

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura

D.I.S.T.A.R.T

Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, dei Trasporti, delle
Acque, del Rilevamento, del Territorio

Tesi di Laurea in Costruzioni Idrauliche Urbane

**ANALISI DELLE VASCHE DI PRIMA PIOGGIA
E LAMINAZIONE A SERVIZIO DELLE
AREE URBANE**

Tesi di:

MASSIMO MUSSONI

Relatore:

Dott. Ing. **MARCO MAGLIONICO**

Anno Accademico 2009-2010

Sessione I

INDICE

INTRODUZIONE.....	Pag.5
CAPITOLO 1 – ASPETTI TECNICI DEI SISTEMI DI DRENAGGIO	Pag.11
1.1 EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO	Pag.11
1.2 I SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO E LE LORO FUNZIONI	Pag.13
1.3 CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO.....	Pag.14
1.3.1 RETE IDROGRAFICA NATURALE E RETE FOGNARIA	Pag.14
1.3.2 SISTEMI UNITARI E SEPARATI	Pag.15
1.3.3 CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA DELLE RETI.....	Pag.17
1.3.4 I SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO NEL QUADRO DI UNA CORRETTA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE.....	Pag.20
1.3.5 ACCORGIMENTI URBANISTICI.....	Pag.21
1.4 FASI DELLA PROGETTAZIONE	Pag.22
1.4.1 INDIVIDUAZIONE DELLE FINALITA' E DEI CRITERI INFORMATORI DELL'INTERVENTO.....	Pag.22
1.4.2 CONTROLLO DEGLI SCARICHI	Pag.23
1.5 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E VASCHE DI LAMINAZIONE.....	Pag.24
1.6 SCARICATORI.....	Pag.28
CAPITOLO 2 – TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI INVASI PER IL CONTROLLO QUALI-QUANTITATIVO DELLE ACQUE METEORICHE.....	Pag.31
2.1 TIPOLOGIE DI INTERVENTO	Pag.31
2.1.1 INVASI	Pag.31
2.2 TIPOLOGIA COSTRUTTIVA DEGLI INVASI	Pag.33
CAPITOLO 3 – CARATTERISTICHE TECNICHE VASCHE DI LAMINAZIONE, VASCHE DI PRIMA PIOGGIA.....	Pag.35
3.1 VASCHE DI LAMINAZIONE.....	Pag.35
3.1.1 PROGETTAZIONE VASCHE DI LAMINAZIONE	Pag.39

3.2 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	Pag.43
3.2.1 FUNZIONAMENTO E DIMENSIONAMENTO	
VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	Pag.43
 CAPITOLO 4 – QUADRO NORMATIVO.....	 Pag.48
4.1 IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE.....	Pag.48
4.2 DIRETTIVE EUROPEE E NORME NAZIONALI	Pag.49
4.3 DIVIETI TEMPORANEI D'INIZIO STAGIONE.....	Pag.52
4.3.1 DIVIETI DURANTE LA STAGIONE	Pag.52
4.3.2 DIVIETI PERMANENTI	Pag.52
4.3.3 COMPETENZE	Pag.53
4.3.4 PRELIEVI	Pag.53
4.3.5 INTEGRAZIONI AL DPR 470/82.....	Pag.53
4.3.6 CONTROLLO ACQUE SUPERFICIALI: Dlgs 152/99.....	Pag.54
4.4 PERCORSI LEGISLATIVI.....	Pag.54
4.5 ASPETTI TECNICI.....	Pag.55
4.6 DELIBERAZIONI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA	Pag.57
4.7 DL n 116/08.....	Pag.58
4.7.1 NOVITÀ PIÙ SIGNIFICATIVE RISPETTO ALLA NORMATIVA IN	
VIGORE(D.P.R. 470/82 e s.m.i.).....	Pag.58
 CAPITOLO 5 – DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOGNARIO DI RIMINI	 Pag.61
5.1 INDICAZIONI ED OBIETTIVI DEL PIANO GENERALE.....	Pag.61
5.2 RICHIAMI AL PIANO GENERALE DELLE FOGNATURE	Pag.62
5.2.1 POPOLAZIONE SERVITA	Pag.62
5.2.2 DOTAZIONE IDRICA, COEFFICIENTE DI DISPERSIONE	
E COEFFICIENTE DI PUNTA	Pag.63
5.2.3 CONTRIBUTI DELLE PIOGGE E VASCHE	
DI PRIMA PIOGGIA.....	Pag.63
5.2.4 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI	

SOLLEVAMENTO E RILANCIO	Pag.64
5.2.5 PORTATE DA AVVIARE ALLA DEPURAZIONE AL 2025	Pag.64
5.3 RIMINI CENTRO.....	Pag.66
5.3.1 ZONE AFFERENTI AL VECCHIO CORSO DEL TORRENTE AUSA	Pag.67
5.3.2 BACINO DEL VECCHIO CORSO DEL TORRENTE AUSA.....	Pag.67
5.3.3 PIAZZALE KENNEDY	Pag.69
5.4 ANALISI DEI PROBLEMI CRITICI E SOLUZIONI STUDIATE.....	Pag.72
5.4.1 CRITICITÀ DI TIPO STRUTTURALE.....	Pag.73
5.4.2 CRITICITÀ DI TIPO IGIENICO-SANITARIO E PAESAGGISTICO.....	Pag.74
5.4.3 CRITICITÀ DOVUTE ALLA VETUSTÀ DELLA RETE.....	Pag.75
 CAPITOLO 6 – ESEMPI DI INVASI NEL SISTEMA FOGNARIO DI RIMINI	Pag.77
 6.1 BACINI DI LAMINAZIONE A CIELO APERTO.....	Pag.77
6.1.1 VASCA DI LAMINAZIONE ACQUE DI ORIGINE METEORICA “ZONA IKEA”	Pag.77
6.1.2 VASCA DI LAMINAZIONE ACQUE DI ORIGINE METEORICA “ZONA FIERA”	Pag.80
6.1.3 RELAZIONE DESCRITTIVA	Pag.83
6.2 INVASI DI LAMINAZIONE CHIUSI INTERRATI.....	Pag.86
6.2.1 SISTEMA DI LAMINAZIONE INTERRATO DI RACCOLTA DELLE ACQUE DI ORIGINE METEORICA SITO IN VISERBA.....	Pag.86
6.2.1.1 ILLUSTRAZIONE IMPIANTO FOTOGRAFICA E DIGITALE	Pag.88
6.2.2 RELAZIONE DESCRITTIVA	Pag.93
6.3 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	Pag.95
6.3.1 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI SUPERO SVERSATE DAL COLLETTORE DI PRIMA PIOGGIA “COLONNELLA II”	Pag.95
6.3.1.1 ILLUSTRAZIONE IMPIANTO FOTOGRAFICA E DIGITALE	Pag.97
6.3.2 RELAZIONE DESCRITTIVA	Pag.104
CAPITOLO 7 – CONCLUSIONI	Pag.109
BIBLIOGRAFIA	Pag.111

INTRODUZIONE

L'alterazione dell'ambiente naturale è la diretta conseguenza dell'uso improprio, eccessivo ed irreversibile delle risorse fondamentali a disposizione dell'uomo che ha portato, contestualmente, ad un loro sensibile inquinamento (decremento qualitativo) e depauperamento (decremento quantitativo). In un paese in cui la popolazione è in netta diminuzione e l'espansione degli agglomerati urbani non trova una reale giustificazione socioeconomica (G. Cannata, 1994), nell'ultimo cinquantennio l'impatto più rilevante lo ha assunto, proprio, l'impermeabilizzazione continua e caotica delle aree urbane ove, maggiormente, si è manifestata la distruzione del paesaggio, inteso come "ecosistema" naturale (suolo, acqua, aria, fauna e vegetazione), ed il suo radicale rimodellamento in forme artificiali.

In tali aree, la concentrazione di residenze, di infrastrutture e di industrie nelle zone periferiche circostanti (rurban fringe), sovente effettuato senza un piano razionale, ha fatto emergere non pochi problemi connessi con il drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento. In particolare, si possono avere gravi conseguenze sia idraulico-quantitative che ambientali-qualitative, che vanno dall'insufficienza delle reti di fognatura esistenti e dei corsi d'acqua recettori, alla necessità di trattare la frazione più inquinata delle acque meteoriche e di ridurre i volumi idrici ed i carichi inquinanti sversati attraverso gli scaricatori di piena. Sul naturale reticolo idrografico, l'urbanizzazione produce, essenzialmente, tre tipi di alterazioni (mod. M. Maglionico, 2006):

- la ridotta attività vegetazionale (evapotraspirazione), la minore infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo ed i contemporanei diffusi prelievi d'acqua da esso, condizionano in modo sostanziale il "bilancio idrologico";
- il livellamento delle depressioni naturali e la maggiore impermeabilizzazione delle superfici, unita alla conseguenziale maggiore velocità degli afflussi superficiali (coefficiente d'afflusso), in tempo di pioggia, aumentano le portate idrauliche per unità di superficie trasformata (coefficiente udometrico), in emissione ai corpi recettori finali, aggravando i problemi connessi con le esondazioni e la stabilità dei suoli;
- la quantità e l'inquinamento delle acque meteoriche di dilavamento, che interessano gli agglomerati urbani (sempre maggiori rispetto alle circostanti aree rurali; C. Fagiani et Al., 2005), ha ormai assunto un'importanza analoga, per il trattamento, a quella delle acque reflue in scarico.

Le conseguenze di summenzionate alterazioni possono essere controllate inserendo, nelle reti fognali, invasi che abbiano la funzione di accumulare, provvisoriamente, una parte dei volumi idrici derivanti dagli eventi meteorici per inviarli, successivamente, ad un trattamento depurativo appropriato e restituirli alla rete a valle, per i riusi compatibili ovvero al recettore finale con portata laminata e compatibile con esso.

I bacini di laminazione si possono suddividere in due tipologie principali:

- le vasche di “prima pioggia”, finalizzate alla riduzione del carico inquinante;
- le vasche “volano” (o di laminazione), finalizzate alla riduzione del carico idraulico.

In linea generale, le vasche destinate all'accumulo temporaneo delle acque di prima pioggia hanno dimensioni più contenute rispetto a quelle volano. Queste ultime, infatti, hanno la mansione di affrontare efficacemente gli aspetti di quantità delle acque tagliando i picchi di portata che si verificano nelle reti di drenaggio e riducendoli, come immissione, a valori compatibili con i corpi recettori ubicati a valle (V. Milano et Al., 1996). Per modesti comprensori ($S < 10,00$ ha) intensamente urbanizzati (G. Alfonsi ed Al., 1987), il proporzionamento del bacino di laminazione può essere condotto, prescindendo dall'invaso della rete (volume acque superficiali + volume acque collettori) ed a vantaggio di situazioni meteorologiche ad eventi temporalmente ravvicinati, sulla base di un semplice bilancio tra il volume totale di pioggia affluito al summenzionato bacino, durante il tempo critico “ t_c ” della durata di pioggia ed il volume effluito, dallo stesso, secondo quel valore di portata ammissibile, come immissione, nel corpo recettore.

Per affrontare, invece, gli aspetti legati alla qualità delle acque, vengono progettati specifici invasi, comunemente denominati vasche di prima pioggia (vedi Figura 1).

La realizzazione di queste ultime è normalmente richiesta qualora, per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte nelle aree esterne, vi sia il rischio di dilavamento, da superfici impermeabili scoperte, di sostanze pericolose ovvero pregiudizievoli per il corpo idrico recettore (art. 113, D. Lgs. N. 152/2006). Il funzionamento di una vasca di “prima pioggia” è tale per cui, una volta riempita, entra in funzione uno sfioratore superficiale di monte onde, tutte le acque successive, possono essere immesse nel corpo idrico recettore previo eventuale trattamento primario (dissabbiatura / disoleatura). Le acque accumulate sono rappresentative, per definizione comune, di un'altezza di precipitazione massima fino a 5 mm, relativa ad ogni evento meteorico, preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, uniformemente distribuita sulla superficie dell'intero bacino scolante. Tali acque, tenute in stoccaggio nella vasca per almeno 24 h, a partire dalla fine del suo riempimento,

sono quindi gradualmente avviate all'impianto di trattamento appropriato, in modo tale che detta restituzione normalizzata, al corpo recettore, avvenga, al più, in 24 h.

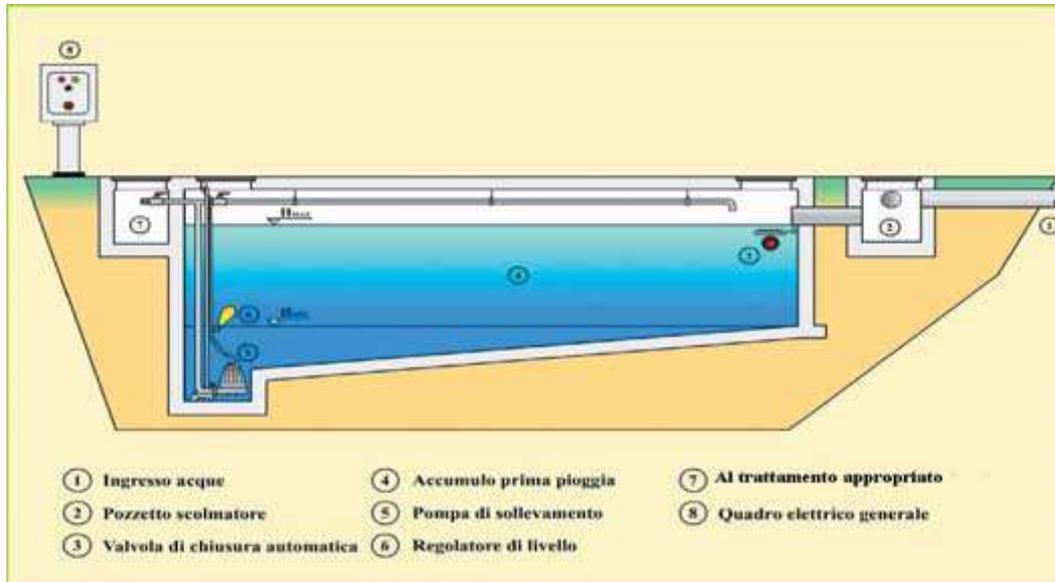


Figura 1– Vasca di prima pioggia con annesse apparecchiature (L. Finizzi 2005).

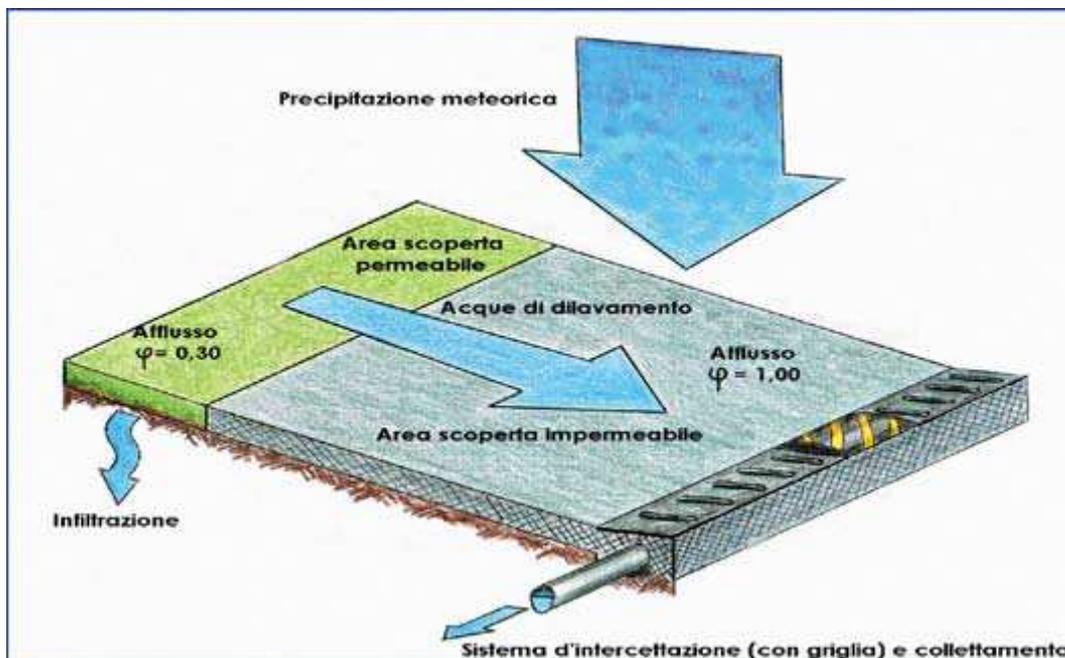


Figura 2 – Rete di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento su aree esterne scoperte.

Si vuole evidenziare che, nella legislazione nazionale, quale il vigente Codice Ambientale, costituito dal Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n. 152, sono definite acque meteoriche di dilavamento anche quelle venute in contatto con sostanze o materiali, anche inquinanti, non connessi con le attività

esercitate nello stabilimento (art. 74, lettera h) mentre le acque di “prima pioggia” sono affrontate all’articolo 113, comma III, del medesimo decreto, nel quale, comunque, la disciplina delle stesse viene demandata alle Regioni, senza dare particolari indicazioni di carattere progettuale. Occorre infine considerare che l’efficacia del funzionamento delle vasche di “prima pioggia” non dipende solo dal volume assegnato, ma anche dallo schema adottato, ossia come questa vasca viene collocata rispetto al sistema fognario (G. La Loggia ed Al., 1997). Viene, infatti, dimostrato come per le vasche di “first flush”, che, una volta riempite, non sono più interessate dalle acque successive, ma vengono by-passate tramite uno sfioratore superficiale (vedi Figura 3), il funzionamento sia tale da garantire, nella maggior parte dei casi, una protezione maggiore, in quanto non si ha il rimescolamento delle acque accumulate all’interno della vasca stessa (M. Maglionico, 2006).

La rischiosità idraulica ed ambientale delle acque meteoriche di dilavamento, a parità di durata ed intensità piovosa, dipende dall’intervallo di tempo secco intercorso fra gli eventi (vedi figure 1.4), dalla natura del suolo (struttura, permeabilità, tipologia della copertura superficiale, eccetera), dal tipo di destinazione urbanistica dello stesso (civile, agricola, industriale, eccetera) e dalle attività industriali quivi svolte (qualità e quantità delle sostanze inquinanti sversate in maniera diretta e/o indiretta.

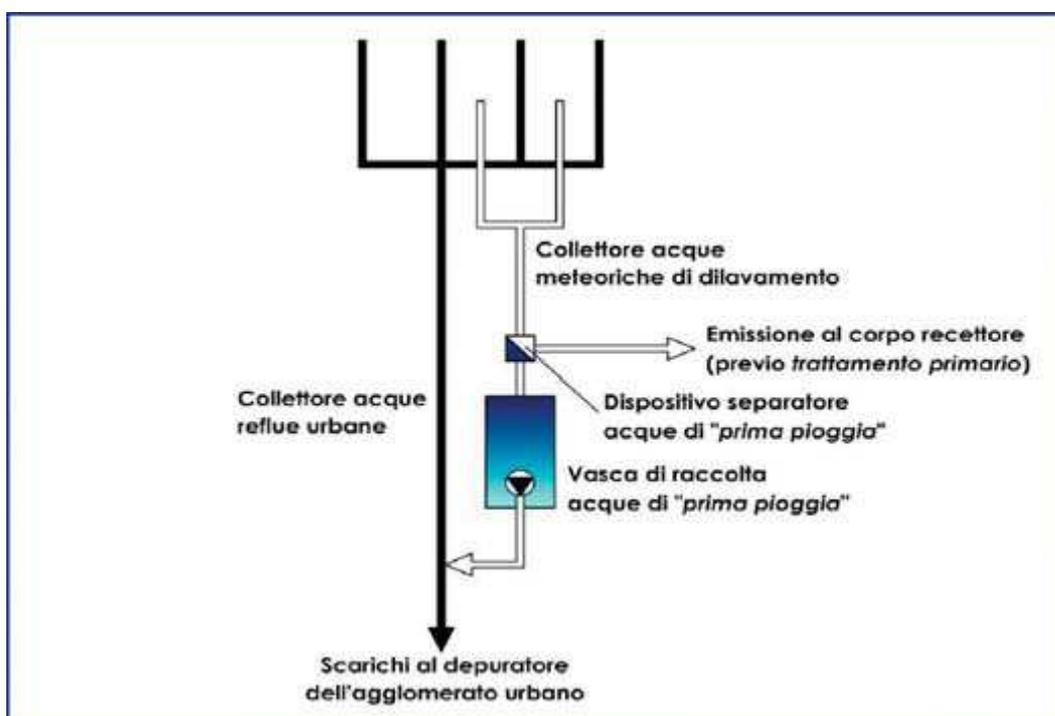


Figura 3 – Rete fognaria, a condotte separate, dotata di dispositivi per la raccolta e la separazione delle acque di prima pioggia.

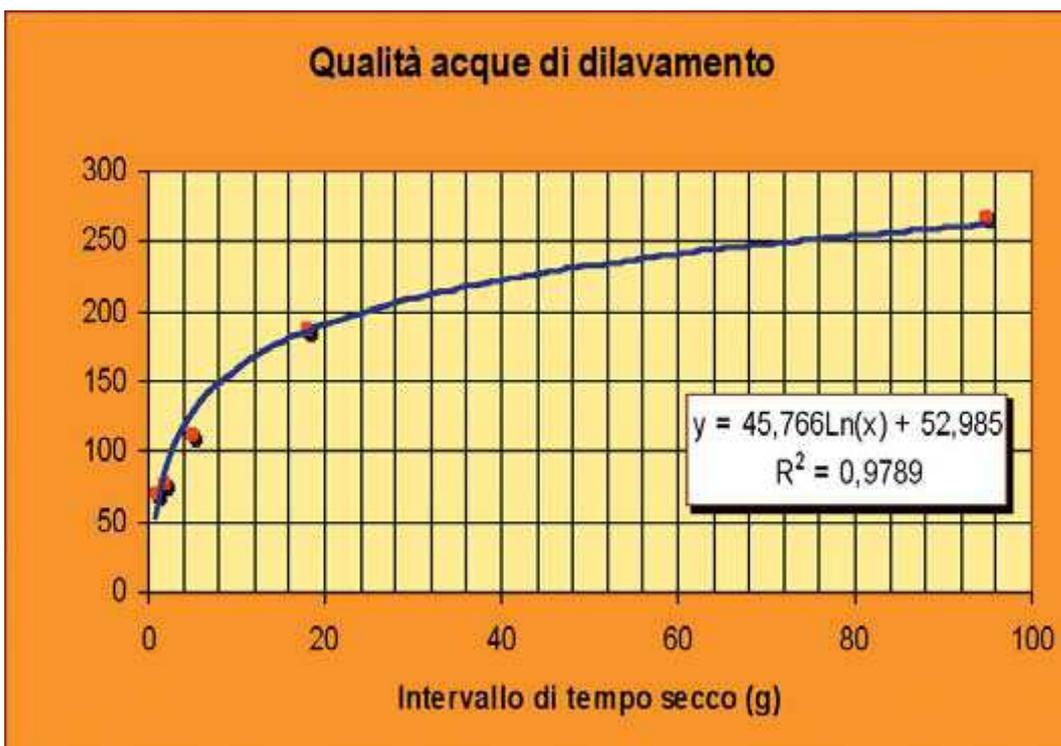
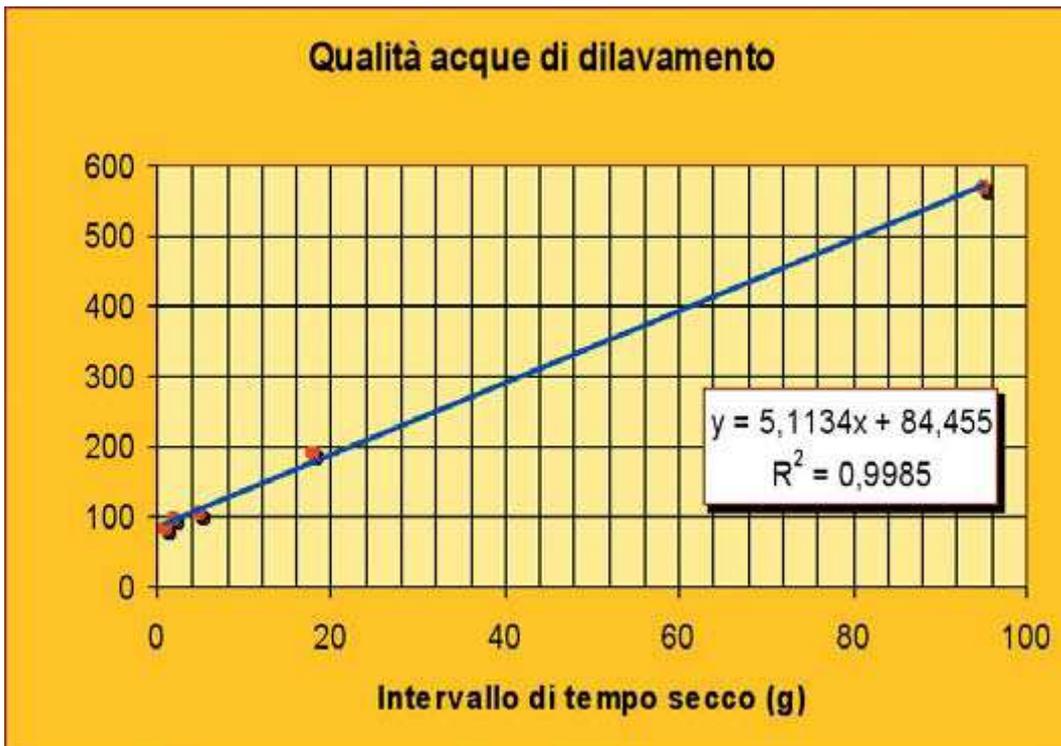


Figure 4 – Qualità delle acque meteoriche in area urbana industriale (Man. Unichim, n. 198, 2004).

È necessario ricordare, ancora, come in sinergia ovvero in alternativa, agli invasi “puntuali”, si possano utilizzare interventi di tipo “diffuso” sull’intero agglomerato urbano. Con l’acronimo BMP (Best Management Practices), s’intendono tutti quei sistemi diffusi che possono essere sviluppati sia per

ridurre i deflussi di pioggia sia per contenere l'impatto inquinante delle acque di "prima pioggia" (M. Maglionico, 2006). Questi interventi devono essere differenziati in funzione della qualità dell'acqua che occorre gestire, ossia distinguendo tra le acque che possono essere riutilizzate od immesse nel corpo recettore senza particolari trattamenti e le acque che occorre, invece, sottoporre a trattamenti qualitativi specifici. E', infatti, evidente che, nella maggior parte dei casi, le acque dissabbiate dei tetti (depulviscolatura), possono essere accumulate in idonei serbatoi che ne prevedano il riutilizzo compatibile con gli impieghi domestici od irrigui (vedi Figura 5). Per il dimensionamento del volume di tali serbatoi di "riserva idrica", si tiene conto del periodo medio annuo PS di "tempo secco" ossia della quantità di giorni durante i quali può statisticamente verificarsi la probabile "assenza" di precipitazioni. Tale summenzionato periodo, è dato dall'espressione (L. Fanizzi, 2002):

$$PS = (365 - F)/12$$

F = frequenza di giorni piovosi [gg].

Per far fronte alle problematiche di "invarianza idraulico-quantitativa" e di "invarianza ambientale-qualitativa" (A. Pistocchi, 2001), di cui alla premessa, la strada più idonea da percorrere, per una razionale gestione delle acque meteoriche appare, dunque, l'adozione sinergica d'interventi strutturali, spazialmente e tipologicamente differenziati, tesi ad una loro utile raccolta e mirati sia al risparmio idrico sia a quello della riduzione dell'inquinamento ambientale favorendo, contestualmente, una più considerevole diffusione delle BMP ossia di quegli interventi di risparmio a basso consumo, mitigativi degli effetti dovuti ad inondazioni e siccità.

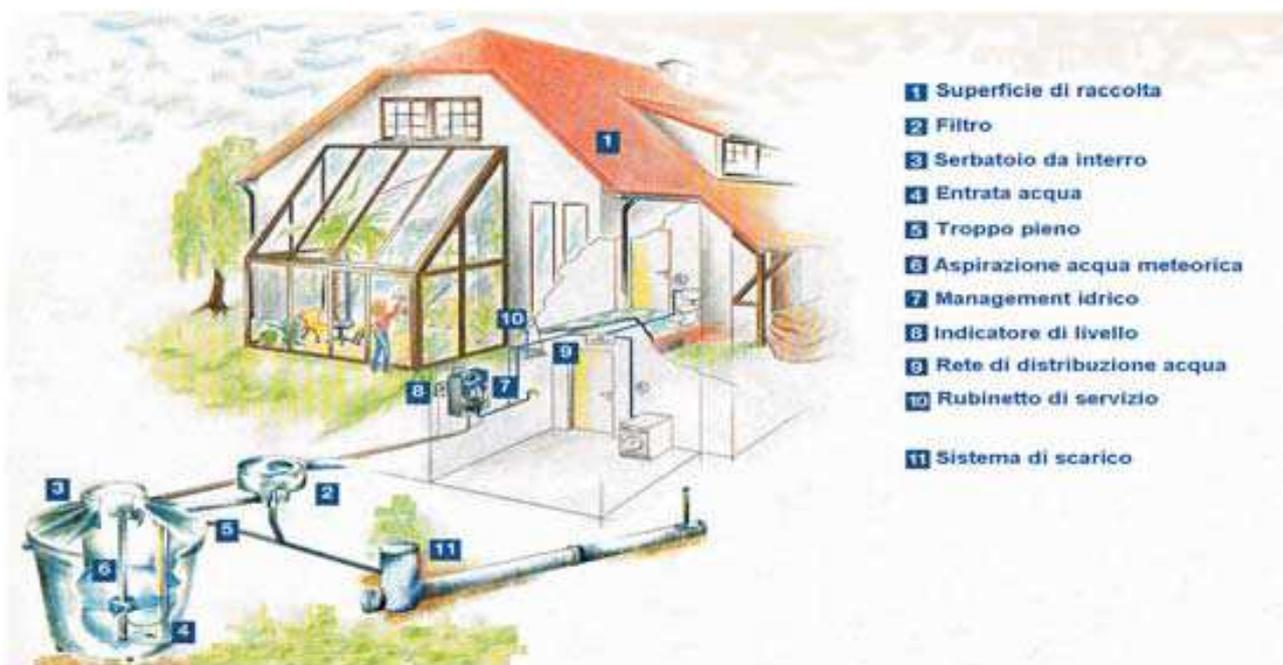


Figura 5 – Sistema di recupero acqua meteorica di dilavamento (M. Ferrara, 2005).

CAPITOLO 1 – ASPETTI TECNICI DEI SISTEMI DI DRENAGGIO

1.1 EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

La corretta disciplina delle acque reflue che defluiscono nei bacini urbani, per effetto delle precipitazioni e degli scarichi civili e produttivi, rappresenta uno dei punti cardine delle politiche di salvaguardia dell'ambiente e più in generale della qualità complessiva della vita nei territori urbanizzati.

Il problema delle acque reflue, infatti, non si esaurisce nel loro allontanamento dalle zone urbanizzate in modo che non interferiscano con le attività sociali ed economiche che in esse si svolgono, ma nel controllo del loro impatto quali-quantitativo sull'ambiente in generale e sulle risorse idriche superficiali e sotterranee in particolare.

Nella pratica tale controllo è normalmente complesso, per la continua evoluzione delle realtà urbane e per l'interazione di differenti fattori, non solo tecnico-ingegneristici ma anche politici, sociali, urbanistici ed economici.

