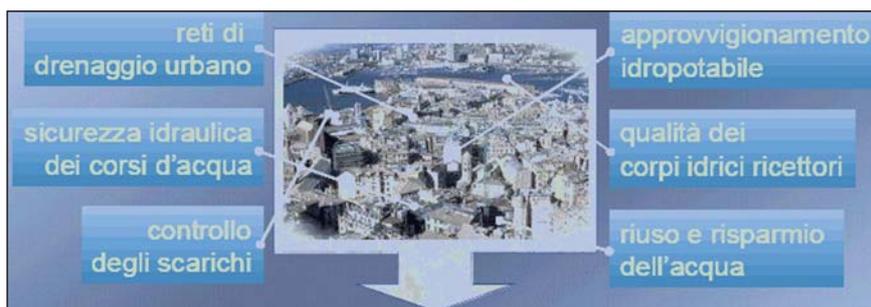


Gestione e controllo delle acque meteoriche urbane



LA RACCOLTA DIFFERENZIATA DELLE ACQUE URBANE INTRODUZIONE

Le aree urbane metropolitane con le loro attività diversificate, (gli insediamenti industriali, le infrastrutture per i servizi e dei trasporti), costituiscono ambienti molto complessi che generano rilevanti impatti inquinanti al suolo e ai corpi idrici superficiali e sotterranei. Le aree urbane, pur essendo in genere dotate delle estese infrastrutture dedicate alla raccolta, al confinamento e al trattamento di reflui da sorgenti puntuali e diffuse, presentano tuttavia ampie zone in cui le emissioni e gli scarichi non sono intercettati e si disperdono direttamente nell'ambiente generando impatti sui recettori finali.

L'inquinamento atmosferico dovuto al traffico veicolare, al riscaldamento degli edifici, agli impianti industriali ed energetici, allo smog fotochimico, ecc., ha costituito da sempre la prima priorità in ambiente urbano, perché percepito con maggiori sensibilità e immediatezza a causa del reale disagio cui è soggetta la popolazione.

Più recentemente si è iniziato a prestare la dovuta attenzione all'inquinamento dei corpi idrici

anche a seguito di fenomeni eclatanti e immediatamente percepibili quali morie di pesci, divieti di balneazione, proibizioni di attività ricreative, ecc.

L'attività antropica che determina il degrado dell'ambiente urbano, oltre a determinare alti livelli di inquinamento dell'aria, va a modificare le condizioni climatiche con ondate di caldo estivo amplificate dalla bolla d'aria calda che si forma al di sopra dei centri urbani, fa aumentare i livelli estivi di ozono nell'aria, fa aumentare il traffico veicolare che spesso determina la paralisi della vita nelle città e fa crescere il volume dei rifiuti da smaltire e a volte anche abbandonati nelle strade e nelle discariche abusive.

Gli inquinanti presenti nell'aria, sicuramente in quantità più rilevante nelle zone ove la popolazione è più concentrata, producono inoltre per ricaduta e per trascinarsi da parte delle acque meteoriche un impatto sul suolo che, tramite percolamenti e dilavamenti, si trasmette ai corpi idrici superficiali e sotterranei.

L'effetto nelle aree urbane è fortemente condizionato dalla impermeabilizzazione, negli ultimi 100 anni è incrementata del 150%. La mancata filtrazione delle acque fa perdere al suolo

una delle sue funzioni principali cioè quella di scambio tra lo strato più basso dell'atmosfera ed il sottosuolo. Ciò in parte protegge le falde ma favorisce il dilavamento delle superfici e il trascinarsi di inquinanti che confluiscono e impattano soprattutto sulle acque superficiali. È intuibile che nel corso di un evento piovoso molto prolungato, specialmente dopo un periodo di assenza di precipitazioni, i primi apporti che dilavano le superfici più o meno impermeabili generano acque reflue più concentrate di inquinanti che degli apporti successivi, per cui è diventato usuale distinguere varie tipologie di piogge e concentrare l'attenzione sulle cosiddette "acque di prima pioggia" che hanno così assunto il carattere di un fenomeno tipico delle aree fortemente antropizzate e urbanizzate.

Altro aspetto da considerare nelle aree urbane legato agli eventi di pioggia intensa, è l'inquinamento prodotto nelle acque superficiali a seguito dello sfioro dagli scolmatori e scaricatori di piena in prossimità degli impianti di depurazione o degli scarichi terminali di fognatura comunale che dovendo conferire le acque reflue agli impianti di depurazione in quantità limitata, contribuiscono a complicare lo scenario idraulico dei corsi d'acqua. (vedi successiva Tab.2 Classificazione qualitativa delle acque di pioggia)

Questo tipo di impatto ambientale è più o meno critico in presenza di significativi corpi idrici (fiumi, laghi, aree costiere) che possano subire l'impatto inquinante, cioè dei corpi idrici stret-

tamente connessi con le principali aree urbane d'interesse in questo rapporto.

Il fenomeno "acque di prima pioggia" si caratterizza principalmente per il meccanismo che lo genera (le piogge), il loro bersaglio (il suolo più o meno urbanizzato) e i corpi idrici recettori. Lo scopo della presente ricerca, principalmente di tipo metodologico, è quello di identificare i dati e le informazioni di base necessarie allo studio del fenomeno delle acque di prima pioggia in ambiente urbano che consentano successivamente la formulazione di indici e indicatori utili a stimarne gli impatti sui corpi idrici, ma anche di fornire delle indicazioni su come sia possibile, sulla base di alcuni esempi già utilizzati in Italia ed in Europa, gestire ed riutilizzare le acque di pioggia senza doverle a tutti i costi conferire alla rete di fognatura comunale o ai corsi d'acqua.

Le acque di prima pioggia in ambiente urbano

Le precipitazioni che cadono nelle zone urbane e l'impermeabilizzazione del suolo determinano la trasformazione delle piogge in ruscelli che se impattanti in aree pertinenti ad attività produttive rientrano, per i primi 2,5 - 5 mm, nella definizione di "acque di prima pioggia", per distinguerle dalle acque meteoriche in senso stretto. Queste ultime sono quelle battenti su tetti e piani di copertura degli edifici che non sono particolarmente inquinate. Esiste inoltre differenza tra le acque di lavaggio delle superfici urbane e le acque di dilavamento di superfici adiacenti ad autofficine, distri-

butori di carburante, autolavaggi, ecc., considerate più inquinate.

Esse per il loro carico inquinante necessitano di trattamenti particolari, ma l'estrema variabilità degli inquinanti che è possibile trovare disciolti e sospesi rende estremamente difficile l'identificazione di tutte le sostanze presenti e conseguentemente l'applicazione di sistemi di depurazione idonei.

La pericolosità ambientale di queste acque dipende dalla natura del suolo (struttura, pendenze, permeabilità, tipo di superficie, ecc.), dal tipo di usi del suolo stesso (agricolo, civile, produttivo, dei servizi, ecc.) e quindi dalle sostanze che su di esso vengono disperse o ricadono dall'atmosfera a causa delle attività antropiche.

Le precipitazioni

Il regime delle precipitazioni (frequenza, durata, intensità) assume caratteri peculiari nell'atmosfera delle aree urbane dove negli ultimi decenni l'intensa attività antropica ha causato sostanziali alterazioni. Queste alterazioni, che influiscono direttamente sugli impatti provocati dalle acque di prima pioggia, afferiscono a due differenti aspetti:

- maggiore piovosità nelle città rispetto alle circostanti aree rurali;
- maggior numero di eventi piovosi violenti negli ambienti urbani, dove è più probabile che le piogge assumano carattere di rovescio o nubifragio (con un'intensità di pioggia maggiore rispettivamente di 10 mm/h e 30 mm/h).

È particolarmente negativo il se-

condo aspetto di tale alterazione, che può essere inquadrato in un contesto più generale di cambiamenti climatici che interessano tutto il territorio nazionale e non solo e che sono probabilmente dovuti al crescente livello di inquinamento atmosferico (negli ultimi anni in tutta Europa è aumentata la frequenza di eventi piovosi di breve durata e forte intensità es.: in Piemonte nel 2002 caduti 600 mm in 3 gg.).

Per quanto riguarda l'aumento della piovosità media nelle aree urbane, le reazioni chimiche dell' NO_2 e del SO_2 , due dei più comuni inquinanti atmosferici di origine antropica, originati essenzialmente dalla combustione degli idrocarburi, generano con il vapore acqueo, e con l'aiuto dei raggi solari, microscopiche particelle - del diametro di appena qualche micron - di acido solforico (H_2SO_4), acido nitrico (H_2NO_3) e relativi sali (nitrati e solfati). Tali sostanze, fortemente igroscopiche, fungono da ideali nuclei di condensazione intorno ad ognuno dei quali si aggregano facilmente miliardi di molecole di vapore acqueo dell'atmosfera, generando le microscopiche goccioline (30-60 micron di diametro) che formano le nubi. Pertanto al di sopra delle città la formazione delle nubi è più facile che altrove e ciò determina il fatto che sulle aree urbane piove di più che nelle adiacenti zone rurali nella misura del 5-10%. Infine, a conferma del ruolo degli inquinanti sulla genesi delle nuvole, alcune indagini hanno evidenziato, come del resto era lecito attendersi, che sulle città cade media-

mente un maggior quantitativo di pioggia nei giorni feriali che in quelli festivi.

Gli eventi piovosi che si verificano in ambiente urbano sono caratterizzati anche da una maggiore intensità dovuta alla presenza sulle città della cosiddetta "isola calore".

Al di sopra delle città ristagna infatti una cappa d'aria surriscaldata dello spessore di circa 200-300 m, che scompare spostandosi verso le circostanti zone rurali.

Tale fenomeno è generato da molteplici fattori:

- il particolare tessuto urbano costituito da asfalto, calcestruzzo, mattoni e cemento che assorbe mediamente il 10% in più della radiazione solare incidente rispetto alle circostanti zone rurali;
- il particolare assetto geometrico dell'ambiente urbano, caratterizzato dalla preponderanza di superfici verticali (pareti di grattacieli, palazzine e altri edifici) rispetto a quelle orizzontali (strade e tetti degli edifici) che catturano una maggiore quantità di radiazione solare, intrappolata dalla numerose riflessioni multiple che, in una specie di ping-pong, i raggi solari subiscono da parte delle pareti dei palazzi e del fondo stradale (effetto canyon).

Nelle ore notturne il raffreddamento dell'aria che ristagna entro i canyon è molto più lento che nelle adiacenti aree rurali, perché l'energia infrarossa irraggiata dalle superfici che delimitano il corridoio stradale, anziché disperdersi liberamente nello spazio, viene in gran parte catturata e più volte

riflessa da parte degli edifici che si trovano ai lati della strada:

- la continua immissione nell'aria del calore generato dalla combustione degli idrocarburi per il riscaldamento domestico, il trasporto e gli usi industriali che dà un apporto sostanziale al surriscaldamento dell'ambiente urbano;
- la scarsa presenza nelle aree urbane di superfici evaporanti quali specchi d'acqua, prati e superfici alberate in grado di sottrarre calore all'atmosfera attraverso l'evaporazione.

Il tipico surriscaldamento dell'atmosfera urbana rende più intensi che nella vicina campagna i moti ascensionali di tipo convettivo, i quali, come noto, sono la causa primaria, nelle ore pomeridiane della stagione calda, della genesi di nuvole cumuliformi, come i temporaleschi cumulonemi.

