IL RAPPORTO TRA URBANIZZAZIONE E RISCHIO IDRAULICO
LE PIENE URBANE
Carlo Viti

24 agosto 2015

PIENE FLUVIALI

- esondazioni dei corsi d'acqua del reticolo maggiore nei tratti arginati prossimi ai centri abitati (alluvioni dei corsi d'acqua maggiori, originate per sormonto e/o per collasso delle arginature e caratterizzate da volumi idrici di esondazione consistenti,da velocità di propagazione significative e grandi superfici di allagamento);
- fenomeni di allagamento delle aree urbane per esondazioni del reticolo idraulico minore

PIENE URBANE

fenomeni di allagamento delle aree urbane per insufficienze della rete di drenaggio (fognature bianche)

Le piene urbane sono associate ad elevate frequenze di accadimento anche se la loro dinamica rende questi eventi meno insidiosi rispetto agli altri, in particolare dal punto di vista dell'incolumità delle persone.

PISA

Eventi prodotti da alterazioni del reticolo idraulico minore ormai inserite nel contesto urbano

Lo studio dei deflussi urbani , e’ stato oggetto di un notevole interesse a partire dagli anni 70 del secolo scorso testimoniato dai numerosi congressi che su tale tema si sono svolti a partire dalla prima conferenza internazionale sui deflussi urbani (Southampton 1978).

Nel nostro paese l'interesse verso le nuove metodologie di calcolo e le nuove tecniche esecutive , da molti anni ampiamente diffuse all' estero ,e’ rimasto per molti anni circoscritto esclusivamente agli ambienti universitari

- Seminario sui deflussi urbani -Cosenza 1984;
- XX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche - Padova settembre 1986) .

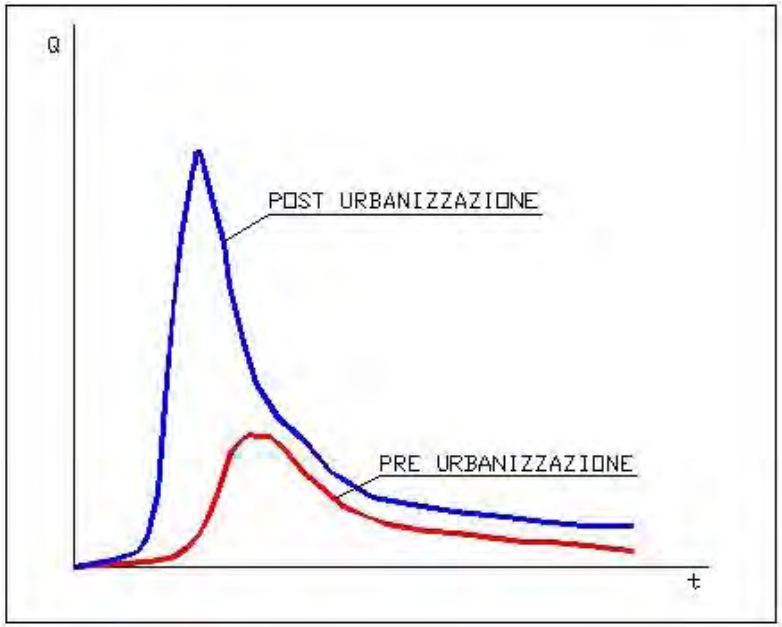
Dopo il seminario di Cosenza fu costituito un Gruppo di studio sui Deflussi Urbani coordinato a livello nazionale (Progetto di ricerca di interesse nazionale) cui aderirono diverse università .

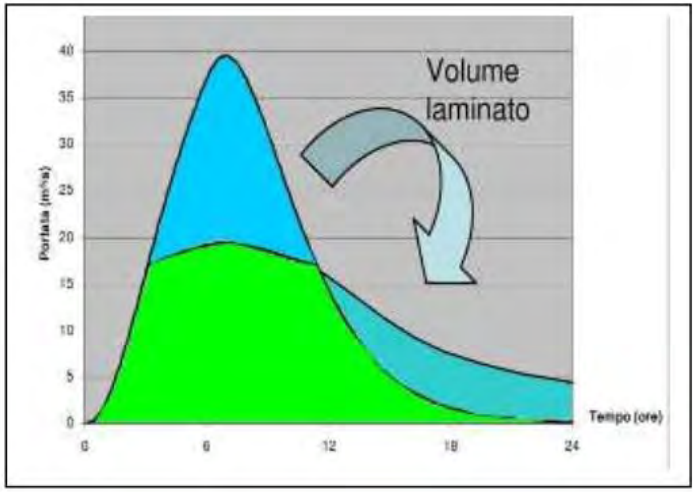
In tale ambito furono attivati numerosi bacini urbani sperimentali dotati di strumentazione per la raccolta di dati di precipitazione e portate .

In seguito fu istituito , presso il Politecnico di Milano , Il Centro Studi sui Deflussi Urbani tuttora attivo per la diffusione dell’ innovazione nell’ambito dello studio e della progettazione delle reti di drenaggio urbano.

EFFETTI DELL’ URBANIZZAZIONE

- L’ urbanizzazione di aree sempre piu’ estese comporta un incremento dei deflussi di origine meteorica provenienti dalle aree suddette che possono mettere in crisi sia le reti stesse che il reticolo idraulico minore che risulta , in genere , il recapito finale delle reti di drenaggio urbano .
- L’ incremento dei deflussi urbani dipende dai seguenti fattori:
- Riduzione della permeabilita’ dei suoli.
- Riduzione della capacita’ di invaso delle aree urbanizzate .
- Riduzione dei tempi di percorrenza sia per raggiungere la rete di drenaggio che per percorrere la stessa (Riduzione dei tempi di concentrazione delle piene).


Q
POST URBANIZZAZIONE
PRE URBANIZZAZIONE
t


Volume
laminato
Portata (m³/s)
Tempo (ore)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0
6
12
18
24

- Numerose esperienze in vari Paesi hanno dimostrato che le strategie tradizionali basate semplicemente sul convogliamento a valle dei deflussi non sono in grado di gestire il rischio idraulico nelle aree urbane in considerazione delle difficoltà tecniche ed economiche che si possono incontrare per garantire il necessario dimensionamento delle reti di drenaggio .
- Gli eventi di tipo catastrofico (Tr > 50 anni) non possono essere controllati integralmente dalle Strutture idrauliche delle aree urbanizzate .
- Nella prassi attuale gli Enti locali provvedono ad adeguare le reti di drenaggio urbano a tempi decisamente inferiori dell' ordine di 10 – 20 anni (il tempo di ritorno prescelto dipende dal tipo di urbanizzazione e decresce all' aumentare del grado di urbanizzazione).
- I progetti di reti di drenaggio urbano dovrebbero essere accompagnati da previsioni circa le condizioni di rischio conseguenti ad eventi con tempo di ritorno superiore a quello dell' evento di progetto.
- La soluzione piu' valida risulta quella del controllo locale dei deflussi superficiali di origine meteorica basati su sistemi di intercettazione , infiltrazione e laminazione diffusi .
- Questi interventi devono garantire i seguenti obbiettivi :
- evitare il verificarsi di inondazioni nelle aree urbane
- la riduzione dei costi di costruzione , adeguamento e manutenzione dei sistemi di fognatura.
- Garantire la compatibilita' del drenaggio delle aree urbane con le caratteristiche idrauliche dei corpi idrici ricettori .