Le soluzioni sono difficili e richiedono la ricerca di un complesso organico di interventi urbanistici (aree verdi, laghetti a scopo ricreativo e di invaso delle portate meteoriche massime, pavimentazioni semipermeabili, vie superficiali di deflusso delle acque meteoriche, ecc.) e di opere (condotti fognari, scaricatori di piena, vasche volano e di prima pioggia, impianti di sollevamento, organi di intercettazione, regolazione e scarico in taluni casi da controllare in tempo reale, ecc.) al quale è ormai usuale riferirsi come sistema di drenaggio urbano. Anche nei casi di interventi limitati di ampliamento, adeguamento o ricostruzione di una rete esistente, è necessario un approccio globale, orientato ad analizzare il funzionamento del sistema di drenaggio nel suo complesso e la sua influenza sulle risorse idriche superficiali e sotterranee sottese.

La stretta interdipendenza tra fognatura, impianto di depurazione e corpi idrici ricettori esige che essi vengano studiati unitariamente sulla base delle caratteristiche del sistema, naturale e artificiale, di drenaggio urbano. Le esperienze diffusamente maturate in proposito dimostrano l'importanza di questa concezione unitaria, che spesso ha portato a riconoscere la necessità di correggere le impostazioni inizialmente assunte, individuando nuove soluzioni atte a convogliare alla depurazione anche importanti aliquote delle acque meteoriche.

Le interazioni tra il drenaggio urbano e i corpi idrici ricettori hanno luogo non solo per effetto dei normali scarichi fognari nei detti ricettori, ma sovente anche per effetto del regime di piena degli stessi ricettori e dei reflussi che esso provoca nei sistemi fognari. La struttura fognaria di un'area urbana soggetta a rischio di inondazione deve essere concepita, dimensionata, costruita e gestita in modo ben differente da quanto avviene per strutture fognarie di aree esenti da tale rischio. Simmetricamente, la regimazione di un corso d'acqua naturale attraversante aree fortemente urbanizzate non può non essere studiata in funzione dei particolari meccanismi idrologici che influenzano la formazione delle piene nelle aree urbane e della presenza in esse di rilevanti componenti inquinanti, che possono limitare o condizionare la fattibilità di una politica di salvaguardia e utilizzazione a fini idraulici delle aree rurali.

Si tratta però di un'interazione la cui soluzione unitaria non sempre è agevole, anche perché Enti differenti si suddividono le competenze istituzionali che presidiano la regimazione dei ricettori naturali (fiumi e laghi), dei canali irrigui o di bonifica, delle fognature cittadine. Leggi e Regolamenti attinenti l'una o l'altra di queste infrastrutture idrauliche sono talora in contraddizione o affrontano in modo autonomo e non coordinato le diverse problematiche. Anche a livello di pianificazione a grande scala (Piani di Bacino, Piani Regionali di Risanamento delle Acque, Piani Territoriali di Coordinamento, Piani Paesistici, ecc.) le interazioni tra il sistema di drenaggio urbano e il sistema idraulico esterno sovente non sono adeguatamente affrontate e risolte. Negli ultimi due decenni si è dunque assistito a un crescente fabbisogno di ricerca scientifica (soprattutto per ciò che concerne lo studio, l'interpretazione e la modulazione dei fenomeni idrologici, idraulici e di trasporto di inquinanti sia in ambito urbano che extraurbano) e ad una parallela e continua evoluzione delle tecnologie civili e industriali idonee alla pianificazione, progettazione, costruzione, manutenzione e gestione dei sistemi di drenaggio urbano. In particolare tra le principali motivazioni di questa evoluzione si ricordano, la continua tendenza all'estensione e intensificazione delle aree urbanizzate che provoca progressivi incrementi delle portate e dei volumi di acque reflue, spesso non compatibili con le dimensioni delle reti esistenti e dei corsi d'acqua ricettori; la crescente necessità di simulare correttamente anche i deflussi urbani superficiali (sistema maggiore) che si originano in occasione degli eventi massimi che determinano il sovraccarico della rete fognaria (sistema minore) e/o l'erosione dei corsi d'acqua; la crescente necessità di realizzare invasi in rete e fuori rete sia per far fronte agli incrementi delle portate da convogliare, sia per limitare e controllare quantità e qualità degli scarichi inquinanti nell'ambiente in occasione delle crisi del sistema; la maggiore sensibilità

ambientale e conseguentemente la necessità di limitare al massimo l'impatto sui corpi idrici ricettori e sul territorio circostante, in accordo con la parallela evoluzione delle normative locali e nazionali; la disponibilità di nuovi materiali e di nuove tecnologie costruttive; la crescente complessità idraulica, geotecnica e urbanistica delle strutture componenti i sistemi di drenaggio; maggiore lo sviluppo di nuove e più affidabili metodologie sperimentali e teoriche di progetto e di verifica, frutto degli studi portati avanti in questi anni in tutto il mondo, che consentono di rimediare all'inadeguatezza dei modelli concettuali finora utilizzati e di interpretare con maggiore sicurezza i fenomeni reali.

1.2 SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO E LE LORO FUNZIONI

La denominazione “sistema di drenaggio urbano” è oggi sempre più frequentemente adottata in luogo del tradizionale termine fognatura, quasi a rispecchiare il sostanziale cambiamento che queste opere hanno subito nel recente periodo.

Nel passato, infatti, il compito delle fognature era allontanare dalle zone urbanizzate le precipitazioni e le acque reflue, con i relativi carichi inquinanti, per recapitarle in corpi idrici riceventi che risultavano in generale non ancora compromessi dai fenomeni di degrado qualitativo. Esse erano pertanto essenzialmente costituite da reti unitarie di condotte, le cui dimensioni venivano contenute, nel procedere verso valle, tramite l'adozione di manufatti scolmatori, intesi a sfiorare laddove possibile i deflussi di piena verso canali e corsi d'acqua circostanti. Il controllo dell'inquinamento indotto sull'ambiente era in pratica affidato alla diluizione del carico inquinante, quasi sempre garantita in seno ai riceventi in corrispondenza dei recapiti e degli organi di sfioro. La situazione è purtroppo da allora profondamente mutata, tanto da essere oggi divenuta assai critica per via di molteplici cause. Infatti, la realizzazione di nuove aree urbane, talvolta poco meditata nelle ripercussioni idrauliche, ha portato maggior carico alle reti preesistenti, che hanno assunto, per via delle successive estensioni, configurazioni poco razionali, spesso idraulicamente insufficienti e di gestione difficoltosa; lo sviluppo delle attività nelle aree servite ha comportato un aumento dei carichi inquinanti e una loro maggiore varietà (scarichi di origine non civile, inquinamento diffuso conseguente alla deposizione atmosferica e al traffico veicolare); la qualità delle acque nei riceventi si è andata via via deteriorando, spesso in modo molto grave, per cui l'immissione di ulteriori carichi inquinanti può essere facilmente causa di acuti stati di crisi.

La situazione in atto può essere affrontata con qualche speranza di successo solo se la si analizza con una nuova ottica, più sensibile agli aspetti di salvaguardia dell'ambiente, più lungimirante e capace d'integrare i dispositivi tecnici tradizionalmente presenti nelle fognature (scaricatori) con quelli che la tecnica ha approntato per far fronte alle nuove emergenze (vasche volano, vasche di accumulo delle prime piogge per il controllo qualitativo dei deflussi, manufatti di regolazione, impianti di sollevamento, manufatti d'interconnessione fra reti diverse, impianti per il trattamento dei reflui, e così via) in un vero sistema di drenaggio urbano, che non di rado è opportuno assuma una dimensione consortile.

1.3 CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

Un sistema di drenaggio urbano è dunque costituito dall'insieme delle opere di raccolta immissione delle acque meteoriche e reflue nei collettori stradali, dalla rete composta e questi ultimi, dagli eventuali manufatti di controllo idraulico e ambientale (vasche volano e accumulo delle prime piogge), dai sollevamenti, dai manufatti di scarico, e, infine, dagli impianti di trattamento dei reflui. Tutto il sistema deve essere concepito in modo unitario e coerente, per non incorrere nelle ben note gravi disfunzioni che emergono quando la rete l'impianto di depurazione sono concepiti, progettati e realizzati indipendentemente l'uni dall'altro. In particolare, le caratteristiche qualitative dei liquami adottati all'impianto presentar valori medi e variabilità strettamente legati alla tipologia della rete fognaria, che è difficilmente modificabile, in quanto spesso è il risultato della sovrapposizione di successivi interventi messi in atto durante l'intero periodo in cui si è sviluppato il centro abitato.

1.3.1 RETE IDROGRAFICA NATURALE E RETE FOGNARIA

Il drenaggio del territorio urbano effettuato da una rete fognaria sostituisce o si sovrappone al drenaggio naturale delle acque meteoriche preesistente all'urbanizzazione.

È molto importante analizzare attentamente la natura orografica, idrografica e geomorfologica del territorio allo scopo di riconoscere i meccanismi naturali di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche. Ciò consente sia di disegnare una nuova rete fognaria in modo il più possibile coerente con le pendenze naturali del terreno, sia di evitare che essa abbia inaccettabili interconnessioni con il reticolo naturale.

Infatti la rete fognaria non dovrebbe mai raccogliere le acque naturali circolanti nei corsi d'acqua superficiali e/o nel sottosuolo, non essendo generalmente accettabili i conseguenti sovraccarichi idraulici dei collettori nonché la penalizzazione dell'impianto di depurazioni legata all'eccessiva diluizione dei liquami. Per di più il collettamento di corsi d'acqua naturali all'interno della rete fognaria può indurre gravi problemi di funzionalità e conservazione nel tempo dei condotti per effetto dei sedimenti solidi normalmente veicolati dai corsi d'acqua stessi.

In sintesi, il sistema fognario deve essere completamente indipendente dal reticolo naturale, con particolare attenzione ai punti di scarico che devono essere realizzati con manufatti scaricatori idonei a consentire esclusivamente lo sversamento nei ricettori delle portate meteoriche e/o reflue (previo trattamento depurativo), senza pericolo di rientri in fognatura provocati da situazioni di rigurgito idraulico.

1.3.2 SISTEMI UNITARI E SEPARATI

I sistemi di drenaggio urbano sono usualmente classificati in sistemi unitari e sistemi separati. Nei primi, di gran lunga più frequenti a livello mondiale e in Italia, i collettori convogliano sia le acque reflue civili e industriali (queste ultime eventualmente pretrattate), sia, in occasione delle precipitazioni, le acque meteoriche. Nei sistemi separati, invece, le acque reflue sono convogliate in collettori distinti da quelli destinati alle acque meteoriche. Nei sistemi unitari i collettori sono dimensionati in base alle portate meteoriche, che risultano nettamente prevalenti rispetto a quelle reflue in occasione dei massimi eventi di progetto. Poiché la durata dei periodi piovosi è contenuta, per la maggior parte del tempo i collettori sono interessati dalle sole acque nere, con frequenti problemi di velocità troppo esigua, e conseguente possibilità di sedimentazione di solidi e d'insorgere di fenomeni anaerobici putrefattivi. D'altra parte, i sistemi unitari godono del frequente lavaggio operato spontaneamente nei periodi piovosi dalle acque meteoriche. Mediamente, quindi, una fognatura unitaria dotata di normali pendenze si mantiene abbastanza pulita, pur essendo il movimento dei reflui inquinanti verso l'impianto di depurazione caratterizzato dalla sovrapposizione di un moto pressoché uniforme nei periodi di tempo secco e di successive ondate nere in occasione dei lavaggi operati dalle portate meteoriche sulle superfici stradali e nei condotti fognari. Poiché l'impianto di depurazione può accettare in ingresso portate di poco superiori a quelle nere medie di tempo secco, il supero deve essere sfiorato direttamente nei corpi idrici ricettori per mezzo di appositi manufatti sfioratori o scaricatori, posti lungo la rete

ovunque sia possibile lo scarico in un idoneo ricettore (scaricatori di alleggerimento) o comunque all'ingresso del depuratore. Ne consegue che pervengono all'impianto, e ivi possono quindi essere trattate, le portate miste nere e bianche, normalmente definite nere diluite, che non superano i livelli di sfioro fissati negli scaricatori. Le portate di supero da recapitare nei ricettori dovrebbero essere definite in base alle condizioni idrauliche e biochimiche del ricettore (in base ai cosiddetti stream standard), onde garantire che la diluizione da questo assicurata possa condurre alla stabilizzazione degli inquinanti in tempi e spazi accettabili. Tuttavia, senza ricorrere a studi specifici per i singoli ricettori, la normale prassi progettuale e le normative del settore (ancorché differenti nei diversi Paesi, e per l'Italia differenti da regione a regione) prevedono generalmente che le portate nere diluite siano commisurate a 2,5 - 5 volte le portate nere medie; ne consegue che entreranno nell'impianto portate di prima pioggia pari a 1,5 - 4 volte le portate nere medie, con un benefico effetto ambientale legato a tale componente di trattamento depurativo. Allo scopo d'incrementare ulteriormente tale beneficio, in molti paesi sviluppati, e anche in Italia, è molto attuale l'adozione, nelle reti fognarie unitarie, di invasi aggiuntivi, o l'utilizzazione spinta dell'invaso interno delle canalizzazioni, onde trattenere temporaneamente e poi immettere verso la depurazione l'aliquota più inquinata delle acque meteoriche (cosiddette "prime acque di pioggia"), evitandone lo scarico. Numerose esperienze dimostrano infatti quanto notevole sia il contributo inquinante delle acque meteoriche scorrenti sulle normali superfici stradali urbane, ancor prima che esse siano immesse nelle reti fognarie. Nei sistemi separati i collettori destinati alle sole acque meteoriche hanno dimensioni pressoché identiche a quelle di una corrispondente rete unitaria, ma, essendo percorsi solo saltuariamente da portate meno aggressive di quelle reflue, possono essere realizzati con materiali meno pregiati di quelli dei sistemi unitari, e ancor più di quelli esclusivamente neri. La rete nera, che ha sezioni di dimensione relativamente modesta, presenta solitamente significative difficoltà di auto-pulizia, soprattutto nei centri urbani pianeggianti, legate all'assenza di lavaggio da parte delle acque meteoriche, ed essendo solitamente non funzionanti o del tutto assenti i dispositivi di cacciata. Nelle normali realizzazioni la rete bianca scarica direttamente nei ricettori, senza separare le portate di prima pioggia che per il dilavamento delle superfici stradali presentano usualmente, come già detto, contenuti inquinanti tutt'altro che trascurabili. L'adozione di un sistema separato è evidentemente favorevole nei confronti dell'impianto di depurazione, poiché le portate ad esso addotte sono solo quelle nere, con caratteristiche più concentrate e costanti. Ma dal punto di vista ambientale, tale sistema è oggi solitamente accettato, anzi consigliato, solo se il centro urbano è

destinato a uso esclusivamente residenziale; laddove, invece, sono anche presenti attività commerciali, artigianali e industriali, il conseguente inquinamento delle superfici stradali dovrebbe indurre a dotare la rete bianca di scaricatori del tutto analoghi a quelli delle reti unitarie, allo scopo d'inviare alla depurazione anche le prime piogge. In questi ultimi casi, quindi, si attenua decisamente la differenza tra sistemi unitari e separati nei confronti dei depuratori.

Peraltro, nel caso di comprensori fortemente industrializzati, nei quali le acque reflue di tempo asciutto possono essere decisamente caratterizzate dalle acque dei processi produttivi (ancorché compatibili ai sensi di Legge, o rese tali mediante pre-trattamenti, con le normali acque reflue urbane), l'adozione di un sistema separato può risultare consigliabile, per evitare di degradare ulteriormente le acque meteoriche con sostanze nocive o tossiche che inevitabilmente sarebbero poi scaricate nei ricettori. Poiché l'inquinamento delle acque meteoriche avviene principalmente ad opera del dilavamento delle superfici viarie e non dei tetti, in entrambi i casi di sistema unitario e separato è generalmente consigliata l'adozione, ove possibile, di una separazione parziale delle acque meteoriche dei tetti, separazione da attuare a monte delle reti fognarie vere e proprie, incentivando, soprattutto nelle aree di nuova urbanizzazione ove gli impianti interni sono da realizzare ex-novo, lo scarico delle acque meteoriche raccolte dai tetti, o da altre superfici del bacino non suscettibili di essere inquinate con sostanze pericolose, o verso suoli permeabili o verso il sottosuolo per mezzo di appositi pozzi perdenti o verso vicini ricettori superficiali.

Per reti di uguale estensione il costo di costruzione del sistema separato è nettamente superiore a quello del sistema unitario. Ma ancora maggiore è il suo costo di gestione. Infatti, è dimostrato che i vantaggi derivanti dalla separazione sono rapidamente vanificati dalla presenza, anche percentualmente modesta, di collegamenti di scarichi neri nei collettori bianchi, ovvero di pluviali, caditoie stradali o di altre acque di drenaggio nei condotti neri. Garantire che questi non avvengano è molto difficile per il gestore, dal momento che per l'esecutore privato dell'allacciamento è spontaneo cercare di raggiungere il condotto più vicino; inoltre, le due reti devono essere separate fin dagli impianti interni alle proprietà private, non avendo ovviamente senso che qualche significativa componente pubblica o privata del sistema resti unitaria. Per gli stessi motivi, una separazione completa ed effettiva di reti attualmente unitarie presenta gravissime difficoltà tecniche e amministrative, anche per l'inevitabile vasto contenzioso giudiziario che può derivarne; una decisione di tal tipo dovrebbe quindi essere presa solo in presenza di vantaggi ambientali decisivi e preponderanti. Sintomatiche sono a questo proposito

le direttive recentemente adottate dalla Regione Lombardia per la redazione del Piano Regionale di Risanamento delle Acque nei riguardi del settore delle pubbliche fognature.

Esse prevedono il mantenimento dei sistemi esistenti, uni-tari o separati che siano, e l'adozione di fognature separate solo per le aree di futura urbanizzazione e a uso esclusivamente residenziale; inoltre, tutte le fognature esclusivamente pluviali relative ad aree non esclusivamente residenziali dovranno essere dotate di manufatti scaricatori, al fine di convogliare alla depurazione anche le prime acque di pioggia, analogamente a quanto avviene per le reti unitarie.

1.3.3 CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA DELLE RETI

La configurazione planimetrica delle reti dipende dalle condizioni locali: tipo e ubicazione del (o dei) ricettori, livello di trattamento necessario, possibilità di mantenere in servizio la rete esistente tramite eventuali interventi di riabilitazione, altimetria e morfologia del centro urbano, ecc. Per quanto riguarda i collettori principali, si possono essenzialmente individuare due configurazioni elementari:

- configurazione perpendicolare, adatta per centri urbani degradanti abbastanza la uniformemente verso un corso d'acqua o verso un litorale lacuale o marino, in cui la disposizione del reticolo stradale consente questo tipo di assetto; i collettori principali scendono lungo la linea di massima pendenza, ottenendo così la massima economia nelle dimensioni, mentre il collettore intercettore o derivatore corre parallelamente al ricettore, fino all'impianto di depurazione; se il sistema è unitario, al termine dei collettori principali e prima della loro confluenza nel derivatore sono inseriti i manufatti scaricatori, se il sistema è invece separato, i collettori principali della rete bianca sboccano direttamente nel ricettore, mentre i collettori della rete nera si collegano all'intercettore; qualora si sia deciso di depurare anche le prime acque di pioggia, lo scarico nel ricettore dei principali collettori bianchi viene presidiato da manufatti scaricatori, atti a deviare verso l'intercettore le portate di prima pioggia;
- a configurazione a ventaglio, in cui i collettori principali confluiscono in un unico punto da cui si diparte il collettore derivatore verso l'impianto di depurazione; in corrispondenza di tale punto è localizzato lo scaricatore, se il sistema è unitario o separato con necessità di controllo depurativo anche delle prime piogge, se invece il sistema è separato

semplice, da tale punto inizia l'emissario finale per lo scarico diretto nel ricettore di tutte le acque meteoriche.

Ovviamente, nei casi specifici la configurazione della rete può risultare composta da entrambe le configurazioni elementari descritte, ovvero possono presentarsi casi intermedi.

Qualora il centro urbano sia molto esteso e/o dotato di ricettori molteplici, può aversi la coesistenza di diverse reti semplici a comporre un sistema multiplo, cioè può essere a configurazione radiale, in cui il sistema è suddiviso in più sottosistemi, ciascuno dei quali può differire per la configurazione planimetrica della rete; la centralizzazione della depurazione in un unico impianto, ottenuta attraverso il prolungamento dei collettori derivatori intercettanti tutti i sottosistemi, è generalmente perseguita per la maggiore affidabilità degli impianti di maggior dimensione e per diminuirne i costi di gestione; tuttavia, le caratteristiche orografiche e la configurazione della rete possono talvolta consigliare di frazionare la depurazione in più impianti; a terrazze, in cui la natura orografica dei siti impone di suddividere il sistema in più sottosistemi, ciascuno a servizio di una zona a quota diversa e dotato di una configurazione sua propria.

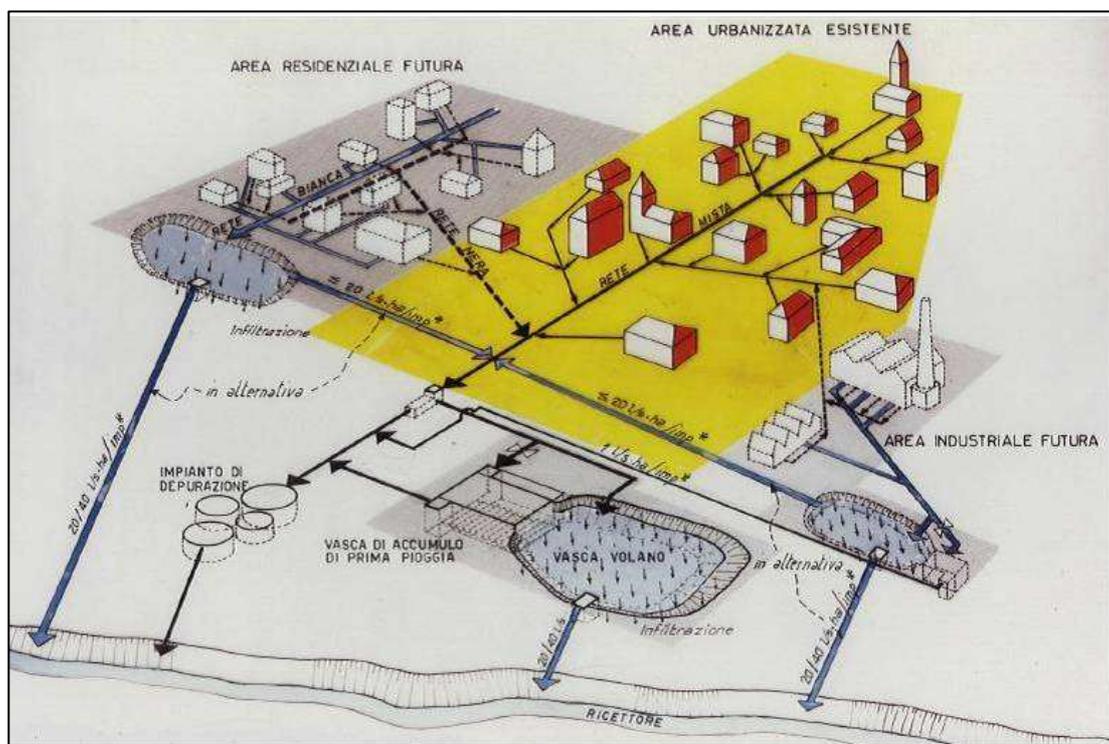


Figura 1.1 - Reti fognarie miste e separate.

1.3.4 I SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO NEL QUADRO DI UNA CORRETTA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

Va ricordato che oggi le problematiche ambientali rendono necessario l'inquadramento dei sistemi di drenaggio urbano nel più generale contesto della corretta protezione e gestione delle risorse idriche superficiali e sotterranee. Alcuni esempi possono servire a illustrare tali esigenze. Allorché il ricettore terminale sia costituito da un lago a debole ricambio idrico, occorre ricercare un difficile compromesso tra il desiderio di escludere dal lago ogni forma di inquinamento, e la necessità di non ridarvi gli apporti meteorici naturali; il primo aspetto consiglierebbe di allontanare dal lago sia gli scarichi neri che quelli di prima pioggia, il secondo consiglierebbe di non allontanare verso la depurazione le acque di prima pioggia. La soluzione ottimale consiste nell'adozione di un sistema separato, che offre una maggiore garanzia di escludere completamente dallo scarico qualsiasi componente nera, con un impianto di depurazione situato a valle del lago, ove cioè l'effluente, ancorché trattato, non possa pregiudicare l'equilibrio ecologico del lago stesso. Una rete bianca dotata di scaricatori atti ad avviare le acque di prima pioggia verso un secondo specifico impianto di trattamento, ubicato in riva al lago, provvede a non escludere da quest'ultimo i corrispondenti afflussi meteorici. La necessità di ridurre di numero e di entità gli sfioratori nei ricettori induce poi a completare i manufatti sfioratori con adiacenti vasche di accumulo temporaneo delle acque di pioggia, onde poter avviare alla depurazione una maggiore aliquota di acque meteoriche. Analogamente, la necessità di ridurre l'entità delle portate massime meteoriche scaricate nei riceventi, la cui situazione idraulica è sempre più precaria per via dell'incessante sviluppo urbanistico, lascia prevedere una larga diffusione di vasche volano, atte a evitare ulteriori sovraccarichi idraulici nei ricettori e a preservare le reti fognarie preesistenti dalle nuove portate meteoriche adottate da nuove urbanizzazioni. L'adozione di vasche di accumulo delle prime piogge e di vasche volano può essere limitata nei sistemi fognali di maggiori dimensioni utilizzando i notevoli volumi d'invaso propri dei grandi collettori, ovvero, laddove possibile, tramite l'adozione di condotti diversivi interni alla rete. Nel primo caso apposite paratoie mobili, dotate di comando asservito in tempo reale al grado di riempimento del tratto a monte del grande collettore nel quale sono inserite, restano normalmente parzializzate, in modo da lasciar defluire solo le portate nere diluite; quando poi l'evento meteorico induce portate di pioggia tali da far raggiungere un preassegnato livello di riempimento del collettore a monte, le paratoie si aprono, ripristinando la piena conducibilità idraulica del condotto. Questa gestione

ottimizzata in tempo reale degli invasi propri della rete si dimostra molto efficace soprattutto per ridurre in modo deciso l'impatto ambientale legato, come già esposto, ai troppo frequenti eventi di sfioro nei ricettori. Analogo risultato può essere ottenuto, laddove la struttura della rete lo consenta, realizzando condotti diversivi interni alla rete, che mettano in connessione i rami terminali di bacini urbani di differente dimensione e/o pendenza, al fine di decapitare il colmo degli idrogrammi di piena scolmando le portate in eccesso verso condotti, auspicabilmente contigui, caratterizzati da differenti tempi di formazione delle piene. I provvedimenti descritti possono ben integrarsi fra loro in una logica di gestione ottimizzata in tempo reale delle reti. Si può infine citare la riutilizzazione a scopo industriale o agricolo delle acque reflue trattate, previo eventuale trattamento terziario, pratica che viene oramai normalmente indicata come una misura per riequilibrare i bilanci idrici di aree deficitarie, o comunque per la riduzione dei prelievi di risorse potabili o facilmente potabilizzabili.

1.3.5 ACCORGIMENTI URBANISTICI

Si farà ora sommariamente cenno ad alcuni semplici provvedimenti che possono avere ripercussioni assai benefiche sul dimensionamento e il funzionamento delle reti di deflusso urbano, e che vanno concepiti fin dalla fase di pianificazione urbanistica delle aree da servirsi al fine di poter intervenire in modo diffuso sulle caratteristiche d'infiltrazione e d'invaso del bacino.

A questa logica che opera quanto più possibile all'origine del fenomeno da controllare (criterio noto agli anglosassoni come Best Management Practice) si riconducono provvedimenti talvolta molto semplici, quali:

- la limitazione del grado d'impermeabilità dei suoli;
- la scelta oculata dei percorsi dei deflussi superficiali;
- la dispersione in falda (laddove possibile) dei deflussi provenienti dai tetti;
- la realizzazione di invasi diffusi su tetti, parcheggi, cunette stradali;
- l'adozione di pavimentazioni porose, fino a giungere alla realizzazione delle cosiddette reti duali, ovvero costituite da una rete tradizionale sotterranea affiancata da una seconda rete di deflusso superficiale, progettata per intervenire in modo previsto e controllato solo in occasione di eventi particolarmente gravosi.

1.4 FASI DELLA PROGETTAZIONE

Nella pratica il tecnico può essere chiamato sia alla progettazione di un sistema di drenaggio urbano completamente nuovo e autonomo, sia, più frequentemente, alla progettazione di un intervento che va a interessare opere già esistenti.

1.4.1 INDIVIDUAZIONE DELLE FINALITA' E DEI CRITERI INFORMATIVI DELL'INTERVENTO

Anche se risulta difficile stilare un elenco sicuramente esaustivo, le principali finalità cui mirano le attività di progettazione nel campo dei sistemi di deflusso urbano possono così essere riassunte:

- progettazione di sistemi di drenaggio urbano a servizio di nuovi insediamenti che sono completamente autonomi nel raggiungere i corpi idrici riceventi;
- progettazione d'interventi che interessano sistemi di drenaggio esistenti, quali: estensioni e/o potenziamenti al servizio di nuove aree urbanizzate, interventi per il risanamento di reti idraulicamente insufficienti, interventi per il risanamento di reti deteriorate dal punto di vista strutturale e statico, interventi per il risanamento di reti che ingenerano danni all'ambiente.

In ogni caso, fermo restando il rispetto delle norme nazionali e dei principi fissati dai Piani Regionali o Provinciali per il risanamento, i criteri informativi dell'intervento dovranno garantire la totale compatibilità del sistema di drenaggio che complessivamente ne risulta con l'ambiente circostante. In particolare, le massime portate recapitate ai riceventi non dovranno eccederne la capacità idraulica (siano essi corsi naturali ovvero reti artificiali preesistenti), e i carichi inquinanti dovranno altresì essere opportunamente controllati, e tali da scongiurare sia episodi acuti d'inquinamento (quali quelli indotti dall'entrata in funzione di scolmatori), sia manifestazioni meno vistose ma più persistenti, e quindi altrettanto temibili per via del loro accumularsi nel tempo (quali fa troppo frequente entrata in funzione di scolmatori mal dimensionati od ostruiti).

1.4.2 CONTROLLO DEGLI SCARICHI

Nei periodi piovosi si formano nell'ambiente urbano portate meteoriche che solo entro certi limiti possono essere regolarmente accolte, convogliate, depurate e scaricate dalla rete fognaria.

Un primo limite è insito nelle caratteristiche dei processi biochimici dei normali impianti depurativi civili, per i quali non sono accettabili portate di tempo piovoso maggiori di alcune volte la portata nera media di tempo secco. Pertanto le portate esuberanti rispetto a tale limite devono essere evacuate mediante idonei manufatti ripartitori o scaricatori ubicati o lungo il tracciato della rete fognaria, ove questa transita in vicinanza di un possibile ricettore delle acque di sfioro, o comunque a monte dell'ingresso del comparto biologico dell'impianto di depurazione. L'inserimento nella rete di tali manufatti scaricatori comporta in ogni caso una uscita incontrollata di inquinanti verso il ricettore finale; il loro progetto deve essere quindi impostato in funzione delle concentrazioni e delle quantità massime degli inquinanti che nei periodi piovosi è accettabile riversare nell'ecosistema ricettore.