Ma più la velocità ascensionale è elevata tanto maggiore sarà ovviamente la quantità di vapore acqueo condensata nell'unità di tempo e, di conseguenza, anche la probabilità di piogge di forte intensità. La crescente urbanizzazione ha quindi determinato negli ultimi decenni un'intensificazione delle isole di calore con un corrispondente aumento della frequenza dei temporali violenti sulle metropoli.

Tale relazione di causa-effetto tra l'intensificazione "dell'isola di calore" e la violenza delle piogge trova una conferma in una indagine effettuata dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare su 7 nostre metropoli (Torino, Milano, Bologna, Roma, Napoli, Bari, Palermo) nella quale sono state messe a confronto le fre-

quenza dei casi di pioggia superiori a 50 millimetri al giorno osservate nei due distinti periodi 1961-1975 e 1976-1990.

Ebbene, la percentuale di giorni con piogge violente è cresciuta negli anni recenti in tutte le città sopra indicate: 380% a Milano, 250% a Bari, 220% a Napoli, 200% a Roma, 190% a Bologna e Torino, 150% a Palermo. E tutto ciò è avvenuto nonostante la diminuzione, soprattutto in estate, del numero totale di episodi piovosi in tutta la penisola. In conclusione, nelle nostre città in estate piove meno che una volta ma, quando piove, spesso si rischia il nubifragio. Ed i violenti acquazzoni cittadini sono, a loro volta, responsabili dei sempre più frequenti allagamenti di strade, scantinati e sottopassi perché il suolo urbano è caratterizzato, rispetto alle aree rurali, da una minore capacità di assorbimento delle acque piovane e quindi da un più intenso scorrimento superficiale (run-off), caratteristiche che influiscono negativamente sugli impatti provocati dalle acque di prima pioggia nelle aree urbane.

L'analisi del regime di pioggia consente di identificare gli eventi cui si attribuisce carattere di acqua di prima pioggia. A titolo di esempio si riportano tre definizioni:

pioggia: 50 mm/h cui corrisponde una portata $Q = 50 \text{ l/m}^2/\text{h}$;

pioggia intensa: 120 mm/h (30 mm in 15 minuti) cui corrisponde in un'ora una portata $Q = 120 \text{ l/m}^2/\text{h}$;

prima pioggia: 5 mm in 15 minuti cui corrisponde una portata $Q = 20 \text{ l/m}^2/\text{h}$;

Come indicano in modo più esplicito le normative regionali

in materia di trattamento di acque di prima pioggia o, più in generale, di reflui urbani, possono essere considerate acque di prima pioggia i primi 2,5 - 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio; ai fini dei calcoli delle portate transitanti nel sistema di drenaggio stesso si considera che tale quantità di pioggia sia caduta in un intervallo di tempo di 15 minuti. Il corrispondente volume d'acqua sarà di 25-50 mc. per ettaro di superficie considerata. Infine, perché possano essere considerate "di prima pioggia", le acque meteoriche devono essere associate ad un evento di pioggia preceduto da almeno 48 ore di tempo asciutto.

Da tali indicazioni emerge come, ai fini dello studio degli impatti provocati dalle acque di prima pioggia nelle aree urbane e nell'ottica di un confronto tra diverse realtà metropolitane, debbano essere presi in considerazione eventi piovosi con caratteristiche ben precise: intensità relativamente elevata (comunque superiore ai 10 mm/h) e durata breve (inferiore ai 60 minuti; durata e intensità di un evento piovoso sono caratteristiche legate da una legge di proporzionalità inversa: tanto più un evento sarà violento, tanto più sarà breve). L'assenza di precipitazione nel periodo antecedente all'evento è un'altra caratteristica che spesso contraddistingue le piogge brevi e intense.

Impermeabilizzazione dei suoli

L'impermeabilizzazione dei suoli è l'altro elemento che genera il fe-

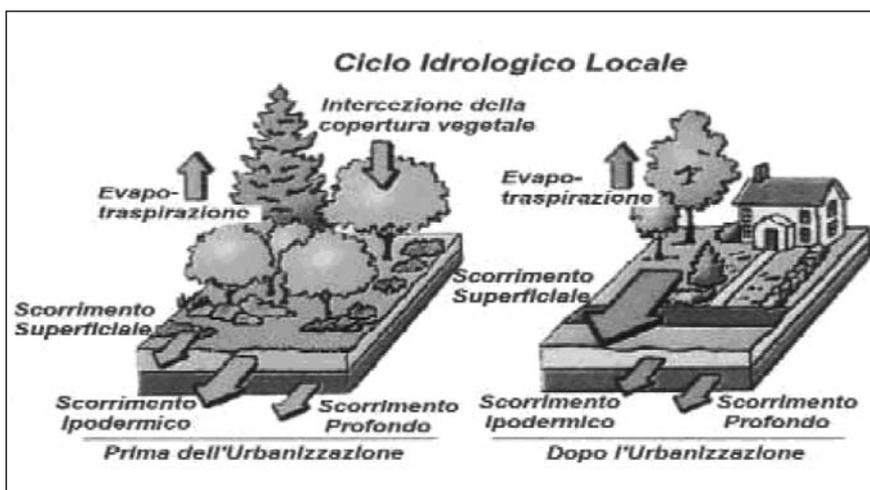
nomeno degli impatti inquinanti dovuti alle acque di prima pioggia, sia nel caso esistano strutture di collettamento, raccolta e trattamento (sistemi fognari, impianti di depurazione, ecc.), sia nel caso essi siano assenti. In ambito urbano, infatti, le norme e le tecniche di depurazione degli effluenti danno normalmente per scontato che le precipitazioni intense operino una diluizione sostanziale dei carichi inquinanti, alleviando la crisi dei corsi idrici e permettendo (per esempio) di far bypassare il depuratore alle grandi portate di acque "miste" per le quali esso raramente viene progettato. La realtà però si rivela molto più complessa. Il dilavamento eccezionale operato dalle piogge maggiori (almeno nelle prime ore) finisce per trascinare nei drenaggi una quantità così alta di inquinanti dispersi da contribuire in modo sostanziale all'aumento del carico specifico. Così la pratica di bypassare il depuratore si rivela gravosissima per il corpo recettore (Cannata, 1994). Un fattore determinante lo giocano, in questo contesto, i suoli impermeabilizzati e lisci nei quali il particolato si deposita continuamente senza possibilità di assorbimento o di digestione e sul quale lo scroscio di pioggia opera un dilavamento totale. Così l'assenza di vegetazione e la spinta impermeabilizzazione dei suoli nelle città favoriscono lo scorrimento superficiale peggiorando la qualità dell'acqua, aumentando la velocità e la quantità dell'acqua di scorrimento superficiale, facilitando le inondazioni e i fenomeni erosivi e riducendo la funzionalità naturale dei corsi d'acqua. A causa della cementificazione dei suoli, inoltre,

le falde idriche sotterranee tendono a ridursi in quanto non è più assicurata la loro ricarica attraverso la percolazione dell'acqua meteorica.

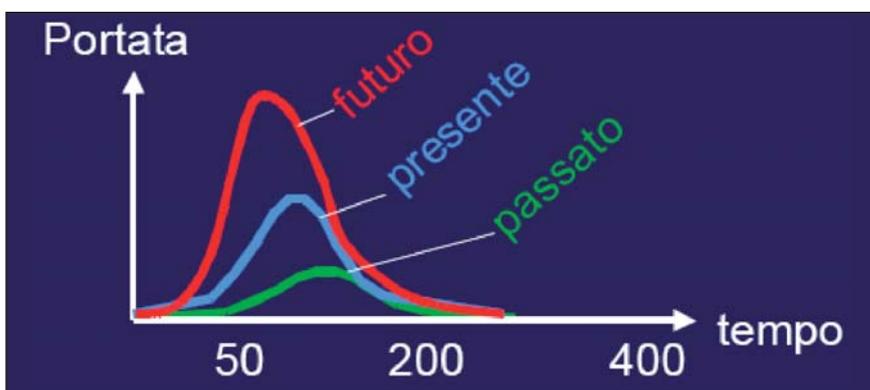
In pratica, l'urbanizzazione modifica l'idrologia di un bacino idrografico aumentando il fenomeno del "run-off" e diminuendo i fenomeni di evapotraspirazione e infiltrazione superficiale e profonda. Le acque di pioggia che in condizioni naturali si infiltravano nel terreno, nelle città vengono convogliate nei canaletti delle strade, nei tombini delle aree asfaltate e raccolte dalle fognature miste o separate che siano.

Il fenomeno dell'impermeabilizzazione dei suoli ha origini antiche. Le acque di pioggia, infatti, sono state da sempre considerate un problema, per cui si è cercato in tutte le maniere di provvedere ad una loro rapida e completa raccolta dai centri abitati. Sfortunatamente questo approccio ha causato serie alterazioni al ciclo idrogeologico nelle aree interessate che hanno comportato modificazioni negative ai corpi recettori in quantità (portate eccessive e concentrate) e in qualità (acque sempre più contaminate da inquinamento diffuso). Il maggiore impatto è chiaramente concentrato nelle aree urbane e metropolitane, dove ampie porzioni di terreno sono occupate da costruzioni e dove lo sviluppo delle infrastrutture influenza notevolmente la copertura del suolo totale. Nella figura sottostante viene sintetizzato lo schema dell'alterazione del ciclo idrologico sul suolo urbano.

Si possono evidenziare le conseguenze negative sull'ambiente e



Bilancio idrologico di un'area prima e dopo l'insediamento urbano Fonte: Acque di Prima Pioggia da insediamenti produttivi [Grillo e Signoretti, 2004]



sul ciclo idrologico dovute all'impermeabilizzazione dei suoli:

- essa aumenta la velocità e la quantità dell'acqua di scorrimento superficiale;
- intensifica la frequenza delle inondazioni e dei fenomeni erosivi, soprattutto in presenza di precipitazioni irregolari;
- peggiora la qualità delle acque superficiali, ed in particolare incide sulla vita acquatica, perché aumenta sia l'apporto solido delle acque di scorrimento (dilavamento dei suoli), sia il carico inquinante delle stesse (inquinamento delle superfici di scorrimento);
- aumenta il carico dei depuratori che, con la presenza del sistema fognario misto, devo-

no far fronte anche all'afflusso delle acque meteoriche canalizzate;

- ostacola la ricarica delle falde idriche sotterranee diminuendo la quantità d'acqua di percolazione;
- contribuisce, infine, a far diventare il clima più caldo e secco poiché viene perso l'apporto umido dell'evapotraspirazione vegetale, mentre aumentano le superfici con un alto coefficiente di rifrazione del calore.

Così come il tipo di suolo e le sue proprietà di permeabilità e di scorrimento superficiale determinano i volumi di acqua coinvolti, l'uso del suolo e le diverse tipologie di attività che su di esso sono svolte determinano

la presenza, la natura e le quantità di eventuali inquinanti rilasciati e quindi soggetti ad essere dilavati e dispersi.

Per tutti questi motivi l'uso del suolo riveste un ruolo fondamentale nel determinare la quantità e i modi del deflusso superficiale. In particolare la copertura vegetale ha enorme influenza sull'evaporazione, intercettazione, imbibizione, infiltrazione e sul mantenimento delle irregolarità del terreno utili a rallentare la corrivazione e quindi ad abbassare i picchi di piena.

