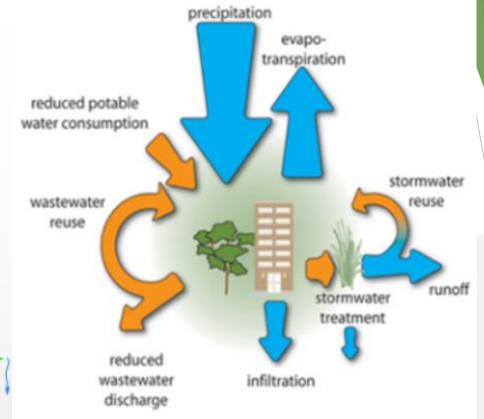
Erba, 29 marzo 2019

Relatore: Ing. Anita Raimondi, PhD

Politecnico di Milano



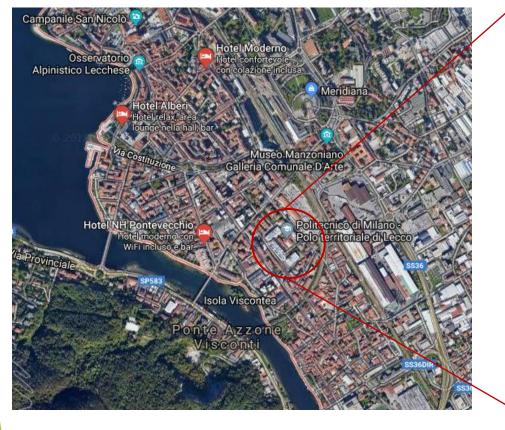


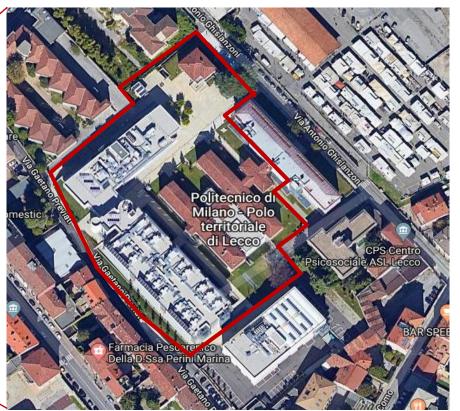




SISTEMI DI
DRENAGGIO
URBANO
SOSTENIBILE











Superficie complessiva: A_{tot}=12.645 m²

Area impermeabile: 9.520 m² (75,3 %) \rightarrow ϕ =1 [-]

Area semipermeabile: 475 m² (3,7 %) \rightarrow ϕ =0,7 [-]

Area permeabile: 2.650 m² (21 %) \rightarrow ϕ =0,3 [-]

Coefficiente di afflusso medio ponderale: ϕ_{mp} =0,84 [-]

Lecco: Area C, a bassa criticità

PORTATA MASSIMA AMMISSIBILE ALLO SCARICO:

u_{lim}=20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile

	MILECCO.	Legenda Comuni ad alta Comuni a media Comuni a bassa	criticità (B)
erri	oriali e modalità di calcolo		

		Classe di internenta	Superficie di Coefficiente di deflus		Ambiti territoriali e	modalità di calcolo
	Classe di intervento		trasformazione (Atot)	medio ponderale (φ mp)	Aree A e B	Aree C
	0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\begin{array}{l} A_{tot} \leq 0.01 ha \\ A_{tot} \leq 100 m^2 \end{array}$	Qualsiasi	Requisiti minimi criticità C	
	1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	0.01< A _{tot} ≤0.1 ha 100< A _{tot} ≤1000 m ²	≤0.4	Requisiti min	imi (Par. 3.5)
			$0.01 < A_{tot} \le 0.1 \text{ ha}$ $100 < A_{tot} \le 1000 \text{ m}^2$	>0.4		
	2	Impermeabilizzazione potenziale media	$0.1 < A_{tot} \le 1 \text{ ha}$ $1000 < A_{tot} \le 10000 \text{ m}^2$	Qualsiasi	Metodo delle sole piogge (Par. 4.2)	
			$1 < A_{tot} \le 10 \text{ ha}$ $10000 < A_{tot} \le 100000 \text{ m}^2$	≤0.4		Requisiti minimi (Par. 3.5)
	3	Impermeabilizzazione potenziale alta	>0.4	Procedura di calcolo dettagliata		
	J		$A_{tot} > 10 \text{ ha}$ $A_{tot} > 100000 \text{ m}^2$		(Par.4.4)	

