

COMUNE DI LATINA

Assessorato Ambiente

LIFE +08 ENV/IT/000406



Widespread introduction of constructed Wetlands for a wastewater treatment of Agro Pontino

REWETLAND

REWETLAND – “Widespread introduction of constructed wetlands for a wastewater treatment of Agro Pontino”

Azione 8.4 - PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE - Linee guida degli interventi in ambito urbano

Elaborato: 00	Oggetto: Relazione Illustrativa	Preliminare:	
		Definitivo: _	
		Esecutiva: _	
		Agg.: GENNAIO_2013	
		file: RELAZIONE.PDF	
N.:		Scala:	
-			

Geol. Massimo Amodio
Studio Associato Geosphera

Ing. Erasmo Bencivenga

INDICE

PREMESSA pag. 2

PARTE I

- 1. FINALITA' DELLE LINEE GUIDA PER LA FITODEPURAZIONE IN AMBITO URBANO** pag. 5
- 1.1 Aspetti generali** pag. 5
- 1.2 Le specificità della fitodepurazione in ambito urbano** pag. 6
- 2. RAPPORTI TRA AREE URBANIZZATE E RETICOLO IDROGRAFICO DELLA PIANURA PONTINA** pag. 8
- 3. LA DEPURAZIONE NATURALE IN AMBITO URBANO** pag. 16

PARTE II

- 4. APPLICAZIONE DELLA FITODEPURAZIONE AI CONTESTI URBANIZZATI DELLA PIANURA PONTINA** pag. 18
- 4.1 Riduzione dei carichi inquinanti puntuali provenienti dai depuratori dei centri urbani e industriali (MISURA 1.1 PA/PRA)** pag. 19
 - 4.1.1 Le zone umide artificiali* pag. 19
 - 4.1.1.1 Impianti di fitodepurazione* pag. 20
 - 4.1.1.2 Applicabilità* pag. 24
 - 4.1.2 Ecosistemi filtro per il finissaggio delle acque di scarico dei depuratori civili* pag. 26
 - 4.1.2.1 Applicabilità* pag. 28
 - 4.1.3 Buone pratiche per la gestione delle acque urbane* pag. 34
 - 4.1.3.1 Contenimento dei deflussi delle acque meteoriche* pag. 36
 - 4.1.3.2 Recupero ed utilizzo delle acque meteoriche* pag. 37
 - 4.1.3.3 Infiltrazione delle acque meteoriche* pag. 39
 - 4.1.3.4 Immissione delle acque meteoriche in acque superficiali* pag. 44
- 4.2 Riduzione dei carichi inquinanti diffusi di origine insediativa a bassa densità (MISURA 1.2 PA/PRA)** pag. 48
 - 4.2.1 Stagni e ambienti palustri paranaturali* pag. 48
 - 4.2.1.1 Applicabilità* pag. 50
 - 4.2.2 Impianti di evapotraspirazione totale* pag. 51
 - 4.2.2.1 Applicabilità* pag. 52
- 4.3 Ripristino ecologico-funzionale di aree umide e di corsi d'acqua negli ambiti urbanizzati** pag. 54

<i>4.3.1 Interventi di rinaturazione</i>	pag. 54
<i>4.3.1.1 Casse di espansione</i>	pag. 54
<i>4.3.2 Ripristino ecologico-funzionale di corsi d'acqua negli ambiti edificati</i>	pag. 60
<i>4.3.2.1 Applicabilità</i>	pag. 64
<i>4.3.3 Ecosistemi filtro lineari lungo i canali delle periferie urbane</i>	pag. 66
<i>4.3.3.1 Canalette golenali</i>	pag. 66
<i>4.3.3.2 Sistemi flottanti riparali floating treatment wetlands (ftws)</i>	pag. 68
<i>4.3.3.3 "Manutenzione gentile" di fossi e scoline</i>	pag. 71
<i>4.3.4 Fruizione e parchi fluviali urbani</i>	pag. 76
<i>4.3.4.1 L'esempio dell'oasi urbana dei quartieri Nascosa e Nuova Latina</i>	pag. 79

TAVOLE FUORI TESTO

- **tavola 1: Rapporto tra aree urbanizzate e reticolo idrografico nella Pianura Pontina**
- **tavola 2: Rapporto tra aree urbanizzate e reticolo idrografico nel territorio del Comune di Latina**

PREMESSA

Nell'ambito del set di azioni n. 8 "Programma di riqualificazione ambientale attraverso sistemi di fitodepurazione diffusa" del Life+ *REWETLAND*, il Comune di Latina ha il compito di redigere le *Linee guida per la realizzazione di interventi di fitodepurazione in ambito urbano* (Azione 8.4 FORM C del progetto *REWETLAND*). Secondo quanto riportato nel medesimo documento tecnico (Form C), gli interventi per la fitodepurazione in ambito urbano dovranno essere *particolarmente orientati anche alla fruizione da parte dei cittadini*.

In tal senso nel novembre 2011 sono state prodotte le Linee Guida per il "Parco lineare della Marina di Latina". Il lavoro è stato anche finalizzato alla definizione di un quadro di riferimento ambientale ed una analisi di fattibilità ampia dell'applicazione della fitodepurazione per la riduzione dei carichi inquinanti di origine insediativa, non disponibile, necessaria per la corretta formulazione del Progetto pilota 2 "Parco Lineare della Marina di Latina - Azione 12", di competenza dello stesso Comune di Latina.

Oggetto del presente rapporto è l'implementazione delle citate linee guida per lo sviluppo dal caso di studio locale, riguardante il tratto costiero urbanizzato (Foce Verde÷Capo Portiere), all'intero territorio comunale.

Allo scopo di definire un quadro di fattibilità generale dell'applicazione della fitodepurazione nell'area costiera del Comune di Latina, le Linee Guida per il "Parco lineare della Marina di Latina", oggetto della consegna del novembre 2011, sono state articolate nelle seguenti fasi:

1. Definizione del quadro ambientale di riferimento
2. Assetto idraulico e caratteristiche idrologiche
3. Qualità delle acque superficiali
4. Assetto urbanistico
5. Assetto igienico-sanitario
6. Qualità delle acque del bacino del canale Colmata
7. La depurazione naturale nell'ambito del progetto *REWETLAND*
8. Linee di indirizzo per l'attuazione del programma di riqualificazione delle acque

Il caso di studio del Progetto Pilota 2 del Comune di Latina ha così riguardato un ambito territoriale, certamente urbanizzato, ma fortemente condizionato dalla sua localizzazione lungo i circa 5 Km della linea di costa comunale. Lo stato ambientale, unitamente alle forzanti geologico-ambientali, fortemente connesso all'assetto idraulico ed allo stato qualitativo dei canali costieri (Colmata e Mastropietro) è stato necessariamente approfondito nell'esecuzione dell'incarico, anche attraverso

analisi e rilievi integrativi rispetto al quadro conoscitivo disponibile e di quello prodotto attraverso le azioni dello stesso progetto Life (in particolare Azione 4.3).

Le linee di indirizzo tecnico operativo, analiticamente individuate e descritte per l'ambito territoriale della Marina di Latina (cfr. punto 8), trovano applicazione anche agli altri contesti urbani del Comune di Latina e più in generale della Piana Pontina.

Per gli scopi e per l'articolazione del *Programma di riqualificazione ambientale attraverso sistemi di fitodepurazione diffusa* (Azione 8 del Progetto Life+ Rewetland), si ritiene tuttavia opportuna una implementazione del lavoro svolto al fine di estendere indirizzi e criteri, per favorire l'applicazione della fitodepurazione ad ambiti territoriali meno condizionati dalle dinamiche della zona costiera.

Con il presente lavoro tale processo viene sviluppato mediante una caratterizzazione dell'assetto ambientale e urbanistico del territorio, ponendo in relazione diretta le aree urbanizzate e gli abitati con i corsi d'acqua presenti, interpretando poi le vocazioni alla multi funzionalità degli stessi corsi d'acqua: sicurezza idraulica, corpi ricettori, usi ricreativi, rete ecologica e biodiversità locale, usi irrigui.

La stesura delle LLGG ha seguito gli sviluppi dell'intero percorso di *REWETLAND* (in particolare la formulazione degli Studi di Fattibilità e definizione dei Progetti Pilota) ed ha affiancato la progressiva formulazione del PA /PRA.

Nella prima parte del lavoro (capitolo 1) sono stati affrontati gli aspetti generali delle relazioni tra insediamenti urbani ed i corsi d'acqua, affrontando i conflitti tra uso e sicurezza da un lato e quelli di tutela qualitativa e quantitative delle risorse idriche e delle funzioni ecologiche; oltre ciò è stato esposto un primo approccio sulla riqualificazione delle acque di superficie nell'ottica della multifunzionalità dei corpi idrici interagenti con gli insediamenti urbani.

Nel capitolo 2 è stata approfondita l'analisi delle relazioni specifiche tra le aree urbanizzate ed il reticolo idrografico della Pianura Pontina, al fine di contestualizzare al meglio gli indirizzi della riqualificazione mediante fitodepurazione.

Nel capitolo 3 sono state introdotte le tipologie generali di intervento riferibili direttamente, o indirettamente, alla fitodepurazione per la riduzione dei carichi inquinanti di origine insediativa.

Nella seconda parte del lavoro sono stati sviluppati gli aspetti applicativi, formulando un insieme organico di indirizzi tecnico metodologici strutturati in misure e azioni.

Per evidenziare le modalità di integrazione delle LLGG per l'ambito urbano nell'articolazione del PA/ PTA si riporta il seguente schema riassuntivo.

Obiettivo generale del PRA:

⇒ Migliorare la qualità delle acque superficiali dell'Agro Pontino.

Asse di riferimento delle LLGG:

⇒ Asse 1: riduzione dei carichi inquinanti nei reflui di origine insediativi e industriale.

Misura di riferimento diretto:

- 1.1 Riduzione dei carichi inquinanti puntuali provenienti dai depuratori dei centri urbani e industriali
- 1.2 Riduzione dei carichi inquinanti diffusi di origine insediativi a bassa densità
- 1.3 Ripristino ecologico-funzionale (RF) dei corsi d'acqua negli ambiti urbanizzati

1. FINALITA' DELLE LINEE GUIDA PER LA FITODEPURAZIONE IN AMBITO URBANO

1.1 Aspetti generali

Le relazioni tra insediamenti umani e corsi d'acqua sono da sempre profonde, con una evoluzione dei rapporti storici. Per secoli i corsi d'acqua hanno determinato e condizionato la presenza umana mentre nel secolo scorso, con lo sviluppo demografico e tecnologico, i corsi d'acqua hanno subito le più profonde trasformazioni e alterazioni. Negli ultimi anni, anche a causa dell'inasprirsi delle criticità ambientali, si assiste ad un nuovo interesse per i tratti urbani dei corsi d'acqua. Si tratta di interesse e sensibilità (quasi sempre legate alla latitudine) che vanno oltre il restauro paesaggistico (demolizione di cementificazioni o di tombinamenti) sino alla rinaturazione o ricostruzione ex novo di corpi idrici paranaturali. L'interesse e la sensibilità in materia di rinaturazione dei corsi d'acqua (in alcuni casi verso la creazione di vasche di espansione), ha avuto un ulteriore sviluppo a seguito dell'inasprirsi delle criticità idrauliche conseguenti alla tropicalizzazione degli eventi meteorici ed alla frequenza delle "bombe d'acqua".

Quanto descritto rientra nell'ambito dei sistemi delle acque urbane e nel loro ciclo, secondo un approccio di gestione integrata. Così come evidente dai progetti che l'UNESCO e l'Unione Europea stanno sostenendo (*Urban Water Conflicts – the output of a project by UNESCO's International Hydrological Programme on "Socioeconomic and Institutional Aspects in Urban Water Management"* www.urbanwatercycle.org/), le acque urbane rivestono un ruolo strategico per gli insediamenti umani.

Le linee di indirizzo UNESCO e UWC prevedono la necessità di integrare tra loro temi quali:

- ✓ la gestione delle acque meteoriche e superficiali,
- ✓ la gestione e manutenzione dei corsi d'acqua,
- ✓ la progettazione e gestione delle reti per la raccolta, trattamento e smaltimento delle acque reflue.

I maggiori problemi e conflitti, nella gestione delle acque urbane, si riscontrano in:

⇒ **Interconnessioni tra corpi idrici, superficiali e sotterranei, e ciclo urbano delle acque per:**

- trattamento inadeguato degli scarichi domestici e artigianali,
- mancanza di separazione tra reti fognanti e acque meteoriche,
- fonti puntuali e areali di percolazione,
- errate connessioni e perdite delle reti idriche.

⇒ **Rischi idraulici crescenti** a cui sono collegati:

- perdita di capacità nella risposta naturale per effetto di cementificazioni e artificializzazioni,

- alterazioni geomorfologiche e interazioni critiche dei processi di sedimentazione/erosione,
- perdita di naturalità e di biodiversità,
- perdita dei valori paesaggistici e storico culturali,
- perdita delle funzioni ricreative e di quelle socio-economiche associate.

Di fronte alla mutata considerazione dell'importanza delle acque urbane si tende a passare da una visione dei corsi d'acqua urbani come collettori di acque - reflue o di pioggia che siano - ad elementi di riqualificazione urbanistica e di miglioramento della qualità della vita di residenti e fruitori vari. *“La riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua può essere un vettore di un complessivo incremento anche della competitività economica delle città. I nuovi schemi di rigenerazione urbana sono intimamente legati, in primis, al restauro dei corridoi ripari ed al miglioramento della qualità delle acque, in stretta simbiosi con il miglioramento della qualità dell'aria, dello stock di abitazioni e del sistema di trasporti. In particolare la riqualificazione dei fiumi urbani offre inusitate possibilità per la rigenerazione delle città e delle fasce lungo i corridoi fluviali che, spesso, costituiscono una delle maggiori riserve di naturalità residua (si calcola che, per una città media del nord Italia, le aree riparie contribuiscano per il 40% alla disponibilità di aree verdi in ambito urbano centrale)”*. (Da la Riqualificazione fluviale in Italia CIRF 2006).

1.2 Le specificità della fitodepurazione in ambito urbano

La finalità delle Linee Guida, di cui all'azione 8.2 di *REWETLAND*, è la riqualificazione delle acque attraverso il recupero o l'acquisizione di naturalità per l'attivazione ottimale di processi naturali di rimozione degli inquinanti, particolarmente incentrati sulla fitodepurazione.

Anche per i **canali artificiali** il recupero di naturalità corrisponde ad un incremento del contenuto naturale ed alla conseguente capacità di svolgere “servizi ambientali” che sintetizzano l'insieme di funzioni ambientali svolte da un ecosistema, funzionale e funzionante:

- ✓ capacità autodepurante,
- ✓ rete ecologica,
- ✓ miglioramento paesaggistico,
- ✓ fruizione,
- ✓ disponibilità idrica (irrigazione ed altri usi).

Anche un corso d'acqua artificiale deve quindi garantire una funzionalità:

- ✓ idraulica e idrogeologica,
- ✓ ecologica e ambientale,

- ✓ socio-economica,
- ✓ fruizionale e ricreativa.

La tabella 1 approfondisce le diverse funzionalità il cui mantenimento e/o recupero costituiscono il riferimento, generale, per qualunque intervento di riqualificazione fluviale.

Nel caso della riqualificazione e conservazione di corsi d'acqua in ambito urbano (e periurbano) sono evidenti la priorità della funzionalità idraulica e di quella socio-economica. La prima si identifica nella sicurezza idraulica ed efficienza del sistema di smaltimento delle acque: deve essere garantita la prevenzione delle alluvioni, non sempre e del tutto coincidente con il rapido smaltimento o deflusso delle acque. La seconda nella possibilità d'uso degli ambienti e nella qualità della vita di residenti e fruitori.

Sempre garantendo le altre funzioni quali la disponibilità quantitativa, ma anche qualitativa, di acque per uso irriguo. A questa si aggiunge una funzione, mai chiaramente espressa, ma comunque certamente necessaria e ineludibile, del corso d'acqua come corpo ricettore di scarichi o apporti inquinanti diffusi.

Funzionalità idraulica ed idrogeologica	Funzionalità socio-economica	Funzionalità fruizionale e ricreativa	Funzionalità ecologica ed ambientale
sicurezza idraulica	approvvigionamenti idrici (civile, irriguo, industriale)	pesca sportiva	naturalità, complessità, resilienza, funzionalità degli ecosistemi
sicurezza idrogeologica	corpi ricettori di scarichi	attività sportive (canoa, torrentismo, rafting, etc.)	eterogeneità fisica, biodiversità, rarità
spazio per l'edificazione (ove ragionevole)	navigazione	visite, percorsi	attenuazione delle piene
stabilità di alvei e coste (quanto ragionevole)	pesca e acquacoltura	altre attività ricreative (godimento della bellezza e piacevolezza del paesaggio, etc.)	abbattimento degli inquinanti
	produzione idroelettrica		alimentazione e trasporto solido
			patrimonio storico culturale
			valore estetico e percettivo

Tabella 1 - le diverse "funzionalità fluviali"

2. RAPPORTI TRA AREE URBANIZZATE E RETICOLO IDROGRAFICO DELLA PIANURA PONTINA

Con la presente integrazione si intende approfondire le relazioni tra centri abitati ed il sistema dei corsi d'acqua; per questi scopi è stato realizzato un sistema GIS di cui la tavola 1 (riprodotta alla scala 1:50.000), rappresenta una sintesi grafica che ha preso in considerazione il reticolo idrografico (canali artificiali primari e secondari e corsi d'acqua naturali di primo ordine), l'urbanizzazione della pianura pontina, gli impianti di depurazione e le aree a rischio idraulico estratte dal Piano Assetto Idrogeologico (PAI).

Nella tavola 2 (scala 1:25000) la rappresentazione grafica dell'approfondimento relativo al territorio del Comune di Latina.

Di seguito vengono descritti, per ciascun comune, le porzioni di corsi d'acqua maggiormente significativi che attraversano o lambiscono centri urbani, borghi o agglomerati in ambito rurale.

COMUNE DI LATINA

Superficie: 278 Km ²	Abitanti: 119.800	Densità: 431 ab./Km ²	Carico turistico: 2.400 A.E.
Capacità depurativa nominale 194.000 A.E			

Area urbana di Latina

1. *Canale Collettore delle Acque Medie "Rio Martino"* – lambisce la periferia nord orientale della città, per un tratto di circa 3 km. A monte ed a valle di questo tratto sversano gli scarichi dei depuratori di Borgo Carso e Latina est. Per una lunghezza di circa 1300 metri è perimetrato come “area a pericolo di inondazione A1”.

Sono tributari in riva sinistra i corsi d'acqua naturali secondari:

- Fosso del Gionco (percorso urbano di 2900 m): riceve le acque di scarico del depuratore di Borgo Piave. Per una lunghezza di 1320 metri, fino alla confluenza nel Rio Martino, è perimetrato come “area a pericolo di inondazione B2”.
- Fosso Torre la Felce percorso urbano di 4000 m a cielo aperto
- Fosso Scopeto grande percorso urbano di 1500 parzialmente tombinato
- Fosso Trevisani percorso urbano di 1350 m parzialmente tombinato
- Fosso Spagnoli percorso urbano di 3000 m parzialmente tombinato

2. *Canale Diversivo Cicerchia "Fosso Farneto Nascosto"* – scorre per un tratto di 5400 metri all'estrema periferia occidentale della città. Riceve lo scarico del depuratore Latina Cicerchia. Per una lunghezza di 540 metri è perimetrato come “area a pericolo di inondazione A1”.

Sono tributari in riva destra i corsi d'acqua naturali secondari:

- Fosso Gorgolicino percorso urbano di 1500 m a cielo aperto
- Fosso Paoloni I percorso urbano di 1600 m a cielo aperto
- Fosso Paoloni II percorso urbano di 1250 m a cielo aperto
- Mortellette percorso urbano di 1300 m a cielo aperto
- Colle Morello percorso urbano di 2300 m a cielo aperto

Latina Scalo

1. *Canale Collettore Acque Basse* – percorso urbano di 1700 metri
2. *Fiume Ninfa* - percorso urbano di 3300 metri
3. *Canale secondario Fuga Sementa* - percorso urbano di 2200 metri parzialmente tombinato; riceve lo scarico del depuratore di Latina scalo
4. *Canale secondario Carrara* - percorso urbano di 1500 metri; tributario in riva destra del fiume Ninfa.

Marina di Latina

1. *Canale della Colmata* – scorre in adiacenza all'abitato per una lunghezza di 5000 metri; riceve lo scarico del depuratore di Foce Verde. Per buona parte del suo percorso è perimetrato come “area a pericolo di inondazione A2 e B2”.

Borgo Sabotino: è attraversato dal tratto iniziale del fosso di Piscina Oscura per una lunghezza di 1000 metri.

Borgo Montello: fosso Fontana Lunga percorso urbano di 2300 metri.

Le Ferriere: fiume Astura percorso urbano di 1000 metri.

Borgo Piave: canale secondario Barabini percorso urbano di 900 metri.

Borgo Podgora: canale secondario Coresi percorso urbano di 2000 metri.

Borgo San Michele: fosso Cerasella tributario in riva destra al Rio Martino; percorso urbano di 1400 metri. Riceve lo scarico del depuratore San Michele.

Borgo Faiti: Canale linea Pio percorso urbano di 1900 metri.

Borgo Grappa: Canale Collettore delle Acque Medie “Rio Martino” percorso urbano di 1900 metri.

Borgo Santa Maria: Canale delle Acque Alte “Fosso Moscarello” percorso urbano di 650 metri.

COMUNE CISTERNA DI LATINA

Superficie: 143 Km ²	Abitanti: 35.480	Densità: 248 ab./Km ²	Carico turistico: 200 A.E
Capacità depurativa nominale 32.000 A.E			

Area urbana di Cisterna di Latina

1. *Fosso Cisterna* – attraversa l’abitato nel settore orientale per una lunghezza di circa 4700 metri, parzialmente tombinato. Per una lunghezza di circa 1800 metri è perimetrato come “area a pericolo di inondazione A1”. Alla confluenza con il fosso San Biagio riceve lo scarico del depuratore di Cisterna Cercabella.

