

# Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane







# Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane

---

Delibera del Consiglio Federale. Seduta del 5 aprile 2012 - Doc. n.11/12 - CF



---

Il Consiglio Federale, istituito presso l'ISPRA con il compito di promuovere lo sviluppo coordinato del Sistema Agenziale (ISPRA/ARPA/APPA) nonché per garantire omogeneità nello svolgimento dei compiti istituzionali delle agenzie e di ISPRA stessa, ha deciso con la Delibera del 29 maggio 2012, di contraddistinguere i prodotti editoriali e le iniziative frutto delle attività congiunte a carattere nazionale dell'ISPRA e delle Agenzie ambientali, con la denominazione *Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente* e un nuovo logo rappresentativo.

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), le Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (APPA) e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

**ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale**  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.it](http://www.isprambiente.it)

ISPRA, Manuali e Linee Guida 81/2012  
ISBN 978-88-448-0548-7

Riproduzione autorizzata citando la fonte

**Elaborazione grafica**  
ISPRA

*Grafica di copertina:* Franco Iozzoli  
*Foto di copertina:* Franco Iozzoli e Marco Ricciardi Tenore

**Coordinamento editoriale:**  
Daria Mazzella  
**ISPRA** – Settore Editoria

*Giugno 2012*

---

## **Autori**

Il presente documento è stato approvato dal Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali del 5 aprile 2012 e rappresenta il prodotto finale delle attività svolte dal Gruppo di Lavoro interagenziale "Fitodepurazione", nell'ambito del Programma triennale 2010-2012 del Sistema Agenziale - Area di attività "Monitoraggio e controlli ambientali".

Il volume è stato redatto dai componenti del Gruppo di Lavoro.

dott.ssa Silvana Salvati - coordinatore (ISPRA - Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine)

ing. Andrea Bianco (ISPRA- Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine)

dr. Gabriele Bardasi (ARPA Emilia Romagna)

dott.ssa Mirella Cecilia (ARPA Lazio)

ing. Maria Cristina De Mattia (ARPA Puglia)

dr. Luciano Giovannelli (ARPA Toscana)

dott.ssa Raffaella Canepel (APPA Trento)

Il capitolo 5 - Fitodepurazione e paesaggio, è stato redatto dall'arch. Maria Cecilia Natalia (ISPRA - Dipartimento Difesa della Natura)

La presente pubblicazione è stata realizzata con il contributo della Società Hydrogea s.r.l.

## **Ringraziamenti**

Si ringraziano per la collaborazione fornita il dr. Marco Carcereri (ARPA Veneto), il dr. Giovanni Bongiovanni (ARTA Abruzzo) e quanti hanno contribuito alla trasmissione dei dati e/o informazioni per la redazione delle schede tecniche relative ai Casi Studio selezionati: Acquedotto del Fiora SpA, Comune di Dozza Imolese, ERA SpA, IRIDRA srl, Multiservizi SpA, Publicacqua SpA, SII SpA, SOLVAY Italia SpA, Università di Catania, ARPA Emilia Romagna, APPA Bolzano, APPA Trento, ARPA Umbria, ARPA Toscana, ARPA Lazio.

Si ringraziano, inoltre, tutti coloro che a vario titolo hanno fornito il proprio contributo all'elaborazione del documento.

## **Revisione e correzione dei testi per ISPRA**

dott.ssa Silvana Salvati - (ISPRA - Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine)

ing. Andrea Bianco (ISPRA- Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine)

sig.ra Tiziana De Santis (ISPRA- Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine)



---

## PRESENTAZIONE

Il ricorso a tecniche di depurazione naturale per il trattamento delle acque reflue rappresenta ormai una scelta ampiamente diffusa a livello mondiale.

I sistemi di depurazione naturale possono rappresentare una soluzione adeguata per il trattamento dei reflui provenienti da centri abitativi sparsi e, in generale, da piccole e medie utenze, laddove la scelta della configurazione impiantistica da adottare non può prescindere da una valutazione costi/benefici, che spesso evidenzia le difficoltà di realizzazione di impianti tecnologici.

Largamente diffusa nella maggior parte dei Paesi Europei, in America del Nord, in Australia, etc., l'applicazione della fitodepurazione trova, ormai, spazio anche in ambiti diversi da quello urbano; infatti la ricerca scientifica e, successivamente, la sperimentazione tecnica, ne hanno confermato l'applicabilità anche per il trattamento di reflui industriali ed in settori particolari come quello turistico (campeggi, hotel, agriturismi, etc.), in presenza di forti variazioni nella quantità e qualità di acque reflue trattate giornalmente.

Negli ultimi anni, anche in Italia è stata acquisita una vasta e dettagliata esperienza di studio, progettazione e realizzazione di sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue.

La normativa nazionale auspica, per piccoli insediamenti abitativi (con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2.000 abitanti equivalenti), il ricorso a tecniche di depurazione a ridotto impatto ambientale, quali ad esempio la fitodepurazione e il lagunaggio.

In coerenza con il quadro normativo di riferimento, la presente Guida Tecnica (che si aggiunge ai manuali ANPA, "Linee Guida per la ricostruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali", 2002, e APAT, "Linee Guida per la progettazione e gestione di zone umide artificiali per la depurazione dei reflui civili", 2005), intende integrare le conoscenze maturate sull'argomento e fornire indicazioni metodologiche e tecniche in ordine alla progettazione e gestione dei sistemi di depurazione naturale per il trattamento delle acque reflue urbane con particolare riferimento alle configurazioni impiantistiche più adatte, sia in relazione alle caratteristiche dei reflui da trattare, sia alle differenti esigenze depurative connesse alla maggiore o minore vulnerabilità dei corpi idrici recettori finali degli scarichi.

Il volume, che si pone quale riferimento nazionale per gli operatori del settore, illustra i principi di funzionamento dei sistemi di fitodepurazione, i criteri di dimensionamento, gli elementi costruttivi, le modalità di gestione e manutenzione delle opere, nonché gli aspetti generali connessi con l'inserimento paesaggistico ed ambientale. Uno spazio importante è stato riservato alle relazioni tra le configurazioni impiantistiche maggiormente utilizzate sul territorio nazionale e il contesto normativo di riferimento, in particolare per quanto riguarda il rispetto dei limiti allo scarico che, per gli impianti di piccola o modesta entità, rappresenta uno degli aspetti più delicati e problematici.

In considerazione delle problematiche relative alla scelta delle soluzioni impiantistiche più idonee a fronteggiare le particolari situazioni locali (sia di ordine ambientale, che normativo) il presente lavoro intende fornire, agli operatori e tecnici del settore, uno strumento utile al fine di orientarsi nella scelta delle soluzioni impiantistiche più adatte, sia in relazione ai differenti contesti ambientali, che alle differenti disposizioni normative adottate a livello regionale.

Stefano Laporta  
Direttore Generale ISPRA



---

## PREMESSA

A seguito del crescente interesse nei confronti dei sistemi di depurazione naturale, dimostrato da autorità di gestione e controllo ambientale, enti privati, amministrazioni pubbliche locali, etc., l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), nell'ambito delle attività tecnico-scientifiche del Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine finalizzate alla diffusione di soluzioni innovative per la tutela dei corpi idrici, ha avviato una linea di attività il cui scopo principale consiste nella definizione di strumenti che garantiscano adeguato supporto tecnico agli operatori del settore e diffondano le conoscenze in ordine a soluzioni impiantistiche a ridotto impatto ambientale, consentendo di raggiungere gli standard qualitativi richiesti dalla normativa.

A tal fine è stato costituito nel 2009 il Gruppo di Lavoro interagenziale "Tecnologie a ridotto impatto ambientale per i processi di trattamento delle acque reflue e riutilizzo degli effluenti depurati", finalizzato alla redazione di Manuali Tecnici per la progettazione di sistemi di depurazione a ridotto impatto ambientale e per il riuso delle acque reflue depurate, con riferimento alle migliori pratiche e tecnologie disponibili.

Nel 2010, il Comitato Tecnico Permanente dei Direttori delle ARPA, su direttiva del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali, ha provveduto alla riorganizzazione delle attività dei Gruppi di Lavoro tematici interagenziali, con la finalità di pervenire ad un programma di attività organico, in grado di rispondere alle più immediate esigenze operative del Sistema, ottimizzando nel contempo le risorse umane ed economiche. Pertanto, le attività del Gruppo di Lavoro sono state inserite nell'ambito del Programma Triennale 2010-2012 del Sistema Agenziale, nell'area "Monitoraggio e Controlli ambientali", con la finalità di realizzare la Guida alla progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione.

Il documento "Guida Tecnica per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane" rappresenta il prodotto finale delle attività del Gruppo di Lavoro Fitodepurazione al quale hanno partecipato le Agenzie regionali dell'Emilia Romagna, della Puglia, della Toscana, del Lazio e l'Agenzia Provinciale di Trento

Le attività del Gruppo di Lavoro sono state previste nell'ambito del programma triennale 2010-2011 – area di attività Monitoraggio e Controlli Ambientali – B10.

Il documento, dopo la validazione da parte del sistema agenziale, è stato approvato dal Consiglio Federale in data 5 aprile 2012.

Il volume è rivolto sia agli amministratori che ai tecnici, istituzionali e privati, che operano nel settore della depurazione, quale supporto alle loro attività. Le indicazioni in esso contenute non rappresentano, tuttavia, prescrizioni vincolanti per gli operatori del settore.

Mauro Bencivenga  
Direttore Dipartimento  
Tutela Acque Interne e Marine



---

# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>1 IL QUADRO NORMATIVO .....</b>	<b>3</b>
1.1 Direttive, indirizzi europei e recepimento nell'ordinamento nazionale.....	3
1.1.1 <i>Direttiva 91/271/CEE</i> .....	3
1.1.2 <i>Direttiva 2000/60/CEE</i> .....	4
1.1.3 <i>Abitante Equivalente</i> .....	9
1.1.4 <i>Agglomerati e trattamenti appropriati</i> .....	9
1.1.5 <i>Criteri di individuazione dei reflui assimilabili a quelli domestici</i> .....	11
1.1.6 <i>Limiti di emissione per insediamenti inferiori a 2.000 A.E.</i> .....	11
1.1.7 <i>Scarichi in corpi idrici non significativi</i> .....	12
<b>2 I SISTEMI DI FITODEPURAZIONE .....</b>	<b>13</b>
2.1 Tipologie di sistemi di fitodepurazione .....	14
2.1.1 <i>Sistemi a flusso sommerso</i> .....	14
2.1.1.1 <i>Sistemi a flusso sommerso orizzontale (horizontal flow – HF)</i> .....	15
2.1.1.2 <i>Sistemi a flusso sommerso verticale (vertical flow - VF)</i> .....	16
2.1.2 <i>Sistemi a flusso libero (free water system – FWS)</i> .....	17
2.2 Campi di applicazione .....	18
<b>3 ASPETTI DI PROGETTAZIONE E DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>23</b>
3.1 Schemi di impianto .....	23
3.2 Obiettivi depurativi e dimensionamento.....	27
3.2.1 <i>Sistemi HF</i> .....	28
3.2.1.1 <i>Elementi di dimensionamento</i> .....	28
3.2.1.2 <i>Geometria delle vasche</i> .....	29
3.2.1.3 <i>Medium di riempimento</i> .....	30
3.2.1.4 <i>Sistemi di alimentazione, regolazione e raccolta</i> .....	30
3.2.2 <i>Sistemi VF</i> .....	31
3.2.2.1 <i>Elementi di dimensionamento</i> .....	31
3.2.2.2 <i>Geometria delle vasche</i> .....	31
3.2.2.3 <i>Medium di riempimento</i> .....	32
3.2.2.4 <i>Sistemi di alimentazione, regolazione e raccolta</i> .....	32
3.2.3 <i>Sistemi a flusso libero</i> .....	33
3.2.3.1 <i>Elementi di dimensionamento</i> .....	33
3.2.3.2 <i>Geometria delle vasche</i> .....	34
3.2.3.3 <i>Medium di riempimento</i> .....	36
3.2.3.4 <i>Impermeabilizzazione</i> .....	36

---

3.2.3.5	<i>Sistemi di alimentazione, regolazione e raccolta</i> .....	36
<b>4</b>	<b>LE SPECIE VEGETALI</b> .....	<b>39</b>
4.1	Funzione della vegetazione .....	39
4.2	Selezione della vegetazione .....	41
4.3	Propagazione e messa a dimora della vegetazione.....	45
<b>5</b>	<b>FITODEPURAZIONE E PAESAGGIO</b> .....	<b>47</b>
5.1	Zone umide e approccio multidisciplinare.....	47
5.2	L’inserimento paesaggistico: quadro normativo .....	48
5.3	L’inserimento paesaggistico: le “regole” per una buona progettazione.....	49
5.3.1	<i>Analisi dello stato attuale</i> .....	49
5.3.2	<i>Analisi del progetto in rapporto al contesto paesaggistico</i> .....	50
5.3.3	<i>Progetto di inserimento paesaggistico</i> .....	50
5.4	Conclusioni .....	50
<b>6</b>	<b>ASPETTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE</b> .....	<b>53</b>
6.1	Trattamenti Primari.....	54
6.2	Sistemi a flusso sommerso orizzontale (HF) .....	55
6.3	Sistemi a flusso sommerso verticale (VF) .....	56
6.4	Sistemi a flusso libero (FWS) .....	57
<b>7</b>	<b>CRITERI GENERALI DI SCELTA</b> .....	<b>59</b>
7.1	Valutazione comparativa dei diversi sistemi.....	60
7.2	Scelta della configurazione impiantistica e limiti allo scarico .....	64
<b>8</b>	<b>CASI STUDIO</b> .....	<b>67</b>
8.1	Impianti di fitodepurazione per il trattamento secondario di reflui urbani .....	68
8.2	Impianti di fitodepurazione per il finissaggio di reflui urbani .....	119
	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b> .....	<b>129</b>
	<b>APPENDICE: SCHEDE TECNICHE NORMATIVA REGIONALE</b> .....	<b>135</b>

---

## Indice delle tabelle

Tabella 1 – <i>Caratteristiche di alcuni medium di riempimento usati per impianti a flusso sommerso (Nuttal et al., 1997, modificato)</i> .....	30
Tabella 2 – <i>Valori caratteristici dei parametri progettuali per sistemi a flusso libero</i> .....	34
Tabella 3 – <i>Ruolo delle macrofite</i> .....	40
Tabella 4 – <i>Piante acquatiche maggiormente utilizzate per i sistemi a flusso libero in Italia</i> .....	42
Tabella 5 – <i>Macrofite radicate emergenti (Elofite) utilizzate per i sistemi a flusso sommerso</i> .....	43
Tabella 6 – <i>Profondità radicale delle specie acquatiche più utilizzate nei sistemi a flusso sommerso orizzontale</i> .....	44
Tabella 7 – <i>Profondità dell'acqua ottimale di alcune piante acquatiche</i> .....	44
Tabella 8 – <i>Controlli ed interventi per la gestione del sistema primario</i> .....	54
Tabella 9 – <i>Controlli ed interventi per la gestione del sistema HF</i> .....	55
Tabella 10 – <i>Controlli ed interventi per la gestione del sistema VF</i> .....	56
Tabella 11 – <i>Controlli ed interventi per la gestione del sistema FW</i> .....	57
Tabella 12 - <i>Valutazione comparativa delle performance e degli aspetti gestionali e di realizzazione per alcuni sistemi di fitodepurazione</i> .....	62
Tabella 13 – <i>Criteri orientativi di scelta della configurazione impiantistica</i> .....	66
Tabella 14 – <i>Dimensionamento di massima in funzione della disciplina regionale degli scarichi</i> .....	66



## Indice delle figure

Figura 1 – <i>Rappresentazione schematica di un sistema a flusso sommerso orizzontale</i> .....	15
Figura 2 – <i>Rappresentazione schematica di un sistema a flusso sommerso verticale</i> .....	16
Figura 3 – <i>Rappresentazione schematica di un sistema a flusso libero</i> .....	17
Figura 4 – <i>Lemna sp.</i> .....	18
Figura 5 – <i>Sistemi di fitodepurazione: a sinistra panoramica impianto a servizio del Comune di Dicomano (3.500 AE), a destra impianto a servizio della Frazione di Olle (200 AE) Comune di Finale Ligure</i> .....	19
Figura 6 – <i>Sistemi di fitodepurazione a servizio di una civile abitazione (10 AE)</i> .....	19
Figura 7 – <i>Sistema di fitodepurazione al servizio della Cantina Cecchi &amp; Figli (Castellina in Chianti – SI), costituito da un sistema HF (foto a sinistra) seguito da un sistema a flusso libero FWS (foto a destra)</i> .....	20
Figura 8 – <i>Sistema di fitodepurazione al servizio dell’Azienda Vitivinicola Tenuta dell’Ornellaia (Castagneto Carducci – LI)</i> .....	20
Figura 9 – <i>Sistema di fitodepurazione per il trattamento del percolato della discarica di Taglietto, Comune Villadose (RO)</i> .....	20
Figura 10 – <i>Sistema a flusso libero per il trattamento delle acque meteoriche e loro riutilizzo, Postdamer strasse Berlino</i> .....	21
Figura 11 – <i>A sinistra: sistema di fitodepurazione a servizio dell’Hotel Relais Certosa (FI), a destra: impianto a servizio del rifugio Abetina Reale (RE)</i> .....	21
Figura 12 – <i>A sinistra: esempio di sistema di fitodepurazione progettato come parco urbano (Oslo), a destra: impianto di fitodepurazione realizzato per affinamento delle acque e per la riqualificazione ambientale, Cave di S.Carlo di Solvay Italia SpA, Comune San Vincenzo (LI)</i> .....	22
Figura 13 – <i>Sistemi di affinamento: a sinistra impianto Wakodahatchee Wetlands (Florida) a valle del sistema tecnologico “Southern Region Water Reclamation Facility”. A destra impianto El Tancat de la Pipa (Spagna), a valle del sistema tecnologico di Albufera</i> .....	22
Figura 14 – <i>Schema generale di un impianto di fitodepurazione</i> .....	23
Figura 15 – <i>Schema di un impianto di fitodepurazione HF</i> .....	24
Figura 16 – <i>Schema di un impianto di fitodepurazione VF</i> .....	24
Figura 17 – <i>Schema di un impianto di fitodepurazione ibrido VF + HF in serie</i> .....	25
Figura 18 – <i>Schema di un impianto di fitodepurazione ibrido HF + VF in serie</i> .....	26
Figura 19 – <i>Schema di un impianto di fitodepurazione ibrido HF+VF + FW in serie</i> .....	26
Figura 20 – <i>Schema impianto di fitodepurazione con obiettivo di riutilizzo dell’acqua depurata</i> .....	27
Figura 21 – <i>Meccanismi di distribuzione dell’ossigeno a livello radicale in alcune piante elofite</i> .....	40



## INTRODUZIONE

La riduzione del carico inquinante per diminuire l'impatto sui corpi idrici e raggiungere, quindi, lo stato di buona qualità delle risorse idriche, rappresenta una delle priorità in campo ambientale. A tal fine occorre dotarsi di una efficace rete di depurazione.

Nonostante l'attenzione riservata da tempo alla depurazione delle acque reflue, gli impianti di trattamento presenti sul territorio nazionale risultano tuttora insufficienti a soddisfare la necessità depurativa dell'intero territorio nazionale, sia per quanto riguarda la capacità di trattamento sia per l'incompletezza e/o inadeguatezza delle reti di collettamento.

Oltre il 20% delle acque reflue non depurate in Italia proviene da piccole e piccolissime comunità, cioè da agglomerati urbani con meno di 2.000 abitanti equivalenti (A.E.), per i quali spesso non risulta economicamente conveniente effettuare il collettamento dei reflui ed il loro recapito nei depuratori consortili. Per queste comunità, infatti, la scelta della configurazione impiantistica da adottare non può prescindere da una valutazione costi/benefici, che spesso evidenzia la difficile realizzabilità di impianti tecnologici.

In tale contesto, le tecniche di depurazione naturale e, in particolare, quelle di fitodepurazione assumono un'importanza fondamentale e, sovente, rappresentano una soluzione possibile alle problematiche depurative altrimenti difficilmente affrontabili e risolvibili.

Il ricorso a tecniche di depurazione naturale risulta sempre più frequente, soprattutto per il trattamento dei reflui prodotti da insediamenti i cui carichi sono soggetti a forti fluttuazioni nel tempo (campeggi, hotel, agriturismi, residence, etc.). In Italia, a partire dal 1990 sono stati realizzati oltre un migliaio di sistemi di fitodepurazione (comprendenti sistemi a flusso sub superficiale orizzontale e verticale e sistemi a flusso libero). La maggior parte degli impianti è stata realizzata al Centro e al Nord Italia (Proceedings of 12th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Venice, October 4-8, 2010).

Le tecniche di depurazione naturale, anche se caratterizzate da forme di gestione più semplici ed economiche rispetto ai processi convenzionali realizzati attraverso impianti di piccola o media entità, non devono tuttavia rimandare ad un approccio semplicistico, in particolare considerando la complessità e la variabilità delle situazioni che si possono incontrare, sia in relazione ai processi che sottendono la depurazione, sia alla normativa che disciplina la tutela dei corpi idrici.

Il presente volume intende fornire ai tecnici del settore, ovvero agli amministratori pubblici e privati, criteri guida per la progettazione e gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane, in conformità con la normativa di riferimento. Il documento è finalizzato, altresì, ad orientare gli operatori del settore nella scelta della configurazione impiantistica più adeguata al caso specifico, in relazione ai risultati che le normative e i contesti ambientali richiedono.

Il documento è articolato in otto capitoli strutturati come segue.

Il primo capitolo illustra il quadro normativo comunitario e nazionale in materia di scarichi. Gli aspetti normativi sono stati ulteriormente analizzati nell'appendice attraverso una rassegna dei provvedimenti legislativi regionali, che hanno trasferito a livello locale i principi comunitari in conformità e in attuazione della disciplina nazionale in materia. A tal fine sono state elaborate schede tecniche regionali (allegate al volume) contenenti le norme e i regolamenti specifici adottati a livello locale su talune tematiche ritenute di particolare interesse.

Il secondo capitolo descrive, in sequenza, le tipologie impiantistiche più diffuse, sia a livello internazionale che nazionale, con l'illustrazione dei possibili ambiti d'applicazione e i relativi punti di forza e debolezza. Il capitolo è arricchito da interessanti figure esplicative dei diversi sistemi depurativi, finalizzate ad agevolarne la comprensione.

---

Il terzo capitolo contiene i criteri guida per la progettazione ed il dimensionamento delle opere. In particolare, per ogni tipologia impiantistica, sono analizzati i diversi possibili *layout* progettuali e sono descritti i materiali utilizzati nei comparti depurativi. Il capitolo si conclude con una rassegna dei più importanti criteri di dimensionamento citati in letteratura.

Il quarto capitolo descrive il ruolo svolto dalle piante e fornisce indicazioni in relazione alle modalità di selezione, propagazione e messa a dimora delle specie vegetali utilizzate nell'ambito del processo depurativo.

Il quinto capitolo illustra i criteri da seguire per una corretta "pianificazione" paesaggistica e territoriale degli impianti di fitodepurazione, al fine di integrare l'opera nel contesto dei vincoli territoriali e normativi, garantendo il minimo impatto dal punto vista percettivo.

Il sesto e settimo capitolo presentano contenuti di grande utilità, in quanto in essi sono individuati, rispettivamente, i criteri guida per la gestione e manutenzione degli impianti e le indicazioni finalizzate ad orientare gli operatori del settore nella scelta della configurazione impiantistica più adeguata alle problematiche specifiche cui l'impianto deve dare risposta, soprattutto in relazione ai limiti allo scarico previsti dalle norme regionali che disciplinano la materia.

L'ottavo e ultimo capitolo contiene una rassegna di casi studio selezionati nell'ambito di esperienze applicative realizzate in Italia. Sono illustrati in particolare 17 impianti per il trattamento secondario e 3 impianti per l'affinamento di reflui urbani. Le esperienze rappresentate sono state selezionate nell'ambito delle configurazioni impiantistiche maggiormente diffuse sul territorio nazionale.

Chiudono il lavoro la rassegna bibliografia e l'appendice in cui sono riportate le schede tecniche relative alla normativa regionale.

---

# 1 IL QUADRO NORMATIVO

Il capitolo illustra il quadro di riferimento della normativa vigente in materia di scarichi.

Sono riportati di seguito gli atti normativi attualmente in vigore in sede comunitaria e nazionale in materia di trattamento delle acque reflue urbane. Sono altresì citati i provvedimenti legislativi adottati a livello regionale e provinciale attraverso i quali sono stati trasferiti a livello locale i principi fondamentali dettati dalle norme comunitarie.

I richiami normativi di seguito contenuti non devono considerarsi esaustivi e la mancata citazione di alcune fonti normative non ne implica, ove prevista, la non applicabilità.

## 1.1 DIRETTIVE, INDIRIZZI EUROPEI E RECEPIMENTO NELL'ORDINAMENTO NAZIONALE

### 1.1.1 *Direttiva 91/271/CEE*

La norma comunitaria di riferimento in materia di trattamento delle acque reflue in ambito comunitario è rappresentata dalla Direttiva 91/271/CEE (Urban Waste Water Treatment Directive, UWWTD)<sup>1</sup>, concernente la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque reflue urbane, nonché il trattamento e lo scarico delle acque reflue originate da taluni settori industriali, al fine di proteggere l'ambiente da possibili danni che da queste possono derivare.

La principale disposizione della Direttiva consiste nell'obbligo di realizzare sistemi di trattamento e di raccolta (reti fognarie) delle acque reflue per tutti gli agglomerati<sup>2</sup>, in funzione delle dimensioni e dell'ubicazione degli stessi, secondo limiti temporali che variano in funzione del grado di rischio ambientale dell'area in cui avviene lo scarico e della potenzialità dell'impianto o dello scarico, espressa in abitanti equivalenti (A.E.)<sup>3</sup>.

Rispetto alla tipologia delle aree di scarico la Direttiva 91/271/CE prevede la designazione, da parte degli stati membri, delle aree sensibili e delle aree meno sensibili<sup>4</sup>.

Sono aree sensibili i laghi naturali, altre acque dolci, estuari e acque del litorale già eutrofizzati, o esposti a probabile prossima eutrofizzazione in assenza di interventi protettivi specifici, le acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile e tutte le aree dove è necessario un trattamento complementare rispetto al secondario al fine di conformarsi alle prescrizioni di altre direttive (ad es. acque idonee alla balneazione, alla vita dei pesci ed alla molluschicoltura).

In ottemperanza all'art.5 della Direttiva, gli Stati membri erano tenuti ad individuare le aree sensibili entro il 31 dicembre 1993 sulla base dei criteri di cui all'Allegato II, ovvero criteri che fanno riferimento a tre gruppi di aree sensibili.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> *Trattamento delle acque reflue urbane*, G.U.C.E. L 135 del 30 maggio 1991, in seguito modificata dalla Direttiva 98/15/CE, G.U.C.E. L 67 del 7 marzo 1998

<sup>2</sup> Ai sensi della Direttiva 91/271/CEE (art. 2, c. 4) « *Agglomerato* »: *area in cui la popolazione e/o le attività economiche sono sufficientemente concentrate così da rendere possibile la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un impianto di trattamento di acque reflue urbane o verso un punto di scarico finale* -) - per una trattazione di maggior dettaglio v. § 1.1.4

<sup>3</sup> *Abitante Equivalente*: il carico organico biodegradabile, avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) di 60 gr. Di Ossigeno al giorno" (Art.2, comma 6) - per una trattazione di maggior dettaglio v. § 1.1.3

<sup>4</sup> La Direttiva prevede la designazione anche di aree "meno sensibili" definite come "un sistema o un ambiente idrico marino in cui lo scarico di acque reflue non ha conseguenze negative sull'ambiente, per le particolari condizioni morfologiche, idrologiche o più specificamente idrauliche dell'area in questione. Queste ultime non sono presenti sul territorio italiano.

<sup>5</sup> Acque dolci, estuari ed acque del litorale già eutrofizzate o esposte al rischio di eutrofizzazione; acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile con una concentrazione di nitrati anche solo potenzialmente superiore ai 50 mg/l; aree che necessitano di un trattamento supplementare per la loro conformazione alle prescrizioni di altre direttive. E' sufficiente che un sistema idrico soddisfi uno solo di questi criteri per essere considerato area sensibile.

---

In particolare, entro il 31 dicembre 1998, tutti gli agglomerati con oltre 10.000 A.E. con scarichi ubicati in aree dichiarate “sensibili” dovevano disporre di un trattamento “più spinto” del secondario.

Entro il 31 dicembre 2000, tutti gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti superiore a 15.000, che non riversano le acque reflue in un’area sensibile, dovevano disporre di un sistema di raccolta e di trattamento secondario.

Infine, entro il 31 dicembre 2005, tutti gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti compreso tra 2.000 e 10.000 che riversano le acque reflue in un’area sensibile e tutti gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti compreso tra 2.000 e 15.000 con scarichi ubicati in aree non sensibili, dovevano dotarsi di un sistema di raccolta e di trattamento. Entro la stessa data, anche gli agglomerati di minori dimensioni che già disponevano di un sistema di raccolta avrebbero dovuto dotarsi di un sistema di trattamento appropriato, ovvero di un trattamento delle acque reflue urbane mediante un processo e/o un sistema di smaltimento che dopo lo scarico garantisca la conformità delle acque recipienti ai relativi obiettivi di qualità e alle relative disposizioni della presente direttiva e di altre direttive pertinenti.

Infine, è opportuno ricordare che la Direttiva prevede che gli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane debbano essere preventivamente subordinati a regolamentazioni e/o autorizzazioni specifiche da parte delle autorità competenti.

### **1.1.2 Direttiva 2000/60/CEE**

La Direttiva 2000/60/CE (Water Framework Directive - WFD) costituisce uno degli strumenti più importanti ai fini della tutela e della governance delle acque continentali. La WFD si ispira ai concetti fondamentali delle politiche comunitarie in materia di ambiente, come il principio di precauzione e dell'azione preventiva, la riduzione dei danni alla fonte ed il principio "chi inquina paga".

L’elemento portante della direttiva è la gestione integrata a livello di bacino idrografico, con un approccio che mira a superare la logica dei confini amministrativi a favore in una visione olistica e multidisciplinare attenta agli aspetti biologici dei corpi idrici<sup>6</sup>. In questo quadro la WFD prevede che gli Stati membri individuino i bacini idrografici presenti nel loro territorio e li assegnino a singoli distretti idrografici, (definiti come la principale unità per la gestione dei bacini idrografici) accorpando eventualmente i piccoli bacini idrografici in un unico distretto.

La Direttiva prevede che gli Stati Membri pervengano ad una caratterizzazione dei corpi idrici identificati nei bacini idrografici. Per ciascuna categoria di corpo idrico superficiale (fiumi, laghi, acque di transizione o acque costiere) devono essere identificati i diversi “tipi” e per ciascun tipo devono essere fissate le condizioni di riferimento<sup>7</sup>.

L’obiettivo della direttiva di proteggere, migliorare e ripristinare lo stato di tutti i corpi idrici superficiali si esplica nel raggiungimento del “buono stato” entro il termine temporale del 2015. Il buono stato è la condizione in cui i valori degli elementi che definiscono la qualità biologica di un determinato tipo di corpo idrico superficiale si discostano solo lievemente da quelli normalmente associati a quel tipo di corpo idrico in condizioni inalterate. In corrispondenza del buono stato i parametri idromorfologici e quelli fisici e fisico-chimici devono presentare di conseguenza condizioni coerenti con i raggiungimento dei valori fissati per gli elementi biologici.

Questo significa che per il raggiungimento degli obiettivi fissati, la WFD richiede l’attuazione di un approccio integrato volto alla tutela e al ripristino di tutti i fattori che intervengono nella definizione

---

<sup>6</sup> La Direttiva quadro sulle acque fornisce le seguenti definizioni di corpo idrico superficiale e di corpo idrico sotterraneo:

- Dicesi corpo idrico superficiale un elemento discreto e significativo di acque superficiali quale può essere un lago, un bacino artificiale, un torrente, un fiume o un canale, parte di un torrente, fiume o canale, le acque di transizione o un tratto di acque costiere;
- Dicesi corpo idrico sotterraneo un volume distinto di acque sotterranee contenute da una o più falde acquifere.

<sup>7</sup> Le condizioni di riferimento rappresentano i valori degli elementi di qualità (per i parametri biologici, idromorfologici, fisici e fisico-chimici), specifici per ciascun tipo nello stato “elevato” e cioè la condizione che corrisponde all’assenza di impatti antropici.

---

stessa dello stato del corpo idrico. In sintesi la direttiva intende perseguire l'obiettivo di mantenere o di riportare i corpi idrici comunitari in uno stato qualitativo che si discosta "poco" dalle condizioni prive di impatto umano<sup>8</sup>.

Ogni Stato membro, per ciascun distretto idrografico interamente compreso nel suo territorio, predispone un piano di gestione distrettuale che rappresenta il principale strumento attraverso il quale raggiungere gli obiettivi della Direttiva<sup>9</sup>. Detto strumento, che viene elaborato attraverso l'attivazione di meccanismi di partecipazione pubblica, racchiude ed armonizza organicamente le azioni richieste da altre direttive in altri campi e settori. Assume una particolare rilevanza il fatto che il piano richiede la puntuale valutazione della sostenibilità tecnica e, soprattutto, economica delle scelte effettuate, attraverso il ricorso a specifici strumenti come l'analisi economica, l'analisi costi-benefici e l'analisi costi-efficacia. Il cuore del piano di gestione è costituito dal programma di misure, vale a dire l'insieme delle azioni strutturali e non strutturali da attuare per realizzare la tutela ed il ripristino della qualità dei corpi idrici. Il programma di misure deve essere disegnato in modo da integrare tutti gli aspetti inerenti la tutela delle acque tenendo conto delle caratteristiche del distretto idrografico, dell'impatto delle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee e dell'analisi economica dell'utilizzo idrico. Le misure sono articolate in "misure di base" (attuative della normativa comunitaria, inclusa la Direttiva 91/271/CEE, e finalizzate anche al recupero dei costi del servizio idrico e a garantire un impiego efficiente e sostenibile dell'acqua) e "misure supplementari", ossia provvedimenti studiati e messi in atto a complemento delle misure di base al fine di perseguire gli obiettivi di qualità ambientale.

In particolare, nel disegnare il programma di misure, gli Stati membri devono attuare un approccio combinato che tenga conto dei limiti delle emissioni e degli standard di qualità ambientale, applicando una strategia integrata per il contenimento degli impatti da sorgenti puntuali e diffuse.

In Italia il recepimento della WFD è avvenuto attraverso il Decreto Legislativo 152/2006, che ha istituito i distretti idrografici<sup>10</sup> e individuato nell'Autorità di Bacino Distrettuale il soggetto istituzionale deputato alla predisposizione e adozione del piano di bacino distrettuale e delle sue diverse articolazioni (stralci funzionali), incluso il piano di gestione. I piani di gestione dei distretti idrografici, individuati dal D.Lgs.152/2006, sono stati adottati nel 2010 e stanno attualmente concludendo l'iter di approvazione.

La disciplina degli scarichi in Italia si è evoluta sensibilmente, grazie anche alla spinta prodotta dalle norme elaborate a livello comunitario che hanno promosso un passaggio da un approccio basato sostanzialmente sul rispetto di limiti tabellari allo scarico, che non teneva conto dello stato di qualità complessivo del corpo idrico recettore, ad un approccio la cui filosofia di fondo è invece la tutela della capacità del corpo idrico di mantenere elevati standard di qualità ecologica.

---

<sup>8</sup> Nel caso dei corpi idrici fortemente modificati gli Stati membri possono eventualmente decidere di raggiungere un obiettivo diverso dal buono stato perseguendo invece il buon potenziale ecologico, definito come una approssimazione del massimo potenziale ecologico raggiungibile per quel dato corpo idrico fortemente modificato. Gli Stati membri possono inoltre prefiggersi di conseguire obiettivi ambientali meno rigorosi qualora il conseguimento del buono stato sia poco fattibile o troppo oneroso e ricorrano una serie di condizioni che prevedono comunque il divieto di ulteriore deterioramento del corpo idrico e la puntuale definizione nei piani di gestione dei bacini idrografici sia degli obiettivi ambientali meno rigorosi sia delle motivazioni di tali deroghe. La direttiva contempla anche il mancato raggiungimento del buono stato o l'incapacità di impedire il deterioramento, rispettivamente, nel caso di nuove modifiche delle caratteristiche fisiche di un corpo idrico o perché intervengano nuove attività sostenibili di sviluppo umano, purché ricorrano contestualmente tutta una serie di motivazioni e condizioni che comunque devono essere dettagliatamente illustrate nel piano di gestione del bacino idrografico.

<sup>9</sup> Nel caso di distretti idrografici, facenti capo a più Stati membri, ma che siano interamente compresi nel territorio della Comunità, gli Stati membri si coordinano al fine di predisporre un unico Piano di gestione del bacino idrografico internazionale.

<sup>10</sup> I distretti idrografici individuati dal D.lgs. 152/2006 sono otto:

- Il distretto idrografico padano;
- Il distretto idrografico delle Alpi orientali;
- Il distretto idrografico dell'Appennino settentrionale;
- Il distretto idrografico dell'Appennino centrale;
- Il distretto idrografico dell'Appennino meridionale;
- Il distretto idrografico sperimentale del fiume Serchio;
- Il distretto idrografico della Sardegna;
- Il distretto idrografico della Sicilia.

---

L'avvio di una tutela sistematica delle acque dall'inquinamento si è realizzato con la cosiddetta legge "Merli" (L. 10 maggio 1976, n. 319<sup>11</sup>), che ha avuto il grande merito di introdurre l'obbligo di depurare tutti gli scarichi, attraverso il rispetto per ogni scarico di limiti tabellari previsti dalla stessa norma. Il limite di fondo di tale impianto normativo, che ha risentito fatalmente dell'approccio tipico di quegli anni, era l'impossibilità di tener conto dell'effetto cumulativo prodotto da più scarichi sul corpo idrico recettore.

La discussione avviata a livello comunitario relativa alla necessità di tutelare lo stato quali-quantitativo complessivo dei corpi idrici ha influenzato anche il legislatore nazionale il quale, anticipando di un anno molte delle disposizioni previste dalla WFD, ha varato il D.Lgs.152/99.

Il D.Lgs.152/99, pur confermando la necessità che tutti gli scarichi siano depurati, conformemente agli orientamenti comunitari detta disposizioni in funzione del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale basate non solo sull'effetto inquinante del singolo scarico, ma sulla capacità del corpo idrico recettore di sopportare il carico di inquinanti proveniente dall'insieme delle fonti inquinanti puntuali e diffuse. Tale politica, attraverso un approccio combinato tra obiettivo di qualità dei corpi idrici e valori limite di emissione agli scarichi, impone come obbligo minimale il rispetto delle disposizioni delle direttive comunitarie, tra cui la Direttiva 91/271/CEE e individua quindi i valori limite di emissione non come valori definitivi ma dinamici (in senso più restrittivo) in funzione delle caratteristiche naturali del corpo idrico e delle fonti di inquinamento che su di esso incidono.

Il nuovo codice dell'ambiente (D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152<sup>12</sup> – emanato con il fine di portare riordino e razionalizzazione nel settore ambientale), pur abrogando il precedente testo unico sulle acque, ne ha mantenuto l'impianto normativo generale<sup>13</sup> provvedendo ad arricchirne i contenuti e a modificarli ulteriormente in recepimento della Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE; in particolare la disciplina degli scarichi è trattata nel titolo III, "Tutela dei corpi idrici e disciplina degli scarichi" della parte III del Decreto.

In attuazione delle disposizioni previste dalla Direttiva 91/271/CEE, la normativa vigente individua le aree che richiedono particolari misure di prevenzione dall'inquinamento o di risanamento ambientale: le aree sensibili, le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, le zone vulnerabili da prodotti fitosanitari, le zone vulnerabili alla desertificazione ed infine, le aree di salvaguardia.

La disciplina degli scarichi prevede, inoltre, che:

- gli agglomerati con oltre 2.000 A.E. devono essere provvisti di reti fognarie per le acque reflue urbane;
- tutti gli scarichi devono essere preventivamente autorizzati in funzione degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e, quindi, nel rispetto dei valori limite dell'Allegato V alla parte terza, fatta eccezione per gli scarichi delle acque reflue domestiche in reti fognarie, che sono invece sempre ammessi purché osservino i regolamenti emanati dal soggetto gestore del servizio idrico integrato ed approvati dall'Autorità d'ambito competente (art. 107, comma 2). Salvo diversa disciplina regionale, la

---

<sup>11</sup> *Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento* (G.U. 29 maggio 1976 n., 141). Costituisce il primo intervento organico in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, disciplinando in modo analitico ed unitario tutte le tipologie di scarichi di sostanze inquinanti (da quelli pubblici a quelli privati, diretti o indiretti, in acque superficiali o sotterranee, marine o interne, fognature, suolo o sottosuolo), mediante l'individuazione di limiti di concentrazione. Fulcro della legge era, infatti, il concetto di scarico, ma con la particolarità che non ne veniva fornita alcuna definizione, dando luogo, pertanto, ad un lungo percorso definitorio di merito e di legittimità da parte sia della dottrina sia della giurisprudenza. Com'è noto, la legge è stata più volte oggetto di modifica ed integrazione nel corso degli anni, fino a giungere alla sua definitiva abrogazione ad opera del T.U. delle acque, D.Lgs. 152/1999.

<sup>12</sup> *Norme in materia ambientale* (G.U. 14 aprile 2006, n. 88).

<sup>13</sup> Il D.Lgs. 152/06 ha mantenuto pressoché invariato quanto disposto dal precedente D.Lgs. 152/1999 agli artt. 18-21.

---

domanda di autorizzazione<sup>14</sup> è presentata alla Provincia ovvero all'Autorità d'Ambito se lo scarico è in pubblica fognatura.(art.124, comma 7);

- le regioni possono definire valori-limite differenti da quelli riportati in allegato al decreto sia in concentrazione massima ammissibile sia in quantità massima per unità di tempo, in ordine ad ogni sostanza inquinante, per gruppi o famiglie di sostanze affini;<sup>15</sup>
- tutti gli scarichi, eccetto quelli domestici ed assimilabili, devono essere resi accessibili per il campionamento da parte delle autorità competenti;
- lo scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo è vietato, con opportune deroghe elencate all'art. 103, comma 1, subordinate al rilascio di apposita autorizzazione e dopo opportune indagini tecniche;
- lo scarico diretto nelle acque sotterranee e nel sottosuolo è vietato, salvo espresse deroghe.

Riguardo agli scarichi di acque reflue urbane che confluiscono in reti fognarie provenienti da agglomerati con meno di 2.000 A.E. e recapitanti in acque dolci e di transizione nonché quelli provenienti da agglomerati con meno di 10.000 A.E. e recapitanti in acque marino costiere, devono essere sottoposti a trattamento appropriato, così come disposto dall'Allegato V alla parte terza del Decreto<sup>16</sup>.

La normativa comunitaria e nazionale di riferimento in materia di scarichi è stata recepita dalle regioni con provvedimenti legislativi che, in conformità con quanto previsto dalla disciplina nazionale in materia di scarichi idrici (D.Lgs.152/06), hanno trasferito a livello locale i principi comunitari.

La legislazione nazionale ha stabilito i principi fondamentali della materia cui si attengono le regioni nella redazione delle proprie norme e regolamenti in materia di tutela delle risorse idriche; in particolare l'art.61 del Decreto specifica le funzioni e i compiti delle regioni nel quadro delle competenze costituzionalmente determinate e nel rispetto delle attribuzioni statali.

In sintesi, il legislatore ha demandato alle regioni i compiti relativi:

- all'individuazione delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- all'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano;
- al monitoraggio dei bacini e dei corpi idrici superficiali e sotterranei significativi, finalizzato alla loro classificazione e destinazione d'uso;
- all'individuazione e adozione delle misure da intraprendere per il raggiungimento degli obiettivi minimi di qualità ambientale dei corpi idrici;
- all'elaborazione, adozione, approvazione ed attuazione dei Piani di Tutela delle Acque, istituiti con il D. Lgs. 152/99, al fine di valutare gli effetti sinergici delle diverse fonti di inquinamento e di porre puntuale attenzione alla tutela dei corpi idrici recettori, adottando un approccio integrato che combini limiti agli scarichi con obiettivi di qualità per i corpi idrici.

---

<sup>14</sup> Una novità è rappresentata dalla possibilità, per più stabilimenti, di effettuare scarichi in comune con la costituzione di un consorzio. In questo caso l'autorizzazione dovrà essere richiesta dal titolare dello scarico finale o dal consorzio, ferme restando le responsabilità dei titolari delle attività e del gestore dell'impianto di depurazione.

<sup>15</sup> I valori fissati dalle regioni non possono essere meno restrittivi di quelli riportati nell'Allegato V in riferimento alla Tabella 1, relativamente allo scarico di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali; nella Tabella 2, relativamente allo scarico di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali ricadenti in aree sensibili; alla Tabella 3/A per i cicli produttivi in essa indicati; alle Tabelle 3 e 4 per le sostanze elencate nella Tabella 5.

<sup>16</sup> A ciò si aggiunga che "Gli scarichi di acque reflue urbane in acque situate in zone di alta montagna, ossia al di sopra dei 1.500 m s.l.m., dove, a causa delle basse temperature, è difficile effettuare un trattamento biologico efficace, possono essere sottoposti ad un trattamento meno spinto di quello previsto al comma 3, purché appositi studi comprovino che i suddetti scarichi non avranno ripercussioni negative sull'ambiente" (Art. 105, c. 6).

---

Il Piano di Tutela delle Acque rappresenta lo strumento tecnico e programmatico attraverso cui realizzare gli obiettivi di tutela quali-quantitativa previsti dall'art. 121 del D.Lgs.152/06.

L'approccio proposto attraverso il Piano di Tutela si contrappone a quello della Legge "Merli", che attraverso il "Piano di Risanamento delle Acque" (PRA) mirava alla individuazione e realizzazione di opere di collettamento e depurazione che garantissero il rispetto degli standard allo scarico.

Ben più complesso è il compito del "Piano di Tutela delle Acque" che, oltre agli interventi tesi a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, deve contenere anche le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

Il Piano di Tutela delle Acque costituisce uno specifico piano territoriale di settore<sup>17</sup> e contiene in particolare:

- i risultati dell'attività conoscitiva;
- l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione;
- l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità;
- il programma di verifica dell'efficacia degli interventi previsti;
- gli interventi di bonifica dei corpi idrici;
- i dati in possesso delle autorità e agenzie competenti rispetto al monitoraggio delle acque di falda delle aree interessate e delle acque potabili dei comuni interessati, rilevati e periodicamente aggiornati presso la rete di monitoraggio esistente, da pubblicare in modo da renderli disponibili per i cittadini;
- l'analisi economica dell'utilizzo idrico e le misure concernenti il recupero dei costi dei servizi idrici;
- le risorse finanziarie previste.