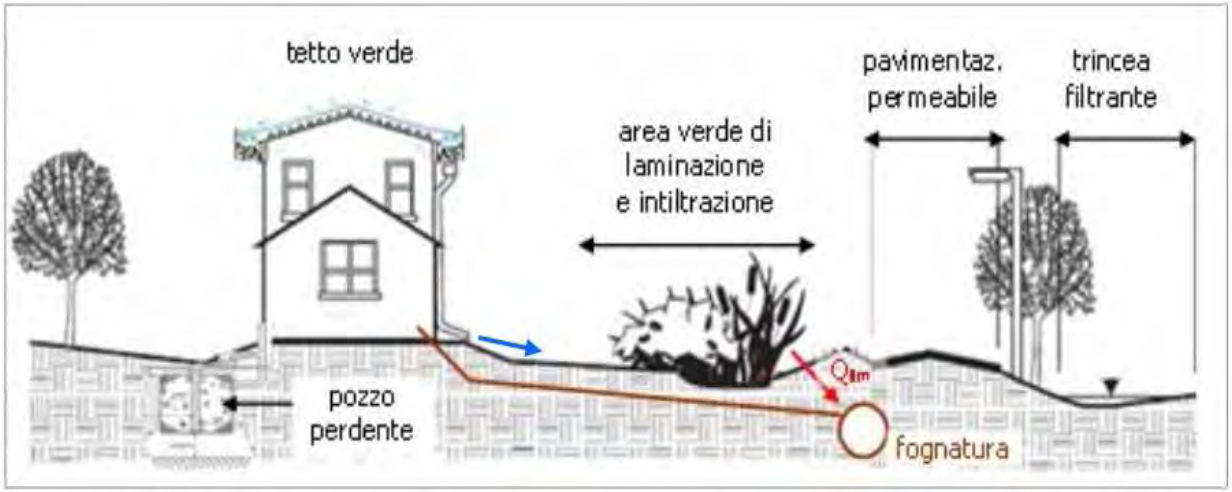
- **INVARIANZA IDRAULICA**
- Gestione delle piene in aree urbane per controllare portate e volumi di piena in modo tale che la trasformazione di un area non provochi un aggravio delle portate di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali dell' area stessa.
- Secondo tale principio la portata immessa nel corpo idrico ricevente non deve essere superiore a quella preesistente ai nuovi interventi di urbanizzazione .
- **COMPATIBILITA' IDRAULICA**
- Gestione delle piene tale da garantire la compatibilita' idraulica delle previsioni urbanistiche con la realta' idrografica e le caratteristiche idrologiche , idrauliche ed ambientali del territorio e della rete idrografica preesistente mediante misure compensative o di mitigazione da introdurre nelle previsioni urbanistiche .
- Secondo tale principio il valore della portata immessa nel corpo idrico ricevente compatibile con le condizioni dello stesso dovrebbe essere stabilito dall' Ente gestore di detto corpo idrico .

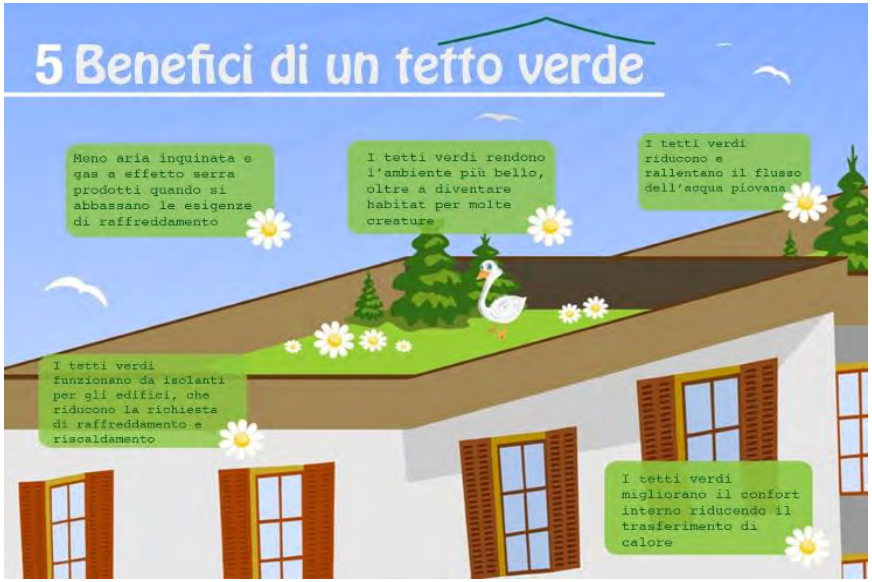
- La Regione Lombardia con delibera G.R. n. 8/2244 del 29/03/2006 ha individuato la parte del territorio regionale in cui tutti i centri urbani devono limitare le portate pluviali scaricate dai sistemi di drenaggio nei corsi d' acqua eventualmente per mezzo di serbatoi di laminazione.
- La portata specifica (coefficiente udometrico) deve essere :
- Compatibile con la capacita' idraulica dei ricettori;
- Comunque non maggiore dei seguenti limiti :
- 40 l/s ha per aree urbanizzate esistenti
- 20 l/s ha per nuove aree urbanizzate

- PIANI DELLE ACQUE IN AMBITO URBANO
- Per valutare la compatibilita' idraulica occorre procedere alle seguenti operazioni
- indagini di carattere idraulico circa le condizioni della rete di drenaggio urbano esistente e la rete idrografica minore che potebbero essere integrati negli strumenti urbanistici.
- acquisire il rilievo completo della rete idraulica di prima raccolta delle acque di pioggia a servizio delle aree già urbanizzate;
- individuare, con riferimento al territorio comunale, la rete scolante costituita da fiumi e corsi d'acqua e indicazione degli Enti di competenza i quali dovranno definire le portate massime ammissibili per ciascun tratto del loro reticolo;
- determinare l'interazione tra la rete di fognatura ed il reticolo idraulico naturale o artificiale e definizione della portata massima scaricabile (congruente con la rete di valle);
- individuare le misure per favorire l'invaso delle acque piuttosto che il loro rapido allontanamento per non trasferire a valle i problemi idraulici;
- individuare i problemi idraulici dei sistemi di bonifica e le soluzioni nell'ambito del bacino idraulico;
- individuare i criteri per una corretta gestione e manutenzione della rete idrografica minore, al fine di garantire nel tempo la migliore efficienza idraulica di ciascun collettore;
- definire apposite "linee guida comunali" o sovracomunali per la progettazione e realizzazione dei nuovi interventi edificatori senza creare un aggravio della situazione di "rischio idraulico" presente nel territorio