Un secondo limite, di carattere idraulico, è insito nelle stesse dimensioni dei collettori pluviali di convogliamento delle acque meteoriche, i quali, anche se sono commisurati a eventi rilevanti, risultano in ogni caso statisticamente limitati e insufficienti nei confronti degli eventi più rari e intensi. Analogo limite può sussistere per la capacità idraulica dei corsi d'acqua ricettori. L'esperienza mostra come l'inevitabile e incessante dinamica evolutiva dell'urbanizzazione dei Paesi sviluppati conduca a un progressivo aggravamento della situazione idraulica interna ed esterna ai centri abitati, così che i suddetti limiti idraulici appaiono sempre più evidenti e inaccettabili per la frequenza e la gravità dei danni che si manifestano in caso di insufficienza.

Sussiste quindi l'importantissimo tema del "controllo" delle portate meteoriche onde raggiungere un più elevato livello di protezione ambientale e idraulica del territorio urbano ed extraurbano.

Gli invasi propri della rete fognaria (invasi in linea) o situati all'esterno di essa (invasi fuori linea) costituiscono l'unico mezzo realmente decisivo per conseguire i citati obiettivi. Infatti essi, se appositamente studiati ed equipaggiati, assicurano una efficacissima protezione ambientale, dal momento che possono trattenere ed escludere dallo scarico una notevole percentuale degli inquinanti veicolati dalle acque meteoriche, soprattutto quelle relative all'inizio dell'evento (le cosiddette "prime piogge"), consentendone il successivo invio al trattamento depurativo. Inoltre gli invasi possono essere calcolati e realizzati in funzione degli eventi meteorici massimi in modo che in essi abbia luogo un processo di laminazione delle portate massime che riduca il pericolo di

incontrollati e pericolosi allagamenti superficiali. Mentre l'aspetto idraulico è legato agli eventi meteorici più intensi e più rari, con conseguente necessità di determinare statisticamente l'evento meteorico critico adeguato per il progetto degli invasi, l'aspetto ambientale è legato, al contrario, alla frequente successione degli sfiori che dalla fognatura fuoriescono verso i ricettori ogni qualvolta la portata veicolata supera quella, più limitata, compatibile con i processi biochimici dell'impianto di depurazione. Il progetto degli invasi destinati ad accogliere le acque di prima pioggia, con il loro carico inquinante, deve quindi far riferimento alla successione continua e frequente degli eventi di entità medio-piccola. Si tratta quindi di invasi di dimensioni molto più limitate rispetto agli invasi necessari per soddisfare le necessità di funzionalità idraulica della rete di valle; essi vengono spesso ricavati all'interno di questi ultimi o, addirittura usufruendo degli stessi collettori costituenti la rete, utilizzandone i volumi interni in modo ottimale con le più recenti tecniche di controllo in tempo reale.

Le esigenze sopra esposte valgono sia per i sistemi fognari unitari sia per quelli separati; anche in questi ultimi, infatti, la protezione ambientale e idraulica dei ricettori può richiedere non solo la laminazione delle portate di massima piena, ma anche la trattenuta delle acque di prima pioggia e il loro successivo invio alla depurazione.

In definitiva la moderna impostazione del progetto di una nuova fognatura o della riabilitazione di una esistente deve includere una oculata trattazione - e le conseguenti scelte progettuali - in merito agli invasi in linea o fuori linea idonei per una adeguata protezione idraulica e ambientale del territorio.

1.5 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E VASCHE DI LAMINAZIONE

Come detto precedentemente gli invasi destinati alla protezione idraulica del territorio nei confronti dei massimi eventi di piena sono qui denominati "vasche volano" o "vasche di laminazione", mentre quelli destinati ad accogliere e trattenere le acque di prima pioggia sono denominati "vasche di prima pioggia".

Sia le vasche volano che le vasche di prima pioggia possono, in linea di principio, essere realizzate o in linea o fuori linea; peraltro nella maggioranza dei casi le notevoli dimensioni necessarie alle vasche volano implicano una loro realizzazione separata dalla rete. Nel primo caso (vasche in linea) l'invaso è costituito da un tronco fognario di sezione maggiorata (cosiddetto "supertubo") rispetto a quella normale della fognatura; se la portata è ridotta, la

corrente ne percorre la cunetta di fondo e ne fuoriesce senza invasare; per portate maggiori la corrente si allarga e si invasa nella sezione maggiorata. Il controllo della dinamica dell'invaso è legato alle caratteristiche idrauliche della bocca d'uscita (bocca di controllo), la cui accurata progettazione è decisiva per ottenere il desiderato effetto d'invaso. Nel secondo caso (vasche fuori linea) figura 1.2 l'invaso è realizzato separatamente dalla rete fognaria e viene interessato dalla corrente solo quando la portata fognaria supera un prefissato valore e sfiora da un apposito manufatto ripartitore (scaricatore) ubicato subito a monte dell'invaso. Il controllo della dinamica dell'invaso è in questo caso legato alle caratteristiche idrauliche sia del manufatto ripartitore, che regola la portata entrante nell'invaso, sia della bocca di controllo all'uscita dello stesso.

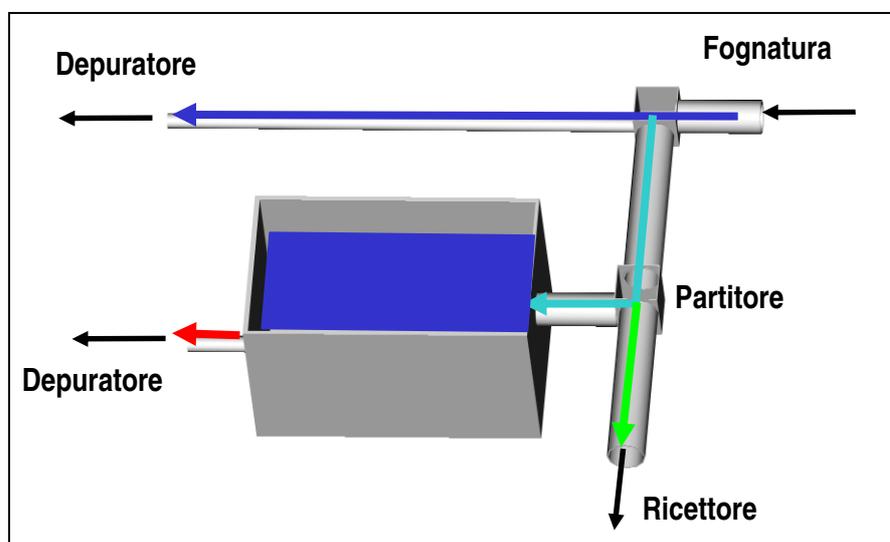


Figura 1.2 - Vasca di prima pioggia fuori linea.

Gli schemi indicati in Figura 1.3 si riferiscono a casi in cui, non essendo previste né vasche di prima pioggia né vasche volano, il controllo delle portate defluenti verso valle è effettuato mediante la sola interposizione di uno scaricatore che devia verso lo scarico le portate eccedenti il valore limite ammesso nella rete di valle (scaricatori di alleggerimento) o nell'impianto di depurazione. Gli schemi indicati in Figura 1.4 si riferiscono a casi in cui vengono previste vasche di prima pioggia in linea o fuori linea, per sistemi unitari o separati.

Gli schemi indicati in Figura 1.5 si riferiscono a casi in cui un unico invaso è realizzato per entrambe le finalità ambientale e idraulica, per sistemi unitari o separati. L'invaso è quindi costituito da due settori idraulicamente indipendenti; il primo, più piccolo, per le acque di prima pioggia, il secondo per la laminazione delle acque meteoriche massime. Senza entrare ora nel

merito dell'ingegneria di tali vasche è opportuno segnalare che gli involucri fuori linea sono maggiormente consigliabili, anche se non mancano numerose realizzazioni di schemi in linea. Le vasche fuori linea consentono, infatti, di ben separare i deflussi di base, che proseguono indisturbati lungo la rete, da quelli che sfiorano nella vasca di prima pioggia e da quelli che, successivamente, sfiorano nella vasca volano. In particolare l'efficacia ecologica della vasca di prima pioggia è ottimale se questa, una volta riempita, non viene più interessata dalle portate in arrivo e dalla conseguente miscelazione con acque meno cariche.

In conclusione per il controllo ambientale e idraulico dei deflussi fognari sono necessari uno o più dei seguenti manufatti:

- Scaricatori o ripartitori;
- Vasche di prima pioggia;
- Vasche volano o di laminazione.
- Condotte sottomarine

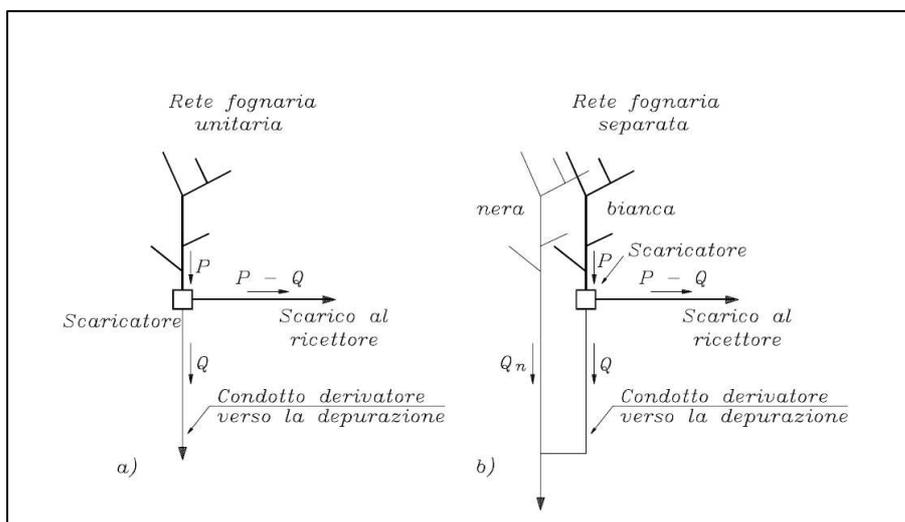


Figura 1.3 - Schemi di reti unitarie a) e separate b) con manufatto ripartitore (SCARICATORE).

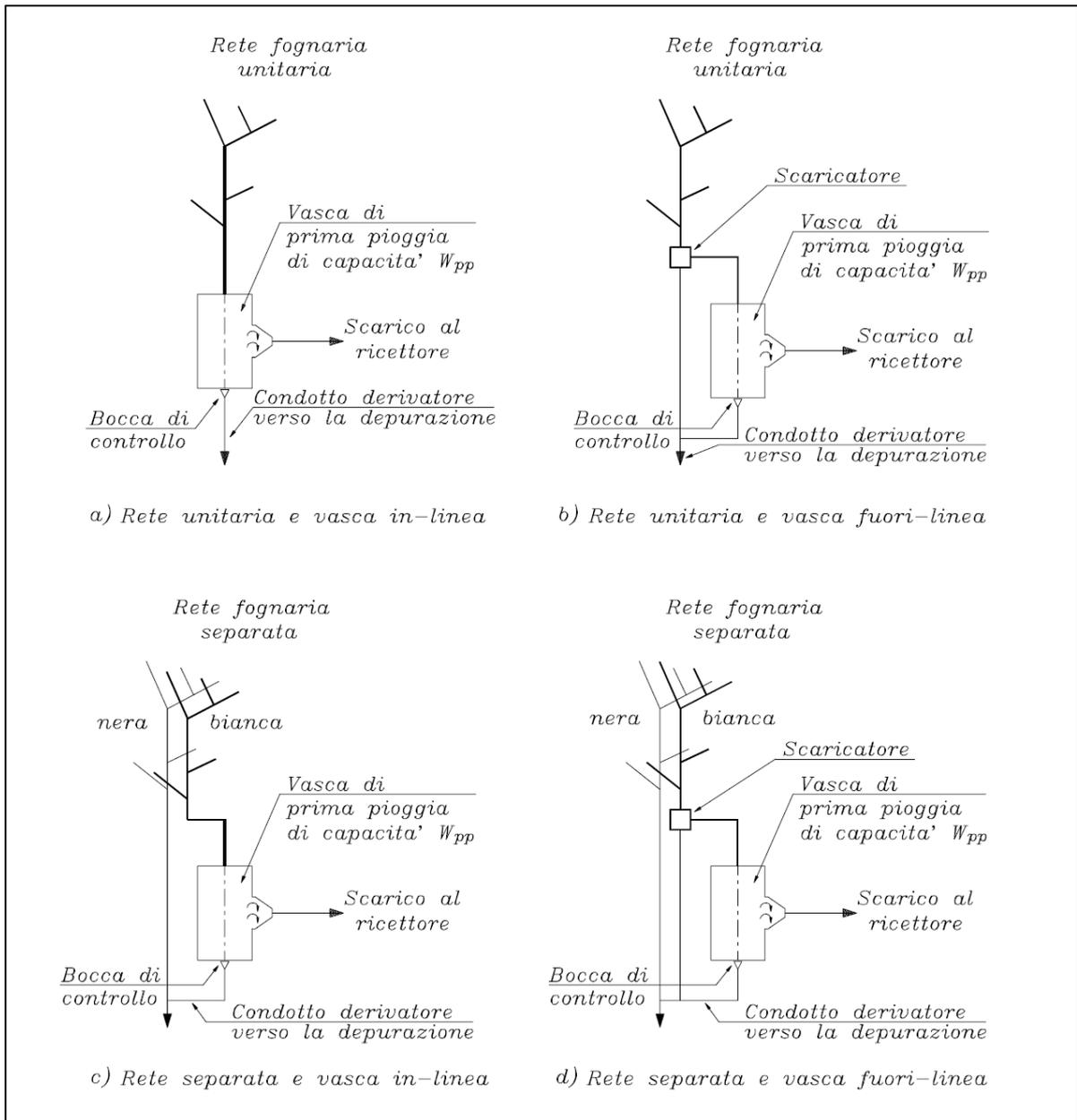


Figura 1.4 - Schemi di reti unitarie e separate con vasca di prima pioggia, in linea e fuori linea.

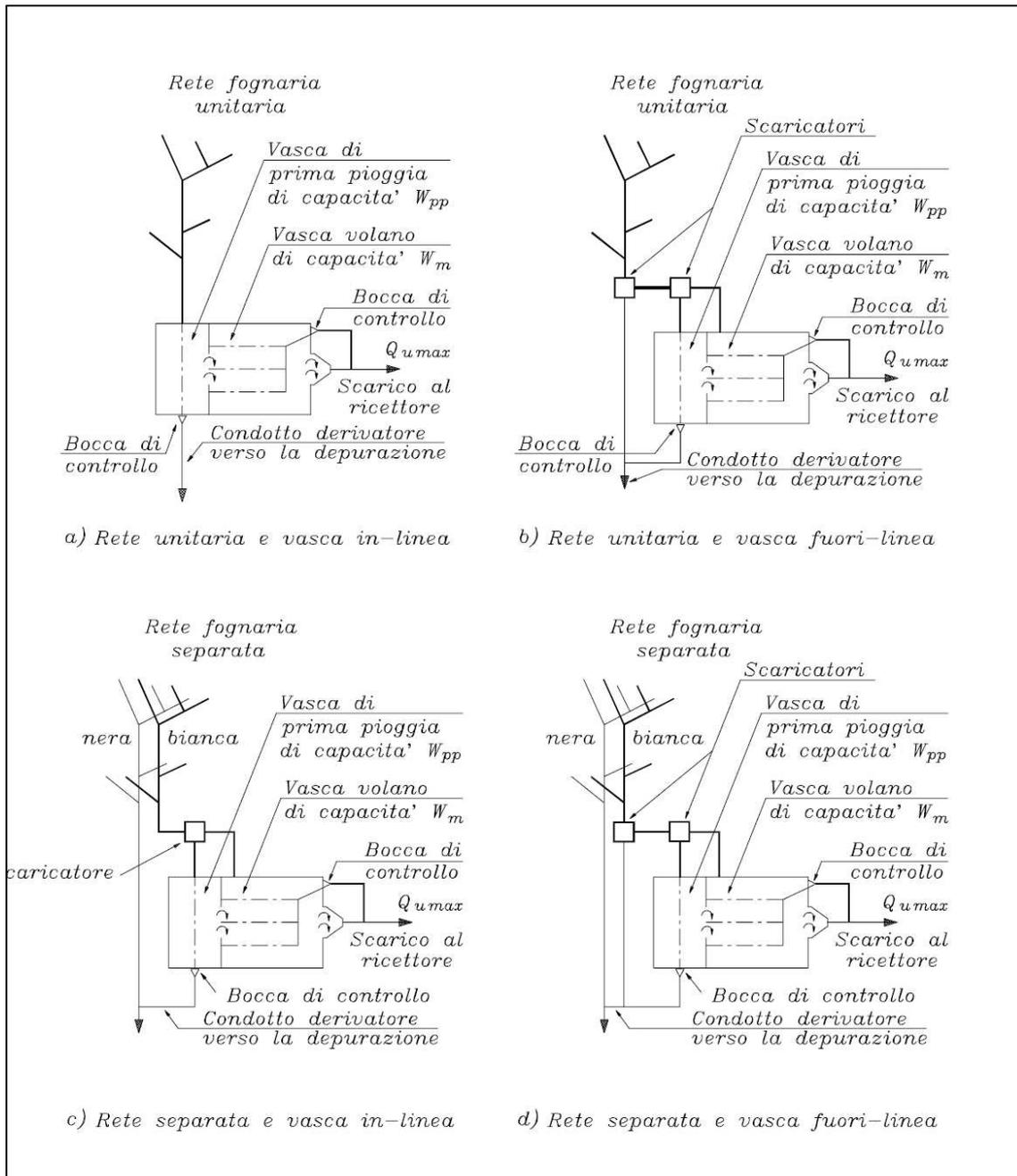


Figura 1.5 - Schemi di reti unitarie e separate con vasca di prima pioggia e vasca volano, in linea e fuori linea.

1.6 SCARICATORI

Con riferimento agli schemi di Figura 1.3 il progetto degli scaricatori (per gli aspetti più prettamente ingegneristici, dimensionali e costruttivi) è legato alla determinazione della portata di soglia Q_{nd} , in caso di rete unitaria, o Q_{hd} , in caso di rete esclusivamente pluviale, oltre la quale inizia lo sfioro verso il ricettore. Questa portata di soglia Q_{nd} o Q_{hd} è definita:

- per gli scaricatori di alleggerimento, in funzione della massima portata accettabile dalla rete di valle;
- per gli scaricatori ubicati all'ingresso dell'impianto di depurazione, in funzione della massima portata che quest'ultimo può trattare nei periodi di pioggia.

In particolare per la definizione di Q_{nd} (o di Q_{hd}), si deve tener presente che quando in tempo di pioggia arrivano allo scaricatore portate crescenti oltre il valore di soglia, e conseguente-mente si verifica lo scarico verso il ricettore, la portata derivata verso valle non si mantiene necessariamente costante e pari al valore di soglia Q_{nd} (o Q_{hd}) prefissato per l'inizio del processo di scarico, ma può aumentare, in relazione alle caratteristiche idrauliche del manufatto, all'aumentare delle portate in arrivo, per effetto dell'incremento del livello idrico e quindi dell'energia della corrente. Perciò una corretta progettazione dello scaricatore dovrà valutare] attentamente questa differenza tra la massima portata convogliata a valle nell'istante di massimo colmo e la portata di soglia. t In generale la progettazione dei manufatti ripartitori deve rispondere a due esigenze:

- assicurare, dal punto di vista idraulico, una buona efficienza ai vari regimi di funzionamento, in modo da ridurre convenientemente le portate immesse nel derivatore e conseguentemente le dimensioni e i costi dello stesso;
- garantire, dal punto di vista ambientale, che lo scarico delle acque sfiorate verso il ricetto, re non si traduca in una fonte di inquinamento inaccettabile.

Quest'ultima esigenza dipende dal fatto che le portate fognarie sono inquinate non solo per la presenza, nei sistemi unitari, delle acque nere, ma anche per l'inquinamento raccolto e convogliato in fognatura dalle acque meteoriche, Infatti le acque meteoriche sono cariche delle sostanze inquinanti raccolte sia nell'attraversamento dell'atmosfera (fall-out\ umido), sia nello scorrimento sulle superfici del bacino drenato, interessate dalla deposizione che avviene nei periodi asciutti dall'atmosfera (fall-out secco) e dagli scarichi tipici dell'ambiente urbano (traffico automobilistico, deiezioni animali, residui vari delle attività industriali e commerciali, ecc.). La concentrazione di questi inquinanti può essere, in qualche caso, altrettanto significativa di quella delle acque nere, soprattutto nella fase iniziale dell'evento meteorico (first foul flush). In questa fase, infatti, si può anche verificare il risollevarimento dal fondo dei collettori dei materiali sedimentati nei periodi di tempo asciutto, Questo fa sì che la concentrazione degli inquinanti in tale fase aumenti con l'aumentare della portata e che solo in una fase successiva essa

diminuisca per effetto della diluizione. Numerose esperienze in Italia e all'estero hanno dimostrato che, a causa sia della presenza di inquinanti nelle acque meteoriche sia del first foul flush, il nucleo centrale dell'onda di piena in arrivo, sfiorato dallo scolmatore verso lo scarico superficiale, può essere caratterizzato da elevati valori delle concentrazioni di inquinanti. In Gran Bretagna, per esempio, viene ritenuta ragionevole una stima del carico annuo rilasciato nei ricettori dagli scarichi di piena pari al 35% del totale carico inquinante prodotto, mentre la statunitense Environmental Protection Agency riferisce che le fonti diffuse d'inquinamento urbano causano circa il 20% dell'inquinamento fluviale americano. Allo scopo di limitare i pericoli derivanti da questi carichi inquinanti possono essere messi a punto dei manufatti che, con un opportuno funzionamento idraulico, concentrino verso di uscita al depuratore la massima parte dei solidi sospesi. Lo studio di numerosi casi pratici ha però evidenziato che, per ottenere una efficace riduzione del carico inquinante riversato nei ricettori naturali, è comunque necessario ridurre al minimo sia il volume annuo complessivamente sfiorato che il numero annuo degli scarichi. L'ottenimento di questo obiettivo non può prescindere, evidentemente, dall'adozione combinata di scaricatori e vasche di prima pioggia.

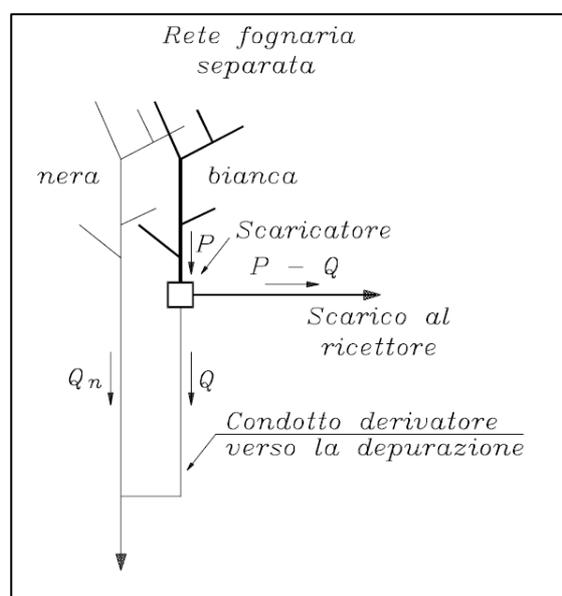


Figura 1.6 - Schemi di reti unitarie e separate con manufatto ripartitore (scaricatore).

CAPITOLO 2 – TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI INVASI PER IL CONTROLLO QUALI-QUANTITATIVO DELLE ACQUE METEORICHE

2.1 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Come in parte già descritto nel primo capitolo i provvedimenti più comunemente adottati per la risoluzione o riduzione delle problematiche idraulico-ambientali legate alle precipitazioni possono essere suddivisi in tre categorie:

- Interventi localizzati: consistono nella realizzazione di invasi che hanno la funzione di accumulare provvisoriamente una parte dei volumi idrici derivanti dagli eventi meteorici, per inviarli successivamente alla depurazione (vasche di prima pioggia) o per restituirli alla rete a valle e al ricettore con portata con essi compatibile (vasche volano).
- Interventi diffusi: sono distribuiti sull'intera area urbanizzata e vengono solitamente indicati con l'acronimo BMP (Best Management Practices) o SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems). Ne esistono di svariate tipologie, ma l'obiettivo è circa lo stesso per tutte, ovvero favorire l'infiltrazione nel suolo della precipitazione.
- Interventi non strutturali: non comportano la realizzazione di manufatti o strutture; hanno lo scopo di sfruttare al meglio la rete di drenaggio esistente, massimizzandone la capacità d'invaso, o di ridurre gli inquinanti che entrano in fognatura.

Nelle più recenti urbanizzazioni, soprattutto negli Stati Uniti e in alcuni Paesi europei, si è assistito spesso alla combinazione di questi interventi, i quali hanno mostrato buoni risultati purché correttamente gestiti e mantenuti. In Italia, gli interventi di tipo diffuso e quelli non strutturali sono poco utilizzati e il controllo quali-quantitativo degli scarichi è nella maggior parte dei casi affidato agli invasi.

2.1.1 INVASI

Gli invasi costituiscono sicuramente il mezzo più efficace per assicurare la protezione idraulica ed ambientale del territorio urbano ed extraurbano.

Come detto dal punto di vista della destinazione se ne distinguono due tipologie:

- Vasche volano (o di laminazione): calcolate e realizzate in funzione degli eventi meteorici massimi, permettono la laminazione delle portate di piena così da ridurre il pericolo di allagamenti superficiali, dovuti a insufficienza dei condotti o del corso d'acqua ricettore.
- Vasche di prima pioggia: trattengono, escludendola dallo scarico, una notevole percentuale degli inquinanti veicolati dalle acque meteoriche, soprattutto quelle relative all'inizio dell'evento, permettendone il successivo invio all'impianto di depurazione o il loro trattamento in situ.

Mentre l'aspetto idraulico è legato alle precipitazioni più intense e più rare, con la conseguente necessità di determinare statisticamente l'evento critico adeguato per il progetto degli invasi, l'aspetto ambientale dipende dalla durata del tempo secco che precede l'evento pluviometrico e dalla frequenza e intensità degli eventi stessi.

Tutte queste considerazioni, è bene ricordarlo, valgono sia per i sistemi fognari unitari che per quelli separati. Per quanto riguarda la localizzazione rispetto alla rete fognaria, entrambe le tipologie di vasche possono essere realizzate in linea o fuori linea; nella pratica, però, le notevoli dimensioni delle vasche volano implicano quasi sempre una loro ubicazione separata dalla rete.

- Vasche in linea: l'invaso è costituito da un collettore di sezione maggiorata rispetto a quella normale della fognatura. Per portate inferiori al valore prefissato la corrente percorre il collettore e fuoriesce senza invasare; per portate superiori la corrente si allarga ed ha inizio l'invaso. La dinamica di tutto il processo dipende dalle caratteristiche idrauliche del dispositivo di uscita che, dunque, deve essere accuratamente progettato.
- Vasche fuori linea: l'invaso, ricavato in derivazione rispetto ai collettori fognari, viene interessato dalla corrente solo nel momento in cui la portata supera il limite prefissato e sfiora da un apposito manufatto di separazione (scaricatore di piena). In questo caso, quindi, la dinamica dell'invaso è legata alle caratteristiche idrauliche sia del manufatto di separazione, sia della bocca di uscita.

Dal punto di vista dell'efficacia gli invasi fuori linea risultano migliori, in quanto consentono di separare in modo efficace i deflussi di base, che proseguono indisturbati lungo la rete, da quelli che sfiorano nell'invaso. In questi ultimi anni si è assistito ad una progressiva diversificazione delle tipologie costruttive degli invasi, in funzione delle problematiche che sono chiamati a risolvere e, soprattutto, per l'esigenza di rendere sempre più efficiente e meno onerosa la gestione. I principali limiti dei bacini di accumulo, quali interventi per il controllo degli scarichi in tempo di pioggia, si hanno negli investimenti economici richiesti con la loro realizzazione.

L'inserimento paesaggistico-ambientale di queste opere può essere estremamente importante, tenuto conto delle ampie superfici necessarie (in particolar modo per le vasche di laminazione) e dei possibili impatti negativi in caso di non corretta progettazione e gestione:

cattivi odori, scarsa igiene, pericolo di esondazione nelle zone limitrofe, possibile infiltrazione in falda di acqua inquinata.

Dal punto di vista dell'efficacia gli invasi fuori linea risultano migliori, in quanto consentono di separare in modo efficace i deflussi di base, che proseguono indisturbati lungo la rete, da quelli che sfiorano nell'invaso.

In questi ultimi anni si è assistito ad una progressiva diversificazione delle tipologie costruttive degli invasi, in funzione delle problematiche che sono chiamati a risolvere e, soprattutto, per l'esigenza di rendere sempre più efficiente e meno onerosa la gestione.

I principali limiti dei bacini di accumulo, quali interventi per il controllo degli scarichi in tempo di pioggia, si hanno negli investimenti economici richiesti con la loro realizzazione. L'inserimento paesaggistico-ambientale di queste opere può essere estremamente importante, tenuto conto delle ampie superfici necessarie (in particolar modo per le vasche di laminazione) e dei possibili impatti negativi in caso di non corretta progettazione e gestione: cattivi odori, scarsa igiene, pericolo di esondazione nelle zone limitrofe, possibile infiltrazione in falda di acqua inquinata.

2.2 TIPOLOGIA COSTRUTTIVA DEGLI INVASI

Le tipologie costruttive degli invasi, sia quelli di laminazione, sia quelli di prima pioggia, si sono andate sempre più diversificando, con il principale obiettivo di rendere la gestione più efficiente e meno onerosa. Un'attenta considerazione delle esigenze gestionali è infatti decisiva per procedere ad una corretta progettazione: la diffusione degli invasi ha messo in evidenza l'importanza di una gestione automatizzata e affidabile, atta a garantire il mantenimento delle caratteristiche igieniche ottimali mediante operazioni di rimozione del materiale sedimentato e di lavaggio e pulizia a seguito di ciascun ciclo di riempimento-svuotamento. Da questa necessità derivano notevoli conseguenze nei riguardi dell'impostazione progettuale degli invasi:

- l'invaso deve essere suddiviso in più comparti, caratterizzati da diverse frequenze di entrata in funzione, in modo da facilitare le operazioni di pulizia alla parte di infrastruttura effettivamente interessata dall'evento;

- la dimensione e la geometria di ciascun comparto, o camera, in cui viene suddiviso l'invaso sono correlate con il sistema di lavaggio prescelto (quest'ultimo è opportuno che sia automatizzato);
- in alcuni casi, ad esempio quando l'invaso è molto prossimo ad aree abitate, può essere necessario prevederne la copertura e la deodorizzazione, che si ottiene mediante aspirazione dell'aria presente nei comparti coperti, mantenuti quindi in leggera depressione, con trattamento e allontanamento della stessa attraverso appositi camini.

L'attuale tecnica costruttiva affronta queste problematiche attraverso molteplici accorgimenti: impermeabilizzazione completa o parziale, copertura e mascheramento, predisposizione di aree di espansione dell'invaso per far fronte a eventi meteorici particolarmente gravosi, controllo accurato del funzionamento dei manufatti, sistemazione a verde pubblico attrezzato delle aree limitrofe, ecc.

In linea generale le vasche di prima pioggia sono dei manufatti di dimensioni contenute, sempre impermeabilizzati e talvolta coperti, dotati di sistemi di manutenzione automatici.

Le vasche volano hanno di solito dimensioni molto maggiori, ma costruttivamente possono essere più semplici: fra quelle esistenti il caso più frequente è costituito da depressioni naturali o artificiali del suolo, opportunamente sagomate e dotate di manufatti di immissione e di svuotamento.