2. *Fosso senza toponimo* - attraversa l’abitato nel settore orientale per una lunghezza di circa 3800 metri, parzialmente tombinato.

Doganella di Ninfa: fosso Teppia percorso urbano di 750 metri

COMUNE DI APRILIA

Superficie: 177,7 Km ²	Abitanti: 70.349	Densità: 360 ab./Km ²	Carico turistico: 200 A.E
Capacità depurativa nominale 66.000 A.E			

Area urbana di Aprilia

1. *Fosso del Leschione* – attraversa l’abitato nel settore occidentale per una lunghezza di circa 1300 metri, quasi completamente tombinato. Per una lunghezza di circa 1800 metri è perimetrato come “area a pericolo di inondazione A1”. Alla confluenza con il fosso San Biagio riceve lo scarico del depuratore di Cisterna Cercabella.

2. *Fosso Carroceto* – attraversa l’abitato nel settore sud orientale per una lunghezza di circa 2500 metri, parzialmente tombinato.

COMUNE DI SABAUDIA

Superficie: 144,3 Km ²	Abitanti: 19.664	Densità: 136 ab./Km ²	Carico turistico: 1.300 A.E
Capacità depurativa nominale 36.000 A.E			

Area urbana di Sabaudia

1. *Canale Diversivo Nocchia* – lambisce l'estrema periferia settentrionale dell'abitato per una lunghezza di circa 2500 metri.
2. *Fosso Capogrosso* percorso urbano di 1200 metri
3. *Fosso degli Arciglioni* percorso urbano di 1000 metri

Borgo Vodice

- Fosso Campolungo percorso urbano di 900 metri
- Fosso Piscina Segreta percorso urbano di 1000 metri

Borgo San Donato

- Fosso Cicerone percorso urbano di 950 metri

COMUNE DI PONTINIA

Superficie: 112 Km ²	Abitanti: 14.209	Densità: 127 ab./Km ²	Carico turistico: 200 A.E
Capacità depurativa nominale 8.000 A.E			

Area urbana di Pontinia

1. *Canale Diversivo Botte* - lambisce il perimetro nord orientale dell'abitato per una lunghezza di circa 1500 metri.
2. *Fiume Sisto* - lambisce il perimetro sud occidentale dell'abitato per una lunghezza di circa 1800 metri.
3. *Canale secondario Pasubio* - percorso urbano di 1200 metri, parzialmente tombinato

Borgo Pasubio

- Canale secondario Sisto - Botte percorso urbano di 1200 metri; la parte finale di 300 metri, prima della confluenza nel canale Botte, è perimetrata come “area a pericolo di inondazione B1”.

COMUNE DI SAN FELICE CIRCEO

Superficie: 32,11 Km ²	Abitanti: 8.600	Densità: 268 ab./Km ²	Carico turistico: 600 A.E
Capacità depurativa nominale 25.000 A.E			

Area urbana di San Felice Circeo

1. *Rio Torto* – scorre nella porzione pianeggiante dell'abitato, al piede del promontorio, per una lunghezza di 2200 metri.

Sono tributari in riva sinistra i canali secondari:

- Canale Sci-Sci percorso urbano di 1000 metri
- Canale Pantano Marino Superiore, e suoi affluenti, percorso urbano di 3000 metri
- Canale Pantano Marino Inferiore, e suoi affluenti, percorso urbano di 4900 metri
- Canale Olevola percorso urbano di 3200 metri di cui 2500 sono perimetrati come “area a pericolo di inondazione A2”.

COMUNE DI TERRACINA

Superficie: 136,40 Km ²	Abitanti: 44.480	Densità: 326 ab./Km ²	Carico turistico: 2.600 A.E
Capacità depurativa nominale 95.000 A.E			

Area urbana di Terracina

1. *Fiume Sisto*- nel tratto finale, fino alla foce, per una lunghezza di 1600 metri

E' tributario in riva destra il canale secondario:

- Canale Olevola, e suoi affluenti, percorso urbano di 2000 metri interamente perimetrati come “area a pericolo di inondazione A2”

➤

2. *Fiume Portatore*- nel tratto finale, fino alla foce, per una lunghezza di 850 metri

E' tributario in riva sinistra il canale secondario:

- Canale Morticino percorso urbano di 1200 metri

➤

3. *Canale Linea Pio* - nel tratto finale, fino alla foce, per una lunghezza di 2400 metri, parzialmente tombinato

E' tributario in riva destra il canale secondario:

- Canale Morticino percorso urbano di 2500 metri.

Nella tabella 2 si riassumono le tratte urbane dei corsi d'acqua su menzionati.

COMUNE DI LATINA (area urbana)	tratto urbano (m)
<i>CANALI PRINCIPALI</i>	
Canale Collettore Acque Medie "Rio Martino"	3000
Canale Diversivo Cicerchia "Fosso Farneto Nascosto"	5400
<i>CORSI D'ACQUA NATURALI SECONDARI</i>	
Fosso del Gionco	2900
Fosso Torre La Felce	4000
Fosso Scopeto Grande	1500
Fosso Trevisani	1350
Fosso Spagnoli	3000
Fosso Gorgolicino	1500
Fosso Paoloni I	1600
Fosso Paoloni II	1250
Fosso Mortellette	1300
Fosso Colle Morello	2300
Totale parziale	29100
LATINA SCALO	
<i>CANALI PRINCIPALI E SECONDARI</i>	
Canale Collettore Acque Basse	1700
Canale secondario Fuga Sementa	2200
Canale secondario Carrara	1500
<i>CORSI D'ACQUA NATURALI PRINCIPALI</i>	
Fiume Ninfa	3300
LATINA LIDO	
<i>CANALI PRINCIPALI</i>	
Canale della Colmata	5000
BORGO SABOTINO	
fosso Piscina Oscura	1000
BORGO MONTELLO	
Fosso Fontana Lunga	2300
LE FERRIERE	
Fiume Astura	1000
BORGO PIAVE	
Canale secondario Barabini	900
BORGO PODGORA	
Canale secondario Coresi	2000
BORGO SAN MICHELE	
Fosso Cerasella	1400
BORGO FAITI	
Canale Linea Pio	1900
BORGO GRAPPA	
Canale Collettore Acque Medie "Rio Martino"	1900
Totale parziale	26100

COMUNE DI CISTERNA DI LATINA (area urbana)	tratto urbano (m)
<i>CORSI D'ACQUA NATURALI PRINCIPALI</i>	
Fosso Cisterna	4700
Fosso senza toponimo	3800
DOGANELLA DI NINFA	
Fosso Teppia	750
Totale parziale	9250

COMUNE DI APRILIA (area urbana)	tratto urbano (m)
<i>CORSI D'ACQUA NATURALI SECONDARI</i>	
Fosso del Leschione	1300
Fosso Carroceto	2500
Totale parziale	3800

COMUNE DI SABAUDIA (area urbana)	tratto urbano (m)
<i>CANALI PRINCIPALI</i>	
Canale Diversivo Nocchia	2500
BORGO VODICE	
Fosso Campolungo	900
Fosso Piscina segreta	1000
BORGO SAN DONATO	
Fosso Cicerone	950
<i>CORSI D'ACQUA NATURALI SECONDARI</i>	
Fosso Capogrosso	1200
Fosso degli Arciglioni	1000
Totale parziale	7550

COMUNE DI PONTINIA (area urbana)	tratto urbano (m)
<i>CANALI PRINCIPALI E SECONDARI</i>	
Canale Diversivo Botte	1500
Canale secondario Pasubio	1200
Fiume Sisto	1800
BORGO PASUBIO	
Canale secondario Sisto - Botte	1200
Totale parziale	5700

COMUNE DI SAN FELICE CIRCEO (area urbana)	tratto urbano (m)
<i>CORSI D'ACQUA NATURALI SECONDARI</i>	
Rio Torto	2200
<i>CANALI SECONDARI</i>	
Canale Sci-Sci	1000
Canale Pantano Marino Superiore	3000
Canale Pantano Marino Inferiore	4900
Canale Olevola	3200
Totale parziale	14300

COMUNE DI TERRACINA (area urbana)	tratto urbano (m)
<i>CANALI PRINCIPALI E SECONDARI</i>	
Fiume Sisto	1600
Fiume Portatore	850
Canale Linea Pio	2400
Canale Olevola	2000
Canale Morticino	3700
Totale parziale	10550

Totale generale	106350
------------------------	---------------

Tabella 2

3. LA DEPURAZIONE NATURALE IN AMBITO URBANO

Il programma Rewetland costituisce un programma di riqualificazione delle acque della Pianura Pontina (PP) attraverso lo sviluppo di interventi coordinati e diffusi per il recupero di processi naturali o seminaturali di autodepurazione delle acque. Le caratteristiche idrologiche naturali e artificiali della Piana, la presenza di fonti di inquinamento concentrate e diffuse, quali centri urbani e forte sviluppo delle attività agricole intensive ed estensive ed il conseguente stato di degrado complessivo, fanno della PP un'area privilegiata per il ricorso alle tecniche naturali la cui funzionalità è largamente sperimentata e verificata.

Il ricorso alle tecniche di fitodepurazione fornisce evidenti vantaggi anche nel miglioramento del paesaggio e nella riqualificazione ambientale poiché i neoecosistemi, costituiti dalle zone umide artificiali, hanno grande rilevanza naturalistica e sono in grado di sviluppare un ruolo significativo anche per gli aspetti collegati alle reti ecologiche, svolgendo in tale ambito un ruolo multifunzione.

Proprio in considerazione dell'ampia variabilità delle portate e dei carichi inquinanti che caratterizzano le aree costiere (in rapporto alle incontrollabili fluttuazioni turistiche), le *constructed wetland* sono strategiche sia come impianti autonomi sia se posizionate a valle degli impianti depurativi tradizionali, con lo scopo di affinare il trattamento e mitigare i possibili impatti residui prodotti da processi di abbattimento parziale degli inquinanti.

Come esposto inizialmente, considerando la capacità di autodepurazione delle zone umide naturali e paranaturali, la stessa conservazione o ripristino di funzionalità ecologica dei corsi d'acqua consente di attivare il più efficace, distribuito ed economico sistema di controllo sia delle pressioni generate dalle fonti di carico diffuse (carichi agricoli e zootecnici), ma anche dagli scarichi civili (in buona parte anch'essi di carattere diffuso).

Grazie al vasto campo d'azione di tali tecniche l'applicazione all'ambito pontino, con il suo sistema idraulico profondamente vascolarizzato, risulta potenzialmente funzionale, potendo ricorrere a:

- *impianti di fitodepurazione s.s.* - trattamento di scarichi reflui mediante vasca vegetata,
- *fasce tampone vegetate* - intercettazione dei carichi trofici diffusi,
- *ricostruzione* di ecosistemi acquatici con funzione di "lagunaggio" oltre che naturalistica,
- interventi di *rinaturazione* e ricostruzione di ecosistemi acquatici,
- manutenzione ecologica di corsi d'acqua artificiali o artificializzati.

Limitando il raggio di azione alle zone urbanizzate e all'edificazione diffusa, il campo di applicazione si restringe ma, fatte salve le priorità e peculiarità dell'ambito urbano, le categorie di intervento citate sono tutte adattabili.

Dalla cartografia allegata (Tavola 1), si evidenzia l'attuale livello di edificazione, frutto di una "involuzione" del paesaggio che ha profondamente alterato i caratteri idrologici originali producendo corto-circuiti idraulici critici sia in termini di sicurezza (allagamenti), che di qualità delle acque (interazioni acque piovane - rete fognante).

Questo ha avuto anche conseguenze sul già precario rapporto tra cittadino e corso d'acqua, favorendo una coltura che ha portato alla rottura del legame storico del rispetto dell'acqua e della sua multiforme preziosità ed imponendo una visione secondo la quale le acque vanno allontanate dalle zone edificate e i fossi devono scomparire o essere nascosti.

In questo contesto avviare, anche localmente, modalità di gestione delle acque superficiali innovative, improntate al recupero di funzionalità ecologica, come pure (ancor più specificamente), pianificare e progettare le nuove edificazioni in coerenza dei principi alla base della fitodepurazione, risulta complesso e apparentemente velleitario: se tutto ciò non fosse irrinunciabile visto il concretizzarsi di aggravii delle criticità ambientali (clima, energia, crisi alimentare) e conseguenti interferenze di carattere socio-economico, che proprio nelle concentrazioni urbane trovano la maggiore esaltazione.

PARTE II

4. APPLICAZIONE DELLA FITODEPURAZIONE AI CONTESTI URBANIZZATI DELLA PIANURA PONTINA

Nelle *Linee di indirizzo per interventi a favore della depurazione naturale delle acque in ambito urbano, applicate al caso di studio del parco fluviale del canale Colmata* (Relazione Illustrativa novembre 2011), è stato evidenziato come la complessità ambientale dell'area costiera, i rapidi e mal governati processi di trasformazione imposti e fattori di ordine socioeconomico, fanno sì che le soluzioni descritte, genericamente adottabili per il recupero di qualità delle acque superficiali, debbano trovare uno specifico adattamento al contesto locale (in quel caso alla Marina di Latina), mediante tecniche di fitodepurazione dedicata.

Tale considerazione, pur con minore restrittività, resta valida per l'intero territorio pontino; così le ricalibrature d'alveo (allargamento e rimodellamento delle sezioni dei canali), la realizzazione di ambienti umidi di idonea estensione ed organizzazione, come pure la creazione di formazioni vegetali adeguatamente estese, ed altri interventi auspicabili per le porzioni di reticolo che attraversano aree urbanizzate, dovranno essere concettualmente riorganizzati ed adattati allo specifico ambito di applicazione.

Ancor più complessi ma comunque auspicabili gli interventi di ripristino di porzioni di reticolo idrografico dove i corsi d'acqua sono stati obliterati, oppure fortemente ristretti o ridotti a condotte sotterranee.

Seguendo questa impostazione, nel caso di studio della Marina di Latina, sono state individuate un insieme di opere materiali e azioni gestionali che, interagendo funzionalmente, potranno garantire il raggiungimento degli obiettivi di riqualificazione dell'intero sistema acque e conseguentemente della valorizzazione e fruizione di tutto il territorio costiero.

In questo specifico ambito geografico sono state così previste opere e azioni, riguardanti sia il Canale Colmata che il suo sistema scolante con l'applicazione di un gradiente di interventi, fortemente interrelati, da strettamente ingegneristici a totalmente naturalistici.

In particolare si è fatto riferimento al seguente schema:

INTERVENTI INGEGNERISTICO – STRUTTURALI

- Ristrutturazione della rete fognante;
- Adeguamento dell'impianto di depurazione

INTERVENTI NATURALISTICO-STRUTTURALI

- Realizzazione di constructed wetland per il finissaggio di acque di scarico e superficiali;
- Realizzazione di fasce tampone e ecosistemi filtro lineari;

- Creazione di formazioni vegetali riparali o “para-ripariali”;

INTERVENTI GESTIONALI

- Ottimizzazione del regime idraulico;
- “Manutenzione gentile” di fossi e scoline;
- Monitoraggio della qualità delle acque superficiali.

Nel presente sviluppo del lavoro, gli indirizzi esposti vengono ampliati per una applicazione, sia estensiva che localizzata, dei principi della depurazione naturale nelle aree edificate. Nei successivi paragrafi vengono pertanto descritte le differenti tipologie e indicati i possibili ambiti di applicazione individuati sulla base della tavola 1. E' del tutto evidente trattarsi di indirizzi di carattere generale che, per essere attuati, necessitano di specifiche analisi di fattibilità e approfondimenti locali, propedeutici a qualunque fase progettuale.

Rispetto allo schema sopra esposto si fa riferimento ad interventi strutturali di carattere naturalistico (zone umide artificiali, ecosistemi filtro lineari a sviluppo lineare) e interventi di carattere gestionale (Manutenzione gentile e canali di corrente).

4.1 Riduzione dei carichi inquinanti puntuali provenienti dai depuratori dei centri urbani e industriali (MISURA 1.1 PA/PRA)

4.1.1 Le zone umide artificiali

Nell'affrontare il tema della depurazione di acque di carico civili con tecniche naturali, è necessario sottolineare come le capacità autodepuranti delle acque di superficie non riescono a far fronte ad elevati carichi inquinanti, come quelli derivanti da reflui non sottoposti ad alcun trattamento.

Gli impianti di depurazione di tipo biologico, sia a biomassa sospesa che adesa, possono essere visti alla stregua di ecosistemi artificiali in condizioni estreme, dove il processo naturale sopra descritto viene concentrato nel tempo e nello spazio, con costi di impianto e gestionali non trascurabili. Al contrario, i sistemi naturali di trattamento sono a tutti gli effetti dei trattamenti biologici secondari, che necessitano di un trattamento primario di sedimentazione. In alternativa possono essere considerati come trattamenti terziari di affinamento, che sfruttano la capacità di autodepurazione degli ambienti acquatici.

La rimozione dei nutrienti e dei batteri avviene attraverso modalità simili a quelle degli impianti di tipo tradizionale, in particolare vengono sfruttati i processi di filtrazione, adsorbimento ed assimilazione della componente inorganica da parte degli organismi vegetali oltre alla degradazione batterica del substrato.

L'impianto naturale di trattamento rappresenta quindi un'alternativa alla depurazione tradizionale risultando vantaggioso sia dal punto di vista economico (limitati costi di gestione) che da quello ambientale (minor impatto sul paesaggio, eliminazione dei trattamenti di disinfezione). In pratica, si tratta di una zona umida costruita, formata da un bacino più o meno profondo, impermeabilizzato ove necessario, riempito con un idoneo substrato e vegetato con piante acquatiche in cui il suolo è mantenuto costantemente saturo d'acqua.

Le zone umide artificiali (*constructed wetland*), rappresentano quindi soluzioni appropriate in situazioni di carenza dei sistemi igienico sanitari, in quanto rispondono bene alle esigenze di rispetto dell'ambiente in termini di adeguati e affidabili abbattimenti dei carichi inquinanti e di contenimento e ottimizzazione sia dei costi di investimento che, soprattutto, di quelli gestionali, assai semplificata, non specializzata e a basso consumo energetico (consentendo peraltro il ricorso ad energie alternative).

Le zone umide artificiali offrono un elevato grado di controllo del processo depurativo naturale, permettendo uno specifico controllo della loro efficacia basato sulla natura del substrato, delle fitocenosi utilizzate, e delle condizioni idrauliche (permeabilità, velocità di scorrimento, tempi di ritenzione, ecc.). Le tipologie di impianto vanno dai sistemi con vasche e canalizzazioni, tappezzati di vegetazione igrofila, a flusso superficiale, sub-superficiale, verticale, a vasche paranaturali di lagunaggio a veri e propri stagni e ambienti palustri.

I sistemi naturali di trattamento possono essere utilizzati come:

- trattamenti secondari, previa sedimentazione, di reflui di insediamenti civili (abitativi, ricreativi quali campeggi, centri di agriturismo, centri commerciali, ecc.), soprattutto in siti abitativi rurali o con popolazione fluttuante dove non è possibile o si rivela troppo costoso l'allacciamento a fognatura;
- trattamenti terziari a valle di impianti di depurazione di tipo civile o misto soprattutto in funzione dell'abbattimento della carica batterica.

4.1.1.1 Impianti di fitodepurazione ¹

Gli impianti di fitodepurazione s.s. vengono alimentati da acque pretrattate (da primario o da primario + secondario) e hanno una copertura vegetale data prevalentemente da piante acquatiche opportunamente selezionate tra le specie locali idonee alla rimozione dei nutrienti. Le tecniche di fitodepurazione esistenti possono essere classificate in base all'ecologia delle piante acquatiche (microfite e macrofite) utilizzate in:

¹ Da: "Linee guida sperimentali per impianti di fitodepurazione: utilizzo, dimensionamento, costruzione e gestione" Regione Trentino-Alto Adige - 2002

- Sistemi a macrofite galleggianti (es. Lemna, Nymphaea, Nuphar)
- Sistemi a macrofite radicate sommerse (es. Potamogeton, Myriophyllum, ecc.)
- Sistemi a macrofite radicate emergenti (es. Phragmites australis, Thypha, Juncus)
- Sistemi a microfite (alghe, fitoplancton).

I sistemi di fitodepurazione a macrofite radicate emergenti possono essere poi suddivisi in base alla direzione di scorrimento dell'acqua in:

- **Sistemi a flusso superficiale (FWS - Free water surface):** consistono in vasche o canali dove la superficie dell'acqua è esposta all'atmosfera ed il suolo, costantemente sommerso, costituisce il supporto per le radici delle piante acquatiche. La loro costruzione, prevede la realizzazione di bacini idrici e/o canalizzazioni aventi il più lungo percorso possibile, in relazione alla geometria dell'area a disposizione, e aventi una profondità dell'acqua, per favorire i processi biologici utili, dai 40 ai 60 cm. Sono più adatti per il trattamento terziario dei reflui a valle di sistemi a flusso sommerso o di fanghi attivi. L'ambiente in un sistema FWS è in genere aerobico vicino alla superficie dell'acqua e tende ad essere anaerobico fino a diventare anossico man mano che ci si avvicina al fondo. Il livello di aerazione raggiunto dipende da diversi fattori, alcuni controllabili (grado di miscelazione, stratificazione della colonna d'acqua, canalizzazioni, turbolenza, turn over, ecc.) altri non controllabili (temperatura, disponibilità e penetrazione della luce, velocità del vento, fauna) (figura 1).

- **Sistemi a flusso sommerso (SSF - Subsurface Flow):** In questi sistemi l'acqua scorre al di sotto della superficie e quindi non c'è un diretto contatto tra la colonna d'acqua e l'atmosfera. L'acqua scorre attraverso il medium di riempimento (ghiaia, sabbia, ecc.) in cui si trovano le radici delle piante radicate emergenti. Questi impianti stanno incontrando sempre più interesse rispetto ai FWS in virtù dell'aumento delle rese depurative a parità di superficie occupata. Sono sistemi particolarmente adatti e utili per il trattamento secondario di reflui provenienti da situazioni lontane dalla pubblica fognatura a valle di una fossa settica e/o per il trattamento di acque grigie.