È quindi necessario individuare una metodologia di "caratterizzazione" del suolo in aree urbane che evidenzi le diverse caratteristiche ai fini della valutazione degli impatti provocati dalle acque di prima pioggia e di pioggia.

Le acque urbane si dividono in due grandi flussi che entrano in diversi modi nell'ambito urbano e ne escono in vari modi, ma immancabilmente, contaminate:

- acque di pioggia che cadono, sulle superfici dei tetti e delle aree pavimentate, scorrono verso fognature "bianche" o

"miste", e finiscono rapidamente in corsi d'acqua non sempre preparati a ricevere flussi elevati e concentrati in tempi brevi;

- acque usate, prelevate da acquedotti potabili, utilizzate per diversi usi civili nobili (cucina, lavaggi) e meno nobili (sciacquone del WC), e scaricate in fognatura per il trasporto a depurazione il più possibile lontano.

Oltre il 50% dell'acqua potabile è sprecata per usi non potabili (in particolare lo sciacquone del WC e le perdite di rete). Inoltre metà dell'acqua inviata a depurazione in realtà non ne avrebbe bisogno, soprattutto in pianura (infiltrazioni di falda, seconda pioggia, acque di raffreddamento).

Questo spreco si scontra con i crescenti problemi di disponibilità di acqua di buona qualità e questi cominciano a interessare anche il nostro territorio, che, da questo punto di vista, non è più l'isola felice di un tempo.

Oggi in molte aree riscontriamo:

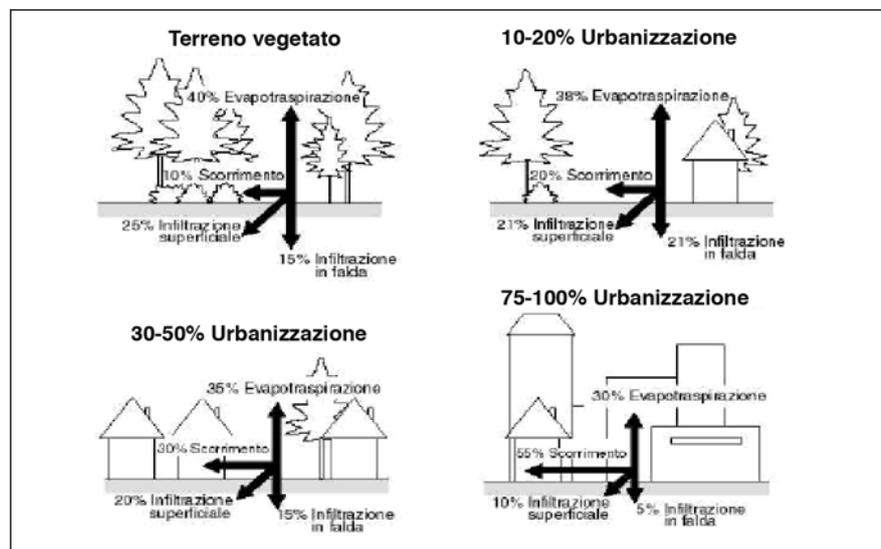
- **problemi quantitativi di approvvigionamento di acque a**

standard potabile (e l'entrata in vigore D.Lgs. 31/2001 con i nuovi limiti di accettabilità europei sta aumentando i costi di potabilizzazione). I problemi emergenti di quantità sono ben sintetizzati dal generale e progressivo abbassamento delle falde pedemontane;

- **problemi quantitativi allo scarico**, soprattutto nella rete idrografica minore, di competenza Regionale e Comunale (20-40 l/sec ha) conseguenti al recente forte incremento delle aree urbanizzate impermeabili e alla estremizzazione degli eventi meteorici tipici degli ultimi anni;
- **problemi qualitativi legati all'inquinamento ambientale** di acque superficiali e falde sotterranee. I problemi emergenti di qualità sono legati al sovrasfruttamento delle risorse idriche, che non lascia spazio e tempo ai meccanismi di rigenerazione naturale delle acque, e al microinquinamento originato dalle molte sostanze artificiali immesse nell'ambiente;

Best Management Practice per il controllo dell'inquinamento diffuso di origine:

- **agricola (nitrati, fosforo, pesticidi)**
- **urbana (metalli pesanti, particolato, IPA)**



- **problemi di sostenibilità dei costi economici e ambientali** per la costruzione e la gestione dei sistemi di approvvigionamento e disinquinamento centralizzati, che, secondo le direttive europee e la legge italiana (e come previsto nei Piani d'Ambito dalle AATO), dovranno essere interamente coperti dalle tariffe dell'acqua.

C'è dunque da chiedersi se sono ancora adeguati il modello di acquedotto "a domanda" (che consiste nell'immettere in rete acqua a volontà, con qualità troppo alta in rapporto agli usi prevalenti) e di fognatura "a carico limitato" (in cui la capacità di trasporto e depurazione è invece condizionata dalla potenzialità rigida degli impianti). Una riflessione va fatta, peraltro in molti paesi è già stata tradotta in esempi dimostrativi.

Un modello innovativo e realistico potrebbe combinare interventi e azioni a scala regionale con azioni diffuse a scala urbana, di quartiere o domestica.

Gli interventi a grande scala sono in particolare la formazione di "banche dell'acqua" in grandi invasi o nelle falde sotterranee, e l'adozione sistematica del "water pricing" (che consiste nel far pa-

gare agli utilizzatori non solo i costi diretti, ma anche i costi e i danni ambientali indiretti conseguenti ai prelievi di acqua).

Le azioni diffuse a scala urbana, di quartiere o domestica sono sintetizzabili in due categorie:

- **la gestione della pioggia;**
- **la gestione delle acque usate.**

Significa favorire la raccolta differenziata delle acque piovane o usate, la rigenerazione e il riuso dell'acqua raccolta, con conseguente riduzione di prelievi e di scarichi.

Si tratta di costruire un mercato dell'acqua non potabile a prezzo competitivo.

Quello della raccolta differenziata dell'acqua è un approccio simile a quello già sperimentato per i rifiuti solidi urbani, che da rifiuti si sono trasformati in parte in risorse, ridimensionando i problemi di collocamento definitivo dei residui.

I flussi delle acque di pioggia hanno due caratteristiche singolari:

- variano moltissimo in quantità nel tempo;
- si trasformano repentinamente in qualità in rapporto alle superfici su cui cadono e scorrono.

LE ACQUE DI PIOGGIA URBANE INQUADRAMENTO CONCETTUALE

Dal punto di vista quantitativo le acque di pioggia urbana possono essere classificate, in relazione alle conseguenze sull'ambiente urbano:

a. per intensità di pioggia:

- una pioggia di bassa intensità (<5 mm/h) provoca il raddoppio della portata di una fognatura mista;
- una pioggia mediamente intensa (5-25 mm/h) invece decuplica la portata in fognatura mista e, di norma, attiva gli sfiori verso i corpi idrici;
- una pioggia intensa (25-100 mm/h) produce deflussi improvvisi e violenti di 180-720 m³/h per ettaro;

b. per portata e qualità di flusso prodotto;

- il primo flusso, all'inizio dell'evento piovoso, provoca il dilavamento e il trasporto dei solidi depositati in tempo secco sulle superfici e sul fondo delle fognature ed ha quindi una qualità a volte peggiore di quella di una fognatura nera;

	Frazione occupata (P)	Coefficiente di afflusso (K)	Contributo netto (PxK)	Volume di deflusso per pioggia di 50mm in 1 h (m ³ /ha h)
Verde Pubblico	0,10	0,20	0,02	10
Strade e parcheggi	0,30	0,50-0,80	0,15-0,24	75-120
Tetti e coperture	0,30	0,90	0,27	135
Aree private	0,30	0,30-0,70	0,09-0,21	45-105
TOTALE	1,00			265-370

Tab. 1: composizione dei deflussi da aree urbanizzate tipiche

Parametro	Precipitazioni e dilavamento tetti	Acqua "bianca" da fognatura separata	Acqua di primo sfioro da fognatura mista
PH	4 - 6	7	7,5
SST (mg/l)	10 - 20	100	300
COD (mg/l)	2	20	500
Azoto N (mg/l)	0,3 - 1	4	20
Fosforo P (mg/l)	0,1 - 0,5	1	5
Piombo Pb (mg/l)	0,01 - 0,05	1,5	1,5
Zinco Zn (mg/l)	0,02 - 0,05	0,40	0,40
Coliformi (ufc)	10 - 1000	100000	1000000

Tab. 2: classificazione qualitativa delle acque di pioggia (valori orientativi)

- la seconda pioggia produce invece una diluizione proporzionale degli inquinanti che incontra;
- il picco di piena produce volumi d'acqua elevati, ma con un basso carico di inquinamento.

Se si suddivide idealmente un'area urbana tipica in frazioni a diverso grado di permeabilità si osserva che, in occasione di una pioggia intensa, il deflusso originato dai tetti corrisponde a più del 40% del volume defluito (tab. 1), mentre quello proveniente dalle aree verdi contribuisce in modo marginale.

Se si prende in considerazione la qualità dei deflussi da aree urbane si osserva un sensibile peggioramento lungo il percorso (tab. 2).

Prima del contatto con il suolo la pioggia dilava l'atmosfera e ingloba ossidi di azoto, ossidi di zolfo, polveri, e quindi anche calcio, virus e batteri; diventa acida, con valori di pH di norma inferiori a 5, il che aumenta la sua capacità di dissoluzione.

Al contatto coi tetti e con le grondaie dilava ulteriormente

metalli, polveri e residui organici, scorrendo sulle superfici urbane il carico inquinante aumenta di un ordine di grandezza in termini di solidi sedimentabili (SST), carico organico (COD), composti di azoto (N), metalli. Percorrendo poi i condotti di fognatura, in particolare se mista, aumenta di altre 10 volte il carico per effetto della risospensione dei sedimenti di fondo.

■ LA GESTIONE DELLA PIOGGIA

Significa passare dalla difesa idraulica passiva (scarico rapido) all'utilizzazione della pioggia come risorsa (accumulo e utilizzo); ovvero significa applicare la raccolta differenziata della pioggia urbana per la prevenzione dei deflussi e per la copertura dei consumi per usi non potabili. Nell'area vasta la gestione della pioggia contribuisce in generale a ridurre il depauperamento delle risorse idriche pregiate (per la riduzione dei prelievi), a migliorare la qualità dei corpi idrici (per effetto della

riduzione della massa degli scarichi), ma anche a rendere più economico il servizio idrico complessivo, comprendendovi i costi della sicurezza idraulica.

Gestione corretta della pioggia vuol dire dunque accumularla prima che defluisca, e questo porta localmente due tipi di benefici effetti:

Effetti sulla sicurezza idraulica e sull'economia delle reti

La laminazione in aree verdi può ridurre di un ordine di grandezza la portata di piena; l'invaso dei tetti da solo riduce del 40% il volume defluito e del 30-50% il consumo domestico di acqua non potabile.