Dispositivi per controllo deflussi urbani

- Tetti verdi
- Cisterne domestiche
- Aree di infiltrazione
- Pavimentazioni drenanti
- Vasche di Laminazione




5 Benefici di un tetto verde
Meno aria inquinata e gas a effetto serra prodotti quando si abbassano le esigenze di raffreddamento
I tetti verdi rendono l'ambiente più bello, oltre a diventare habitat per molte creature
I tetti verdi riducono e rallentano il flusso dell'acqua piovana
I tetti verdi funzionano da isolanti per gli edifici, che riducono la richiesta di raffreddamento e riscaldamento
I tetti verdi migliorano il confort interno riducendo il trasferimento di calore

P

COMUNE DI TRENTO

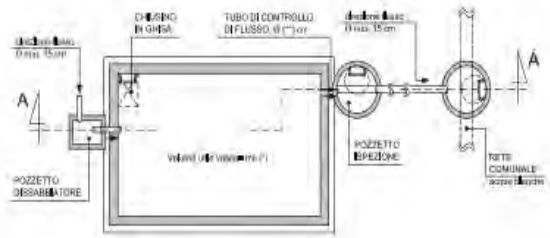
Servizio opere di urbanizzazione primaria
Ufficio reti idrauliche

Via Brennero, 312 | 38121 Trento
tel. 0461 884712 | fax 0461 884704
servizio_opereurbanizzazioneprimaria@comune.trento.it

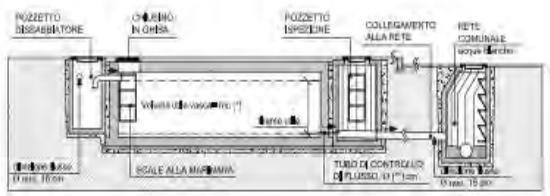
PARTICOLARI VASCA DI LAMINAZIONE

- Particolare 1 -

Pianta, scala a vista



Sezione A-A, scala a vista



*) Volume utile vasca di laminazione (vedi il file pdf "Istruzioni", punto 3.4)
**) Dimensionamento del tubo di controllo di flusso (vedi il file pdf "Istruzioni", punto 3.5)

COMUNE DI TRENTO

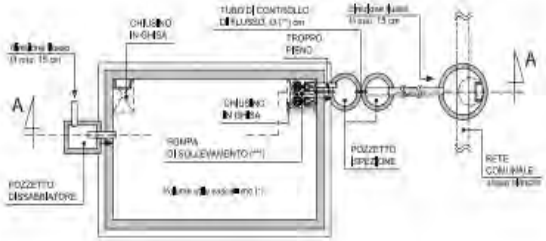
Servizio opere di urbanizzazione primaria
Ufficio reti idrauliche

Via Brennero, 312 | 38121 Trento
tel. 0461 884712 | fax 0461 884704
servizio_opereurbanizzazioneprimaria@comune.trento.it

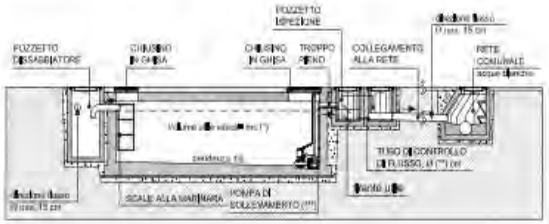
PARTICOLARI VASCA DI LAMINAZIONE CON POMPA DI SOLLEVAMENTO

- Particolare 3 -

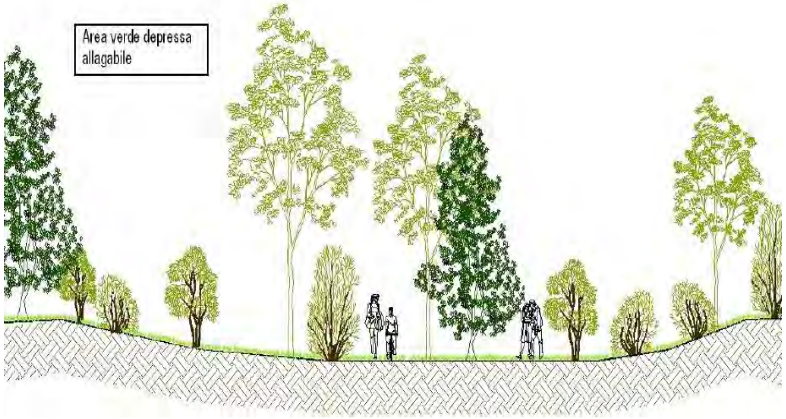
Pianta, scala a vista

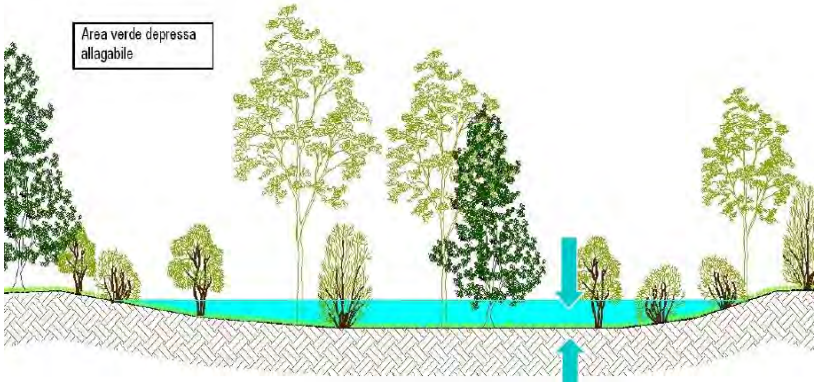


Sezione A-A, scala a vista



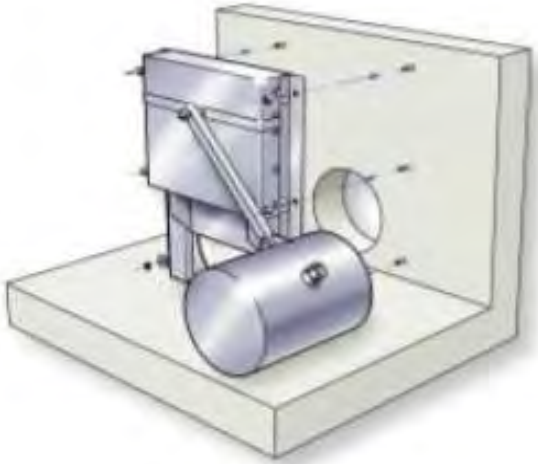
*) Volume utile vasca di laminazione (vedi il file pdf "Istruzioni", punto 3.4)
**) Dimensionamento del tubo di controllo di flusso (vedi il file pdf "Istruzioni", punto 3.5)
***) Portata della pompa compatibile con lo scarico totale concesso (vedi file pdf "Istruzioni", punto 3.5 ter)