I sistemi SSF a loro volta si distinguono in:

- orizzontale (H) in cui l'acqua si depura in una o più vasche della profondità di 70-80 cm contenenti materiale inerte su cui si sviluppano le radici delle macrofite. Il flusso dell'acqua rimane costantemente al di sotto della superficie del medium e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto. Il flusso è continuo e l'ambiente è saturo. Sono sistemi misti che funzionano soprattutto in anaerobiosi (figura 2).

- verticale (V) dove il refluo da trattare è immesso con carico alternato discontinuo e percola verticalmente in un filtro di materiali inerti profondo in genere 1 m in cui si sviluppano le radici delle macrofite. Qui il flusso è invece discontinuo e il carico è intermittente. Sono sistemi prevalentemente aerobici.

Dalle esperienze nazionali ed internazionali nel settore è noto che impianti orizzontali danno un abbattimento del carbonio (BOD, COD, TOC) sufficiente, ma è possibile ottenere una efficace nitrificazione solo utilizzando impianti di tipo verticale a flusso discontinuo. Generalmente quindi è possibile l'utilizzo di una vasca a flusso verticale, o di una combinazione orizzontale - verticale. Per il trattamento di acque con basse concentrazioni di azoto (acque grigie), o in casi in cui non è indispensabile la nitrificazione è sufficiente l'impiego della sola vasca orizzontale.

Negli impianti a flusso orizzontale le cinetiche di processo dipendono fortemente dalla temperatura: il loro utilizzo ottimale è in regimi climatici in cui le temperature invernali non consentano lunghi periodi di gelo. Fondamentalmente in questi sistemi l'abbattimento degli inquinanti avviene a carico dei microrganismi presenti nel terreno. Quest'ultimo inoltre partecipa alla rimozione delle sostanze inquinanti tramite la filtrazione, l'assorbimento (in particolare di P e di metalli pesanti) e lo scambio ionico. Per assicurare l'efficienza ottimale di tutti i meccanismi coinvolti nell'abbattimento degli inquinanti è fondamentale garantire una efficace permeabilità del medium. Le piante assicurano la funzionalità del sistema mantenendo appunto questa permeabilità/porosità, sia per l'acqua che per l'aria; favorendo l'apporto di parte dell'ossigeno necessario contribuiscono all'arricchimento dei microrganismi utili e nel contempo proteggono il medium del gelo. È stato riscontrato che la quantità di sostanze inquinanti abbattute per assimilazione diretta da parte delle piante è comunque modesta.



Figura 1 – bacini di lagunaggio

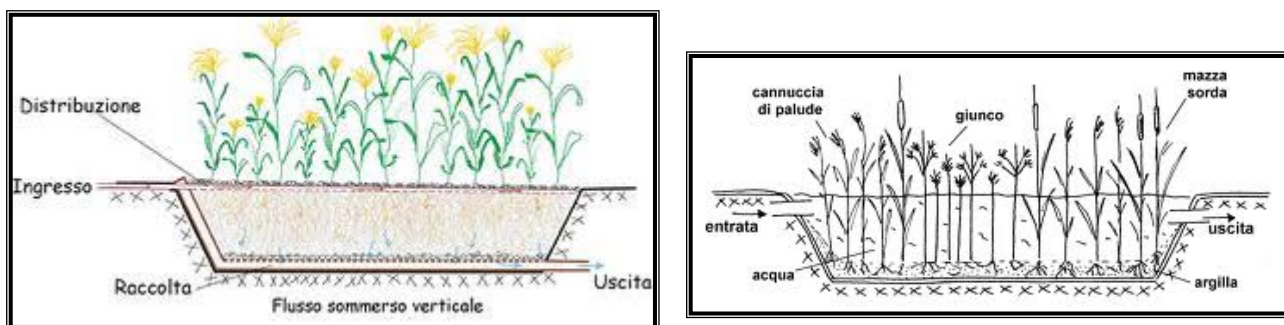


Figura 2 - schemi fitodepurativi a flusso sommerso verticale e orizzontale

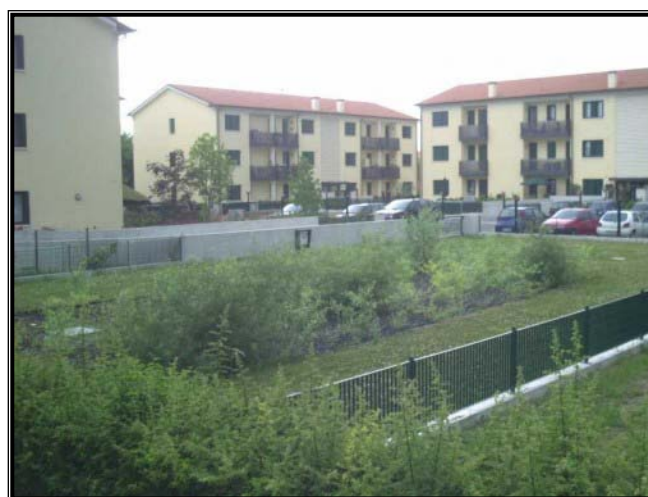


Figura 3 – dalla fitodepurazione domestica agli impianti per centri abitati

- **Sistemi a fitoplancton:** L'impiego di microalghe in sistemi aperti o chiusi costituisce una tecnologia ampiamente adottata nell'industria della depurazione delle acque reflue sia civili che zootecniche (figura 4). Le microalghe sono organismi vegetali unicellulari acquatici la cui crescita, opportunamente favorita da sali nutritivi (azoto e fosforo), luce e anidride carbonica, può essere notevolmente più rapida di quella delle piante terrestri. Ciò rende le microalghe particolarmente idonee per l'assorbimento di CO₂ atmosferica, per la produzione di biocombustibili, per la produzione di biomolecole e per quel che riguarda gli scopi del presente lavoro per la depurazione di reflui civili e agro-zootecniche. Microalghe di varie specie vengono già prodotte a livello commerciale in vari Paesi e utilizzate per la produzione di integratori alimentari, mangimi, pigmenti, acidi grassi ω₃, biomasse per acquacoltura e per il trattamento di reflui. La coltivazione avviene in bacini, vasche, fotobioreattori e fermentatori con tecniche e volumi diversi secondo la specie coltivata e le particolari applicazioni. Ancora in fase sperimentale sono le coltivazioni di specie per il risanamento di reflui contaminati da xenobiotici e metalli pesanti e per la produzione di biodiesel e idrogeno.

I fitoplancton, specie in sistemi aperti open ponds, appartengono quindi a pieno titolo alle tecniche di fitodepurazione e in questo contesto, per il complesso delle implicazioni ambientali descritte,

costituiscono uno degli approcci di maggior interesse e potenzialità. In relazione all'urbanizzazione dell'area pontina e per la conseguente diffusione degli impianti civili, i sistemi a microalghe rappresentano tecnologie sicuramente integrabili nell'Action Plan di Rewetland. In tal senso è utile il riferimento a **ECOMAWARU**, progetto LIFE finalizzato alla sperimentazione di modello di gestione del ciclo integrato delle acque in area rurale, basato sulla tecnica della fitodepurazione a microalghe. Il progetto intende sviluppare un modello di gestione delle acque nelle aree rurali della provincia di La Spezia utilizzando sia come sistema secondario che terziario, la tecnica di fitodepurazione a microalghe (<http://www.ecomawaru.it/>).



Figura 4 – impianto di fitodepurazione a fitoplancton

4.1.1.2 Applicabilità

L'applicabilità delle tecniche di fitodepurazione, sia come trattamenti di tipo secondario che terziario, alle molteplici forme di urbanizzazione del territorio pontino, è legata alle direttive tecniche della normativa regionale (DGR n. 219 del 13 maggio 2011²). Nello specifico degli impianti di fitodepurazione la normativa, facendo riferimento al PTAR (a sua volta collegato al D.L.vo 152/2006 - Allegato 5 alla Parte III), limita l'applicazione della fitodepurazione al trattamento dei reflui domestici *“originati da insediamenti isolati maggiori o uguali a 50 a.e. e inferiori a 300 a.e. o per migliorare l'efficienza depurativa, al fine di raggiungere una qualità dello scarico compatibile con il corpo recettore sulla base degli obiettivi di qualità stabiliti, di un sistema*

² *“Caratteristiche tecniche degli impianti di fitodepurazione, degli impianti a servizio di installazioni, di insediamenti ed edifici isolati minori di 50 abitanti equivalenti e degli impianti per il trattamento dei reflui di agglomerati minori di 2.000 abitanti equivalenti”*. Regione Lazio Direzione Regionale Ambiente. Trattamento delle acque reflue

di trattamento dei reflui di tipo tradizionale a servizio di agglomerati urbani maggiori o uguali a 50 a.e. e inferiori a 2.000 a.e.”.

Per insediamenti inferiori a 50 a.e. non è prevista la fitodepurazione se non nella soluzione della *evapotraspirazione fitoassistita* di seguito discussa. In condizioni idrogeologiche e geopedologiche opportune, nuclei inferiori a 50 a.e. possono far ricorso a sistemi di sub irrigazione quali:

- *dispersione nel terreno*
- *percolazione nel terreno mediante drenaggi*
- *dispersione nel terreno mediante pozzi assorbenti*

Su queste premesse è del tutto evidente come, pur volendo offrire una soluzione depurativa ottimale per “*tutti i cittadini che si apprestano alla realizzazione di nuovi impianti di depurazione di acque reflue della propria abitazione*”, il ricorso alla realizzazione di vasche di fitodepurazione sia escluso per la maggior parte del carico refluo civile diffuso, costituito da una miriade di case sparse e piccoli nuclei, che pure determina forte criticità sullo stato di salute del reticolo idrografico pontino. In funzione degli abitanti equivalenti serviti (da 50 a 300), la possibilità di applicazione come trattamenti di tipo secondario potrà riguardare i consorzi edilizi e nuclei e strutture turistiche delle zone costiere, peraltro caratterizzati da notevole fluttuazione stagionale della popolazione, borghi e frazioni. Più complessa, e meritevole di specifico approfondimento, (specie sotto il profilo normativo), la valutazione della possibilità di collettamento delle case sparse in impianti centralizzati per il raggiungimento dei limiti dimensionali posti dalla vigente normativa regionale.

Nella tabella 3 sono riportati i depuratori di Acqualatina (aggiornamento al 19 ottobre 2012).

Dal confronto, per ciascun comune, tra la potenzialità nominali degli impianti di depurazione di ACQUALATINA e la sola popolazione residente, già anticipato nel capitolo 2, si rilevano condizioni di deficit depurativo nei comuni di Aprilia ($\Delta \approx - 4.400$ A.E.), Cisterna di Latina ($\Delta \approx - 3.500$ A.E.) e Pontinia ($\Delta \approx - 6.200$ A.E.). Si tratta di una prima valutazione che tuttavia consente di individuare in questi ambiti potenzialità di realizzare impianti di fitodepurazione come sistema secondario, laddove l’assetto urbanistico consente la realizzazione di sistemi delle dimensioni indicate dalla normativa regionale (50÷300 A.E.), salvo eventuali integrazioni della stessa.

Comune	Zona	Prov	Località	Ab. Eq.	Corpo idrico ricettore
Aprilia	1	LT	Via del Campo	66.000	Fosso Ficoccia
Cisterna di Latina	1	LT	Piano Rosso	2.000	Fosso Femmina Morta
Cisterna di Latina	1	LT	Loc. Cerciabella	30.000	Fosso di Cisterna
Latina	2	LT	Borgo Montello	700	Fosso Affluente Femminamorta Basso
Latina	2	LT	Borgo Le Ferriere	250	Canale Albuccetto
Latina	2	LT	Borgo Carso	3.500	Canale delle Acque Medie
Latina	2	LT	Borgo Faiti	500	Canale Botte Superiore
Latina	2	LT	Borgo Grappa	3.000	Canale Rio Martino
Latina	2	LT	Borgo Piave	2.800	Fosso del Gionco
Latina	2	LT	Borgo S. Michele	2.800	Fosso Cerasella
Latina	2	LT	Borgo S. Maria	500	Fosso Mascarello
Latina	2	LT	Latina Scalo	15.000	Fosso Fuga Sementa
Latina	2	LT	Latina Mare	15.000	Canale Colmata
Latina	2	LT	Latina Est	90.000	Canale delle Acque Medie
Latina	2	LT	Latina Cicerchia	60.000	Canale Cicerchia
Pontinia	3	LT	Via Migliara 48	8.000	Fosso Striscia di Ponente
S. Felice Circeo	3	LT	Torre Olevola	25.000	Mar Tirreno
Sabaudia	2	LT	Cons. Sacramento	1.000	Fosso Tenca
Sabaudia	2	LT	Belsito	30.000	Mar Tirreno
Sabaudia	2	LT	Cons. Caprolace	1.200	Fosso Topposella
Sabaudia	2	LT	Borgo Vodice	1.650	Fiume Sisto
Sabaudia	2	LT	Bella Farnia	2.000	Canale Diversivo Nocchia
Sabaudia	2	LT	Borgo San Donato	2.300	Fosso Acquaviva Portosello
Sermoneta	2	LT	Via Carrara	6.000	Fiume Ninfa
Terracina	3	LT	Borgo Hermada	55.000	Diversivo Linea Pio
Terracina	3	LT	Le Cave	40.000	Mar Tirreno

Tabella 3 – elenco degli impianti di depurazione della Pianura Pontina

4.1.2 Ecosistemi filtro per il finissaggio delle acque di scarico dei depuratori civili

Gli insediamenti urbani producono reflui in quantità variabile nel corso del tempo, in relazione alla presenza della popolazione ed all'impiego di acqua per scopi igienico-sanitari; i reflui sono costituiti da una combinazione di acque domestiche (abitazioni, uffici, attività commerciali e in minor misura piccole fonti artigianali e industriali).

Agli insediamenti serviti da rete fognante e da impianti di depurazione sono associati scarichi localizzati con potenziali meccanismi di contaminazione di tipo puntuale.

Per l'affinamento delle acque trattate dagli impianti di depurazione, specie quelli non dotati di trattamento terziario, per l'abbattimento di azoto e fosforo, è utile la creazione di ecosistemi filtro

vale a dire di aree umide artificiali nelle quali l'ecosistema acquatico nel suo complesso è in grado di contenere efficacemente i carichi trofici apportati alle acque di superficie tramite gli scarichi civili.

In funzione delle dimensioni degli impianti di depurazione (in termini di abitanti equivalenti serviti), fluttuazione dei carichi e delle portate, ma anche delle condizioni climatiche e geomorfologiche in cui ricadono, sono possibili differenti tipologie di affinamento da aree umide paranaturali sino a vasche di fitodepurazione s.s. Il ricorso di sistemi differenziati e articolati, che prevedano la presenza di ambienti compositi (figura 5), consente di realizzare interventi multifunzionali di maggior utilità ambientale. In tal senso, al miglioramento della qualità dell'acqua attraverso processi di assimilazione e trasformazione delle sostanze trofiche e degli altri inquinanti, si aggiungono la laminazione delle piene, l'incremento del valore naturalistico e della biodiversità locale e delle relazioni della rete ecologica, l'utilizzo con valenza socio economica per usi paesaggistici, ricreativi e fruizionali, didattici e commerciali. Non trascurabile, a fronte delle criticità climatiche contingenti, l'azione svolta in termini di accumulo di riserve idriche di ricarica delle falde.



Figura 5 - bacino di finissaggio a valle del depuratore comunale di Monselice (Pd)

4.1.2.1 Applicabilità

Dalla osservazione della distribuzione degli impianti di depurazione civile gestiti da Acqualatina SPA dell'area pontina (cfr. Tav. 1 e tabella 3) si rileva quanto diffusa possa essere, almeno nominalmente, la possibilità di realizzazione di sistemi di affinamento delle acque di scarico dei depuratori civili. Una pianificazione per una applicazione diffusa necessita ovviamente di approfondimenti specifici, impianto per impianto e sito per sito.

Per la realizzazione di ecosistemi filtro sono ovviamente necessarie significative superfici di terreno, la cui estensione è funzione della dimensione degli impianti, in termini di abitanti equivalenti serviti, oltre che delle specificità impiantistiche, ed alla presenza e distribuzione degli impianti di depurazione civile; il primo livello di accertamento della possibilità di applicazione è quello della verifica se all'interno dell'area di impianto o nelle sue immediate vicinanze vi sia disponibilità di una superficie idonea alla realizzazione dell'ecosistema filtro. Indicativamente, se la richiesta di superficie per trattamenti secondari è di circa $4\div 6 \text{ m}^2/\text{A.E.}$ nel caso del trattamento terziario, abbattimenti dell'ordine del 50% per N e P e del 80% per il COD si possono ottenere con carichi idraulici inferiori a $3 \text{ m}^2/\text{A.E.}$

Normalmente gli impianti di depurazione sono localizzati in aree che, per quanto periferiche, non sono molto distanti dalle abitazioni ed anche per le aree umide destinate al finissaggio sono prevedibili limiti di accettazione da parte dei residenti.

Nella tabella 3 sono elencati i depuratori gestiti da *Acqualatina S.p.A.*, con indicate le dimensioni espresse in Abitanti Equivalenti e specificato il corpo ricettore. Come accennato, ad una prima ricognizione gli impianti di depurazione civile dell'area pontina sono inseriti in contesti prevalentemente agricoli. Quasi ovunque esistono nei pressi degli impianti (a volte all'interno della pertinenza dell'impianto) superfici incolte o ad uso agricolo dove poter considerare l'ipotesi della realizzazione di ecosistemi filtro. La dimensione degli impianti tuttavia è frequentemente superiore ai 2.000 A.E. (circa nel 65% dei casi) e quindi al di sopra dei limiti indicati dalla DGR 219/2001.

Gli impianti compresi nei 2.000 AE sono (tabella 4):

Comune	Località	Dimensione (A.E.)
Cisterna di Latina	<i>Piano Rosso</i>	2.000
Sabaudia	<i>Consorzio Sacramento (fig.7)</i>	1.000
Sabaudia	<i>Consorzio Caprolace</i>	1.200
Sabaudia	<i>Borgo Vodice (fig. 8)</i>	1.650
Sabaudia	<i>Bella Farnia (fig.9)</i>	2.000
Latina	<i>Borgo Montello (fig.10)</i>	700
Latina	<i>Borgo Le Ferriere (fig.11)</i>	250
Latina	<i>Borgo Faiti (fig.12)</i>	500
Latina	<i>Borgo Santa Maria (fig.13)</i>	500

Tabella 4

Ovviamente è sempre possibile affinare solo una parte delle portate di scarico, tenendo eventualmente conto delle condizioni stagionali più critiche di sovraccarico e di minor capacità del corpo idrico recettore di ricevere carichi trofici (es. nella stagione arida).