L'ambito territoriale di riferimento per l'attuazione del "Piano di Tutela" è il bacino idrografico.

L'art. 101 del Decreto assegna alle regioni il compito di definire valori-limite di emissione, diversi da quelli di cui all'Allegato 5, sia in concentrazione massima ammissibile sia in quantità massima per unità di tempo in ordine ad ogni sostanza inquinante e per gruppi o famiglie di sostanze affini, tenendo conto dei carichi massimi ammissibili e delle migliori tecniche disponibili. Le regioni non possono stabilire valori limite meno restrittivi di quelli fissati nell'Allegato 5.

Al fine di valutare la differente interpretazione effettuata dalle regioni in relazione alle norme nazionali in materia di scarichi nei successivi paragrafi sono stati analizzati i provvedimenti legislativi approvati a livello locale con particolare riferimento:

- alla definizione di abitante equivalente (A.E.) - § 1.1.3;

---

<sup>17</sup> Nell'assetto normativo previgente, definito dal D.lgs. 152/99, nella gerarchia degli strumenti di pianificazione i Piani di tutela, data la loro natura di piani stralcio dei piani di bacino, sono stati concepiti come strumenti sovraordinati, cui dovevano coordinarsi e conformarsi, i piani e i programmi nazionali, regionali, e degli enti locali in materia di sviluppo economico, uso del suolo e tutela ambientale. Com'è stato evidenziato in precedenza, il nuovo codice dell'ambiente ha determinato una ripartizione del territorio nazionale in 8 distretti idrografici, che di fatto ha determinato il superamento della ripartizione del territorio nazionale in tre distinte categorie di bacini o aggregazioni di bacini idrografici (bacini di livello nazionale, bacini di livello interregionale e bacini di rilievo locale), e comportato, di conseguenza, il superamento della gerarchizzazione amministrativa determinata da quella suddivisione. Il D.lgs. 152/2006 stabilisce che per ciascun distretto sia adottato un piano di gestione. Il Piano di Tutela delle acque, seppur come piano di settore attuativo della pianificazione di distretto, continua ad esistere anche nel nuovo quadro normativo. Le Autorità di bacino distrettuali, nel contesto delle attività di pianificazione o mediante appositi atti di indirizzo e coordinamento, definiscono gli obiettivi su scala di distretto cui devono attenersi i piani di tutela delle acque, nonché le priorità degli interventi.

In questo contesto assumono un grande rilievo le norme transitorie finalizzate a regolare la complessa fase di transizione tra il D.lgs. 152/1999 e il D.lgs 152/2006 in base alle quali fino all'emanazione di corrispondenti atti adottati in attuazione della parte terza del decreto (quella relativa alle acque), restano validi ed efficaci i provvedimenti e gli atti emanati in attuazione delle disposizioni di legge abrogate, inclusi dunque i piani di tutela approvati ai sensi della normativa previgente.

- 
- all'identificazione degli agglomerati e dei relativi *trattamenti appropriati* - § 1.1.4;
  - al concetto e i requisiti di *assimilabilità* alle acque reflue domestiche - § 1.1.5;
  - al rispetto dei *limiti di emissione* per gli scarichi provenienti da insediamenti inferiori a 2.000 A.E. - § 1.1.6 ;
  - alla disciplina degli scarichi in corpi idrici non significativi (ovvero in corsi d'acqua che hanno portata naturale nulla per oltre 120 giorni all'anno) - § 1.1.7.

### **1.1.3 Abitante Equivalente**

L'Abitante Equivalente (A.E.) costituisce l'unità di misura utilizzata nel campo della depurazione delle acque reflue per uniformare le stime degli abitanti residenti, di quelli fluttuanti (pendolari e turisti) e di quelli equivalenti derivanti dagli scarichi delle attività economiche.

La normativa nazionale di riferimento (D.lgs 152/2006), all'articolo 74 comma 1 lettera a), definisce l'abitante equivalente come il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD<sub>5</sub>) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.

Nel caso in cui non sia disponibile il dato analitico di carico organico, alcune regioni fanno riferimento al volume di scarico di 200 litri per abitante/giorno o provvedono a determinare il carico in abitanti equivalenti sulla base delle dimensioni volumetriche dell'insediamento e sul suo numero dei vani, valutati sulla base dei criteri tecnici utilizzati per la progettazione degli stessi e dettati dalla buona norma tecnica dell'edilizia residenziale.

### **1.1.4 Agglomerati e trattamenti appropriati**

La Direttiva comunitaria 91/271, recepita dal D.Lgs.152/99 e poi dal D.Lgs.152/2006, introduce il concetto di agglomerato quale riferimento territoriale per il collettamento e per il trattamento delle acque reflue urbane, ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

All'articolo 74, lettera n) del D.Lgs.152 del 2006, è riportata la definizione di agglomerato, quale l'area in cui la popolazione, ovvero le attività produttive, sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento in una fognatura dinamica delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale.

La definizione degli agglomerati coinvolge da un lato le Regioni, in quanto competenti per la redazione del Piano di Tutela delle Acque ai sensi del D.Lgs. 152/06 e, dall'altro, le Autorità d'Ambito Territoriali Ottimali (A.A.T.O.), individuate dalla Legge 36/1994, quali Enti deputati all'organizzazione del Servizio Idrico Integrato.

L'individuazione e la delimitazione degli agglomerati sono strettamente legate allo sviluppo dell'urbanizzazione del territorio, ai programmi di interconnessione dei sistemi fognario-depurativi effettuati dagli enti competenti, nonché a specifiche esigenze territoriali e conseguentemente soggette a modifiche a fronte di una pianificazione dinamica.

Il termine 'agglomerato' non dovrebbe essere confuso con le entità amministrative (quali comuni o altre autorità locali), che potrebbero avere lo stesso nome. I limiti di un agglomerato possono corrispondere o meno ai confini di un'entità amministrativa o di un bacino idrografico. Pertanto, più entità amministrative possono formare un agglomerato oppure una singola entità amministrativa potrebbe essere formata da vari agglomerati distinti qualora rappresentino aree sufficientemente concentrate separate nello spazio come conseguenza di sviluppi storici o economici.

---

L'agglomerato può essere servito da uno (rapporto 1:1) o più (rapporto 1:n) impianti di trattamento delle acque reflue urbane. Inoltre, un singolo agglomerato può essere servito da più sistemi di collettamento, ognuno dei quali connesso ad uno o più impianti.

Il carico totale delle acque reflue generato all'interno di un agglomerato ne esprime la dimensione in termini tecnici (abitanti equivalenti) e rappresenta il principale criterio per la determinazione dei requisiti del collettamento e del trattamento delle acque reflue urbane previsti dalla Direttiva comunitaria 91/271 e dai relativi obblighi di reporting.

Le dimensioni dell'agglomerato in abitanti equivalenti (carico generato) insieme con la tipologia del corpo idrico recettore dello scarico (acque dolci, estuari, acque costiere) e le caratteristiche dell'area di scarico (area sensibile o relativo bacino drenante, area normale) determinano i requisiti del trattamento da adottare, di cui alla Direttiva comunitaria 91/271.

Come riferito nel paragrafo concernente la normativa nazionale (par.1.2), per agglomerati con numero di abitanti equivalenti inferiore a 2.000, la legislazione di riferimento prevede il ricorso ai trattamenti appropriati.

L'espressione *trattamento appropriato* è stata introdotta per la prima volta dalla Direttiva 91/271/CEE, che all'art. 2, comma 9, lo definisce come *“il trattamento delle acque reflue urbane mediante un processo e/o un sistema di smaltimento che dopo lo scarico garantisca la conformità delle acque ricipienti ai relativi obiettivi di qualità e alle relative disposizioni della presente direttiva e di altre direttive comunitarie pertinenti”*.

A livello nazionale, il termine è stato recepito dal D.lgs. D.Lgs.11 maggio 1999, n. 152 e ripreso interamente dall'art. 74 lett. ii, del vigente D. Lgs. 152/2006. La normativa di riferimento, infatti, lascia ampio margine di discrezionalità alle Regioni, tanto da consentire soluzioni non univoche per quanto concerne la definizione di eventuali valori limite di emissione e non prevede l'obbligo di controlli periodici da parte delle Autorità competenti.

L'Allegato V alla parte terza del decreto (così come già previsto dall'Allegato V al decreto del '99), nel paragrafo intitolato “Indicazioni generali”, suggerisce tre criteri-guida per l'individuazione dei trattamenti appropriati, ovvero:

- la semplicità della manutenzione e della gestione degli impianti;
- la capacità di sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico ed organico;
- la minimizzazione dei costi gestionali.

In definitiva, i trattamenti appropriati devono garantire dei livelli di performance accettabili, concorrendo alla finalità del raggiungimento degli obiettivi di qualità, ma prevalentemente per garantire la salvaguardia degli aspetti igienico sanitari connessi al contesto territoriale dove essi trovano applicazione.

I trattamenti appropriati possono equivalere ad un trattamento primario o secondario a seconda della soluzione tecnica adottata e dei risultati depurativi raggiunti e, per tutti gli agglomerati con popolazione equivalente compresa fra 50 e 2.000, si ritiene auspicabile il ricorso ad un sistema di depurazione naturale come il lagunaggio o la fitodepurazione ma anche a tecnologie come i filtri percolatori o impianti a ossidazione totale.

I predetti trattamenti possono risultare adatti anche per agglomerati in cui la popolazione equivalente fluttuante sia maggiore del 30% della popolazione residente; laddove le caratteristiche del territorio, nonché quelle climatiche, lo consentano; a condizione, infine, che gli impianti siano opportunamente dimensionati.

Tali trattamenti possono prestarsi anche a soluzioni integrate (con funzione di affinamento) con impianti a fanghi attivi o a biomassa adesa, per gli agglomerati di popolazione equivalente compresa fra 2.000 e 25.000.

---

Anche per le zone di alta montagna (sopra i 1.500 m s.l.m.) infine, ai sensi dell'art. 105 del D.Lgs. 152/2006, laddove le basse temperature rendano difficoltoso un trattamento biologico efficace e purché opportuni studi ne comprovino la mancanza di ripercussioni negative sull'ambiente, è possibile ricorrere a trattamenti meno spinti.

### ***1.1.5 Criteri di individuazione dei reflui assimilabili a quelli domestici***

La legislazione nazionale di riferimento ha previsto che, ai fini della disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, sono assimilate alle acque reflue domestiche, le acque reflue aventi caratteristiche qualitative equivalenti a quelle domestiche e indicate dalla normativa regionale.

L'art.101 del D.lgs. 152/2006 ha previsto al comma 7, lettera e) i criteri per l'assimilabilità del refluo a quello domestico, salvo quanto previsto dall'art. 112, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue:

- provenienti da imprese dedite esclusivamente alla coltivazione del terreno e/o alla silvicoltura;
- provenienti da imprese dedite ad allevamento di bestiame;
- provenienti da imprese dedite alle attività di cui alle lettere a) e b) che esercitano anche attività di trasformazione o di valorizzazione della produzione agricola, inserita con carattere di normalità e complementarietà funzionale nel ciclo produttivo aziendale e con materia prima lavorata proveniente in misura prevalente dall'attività di coltivazione dei terreni di cui si abbia a qualunque titolo la disponibilità;
- provenienti da impianti di acquacoltura e di piscicoltura che diano luogo a scarico e che si caratterizzino per una densità di allevamento pari o inferiore a 1 Kg per metro quadrato di specchio d'acqua o in cui venga utilizzata una portata d'acqua pari o inferiore a 50 litri al minuto secondo;
- aventi caratteristiche qualitative equivalenti a quelle domestiche e indicate dalla normativa regionale;
- provenienti da attività termali, fatte salve le discipline regionali di settore.

Sono quindi assimilate alle acque reflue domestiche quelle acque reflue che, in base a quanto stabilito dalla normativa regionale, presentano analoghe caratteristiche qualitative pur provenendo da edifici non residenziali, ossia da edifici o impianti in cui si svolgono attività produttive, sia artigianali sia industriali o commerciali.

Per quanto sopra, oltre ai criteri di assimilabilità stabiliti dalla normativa nazionale, talune regioni hanno definito valori limite di emissione che le acque reflue devono rispettare a monte di ogni trattamento depurativo affinché possano ritenersi "assimilate" alle acque reflue domestiche.

### ***1.1.6 Limiti di emissione per insediamenti inferiori a 2.000 A.E.***

L'art.101 del D.lgs. D.Lgs.152/06 stabilisce che tutti gli scarichi sono disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e devono comunque rispettare i valori limite previsti dall'Allegato 5 al Decreto stesso.

Al comma 2 dell'art. 105, il Decreto prevede che gli scarichi di acque reflue urbane provenienti da agglomerati con meno di 2.000 A.E che confluiscono nelle reti fognarie recapitanti in acque dolci ed in acque di transizione e gli scarichi provenienti da agglomerati con meno di 1.000 A.E., recapitanti in acque marino-costiere, siano sottoposti ad un trattamento appropriato, in conformità con le indicazioni dell'allegato 5 alla parte terza del presente decreto.

Il Legislatore, come già riferito nel paragrafo concernente la disciplina degli scarichi idrici in ambito nazionale, non ha inteso prevedere limiti tabellari per i trattamenti appropriati, salvo quanto previsto nelle

---

diverse disposizioni di adeguamento regionali scaturite nel corso dell'ultimo decennio. La legislazione comunitaria e nazionale individua, anche nel solo trattamento primario, una potenziale tipologia di trattamento appartenente agli "appropriati", le cui performance possono essere valutate attraverso una stima accettabile dell'abbattimento del carico inquinante senza necessariamente ricorrere al rispetto dei limiti tabellari di cui all'allegato 5: un principio che deve essere ampliato anche ad altre tecnologie di trattamento, quali la fitodepurazione, con potenzialità inferiore a 2.000 A.E.

I trattamenti primari per le case sparse e per i piccoli insediamenti civili di consistenza inferiore a 50 vani o 5.000 m<sup>3</sup>, erano già previsti dalla precedente normativa nazionale relativa alla Legge 319/76 (Legge Merli) e dalla delibera del Comitato Interministeriale per la tutela delle Acque del 4 febbraio 1977 recante "Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art.2, lettere b), d) ed e) della Legge 10 maggio 1976, n.319", e sono tuttora contemplati in alcuni regolamenti degli Enti locali e delle Autorità di Ambito.

Le suddette tecnologie rappresentano un importante base riferimento in quanto applicabili a bassi costi e semplici nella gestione anche se in termini di abbattimento non si supera il 30% per la frazione carboniosa.

La fitodepurazione rappresenta la tecnologia più adeguata per integrare e conseguire migliori rese rispetto ai soli trattamenti primari ed applicabile a scarichi domestici e assimilabili fino a potenzialità di gran lunga superiori ai 50-100 A.E.

### ***1.1.7 Scarichi in corpi idrici non significativi***

Il D.Lgs.152/06, all'art. 124 comma 9, stabilisce che per gli scarichi in un corso d'acqua nel quale sia accertata una portata naturale nulla per oltre 120 giorni annui oppure in un corpo idrico non significativo, l'autorizzazione tiene conto del periodo di portata nulla e della capacità di diluizione del corpo idrico negli altri periodi e stabilisce prescrizioni e limiti al fine di garantire le capacità autodepurative del corpo recettore e la difesa delle acque sotterranee.

La normativa nazionale attualmente non differenzia gli scarichi recapitati in un "corpo idrico superficiale significativo" (CIS) da quelli sversati in un "corpo idrico superficiale non significativo" (CIS NS).

Per quanto concerne le norme di emissione degli scarichi di agglomerati di potenzialità inferiore a 2.000 A.E., le Regioni e le Province Autonome hanno disciplinato in maniera autonoma e differenziata l'eventuale rispetto di limiti tabellari e la distinzione di scarichi al suolo o in acque superficiali.

I criteri per l'individuazione di un corpo idrico significativo sono contenuti nell'Allegato 1 alla parte terza del D.Lgs.152/06 (modificato dal Decreto 14 aprile 2009, n.56). Sono considerati significativi i corpi idrici che le autorità competenti individuano sulla base delle indicazioni contenute nel predetto allegato e che, conseguentemente, vanno monitorati e classificati al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.

---

## 2 I SISTEMI DI FITODEPURAZIONE

La fitodepurazione è un sistema di trattamento dei reflui basato su processi biologici, fisici e chimico-fisici caratteristici degli ambienti acquatici e delle zone umide.

I sistemi di fitodepurazione sono ambienti umidi riprodotti artificialmente in bacini impermeabilizzati, attraversati, con diversi regimi di flusso, dalle acque reflue opportunamente collettate. Tali sistemi sono caratterizzati dalla presenza di specie vegetali tipiche delle zone umide (macrofite igrofile), radicate ad un substrato di crescita o flottanti sullo specchio d'acqua. (*Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane*, ANPA, Manuali e Linee Guida, 1/2001).

Sono anche definiti **sistemi naturali** in quanto tendono a riprodurre in ambiente controllato i processi di autodepurazione che avvengono nelle zone umide naturali, in cui sono coinvolte, oltre alle specie vegetali, anche i microrganismi associati, per il trattamento delle acque reflue. In tali ambienti si realizzano i naturali processi di autodepurazione delle zone umide per degradare gli inquinanti contenuti nelle acque reflue.

**I sistemi di trattamento che utilizzano aree umide costruite (*constructed wetlands*) riproducono i processi di depurazione degli ecosistemi (Wetzel, 1993). La grande eterogeneità e diversità delle piante, dei terreni e delle tipologie di deflusso delle acque comportano una grande varietà di soluzioni possibili. (C.E., 1991)**

Le aree umide costruite offrono un maggior grado di controllo rispetto agli ambienti umidi naturali, consentendo una precisa valutazione dell'efficacia depurativa sulla base della conoscenza della natura del substrato, delle tipologie vegetali e dei percorsi idraulici. Oltre a ciò, le zone umide artificiali offrono ulteriori vantaggi quali la scelta del sito, la flessibilità nelle scelte di dimensionamento e nelle geometrie e, soprattutto, il controllo dei flussi idraulici e dei tempi di ritenzione.

Il potere depurativo dei trattamenti naturali che riproducono gli ecosistemi umidi deriva dalla combinazione di processi fisici, chimici e biologici, quali l'attività microbica, l'assunzione diretta da parte delle piante, la sedimentazione, la filtrazione e l'adsorbimento (Brix, 1993).

Le numerose esperienze italiane ed estere hanno da tempo confermato le buone rese depurative di questi sistemi applicati sia per il trattamento secondario, sia per l'affinamento di reflui provenienti da un sistema tecnologico.

Le prime esperienze sull'utilizzo dei processi chimico-fisici, microbiologici e biologici tipici delle zone umide naturali in sistemi controllati risalgono alla metà degli anni '50 (Seidel, 1955). Dopo le prime sperimentazioni condotte da Seidel al Max Planck Institute di Plon, circa venti anni di ricerche hanno consentito di realizzare il primo impianto di fitodepurazione in scala reale, costruito a Othfresen (Germania) nel 1977 (Kickuth, 1977). A seguito delle esperienze tedesche, nei primi anni '80 i sistemi di fitodepurazione sono stati applicati per il trattamento delle acque reflue anche in Danimarca e successivamente in Austria e Svizzera. Nella seconda metà degli anni '80 i sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale furono introdotti anche nel Nord America e Australia (Vymazal, 2005).

I sistemi di fitodepurazione, sperimentati e studiati a livello internazionale, sono classificati in base al tipo di macrofite utilizzate (galleggianti, radicate sommerse, radicate emergenti) ed alle caratteristiche del percorso idraulico del refluo.

La classificazione in funzione delle caratteristiche delle specie vegetali utilizzate, comunemente accettata nei settori tecnico-scientifici che si occupano di depurazione naturale, è quella proposta da Brix (1993):

- **Sistemi con macrofite galleggianti** (Lemna, Giacinto d'acqua, ecc.);
- **Sistemi a macrofite radicate sommerse** (Potamogeton, Myriophyllum, ecc.);

- 
- **Sistemi a macrofite radicate emergenti** (Fragmiti, Tife, ecc.);
  - **Sistemi misti.**

In relazione al percorso idraulico del refluo, i sistemi di fitodepurazione si distinguono in:

- **SFS-h o HF (Subsurface Flow System - horizontal o Horizontal Flow):** i sistemi a flusso sommerso orizzontale sono bacini riempiti con materiale inerte, dove i reflui scorrono in senso orizzontale in condizioni di saturazione continua (reattori “plug-flow”) e le specie vegetali utilizzate appartengono alle macrofite radicate emergenti;
- **SFS-v o VF (Subsurface Flow System - vertical o Vertical Flow):** i sistemi a flusso sommerso verticale sono vassoi riempiti con materiale inerte, dove i reflui scorrono in senso verticale in condizioni di saturazione alternata (reattori “batch”) e le specie utilizzate appartengono alle macrofite radicate emergenti;
- **FW o FWS (Free Water o Free Water Surface):** i sistemi a flusso libero riproducono, quanto più fedelmente, una zona palustre naturale, dove l’acqua è a diretto contatto con l’atmosfera e generalmente poco profonda, e le specie vegetali che vi vengono inserite appartengono ai gruppi delle idrofite e delle elofite (vedi Cap. 4);

Le diverse tipologie di sistemi di fitodepurazione possono essere combinate con l’obiettivo di ottimizzare le rese depurative di un particolare tipo di refluo. Questi sistemi combinati prendono il nome di “Sistemi ibridi” (Vymazal, 2005).

Attualmente in Europa sono in funzione alcune decine di migliaia di impianti di fitodepurazione, la maggior parte dei quali localizzata nei Paesi del Nord dove già da molti anni sono utilizzati come strategia per la riduzione dell’inquinamento proveniente da piccole e medie utenze.

In Europa sono maggiormente diffusi i sistemi a flusso sommerso orizzontale e verticale (più del 75%) , utilizzati prevalentemente per il trattamento secondario di acque reflue domestiche e civili (Vymazal ed altri, 1998). Tali sistemi risultano essere i più appropriati nel contesto europeo, sia per il miglior rapporto tra superficie necessaria ed efficacia di trattamento, sia per il loro inserimento in aree urbane e/o periurbane.

Per il trattamento terziario (o post-trattamento) di depuratori esistenti si annoverano invece, numerose esperienze con sistemi a flusso superficiale FWS, che si configurano spesso come la migliore alternativa in caso di ingenti quantità di acque da trattare con ridotto grado di inquinamento. Inoltre, la realizzazione di questi sistemi fornisce l’opportunità di ricreare habitat ideali per specie animali (piccoli anfibi, uccelli, etc.) e vegetali (idrofite ed elofite) fortemente a rischio per la sempre maggiore semplificazione delle forme d’uso del territorio e la conseguente scomparsa dei microhabitat adeguati per la loro riproduzione.

## **2.1 TIPOLOGIE DI SISTEMI DI FITODEPURAZIONE**

Come già anticipato, la classificazione basata sulle caratteristiche del percorso idraulico del refluo distingue i sistemi di fitodepurazione in **sistemi a flusso sommerso** (orizzontale e verticale) e **sistemi a flusso libero**. Di seguito sono descritte le principali caratteristiche di tali sistemi.

### **2.1.1 Sistemi a flusso sommerso**

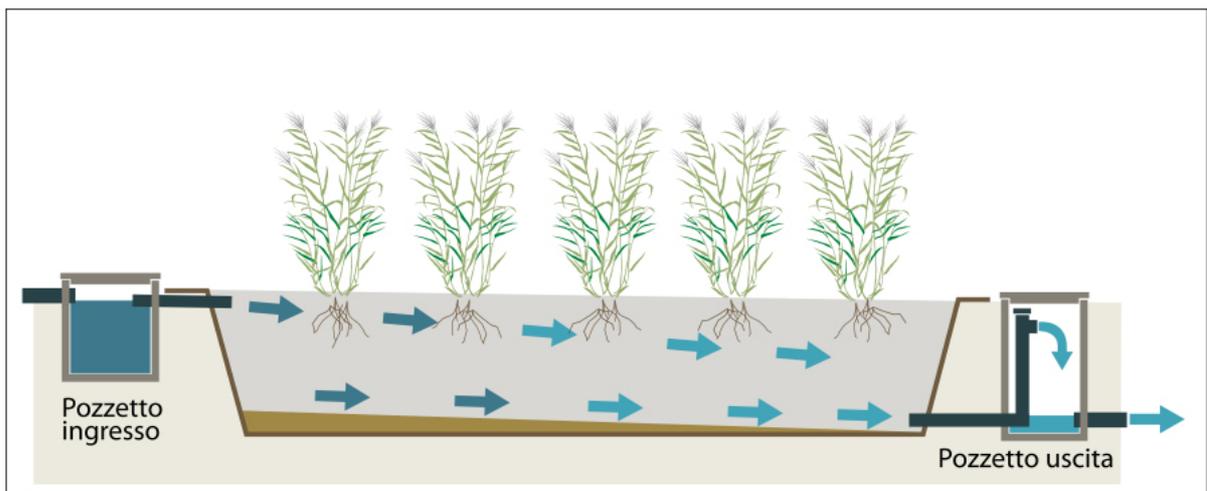
I sistemi a flusso sommerso o sub-superficiale sono canali o bacini, naturalmente o artificialmente impermeabilizzati, riempiti con materiale inerte ad elevata conducibilità idraulica (ghiaia, sabbia o terreno naturale) che funge da supporto di crescita per le macrofite emergenti e per la popolazione microbica.

Rispetto ai sistemi a flusso superficiale, in cui lo sviluppo di colonie di microorganismi è limitato ai soli fusti sommersi delle macrofite, la pellicola batterica dispone in questo caso di una maggiore superficie di adesione dovuta alla presenza del medium di crescita, riducendo così l'area richiesta dall'impianto.

In base alla modalità di alimentazione del refluo e al regime di flusso, si distinguono in sistemi a **flusso orizzontale** e **sistemi a flusso verticale**.

#### 2.1.1.1 Sistemi a flusso sommerso orizzontale (*horizontal flow – HF*)

I sistemi a flusso sommerso *orizzontale* sono costituiti da vasche opportunamente impermeabilizzate con manti plastici, riempite di materiale inerte di opportuna granulometria (es. ghiaie), in cui si sviluppano le radici di macrofite emergenti (comunemente utilizzata è la *Phragmites australis*), come rappresentato schematicamente in Figura 1.



**Figura 1** – Rappresentazione schematica di un sistema a flusso sommerso orizzontale

Il flusso d'acqua è mantenuto costantemente al di sotto della superficie del materiale di riempimento, all'interno del quale si crea un ambiente prevalentemente anossico, ricco tuttavia di micro-siti aerobici posti in corrispondenza delle radici delle piante, che funzionano sostanzialmente come sistemi di trasferimento dell'ossigeno dall'atmosfera all'interno del letto filtrante. E' proprio questa varietà delle condizioni redox del sistema a renderlo estremamente elastico, versatile ed efficiente a fronte di diverse tipologie di reflui da trattare e di variazioni del contenuto inquinante.

Mentre il refluo attraversa il materiale di riempimento e viene in contatto con la rizosfera delle macrofite (che costituiscono un sistema a biomassa adesa), la sostanza organica e azotata in esso contenuta viene degradata dall'azione microbica; invece il fosforo ed i metalli pesanti vengono fissati per adsorbimento sul materiale di riempimento.

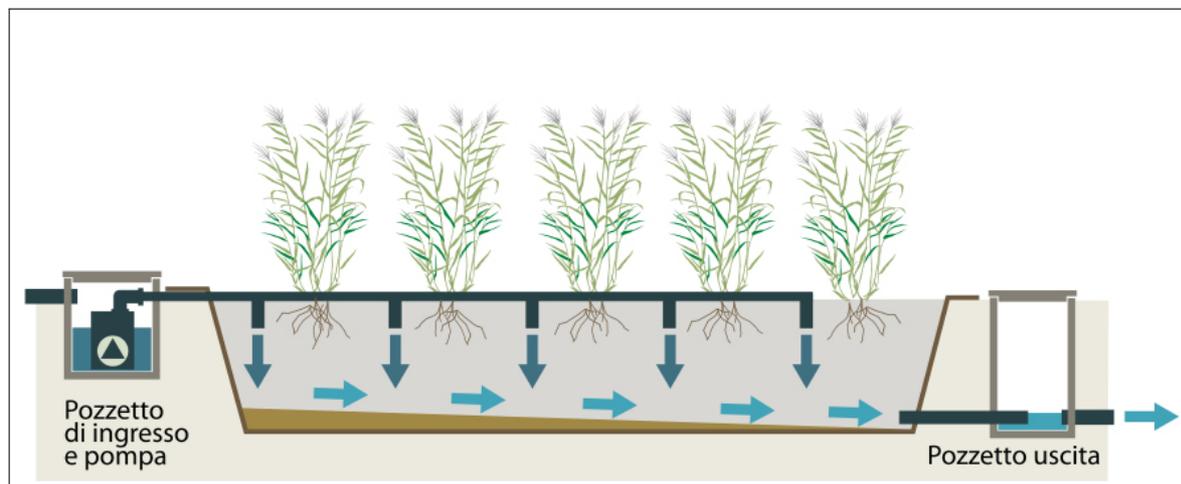
Le specie vegetali contribuiscono al processo depurativo, favorendo da un lato lo sviluppo di un'efficiente popolazione microbica aerobica nella rizosfera e, dall'altro, attraverso l'azione di pompaggio dell'ossigeno atmosferico dalla parte emersa all'apparato radicale alla porzione di terreno circostante, con conseguente migliore ossidazione del refluo e creazione di una alternanza di zone aerobiche, anossiche ed anaerobiche, consentendo lo sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e la scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti del tenore di ossigeno disciolto.

I sistemi a flusso sommerso orizzontale assicurano una maggiore protezione termica dei liquami nella stagione invernale, soprattutto nel caso in cui si prevede possano verificarsi frequenti periodi di copertura

nevosa. Per i sistemi realizzati in aree con clima particolarmente rigido è buona norma prevedere la possibilità di abbassare il livello dell'acqua nella vasca in modo da evitarne il congelamento.

### 2.1.1.2 Sistemi a flusso sommerso verticale (vertical flow - VF)

La configurazione geometrica dei sistemi a flusso verticale è molto simile a quella dei precedenti sistemi (Figura 2). Anche in questo caso si hanno delle vasche impermeabilizzate riempite con materiale inerte su cui vengono fatte sviluppare macrofite radicate emergenti.



**Figura 2** – Rappresentazione schematica di un sistema a flusso sommerso verticale

La differenza principale consiste nel modo in cui il refluo scorre attraverso il medium di riempimento. Mentre nei sistemi HF si ha un flusso con alimentazione continua e uno scorrimento prevalente in direzione orizzontale, secondo uno schema di reattore “plug-flow”, nei sistemi VF il refluo da trattare viene immesso nelle vasche in modo discontinuo e scorre in direzione prevalentemente verticale.

L'alimentazione intermittente con cicli di riempimento e svuotamento, regolati da un sistema temporizzato o da sifoni auto innescanti, ricrea le condizioni di un reattore “batch” e necessita spesso di almeno due vasche in parallelo, che funzionano a flusso alternato, in modo da poter regolare i tempi di riossigenazione del letto variando frequenza e quantità del carico idraulico del refluo in ingresso.

Il *medium* di riempimento di questa tipologia di sistemi deve essere costituito da inerte a granulometria più fine rispetto ai sistemi a flusso orizzontale in modo da consentire una lenta percolazione delle acque e quindi una distribuzione quanto più omogenea possibile su tutta la superficie del letto. Le sabbie grossolane utilizzate generalmente nei sistemi VF presentano una conducibilità idraulica adeguata alla filtrazione verticale lenta e offrono, inoltre, un rapporto tra volume e superficie più elevato rispetto alle ghiaie adoperate nei sistemi HF, a vantaggio dell'attecchimento della biomassa.

L'alimentazione intermittente del liquame, associata ad un substrato a granulometria differenziata, facilita il drenaggio nel medium di crescita che viene a trovarsi alternativamente in condizioni di carenza e di eccesso di ossigeno. La maggiore areazione del substrato incrementa così i processi aerobici come la rimozione della sostanza organica e la nitrificazione.

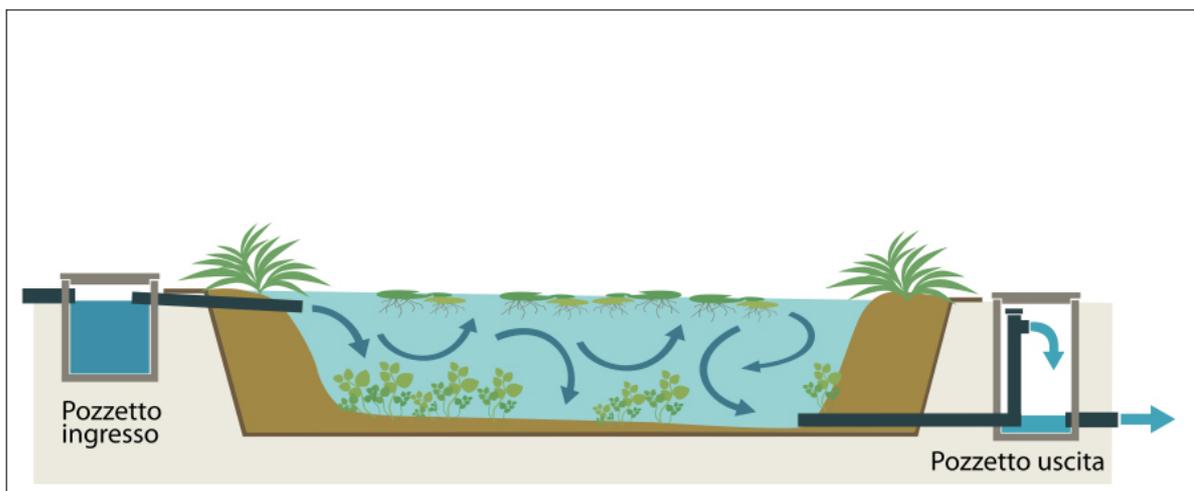
I fenomeni di deposizione di materiali sulla superficie del medium di riempimento, dovuti al continuo apporto di solidi sospesi e di sostanza organica, favoriscono in un primo periodo la diffusione omogenea del refluo su tutta la superficie del letto mentre, nel lungo periodo, tali fenomeni devono essere tenuti sotto controllo al fine di evitare formazioni stagnanti nel sistema ed una drastica diminuzione delle capacità ossidative del sistema (e quindi di nitrificazione). De Maeseneer (1997) riporta esperienze applicative in base alle quali i fenomeni di intasamento generalmente non si verificano in condizioni di

alimentazione discontinua inferiore al carico idraulico massimo con una frequenza costante e nel caso si abbia un adeguato sviluppo della vegetazione.

### 2.1.2 Sistemi a flusso libero (*free water system – FWS*)

I sistemi a flusso libero o superficiale sono costituiti da bacini o canali, naturalmente o artificialmente impermeabilizzati, in cui il livello dell'acqua è costantemente mantenuto sopra la superficie del medium (Figura 3), con un battente idrico tipicamente compreso tra 0,3 e 0,6 m.

Il flusso è indirizzato all'interno attraverso un percorso che comprende la zona di *inlet* e tutte le aree del sistema fino a una o più strutture di *outlet*. Le zone a bassa profondità, con bassa velocità di scorrimento e con la presenza dei fusti delle piante, regolarizzano il flusso attraverso la formazione di una moltitudine di piccoli canali che simulano il comportamento di un reattore plug-flow. Uno dei principali obiettivi della progettazione di un sistema FW è garantire il contatto del refluo con la superficie biologica attiva del sistema, per consentire un effettivo tempo di residenza idraulica del refluo nel sistema ed evitare la formazione di corti-circuiti idraulici (Vymazal, 2008).



**Figura 3** – Rappresentazione schematica di un sistema a flusso libero

In questi sistemi i meccanismi di rimozione delle sostanze inquinanti riproducono esattamente quelli presenti nel processo di autodepurazione delle zone umide naturali per la rimozione di organismi patogeni, BOD, COD, solidi sospesi e sostanze nutritive, nonché metalli pesanti e altri micro inquinanti.

Le sostanze organiche e azotate sono rimosse principalmente attraverso processi biologici in condizioni ossigenate (in corrispondenza della superficie) o anossiche (in profondità), mentre i solidi sospesi possono da un lato essere rimossi (per sedimentazione e/o filtrazione attraverso le piante), dall'altro essere prodotti (ad esempio per la presenza di microalghe, frammentazione dei tessuti vegetali, produzione di fitoplancton, formazione di precipitati chimici). La rimozione del fosforo avviene a tassi piuttosto bassi, attraverso processi di adsorbimento, assorbimento, complessazione, precipitazione.

I sistemi a flusso libero sono generalmente considerati molto efficaci nella rimozione dei microrganismi patogeni. Tuttavia tale efficacia presenta un'estrema variabilità dovuta principalmente alla complessa combinazione di fattori fisici, chimici e biologici che influenzano i meccanismi di rimozione, come ad esempio l'intrappolamento dei microrganismi nel sedimento, l'irraggiamento UV nelle aree più profonde non occupate dalla vegetazione, la presenza di colonie di uccelli che possono provocare apporto di sostanze fecali (Ghermandi, et al., 2007).

Infine i metalli pesanti presenti in un refluo possono essere rimossi attraverso processi come l'up-take delle piante, l'interazione fisica-chimica con il suolo, la formazione di complessi e la conseguente precipitazione (Kleinmann and Girts, 1987).

---

Le piante maggiormente utilizzate nei sistemi FWS sono tipiche specie paludose come *Scirpus sp.*, *Eleocharis sp.*, *Cyperus sp.*, *Juncus sp.*, *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*, *Glyceria maxima* e *Typha sp.* La maggior parte degli impianti utilizza specie singole o in combinazione con specie sommerse, che permettono la presenza di specchi d'acqua liberi. Queste zone garantiscono una maggiore aerazione del refluo consentendo una maggiore rimozione dell'azoto incrementando la nitrificazione.

Tra i sistemi a flusso superficiale più utilizzati figurano i sistemi a Lemna costituiti da bacini di accumulo la cui superficie è totalmente coperta da un manto di lemna che induce svariati fenomeni tra cui la riduzione e prevenzione della crescita algale, la stabilizzazione del pH, il miglioramento del processo di sedimentazione ed il consumo di sostanze nutrienti; questa tipologia di trattamento è considerata una tecnica di fitodepurazione con macrofite galleggianti. La lemna o lenticchia d'acqua (genericamente rappresentata da più specie: *Lemna sp.*, *Spirodela sp.* e *Wolffia sp.*) è la più piccola e semplice pianta galleggiante utilizzata per il trattamento di depurazione di reflui (Figura 4).



**Figura 4** – *Lemna sp.*

Il ricorso ai sistemi a lemna presuppone una valutazione preventiva delle problematiche di gestione della biomassa vegetale di supero, dal momento che la lemna ha un rapidissimo sviluppo e deve quindi essere periodicamente rimossa. Sono inoltre auspicabili le combinazioni tra impianti di trattamento delle acque e impianti per la produzione di energia da biomasse (per combustione e cogenerazione oppure per formazione di biogas in reattori anaerobici). Questa tipologia di impianti non ha avuto una diffusione significativa in Europa poiché la ricerca scientifica si è orientata verso sistemi a maggiore efficienza depurativa a fronte di minori coefficienti d'area utilizzati per la loro realizzazione.

## **2.2 CAMPI DI APPLICAZIONE**

I sistemi di fitodepurazione sono comunemente impiegati per il trattamento di acque reflue urbane e domestiche. A livello internazionale le esperienze di applicazione a scarichi domestici ed urbani, di cui si dispone di informazioni in merito all'efficienza depurativa, sono ormai molto numerose (EPA, 2001; WRC, 1996; Vymazal ed altri, 1998; Rustige, 2003).

La semplicità di gestione ed i costi contenuti di tali sistemi possono favorirne l'applicazione diffusa sul territorio consentendo, laddove appropriato, la decentralizzazione del sistema depurativo.

Tali sistemi rappresentano valide soluzioni impiantistiche sia per il trattamento secondario sia per il trattamento terziario (finissaggio) dei reflui (Figura 5), garantendo buone rese depurative (soprattutto per parametri quali COD, BOD<sub>5</sub>, Solidi Sospesi e Azoto), nonché impatto ambientale e consumo energetico nettamente ridotti rispetto ad altri sistemi depurativi.



**Figura 5** – Sistemi di fitodepurazione: a sinistra panoramica impianto a servizio del Comune di Dicomano (3.500 AE), a destra impianto a servizio della Frazione di Olle (200 AE) Comune di Finale Ligure

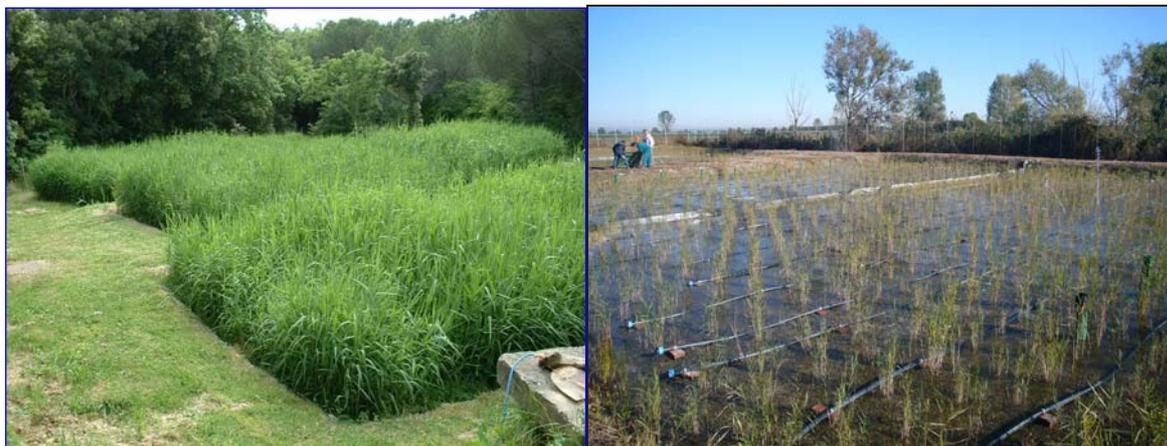
In Italia la maggior parte degli impianti di fitodepurazione realizzati per il trattamento degli scarichi domestici ed urbani è del tipo a flusso sommerso orizzontale, anche se negli ultimi anni si stanno affermando sempre più anche i sistemi a flusso sommerso verticale e a flusso libero. Ne consegue che, mentre per i sistemi a flusso sommerso orizzontale è possibile la determinazione di standard qualitativi e realizzativi nazionali, per i sistemi a flusso verticale e per i sistemi a flusso libero occorre fare riferimento alle linee guida prodotte in altri Paesi (ATV, 1998; Brix ed altri, 2003; New South Wales, 1998; EC, 2001; EPA, 2001).

I sistemi di fitodepurazione risultano particolarmente indicati per il trattamento dei reflui domestici provenienti da piccole unità abitative e pertanto non collettibili alla pubblica fognatura (Figura 6).



**Figura 6** – Sistemi di fitodepurazione a servizio di una civile abitazione (10 AE)

Inoltre, i sistemi di fitodepurazione sono applicati con successo per il trattamento di reflui provenienti da attività produttive, quali le industrie di trasformazione alimentare, i macelli, le distillerie e le cantine (Figure 7 e 8), l'industria della carta, le industrie chimiche e petrolchimiche; per il trattamento di reflui agricoli e zootecnici; sono inoltre utilizzati per il trattamento del percolato di discarica (Figura 9), per le acque di run-off urbano (Figura 10), autostradale ed aeroportuale.



**Figura 7** – Sistema di fitodepurazione al servizio della Cantina Cecchi & Figli (Castellina in Chianti – SI), costituito da un sistema HF (foto a sinistra) seguito da un sistema a flusso libero FWS (foto a destra)



**Figura 8** – Sistema di fitodepurazione al servizio dell'Azienda Vitivinicola Tenuta dell'Ornellaia (Castagneto Carducci – LI)



**Figura 9** – Sistema di fitodepurazione per il trattamento del percolato della discarica di Taglietto, Comune Villadose (RO)



**Figura 10** – Sistema a flusso libero per il trattamento delle acque meteoriche e loro riutilizzo, Postdamer strasse Berlino

I sistemi di fitodepurazione sono stati impiegati con successo anche per il trattamento di reflui provenienti da attività turistiche e ricettive (campeggi, hotel, rifugi montani, agriturismi, villaggi turistici, etc.), caratterizzati da elevate oscillazioni del carico idraulico ed organico (Figura 11).



**Figura 11** – A sinistra: sistema di fitodepurazione a servizio dell'Hotel Relais Certosa (FI), a destra: impianto a servizio del rifugio Abetina Reale (RE)

I sistemi di fitodepurazione possono essere inoltre utilizzati per il post trattamento dei reflui urbani. I trattamenti terziari sono generalmente applicati a reflui, precedentemente depurati con impianti di tipo chimico-fisico e/o impianti ad ossidazione (impianti a fanghi attivi, impianti a biodischi, etc.) al fine di migliorarne le caratteristiche qualitative.

Infine, negli Stati Uniti e in alcuni Paesi europei, la progettazione di sistemi estensivi di fitodepurazione rappresenta, tra l'altro un'occasione per riqualificare aree degradate da un punto di vista naturalistico e paesaggistico o per ripristinare aree di collegamento ecologico e/o necessarie per la salvaguardia della biodiversità; molto spesso tali aree sono rese fruibili alla popolazione (aree parco, aree con percorsi educativi, etc.). A titolo esplicativo si riportano alcuni esempi nelle figure 12 e 13.



**Figura 12** – A sinistra: esempio di sistema di fitodepurazione progettato come parco urbano (Oslo), a destra: impianto di fitodepurazione realizzato per affinamento delle acque e per la riqualificazione ambientale, Cave di S. Carlo di Solvay Italia SpA, Comune San Vincenzo (LI)



**Figura 13** – Sistemi di affinamento: a sinistra impianto Wakodahatchee Wetlands (Florida) a valle del sistema tecnologico “Southern Region Water Reclamation Facility”. A destra impianto El Tancat de la Pipa (Spagna), a valle del sistema tecnologico di Albufera

### 3 ASPETTI DI PROGETTAZIONE E DIMENSIONAMENTO

#### 3.1 SCHEMI DI IMPIANTO

Lo schema generale di un impianto di fitodepurazione (Figura 14) è molto simile a quello dei comuni impianti di depurazione biologici. Nella maggioranza dei casi è presente uno **stadio di trattamento preliminare** per l'eliminazione dei solidi grossolani, seguito da una sedimentazione primaria, mentre il sistema di fitodepurazione costituisce lo stadio di trattamento secondario. La differenza fondamentale si riscontra nella linea fanghi: in un impianto di depurazione biologica convenzionale i fanghi prodotti dal sistema di trattamento secondario (biologico "a fanghi attivi") sono in parte utilizzati in ricircolo nel reattore ed in parte allontanati e smaltiti come fanghi di supero, mentre **negli impianti di fitodepurazione non si ha alcuna produzione di fanghi nello stadio di trattamento secondario**. Gli unici fanghi prodotti sono quelli derivanti dallo stadio di sedimentazione primaria, che in genere vengono periodicamente rimossi ed adeguatamente smaltiti.