Area verde depressa
allagabile


Area verde depressa
allagabile

Maurice Audin Storm Detention Pond, Seine Saint
Denis, France.

tubo di ingresso
dissabbiatore
pozzetto con camera di decantazione
vasca volano con pannelli in polipropilene alveolare
pozzetto di laminazione per la parzializzazione dell'acqua alla rete fognaria



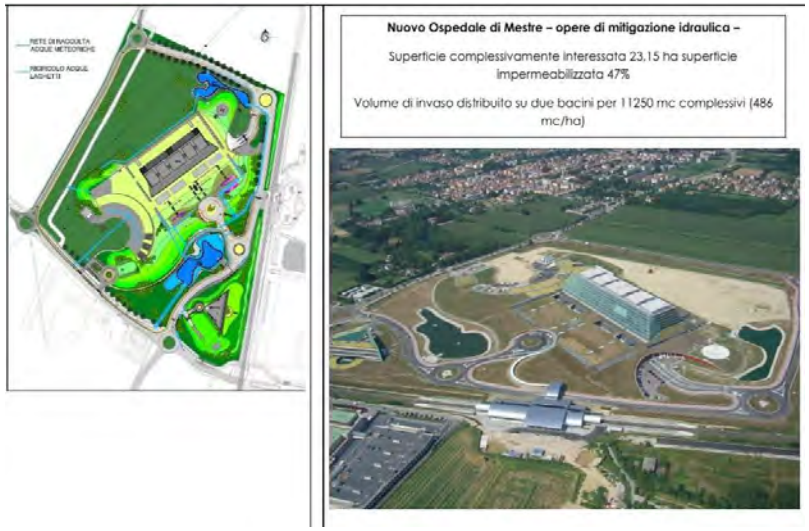
- Un metodo estremamente semplificato per stimare il volume di invaso necessario per garantire l' invarianza idraulica che mette in conto solo la variazione di permeabilità del suolo indotta dall' urbanizzazione e' il seguente (Regolamento urbanistico del Comune di Forte dei Marmi)

$$V_{inv} = 10\,S \quad (\varphi_{post} \quad - \varphi_{pre} \quad) \quad h(t)$$

- V_{inv} = volume di invaso aggiuntivo in mc
- S = area della zona sottoposta a urbanizzazione
- φpost = coefficiente di afflusso in rete dell'area urbanizzata (media ponderale)
- φpre = coefficiente di afflusso in rete dell'area non urbanizzata (media ponderale)
- h(t) = altezza di pioggia
- IL R.U. prescrive che il calcolo venga effettuato con un altezza di pioggia di 65 mm in un ora (evento corrispondente ad un Tr di circa 30 anni)

La Regione Veneto , a seguito dell' evento alluvionale del 26 settembre 2007 ha emanato le "Linee guida per gli interventi di mitigazione"e le "Linee guida per la valutazione della compatibilita' idraulica" .

Gli interventi dovranno essere dimensionati per un tempo di ritorno di 50 anni



- Un metodo semplificato per stimare il volume di invaso necessario per garantire la compatibilita' idraulica riportato sulle linee guida e' esposto nel testo " Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione" (C.s.d.u.-Hoepli, Milano 1997).
- La valutazione si basa sulla curva di possibilita' pluviometrica , sulle caratteristiche di permeabilita' della superficie drenante , e sulla portata massima , supposta costante ,imposta in uscita dal sistema.

- *Vinv = Vin-Vout (volume aggiuntivo di invaso mc)*

- Il volume di pioggia netta *Vin* risulta dato da :

- $Vin = 10\ S\ \varphi\ h(t)$ (mc)

- Dove :
- S = superficie del bacino drenato (ha) ;
- φ = coefficiente di afflusso medio del bacino ;
- h(t) = altezza di pioggia (mm) fornita dalla L.S.P.P. per una durata di pioggia pari a t (ore)

- $Vout = Qout\ t$ (m^3)

- Qout portata massima in uscita imposta (m^3/h)

- Il volume da invasare risulta dato da :

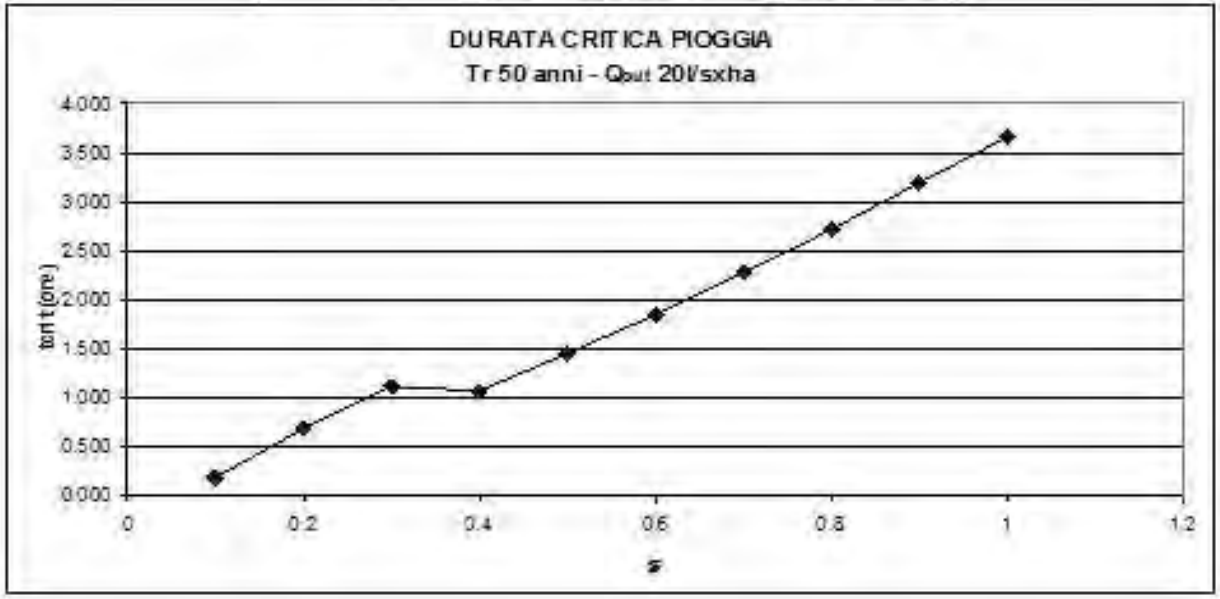
- *Vinv = 10 S* φ *h(t)* (mc)- *Qout t*

- La durata della pioggia da assumere (pioggia critica) e' quella che rende massimo il volume di invaso e si ottiene annullando la derivata di *Vinv* rispetto a *t* che risulta data da :

$$t_{crit} = \left[\frac{Q_{out}}{S \varphi a n} \right]^{\frac{1}{n-1}}$$

- Essendo a il coefficiente della L.S.P.P. (mm/ora-n)