Gli approcci per la gestione e il controllo delle acque meteoriche urbane è stato sostanzialmente di due tipi:

- tradizionale – cioè raccolta, rapido allontanamento e smaltimento – cunette, caditoie, tubazioni e scarichi;
- conservativo – cioè convogliamento e temporaneo immagazzinamento – vasche di laminazione e di prima pioggia;

Da poco tempo ci si sta orientando ad un altro tipo di approccio – quello sostenibile – e cioè: controllo della formazione del deflusso superficiale attraverso tecniche e tecnologie che privilegiano:

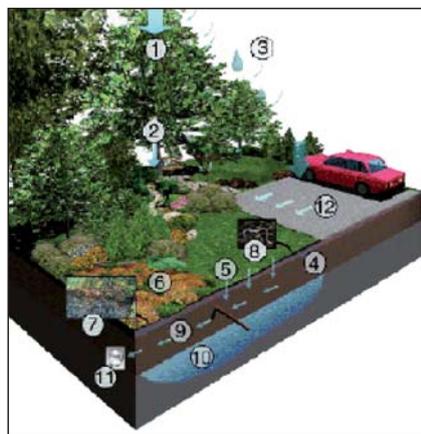
- trincee filtranti;
- bacini di infiltrazione;
- aree verdi di interposizione;
- pavimentazioni porose;
- tetti verdi (verde pensile);
- reti di fognatura separate nelle nuove aree di espansione;
- ecc...

quindi hanno l'obiettivo di limitare la produzione di deflusso superficiale in loco (dove esso si forma) facilitando il ripristino dei processi naturali del ciclo idrologico (infiltrazione, evapotraspirazione).

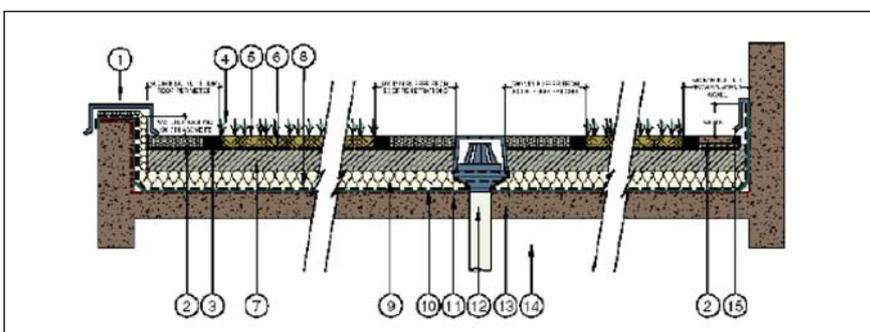
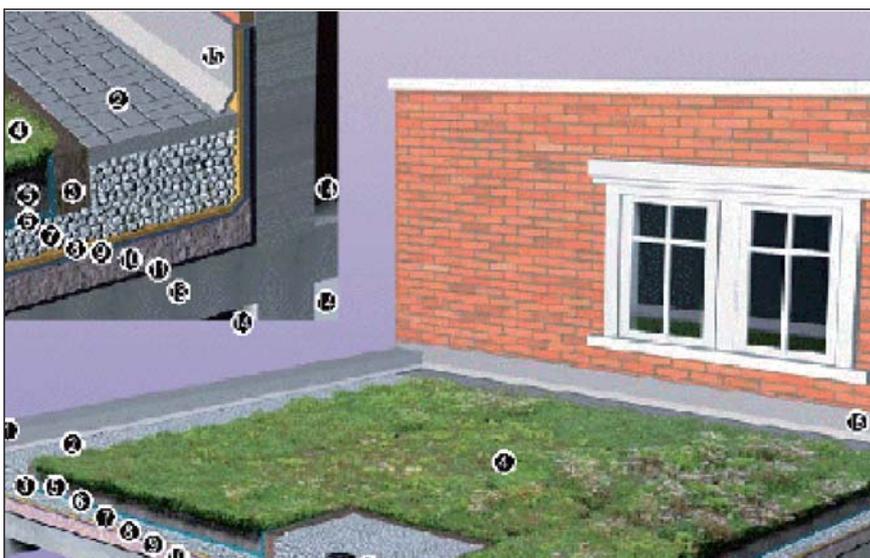
I risultati che ci si attende da un approccio sostenibile sono:

- riduzione del volume defluito (minore acqua in ingresso);
- riduzione dell'intensità del picco di piena;
- mantenimento dell'alimentazione delle falde idriche;
- riduzione degli sfiori da fognature unitarie;
- limitazione del trasporto degli inquinanti;
- ecc...

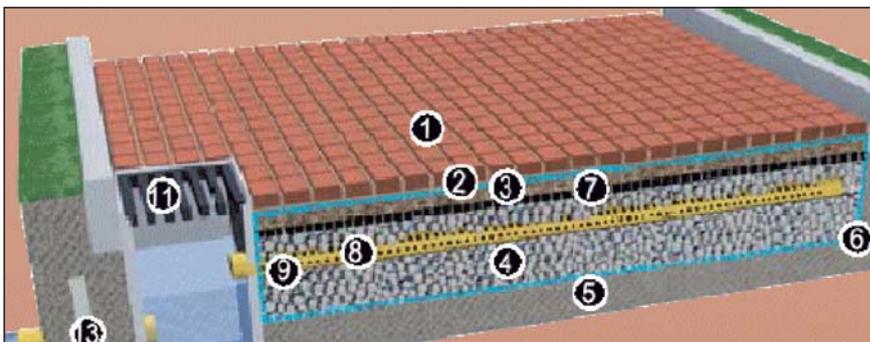
e ancora, sistemi di infiltrazione e subsdispersione - aree verdi.



Aree verdi drenanti



Tetti verdi (verde pensile)



Pavimentazioni Porose



Trincee di infiltrazione

Effetti sulla qualità delle riserve idriche

Gli invasi locali permettono di mandare a infiltrazione le acque migliori, riducono il recapito in fognatura di acque pulite e permettono perciò il trattamento di quantità maggiori di acque piovane inquinate (quelle provenienti da strade e parcheggi).

Qualità delle acque meteoriche

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Posti alla sezione di chiusura della rete di drenaggio 2. Dimensionati per trattare la frazione iniziale del volume delle acque di dilavamento scolante l'intera superficie | <ol style="list-style-type: none"> 3. Localizzati in punti specifici della rete di drenaggio (caditorie, pozzetti) 4. Dimensionati per trattare il volume scolante della superficie sottesa dalla singola unità. |
|---|--|



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizzabili in strutture compatte 2. Si basano principalmente su processi | <ol style="list-style-type: none"> 3. Richiedono elevate superfici di limitato ingombro 4. Si basano su processi biologici e fisici chimico-fisici. 5. Sistemi a ridotto impatto ambientale (fitodepurazione, stagni biologici) |
|--|--|



Fig. 3

a 50 mm di pioggia; invasi di quartiere per fognature bianche in aree verdi opportunamente depresse, dimensionati per 200-500 m³/ha con altezze di allagamento temporaneo di 0.5-1.0 m); l'obiettivo è ridurre la portata di piena di 10-20 volte, ovvero fino ai valori tipici di un'area agricola per eliminare le conseguenze negative dell'impermeabilizzazione dei suoli urbani; esempi interessanti sono in fase realizzativa a Legnago (42.500 m³ di invasi locali in aree verdi

LA RACCOLTA DELL'ACQUA DI PIOGGIA URBANA

Appare evidente l'utilità di accumulare le acque piovane il più possibile vicino alla sorgente (la pioggia), sia per ridurre i deflussi in modo più incisivo (sicurezza idraulica), sia per avere la qualità migliore ai fini dell'utilizzo (la fig. 1 rappresenta uno schema concettuale di gestione della pioggia urbana: dal cielo al recapito finale del residuo).

Si distinguono allora tre categorie di dispositivi di accumulo, in rapporto alla scala di intervento:

- **serbatoi domestici (rainwater harvesting)**, normalmente dimensionati per 6-7 m³ per 100 m² di tetto; gli obiettivi sono la prevenzione dei deflussi (fino al 40% in meno a scala urbana) e l'utilizzo non potabile (con risparmi di acqua potabile del 30-50%); un

esempio significativo è quello dei nuovi edifici della Potsdamer Platz di Berlino in cui la raccolta dell'acqua piovana su 50.000 m² di tetti produce un risparmio di 20.000 m³/a di acqua potabile;

- interventi diffusi (pavimentazioni porose su strade e parcheggi per assorbire fino

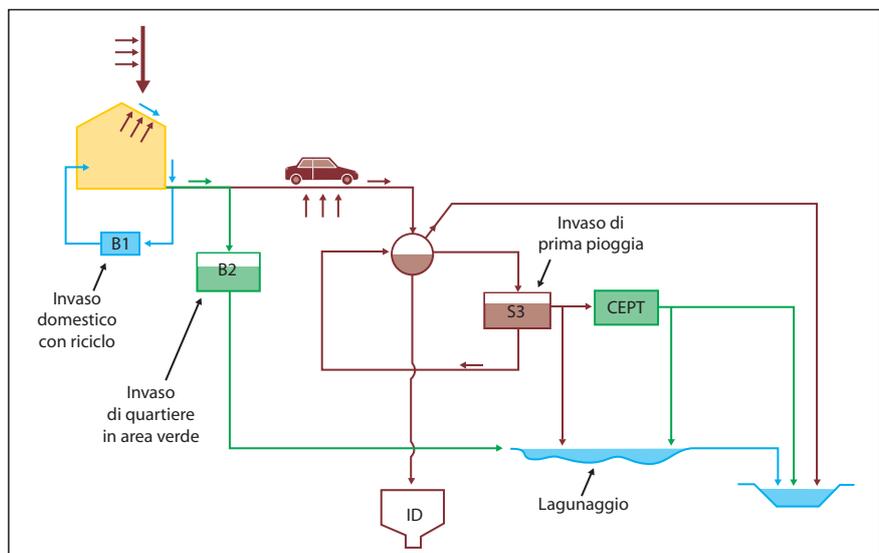


Fig.1: schema di gestione della pioggia

su 200 ha di area industriale riducono da 20 m³/s a 5 m³/s il contributo di piena), a Noventa Vicentina (6.300 m³ di invaso in verde pubblico su 30 ha di lottizzazione riducono la portata di piena da 3.000 a 150 l/s), a Vicenza-Anconetta (4.000 m³ di invaso in aree a parco su 9 ha di nuova urbanizzazione riducono da 1.100 a 50 l/s la portata massima) (fig. 4 e 5).