REQUISITI MINIMI:

w₀=400 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile

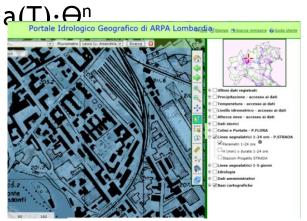
Ing. Anita Raimondi, PhD

REQUISITI MINIMI:

$$W_0 = W_0 \cdot A_{tot} \cdot \phi_{mp} = 425,9 \text{ m}^3$$

$$Q_{lim} = u_{lim} \cdot A_{tot} \cdot \phi_{mp} = 21,30 \text{ l/s}$$

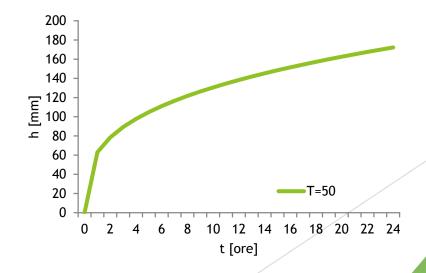
CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA: $h(\Theta,T) = w_T(T) \cdot a_1 \cdot \Theta^n =$



T=50 anni
$$\longrightarrow$$
 n = 0,34 [-]
a = 63,05 [mm/oraⁿ]

Parametri 1-24 ore

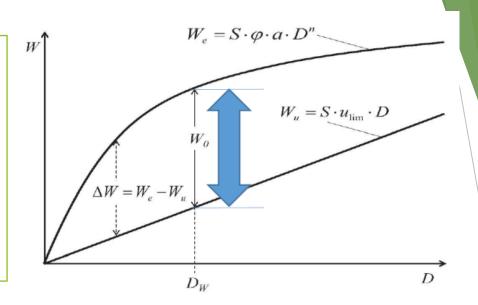
Parametro	Valore
A1 - Coefficente pluviometrico orario	31.24
N - Coefficente di scala	0.31619999
GEV - parametro alpha	0.30309999
GEV - parametro kappa	-0.0054000001
GEV - parametro epsilon	0.82309997



METODO DELLE SOLE PIOGGE:

$$\Theta_{W} = \left(\frac{Q_{,lim}}{A_{tot} \cdot \phi_{mp} \cdot a \cdot n}\right)^{\frac{1}{n-1}} = 4,44 \text{ ore}$$

$$W_0 = A_{tot} \cdot \phi_{mp} \cdot a \cdot \Theta_w^n - Q_{lim} \cdot \Theta_w = 735,2 \text{ m}^3$$



PROCEDURA DETTAGLIATA:

Curve di possibilità pluviometrica letogramma di progetto

Calcolo perdite idrologiche letogramma netto di pioggia

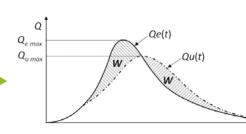
Trasformazione afflussi-deflussi Idrogramma di piena

Processo di laminazione - Calcolo volume

letogramma Chicago

Metodo percentuale

Metodo della corrivazione



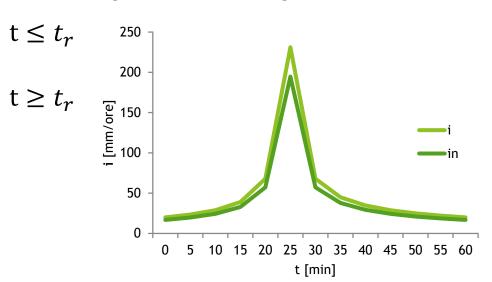
Ing. Anita Raimondi, PhD

letrogramma Chicago

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{t_r - t}{r}\right)^{n-1} \qquad t \le t_r$$