Tuttavia, sempre più di frequente, a causa di vincoli di tipo urbanistico (scarsa disponibilità di spazio nelle aree densamente urbanizzate) o per le caratteristiche delle acque da invasare (soprattutto nel caso di reti fognarie miste), vengono adottate anche per le vasche volano tipologie costruttive più complesse e costose, simili a quelle usate per le vasche di prima pioggia. Infine è piuttosto diffusa l'esigenza di realizzare manufatti in grado di assolvere entrambe le funzioni, ovvero invasare provvisoriamente le acque di prima pioggia per poi inviarle alla depurazione e laminare l'onda di piena da consegnare al recapito finale quando questo presenta una limitata ricettività idraulica [Paoletti et al., 1997].

Nei paragrafi seguenti vengono analizzate le soluzioni costruttive per gli invasi più usate, distinguendo, per semplicità di esposizione, fra:

- invasi a cielo aperto;
- invasi chiusi interrati.

CAPITOLO 3 – CARATTERISTICHE TECNICHE VASCHE DI LAMINAZIONE E VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

3.1 VASCHE DI LAMINAZIONE

Come detto nel primo capitolo l'urbanizzazione, aumentando sensibilmente l'estensione delle superfici impermeabili, comporta un'importante alterazione delle frazioni di pioggia infiltrata, da un lato aumentando il deflusso superficiale e quindi i contributi di piena, dall'altro riducendo la ricarica delle falde.

In quest'ottica la legge ha previsto che per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una "Valutazione di compatibilità idraulica".

Scopo fondamentale della valutazione è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto delle possibili alterazione del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare. Per i nuovi strumenti urbanistici, o per le varianti, dovranno essere analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le zone di tutela e fasce di rispetto a fini idraulici ed idrogeologici nonché dettate le specifiche discipline per non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico, fino ad indicare tipologia e consistenza delle misure compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche.

La valutazione di compatibilità idraulica ha un duplice scopo:

- In primo luogo deve essere verificata l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze tra i dissesti idraulici presenti e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione della variante. I relativi studi di compatibilità idraulica potranno prevedere anche la realizzazione di interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.
- In secondo luogo va quantificato l'incremento del coefficiente di deflusso ed il conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica".

In linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene. Potrà essere preso in considerazione il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente come misura complementare in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace.

Lo studio idrologico annesso alla valutazione della compatibilità idraulica dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare. Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a:

- 0.1 per le aree agricole;
- 0.2 per le superfici permeabili (aree verdi);
- 0.6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...);
- 0.9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....).

Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

La classificazione è riportata nella seguente tabella.

Classe di Intervento		Definizione
Trascurabile potenziale	impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 3.1

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;

- nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10-3 m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione.

Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata. Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.

Riguardo alle dimensioni degli invasi, secondo il genio civile di Padova è necessario garantire una capacità di invaso minima pari a 300 m³/hm², indicazione spesso recepita dai consorzi di bonifica veneti. Tuttavia, più precise determinazioni sono da eseguirsi, particolarmente nel caso di marcate impermeabilizzazioni.

Per la realizzazione di misure compensative, i volumi necessari possono essere ricavati secondo le seguenti principali modalità:

- realizzazione di parte o di tutte le superfici impermeabilizzate utilizzando materiali in grado di far infiltrare parte della precipitazione (e.g. grigliati erbosi);
- sovradimensionamento dei collettori di raccolta delle acque bianche;
- disposizione di vasche interrato per la laminazione delle portate;
- predisponendo o ampliando fossati di scolo;

- maggiorando scoline e drenaggi nel caso di superfici stradali impermeabili;
 - individuando aree verdi temporaneamente esondabili, da adibirsi a superfici di invaso;
 - creando volumi riempiti con materiale granulare poroso nelle parti concave delle aree a verde;
- Misure complementari sono quelle volte ad aumentare l'infiltrazione nel terreno e possono essere realizzate per mezzo di:
- bacini di infiltrazione. Raccolgono i deflussi dalle zone circostanti e ne consentono l'infiltrazione in tempi successivi;
 - canali filtranti. Sono costituiti da trincee in grado di far filtrare nel terreno parte della portata;
 - pavimentazioni filtranti. Costituite da superfici alveolari di materiale lapideo o sintetico.



Figura 3.1 – Schema di una vasca di laminazione al servizio di un parcheggio.

3.1.1 PROGETTAZIONE VASCHE DI LAMINAZIONE

Per progettare un invaso di laminazione in modo rigoroso, senza ricorrere alle formulazioni semplificate, occorre fare riferimento alle equazioni che consentono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico di una vasca volano.

I fattori che influiscono nel processo di laminazione sono tre: il volume della vasca, la sua geometria e le caratteristiche della bocca di scarico.

Solitamente la geometria della vasca e le caratteristiche della bocca di scarico vengono definite a priori, salvo successivi affinamenti, quindi l'unica incognita rimane il volume che è necessario assegnare alla vasca per ridurre la portata massima in uscita al valore $Q_{u,max}$ comunque inferiore al valore della portata massima entrante $Q_{e,max}$.

La laminazione è governata da tre equazioni fondamentali:

1) l'equazione di continuità della vasca:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = dW(t)/dt$$

dove:

$Q_e(t)$ portata entrante nella vasca, variabile nel tempo, dipendente dall'evento pluviometrico e dalle caratteristiche del bacino e della rete drenante;

$Q_u(t)$ portata in uscita dalla vasca, variabile nel tempo e dipendente dalle caratteristiche dello scarico;

$W(t)$ volume invasato nella vasca all'istante t .

2) l'equazione che rappresenta il legame, esclusivamente geometrico, esistente tra il volume invasato nella vasca e livello idrico nella stessa:

$$W(t) = W(h(t))$$

3) l'equazione che rappresenta il legame tra portata in uscita e il tempo. Nei manufatti di scarico fissi essa dipende dal tempo attraverso il livello idrico $h(t)$:

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

La risoluzione del sistema di equazioni viene spesso affrontata con metodi che si basano su ipotesi semplificative sull'andamento di $Q_e(t)$ e sulle leggi di efflusso attraverso lo scarico, con lo scopo comunque di determinare il volume da assegnare alla vasca affinché la portata in uscita possa essere limitata a $Q_{u,max}$.

Tra questi metodi semplificati si ricordano quelli:

- basati sul metodo dell'invaso (Moriggi e Zampaglione (1978); Paoletti e Rege Gianas (1979); Gottardi e Maglionico (2008));
- basati sul metodo cinematico (Alfonsi e Orsi (1987); Gottardi e Maglionico (2006));
- basati su ietogrammi sintetici (Modica, 1996).

I metodi di Moriggi e Zampaglione (1978), Paoletti e Rege Gianas (1979) e di Alfonsi e Orsi (1987) partono da alcune ipotesi di base, ossia che la vasca all'istante iniziale sia vuota e che l'andamento delle piogge (ietogramma) e la portata in uscita dalla vasca rimangano costanti. I metodi di Maglionico e Gottardi (2006 e 2008) rimuovono alcune di queste ipotesi e in particolare considerano il dimensionamento dell'invaso con portata in uscita non costante. Il metodo proposto da Modica (1996) cerca di rimuovere ulteriori ipotesi e considera una portata in uscita costante e un'intensità di pioggia variabile o una portata di uscita variabile e intensità di pioggia sia costante sia variabile.

Ad ogni modo, è ormai piuttosto comunemente accettata l'opinione che questi metodi pratici sottostimano il volume necessario per il corretto dimensionamento dell'invaso. I metodi sopra citati sono tutti legati dal limite tener conto di un rischio di eventi ravvicinati, dovuto dall'uso della curva di possibilità pluviometrica che, come è noto, non fornisce alcuna informazione sulle piogge antecedenti e seguenti a quelle di durata prefissata. Si ritiene che qualora si decidesse di utilizzare le metodologie sopra ricordate, al fine di una maggior cautela, sarebbe opportuno aumentare il volume ottenuto del 20 - 30%.

Per risolvere questa approssimazione è possibile ricorrere a metodi dettagliati, con l'adozione di modelli di simulazione dinamici. Questi permettono di valutare il comportamento reale della vasca e del dispositivo di uscita, attraverso la simulazione di eventi reali o mediante l'impiego di serie storiche di piogge.

Per il dettaglio dei metodi di calcolo si rimanda comunque ai testi ed alle pubblicazioni citate in bibliografia (AA.VV, Sistemi di Fognatura, 1997), qui si ricorda semplicemente come sia possibile individuare il volume da assegnare all'invaso noti l'idrogramma delle portate e la portata massima smaltibile.

Occorre quindi ricordare che, mentre per quanto riguarda il dimensionamento dei collettori della rete sono molto importanti le intensità di pioggia, e quindi le portate massime, per quanto riguarda le vasche di laminazione assume un'importanza preponderante il volume di pioggia di un evento meteorico. Ne consegue che gli eventi di pioggia che sono critici in termini di portata defluita, non lo sono in genere per quanto concerne i volumi invasati in vasca: in particolare la

durata di pioggia che risulta critica per una vasca è superiore a quella critica per la rete di deflusso.

Quindi al variare della durata dell'evento pluviometrico varia la sua intensità e di conseguenza l'idrogramma ed il corrispondente volume da assegnare alla vasca di laminazione.

Da queste considerazioni risulta evidente che i metodi basati o sul metodo dell'invaso o sul metodo cinematico per prima cosa devono individuare la durata dell'evento pluviometrico critico, e successivamente il volume dell'invaso.

Ad esempio il metodo di Moriggi-Zampaglione propone le seguenti equazioni:

$$t_v = 1/C (Q_{u \max} / \varphi n a A)$$

dove:

t_v tempo critico della vasca;

C coefficiente legato al rapporto di laminazione m e all'esponente n della curva di possibilità pluviometrica;

$Q_{u \max}$ portata massima scaricabile;

φ coefficiente di afflusso;

n, a coefficienti della curva di possibilità pluviometrica;

A area totale;

m rapporto di laminazione (rapporto tra la portata di progetto in arrivo all'interno della vasca e la massima portata che può essere restituita).

Ed il volume dell'invaso si ottiene da:

$$W = \varphi a A t_v [0.95 - (1/ m)]$$

Considerare però la portata in uscita costante significa individuare la minima capacità di invaso necessaria per conseguire la desiderata laminazione. E' quindi evidente che riuscire a garantire la portata in uscita dall'invaso costante significa anche avere i volumi minimi dell'invaso stesso.

L'organo di scarico degli invasi è pertanto uno degli elementi più importanti dell'invaso stesso.

Nel caso di efflusso a gravità, con dimensione della bocca di uscita costante, la portata è definibile dalla seguente equazione:

$$Q = \mu . A . \sqrt{ 2 . g . h}$$

dove:

Q portata uscente;

μ coefficiente di efflusso;

A area della bocca di efflusso;

h carico idraulico sulla bocca di efflusso.

Il coefficiente d'efflusso μ dipende dalla contrazione che la vena effluente subisce nell'attraversamento della bocca; esso è quindi legato alla geometria della bocca stessa e alla quota del pelo libero, e quindi al carico h.

La luce A non deve mai essere inferiore a una dimensione minima, dell'ordine di 20 - 25 cm, necessaria per evitare rischi di intasamento.

Per avvicinarsi al funzionamento di portata in uscita costante, nel caso di scarichi a gravità, spesso si ricorre a dispositivi come le bocche a battente a luce variabile, in cui le bocche di uscita sono dotate di paratoie regolabili, il cui grado di apertura è comandato, mediante galleggiante o segnale elettrico, dal livello idrico nell'invaso: all'aumentare del carico h, si riduce automaticamente la luce d'efflusso efficace A, in modo da mantenere approssimativamente costante la portata. La sagoma geometrica della paratoia è studiata dai costruttori in modo da ottimizzare il funzionamento in fase di parzializzazione.

Oppure si possono adottare dei dispositivi come le bocche a vortice (hydrobrake) che intervengono sul coefficiente di efflusso, riducendone il valore all'aumentare della portata, pur mantenendo la geometria del dispositivo fissa.

3.2 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

A causa delle interazioni tra precipitazione, atmosfera e superfici dilavate, particolare rilevanza ambientale assumono le cosiddette acque di prima pioggia: esse sono costituite dal volume d'acqua meteorica di scorrimento defluito durante la prima parte della precipitazione. Tale frazione di pioggia è caratterizzata da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti e richiedono particolari procedure di smaltimento.

La necessità di avviare al trattamento le acque di prima pioggia richiede la predisposizione di opportuni volumi di immagazzinamento, vasche di prima pioggia, che consentano di immagazzinare tali acque onde rispettare le ridotte portate che caratterizzano normalmente gli impianti di depurazione. Soluzioni alternative più recenti, ma ancora sperimentali, sono costituite da impianti filtranti in grado di trattare in continuo la portata defluente. Tali impianti sono normalmente utilizzati nelle situazioni in cui non sia possibile inviare le acque di prima pioggia a vicini impianti di trattamento o per le quali sia consigliabile la depurazione di una maggiore frazione delle acque di dilavamento.

Vasche di prima pioggia di tipo tradizionale.

Nella pratica corrente, le acque di prima pioggia vengono separate da quelle successive (seconda pioggia) e rilanciate all'unità di trattamento (Dissabbiatori, Disoleatori, etc) tramite un bacino di accumulo interrato di capacità tale da contenere il volume d'acqua corrispondente ai primi 5mm di pioggia caduta sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto.

3.2.1 FUNZIONAMENTO E DIMENSIONAMENTO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Il funzionamento di una vasca di "prima pioggia" è tale per cui una volta riempita, entra in funzione uno sfioratore di superficie, per cui tutte le acque da quel momento in poi possono essere immesse direttamente nel corpo idrico ricettore o nell'eventuale vasca di laminazione a monte del ricettore stesso.

Il bacino è preceduto da un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque di seconda pioggia dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nel bacino raggiunge il livello della soglia dello stramazzo. Nel bacino è di solito prevista una pompa di svuotamento che viene attivata automaticamente da una sonda rivelatrice di pioggia.

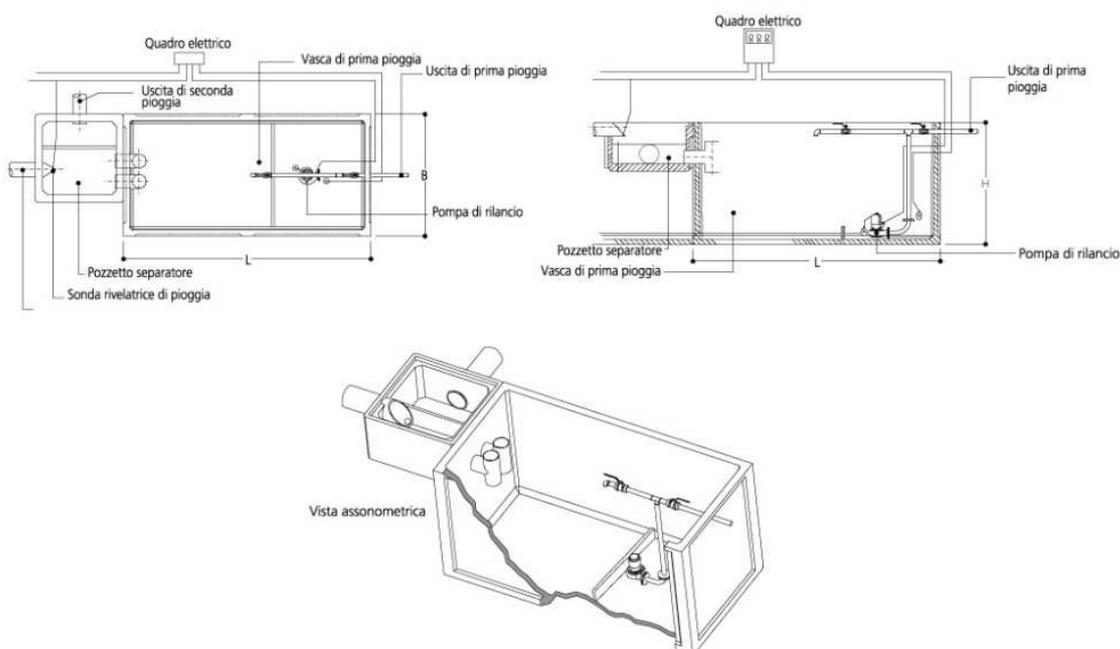


Figura 3.2 – Schema di vasca prima pioggia e relativo pozzetto di separazione.

Le acque accumulate nella vasca di prima pioggia vengono gradualmente inviate alla rete fognaria nera e quindi veicolate verso l'impianto di trattamento.

Per il dimensionamento delle vasche si deve fare riferimento agli aspetti di qualità delle acque. In linea generale possono essere dimensionate secondo due metodi:

- criteri che non tengono conto in modo diretto delle caratteristiche del corpo idrico ricettore;
- criteri che analizzano in modo integrato il sistema fognario e il corpo idrico ricettore.

Nel primo metodo il volume viene stabilito in maniera tale che una determinata parte dell'evento meteorico venga trattenuta.

Le normative di alcuni paesi europei prevedono invece di dimensionare le vasche di prima pioggia in modo da impedire che più di 7-10 eventi meteorici nell'arco di un anno diano luogo a scarico nei corpi idrici ricettori.

Il secondo metodo, più dettagliato, è quello dell'UPM inglese (acronimo di Urban Pollution Management), che impiega modelli di calcolo dinamici, con diversi gradi di semplificazione.

In sostanza, si tratta di effettuare delle simulazioni del comportamento della rete di drenaggio e del corpo idrico ricettore sottoposti a serie storiche pluviometriche.

Ricorrendo quindi a strumenti di simulazione dinamica del sistema di drenaggio si possono ottenere sia l'idrogramma che il pollutogramma (andamento della concentrazione degli inquinanti nel tempo) in ingresso all'invaso e quindi diventa possibile verificarne il funzionamento e l'efficacia in modo ottimale: una volta noti l'idrogramma e l'andamento della concentrazione degli inquinanti, derivanti dalla simulazione dinamica del sistema di drenaggio, occorre trattenere nell'invaso la quota parte di acqua caratterizzata da concentrazioni non compatibili con le caratteristiche del ricettore (Figura 3.3)

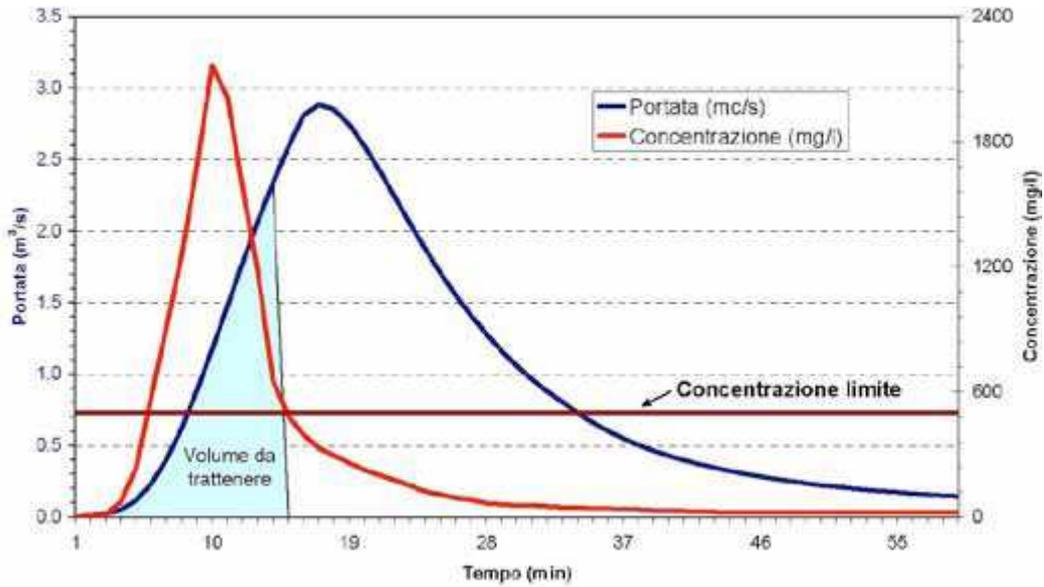
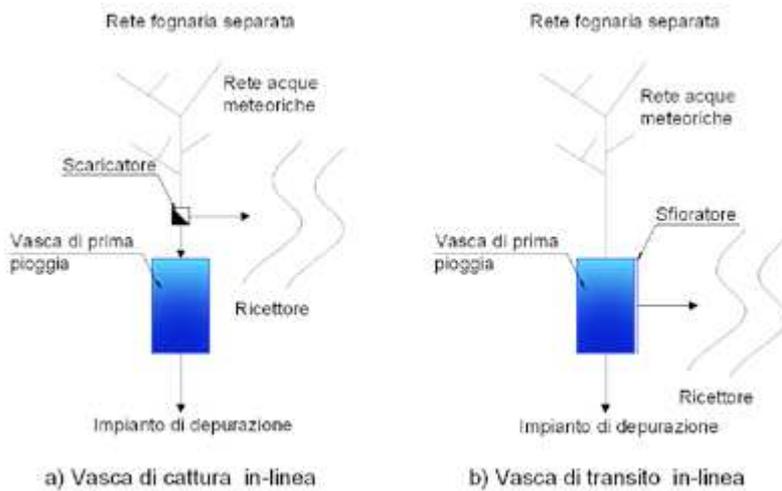


Figura 3.3 – Ideogramma e pollutogramma per individuare il volume da assegnare alla vasca di prima pioggia

L'efficacia del funzionamento delle vasche di prima pioggia non dipende solo dal volume assegnato, ma anche dallo schema adottato, ossia come la vasca viene collocata rispetto al sistema fognario.

Nella Figura 3.4 si riportano alcune tipologie di schemi a cui è possibile fare riferimento.



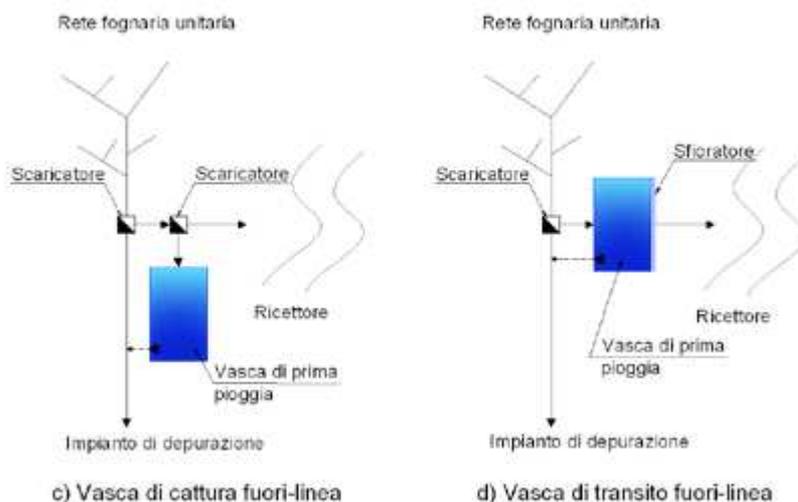


Figura 3.4 – Schemi di possibili collegamenti della di prima pioggia.

Viene infatti dimostrato come per le vasche di “cattura” che una volta riempite non sono più interessate dalle acque successive, ma vengono by-passate tramite uno sfioratore, il funzionamento sia tale da garantire una protezione maggiore del ricettore in quanto non si ha il rimescolamento delle acque accumulate all’interno della vasca stessa.

In generale questi manufatti sono realizzati adottando degli involucri costruiti in opera o prefabbricati che possono essere dei semplici involucri, qualora le acque di prima pioggia siano effettivamente recapitate ad un impianto di depurazione o dei sistemi di trattamento veri e propri (sedimentazione e disoleazione) qualora il recapito sia un corpo idrico.

Come evidenziato nel primo capitolo il volume di questi manufatti è circa un decimo rispetto agli involucri di laminazione e pertanto molto spesso si ricorre ad involucri prefabbricati che per raggiungere i volumi necessari possono anche essere assemblati tra loro.

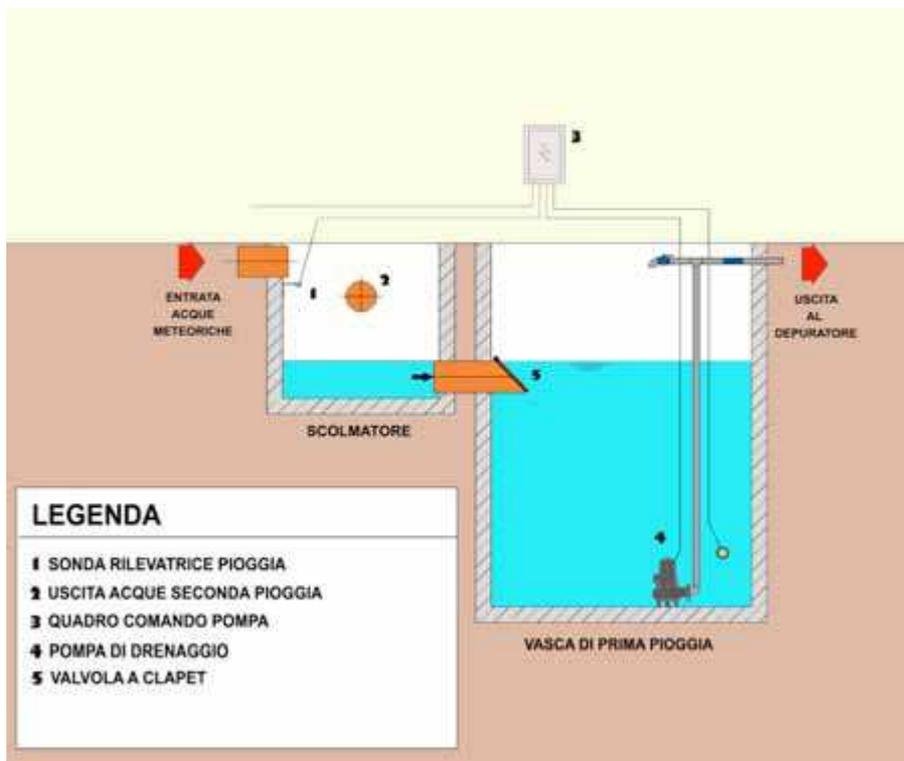


Figura 3.5 – Esempio di vasca di prima pioggia prefabbricata con by-pass iniziale.

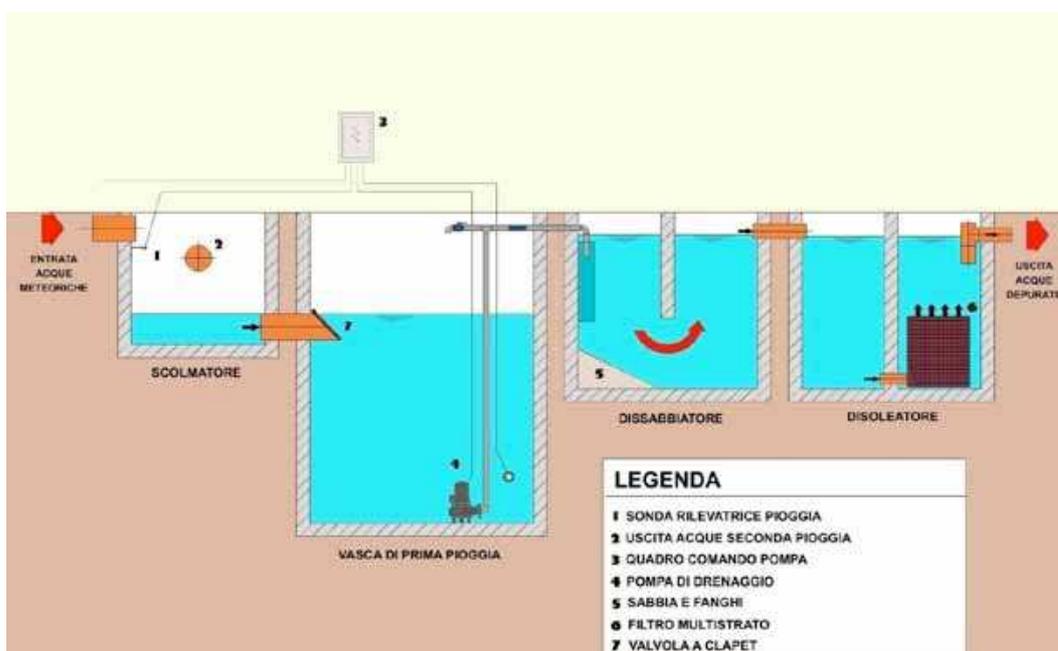


Figura 3.6 – Esempio di vasca di prima pioggia prefabbricata con trattamenti di sedimentazione e disoleazione

CAPITOLO 4 – QUADRO NORMATIVO

4.1 IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

Strumento di governo che, attraverso un approccio integrato e multidisciplinare, vuole prevedere gli interventi articolati sul territorio, al fine di conseguire gli obiettivi di qualità dei corpi idrici e la tutela quali-quantitativa della risorsa idrica. Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), conformemente a quanto previsto dal D.Lgs. 152/99 e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), è lo strumento regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e costiere della Regione, e a garantire un approvvigionamento idrico sostenibile nel lungo periodo.

La Giunta Regionale ha approvato il Documento preliminare del PTA nel novembre 2003, dopo un lavoro svolto in collaborazione con le Province e le Autorità di bacino ed il supporto tecnico e scientifico dell'ARPA regionale, delle ARPA provinciali, e di esperti e specialisti in vari settori (nonché di Università regionali), e coordinato dal Servizio regionale competente - in collaborazione con altri settori regionali (tra cui in particolare l'agricoltura e la sanità).

Successivamente all'approvazione del Documento preliminare, si sono tenute le Conferenze di pianificazione indette dalle Province. Il processo di partecipazione, informazione e concertazione, previsto dalla Legge regionale 20/2000 (Conferenze di Pianificazione), si è svolto in modo molto soddisfacente, consentendo un intenso confronto con la società regionale (praticamente inedito per altri strumenti di pianificazione delle acque), e tale da prefigurare quei processi d'ascolto e concertazione previsti dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CEE.

Questo ha favorito ulteriormente un confronto nel merito, dovuto al tempo d'approfondimento e alla possibilità per tutti di potere disporre, anche tramite internet, di tutti i documenti. Complessivamente sono stati svolti più di cinquanta incontri a cui, oltre alla componente istituzionale, hanno partecipato le organizzazioni economiche sociali e le associazioni ambientaliste. La maggior parte delle osservazioni nella fase di conferenze di pianificazione hanno riguardato le tematiche relative agli aspetti quantitativi, riguardanti soprattutto il settore civile (fattibilità della riduzione prevista dei consumi nel settore civile), e quello agricolo-irriguo.

Sulla base delle osservazioni, la Giunta ha proposto al Consiglio un testo ampiamente rivisto per l'adozione, che è avvenuta il 22 dicembre 2004 con Delibera del Consiglio 633. Dopo l'adozione è

stata espletata la fase di deposito, ai sensi dell'articolo 25 della Legge regionale 24 marzo 2000, n. 20, presso Comuni, Province e Comunità Montane, per sessanta giorni dalla data di pubblicazione (2 febbraio 2005), al fine di raccogliere ulteriori osservazioni dagli enti e organismi pubblici, dalle associazioni economiche e sociali e dai singoli cittadini. Simultaneamente, il Piano adottato è stato inviato alle Autorità di Bacino per il parere vincolante previsto dal D. Lgs. 152/99. Sul testo adottato sono pervenute venticinque osservazioni da parte di Province (tre), Comuni (tre), ATO (tre), Associazioni (WWF Forlì, Confindustria Parma), Consorzi di Bonifica (due) e singole imprese, nonché alcuni pareri delle Autorità di Bacino. Molte delle osservazioni, in particolare quelle relative al ruolo degli ATO per la definizione dei Piani di Conservazione dell'acqua, sono state accolte. Il Piano di Tutela delle Acque è stato approvato in via definitiva con Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005.

Sul BUR - Parte Seconda n. 14 del 1 febbraio 2006 si dà avviso della sua approvazione, mentre sul BUR n. 20 del 13 febbraio 2006 si pubblicano la Delibera di approvazione e le norme (NORMATIVA sulle acque di balneazione tratta dal sito dell'Arpa EMR il 13 dicembre 2008).