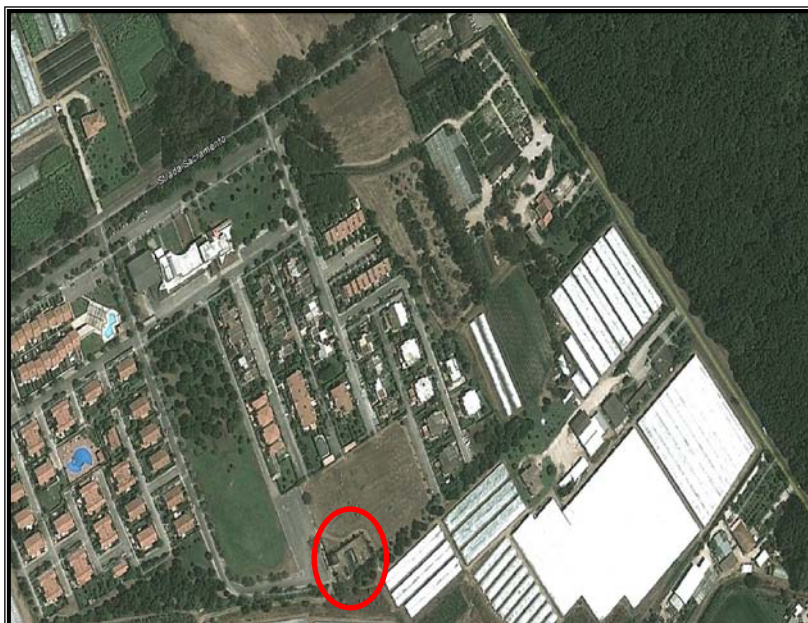


Figura 6 - Depuratore Consorzio Sacramento



Figura 7 - Depuratore Borgo Vodice



Figura 8 - Depuratore Bella Farnia

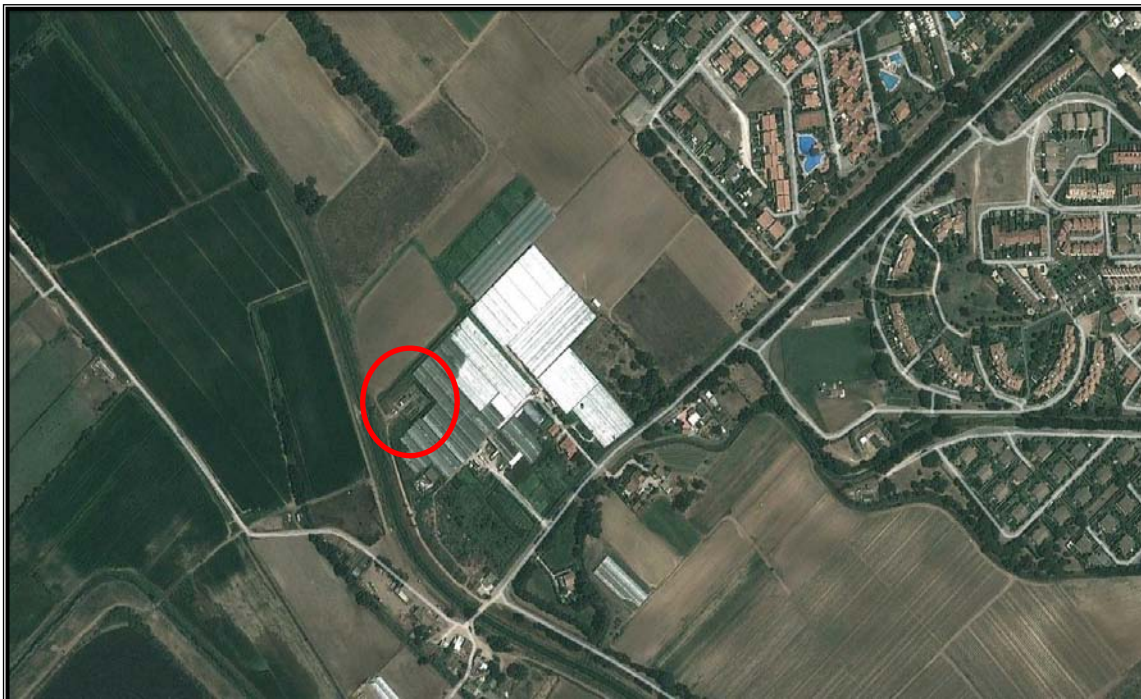


Figura 9 - Depuratore Borgo Montello



Figura 10 - Depuratore Le Ferriere



Figura 11 - Depuratore Borgo Faiti

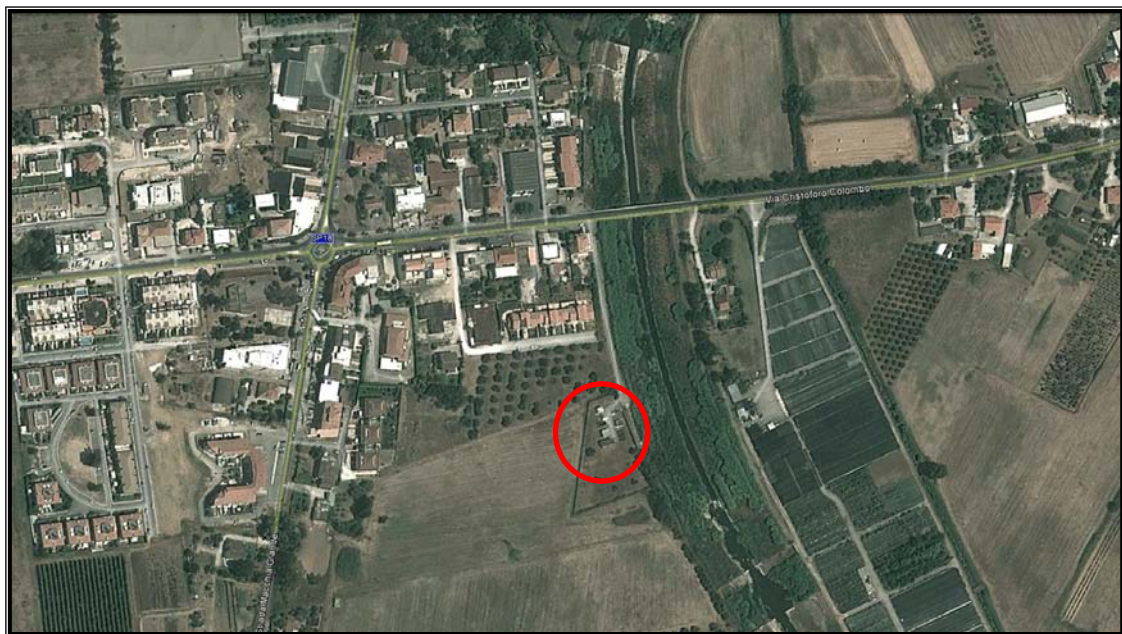


Figura 12 - Depuratore Borgo Santa Maria

L'eventuale impiego di aree agricole potrebbe essere compensato dalla sostituzione di colture ordinarie con produzioni alternative e "innovative" di rilevanza ambientale (es. legnose da biomassa o materiali naturali per interventi di bioarchitettura).

Le considerazioni esposte valgono anche per gli impianti di depurazione del territorio comunale di Latina: impianto di Borgo Montello (figura 9) e degli impianti maggiori Latina Est (figura 13) e Latina Cicerchia (figura 14). Per questi ultimi due, ma anche in tutti gli altri casi ove sia presente una adeguata struttura arginale, è valutabile la possibilità di connettere parte degli scarichi degli impianti a sistemi di canalette su banchina golenale (cfr par. 4.6.1).



Figura 13 – depuratore Latina est



Figura 14 – depuratore Latina Cicerchia

4.1.3 Buone pratiche per la gestione delle acque urbane

Le relazioni *acqua* ↔ *centri abitati* sono articolate e vanno oltre gli aspetti qualitativi legati agli scarichi fognari nelle acque di superficie ed alle conseguenti possibilità di depurazione tramite sistemi naturali. Tecniche fitodepurative, ed altre affini, possono infatti essere adottate nella gestione delle acque meteoriche di dilavamento così come nel trattamento e riutilizzo delle acque grigie³. Per la tutela quali-quantitativa delle risorse idriche nelle aree di insediamento, a completamento delle linee guida esposte, si riportano alcune buone pratiche integrative (Best Management Practices - *BMP*) individuate tra esperienze e iniziative nazionali in tema di gestione delle acque urbane.

Con le *BMP* si intendono tutti quei sistemi che possono essere sviluppati sia per ridurre i deflussi di pioggia, sia per contenere l'impatto inquinante delle acque di "prima pioggia"; solitamente non richiedono grandi investimenti di capitali, quanto piuttosto un notevole impegno nella manutenzione.

Finalizzate alla tutela delle acque sia superficiali che sotterranee, le *BMP* trovano quindi applicazione nelle aree urbane e in quelle artigianali dove la prevenzione della diffusione di inquinanti (oli, idrocarburi, solventi organici) e la sottrazione di ingenti volumi d'acqua alle reti fognanti costituiscono elementi fortemente positivi.

La Regione Lazio è intervenuta sull'argomento attraverso:

- ✓ Legge Regionale n. 15/2004 **"Disposizioni per favorire l'impiego di energia solare termica e la diminuzione degli sprechi idrici negli edifici"** che, al fine di migliorare le condizioni ambientali di vita, prescrive misure per incrementare l'impiego dell'energia solare termica e per diminuire gli sprechi idrici negli edifici. In particolare per le finalità del risparmio idrico i comuni devono prevedere specifiche disposizioni per realizzare su edifici, pubblici e privati, di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazione edilizia, interventi quali:
 - *realizzazione di sistemi di recupero delle acque piovane e delle acque grigie e riutilizzo delle stesse per gli scarichi dei water;*
 - *impiego di pavimentazioni drenanti nelle sistemazioni esterne dei lotti edificabili nel caso di copertura superiore al cinquanta per cento della superficie esterna del lotto stesso.*

- ✓ La Legge regionale n. 6/2008 **"Disposizioni regionali in materia di architettura sostenibile e di bioedilizia"** che, con finalità della sostenibilità energetico ambientale nella

³ Acque di uso sanitario prive degli apporti fecali

progettazione e realizzazione di opere edilizie pubbliche e private, promuove l'adozione di principi e tecniche proprie dell'architettura sostenibile e della bioedilizia attraverso interventi in grado di realizzare risparmi sul consumo di acqua potabile, attraverso il recupero e il riutilizzo delle acque piovane, il riutilizzo, per usi compatibili, delle acque grigie e sistemi di trattamento delle acque di scarico. Nello specifico dell'articolo 4 (*Risparmio idrico*) tra i criteri e le modalità di salvaguardia delle risorse idriche e del loro uso razionale si fa riferimento alla promozione dell'utilizzo di tecniche di depurazione naturale (comma c) e all'utilizzo di tecniche per il recupero delle acque piovane e grigie comma d).

Inoltre: *negli interventi di ristrutturazione edilizia, di nuova costruzione e di ristrutturazione urbanistica, ... è obbligatorio:*

a) il recupero delle acque piovane e delle acque grigie ed il riutilizzo delle stesse per gli usi compatibili, tramite la realizzazione di appositi sistemi integrativi di raccolta, filtraggio ed erogazione;

...

d) l'impiego, nelle sistemazioni delle superfici esterne dei lotti edificabili, di pavimentazioni drenanti nel caso di copertura superiore al 50 per cento della superficie stessa, al fine di conservare la naturalità e la permeabilità del sito e di mitigare l'effetto noto come isola di calore.

In adempimento della LR 15/2004 il settore Urbanistica del Comune di Latina ha emanato la Disposizione di Servizio: prot. 53197 del 17 maggio 2006.

Utili riferimenti in tema di corretta gestione delle acque meteoriche sono forniti dalle linee guida per la gestione delle acque urbane della Regione Emilia Romagna⁴ e dalla Provincia di Bolzano⁵.

La gestione sostenibile delle acque meteoriche comporta evidenti vantaggi:

- il ciclo naturale dell'acqua può essere mantenuto quasi inalterato oppure essere ristabilito;
- la qualità di vita nelle zone urbanizzate può essere influenzata positivamente.

I principi di riferimento sono:

- contenere i deflussi delle acque meteoriche
- recupero ed utilizzo delle acque meteoriche
- infiltrazione delle acque meteoriche
- immissione delle acque meteoriche in acque superficiali dopo "trattamento naturale"

⁴ Delibera di Giunta Regionale N. 1860 del 18 Dicembre 2006 *Linee Guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della Deliberazione G.R. N. 286 del 14/02/2005*

⁵ Linee Guida per la Gestione sostenibile delle acque meteoriche

In relazione a tali principi sono possibili le tipologie di intervento descritte nei successivi paragrafi.

4.1.3.1 Contenimento dei deflussi delle acque meteoriche

Pavimentazioni permeabili. E' possibile evitare o ridurre l'impermeabilizzazione del suolo impiegando pavimentazioni permeabili, soprattutto quando l'uso delle superfici non necessita di rivestimenti molto resistenti. Sono disponibili molteplici materiali permeabili per la pavimentazione delle superfici, idonei per molti impieghi, ma per garantire il risultato deve però essere verificato che il sottofondo e il sottosuolo abbiano una permeabilità sufficiente. Le pavimentazioni permeabili sono particolarmente indicate per cortili, spiazzi, stradine, piste pedonali e ciclabili, strade d'accesso e parcheggi (figura 15).



Figura 15

L'impiego di pavimentazioni permeabili non va limitato alle nuove costruzioni. In caso di risanamenti, manutenzioni o ampliamenti si può ottenere un recupero di permeabilità del suolo sostituendo rivestimenti impermeabili come ad es. asfalto, calcestruzzo o lastricati con giunti cementati con pavimentazioni permeabili. Sono da preferire le pavimentazioni inerbite rispetto a quelle non inerbite poiché consentono una migliore depurazione delle acque meteoriche.

Possono inoltre essere impiegati anche asfalti e calcestruzzi drenanti. Si tratta di manti molto porosi, permeabili e fonoassorbenti. Queste pavimentazioni sono particolarmente indicate per strade e stradine, piazzali dei mercati, parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, aree di deposito.

Tetti verdi. I tetti verdi forniscono un utile contributo per mantenere il ciclo naturale dell'acqua. A seconda della stratigrafia del tetto verde si possono trattenere fra il 30 ed il 90% delle acque meteoriche. Considerato l'effetto depurativo del verde pensile, l'acqua meteorica in eccesso può essere immessa senza problemi in un impianto d'infiltrazione oppure in una canalizzazione.

Il verde pensile inoltre comporta ancora ulteriori vantaggi:

- ✓ laminazione, evaporazione e depurazione delle acque meteoriche;
miglioramento dell'isolamento termico;
- ✓ miglioramento del microclima;
- ✓ assorbimento e filtraggio delle polveri atmosferiche;
- ✓ miglioramento della qualità della vita e della qualità del lavoro.



Esistono diverse possibilità di realizzazione del rinverdimento di coperture piane, coperture inclinate, garage e parcheggi sotterranei. Si può distinguere a seconda della cura necessarie tra inverdimento estensivo e intensivo.

Figura 16

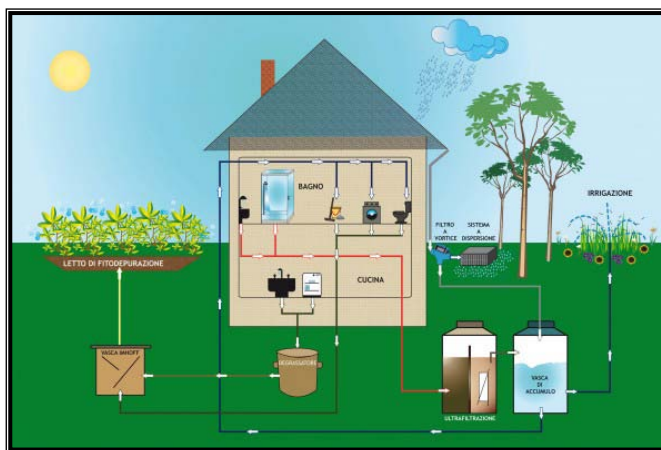
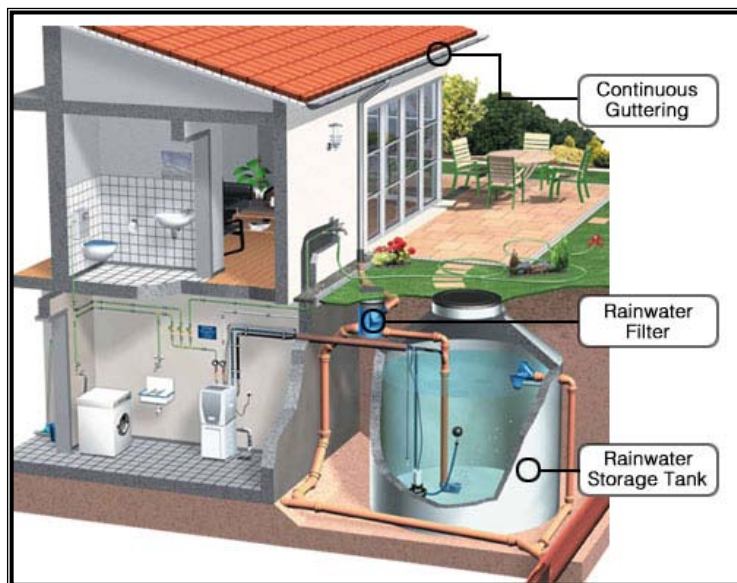
4.1.3.2 Recupero ed utilizzo delle acque meteoriche

Nell'individuare buone pratiche per il corretto uso delle acque, anche sotto il profilo del consumo sostenibile, è utile rimarcare come allo stato attuale, in Italia, il consumo di acqua potabile sia dell'ordine dei 200÷250 litri pro capite di cui circa il 30% per i servizi igienici, un altro 40% per l'igiene personale ed il bucato, il 20% in cucina ed il 10% per altri usi.

La raccolta e l'utilizzo dell'acqua meteorica consente un risparmio d'acqua potabile pregiata. L'acqua meteorica è adatta soprattutto per innaffiare il verde e per gli sciacquoni dei servizi igienici. Inoltre è utilizzabile per la lavatrice, per la pulizia della casa o come acqua di raffreddamento. In questo modo sarebbe possibile utilizzare circa 75 litri d'acqua meteorica per persona al giorno al posto d'altrettanta acqua potabile. Così si ha un risparmio d'acqua potabile che può raggiungere il 50%. Generalmente vengono raccolte solamente le acque dei tetti. Alcune tipologie di copertura non sono però del tutto idonee per la raccolta e l'utilizzo a scopo irriguo (ad es. coperture in rame, zinco o piombo, senza trattamenti protettivi). Per un recupero a basso costo può essere sufficiente un piccolo serbatoio per la raccolta delle acque meteoriche, ma quest'applicazione è limitata all'utilizzo a scopo irriguo a causa della mancanza di filtro e pompa. Ormai sul mercato molte ditte offrono una vasta gamma di sistemi modulari "chiavi in mano" (figura 17). Un impianto d'utilizzo dell'acqua meteorica è costituito dai seguenti componenti base:

- serbatoio
- filtro
- pompa
- integrazione con acqua potabile e seconda rete di condotte
- scarico di troppo pieno

Figura 17



Riutilizzo delle acque reflue. In tema di riutilizzo delle acque si può considerare anche il reimpiego delle acque derivanti da trattamento e, ove possibile, di quelle grigie. Si tratta di un indirizzo particolarmente efficace se associato a trattamenti con tecniche di depurazione naturale. Il riutilizzo delle acque reflue depurate può essere considerato un espediente innovativo ed alternativo nell'ambito di un uso più razionale della risorsa idrica che offre vantaggi sia economici che ambientali. I vantaggi economici risiedono nel fornire alla comunità un approvvigionamento idrico, almeno per alcuni usi per i quali non si richieda acqua di elevata qualità, a costi più bassi, poiché il riciclo costa meno dello smaltimento. Quello ambientale risiede ovviamente nella riduzione del consumo di acqua con tutti i meccanismi positivi che ne conseguono.



Figura 18 – riutilizzo delle acque reflue in un vivaio del Pistoiese

Il riferimento normativo è dato dal Decreto del 12 giugno 2003, n. 185 "Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152". In particolare, il provvedimento indica tre possibilità di riutilizzo di queste acque recuperate: in campo agricolo per l'irrigazione, in campo civile per il lavaggio delle strade, per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento e per l'alimentazione delle reti duali di adduzione, in campo industriale per la disponibilità dell'acqua antincendio e per i lavaggi dei cicli termici. Per poter riutilizzare l'acqua per uno qualsiasi di questi scopi, si deve comunque raggiungere un certo grado di qualità, soprattutto igienico-sanitaria. I trattamenti di tipo convenzionale non sono quasi mai sufficienti e quindi la tecnologia si sta orientando verso la messa a punto di nuovi sistemi alternativi di trattamento terziario e di disinfezione, finalizzati all'ottenimento di un elevato grado di qualità dell'acqua, attraverso l'abbattimento della carica microbica, dei nutrienti e delle sostanze tossiche. In questo contesto si possono inserire i processi di depurazione naturale specie se il riutilizzo avviene nel campo agricolo o nelle produzioni agro-forestali.

4.1.3.3 Infiltrazione delle acque meteoriche

La progettazione degli impianti d'infiltrazione deve tener conto soprattutto delle condizioni locali e dell'eventuale inquinamento delle acque meteoriche. Il suolo deve avere una permeabilità sufficiente. Deve essere garantito uno spessore di filtrazione almeno pari a 1 m prima che le acque raggiungano il livello medio massimo della falda acquifera (valore medio dei valori massimi relativi a più anni). La realizzazione degli impianti per l'infiltrazione delle acque meteoriche è vietata nelle zone di tutela dell'acqua potabile I e nei siti inquinati. Nelle zone di tutela dell'acqua potabile l'infiltrazione è consentita ma è soggetta a particolari restrizioni. Inoltre in alcuni casi è necessario mantenere una distanza di sicurezza da edifici vicini aventi muri interrati non impermeabilizzati. Il dimensionamento degli impianti d'infiltrazione deve avvenire secondo normative tecniche riconosciute. Esistono diverse possibilità tecniche per realizzare impianti d'infiltrazione per acque

meteoriche (tabella 5): si distinguono tra impianto superficiale e sotterraneo. Il primo avviene tramite immissione superficiale delle acque meteoriche in superfici piane, in fossi o in bacini. In questi casi, di regola, l'infiltrazione avviene attraverso uno strato superficiale di terreno organico rinverdito (terreno rinverdito) che assicura una buona depurazione delle acque meteoriche. Per questo motivo dovrebbero essere impiegati, quanto possibile, sistemi d'infiltrazione superficiale attraverso terreno rinverdito. Nei sistemi sotterranei d'infiltrazione l'acqua meteorica viene immessa in trincee d'infiltrazione o in pozzi perdenti. Questi sistemi hanno il vantaggio di avere un minore fabbisogno di superficie filtrante, però si perdono quasi tutti gli effetti depurativi perché non viene attraversato lo strato superficiale del terreno. Per tale motivo questi sistemi dovrebbero essere impiegati solamente per acque meteoriche poco inquinate, altrimenti dovrebbe essere previsto un pretrattamento delle stesse. Inoltre possono essere realizzati sistemi combinati, accoppiando i sistemi d'infiltrazione superficiale ai sotterranei. Si possono ad esempio realizzare fossi di dispersione con sottostanti trincee d'infiltrazione.

Sistemi d'infiltrazione superficiale	Superfici d'infiltrazione
	Fossi d'infiltrazione
	Bacini d'infiltrazione
	Bacini di ritenzione ed infiltrazione
Sistemi sotterranei di infiltrazione	Trincee d'infiltrazione
	Pozzi perdenti
Sistemi combinati d'infiltrazione	Fossi d'infiltrazione con trincee d'infiltrazione

Tabella 5 - classificazione dei sistemi di infiltrazione

Superfici d'infiltrazione: le acque meteoriche s'infiltrano su superfici piane in maniera omogenea senza possibilità d'accumulo.

Fossi d'infiltrazione: le acque meteoriche derivanti da superfici pavimentate vengono immesse in fossi (depressioni superficiali del terreno) rinverditi e poco profondi, raggiungendo un livello d'acqua massimo pari a 30 cm. Le acque meteoriche vengono accumulate per breve tempo e s'infiltrano nel sottosuolo. Il fosso rinverdito viene realizzato con uno strato superficiale di terreno organico di spessore compreso fra 20 e 30 cm. Il fosso è generalmente asciutto; dopo la pioggia si svuota generalmente entro poche ore o al massimo entro due giorni (figura 19).

I canali filtranti possono essere associati a trincee d'infiltrazione; questa tipologia (Fossi d'infiltrazione con trincee d'infiltrazione, figura 20) prevede la realizzazione di fossi rinverditi abbinati a sottostanti trincee. I fossi assicurano un rendimento depurativo molto buono, mentre le

trincee sotterranee aumentano la capacità d'accumulo. Questi sistemi combinati sono particolarmente idonei nel caso di suoli poco permeabili.