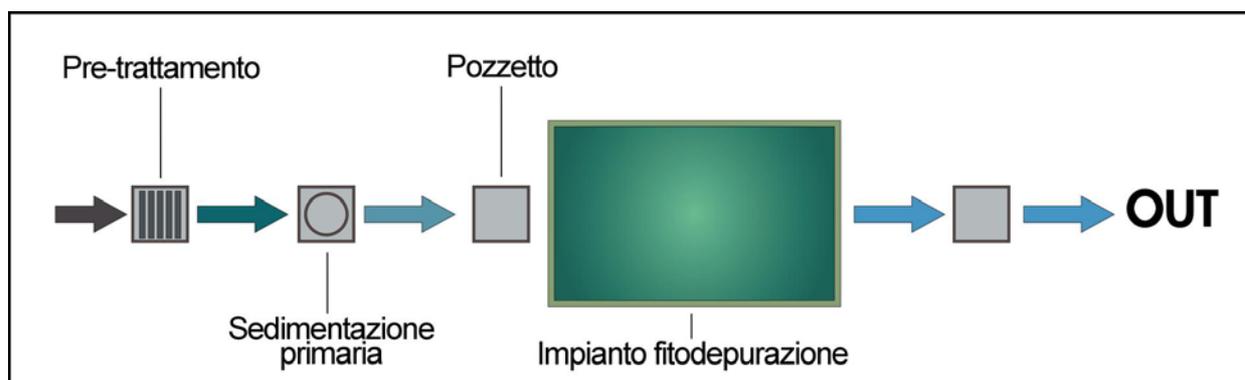


Figura 14 – Schema generale di un impianto di fitodepurazione

La complessità e la tipologia dei sistemi di pre-trattamento dipendono essenzialmente dalle caratteristiche del refluo da trattare ed hanno la funzione di eliminare le particelle grossolane che potrebbero causare fenomeni di intasamento. I trattamenti più comuni sono la grigliatura e la dissabbiatura.

Lo stadio successivo di sedimentazione primaria, invece, ha la funzione di rimuovere buona parte dei solidi sedimentabili e può essere costituito da una vasca Imhoff, da una vasca tricamerale o da una classica vasca di sedimentazione.

Il trattamento secondario di fitodepurazione può essere costituito da sistemi di diversa tipologia (v. paragrafo 3.1) che possono essere combinati in serie o in parallelo con l'obiettivo di realizzare un trattamento più spinto. In questo caso il sistema di fitodepurazione è definito, comunemente, "ibrido" o "multistadio".

La configurazione impiantistica (o "lay-out" dell'impianto) dipende da numerosi fattori quali le peculiari caratteristiche qualitative del refluo da trattare, gli specifici obiettivi depurativi, le caratteristiche dell'area di intervento (morfologiche, urbanistiche, paesaggistiche, etc).

#### – Sistemi HF in serie e/o in parallelo

I sistemi a flusso sommerso orizzontale HF costituiscono una soluzione ottimale per utenze piccole e medie quando l'obiettivo è ottenere elevati abbattimenti di carico organico, di solidi sospesi e di carica batterica ma non è richiesta una ossidazione spinta delle sostanze azotate ridotte e di conseguenza un'elevata rimozione dell'azoto. La filiera di trattamento può prevedere la presenza di più sistemi HF posti in parallelo, al fine di facilitare le operazioni di manutenzione, mentre la disposizione di più sistemi in serie permette di ottenere rendimenti depurativi più elevati. In Figura 15 è illustrato lo schema di un impianto a flusso sommerso di tipo orizzontale (HF o SFS-h).

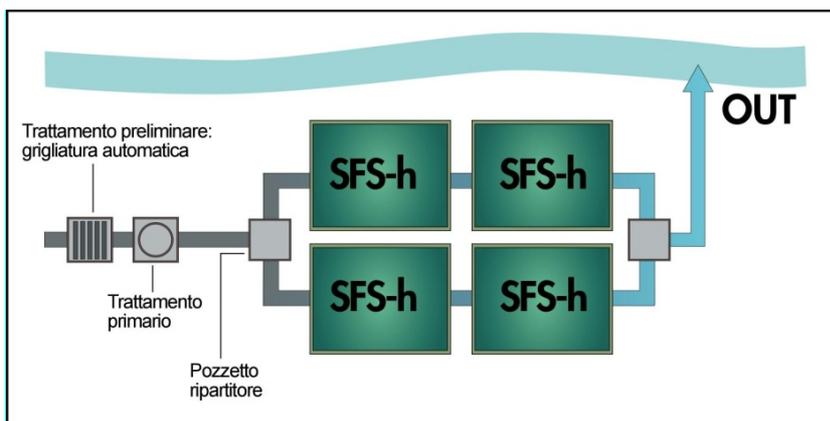


Figura 15 – Schema di un impianto di fitodepurazione HF

### – Sistemi VF in serie e/o in parallelo

I sistemi a flusso sommerso verticale (VF o SFS-V) sono ottimali nel caso in cui sia richiesta una efficace riduzione dell'azoto ammoniacale, oltre al carico organico e ai solidi sospesi. Anche in questo caso la presenza di più unità in parallelo permette di facilitare le operazioni di manutenzione dell'impianto. Inoltre, l'alimentazione discontinua delle diverse linee in parallelo può essere regolata in modo tale da consentire il funzionamento in continuo dell'impianto nella sua globalità.

In Figura 16 è riportato lo schema di un impianto provvisto di vasca di equalizzazione, che alimenta un sistema VF realizzato su due bacini funzionanti in modo discontinuo e alternato.

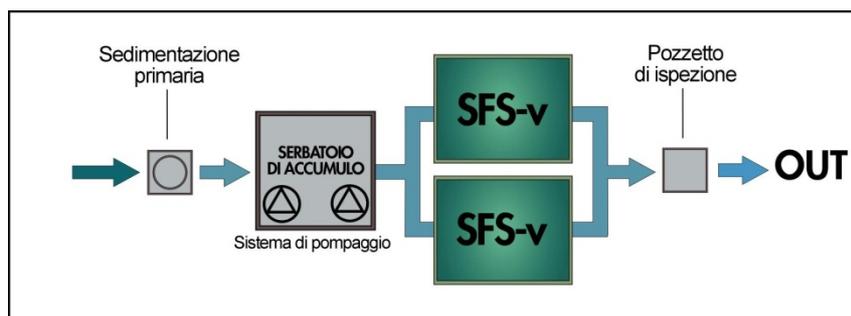


Figura 16 – Schema di un impianto di fitodepurazione VF

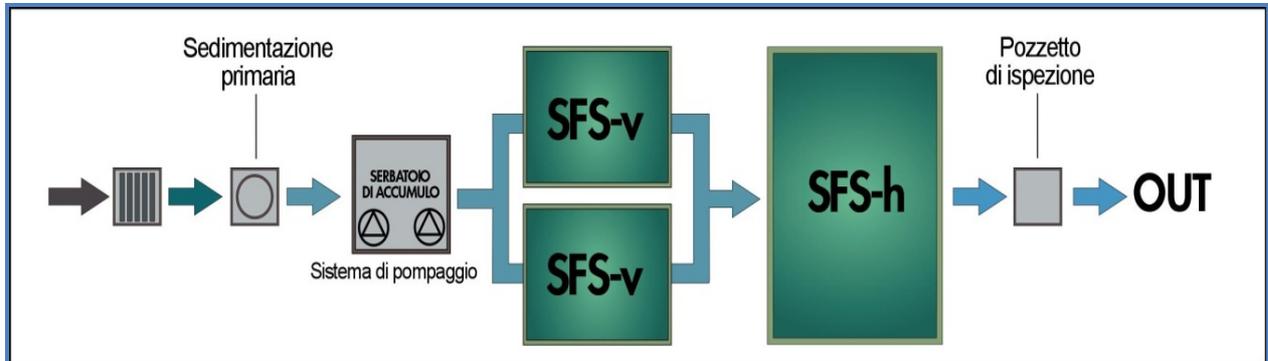
### – Sistema ibrido: VF + HF in serie

L'integrazione di diverse tipologie di trattamento rappresenta la soluzione progettuale adottata per migliorare le caratteristiche dell'effluente. Un sistema di fitodepurazione costituito da una sola configurazione impiantistica non è in grado di realizzare un elevato grado di rimozione dell'azoto a causa della impossibilità di ricreare entrambe le condizioni aerobiche e anaerobiche necessarie ai processi di nitrificazione e denitrificazione. Infatti, in un sistema VF, l'ammonio può essere rimosso molto efficacemente per nitrificazione, ma non si riesce a realizzare il processo di denitrificazione. D'altra parte un sistema HF è in grado di fornire le condizioni ottime per il processo di denitrificazione, ma non si riesce a realizzare efficacemente la nitrificazione dell'ammonio. Per queste ragioni le due diverse tipologie di sistemi possono essere combinate con l'obiettivo di massimizzare le prestazioni di ciascuna di esse (Vymazal, 2007).

L'obiettivo fondamentale della configurazione costituita dal sistema ibrido VF+HF è la rimozione di sostanze organiche, di solidi sospesi e la nitrificazione dell'ammonio nel primo stadio VF, mentre nel secondo stadio HF si intende realizzare l'ulteriore rimozione di sostanze organiche e solidi sospesi e la denitrificazione.

A partire dagli anni '90, i sistemi ibridi VF+HF sono stati realizzati in molti paesi Europei, (Slovenia, Norvegia, Austria, Francia e Irlanda) e attualmente continuano ad ottenere sempre crescente attenzione ed interesse (Vymazal et al, 2008).

In figura 17 è illustrato lo schema impiantistico di un sistema a flusso sommerso verticale, articolato su due bacini alimentati in modo alternato discontinuo, seguito da un sistema a flusso sommerso orizzontale realizzato in un unico bacino.



**Figura 17** – Schema di un impianto di fitodepurazione ibrido VF + HF in serie

#### – Sistema ibrido: HF+VF in serie

Verso la metà degli anni '90 in Danimarca fu introdotto un sistema ibrido HF+VF. In questa configurazione un largo sistema a flusso orizzontale viene posto in testa all'impianto per la rimozione di sostanze organiche, dei solidi sospesi e per la denitrificazione. A valle è presente un piccolo sistema a flusso sommerso verticale per la ulteriore rimozione delle sostanze organiche e dei solidi sospesi e per realizzare il processo di nitrificazione dell'ammonio a nitrato. Il posizionamento a valle del sistema VF ne consente una maggiore protezione contro indesiderati fenomeni di intasamento.

Nei sistemi VF però, non sussistono le condizioni più adatte alla realizzazione del processo di denitrificazione (assenza di ossigeno), per cui per ottenere questo risultato può essere necessario prevedere un sistema di ricircolo dell'effluente al serbatoio di alimentazione dell'intero impianto, a monte del sistema HF (Vymazal, 2008; Masi et al., 2007). In alternativa al ricircolo può essere previsto un ulteriore stadio HF, a valle del sistema VF, appositamente inserito per realizzare il processo di denitrificazione.

La Figura 18 illustra lo schema impiantistico costituito da un sistema a flusso sommerso orizzontale, seguito da un sistema a flusso sommerso verticale, articolato su due vasche alimentate in modo alternato discontinuo. Il vantaggio più considerevole di questa configurazione rispetto alle altre tipologie impiantistiche, è il ridotto impiego di superficie. La presenza di un letto HF come primo stadio riduce fortemente il carico organico che va ad alimentare il letto verticale del secondo stadio; quest'ultimo necessita quindi di una superficie fortemente ridotta, non dovendo ossidare la componente organica. Si riduce altresì il rischio dell'occlusione superficiale che rappresenta il più frequente problema gestionale ed operativo per i sistemi verticali. Nel caso si preveda il riutilizzo dell'effluente, la scelta di questa configurazione è fortemente consigliata in situazioni con clima mediterraneo per la minore perdita evapotraspirativa che si riesce ad ottenere proprio con la minimizzazione dell'impiego di area superficiale (Masi et al., 2010).

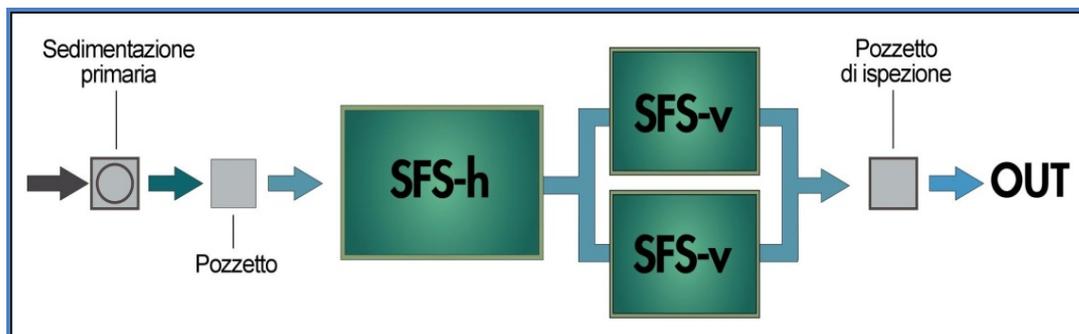


Figura 18 – Schema di un impianto di fitodepurazione ibrido HF + VF in serie

– **Sistema ibrido HF-VF ( o VF-HF) + FW**

I sistemi ibridi realizzati di recente comprendono in genere più di due stadi a diversa tipologia, ai quali segue molto spesso un sistema a flusso libero, generalmente a valle dell'intero impianto.

Lo stadio a flusso libero consente un netto miglioramento della qualità dell'effluente in termini di rimozione di azoto (Masi F., 2008) e fosforo, nonché di organismi patogeni. La concentrazione di sostanze organiche e solidi sospesi può invece subire incrementi attraverso il reattore, principalmente a causa della presenza di fitoplancton e crescita algale.

In figura 19 è illustrato il caso di un impianto costituito da un sistema a flusso sommerso orizzontale, seguito da un sistema a flusso sommerso verticale, e da un sistema a flusso libero.

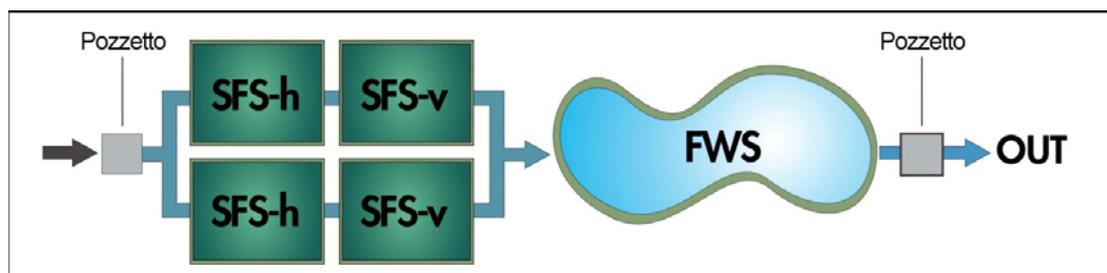


Figura 19 – Schema di un impianto di fitodepurazione ibrido HF+VF + FW in serie

– **Sistema di fitodepurazione per reti con acque grigie e nere separate, con obiettivi di riutilizzo delle acque**

In questo caso abbiamo una separazione delle acque di scarico ed un trattamento dimensionato in funzione delle caratteristiche chimiche delle diverse acque (acque nere e grigie).

Le acque grigie, caratterizzate da una maggiore biodegradabilità e da un minore contenuto di carica microbiologica, possono essere riutilizzate per diversi usi “meno nobili” (cassette di risciacquo dei WC, irrigazione di giardini e aree a verde, lavaggio dell'auto o di pavimenti, ecc.).

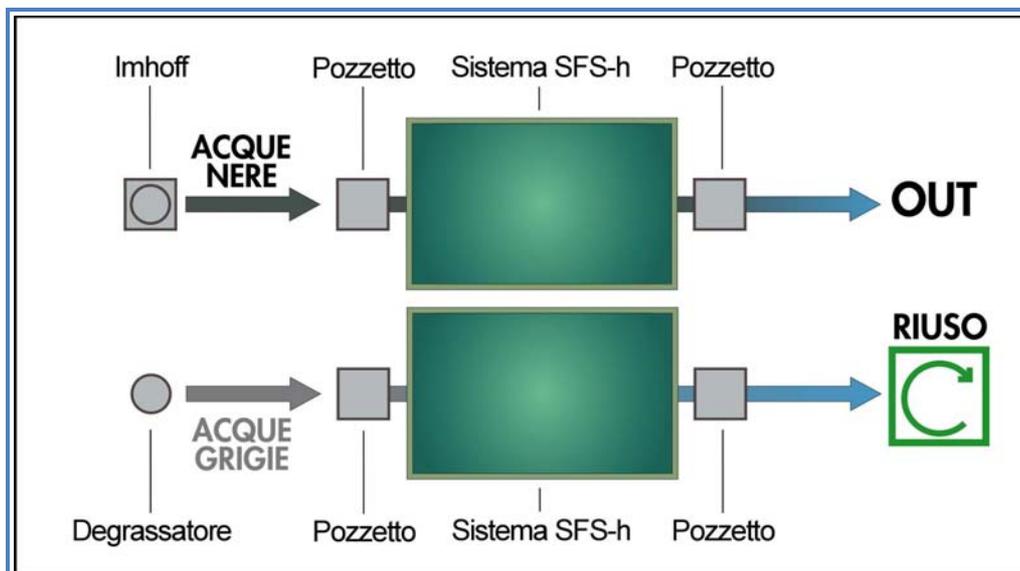


Figura 20 – Schema impianto di fitodepurazione con obiettivo di riutilizzo dell'acqua depurata

L'approccio di ottimizzazione del sistema depurativo in funzione della tipologia di scarico e riuso delle acque ha iniziato a diffondersi anche in Italia attraverso la realizzazione di alcune esperienze.

### 3.2 OBIETTIVI DEPURATIVI E DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento di un impianto di fitodepurazione dipende da una serie di parametri da determinare durante la fase di indagine preliminare. Dopo aver fissato gli obiettivi depurativi in funzione del recapito o dell'utilizzo finale del refluo ed aver scelto la tipologia depurativa e lo schema di impianto più adeguati, si può procedere al dimensionamento.

Nei paragrafi che seguono saranno illustrati i metodi e i criteri di dimensionamento e le caratteristiche di design di ciascuna tipologia di sistema di fitodepurazione.

In particolare gli elementi che devono essere considerati nella progettazione di ogni sistema di fitodepurazione sono:

- ❖ i trattamenti preliminari;
- ❖ il sistema di impermeabilizzazione;
- ❖ il dimensionamento;
- ❖ la configurazione geometrica dei bacini di contatto;
- ❖ la tipologia e le caratteristiche del *medium* di riempimento;
- ❖ i sistemi di alimentazione, raccolta e regolazione del flusso.

Le caratteristiche tecniche di alcuni di questi elementi risultano indipendenti o molto poco dipendenti dalla tipologia di sistema di fitodepurazione selezionato (come ad esempio il sistema di impermeabilizzazione e i pretrattamenti) mentre le caratteristiche di altri variano nettamente al variare del tipo di sistema (come ad esempio i sistemi di alimentazione, raccolta e regolazione).

I **sistemi di pre-trattamento** (trattamento preliminare e trattamento primario) sono inseriti nella filiera con il principale scopo di rimuovere la maggior parte dei solidi contenuti nel refluo. La scelta di un sistema di pretrattamento adeguato al tipo di liquame da trattare è fondamentale per garantire il funzionamento e la durata di un impianto di fitodepurazione.

Quando la fognatura è di tipo misto si deve prevedere un trattamento preliminare di **grigliatura**. Il trattamento primario deve essere tale da permettere la rimozione di almeno il 60% dei solidi sospesi

---

sedimentabili ed a questo scopo sono comunemente utilizzate vasche settiche tipo Imhoff, vasche settiche tricamerale, fino alle comuni vasche di sedimentazione primaria. Nel caso di impianti di fitodepurazione a servizio di utenze non allacciate alla fognatura è inoltre importante prevedere un trattamento di separazione degli oli e dei grassi delle acque grigie prima della confluenza con le restanti, al fine di migliorarne la rimozione e limitare la formazione di composti solidi nei trattamenti primari.

Per evitare fenomeni di inquinamento del sottosuolo, i bacini di fitodepurazione devono essere provvisti di adeguati **sistemi di impermeabilizzazione**. A tale scopo possono essere impiegate geomembrane sintetiche (PEAD, PVC, PP) o bentonitiche, di spessore variabile fra 0.5 e 2mm, e collegate tramite saldature o sormonti. La possibilità di utilizzare terreno argilloso, pur presentando indubbi vantaggi di tipo economico, è limitata dalla permeabilità del terreno stesso i cui valori devono essere molto bassi (indicativamente pari a  $K_s < 10^{-8}$  m/s, e con la quota di falda a non meno di un metro sotto la base del letto - Cooper, 1993). Infine, l'isolamento del sistema può essere realizzato anche ricorrendo a manufatti in cemento ma, per gli elevati costi di realizzazione e dismissione, nonché per motivi di sicurezza, di tenuta idraulica e, quindi, di compatibilità ambientale, tale modalità è sconsigliabile.

Il **materiale di riempimento** (o *medium di riempimento*) ha un ruolo fondamentale nell'efficienza depurativa di un impianto di fitodepurazione in quanto, oltre a fornire supporto alla vegetazione, svolge la funzione di filtro meccanico e chimico per alcune sostanze contenute nel refluo; per questo la scelta del tipo di medium è strettamente correlata alle caratteristiche del liquame che si deve depurare. Il medium di riempimento dovrà essere costituito da materiale il più possibile rotondeggiante omogeneo, proveniente da rocce compatte, resistenti, non gessose né gelive, non contenente elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili. Il materiale dovrà, inoltre, essere scevro da materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee.

Gli elementi relativi al dimensionamento, alla scelta della geometria delle vasche, alla selezione del medium di riempimento e alle caratteristiche dei sistemi di alimentazione, raccolta e regolazione relativi alle tipologie di sistemi di fitodepurazione più diffusi a livello nazionale, sono descritti con maggiore dettaglio nei paragrafi che seguono.

### 3.2.1 Sistemi HF

#### 3.2.1.1 Elementi di dimensionamento

In generale il modello di funzionamento dei sistemi a flusso sommerso orizzontale HF approssima un reattore di tipo plug-flow a biomassa adesa in cui le sostanze inquinanti sono degradate secondo cinetiche del primo ordine.

I metodi di dimensionamento più utilizzati sono: il metodo di Kadlec & Knight (1996), il Metodo di Reed, Crites & Middlebrooks (1995) e il metodo EPA – Environment Protection Agency (1993; 1999).

Il **metodo di Kadlec & Knight** prevede un decadimento del primo ordine per tutti i tradizionali contaminati: BOD, Solidi Sospesi Totali (SST), Fosforo Totale (TP), Azoto ammoniacale ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ), Azoto Nitrico ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ), Coliformi Fecali (FC). Il modello risulta essere quasi del tutto indipendente dalla temperatura e tiene conto dell'eventuale flusso di materia dal substrato verso la colonna d'acqua.

Tale metodo si presenta di facile applicabilità ma poco sensibile al variare delle condizioni climatiche dell'area di intervento, soprattutto in considerazione del fatto che i processi biologici presentano generalmente una forte dipendenza dalla temperatura.

Secondo il **metodo di Reed, Crites & Middlebrooks**, BOD, azoto ammoniacale e azoto nitrico sono rimossi secondo una cinetica del primo ordine, mentre per SST, fosforo e coliformi fecali sono proposte equazioni di rimozione basate su operazioni di regressioni sui dati reali contenuti nel database del nord america (Knight et al., 1993).

Per quanto riguarda l'abbattimento dei microrganismi patogeni, gli autori propongono la stessa equazione di dimensionamento valida per gli stagni di stabilizzazione, essendo i meccanismi di rimozione del tutto analoghi. Tale assunzione può essere discutibile, ma in ogni caso, sulla base dei dati sperimentali, i risultati che ne derivano risultano abbastanza conservativi, soprattutto in corrispondenza di bassi valori di temperatura. In generale, i sistemi di fitodepurazione consentono un abbattimento dei parametri microbiologici molto elevato, spesso superiore al 95%.

Anche l'Agenzia di protezione ambientale americana **USEPA (United States Environmental Protection Agency)** nel 1993 e successivamente nel 1999 ha suggerito di descrivere il funzionamento dei sistemi HF utilizzando il modello di reattore plug-flow e cinetiche di rimozione del primo ordine.

### 3.2.1.2 Geometria delle vasche

La forma di una vasca a flusso sommerso orizzontale deve essere necessariamente rettangolare; mentre la pendenza del fondo del letto può variare dall'1 al 5%.

**L'area superficiale** risulta determinata dai risultati del dimensionamento, eseguito utilizzando le equazioni citate al paragrafo precedente.

**L'area trasversale minima**, necessaria a smaltire la portata di refflu di progetto, può essere calcolata con l'equazione di Darcy<sup>18</sup>.

L'USEPA consiglia di garantire una sezione trasversale con area tale da non superare il valore di 0,2 Kg BOD<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> al giorno per il carico organico per unità di superficie trasversale, allo scopo di evitare pericoli di intasamento del medium nella parte iniziale del letto.

Una volta stabiliti i valori dell'area superficiale e dell'area trasversale, deve essere selezionata la **geometria del bacino**, ovvero: la profondità, la larghezza e la lunghezza.

La **profondità** del bacino dipende sostanzialmente dal tipo di specie vegetale selezionata, ovvero dallo sviluppo (profondità) del suo apparato radicale. Sulla base del valore dell'area trasversale e della profondità di sviluppo dell'apparato radicale delle piante è possibile stabilire i valori di larghezza e profondità del bacino.

Per quanto riguarda le dimensioni in pianta, un adeguato valore del rapporto fra larghezza e lunghezza del bacino riduce il rischio che possa verificarsi un corto circuito idraulico, che comporterebbe la riduzione del tempo di residenza idraulica rispetto a quella di progetto e quindi dell'efficienza depurativa.

Il **rapporto L/W** può variare notevolmente, nel rispetto delle indicazioni riportate, da un minimo di 0,5 ad un massimo di 3.

La **larghezza** del bacino deve comunque essere tale da assicurare una uniforme distribuzione del refflu su tutta la sezione di ingresso, compatibilmente con il sistema di alimentazione scelto. In caso si ottenga un valore di larghezza eccessivo è consigliabile suddividere lo stadio di trattamento in più letti in parallelo.

D'altra parte il rapporto tra la profondità del letto e la sua lunghezza permette di individuare il massimo gradiente idraulico disponibile, affinché ci sia un movimento netto del liquame dall'entrata verso l'uscita senza ritorni o ristagni di flusso.

18

$A_t = \frac{Q_s}{k_f \cdot \frac{dh}{ds}}$	<p><b>A<sub>t</sub></b> = area trasversale (m<sup>2</sup>);  <b>Q<sub>s</sub></b> = Portata media del refflu (m<sup>3</sup>/s);  <b>k<sub>f</sub></b> = Conducibilità idraulica del medium di riempimento (m/s);  <b>dh/ds</b> = pendenza del fondo vasca (m/m);  <b>h</b> = profondità del letto (m);  <b>s</b> = lunghezza del letto (m).</p>
---	---

La **lunghezza** del letto non dovrà essere eccessiva in modo tale da evitare che l'altezza del bacino alla sezione di ingresso risulti troppo limitata e che l'altezza del bacino alla sezione di uscita sia compatibile con la profondità massima raggiungibile dall'apparato radicale delle piante prescelte. Sono d'altra parte sconsigliati bacini con uno sviluppo in lunghezza troppo limitato (indicativamente inferiore a 4 m).

### 3.2.1.3 Medium di riempimento

Nei sistemi a flusso sommerso orizzontale deve essere assicurata una conducibilità idraulica di almeno 100 m/g; è quindi sconsigliato l'utilizzo di terreno vegetale, mentre si utilizza comunemente la ghiaia di granulometria variabile, pulita e lavata. Per individuare le miscele più adatte oltre al calcolo della curva granulometrica sono effettuate delle prove di porosità e di conducibilità idraulica.

In Tabella 1 sono riportate le caratteristiche (dimensione grani, porosità e conducibilità idraulica) di alcuni medium di riempimento, utilizzati per sistemi a flusso sommerso.

**Tabella 1** – *Caratteristiche di alcuni medium di riempimento usati per impianti a flusso sommerso (Nuttal et al., 1997, modificato)*

<i>Tipologia</i>	<i>Dimensione grani (mm)</i>	<i>Porosità (%)</i>	<i>Conducibilità idraulica (Ks = m/d)</i>
Sabbia	1-2	30-32	420-480
Ghiaia	8-16	35-38	500-800
Pietrisco	32-128	40-45	1200-1500

Nei sistemi a flusso sommerso orizzontale è generalmente utilizzata ghiaia del diametro medio compreso tra 4 e 16 mm; è consigliabile inoltre l'impiego di pietrisco di almeno 80 -120 mm per una lunghezza di almeno 1 m dalla sezione di ingresso, per evitare fenomeni di intasamento.

Generalmente il medium prescelto è disposto in modo uniforme all'interno del letto, per uno spessore direttamente correlato alla profondità delle radici dell'essenza vegetale impiegata. Sono accettabili variazioni della granulometria in senso longitudinale; sono, invece, sconsigliabili in senso altimetrico, per evitare che si possano creare delle vie di scorrimento preferenziali del refluo con conseguente riduzione dei tempi di ritenzione stimati in fase di progetto.

### 3.2.1.4 Sistemi di alimentazione, regolazione e raccolta

Se l'area è posta ad una quota inferiore allo scarico, il sistema HF può essere alimentato in modo continuo e per gravità. Il **sistema di alimentazione** può essere realizzato in diversi modi, fra cui i più comuni sono:

- un canale a pelo libero, che alimenta a stramazzo la vasca in diversi punti.
- una tubazione forata (o con elementi di distribuzione a T), collocata superficialmente o immersa nel medium di riempimento.

Indipendentemente dal sistema che si intende adottare è importante garantire una **distribuzione del flusso uniforme lungo tutta la larghezza del bacino** e rendere il sistema ispezionabile per l'eventuale pulizia dello stesso. In corrispondenza della sezione di ingresso nel bacino deve essere realizzato un vespaio di materiale inerte di grossa pezzatura, largo almeno 1 m, in modo da limitare al massimo gli intasamenti nella zona di ingresso che potrebbero instaurare linee di flusso preferenziali all'interno del letto.

La larghezza del sistema di alimentazione è in genere uguale alla larghezza della vasca; per vasche molto larghe (maggiori di 15 m) può risultare conveniente realizzare due o più moduli uguali di sistemi di alimentazione, ripartendo equamente il refluo tra le varie linee mediante un pozzetto di ripartizione.

---

I **sistemi di uscita** sono spesso realizzati con una tubazione drenante posta sul fondo, al piede della scarpata del bacino nella sezione di scarico, per tutta la sua larghezza e collegata con una tubazione ad un pozzetto in cui è alloggiato un dispositivo che garantisce la **regolazione** del livello idrico all'interno del sistema mediante tubi comunicanti posti sul fondo.

Per la realizzazione del drenaggio sono comunemente usate tubazioni per condotte di scarico in materiali plastici quali PE o PVC, mentre alcune componenti talvolta possono essere anche in metallo. Se si usano tubazioni in PVC il sistema di alimentazione viene realizzato incollando tra loro le diverse componenti. Le tubazioni in PE consentono invece, molteplici sistemi di giunzione; il più usato è la saldatura dei giunti testa a testa, mentre di più semplice realizzazione ma meno economico, è l'uso di raccordi a compressione tipo Plasson.

### 3.2.2 Sistemi VF

#### 3.2.2.1 Elementi di dimensionamento

Il dimensionamento dei sistemi a flusso sommerso verticale è eseguito in base alla richiesta di ossigeno necessario per l'ossidazione del BOD<sub>5</sub> e dell'ammonio contenuti nel refluo da trattare. Considerando un corretto valore del coefficiente di areazione superficiale è possibile calcolare l'area superficiale del sistema, aumentandola del 25% in via cautelativa. In letteratura il valore del coefficiente di areazione superficiale risulta pari a 30 grammi di O<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> di superficie (Brix, 1998).

Il fabbisogno di ossigeno per l'ossidazione del BOD<sub>5</sub> è pari a 1.0 Kg di O<sub>2</sub> per Kg di BOD<sub>5</sub>, mentre per l'ammonio sono necessari 4.3 Kg di O<sub>2</sub> per Kg di NH<sub>4</sub><sup>+</sup> da ossidare (Cooper, 1996), sulla base della stechiometria della reazione complessiva di ossidazione e sintesi del processo di nitrificazione biologica:



Per cui l'area superficiale di un sistema VF può essere determinata utilizzando la seguente espressione:

$$A_s = 1.25 \cdot \frac{\text{OD}}{K_a}$$

dove OD (Oxygen Demand) è il fabbisogno di ossigeno calcolato e K<sub>a</sub> è il coefficiente di areazione superficiale.

Il calcolo della richiesta di ossigeno proposto da C. Platzer nel 2000, tiene conto di:

- rimozione del COD dell' 85 %
- consumo di ossigeno di 0.7 g O<sub>2</sub>/g COD.
- richiesta di ossigeno per la nitrificazione calcolata con 4.3 g O<sub>2</sub>/g TKN.
- recupero di ossigeno per denitrificazione di 2.9 g O<sub>2</sub>/g NO<sub>3</sub>-Ndenitr assumendo una denitrificazione del 10%.

Nelle "Linee Guida" tedesche per la realizzazione di sistemi verticali per utenze civili (ATV, 1998), è indicato il valore massimo di 50 g/m<sup>2</sup>/giorno per il carico organico in ingresso al sistema espresso come COD.

#### 3.2.2.2 Geometria delle vasche

Per i sistemi a flusso verticale non esistono particolari vincoli nella scelta della forma del bacino, a differenza di quanto accade per i sistemi a flusso orizzontale. L'importante è assicurare una uniforme distribuzione del liquame su tutta la superficie. Tale condizione può essere garantita attraverso la

---

disposizione di sistemi di distribuzione dotati di un certo grado di simmetria; di conseguenza anche la forma della vasca dovrà possedere caratteristiche di simmetria analoghe.

Al fine di massimizzare i rendimenti depurativi è necessario alimentare il sistema in modo discontinuo, lasciando tra una carica e l'altra il tempo adeguato per la percolazione del liquame e la successiva areazione. Soprattutto per impianti di dimensioni significative può essere importante garantire un funzionamento continuo prevedendo la possibilità di frazionamento del sistema in più vasche o settori alimentati in modo alternato.

### *3.2.2.3 Medium di riempimento*

Riguardo la scelta ottimale del medium di riempimento per i sistemi a flusso sommerso verticale esistono diverse teorie, tutte supportate da dati di monitoraggio. Ad esempio nei sistemi VF di tipo anglosassone, si utilizza ghiaia media (8 –16 mm) mentre in quelli di tipo tedesco si usa sabbia grossolana (0-3 mm), preferibilmente di fiume e lavata per evitare che le parti fini intasino gli interstizi.

Il medium di riempimento può essere costituito unicamente da sabbia, oppure può prevedere la disposizione di più strati di inerti di granulometria diversa. I processi depurativi sono in ogni caso a carico dello strato di sabbia, mentre i materiali con granulometria più grossolana hanno prevalentemente una funzione di miglioramento delle caratteristiche idrauliche.

In superficie è consigliabile disporre uno strato di ghiaia, con uno spessore minimo di 10 cm (e comunque dipendente dal sistema di alimentazione scelto), a granulometria medio-fine per ottenere una più efficace distribuzione del refluo su tutto lo strato di sabbia sottostante; sul fondo è invece importante prevedere uno strato di almeno 15 cm di ghiaia grossolana (25-50 mm), per evitare che i grani di sabbia ostruiscano il sistema di drenaggio. Lo strato di sabbia dovrà essere sufficientemente spesso da permettere al suo interno lo sviluppo delle radici della specie vegetale prescelta e, comunque, non inferiore a 30 cm .

Particolarmente importante risulta l'esame qualitativo del materiale di riempimento al momento della fornitura. La sabbia dovrà essere scevra da materie terrose o organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto, derivante da rocce con alta resistenza alla compressione, eventualmente lavata per l'eliminazione di sostanze nocive. A seguito di prove di decantazione in acqua la perdita in peso non dovrà superare il 2%.

### *3.2.2.4 Sistemi di alimentazione, regolazione e raccolta*

L'alimentazione dei sistemi verticali è alla base del buon funzionamento e dell'efficienza depurativa dei sistemi VF. L'alimentazione deve essere discontinua e l'intervallo minimo tra un'alimentazione e l'altra deve essere fissato in base alle caratteristiche del medium di riempimento prescelto.

La modalità di alimentazione discontinua richiede l'utilizzo di un sifone di cacciata o, molto più spesso, di un sistema di pompaggio. I sifoni generalmente utilizzati, perché più adatti alle caratteristiche di reflui civili, sono quelli di tipo "Milano". Le pompe comunemente utilizzate sono centrifughe sommergibili, con girante monocanale o a vortice con girante arretrata, adatte alla gestione di acque contenenti solidi sospesi anche di grandi dimensioni. Per sistemi di taglia più grande è consigliabile l'utilizzo di sistemi di sollevamento separati per ogni vasca, oppure il ricorso ad una modalità di alimentazione dei letti alternata, realizzabile tramite l'impiego di elettrovalvole e di una centralina di comando.

Un'alternativa ai sifoni, sempre "energy free", è costituita dai "tipping bucket", in cui l'alimentazione discontinua è garantita da una tramoggia basculante che, riempiendosi, scarica la portata voluta. Si tratta comunque di sistemi adatti all'alimentazione di vasche piccole e per l'utilizzo in impianti di taglia piccola (inferiori a 100-200 A.E.).

---

Il **sistema di alimentazione** delle vasche deve garantire una uniforme distribuzione del refluo sulla superficie. La conformazione geometrica dovrà, quindi, essere caratterizzata da un alto grado di simmetria, in modo che ogni punto di immissione del refluo vada ad alimentare un'area del sistema della stessa estensione. Generalmente i sistemi di alimentazione di impianti VF vengono realizzati tramite tubazioni in PE o PVC per condotte di scarico. L'uscita del refluo può avvenire attraverso apposite bocchette (realizzabili, ad esempio, con delle curve a 90°), oppure praticando dei forellini di 2-4 mm sulla parte inferiore delle tubazioni.

Il **sistema di raccolta** delle acque trattate nei sistemi VF, analogamente a quello dei sistemi HF, è realizzato posizionando una tubazione microforata (o un sistema di tubazioni) sul fondo del bacino e assicurando una pendenza minima (1-2%) del fondo verso essa, per favorire l'allontanamento dell'effluente.

### **3.2.3 Sistemi a flusso libero**

Con i sistemi a flusso libero (FW) si intende ricreare le caratteristiche idrauliche, vegetazionali, ambientali e i processi biologici propri delle zone umide naturali. Si tratta quindi di sistemi con un forte indice di naturalità, difficilmente standardizzabili sia dal punto di vista delle metodiche di dimensionamento che del design.

Il design di un sistema a flusso libero deve essere elaborato caso per caso tramite un approccio multidisciplinare, in relazione alle condizioni climatiche ed edafiche del sito di intervento, oltre agli obiettivi depurativi ed alla tipologia di acqua da trattare.

#### **3.2.3.1 Elementi di dimensionamento**

Per i sistemi a flusso superficiale i criteri da considerare durante la progettazione sono riassunti nelle pubblicazioni di Vismara (2000) e Borin e Marchetti (1997), in cui sono sintetizzati i parametri esposti nelle principali pubblicazioni internazionali, in particolare i già citati Reed, Kadlec & Knight e USEPA. In particolare devono essere considerati i seguenti parametri progettuali:

- carico organico in ingresso;
- portata idraulica media giornaliera;
- profondità del bacino;
- rapporto tra lunghezza e larghezza del bacino;
- tempo di ritenzione idraulica nel sistema;
- rapporto fra aree piantumate e specchi d'acqua liberi (acqua profonda);
- configurazione del sistema (bacini in serie o in parallelo).

A titolo indicativo, in Tabella 2 sono riportati i valori indicati in letteratura per i principali parametri progettuali di questi sistemi (Vismara, 2000; Crites, 1994).

**Tabella 2** – Valori caratteristici dei parametri progettuali per sistemi a flusso libero

Parametro progettuale	U.D.M	Valore medio
Tempo di residenza idraulica	giorni	5-14
Carico organico massimo (BOD <sub>5</sub> )	Kg/ha/giorno	80
Profondità dell'acqua	m	0,15 – 0,8
Superficie del bacino	m <sup>2</sup> / A.E.	4- 40 (> 20 -Trattamento secondario)
Rapporto lunghezza/larghezza	---	2:1 – 10:1
Rapporto specchio d'acqua/area vegetata	%	40-60

Qualora si intenda procedere al dimensionamento applicando equazioni cinetiche, può essere utilizzato il metodo di Reed (1995), basato sulla rimozione biologica dei principali parametri (BOD<sub>5</sub>, ammoniaca e nitrati), assumendo le costanti cinetiche indicate dallo stesso (Reed, 1995).

Anche in questo caso attraverso le opportune sostituzioni si ricava l'area superficiale richiesta al sistema a flusso libero.

Nel caso in cui si faccia ricorso ai sistemi a flusso libero come post-trattamento di impianti a fanghi attivi, è consigliabile avere in ingresso una zona di sedimentazione per "tamponare" eventuali fughe di fanghi dalla vasca di sedimentazione secondaria e creare delle zone di filtrazione dell'effluente realizzando dei tratti a flusso sommerso con *medium* di riempimento molto piccolo, in cui sono poste a radicare macrofite emergenti.

L'utilizzo di sistemi a flusso libero come stadio di trattamento finale può avere uno o più obiettivi diversi, dai quali dipendono anche alcune scelte di design:

- completamento della denitrificazione;
- disinfezione finale;
- ossigenazione del refluo, prima della sua restituzione all'ambiente;
- filtrazione per la rimozione dei solidi sospesi residui;
- adsorbimento metalli pesanti;
- miglior inserimento ambientale;
- ricreazione di habitat acquatici o fluviali;
- completamento della depurazione ed accumulo per scopi di riutilizzo (irrigazione, servizio antincendio, etc).

### 3.2.3.2 Geometria delle vasche

Le geometrie e le forme utilizzabili nel design di un sistema FW sono numerose, in quanto l'obiettivo primario è ricostruire un habitat che si evolverà in modo completamente naturale e autonomo, garantendo l'instaurarsi progressivo di un'elevata biodiversità. Inoltre, molto spesso, ad influenzare la forma generale e la configurazione del sistema, è la morfologia dell'area di intervento.

Non esistono dati analitici che permettano di privilegiare una forma rispetto ad un'altra in termini di effetti depurativi. In ogni caso devono essere considerati attentamente gli effetti di ogni scelta di design in termini di perdite di carico, di cortocircuiti idraulici, di erosione o di interrimento delle sezioni longitudinali e trasversali del sistema.

In generale in un sistema a flusso libero si possono distinguere le seguenti zone funzionali:

- 
- zona di immissione;
  - specchi di acqua libera più profondi privi di vegetazione;
  - zona litoranea vegetata (anche isole) e argini;
  - zone filtranti vegetate;
  - soglie e stramazzi;
  - zona di uscita.

Uno dei parametri di design più importanti in relazione al funzionamento idraulico ed agli effetti depurativi di questi sistemi è il rapporto tra lunghezza e larghezza della zona umida, definito generalmente come Aspect Ratio (AR). I sistemi FW esistenti presentano valori di AR compresi tra 1 e 90, ma il rapporto migliore è compreso tra 4:1 e 10:1, come sostenuto in diverse pubblicazioni scientifiche (Knights, 1987; Gearheart, 1992; Hammer, 1989; NSW, 1998). Rapporti maggiori di 10:1 possono essere adottati attraverso l’inserimento di zone di redistribuzione del flusso (ad esempio zone ad acqua profonda) e tramite un’accurata definizione del profilo idraulico del sistema.

Spesso i sistemi a flusso libero sono costituiti da una serie di celle funzionali con lo scopo di minimizzare il rischio di cortocircuiti idraulici e quindi di migliorare le rese depurative del sistema. La realizzazione di diverse celle in serie, possibilmente con l’alternanza di sistemi filtranti a flusso sommerso, consente inoltre un miglior rendimento nell’abbattimento della carica batterica.

La pendenza di un sistema a flusso libero deve essere piuttosto costante lungo la direzione di scorrimento principale, compreso tra 0,3 e 2%. In senso trasversale, invece, si consiglia di adottare altimetrie e pendenze variabili, in modo da favorire l’attecchimento di specie vegetali diverse (che richiedono “altezze bagnate” diverse).

L’alternanza di **zone ad acqua libera** a **zone vegetate** è un fattore molto importante nel design di un sistema a flusso libero. Le zone ad acqua libera, prive di vegetazione emergente, servono per facilitare molti processi naturali tra cui la riduzione di cortocircuiti idraulici, la disinfezione tramite raggi UV, la riossigenazione, la sedimentazione delle particelle più fini, la miscelazione della colonna d’acqua e la riduzione di zone stagnanti. Se un sistema FW è applicato come post-trattamento finalizzato alla rimozione di SST, carico organico e microbiologico possono essere utilizzati rapporti compresi fra 1:3 e 1:5. Nel caso in cui l’obiettivo sia la rimozione dei nutrienti sono indicati rapporti più elevati, riducendo al minimo gli specchi d’acqua. Al contrario, se l’obiettivo principale è la riduzione della carica microbiologica, risulta conveniente massimizzare la superficie degli specchi d’acqua e prevedere l’alternarsi di settori a flusso libero con settori a flusso sommerso.

Le zone ad acqua libera dovranno avere profondità variabili tra 1,2 e 2,5 m per prevenire la colonizzazione di piante macrofite emergenti e favorire la diffusione di specie sommerse o galleggianti. La profondità dell’acqua delle zone vegetate deve tener conto dell’ecologia delle piante selezionate.

I **letti filtranti** vegetati sono realizzati seguendo la filosofia dei sistemi a flusso sommerso, particolarmente indicati per ottenere sia la sedimentazione dei solidi sospesi mediante filtrazione sia un’efficace abbattimento della carica batterica grazie all’alternarsi con zone a flusso superficiale.

L’inserimento di **isole e zone emerse** può migliorare l’efficienza idraulica del sistema e può funzionare come elemento di diversione dei flussi; il suolo dell’isola dovrà essere almeno 30 cm più alto del livello standard del pelo libero.