4.2 DIRETTIVE EUROPEE E NORME NAZIONALI

La prima normativa italiana sulle acque ad uso ricreativo risale al 1896. Vietava la balneazione entro i 200 metri dallo sbocco di fogne. Successivamente, nel 1971, il Ministero della Sanità definiva, per le acque destinate ad uso ricreativo primario, una normativa igienica limitata al solo aspetto microbiologico e in particolare al solo parametro "Coliformi fecali". L'attuale normativa nazionale sulle acque di balneazione deriva dalla direttiva comunitaria n. 76/160 dell'8 dicembre 1975 che perseguiva due scopi fondamentali: la tutela della salute pubblica e la salvaguardia dell'ambiente. Già dai primi anni di applicazione delle norme comunitarie è emersa la necessità di sottoporre la direttiva a una revisione. In numerosi seminari nazionali ed internazionali sono state avanzate proposte di eliminazione di alcuni parametri poco significativi, come i coliformi totali, e di introdurne di nuovi, come i batteriofagi. Il Consiglio dell'Unione Europea ha concretizzato una proposta di direttiva nell'aprile 1994 che tende a semplificare l'applicazione delle norme privilegiando i parametri ad elevata valenza sanitaria ed eliminando i parametri superflui, anche nell'intento di evitare inutili oneri finanziari agli Stati Membri. La proposta è stata aggiornata nel novembre 1997. Nel 2000 è stato sperimentato un nuovo protocollo basato su principi innovativi, che non è ancora stato concretizzato in una direttiva formale. Il DPR n. 470 dell'8 giugno 1982,

che recepisce, pur se con notevole ritardo, la direttiva CEE 76/160, impone limiti particolarmente severi alla qualità delle acque di balneazione ma non prevede opere di risanamento ambientale. Per definire la balneabilità delle acque il DPR 470/82 considera 12 parametri: tre sono indicatori di inquinamento fecale (Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali); due, facoltativi, sono rivolti alla ricerca di specifici patogeni (Salmonella e Enterovirus); altri quattro parametri sono essenzialmente indicatori di inquinamento di origine industriale (pH, fenoli, sostanze tensioattive, oli minerali); i restanti tre parametri (ossigeno disciolto, colorazione, trasparenza) forniscono indicazioni correlabili ai processi eutrofici e ai problemi estetici delle acque ma potrebbero anche interessare l'aspetto igienico-sanitario in caso di "fioritura" di alghe produttrici di biotossine. Nella tabella 4.1 sono riassunti schematicamente i limiti CEE per le acque idonee alla balneazione a confronto con la normativa italiana.

PARAMETRI	NORMATIVA CEE		NORMATIVA ITALIANA	
	DIRETTIVA 76/160		DPR 470/82	Deroghe
	Valori guida	Valori imperativi		
<i>Microbiologici</i>				
Coliformi totali in 100ml	500	10.000	2.000	/
Coliformi fecali in 100ml	100	2.000	100	/
Escherichia coli in 100ml	/	/	/	/
Streptococchi Fecali in 100ml	100	/	100	/
Salmonella in 1 litro	/	Assenti	Assenti**	/
Enterovirus PFU in 10 litri	/	Assenti	Assenti***	/
<i>Fisico-chimici</i>				
pH	/	6-9	6-9	/
Colorazione	/	Assenza di variazione	Assenza di variazione	Non si considera

Trasparenza metri	2	1	1	0,5
Oli minerali mg/l	0,3	Assenza di pellicola	Assenti (inf. 0.5)	/
Tensiottivi mg/l	0,3	Assenza di schiuma	Assenti (inf. 0.5)	/
Fenoli mg/l	0,005	Assenza di odore	Assenti (inf. 0.05)	/
Ossigeno disciolto % di saturazione	80-120	/	70-120	50-170
<p>* Le deroghe ai valori previsti dal DPR 470/82, ammesse dall'art. 9 dello stesso DPR, sono state concesse dal Ministero della Sanità su richiesta della Regione Emilia Romagna.</p> <p>** La ricerca di salmonella sarà effettuata quando, a giudizio della autorità di controllo, particolari situazioni facciano sospettare una loro eventuale presenza. *** Aggiunto con legge n° 271 del 15 luglio 1988. La ricerca di enterovirus sarà effettuata quando, a giudizio dell'autorità di controllo, particolari condizioni facciano sospettare una loro eventuale presenza.</p>				

Tabella 4.1 – Parametri limite CEE per le acque idonee alla balneazione a confronto con la normativa italiana.

Come si può notare, la normativa di recepimento italiana è stata ben più restrittiva, per alcuni versi, delle indicazioni della Comunità Europea, a differenza di altri stati europei che hanno seguito con maggior scrupolo la direttiva CEE. L'approccio particolarmente severo dell'Italia, rispetto ai partner europei, trova la sua spiegazione fondamentale nelle seguenti peculiarità:

- diverse condizioni climatiche e idrologiche con maggiore velocità di inattivazione dei contaminanti microbiologici;
- pratica intensiva ed estensiva della balneazione.

Per altri versi, secondo la legge italiana il superamento dei limiti per uno o più parametri non comporta automaticamente il giudizio di inidoneità alla balneazione: tale giudizio è subordinato all'esito analitico di più prelievi successivi.

4.3 DIVIETI TEMPORANEI D'INIZIO STAGIONE

Per una nuova stagione balneare, in via preliminare, le zone si considerano idonee alla balneazione quando durante il periodo di campionamento (in genere dal 1° aprile al 30 settembre) relativo all'anno precedente le analisi dei campioni prelevati almeno con la frequenza fissata (ogni 15 giorni) indicano che i parametri delle acque in questione sono conformi ai requisiti almeno nel 90% dei casi (80% per gli indicatori di inquinamento fecale) e quando, nei casi di non conformità, i valori dei parametri numerici non si discostano più del 50% dai limiti (questa limitazione non si applica per i parametri microbiologici, il pH e l'ossigeno disciolto). Qualora per i parametri "coliformi totali" e "coliformi fecali" vengano superati, rispettivamente, i valori di 10000/100 mL e 2000/100 mL, la percentuale dei campioni conformi per detti parametri è aumentata al 95 per cento.

4.3.1 DIVIETI DURANTE LA STAGIONE

Durante una stagione balneare alcune zone, possono essere dichiarate temporaneamente inidonee se i limiti stabiliti vengono superati in un primo campione (routinario) ed in più di uno dei 5 campioni prelevati successivamente in giorni diversi nello stesso punto (campioni suppletivi). In pratica, dopo un risultato sfavorevole bisogna prelevare altri 5 campioni nello stesso punto; solo se 2 di questi sono sfavorevoli è necessario vietare la balneazione nella zona costiera alla quale quel punto di prelievo si riferisce (o nel tratto in cui ulteriori prelievi attorno al punto "ufficiale" hanno consentito di individuare i limiti della zona inquinata). Per gli indicatori fecali è previsto, in alternativa a quello descritto, un meccanismo diverso: la valutazione è favorevole alla balneazione quando almeno il 60% dei campioni mensili precedenti (almeno 5) non supera i limiti e se almeno la metà dei campioni sfavorevoli non supera il doppio dei limiti (art. 7, DPR 470/82). Il divieto può scattare anche in caso di evidente inquinamento massivo.

4.3.2 DIVIETI PERMANENTI

Sono vietate permanentemente alla balneazione le zone precluse alle attività balneari in modo stabile, che gli enti competenti individuano ogni anno. Si tratta solitamente, degli sbocchi a mare dei corpi idrici superficiali e dei porti canale, di zone dedite alla navigazione e di zone militari

4.3.3 COMPETENZE

Il DPR 470/82 ripartisce anche le competenze fra Stato, Regioni e Comuni. Le Regioni, ad esempio, devono individuare i punti in cui saranno eseguiti i campionamenti e le zone idonee alla balneazione sulla base dei risultati analitici della precedente stagione balneare. A seguito del recente decentramento (L 15/03/97 n. 59 e 15/5/97 n. 127; LR 21/04/99 n. 3) queste competenze sono state trasferite alle Province. Ai Comuni competono:

- l'emissione dei divieti temporanei di balneazione, con ordinanza del Sindaco;
- l'apposizione di segnaletica che indichi il divieto di balneazione e delimiti le zone interessate da divieti permanenti o temporanei.
- la delimitazione delle zone non idonee alla balneazione (divieti permanenti), con ordinanza del Sindaco;

4.3.4 PRELIEVI

Allegate al DPR 470/82 sono riportate le norme tecniche che definiscono le distanze minime tra due punti di prelievo (di norma non superiore a 2 km o meno per zone ad alta densità di balneazione), le modalità di prelevamento dei campioni e le metodiche analitiche. I prelievi devono essere eseguiti:

- ad una profondità di circa 30 cm sotto il pelo libero dell'acqua;
- ad una distanza dalla battigia tale che il fondale abbia una profondità di 80 - 120 cm;
- dalle ore 9 alle ore 15;
- dopo almeno due giorni dall'ultima precipitazione atmosferica di rilievo e dall'ultima burrasca.

4.3.5 INTEGRAZIONI AL DPR 470/82

Una prima integrazione al DPR 470/82 si è avuta con la legge 271/88 (conversione con modifiche del D.L. 155/88) che, oltre ad inserire gli Enterovirus tra i parametri da ricercare, ha precisato le modalità per richiedere le deroghe. Con decreto del 29 gennaio 1992, il Ministero della Sanità ha

aggiornato le norme tecniche allegate al DPR 470/82 apportando integrazioni che, tra le altre cose, hanno sostanzialmente modificato l'ubicazione dei punti di prelievo:

"Quando le acque di balneazione sono interessate da immissioni ... è necessario, di norma, provvedere alla delimitazione del tratto di costa da vietare alla balneazione; dovranno, in tal caso, essere fissati due punti di campionamento in corrispondenza dei limiti della zona vietata. Ove si accerti che le predette immissioni non determinano condizioni di divieto alla balneazione, dovrà essere fissato un punto di campionamento in corrispondenza dello sbocco della immissione..."

Lo stesso decreto precisa che la scelta del meccanismo alternativo per la formulazione del giudizio di idoneità alla balneazione, riguardante i parametri microbiologici (previsto dall'art.7 del DPR 470/82, descritto sopra) va effettuata prima della stagione balneare e dovrà essere applicato per tutto il periodo di campionamento.

4.3.6 CONTROLLO ACQUE SUPERFICIALI: Dlgs 152/99

La nuova normativa in materia di salvaguardia delle acque dall'inquinamento, Decreto legislativo n. 152 dell'11 Maggio 1999, derivata dal recepimento di due Direttive Europee (91/271 e 91/676), abroga numerose leggi in materia di acque, ma non interviene sulle acque destinate alla balneazione. Riguardo alle acque marine il decreto 152/99 introduce la valutazione dello stato ambientale (indice di trofia) e prevede la più ampia diffusione di informazioni e la regolare elaborazione di rapporti da parte dei Ministeri della Sanità e dell'Ambiente e dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.

4.4 PERCORSI LEGISLATIVI

Nel 1985, vista la necessità di salvaguardare la balneabilità di alcune zone costiere interessate da fenomeni eutrofici, avvalendosi della facoltà prevista dalla normativa CEE, venne emanato il D.L. 164/85 che modificava temporaneamente alcuni limiti relativi alla qualità delle acque di balneazione previsti dal DPR 470/82. L'intervallo limite per l'ossigeno disciolto venne portato da 70-120 a 50-170 % di saturazione mentre si stabilì che il parametro "colorazione" non doveva essere preso in considerazione, sempreché le acque fossero sottoposte ad un programma di sorveglianza per una adeguata rilevazione della eventuale presenza di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie. Queste deroghe al DPR 470/82 erano limitate ad un periodo non

superiore a 3 anni ed a quelle Regioni che comunicavano al Ministero della Sanità di avere messo in atto il programma di sorveglianza. Regioni che comunicavano al Ministero della Sanità di avere messo in atto il programma di sorveglianza. Scaduta questa norma nel 1988, venne emanato un nuovo D.L. (n. 155/88), poi convertito con modifiche dalla L. 271/88, che riprendeva le deroghe per l'ossigeno disciolto e la colorazione ma stabiliva che, per applicarle, era necessario un provvedimento regionale subordinato all'accertamento del fatto che il superamento dei valori limite previsti dal DPR 470/82 dipendesse esclusivamente da fenomeni di eutrofizzazione. Tale norma era adottata in attesa di una revisione della normativa di recepimento della direttiva CEE n. 76/160 e comunque per non oltre 2 anni (il D.L. ne prevedeva 3 ma la legge di conversione li ridusse a 2). Successivamente, il D.L. 5 febbraio 1990 n. 16, convertito con modifiche dalla Legge 5 aprile 1990 n. 71, ha prorogato di un altro anno la scadenza delle deroghe, di nuovo in attesa di una revisione della normativa di adozione della direttiva CEE n. 76/160. In seguito, il D.L. 17 maggio 1991 n° 156 prima, ed il D.L.13 settembre 1991 n° 297 poi, hanno differito il termine di un altro biennio. Ancora, il D.L. 21 luglio 1992 n° 344 differisce ulteriormente il termine fino al 31 ottobre 1993. Dopodiché, con D.L. 13 aprile 1993 n° 109 (pubblicato in G.U. il 15 aprile 1993), convertito con L. 12.6.93 n° 185, viene stabilito che può essere disposta la deroga per il solo parametro "Ossigeno disciolto" per non oltre un triennio dalla data di entrata in vigore del decreto. In G.U. n° 148 del 26.6.96, quindi, viene pubblicato il D.L., poi reiterato, che proroga la scadenza della deroga al 31.12.1997. Altri decreti annuali hanno, in seguito, consentito di mantenere la deroga fino al 2000. Riguardo alla trasparenza delle acque la regione Emilia Romagna ha chiesto di ridurre il limite minimo di 1 metro a 0,5. La deroga, annuale, è stata concessa in forma di Decreto del Ministero delle Sanità ai sensi dell'art. 9 del DPR 470/82, in considerazione del fatto che ricorrono particolari condizioni di eccezionalità (apporti fluviali e natura del sedimento).

4.5 ASPETTI TECNICI

In effetti, l'ossigeno disciolto è un parametro molto variabile, fortemente dipendente dalle condizioni fisico-chimiche dell'acqua e dalla presenza di biomassa algale. Se i sali nutritivi e le condizioni del mare lo consentono si sviluppano nelle acque popolamenti fitoplanctonici molto concentrati che, per effetto della fotosintesi clorofilliana, producono enormi quantità di ossigeno nelle ore diurne. L'ossigeno prodotto per fotosintesi si scioglie nell'acqua del mare e passa poi nell'atmosfera seguendo gli equilibri chimico-fisici. Elevate quantità di ossigeno disciolto in acqua,

lungi dall'essere dannose, indicano, appunto, una forte presenza di organismi vegetali in attiva fotosintesi. Sul fondo, la decomposizione del particolato organico sedimentato e la respirazione degli organismi bentonici consumano l'ossigeno disciolto. In presenza di stratificazione delle acque, e quindi di scambi difficoltosi degli strati più vicini al fondo con quelli più ossigenati della superficie, si può arrivare all'ipossia od alla completa anossia di vaste aree di fondale. La distribuzione spaziale di queste zone anossiche è in relazione alla precedente distribuzione delle masse algali ed alla conseguente sedimentazione sul fondo delle alghe morte, in stretta dipendenza con le correnti marine (AA.VV., rapporti annuali). Questa situazione può avere pesanti ripercussioni sugli organismi marini bentonici che non possono risalire verso gli strati superficiali. Il limite superiore previsto dal D.P.R. 470/82 per questo parametro può essere facilmente superato in caso di fioritura algale, ma il limite inferiore può essere superato in caso di trasporto verso riva di acque anossiche dal fondale legato a condizioni meteo marine particolari (venti di libeccio che sul versante occidentale dell'Adriatico generano fenomeni di "upwelling"). Le diverse quantità di ossigeno disciolto non hanno alcuna conseguenza diretta sulla salute del bagnante. La presenza di organismi marini agonizzanti o in putrefazione sulla battigia, però, oltre ad aumentare il rischio di infezioni da germi opportunisti, non rappresenta certamente uno spettacolo invitante per le attività balneari. Anche le variazioni di colore delle acque non sono necessariamente legate a fattori che possono avere implicazioni igienico - sanitarie. Possono dipendere dalla risospensione di materiale sedimentato a causa del moto ondoso (in particolare nell'Adriatico nord-occidentale che ha fondale basso e sabbioso) o dalla stratificazione di acque dolci contenenti argille sospese provenienti dall'entroterra. In tali casi le acque possono assumere tinte giallo-grigiastre. Le fioriture algali tipiche dell'alto e medio Adriatico, invece, possono colorare le acque di rosso, marrone, verde, in relazione alle caratteristiche cromatiche della specie fitoplanctonica prevalente. In Adriatico non è ancora stato osservato (ma potrebbe pur sempre verificarsi) che specie algali responsabili di fioriture producano biotossine pericolose per i bagnanti. E' stato quindi ritenuto più ragionevole, in presenza di un programma di sorveglianza sulle alghe aventi possibili implicazioni igienico - sanitarie, per determinare l'idoneità del corpo idrico alla balneazione, non tenere conto del parametro "colorazione" qualora variazioni anomale di esso siano attribuibili esclusivamente a manifestazioni di fioriture algali (D.L. 155/88). Alcune Regioni, prima fra tutte l'Emilia Romagna che già da tempo si è attrezzata per il monitoraggio algale, con la Motonave Daphne (ora Struttura Oceanografica Daphne dell'Arpa), hanno quindi chiesto ed ottenuto le deroghe ai limiti previsti dal D.P.R. 470/82 per l'ossigeno

disciolto e per la colorazione ai sensi dei Decreti Legge succedutisi. Per quanto riguarda la trasparenza delle acque, come per la colorazione, è ovvio osservare che questo parametro può essere influenzato sia dalle fioriture algali sia da fattori fisici geografici naturali quali le caratteristiche del sedimento marino - da cui dipende la possibilità di risospensione col moto ondoso o con le stesse attività natatorie e la vicinanza di foci fluviali che immettono particelle minerali che rimangono a lungo in sospensione (argille). Anche le variazioni di questo parametro, in modo simile a quanto rilevato per l'ossigeno disciolto e la colorazione, dunque, non comportano necessariamente pericoli per la salute pubblica.

4.6 DELIBERAZIONI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

Ai sensi del DPR 470/82 la Regione Emilia Romagna ha approvato la mappa degli scarichi dei corsi d'acqua e dei punti di campionamento ai fini del controllo di qualità delle acque di balneazione con deliberazione della Giunta Regionale n. 1313 del 13.3.84. In seguito ha deliberato l'idoneità alla balneazione delle zone costiere sottoposte a controllo (D.G.R. n. 999/87) escludendo il solo tratto costiero del territorio del Comune di Goro. Con D.G.R. n. 1233 del 20.3.90 ha dichiarato non idonei alla balneazione i tratti di mare antistanti le foci dei corsi d'acqua e lo sbocco dei porti-canale, in considerazione dei risultati delle ricerche effettuate. Nella medesima delibera viene dato mandato ai Sindaci di determinare l'ulteriore ampiezza della zona di divieto, da ciascun lato dei tratti di mare inidonei, in base alle analisi fatte o da fare. I Sindaci, nello stesso atto, vengono altresì invitati a sospendere per 48 ore la balneazione nelle zone interessate da scaricatori di piena in occasione di violenti temporali, anche senza attendere l'esito delle analisi. La deliberazione del 1991 (D.G.R. n. 595 del 19.3.91) riprende quanto detto in precedenza, senza novità sostanziali. La delibera 1158 del 31 marzo 1992, che fa seguito all'aggiornamento delle norme tecniche dettato dal Ministero della Sanità con decreto del 29.1.92, modifica, invece, decisamente le normative precedenti:

- Le zone vietate permanentemente alla balneazione per motivi igienico-sanitari vengono individuate come segue: - il tratto costiero del Comune di Goro; i tratti di costa interessati da foci di corpi idrici superficiali sino a 50 metri a nord ed a sud delle stesse immissioni (per alcuni fiumi il divieto riguarda tratti più estesi). Sono altresì vietati i tratti di mare antistanti i porti - canale (in quanto soggetti al transito di imbarcazioni) e la zona del ravennate interessata da servitù militare.

- I punti di campionamento, che prima erano posizionati a 150-200 metri dagli sbocchi degli immissari, ora vengono fissati, in genere, a 50 metri a nord ed a sud delle foci, comunque in corrispondenza dell'inizio del tratto vietato permanentemente. I porticanale, in quanto vietati (solo all'interno dei due moli) per motivi non di carattere igienico-sanitario e protetti da lunghi moli che ne disperdono al largo il contributo, mantengono i precedenti punti di prelievo, in genere a 100 metri a nord ed a sud dei moli, pur se interessati dalla immissione di corpi idrici superficiali.
- Vengono aggiunti punti di prelievo davanti agli scaricatori di piena o altri immissari attivi saltuariamente (in caso di forti piogge). I punti di prelievo complessivi lungo il litorale dell'Emilia Romagna passano dunque dai 77 precedenti a 96.

Dopo il 1992 le delibere regionali, adottate all'inizio di ogni nuova stagione balneare, non hanno apportato modifiche sostanziali. Dalla stagione balneare 1994 (D.G.R. 6566/93) in poi viene eliminato il punto di campionamento n° 64 (scaricatore Matrice), a nord della foce del fiume Marecchia, nel riminese, in quanto lo scarico era stato inattivato e comunque il punto di prelievo che lo riguardava era sovrapponibile al punto di campionamento successivo, a 50 metri a nord della foce. I punti di prelievo diventano così 95.

4.7 DL n 116/08

Il Decreto Legislativo n. 116 del 30 maggio 2008, in attuazione della Direttiva europea 2006/7/CE, ha introdotto modifiche sostanziali nella gestione e valutazione della qualità delle acque di balneazione. In particolare, all'All. 1 vengono individuati i parametri di monitoraggio necessari alla definizione del giudizio di idoneità (enterococchi intestinali ed escherichia coli); all'All.2 viene invece definita la metodologia per la valutazione e classificazione della acque di balneazione.

4.7.1 NOVITÀ PIÙ SIGNIFICATIVE RISPETTO ALLA NORMATIVA IN VIGORE (D.P.R. 470/82 e s.m.i.)

Valutazione di solo 2 parametri batteriologici: Escherichia coli ed Enterococchi intestinali (più specifici come indicatori di contaminazione fecale).

Frequenza dei controlli almeno ogni 4 settimane durante la stagione balneare, secondo un prestabilito calendario, per un numero minimo di 4 campioni all'anno per punto di prelievo.

Giudizio di qualità basato su nuovo calcolo statistico (Valutazione del 95° percentile (o 90° percentile) della normale funzione di densità di probabilità (PDF) log 10 dei dati microbiologici).

Classificazione delle acque annuale sulla base dei dati delle ultime 3-4 stagioni balneari.

Analisi integrata d'area

Ai sensi degli artt. 4 e 6 e dell'All. IV del D.Lgs. 116/08, è inoltre di competenza regionale la definizione di un programma di monitoraggio prima dell'inizio di ogni stagione balneare. In particolare, deve essere definita la durata della stagione balneare e il calendario di monitoraggio, tenendo conto che le date di prelievo devono essere distribuite nell'arco di tutta la stagione balneare, con un intervallo tra le date di prelievo che non superi mai la durata di un mese. Con DGR 108/2009 è stato approvato il calendario di monitoraggio relativo alla stagione balneare 2009. In attesa della piena attuazione dei contenuti del D. Lgs. 116/08, sulla base delle indicazioni del Ministero del Lavoro della Salute e delle Politiche Sociali, il programma di monitoraggio relativo alla stagione balneare 2009 dovrà essere ancora effettuato secondo quanto previsto dal DPR 470/82. I parametri ossigeno, pH, colorazione e trasparenza di cui al DPR 470/82 dovranno continuare ad essere monitorati, senza comunque essere rilevanti ai fini del giudizio di idoneità alla balneazione.

Il DPR n. 470 del 1982 prevede la concessione di deroghe nel caso in cui vengano superati i valori relativi ad alcuni parametri per motivi derivanti da fenomeni naturali accertati. In particolare, secondo quanto previsto all'art. 9, è consentita la deroga ai valori fissati nell'All. 1 per i parametri pH, colorazione e trasparenza in caso di condizioni geologiche o geografiche eccezionali.

Il medesimo decreto prevede inoltre che il giudizio di idoneità alla balneazione possa essere esteso anche a quei corpi idrici che presentano valori di saturazione dell'ossigeno disciolto superiori al valore limite fissato nell'All. 1. La facoltà di deroga è subordinata all'attivazione di un programma di sorveglianza specifico per il controllo dell'eutrofizzazione e i criteri per la definizione di tale programma sono definiti con DM del 17 giugno 1988.

Dall'anno 2007, con l'emanazione del D. Lgs. 94 del 11 luglio 2007, in sede di svolgimento delle indagini per determinare i potenziali rischi per la salute umana, il parametro ossigeno disciolto di cui al DPR 470/82 risulta non più rilevante ai fini del giudizio di idoneità per l'individuazione delle zone di balneazione delle acque. Il decreto prevede in ogni caso che vengano adottate misure di gestione adeguate, che includono la prosecuzione delle attività di controllo algale e l'informazione al pubblico.

Il Decreto Legislativo n. 116 del 30 maggio 2008, in attuazione della Direttiva europea 2006/7/CE, ha introdotto modifiche sostanziali nella gestione e valutazione della qualità delle acque di balneazione. In particolare, all'All. 1 vengono individuati i parametri di monitoraggio necessari alla definizione del giudizio di idoneità (enterococchi intestinali ed escherichia coli); all'All.2 viene invece definita la metodologia per la valutazione e classificazione della acque di balneazione. In attesa della piena attuazione dei contenuti del D. Lgs. 116/08, sulla base delle indicazioni del Ministero del Lavoro della Salute e delle Politiche Sociali, l'idoneità alla balneazione è ancora regolata dal DPR 470/82.

CAPITOLO 5 – DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOGNARIO DI RIMINI

5.1 INDICAZIONI ED OBIETTIVI DEL PIANO GENERALE

Il “Piano Generale della Fognatura” attuale del Comune di Rimini è stato redatto nel 1972, ovvero trentasette anni fa. Il territorio riminese in questo lasso di tempo ha, d’altro canto, subito uno sviluppo economico ed una espansione delle aree urbanizzate e produttive di notevoli proporzioni.

Il crescente problema dello smaltimento delle acque meteoriche è stato affrontato risolvendo, caso per caso, le necessità locali.

Oggi l’Amministrazione Comunale ravvisa improrogabile la necessità di redigere un nuovo organico Piano della rete fognaria che componga un quadro organico della situazione attuale, individuando chiaramente la situazione obiettivo alla quale pervenire al fine di risolvere i problemi ancora aperti e conferire effettiva fattibilità alle espansioni prevedibili.

Il nuovo Piano deve, dunque, costituire lo strumento di pianificazione degli interventi finalizzato a fornire le linee guida per la programmazione e la progettazione degli investimenti sulla rete fognaria e sul reticolo idrografico minore consortile.

Vi è la necessità di riabilitare e recuperare le opere di collettamento esistenti, al fine di risolvere le situazioni di crisi dovute all’effetto dell’aumento del carico idraulico sul reticolo di deflusso esistente nelle zone più urbanizzate, non capace di risolvere lo smaltimento delle portate massime in tempo di pioggia, soprattutto a causa della promiscuità tra la rete di fognatura ed il reticolo idrografico minore.

Il problema maggiore della rete di drenaggio del Comune di Rimini è rappresentato dal fatto che gran parte degli scoli con foce diretta a mare sono stati trasformati, durante la progressiva urbanizzazione, in collettori fognari per il recapito della rete fognaria urbana bianca, molto spesso mista ed occasionalmente, in emergenza, anche nera. Per questo motivo, quasi ovunque le parti terminali delle fosse sono state tombate e le foci intercettate da sistemi di paratoie abbinati ad impianti di sollevamento che deviano le acque di prima pioggia alla depurazione. In corrispondenza di eventi meteorici particolarmente intensi, d’altro canto, si genera la necessità di aprire gli organi di interclusione che normalmente presidiano le foci degli scoli per consentire lo scarico a mare dei reflui. Tuttavia, in condizioni di marea e/o vento particolarmente sfavorevoli, le

fosse, seppur aperte, non riescono a esitare le proprie portate, ed anche nel caso in cui l'operazione di apertura delle fosse riesca effettivamente a salvaguardare il territorio dagli allagamenti, e per quanto l'emergenza possa essere sporadica e occasionale, le conseguenze ambientali sono piuttosto pesanti.

L'uso improprio delle canalizzazioni, frutto più di uno spontaneo adattamento che di un programma preordinato, ha dunque determinato col tempo fenomeni di inquinamento e ha evidenziato, a posteriori, tutti i limiti di un impianto cresciuto per segmenti scollegati. Per questi motivi si è reso necessario il progressivo adeguamento di dispositivi, scolmatori, depuratori e altri manufatti che ormai necessitano di una rivisitazione complessiva del sistema; tuttavia, in alcuni casi, il grado di urbanizzazione è così avanzato da impedire la correzione di collettori ormai sottodimensionati per le nuove esigenze di scolo.

E' inoltre fondamentale eliminare, o almeno ridurre, gli effetti degli inquinamenti locali provocati dagli sversamenti dei liquami misti dei ricettori fognari finali nelle fosse consortili e sulla battigia del mare.

5.2 RICHIAMI AL PIANO GENERALE DELLE FOGNATURE

Di seguito si richiamano i parametri fondamentali assunti alla base dei Progettisti del Piano Generale delle Fognature per il Comune di Rimini relativi al dimensionamento delle portate di acque reflue in tempo asciutto ed in tempo piovoso raccolte ed avviate al trattamento depurativo.

5.2.1 POPOLAZIONE SERVITA

La struttura della popolazione al 2003, al 2025 e a saturazione di PRG è riportata in Tabella 5.1 dove si è indicato con:

- Residenziale: popolazione costituita dalle persone aventi la dimora abituale nel Comune di Rimini.
- Turistica stabile: flusso di popolazione ospitato nell'arco dell'anno dalle imprese turistiche operanti sul territorio Comunale di Rimini, al quale si deve sommare il movimento determinati negli alloggi privati (secondo case).
- Pendolare (studio o lavoro): popolazione costituita dalle persone aventi la dimora abituale in altro Comune, ma che operano stabilmente nel Comune di Rimini.

	POLAZIONE	2003	2025	SATURAZIONE PRG
RESIDENTE (ab.)		133 426	142 500	150 494
FLUTTUANTE (ab.)	TURISTICA STABILE	72 106	80 515	83 312
	PENDOLARE (STUDIO O LAVORO)	3 172	3 388	3 578
	TOTALE FLUTTUANTE	75 278	83 903	86 890

Tabella 5.1– Previsione demografica

Il valore massimo della popolazione fluttuante contemporaneamente presente sul territorio Comunale nel 2025, comprensiva anche dei turisti ospitabili negli alloggi privati, è stata stimata in 100.392 unità. Pertanto:

- Popolazione massima al 2025 è di 242.892 abitanti.

Relativamente alla suddivisione della popolazione servita dal sistema separato o dal sistema misto si ha:

- Popolazione totale dotata di rete separata allacciata alla depurazione centrale: 64.636unità
- Popolazione totale dotata di rete mista allacciata alla depurazione centrale: 160.852 unità
- Popolazione non allacciata alla depurazione centrale: 17.404 unità

5.2.2 DOTAZIONE IDRICA, COEFFICIENTE DI DISPERSIONE E COEFFICIENTE DI PUNTA

E' stata assunta una dotazione idrica pari a 315 l/ab.giorno per il 2025. Quale coefficiente di restituzione della portata idrica in fognatura è stato assunto il valore pari a 0.85. Quale coefficiente di punta per il calcolo delle portate massime è stato assunto il valore di 2.32.