φ	tcrit (ore)	Vpioggia (mc/ha)	Vout (mc/ha)	DV (mc/ha)
0.1	0.185	28.167	13.323	14.844
0.2	0.689	104.942	49.638	55.305
0.3	1.108	215.580	79.765	135.815
0.4	1.071	301.256	77.122	224.135
0.5	1.446	406.623	104.095	302.527
0.6	1.847	519.539	133.002	386.537
0.7	2.273	639.146	163.621	475.525
0.8	2.719	764.797	195.788	569.009
0.9	3.186	895.983	229.372	666.611
1.0	3.670	1032.290	264.266	768.024

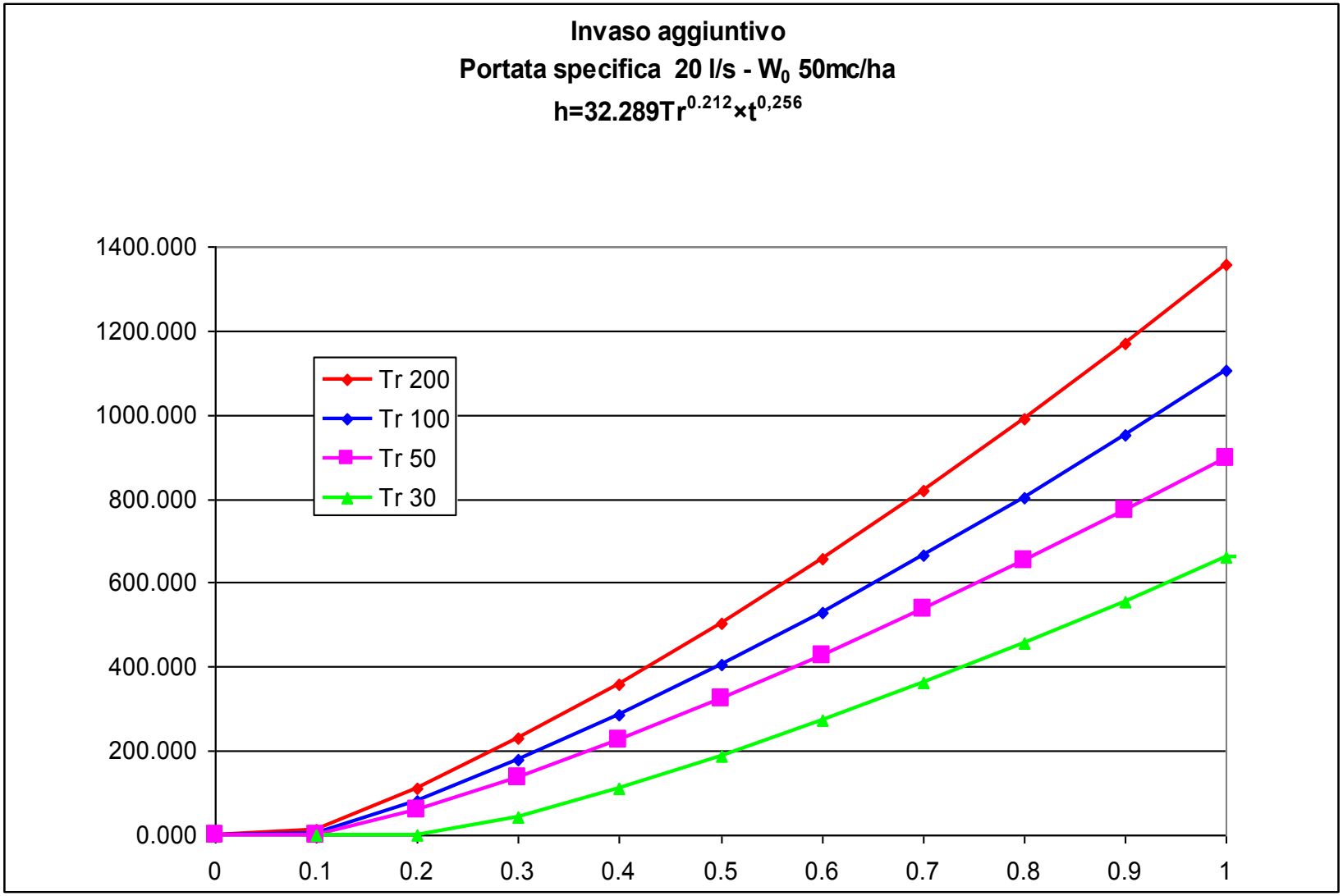


- Un altro metodo semplificato per stimare il volume di invaso necessario , riportato sulle linne guida della Regione Veneto ed adottato anche dai Consorzi di Bonifica della Regione Emilia Romagna , e che mette in conto oltre che la variazione di permeabilità del suolo indotta dall' urbanizzazione anche la variazione della capacita' di invaso dell' area e' basato sulla imposizione di un valore limite al coefficiente udometrico definito dalla classica formula del metodo dell' invaso .