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - r}\right)^{n-1} \qquad t \ge t_r$$

$$T_r = r \cdot \theta$$



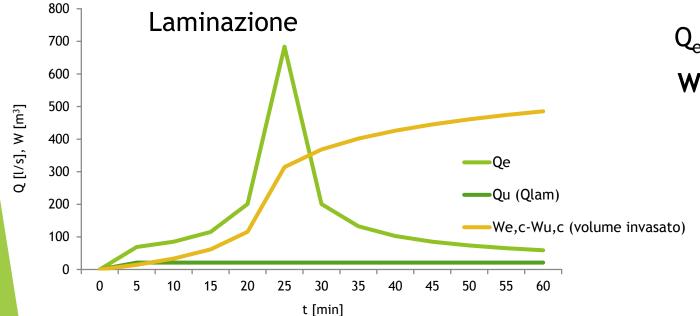
Metodo della corrivazione

$$q_k = \sum_{j=1}^k p_j \cdot IUH_{k-j+1} \cdot \Delta t$$

$$p_j = i_j \cdot \phi_{mp} \cdot A_{tot}$$

IUH=
$$1/T_0$$
 per $t \le T_0$

$$T_0=5$$
 min $\Delta t=5$ min



$Q_e(t)-Q_u(t)=dW(t)/dt$
$W_0 = 562,7 \text{ m}^3$

METODOLOGIA DI CALCOLO	W_0 [m 3]
Requisiti minimi	426
Metodo delle sole piogge	735
Procedura dettagliata	563

SVUOTAMENTO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE:

A) RIUSO



C) SCARICO IN CORPO IDRICO



B) INFILTRAZIONE



D) SCARICO IN FOGNATURA





STATO DI	FATTO	
A _{vasca} [m ²]	3.235	> S = 260 m ³
A_{pozzi} [m ²]	4.548	
A _{fognatura} [m ²]	1.739	
A _{infiltrate} [m ²]	3.123	

Vasca per riuso



 $A = 3.235 \text{ m}^2$

$A = 3.235 [m^2]$	W_0 [m ³]
Requisiti minimi	129
Metodo delle sole piogge	223
Procedura dettagliata	171

Bacino di infiltrazione

 $A = 1.739 \text{ m}^2$

territoriale di Lecco

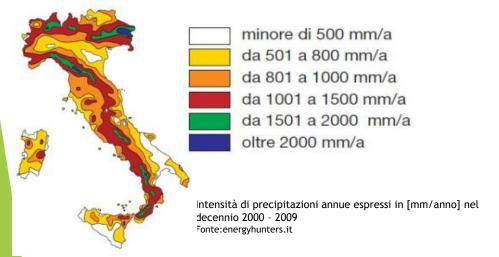
$A = 1.739 [m^2]$	W_0 [m ³]
Requisiti minimi	70
Metodo delle sole piogge	120
Procedura dettagliata	92

 $A_{I,2D} = 375 \text{ m}^2$

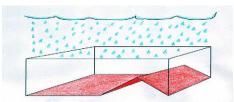
Dimensionamento del SERBATOIO di raccolta delle acque meteoriche

Valutare la disponibilità di acqua

Regime pluviometrico



Superficie di captazione



Valutare la richiesta di acqua in termini di consumo

Tipo di utilizzo



METODO SEMPLIFICATO NORMATIVA ITALIANA (UNI/TS 11445:2012)

$$V_U = min \begin{cases} 0.06 \cdot F_{cum} \\ 0.06 \cdot D_{cum} \end{cases} \qquad \longrightarrow \qquad S = V_U \cdot 1.5$$

 F_{cum} : afflusso meteorico annuo effettivo

 D_{cum} : richiesta totale annua di acqua piovana

- Richiesta per uso non domestico potabile uniforme nel corso dell'anno
- Impianti di piccole e medie dimensioni
- Sistema di accumulo chiuso e/o coperto senza perdite per evaporazione

$$F_{cum} = \sum F_t$$

$$F_t = \varphi \cdot A \cdot (h - IA) \cdot 0.9$$

IA: Initial Abstraction = 2 mm

$$D_{cum} = \sum r_d \cdot P + \sum r_I \cdot G$$

LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Periodo di studio: 1/01/2000-31/12/2017