5.2.3 CONTRIBUTI DELLE PIOGGE E VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

L'esigenza delle vasche di prima pioggia viene ritenuta necessaria sia per i sistemi di raccolta unitari (o misti) sia per quelli separati.

Si assume pari a Q_{nm} il valore della portata media dovuta alle acque reflue in tempo asciutto. Nelle aree a rete mista, in caso di tempo piovoso, le portate massime da avviare (nere +

pioggia) al trattamento sono assunte pari a $5 Q_{nm}$. La portata esuberante diluita va avviata al corpo idrico superficiale senza trattamento. In termini di portata si è ritenuto trascurabile l'apporto delle acque di prima pioggia che, dopo essere state accumulate nelle vasche all'uopo previste, sono restituite alla rete solo quando in essa non transitano le portate di punta. Nelle aree a rete separata, in caso di tempo piovoso, le portate massime da avviare al trattamento sono assunte pari a $3 Q_{nm}$. Tale valore tiene cautelativamente conto sia dell'apporto delle maggiori acque nel periodo transitorio o degli allacci "impropri" (mancato completamento della separazione delle reti, allacciamenti di acque bianche abusivi, caditoie, ecc.) raccolte dalla rete di drenaggio, oltre a quelle nere, ed inoltre dell'apporto delle acque di prima pioggia che, dopo essere state accumulate nelle vasche all'uopo previste, sono restituite alla rete solo quando in essa non transitano le portate di punta.

Il Piano ha previsto la realizzazione di vasche di prima pioggia per un totale di 16.160 mc.

5.2.4 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO E RILANCIO

Sono presenti sul territorio del Comune di Rimini, n° 47 impianti di sollevamento e n° 3 deviatori (Spina, Matrice e Ankara). Sia nelle aree a rete mista che in quelle a fognatura separata, le portate massime adottate per il dimensionamento degli impianti di sollevamento sono pari a $5 Q_{nm}$.

5.2.5 PORTATE DA AVVIARE ALLA DEPURAZIONE AL 2025

Nella Tabella 5.2 si riporta uno "schema gerarchico" degli impianti di sollevamento, che rappresenta la sequenza dei successivi rinvii delle portate da uno o più impianti al successivo, fino al trattamento finale e le rispettive portate nere medie Q_{nm} nel periodo di massima

Valutazione tecnica delle problematiche del Piano Generale delle Fognature connesse con gli aspetti della depurazione – Proposta delle soluzioni da adottare nel Comune di Rimini affluenza (per semplicità non si sono riportati alcuni impianti periferici, delle cui portate si è comunque tenuto conto). Nella Tabella 5.2 si riporta sullo stesso "schema gerarchico" degli impianti di sollevamento, le rispettive portate massime Q_{mp} determinate in tempo piovoso.

Sulla base dei parametri sopraccitati ed in considerazione del nuovo schema dei sollevamenti le portate stimate in arrivo al depuratore Marecchiese al 2025, mediante i sollevamenti 2B, 1B, Ina

Casa, Grotta Rossa e Tosca sono stati stimati rispettivamente in:

- Portata media nera Q_{nm} 1657,15 m³/h
- Portata massima in tempo di pioggia Q_{mp} 7977,01 m³/h.

Per quanto concerne invece il depuratore Santa Giustina si osserva che secondo lo schema proposto ad esso confluiranno le portate rilanciate dai sollevamenti ISA, ISB, Cerasolo e Fusignano.

- Portata media nera Q_{nm} 746.62 m³/h
- Portata massima in tempo di pioggia Q_{mp} 2589.06 m³/h.

Pertanto, se si fa riferimento alla situazione futura, in cui l'impianto di trattamento di Rimini Marecchiese sarà dimesso, tutti i reflui affluiranno all'impianto di S. Giustina, complessivamente, in tempo secco ed in tempo di pioggia si hanno le seguenti portate:

- Portata media nera Q_{nm} 2810.86 m³/h
- Portata massima in tempo di pioggia Q_{mp} 11359.66 m³/h.

SCHEMA GERARCHICO DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO - PORTATE MEDIE NERE Q_{nm}										
ZONA	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO	PORTATA mc/h	PORTATA IN ARRIVO A S. GIUSTINA mc/h							
RIMINI NORD	TORRE PEDRERA (S)	4.86	IS 3A	222.26	5A	462.54				
	TORRE PEDRERA 2 (S)	31.46								
	BRANCONA (S)	46.40								
	VISERBELLA (S)	27.43								
	SORTIE (S)	12.85								
	TURCHETTA (S)									4.68
	SPINA SACRAMORA (S)	4A (S)								42.34
	RIVABELLA (S)									21.82
RIMINI CENTRO	IS 6A CELLE (S)					89.14	ISA	746.62		
	Odra (S)			2.23	MARTININI	20.84				
	ISOLA (M)					174.60				
	INA CASA (M)					98.60				
	TOSCA (S)					24.23				
	MARINAI (M)			27.76	1B	234.83				
	TOBRUCK (S)			39.60						
	CECCARELLI (M)			62.46						
ARNO (M)			13.50	2B	1280.95					
RIMINI	2C (M)					95.26	MARECCHIESE	1657.15	2810.86	

SUD	4B (M)			614.77					
FORESE	ZINGARINA (S)	4.18	CERASOLO (S)	63.36	GROTTA ROSSA (S)	90.54			
	ISB (M)							288.00	
	FUSIGNANO (S)							44.93	
	DOGANÀ 2 (M)							74.16	

Tabella 5.2 - SCHEMA GERARCHICO DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO - PORTATE MEDIE NERE Q_{nm}
(fra parentesi il tipo di rete servita: S = Separata; M = Mista)

5.3 RIMINI CENTRO

Il territorio di Rimini Centro è servito prevalentemente da fognatura di tipo misto. Esso è contraddistinto da una fitta urbanizzazione che rende pressoché improponibile la separazione delle reti bianche e nere. Geograficamente esso si colloca fra il Marecchia, il Deviatore Ausa ed il bacino della fossa Colonnella, ma comprende anche alcune urbanizzazioni a Nord del Marecchia (zona Celle) ed a Ovest del Deviatore Ausa.

Alcune vecchie fosse, ormai declassate a collettori fognari, attraversano Rimini Centro, quali, per esempio, il Dosso (zona Isola), la Fontana e la Patara (fra Porto Canale e Vecchio Ausa) e la Pradella (a sud del Vecchio Ausa, al confine con il bacino del Colonnella I). Il caso più eclatante di corso d'acqua divenuto collettore fognario è il tratto urbano del torrente Ausa che, per la propria collocazione piano altimetrica è divenuto l'asse portante della fognatura del centro. Il torrente è stato pertanto deviato in Marecchia a monte del centro di Rimini, ed il suo vecchio tratto terminale disconnesso dal corso d'acqua vero e proprio e declassato. Dal punto di vista del sistema di drenaggio il territorio di Rimini centro può essere suddiviso come segue:

- zone afferenti al vecchio corso del torrente Ausa (fra cui i bacini delle ex fosse Fontana e Patara);
- bacino della ex fossa Pradella;
- zone afferenti al Porto Canale (fra cui la zona Isola);
- zone afferenti al Marecchia (per esempio la zona Celle);
- zone afferenti al Deviatore Ausa.

L'intero bacino è stato modellato con eventi caratterizzati da tempo di ritorno di 5 anni.

5.3.1 ZONE AFFERENTI AL VECCHIO CORSO DEL TORRENTE AUSA

La parte più consistente di Rimini centro (circa 700 ha) recapita le proprie acque di pioggia nel vecchio corso del torrente Ausa.

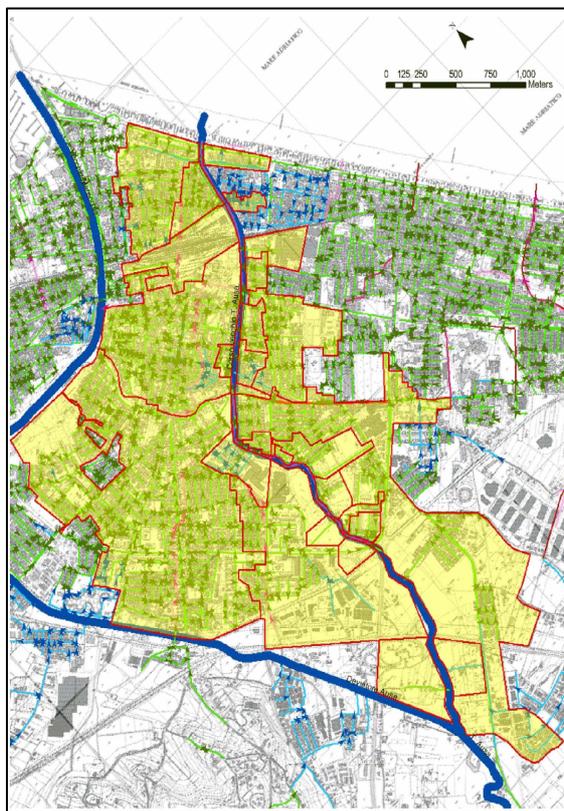


Figura 5.3 - Bacino del vecchio corso del torrente AUSA

5.3.2 BACINO DEL VECCHIO CORSO DEL TORRENTE AUSA.

Da quanto deducibile dalla lettura delle “Norme di esercizio per la gestione degli impianti di sollevamento e manufatti deviatori” redatto da Amir (versione giugno 2003), il sistema di drenaggio è organizzato come di seguito descritto. Vengono avviate alla depurazione le acque di tempo secco attraverso i seguenti impianti:

- deviatore Kennedy;
- sollevamento 1B;
- sollevamento Tobruck;
- sollevamento 2B.

Le acque di pioggia vengono scaricate in Ausa, e quindi a mare, con gli impianti:

- deviatore Kennedy;
- sollevamento 1B;
- sollevamento Kennedy 2;
- sollevamento di Via Zanzur.

Il deviatore Kennedy consiste in un sistema di paratoie in grado di intercludere lo scarico a mare dell'Ausa Vecchio. In condizioni normali il sollevamento 1B, sito all'angolo fra Via Monfalcone e Via Fiume, è collegato al torrente Ausa e ne trasferisce il liquame al depuratore Marecchiese, nella stessa condotta dove è collegato il sollevamento 2B. In condizioni di forti piogge viene aperto il deviatore Kennedy per permettere lo scarico a mare dell'Ausa e vengono chiuse altre paratoie (es in Via Fiume) in modo tale che il sollevamento 1B pompi, questa volta in Ausa, solo l'acqua delle zone basse e del sollevamento Tobruck (max 1150 l/s). Il sollevamento Tobruck è un impianto interno al sollevamento 1B nato per scollegare dal resto della rete le zone basse a Sud del Vecchio Ausa, comprese fra Via Tobruck e Via Pascoli. Si tratta di un sollevamento di nera dotato però di pompe esuberanti, per cui in tempo di pioggia è in grado di sollevare anche una quota parte di acque meteoriche. Esso recapita all'1B. Il sollevamento 2B, sito in Parco Olga Bondi, dove la Via Circonvallazione Meridionale attraversa il vecchio Ausa, è collegato al torrente Ausa, dove una soglia fissa crea un invaso, e pompa direttamente alla depurazione un massimo di 670 l/s. Il sollevamento Kennedy pompa verso il porto canale e viene utilizzato solamente durante le operazioni di bonifica annuale del tratto terminale del vecchio Ausa. Il sollevamento Kennedy 2, ubicato all'inizio di Via Fiume, a differenza dei precedenti, è un'idrovora per la salvaguardia di alcune zone basse dagli allagamenti in corrispondenza di eventi meteorici intensi. Si tratta in particolare delle zone basse fra Piazzale Kennedy ed il Porto Canale che, in tempo normale, scaricano in Ausa (le acque di tempo secco vengono pertanto da qui ripescate dal sollevamento 1B ed avviate alla depurazione). In tempo di pioggia particolarmente intensa, o in condizioni in cui l'Ausa sia particolarmente alto, vengono chiuse le paratoie che permetterebbero lo scarico a gravità e le acque vengono deviate al sollevamento Kennedy 2 che le rilancia in Ausa ($Q_{max} = 1700$ l/s).

Anche il sollevamento di Via Zanzur (525 l/s) è un sollevamento di acque bianche. Nel corso di eventi meteorici particolarmente intensi esso recapita in Ausa le acque della rete di Via Zanzur, Via Tobruck, fino a Via Pascoli. In effetti la rete fognaria della zona non è collegata in modo da consentire alle acque drenate di confluire al sollevamento di Via Zanzur, nemmeno ipotizzando

dalla fossa Fontana. Per questo motivo è stato già realizzato uno scolmatore che permette di avviare i restanti 400 l/s verso la fognatura di Via Nazario Sauro utilizzando il collettore denominato “fossa Fontana Abbandonata”. Il progetto prevede, inoltre, di realizzare un impianto di sollevamento in grado di immettere in Ausa le acque di pioggia provenienti da Via Monfalcone (800 l/s), ma già predisposto come opere murarie per sollevare anche le acque di Via Nazario Sauro (ulteriori 1100 l/s).

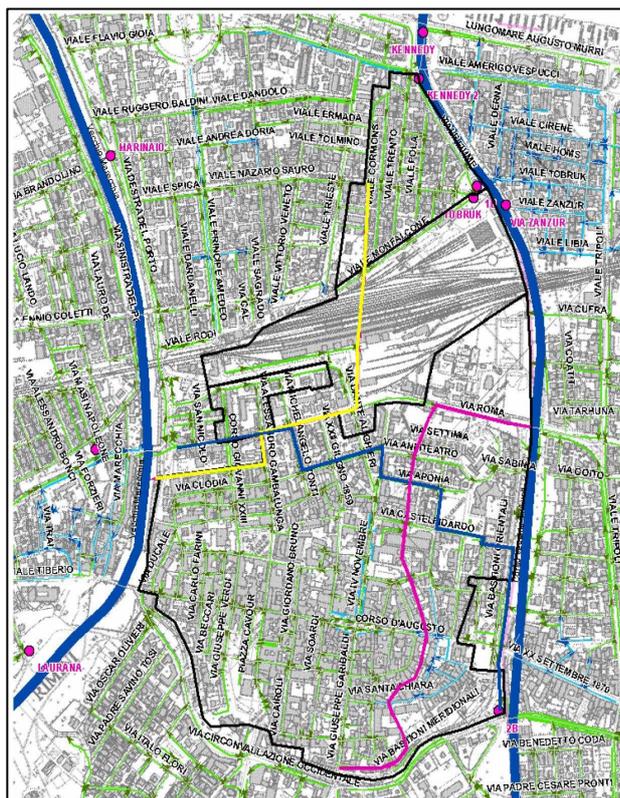


Figura 5.6 - Zona sollevamento 1B

L'impianto di sollevamento in progetto dovrebbe essere ubicato nello stesso piazzale all'angolo di Via Monfalcone e Via Fiume in cui già si trovano il sollevamento 1B ed il Tobruck (nel XVI TPL i tecnici di Hera hanno confermato che l'impianto è già stato realizzato e collaudato).

Nelle elaborazioni su modello si tiene, ad ogni modo, conto di questo intervento nello stato attuale, come se fosse già stato realizzato. Bacino ex fosse Fontana e Patara. In giallo ex fossa Fontana, in rosa ex fossa Patara, in blu il ramo afferente al sollevamento 2B.

5.4 ANALISI DEI PROBLEMI CRITICI E SOLUZIONI STUDIATE

La configurazione planimetrica della rete fognaria del Comune di Rimini, adeguandosi all'orografia del territorio, ha una struttura di tipo perpendicolare, tipica dei centri urbani rivieraschi degradanti verso il mare, ove i collettori principali di drenaggio sono costituiti dalle fosse consortili, le quali, una volta entrate nel tessuto urbano, nel tempo hanno assunto anche la funzione di condotte fognarie. Come noto, la commistione tra le acque naturali e quelle reflue urbane comporta, da sempre, delle notevoli problematiche idrauliche che si ripercuotono su tutte le componenti della rete. Ne consegue che la principale criticità del sistema di drenaggio della Città è insita nella sua struttura tipologica che deve essere, necessariamente, modificata. La rete fognaria di Rimini si caratterizza, anche, per delle ulteriori problematiche, le quali, schematicamente, possono essere così raggruppate:

- criticità di tipo strutturale;
- criticità di tipo igienico-sanitario e paesaggistico;
- criticità dovute alla vetustà della rete.

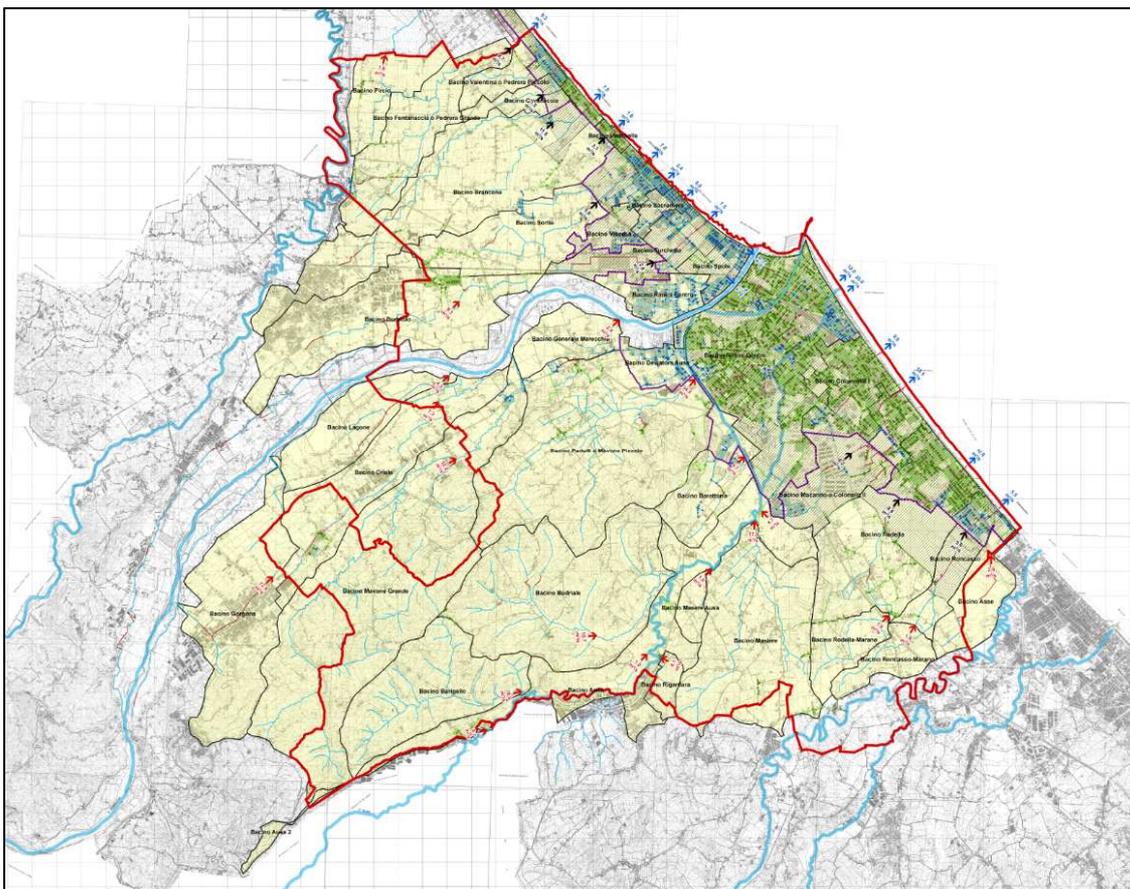


Figura 5.7 – Rete fognaria di Rimini con dettaglio avanzamento separazione rete e portate uscenti

5.4.1 CRITICITÀ DI TIPO STRUTTURALE

Sul territorio del Comune di Rimini sono presenti un numero estremamente elevato di impianti di sollevamento per le acque reflue. Ciò è determinato sia dalla conformazione territoriale pianeggiante della città, sia dalla modalità di convogliamento delle acque reflue, che privilegia un sistema di sollevamenti disposti in serie che rilanciano i reflui sino agli impianti di depurazione. Tale struttura fognaria risulta alquanto “delicata” poiché, qualora si registri un malfunzionamento su un impianto terminale, il disservizio non può che riflettersi a catena su tutti gli impianti e i relativi bacini afferenti a quest’ultimo. Ne consegue che il livello di vulnerabilità del sistema è estremamente elevato. A mero titolo esemplificativo e per poter meglio comprendere la criticità nella sua complessità, l’impianto del Torre Pedrera, sito a Rimini Nord, solleva dei liquami che, prima di essere veicolati alla depurazione tramite l’impianto ISA, vengono rilanciati da tre impianti di sollevamento intermedi: IS3, IS4 e IS5. (Figura 5.8)

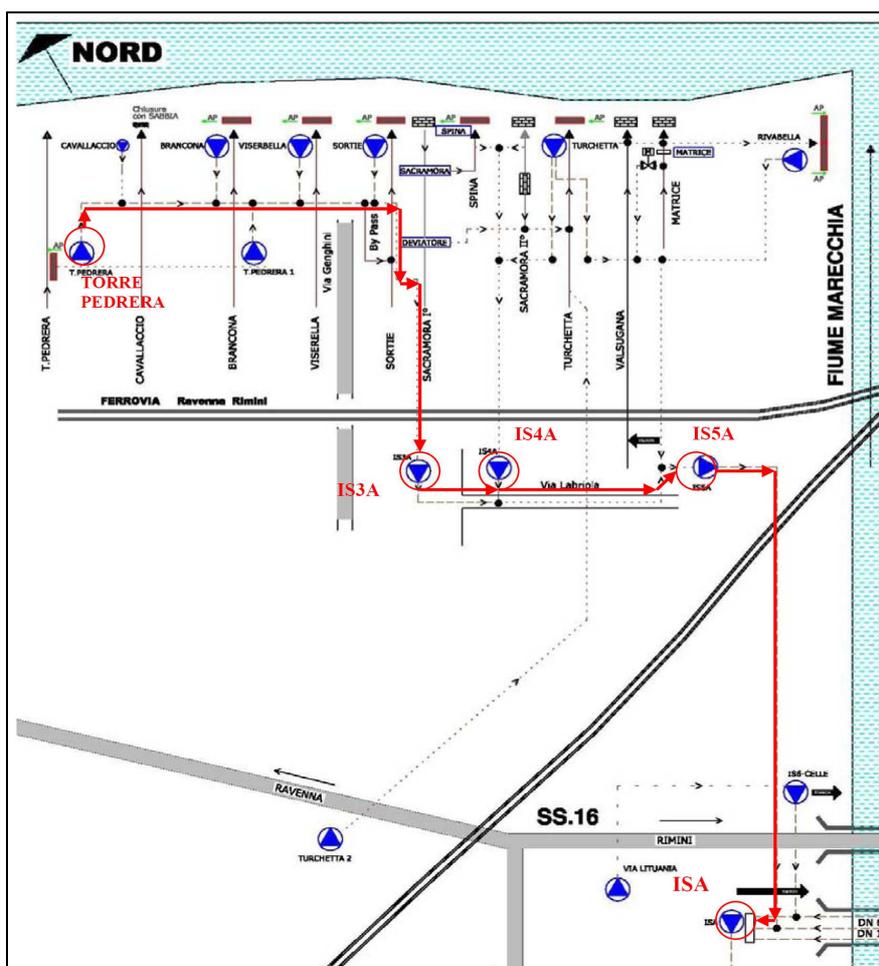


Figura 5.8 - Particolare del sistema dei sollevamenti a Rimini Nord

L'ISA a Rimini Nord, come il 2B a Rimini Sud, sono dei “colli di bottiglia” di tutto il sistema di raccolta delle acque reflue della Città, in quanto sono dei sollevamenti posti al termine del sistema di convogliamento dei reflui, i quali, già attualmente, risultano essere sottodimensionati.

5.4.2 CRITICITÀ DI TIPO IGIENICO-SANITARIO E PAESAGGISTICO

La commistione delle acque provenienti dal reticolo idrografico naturale con quelle urbane, viene resa ancor più gravosa dal fatto che la rete di Rimini è prevalentemente di tipo misto. Infatti, dal punto di vista igienico-sanitario e paesaggistico, la separazione solo parziale e peraltro non del tutto efficiente delle reti fognarie ha aggravato le condizioni igieniche, soprattutto lungo la fascia costiera, per la presenza di liquami fognari, convogliati dalle fosse insieme alle acque bianche. Durante i periodi di tempo asciutto le acque di magra sono intercettate per mezzo di paratoie automatiche o di clapet ed inviate tramite sollevamento meccanico alla depurazione; gli sbocchi delle tombinature sul litorale sono “mascherati” con ventole in vetroresina o metallo (Figura 5.9).



Figura 5.9 - Paratoie a clapet allo sbocco su una fossa consortile

Ciò, tuttavia, in molti casi non è sufficiente ad evitare trafile di acque inquinate e fuoriuscite di cattivi odori. Inoltre, a causa delle basse velocità nei tratti tombinati, si accumulano i materiali solidi ed i galleggianti che, in occasione delle piogge, quando le paratoie si aprono e le portate vengono scaricate a mare, inevitabilmente si depositano sull'arenile. In particolare si rileva, che la presenza di materiali grossolani, in relazione alla ripetuta entrata in funzione degli scaricatori di piena ed all'apertura dei relativi sbocchi a mare e nel sistema fluviale, necessari per consentire il deflusso dell'acqua presente in eccesso nel sistema fognario, determina una condizione di visibilità e di immediata percezione del fenomeno agli occhi del pubblico.

Inoltre l'acqua, per raggiungere la linea di costa, si crea un alveo meandriforme che ne interrompe la continuità; questo, durante la stagione turistica, impone gravosi lavori di manutenzione, dopo ogni precipitazione, per lo sgombero dei detriti accumulati ed il ripristino dell'arenile.

La presenza, seppur occasionale e di durata ed estensione limitata, di episodi di fioritura algale, che colorano le acque del mare in prossimità della battigia, formando strisce in balia delle correnti, evidenzia che la qualità delle acque del litorale non è ottimale. Questi eventi sono sicuramente innescati da contributi locali. Infatti, la "pressione" dell'entroterra, che si esercita per la massima parte attraverso il reticolo fluviale durante i periodi piovosi, può avere una notevole incidenza, ma è sicuramente l'apporto civile, anche depurato, prodotto dalle rilevanti presenze turistiche dell'abitato prossimo al litorale a fornire i maggiori contributi di sostanze che consentono lo sviluppo localizzato del fitoplancton.

Vi è, infine, da ricordare che tale situazione è aggravata dal fatto che la separazione delle reti, anche dove eseguita, è in genere incompleta ed insufficiente, in quanto gli allacciamenti delle utenze private frequentemente non sono separati ed i collettori di rete nera in molti casi recapitano in collettori di mista, bianca o nelle fosse.

5.4.3 CRITICITÀ DOVUTE ALLA VETUSTÀ DELLA RETE

La vetustà delle condotte fognarie è una problematica che si riscontra in numerose città italiane. Sfortunatamente, tale criticità assume per Rimini una valenza estremamente significativa, come è evidenziato dalla seguente suddivisione per fasce di età delle tubazioni esistenti:

- il 49,6% delle condotte risulta posato prima del 1972
- il 10,4% delle condotte risulta posato tra il 1972 e il 1980;

- il 21,8% delle condotte risulta posato tra il 1980 e il 1990;
- il 18,2% delle condotte risulta posato tra il 1990 e il 2003.

Di queste circa il 45% sono in conglomerato cementizio posate prima del 1972, ed in prevalenza appartenenti alla rete mista, come si evince dai dati di seguito riportati:

- 68,9% dei collettori di rete mista sono in conglomerato cementizio e posati prima del 1972;
- 20,6% dei collettori di rete bianca sono in conglomerato cementizio e posati prima del 1972;
- 0,5% dei collettori di rete nera sono in conglomerato cementizio e posati prima del 1972.

Le criticità determinate da condotte vetuste e, molte volte, mal eseguite sono assai ben note:

- una scarsa tenuta dei giunti,
- una insufficiente officiosità idraulica
- problemi strutturali.

Gli effetti della suddetta criticità si ripercuotono sostanzialmente su tutti i componenti della rete: ed in particolar modo agli impianti di sollevamento ed agli impianti di trattamento, che possono essere sottoposti a problemi di efficiente funzionalità per il maggiore carico idraulico dovuto alle infiltrazioni nelle tubazioni.

CAPITOLO 6 – ESEMPI DI INVASI NEL SISTEMA FOGNARIO DI RIMINI

6.1 BACINI DI LAMINAZIONE “A CIELO APERTO”

6.1.1 VASCA DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE DI ORIGINE METEORICA “ZONA IKEA”



Immagine 6.1 – Locazione vasca laminazione “zona Ikea”

Si tratta di un invaso a forma piramidale lungo 220 m e di larghezza variabile dai 50 m nella zona lato monte, a 20 m nella zona lato mare. Anche l'altezza è variabile; nella zona “monte” abbiamo un'altezza di 5 m fino ad arrivare gradualmente ad un'altezza di circa 2 m nel lato opposto.

Possiamo quindi parlare di un invaso di laminazione a cielo aperto con una capacità di 25000 mc.



Immagine 6.3 – Vista vasca laminazione “zona Ikea”



Immagine 6.4 – Locazione vasca laminazione “zona Ikea”



Immagine 6.5 – Locazione vasca laminazione “zona Ikea”

6.1.2 VASCA DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE DI ORIGINE METEORICA ZONA “NUOVA FIERA”



Immagine 6.6 – Locazione vasche laminazione zona “nuova Fiera”

Si tratta di vasche di laminazione a cielo aperto site nella zona limitrofa alla nuova fiera di Rimini. Sono due vasche adiacenti l'una collegata all'altra e separate da una strada (Immagine 6.10) carrabile: la prima di dimensioni maggiori ha una forma pressoché rettangolare con una capacità di 30000 mc; la seconda di forma irregolare con una capacità pari a circa la metà della precedente.



Immagine 6.7 – Vista aerea vasche laminazione “zona Fiera”.



Immagine 6.8 – Vasca laminazione “zona Fiera”.



Immagine 6.9 – Vasca laminazione “zona Fiera”.



Immagine 6.10 – Vasca laminazione “zona Fiera”

6.1.3 RELAZIONE DESCRITTIVA

I bacini di laminazione sono bacini di raccolta non permanenti, provvedono principalmente alla laminazione delle portate di piena. Poiché non c'è uno specchio d'acqua permanente da mantenere, i costi di costruzione e di manutenzione risultano notevolmente ridotti ed inoltre non sussistono restrizioni sulla natura dei terreni, sull'estensione del bacino sotteso e sull'entità delle precipitazioni.

I bacini asciutti presentano in genere un aspetto estetico poco gradevole (Immagine 6.4; 6.5; 6.8; 6.9; 6.10); inoltre, se non regolarmente mantenuti, possono dar luogo a cattivi odori, sviluppo di insetti ed accumulo di sporcizia. Sono richieste ampie superfici, rendendo quindi difficile un loro inserimento in un contesto fortemente urbanizzato; a ciò si aggiunge l'ulteriore esigenza di situarli in luoghi poco visibili o di mascherarli in maniera adeguata.

Inoltre i bacini di raccolta non permanenti garantiscono solo un modesto trattamento qualitativo delle acque. Per ovviare a questo problema è possibile abbinare a tali bacini altri dispositivi, come ad esempio canali inerbiti o altre BMP.