L’inserimento di **soglie e stramazzi** può essere un valido elemento di passaggio tra una zona e l’altra del FW, in quanto permette da un lato di guadagnare quota mantenendo pendenze più elevate nei vari settori e dall’altro di migliorare l’ossigenazione dell’acqua trattata.

### 3.2.3.3 *Medium di riempimento*

Il fondo di un sistema FW, una volta impermeabilizzato, deve essere ricoperto con uno strato di terreno vegetale dell'altezza di 20-40 cm la cui funzione è quella di consentire l'attecchimento delle essenze vegetali e di fornire una protezione meccanica al sistema di impermeabilizzazione.

Il terreno vegetale da utilizzare dovrà essere privo di radici, erbe infestanti, ciottoli e sassi; inoltre non deve contenere elevate quantità di argille. I suoli con tessitura da sabbiosa a limosa e con alto contenuto organico sono i più favorevoli allo sviluppo e alla rapida propagazione della vegetazione.

Per quanto riguarda invece gli inerti di riempimento da utilizzare nelle zone filtranti, valgono le stesse considerazioni formulate per i sistemi a flusso sommerso orizzontale.

### 3.2.3.4 *Impermeabilizzazione*

Nel caso di utilizzo di un sistema a flusso libero come post-trattamento di un impianto di depurazione, al fine di evitare l'infiltrazione delle acque nel suolo, si deve ricorrere a sistemi di impermeabilizzazione con gli stessi requisiti di permeabilità dei sistemi a flusso sommerso.

La realizzazione di questi sistemi su terreni argillosi a bassa permeabilità e/o l'utilizzo di un substrato argilloso se da una parte è la scelta più sostenibile, dall'altro deve essere limitata solo ai casi in cui la permeabilità del terreno è molto bassa, indicativamente con  $K_s < 10^{-8}$  m/s e la quota della falda oltre 1 metro sotto la base del sistema.

Nel caso in cui comunque si utilizzi argilla per impermeabilizzare il sistema, questa deve essere posta in opera su due strati ben compattati, di altezza minima totale pari a 30 cm.

In genere il ricorso a manti sintetici, con spessore variabile da 0,5 a 2 mm, costituisce la scelta più economica (ma meno ecologica) e che garantisce una perfetta tenuta del bacino; la facilità della posa in opera dipende però dalle geometrie e dal design del sistema.

Nel caso di presenza della falda si deve comunque richiedere l'intervento di un geologo per quantificare la possibile sottospinta idraulica e valutare le opere necessarie a mitigare gli effetti conseguenti.

### 3.2.3.5 *Sistemi di alimentazione, regolazione e raccolta*

L'immissione del refluo deve essere progettata con l'obiettivo di ottenere una buona distribuzione del flusso lungo l'intera larghezza della zona iniziale. Inoltre, la velocità del refluo in ingresso deve essere contenuta per facilitare lo sviluppo delle piante e limitare al massimo i fenomeni di erosione. Come sistemi di alimentazione si possono utilizzare:

- tubazioni in PE o PVC per gli scarichi provviste di idonee sezioni di uscita (analoghe ai dispositivi di alimentazione di sistemi HF) superficiali o immerse in un letto ghiaioso;
- canalette di distribuzione con soglia stramazzante;
- stramazzo da canale o tubazione su zona profonda.

La maggior parte dei solidi sospesi dovrebbe essere rimossa nella zona di ingresso del sistema. Per questo è consigliabile che sia progettata con profondità adeguata (le "Linee Guida" dell'EPA, al riguardo, consigliano profondità medie di 1 m) e con un tempo di ritenzione scelto in base ai valori in ingresso del parametro ed agli obiettivi depurativi.

I dispositivi di uscita dell'acqua in un sistema a flusso libero svolgono le seguenti funzioni:

- regolazione dei livelli idrici,
- consentire i prelievi per il campionamento,

- 
- consentire, se richiesto, lo svuotamento completo dell'area umida o delle celle che la compongono.

Al fine di minimizzare la possibilità che si verifichino fenomeni di intasamento del sistema di uscita è consigliabile prevedere una zona ad acqua profonda prima del dispositivo di uscita, per consentire una redistribuzione dei flussi. Al fine di bloccare le biomasse vegetali contenute nell'effluente è opportuno prevedere un sistema di filtrazione finale realizzato con un letto di ghiaia grossolana (o con una griglia a maglie larghe).

La raccolta delle acque può essere realizzata ricorrendo a una tubazione microforata per il drenaggio o attraverso l'installazione di apposito pozzetto drenante o di una soglia a stramazzo.

Al fine di consentire lo svuotamento e la regolazione idraulica dei bacini e delle loro sottozone, necessari in fase di avvio del sistema e per la sua gestione, devono essere previsti manufatti di regolazione dei livelli e by-pass quali palancole, paratoie, stramazzi regolabili, scarichi di fondo, etc.



---

## 4 LE SPECIE VEGETALI

Le specie vegetali utilizzate nei sistemi di depurazione naturale sono piante che vivono normalmente nelle zone umide (piante acquatiche e idrofile), adattate a crescere in suoli parzialmente o perennemente saturi d'acqua.

Le piante costituiscono il primo anello di tutte le catene biologiche dell'ambiente subaereo, grazie alla clorofilla che permette loro di trasformare l'energia solare in energia chimica, utilizzabile da tutti gli esseri viventi. Per esplicare questa fondamentale funzione i vegetali superiori necessitano di un ambiente tale da garantire la disponibilità di luce, di acqua e degli elementi chimici necessari ad operare le sintesi organiche.

Pertanto, nei sistemi di fitodepurazione il substrato, le caratteristiche chimiche delle acque reflue e le condizioni climatiche rappresentano gli elementi fondamentali che influiscono sulla componente vegetale. Le piante utilizzate nei sistemi di fitodepurazione posseggono la capacità di catturare l'ossigeno attraverso l'apparato fogliare e di condurlo, lungo il fusto, fino alle radici. Sono piante autoctone, per lo più erbacee perenni, capaci di adattarsi a condizioni di saturazione e di eutrofizzazione con uno sviluppo sotterraneo.

### 4.1 Funzione della vegetazione

La vegetazione svolge diverse funzioni, ripartite tra le diverse componenti strutturali. La parte sommersa delle piante acquatiche esplica la duplice funzione di filtro e di supporto per la popolazione microbica. Ulteriori funzioni svolte dalla vegetazione sono la riduzione del volume del refluo attraverso l'assorbimento radicale e la traspirazione fogliare, l'assorbimento e l'asportazione di fitonutrienti e di elementi tossici, la filtrazione del refluo (Borin, Tocchetto, 2007).

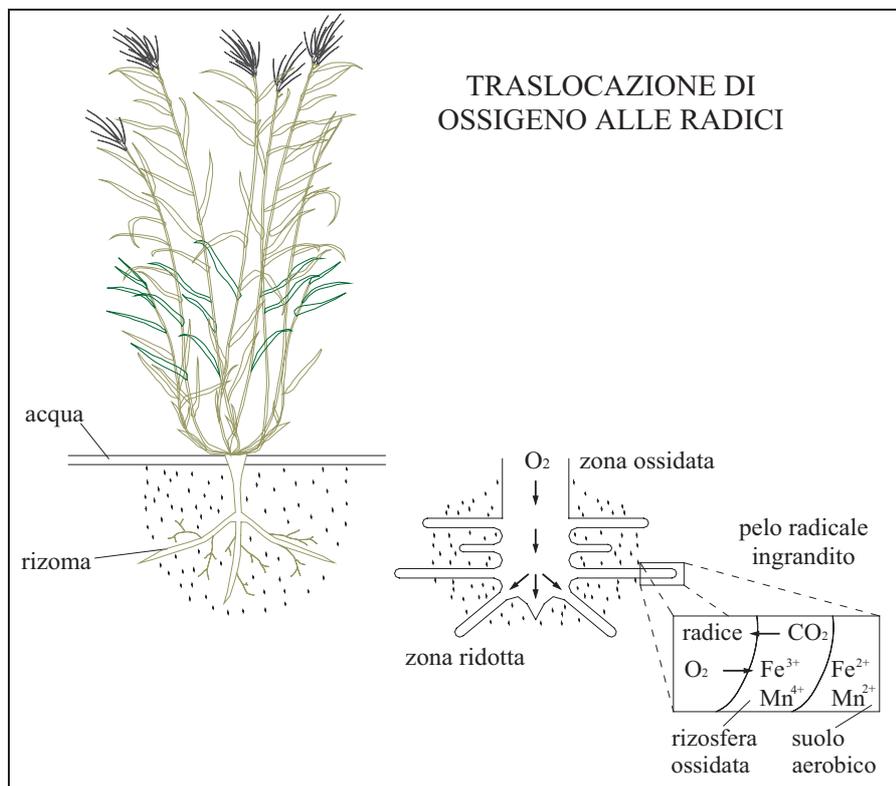
Le piante acquatiche (ad es. *Phragmites* spp. e *Typha* spp.) hanno sviluppato nel tempo particolari tessuti interni, gli aerenchimi, che consentono il trasporto dell'ossigeno dalle parti aeree alla rizosfera, garantendo l'instaurarsi di microzone aerobiche in un ambiente prevalentemente anaerobico (Figura 21).

In questo modo è favorito lo sviluppo di diverse famiglie di microrganismi aerobi nella rizosfera ed anaerobi nell'ambiente limitrofo, dove l'ossigenazione è praticamente assente.

In relazione all'entità dell'ossigeno trasferito alle radici non esistono valori uniformi in letteratura, in quanto tale processo è influenzato da molti fattori quali, ad esempio, la densità delle piante, le caratteristiche di permeabilità radicale o la temperatura esterna. Alcuni autori segnalano un rilascio di ossigeno da parte delle radici di *Phragmites australis* variabile, che oscilla da 0,02 g/m<sup>2</sup>/d a 45 g/m<sup>2</sup>/d (Reed & Brown, 1992).

La contemporanea presenza di condizioni aerobiche, anaerobiche ed anossiche è fondamentale per lo sviluppo di diverse famiglie di microrganismi che consentono l'ossidazione della sostanza organica, l'ammonificazione, la nitrificazione, la denitrificazione dell'azoto. L'azione depurante della vegetazione si esplica, inoltre, per assunzione attraverso l'apparato radicale di azoto, fosforo e altri microelementi.

Inoltre, intorno ai rizomi si formano dei microecosistemi molto efficienti e capaci di eliminare gli elementi estranei, come ad esempio i microrganismi patogeni (Brix, 1994; Vretare, 2000).



**Figura 21** – Meccanismi di distribuzione dell'ossigeno a livello radicale in alcune piante elofite

Il ruolo svolto dalle macrofite all'interno dei sistemi di depurazione naturale è riassunto in Tabella 3.

**Tabella 3** – Ruolo delle macrofite

Parte aerea	Parte sommersa	Apparati radicali e rizomi
attenuazione della luce	funzione di supporto per i microrganismi	stabilizzazione della superficie e, quindi, controllo dell'erosione
influenza sul microclima	rilascio di ossigeno fotosintetico	prevenzione di infiltrazione nei sistemi a flusso sub-superficiale verticale
riduzione della velocità del vento	assunzione dei nutrienti	assunzione di nutrienti
funzione estetica	effetto filtrante per i detriti	rilascio di antibiotici
riserva di nutrienti	riduzione della velocità della corrente	

---

## 4.2 Selezione della vegetazione

La selezione delle specie vegetali deve essere effettuata tenendo conto di molteplici aspetti, quali le condizioni climatiche del sito in cui si intende realizzare l'impianto di fitodepurazione, le caratteristiche delle acque reflue da trattare, la qualità richiesta dell'effluente.

La vegetazione più adatta al sistema di fitodepurazione proposto dovrà essere selezionata in relazione all'adattabilità alle condizioni di saturazione del terreno, al potenziale di crescita dell'apparato radicale e di capacità di trasporto dell'ossigeno, all'elevata capacità di attività fotosintetica, alla resistenza ad elevate concentrazioni di inquinanti, alla resistenza alle malattie, alla semplicità di gestione (messa a dimora, propagazione, raccolta, ecc.)

La scelta delle specie vegetali dovrà essere effettuata anche tenendo conto di eventuali problemi relativi all'eccessivo sviluppo di alcune di esse, che possono risultare infestanti, compromettendo la funzionalità degli ambienti acquatici in cui si sviluppano.

Le specie vegetali utilizzate nei sistemi di depurazione naturale precedentemente descritti, appartengono prevalentemente a specie erbacee che, in relazione all'ambiente di crescita, possono essere suddivise in **idrofite** e **macrofite emergenti** o **elofite**.

Le **idrofite** sono piante acquatiche perenni le cui gemme si trovano sommerse o natanti ( es. *Lemna spp*, *Ranunculus aquatilis*, *Potamogeton spp*, *Nymphaea spp.*). Alcuni autori suddividono le idrofite in due sottogruppi: **pleustofite**, se non ancorate al substrato e liberamente natanti in superficie e **rizofite** (idrofite sommerse e idrofite flottanti) se ancorate al fondo mediante il loro apparato radicale (Testoni 1993).

In particolare, le **rizofite** sono piante con radici che penetrano nel substrato, che vivono totalmente sommerse (idrofite sommerse) o ancorate al fondo e fluttuanti, emergenti dalla superficie solo con i fiori e, talvolta, con foglie galleggianti (idrofite flottanti). Sono reperibili in natura solo in acque sufficientemente profonde. L'adozione delle rizofite è scarsamente diffusa nella fitodepurazione. Il loro impiego è spesso limitato ad acque pulite ed ossigenate, essendo piante particolarmente sensibili alle condizioni anaerobiche o in combinazione con piante emergenti.

Le **pleustofite** invece, sono specie vegetali non ancorate al suolo, liberamente natanti, fluttuanti sulla superficie dell'acqua (come *Lemna spp.*, *Hydrocharis morsus-ranae* o *Wolffia arrhiza*). Sono specie vegetali dotate di un'elevata produttività e di una ingente capacità di assorbimento dei nutrienti, caratteristiche che le rendono particolarmente indicate per trattamenti terziari (rimozione dei nutrienti). Le specie galleggianti sono dotate di apparato radicale esteso che, sviluppandosi in tutta la colonna d'acqua, incrementa non solo la rimozione dei nutrienti per assunzione diretta, ma anche la superficie di crescita della biomassa adesa ed i processi di filtrazione e di adsorbimento delle sostanze colloidali. Le foglie possono determinare la copertura totale dello specchio liquido, limitando così la penetrazione della luce, con il conseguente sviluppo di alghe fotosintetiche e la diffusione dell'ossigeno nella colonna d'acqua dove s'instaurano facilmente condizioni anaerobiche. Frequente in queste piante è il polimorfismo fogliare (le foglie sommerse hanno forma diversa da quelle che giungono alla superficie) (Pignatti, 1982).

Nella tabella che segue sono riassunte le specie maggiormente utilizzate nei sistemi a flusso libero.

**Tabella 4** – Piante acquatiche maggiormente utilizzate per i sistemi a flusso libero in Italia

ELOFITE		IDROFITE	
Nome scientifico	Nome comune	Nome scientifico	Nome comune
<i>Phragmites australis</i> (o <i>communis</i> )	Cannuccia di palude	IDROFITE SOMMERSE	
<i>Thypha latifolia</i>	Mazzasorda, Sala	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Millefoglie d'acqua
<i>Thypha minima</i>	Mazzasorda	<i>Potamogeton natans</i>	Lingua d'acqua
<i>Thypha angustifolia</i>	Stiancia	<i>Potamogeton crispus</i>	Lingua d'acqua crespa
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Giunco da corde	<i>Ceratophyllum demersum</i>	
<i>Juncus</i> spp.	Giunco	<i>Elodea canadensis</i>	Peste d'acqua comune
<i>Butomus umbellatus</i>	Giunco fiorito		
<i>Caltha palustris</i>	Farferugine	IDROFITE FLOTTANTI	
<i>Carex fusca</i>	Carice nera	<i>Nymphaea alba</i>	Ninfea comune, carfano
<i>Carex hirta</i>	Carice eretta	<i>Nymphaea rustica</i>	Ninfea rosa
<i>Carex elata</i>	Carice spondicola	<i>Nuphar lutea</i>	Nannuferà
<i>Iris pseudacorus</i>	Iris giallo	<i>Nymphoides peltata</i>	Genziana d'acqua
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Canapa d'acqua	<i>Callitriche stagnalis</i>	Stella d'acqua
<i>Mentha aquatica</i>	Menta acquatica	<i>Hottonia palustris</i>	Violetta d'acqua
<i>Epilobium irsutum</i>	Epilobio maggiore		
<i>Alisma plantago aquatica</i>	Mestolaccia	PLEUSTOFITE	
<i>Lythrum salicaria</i>	Salcerella	<i>Hydrocaris morsus - ranae</i>	Morso di rana
<i>Stachys palustris</i>	Mastricale palustre	<i>Lemna</i> spp.	Lenticchie d'acqua
<i>Sparganium erectum</i>	Coltellaccio, bido	<i>Wolffia arrhiza</i>	
<i>Glyceria maxima</i>	Gramigna di palude	<i>Eichornia crassipes</i>	Giacinto d'acqua

Le **elofite**, dette anche **macrofite radicate emergenti** (Tabella 5) sono piante terrestri, che nel tempo si sono adattate alla vita su suoli parzialmente o completamente saturi d'acqua.

Sono solitamente presenti nelle paludi e sulle rive dei laghi. Pur avendo caratteristiche morfologiche diverse, la maggior parte delle specie emergenti presenta un esteso sviluppo di tessuti aerati (aerenchimi), che consente il trasporto di ossigeno dalle foglie alle radici (Brix, 1993) e al suolo circostante. Tali piante trovano utilizzo nei sistemi di fitodepurazione, in particolare nei sistemi a pelo libero d'acqua ed in quelli a flusso sub superficiale orizzontale e verticale.

**Tabella 5 – Macrofite radicate emergenti (Elofite) utilizzate per i sistemi a flusso sommerso**

Nome	Descrizione	Aspetto
<b>Cannuccia di palude</b> ( <i>Phragmites australis o communis</i> )	Specie erbacea, perenne, rizomatosa; può raggiungere anche 4 m di altezza. Foglie , opposte, ampie e laminari, lunghe 15-60 cm, larghe 1 - 6 cm, glabre, verdi o glauche. All'apice del fusto è presente una pannocchia di colore bruno o violaceo, lunga fino a 40 cm. Germoglia a marzo e fiorisce a luglio.	
<b>Mazzasorda o Mazza di tamburo</b> ( <i>Typha latifolia</i> )	Specie erbacea, alta anche 2,5 m. Infiorescenze femminili formate da migliaia di piccolissimi fiori di colore bruno circondati da peli. Le spighe cilindriche marroni ed a forma di salsiccia sono lunghe fino a 30 cm.	
<b>Mazzasorda</b> ( <i>Typha minima</i> )	Specie erbacea alta 30 - 80 cm. Foglie lineari, canalicolate, lunghe e strette (1-3 mm). Fioritura maggio-giugno.	
<b>Stiancia</b> ( <i>Typha angustifolia</i> )	Specie erbacea perenne, rizomatosa, altezza 1,5-2 m, portamento eretto, fogliame semipersistente. Foglie lineari, cerulee. Vegeta in terreno fresco, umido, acquitrinoso e tollera periodi di immersione anche prolungati; è molto diffusa nelle paludi, negli stagni e nei fossi, fino a 1.000 m di altitudine. Il periodo di fioritura è giugno-luglio.	
<b>Giunco da corde</b> ( <i>Shoenoplectus lacustris o Scirpus lacustris</i> )	Specie erbacea perenne, rizomatosa, in condizioni particolarmente favorevoli può raggiungere i 3 m. di altezza. Fusti eretti, cilindrici, di colore verde scuro. Foglie brevi, lineari o ridotte a guaine alla base del fusto. Infiorescenza a forma di capolino, situata al termine del fusto, costituita da piccole spighe rosso-brune	
<b>Giunco</b> ( <i>Juncus spp</i> )	Specie erbacea perenne, rizomatosa. Può raggiungere 1-1,5 m. di altezza sviluppando fusti verdi, privi di foglie o con foglie avvolte intorno al fusto.	

I sistemi più diffusi in Europa sono quelli che utilizzano macrofite radicate emergenti (HF e VF). Le specie vegetali utilizzate sono numerose; in generale, per ottenere i migliori risultati in termini di sviluppo

della vegetazione, si consiglia di utilizzare specie vegetali autoctone, già adattate alle condizioni ambientali del sito.

Usualmente in ambito europeo sono utilizzate piante appartenenti al gen. *Phragmites* in quanto presentano numerosi vantaggi, quali la scarsa manutenzione richiesta e la maggiore velocità di accrescimento e di diffusione, soprattutto rispetto al giunco di palude (*Scirpus lacustris*). Le specie comunemente utilizzate in Italia sono *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris* (o *Scirpus lacustris*) e *Typha latifolia*.

Nei sistemi a flusso sommerso la scelta delle piante deve tener conto della penetrazione dell'apparato radicale (Tabella 6), utile per calcolare l'altezza dei letti.

**Tabella 6** – Profondità radicale delle specie acquatiche più utilizzate nei sistemi a flusso sommerso orizzontale

Pianta acquatica	Penetrazione delle radici (cm)
<i>Phragmites australis</i> (o <i>communis</i> )	70
<i>Typha latifolia</i>	30 - 40
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	80
<i>Juncus effusus</i>	60 - 90

In fase di progettazione, la profondità e l'estensione dell'apparato radicale sono parametri importanti da considerare in quanto il trasferimento di ossigeno da un lato e la superficie di contatto tra refluo e rizosfera dall'altro, influenzano le rese depurative.

Nel caso invece dei sistemi a flusso superficiale si deve porre attenzione all'altezza dell'acqua (Tabella 7), quale elemento biotico fondamentale per la scelta delle piante.

**Tabella 7** – Profondità dell'acqua ottimale di alcune piante acquatiche

ELOFITE		IDROFITE	
Specie vegetale	Profondità dell'acqua (cm)	Specie vegetale	Profondità dell'acqua (cm)
<i>Phragmites spp</i>	0 - 100	<i>Myriophyllum spp</i>	10 - 20
<i>Thypha minima</i>	0 - 40	<i>Potamogeton spp</i>	> 50
<i>Juncus effesus</i>	0 - 30	<i>Ceratophyllum demersum</i>	> 50
<i>Lythrum salicaria</i>	0 - 30	<i>Nymphoides peltata</i>	30
<i>Iris pseudacorus</i>	0 - 20	<i>Nuphar lutea</i>	30 - 50
<i>Butomus umbellatus</i>	10 - 30	<i>Nymphaea alba</i>	70 - 110
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0 - 100	<i>Nymphaea rustica</i>	70 - 110
<i>Carex spp</i>	0 - 10	<i>Lemna spp</i>	galleggiante
<i>Alisma plantago aquatica</i>	10 - 20	<i>Hydrocharis morus-ranae</i>	galleggiante

Oltre a quanto riportato, nella scelta e nella distribuzione delle piante acquatiche in un sistema di fitodepurazione è necessario considerare anche i seguenti aspetti:

- reperibilità in vivaio;
- costi di acquisto e posa in opera;
- costi di manutenzione;
- caratteristiche paesaggistico-decorative.

---

### 4.3 PROPAGAZIONE E MESSA A DIMORA DELLA VEGETAZIONE

La propagazione delle specie vegetali può avvenire attraverso la semina, la piantagione dei rizomi o di essenze vegetali di varie dimensioni (o livelli di crescita). La semina richiede tempi più lunghi per la crescita delle piante e per raggiungere la completa ed uniforme copertura del sistema. Per questi motivi è generalmente consigliabile adottare le altre modalità.

Nel caso specifico delle macrofite radicate come *Pragmites*, la tecnica d'impianto è rappresentata dal trapianto di piantine con pani di terra (con densità di circa 3-4 piantine/m<sup>2</sup>) in primavera e dall'interramento di cespi (2/m<sup>2</sup>) o di rizomi (4-5 m<sup>2</sup>) di circa 15-20 cm di lunghezza in autunno. Le porzioni di rizoma dovranno essere inserite nel medium di crescita (ghiaia) ad una profondità di circa 15 cm. Per i sistemi a flusso sommerso, nel caso di messa a dimora di piante già sviluppate (con parte aerea), si consiglia una densità di 4 unità/m<sup>2</sup>, mentre per i sistemi a flusso libero si deve tenere presente le esigenze ecologiche delle essenze utilizzate.

La messa a dimora è un'operazione delicata che, al fine di ottenere un rapido ed uniforme attecchimento delle specie vegetali selezionate, deve essere eseguita in modo da ridurre i rischi di competizione da erbe infestanti, contenere i problemi conseguenti all'insorgere di malattie e prevenire i problemi di rischio climatico ([www.inwaterman.eu/file/documenti/Borin\\_Inwaterman.pdf](http://www.inwaterman.eu/file/documenti/Borin_Inwaterman.pdf)).

Le piante impiegano circa 2 anni per raggiungere il completo sviluppo e per il raggiungimento da parte dell'apparato radicale della massima profondità. Lo sviluppo dei rizomi orizzontali consente la totale copertura dell'impianto di fitodepurazione già a partire dal secondo anno vegetativo.



---

## 5 FITODEPURAZIONE E PAESAGGIO

### 5.1 Zone umide e approccio multidisciplinare

La realizzazione di un sistema di fitodepurazione può rappresentare un'efficace occasione di riqualificazione ambientale di un'area degradata o compromessa.

E' infatti ormai scientificamente acquisita l'importanza delle Zone Umide attorno alle quali, a partire dalla Convenzione di Ramsar del 1971, si è sviluppata e ampliata un'intensa attività di studio: definita la loro importanza ecologica, le attività di ricerca si sono concentrate sugli aspetti relativi alla loro conservazione sia per quanto riguarda l'individuazione delle "minacce" sia relativamente alle "risposte", cioè all'insieme delle misure di pianificazione/gestione derivate dai dettami normativi Comunitari e dai relativi recepimenti in ambito nazionale.

Le Zone Umide sono ambienti con elevata diversità ecologica e con notevole produttività, svolgono un importantissimo ruolo nella regolazione dei fenomeni idrogeologici, chimico-fisici (trappole per nutrienti, depurazione delle acque da metalli pesanti e da sedimenti sospesi), produttivi (agricoltura e itticoltura), educativi, culturali e scientifici (*stepping stones* per le specie migratrici e come serbatoi di biodiversità - Arillo, 2007, ANPA, 2005); il loro ruolo inoltre è fondamentale nel processo di fissazione del carbonio presente nella biosfera, con conseguente mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici (Dugeon et al., 2006; Ramsar Convention on Wetland- COP Doc. 11, 2002).

Ambienti caratterizzati da un'elevata fragilità ambientale (degrado e progressiva riduzione degli habitat e delle risorse idriche, incremento delle infrastrutture, urbanizzazione e cambiamenti climatici) possono essere adeguatamente preservati applicando i principi di integrazione fra le Direttive Uccelli<sup>19</sup>, Habitat<sup>20</sup> e WFD<sup>21</sup> il cui scopo comune è caratterizzato dall'approccio ecologico finalizzato a garantire livelli di conservazione soddisfacenti per specie e habitat dipendenti dall'ambiente acquatico e il raggiungimento dello stato ecologico "Buono" per le acque superficiali e stato chimico e quantitativo "Buono" per acque sotterranee (D'Antoni, Natalia, 2010).

La corretta progettazione di impianti di fitodepurazione richiede indispensabilmente un approccio multidisciplinare: alle capacità progettuali dell'ingegneria andranno affiancate sia quelle della biologia e delle scienze naturali (D'Antoni et al., 2011) sia quelle relative alla pianificazione paesaggistica e territoriale; a quest'ultima spetta il compito di integrare il singolo intervento nel contesto dei vincoli territoriali e normativi, garantendo il minimo impatto dal punto vista percettivo.

---

<sup>19</sup> Dir. 2-4-1979 n. 79/409/CEE "Direttiva del Consiglio concernente la conservazione degli uccelli selvatici" - G.U.C.E. 25 aprile 1979, abrogata e sostituita con Dir. 30-11-2009 n. 2009/147/CE "Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente la conservazione degli uccelli selvatici" - G.U.U.E. 26 gennaio 2010, L. n. 20.

<sup>20</sup> Dir. 21-5-1992 n. 92/43/CEE "Direttiva del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche" - G.U.C.E. 22 luglio 1992

<sup>21</sup> Dir. 23-10-2000 n. 2000/60/CE "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque" - G.U.C.E. 22 dicembre 2000. La direttiva è comunemente nota come WFD, *Water Framework Directive*

## 5.2 L'inserimento paesaggistico: quadro normativo

Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio<sup>22</sup> (noto come “Codice Urbani”) e le successive modificazioni ed integrazioni hanno recepito la concezione di “paesaggio” delineata nella Convenzione Europea del Paesaggio<sup>23</sup>.

L'art. 131 del Codice Urbani definisce il paesaggio “il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni”; il Codice esplica l'azione normativa della tutela “relativamente a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali”; la tutela del paesaggio “è volta a riconoscere, salvaguardare e, ove necessario, recuperare i valori culturali che esso esprime”.

Il regime vincolistico è contenuto nella Parte terza - Beni paesaggistici TITOLO I “Tutela e valorizzazione”. Di particolare interesse ai fini del presente lavoro è l'elenco delle “Aree tutelate per legge” (art. 142) per le quali, in caso di nuove realizzazioni, è obbligatoria l'Autorizzazione Paesaggistica rilasciata dalla Regione (art. 146). Le aree tutelate per legge sono le seguenti:

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
- d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- e) i ghiacciai e i circhi glaciali;
- f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448<sup>24</sup>;
- l) i vulcani;
- m) le zone di interesse archeologico

L'Autorizzazione Paesaggistica è stata successivamente oggetto di normativa specifica; il D.P.C.M. 12-12-2005<sup>25</sup> contiene infatti “le finalità, i criteri di redazione, i contenuti della relazione paesaggistica che

<sup>22</sup> D.lgs. 42 del 22-1-2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della L. 6 luglio 2002, n. 137” - G.U. 24 febbraio 2004, n. 45, S.O.

<sup>23</sup> L. 9-1-2006 n. 14 “Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000” - G.U. 20 gennaio 2006, n. 16, S.O. - la Convenzione, a norma dell'articolo 13 della stessa, è entrata in vigore sul piano internazionale il 1° settembre 2006 (Comunicato 08-06-2006 “Entrata in vigore della Convenzione europea del paesaggio fatta a Firenze il 20 ottobre 2000” -G.U. 8 giugno 2006, n. 131)

<sup>24</sup> D.P.R. 13-3-1976 n. 448 “Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 febbraio 1971” - G.U. 3 luglio 1976, n. 173

---

correda, congiuntamente al progetto dell'intervento che si propone di realizzare ed alla relazione di progetto, l'istanza di autorizzazione paesaggistica” e indica la documentazione relativa a tipologie di interventi o opere di grande impegno territoriale (Allegato 4). Il successivo D.P.R.<sup>26</sup> 139/2010 ha modificato, snellendole, le procedure relative al rilascio dell'autorizzazione per interventi di lieve entità.

Sebbene gli impianti di fitodepurazione non siano compresi né nel D.P.C.M. citato né nel successivo D.P.R. i dettami normativi contenuti nel primo rappresentano la base per il loro corretto inserimento paesaggistico, poiché dettagliano concettualmente e operativamente l'approccio ottimale per l'inserimento delle opere nel contesto paesaggistico. Si rimanda all'Allegato del D.P.C.M. con particolare riferimento ai punti 3 “Contenuti della relazione paesaggistica” e 4 “Documentazione relativa a tipologie di interventi o opere di grande impegno territoriale”.

### **5.3 L'inserimento paesaggistico: le “regole” per una buona progettazione**

Ogni nuova realizzazione determina dei cambiamenti nel contesto in cui va ad inserirsi. La prassi progettuale prevede un'analisi del contesto, l'individuazione di eventuali criticità/potenzialità, la definizione degli obiettivi e la costruzione della sintesi progettuale capace di massimizzare i benefici e minimizzare gli effetti negativi. In particolare l'analisi del contesto deve essere focalizzata sull'individuazione delle condizioni percettive della nuova opera riferita alle reali condizioni di visibilità dal punto di vista dell'uomo: le riprese aeree, ad esempio, pur offrendo una visione d'insieme del contesto paesaggistico, non sono rappresentative delle reali condizioni di percezione e non consentono, attraverso il rendering, di cogliere la portata e gli eventuali effetti che la nuova opera comporterà sul paesaggio. Relativamente all'inserimento paesaggistico, tale iter va sempre condotto in stretta collaborazione con i progettisti al fine di individuare fin dalla fase progettuale eventuali modifiche al progetto stesso e valutarne il rapporto tra realizzabilità tecnica/economicità e ottimizzazione dell'inserimento della nuova opera nel paesaggio.

Limitandosi agli aspetti strettamente paesaggistici relativi all'inserimento di un impianto di fitodepurazione<sup>27</sup>, sia che si attui un approccio “antropocentrico” (messa in evidenza degli aspetti culturali ed estetici) o ci si basi sui principi dell'ecologia del paesaggio (studio delle caratteristiche di distribuzione e forma degli ecosistemi naturali e antropici presenti al fine di comprenderne strutture, processi e significati) l'iter metodologico è sinteticamente descritto nei paragrafi seguenti.

#### **5.3.1 Analisi dello stato attuale**

Tale fase comprende:

- prima individuazione dell'area vasta di studio che dovrà comprendere i principali elementi morfologici potenzialmente in grado di determinare bacini percettivi relativi alla nuova opera;
- caratterizzazione fisica: geologia, geomorfologia e idrografia superficiale finalizzata ad individuare i “segni” naturali visibili del territorio;
- caratterizzazione dell'uso del suolo: cartografia delle classi in funzione delle loro valenze paesaggistiche (funzioni di schermo, quinta, filtro, ecc.);

---

<sup>25</sup> D.P.C.M. 12-12-2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali del paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42” - G.U. 31 gennaio 2006, n. 25

<sup>26</sup> D.P.R. 9-7-2010 n. 139 “Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell'articolo 146, comma 9, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e successive modificazioni” - G.U. 26 agosto 2010, n. 199

<sup>27</sup> La corretta progettazione di inserimento paesaggistico relativa ad impianti di fitodepurazione non può prescindere dai contributi specialistici di biologi e/o naturalisti (flora, fauna, ecosistemi, biodiversità)

- 
- caratterizzazione degli elementi antropici: individuazione dell'edificato presente e previsto suddiviso per tipologia di destinazione d'uso - individuazione e classificazione delle infrastrutture stradale - individuazione di elementi "attrattori" (punti panoramici, architetture di pregio, edifici aperti al pubblico, zone ricreative, ecc.);
  - regime vincolistico: individuazione dei vincoli di natura territoriale imposti dagli strumenti di pianificazione (paesaggistici, urbanistici e territoriali - vincoli derivanti da ogni fonte normativa, regolamentare e provvedimentale; indicazione della presenza di beni culturali tutelati ai sensi della Parte seconda del Codice dei beni culturali e del paesaggio).

### **5.3.2 *Analisi del progetto in rapporto al contesto paesaggistico***

Tale fase comprende:

- analisi del progetto ed individuazione degli elementi percettivamente emergenti (strutture fuori terra, specie vegetali individuate dagli esperti);
- definizione delle condizioni di visibilità potenziale dell'opera (punti/assi di percezione, tipologie di vedute) e conseguente ridefinizione dell'area per lo studio di dettaglio;
- analisi di coerenza con il regime vincolistico;
- individuazione di criticità/potenzialità (contesti potenzialmente panoramici degradati, vicinanza di parchi e/o ambiti ricreativi, ecc. );
- individuazione di punti di vista significativi dal punto di vista percettivo ed effettuazione delle relative riprese fotografiche dello stato attuale.

### **5.3.3 *Progetto di inserimento paesaggistico***

Tale fase comprende:

- foto modellazione realistica (rendering computerizzato o manuale) per la simulazione dettagliata dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto;
- valutazione complessiva della qualità paesaggistica derivante dell'intervento ed eventuali modifiche dello stesso da definirsi in accordo con l'intero Gruppo di Lavoro.

## **5.4 Conclusioni**

La FWD come assunto di base che una moderna gestione delle risorse idriche debba indispensabilmente considerare le funzioni ecologiche, economiche (compreso il prezzo) e sociali dell'intero distretto idrografico. Le zone umide artificiali risultano perfettamente in linea con la Direttiva poiché consentono di ridurre la contaminazione da prodotti fitosanitari grazie alle seguenti caratteristiche:

- trattamento dell'acqua ecologico;
- potenziale incremento della biodiversità;
- costi di realizzazione e gestione contenuti;
- dispositivi multifunzionali (principalmente protezione e depurazione);
- buona integrazione con il paesaggio.

Inoltre, la salvaguardia e la protezione delle risorse idriche, il loro uso sostenibile e la valorizzazione degli ambienti d'acqua, costituiscono fattori chiave delle politiche di conservazione, tutela e gestione del paesaggio; affinché gli impianti di fitodepurazione offrano il massimo dei benefici dal punto di vista

---

paesaggistico ed ecologico è fondamentale che la loro localizzazione avvenga all'interno di un quadro coerente di regolamentazione e pianificazione che concili le istanze di sviluppo economico con quelle di tutela della biodiversità.

In questa chiave, particolare attenzione dovrebbe essere rivolta alla pressione antropica esercitata sulle risorse idriche dalle attività agricole, zootecniche e del settore industriale e della produzione di energia termoelettrica. Altrettanto importante appare l'adozione di una politica per la riduzione e la razionalizzazione dei consumi attraverso un mix di strumenti che vanno dalla regolamentazione, alle politiche tariffarie, all'informazione-educazione-comunicazione, all'adozione di strumenti, apparecchiature e reti di distribuzione in grado di minimizzare gli sprechi.

La fitodepurazione concorre a una generale riqualificazione degli ecosistemi grazie all'utilizzo di impianti che impattano positivamente sul contesto naturale in cui sono inseriti, anche da un punto di vista paesaggistico. E' fondamentale riferirsi alle normative di settore, individuare soluzioni progettuali consequenziali ai risultati della fase di analisi del contesto paesaggistico di riferimento e che l'intero team di professionisti collabori alla riuscita "ecologica" dell'intero progetto, comprendendo al suo interno le imprescindibili competenze multidisciplinari.



---

## 6 ASPETTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE

Gli impianti di fitodepurazione presentano una gestione semplice che non richiede un impegno continuo, né manodopera specializzata, anche se necessitano di una certa attenzione in quanto ecosistemi dinamici cui concorrono molte variabili.

La corretta gestione e manutenzione di un impianto di fitodepurazione è essenziale al fine di garantire il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- raggiungimento e mantenimento dell'efficienza depurativa stabilita in fase progettuale;
- minimizzazione dei malfunzionamenti e conseguente tutela ambientale e risparmio economico;
- massimizzazione della vita dell'impianto.

Generalmente le condizioni di malfunzionamento di un impianto ben progettato si riscontrano in corrispondenza di sovraccarico idraulico e/o inquinante, cattivo funzionamento dei sistemi di trattamento primari, fenomeni di intasamento di tubazioni o del medium di riempimento.

Tutti i controlli e le azioni da intraprendere per garantire una corretta gestione e manutenzione dell'impianto sono contenuti nel piano di manutenzione.

In questa sezione sono fornite le indicazioni relative al controllo, alla gestione e alla manutenzione di ciascuna tipologia di sistema di fitodepurazione: sistema a flusso sommerso orizzontale (HF), sistema a flusso sommerso verticale (VF) e sistema a flusso libero (FW). Per chiarezza e semplicità le attività previste sono riassunte schematicamente in tabelle, che riportano:

- la frequenza temporale di esecuzione dei controlli e degli interventi di manutenzione;
- i criteri con cui valutare se il comportamento dell'impianto sia corretto o meno;
- le modalità con cui intervenire sull'impianto.

Nel caso in cui l'impianto sia munito di sistemi di pretrattamento (griglie, rotostacci, etc.), dispositivi elettromeccanici, pompe e valvole di vario genere, si dovranno rispettare i manuali di uso e manutenzione forniti dai fabbricanti e rispettare le tempistiche previste per gli interventi.

Infine, ogni impianto dovrebbe essere dotato di un "Libretto di Manutenzione" che raccolga tutti gli interventi effettuati sull'impianto stesso, i motivi per cui sono stati eseguiti e gli esiti ottenuti. Tale archivio consente infatti di raggiungere un elevato grado di conoscenza circa il funzionamento del sistema e della risposta del sistema alle modifiche delle modalità di esercizio, nonché di stabilire i costi di gestione.

## 6.1 Trattamenti Primari

Per garantire un buon funzionamento dei sistemi di fitodepurazione è necessario assicurare il corretto funzionamento del sistema primario e controllare il deposito di materiale solido, che può provocare ostruzioni dei sistemi di distribuzione e/o intasamenti del medium di riempimento, con conseguente minor rendimento del processo depurativo e, nel caso di sistemi a flusso sommerso orizzontale, fenomeni di ruscellamento superficiale. I controlli minimi per un impianto primario sono riportati in Tabella 8.

**Tabella 8** – *Controlli ed interventi per la gestione del sistema primario*

Periodicità	Controllo	Prestazioni minime	Interventi di manutenzione
Mensile Trimestrale	<i>Controllo del regolare funzionamento del sistema di entrata e uscita del refluo</i>	<i>Normale scorrimento del refluo all'interno della tubazione</i>	<i>Lavaggio della tubazione ostruita con acqua in pressione</i>
	<i>Controllo della presenza di accumuli di schiume e/o incrostazioni sulla lama paraschiuma.</i>	<i>Quantità tali da essere contenute dai paraschiuma</i>	<i>Rimozione meccanica del materiale incrostante Disgregazione delle schiume con acqua in pressione e loro eventuale rimozione</i>
	<i>Controllo della presenza di fango digerito nell'effluente</i>	<i>Assenza di fango digerito</i>	<i>Estrazione del 75% dei fanghi di supero tramite autospurgo-autobotte e loro smaltimento appropriato</i>
	<i>Controllo della funzionalità della vasca</i>	<i>Livello dei fanghi al di sotto di almeno 30 cm dalla fessura di comunicazione fra le vasche</i>	<i>Estrazione dei fanghi di supero tramite autospurgo-autobotte e loro smaltimento appropriato</i>
<i>Assenza di fiocchi di fango in superficie</i>		<i>Aggiunta di calce idrata o bicarbonato di sodio attraverso gli sfiiati laterali</i>	
Triennale	<i>Controllo della perfetta tenuta stagna della vasca</i>	<i>Livello costante del pelo libero nella vasca</i>	<i>Svuotamento della vasca e individuazione della perdita</i>

## 6.2 Sistemi a flusso sommerso orizzontale (HF)

I sistemi a flusso orizzontale (HF) sono alimentati in modo continuo, generalmente per gravità. Per questo tipo di sistemi è molto importante garantire che il pelo libero del liquame si mantenga in modo costante al livello previsto in fase progettuale. A tale scopo è consigliabile mantenere la velocità di ingresso a valori contenuti in modo da evitare innalzamenti del pelo libero dell'acqua in prossimità delle uscite del sistema di distribuzione e un deposito di solidi sulla superficie di ingresso.

Gli interventi di gestione e manutenzione da effettuare su un sistema di tipo HF sono riassunti in Tabella 9.

**Tabella 9** – Controlli ed interventi per la gestione del sistema HF

Periodicità	Controllo	Prestazioni minime	Interventi di manutenzione
Trimestrale	<i>Crescita delle piante</i>	<i>Densità delle piante &gt;10/m<sup>2</sup> Assenza di malattie delle piante e/o danni provocati da insetti e/o animali</i>	<i>Eeguire nuovamente la piantumazione (se la stagione lo consente)</i>
	<i>Presenza di piante infestanti</i>	<i>Assenza di piante infestanti</i>	<i>Rimozione (manuale o tramite allagamento) delle piante infestanti che possono impedire la crescita delle piante selezionate</i>
	<i>Sponde di contenimento</i>	<i>Assenza di cedimenti della sponda</i>	<i>Risistemazione delle sponde</i>
	<i>Sistema di alimentazione</i>	<i>Assenza di fenomeni ostruttivi</i>	<i>Lavaggio del tubo di alimentazione con getto d'acqua in pressione</i>
	<i>Tubazioni di uscita della vasca Pozzetto di regolazione</i>	<i>Assenza di fenomeni ostruttivi (flusso, anche se minimo, continuo) Materiale sedimentato sul fondo del pozzetto &lt; 20 cm</i>	<i>Lavaggio del tubo di uscita con getto d'acqua in pressione; Rimozione e smaltimento appropriato del materiale sedimentato</i>
Semestrale	<i>Tappeto erboso sulle sponde</i>	<i>Presenza di tappeto erboso superiore al 50% della superficie</i>	<i>Eeguire nuovamente la semina (se la stagione lo consente)</i>
	<i>Medium di riempimento (parte iniziale)</i>	<i>Assenza di ruscellamento (tranne in coincidenza di punte di carico) Assenza di sversamenti di fanghi sulla superficie.</i>	<i>Lavaggio del pietrame dei vespai di alimentazione con acqua in pressione dalla T di ispezione; Eeguire gli interventi relativi al trattamento primario; Allagamento del letto per permettere ai fanghi di venire a galla, successivo riabbassamento del livello a una quota inferiore al regime, rimozione dei fanghi superficiali quando sono solidificati</i>
	<i>Meccanismo di regolazione</i>	<i>Corretta regolazione dei livelli dell'acqua</i>	<i>Verifica della perfetta tenuta stagna del pezzo regolatore</i>
Annuale	<i>Taglio delle piante</i>		<i>Taglio della parte aerea delle piante ogni due (tre) anni, durante il periodo invernale e rimozione del materiale vegetale dal letto</i>
	<i>Regolazione del livello della vasca</i>		<i>La regolazione periodica del livello dell'acqua in uscita permette di effettuare dei piccoli interventi atti a ripristinare le condizioni di omogeneità del flusso idraulico all'interno del letto.</i>

Per questo sistema e per quelli di seguito descritti è opportuno, inoltre, attuare una verifica della funzionalità, mediante l'analisi di campioni dei liquami e dei reflui depurati, con cadenza mensile o stagionale.

### 6.3 Sistemi a flusso sommerso verticale (VF)

I sistemi a flusso verticale (VF) sono alimentati in modo discontinuo attraverso dispositivi come sifoni, tramogge, valvole elettromeccaniche o pompe di vario tipo. E' necessario garantire buone condizioni di funzionamento per tali dispositivi al fine realizzare un'alimentazione il più uniforme possibile sulla superficie del sistema e quindi massimizzare le efficienze depurative.

Solitamente è buona norma seguire le istruzioni dei fabbricanti per quello che riguarda l'apparecchiatura elettromeccanica, mentre per i sistemi idraulici o meccanici si dovrà effettuare una pulizia periodica con getto d'acqua in pressione.