Figura 19 - Fosso di infiltrazione (Da: Verri G. 2011)

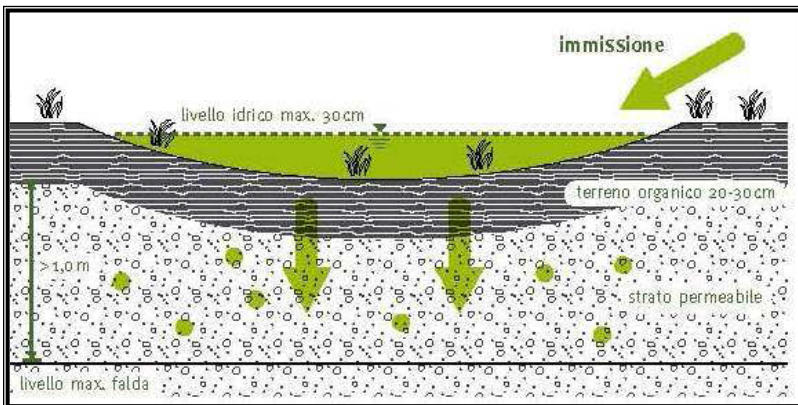


Figura 20



Bacini d'infiltrazione: realizzati nelle vicinanze dell'area impermeabile su cui si formano i deflussi, sono progettati per raccogliere un certo volume di acque di pioggia per infiltrarlo poi nella falda nell'arco di alcuni giorni. Possono essere ricoperti di vegetazione: le piante infatti aiutano il sistema

a trattenere gli inquinanti, mentre le radici sostengono la permeabilità del terreno. Il loro scopo principale è quello di trasformare un flusso d'acqua da superficiale a sotterraneo e di cercare di rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione, all'adsorbimento e alla conversione biologica durante la percolazione nel suolo; la dispersione in bacini è particolarmente indicata per l'infiltrazione di acque meteoriche raccolte da superfici estese (oltre 1 ha). Il bacino funziona come un fosso ma è più esteso e più profondo (figura 21); viene realizzato su un fondo permeabile con uno strato superficiale di terreno organico di spessore compreso fra 20 e 30 cm. Il bacino, generalmente asciutto, dopo la pioggia si svuota generalmente entro poche ore o al massimo entro due giorni.

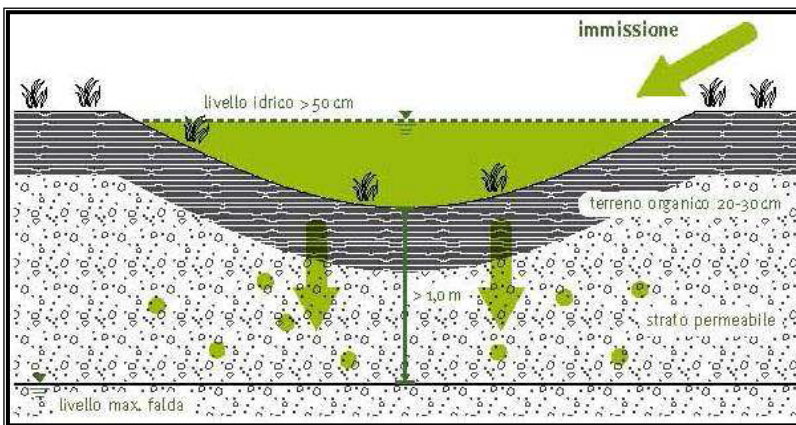


Figura 21 - Bacino di infiltrazione (Da: Verri G. 2011)

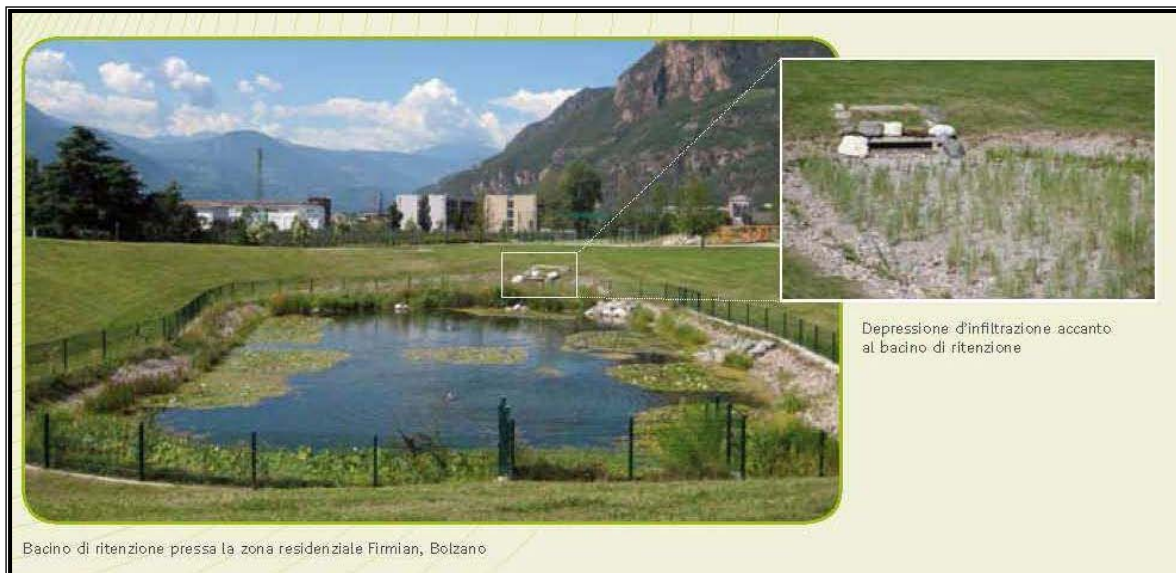


Figura 22 - Bacino di infiltrazione a Bolzano (Da: Verri G. 2011)

Bacini di ritenzione ed infiltrazione: si tratta di bacini in terra, con il fondo impermeabilizzato e provvisti di sfioro con successiva infiltrazione delle acque meteoriche in surplus in fossi o depressioni del terreno, realizzati all'esterno. Questi bacini sono più grandi, assomigliano a laghetti e comportano un'elevata ritenzione delle acque meteoriche.

Trincee d'infiltrazione: le trincee d'infiltrazione sono scavi riempiti con ghiaia, granulato di lava oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici. L'acqua meteorica è immagazzinata nella trincea e s'infiltra lentamente nel sottosuolo. È inoltre possibile posare anche un tubo forato (tubo di dispersione) per aumentare la capacità d'accumulo e per garantire una più regolare distribuzione delle acque meteoriche lungo lo sviluppo della trincea (figura 23). Questi sistemi vengono realizzati quando mancano le superfici per i fossi d'infiltrazione oppure quando il suolo non è sufficientemente permeabile. Inoltre, le trincee d'infiltrazione possono essere realizzate per l'immissione delle acque meteoriche in eccesso derivanti dai tetti verdi o dagli impianti per il recupero delle acque meteoriche.

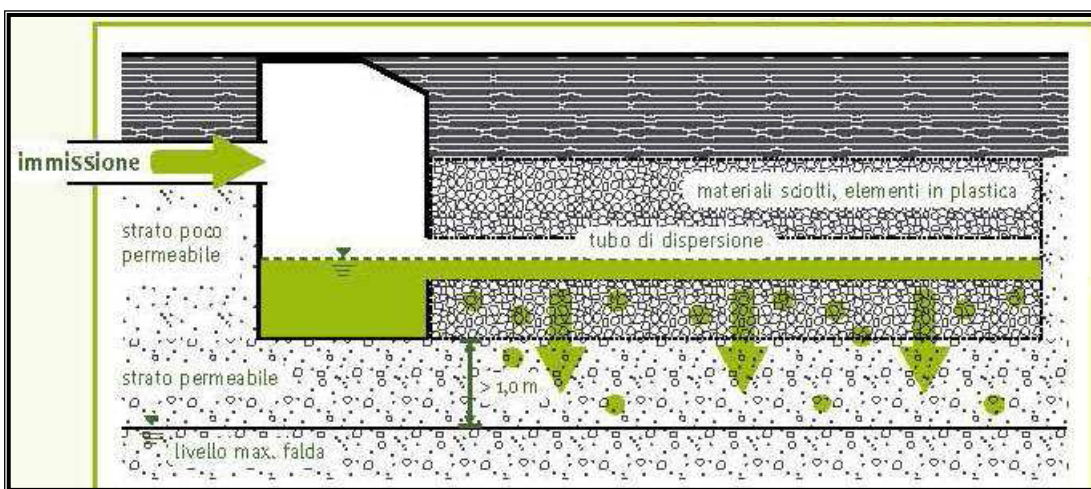


Figura 23 - Trincea di infiltrazione a Bolzano (Da: Verri G. 2011)

Pozzi perdenti: sono un'alternativa alle trincee d'infiltrazione; in questo caso l'acqua meteorica s'infiltra nel sottosuolo in modo concentrato, mediante pozzo perdente (figura 24). Questa tipologia è adatta per centri abitati con limitata superficie a disposizione, perché ha un minimo fabbisogno di superficie (inferiore all'1% della superficie allacciata). Come per le trincee d'infiltrazione, possono essere immesse solamente acque meteoriche scarsamente inquinate, previo pretrattamento che deve comprendere almeno un'efficace sedimentazione.

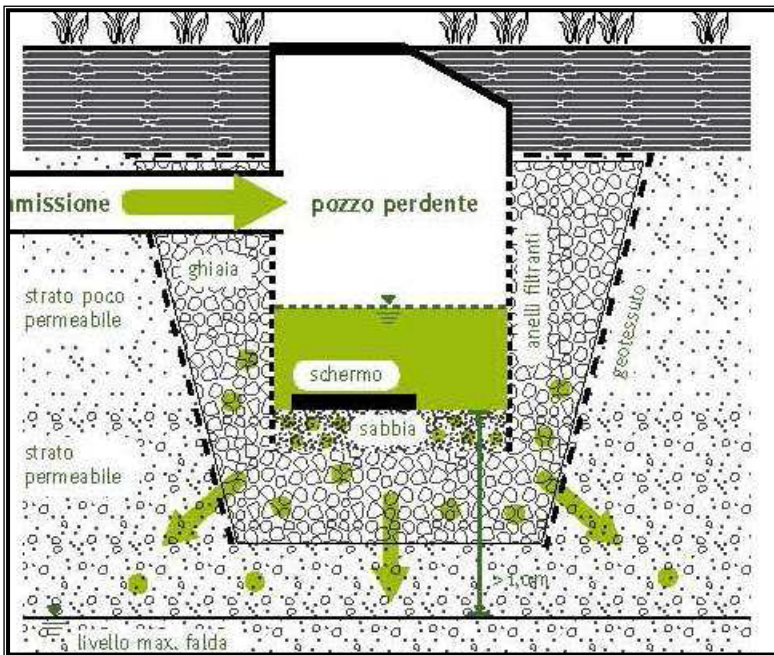


Figura 25 - Pozzi perdenti (Da: Verri G. 2011)

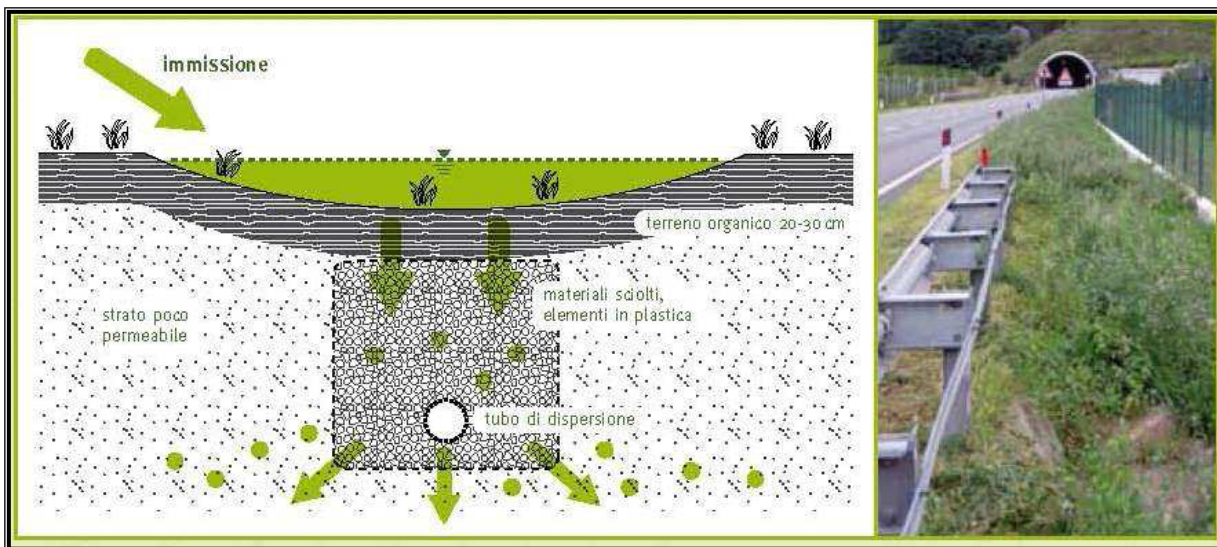


Figura 26 - Sistemi combinati d'infiltrazione (Da: Verri G. 2011)

4.1.3.4 Immissione delle acque meteoriche in acque superficiali

L'acqua meteorica subisce un primo inquinamento già nell'atmosfera, caricandosi di sostanze inquinanti presenti in essa. Il grado d'inquinamento può variare molto a seconda del luogo e della stagione. Il maggiore inquinamento è però dato dai contaminanti presenti sulle superfici che vengono poi dilavate dalla pioggia. Il conseguente inquinamento delle acque meteoriche dipende in misura preponderante dall'uso delle superfici dilavate. In generale le acque di prima pioggia risultano più inquinate rispetto alle successive acque di pioggia.

L'immissione delle acque meteoriche nelle acque superficiali dovrebbe, in linea generale, essere limitata al caso delle acque meteoriche con un grado d'inquinamento considerevole. In tutti gli altri casi, l'immissione in acque superficiali dovrebbe avvenire solamente in casi eccezionali e alle seguenti condizioni:

- sono state considerate tutte le possibilità per contenere il deflusso di acque meteoriche;
- non è possibile il recupero e l'utilizzo delle acque meteoriche (ad es. per le acque meteoriche stradali);
- l'infiltrazione delle acque meteoriche non è realizzabile tecnicamente oppure non è sufficiente.

Seguendo questi principi si può ottenere un carico idraulico sensibilmente inferiore sulle reti fognarie e nel caso di nuove reti possono essere sufficienti fognature di dimensioni più ridotte. Il troppo pieno di tetti verdi, serbatoi per acque meteoriche e in alcuni casi anche d'impianti d'infiltrazione, possono di regola essere immessi in acque superficiali senza problemi e senza pretrattamenti. In alcuni casi, secondo le condizioni locali, risultano utili opere per la ritenzione. Si tratta di opere per lo stoccaggio delle acque meteoriche che poi defluiscono lentamente e quindi con una portata ridotta. Così ne risulta un carico idraulico inferiore per il corso d'acqua. Prima dell'immissione in acque superficiali, le acque meteoriche vanno sottoposte ad un eventuale pretrattamento in relazione al grado d'inquinamento. Le acque meteoriche vengono depurate principalmente tramite pretrattamenti fisici, biologici o combinati. Nel caso dei pretrattamenti fisici le sostanze inquinanti pesanti si depositano sul fondo, nei cosiddetti manufatti di sedimentazione. Questi impianti possono inoltre essere dotati di dispositivi per trattenere anche le sostanze più leggere dell'acqua come ad es. olio o benzina (separatore di fluidi leggeri). Se sono necessari trattamenti di depurazione più spinti possono essere realizzati impianti di depurazione per le acque meteoriche. Questi manufatti hanno un fabbisogno maggiore di superficie e soprattutto una manutenzione più elevata. Nel caso dei pretrattamenti biologici le acque meteoriche vengono depurate tramite il passaggio attraverso uno strato di suolo rinverdito e vegetato con piante. Per questo motivo, questa tipologia d'impianto è denominata "suolo o terra filtrante". Possono essere raggiunti rendimenti depurativi molto buoni.

Tra i trattamenti naturali vengono riferiti quelli basati su sistemi vegetati e quelli più strettamente fitodepurativi.

Sistemi vegetati. Questi sistemi hanno l'obiettivo principale di contenere le acque meteoriche e di limitare la dispersione degli inquinanti. Si suddividono sostanzialmente in tre tipologie principali: fasce filtro, aree tampone, canali inerbiti.

Le fasce filtro sono ampie sezioni di terreno densamente vegetate predisposte attorno a fiumi o aree di invaso per intercettare le acque di pioggia, in modo da laminare le portate provenienti dalle aree urbanizzate adiacenti attraverso superfici alberate o anche solamente inerbite. La riduzione della velocità del flusso risultante dal passaggio attraverso una superficie densamente vegetata, determina la rimozione delle sostanze inquinanti particolate per mezzo della sedimentazione, favorendo anche l'infiltrazione nel suolo. Questi sistemi provvedono essenzialmente al miglioramento della qualità delle acque e non hanno alcuna funzione di ritenzione al fine di ridurre i picchi di portata. Tuttavia, possono contribuire anche alla riduzione dei volumi delle acque di pioggia ed alla ricarica delle falde, nonché a contenere in alcuni siti la dimensione e i costi delle strutture di controllo a valle. I migliori risultati in termini di qualità delle acque vengono ottenuti con fasce che contengono vegetazione autoctona sviluppatasi in maniera naturale [G. Garuti, 2002].

Le aree tampone sono delle barriere naturali o artificiali ricoperte da vegetazione perenne e gestite in modo da ridurre l'impatto di aree potenzialmente inquinanti sulla qualità delle acque in aree adiacenti, pur non contribuendo a una adeguata ritenzione in grado di ridurre i picchi di portata (figura 27).

Un aspetto importante è rappresentato invece dalla riduzione delle velocità di scorrimento delle acque che contribuisce alla rimozione di particolato inquinante attraverso la sedimentazione e, favorendo contemporaneamente l'infiltrazione nel terreno, contiene la potenziale erosione o degradazione dei canali.

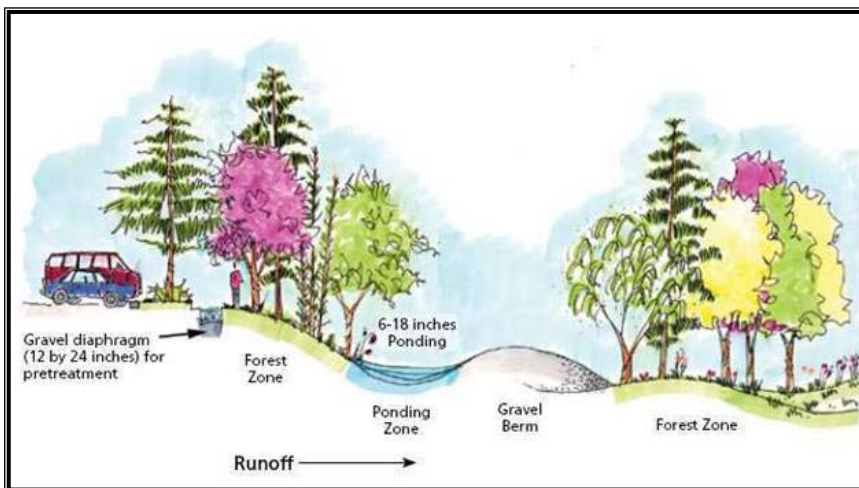


Figura 27

I canali inerbiti sono depressioni superficiali poco profonde interessate da una densa crescita di erba o piante resistenti all'erosione usati principalmente in strade ad alto traffico veicolare per far defluire in maniera regolare le acque di pioggia (figura 28). La manutenzione della vegetazione richiede periodiche ispezioni, rasature dell'erba, applicazione di fertilizzanti e ripristino delle aree dilavate e delle macchie scoperte. In particolare, i complessi destinati alla rimozione dei sedimenti possono richiedere periodici livellamenti e semine delle sponde in quanto i sedimenti depositati

possono distruggere il manto erboso e alterare l'altezza degli argini rischiando di compromettere l'uniformità del flusso lungo il canale.

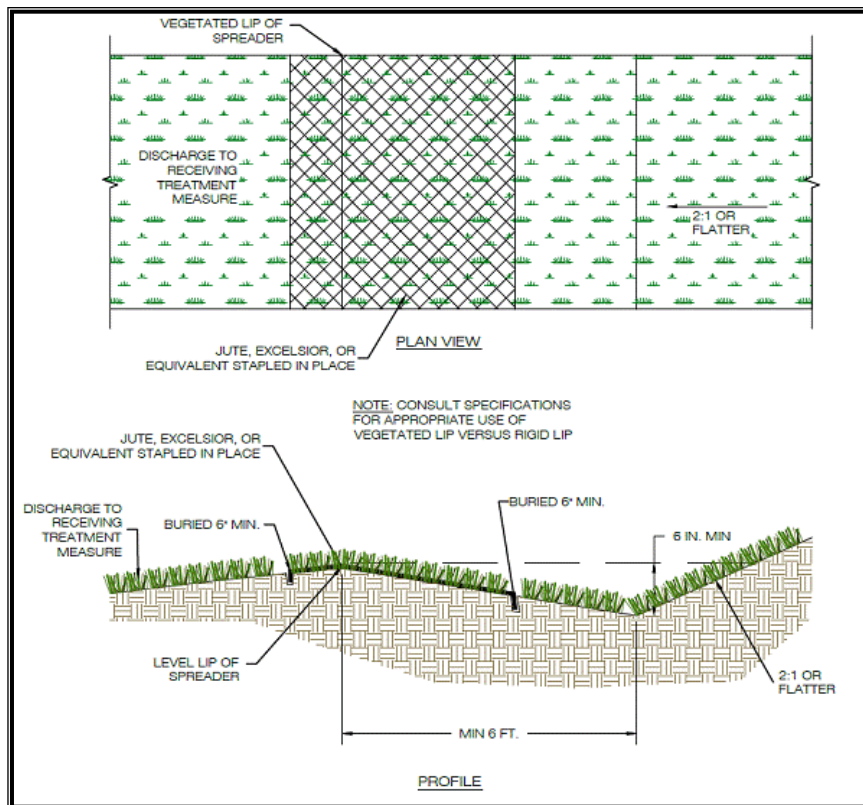


Figura 28

Sistemi di fitodepurazione. I sistemi di fitodepurazione sono stati ampiamente trattati nel paragrafo 4.1.1. Nell'insieme sono costituiti da un sistema di vasche articolato in modo da depurare grossi volumi di acqua a basso carico inquinante, con portate estremamente variabili e discontinue quali quelle tipiche delle acque di pioggia o degli scaricatori di piena. La loro estensione può variare in dipendenza del bacino drenato, che può comprendere aree di parcheggio o strade: sono solitamente progettati per trattare i primi due centimetri di lama d'acqua ovvero l'equivalente della prima porzione dell'evento meteorico. La sedimentazione ed un'intensa attività biologica all'interno del bacino sono in grado di rimuovere una considerevole quota dei sedimenti e degli inquinanti ad essi associati (metalli pesanti, nutrienti ed idrocarburi), delle sostanze organiche e dei batteri presenti nell'effluente, attraverso una depurazione naturale ad opera di microrganismi e piante che in sinergia assorbono i nutrienti in eccesso nell'acqua da trattare.

