

Gestione delle acque meteoriche in ambito urbano

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Sergio Papiri

Milano, via Rimini 34/36-19 dicembre 2016





















Acque meteoriche urbane: le criticità attuali

- La progressiva espansione delle aree urbanizzate, e il corrispondente incremento delle aree impermeabili, ha provocato notevoli aumenti delle portate al colmo e dei volumi di piena.
- Spesso le portate al colmo sono incompatibili con la capacità delle reti di drenaggio esistenti e dei corsi d'acqua ricettori.
- Lo sviluppo urbanistico e il forte incremento del traffico veicolare hanno aumentato il grado di contaminazione delle acque pluviali di dilavamento, compromettendo le caratteristiche qualitative dei corpi idrici ricettori.



La tutela dei ricettori

- La tutela idraulica dei ricettori era, di norma, poco considerata in sede di progettazione dei sistemi fognari.
- La tutela della qualità dei corpi idrici superficiali era usualmente e storicamente affidata :
 - nei sistemi fognari misti agli scaricatori di piena e agli impianti di trattamento delle acque reflue;
 - nei sistemi fognari separati agli impianti di trattamento delle sole acque reflue; non si riteneva necessario il controllo delle acque meteoriche di dilavamento (ipotesi di acque meteoriche pulite).

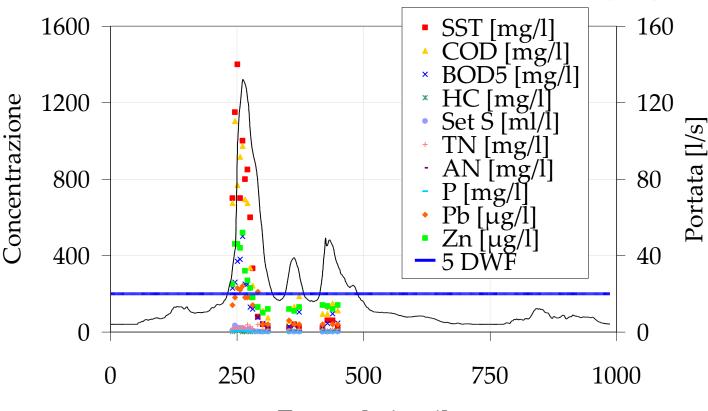


Una tutela quantitativa totalmente insufficiente

- Provincia di Nuoro: piove e i tombini saltano; il Comune chiama Abbanoa. Sei alluvioni nel volgere di soli due anni con gravissimi danni alle abitazioni. 29 settembre 2009.
- Forte temporale a Milano, allagamenti e traffico in tilt.
 Caos per treni e metrò. 07 luglio 2009- (Adnkronos).
- Paralisi e danni a Livorno: saltano fognature e elettricità, si allagano strade e case. 06 febbraio 2009.

UNA TUTELA QUALITATIVA CHE NON TUTELA

Idrogramma di piena e concentrazioni di inquinanti dell'evento 11/04/2003 Cascina Scala (PV)



Tempo [minuti]

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Efflusso da scaricatore di piena in sponda sinistra del Ticino a Pavia





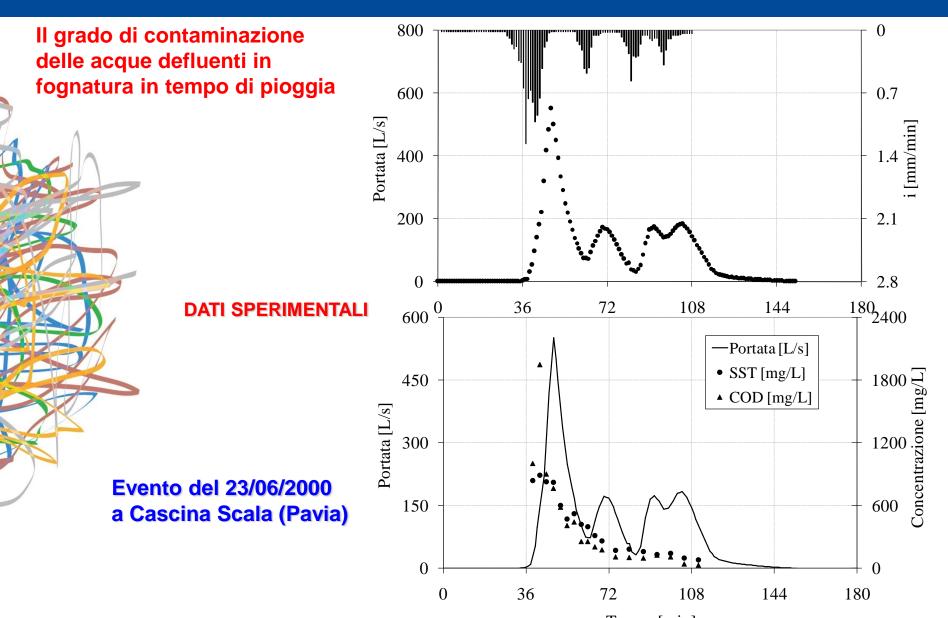
Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