In Tabella 10 sono riassunti i controlli e gli interventi di gestione e manutenzione previsti per sistemi di tipo VF.

**Tabella 10** – Controlli ed interventi per la gestione del sistema VF

Periodicità	Controllo	Prestazioni minime	Interventi di manutenzione
Trimestrale	<i>Crescita delle piante</i>	<i>Densità delle piante &gt;10/m2 Assenza di malattie delle piante e/o danni provocati da insetti e/o animali</i>	<i>Rinfoltimenti nelle zone povere di essenze vegetali</i>
	<i>Presenza di piante infestanti</i>	<i>Assenza di piante infestanti</i>	<i>Rimozione (manuale o tramite allagamento) delle piante infestanti che possono impedire la crescita delle piante selezionate</i>
	<i>Sponde di contenimento</i>	<i>Assenza di cedimenti sulla sponda di contenimento</i>	<i>Risistemazione delle sponde</i>
	<i>Pozzetto di alloggiamento del sistema di alimentazione</i>	<i>Assenza di corpi solidi capaci di provocare intasamenti alle apparecchiature</i>	<i>Rimozione dei solidi</i>
	<i>Sistema di alimentazione</i>	<i>Assenza di fenomeni ostruttivi</i>	<i>Verifica della presenza di eventuali otturamenti dei fori e rimozione corpi estranei</i>
	<i>Superficie vasca</i>	<i>Presenza di acqua sulla superficie del letto solo in occasione delle punte di carico</i>	<i>Sospensione dell'alimentazione del settore della vasca almeno per 15 gg (Solo nel caso in cui l'acqua sia presente in modo continuo)</i>
Semestrale	<i>Tappeto erboso sulle sponde</i>	<i>Presenza di tappeto erboso superiore al 50% della superficie</i>	<i>Eeguire nuovamente la semina (se la stagione lo consente)</i>
	<i>Tubazioni di uscita della vasca Pozzetto di regolazione</i>	<i>Assenza di fenomeni ostruttivi (flusso, anche se minimo, continuo) Materiale sedimentato sul fondo del pozzetto &lt; 20 cm.</i>	<i>Lavaggio del tubo di uscita con getto d'acqua in pressione; Rimozione e smaltimento appropriato del materiale sedimentato</i>
	<i>Meccanismo di regolazione del livello</i>	<i>Corretta regolazione dei livelli dell'acqua</i>	<i>Verifica della perfetta tenuta stagna del pezzo regolatore</i>
Annuale	<i>Taglio delle piante</i>		<i>Taglio della parte aerea delle piante ogni due (tre) anni, durante il periodo invernale e rimozione del materiale vegetale dal letto</i>

## 6.4 Sistemi a flusso libero (FWS)

I sistemi a flusso libero tendono ad una naturale evoluzione in dipendenza delle caratteristiche ambientali locali e dei rapporti che si instaurano fra le diverse specie vegetali. Per questo motivo, se in fase progettuale non sono state prese misure contro la propagazione di certe specie rispetto ad altre risulta difficile rettificare un comportamento di propagazione anomala una volta insorto. Per altri tipi di anomalie di funzionamento risultano efficaci gli interventi di manutenzione indicati in Tabella 11.

**Tabella 11** – Controlli ed interventi per la gestione del sistema FW

Periodicità	Controllo	Prestazioni minime	Interventi di manutenzione
Trimestrale	<i>Crescita delle piante</i>	<i>Corretto insediamento delle specie immesse; Assenza di malattie delle piante e/o danni provocati da insetti e/o animali</i>	<i>Eseguire nuovamente la piantumazione (se la stagione lo consente)</i>
	<i>Presenza di piante infestanti</i>	<i>Assenza di piante infestanti</i>	<i>Rimozione delle le piante infestanti (durante i primi due anni)</i>
	<i>Sponde di contenimento</i>	<i>Assenza di cedimenti sulla sponda</i>	<i>Risistemazione delle sponde</i>
	<i>Sistema di alimentazione</i>	<i>Assenza di ostacoli al libero deflusso delle acque</i>	<i>Risagomatura e pulizia delle zone di immissione</i>
	<i>Pozzetto drenante e regolatore di livello</i>	<i>Assenza di fenomeni ostruttivi; Materiale sedimentato sul fondo &lt; 20 cm</i>	<i>Lavaggio del tubo di uscita con getto d'acqua in pressione; Rimozione e smaltimento appropriato del materiale sedimentato</i>
Semestrale	<i>Presenza di tappeto erboso superiore al 50% della superficie</i>	<i>Presenza di tappeto erboso superiore al 50% della superficie</i>	<i>Eseguire nuovamente la semina (se la stagione lo consente)</i>
	<i>Area perimetrale e di pertinenza del sistema</i>	<i>Facile accesso alle sezioni d'acqua e ai manufatti</i>	<i>Falciatura degli argini e della cintura di vegetazione</i>
	<i>Paratoie e palancole</i>	<i>Facili operazioni di apertura e chiusura</i>	<i>Lubrificazione delle guide di scorrimento</i>
	<i>Meccanismo di regolazione del livello</i>	<i>Corretta regolazione dei livelli di'acqua</i>	<i>Verifica della perfetta tenuta stagna del pezzo regolatore</i>
Annuale	<i>Taglio delle piante</i>		<i>Il taglio può essere effettuato solo su alcune essenze ed è comunque buona norma rimuovere il materiale naturale in decomposizione</i>
	<i>Controllo alghe</i>	<i>Presenza molto limitata di alghe nelle zone di acqua libera</i>	<i>Rimozione delle alghe</i>



---

## 7 CRITERI GENERALI DI SCELTA

La valutazione preliminare a qualsiasi scelta impiantistica, riguarda “la fattibilità dell’intervento”.

La scelta della migliore configurazione impiantistica deve essere valutata caso per caso, sulla base di informazioni relative alla quantità e tipologia di refluo da trattare, alla disponibilità di superficie da adibire al trattamento, alle condizioni climatiche della zona.

Per quanto sopra, la valutazione preliminare a qualsiasi scelta impiantistica dovrà considerare:

- le caratteristiche del refluo da depurare;
- gli obiettivi depurativi derivanti dalla normativa nazionale e regionale di settore, oltre che dalle scelte programmatiche delle AATO;
- le caratteristiche del recettore finale dello scarico (corpo idrico, suolo, riutilizzo, ecc.) e il regime vincolistico ad esso connesso; per caratterizzare al meglio lo scarico, essere noti i analitici qualitativi, delle portate e delle concentrazioni di inquinanti, in base ai quali determinare i parametri medi di progetto; in caso contrario si deve ricorrere ai dati disponibili nella letteratura scientifica o ad indagini specifiche.
- l’analisi della destinazione finale dello scarico permette invece di determinare gli obiettivi depurativi; in alcuni casi infatti si è in presenza di precisi limiti allo scarico da rispettare mentre in altri l’obiettivo viene fissato compatibilmente allo stato del recettore finale.
- la reale applicabilità di un impianto di depurazione naturale al caso in esame, con la valutazione dei benefici tecnici conseguibili e dei costi/benefici in relazione ad altre eventuali opzioni impiantistiche.

Particolare attenzione va posta all’individuazione dell’obiettivo depurativo che ovviamente non può prescindere dalla normativa nazionale (utenze maggiori di 2.000 A.E.) e, laddove esistenti, dalle normative regionali relative ai trattamenti appropriati (utenze inferiori a 2.000 A.E.).

Nell’individuazione dell’obiettivo depurativo devono essere considerati anche gli obiettivi di qualità dei corpi idrici recettori, così come individuati nei Piani di Tutela delle Acque e/o nei Piani di Gestione dei bacini idrografici di riferimento.

A valle della caratterizzazione dello scarico, dell’individuazione dell’obiettivo depurativo e del quadro normativo di riferimento, si può determinare il livello di trattamento adeguato e, conseguentemente, la soluzione tecnico-progettuale più appropriata.

In particolare, per utenze medio-alte, si deve valutare l’effettiva applicabilità di un impianto di depurazione naturale al caso di specie ed eseguire un adeguato confronto con altre soluzioni tecniche.

In questa fase si deve tener conto dei seguenti aspetti:

- funzionamento dell’impianto in base ai parametri di progetto individuati;
- sostenibilità economica dell’intervento sia in fase di realizzazione sia in fase di gestione.

Una volta stabilito che il ricorso a tecniche di depurazione naturale è la soluzione appropriata, si può procedere alla scelta dello schema impiantistico ideale e alla stima preliminare delle superfici necessarie.

Il passo successivo è rappresentato dalla scelta dell’area adatta alla realizzazione dell’impianto: il vincolo principale è costituito, in genere, proprio dalla disponibilità di aree e spazi idonei.

Accade, infatti, spesso di dover modificare lo schema impiantistico scelto a favore di uno avente maggiore compattezza, senza ovviamente eludere gli obiettivi depurativi fissati.

Dopo aver svolto tutte le indagini preliminari del caso sul sito di intervento (indagini geologiche, idrogeologiche, geotecniche, verifica dei vincoli esistenti, inquadramento climatico, analisi su aspetti vegetazionali, etc.), si può procedere al design dell’impianto.

---

## 7.1 Valutazione comparativa dei diversi sistemi

I sistemi a flusso sommerso (o a flusso subsuperficiale) rappresentano la soluzione impiantistica maggiormente in uso in Europa (Vymazal, 1988).

Nell'ambito dei sistemi a flusso subsuperficiale, in Italia sono stati realizzati soprattutto impianti a flusso orizzontale (HF) in quanto, pur fornendo rese depurative inferiori rispetto ai sistemi con flusso verticale (VF), presentano rispetto a questi ultimi minori problemi gestionali.

In particolare, gli impianti a flusso orizzontale (HF) sono in grado di garantire buone rimozioni dei solidi sospesi, della sostanza organica e dei tensioattivi.

Inoltre, l'alternanza di zone a diverso tenore di ossigeno disciolto unitamente ai lunghi tempi di ritenzione favoriscono un'elevata mortalità delle popolazioni batteriche, tra cui i patogeni, introdotte con l'influenza.

Oltre agli aspetti connessi con le performance depurative, occorre aggiungere alcune ulteriori considerazioni di carattere gestionale:

- i sistemi HF lavorano quasi sempre per gravità e in assenza di dispositivi elettrici, con conseguente semplificazione delle operazioni di manutenzione (limitata allo spurgo dei fanghi primari dalle fosse settiche o Imhoff ed a periodici sfalci della vegetazione) e riduzione dei costi sia in fase di realizzazione che in fase di gestione.
- molto spesso, a parità di rendimenti depurativi (fatta eccezione per la nitrificazione), il costo della ghiaia per il riempimento dei letti HF risulta minore rispetto al costo delle sabbie grossolane dei sistemi VF.
- a fronte di forti oscillazioni di carico idraulico, la condizione di saturazione dei letti HF li rende più resistenti sia dei sistemi VF che dei sistemi FWS.

Negli ultimi anni la necessità di soddisfare standard qualitativi sempre più stringenti ha portato a privilegiare, in alcuni contesti territoriali, sistemi con maggiori capacità di rimozione dell'azoto, determinando un crescente interesse nei confronti dei sistemi a flusso verticale e combinati.

I sistemi a flusso verticale (VF), presentano come già premesso, ottime rese di rimozione del carico organico e dei solidi sospesi; consentono anche un'efficiente nitrificazione grazie ad una maggiore capacità di ossigenazione del refluo rispetto ai sistemi a flusso orizzontale ma, nel contempo, risultano, non molto efficaci nella denitrificazione, processo indispensabile per la completa rimozione dell'azoto totale. L'adozione del ricircolo dei reflui può contribuire a migliorare considerevolmente il processo di denitrificazione. Riguardo alla disinfezione, risulta invece piuttosto difficile il raggiungimento di rendimenti particolarmente elevati nell'abbattimento della carica microbica.

I sistemi a flusso superficiale (FWS) prevalentemente diffusi nel Nord Europa e in America, sono poco utilizzati in Italia, in particolare per il trattamento secondario, in considerazione dei problemi connessi alla presenza delle acque reflue a contatto con l'atmosfera.

I sistemi FWS infatti, sono particolarmente indicati per effettuare trattamenti avanzati o terziari di reflui già trattati o, per loro natura, già sufficientemente diluiti. D'altra parte, non risultano indicati per trattamenti secondari in quanto troppo impattanti da un punto di vista igienico-sanitario per via dell'emissione di cattivi odori e dello sviluppo di insetti. Rispetto agli altri sistemi ad uno stadio, inoltre, richiedono superfici notevolmente maggiori (anche dell'ordine di 3-4 volte rispetto a quelle richieste dai sistemi a flusso sommerso). In compenso, tuttavia, sono più semplici da progettare e realizzare rispetto ai sistemi a flusso sub superficiale, presentano basse perdite di carico e possono, pertanto, essere realizzati in zone pianeggianti o collinari senza il ricorso ad impianti di pompaggio necessari in presenza di dislivelli maggiori.

In climi freddi potrebbe verificarsi una riduzione dell'efficienza del sistema dovuta alla formazione di ghiaccio in superficie nei mesi invernali, così come la presenza di stratificazioni del liquame, indotte da particolari situazioni climatiche in bacini poco profondi, può produrre indesiderate correnti verticali con conseguenti fenomeni di risospensione dei sedimenti.

Sempre rispetto ai sistemi HF e VF, i sistemi FWS sono caratterizzati da una maggiore complessità ecosistemica e da un elevato livello di ossigenazione dell'acqua, garantito dallo scambio gassoso diretto con l'atmosfera. Il ricorso a tale configurazione si è rivelato ottimale nel caso di trattamento di inquinamento diffuso sia di origine agricola (rimozione SST, azoto e fosforo) che urbana (acque di prima pioggia, sedi stradali ed altre infrastrutture, scolmatori fognari, etc.).

Molti dei limiti connessi all'utilizzo dei sistemi ad uno stadio possono essere superati attraverso la combinazione delle singole configurazioni in sistemi multistadio (HF/VF) o ibridi (HF/VF + FWS).

E' stato infatti dimostrato che l'aumento del numero di stadi determina un incremento delle performance depurative ed ormai in molti Paesi del Nord Europa si ricorre sempre più di frequente a soluzioni a doppio stadio (HF-VF, VF-VF e con minore frequenza VF-HF).

Il ricorso alla filtrazione verticale ed orizzontale in serie (VF-HF) sembra costituire una soluzione interessante per garantire un trattamento più avanzato dell'azoto e del fosforo in base al tipo di supporto utilizzato (Cooper, 1999).

La combinazione dei sistemi HF e VF, se applicata nella sequenza HF-VF con ricircolo, comporta l'ottenimento dei massimi standard depurativi consentiti da tali tipologie impiantistiche, contenendo la superficie dei singoli stadi ai valori minimi previsti per quella particolare tipologia impiantistica.

Appare evidente che la complessità di tutta la filiera depurativa è funzione diretta della tipologia dello scarico (caratteristiche chimiche e portate medie giornaliere) e dell'obiettivo depurativo.

Per quanto sopra, tenuto conto della maggior diffusione sul territorio nazionale dei sistemi a flusso sommerso, si è ritenuto opportuno porre a confronto le configurazioni HF e VF con i sistemi genericamente definiti "misti" o "multistadio" che consentono di raggiungere livelli di depurazione considerevolmente più elevati dei sistemi ad un singolo stadio.

La tabella che segue pone a confronto le tre configurazioni considerate in ordine alla efficienza del processo depurativo e fornisce una sintetica valutazione in ordine alla capacità di adattamento alle fluttuazioni di carico e/o alla presenza di sostanze tossiche, alla capacità di contenere gli oneri economici/di esercizio, nonché al conseguimento di benefici ambientali e paesaggistici. Per rappresentare tali valutazioni sono state adottate le "icone di Chernoff".

	: valutazione positiva, che indica il pieno raggiungimento degli obiettivi prefissati
	: valutazione mediamente positiva, per rappresentare che l'obiettivo non si ritiene del tutto raggiunto
	: valutazione scarsamente positiva, per indicare che l'obiettivo non si ritiene raggiunto

**Tabella 12** - Valutazione comparativa delle performance e degli aspetti gestionali e di realizzazione per alcuni sistemi di fitodepurazione

Componente	Indicatori	Sistemi a flusso orizzontale	Sistemi a flusso verticale	Sistemi misti
Efficienza processo depurativo	Rimozione COD-BOD	😊	😊	😊
	Rimozione solidi sospesi	😊	😊	😊
	Rimozione N	😐	😊	😊
	Rimozione P	😞	😞	😐
	Rimozione tensioattivi	😐	😐	😊
	Rimozione carica microbica	😊	😐	😊
	Abbattimento sostanze odorogene	😐	😐	😊
Flessibilità di risposta	Variazioni di Carico organico/idraulico	😊	😊	😊
	Carico di punta stagionale	😊	😊	😊
	Presenza di sostanze tossiche	😐	😐	😐
Oneri economici/di esercizio	Costi di realizzazione	😐	😐	😞
	Tempi di messa in esercizio	😞	😞	😞
	Consumi energetici	😊	😐	😐
	Costi di gestione	😊	😐	😐
	Semplicità di gestione	😊	😐	😐
Benefici ambientali e paesaggistici	Superficie occupata	😞	😐	😞
	Inserimento paesaggistico	😊	😊	😊
	Riqualificazione ambientale (ripristinamento/costituzione habitat, ecc.)	😊	😊	😊

Come già affermato e rappresentato nello schema di cui sopra (tabella 12), possono essere raggiunte buone rese di rimozione della sostanza organica (BOD, COD) e dei solidi sospesi, sia con i sistemi HF sia con i sistemi VF.

Con i sistemi ad uno stadio (HF o VF), tuttavia, non è possibile ottenere rese ottimali di rimozione dei nutrienti.

Invece, la combinazione delle due configurazioni (HF-VF) con ricircolo consente di realizzare le condizioni ideali per la rimozione dell'azoto.

In particolare, nel primo stadio (orizzontale), si instaurano condizioni ottimali per la denitrificazione a seguito di :

1. alto carico organico, contenuto nei liquami influenti;
2. bassi livelli di aerazione, tipico dei sistemi orizzontali;
3. presenza dell'azoto nitrico garantito dal ricircolo proveniente dallo stadio verticale.

---

Nel secondo stadio (verticale), poi, si realizzano le condizioni ideali per sostenere il processo di nitrificazione, a seguito di:

1. basso carico organico, in quanto gran parte della frazione carboniosa biodegradabile risulta già utilizzata nella prima fase orizzontale ad opera dei batteri denitrificatori (eterotrofi) e più in generale da parte dei batteri, anch'essi eterotrofi, responsabili della rimozione del carbonio.
2. condizioni aerobiche cui viene sottoposto il liquame, garantite dal particolare principio di funzionamento dei sistemi VF: con caricamento dell'impianto dall'alto e successivo percolamento attraverso il medium;
3. presenza di un substrato di azoto ammoniacale, la maggior parte del quale derivante dal limitato sostegno alla nitrificazione del tratto orizzontale.

Quanto poi alla rimozione dei tensioattivi, i livelli di efficienza depurativa dei sistemi di fitodepurazione si attestano in generale su valori medio-alti, in considerazione della buona biodegradabilità dei tensioattivi attualmente in uso.

Anche per quanto concerne la carica microbica, si raggiungono livelli medio alti di rimozione, in quanto le condizioni ambientali e i lunghi tempi di permanenza costituiscono condizioni non favorevoli allo sviluppo dei microrganismi legati al ciclo oro-fecale dell'uomo e degli organismi animali in genere.

Le configurazioni oggetto di valutazione, se ben realizzate e se gestite correttamente, di norma non determinano insorgenza di inconvenienti igienico-sanitari dovuti a cattivi odori o di infestazioni da parte di animali indesiderati.

Per quanto concerne la flessibilità di risposta in conseguenza a variazioni delle condizioni di esercizio, le configurazioni miste sono particolarmente adatte per applicazioni in contesti in cui si verificano fluttuazioni di carico organico e/o idraulico, sia giornaliere sia settimanali (ad esempio, nei fine settimana) o anche laddove si registrano punte di carico nel periodo estivo rispetto a periodi di minor carico riscontrabile nei periodi autunnali ed invernali ove, peraltro, l'efficienza di aerazione da parte delle piante risulta ridotta.

La presenza di sostanze tossiche nei reflui in ingresso ai sistemi di fitodepurazione determina inevitabilmente danni agli apparati radicali, ma anche ai consorzi di microrganismi sviluppati nei primi stadi o nei primi tratti di flusso dei sistemi di fitodepurazione.

Come nei sistemi tradizionali, per prevenire tali inconvenienti possono essere poste a monte vasche di volumetrie dimensionate in funzione delle tipologie di scarichi provenienti dalla rete fognaria.

Il costo di realizzazione di un impianto di fitodepurazione dipende, oltre che dal costo dell'inerte, dalla zona di realizzazione dell'impianto, dal costo dell'impermeabilizzazione e dal dimensionamento dell'impianto stesso (superficie utile).

Tra le variabili che incidono sui costi di realizzazione di un impianto di fitodepurazione, la collocazione geografica e la struttura geologica del sito su cui dovrà sorgere l'impianto sono forse le più importanti; la prima in quanto determina una notevole variabilità nelle principali voci di costo (manodopera, costi del terreno, costi dei materiali, scavi); la seconda in quanto la maggiore o minore permeabilità del sito incide notevolmente sui costi dell'impermeabilizzazione necessaria (Gunes, K, et al, 2010).

In generale la manutenzione e la gestione dei sistemi di fitodepurazione HF risulta più semplice e meno onerosa rispetto ai sistemi VF e ai sistemi misti.

Dal confronto con gli impianti tradizionali non emergono grandi differenze per quanto concerne i costi di realizzazione, mentre i costi di gestione risultano più contenuti per la semplicità impiantistica, la scarsa presenza di opere elettromeccaniche con conseguente basso consumo energetico, l'assenza di fanghi di supero da gestire. A parità di potenzialità depurative l'utilizzo dei sistemi di fitodepurazione, consente un

---

risparmio medio dal 20% al 30% sui costi di investimento e dal 40% al 50% sulle spese gestionali (AA VV, 2001).

È in ogni caso da evidenziare che il corretto funzionamento di tali impianti dipende dalla periodica esecuzione di una serie di azioni che riguardano in particolar modo (Avolio, F., Pineschi G., 2008):

- la gestione e la verifica del funzionamento dei sistemi di sedimentazione e pretrattamento;
- la gestione e la manutenzione dei dispositivi idraulici;
- il controllo e la manutenzione di tutte le apparecchiature elettromeccaniche;
- il monitoraggio della funzionalità dell'impianto mediante il campionamento e l'analisi delle acque depurate;
- il controllo delle piante infestanti;
- la gestione delle macrofite: nei sistemi a flusso superficiale la vegetazione deve essere periodicamente rimossa e smaltita mentre per i sistemi a flusso sub-superficiale lo sfalcio delle macrofite non è sempre necessario.

I consumi di energia elettrica, che risultano notevolmente contenuti rispetto ad altre soluzioni impiantistiche, sono inferiori nei sistemi a flusso orizzontale per la scarsa presenza di dispositivi elettrici.

I tempi necessari per la messa in esercizio dei sistemi di fitodepurazione risultano invece piuttosto lunghi: occorrono, infatti 1-2 anni affinché si raggiunga un buon sviluppo della parte aerea e dell'apparato radicale delle piante.

La disponibilità di ampie superfici da adibire al trattamento e i costi elevati per l'acquisizione del suolo, possono costituire un limite per l'impiego dei sistemi di fitodepurazione.

La realizzazione di un sistema di fitodepurazione può costituire a tutti gli effetti un intervento che contribuisce alla riqualificazione ambientale di aree degradate o compromesse. Tali sistemi non interferiscono, se non in minima parte, con la morfologia del territorio; d'altra parte, la scelta del sistema più appropriato ne dovrà tenere conto nel dimensionamento delle vasche e nella scelta della geometria delle stesse, non trascurando di minimizzare al massimo l'impatto dovuto all'inserimento di vegetazione non autoctona.

## **7.2 Scelta della configurazione impiantistica e limiti allo scarico**

La scelta della soluzione impiantistica più adeguata al caso specifico dovrà necessariamente tenere conto dei provvedimenti legislativi approvati a livello locale in ordine ad eventuali limiti tabellari stabiliti per scarichi prodotti da piccoli insediamenti (con meno di 2.000 A.E.).

Per gli scarichi provenienti da agglomerati con meno di 2.000 abitanti equivalenti, il legislatore, sia nazionale che comunitario, ha previsto il ricorso ai cosiddetti trattamenti appropriati. Riprendendo quanto già affermato nel paragrafo 2.3.2, la definizione normativa lascia un ampio margine di discrezionalità alle autorità competenti tale da consentire soluzioni non univoche sotto l'aspetto dell'efficacia depurativa: i trattamenti appropriati devono infatti garantire livelli di performance accettabili, concorrendo alla finalità del raggiungimento degli obiettivi di qualità, ma devono soprattutto garantire la salvaguardia degli aspetti igienico sanitari connessi al contesto territoriale in cui essi trovano applicazione.

Pertanto, se per i trattamenti più spinti previsti per gli agglomerati di maggiori dimensioni, la norma nazionale richiede il rispetto dei limiti tabellari agli scarichi<sup>28</sup> e stabilisce la frequenza dei campionamenti

---

<sup>28</sup> Come riportato in maniera più dettagliata nel paragrafo 2.3.2 i criteri generali della disciplina degli scarichi di acque reflue sono disciplinati dall'art. 101 del D.lgs. 152/2006. L'art. 101 (comma 1) fissa il principio generale in base al quale tutti gli scarichi devono essere disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici stabiliti dalle regioni nell'ambito degli strumenti di pianificazione e

(mediante controlli delle autorità competenti ed autocontrolli da parte del gestore), per i trattamenti appropriati l'unico target da assicurare risulta l'obiettivo di qualità delle acque recipienti (art. 2, comma 9 della direttiva 91/271/CEE).

Il margine di discrezionalità insito nella definizione stessa di trattamento appropriato ha consentito alle regioni di stabilire o meno limiti tabellari allo scarico o di ricorrere al rispetto di soglie di abbattimento per classi di potenzialità, associando a ciascuna di esse i relativi trattamenti appropriati o, ancora, di stabilire limiti solo per alcuni parametri, escludendo nella maggior parte dei casi l'azoto e il fosforo.

In considerazione della differente interpretazione a livello locale, risulta evidente che scarichi effluenti da una medesima tipologia o combinazione impiantistica, possano risultare conformi o meno ai limiti eventualmente previsti a seconda della Regione in cui l'impianto si trova ad operare.

Detto ciò, dall'insieme delle normative regionali possono essere estrapolate le seguenti cinque differenti macrocondizioni allo scarico:

- A. assenza di limiti tabellari;
- B. limiti regionali, per classi di potenzialità, per taluni parametri, con esclusione dei parametri N e P;
- C. limiti di tab.1 di cui all'Allegato 5 al D.Lgs.152/06;
- D. limiti di tab.3 di cui all'Allegato 5 al D.Lgs.152/06;
- E. limiti di tab.4 di cui all'Allegato 5 al D.Lgs.152/06.

La Tabella 13 schematizza in maniera generale la capacità delle singole combinazioni impiantistiche di garantire effluenti le cui caratteristiche qualitative siano tali da rispettare i limiti allo scarico fissati dalle singole normative regionali. Anche per tale tabella si è fatto ricorso alle "icone di Chernoff".

	<b>valutazione positiva</b> , impianto che in linea generale, se ben condotto, garantisce il rispetto dei limiti allo scarico o delle performance previsti per una determinata condizione allo scarico.
	<b>valutazione mediamente positiva</b> , impianto che attraverso l'adozione di particolari misure costruttive e gestionali, se ben condotto, può consentire il rispetto dei limiti allo scarico o delle performance previsti per una determinata condizione allo scarico.
	<b>valutazione negativa</b> , impianto che in linea generale, anche se ben condotto, non consente di garantire il rispetto dei limiti allo scarico o delle performance previsti per una determinata condizione allo scarico.

programmazione; gli scarichi devono comunque rispettare i valori limite stabiliti dalle tabelle dell'allegato 5 alla parte III del decreto. Lo stesso art. 101 (comma 2) attribuisce alle regioni il potere di definire limiti diversi da quelli imposti dalla normativa nazionale. I valori limite di emissione sono stabiliti nell'allegato 5 alla parte terza del decreto. Tali valori limite, sono stabiliti, relativamente alle diverse tipologie di acque reflue e ai possibili recapiti attraverso le seguenti tabelle:

- Tabella 1: limiti per gli scarichi di acque reflue urbane in corpi idrici superficiali;
- Tabella 2: limiti per gli scarichi di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili;
- Tabella 3: limiti per gli scarichi di acque reflue urbane contenenti acque reflue industriali o di acque industriali in corpi idrici superficiali o fognatura;
- Tabella 3 A: limiti di emissione per unità di prodotto riferiti a specifici cicli produttivi;
- Tabella 4: limiti per gli scarichi di acque reflue urbane e industriali sul suolo;
- Tabella 5: elenco delle sostanze per le quali possono essere adottati limiti meno restrittivi rispetto a quelli stabiliti nelle Tabelle 3 e 4) per gli scarichi;

**Tabella 13 – Criteri orientativi di scelta della configurazione impiantistica**

Condizioni allo scarico riferite alle normative regionali	Sistemi a flusso orizzontale	Sistemi a flusso verticale	Sistemi misti/ibridi
A. Assenza di limiti tabellari	😊	😊	😊
B. Limiti regionali, per classi di potenzialità, per taluni parametri, con esclusione dei parametri N e P	😊	😊	😊
C. Limiti di tab. 1 di cui all'Allegato 5 al D.Lgs.152/06	😊	😊	😊
D. Limiti di tab. 3 di cui all'Allegato 5 al D.Lgs.152/06	😐	😊	😊
E. Limiti di tab.4 di cui all'Allegato 5 al D.Lgs.152/06	😞	😞	😐

Nelle regioni che prevedono limiti allo scarico che rientrano nelle macrocategorie schematizzate con le lettere A, B, C, D la fitodepurazione può trovare applicazione soddisfacente, salvo la necessità di alcuni accorgimenti da attuare sia in fase di realizzazione sia in fase di gestione. Ciò, risulta valido in particolare per i sistemi a flusso orizzontale (D) in quei casi in cui viene richiesto il rispetto dei limiti imposti dalla Tab.3. dell'allegato 5 al D.Lgs.152/2006 (limiti per scarichi di acque reflue industriali) relativamente ai parametri del fosforo e dell'azoto.

Qualora, invece, l'autorità competente richieda il rispetto dei limiti di Tab. 4 dell'allegato 5 al D.Lgs.152/2006 (limiti per gli scarichi di acque reflue urbane e industriali sul suolo) l'unica soluzione eventualmente in grado di garantire il rispetto dei limiti allo scarico è rappresentata dalla scelta dei sistemi più complessi, quali in genere i sistemi misti. In particolare, in questo caso, i parametri critici risultano essere l'azoto, il fosforo e i tensioattivi.

I valori limite delle normative regionali sugli scarichi influenzano anche il dimensionamento dello schema impiantistico prescelto.

Al fine di fornire una stima preliminare delle superfici minime necessarie a garantire il rispetto dei diversi limiti allo scarico previsti a livello regionale, in Tabella 14 sono riportati i valori dei coefficienti d'area caratteristici di ogni impianto (desunti sulla base dei risultati empirici ottenuti dagli impianti attualmente attivi sul territorio nazionale).

**Tabella 14 – Dimensionamento di massima in funzione della disciplina regionale degli scarichi**

Tipologia impiantistica	Coefficienti d'area (m <sup>2</sup> /A.E.) riferiti alle differenti condizioni allo scarico fissate dalle normative regionali				
	A	B	C	D	E
Sistemi a flusso orizzontale	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	4÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	> 5* m <sup>2</sup> /A.E.
Sistemi a flusso verticale	2÷4 m <sup>2</sup> /A.E.	2÷4 m <sup>2</sup> /A.E.	2÷4 m <sup>2</sup> /A.E.	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	> 4* m <sup>2</sup> /A.E.
Sistemi misti/ibridi	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	3÷5 m <sup>2</sup> /A.E.	> 4 m <sup>2</sup> /A.E.

\* sconsigliato

Si specifica al riguardo, che i valori riportati in Tabella 14 sono da considerarsi puramente indicativi e che nel calcolo delle superfici occorre tenere conto del particolare contesto ambientale in cui si prevede di realizzare l'impianto.

---

## 8 CASI STUDIO

I sistemi di fitodepurazione maggiormente diffusi in Italia sono quelli a flusso sommerso orizzontale (HF); tali sistemi sono spesso preferiti per la maggiore semplicità di realizzazione e di gestione rispetto agli altri sistemi.

Nella maggior parte dei casi, i sistemi HF sono stati dimensionati con un coefficiente d'area di 3-5 m<sup>2</sup>/A.E., mentre i sistemi VF presentano un minore ingombro, con un coefficiente che varia tra 2-3 m<sup>2</sup>/A.E.

Gli impianti descritti nella bibliografia nazionale hanno dimostrato l'elevata affidabilità dei sistemi HF per la rimozione del carico organico, dei solidi sospesi e del carico microbico, indipendentemente da variazioni anche sostanziali nel carico idraulico, delle caratteristiche di composizione delle acque in ingresso e delle temperature esterne.

In pieno accordo con i dati di letteratura, gli impianti HF italiani, dimensionati con coefficienti d'area minori di 5 m<sup>2</sup>/A.E., non riescono generalmente ad ottenere rimozioni dell'azoto ammoniacale superiori al 60-70%, mentre mostrano rese più elevate per la denitrificazione, specialmente nei mesi estivi (Del Bubba, 2000; Garuti, 2000).

Tuttavia negli ultimi anni è risultato sempre più frequente il ricorso ai sistemi di fitodepurazione a flusso verticale (VF), sia per il trattamento di reflui provenienti da piccoli insediamenti, sia come stadi ossidativi inseriti per ottenere un'adeguata nitrificazione in impianti ibridi multistadio.

I sistemi a flusso libero (FWS) sono utilizzati prevalentemente come stadi di trattamento terziario o post-trattamento di impianti biologici esistenti (fanghi attivi, biodischi, etc.), con un'area specifica pari a circa 1,5 m<sup>2</sup>/A.E.; tali sistemi sono stati applicati in Italia anche come stadio finale in sistemi di fitodepurazione ibridi.

I sistemi ibridi infine, rappresentano un'efficace scelta progettuale per l'abbattimento dell'azoto (in particolare nel caso di abbinamento di sistemi a flusso sommerso orizzontale e verticale). Tali sistemi infatti sono stati applicati nelle situazioni in cui erano richieste più alte prestazioni e più spinti livelli di rimozione degli inquinanti.

Di seguito sono descritte alcune esperienze di sistemi di fitodepurazione realizzati in Italia relativamente al trattamento secondario o per l'affinamento di acque reflue urbane. Differenti e molteplici sono gli schemi adottati per questi sistemi di depurazione sul territorio nazionale. I casi studio di seguito illustrati sono stati selezionati nell'ambito delle configurazioni impiantistiche maggiormente diffuse sul territorio. Le caratteristiche tecniche degli impianti e i risultati del monitoraggio sono stati elaborati in schede tecniche riassuntive.

Gli impianti di fitodepurazione illustrati come casi studio sono i seguenti: impianto di Dicomano, impianto di Celle sul Rigo, impianto di Castel del Piano, impianto di Borgo di Tragliata, impianto di Verano, impianto di Favogna, impianto di Montecarotto, impianto di Vizzola Ticino, impianto di S. Leo Bastia, impianto dell'Azienda agrituristica di Baggiolino, impianto di Dozza Imolese, impianto di Hotel Relais Certosa, impianto di Narni – Vigne, impianto di Narni – Gualdo, impianto di Moscheta, impianto di Carisolo, impianto di Giugnola, impianto di Monticolo, impianto di S. Michele Ganzaria, impianto di Jesi.

Le buone rese depurative, i bassi costi gestionali, l'elevato valore naturalistico, l'impatto ambientale ridotto, fanno di questi sistemi validi strumenti per il trattamento delle acque reflue, in modo particolare per applicazioni su piccole-medie utenze quale trattamento secondario e come trattamento di affinamento e disinfezione per impianti tecnologici, di medie e grandi dimensioni

## 8.1 Impianti di fitodepurazione per il trattamento secondario di reflui urbani

### Impianto di Dicomano

<b>Localizzazione</b> Provincia Firenze Comune Dicomano	 
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 3.500 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2003	
<b>Recettore finale</b> Fiume Sieve	
<b>Gestore</b> Publicacqua S.p.A.	
<b>Descrizione dell'impianto</b> <p>L'idea di un impianto di fitodepurazione per il Comune di Dicomano è nata nell'ambito di uno Studio di Fattibilità effettuato nel 1997 da ARPA Toscana su commissione della Comunità Montana del Mugello, Alto Mugello e Val di Sieve. Tale studio ha individuato i sistemi di depurazione naturale come le tipologie impiantistiche più appropriate per il trattamento dei reflui in quel contesto territoriale. Successivamente il Comune di Dicomano, con il contributo del Programma LEADER II, ha realizzato il primo impianto dei sette previsti nello studio.</p> <p>Il fitodepuratore di Dicomano rappresenta ad oggi l'unico impianto pubblico del Bacino del Fiume Sieve, nonché il più grande sistema italiano di depurazione naturale applicato come trattamento secondario a reflui urbani.</p> <p>L'impianto tratta i reflui dell'abitato di Dicomano, in riva sinistra del Fiume Sieve, per un totale di 3.500 abitanti equivalenti. I reflui, attraverso la rete fognaria, giungono ad una stazione di sollevamento e da qui sono convogliati al sistema depurativo. L'impianto è costituito dalla seguente filiera:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- trattamento preliminare di grigliatura;</li><li>- trattamento primario mediante fossa Imhoff;</li><li>- sistema di fitodepurazione multistadio con una superficie totale di circa 6.080 m<sup>2</sup>, con funzione di trattamento secondario e terziario.</li></ul> <p>Il sistema di fitodepurazione multistadio è costituito da due linee in parallelo, ciascuna delle quali è costituita da:</p>	

- 1° stadio: sistema a flusso sommerso orizzontale SFS-h, con l'obiettivo di rimuovere i solidi sospesi e la maggior parte del carico organico;
- 2° stadio: sistema a flusso sommerso verticale SFS-v, per la degradazione del carico organico e la nitrificazione delle sostanze azotate;
- 3° stadio: sistema a flusso sommerso orizzontale SFS-h con l'obiettivo di completare la rimozione delle sostanze organiche e realizzare la denitrificazione;
- 4° stadio: sistema a flusso libero (FWS) con funzione di affinamento. Questo sistema è formato da bacini di profondità variabile collegati fra loro mediante canali e piccoli gradini realizzati in legname e pietrame. I diversi microhabitat formati hanno consentito l'inserimento di specie vegetali con esigenze ecologiche diverse, creando un ecosistema con un grado di biodiversità tale da permettere l'ottimizzazione dei processi depurativi.

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura (luce: 20 mm)

Fossa Imhoff

#### 1° Stadio: Sistema SFS-h

2 vasche di forma rettangolare in parallelo

Dimensioni: 20 x 25 m

Profondità letto (media): 0,8 m

Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  8-10 mm

Piante utilizzate: *Phragmites australis*

#### 2° Stadio: Sistema SFS-v

2 vasche in parallelo, suddivise in 4 comparti ciascuna

Dimensioni: 14 x 15 m

Profondità letto (media): 0,9 m

Medium riempimento: (dall'alto verso il basso) 5 cm di ghiaia  $\phi$  10 mm, 25 cm di sabbia, 15 cm di ghiaia  $\phi$  10 mm, 15 cm di ghiaia  $\phi$  20 mm, 30 cm di ghiaietto  $\phi$  40-70 mm

Piante utilizzate: *Phragmites australis*

#### 3° Stadio: Sistema SFS-h

2 vasche di forma rettangolare in parallelo

Dimensioni: 30 x 30 m

Profondità letto (media): 0,8 m

Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  8-10 mm

Piante utilizzate: *Phragmites australis*

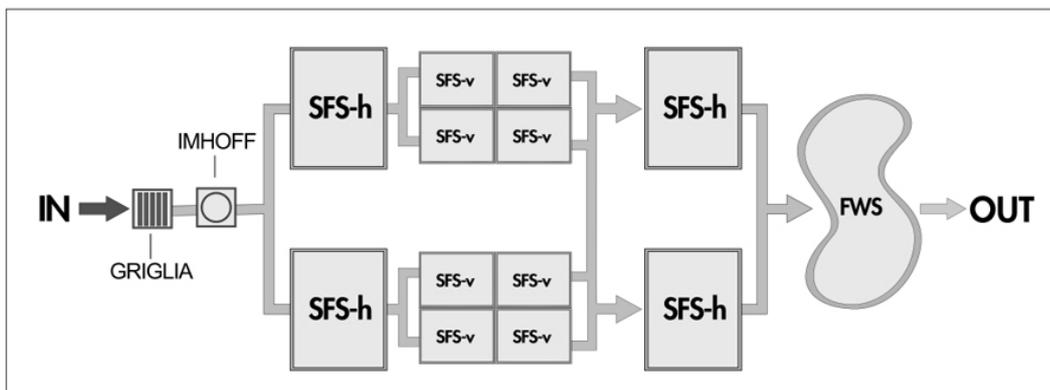
#### 4° Stadio: Sistema FWS

Profondità: variabile fino a 1,1 m

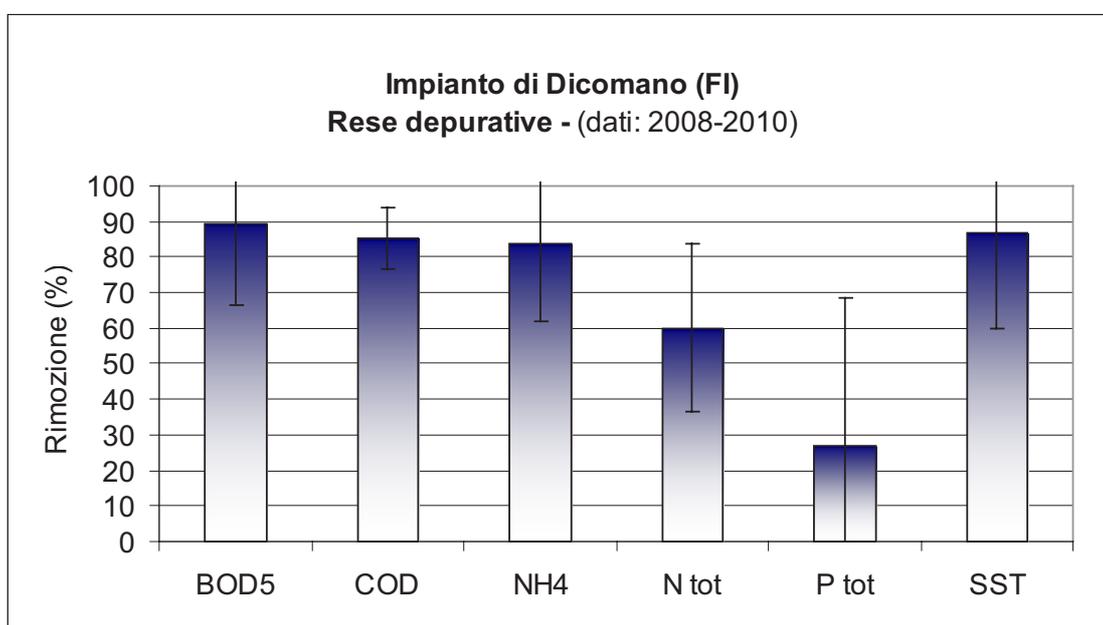
Capacità di accumulo: 1000 m<sup>3</sup>

Piante utilizzate:

- *Nymphaea alba*
- *Iris pseudacorus* - *Nuphar luteum*
- *Myriophyllum spicatum*
- *Phragmites australis*
- *Typha latifolia*
- *Typha minima*
- *Juncus effusus*
- *Ranunculus aquatilis*
- *Lythrum salicaria*
- *Butomus umbellatus*
- *Mentha aquatica*
- *Caltha palustris*
- *Epilobium hirsutum*
- *Alisma plantago-aquatica*



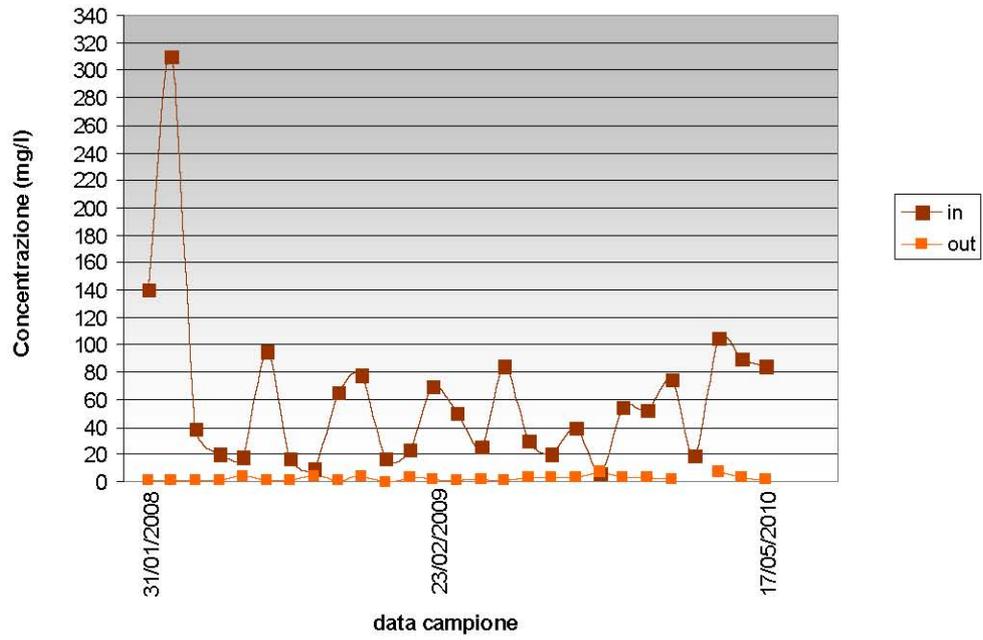
### Rese depurative



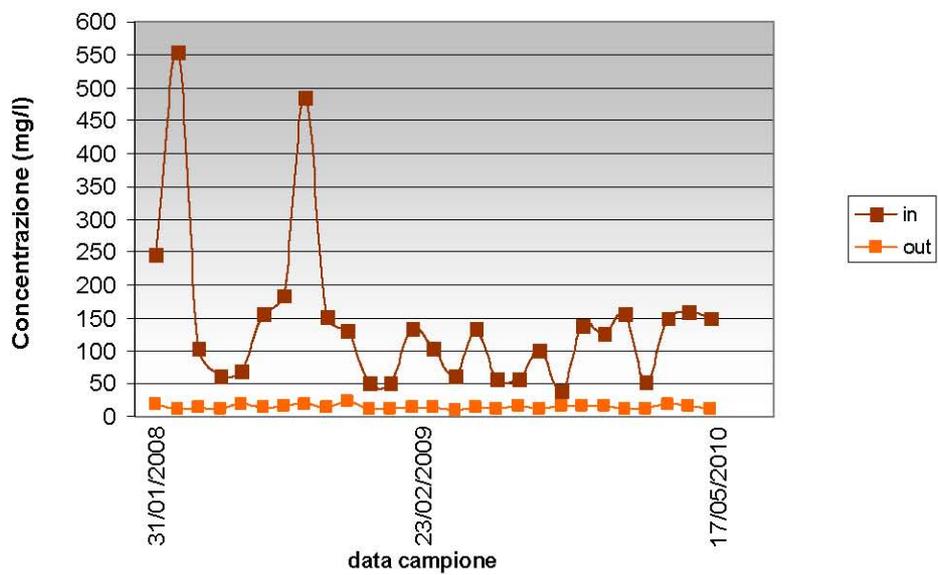
I dati analizzati sono relativi al triennio 2008-2010 (n. 27 campionamenti) e sono stati forniti dal gestore del Servizio Idrico Integrato (Publiacqua S.p.A.); i campioni del refluo in ingresso all'impianto e dell'effluente trattato sono prelevati e analizzati mediamente con cadenza mensile.