Criteri di progetto

Allo scopo di rimuovere preventivamente i sedimenti di maggiori dimensioni, affinché non entrino nell'invaso, è possibile realizzare anche in questo caso un piccolo bacino di sedimentazione.

Per convogliare basse portate attraverso il bacino si realizzano piccoli canali rivestiti che collegano i punti di ingresso con il punto di uscita (Immagine 6.3).

La pendenza delle sponde non deve essere maggiore di 3:1 (Immagine 6.4; 6.5; 6.8) per permettere il transito di falciatrici e altri macchinari; la pendenza del fondo deve essere non inferiore al 2÷4% in direzione dello sbocco, in modo da garantire adeguate velocità di scorrimento. Le sponde e il fondo sono ricoperti di erba; per migliorare l'aspetto estetico si possono inoltre disporre alberi e cespugli intorno all'invaso, ma non all'interno, poiché foglie e rami caduti potrebbero creare problemi di intasamento nei dispositivi di uscita.

Il volume di laminazione viene calcolato in base al principio dell'invarianza idraulica, considerando eventi meteorici con tempi di ritorno dai 2 ai 10 anni, e in modo che l'evento centennale non provochi esondazione, ma fuoriesca in sicurezza attraverso lo sfioratore d'emergenza. Un altro aspetto di fondamentale importanza, soprattutto dal punto di vista qualitativo, è la determinazione del volume dell'invaso. Da esso, infatti, dipende il tempo di residenza idraulico, ovvero il tempo in cui l'acqua resta all'interno del bacino, il quale influenza

notevolmente la capacità di rimozione degli inquinanti: più a lungo l'acqua resta all'interno del bacino e maggiore sarà l'efficienza dei processi di sedimentazione e di decomposizione biologica.

Alcuni studi hanno mostrato che la profondità ottimale varia fra 1 e 3 metri, dato un tempo di residenza idraulico di 2 settimane [Hartigan, 1988].

Infine, per quanto riguarda gli argini, essendo essi in terra, bisogna prevenire fenomeni di sifonamento dovuti all'infiltrazione, introducendo appositi dispositivi (drenaggi, taglioni, ecc.); inoltre è opportuno aumentarne l'altezza di un 5% per tenere conto del graduale abbassamento dovuto al costipamento del terreno [SEWRPC, 1991]. Le sponde degli argini possono essere protette dall'erosione coprendole con vegetazione o massi rocciosi gettati alla rinfusa ("rip rap" nella letteratura scientifica in lingua inglese).

Per convogliare basse portate attraverso il bacino si realizzano piccoli canali rivestiti che collegano i punti di ingresso con il punto di uscita (Immagine 6.3).

Nei bacini di raccolta non permanenti la rimozione degli inquinanti avviene solo tramite la sedimentazione, infatti, non essendo presente uno specchio d'acqua permanente, non avvengono i processi di assorbimento ad opera di alghe e piante acquatiche. È per questo motivo che il tasso di abbattimento dei solidi disciolti (in particolare azoto e fosforo) è piuttosto ridotto.

Manutenzione

La manutenzione di un bacino di raccolta permanente è fondamentale non solo per un suo corretto funzionamento, ma anche per prevenire la formazione di cattivi odori ed insetti e per non dar luogo ad un'eccessiva fioritura algale.

Le operazioni di manutenzione possono essere distinte in frequenti e saltuarie. Fra le operazioni frequenti quelle principali sono:

- ispezioni;
- controllo della vegetazione;
- rimozione della sporcizia;
- controllo dei componenti meccanici.

Accurate ispezioni dovrebbero essere condotte dopo eventi meteorici di rilevante importanza, per controllare se si sono verificate ostruzioni nei dispositivi di ingresso e uscita, erosione eccessiva delle sponde, danni agli argini, ecc.

Il controllo della vegetazione consiste essenzialmente nella falciatura dell'erba, nella rimozione di piante morte o indesiderate e nel ripristino della vegetazione stessa qualora venga danneggiata.

La rimozione della sporcizia deve essere particolarmente accurata in prossimità delle luci di ingresso e di uscita per garantirne un perfetto funzionamento.

Fra le operazioni saltuarie si ricordano:

- rimozione dei sedimenti,
- manutenzione o sostituzione dei dispositivi di uscita.

Se è presente un bacino di sedimentazione a monte dell'invaso principale, esso deve essere liberato dal materiale accumulatosi sul fondo ogni 5÷7 anni e, in ogni caso, quando la profondità si è ridotta al 75% del valore di progetto. Il bacino primario necessita invece di interventi molto meno frequenti, in genere ogni 15÷25 anni.

I costi di manutenzione, secondo recenti stime, oscillano fra il 3 e il 5% del costo di costruzione.

6.2 INVASI DI LAMINAZIONE CHIUSI INTERRATI

6.2.1 SISTEMA DI LAMINAZIONE INTERRATO DI RACCOLTA DELLE ACQUE DI ORIGINE METEORICA SITO IN VISERBA

Il progetto del “Sistema di laminazione delle acque di origine meteorica a Viserba di Rimini” è il secondo step di un complesso di opere idrauliche da realizzare a Rimini Nord nell’area compresa tra la Fossa Sacramora e la Fossa dei Mulini. Tali opere hanno come scopo principale, quello di creare un sistema di allontanamento delle acque meteoriche per un’ampia zona di espansione edilizia residenziale ed artigianale nella zona di via San Martino in Riparotta e via Beltramini. Le opere in particolare sono così riassunte: 1) condotta di via San Martino in Riparotta e via Beltramini; 2) vasca di laminazione a Viserba di Rimini; 3) condotta di scarico della vasca di laminazione e sfioratore della fossa Sacramora.

La vasca di laminazione, di cui al punto 2, costituisce il nucleo del progetto, nasce dall’esigenza di laminare le portate che provengono dal collettore della via San Martino in Riparotta di prossima costruzione prima di essere immesse nel collettore in via Sacramora con la limitazione di 300 l/sec (imposta dal Consorzio di Bonifica). Il recapito finale è poi costituito dalla fossa dei Mulini scolo consorziale, che nel tratto terminale è tombinato e svolge la funzione di pubblica fognatura. La scelta progettuale si è consolidata attraverso varie indagini tecniche, svolte dall’AMIR S.p.A. ora HERA RIMINI s.r.l. dal Consorzio Di Bonifica e dal comune di Rimini, valutando le possibili soluzioni per gestire le espansioni urbanistiche previste dal vigente PRG.

In particolare si cita lo studio sul reticolo idrografico Rimini Nord “valutazioni sul regime idraulico dei fossi consorziali Sortie, Sacramora e Turchetta”, del 2 luglio 2001, nel quale si evidenzia un’insufficienza idraulica diffusa sui tre bacini aggravata dai fenomeni combinati di marea e pioggia.



Immagine 6.11 – Locazione impianto Viserba

La vasca di laminazione è dimensionata con un tempo di ritorno di 10 anni in quanto tale parametro si ritiene sufficiente, in attesa delle opere relative alla condotta di scarico. Il sistema complessivo vasca più condotta sarà dimensionato con tempo di ritorno di 25 anni

Si tratta di una vasca di laminazione 10000 mc circa con struttura in c.a. e c.a.p. completamente interrata e coperta.

6.2.1.1 ILLUSTRAZIONE IMPIANTO FOTOGRAFICA E DIGITALE



Immagine 6.12 – Vista aerea impianto Viserba



Immagine 6.13 – Vista impianto Viserba



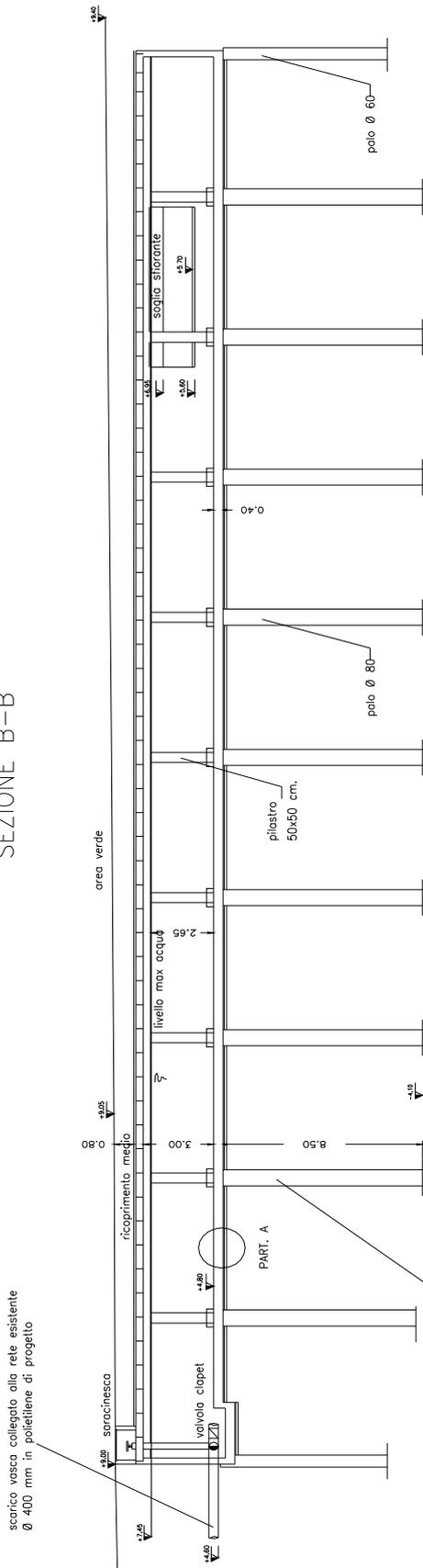
Immagine 6.14 – Vista impianto Viserba



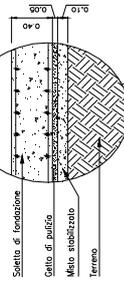
Immagine 6.15 – Pilastrata impianto Viserba

SEZIONI

SEZIONE B-B'

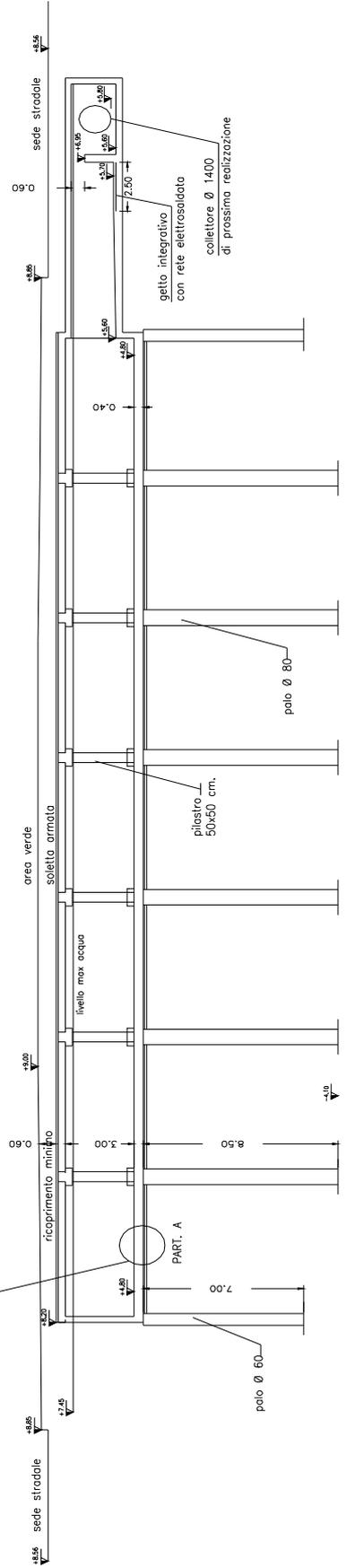


PARTICOLARE A
scala 1:50



SEZIONE A-A'

SCALA 1:200



6.2.2 RELAZIONE DESCRITTIVA

Una delle principali limitazioni degli invasi a cielo aperto, come visto nel paragrafo precedente, risiede nel fatto che essi occupano estese porzioni di territorio e quindi risultano di difficile inserimento in contesti altamente urbanizzati (aree di parcheggio, centri commerciali, zone industriali, ecc.), dove si ha scarsa disponibilità di spazio ed un elevato costo dei terreni. D'altra parte tali aree, poiché inducono una forte impermeabilizzazione del territorio, sono proprio quelle che necessitano maggiormente di interventi strutturali per il controllo quantitativo delle portate meteoriche. In questi casi, dunque, il ricorso agli invasi sotterranei è l'unica soluzione praticabile. È altresì evidente che i serbatoi interrati comportano costi nettamente superiori rispetto ai bacini a cielo aperto, in quanto occorre sia uno scavo più profondo, sia la realizzazione di una vera e propria opera strutturale (Immagini 6.15; Pianta vasca di laminazione; Sezioni). Questo incremento di costo viene però compensato dal fatto che lo spazio sovrastante può essere sfruttato per parcheggi o altri scopi (Immagini 6.12; 6.13; 6.14), massimizzando così le potenzialità economiche dell'area.

Dal punto di vista costruttivo un invaso sotterraneo si può realizzare essenzialmente in due modi:

- mediante una vasca in calcestruzzo armato di forma generalmente rettangolare (come nel nostro caso);
- mediante una serie di tubi di grande diametro in acciaio o alluminio, in materiale plastico o in calcestruzzo.

Una volta determinato il volume da assegnare all'invaso, la scelta dell'una o dell'altra tipologia costruttiva dipende da vari fattori: conformazione e caratteristiche fisiche dell'area oggetto di intervento, costo dei materiali, costo delle operazioni di scavo, regolamenti locali, ecc.

In generale con le vasche in cemento armato, per la loro sezione rettangolare e per il fatto che forniscono un volume continuo, si ottiene un maggiore volume d'invaso per unità di area scavata rispetto a quello ottenibile con tubi circolari di grande diametro. Ciò è dovuto anche al fatto che i tubi devono essere reciprocamente distanziati di una quantità minima, per ragioni di integrità strutturale.

D'altra parte i sistemi di tubi hanno una maggiore flessibilità di impiego e perciò si utilizzano laddove le caratteristiche dello spazio disponibile non consentono l'inserimento di una vasca.

Un'ultima considerazione deve essere fatta riguardo agli aspetti qualitativi: i serbatoi di laminazione interrati non provvedono alla riduzione dei carichi inquinanti veicolati dalle acque

meteoriche, dunque, per non dar luogo a forti stati di inquinamento nel corpo idrico ricettore durante gli eventi di pioggia, è necessario abbinare alla vasca volano appositi sistemi per il trattamento qualitativo delle acque (vedi Pianta vasca di laminazione).

6.3 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

6.3.1 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI SUPERO SVERSATE DAL COLLETTORE DI PRIMA PIOGGIA COLONNELLA II

Il collettore Colonnella II prende origine nei pressi dell'insediamento dell'area artigianale della via Montescudo a Rimini e termina sulla spiaggia in corrispondenza della via Firenze.

Attualmente il collettore verso mare è intercettato da una paratoia, che viene sollevata quanto le portate in arrivo sono in esubero rispetto alla potenzialità dell'impianto di sollevamento. La paratoia si solleva automaticamente, quando il livello dell'acqua raggiunge un valore impostato (54% come grado di riempimento che corrisponde a 90 cm. di livello d'acqua nel collettore). Durante le piogge intense quindi il collettore scarica in corrispondenza della battigia acque miste non trattate. Le acque hanno il carico inquinante tipico dello smaltimento unitario e durante il periodo estivo sono aggravate dal fenomeno del primo flusso dovuto alla rimozione dei sedimenti depositati in fognatura nel periodo secco antecedente l'evento meteorico. Tale caratteristica è accentuata dalla particolare conformazione dei collettori che sono di sezione larga e bassa ed a debole pendenza e favoriscono la formazione di depositi che vengono messi in movimento dall'apertura rapida della paratoia.

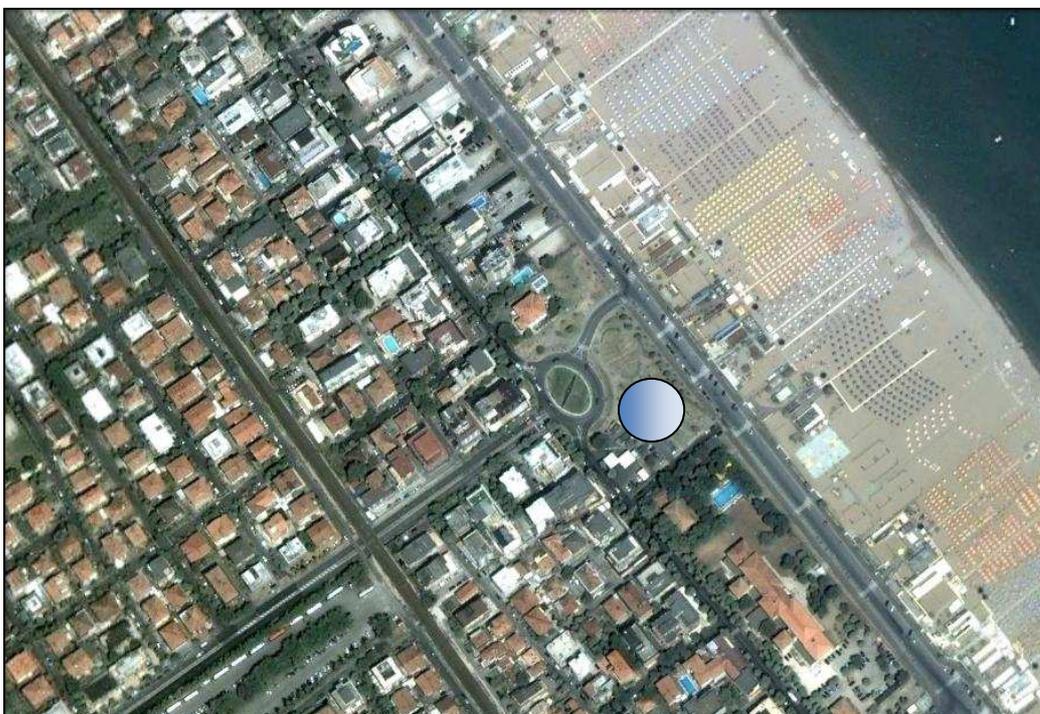


Immagine 6.16 – Locazione impianto Colonnella II

L'intervento in progetto è finalizzato a realizzare un sistema di stoccaggio e trattamento delle acque miste provenienti dal collettore Colonnella II per limitare e migliorare la qualità degli scarichi in mare durante la stagione estiva. Il progetto prevede sinteticamente la costruzione di un impianto di filtrazione delle acque miste e una vasca di accumulo temporaneo delle acque di prima pioggia per poi smaltirle all'impianto di depurazione urbano.

Il sistema è progettato per funzionare nel seguente modo: durante la pioggia le portate che superano la capacità dell'impianto di sollevamento circa 230 l/s vengono convogliate alla vasca di prima pioggia. Se l'evento meteorico termina quando la vasca non è piena non si ha scarico in mare delle acque miste. Se l'evento meteorico continua quando la vasca è piena, le portate in arrivo vengono scaricate in mare, previa filtrazione, attraverso il canale sfioratore esistente. Le acque scaricate avranno comunque migliori caratteristiche di quelle sversate dall'attuale sistema in quanto successive alla prima pioggia quindi più diluite ed inoltre trattate con un impianto in grado di eliminare le particelle solide sospese con diametro maggiore di 8 mm.

Per il presente progetto l'AMIR S.p.A. ha richiesto la consulenza della società inglese HR-Wallingford al fine di meglio dimensionare le opere di progetto e analizzare con modello matematico lo scenario futuro di espansione del bacino.

Si tratta di una vasca di prima pioggia di circa 4600 mc posta in area adiacente all'impianto di sollevamento attuale.

6.3.1.1 ILLUSTRAZIONE IMPIANTO FOTOGRAFICA E DIGITALE

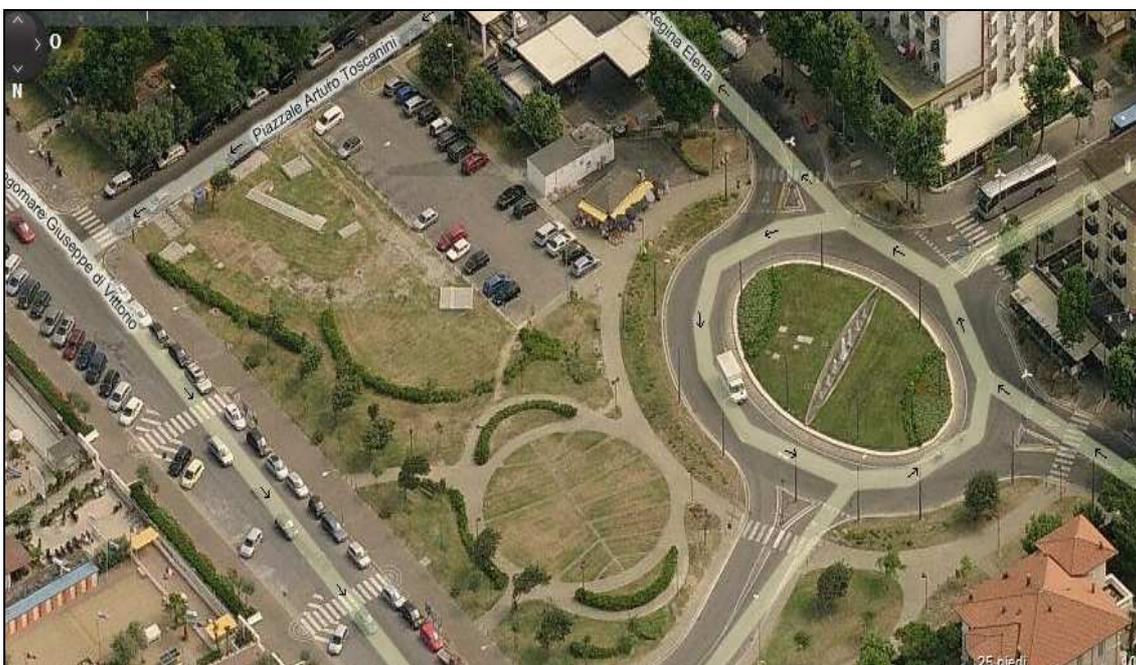


Immagine 6.17 – Vista aerea zona di collocazione impianto Colonnella II.

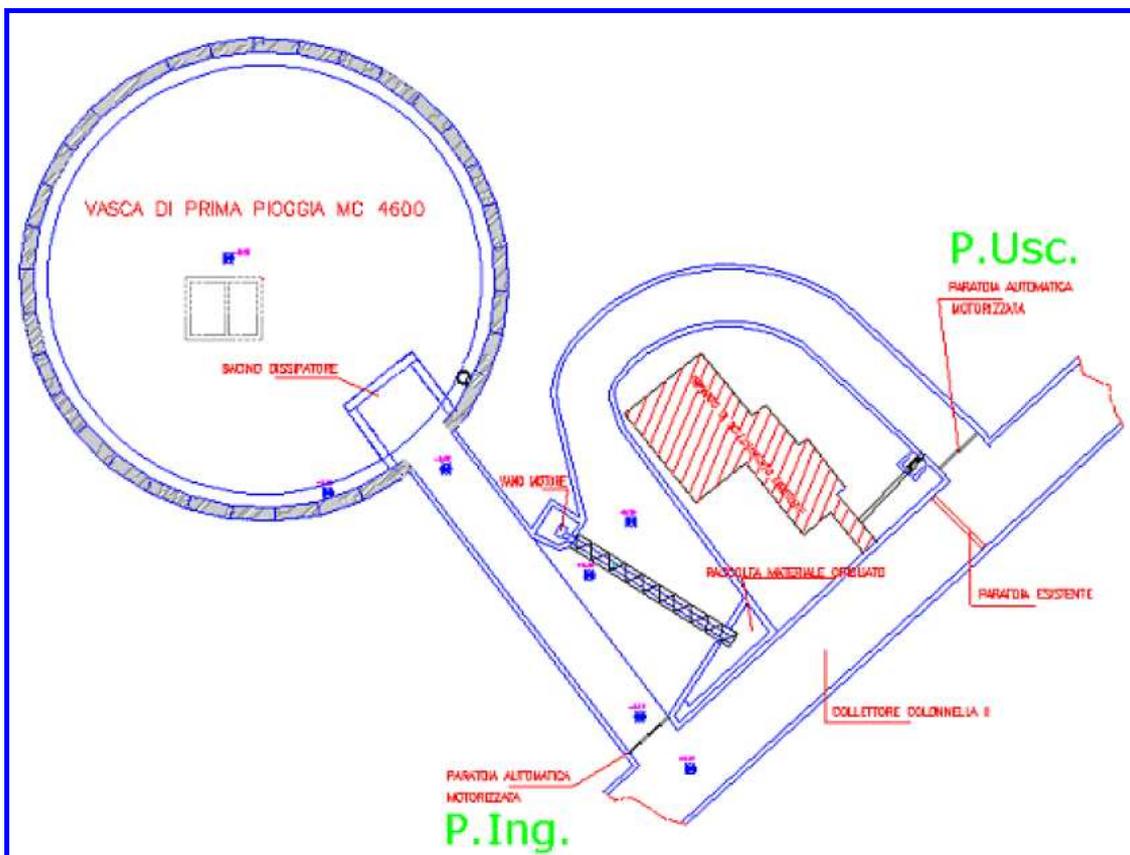


Immagine 6.18 – Impianto Colonnella II.



Immagine 6.19 – Scavo impianto.



Immagine 6.20 – Canale impianto.



Immagine 6.21 – Paratoia automatica di uscita

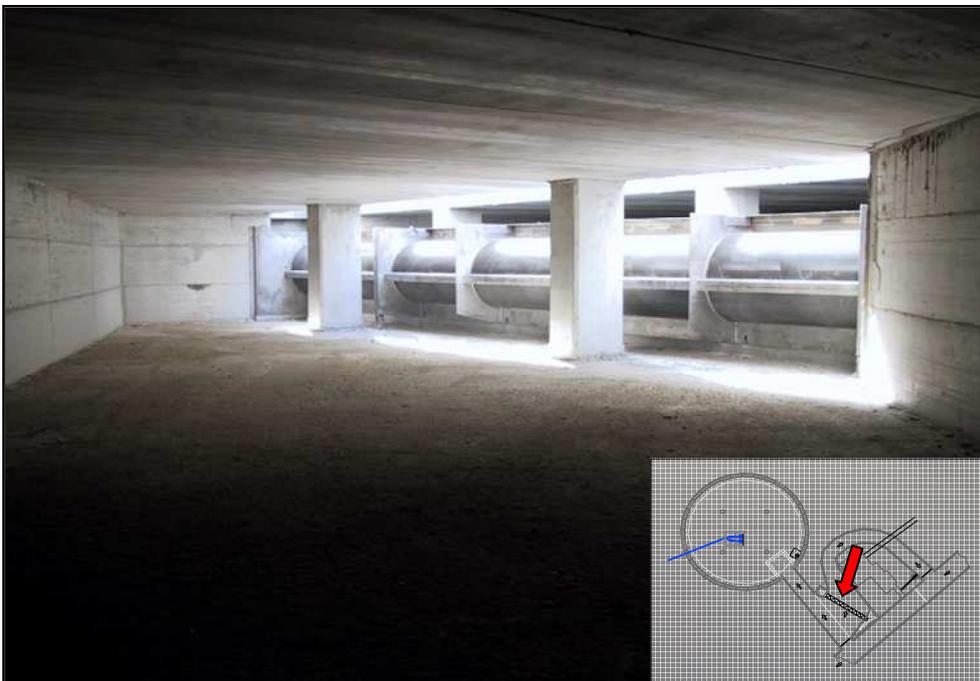
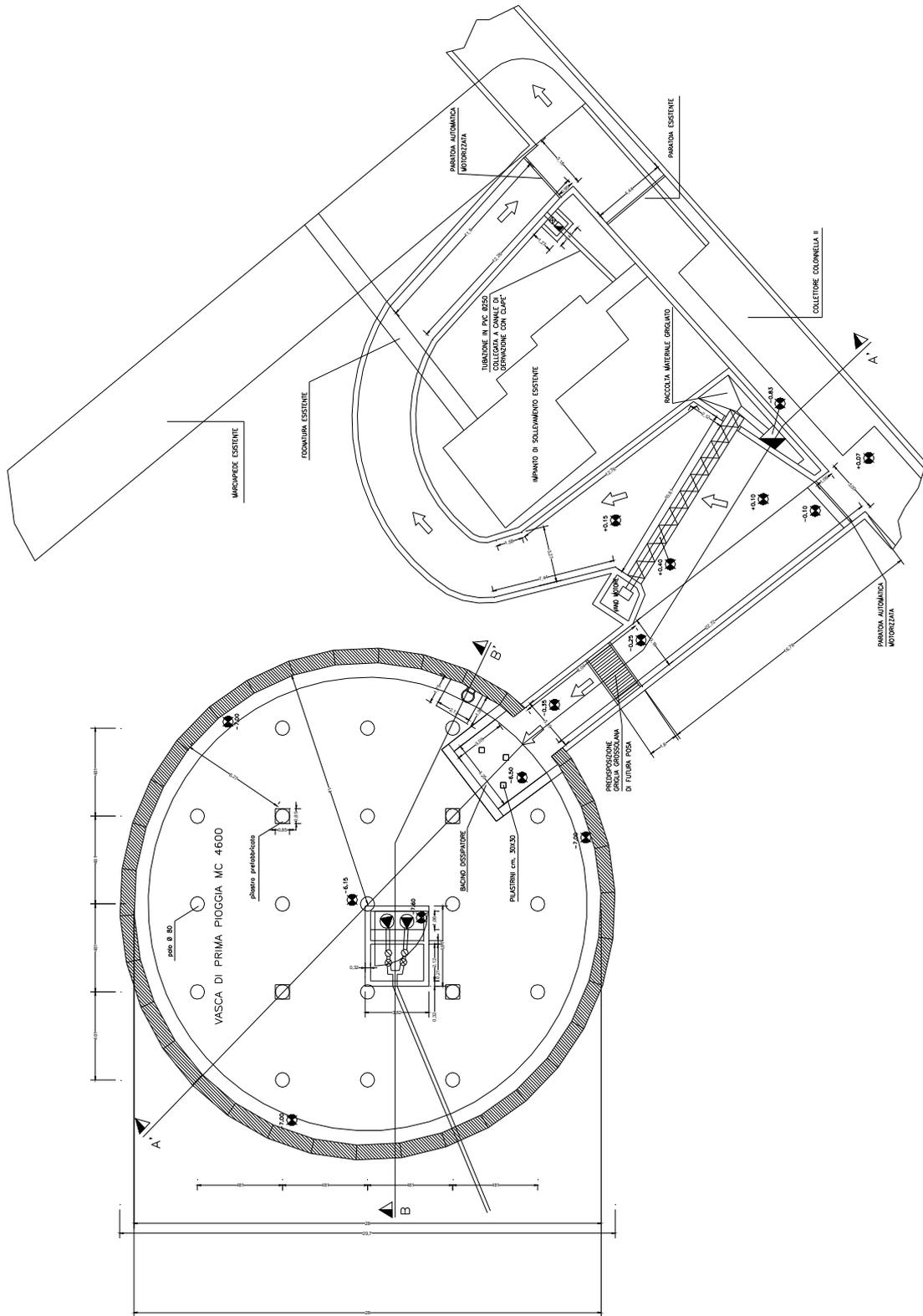
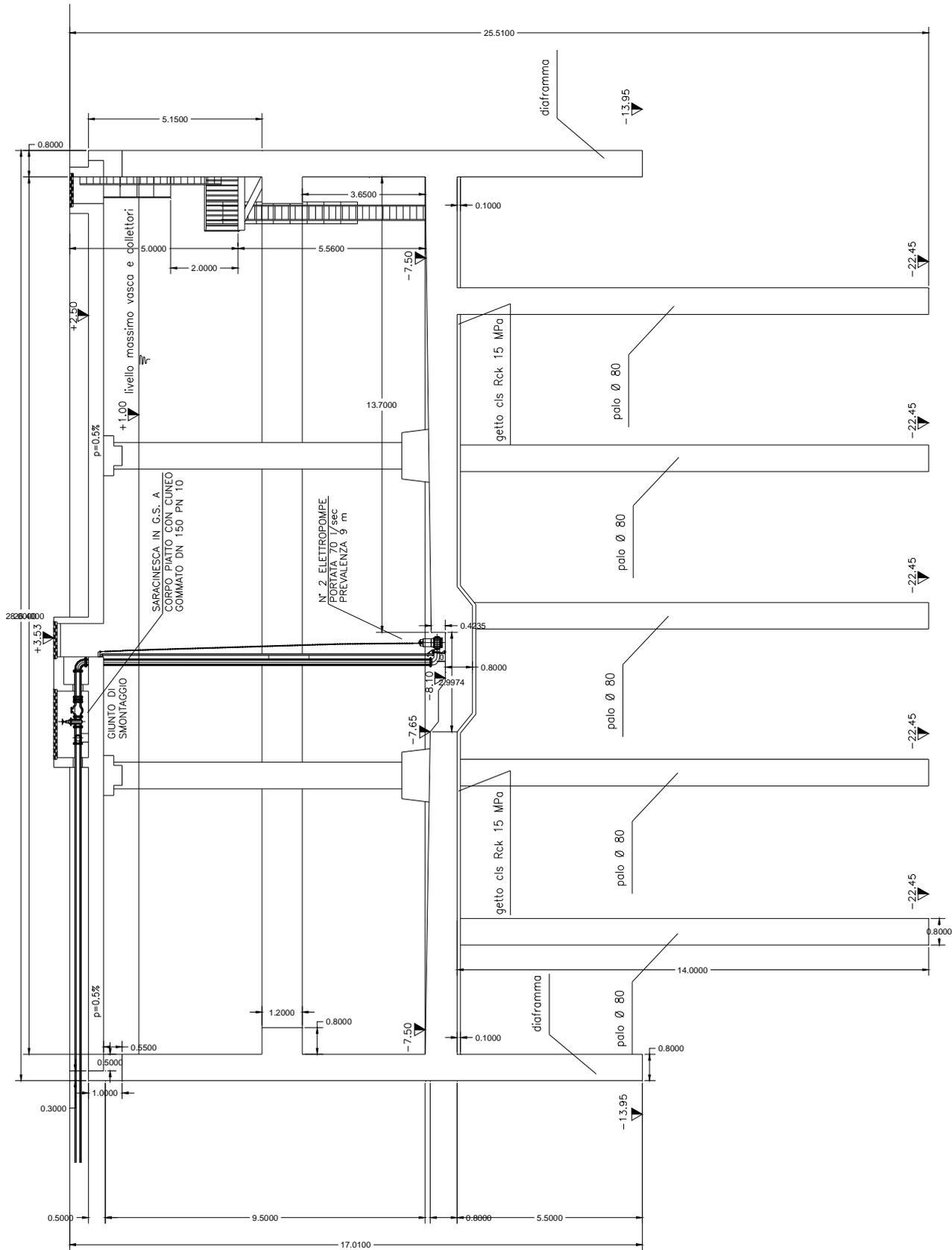


Immagine 6.22 – Impianto di filtrazione.