Effetto dell'attivazione di uno scaricatore di piena in sponda sinistra del Ticino a Pavia sulla qualità del ricettore



Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



La normativa circa il controllo delle acque meteoriche di dilavamento

- Il Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" delega alle Regioni la disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia ai fini della prevenzione di rischi idraulici e ambientali.
- Con la Legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 la Regione Lombardia ha riorganizzato le norme in materia di tutela e gestione delle acque.
- In base all'art.45, comma 3 della L.R. 26/03 ha redatto il Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA).



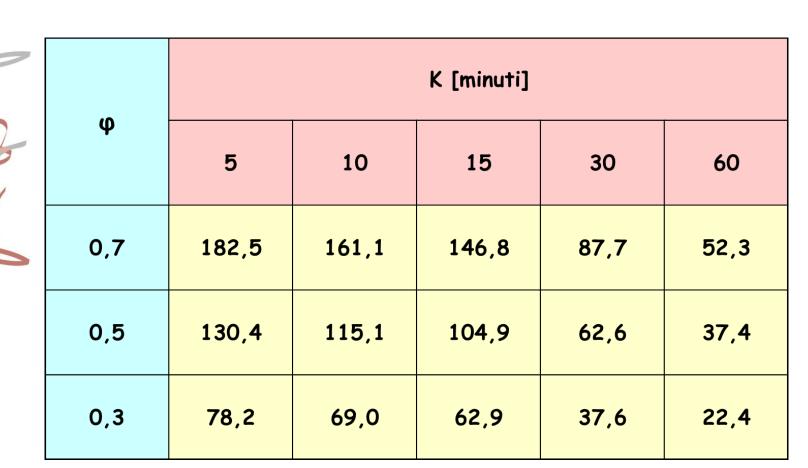
Tutela idraulica dei ricettori

L'appendice G (Direttive in ordine alla programmazione e progettazione dei sistemi di fognatura) delle norme tecniche di attuazione del PTUA:

- Al punto 2.1 (*riduzione delle portate meteoriche drenate*) prevede, per le aree di ampliamento e di espansione, che, nel caso in cui la rete di drenaggio delle acque meteoriche afferisca alle reti di valle, il contributo di portata meteorica debba essere limitato, eventualmente mediante l'adozione di vasche volano, entro il limite massimo di 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile.
- Al punto 2.3 (*Limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori mediante vasche volano*) prevede l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate meteoriche scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica dei ricettori e comunque entro i seguenti limiti:
- - 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali o riguardanti attività commerciali o di produzione di beni;
- - 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree già dotate di reti fognarie.

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Coefficienti udometrici (L/s ha) - Modello dell'invaso lineare – Pluviometria di Pavia (T=10 anni)



Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



Valori orientativi del volume da assegnare alla vasca di laminazione

Se la laminazione deve contenere le portate massime uscenti entro valori dell'ordine di 20-40 l/s ha_{imp}

- \Rightarrow il volume specifico deve essere dell'ordine di $300\div700 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$, dipendentemente:
- dalla portata massima specifica ammissibile allo scarico;
- dal tempo di corrivazione del sistema bacino-rete;
- dal tempo di ritorno dell'evento che si considera.



La tutela qualitativa dei corpi idrici ricettori

La tutela della qualità dell'ambiente in generale, e dei corpi idrici superficiali in particolare, richiede il controllo dei carichi inquinanti scaricati dai sistemi fognari nei corpi ricettori in tempo di pioggia.