4.2 Riduzione dei carichi inquinanti diffusi di origine insediativa a bassa densità (MISURA 1.2 PA/PRA)

4.2.1 Stagni e ambienti palustri paranaturali

Le vasche per la fitodepurazione, costituendo zone umide totalmente artificiali, hanno un notevole grado di controllo e specifiche e ben definite caratteristiche ingegneristiche (rapporti di forma, composizione vegetale, a fronte di rese depurative sicuramente elevate.

Gli ecosistemi umidi paranaturali (derivanti dalla ricostruzione di stagni, paludi, prati umidi anche collegati tra loro da sistemi, meglio se differenziati, di acque correnti), rappresentano sostanzialmente ambienti intermedi tra le vasche di fitodepurazione e le zone umide naturali; meno ingegnerizzati e normalmente meno efficienti in termini di resa per unità di superficie, sono costituiti da una articolazione di ambienti con differenti caratteri morfobatimentrici ed idrodinamici. Stagni e paludi paranaturali costituiscono ecosistemi filtro che, in termini di funzionalità depurativa, possono essere associati ai trattamenti naturali quali i lagunaggi biologici. Differenziando le differenti tipologie di stagni biologici è possibile ottenere indicazioni utili alla valutazione delle capacità autodepuranti.

In generale le lagune biologiche possono essere di due tipi:

- lagune aerate,
- lagune non aerate.

Le prime, a causa dei bassi valori di solidi sospesi totali e della conseguente bassa attività biologica per unità di volume, hanno bisogno di energia per ottenere una sufficiente miscelazione dei liquami. Tale consumo energetico spesso prevale su quello necessario al trasferimento dell'ossigeno per i processi biologici.

Nelle seconde, la biodemolizione può avvenire sia aerobicamente, tramite l'ossigeno atmosferico trasferito dalla superficie aria-acqua e/o tramite quello prodotto dalla fotosintesi algale, che attraverso processi anaerobici. Inoltre, in ragione delle varie condizioni che si possono instaurare all'interno delle lagune non aerate, queste possono essere suddivise in tre gruppi:

- aerobiche;
- aerobiche-anaerobiche o facoltative;
- anaerobiche.

Le lagune aerobiche hanno una profondità di circa 0.7÷1 m, tale da permettere la presenza di ossigeno disciolto su tutto il volume della laguna. Per ottenere una sufficiente ossigenazione negli impianti s.s. il liquame viene continuamente miscelato con pompe o agitatori superficiali. In condizioni naturali questo non avviene se non attraverso il lavoro del vento.

Nelle lagune facoltative, profonde normalmente 1÷2 m (più simili agli stagni paranaturali), si possono distinguere tre zone:

- ✓ una zona superficiale aerobica dove sono presenti e si sviluppano batteri ed alghe;
- ✓ una zona anaerobica nei pressi del fondo dove i batteri anaerobici decompongono i solidi sedimentabili depositati;
- ✓ una zona intermedia dove sono presenti i batteri facoltativi, ossia batteri in grado di adattarsi a condizioni sia aerobiche che anaerobiche. Le lagune anaerobiche sono profonde 2÷5 m e vengono utilizzate per trattare reflui con carichi organici elevato. In ambienti di questo tipo, data la notevole torbidità dell'acqua, sia l'ossigeno che la luce si estinguono rapidamente con la profondità per cui si sviluppano solo fermentazioni anaerobiche.

I processi fisici e chimico-biologici che si sviluppano negli stagni facoltativi, che più degli altri possono essere associati agli ecosistemi palustri paranaturali, sono:

- ✓ fotosintesi;
- ✓ ossidazione aerobica;
- ✓ decomposizione anaerobica;
- ✓ sedimentazione;
- ✓ nitrificazione;
- ✓ denitrificazione;
- ✓ sintesi batterica ed algale;
- ✓ disinfezione;
- ✓ azione fagotrofa dei predatori.

La sostanza organica contenuta nei liquami in entrata ad uno stagno facoltativo, va incontro a reazioni biochimiche che portano alla sua trasformazione sottoforma di fango, alla successiva decomposizione di quest'ultimo ed alla parziale sintesi di nuove cellule viventi. Una volta depositatosi, se è disponibile ossigeno disciolto, il fango viene decomposto dai batteri aerobi e può subire una completa ossidazione; se invece non vi è disponibilità di ossigeno libero, il fango va incontro solo a parziale decomposizione di tipo anaerobico.

Oltre alle varie popolazioni batteriche di natura aerobica ed anaerobica, negli stagni facoltativi sono presenti anche Alghe Verdi ed organismi predatori. Gli stagni facoltativi sfruttano fenomeni biologici diversi a seconda della profondità, dell'intensità luminosa e della trasparenza del mezzo liquido. Sono adatti al trattamento di reflui con concentrazioni di BOD analoghe a quelle tipiche dei liquami domestici e consentono rendimenti di depurazione sulla componente organica fino al 70÷80%. Negli strati superiori, per effetto della fotosintesi algale, si ha intensa ossigenazione del

liquame, che consente l'instaurarsi di attività batteriche di tipo aerobico (ossidazione, nitrificazione, sintesi batterica ed algale).

L'apporto di ossigeno è prevalentemente di origine fotosintetica, di conseguenza la quantità disciolta in acqua dipende da più fattori come:

- ✓ intensità luminosa;
- ✓ temperatura;
- ✓ trasparenza del liquame.

Negli strati profondi e nei sedimenti, non essendo disponibile ossigeno disciolto, si instaurano processi anaerobici e anossici (decomposizione anaerobica, denitrificazione).

Similmente agli impianti di fitodepurazione (dove questi processi sono ovviamente massimizzati), la vegetazione acquatica (macrofite emergenti, idrofite sommerse, idrofite flottanti) interviene attivamente interagendo con i microrganismi ad essa associati.

4.2.1.1 Applicabilità

Possono essere utilizzati come sistemi terziari per affinare le acque di scarico dei depuratori civili (coincidendo sostanzialmente con gli ecosistemi filtro descritti nel successivo paragrafo, o come sistemi di miglioramento delle acque di superficie contaminate da fonti diffuse. Con queste ultime finalità per alimentare ambienti palustri paranaturali possono essere utilizzati, con derivazioni parziali o totali, corsi d'acqua con qualità scadente (e per i quali la capacità autodepurante non è in grado di assimilare i carichi inquinanti ad essi applicati), o canali di drenaggio di aree intensamente coltivate o caratterizzate dalla presenza di attività zootecniche intensive.

Si tratterebbe quindi di interventi non direttamente connessi all'ambito urbano ma piuttosto a protezione delle acque a monte degli insediamenti civili; con questi indirizzi la creazione di ambienti umidi a valenza naturalistica coincide con gli obiettivi della fruizione multiobiettivo in ambito urbano (funzione ecologica, didattica, ricreativa).

Le superfici richieste per la realizzazione di ambienti palustri sufficientemente estesi limita certamente la possibilità di realizzazione in aree urbanizzate; al più possono essere ipotizzati molto a margine dei centri urbani o in prossimità di borghi o frazioni minori, in presenza di terreni ad uso agricolo marginale o comunque aree incolte. In tal senso essi possono anche coincidere con superfici potenziali di laminazione delle piene in aree esposte al rischio idraulico e quindi sostanzialmente coincidere con il caso tipologico delle **casce di espansione** (cfr. par. 4.3.1.1). La sottrazione a possibili usi produttivi e i costi economici di realizzazione costituiscono altri fattori limitanti; ma una forte criticità è rappresentata dalla diffidenza dei residenti nei confronti della presenza di ambienti umidi che, pur in grado di svolgere molteplici "servizi ambientali" (oltre la

depurazione esse rappresentano aree naturalistiche, aree di stoccaggio di riserve idriche, ecc.), vengono innanzitutto considerati focolai di zanzare o altra fauna indesiderata. Anche interventi di indubbio miglioramento ambientale quale la creazione di ambienti umidi per la riqualificazione delle acque si devono così spesso confrontare con posizioni socio-politiche di contrasto, tipiche della “sindrome NINBY”.

4.2.2 Impianti di evapotraspirazione totale

Il documento tecnico connesso alla DGR n. 219/2011 che detta le nuove regole per l'installazione degli impianti di fitodepurazione, introduce, tra le tecniche di depurazione naturale, anche gli impianti di *evapotraspirazione fitoassistita*. Secondo il documento regionale tali tipologie di trattamento si “*prestano ad essere utilizzati con successo in presenza di falde d'acqua superficiali ed in aree soggette a specifiche norme di tutela quali aree sensibili, aree vulnerabili da nitrati ecc. come meglio specificato nelle Norme del Piano regionale di tutela delle Acque*”.

Con questi sistemi nei processi di assorbimento delle sostanze trofiche alla base della fitodepurazione vengono favoriti i meccanismi di evapotraspirazione connessi alla crescita della vegetazione igrofila utilizzata nell'impianto. In tal modo si ottiene “una forte riduzione del volume dei reflui trattati, fino ad arrivare, in condizioni favorevoli, alla completa evapotraspirazione del liquame e quindi ad azzerare lo scarico”.

L'efficacia e il buon funzionamento di questi impianti sono quindi legati sulla scelta di specie vegetali che trovano condizioni ottimali di sviluppo con terreni saturi d'acqua e che “per azione diretta e/o per azione dei batteri che colonizzano il loro apparato radicale ed il substrato di coltura circostante, sono in grado di rimuovere la sostanza organica ed i nutrienti, che rappresentano le principali sostanze inquinanti dei liquami domestici”.

Secondo le prescrizioni tecniche regionali, l'impianto di trattamento per evapotraspirazione fitoassistita è costituito da (figura 29):

- uno o più di vassoi assorbenti in serie contenenti l'apposito substrato di coltivazione per le macrofite, nei quali il liquame scorre e viene depurato dalle sostanze inquinanti ed assorbito dagli arbusti e dalla vegetazione fortemente idroesigente;
- un sistema di pretrattamento (degrassatore e fossa Imhoff) e di regolazione (pozzetti distributori e regolatori).

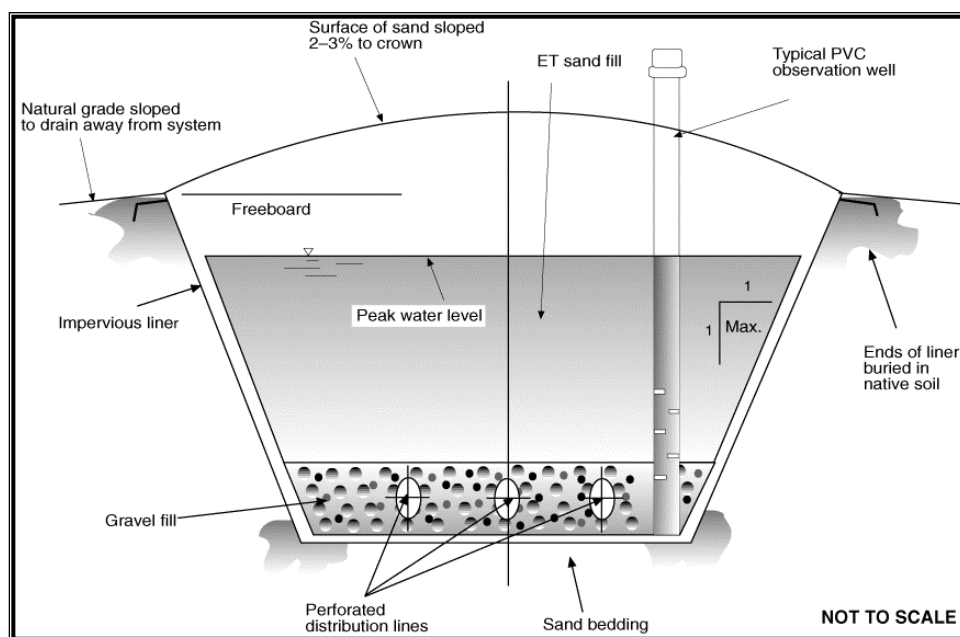


Figura 29 - sezione tipo di una vasca di evapotraspirazione (copyright © Water Environment Federation)



Figura 30 - impianto di evapotraspirazione con bambù a Sillé-le-Guillaume (Loira)

4.2.2.1 Applicabilità

Nell'ambito geografico di interesse, questa tipologia di impianto non trova sostanziali limitazioni di utilizzo e risulta di particolare interesse per gli scarichi di case sparse ricadenti in aree con falda superficiale (profondità entro i due metri dal piano campagna dove le tecniche di sub irrigazione non possono essere applicate). L'efficienza del sistema di evapotraspirazione è ovviamente

fortemente dipendente dalle condizioni stagionali e per il ricorso a tale tecnica sono più privilegiati i settori costieri dove i caratteri meteorologici, con prevalenza locale di condizioni di aridità, fanno sì che l'aliquota di evapotraspirazione superi quella delle precipitazioni. In tal senso, in linea di principio, impianti di depurazione basati sulla massimizzazione del processo evapotraspirativo trovano maggiori possibilità di applicazione per le case sparse localizzate nella fascia costiera dei comuni di Latina, Sabaudia, San Felice Circeo e Terracina, caratterizzata da fitoclima mediterraneo. La necessità di ottenere un bilancio idrico quanto possibile prossimo a zero, vale a dire dove i quantitativi idrici apportati (volumi reflui sommati agli apporti meteorici) equivalgano quelli sottratti per evapotraspirazione, impone tuttavia scelte progettuali idonee, anche sitospecifiche, in relazione ai caratteri pluviotermografici del sito (evidentemente non risolte dalle indicazioni progettuali della nota tecnica regionale).

Determinante la scelta di piante "igrofile" realmente efficienti sotto il profilo della evapotraspirazione: nell'esperienza applicativa diverse specie vegetali esotiche tra cui numerose varietà di bambù hanno maggiori performance di assorbimento idrico. A questo proposito si osserva come in aree a vocazione naturalistica (aree protette o aree della Rete Natura 2000), l'utilizzo di specie invasive (come può essere descritto il genere bambù) costituisce criticità per la conservazione della biodiversità vegetale locale; tuttavia le strutture ed i materiali impiegati per realizzare i "vassoi" di contenimento sono tali da annullare facilmente il rischio di diffusione di specie "invasive" e la criticità assumono carattere più formale che sostanziale.

Un elemento che limita di fatto l'applicazione è rappresentato dal costo dei sistemi complessivi di EVT che, secondo le prescrizioni tecniche, necessitano di doppio contenimento impermeabile, con drenaggio intermedio, oltre al ricircolo dell'esubero di bilancio. La rigida osservanza delle prescrizioni descritte risulta piuttosto restrittiva visto come la scelta tra il contenimento totale dei sistemi EVT e quelli a dispersione nel suolo sia dettata da pochi centimetri di differenza della profondità della falda (la cui vulnerabilità e importanza restano del tutto ignorate).

In tal senso è opportuno il riferimento ad esperienze depurative dove estese coltivazioni di bambù vengono direttamente irrigate con acque reflue civili, fornendo risultati di sensibile interesse in termini di abbattimento dei carichi trofici e produzione di biomassa pregiata con importanti risvolti socio-economici (figura 31).



Figura 31 – alcuni esempi di impianti che utilizzano il bamboo

4.3 Ripristino ecologico-funzionale di aree umide e di corsi d’acqua negli ambiti urbanizzati

4.3.1 Interventi di rinaturazione

Tra gli interventi di rinaturazione e ricostruzione di ecosistemi acquatici, in aggiunta agli stagni e ambienti palustri descritti in precedenza, si ricordano le *casse di espansione* e soprattutto, per l’importanza della riqualificazione delle acque negli ambienti urbani, le operazioni di *ripristino ecologico - funzionale di corsi d’acqua* nei settori di interfaccia con l’edificato.

4.3.1.1 Casse di espansione

Le **casse di espansione** (figura 32) vengono normalmente realizzate con finalità idrauliche a protezione di aree insediative. Poco diffuse nel territorio laziale, pur a fronte della fragilità idraulica della regione, dovrebbero essere pensate in fase pianificatoria e progettuale anche con finalità depurativa e naturalistica, nonché ricreativa, considerando la limitatezza dei costi progettuali aggiuntivi. Tenendo presente che le casse di espansione per la maggior parte dell’anno non

svolgono la loro funzione idraulica è tuttavia opportuno che si eviti una loro banalizzazione ecologica e paesaggistica.



Figura 32 – esempi di casse d'espansione

Gli indirizzi da adottare per conseguire questa multifunzionalità riguardano vari aspetti tesi in gran parte a garantire, nell'area occupata dalla cassa, la massima diversità ambientale:

- ✓ alternanza di zone in rilievo e di zone depresse, al fine di creare aree umide a differente profondità e fasce normalmente non allagate. Questa diversità di habitat permette la colonizzazione da parte di specie vegetali tipiche degli ambienti umidi che, oltre ad aumentare la biodiversità, hanno anche un effetto depurativo;
- ✓ presenza costante di livello minimo di acqua per garantire un equilibrio ecologico alle comunità animali e vegetali;
- ✓ creazione di argini con uno scheletro rigido ben ricoperto di terra e scarpate a dolce pendenza, piantumate a macchia su entrambi i lati;
- ✓ messa a dimora o salvaguardia di aree a copertura arborea ed arbustiva posizionate anche a protezione degli argini;
- ✓ piano di manutenzione della vegetazione per assicurare la funzionalità idraulica e la gestione dei livelli idrici.



Figura 33 - Il fiume Savio e l'area di S. Anna in Comune di Cesena. L'argine che lambiva l'alveo all'interno dell'ansa è stato eliminato e ora il fiume può espandersi sino all'argine maestro (in rosso) RIVISTA CIRF n.1 2009

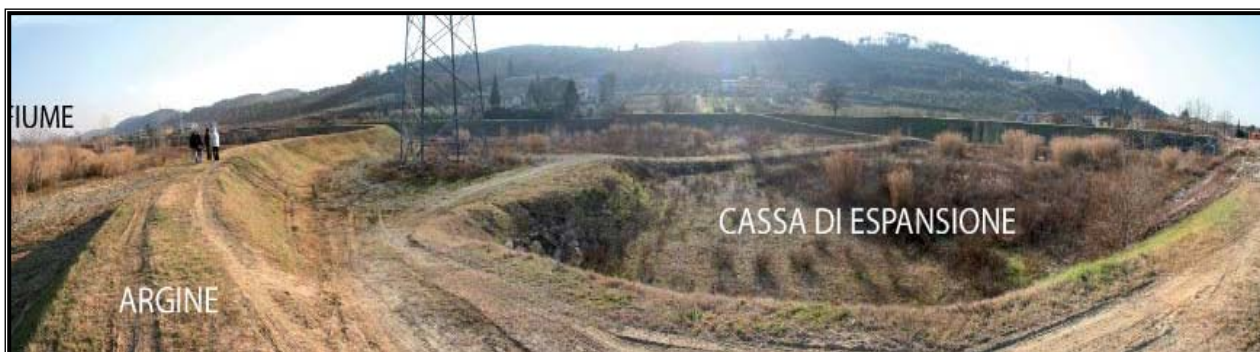


Figura 34 - Le casse di espansione solo in determinati casi sono costituite da grandi aree dall'elevato valore naturalistico e fruttivo; molto spesso sono aree altamente artificiali, racchiuse fra argini che le separano dal fiume e dal territorio (si veda ad esempio la cassa di espansione di Montelupo sul Torrente Pesa, in Toscana) (Foto: Bruno Boz)

Applicabilità

Il ricorso ad interventi di naturazione nell'ambito dei centri urbani o periurbani, ed in particolare a quelli che comportano la creazione di casse di espansione con funzione di riqualificazione delle acque, dovrebbe chiaramente essere focalizzato nelle aree a rischio idraulico. In queste aree infatti da un lato le norme di attuazione impongono l'inedificabilità o altre forti limitazioni d'uso,

dall'altro l'integrazione con funzioni di riqualificazione ambientale incrementa significativamente l'utilità pubblica della zona di protezione idraulica.

Nel complesso nell'area pontina le superfici classificate a pericolo d'inondazione più elevato (A1 e A2) assommano a circa 800 ettari, dato che fornisce una indicazione della opportunità legata a tali interventi.

Un rapido confronto con la cartografia delle relazioni abitato corsi d'acqua per l'intero territorio pontino (Tavola 1) evidenzia che, aree vocate alla realizzazione di vasche di espansione a protezione degli abitati, sono presenti nei pressi di Pontinia, lungo il Canale della Botte (figura 35) e nelle aree a scolo meccanico (ex aree palustri) a monte dell'edificato lungo la fascia costiera di San Felice Circeo (Canale Olevola, figura 36) e Terracina (Collettore Pantani da Basso e Cannete Sud, figura 37)



Figura 35



Figura 36



Figura 37

Restringendo l'analisi al territorio del Comune di Latina (Tavola 2) si individuano diverse aree a rischio di esondazione nelle quali è di interesse valutare la possibilità di realizzare vasche di espansione a protezione, più o meno immediata, di centri urbani o aree abitate distribuite in zone agricole:

- lungo il Canale delle Acque Medie, per un lungo tratto compreso tra la Via Appia e la "Chiesuola" (figura 38) e alle porte di Latina alla confluenza del Fosso del Gionco (figura 39)
- nella zona di Santa Fecitola alla confluenza del Fosso delle Congiunte con il Fiume Sisto (figura 40),
- alle spalle della Marina di Latina lungo quasi l'intero corso del Canale Colmata (figura 41).