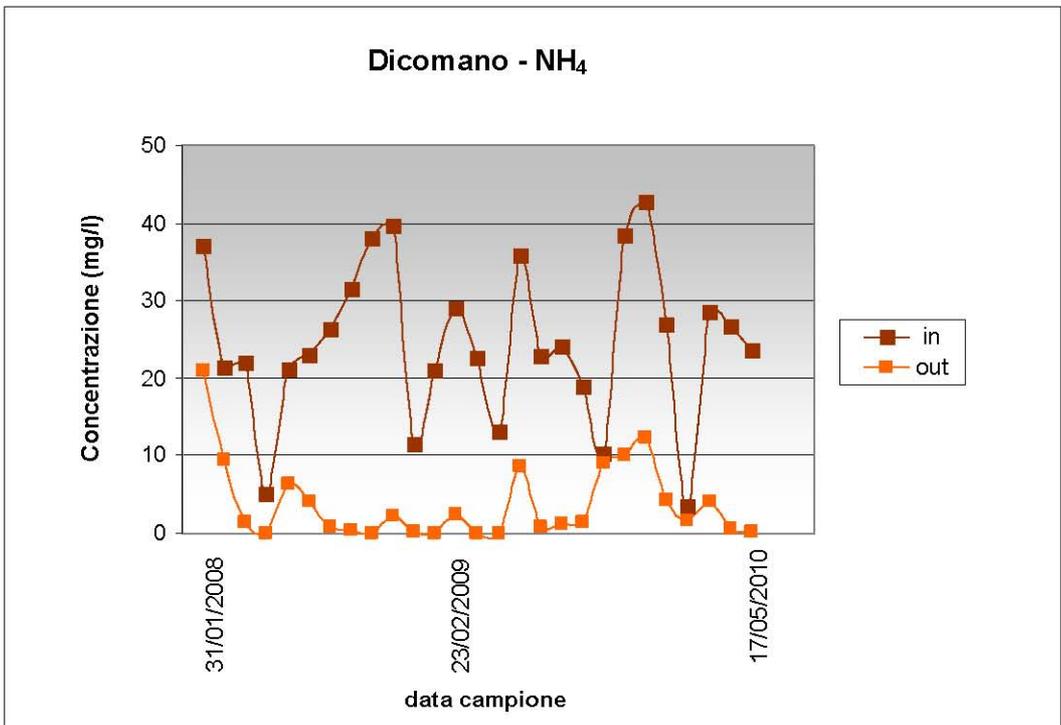
Il monitoraggio permette di valutare l'efficienza dell'impianto in termini di rimozione degli inquinanti. Come si evince dal grafico riportato, le percentuali di rimozione dei parametri monitorati sono ottime e superiori all'80% per il BOD5, il COD, l'Azoto ammoniacale ed i Solidi Sospesi totali. L'impianto rispetta ampiamente i limiti imposti dalla vigente normativa (Tab.1 Allegato 5 del D. Lgs. 152/2006).

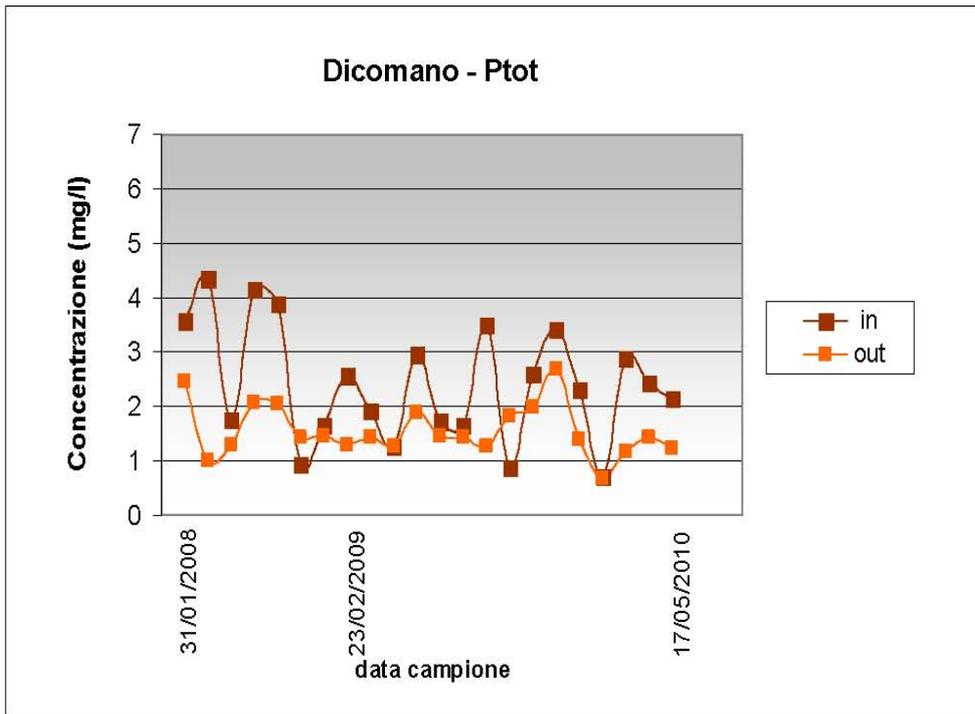
Dicomano - BOD<sub>5</sub>



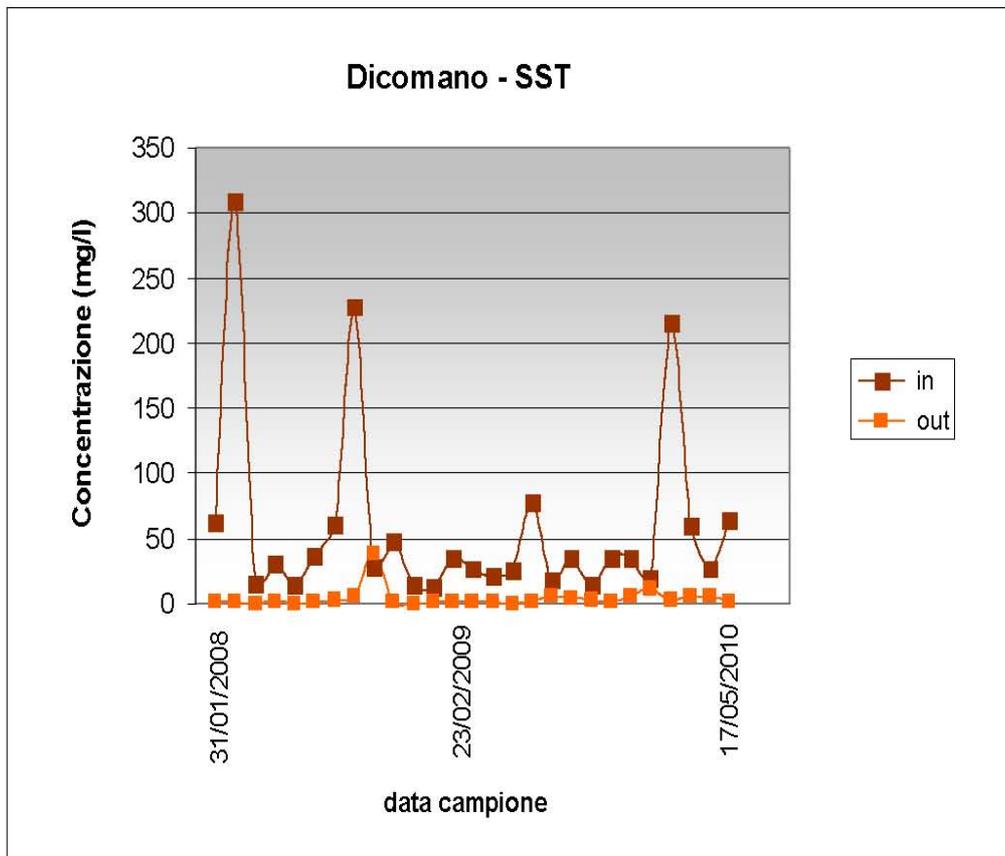
Dicomano - COD







Infine si evidenzia l'andamento delle concentrazioni di solidi sospesi totale in ingresso e in uscita dall'impianto.



Dati di monitoraggio forniti dal gestore del Servizio Idrico Integrato, Publiacqua S.p.A.

## Impianto di Celle sul Rigo

<b>Localizzazione</b> Provincia Siena Comune San Casciano dei Bagni Località Celle sul Rigo	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 620 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2003	
<b>Recettore finale</b> Fosso affluente del Torrente Rigo	
<b>Gestore</b> Acquedotto del Fiora S.p.A.	

### Descrizione dell'impianto

L'area in cui è ubicato l'impianto si trova ad ovest dell'abitato della frazione di Celle sul Rigo e ad est della Strada Vicinale della Erosa. La capacità organica di progetto dell'impianto è di 620 A.E. di cui 520 A.E. residenti e 100 A.E. fluttuanti, che comprendono le utenze dell'agriturismo e del ristorante. La fognatura è di tipo misto.

Il sistema depurativo consiste in un trattamento primario mediante grigliatura e fossa Imhoff e da un trattamento secondario mediante fitodepurazione. Gli elementi che costituiscono l'impianto sono quindi:

- trattamento preliminare di grigliatura;
- trattamento primario con fossa Imhoff;
- trattamento secondario mediante sistema a flusso sommerso orizzontale costituito da cinque vasche ciascuna di 420 m<sup>2</sup> per un totale di superficie utile pari a 2.100 m<sup>2</sup>.

Le vasche sono impermeabilizzate con membrane in polietilene e riempite di ghiaia in cui sono messe a dimora piante di *Phragmites australis*.

Il volume utile della fossa Imhoff è pari a 36 m<sup>3</sup>. Le prime quattro vasche di fitodepurazione sono suddivise in due linee in parallelo, linea A e linea B, composte ognuna da due vasche in serie; la quinta vasca è posta in serie in fondo all'impianto e riceve i reflui delle due linee. La suddivisione delle linee garantisce da un lato una migliore gestione durante le eventuali attività di manutenzione straordinaria e dall'altro permette un migliore controllo dei flussi idraulici.

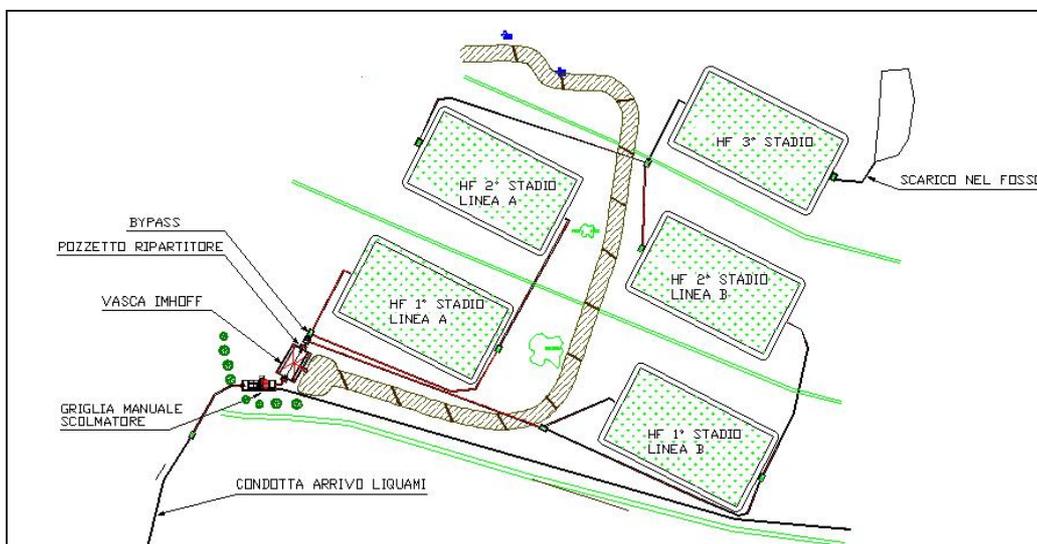
## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura manuale (luce: 20 mm)  
Vasca Imhoff

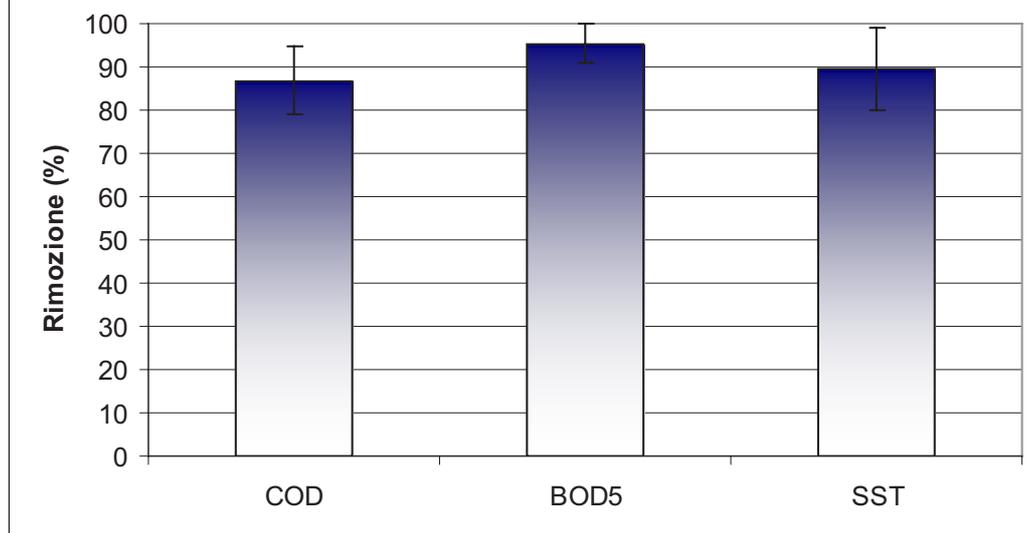
### Sistema SFS-h

5 vasche di forma rettangolare  
Dimensioni (singola vasca): 28 x 15 m  
Profondità letto (media): 0,8 m  
Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  5-10 mm  
Tipo di piante: *Phragmites australis*



## Rese depurative

**Impianto di Celle sul Rigo - S. Casciano dei Bagni (SI)**  
**Rese depurative - (dati 2008-2010)**

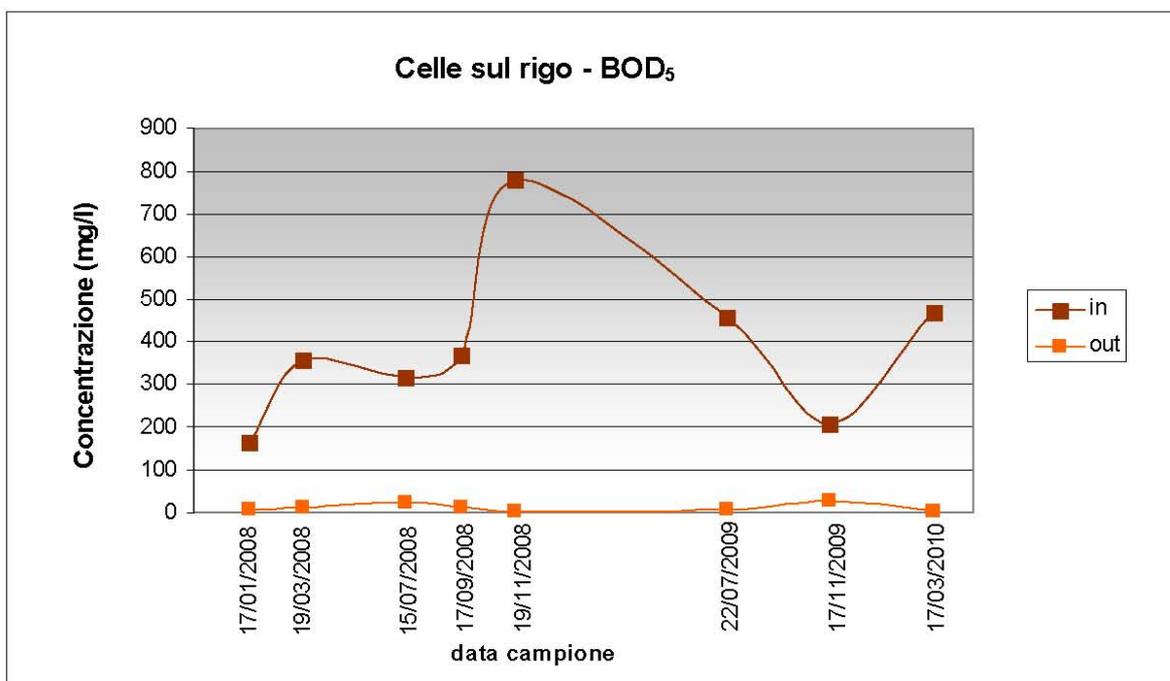
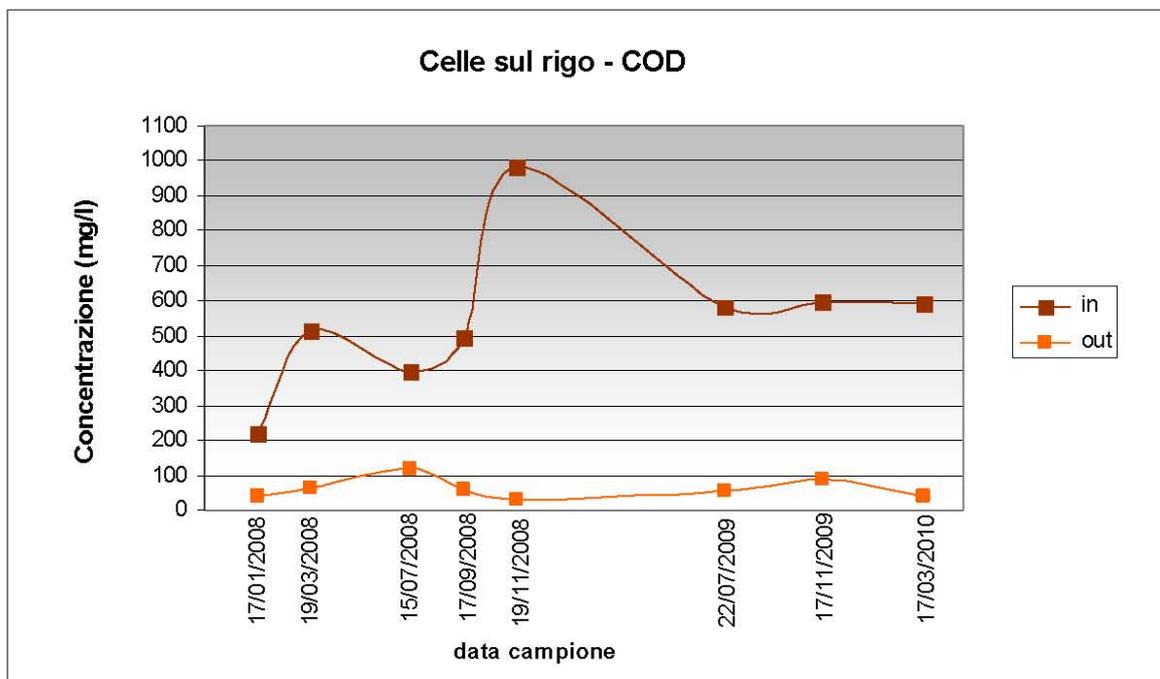


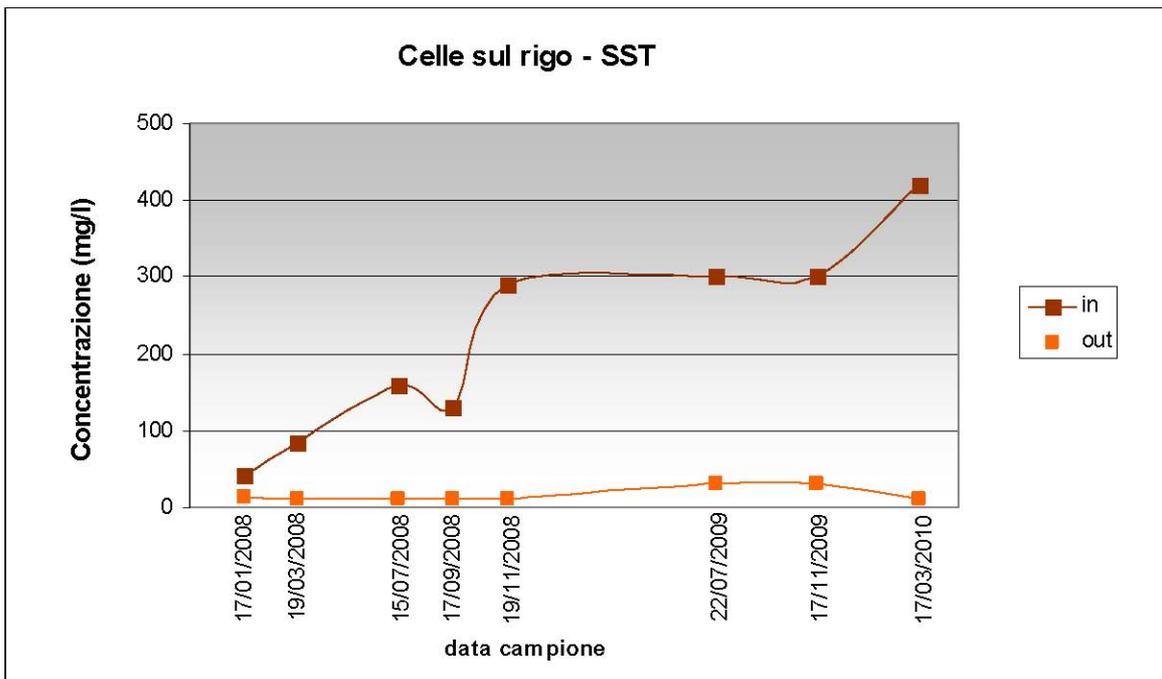
I campionamenti (n. 8 monitoraggi effettuati nel triennio 2008-2010) sono stati eseguiti da Acquedotto del Fiora S.p.A. in due punti: all'ingresso della fossa Imhoff e allo scarico finale in uscita dall'impianto.

La frequenza di campionamento è risultata variabile nel periodo preso in esame: sono stati analizzati cinque campionamenti per il 2008, due per il 2009 e un solo campionamento per il 2010.

I dati di monitoraggio evidenziano il buon andamento del sistema con rese depurative rispetto ai parametri COD, BOD<sub>5</sub> e Solidi Sospesi totali rispettivamente del 86%, 95% e 89%. Tali rese sono risultate migliori di quelle previste in fase di progettazione del sistema.

Di seguito è riportato l'andamento delle concentrazioni dei parametri in ingresso e in uscita dall'impianto.





Dati di monitoraggio forniti dal gestore del Servizio Idrico Integrato, Acquedotto del Fiora S.p.A.

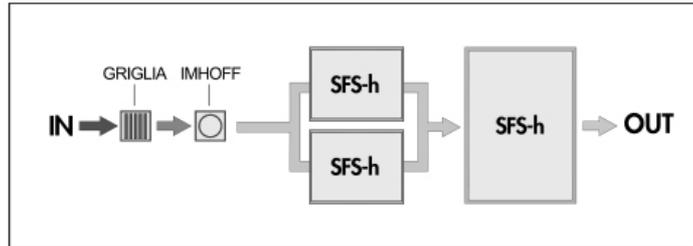
## Impianto di Castel del Piano

<p><b>Localizzazione</b>          Provincia Grosseto          Comune Castel del Piano          Località Marrona</p>	
<p><b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b>          400 A.E.</p>	
<p><b>Anno di attivazione</b>          2003</p>	
<p><b>Recettore finale</b>          Fosso Vella</p>	
<p><b>Gestore</b>          Acquedotto del Fiora S.p.A.</p>	
<p><b>Descrizione dell'impianto</b></p> <p>L'impianto situato a valle della località Marrona, è a servizio delle frazioni di Pian del Ballo e Marrona. La zona si trova ad una quota compresa tra i 540 m ed i 500 m s.l.m. Il versante sul quale si trova l'impianto declina fino al Fosso Vella, affluente del Torrente Ente.</p> <p>A monte di tutto l'impianto è posizionato un pozzetto scolmatore il cui obiettivo, poiché la fognatura afferente è di tipo misto, è quello di preservare l'impianto da carichi idraulici eccessivi. I pre-trattamenti sono costituiti da un sistema di grigliatura e da una fossa biologica di tipo Imhoff.</p> <p>Il sistema di fitodepurazione consiste in due stadi a flusso sommerso orizzontale posti in serie: il primo è costituito da 2 vasche in parallelo, mentre il secondo è costituito da un'unica vasca. Il layout dell'impianto è stato definito sia in base ai rendimenti depurativi richiesti che alle caratteristiche morfologiche dell'area di inserimento e del paesaggio.</p> <p>Le prime due vasche SFS-h sono funzionanti in parallelo al fine di rendere agevoli le operazioni di manutenzione mentre la presenza di due stadi in serie è stata prevista al fine di aumentare l'efficienza depurativa.</p> <p>I letti sono stati piantumati con <i>Phragmites australis</i> che possiede una buona capacità di resistere a condizioni climatiche di basse temperature e a periodi di copertura nevosa.</p> <p>L'intero sistema è alimentato per gravità consentendo un risparmio in termini energetici.</p>	

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura (luce: 20 mm)  
Fossa Imhoff



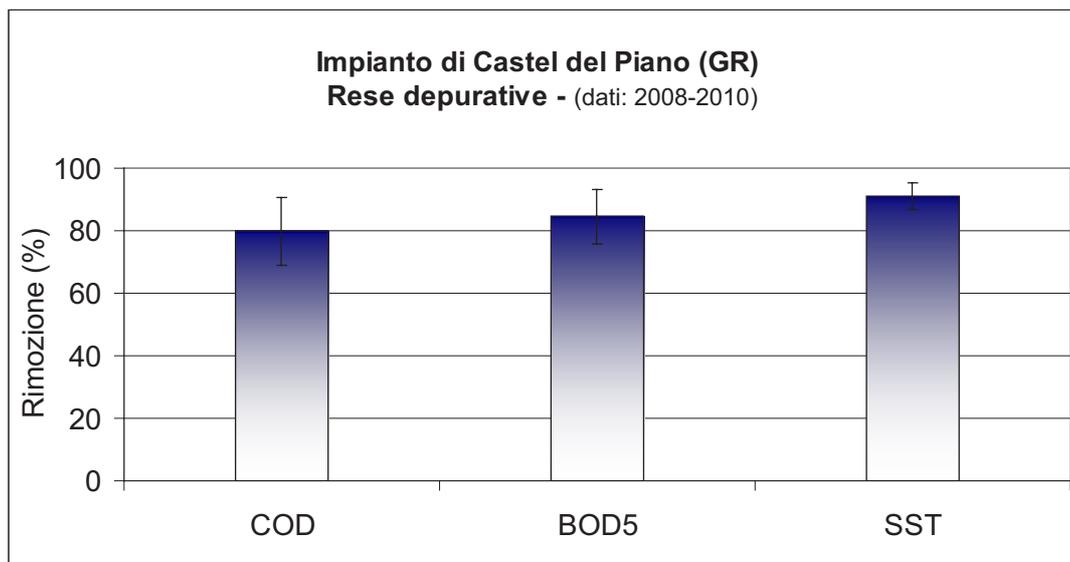
#### 1° Stadio: SFS-h

2 vasche di forma rettangolare in parallelo  
Dimensioni (singola vasca): 15x 19 m  
Profondità letto (media): 0,8 m  
Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  5-10 mm  
Tipo di piante: *Phragmites australis*

#### 2° Stadio: Sistema SFS-h

1 vasca di forma rettangolare  
Dimensioni: 15x 23 m  
Profondità letto (media): 0,8 m  
Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  5-10 mm  
Tipo di piante: *Phragmites australis*

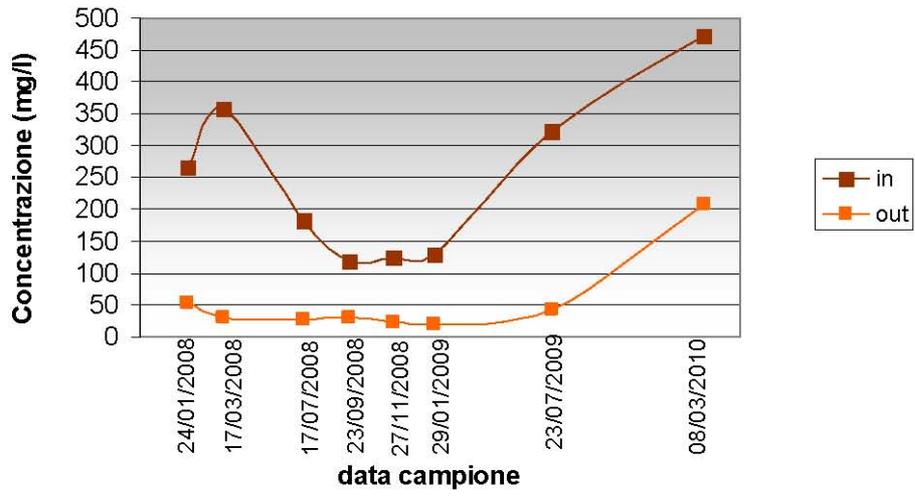
## Rese depurative



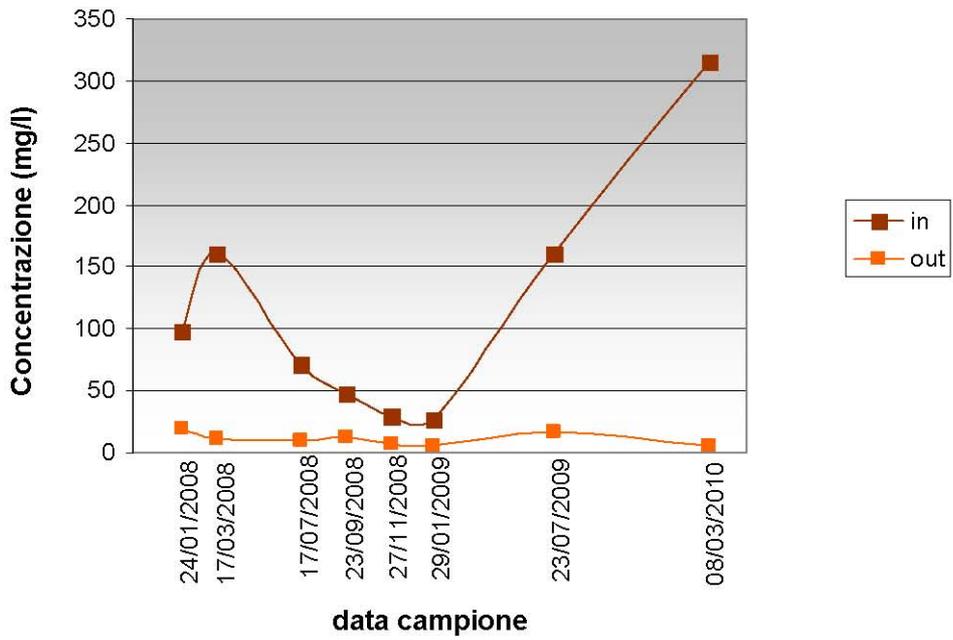
I rendimenti sono stati calcolati su un totale di 8 monitoraggi forniti dall' Acquedotto del Fiora S.p.A. relativi al periodo 2008-2010. La frequenza di campionamento è stata variabile: 5 campionamenti per il 2008, 2 per il 2009 e un solo campionamento per il 2010.

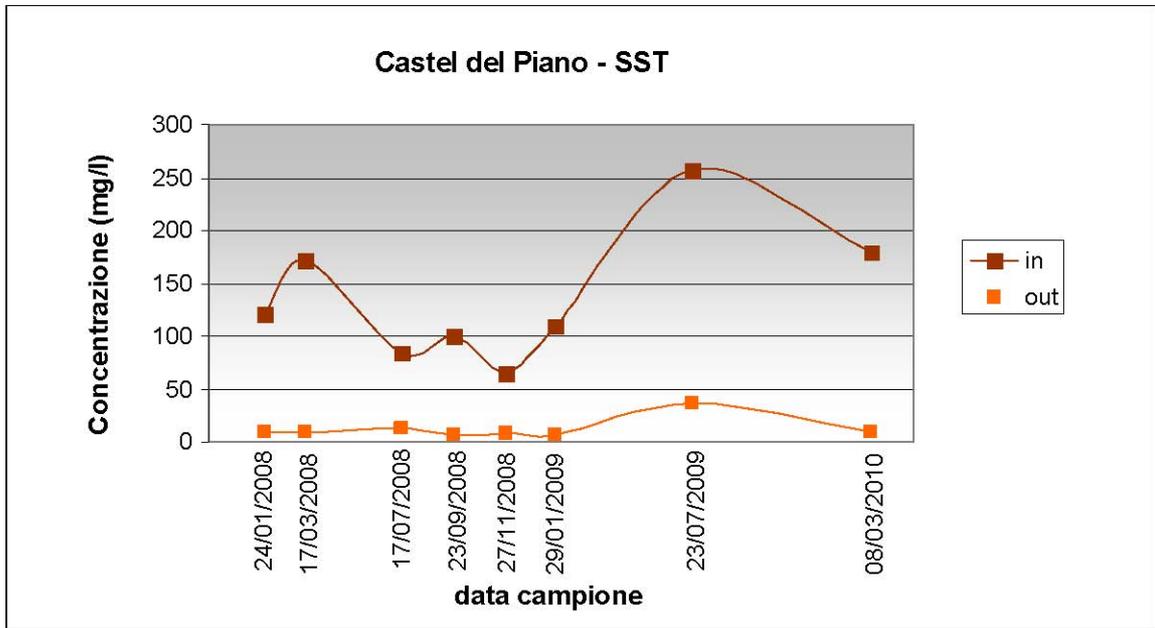
Per questa tipologia di utenza la normativa nazionale e regionale non impone valori limite da rispettare. Tuttavia l'impianto, nonostante il clima rigido nel periodo invernale, mostra rese depurative piuttosto buone, con percentuali di abbattimento che superano l'80% per tutti i parametri analizzati (per i Solidi Sospesi si segnala un abbattimento del 92%).

Castel del Piano - COD



Castel del Piano - BOD<sub>5</sub>





Dati di monitoraggio forniti dal gestore del Servizio Idrico Integrato, Acquedotto del Fiora S.p.A.

## Impianto di Borgo di Tragliata

<b>Localizzazione</b> Provincia Roma Comune Fiumicino Località Borgo di Tragliata	 
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 296 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2005	
<b>Recettore finale</b> Fosso pietroso	
<b>Gestore</b> Gestione privata	
<b>Descrizione dell'impianto</b> <p>Il Borgo di Tragliata è un piccolo centro rurale ubicato nel Comune di Fiumicino e sorge su un suggestivo sperone di tufo. Le sue origini risalgono all'epoca etrusca, di cui rimangono tuttora intatti i blocchi delle mura perimetrali e i granai a imbuto. La torre di avvistamento, edificata in epoca medievale, è inglobata nel nucleo centrale dell'abitato costituito da due casali settecenteschi. Recentemente tutti i fabbricati rurali hanno subito un'opera di restauro conservativo cambiando la loro destinazione d'uso da residenziale a turistico-ricettiva e per la ristorazione.</p> <p>L'impianto di fitodepurazione è stato dimensionato per 296 A.E., stimati considerando le seguenti attività:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- fabbricati centro storico sulla rocca; capacità ricettiva di 35 posti letto;</li><li>- ristorante con capienza massima 200 posti;</li><li>- fabbricati sulla superficie aziendale; ristorante con capienza massima per 400 persone;</li><li>- fabbricati adibiti ad attività ricettiva con 64 posti letto;</li><li>- appartamento con 2 vani;</li><li>- capannone commerciale con 3 addetti;</li><li>- appartamenti per lavoratori con 10 vani;</li></ul>	

La realizzazione di tale impianto è stata favorita dalla disponibilità da parte dell'azienda agraria di ampie superfici libere, dall'abbondanza di materiale inerte quale ghiaia e sabbia di varia granulometria in giacimenti naturali ubicati in aree limitrofe nonché dalla presenza di folte siepi di cannuccia di palude (*Phragmites*) ubicate sugli argini e nelle immediate vicinanze del "fosso pietroso", un corso d'acqua perenne che per un buon tratto scorre all'interno dell'azienda stessa. Inoltre la collocazione a monte dei fabbricati interessati e la conseguente presenza di dislivelli favorevoli per la raccolta delle acque ha consentito di sfruttare la naturale pendenza del terreno.

L'analisi completa del refluo da trattare ha confermato un carico organico totale elevato, causato principalmente da metabolismo umano e dall'attività di ristorazione.

Il sistema depurativo è costituito dalla seguente filiera:

- pretrattamento con disoleatura e grigliatura;
- trattamento primario con vasca Imhoff
- trattamento secondario con letto a flusso sub-superficiale orizzontale.

Il letto di fitodepurazione ha una superficie totale di 1.400 m<sup>2</sup> e un'altezza media di 0,8 m; l'impermeabilizzazione è stata realizzata posando alla base ed ai lati una geomembrana in polietilene; la specie vegetale utilizzata per la piantumazione è la *Phragmites australis*.

### Dettagli tecnici

Trattamenti preliminari/primari

Disoleatura

Grigliatura (setaccio in ferro saldato a griglia, dimensioni 5 x 5 cm)

Vasca Imhoff a doppia camera

#### 1° Stadio: Sistema SFS-h

Vasca unica di forma rettangolare

Area totale: 1400 m<sup>2</sup>

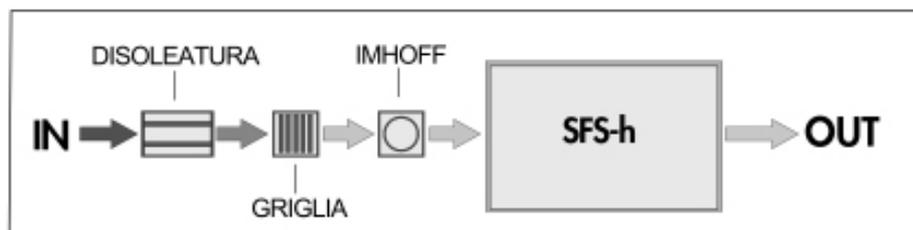
Dimensioni: 20 x 70 m

Profondità letto (media): 0,8 m

Medium riempimento: miscela di materiale inerte pulito e lavato (sabbia e ghiaia con  $\phi$  2 - 5 mm) con adeguata omogeneità dimensionale e con valori minimi di conducibilità idraulica pari a 10-3 m/s. In prossimità dei punti di entrata e di uscita del refluo, al fine di evitare fenomeni di intasamento, è stato utilizzato materiale inerte di granulometria maggiore.

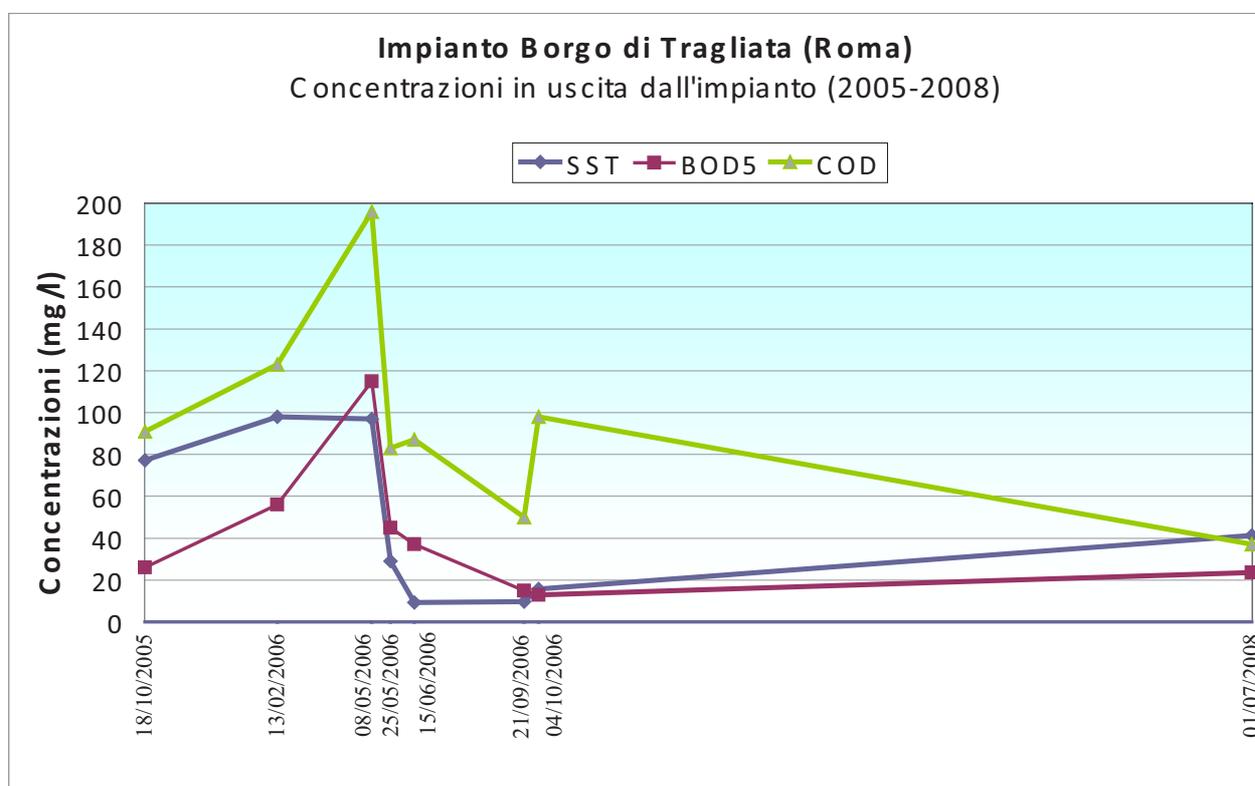
Impermeabilizzazione: geomembrana (Junifol Liner 075) in polietilene alta densità monoestrusa (HDPE), spessore nominale 0,75 mm

Tipo di piante: *Phragmites australis*



## Rese depurative

Data campionamenti	PH	Materiali in sospensione	BOD5	COD	Ptot	NH4	N-nitrico	N-nitroso	tensioattivi tot
18/10/2005	7,09	77,3	26	91	1,4	1,65	2,63		0,26
13/02/2006	7,3	98	56	123	8,3	17,6	5,6	0,02	1,79
08/05/2006	7,5	97	115	196	7,8	15,03	4,6	0,2	1,73
25/05/2006		29	45	83					
15/06/2006		9,33	37	87					
21/09/2006		9,7	15	50					
04/10/2006		15,63	13	98	2,2	4,44	12,3	0,05	1,2
11/09/2007						28,96			
10/01/2008						11,1			
28/05/2008						5,77			
01/07/2008	7	41,4	23,5	37,1	0,25	3,44	1,1	0,02	0,16
11/03/2009			11,5	102,4		19,9			1,4



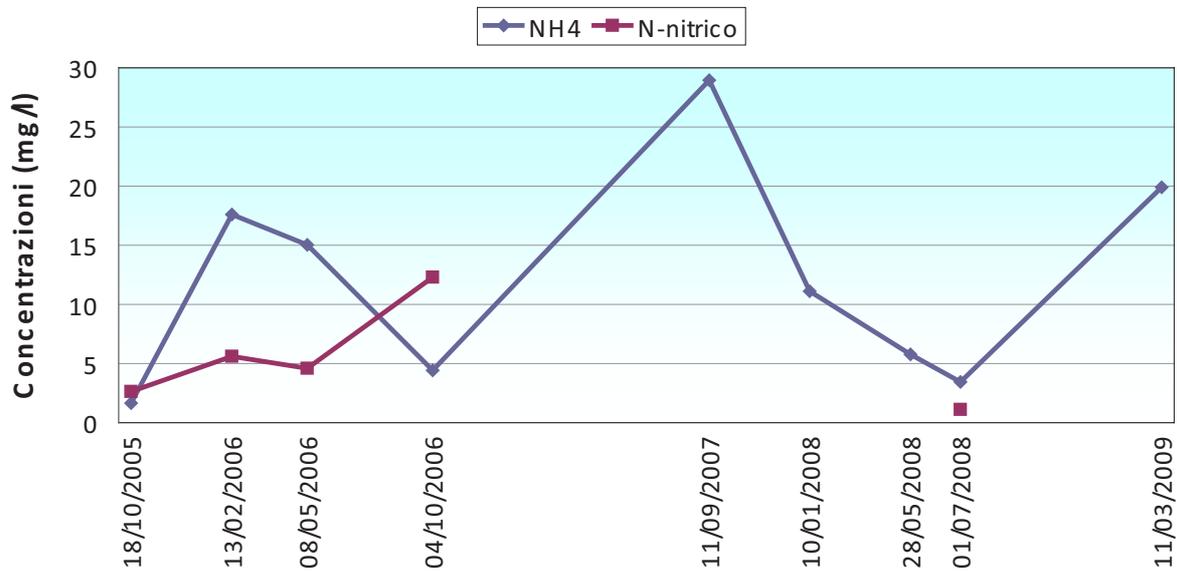
I dati di monitoraggio analizzati sono stati forniti dalla proprietà. Nel grafico sopra riportato si evidenzia l'andamento degli inquinanti nei campionamenti che sono stati fatti prima dell'entrata a regime dell'impianto (novembre 2005) fino a luglio 2008, quando l'impianto ormai era a pieno regime di funzionamento.

I valori riportati mettono in evidenza un primo periodo di funzionamento scarso, con valori elevati di sostanza organica e *solidi sospesi*. Nel tempo le caratteristiche del refluo in uscita migliorano.