L'obiettivo di qualità può essere assunto :

- •fissando un limite alla massa di determinati inquinanti scaricata annualmente;
- •imponendo limiti alla concentrazione degli inquinanti nello scarico;
- •imponendo il trattamento della prima parte del deflusso meteorico.

Quest'ultima opzione è quella scelta dalla Regione Lombardia.



Normativa regionale



- Il Capo III del Regolamento Regionale 24 marzo 2006 N. 3 "Disciplina gli scarichi di acque reflue urbane provenienti da agglomerati con popolazione equivalente pari o superiore a duemila A.E." e, in particolare, gli articoli 15-16 disciplinano:
- le acque meteoriche da avviare alla depurazione (art.15),
- le vasche di accumulo delle acque di pioggia (art.16),





"acque meteoriche da avviare alla depurazione"

- Gli sfioratori di piena delle reti fognarie di tipo unitario sono realizzati in modo da lasciare direttamente defluire all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane la portata nera diluita.....
- Le condotte per acque meteoriche di dilavamento delle reti fognarie separate sono realizzate in modo da avviare all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane l'aliquota delle acque di pioggia corrispondente ad un apporto di 1 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.





L'art.16 "Vasche di accumulo delle acque di pioggia"

- Le acque eccedenti gli apporti di cui all'art.15 scaricate dagli sfioratori di piena sono avviate a vasche di accumulo a perfetta tenuta.
- Le vasche di accumulo sono dimensionate come segue, in relazione al recapito :
- corpi idrici significativi, individuati dal PTUA,
 ovvero suolo o strati superficiali del sottosuolo:
 50 m3/ha di superficie scolante impermeabile;
- corpi idrici non significativi:
 25 m3/ha di superficie scolante impermeabile



Superamento delle criticità attuali

Per conseguire l'obiettivo di un buon livello di protezione idraulica e ambientale del territorio sono essenziali:

- un'attenta pianificazione urbanistica per ridurre le portate circolanti nelle reti di drenaggio;
- una corretta gestione delle acque meteoriche circolanti nelle reti di drenaggio;
- una corretta progettazione e gestione degli impianti di trattamento delle acque reflue.



La pianificazione urbanistica

In sede di pianificazione urbanistica bisogna:

- minimizzare l'impermeabilizzazione del bacino;
- prevedere, ove possibile, una raccolta separata delle acque meteoriche non suscettibili di apprezzabile contaminazione e il loro smaltimento in loco tramite sistemi di infiltrazione nel suolo.
- che gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali recepiscano il principio di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni di uso del suolo



Mezzi decisivi per il controllo quantitativo degli scarichi delle acque defluenti nelle reti fognarie e conseguire l'obiettivo di protezione idraulica sono:

- gli invasi (in rete e fuori rete);
- la gestione in tempo reale dei sistemi di drenaggio.

Gli invasi (vasche volano o di laminazione), opportunamente dimensionati, consentono di contenere la portata in uscita entro il valore massimo accettabile nel ricettore per il più critico evento meteorico di assegnato tempo di ritorno.

La gestione in tempo reale dei sistemi di drenaggio urbano è applicabile solo a reti di drenaggio di grandi città con pendenze modeste.

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



La tutela qualitativa dei ricettori Superamento delle criticità attuali

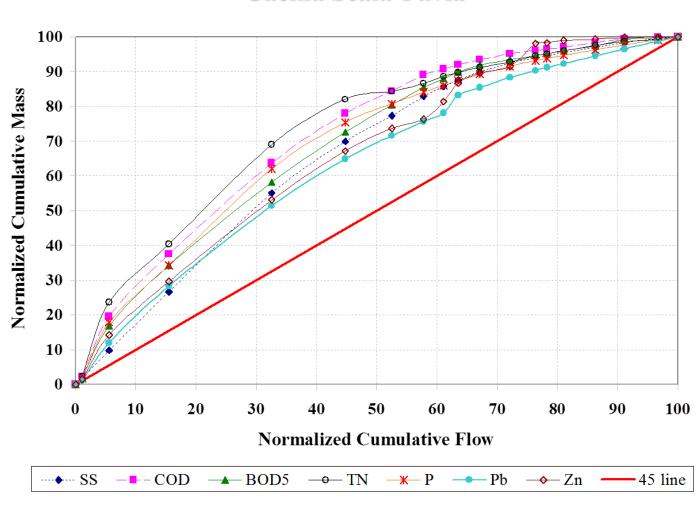
La maggior parte della massa di inquinanti veicolata dalle acque meteoriche di dilavamento è normalmente associata alla prima frazione dell'idrogramma di piena.