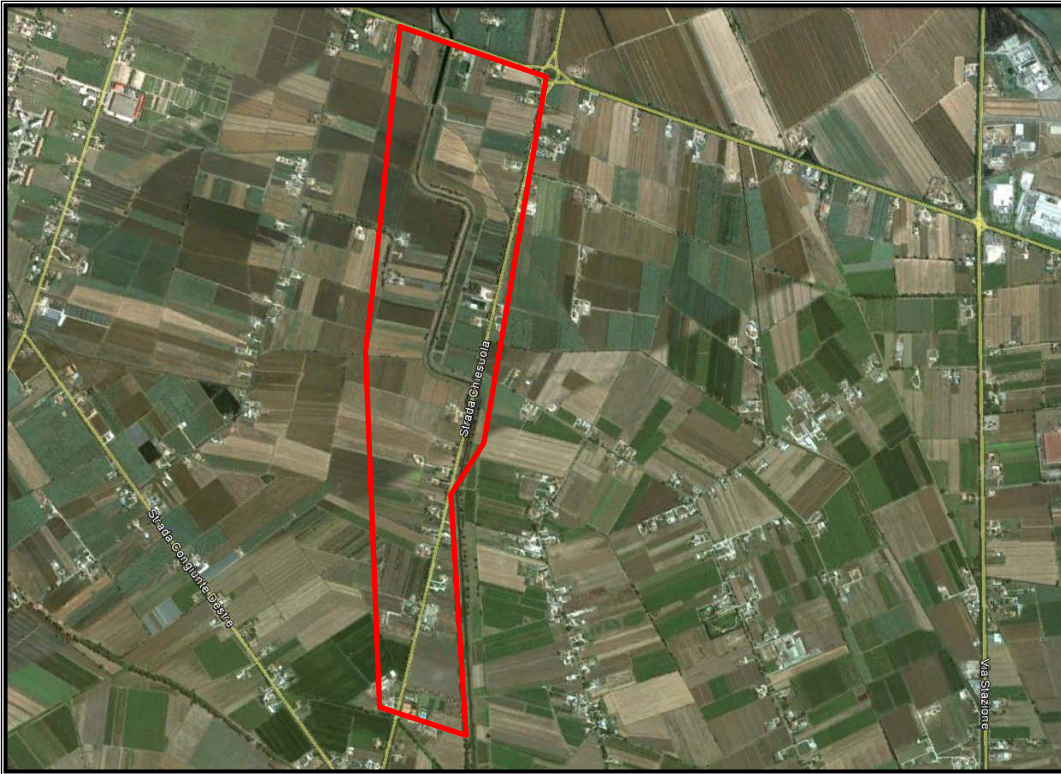


Figura 38



Figura 39



Figura 40



Figura 41

I settori descritti rappresentano evidentemente aree originariamente paludose, e tendenzialmente ancora tali, nelle quali l'utilità della creazione di vasche di espansione, con l'ulteriore obiettivo del miglioramento qualitativo delle acque, deve essere verificata considerando anche lo stato della depurazione e l'assetto delle reti igienico sanitarie.

4.3.2 Ripristino ecologico-funzionale di corsi d'acqua negli ambiti edificati

Si è detto come l'urbanizzazione scarsamente controllata degli anni '70 del secolo scorso abbia profondamente alterato l'assetto del reticolo idrografico ereditato dall'azione di bonifica idraulica dell'Agro Pontino, con la cancellazione per tombamento di interi corsi d'acqua, sostituzione delle

linee di drenaggio con condotte sotterranee (frequentemente sottodimensionate) o con parziale riempimento delle incisioni e forte restringimento degli alvei residuali.

Tuttavia i terreni, per quanto trasformati e cementificati, conservano nel loro insieme la “memoria” delle forme e conseguentemente del drenaggio originale e in coincidenza delle precipitazioni più intense che, per effetto della tropicalizzazione climatica, assumono dimensioni superiori alle previsioni statistiche; si producono eventi alluvionali che, proprio nella “rigidità” del contesto urbano e nella sua impermeabilità, possono diventare drammatici per le cose, per le attività e per la stessa incolumità fisica della popolazione.

Sotto il profilo più strettamente qualitativo l’interferenza tra reticolo residuale e reti fognanti, in mancanza di una opportuna separazione delle “acque di prima pioggia”, determina il sovraccarico dei condotti, commistione di acque di pioggia e acque reflue e conseguente contaminazione. A questo deterioramento delle acque superficiali partecipa anche la dispersione di rifiuti solidi (figura 42) raccolti nelle caditoie stradali e dai sistemi di sgrigliatura dei depuratori che vengono messi in crisi nelle condizioni di “troppopieno” degli impianti e delle reti.



Figura 42 - Rifiuti solidi e detriti vegetali trattenuti da un sistema di sgrigliatura sul Fosso Paoloni (Latina - Quartiere Nascosa)

Gli interventi di riqualificazione dei corsi d’acqua urbani sono graduabili in funzione del livello di manomissione, delle criticità conseguenti e della loro concreta fattibilità economica e “sociale” e possono far riferimento ai principi della Riqualificazione Fluviale e alle tecniche dell’Ingegneria Naturalistica applicate in coerenza degli stessi principi.

Ripristino strutturale di corsi d'acqua

Gli interventi di ripristino strutturale - e quindi di ricostruzione fisica del corpo idrico superficiale - possono interessare modesti corsi d'acqua tombati o porzioni anche discontinue di essi; il ripristino assume un significato prevalentemente ecologico-estetico o ecologico-fruizionale: disponendo degli spazi sufficienti anche il semplice ricostruire forme di impluvio, che ricalchino i percorsi originali delle linee di drenaggio, mitiga certamente le criticità meteorologiche delle urbanizzazioni, specie se inseriti nelle buone pratiche della gestione sostenibile delle acque del ciclo urbano.

Esempi in tal senso sono presenti nelle esperienze più avanzate della riqualificazione urbana e nella visione dei *paesaggi urbani come spazi di benessere*.

Eliminazione di manufatti e dei restringimenti d'alveo

Il restringimento degli alvei e l'alibi della sicurezza comportano spesso la realizzazione di opere in cemento (muri, rivestimenti – figura 43) che annullano la funzionalità ecologica dei corsi d'acqua. Operando sulla base di adeguate valutazioni idrauliche sono possibili interventi di rinaturazione delle sezioni (anche su una sola sponda) che comportano la demolizione e rimozione di inutili cementificazioni o la sostituzione delle strutture di protezione o sostegno con opere realizzate con le tecniche dell'Ingegneria Naturalistica (figura 44) quali palificate, palizzate, difese spondali, e, ove necessario, gabbionate e scogliere rinverdite.

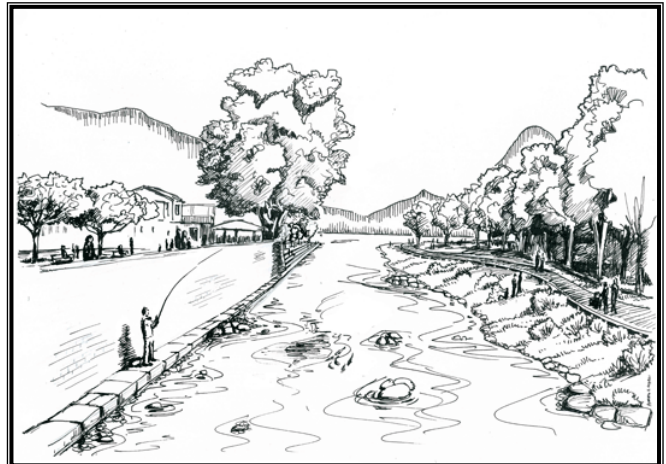


Figura 43 – San Benedetto del Tronto



Figura 44

Restauro di tratti tombinati

L'incondottamento di tratti fluviali dovrebbe essere limitato all'essenziale; attualmente i regolamenti e le autorizzazioni sono molto più restrittivi, mentre nel passato far sparire le acque in condotte sotterranee è stata sempre vista come un'azione di utile sistemazione.

La rimozione dei tombinamenti è fattibile solo se l'edificato non ha ricoperto il percorso idrico o ancor di più quando è possibile la delocalizzazione di opere e manufatti. Nel caso sia possibile riportare a giorno il corso d'acqua, il ripristino comporta lo scavo ed il rimodellamento dei terreni per ricreare sezioni idrauliche naturaliformi e di adeguate dimensioni. Anche in questo caso valgono le considerazioni precedenti sulla possibilità di rendere naturale (figura 45) almeno una riva ed utilizzare tecniche a basso impatto, di tipo naturalistico, per la stabilizzazione dei terreni e la prevenzione dell'erosione.



Figura 45

4.3.2.1 Applicabilità

Per la esposizione al rischio idraulico delle urbanizzazioni nel territorio pontino - ed in particolare del comune di Latina - interventi di ripristino idraulico ed ecologico dei corsi d'acqua devono rientrare nel quadro della gestione sostenibile delle acque del ciclo urbano, secondo l'insieme delle *Best Practices* approfondite nel capitolo 5 del presente lavoro.

Oltre agli aspetti di sicurezza idraulica e di riqualificazione, gli interventi di ripristino sono indirizzati alla **rigenerazione delle zone di interfaccia tra corso d'acqua e insediamenti**.

Una valutazione preliminare delle relazioni corso d'acqua/abitati sono state affrontate nel capitolo 2 e sintetizzate nelle tavole 1 e 2.

L'analisi GIS ha consentito di ricavare lo sviluppo dei tratti "fluviali" urbani riportati nella tabella 2. Nell'intero territorio della PP preso in considerazione lo sviluppo degli interfaccia (considerando entrambe le rive l'interfaccia è ovviamente il doppio rispetto allo sviluppo del corso d'acqua), sono dell'ordine dei 200 Km di cui circa il 50%, pari a 110.4 Km, nel territorio del comune di Latina; per il solo centro urbano e periferia del capoluogo l'interfaccia è di circa 58 km. Si tratta di valori che danno la dimensione, presumibilmente inaspettata, di quanta potenzialità e rilevanza possano avere interventi di riqualificazione e di rivitalizzazione, anche sociale ed economica, di queste parti del paesaggio urbano e perturbano, sempre più dimenticate e abbandonate: ancor più se si prende anche in considerazione il percorso originale dei corsi d'acqua, e quindi anche le porzioni tombate del reticolo idrografico (figura 46).

Considerando il centro urbano di Latina e la sua periferia, già a questa scala di conoscenza sono identificabili corsi d'acqua e ambienti ripari che possono assumere un particolare significato all'interno di un processo di rigenerazione dei *water front* urbani (comprendendo nella rigenerazione tutte le accezioni della riqualificazione, della qualità della vita e recupero di naturalità e biodiversità). Si tratta del Canale Diversivo Cicerchia - Fosso Farneto Nascosto, del Fosso Gorgolicino, fosso del Gionco - Canale Acque Medie, Fosso del Piccarello.

Come per altri interventi di ricostruzione di zone umide o di recupero di naturalità, la possibilità di realizzare le tipologie di intervento descritte trova limitazioni in differenti fattori prevalentemente di ordine socio-economico:

- ✓ difficoltà di accettazione da parte della popolazione che vede nell'approccio naturalistico un "ritorno alle paludi" ed alla supremazia di una natura incontrollabile e dannosa
- ✓ difficoltà di recuperare lo spazio fisico spettante all'ambiente acquatico normalmente sottratto per altre destinazioni, usi, o abusi,
- ✓ difficoltà legata ad una gestione idraulica tradizionale poco permeabili ad una visione più ampia del "collettore idraulico",

- ✓ difficoltà economiche per il reperimento delle risorse finanziarie necessarie per le opere e le eventuali compensazioni
- ✓ frammentazione delle competenze e visione settoriale degli organi ed enti coinvolti negli iter autorizzativi.

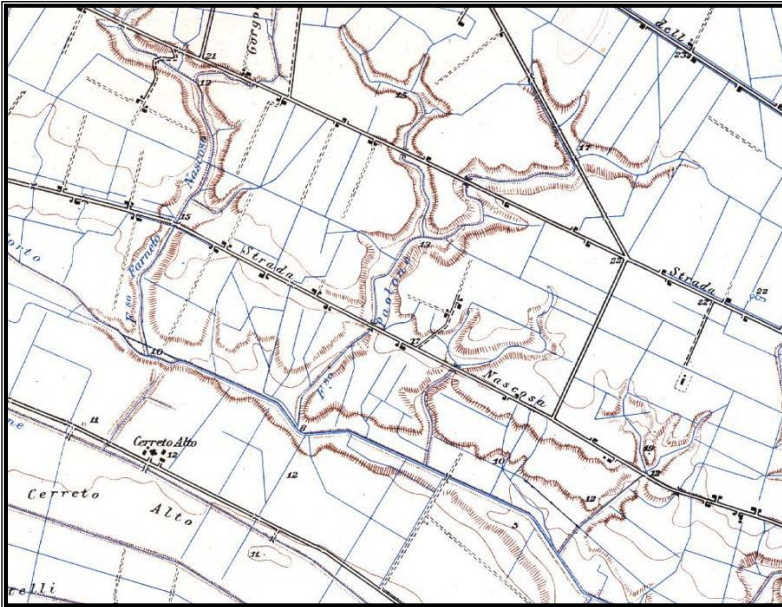
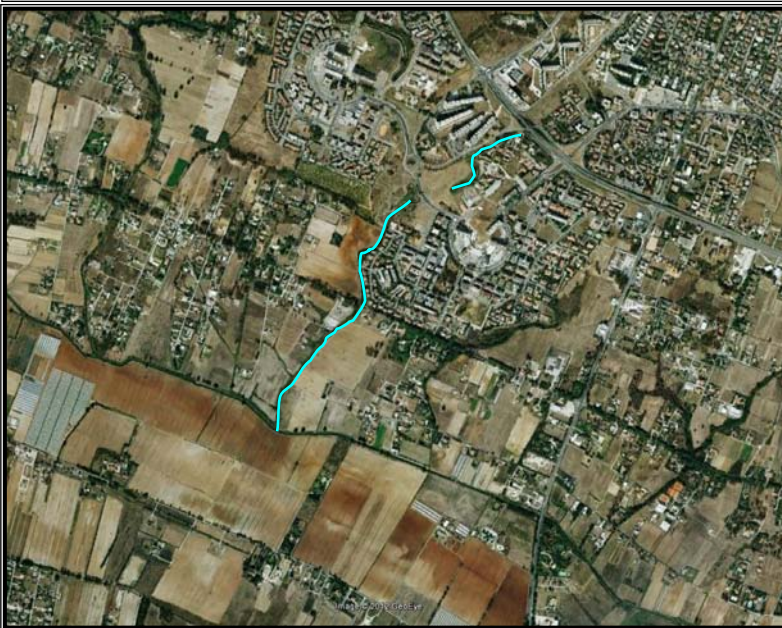


Figura 46 – il reticolo idrografico e il fosso Paoloni nel 1936



Il fosso Paoloni nel nuovo quartiere Q4-Q5

Poiché gli effetti positivi degli interventi si concretizzano nel medio termine, la qualità della vita come la riqualificazione del territorio non sono direttamente monetizzabili, ed i vantaggi sono per la collettività e non per pochi e determinati portatori di interessi. E' determinante che gli interventi siano ben pianificati e supportati da una adeguata base conoscitiva e conseguente progettazione; altrettanto determinanti sono adeguati piani di gestione integrata ed il relativo sostegno finanziario.

4.3.3 Ecosistemi filtro lineari lungo i canali delle periferie urbane

4.3.3.1 Canalette golenali

Questa tipologia di intervento, di carattere innovativo (soluzione sperimentata nell'ambito del Progetto Pilota 3 a cura del Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino - Azione 13), prevede la realizzazione di canalette lungo le banchine golenali dei canali con arginatura semplice o completa (figura 47).



Figura 47

Le canalizzazioni “pensili” sono alimentate da apporti laterali (scarichi, canali tributari), utilizzando parte o tutta la portata di questi, in relazione alle condizioni idrologiche. Vengono così creati piccoli corsi d’acqua assimilabili ai *reed bed*, letti di canne nei quali l’acqua, con spessori della lama dell’ordine dei 20 cm, potrà defluire lungo una formazione vegetale costituita essenzialmente da canne palustri quali *phragmites* e *typha*, in grado di utilizzare i carichi trofici e trattenere altri inquinanti, prima che questi vengano direttamente sversati nel corpo ricevente generalmente privo di quella struttura ecologica complessiva in grado di provvedere ad una efficace azione depurativa naturale. Dopo un percorso di almeno diverse centinaia di metri, assimilabile ad un sistema di fitodepurazione, la portata idrica filtrata lungo il letto di canne, verrà riversata nel corso d’acqua, non contribuendo all’incremento dei carichi trasportati e contestualmente migliorando le acque dello stesso per effetto di meccanismi di diluizione.

Applicabilità

Lungo i sistemi arginali dei canali, anche in prossimità e nell’attraversamento dei centri urbani, sono presenti immissioni di acque reflue di origine civile provenienti da aree (in genere periferiche),

dove la rete fognante risulta lacunosa o fatiscente (figura 48); anche le acque di scarico dei depuratori si immettono spesso nei corpi ricettori attraversando una banchina.

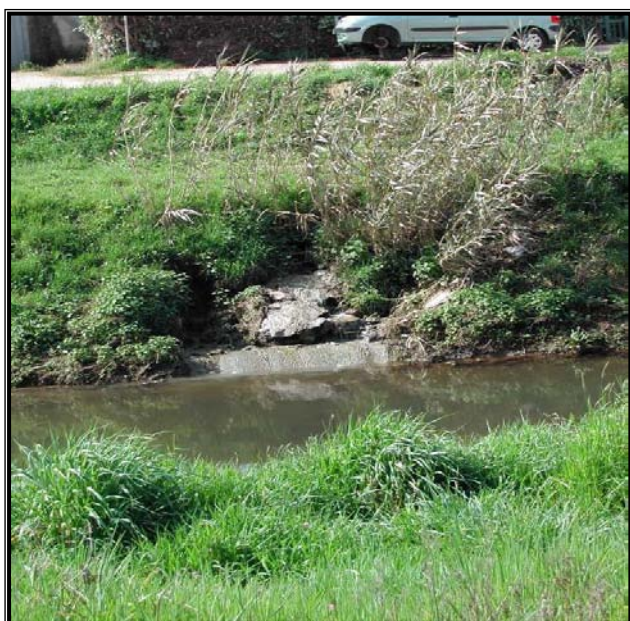


Figura 48 - scarico refluo sul Canale Acque Medie nel tratto urbano di Latina

In questi casi, ma più diffusamente nei centri periferici o nei borghi rurali, il ricorso a tale soluzione può essere significativo in termini di riqualificazione delle acque specie nelle condizioni idrologiche del periodo estivo quando, per effetto dell'assenza delle precipitazioni, le portate liquide del reticolo secondario tendono ad essere costituite quasi esclusivamente proprio da acque di scarico.

In prima approssimazione le canalette golenali si adattano ai corsi d'acqua con un sistema arginale caratterizzato da una banchina sufficientemente larga come quelle dei Canale Acque Alte - fosso Mascarello, Allacciante Astura, Canale Acque Medie – Rio Martino. Poiché le superfici interessate ricadono sulla proprietà demaniale del Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino (*Demanio Pubblico dello Stato*) occorre ovviamente la totale disponibilità dell'Ente. A questo proposito è necessario evidenziare come queste realizzazioni possano trovare un fattore limitante nell'interferenza dell'opera sulle azioni di manutenzione idraulica del canale, condotte secondo le tradizionali modalità gestionali consortili, e sulla contestuale necessità di interventi periodici di taglio e rimozione del canneto che la funzionalità dei *reed bed* impone. L'attuazione del Progetto Pilota 3 (Sottoprogetto AREA 1 "Letti di canne nell'ambito golenale del canale Allacciante Astura") a carico dello stesso CBAP, costituisce il miglior riferimento per la verifica sperimentale delle possibilità applicative di questa tipologia di intervento.

4.3.3.2 Sistemi flottanti riparali *floating treatment wetlands (ftws)*

Gli impianti di fitodepurazione sono rappresentati da sistemi dove il flusso di acque inquinate scorre attraverso la parte aerea delle piante (sistemi a scorrimento superficiale) o tra le radici (scorrimento sub superficiale o letti sommersi); un terzo approccio, rispetto allo scorrimento superficiale o sub superficiale, è dato dall'uso di piante acquatiche galleggianti.

Le *Floating Treatment Wetlands (FTWs)* costituiscono una variante di tale approccio nel quale vengono utilizzate piante radicate emergenti fatte crescere su materassi o altre strutture galleggianti che vanno a costituire:

- isole galleggianti
- canneti galleggianti
- zattere vegetate

La realizzazione di questi sistemi consente quindi di utilizzare piante non galleggianti, con apparato radicale diffuso, dotate di alte potenzialità depurative e che altrimenti non potrebbero essere impiegate per la depurazione. Queste tipologie di intervento, ampiamente applicate e testate, rappresentano strutture generalmente compatibili con i caratteri del corso d'acqua artificiale e con i criteri di sicurezza idraulica, la cui effettiva applicabilità deve essere verificata in relazione ai caratteri del contesto locale. E' fattibile per canali di ampia sezione a scolo meccanico o ad invasi artificiali. Ulteriori effetti positivi di questi sistemi sono:

- Creazione di biotopi/rifugio per invertebrati, insetti, anfibi ed uccelli
- Effetto di ombreggiatura per prevenire il sovra riscaldamento dell'acqua
- Protezione delle rive dall'erosione

Le tipologie di isole galleggianti sono molteplici; sul mercato sono disponibili moduli assemblabili tra loro, dalla forma irregolare o geometrica (triangolare, rettangolare), la cui struttura galleggiante può essere composta da:

- materassini in fibra sintetica agugliata, incollati tra loro (figure 49 e 50)
- tessuti grossolani a multifilamento in polietilene espanso (figura 51)
- tubolari in gomma o PE (figura 52)
- telai in lamierato (figura 53)
- vassoi in polietilene a bassa densità (EVA) (figura 54)



Figure 49 e 50



Figura 51 e 52



Figura 53



Figura 54

A seconda del tipo di struttura la piantumazione avviene in fori predisposti nel materassino e protetta con biostuoie od intasata con terriccio (figure 55 e 56); oppure impianto su stuoie di canna e successivo assemblaggio.