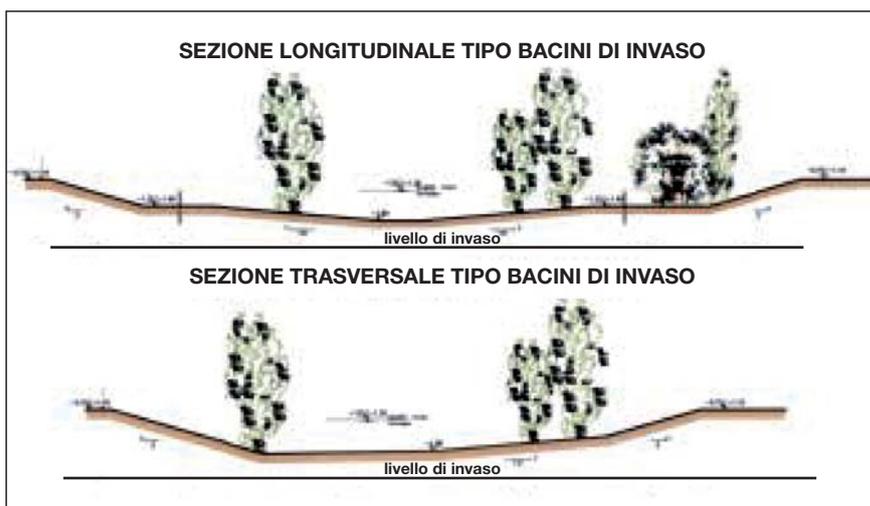


Fig. 4

SISTEMI DI LAMINAZIONE:

- creazione di volumi di stoccaggio;
- adozione di superfici drenanti;

Determinazione del volume di laminazione



$$V=500 \times (S - S1-S2-S3)$$

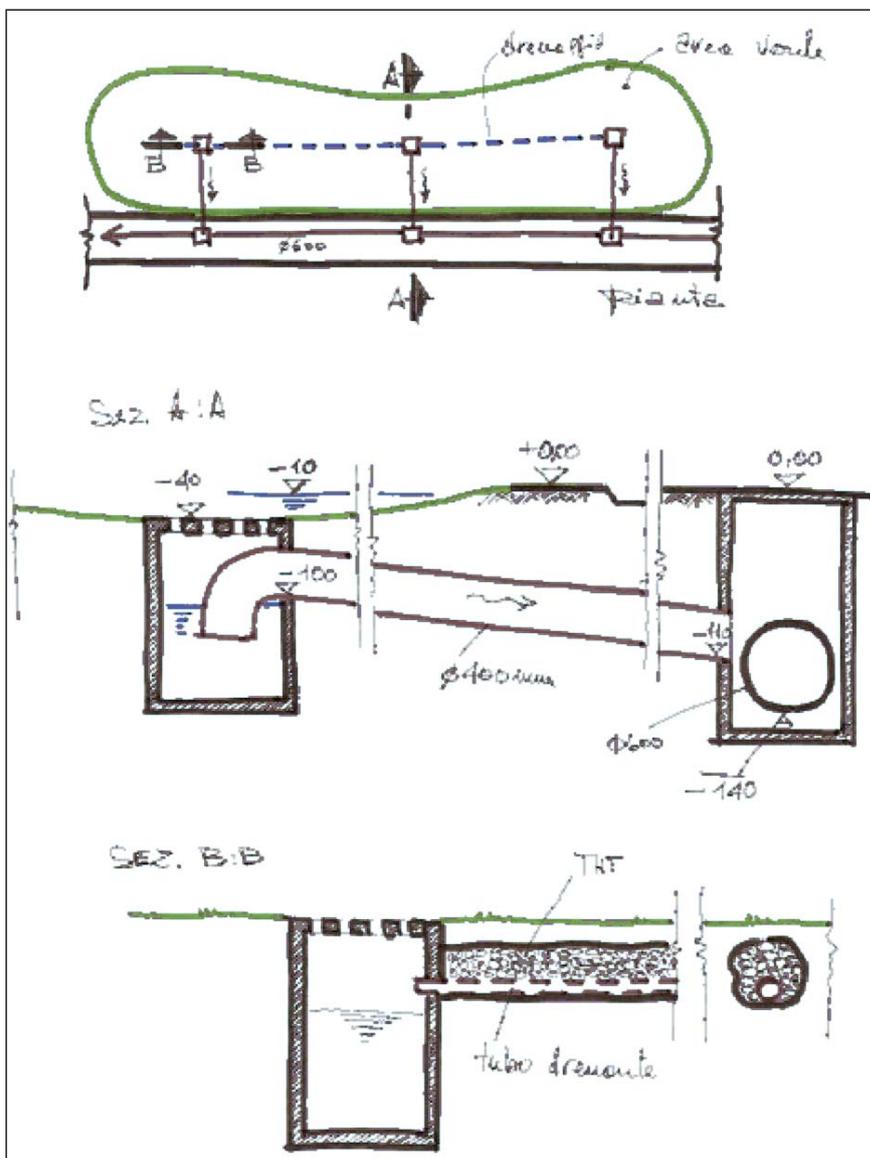
V= volume da riservare alla laminazione (mc)

S= superficie totale da urbanizzare (ha)

S1= superficie destinata a verde pubblico (ha)

S2= superficie destinata a verde privato sicuramente vincolata (ha)

S3= superficie sicuramente drenante (ha)



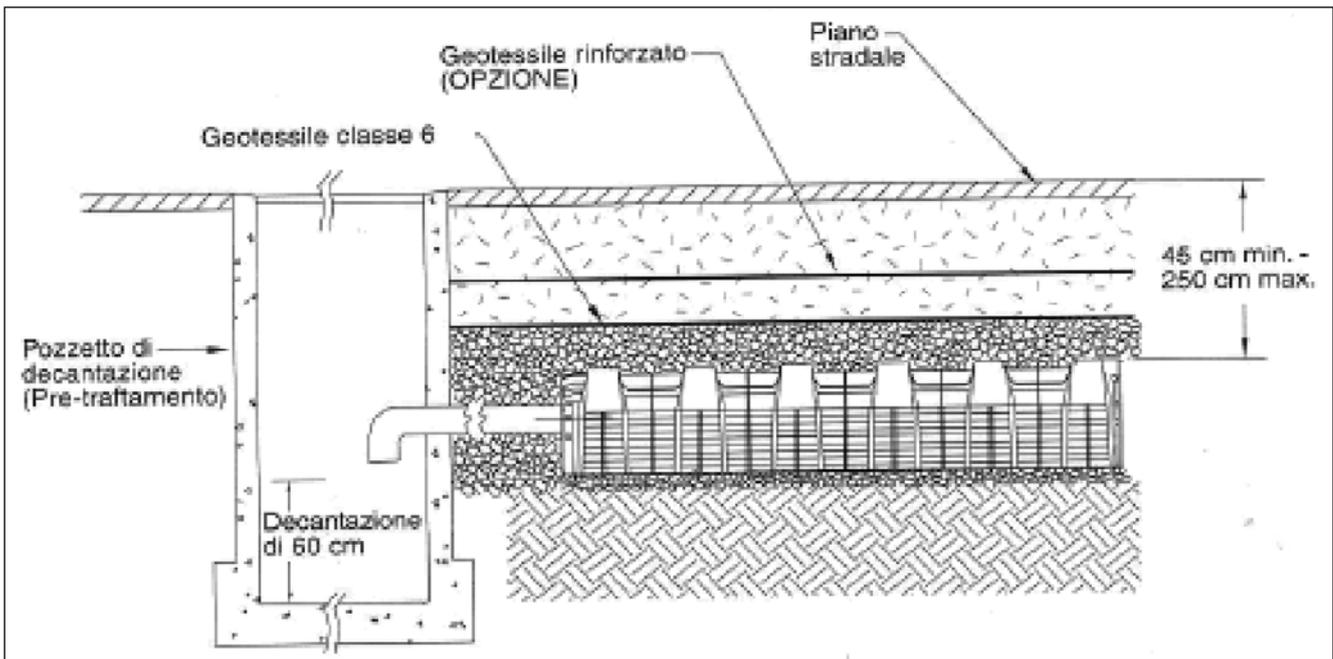


Fig. 7: sezione tipo



Fig. 5: esempio di utilizzo dell'area verde per laminare le acque di pioggia

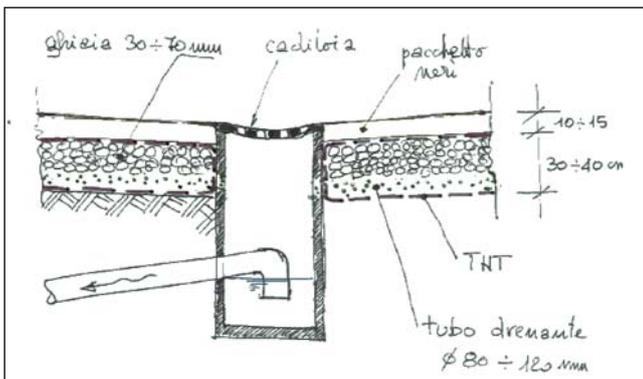


Fig. 11: esempio di stoccaggio di acqua in esubero (15 l/s Ha) su di una copertura

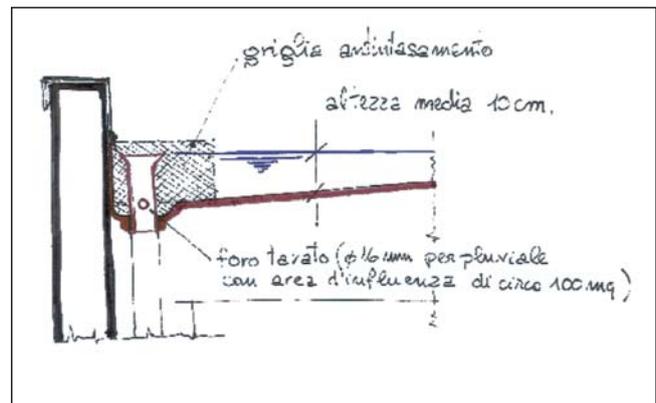


Fig. 12

Esempio di calcolo

Area da urbanizzare = 40.000 mq di cui:

Superficie a verde = 5.000 mq

Area coperta da fabbricati = 15.000 mq

Superficie per parcheggi, viabilità e pertinenze = 20.000 mq

Volume di laminazione necessario = 1.750 mc

Ipotesi di rendere "permeabile" la superficie dei tetti



Volume di laminazione necessario = 1.000 mc

Tale volume può essere ricavato:

500 mc di coppelle interrate,

10 cm in area verde;

$$V_1 = (5.000 \text{ m}^2 \times 0,10 \text{ m}) + 500 \text{ mc} = 1000 \text{ mc}$$

COSTO DELL'OPERAZIONE



Superficie coppelle $\sim 500/0,5 = 1.000 \text{ mq}$

Costo $\sim 70 \text{ €/mq}$

Incidenza su fabbricato vendibile = $4,6 \text{ €/mq}$

■ FONTI DI INQUINAMENTO

Le fonti principali da cui si possono originare i problemi di inquinamento collegati alle acque di prima pioggia derivano dalle attività legate ai servizi, al traffico, ai trasporti pubblici, alle presenze turistiche e all'industria. Il settore trasporti e il traffico incidono sul 70% delle emissioni di PM10 e di ossidi di azoto, sul 95% delle emissioni di benzene, sul 60-70% delle emissioni di COV2 e per l'85% delle emissioni di monossido di carbonio.

Le attività industriali più significative in relazione al problema considerato sono state individuate nella regolamentazione della regione Lombardia del '90 e recentemente integrate (febbraio 2005), con l'aggiunta di tutte le attività che trattano le sostanze elencate nella tabella 3/A dell'allegato 5 del decreto 152/99 riguardante specifici cicli produttivi.