- Le vasche di prima pioggia consentono di intercettare ed escludere dallo scarico una notevole percentuale degli inquinanti veicolati dalle acque meteoriche (protezione ambientale).
- La separazione delle reti fognarie non produce, da sola, alcun effetto benefico; in assenza di misure strutturali e non strutturali adeguate peggiora l'impatto ambientale.

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

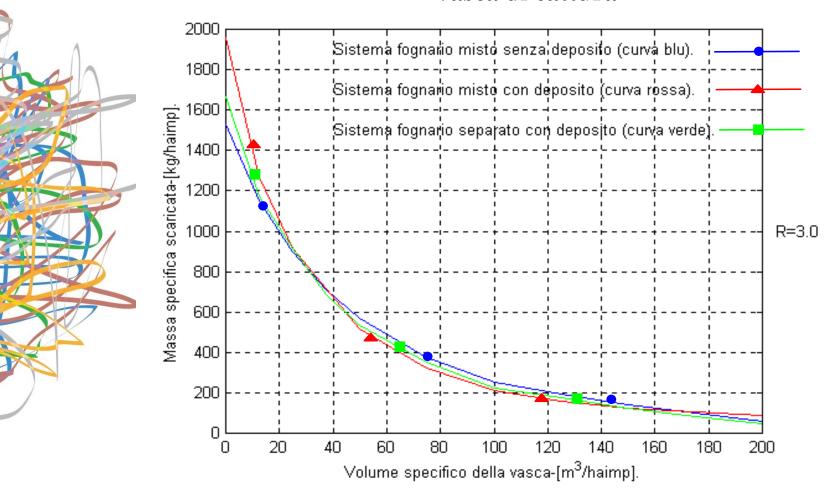
Fenomeno del first flush

Cacina Scala-Pavia



Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Tipologia di sistema fognario: misto o separato? Vasca di cattura



Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

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



Al fine di prevenire e di mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli e, conseguentemente, di contribuire ad assicurare elevati livelli di salvaguardia idraulica e ambientale, gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali recepiscono il principio di <u>invarianza idraulica e idrologica</u> per le trasformazioni di uso del suolo.





Siamo sulla buona strada della protezione idraulica e ambienale - percorriamola velocemente

Gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali:

- contengano al massimo il consumo di nuovo suolo e incentivino la riduzione dell'impermeabilizzazione nelle nuove urbanizzazioni;
- recepiscano il principio di <u>invarianza idraulica e idrologica</u> per le trasformazioni di uso del suolo;

Regione, provincie, uffici d'ambito e gestori del servizio idrico integrato promuovano progetti pilota e sperimentali di gestione sostenibile delle acque meteoriche di drenaggio urbano;

Uffici d'ambito e gestori del servizio idrico integrato procedano all'adeguamento degli scaricatori di piena e ala realizzazione delle vasche d prima pioggia.