Per quanto riguarda i composti azotati, il sistema di fitodepurazione non fornisce rese eccellenti (vedi letteratura internazionale e pubblicazioni scientifiche) soprattutto a causa del design di tipo semplificato.

Ad ogni modo i dati di monitoraggio rientrano nei parametri di legge rispettando molto spesso limiti tabellari stabiliti per scarichi di maggiori dimensioni.

**Impianto Borgo di Tragliata (Roma)**  
Concentrazioni di composti azotati in uscita dall'impianto  
(2005-2008)



## Impianto di Verano

<b>Localizzazione</b> Provincia Bolzano Comune Verano	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 1.000 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2005	
<b>Recettore finale</b> Sottosuolo attraverso un pozzo perdente, vasca di accumulo per eventuale successivo riuso a scopo irriguo	
<b>Gestore</b> Comune di Verano	

### Descrizione dell'impianto

L'impianto di depurazione è ubicato a circa 3 km a valle del paese di Verano, tra i 887 e 905 m s.l.m.. La potenzialità dell'impianto è di 1.000 A.E. e tratta le acque reflue domestiche dell'abitato di Verano con alcuni alberghi e la piccola zona artigianale e sportiva. Essendo una zona turistica, nel periodo primaverile, estivo e autunnale si verificano oscillazioni di carico idraulico e organico in ingresso al sistema depurativo.

Il sistema di tipo multistadio è così costituito:

- trattamento primario con fosse biologica tricamerale
- 1° stadio di fitodepurazione con sistema a flusso sommerso verticale
- 2° stadio di fitodepurazione con sistema a flusso sommerso verticale

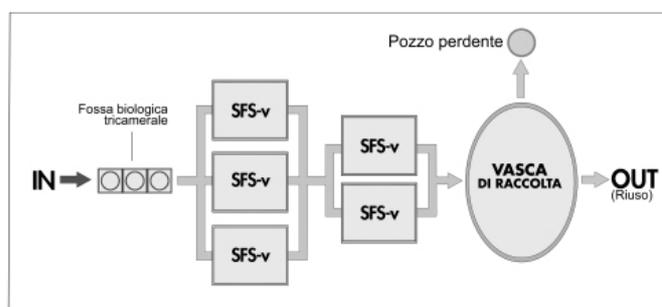
Il primo stadio, costituito da tre vasche a flusso verticale poste in parallelo, ha una superficie totale di 930 m<sup>2</sup>; questo è seguito da un secondo stadio costituito da due vasche a flusso sommerso verticale poste in parallelo e con superficie totale di 1.670 m<sup>2</sup>. Infine troviamo una vasca di accumulo finale da 1.500 m<sup>3</sup> per l'eventuale successivo riutilizzo a scopo irriguo; il troppo-pieno della vasca viene fatto defluire in un pozzo a dispersione.

Tutto il sistema depurativo è alimentato per gravità e grazie alla presenza di pozzetti con sifoni.

### Dettagli tecnici

#### Trattamenti preliminari/primari

Fossa biologica a tre camere da 400 m<sup>3</sup>.

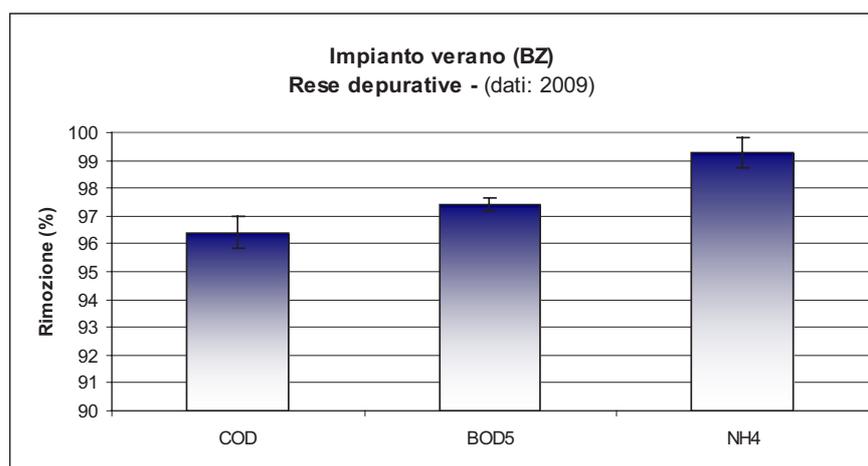


<b>1° Stadio: Sistema SFS-v</b> 3 vasche di forma rettangolare in parallelo Dimensioni (singola vasca): 9 x 30 m Superficie totale: 930 m <sup>2</sup> Profondità letto (media): 0,55 m Medium riempimento: ghiaia e sabbia Impermeabilizzazione: cemento armato Tipo di piante: <i>Phragmites australis</i> Sistema alimentazione/raccolta: tubi di drenaggio	<b>2° Stadio: Sistema SFS-v</b> 2 vasche di forma rettangolare in parallelo Dimensioni (singola vasca): 12 x 33 m Superficie totale: 1670 m <sup>2</sup> Profondità letto (media): 0,55 m Medium riempimento: ghiaia e sabbia Impermeabilizzazione: cemento armato Tipo di piante: <i>Phragmites australis</i> Sistema alimentazione/raccolta: tubi di drenaggio
--	--

### Rese depurative

Data	03/02/2009		03/11/2009	
	Ingresso	Uscita	Ingresso	Uscita
Localizzazione				
COD (mg/L)	782	25	722	29
BOD5 (mg/L)	410	< 10	363	< 10
Azoto ammoniacale (mg/L NH4)	77	0,26	71	0,8
SST (mg/L)		18		8
pH	8	7,4	7,9	7,5
Conducibilità (microS/cm)	967	990	844	971
Solidi sedimentabili 2h (mg/L)	21	<0,1	20	0,4

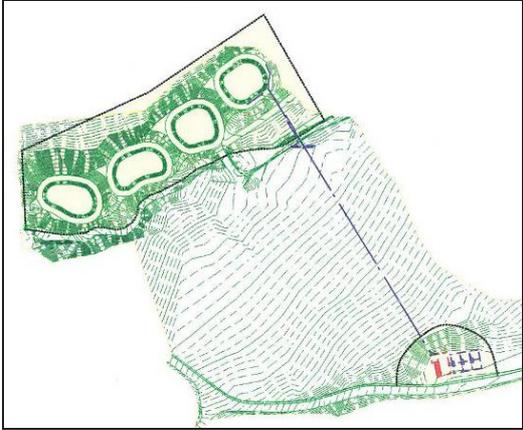
I campionamenti presi in esame sono i due eseguiti da APPA Bolzano rispettivamente a febbraio e a novembre 2009; sono stati misurati sia dati in ingresso che in uscita dall'impianto. In tabella sono riportati i valori ottenuti e nel grafico che segue sono rappresentate le percentuali di rimozione ottenute per gli inquinanti considerati.



La resa depurativa dell'impianto è molto elevata sia per l'azoto ammoniacale con il 99,2 % di abbattimento percentuale, sia per la sostanza carboniosa per cui si registra una rimozione del 96% di COD e il 97% di BOD5.

Le percentuali di rimozione dell'impianto di Verano indicano un ottimo funzionamento del sistema depurativo.

## Impianto di Favogna

<p><b>Localizzazione</b> Provincia Bolzano Comune Magrè</p>	
<p><b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 280 A.E.</p>	
<p><b>Anno di attivazione</b> 2008</p>	
<p><b>Recettore finale</b> Rio Favogna</p>	
<p><b>Gestore</b> Comune di Magrè</p>	
<p><b>Descrizione dell'impianto</b></p> <p>L'impianto è composto da una vasca settica, tre letti di fitodepurazione ed un piccolo stagno in cui viene raccolta l'acqua depurata prima di immetterla nel rio Favogna. I tre letti misurano circa 270 m<sup>2</sup>. La vasca di ritegno può contenere 50 m<sup>3</sup> e la vasca settica è dimensionata per circa 300 A.E.. L'impianto si trova a circa 1.000 m s.l.m. e si estende su circa 3.500 m<sup>2</sup> di terreno. La vasca di raccolta finale può servire anche da riserva antincendio.</p>	

### Dettagli tecnici

Trattamenti preliminari/primari

Fossa biologica a tre camere

**1°-2°-3° Stadio:** Sistema SFS-v

3 vasche di forma ovoidale in serie

Superficie (singolo letto): circa 270 m<sup>2</sup>

Profondità letto (media): 1 m

Medium riempimento: sabbia

Tipo di piante: canne, giunchi, giaggioli

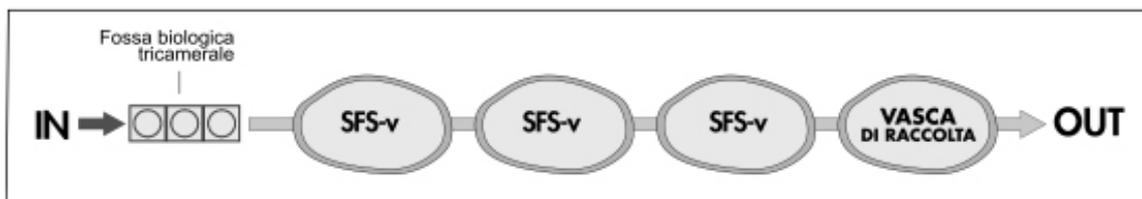
Sistema alimentazione: tubazioni forate poste sopra il substrato

Sistema raccolta: tubo di drenaggio

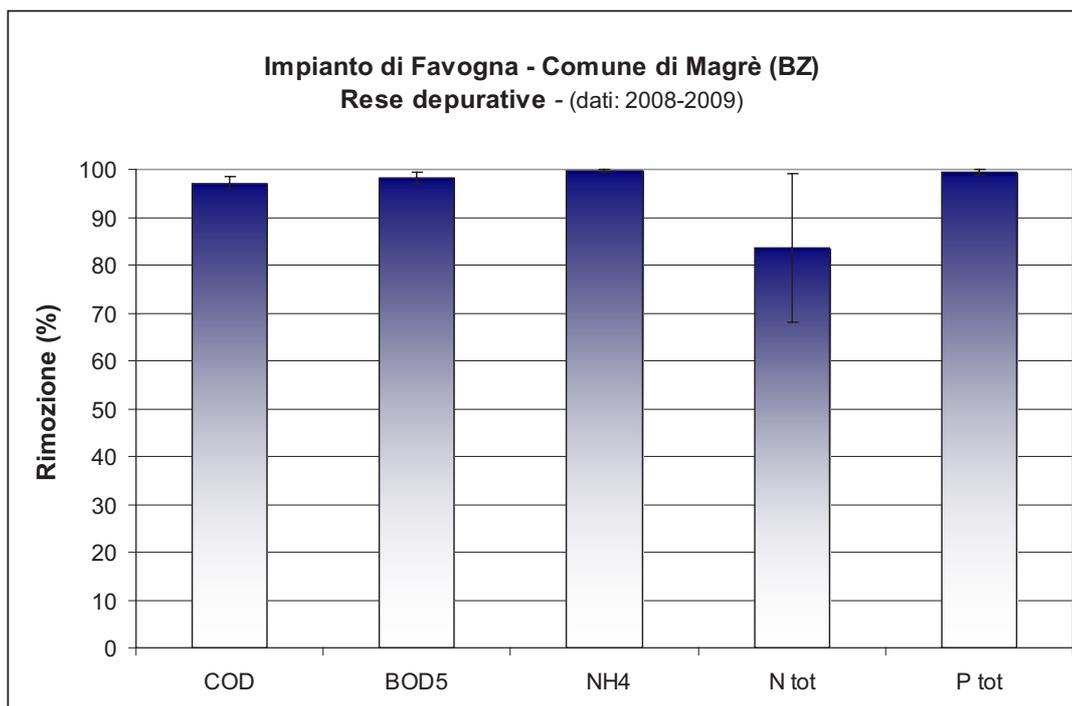
Sistema regolazione: vasca di alimentazione a flusso variabile

**4° Stadio**

Bacino di raccolta finale



### Rese depurative



Il monitoraggio è stato svolto dall'APPA di Bolzano (n. 4 campionamenti) nel periodo 2008-2009, in ingresso al sistema di fitodepurazione e in uscita dal bacino di accumulo finale.

I dati analizzati evidenziano un'ottima efficienza dell'impianto sulla rimozione della sostanza carboniosa, del fosforo e dell'azoto sottoforma di ammonio; leggermente minore ma comunque considerevole, risulta l'abbattimento dell'azoto totale. Le percentuali di rimozione sono le seguenti: 97,1% per il COD, il 98,2% per il BOD5, 99,7% per l'azoto ammoniacale, lo 83,6 % per l'azoto totale e, il 99,3% per il fosforo totale.

## Impianto di Montecarotto

<b>Localizzazione</b> Provincia Ancona Comune Montecarotto	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 900 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2002	
<b>Recettore finale</b> Fosso Fossato	
<b>Gestore</b> Multiservizi S.p.A.	
<b>Descrizione dell'impianto</b> <p>Il depuratore di Montecarotto è a servizio della rete fognaria che riguarda la zona centro e il versante collinare sud del Comune di Montecarotto; le acque depurate alimentano il fosso denominato Fossato. Nell'anno 2009 l'impianto ha trattato una portata pari a circa 45.000 m<sup>3</sup>; gli A.E. trattati su base COD sono stati circa 400.</p> <p>Il depuratore consiste in un sistema di fitodepurazione multistadio a flusso sommerso orizzontale e verticale, alimentato interamente per gravità grazie ai circa 9° di pendenza dell'area.</p> <p>In testa all'impianto è presente un trattamento primario; successivamente il refluo viene trattato in un sistema multistadio di fitodepurazione costituito da tre linee in parallelo (ciascuna delle quali è formata da tre stadi) per un totale di 3.464 m<sup>2</sup> di superficie utile:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 1° stadio a flusso sommerso orizzontale</li><li>- 2° stadio a flusso sommerso verticale</li><li>- 3° stadio a flusso sommerso orizzontale</li></ul>	

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

Fossa di decantazione

#### 1° Stadio: Sistema SFS-h

3 vasche di forma rettangolare idraulicamente in parallelo.

Dimensioni (singola vasca) : 30 x 15 m

Profondità letto (media) : 0,7 m

Medium riempimento : ghiaia  $\phi$  8 mm

Sistema regolazione/alimentazione : pozzetto interno con regolatore di livello

Tipo di piante : *Phragmites australis*

#### 2° Stadio: Sistema SFS-v

6 vasche di forma rettangolare suddivise su 3 linee parallele.

Dimensioni (singola vasca) : 12 x 26 m

Profondità letto (media) : 0,7 m

Medium riempimento: inerti a granulometria decrescente: 25 cm di ghiaia  $\phi$  30-60 mm; 15 cm di ghiaietto  $\phi$  10-15 mm ; 20 cm di ghiaietto  $\phi$  5-10 mm ; 10 cm di sabbia lavata.

Sistema alimentazione : pozzetto munito di trugolo oscillante in lamiera zincata per l'alimentazione alternata delle vasche, collegato con sistemi di alimentazione a pioggia.

Tipo di piante : *Phragmites communis e australis*

#### 3° Stadio: Sistema SFS-h

3 vasche di forma rettangolare suddivise su 3 linee parallele.

Dimensioni (vasche linee 1 e 3): 26 x 14 m

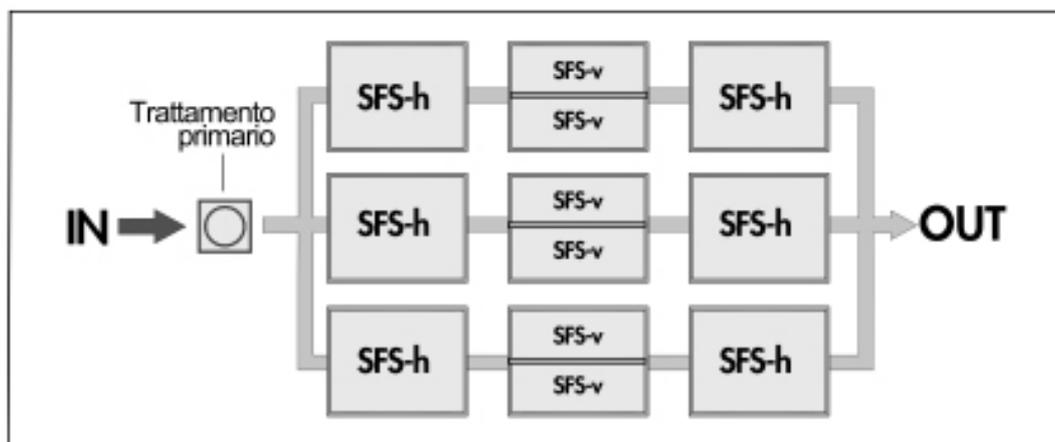
Dimensioni (vasca linea 2) : 30 x 15 m

Profondità letto (media) : 0,7 m

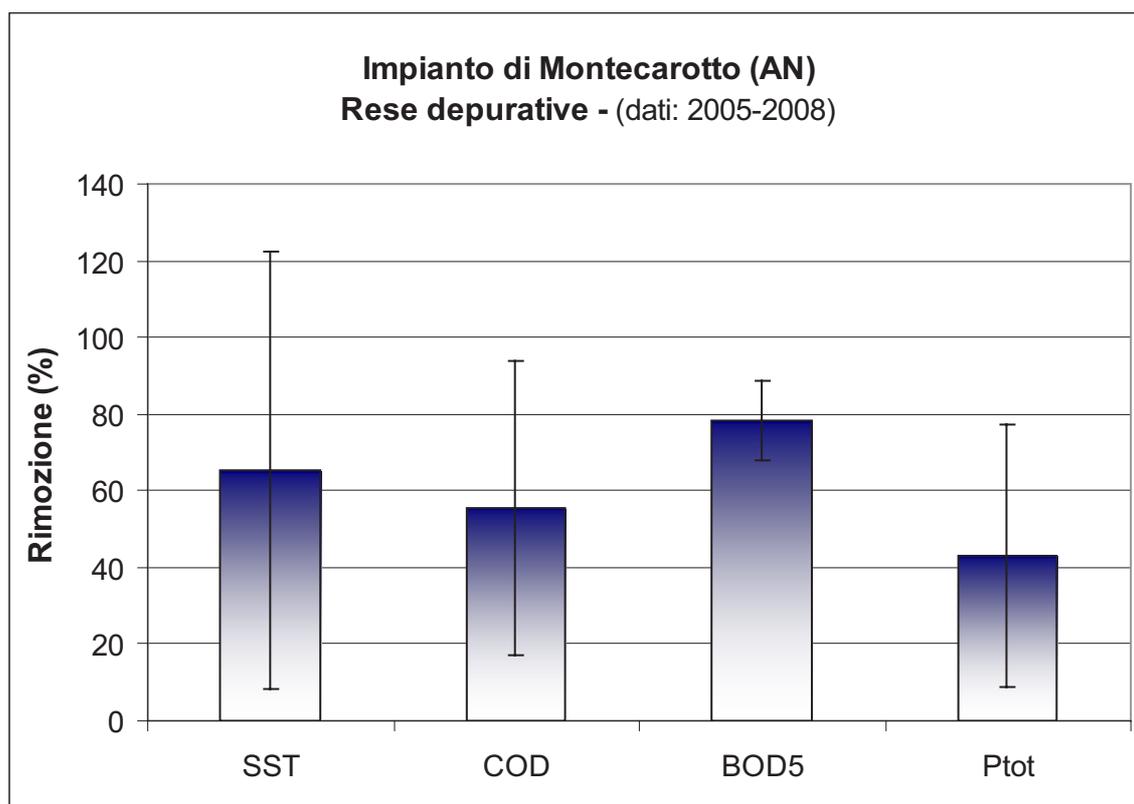
Medium riempimento : ghiaia  $\phi$  8 mm

Sistema regolazione/alimentazione: pozzetto interno con regolatore di livello

Tipo di piante : *Phragmites australis*



## Rese depurative



I dati di monitoraggio utilizzati per stimare le rese depurative sono stati forniti da Multiservizi S.p.A. e sono relativi ad un periodo di campionamento di quattro anni (giugno 2005 – ottobre 2008).

Sono stati effettuati dieci campionamenti: due campionamenti annuali nel quadriennio 2005-2008 e tre campionamenti annuali nel triennio 2006-2007.

I dati analizzati evidenziano una discreta efficienza dell'impianto nella rimozione dei *solidi sospesi* totali (65%) e della sostanza carboniosa, sia sottoforma di COD (55%) sia di BOD5 (78%); meno elevata, ma comunque con concentrazioni basse, la rimozione del Fosforo totale (42%).

Le rese depurative dell'impianto rispecchiano gli obiettivi depurativi individuati in fase di progettazione.

## Impianto di Vizzola Ticino

<p><b>Localizzazione</b>          Provincia Varese          Comune Vizzola del Ticino          Località Castelnovate</p>	
<p><b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b>          800 A.E.</p>	
<p><b>Anno di attivazione</b>          2007</p>	
<p><b>Recettore finale</b>          Fiume Ticino</p>	
<p><b>Gestore</b>          AMSC (Azienda          Multiservizi Comunali S.p.A.)</p>	

### Descrizione dell'impianto

L'impianto di fitodepurazione attualmente tratta le acque reflue urbane dell'intera frazione di Castelnovate (comune di Vizzola Ticino) e le acque bianche di dilavamento superficiale di una parte dell'abitato del territorio comunale.

Il sistema depurativo è costituito da:

- collegamento della rete fognaria nera ad una grigliatura fine, tramite condotta adduttrice e successiva immissione delle acque in 2 vasche Imhoff dimensionate ciascuna per 400 A.E., aventi la funzione di abbattimento dei solidi sedimentabili che altrimenti andrebbero ad intasare il medium del letto di fitodepurazione;
- 2 letti di fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale (1° stadio) posti in parallelo, che ricevono, a gravità, le acque dalla fossa Imhoff; ciascun letto è dimensionato con una superficie pari a 650 m<sup>2</sup>;
- 2 letti di fitodepurazione a flusso sub-superficiale verticale (2° stadio) anch'essi posti in parallelo, funzionanti mediante un sistema automatizzato che prevede il pompaggio del refluo (con cicli intermittenti); ciascun letto è dimensionato con estensione pari a 525 m<sup>2</sup>;
- un bacino a flusso superficiale (3° stadio) in continuità con un bacino finale di affinamento; nella parte a flusso superficiale sono state piantumate le macrofite acquatiche; i due bacini ricoprono complessivamente una superficie di 885 m<sup>2</sup>, di aspetto naturaliforme con funzione, sia di affinamento finale delle acque depurate, che di riqualificazione paesaggistica del sito;
- recapito finale delle acque al corpo idrico recettore, tramite condotta di scarico costituita da tubazioni in calcestruzzo che, a partire dall'ultimo bacino di fitodepurazione, giungono fino al Ticino dopo circa

650 metri di percorso.

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura fine

2 vasche Imhoff in parallelo

### 1° Stadio: Sistema SFS-h

2 vasche di forma rettangolare suddivise su 2 linee parallele

Dimensioni (singola vasca) : 43 x 16 m

Profondità letto (media) : 0,6 m

Medium riempimento : ghiaia  $\phi$  8 - 10 mm

Sistema raccolta: tubazione perforata posta lungo la larghezza del letto, sul lato opposto rispetto alla distribuzione e immersa in una zona drenante di materiale grossolano  $\phi$  50-100 mm.

Sistema regolazione: flusso costante

Tipo di piante : *Phragmites australis*

### 2° Stadio: Sistema SFS-v

2 vasche di forma rettangolare suddivise su 2 linee parallele

Dimensioni (singola vasca) : 35 x 15 m

Profondità letto (media) : 1 m

Medium riempimento: uno strato medio di 65 cm di ghiaia a granulometria tra  $\phi$  3-10 mm e uno strato di fondo drenante di 15 cm a granulometria di  $\phi$  16-30 mm

Sistema raccolta dell'effluente: tubazioni drenanti (diametro  $\phi$  100 mm) poste in uno strato di ghiaia grossolana su tutta la superficie del fondo del letto;

Impermeabilizzazione del fondo : manto in PEAD ( $K_s < 10^{-8}$  cm/s) per evitare la percolazione diretta nel suolo del refluo non ancora depurato

Tipo di piante : *Phragmites australis*

### 3° Stadio: Sistema FWS

Bacino a flusso superficiale in continuità con un bacino finale di affinamento.

Dimensioni (superficie totale) : 445 m<sup>2</sup>

Medium riempimento : ghiaia  $\phi$  16 - 30 mm

Sistema regolazione/alimentazione: distribuzione del refluo lungo tutta la larghezza del bacino

Tipo di piante: *Phragmites australis*, *Typha latifolia* e altra vegetazione acquatica galleggiante e sommersa

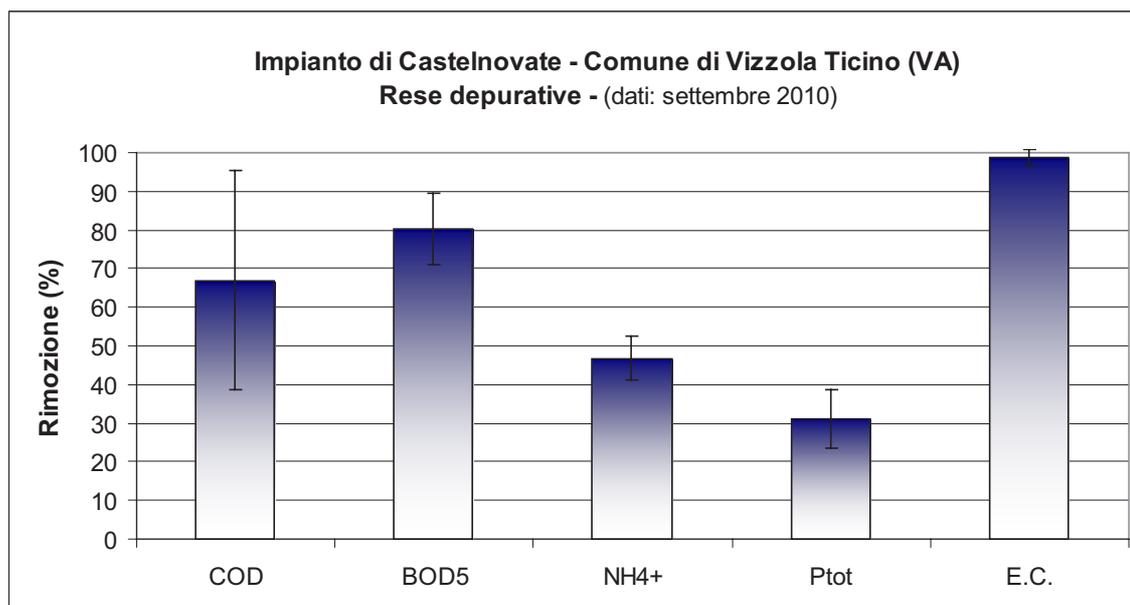


## Rese depurative

I dati di monitoraggio utilizzati per stimare le rese depurative dell'impianto sono state forniti dal Consorzio Parco lombardo della Valle del Ticino; le analisi ottenute sono relative ai dati di concentrazione degli inquinanti sia in ingresso che in uscita dall'impianto e si riferiscono a tre campionamenti effettuati nel mese di settembre 2010.

Nel grafico sottostante sono riportate le percentuali di rimozione medie calcolate sulla base dei tre campionamenti; i dati analizzati evidenziano una buona efficienza dell'impianto nella rimozione della sostanza organica, sia sottoforma di COD con un abbattimento del 66,85%, che sottoforma di BOD5, con una rimozione percentuale dell' 80,12%.

Per quanto riguarda la rimozione dei nutrienti le percentuali ottenute sono discrete (Azoto ammoniacale 47% e Fosforo totale 31, % ), mentre per carica batterica sono state ottenute percentuali di abbattimento del 99%, che confermano ampiamente i dati di bibliografia.



## Impianto di S. Leo Bastia

<b>Localizzazione</b> Provincia: Perugia Comune: Città di Castello, località San Leo Bastia	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 450 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2008	
<b>Recettore finale</b> Torrente Seano	
<b>Gestore</b> Umbra acque	
<b>Descrizione dell'impianto</b> <p>Questo impianto appartiene ad una tipologia di nuova generazione ed è di recente costruzione; messo in opera nel 2008 è stato progettato come un fitofiltro percolatore. Il trattamento primario è costituito da 2 vasche tricamerale a monte delle quali si trova una grigliatura grossolana a pulitura manuale la cui funzione è quella di eliminare tutti i possibili rifiuti derivanti dalle acque di pioggia. A valle di questa è posizionato uno sfioratore di piena per le acque di pioggia eccedenti che scarica direttamente in corpo idrico superficiale. Il refluo arriva ad una griglia fine a pulitura automatica che ha lo scopo di eliminare anche i solidi più minuti. Come già accennato la sedimentazione, avviene con l'utilizzo di 2 vasche tricamerale poste in parallelo in cui il liquame viene sottoposto alla rimozione delle sostanze sedimentabili nonché dei solidi sospesi; questa è una fase fondamentale per il buon funzionamento e la durata dell'impianto poiché la mancata efficienza di questa fase può compromettere il letto fitodepurante a causa dell'intasamento delle masse di inerti. L'accesso all'impianto è semplice, l'aspetto gradevole e ben curato e consistente la presenza delle piante, che in questo caso sono una consociazione di varie specie (<i>Salix</i> spp, <i>Arundo donax</i>, <i>Miscanthus sinensis</i>). Il funzionamento dell'impianto è un flusso verticale con ricircolo costante che permette una buona ossigenazione del mezzo. I risultati delle analisi confermano il buon aspetto degli effluenti dell'impianto.</p>	

### Dettagli tecnici

Coordinate g-b x 2289528

Coordinate g-b y 4800642

#### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura grossolana (luce: 50 mm) a pulitura manuale

Grigliatura fine a pulizia automatica ad arco con fessurazioni 1 x 20

2 Vasche tricamerale

### Sistema SFS-v

1 vasca di forma rettangolare

Dimensioni: 12 m x 24 m

L/W m/m 2

Profondità media letto 1,8 m

Medium riempimento: (dall'alto verso il basso) sabbia con diametri crescenti comunque con  $\phi \geq 1$  mm

ghiaia  $\phi$  8-12 mm;

Superficie utile 270 m<sup>2</sup>

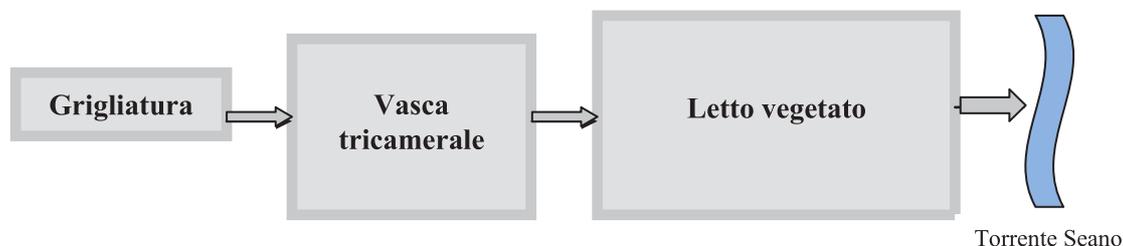
Superficie totale 288 m<sup>2</sup>

Specie erbacee *Salix spp*, *Arundo donax*, *Miscanthus sinensis*

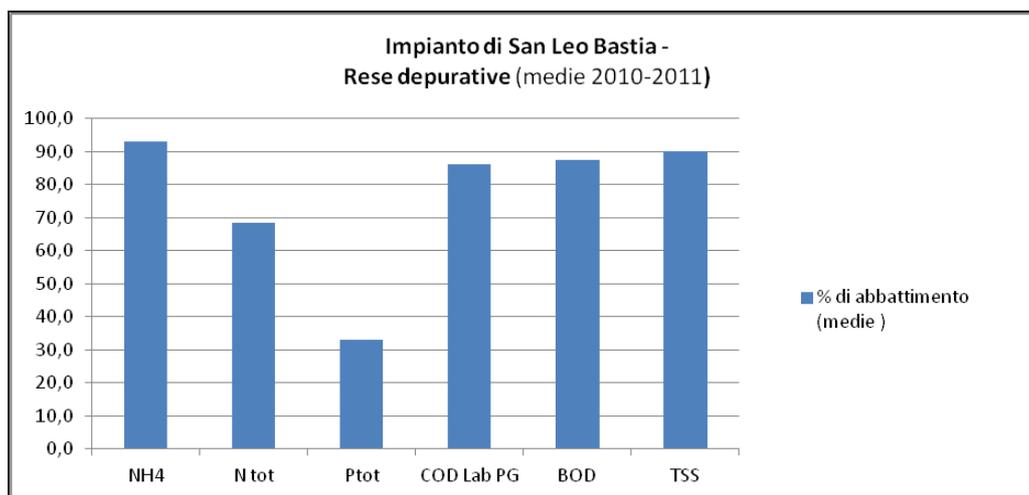
Impermeabilizzazione PEAD

Alimentazione pompa con ricircolo

### Schema impianto



### Rese depurative



I dati analizzati sono stati forniti in parte dai gestori, in particolare Umbria Acque, nel corso del 2011 e da A.R.P.A Umbria che ha effettuato 2 analisi spot nel corso di una ricerca svolta presso l'agenzia al fine di verificare l'efficacia di questa tipologia impiantistica. Il numero di dati non è sufficiente a valutare con certezza l'efficacia dei rendimenti ma è un primo passo nella verifica di questi ultimi. Come si evince dal grafico riportato le percentuali di rimozione dei parametri monitorati sono ottime e superiori all'80% per il BOD5, il COD, l'Azoto ammoniacale ed i Solidi Sospesi totali. L'impianto rispetta ampiamente i limiti imposti dalla vigente normativa (Tab.9 Allegato 5 del D. Lgs. 152/2006).

## Impianto dell'Azienda agrituristica di Baggiolino

<b>Localizzazione</b> Provincia Firenze Comune Scandicci	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 30 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2002	
<b>Recettore finale</b> Fosso campestre	
<b>Gestore</b> Gestione privata	
<b>Descrizione dell'impianto</b> L'impianto di fitodepurazione al servizio dell'Azienda agrituristica "Baggiolino", è stato realizzato per ovviare all'assenza di fognatura pubblica: i trattamenti esistenti erano costituiti da sole fosse settiche seguite da dispersione per subirrigazione o scarico senza alcun trattamento nei fossi circostanti. L'utilizzo del complesso agrituristico "Baggiolino" è prevalentemente stagionale essendo costituito dall'insieme della casa padronale e dall'adiacente fienile (10 residenti fissi tutto l'anno) e da un aggregato di due edifici con funzione di accoglienza ospiti, per il quale è prevista un'utenza massima estiva di 20 A.E.. L'impianto è stato quindi dimensionato per 10 A.E. nella stagione invernale e per un massimo di 30 A.E. nella stagione turistica. L'impianto di trattamento è costituito da una fossa settica tipo Imhoff ed un sistema a flusso sommerso orizzontale (SFS-h). L'impermeabilizzazione delle vasche è stata eseguita tramite una geomembrana in PEAD dello spessore di 1 mm, racchiusa tra due strati di tessuto non tessuto. La specie vegetale prescelta è la <i>Phragmites australis</i> . L'alimentazione della vasca è stata realizzata tramite tubazioni e raccordi T a 90° in PVC; il medium di riempimento utilizzato è costituito da ghiaia lavata del diametro medio di 8 mm. L'impianto è stato realizzato nell'ambito del progetto di ricerca comunitario SWAMP (Sustainable Water Management in Tourism Facilities) - <a href="http://www.swamp.eu.org">www.swamp.eu.org</a> : che ha previsto la sperimentazione e la verifica dell'efficacia di diverse soluzioni impiantistiche per la depurazione dei reflui caratterizzati da forte fluttuazione idraulica (portata) e del carico inquinante. L'impianto è stato avviato nel giugno 2002 e da allora monitorato da ARPAT nel periodo del progetto SWAMP.	

**Dettagli tecnici****1° Stadio: Sistema SFS-h****Trattamenti  
preliminari/primari**

1 fossa Imhoff

1 unica vasca rettangolare  
 Area totale: 109 m<sup>2</sup>  
 Profondità letto (media): 0,8 m  
 Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  8 mm, porosità 0,35  
 Impermeabilizzazione: geomembrana PEAD, spessore 1 mm  
 Tipo di piante: *Phragmites australis*

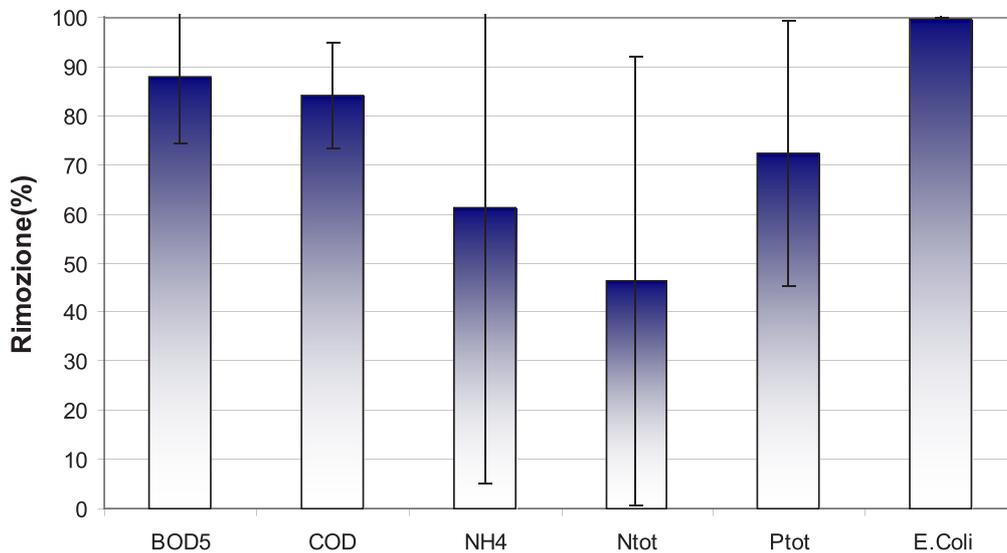
**Rese depurative**

	U.M.	in	out SFS-h	% rimozione SFS-h
<b>BOD5</b>	mg/l	80,6	7,2	91%
<b>N</b>	mg/l	71,8	25,3	65%
<b>P</b>	mg/l	5,7	1,8	68%
<b>TSS</b>	mg/l	55,2	17,7	68%
<b>Esch. Coli</b>	UFC/100ml	5,7E+05	1,3E+02	99,98%

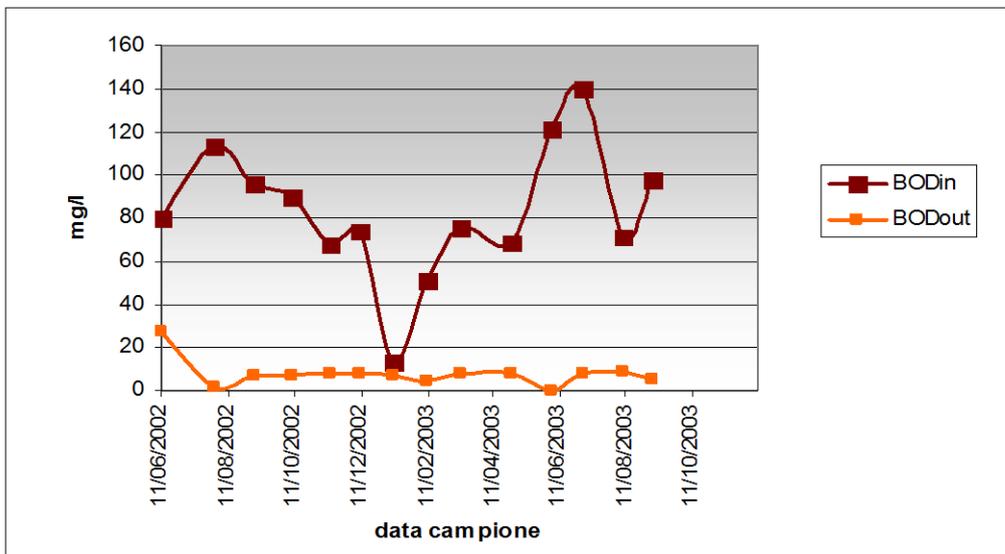
I dati analizzati, ottenuti da otto monitoraggi, sono stati forniti da ARPAT – Dip. Provinciale di Prato. Sono riportati in tabella i rendimenti di depurazione dell'impianto; sono evidenziate le medie in ingresso (in) e in uscita (out) e la percentuale di rimozione. I rendimenti di depurazione calcolati sulla media dei campioni, prelevati mensilmente in ingresso e in uscita al sistema di fitodepurazione, mostrano percentuali di rimozione in linea con i dati di letteratura riportati per sistemi SFS-h.

L'abbattimento della carica batterica risulta piuttosto elevato e tale da rendere possibile il riutilizzo delle acque reflue depurate nel rispetto dei limiti fissati dal D. L. 185/2003 (solo per impianti di fitodepurazione, Esch. Coli < 200 UFC/100 ml).

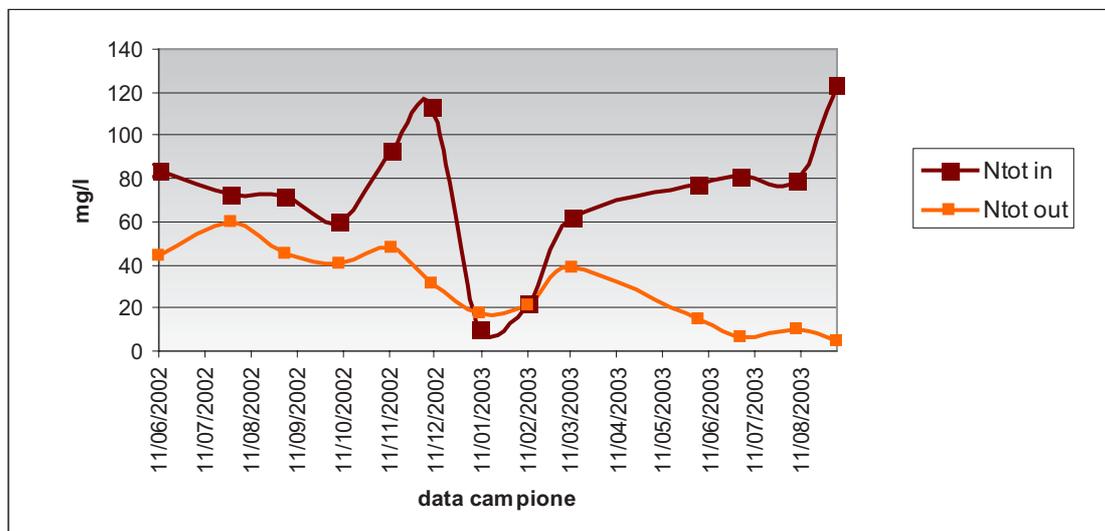
**Impianto Azienda agrituristica "Baggiolino"-Comune di Scandicci (FI)**  
**Rese depurative - (dati: 2002-2003)**



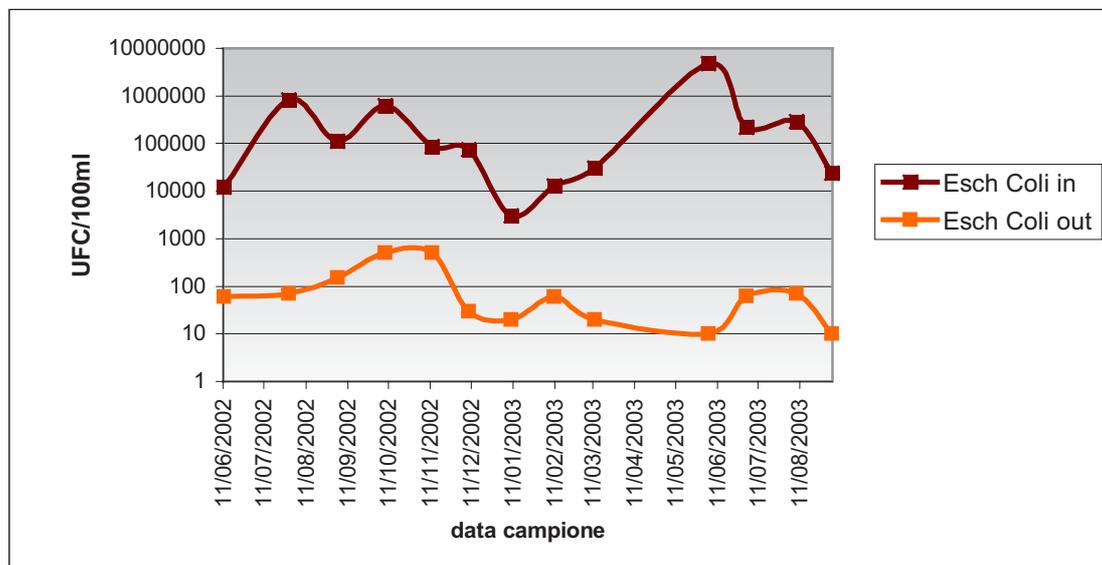
Di seguito è riportato l'andamento delle concentrazioni di BOD5 in ingresso e in uscita dall'impianto nei campionamenti eseguiti nel periodo 2002-2003.



Il grafico che segue riporta l'andamento delle concentrazioni di azoto totale in ingresso e in uscita dall'impianto nei campionamenti eseguiti nel periodo 2002-2003.



Infine si mette in evidenza l'andamento della concentrazione di Escherichia Coli in ingresso e in uscita dall'impianto nei campionamenti eseguiti nel periodo 2002-2003.



## Impianto di Dozza Imolese

<b>Localizzazione</b> Provincia Bologna Comune Dozza Imolese	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 120 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2003	
<b>Recettore finale</b> Torrente Sellustra	
<b>Gestore</b> Hera S.p.A	

### Descrizione dell'impianto

L'impianto di fitodepurazione di Dozza Imolese è stato realizzato in prossimità del Torrente Sellustra, nell'ambito di un Progetto finanziato dalla Comunità Europea attraverso il programma LIFE (<http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm>), con l'obiettivo generale di dimostrare e divulgare l'efficacia dei sistemi di depurazione naturale nel miglioramento della qualità delle acque dei corpi idrici superficiali. Il progetto prevedeva anche interventi dimostrativi di ingegneria naturalistica e di fasce tampone boscate, quali esempi di riqualificazione fluviale.

Il sistema di fitodepurazione tratta un agglomerato di abitazioni e attività artigianali del Comune di Dozza Imolese per un totale di 120 A.E; l'impianto di fitodepurazione fu proposto come scelta alternativa al collettamento di tali reflui all'impianto centralizzato dell'Amministrazione comunale.

In base ai dati forniti dal gestore, la progettazione ha tenuto conto di:

- carico idraulico specifico: 150 l/A.E. al giorno;
- carico organico specifico: 60 gr.BOD5/ A.E. al giorno;
- portata media giornaliera: 3,57 m<sup>3</sup>/h;
- portata massima giornaliera: 54 m<sup>3</sup>/h;
- concentrazione media di BOD5 in ingresso: 400 mg/l.