Esse sono state inserite tra le attività a rischio di dilavamento delle superfici scoperte in base a elementi di valutazione che vanno ricercati:

- nella ricaduta degli inquinanti aeriformi e delle emissioni in atmosfera da camini industriali;
- nella movimentazione di materie prime a carattere pulverulento o particolari lavorazioni che non possono essere svolte in ambienti chiusi, quali la rottamazione e l'autodemolizione;
- nei cicli lavorativi in cui la tecnologia degli impianti non sempre può eliminarne la dispersione di sostanze pericolose come

ad esempio le condense o le infiltrazioni di gas nei giunti dei circuiti degli impianti di lavorazione;

- nelle aree scoperte destinate ai centri di cernita e deposito di rifiuti che sono potenziali fonti di contaminazione delle acque meteoriche;
- nell'eccessivo uso di detersivi negli autolavaggi.

Un'altra fonte di contaminazione delle acque meteoriche è quella derivante dalla trasformazione permanente del territorio, come ad esempio l'attività di cava oppure l'apertura di cantieri temporanei attivati per la realizzazione di opere infrastrutturali.

Anche le aree scoperte delle attività deindustrializzate, che spesso si rivelano "siti da bonificare" contribuiscono all'inquinamento delle acque meteoriche.

Oggi, la normativa in vigore per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, mediante la previsione di finanziamenti pubblici, incoraggia gli Enti Locali ad una politica di valorizzazione urbanistica di tali aree, al fine di sostituire al forte degrado ambientale di questi siti, il riutilizzo mediante l'attribuzione di nuove destinazioni urbanistiche, evitando così l'occupazione di altro suolo destinato al verde.

Nell'area metropolitana milanese, che risulta essere zona di massima concentrazione di attività produttive e industriali, nel momento in cui il processo di abbandono delle aree utilizzate dall'industria ha avuto luogo, si è venuta a creare una grande quantità di aree da bonificare che potrebbero essere considerate per la volanizzazione delle acque meteoriche.

■ TRATTAMENTI DELL'ACQUA DI PIOGGIA URBANA

Dove non si può agire con la prevenzione dei deflussi occorre prevedere trattamenti più o meno spinti delle acque di pioggia, non solo per gli sfiori di fognature miste, ma anche per gli scarichi di fognature separate di aree intensive (cfr. tab. 2).

Se poi i flussi di piena sono intercettati in vasche di pioggia è quasi sempre necessario il trattamento biologico differito dei volumi invasati, con un incremento del flusso agli impianti di depurazione per più giorni (all'impianto di Fusina - Venezia è prevista la possibilità di trattare fino a 2.5 volte la portata di tempo secco Qm per i due giorni successivi alla pioggia; all'impianto di Colombes - Parigi questo rapporto sale fino a 4.3 Qm).

Si distinguono due categorie di tecniche di trattamento delle acque di pioggia:

A tecniche di miglioramento della qualità, destinate essenzialmente alla riduzione dei solidi sospesi (SST):

- trattamenti meccanici (griglie fini, cicloni separatori centrifughi, sedimentatori lamellari);
- trattamenti chimico fisici (Chemical Enhanced Primary Treatment (CEPT), tipo Actiflo e Densadeg, basati sul dosaggio di cloruro ferrico, polimeri, micro Sabbie, su coagulazione e flocculazione e su sedimentazione accelerata) (fig. 13, fig. 14);



Fig. 13



Fig. 14

B tecniche di trattamento biologico, finalizzate alla riduzione del carico organico (COD), batteriologico e soprattutto dell'ammoniaca (NH₄):

- trattamenti biologici in impianto, attraverso la rivisitazione dei criteri di dimensionamento per adattare l'impianto a trattare con efficienza e continuità portate fino a 4 Qm, garantendo soprattutto la nitrificazione dell'ammoniaca (NH₄).

La soluzione più efficiente è probabilmente la combinazione ottimale delle due tecniche, affidando agli impianti biologici centralizzati il trattamento delle acque di pioggia più frequenti, e ai sistemi chimicofisici il trattamento dei superi. E quindi: estensione dei pretrattamenti fisico-meccanici (grigliatura, dissabbiatura, desoleatura) almeno fino a 10 Qm;

- alimentazione del biologico con portate fino a 4 Qm;
- ottimizzazione dell'uso del reattore biologico con settori nitro / denitro bivalenti e con ridondanza dei volumi del 25-50%;
- incremento dell'altezza dei sedimentatori a oltre 4 m e

della portata di ricircolo fanghi fino a 3 Qm; applicazione di CEPT seguito da wetland per i rimanenti 6 Qm.

C trattamenti naturalistici in aree umide di fitodepurazione (wetland) a livello idrico variabile; con l'escursione normalmente ammessa di +30 cm su aree ampie è possibile combinare l'accumulo di piogge brevi e intense e il trattamento nei tempi lunghi tipici delle wetlands (fig. 15 e 17);

D Sistemi vegetativi filtranti: inserite in aree di nuova espansione dove si prevedono fasce di vegetazione filtro, aree tampone, canali inerbiti per il

contenimento e rallentamento del deflusso idrico, e aree di ritenzione (fig.18).

LA NORMATIVA NAZIONALE E REGIONALE CHE REGOLAMENTA LE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

La normativa ambientale, nazionale e comunitaria, che definisce le politiche di tutela e gestione sostenibile delle acque si pone l'obiettivo strategico di conseguire un buono stato ecologico per tutti i corpi idrici entro il 2016.



Fig. 17: progetto di un sistema Wetland tradizionale

Principali parametri di progetto (Schueler, 1992 adattato da R. Iannelli)				
PARAMETRI DI PROGETTO	SHALLOW MARSH	POND/WETLAND	EXT. DETENTION WETLAND	POCKET WETLAND
Area Wetland	0,02	0,01	0,01	0,01
Area bacino servito	0,02	0,01	0,01	0,01
Area ottimale del bacino servito	≥ 10 ha	≥ 10 ha	≥ 5 ha	0,5 + 5 ha
Comparti con acque profonde	forebay; canali; micropool	pond; micropool	forebay; micropool	Micropool (se possibile)
Regolatore idraulico di uscita	Condotta ascendente derivata dal bacino finale dotata di paratoia di regolazione			Stramazzo a larga soglia + drenaggio di fondo
Frequenza approssimativa di rimozione dei sedimenti	Pulizia del forebay ogni 2 - 5 anni	Pulizia dello stagno ogni 10 anni	Pulizia del forebay ogni 2 - 5 anni	Pulizia totale ogni 5-10 anni
Rapporti volumetrici (%)	40% pool 60% marsh 0% ext. detention	70% pool 30% marsh 0% ext. detention	20% pool 30% marsh 50% ext. detention	40% pool 60% marsh 0% ext. detention

Concentrazione di Background nei sistemi FWS		
Costituente	Intervallo di concentrazione	Unità di misura
BOD ₅	1 - 10	mg/l
TSS	1 - 6	mg/l
N organico + TN	1 - 3	mg/l
Coliformi fecali	50 - 5.000	MPN/100 ml
NH ₄ - N	< 0.5	mg/l
NO ₃ - N	< 0.1	mg/l
TP	< 0.1	mg/l

Questo obiettivo deve essere incluso nei piani di gestione dei bacini idrici e nei relativi piani stralcio di tutela delle acque. Questi piani quindi dovranno considerare anche la prevenzione e la riduzione degli effetti inquinanti sui corpi idrici derivanti dalla presenza di significative aree urbane metropolitane nei bacini suddetti.

Con l'emanazione del ex d. lgs. 152/99 e s.m.i., il legislatore si occupa per la prima volta del problema degli impatti relativi alle acque di prima pioggia (art. 39, comma 1).

Il ex d.lgs 152/99 (art. 2) distingue le acque meteoriche dalle "Acque reflue industriali", definite come "qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od installazioni in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento".

Invece ammette le acque meteoriche come componenti delle "Acque reflue urbane" perché per esse "s'intendono le acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali, ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in

reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato".

Il legislatore rimanda alle Regioni la regolamentazione dei casi in cui le acque meteoriche di dilavamento, di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate, raccolte e depurate, in relazione alle attività svolte, qualora vi sia rischio di inquinamento da sostanze pericolose o comunque da sostanze che possano influire negativamente al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici (art 39, comma 3). Resta comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche in corpi idrici sotterranei (art.39, comma 4).

Invece le acque meteoriche non soggette alla disciplina regionale non sono soggette a vincoli o prescrizioni.

Nell'ambito della legge 192 del 2004, il comma 3 ter dell'art. 1, recante il "differimento della disciplina sulla qualità delle acque di balneazione", stabilisce che sono considerate superfici impermeabili non adibite allo svolgimento di attività produttive le strade pubbliche e private, i piazzali di sosta e di movimentazione

di automezzi, parcheggi e similari, anche di aree industriali, dove non vengono svolte attività che possono oggettivamente comportare il rischio di trascinalimento di sostanze pericolose o di sostanze in grado di determinare effettivi pregiudizi ambientali.

La Regione Lombardia, ancor prima del ex d. lgs. 152/99, con la L.R. n° 62, all'art. 20 definisce le acque di prima pioggia come quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio; tali acque in relazione alla tipologia degli insediamenti dovranno essere assoggettate a trattamento mentre quelle eccedenti possono essere scaricate direttamente perché considerate non più inquinate.

Con la D.C.R. Lombardia n° IV/1946/90 viene definito un elenco di industrie soggette al trattamento delle acque di prima pioggia, qualora le superfici scoperte scolanti pertinenti abbiano un'estensione superiore ai 2.000 mq con esclusione delle aree verdi. Per le finalità e secondo i principi stabiliti dalla legge 59/97 rela-

tiva alla delega al governo per il conferimento di funzioni e compiti alle regioni ed enti locali e in attuazione del decreto legislativo ex d.lgs 152/99 con la legge regionale n° 26/03 la Lombardia prevede l'emanazione dei Regolamenti regionali per la disciplina degli scarichi delle acque reflue e delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne; per quest'ultime il regolamento viene approvato con D.G.R. n° VII/20396 del 7 febbraio 2005 e viene rivisto l'elenco degli insediamenti mediante l'aggiunta di attività di deposito, carico, scarico, travaso e movimentazione delle sostanze di cui alle tabelle 3 e 5 dell'allegato 5 del ex d. lgs. 152/99.

Anche la Regione Emilia-Romagna con la D.G.R. n° 286 del febbraio scorso ha approvato la Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (art. 39 ex d. lgs. 152/99) in cui troviamo la definizione di Acque di prima pioggia (punto 2 - V): i primi 2,5 - 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio.

Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore si verifichi in un periodo di tempo di 15 minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si considerano pari a 1 per le superfici lastricate od impermeabilizzate. Restano escluse dal computo suddetto le superfici eventualmente coltivate.

A fronte dei parametri richiamati al precedente punto 2 - V e della prassi progettuale consolidata si ritiene che il volume di "acque di

prima pioggia" da contenere e/o da assoggettare all'eventuale trattamento, di norma, sia compreso nei valori di 25-50 mc per ettaro, da riferirsi alla parte di superficie contribuente in ogni punto di scarico effettivamente soggetta ad emissione (ad esempio la superficie pavimentata soggetta a traffico veicolare).

Il parametro più elevato di 50 mc per ettaro si applica, alle superfici contribuenti comprese in aree a destinazione produttiva/commerciale.