MESE	t [mesi]	h [mm]	F [m ³]
Gennaio	1	56	158
Febbraio	2	77	377
Marzo	3	71	578
Aprile	4	108	886
Maggio	5	148	1.310
Giugno	6	120	1.652
Luglio	7	125	2.011
Agosto	8	117	2.346
Settembre	9	104	2.643
Ottobre	10	114	2.968
Novembre	11	140	3.370
Dicembre	12	72	3.572

Fabbisogno indoor					
Periodo Consumo annuo					
UTENZA	l/(ab·giorno)	P [ab]	[giorni]	Σr _d [l/ab]	
WC	30	400	200	6.000	
Richiesta di	acqua ∑rd ∙P [m		2.400		



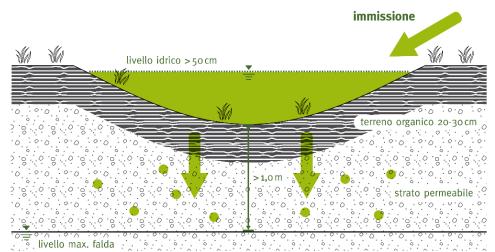
Fabbisogno outdoor					
UTENZA	UTENZA Consumo annuo Superficie irrigata				
	Σr₁ [l/(m²·anno)]	G [m ²]	[giorni]		
IRRIGAZIONE	300	3.125	183		
Richiesta di acqua piovana a uso irriguo ∑rl·G [m³/anno]					



$$V_U = min \begin{cases} 0.06 \cdot 3.572 = 214 \ [m^3] \\ 0.06 \cdot 2.870 = 172 \ [m^3] \end{cases}$$
 $S = 1.5 \cdot 172 = 258 \ [m^3]$

Dimensionamento del BACINO DI INFILTRAZIONE

 $A_{I,2D} = 375 \text{ m}^2$





A [m ²]	1.739
$A_{I,2D}$ [m ²]	375
R _{A,2D} [-]	4,6

Tipo di terreno	Tasso di infiltrazione medio (I _N) [mm/ora]
Sabbia	>180
Argilla 10-30%	36-180
Argilla≈50%	da 3,6 a 36
Argilla>50%	da 0,036 a 3,6

Materiale di riempimento	Porosità (p) [-]		
Sistema geocellulare	0,9-0,95		
Pietra pulita	0,4-0,5		
Ghiaia uniforme	0,3-0,4		
Sabbia o ghiaia di diversa	0202		
granulometria	0,2-0,3		

T= 5 [anni]	⊖<⊖*	⊖≥⊖*
a [mm/ora ⁿ]	34,54	34,54
n [-]	0,5	0,32

Vincoli di progetto
$$t_{sv} < 5-6 \ m$$

$$h_{max} = h(\theta_{max})$$

$$\theta_{max} = \left(\frac{I_n}{n \cdot a(T) \cdot R_A}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

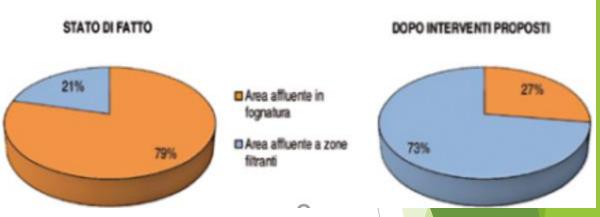
$$t_{sv,2D} = \frac{p \cdot h_{max,2D}}{I_N}$$

$$h = \frac{\theta}{p} \cdot (I_R \cdot R_A - I_N)$$

$$I_R = a(T) \cdot \theta^{n-1}$$

CASI STUDIO		$A_{1.2D} = 375 \text{ [m}^2\text{]}$		$A_{1.2D} = 94 [m^2]$			
	Tipo di terreno	I _N [mm/ora]	h _{max} [m]	t _{sv} [ore]	h _{max} [m]	t _{sv} [ore]	
	Sabbia	180	0,07-0,24	0,3	0,5-1,8	3	1
	Argilla 50%	108	0,09-0,3	0,7	0,6-2,3	5	√
	Arailla > 50%	20	0,2-0,67	8,4	1,4-5,1	64	
Argilla >50%	10	0,3-0,9	23,2	1,9-7	176		





Grazie per l'attenzione!!!

Anita Raimondi