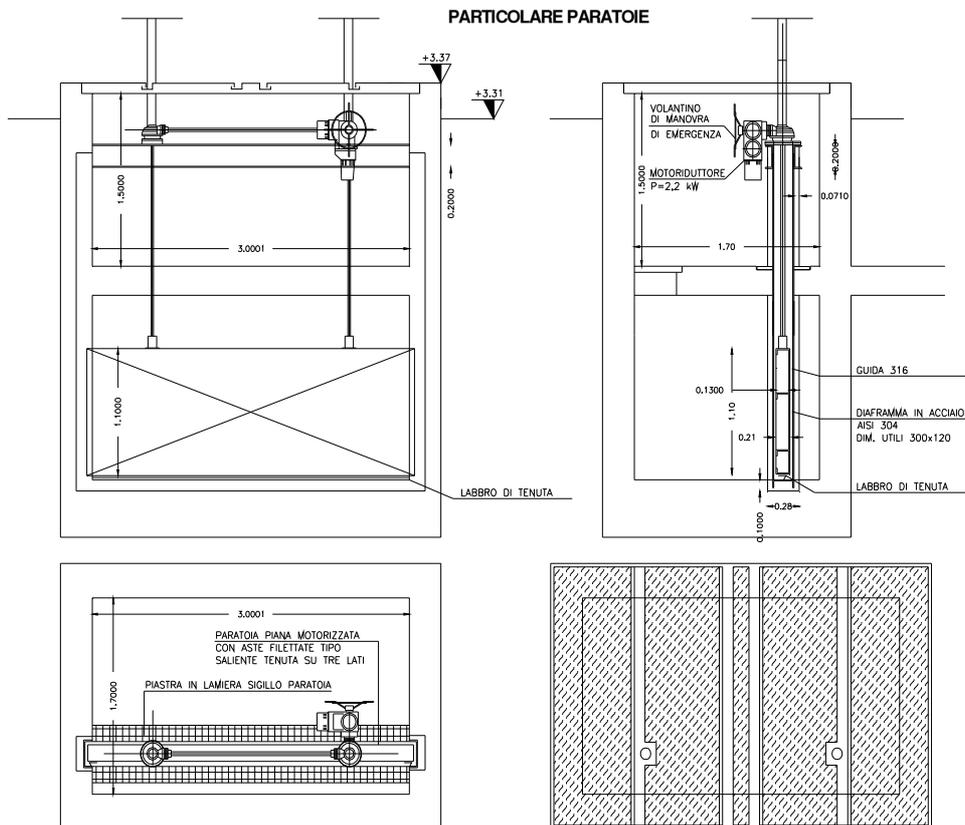
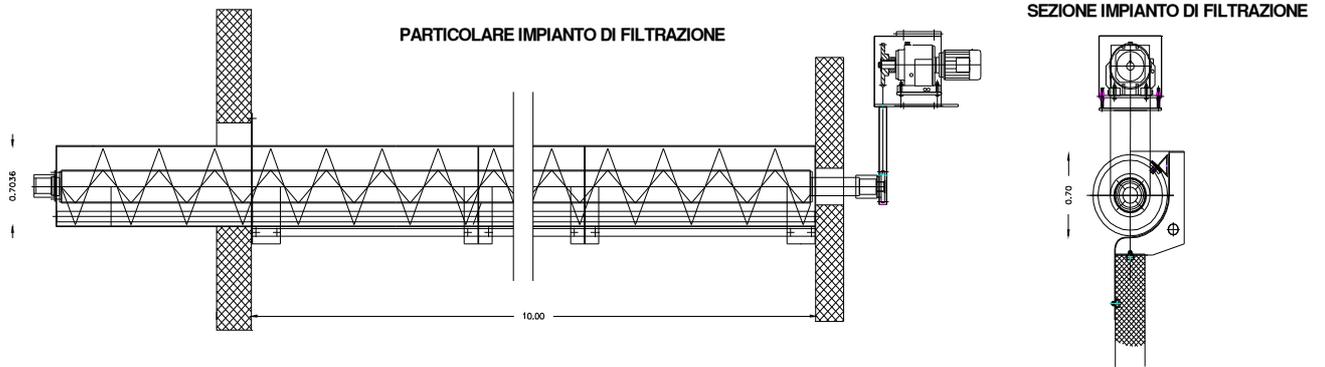
PIANTA VASCA PRIMA PIOGGIA



SEZIONE TRASVERSALE



PARTICOLARI DELL'IMPIANTO



6.3.2 RELAZIONE DESCRITTIVA

Il sistema più efficace per il trattamento delle acque consiste nel realizzare una vasca di prima pioggia (Immagine 6.18; Pianta vasca di prima pioggia) a monte dell'invaso di laminazione, tale da trattenere la prima frazione dell'evento meteorico (caratterizzata dai massimi carichi inquinanti) e da inviarla successivamente alla depurazione. Una volta riempita essa non viene più interessata dalle acque successive (per evitare rimescolamento) e, tramite un ripartitore, inizia l'invaso nella vasca volano (Immagine 6.19) mediante una serie di tubi di grande diametro in acciaio o alluminio, in materiale plastico o calcestruzzo.

Le principali operazioni e lavorazioni strutturali per l'esecuzione di una vasca interrata in conglomerato cementizio armato possono riassumersi come segue:

- realizzazione di un primo sbanco di circa 50 m;
- realizzazione di paratie lungo i quattro lati perimetrali ed eventualmente anche a metà del lato lungo in direzione ortogonale a questo (Immagine 6.21; Particolari impianto);
- scavo di sbancamento sino alla quota di imposta dello strato drenante (Immagine 6.19);
- realizzazione dello strato drenante per l'eliminazione delle sotto pressioni idrauliche;
- realizzazione della platea di fondazione;
- realizzazione dei pilastri per il sostegno del solaio (Sezione longitudinale; Sezione trasversale);
- costruzione di rifodera e dei muri perimetrali in c.a. sulla testa delle paratie sino all'intradosso del solaio;
- realizzazione dell'impalcato mediante travi (eventualmente in spessore di solaio) e predalles (o altri tipi di solaio);
- realizzazione della sovrastruttura stradale.

Quelle appena elencate sono le fasi costruttive usuali, che vengono di volta in volta adattate sulla base di esigenze specifiche e delle condizioni effettivamente presenti in sito.

Se il livello idrico della falda è poco al di sotto del piano di campagna e quindi interseca la vasca, si possono avere problemi di galleggiamento, per cui è opportuno realizzare una platea di spessore consistente.

I muri perimetrali vengono schematizzati o come muri di sostegno (e quindi come travi a mensola), qualora la lunghezza sia molto maggiore dell'altezza, o come piastre, quando le due dimensioni sono simili fra loro. I carichi su di essi agenti sono la spinta del terreno e la spinta

dell'acqua invasata, entrambe rappresentabili mediante diagrammi di tensione triangolari. L'impalcato viene invece dimensionato considerando, oltre al peso proprio degli elementi strutturali, il peso della sovrastruttura stradale e i carichi accidentali.

Particolare attenzione deve essere posta nelle riprese di getto e, più in generale, in tutti collegamenti, i quali devono essere accuratamente impermeabilizzati, per esempio utilizzando dei "waterstop". La massima altezza interna netta, in genere, non dovrebbe superare i 5÷6 metri.

La capacità di ritenzione di una vasca volano può essere concentrata in un unico manufatto oppure suddivisa in diversi comparti. Si ricorre alla prima soluzione solo quando i volumi in gioco sono relativamente piccoli.

Se il volume supera i 400÷500 metri cubi sarebbe opportuno realizzare invasi multicamera (Immagine 6.18): in questo modo, infatti, gli eventi più frequenti interessano solo una parte della vasca, mentre solo per eventi pluviometrici più rilevanti vengono via via interessati gli altri comparti (Immagine 6.20). Lo scopo è quello di razionalizzare le operazioni di pulizia e manutenzione, che devono essere frequenti nel comparto più spesso invasato, mentre possono essere più diradate negli altri comparti.

Il numero ottimale di comparti discende da considerazioni economico-funzionali: occorre individuare un compromesso ottimale fra i costi di realizzazione (più comparti comportano un costo più elevato) e i costi di gestione (più comparti consentono una gestione più economica ed efficiente). È altresì opportuno che i singoli comparti siano il più possibile uguali, per evidenti ragioni di semplicità costruttiva e di omogeneità delle infrastrutture di manutenzione automatizzata. Le vasche multicamera sono dotate di una precamera d'ingresso, talvolta direttamente collegata all'opera di svuotamento (bocca a battente o impianto di sollevamento): quando il volume da invasare eccede quello della precamera d'ingresso si attiva lo sfioro verso la prima camera (Immagine 6.20), e così via.

Si possono distinguere vasche multicamera in serie, in cui il riempimento e lo svuotamento di ciascuna camera avviene attraverso la camera precedente e vasche multicamera in parallelo, in cui il riempimento e lo svuotamento di ciascuna camera avviene per tutte attraverso la precamera d'ingresso.

Lo svuotamento di ogni camera avviene in genere attraverso valvole di non ritorno (Clapet). Le dimensioni minime delle bocche regolanti lo svuotamento di ciascun comparto non possono comunque scendere al di sotto di 20÷25 cm, sia in larghezza che in altezza, per evitare il rischio di intasamento.

Sistemi di lavaggio e pulizia degli invasi

La manutenzione programmata degli invasi è indispensabile per ottenere una reale efficacia e mantenere in efficienza le vasche di raccolta delle acque meteoriche, in particolare proprio per le vasche di prima pioggia che raccolgono la parte più carica di sostanze solide e di inquinanti di varia natura. La naturale tendenza a sedimentare del materiale trasportato durante gli eventi meteorici sul fondo riduce progressivamente l'efficienza delle vasche stesse (riduzione dei volumi utili, intasamento delle apparecchiature elettromeccaniche installate) e la frazione organica è la causa principale dello sviluppo di processi di trasformazione con formazione di gas e di cattivi odori. Risulta quindi indispensabile la presenza di un sistema di pulizia che garantisca la rimozione dei depositi durante ogni ciclo di riempimento-svuotamento dell'invaso.

I principali sistemi di lavaggio delle vasche in cemento armato possono essere ricondotti essenzialmente a tre tipologie principali:

- paratoie di spurgo;
- scarichi a bascula;
- getti ad alta pressione.

La scelta del sistema più idoneo è funzione delle dimensioni e della geometria costruttiva delle vasche oltre a rispondere a requisiti di:

- semplicità di installazione;
- ingombri contenuti;
- ridotta manutenzione;
- impianto modulare per consentire di attrezzare vasche con diverse conformazioni geometriche;
- funzionamento programmabile sulla logica della variazione di livello in vasca;
- possibilità di monitoraggio degli stati di funzionamento e controllo a distanza.

I dettagli di funzionamento per le singole tipologie sono riassunti nel seguito:

Paratoie di spurgo (come in questo caso): una parte delle acque in arrivo dal sistema di collettamento a monte viene invasata in un piccolo bacino di accumulo separato dall'invaso principale e collegato ad esso tramite criteri di progettazione, realizzazione e gestione. Questa è asservita ad un sensore di livello che ne comanda l'apertura non appena si è esaurito lo svuotamento del comparto: l'apertura istantanea della paratoia genera un'onda a fronte ripido che percorre rapidamente l'intera superficie del comparto, trascinando con sé il materiale sedimentato.

La paratoia è azionata da un sistema idraulico a circuito chiuso asservito ad un galleggiante; dunque non occorrono fonti di energia esterne, a meno che non si desideri installare anche un dispositivo di azionamento elettrico. Può essere impiegato anche in vasche di notevole lunghezza (fino a 250 m), infatti è sufficiente dimensionare correttamente il volume di acqua di lavaggio.

Scarichi a bascula: usati nel Nord America dai primi anni '90, sono dei recipienti cilindrici posizionati sulla parete posteriore della vasca in corrispondenza della massima altezza d'acqua in progetto: il recipiente si riempie fino a una data profondità e quindi ruota attorno ad un asse centrale, facendo traboccare l'acqua nella vasca e dando luogo alla corrente di scarico.

Una unità è sufficiente per serbatoi fino a 56 m di lunghezza e 16 m di larghezza. All'estremità opposta della vasca occorre realizzare un dispositivo di raccolta dell'acqua di lavaggio con un volume superiore di almeno il 20% rispetto a quello del recipiente basculante, affinché non si crei un'onda di ritorno.

Movimentazione e flussaggio con elettromiscelatori (mixer) e gruppi composti da elettropompa sommergibile + idro-eiettore.

La movimentazione dell'acqua viene generata dall'elettromiscelatore già durante la fase di riempimento, non appena si raggiunge in vasca il livello minimo di funzionamento.

L'elettromiscelatore continua a funzionare senza interruzione fino al raggiungimento dello stesso livello durante la fase di svuotamento. Questo consente di tenere in sospensione i solidi presenti e di riprendere in sospensione i solidi sedimentati durante la prima fase di riempimento che possono così fuoriuscire assieme alle acque di lavaggio ed essere inviati all'impianto di depurazione.

La pulizia finale viene effettuata dal gruppo pompa + idro-eiettore. Il flusso primario di acqua aspirato dalla pompa passa attraverso l'ugello "Venturi" nel tubo convogliatore/eiettore creando una depressione che richiama un flusso secondario, la sovrapposizione dei due (primario e secondario) costituisce il getto in uscita dall'idro-eiettore.

l'idro-eiettore non è più coperto dall'acqua funziona solo con il flusso primario per terminare la pulizia del fondo vasca.

Vasche di ridotte dimensioni entrambe le funzioni possono essere espletate dal gruppo pompa+idro-eiettore.

Nel caso fosse necessario ossigenare l'acqua è possibile usare lo stesso sistema invertito.

Il primario passa attraverso l'ugello "Venturi" creando una depressione che richiama attraverso una apposita tubazione di aspirazione comunicante con l'atmosfera.

Il funzionamento è automatico e viene gestito dall'apparecchiatura di comando e protezione centralina di telecontrollo tramite un sensore di livello.

Gli idro-eiettori possono essere del tipo acqua-acqua (W-W) o del tipo acqua-aria (W-A).

Gli idro-eiettori acqua-aria sono particolarmente adatti per le vasche a geometria lunga e stretta in quanto il getto può raggiungere distanze notevoli.

Inoltre gli idro-eiettori acqua-aria presentano, rispetto agli idro-eiettori acqua-acqua, il grande vantaggio di mantenere le condizioni aerobiche nella vasca e di favorire la riduzione del tasso di sedimentazione grazie alle bolle d'aria che fissano le particelle solide.

In generale gli idro-eiettori, rispetto ai sistemi di pulizia a cacciata, presentano il vantaggio che nel sistema di valle non immettono un flusso particolarmente carico di sedimenti, ma grazie al mantenimento dei sedimenti in sospensione consentono di avere la concentrazione dei solidi nella portata in uscita dall'invaso sufficientemente costante garantendo così minori rischi di intasamenti nei collettori di valle.

CAPITOLO 7 – CONCLUSIONI

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di studiare le criticità ambientali dovute allo smaltimento, attraverso il sistema fognario, di acque derivate dalla commistione tra quelle reflue urbane e le acque meteoriche. Esso ha come effetto negativo una sostanziale diminuzione della qualità delle acque marine e della balneabilità.

Solitamente, infrastrutture come la rete fognaria, molto importante per il buon funzionamento di una grande città, sono quasi sconosciute dalla maggior parte della gente. Non è solo un elemento passivo che si limita al trasporto in mare delle acque bianche e nere della città, ma permette anche di gestire la riduzione dei rischi di inondazioni o prevenire possibili contaminazioni causate da scarichi incontrollati.

La soluzione al problema della presenza di inquinante evidenziata in questo lavoro sono l'introduzione delle vasche di prima pioggia e delle vasche di laminazione, per il trattamento delle acque e per la laminazione delle portate di piena. Si è scelto come città di studio la città di Rimini e, per ogni tipologia di vaso, è stato scelto un caso rappresentativo presente nel tessuto, da analizzare. In particolare sono stati scelti gli invasi di laminazione a cielo aperto situati: il primo vicino al nuovo stabilimento di Ikea e il secondo nella zona della nuova Fiera; l'invaso di laminazione interrato collocato nella zona di Viserba e infine la vasca di prima pioggia Colonnella II che si trova in un punto nevralgico del sistema fognario di Rimini, ossia a pochi metri dalla spiaggia in corrispondenza della via Firenze.

Lo studio è stato svolto suddividendolo in tre parti: nella prima fase si è proceduto all'analisi degli aspetti tecnici dei sistemi di drenaggio con le problematiche ambientali ed idrauliche connesse, focalizzando in particolare l'attenzione sulle vasche di laminazione e sulle vasche di prima pioggia. Si è passati successivamente alla esame del sistema di smaltimento fognario della città di Rimini, poiché in questa zona è presente una rete fognaria di tipo misto e vengono utilizzati degli invasi unici nel loro genere. Di particolare interesse è stato il notare come i progettisti abbiano introdotto le strutture di raccolta e trattamento delle acque all'interno del contesto urbano tenendo conto delle caratteristiche della rete. Naturalmente si è considerato l'ambito normativo vigente in Europa, sul territorio nazionale ed infine in Emilia Romagna riguardo la regolamentazione della tutela delle acque.

Nella terza fase si è passati alla descrizione nel dettaglio degli invasi oggetti di studio ossia quelli: di laminazione a cielo aperto di Ikea e nuova Fiera, di laminazione interrato di Viserba e infine il collettore di prima pioggia Colonnella II.

Questa ultima fase è stata caratterizzata dalla raccolta dei dati, parametri idraulici e idrologici dimensionali e si è proceduto alla ricostruzione anche digitale degli impianti in tutte le loro componenti.

Diverse sono le conclusioni che si possono trarre a seguito dello studio condotto.

Anche in Italia, da ormai alcuni anni, è stato proposto l'impiego delle vasche di prima pioggia e di laminazione quale intervento strutturale atto al controllo della qualità degli scarichi fognari in tempo di pioggia.

Nel comune di Rimini, il progetto è in fase di sviluppo, e nonostante la complessità della rete e la variabilità degli eventi pluviometrici e che nel periodo estivo Rimini aumenta notevolmente il numero di residenti (e di conseguenza le portate), vi sono presenti sistemi di smaltimento all'avanguardia e la realizzazione dei manufatti procede nei tempi previsti e con dati fino ad ora incoraggianti.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1997) - *Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione*, Centro Studi Deflussi Urbani
- AA.VV. (2001) – *Manuale operativo dell'Impianto medaglie d'oro. Progetto HR WALLINGFORD*.
- AA.VV. (2005) - *Missione di studio - Spagna, quaderno di missione, a cura della segreteria della Settima commissione conciliare, Direzione Regionale rapporti e attività istituzionali*
- AA.VV. (2009) - *Piano Generale del sistema fognario del comune di Rimini*
- AA.VV. (2009) - *Metropolitan Area of Barcelona Environmental Authority - The Baix Llobregat regeneration Plant, Nizza*
- Ciaponi Carlo, Sergio Papiri, Sara Todeschini (2004) - *Qualità delle acque meteoriche di dilavamento dei siti sperimentali di Cascina Scala (Pavia) e di Cremona - Atti dei seminari "La tutela idrica e ambientale dei territori urbanizzati"*. Parma (Italia), 5-6 febbraio 2004 e Cosenza (Italia), 13-15 dicembre 2004.
- Da Deppo Luigi e Claudio Datei (2003) – *Fognature*, Cortina.
- D.Lgs n. 116/2008 (attuazione Direttiva 2006/7/CE) *2 nuovi parametri batteriologici (sanitari)*.
- D.Lgs n. 152/06 *Norme in materia ambientale (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006)*
- Documento 376L0160, *Direttiva Europea 76/160/CEE*.
- DPR n. 470/1982 e s.m.i. (attuazione Direttiva 76/160/CEE) *12 parametri fisici, chimici e microbiologici (ambientali e sanitari)*.
- Kinzelman Julie, Ph.D., MT (ASCP) (2005) - *Spatial Distribution Studies – Setting the Groundwork for MST, WI, USA*.
- Paoletti Alessandro (1996) - *Sistemi di fognatura e di drenaggio urbano: fondamenti e nuove tendenze*, CUSL.
- L. Fanizzi, G. Piscitelli (2003), *"Anomalie climatiche nei centri antropizzati ed effetti sulla salute pubblica"*, *L'Ambiente*, n. 5, Ed. Ranieri, Milano.
- A. Peruginelli (1987), *"Programmi di Idraulica 3° - Reti idriche e fognature"*, Ed. Dario Flaccovio, Palermo.
- U.S. EPA (1993), *"Handbook of Urban Runoff Pollution Prevention and Control Planning"*, Ed. EPA/625/R-93/004, Office of Research and Development, DC 20460, Washington.
- P. G. Cannata (1994), *"Governo dei bacini idrografici"*, Ed. Etaslibri, Milano.
- G. Alfonsi, E. Orsi (1987), *"Proporzionamento delle vasche di laminazione per reti fognarie sulla base del metodo cinematico"*, *Idrotecnica*, n. 2, Ed. Maggioli, Roma.

- A. Pistocchi (2001), *“La valutazione idrologica dei piani urbanistici- Un metodo semplificato per l’invarianza idraulica dei piani regolatori generali”*, *Ingegneria Ambientale*, marzo, Ed. Cipa, Milano;
- Autorità di Bacino del Fiume Arno (2000), *“Linee guida per la progettazione delle casse d’espansione”*, Firenze.
- V. Milano e M. Venutelli (1996), *“Sull’efficacia delle casse d’espansione nella laminazione delle piene”*, *Atti del XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Vol. I*, Torino.
- S. Artina ed AA.VV. (1997), *“Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione”*, CSDU, Ed. Hoepli, Milano.
- L. Fanizzi (2002), *“Gli impianti di raccolta idrica individuali”*, *L’Ambiente*, n. 4, Ed. Ranieri, Milano.
- G. La Loggia, E. Olivieri (1997), *“Modelli di formazione delle piene nelle reti di fognatura”*, *Atti del Corso di aggiornamento – Moderne tecniche e criteri per la sistemazione dei corsi d’acqua in territori fortemente antropizzati*, Politecnico di Milano, Ed. Bios, Milano
- M. Maglionico (2006), *“Gli invasi a servizio dei sistemi fognari: vasche di laminazione e di prima pioggia”*, *Ambiente & Sicurezza*, n. 9, Ed. Il Sole 24ore Pirola, Milano.
- L. Fanizzi (2005), *“Trattamenti depurativi delle acque di prima pioggia e di dilavamento successive”*, *Atti della Giornata di Studio - Acque di dilavamento e di prima pioggia*, Ed. Ranieri, Giovinazzo.
- E. Paris ed Al. (2004), *“Rischio idraulico – Interventi per la protezione del territorio - le casse d’espansione”*, Ed. CISM, Udine.
- C. Fagiani, M. Munafò ed Al. (2005), *“Strumenti per la valutazione degli impatti provocati dalle acque di prima pioggia nelle aree urbane”*, Ed. APAT, Roma.
- UNICHIM (2004): *“Scarichi idrici dei punti vendita carburanti”*, *Manuale n. 198*, Roma.
- L. O. Attori, F. R. Fragale ed Al. (2006), *“”*, Ed. G. Simone.
- ALFONSI G., ORSI E. (1987) – *Proporzionamento delle vasche di laminazione per reti fognarie sulla base del metodo cinematico – Idrotecnica*, n. 2.
- CENTER FOR WATERSHED PROTECTION (CWP) (2000) – *National Pollutant Removal Performance Database for Stormwater Best Management Practices*.
- CONTECH CONSTRUCTION PRODUCTS Inc. (2003) – *Stormwater Management Solutions – U.S.A.* COPA LIMITED (2004) – *Stormwater Management – United Kingdom*.

- EPA NATIONAL POLLUTANT DISCHARGE ELIMINATION SYSTEM (2002) – Dry Extended Detention Pond – Post-Construction Storm Water Management in New Development & Redevelopment.*
- EPA NATIONAL POLLUTANT DISCHARGE ELIMINATION SYSTEM (2002) – Wet Ponds – Post-Construction Storm Water Management in New Development & Redevelopment.*
- GEOFABRICS (2005) - Designing rock & rip-rap structures with geotextiles*
- GEORGIA DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (2001) – Georgia Stormwater Management Manual – Volume 2 (Technical Handbook).*
- GOTTARDI G., M. MAGLIONICO (2006) - Analisi del metodo cinematico per il dimensionamento degli invasi di laminazione a servizio delle reti di drenaggio urbano; XXX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, 10-15 Settembre 2006, Roma.*
- GOTTARDI G., M. MAGLIONICO (2008) - Analisi del metodo dell'invaso per il dimensionamento delle vasche di laminazione a servizio delle reti di drenaggio urbano. XXXI Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Perugia, 9-12 settembre 2008.*
- GRANDE, NOVAC & ASSOCIATES INC. (GNA) (1996) – CSO Equipment Information – Montreal, Canada.*
- HARTIGAN J. P. (1988) – Basis for Design of Wet Detention Basin BMPs – In “Design of Urban Runoff Quality Control”, American Society of Engineers.*
- JONES J.E., J. GUO, B. R. URBONAS, R. PITTINGER (2006) - Safety at Urban Stormwater Ponds.*
- MARYLAND DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT (MDE) (2000) – Storm Water Design Manual – Sediment and Storm Water Administration.*
- MODICA C. (1996) – Il dimensionamento delle vasche volano per piogge di intensità variabile e per diversi dispositivi di scarico – Atti del XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Torino, 16-18 settembre, vol. 3.*
- MORIGGI S., ZAMPAGLIONE D. (1978) – Proporzionamento delle vasche di laminazione a servizio delle reti fognarie – Ingegneria Ambientale, n. 5.*
- NEW JERSEY DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (2004) – New Jersey Stormwater Best Management Practices Manual.*
- NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES (NCDENR) (1998) – Stormwater Management Guidance Manual and BMP's – Division of Water Quality.*

- NORTHERN VIRGINIA PLANNING DISTRICT COMMISSION (NVPDC) (1992) – *Northern Virginia BMP Handbook – Engineers and Surveyors Institute.*
- PAOLETTI A., FLOREALE G., SANFILIPPO U. (1997) – *Invasi – Capitolo 18 in “Sistemi di fognatura: manuale di progettazione” (Centro Studi Deflussi Urbani), ed. Hoepli, Milano.*
- PAOLETTI A., REGE GIANAS F. (1979) – *Il dimensionamento delle vasche volano nelle fognature – Ingegneria Sanitaria, n. 1.*
- PITT R. (2004) - *Temporary Ponds for Construction Site Sediment Control.*
- REGIONE EMILIA ROMAGNA, AUTORITÀ DEI BACINI REGIONALI ROMAGNOLI (2003) – *Piano stralcio per il rischio idrogeologico. Direttiva di norme tecniche relative alle valutazioni idrologiche ed idrauliche.*
- SCHUELER T. R. (1987) – *Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban Best Management Practices – Metropolitan Washington Council of Governments.*
- SCHUELER T. R. (1992) – *A Current Assessment of Urban Best Management Practices – Metropolitan Washington Council of Governments.*
- SCHUELER T. R. (1997) – *Influence of Ground Water on Performance of Storm Water Ponds in Florida – Watershed Protection Techniques.*
- SOUTHEASTERN WISCONSIN REGIONAL PLANNING COMMISSION (SEWRPC) (1991) – *Costs of Urban Non-point Source Water Pollution Control Measures – Technical Report No. 31.*
- STEINHARDT (1999) – *Hydroself flushing system – Germany.*
- STEINHARDT (1999) – *Hydroslide discharge regulators – Germany.*
- VERNI MARCO (2005) - *Analisi comparativa dei metodi per il dimensionamento delle vasche di laminazione nei sistemi fognari – Tesi di Laurea – Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna - DISTART.*
- VIRGINIA DEPARTMENT OF CONSERVATION AND RECREATION (VDCCR) (1999) – *Virginia Stormwater Management Handbook.*
- WATER RESEARCH CENTRE (WRC) (1990) – *Sewerage Rehabilitation Manual – Water Authorities Association, Swindon (U.K.), pp. 119-201.*
- ZOLI ALESSANDRO (2006) - *Analisi dei criteri di progettazione e gestione degli invasi per la laminazione delle portate a servizio dei sistemi di drenaggio urbano – Tesi di Laurea – Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna – DISTART.*

<http://www.hydro-international.biz>

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.bastamerdainmare.it>