EFFETTI DELLO SVILUPPO URBANISTICO

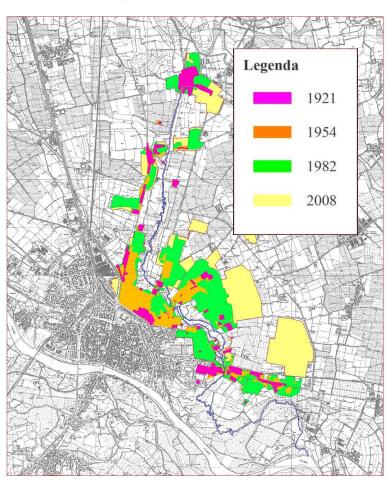
IN PRESENZA DI SISTEMI FOGNARI MISTI DOTATI DI SOLI SCARICATORI DI PIENA

PAVIA E LA ROGGIA VERNAVOLA

Risultanze di ricerche sperimentali e di modellazioni idrauliche e ambientali

PAVIA E LA ROGGIA VERNAVOLA EVOLUZIONE URBANISTICA NEL '900

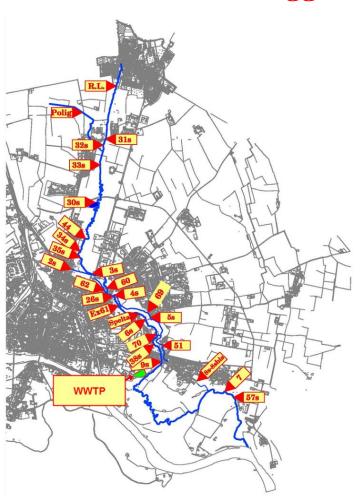




Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

SCARICHI FOGNARI nella Roggia Vernavola (PV)





Il <u>sistema fognario</u> di tipo <u>unitario</u> serve una popolazione di circa <u>61.800 AE</u> (di origine civile circa 51.000 e produttiva 10.800). La <u>superficie drenata</u> è di circa <u>620 ha</u>, di cui 340 ha impermeabili.

Gli scarichi fognari sono 28:

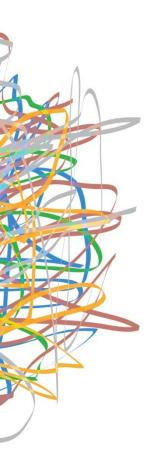
25 scaricatori di piena

3 scarichi diretti





Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



Roggia Vernavola (PV)- confronto tra campagne di tempo asciutto e di tempo di pioggia

CONFRONTO TRA CAMPAGNE DI TEMPO ASCIUTTO E DI TEMPO DI PIOGGIA

US: Taxon; 100-OD (% sat.); BOD₅ (O2 mg/l); COD (O2 mg/l); NH₄ (N mg/l); NO₃ (N mg/l); P_{tot} (P mg/l); E.coli (UFC/100 ml)

D.Lgs, 152/2006

CQ LIM		
I	Condizione ottima	
11	Condizione buona	
III	Condizione sufficiente	
IV	Condizione scadente	
٧	Condizione pessima	

LIM: livello di inquinamento da macrodescrittori

27/06/2008 - Tempo asciutto

2770072000 - Tempo dacidito								
Parametro	St. 51	St. 52	St. 53	St. 54	St. S5	St. 56	St. 57	St. 58
100-OD [% sat.]	39,7	44,2	29,5	24,5	17,5	18,6	14,5	23,4
BOD₅ [O₂ mg/L]	5	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	4	<u> </u>	4	<u> </u>
COD [O ₂ mg/L]	9	< 5	∢5	∢ 5	7	< 5	8	∢ 5
NH ₄ [N mg/L]	1,09	0,11	0,09	0,19	0,09	0,19	0,36	0,13
NO₃ [N mg/L]	1,13	2,14	2,98	1,93	1,93	1,99	1,94	1,75
Fosforo tot. [P mg/L]	0,39	0,28	0,28	0,37	0,29	0,28	0,32	0,32
E. coli [UFC/100 mL]	> 40.000	1.400*	1.100*	5.600	4.900	12.000	22.000	25.000
Livello	III	II	II	II	III	II	III	III
Colore								

Parametro	St. S1	St. 52	St. 53	St. 54	St. 55	St. 56	St. 57	St. 58
100-OD [% sat.]	22	24,4	20,6	21,3	25,4	32,4	28	18,7
BOD₅ [O₂ mg/L]	13	8	7	7	10	9	10	11
COD [O₂ mg/L]	25	15	13	13	18	16	18	20
NH₄ [N mg/L]	0,47	0,17	0,15	0,16	0,12	0,21	0,19	0,63
NO₃ [N mg/L]	1,75	1,61	1,81	1,49	1,52	1,76	1,69	1,7
Fosforo tot. [P mg/L]	0,30	0,25	0,22	0,26	0,23	0,24	0,28	0,26
E. coli [UFC/100 MI]	> 40.000	23.100	22.900	24.900	14.000	36.900	40.000	> 40.000
Livello	V	III	III	III	IV	IV	IV	IV
Colore								

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Roggia Vernavola- Campagne sperimentali