$$u = 2160n\frac{(a\varphi)^{1/n}}{W^{(1-n)/n}}$$

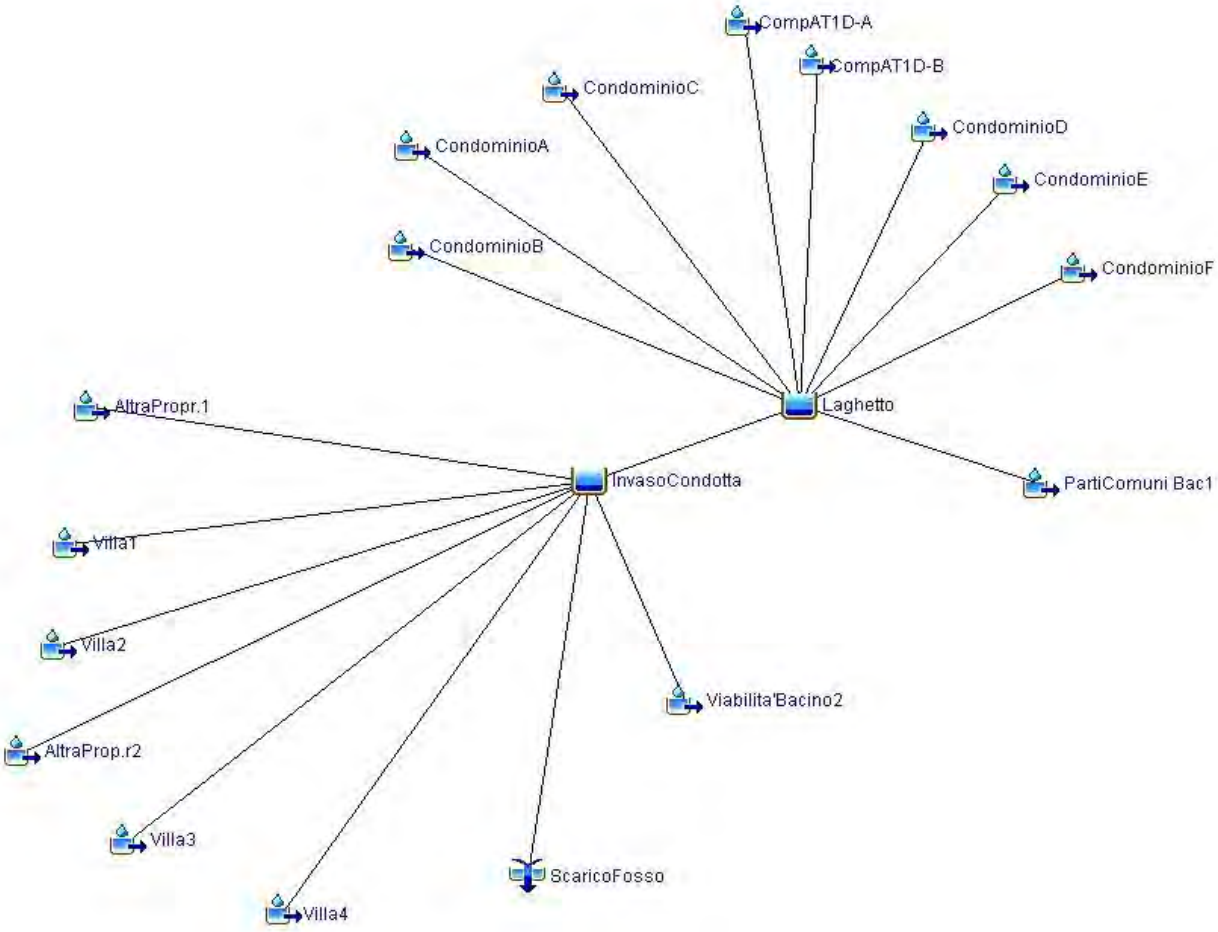
- u = coefficiente udometrico imposto (l/secxha)
- a = Coefficiente della L.S.P.P (m/ora^{-n})
- n = Esponente della L.S.P.P.
- φ = coefficiente di afflusso in rete dell'area urbanizzata (media ponderale)
- W = invaso specifico (in m^3/m^2) che si ottiene come somma dell' invaso specifico dei piccoli invasi(W_0) e dell' invaso specifico aggiuntivo (W_a). Questo valore deve essere in grado di garantire il valore del coefficiente udometrico imposto

VALORI PER Tr 100 anni					
φ	W_0 (m)	W_s (m)	W_t (m)	u (l/sxha)	Vol.agg. (mc/ha)
0.10	0.005	0.000	0.005	20.000	2.228
0.20	0.005	0.008	0.013	20.000	82.592
0.30	0.005	0.018	0.023	20.000	178.663
0.40	0.005	0.029	0.034	20.000	286.608
0.50	0.005	0.040	0.045	20.001	404.333
0.60	0.005	0.053	0.058	20.000	530.505
0.70	0.005	0.066	0.071	20.000	664.148
0.80	0.005	0.080	0.085	20.000	804.544
0.90	0.005	0.095	0.100	20.000	951.117
1.00	0.005	0.110	0.115	20.000	1103.425

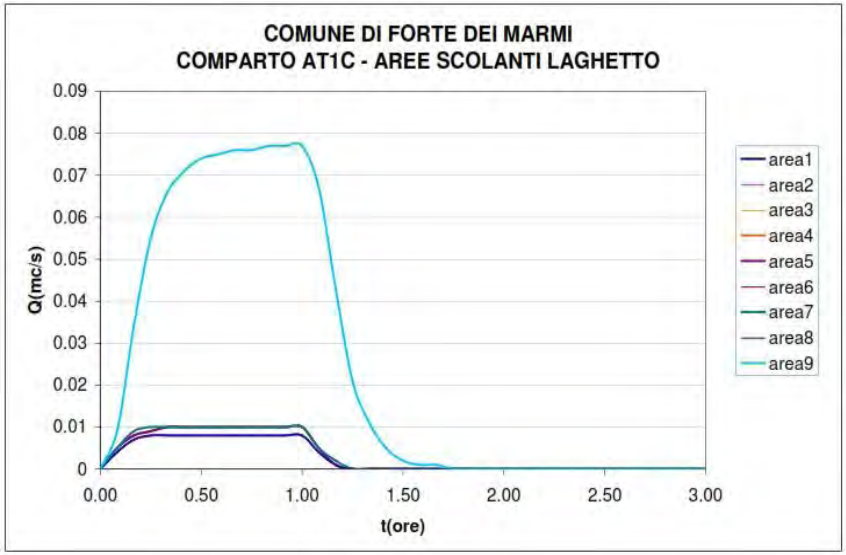

Invaso aggiuntivo
Portata specifica 20 l/s - W0 50mc/ha
h=32.289Tr0.212×t0,256
1400.000
1200.000
1000.000
800.000
600.000
400.000
200.000
0.000
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
Tr 200
Tr 100
Tr 50
Tr 30

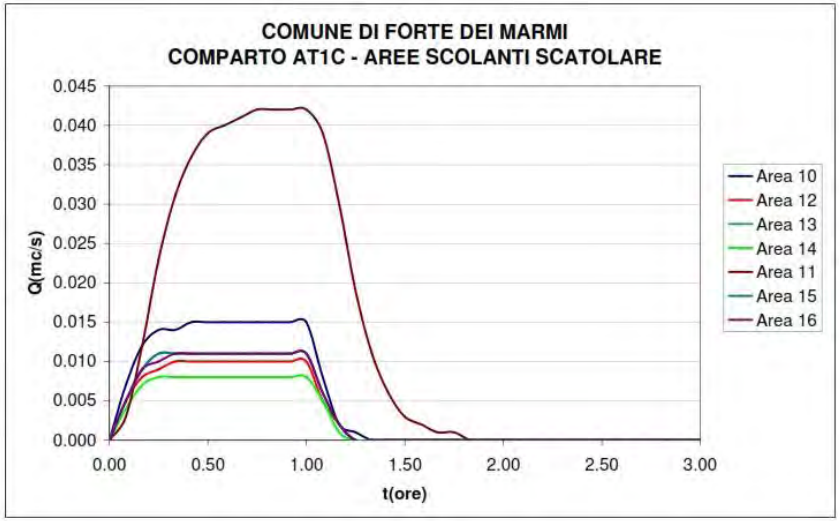
Dimensionamento rete di drenaggio con invarianza idraulica