Altre indicazioni si ritrovano nel Piano Direttore a stralcio del piano di tutela delle acque della Regione Puglia, in cui le acque di prima pioggia vengono definite come "le prime acque meteoriche di dilavamento fino ad un'altezza di precipitazione massima di 5 mm, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, uniformemente distribuite sull'intera superficie scolante". Tali acque insieme a quelle di lavaggio delle aree esterne che dilavano dalle pertinenze di stabilimenti industriali, nonché da strade e piazzali destinati alla movimentazione e deposito di mezzi e materiali, anche se chiusi, in appositi contenitori, che possono dar luogo al rilascio di sostanze di cui alla tabella 3 dell'all. 5 del ex d. lgs. 152/99, devono essere raccolte in vasca a tenuta stagna e sottoposte ed un trattamento depurativo appropriato in loco, tale da consentire il rispetto dei limiti di emissione previsti dalla tab. 3 per le immissioni in fogna e nelle acque superficiali, ovvero nel rispetto dei limiti previsti nella tab. 4 nel caso di immissioni sul suolo. Mentre le acque di seconda pioggia,

diversamente da quanto disciplinato dalla Lombardia e dall'Emilia-Romagna, devono essere sottoposte prima del loro smaltimento ad un trattamento di grigliatura, sedimentazione e disoleazione. Nelle more di attuazione dei piani di tutela ai sensi dell'art. 44 del ex d. lgs. 152/99, gli scarichi e le immissioni negli strati superficiali del sottosuolo non possono avvenire a meno di 500 m da opere di captazione di acqua potabile e a meno di 250 m da opere di captazione per uso irriguo.

Le regioni come il Lazio, il Veneto, il Piemonte e le Marche, non hanno ancora legiferato ai sensi dell'art. 39 del ex d. lgs. 152/99, ma hanno trattato indirettamente o marginalmente il problema delle acque di prima pioggia.

PIANI DI TUTELA DELLE ACQUE

Si riporta, a titolo esemplificativo, una sintetica descrizione di come la disciplina regionale in materia di acque di prima pioggia è stata sviluppata nell'ambito di alcuni Piani di tutela delle acque delle Regioni Emilia Romagna, Piemonte e Lombardia. Si ricorda che non tutte le Regioni hanno trattato l'argomento nell'ambito dei propri PTA.

Nell'ambito del PTA della Regione Emilia Romagna, ai fini della valutazione e quantificazione delle "acque di prima pioggia" si è fatto in prima istanza riferimento a quanto già esposto nella normativa regionale.

Ai fini della definizione dell'ammissibilità degli scarichi, delle prescrizioni e delle procedure di rilascio dell'autorizzazione allo

scarico, il PTA prevede quattro differenti categorie:

- fognature separate;
- fognature unitarie;
- altre condotte separate per l'immissione nei recettori delle acque meteoriche di dilavamento;
- acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne.

Per il contenimento dell'impatto sui corpi idrici superficiali determinato dal carico sversato dal sistema fognario nel corso degli eventi piovosi, il PTA prevede l'adozione di sistemi di gestione delle acque di prima pioggia derivanti dagli agglomerati di maggiore consistenza, attraverso la realizzazione di interventi per il contenimento delle acque (vasche di prima pioggia).

Nel PTA della Regione Piemonte le prime piogge sono valutate pari al 20% dell'altezza di pioggia annua. Nell'ambito della metodica applicata per la valutazione dell'apporto di contaminanti da dilavamento di aree urbane e non, la stima del carico diffuso da apporti meteorici è derivata dalla somma di due componenti: quella legata direttamente alle precipitazioni e quella dovuta al dilavamento meteorico sulle aree urbane, che vengono entrambe recapitate dal sistema di drenaggio urbano al sistema fognario e quindi al corpo idrico recettore.

I carichi potenziali di azoto e fosforo derivanti dalle precipitazioni atmosferiche sono stati calcolati partendo da stime di apporto meteorico di azoto pari a 23 kg/anno/ha (fonte CIPAIS) e di fosforo pari a 1,6 kg/anno/ha. Per la quantificazione dei carichi effettivi diretti ai corpi idrici superficiali, per la componente suoli

coltivati di pianura si è adottato un approccio di calcolo basato su dati analitici sperimentali, integrati per la parte di territorio pianeggiante non coltivato con stime di perdite di nutrienti reperite in bibliografia, per la parte di territorio collinare/montuosa si è fatto riferimento alla procedura indicata dall'Autorità di Bacino del fiume Po, cui ci si è riferiti anche per le stime di carico effettivo dei parametri BOD5 e COD da zootecnia su tutto il territorio regionale. Nell'ambito del proprio PTA la Regione Lombardia rimandava la disciplina regionale in materia di acque di prima pioggia ad un successivo documento, il "Regolamento per gli scarichi di acque reflue e di prima pioggia" previsto dall'art. 52 della L.R. 26/03.

Con l'emanazione dei Regolamenti Regionali n° 2 e 3 del 24 marzo 2006 sono state definite le restrizioni cui assoggettare le acque di prima pioggia nel caso provengano da superfici inquinate di pertinenza di determinati insediamenti produttivi e, in particolare, in presenza di insediamenti ove vengano utilizzate sostanze pericolose.

Sono altresì stati individuati criteri di dimensionamento e realizzazione dei collettori e degli sfioratori nonché limitazioni agli scarichi di pioggia nelle reti fognarie, al fine di minimizzare le portate sfiorate delle reti per le acque reflue durante gli eventi meteorici, con particolare riferimento ai laghi ed ai fiumi balneabili.

L'art. 15 del Reg. regionale n° 2 del 24 marzo 2006 prescrive che gli sfioratori di piena delle reti fognarie di tipo unitario sono realizzati in modo da lasciare di-

rettamente defluire all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane la portata nera diluita corrispondente al più elevato dei valori derivanti dall'applicazione dei seguenti criteri:

- a. *salvi i casi di cui al comma 2, apporto di 750 litri per abitante equivalente al giorno, considerati uniformemente distribuiti nelle 24 ore, determinando in termini idraulici, ossia per rapporto tra il consumo giornaliero medio industriale accertato e la dotazione idrica della popolazione residente, assunta pari a 200 l/abxg, gli a.e. degli scarichi di acque reflue industriali non caratterizzabili in base all'apporto di sostanze biodegradabili;*
 - b. *rapporto di diluizione pari a 2 rispetto alla portata nera, calcolata come media giornaliera per gli apporti civili e come media su 12 ore per quelli industriali, salvo presenza di significativi complessi che lavorino su più turni giornalieri; il rapporto di diluizione è incrementato a 2,5 nel caso gli apporti industriali in termini di abitanti equivalenti, calcolati con il criterio di cui alla lettera a), superino il 50% del totale.*
2. *L'apporto di cui al comma 1, lettera a) è elevato a 1.000 in corrispondenza di sfioratori le cui acque eccedenti siano recapitate in laghi ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo.*
 3. *Le condotte per acque meteoriche di dilavamento delle reti fognarie separate sono realizza-*

te 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/sec per ettaro di superficie scolante impermeabile, ricavata dal prodotto dell'effettiva area scolante per il coefficiente di assorbimento medio ponderale.

L'art. 16 prevede che "Le acque eccedenti gli apporti di cui all'articolo 15 scaricate dagli sfioratori di piena sono avviate a vasche di accumulo a perfetta tenuta per evitare infiltrazioni negli strati superficiali del sottosuolo.

2. Il sistema di alimentazione delle vasche di accumulo è realizzato in modo da escludere le stesse a riempimento avvenuto e le ulteriori acque sfiorate sono avviate ai recapiti naturali, direttamente o previo accumulo in vasche volano tese a contenere l'entità delle portate meteoriche scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica dei ricettori.

3. Le vasche di accumulo sono dimensionate come segue, in relazione al recapito cui sono avviate le acque di cui al comma 1:

a. corpi idrici significativi, come individuati dal PTUA, ovvero suolo o strati superficiali del sottosuolo: 50 mc/ha di superficie scolante impermeabile, ricavata come da articolo 15, comma 3;

b. corpi idrici non significativi: 25 mc/ha.

4. Nel calcolo del volume delle vasche si può tenere conto, mediante opportuni sistemi di controllo, della capacità d'invaso delle reti fognarie.

Le vasche sono realizzate presso:

a. lo sfioratore in testa all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane;

b. gli sfioratori che sottendono agglomerati con oltre diecimila a.e.;

c. gli sfioratori che consentono di controllare complessivamente almeno l'80% della superficie servita dalla rete, nel caso di recapito in corpi idrici significativi, ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, e il 50% nel caso di recapito in corpi idrici non significativi.

2. A evento meteorico esaurito, le acque accumulate sono immesse nella rete fognaria con modalità di svuotamento delle vasche stabilite dal gestore del servizio idrico in modo da mantenere nelle canalizzazioni portate inferiori a quelle delle acque nere diluite da addurre direttamente all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane ai sensi dell'articolo 15 e comunque tali da assicurare il corretto funzionamento dell'impianto stesso."

All'art. 17 del Reg. Regionale prescrive che "I manufatti di sfioro delle acque meteoriche delle reti fognarie di tipo unitario e delle condotte per acque meteoriche di dilavamento esistenti alla data di entrata in vigore del presente regolamento sono adeguati alle prescrizioni di cui all'articolo 15 **entro il 31 dicembre 2016.**

2. Ai fini di cui al comma 1, i piani d'ambito di cui all'articolo 48, comma 2, lettera d) della l.r. 26/2003 (di seguito piani d'ambito) prevedono la

modulazione di realizzazione degli interventi, tenuto conto dei termini stabiliti per l'adeguamento dei connessi impianti di trattamento delle acque reflue urbane.

3. Le vasche di accumulo sono realizzate entro il 31 dicembre 2016 con la modulazione prevista dai piani d'ambito."

I piani d'ambito determinano le situazioni in cui, in relazione alle caratteristiche della zona servita, non è possibile procedere alla realizzazione delle vasche di accumulo in conformità alle prescrizioni di cui all'articolo 15, comma 3 e all'articolo 16, indicando comunque gli interventi, da realizzare entro il termine di cui al comma 3, idonei a garantire la tutela del corpo idrico ricettore interessato dallo scarico dello sfioratore.

2. Le vasche di accumulo e le vasche volano per la limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori previste dalle norme tecniche di attuazione del PTUA sono gestite dal gestore del servizio idrico integrato.

Inoltre va ricordato che la deliberazione del Consiglio Regionale della Lombardia n° 402 del 2002, prescrive ai fini della riduzione delle portate meteoriche drenate circolanti nelle reti – siano esse miste o separate – la raccolta separata delle acque meteoriche non suscettibili di contaminazione ed il loro smaltimento sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e, solo in via subordinata, in corsi d'acqua superficiali. La deliberazione va oltre

quanto sopra richiamato che è un criterio da perseguire sempre, in quanto prescrive che per tutte le nuove aree di ampliamento e di espansione la separazione delle acque meteoriche e il loro smaltimento diretto sul suolo o, in subordine in corpi d'acqua superficiali sia necessario.

Purtroppo vi è da segnalare che questa buona norma non è ancora diffusa nei recenti interventi, ma alcuni esempi si cominciano a intravedere in alcune Amministrazioni più sensibili ed attente al problema della circolazione delle acque meteoriche in fognatura. Vi è da ricordare che in un territorio servito da reti unitarie l'introduzione di reti separate pone una serie di problemi tecnici ed accorgimenti di buona pratica nella fase successiva alla realizzazione ai quali oggi operatori ed amministrazioni non sono ancora preparate. Mi riferisco alla manutenzione, ai futuri allacci da parte di terzi che per comodità scambiano una rete per l'altra, ai controlli e non da ultimo alla fase di realizzazione che comporta l'esecuzione contemporanea o diversificate delle reti con un aumento dei costi iniziali di costruzione.