Immissioni puntuali di portata e di massa inquinante

Rilievo morfometrico di dettaglio della roggia Vernavola



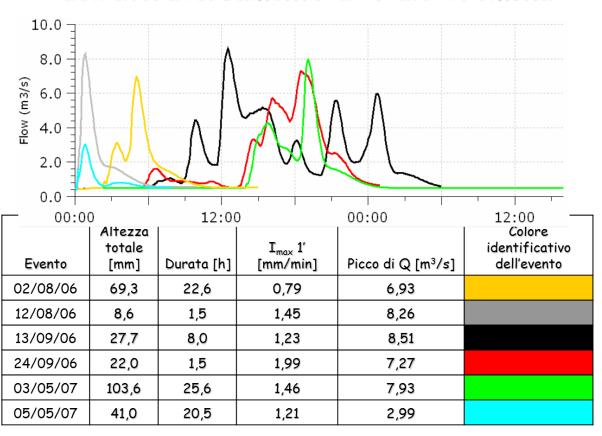
Campagne sperimentali per calibrare i parametri del modello di simulazione idraulica e di qualità



Modellazione della roggia Vernavola in tempo di pioggia



Roggia Vernavola - Onde di piena a valle dell'attraversamento di Viale Cremona



Cav. Campari (1896), Nelle massime piene la Vernaola può raggiungere 30 moduli italiani (3 m³/s)

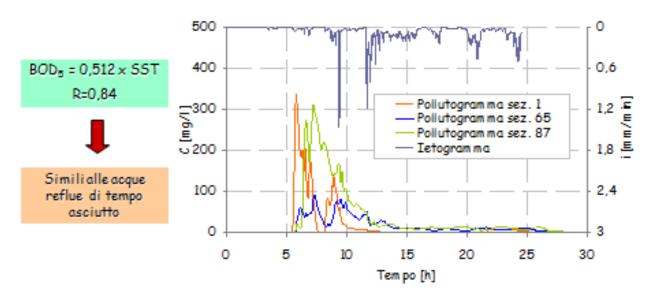
Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Roggia Vernavola- Simulazioni di qualità

Evento del 13/09/2006

Altezza	Durata	TSA	I _{max} 1'	I _{max} 15'	
[mm]	[h]	[giorni]	[mm/min]	[mm/min]	
103,6	25,6	15,3	1,46		

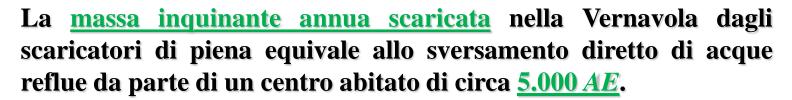
Concentrazioni di SST nella roggia Vernavola





Roggia Vernavola (PV)

Risultanze delle modellazioni



Quando gli <u>scaricatori di piena sono attivi</u> (una durata di circa <u>553 ore</u>, pari a 23 giorni, nell'anno in esame), mediamente, viene riversato nella roggia un carico inquinante equivalente allo scarico di acque reflue di circa <u>68.000 AE</u>.

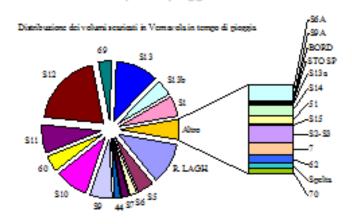
Se poi si considera <u>l'evento meteorico</u> che ha provocato il <u>valore massimo di massa scaricata</u> nella roggia (evento del 25 agosto 2006), l'impatto esercitato dagli scarichi (riferito alla durata per cui transita il deflusso di pioggia nel sistema fognario, pari a circa <u>6 ore</u>) è equivalente a quello prodotto in 6 ore da circa <u>420.000</u> <u>AE</u>.