Figure 55 e 56

Applicabilità

L'ampia sperimentazione dei sistemi FTWs sui canali in ambito urbano dimostra come questi non pongano particolari problemi in termini di sicurezza idraulica. La prevenzione del rischio di esondazione nelle aree urbanizzate è infatti molto più stringente che in aree agricole o altre parti del territorio: il fatto che, proprio nei contesti urbani le FTWs vengano largamente utilizzate, costituisce elemento a favore della mancanza di interferenze idrauliche significative. La peculiarità del galleggiamento delle strutture, la possibilità di utilizzare strutture con sezioni trasversali ridotte ed il loro adattarsi a moderate escursioni di livello (massime dell'ordine di 1 metro), fa in modo che, anche in caso di piena, queste non interferiscano con l'efficienza delle sezioni del canale. Una criticità non trascurabile potrebbe rilevarsi in presenza di grandi quantità di rifiuti ingombranti galleggianti, in tal caso sarebbero gli stessi sistemi flottanti a subire il maggior danno. I corsi d'acqua dell'area pontina pongono alcune limitazioni ma la principale è legata alla forte oscillazione dei livelli idrici dei canali di bonifica con variazioni anche di alcuni metri tra le magre estivi e le piene invernali (figure 57 e 58), senza peraltro voler considerare situazioni idrologiche estreme.



Figure 57 e 58 - Il canale Acque Alte alle porte di Latina in condizioni di magra e di piena

In tal senso le porzioni di reticolo maggiormente vocate a queste opere sono quelle terminali di canali, a basso gradiente idraulico quali il Rio Martino, Fiume Sisto e Canale Portatore. In questi tratti è tuttavia necessario trovare la compatibilità con la presenza di strutture del diportismo nautico. I canali asserviti a impianti idrovori sono più indicati per la realizzazione di sistemi flottanti essendo normalmente regolati su intervalli di quote prefissati e limitati. Il progetto PLUS “Realizzazione di sistemi di fitodepurazione sulla rete di canali esistenti nella fascia costiera di Latina Lido” del Servizio Ambiente del Comune di Latina sul Canale Colmata, rappresenta un caso di studio significativo. Con azioni integrate basate su ecosistemi filtro e bacini per la fitodepurazione e ripristino della rete fognante della Marina di Latina, il progetto prevede anche la realizzazione di circa 1700 metri di canneto galleggiante ripariale nella porzione medio-terminale del canale, al fine di migliorare la capacità di autodepurazione del corso d’acqua, caratterizzato da geometrie eccessivamente regolari, sezioni idrauliche e batimetrie inadatte allo sviluppo di vegetazione ripariale idonea, e da sovraccarichi trofici di differente origine.

4.3.3.3 “Manutenzione gentile” di fossi e scoline

La manutenzione naturalistica dei canali è sempre parte determinante nella riqualificazione e gestione sostenibile delle acque e degli ambienti idrici; è strategica sia nelle zone rurali che negli agglomerati residenziali, largamente diffusi sul territorio. La vegetazione acquatica presente nei canali trasforma, immagazzina e utilizza le sostanze inquinanti veicolate dalle acque e favorisce nel complesso una riduzione della loro concentrazione, tramite un’azione diretta (assorbimento) e indiretta (sostegno alle comunità batteriche che attuano processi di degradazione degli inquinanti). Un aumento di questa azione depurativa naturale può quindi essere ottenuta utilizzando modalità di

manutenzione della vegetazione in alveo quanto più conservative possibili. La gestione della vegetazione acquatica non dovrebbe quindi prevedere lo sfalcio completo sull'intera larghezza del fondo alveo, quanto piuttosto un taglio eseguito generalmente nella parte centrale dello stesso, così da creare un canale di corrente preferenziale e sinuoso, di ampiezza variabile nelle diverse situazioni.



Figura 59 - Canale di corrente realizzato dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (Venezia)

La gestione conservativa della vegetazione acquatica, oltre a migliorare la qualità delle acque, permette la creazione di habitat in alveo, il miglioramento dello stato delle comunità faunistiche (macroinvertebrati, fauna ittica, fauna terrestre, avifauna, anfibi) e l'incremento della connessione ecologica.

Il citato "Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua" della Regione Veneto, individua specifici criteri tecnico metodologici di manutenzione dei canali di bonifica, e della rete secondaria, con azioni gestionali dell'alveo, a bassa intensità:

- ⇒ sfalciare le piante palustri in alveo a frequenza minore rispetto alla situazione preallargamento;
- ⇒ creare un canale di corrente centrale nell'alveo di magra, bordato da macchie di vegetazione acquatica (canneto);
- ⇒ eseguire uno o due sfalci annuali delle piante palustri presenti nelle aree golenali: nel periodo invernale (febbraio) ed eventualmente alla fine dell'estate (settembre), ma non nel periodo vegetativo, al fine di potenziare gli effetti depurativi senza pregiudicare la conservazione degli habitat creatisi.

Nella manutenzione dei corsi d'acqua, e soprattutto nella impostazione naturalistica qui affrontata, è opportuno ricordare come il taglio della vegetazione stimoli la ricrescita rapida e conseguentemente incrementi l'utilizzo degli elementi trofici (C N P); in tal senso un elemento decisivo è costituito dalla rimozione della biomassa sfalciata (figura 60). La rimozione deve riguardare oltre alla vegetazione sulle sponde anche quella in alveo rappresentata dalle macrofite emergenti); la rimozione dei detriti vegetali rende infatti efficaci i meccanismi di depurazione naturale sottraendo (effettivamente) il carico trofico assorbito dall'insieme pianta-suolo. Si consideri infatti che per evitare il rilascio nel corso d'acqua dei nutrienti immagazzinati nei tessuti vegetali (*leaching*), la vegetazione sfalciata dovrebbe essere raccolta entro breve tempo dal taglio, (indicativamente non oltre le 12 ore).



Figura 60 - taglio del canneto lungo argine senza asportazione del materiale vegetale triturato

Nell'ambito della manutenzione gentile il *canale di corrente* rappresenta una tipologia di intervento specifica e di grande rilevanza per gli effetti positivi che tale pratica determina sulla struttura ecologica del corpo idrico interessato. Per ottenere una diversificazione della velocità di corrente, ed un assetto generale del canale molto più simile a quello di un corso d'acqua in condizioni naturali, è possibile creare un canale di corrente sinuoso. La meandricazione crea infatti zone a differenti velocità di corrente e quindi vari microhabitat e maggiore biodiversità. La continuità della comunità vegetale permette una stabile affermazione della comunità animale (vertebrati e invertebrati) ad essa associata. Consente inoltre lo sviluppo di una comunità vegetale strutturata e diversificata, favorendo una più ampia gamma di flora e fauna selvatica. Per ottenere un canale di corrente sinuoso è necessario attuare un taglio parziale della vegetazione in alveo (1/3 o 2/3 del

totale) procedendo con un andamento sinuoso a mezzelune sfalsate tra le due sponde. È importante lasciare una fascia anche ridotta di vegetazione lungo tutto il piede di sponda per evitare fenomeni erosivi che si possono manifestare con maggiore incidenza in presenza di sinuosità e in uscita di curva. Lasciando poi agire le forze naturali si ricrea la diversità ambientale con la formazione di buche, raschi e barre di meandro.

Applicabilità

Per sua definizione la manutenzione naturalistica dei corsi d'acqua deve rendere compatibili tra loro la sicurezza idraulica (funzionalità idraulica legate all'efficienza delle sezioni e dei profili), con le funzioni ecologiche. In ambito urbano queste funzionalità devono anche potersi coniugare con le attività economiche poste in adiacenza, la fruizione, in un giusto riequilibrio della relazione tra residenti e corso d'acqua.

Normalmente infatti, dopo le manutenzioni ordinarie, la vegetazione dei canali - se non del tutto rimossa dalle benne degli escavatori utilizzati che lasciano superfici terrose, denudate e instabili - è ridotta ad un sottile tappeto erboso privo di significato funzionale (figura 61). Questa “pulizia” viene interpretata come un segno di ordine, controllo e sicurezza, mentre la presenza di canneti e formazioni vegetali sono al contrario percepite come segnali di abbandono, fonte di disturbo e di rischio per la proliferazione di animali e insetti dannosi. Molto spesso, l'abbandono di rifiuti di diversa origine da contenitori plastici a ingombranti (mobili, materassi, elettrodomestici) o addirittura pericolosi (batterie, pannelli di eternit), rende ancora più complesso una manutenzione che dovrebbe essere condotta in modo selettivo a tutela dell'integrità fisica e biologica del corso d'acqua.



Figura 61 - Manutenzioni ordinarie del Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino (da: www.bonifica-agropontino.it)

Sotto il profilo idraulico è ampiamente verificato (la letteratura scientifica in materia è abbondante), come il ricorso alla manutenzione gentile non costituisce elemento di contrasto funzionale; al

contrario, la corretta pianificazione di operazioni gestionali, basate su una maggiore conoscenza e consapevolezza su quanto viene condotto, consente un controllo più efficace e, alla lunga, anche più economico. Opportunamente comunicata la manutenzione gentile può quindi essere applicata per intero ai corsi d'acqua delle aree urbane e perturbane, magari adattandosi alle necessità del sito e risolvendo cioè caso per caso le specificità locali, sia di carattere idraulico che ecologico. In tal senso richiede particolare competenza e responsabilità da parte degli operatori del Consorzio o di chi, per esso, intervenga operativamente.

E' opportuno che, specie in contesti urbanizzati, non si ricorra ad interventi manutentivi sporadici - e proprio per questo massivi e distruttivi - ma realizzare le operazioni di taglio e rimozione dei detriti con sufficiente periodicità. Tutto questo implica l'uso di attrezzature maggiormente specializzate e il ricorso anche ad interventi manuali o con mezzi meccanici più piccoli. I maggiori costi iniziali possono essere compensati dalla migliore efficacia degli interventi e dai vantaggi ambientali ottenuti.

L'approccio descritto si lega fortemente con gli aspetti di fruizione esposti nel capitolo 6: la manutenzione gentile consente di riqualificare l'ambiente, conservando valori naturalistici estetico paesaggistici necessari per le diverse forme di frequentazione (attività ricreative, didattiche, sportive, ecc.).

Nel contesto pontino si rilevano situazioni di particolare sensibilità per i corsi d'acqua a contenuto naturale (o meglio paranaturale) e dove la discontinuità delle manutenzioni ha favorito la conservazione di strutture vegetali significative. Si sottolineano in tal senso il sistema idraulico fosso Gorgolicino - fosso Torre La Felce, al margine orientale di Latina (figure 62 e 63), come elemento idrologico residuale di valore ambientale, storico-paesaggistico e rilevante potenzialità fruizionale.



Figura 62 – fosso Gorgolicino



Figura 63 – fosso Torre la Felce

4.3.4 Fruizione e parchi fluviali urbani

Parchi urbani fluviali e fitodepurazione

Considerando come la fitodepurazione o, più correttamente, come la conservazione della capacità autodepurante di un corso d'acqua sia fortemente legata ad un buon stato di salute si capisce come la fruizione (multifunzione) possa coincidere con gli obiettivi di riqualificazione delle acque superficiali dei corpi idrici urbani. La possibilità di fruire meglio, con molteplici forme di frequentazione ed uso, le pertinenze di fiumi e canali costituiscono elementi di forte miglioramento della qualità della vita di cittadini e turisti.

I corsi d'acqua rappresentano elementi attorno ai quali sin dalle origini degli insediamenti urbani si sono organizzate e sviluppate le società umane attraverso usi di sussistenza, di difesa e di spiritualità. Nonostante molti degli usi e conseguenti attività non siano più considerati necessari, l'ambiente fluviale tende a conservare parte dei suoi significati originali, rappresentando - in funzione del senso di appartenenza dei cittadini ai luoghi - un ambiente affascinante da esplorare e frequentare con le più svariate modalità. L'elemento liquido, il continuo mutamento dello scorrere delle acque ma la stessa inconfondibile fisionomia, l'amenità dei luoghi, la possibilità di contatto fisico con la natura, di ottenerne benefici (come la pesca), sono fattori che legano profondamente l'uomo al corso d'acqua. Inoltre la crescente attenzione al benessere psico-fisico, che contraddistingue la nostra società, vede nel fiume una palestra idonea per attività all'aria aperta in grado di nutrire tanto il corpo quanto lo spirito.

Le attività ricreative collegate ad un parco urbano fluviale sono molteplici: dall'uso di canoe e altri natanti, alla pesca, dal walking, running o jogging, dal cicloturismo, dall'osservazione naturalistica alle esperienze didattiche, dalla semplice sosta relax all'attività meditativa e alle discipline marziali morbide, dalla passeggiata con il cane sino al pic-nic (figura 64).





Figura 64

La premessa irrinunciabile di tutte le attività descritte - e quindi la riuscita di un parco fluviale urbano - è che deve essere presente un ambiente in buon stato di salute e ben organizzato, con buona qualità delle acque che, tradotto, significa naturalità, assenza di rifiuti, vegetazione “accessibile”, luoghi ombreggiati, elementi di confort come panchine e punti di sosta.

Poiché le attività ricreative possono tutte comportare differenti livelli di contatto con le acque, la qualità di queste, oltre gli aspetti più strettamente analitici, ed alla eterogeneità fisica e diversità idrobiologia, deve garantire il rispetto della percezione organolettica: colore, trasparenza e odore.

Nel caso di ambienti fluviali ben conservati è possibile che attività fruizionali non ben progettate e soprattutto non correttamente gestite possano innescare forme di degrado; nel caso contrario, in presenza di un corso d'acqua non in buono stato di salute, la fruizione può diventare strumento di supporto e stimolo per la riqualificazione ambientale. La condizione perché questo miglioramento avvenga è che l'attività di fruizione si integri in un complesso di azioni di riqualificazione costituenti il presupposto irrinunciabile dell'attività stessa. Dinanzi alla molteplicità delle attività ricreative che possono essere condotte in un parco urbano fluviale va ricordato come nello sviluppo di queste vada interpretata la natura e la vocazione dell'ambiente fluviale e le relazioni con il costruito e che, per quanto la fruizione possa essere fonte di benessere e opportunità socio-economica, devono essere rispettate le priorità di sicurezza idraulica e incolumità da un lato e di conservazione delle valenze naturalistiche dall'altro.

A questo proposito le piste ciclo-pedonali lungo i corsi d'acqua meritano un approfondimento specifico. Esse rappresentano importanti elementi urbani della *mobilità dolce* e opere cardine della fruizione fluviale; realizzate sugli argini e lungo le rive di pertinenza demaniale, per l'ampio sviluppo lineare, possono costituire delle effettive vie fluviali (*greenways* o *blueways*) Oltre alle semplificazioni della proprietà pubblica, rive ed argini presentano infatti bassi dislivelli, maggiore continuità fisica e ambienti gradevoli (paesaggio, ombreggiamento e frescura, presenza di acque e di vegetazione), tutti elementi di attrazione da parte degli escursionisti. D'altro canto le aree ripariali e la vegetazione associata costituiscono elementi geomorfologici e biologici di grande importanza nel definire lo stato di salute di un corso d'acqua. Nella progettazione di percorsi fluviali è quindi indispensabile scegliere un tracciato che non interferisca con la vegetazione ripariale (in caso contrario limitare al massimo l'interferenza e attuare misure compensative anche attraverso una specifica azione di restauro vegetazionale) e quanto possibile esterna alla fascia di mobilità del fiume. In caso contrario l'esigenza di proteggere dall'erosione e dalla colonizzazione vegetale costringerebbe a interventi dannosi oltre che onerosi.

Secondo la logica adottata è quindi preferibile indirizzarsi verso percorsi ciclo-escursionistici o ciclo-turistici (che utilizzano percorsi o tracciati esistenti semplicemente mantenuti) che realizzare vere e proprie piste ciclabili, anche se queste hanno maggior *appeal* anche in termini socio-politici.

Le soluzioni tecniche per la stabilizzazione dei percorsi devono essere compatibili con le caratteristiche dell'ambiente ripariale; nell'ottica di una fruizione comunque confortevole e sicura quasi mai sono infatti realmente indispensabili pavimentazioni artificiali o semi naturali, come le

terre additivate di materiali sintetici, o i cosiddetti asfalti ecologici. Una buona livellazione iniziale o al massimo la stesa di materiali terrosi, di opportune caratteristiche granulometriche, accompagnate da periodica manutenzione della possibile ricrescita vegetale, sono nella maggior parte dei casi sufficienti a garantire la funzionalità del percorso, la sua gradevolezza ed inserimento ambientale.

I contenuti, le articolazioni e le modalità di fruizione di un parco urbano fluviale sono funzione delle caratteristiche e della storia del corso d'acqua: è chiaramente diverso se si tratta di un fiume, con le sue dimensioni, i suoi caratteri paesaggistici ed il suo significato storico, oppure di canale di scolo. Tuttavia, una corretta pianificazione, progettazione (e anche realizzazione e gestione) fanno in modo che anche nel caso di un canale artificiale si possa efficacemente rispondere ad esigenze ricreative, anche differenziate. In tutto questo è ancora una volta evidente come qualità delle acque e degli ambienti ripari, funzionalità ecologica (auto depurazione-fitodepurazione) e valore fruizionale di un parco urbano siano fortemente connessi e mutuamente condizionanti.

4.3.4.1 *L'esempio dell'oasi urbana dei quartieri Nascosa e Nuova Latina*

Negli anni compresi tra il 2003 ed il 2005 nei Quartieri Nascosa e Nuova Latina lungo il fosso Paoloni (sistema Fosso Farneto – Cicerchia), sono stati realizzati interventi di sistemazione e riqualificazione degli ambiti riparali e delle aree adiacenti al sistema idrologico di competenza del Consorzio di Bonifica Pontino e del Comune di Latina. Attraverso differenti stralci progettuali si è tentata la sistemazione idraulica dei fossi e la bonifica delle aree sino alla realizzazione di un parco urbano. Si tratta di un caso di studio fortemente rappresentativo delle problematiche del rapporto tra l'edificato ed i corsi d'acqua, come delle opportunità offerte dalla riqualificazione del reticolo in termini ambientali e socio-economici.

L'accelerata e non governata urbanizzazione dei quartieri alla periferia meridionale di Latina ha determinato la parziale obliterazione del reticolo originale (figura 65) con tombamenti e tombinamenti (errati anche sotto il profilo strettamente idraulico) che hanno creato problemi di sicurezza idraulica oltre che igienico sanitaria per effetto di cortocircuiti tra le reti fognarie ed il sistema idrologico.



Figura 65 – il fosso Paoloni prima dell'intervento

L'urbanizzazione degli ultimi 30 anni rappresenta sicuramente la fase nella quale sono stati apportate le maggiori modificazioni all'assetto morfologico ed idraulico dell'area del Fosso Paoloni: la realizzazione di insediamenti abitativi in grado di ospitare 10.000÷15.000 residenti ha provocato ingenti movimenti di terra che hanno stravolto la morfologia originaria. Altrettanto può dirsi per il reticolo idrografico, la cui unitarietà e continuità è stata frammentata dalla presenza di numerosi tratti tombinati, a volte sviluppati diverse centinaia di metri.

Dopo un primo progetto, del Consorzio di Bonifica di Latina, che ha portato alla sistemazione e stabilizzazione delle sponde (figure 66, 67, 68), con il progetto Oasi Urbana del Comune di Latina è stata realizzata la riqualificazione ed il miglioramento della fruizione da parte della popolazione, dell'insieme delle pertinenze fluviali e delle aree adiacenti attraverso le seguenti azioni progettuali:

- ✓ la bonifica e la sistemazione morfologica delle aree (figura 69)
- ✓ l'impianto delle formazioni vegetali (figura 70 e 71)
- ✓ la realizzazione di aree attrezzate per l'infanzia (figura 72)
- ✓ la realizzazione di viabilità polifunzionale (pedonale e ciclabile) (figura 73 e 74)



Figure 66,67,68 – interventi di difesa spondale



Figura 69



Figura 70 e 71



Figura 72



Figura 73 e 74





Figura 75 e 76 – panoramiche del fosso Paoloni ad ultimazione dei lavori

Se i problemi idraulici e di dissesto idrogeologico hanno trovato una sufficiente soluzione (meno quelli igienico sanitari), la creazione dell'Oasi Urbana non ha risolto, se non in modo molto parziale, quelli dell'abbandono. Dopo la realizzazione (figure 75 e76) il parco ha subito degrado e fatiscenza, condizioni interrotte da saltuari interventi di recupero.

Le criticità emerse dall'esperienza di fatto sintetizzabili nel nuovo abbandono almeno di parte delle aree in particolare proprio quelle più prossime ai corsi d'acqua sono soprattutto legate a carenze gestionali. In particolare:

- ✓ nella carenza di manutenzione della vegetazione e difficoltà di attuazione di interventi di gestione della vegetazione con tecniche compatibili alla conservazione della stessa (impraticabilità della manutenzione gentile)
- ✓ vandalismo ed usi impropri degli spazi e delle strutture.

Nella sostanza tutto questo è il risultato delle difficoltà di coordinamento tra amministrazioni pubbliche e all'interno delle stesse amministrazioni, della transitorietà e parzialità dell'interesse politico, del parziale senso di appartenenza dei luoghi ai residenti.

In relazione a quest'ultimo punto è importante evidenziare come, in particolare i corsi d'acqua e le aree ad essi più prossime siano percepite come luoghi non attrattivi e pertanto non di interesse per la fruizione pubblica.

Dall'esperienza citata emergono pertanto le seguenti linee di indirizzo:

- necessità di accordi quadro tra Amministrazione Comunale (nelle sue differenti articolazioni) e Ente gestore dei canali
- partecipazione attiva dei differenti portatori di interesse sia alle fasi progettuali che (soprattutto) gestionali

- formazione professionale degli operatori responsabili della manutenzione dei corsi d'acqua
- inserimento del parco urbano nelle attività didattiche
- attivazione di periodiche campagne e manifestazioni dirette ai differenti fruitori.