Ma questa sono vie da perseguire perché non dobbiamo dimenticare che i costi di acque avviate a depurazione in luogo del loro altro possibili e prescritto convogliamento generano costi ben più alti che i maggiori costi di costruzione. Basta immaginare i costi per l'adeguamento di un impianto di depurazione biologico, oppure ai costi energetici per gestire una quantità d'acqua non prevista ed ancora costi ambientali.

Riportiamo un esempio recente di realizzazione di una nuova area di espansione residenziale con reti separate e smaltimento delle acque meteoriche in prossimità di una vasca volano esistente che ha due compartimenti impermeabile e l'altro permeabile.



■ ALLEGATO B

Considerazioni per un modello di gestione dell'acqua di pioggia urbana

Occorre proporre una diversa concezione della gestione delle acque di pioggia urbane, volta alla prevenzione a monte prima che al controllo a valle.

La laminazione in aree verdi depresse degli scarichi delle fognature bianche, o degli sfiori di seconda pioggia opportunamente pretrattati delle fognature miste, può essere la soluzione generalizzata nelle aree urbanizzate: porta a una riduzione del 20-30% del volume di deflusso e a un taglio di un ordine di grandezza delle portate di piena.

Gli incentivi tariffari alla riduzione delle superfici impermeabili, soprattutto attraverso l'adozione di pavimentazioni porose, possono contribuire in modo significativo (circa il 10%) alla riduzione dei deflussi.

L'invaso della pioggia dei tetti è peraltro il più efficiente (riduce i deflussi del 40%) e soprattutto consente l'utilizzo locale per usi non potabili; anche se la pioggia dei tetti non è sufficiente per tutti gli usi non potabili (ne copre circa la metà), può utilmente essere miscelata con acqua depurata da riuso, diminuendone il contenuto salino e minerale.

Per quanto riguarda le grandi vasche di pioggia va osservato invece che al costo elevato di costruzione e gestione e al forte impatto sul territorio urbano non corrisponde una sensibile riduzione dei deflussi di piena, almeno con il tradizionale dimensionamento

di prima pioggia (50-100 m³/ha). Sono più utili i grandi invasi di seconda pioggia (150-200 m³/ha), che riducono in modo consistente la portata di piena, e, oltre a intercettare il volume di prima pioggia, assicurano una diluizione allo scarico maggiore di 10:1 soprattutto relativamente al contributo inquinante di strade e piazzali. L'invaso in grandi vasche comporta però la necessità del trattamento biologico differito di grandi volumi aggiuntivi, con i relativi costi.

Nasce allora l'opportunità di non sprecare gli elevati costi di trattamento e di recuperare il valore economico dell'acqua rigenerata mediante il riutilizzo sistematico per usi non potabili. Fra questi sono interessanti non solo gli usi industriali, l'irrigazione del verde, il lavaggio dei mezzi di trasporto, ma anche i lavaggi sistematici delle strade principali. Quest'ultimo tipo di riuso, che richiede grandi quantità di acqua, ha una notevole rilevanza ambientale in quanto sottrae le polveri sottili alla risospensione in atmosfera, mantiene pulite le strade (e quindi riduce l'inquinamento delle acque "bianche"), produce un sistematico lavaggio delle fognature (e quindi riduce la necessità di costose vasche di prima pioggia). Dunque anche per le acque urbane, come in tanti altri casi, la soluzione più efficiente dei problemi è una combinazione di opere di ingegneria e di azioni di gestione. E qui il ruolo corretto dell'ingegneria non è solo l'ottimizzazione tecnico-economica, ma anche l'inquadramento etico-ambientale delle scelte tecniche.

Requisiti dello smaltimento dell'acqua di scarico

Nella II parte della nuova norma europea prEN 752 "Sistemi di smaltimento dell'acqua di scarico esterni agli edifici" sono indicati i requisiti di un sistema di smaltimento cui devono tenere conto i responsabili della sua progettazione, esecuzione e gestione.

Per la costruzione di sistemi di smaltimento dell'acqua di scarico sono specificati i seguenti requisiti:

- operare senza intralci;
- limitazione delle piene a una frequenza stabilita;
- limitazione del sovraccarico delle fognature;
- esclusione di pericoli per la salute pubblica o la vita;
- esclusione di pericoli per il personale addetto;
- protezione degli scaricatori di piena dall'inquinamento entro determinati limiti;
- esclusione di pericoli a manufatti e condutture limitrofi esistenti;

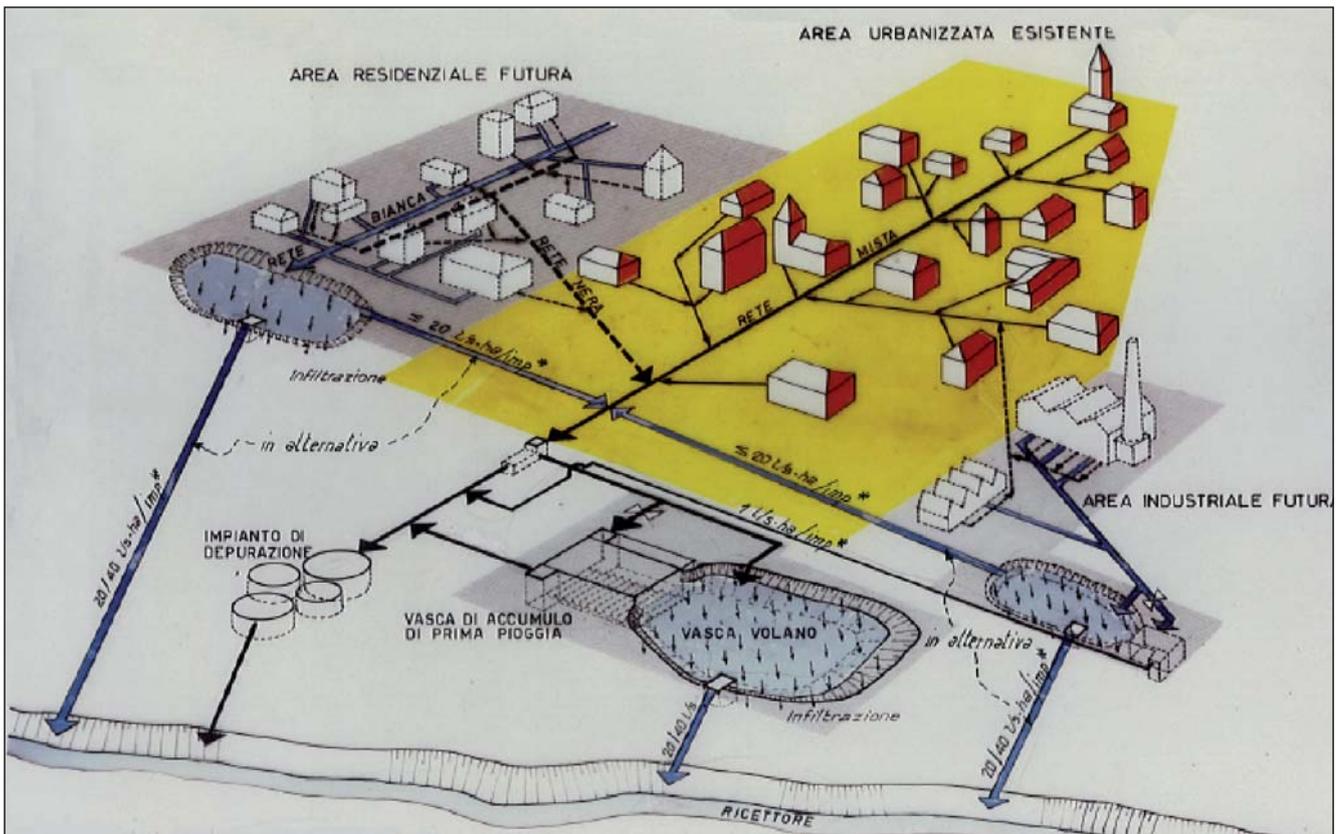
- raggiungimento della durata utile richiesta e mantenimento del patrimonio esistente;
- impermeabilità in conformità alle condizioni di collaudo;
- eliminazione di emissioni maleodoranti e tossicità;
- garanzia di accessibilità per scopi di manutenzione.

Nella EN 752 Parte 3 "Pianificazione" sono citati i seguenti obiettivi riguardanti la progettazione:

- tutela della salute pubblica;
- garanzia della capacità di scarico occorrente;
- protezione degli scaricatori di piena e degli impianti di depurazione dai sovraccarichi idraulici pericolosi per l'ambiente;
- garanzia delle condizioni di lavoro;
- garanzia della durata utile;
- eliminazione di carichi maleodoranti;
- protezione dell'acqua sotterranea;
- regolare esercizio e sufficiente manutenzione.

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	VALORE LIMITE
pH	--	6,5 ÷ 8,5
Temperatura	°C	30
Colore	--	Non percettibile su uno spessore di 10 cm dopo diluizione 1 : 40
Odore	--	Non deve essere causa di inconvenienti e molestie di qualsiasi genere
Solidi sospesi totali	[mg/l]	350
BOD5	[mg/l]	250
COD	[mg/l]	500
Cloruri (come Cl)	[mg/l]	la concentrazione rilevata nelle acque approvvisionate + 40 mg/l
Fosforo totale (come P)	[mg/l]	6
Azoto ammoniacale (come NH ₄)	[mg/l]	40
Azoto nitroso (come N)	[mg/l]	0,6
Azoto totale (come N)	[mg/l]	50
Grassi e oli animali/vegetali	[mg/l]	60
Tensioattivi	[mg/l]	10
Tutti quelli ulteriormente contemplati dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 al decreto	--	I valori limite di emissione prescritti dalla medesima Tabella 3 per gli scarichi in acque superficiali

Tabella 1: Valori limite di emissione che le acque reflue devono rispettare, a monte di ogni trattamento depurativo, per essere assimilate alle acque reflue domestiche.



Per questi obiettivi, occorre tenere conto non soltanto dei costi di investimento, ma anche e soprattutto dei costi complessivi. Questi obiettivi di progettazione sono chiariti nei dettagli nel testo della norma, che precisa tra l'altro la profondità, la pendenza e le dimensioni minime dei canali. Si fa espresso riferimento all'accessibilità delle tubazioni dei ca-

nali e ai pericoli insiti negli scarichi ammalorati.

Anche se questa Norma europea è stata ipotizzata soltanto per i sistemi fognari, nella stessa misura i requisiti valgono anche per gli impianti di depurazione, ossia per lo smaltimento delle acque di scarico nel suo insieme.

Essi influiscono in misura notevole sulla configurazione in ter-

mini costruttivi e di esercizio delle parti dell'impianto.

Bibliografia e contributi:

- APAT - Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine, Servizio Tutela delle Risorse
- APAT - Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia ambientale, Servizio Gestione Modulo Nazionale SINAnet
- Università di Genova - DIAM
- Università di Milano - DII
- Ministero dell'Ambiente
- Università di Catania - DIA