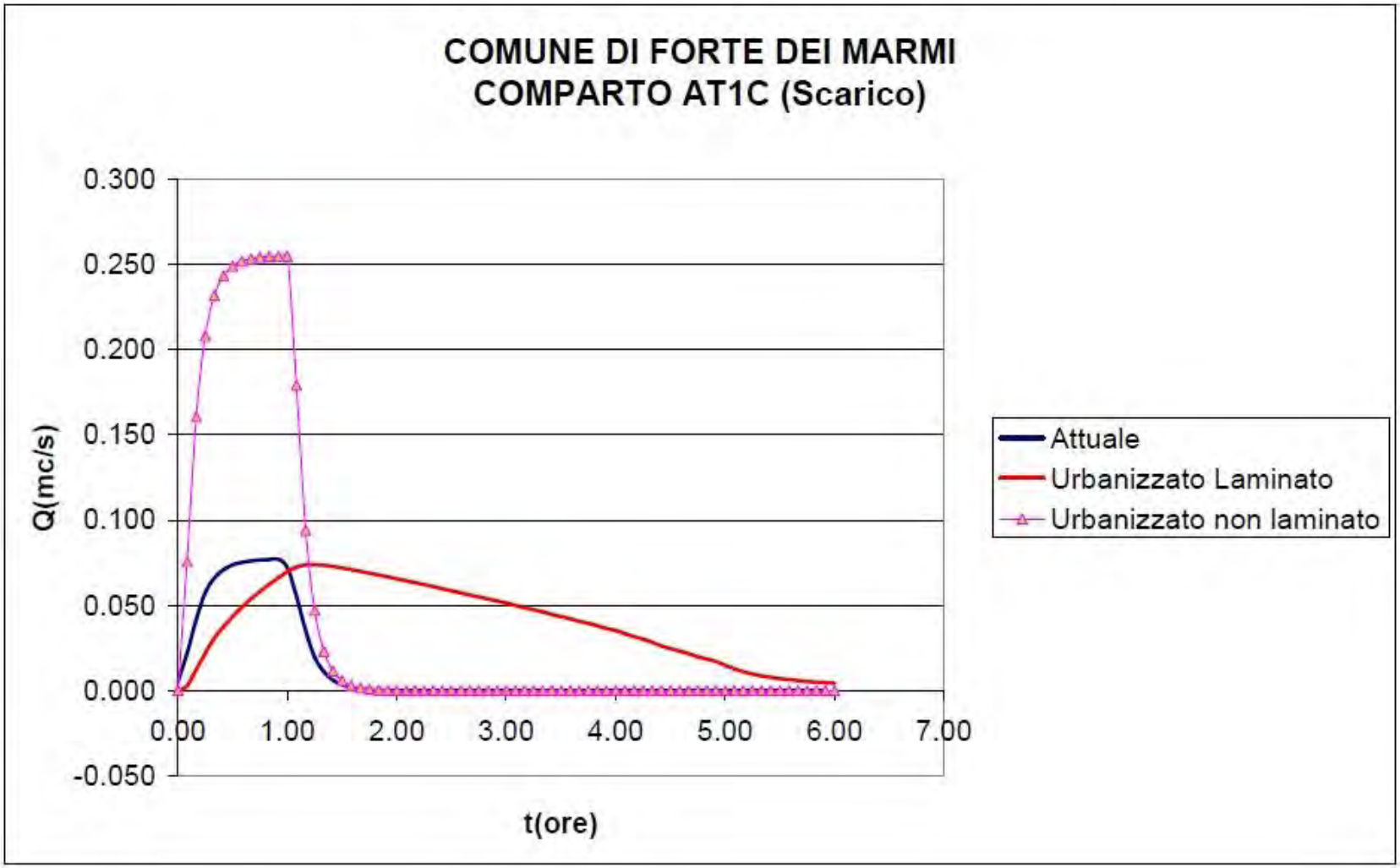
SCHEMA HMS


CompAT1D-A
CompAT1D-B
CondominioC
CondominioD
CondominioA
CondominioE
CondominioB
CondominioF
Laghetto
AltraPropr.1
InvasoCondotta
PartiComuni Bac1
Villa1
Villa2
Viabilita'Bacino2
AltraProp.r2
Villa3
ScaricoFosso
Villa4

N. Area	Nome	S (kmq)		Perdita (mm)	tl (minuti)
1	Condominio B	0,000894	0,503	32,28	4,25
2	Condominio A	0,000878	0,510	31,88	4,25
3	Condominio C	0,000878	0,509	31,89	4,25
4	Condominio D	0,000873	0,511	31,76	4,25
5	Comparto AT1D -a	0,001200	0,450	35,75	4,25
6	Comparto AT1D -b	0,001200	0,450	35,75	4,25
7	Condominio F	0,000827	0,531	30,47	4,25
8	Condominio E	0,001063	0,532	30,45	4,25
9	Parti Comuni Bac. 1	0,010142	0,418	37,83	9,00
10	Altra proprieta' 1	0,001788	0,450	35,75	4,25
11	Viabilita' Bacino 2	0,002338	1,000	0,00	11,75
12	Villa 1	0,001316	0,417	37,93	4,25
13	Villa 2	0,001348	0,455	35,42	4,25
14	Altra proprieta' 2	0,001044	0,450	35,75	4,25
15	Villa 3	0,001344	0,457	35,32	4,25
16	Villa 4	0,001250	0,480	33,83	4,25
	Superficie Totale	0,028384			
	medio	0,481493			






COMUNE DI FORTE DEI MARMI
COMPARTO AT1C (Scarico)
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
-0.050
Q(mc/s)
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
t(ore)
Attuale
Urbanizzato Laminato
Urbanizzato non laminato

MODELLAZIONE CON RAS

Exit Edit Options Plot Help

River: Monte Laghetto | Apply Data | Plot Options | Keep Prev XS Plots | Clear Prev

Reach: Monte Laghetto | River Sta.: 2

Description

Del Row | Ins Row

Cross Section Coordinates

	Station	Elevation
1	0	-0.4
2	0.009	-0.465
3	0.033	-0.525
4	0.073	-0.577
5	0.125	-0.617
6	0.185	-0.641
7	0.25	-0.65
8	0.315	-0.641
9	0.375	-0.617
10	0.427	-0.577
11	0.467	-0.525
12	0.491	-0.465
13	0.5	-0.4
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		