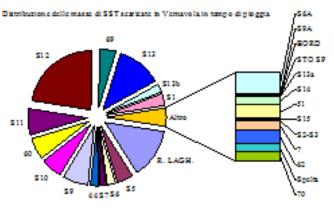


Roggia Vernavola-Classifica di criticità dei vari scarichi

Contributo percentuale di volume e di massa di SST associati a ciascuno scarico in Vernavola rispetto al totale riversato in tempo di pioggia a livello annuo

L'impatto inquinante sulla Vernavola prodotto da ciascuno scarico rispetto a quello totale consente di stilare una classifica di criticità d'impatto degli scarichi, che rappresenta una premessa indispensabile alla definizione delle strategie più pertinenti di controllo degli scarichi fognari di tempo di pioggia





Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



Interventi strutturali per mitigare l'impatto degli scarichi di tempo di pioggia sulla roggia Vernavola dal punto di vista idraulico ed ambientale

Controllo quantitativo

- intervento sulla soglia del laghetto artificiale in prossimità tangenziale nord
- sistemazione del ponte di via Ferrini via Fasolo
- realizzazione invaso di laminazione a servizio della S13

Controllo qualitativo

- realizzazione vasca p.p. a servizio della S13

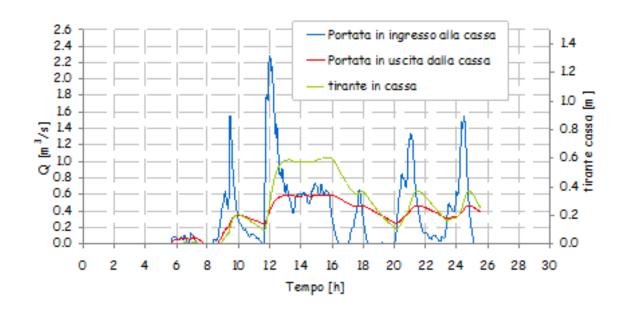
Invaso di laminazione a servizio della S13



Evento del 13/09/2006

Altezza	Durata	TSA	I _{max} 1'	I _{max} 15'	
[mm]	[h]	[giorni]	[mm/min]	[mm/min]	
103.6	25.6	15.3	1.46		

Cassa di laminazione - Verifica idraulica



Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Vasca di prima pioggia a valle dello scarico della stazione S13



Stazione 513 8395 A.E.

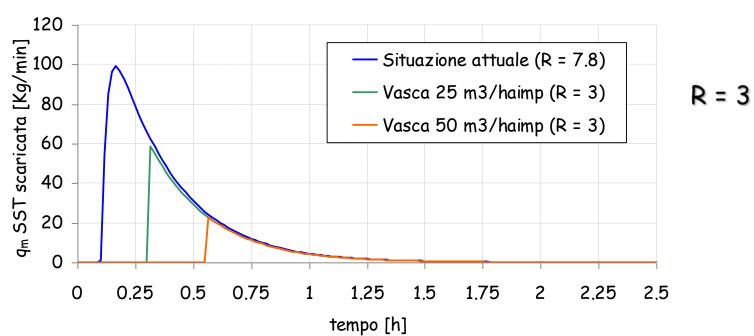
 $q_{nm} = 24.3 \text{ I/s}$

Situazione attuale

 $q_{soll} = 190 l/s$

R = 7.8

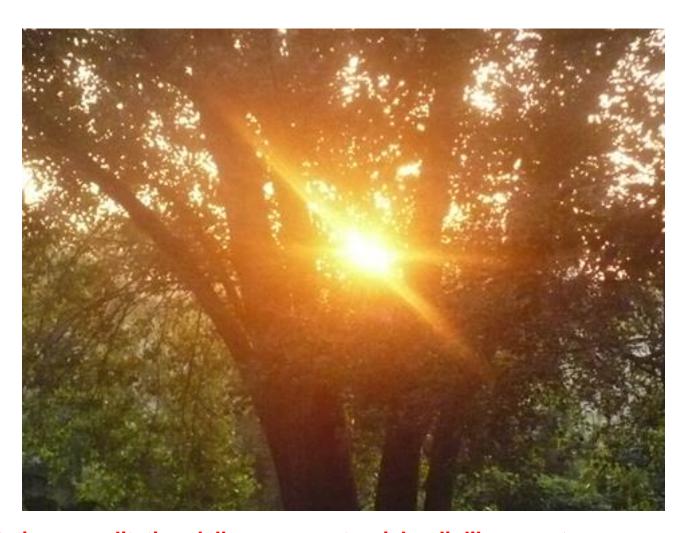
Pollutogramma di scarico della S13 con e senza vasca p.p.



Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento

Tramonto alla Vernavola





Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche di dilavamento



Sergio Papiri

Università degli studi di Pavia Studio Ecotecno - Pavia