Downstream Reach Lengths

LOB	Channel	ROB
10	10	10

Manning's n Values

LOB	Channel	ROB
0.0015	0.0015	0.0015

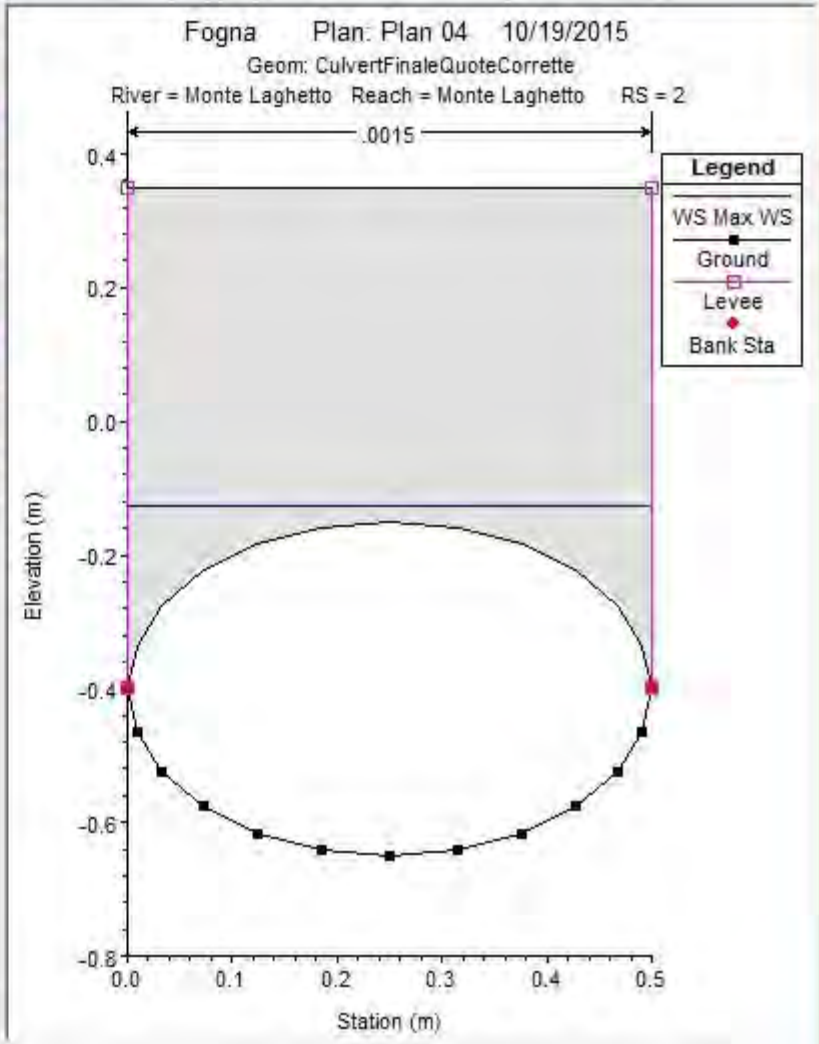
Main Channel Bank Stations

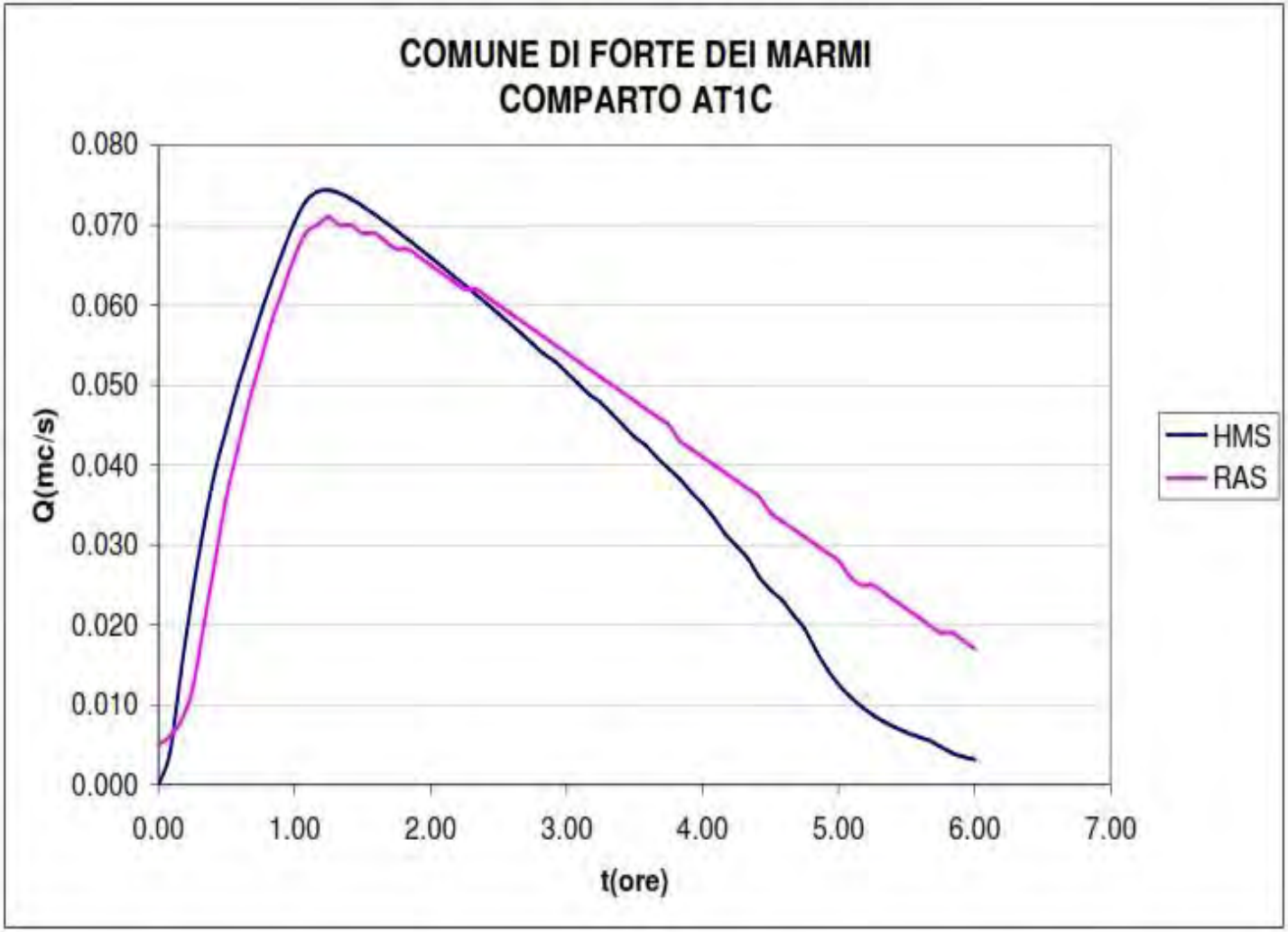
Left Bank	Right Bank
0	0.5

Cont\Exp Coefficient (Steady Flow)

Contraction	Expansion
0.1	0.3

Levee on left and right sides
Lid Added to Cross Section




COMUNE DI FORTE DEI MARMI
COMPARTO AT1C
0.080
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
Q(mc/s)
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
t(ore)
HMS
RAS

- L’ ART. 19 DELLE Norme del Pai del Bacino Toscana Nord (**Direttive per le aree di particolare attenzione per la prevenzione degli allagamenti**) prescrive :
- Le reti fognarie dovranno prevedere per le nuove urbanizzazioni adeguate volumi di invaso al fine di garantire opportune condizioni di sicurezza in relazione alla natura della previsione urbanistica ed al contesto territoriale , tenuto conto della necessita’ di mitigare gli effetti prodotti da eventi pluviometrici critici con tempo di ritorno di 200 anni ; tali verifiche dovranno essere progressivamente ampliate anche alle reti fognarie esistenti .

Storm Water Tank (Madrid)

- Storage capacity: up to **400.000 m^3**
- Inlet flow: up to **80 m^3/s**
- Total investment: **90 million EURO**
- Earth movement: **2,5 million m^3** of earth excavated
- Used concrete: **90.000 m^3**