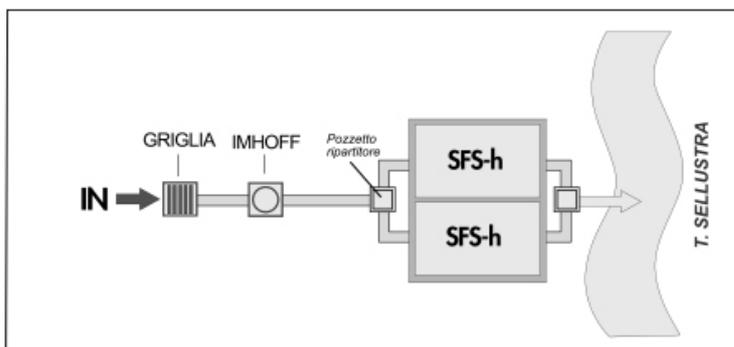
In ottemperanza delle indicazioni normative per gli impianti di taglia inferiore a 2.000 A.E., la progettazione ha tenuto conto del mantenimento dello stato ambientale del corpo idrico recettore in particolare durante il periodo estivo, quando le portate del torrente sono ridotte.

L'impianto di trattamento è costituito da un trattamento preliminare di grigliatura manuale, un trattamento primario di sedimentazione e un sistema di trattamento secondario con fitodepurazione; quest'ultimo è costituito da due vasche a flusso sommerso orizzontale, disposte in parallelo, di superficie utile pari a 360 m<sup>2</sup>. Le vasche, impermeabilizzate tramite una geomembrana in polietilene ad alta densità dello spessore di 1,5 mm, sono state riempite con ghiaie del diametro medio 8 mm, per un'altezza di circa 0,8 m; la specie vegetale utilizzata è la *Phragmites australis*.

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

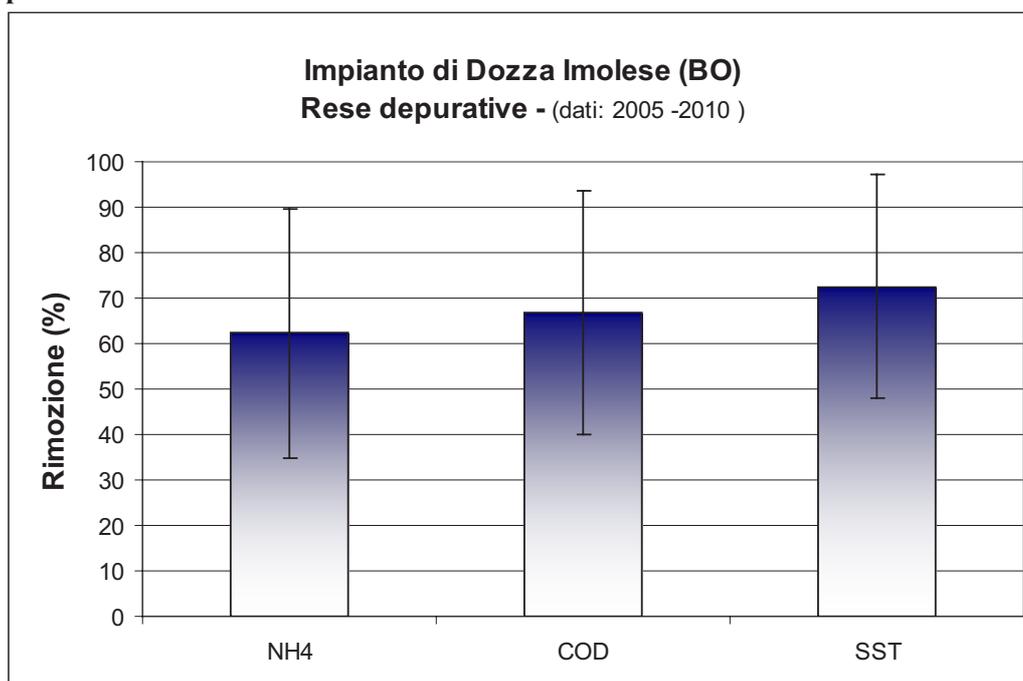
Grigliatura manuale  
Vasca Imhoff



### 1°Stadio: Sistema SFS-h

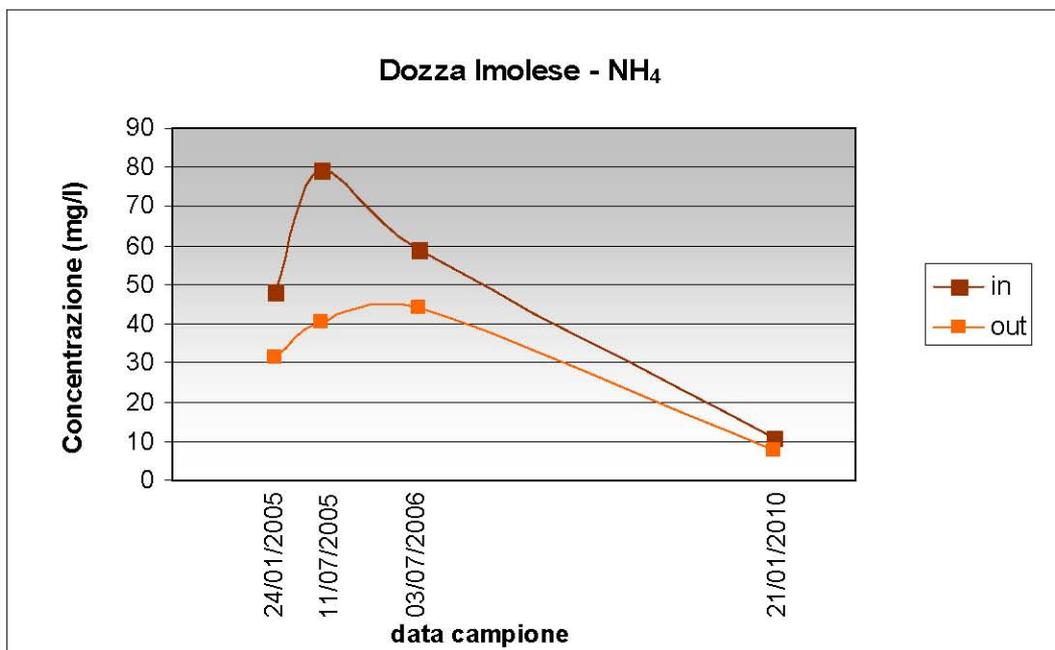
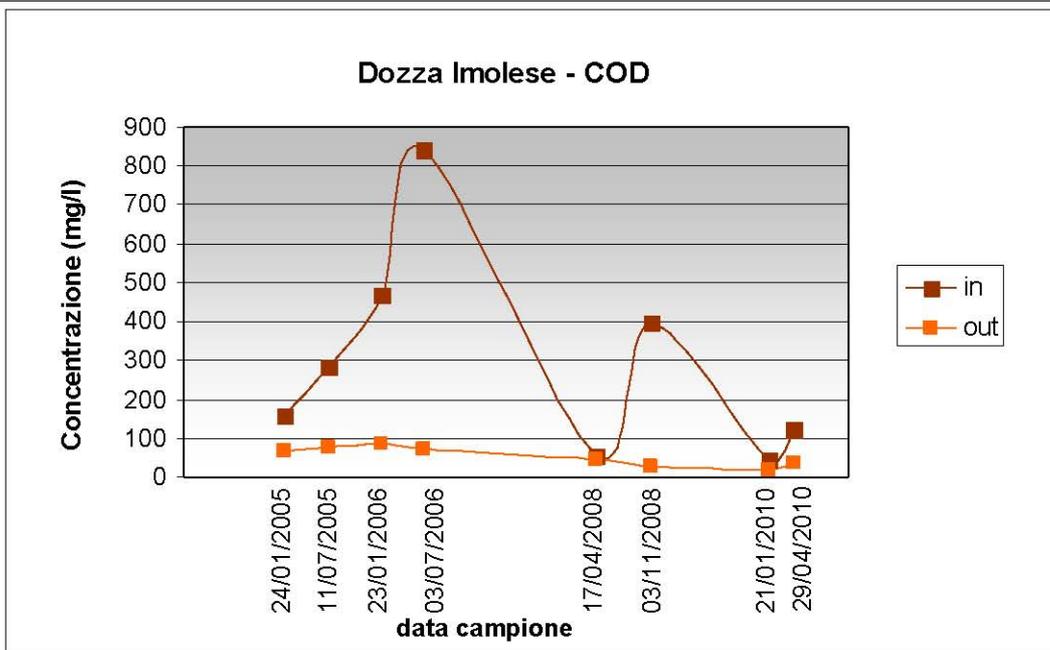
2 vasche di forma rettangolare in parallelo  
Superficie utile totale: 360 m<sup>2</sup>  
Profondità letto (media): 0,8 m  
Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  8 mm  
Impermeabilizzazione: geomembrana PEAD, spessore 1,5 mm  
Tipo di piante: *Phragmites communis o australis*

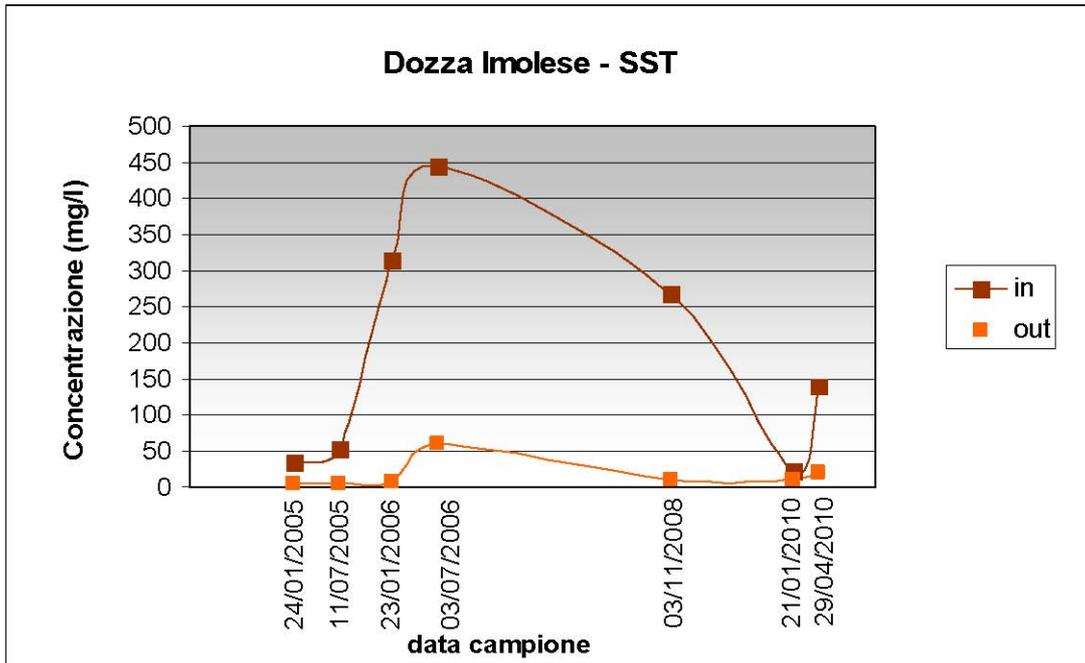
## Rese depurative



I dati analizzati sono stati forniti da Hera S.p.A.. I campionamenti utilizzati per stimare le rese depurative sono 11 e si riferiscono al periodo 2005 – 2010 nel quale sono stati effettuati 2 monitoraggi per ogni anno, ad eccezione dell'anno 2008 in cui i monitoraggi effettuati sono stati 3.

La percentuale di rimozione dei parametri analizzati, Azoto ammoniacale, COD e *solidi sospesi* sono rispettivamente 62%, 66% e 72%. Tali dati confermano le previsioni depurative calcolate in fase di progettazione esecutiva.





Dati di monitoraggio forniti da HERA S.p.A.

## Impianto di Hotel Relais Certosa

<p><b>Localizzazione</b></p> <p>Provincia Firenze Comune Firenze Località Certosa</p>	
<p><b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b></p> <p>140 A.E.</p>	
<p><b>Anno di attivazione</b></p> <p>2003</p>	
<p><b>Recettore finale</b></p> <p>Fosso campestre che recapita nel Fiume Greve</p>	
<p><b>Gestore</b></p> <p>Gestione privata</p>	

### Descrizione dell'impianto

L'impianto di fitodepurazione a servizio dell'Hotel Relais Certosa, situato alla periferia della città di Firenze, è stato realizzato nell'ambito del progetto SWAMP (Sustainable Water Management in Tourism Facilities - [www.swamp.eu.org](http://www.swamp.eu.org)) e pertanto realizzato con i contributi della Comunità Europea. Prima della sua realizzazione i reflui dell'hotel confluivano in fosse Imhoff e successivamente dispersi nel suolo mediante subirrigazione. I problemi di tipo igienico-sanitario derivanti da questo tipo di smaltimento hanno portato ad adottare tecniche adeguate per il trattamento delle acque reflue.

L'impianto di fitodepurazione è stato dimensionato per un'utenza massima di 140 A.E..

Il corpo idrico recettore è costituito da un fosso campestre che, dopo circa 100 m, recapita nel Fiume Greve.

L'impianto di fitodepurazione è un sistema ibrido costituito da una vasca a flusso sommerso orizzontale seguita da due vasche a flusso sommerso verticale (sistema multistadio); tale scelta progettuale è stata fatta sia per contenere le superfici utili sia per consentire migliori rendimenti nell'abbattimento dell'azoto ammoniacale in previsione del riutilizzo delle acque depurate.

Lo schema di impianto è il seguente:

- trattamento primario costituito da tre fosse settiche Imhoff (due esistenti al momento della realizzazione del sistema di fitodepurazione, una realizzata con la fitodepurazione);
- vasca di sollevamento, predisposta per inviare i liquami provenienti dal primario al primo stadio del sistema di fitodepurazione;
- 1° stadio a flusso sommerso orizzontale (SFS-h) costituito da un'unica vasca pozzetto con due sifoni del tipo Milano per l'alimentazione discontinua del sistema a flusso verticale
- 2° stadio a flusso verticale subsuperficiale (SFS-v) di forma rettangolare.

Il medium di riempimento utilizzato per la vasca SFS-h è costituito da ghiaia lavata  $\phi$  5-10 mm; per il filtro SFS-v si sono invece utilizzati più strati di inerti, e precisamente partendo dal basso:

- strato di ghiaia del diametro medio 6/12 mm per un'altezza media di 20 cm misurata al centro della vasca,
- strato di sabbia per un'altezza di 40 cm,
- strato di ghiaia del diametro medio 12/18 mm rotonda e ben lavata per un'altezza di 5 cm di altezza,
- strato di ghiaia del diametro medio 6/12 mm per un'altezza di 10 cm.

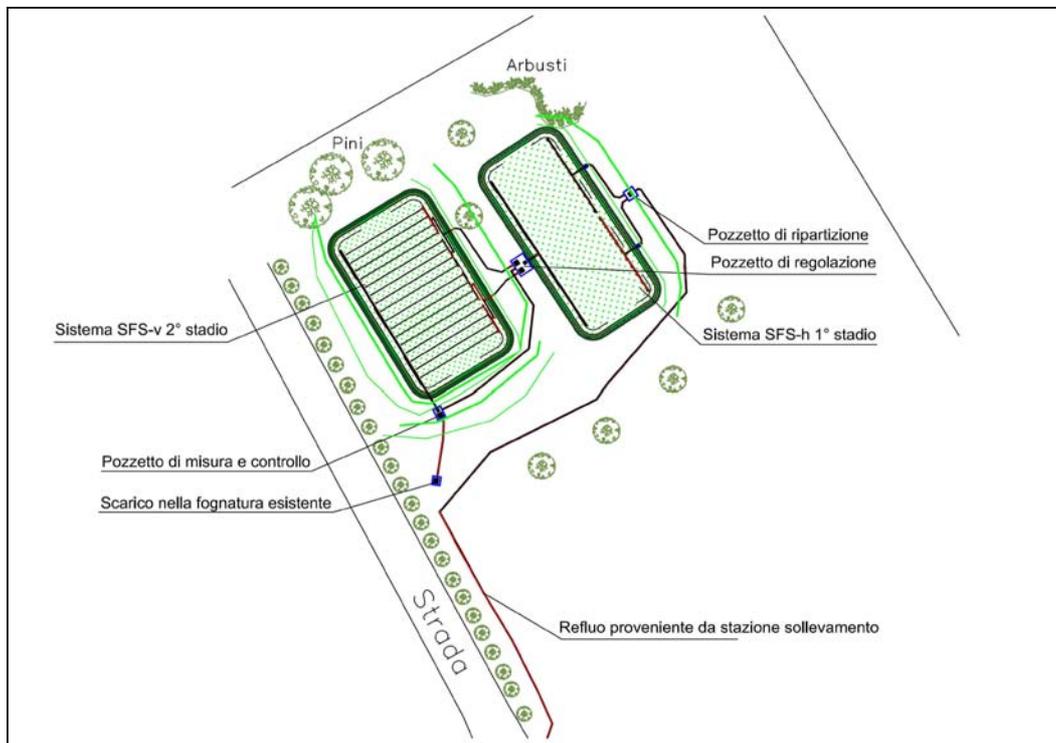
L'impermeabilizzazione delle vasche è stata eseguita tramite una geomembrana in PEAD dello spessore di 1 mm; la specie vegetale prescelta è la *Phragmites communis o australis*.

L'alimentazione delle vasche a flusso sommerso orizzontale è stata realizzata tramite tubazioni e raccordi T a 90° in PVC; per l'alimentazione delle vasche SFS-v sono stati invece realizzati due moduli identici "a pettine" tramite l'utilizzo di tubazioni in PEAD DN50 e DN32, collegate tramite raccordi a compressione tipo Plasson, con fori di diametro 4 mm ogni 0,5 m.

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

3 fosse Imhoff



#### 1° Stadio: Sistema SFS-h

1 unica vasca di forma rettangolare

Superficie utile: 160 m<sup>2</sup>

Medium riempimento: ghiaia lavata  $\phi$  5-10 mm

Impermeabilizzazione: geomembrana PEAD, spessore 1 mm

Tipo di piante: *Phragmites australis*

#### 2° Stadio: Sistema SFS-v

2 vasche di forma rettangolare in parallelo

Superficie utile: 180 m<sup>2</sup>

Medium riempimento (partendo da l basso): 0,2 m di ghiaia  $\phi$  6-12 mm; 0,4 m di sabbia; 0,05m di ghiaia rotonda e ben lavata  $\phi$  12 -18 mm; 0,1 m di ghiaia  $\phi$  6-12 mm

Impermeabilizzazione: geomembrana PEAD, spessore 1 mm

Tipo di piante: *Phragmites australis*

## Rese depurative

	U.M.	in	out SFS-h	out SFS-v	% rimozione SFS-h	% rimozione SFS-v	% rimozione tot.
<b>BOD5</b>	mg/l	57,5	5,5	2,3	90%	59%	96%
<b>N</b>	mg/l	58,6	24,9	10,5	58%	58%	82%
<b>P</b>	mg/l	5,6	0,8	0,1	85%	87%	98%
<b>TSS</b>	mg/l	32,0	12,0	10,0	63%	17%	69%
<b>Esch Coli</b>	UFC/100 ml	1,1E+07	7,1E+03	5,3E+02	99,94%	93%	99,99%

I dati di monitoraggio qui riportati sono stati effettuati da ARPAT Dip. Provinciale di Prato. I rendimenti di depurazione calcolati sulla media di 4 campioni, prelevati in ingresso e in uscita dai vari stadi, mostrano un'elevata resa depurativa nei confronti di tutti i parametri monitorati; in particolare, si può notare come l'effluente finale sia in linea con i limiti fissati dalla normativa italiana sul riutilizzo (D.L. 185/2003). Anche l'abbattimento della carica batterica è molto elevato (5 ordini di grandezza).

## Impianto di Narni - Vigne

<b>Localizzazione</b> Provincia Terni Comune Narni Località Vigne	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 450 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2000	
<b>Scarico finale</b> Fossa Primalaia (Tevere)	
<b>Gestore</b> ASM Terni Spa	

### Descrizione dell'impianto

L'impianto di Narni Vigne risale al 2000 ed è uno degli impianti più vecchi presenti nella regione Umbria dopo quelli realizzati sull'Isola di Polvese dalla Provincia di Perugia.

Il sistema è costituito da

- grigliatura
- trattamento primario con due fosse Imhoff
- due vasche flusso sommerso orizzontale poste in serie

Le vasche di fitodepurazione sono realizzate in cemento armato.

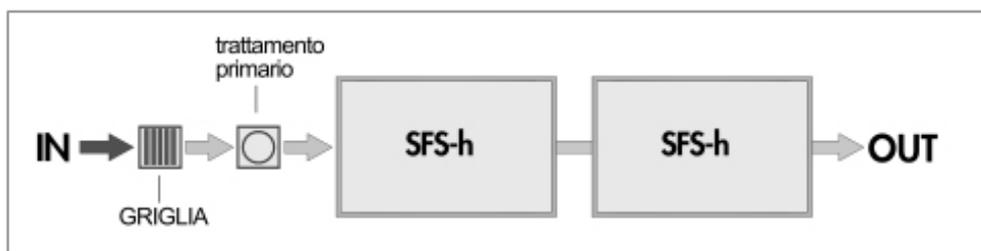
### Dettagli tecnici

#### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura  
 2 fosse Imhoff

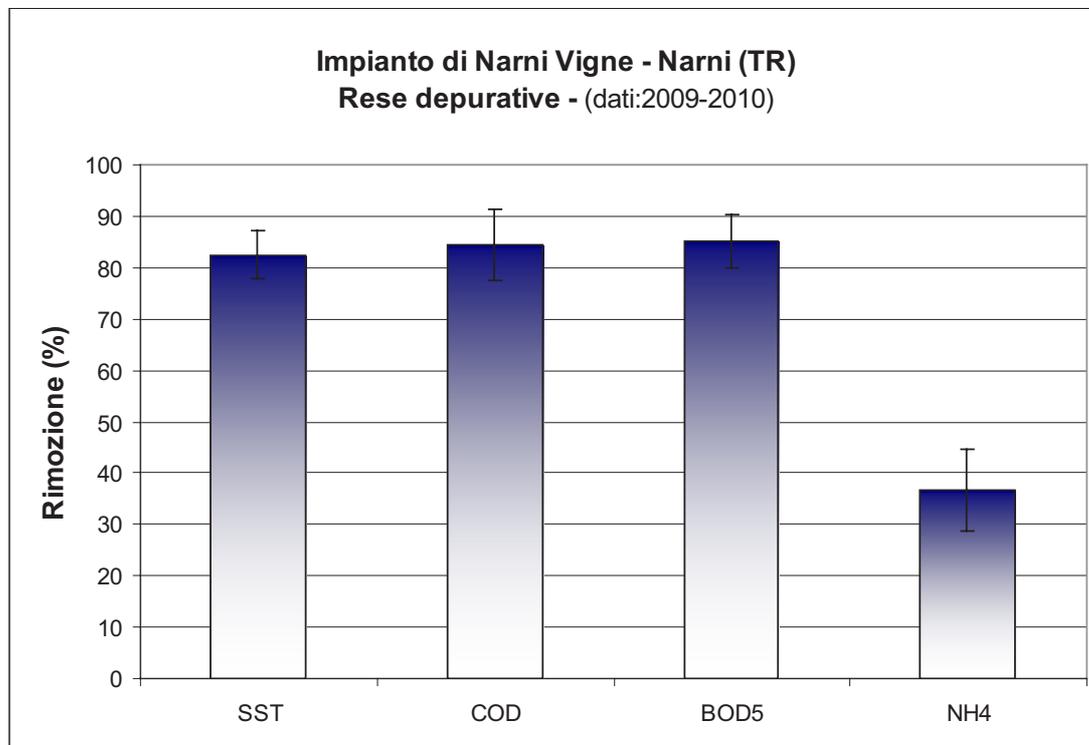
#### Sistema SFS-h

2 vasche di forma rettangolare in serie  
 Dimensioni (singola vasca): 44,52 x 20 m  
 Superficie utile: 1780 m<sup>2</sup>  
 Profondità letto (media): 0,8 m  
 Alimentazione: gravità  
 Impermeabilizzazione: cemento armato  
 Gradiente idraulico: 1%  
 Tipo di piante: *Phragmites australis*



### Rese depurative

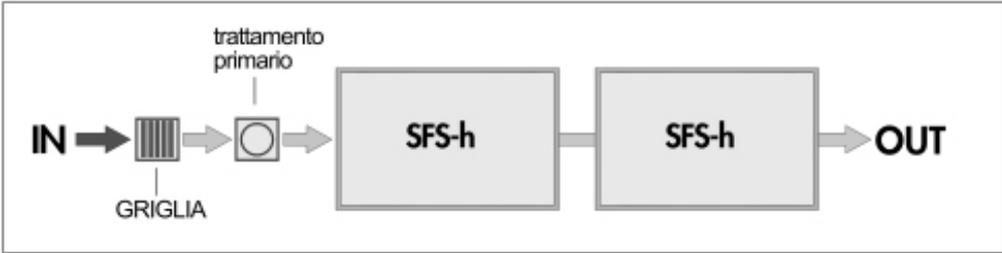
I dati attualmente disponibili sono relativi esclusivamente a due monitoraggi uno dei quali effettuato da ARPA Umbria nel 2010 ed uno dal gestore del Servizio Idrico Integrato nel 2009. Le rese depurative sono quindi calcolate sulla base dei pochi dati a disposizione e sono da ritenersi parzialmente indicative del grado di efficienza del sistema.



Ad ogni modo l'abbattimento della sostanza organica, sia per COD che per BOD5, risulta sempre superiore all'80%; elevata anche la rimozione dei *solidi sospesi* totali (l'82%) mentre per la componente di Azoto ammoniacale il rendimento si presenta scarso (37%).

Nonostante la presenza massiccia di infestanti che evidenziano una gestione poco corretta dell'impianto, le rese depurative sono comunque accettabili ed in linea con quanto indicato dalla normativa per impianti di questa taglia.

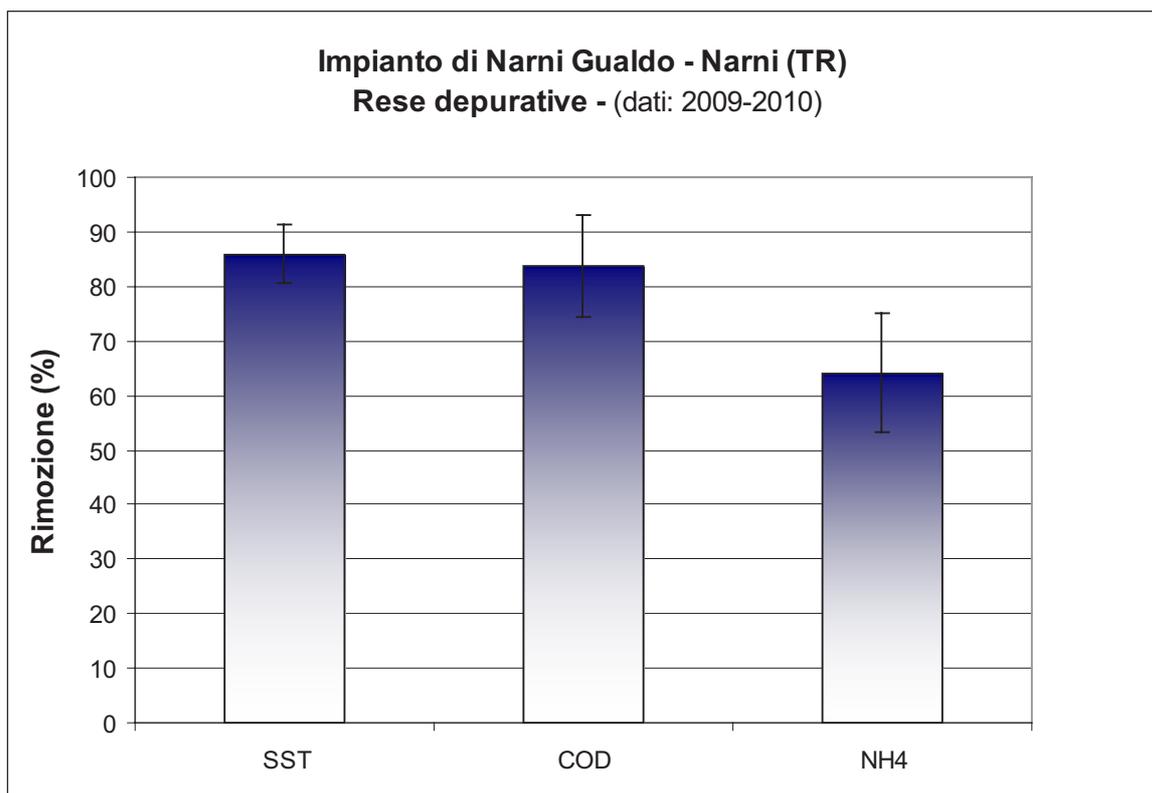
## Impianto di Narni - Gualdo

<p><b>Localizzazione</b>          Provincia Terni          Comune Narni          Località Gualdo</p>	
<p><b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b>          225 A.E.</p>	
<p><b>Anno di attivazione</b>          2007</p>	
<p><b>Scarico finale</b>          Fossa di Gualdo</p>	
<p><b>Gestore</b>          ASM Terni Spa</p>	
<p><b>Descrizione dell'impianto</b>          L'impianto serve la piccola frazione di Gualdo - Comune di Narni, per un totale di 225 A.E.          Il sistema depurativo è costituito dalle seguenti fasi di trattamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grigliatura;</li> <li>- 4 fosse Imhoff;</li> <li>- 2 vasche a flusso sommerso orizzontale poste in serie.</li> </ul> <p>La specie vegetale utilizzata per le vasche di fitodepurazione è la <i>Phragmites australis</i>.</p>	
<p><b>Dettagli tecnici</b></p> <p><b>Trattamenti preliminari/primari</b></p> <p>Grigliatura          4 fosse Imhoff</p>	<p><b>Sistema SFS-h</b>          2 vasche di forma rettangolare in serie          Dimensioni: 30 x 19,30 m e 30 x 11 m          Superficie utile: 909 m<sup>2</sup>          Profondità letto (media): 0,95 m          Medium di riempimento: 0,6 m di ghiaia, 0,2 m di pietrisco          Impermeabilizzazione: PEAD          Alimentazione: a gravità          Tipo di piante: <i>Phragmites australis</i>          Densità piantumazione: 5 piante per m<sup>2</sup></p>
 <pre> graph LR     IN --&gt; GRIGLIA[GRIGLIA]     GRIGLIA --&gt; TP[trattamento primario]     TP --&gt; SFS1[SFS-h]     SFS1 --&gt; SFS2[SFS-h]     SFS2 --&gt; OUT     </pre>	

### Rese depurative

I dati ad oggi disponibili sono relativi soltanto a due monitoraggi uno dei quali effettuato da ARPA Umbria nel 2010 ed uno dal gestore da ASM nel 2009. Le rese depurative sono quindi calcolate sulla base dei pochi dati a disposizione e sono da ritenersi parzialmente indicative del grado di efficienza del sistema.

Dai dati in possesso emerge comunque una resa depurativa complessivamente buona con abbattimenti della sostanza carboniosa e dei *solidi sospesi* totali che superano l'80%, mentre per l'Azoto ammoniacale si riscontrano rese inferiori ma comunque discrete (65%).



## Impianto di Moscheta

<p><b>Localizzazione</b>          Provincia Firenze          Comune Firenzuola          Località Moscheta</p>	
<p><b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b>          150 - 200 A.E.</p>	
<p><b>Anno di attivazione</b>          1999</p>	
<p><b>Scarico finale</b>          Corpo idrico superficiale</p>	
<p><b>Gestore</b>          Gestione privata</p>	
<p><b>Descrizione dell'impianto</b>          L'impianto è localizzato in località Moscheta, nel Comune di Firenzuola, a una quota di circa 700 m.s.l.m.          L'impianto, dimensionato per un'utenza fluttuante di 150 – 200 A.E., tratta le acque reflue provenienti dal complesso agrituristico di Moscheta e da un ristorante.          La filiera di trattamento consiste in :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un trattamento con fossa Imhoff ;</li> <li>- un sistema a flusso orizzontale (SFS-h), costituito da due vasche in parallelo.</li> </ul> <p>L'impianto prevede lo smaltimento di 27 m<sup>3</sup>/d con valori di punta oraria di 4 m<sup>3</sup>/d.          Il progetto è stato finanziato dalla Comunità Montana Alto Mugello, Mugello e Val di Sieve e realizzato nel 1999 in collaborazione con l'ARPAT.          L'inserimento paesaggistico del sistema risulta ottimo.</p>	

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

Fossa Imhoff

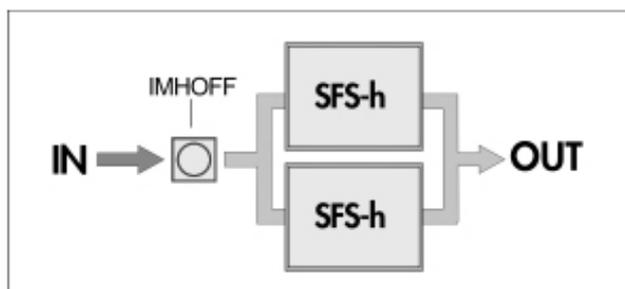
### Sistema SFS-h

2 vasche in parallelo

Superficie utile: 376 m<sup>2</sup>

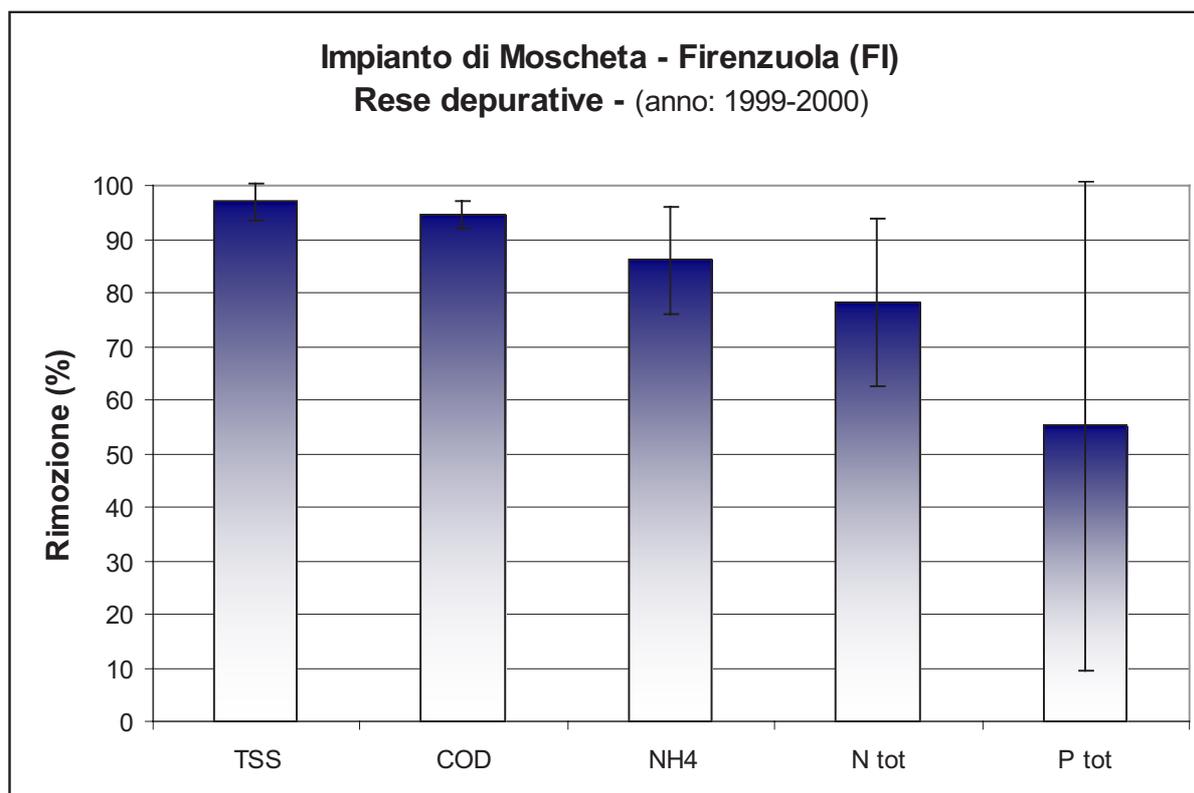
Impermeabilizzazione: geomembrana in PEAD

Tipo di piante: *Phragmites australis*



## Rese depurative

Il sistema è stato monitorato da ARPAT, Dip. Provinciale di Prato nel periodo 1999 – 2000, per un totale di quattro campionamenti.



La rimozione percentuale media dei parametri analizzati risulta ottima, con percentuali che superano il 95% per i *solidi sospesi* totali e per il COD, e dell'85% per l'Azoto ammoniacale e del 78% per l'Azoto Totale in uscita dall'impianto.

L'impianto rispetta ampiamente i limiti imposti dalla vigente normativa.

## Impianto di Carisolo

<b>Localizzazione</b> Provincia Trento Comune Carisolo Località Val Genova	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 66 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2004	
<b>Recettore finale</b> Fosso Sarca	
<b>Gestore</b> Parco Naturale Adamello Brenta	
<b>Descrizione dell'impianto</b> L'impianto di fitodepurazione a servizio delle acque reflue domestiche provenienti dall'area attrezzata Ponte verde in Val Genova è stato realizzato nel 2004 nel Comune di Carisolo (TN) nel Parco Nazionale Adamello Brenta, a quota 900 m.s.l.m. Il refluo in ingresso all'impianto, dopo essere stato trattato con un bacino a flusso sommerso orizzontale (SFS-h) e un bacino a flusso superficiale (FWS) posti in serie, viene recapitato nel Fiume Sarca che rientra in classe I per i parametri biologici e di funzionalità fluviale. Dal dimensionamento di progetto, l'area del sistema a flusso orizzontale risulta pari a 216 m <sup>2</sup> e quella del sistema a flusso libero pari a 225 m <sup>2</sup> . In linea generale l'impianto è composto dai seguenti elementi: <ul style="list-style-type: none"><li>- trattamento primario costituito da una fossa Imhoff, posizionata vicino agli scarichi;</li><li>- 1° stadio: bacino a flusso sommerso orizzontale costituito da una vasca di forma rettangolare;</li><li>- 2° stadio: bacino a flusso libero di forma irregolare;</li><li>- pozzetto di controllo;</li><li>- scarico nel corpo idrico recettore dell'effluente depurato.</li></ul> Il sistema di fitodepurazione prevede che i liquami, dopo un periodo di trattamento primario di sedimentazione nella fossa Imhoff, vengano inviati a caduta al pozzetto di ispezione e da qui, attraverso i tubi di distribuzione, sul filtro sommerso orizzontale. Il sistema orizzontale prevede il passaggio del refluo in modo continuo attraverso un bacino impermeabile riempito di ghiaia a diversa	

granulometria. La depurazione si attua soprattutto attraverso processi anaerobici e aerobici, favoriti dall'apporto di ossigeno dai rizomi delle piante utilizzate, nel caso in esame la *Phragmites australis*, e attraverso processi chimici, fisici e biologici con rendimenti di rimozione molto elevati per il carico organico, solidi sospesi e carica batterica. Nel sistema a flusso libero si sono utilizzate sia specie autoctone prelevate in loco, sia specie da vivaio (le tipologie specifiche sono indicate nella parte dedicata ai dettagli tecnici dell'impianto).

### Dettagli tecnici

#### Trattamenti preliminari/primari

1 fossa Imhoff

#### 1° Stadio: Sistema HF

1 vasca di forma rettangolare

Dimensioni: 18x 12 m

Profondità letto (media): 0,8 m

Medium riempimento: ghiaia  $\phi$  8-16 mm al centro della vasca,  $\phi$  100-120 mm in ingresso e in uscita

Alimentazione: a gravità

Tipo di piante: *Phragmites australis*

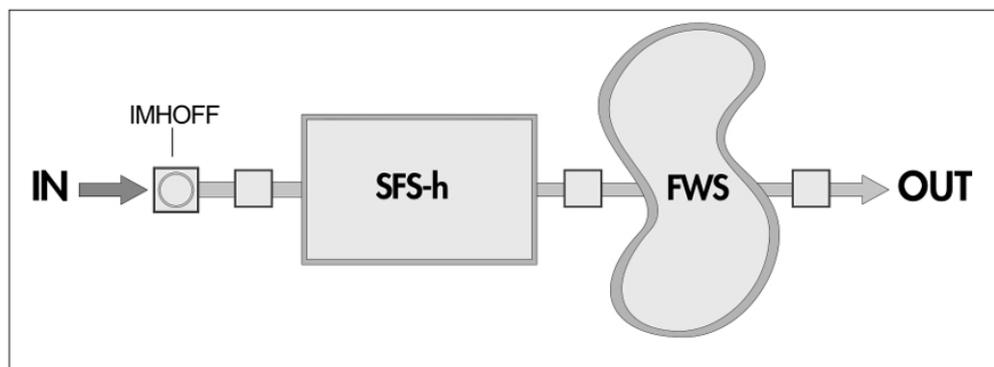
#### 2° Stadio: Sistema FWS

1 vasca di forma irregolare

Profondità letto (media): 0,6 m

Alimentazione: a gravità

Tipo di piante: *Carex spp*, *Alisma plantago aquatica*, *Iris pseudacorus*, *Mentha aquatica*, *Nuphar lutea*, *Typha latifolia*, *Hydrocharis morsus-ranae*

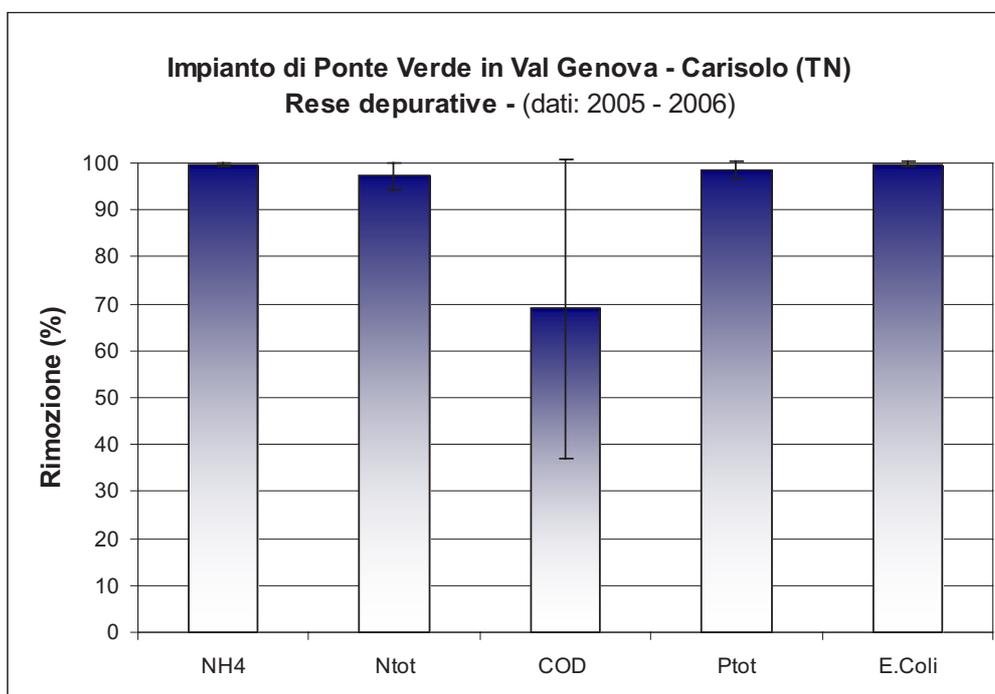


### Rese depurative

I dati analizzati per ottenere le rese depurative riportate nel grafico sono stati forniti da ARPA Trento e riguardano 15 campionamenti eseguiti tra il 2005 e il 2009.

Per evidenziare la resa depurativa dei singoli settori, i campioni sono stati prelevati in tre punti differenti: a valle della fossa Imhoff, a valle dell'impianto a flusso sommerso orizzontale e a valle del bacino a flusso superficiale prima del recapito in corso d'acqua, in pozzetti appositamente realizzati. La tabella riportata evidenzia i risultati medi ottenuti da tutti i campionamenti effettuati.

	U.M.	out_imhoff	out_SFS-h	out_FWS
NH4	mg/L	95,77	0,12	0,04
Ntot	mg/L	92,48	0,88	0,93
COD	mg/L	144,64	6,66	18,89
Ptot	mg/L	3,27	0,03	0,05
E.Coli	u.f.c./100 mL	667800	48,66	95,2



Le percentuali di abbattimento dell'impianto sono state ottenute considerando per ogni inquinante le concentrazioni misurate in uscita dalla fossa Imhoff e in uscita dall'impianto, ovvero dalla vasca a flusso libero.

Dall'analisi dei dati emerge che l'impianto assolve correttamente alla sua funzione depurativa, assicurando abbattimenti estremamente interessanti dei principali inquinanti.

Analizzando nel dettaglio i singoli parametri si evidenzia che per l'ammoniaca (NH4) si passa da una concentrazione media di 95,77 mg/L a valle della fossa Imhoff, a 0,04 mg/L in corrispondenza del recapito finale, dopo il bacino a superficie libera. Interessante anche l'abbattimento dell'azoto totale, che da 92,48 mg/L passa a 0,93 mg/L a valle del bacino FWS. Sensibili abbattimenti si osservano anche per COD, fosforo totale e *Escherichia coli*, con percentuale di rimozione rispettivamente di 70,75%, 82,74% e 99,84%.

## Impianto di Giugnola

<b>Localizzazione</b> Provincia Firenze Comune Firenzuola Località Giugnola	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 150 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> 2002	
<b>Recettore finale</b> Rio della Dorotea	
<b>Gestore</b> Hera S.p.A.	
<b>Descrizione dell'impianto</b> La località Giugnola (comune di Firenzuola) è situata sull'Appennino Tosco Emiliano, all'interno del bacino idrografico del Torrente Sillaro, ad una quota di 511 m.s.l.m. La popolazione residente è di circa 70 persone, alle quali nel periodo estivo viene a sommarsi la presenza di turisti. Per la semplicità gestionale, l'assenza di risorse energetiche e l'adattabilità alle variazioni di carico, l'impianto è costituito da una vasca Imhoff e da un letto di fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale. Tramite l'utilizzo della vasca Imhoff, viene realizzato un trattamento preliminare di abbattimento di sostanze solide sedimentabili, che altrimenti andrebbero ad accumularsi nella zona di ingresso del sistema di fitodepurazione causando possibile intasamento, cattivi odori ed effetti negativi sulla vegetazione. Dopo il sistema di trattamento primario troviamo due vasche di fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale la cui efficienza depurativa si mantiene sufficientemente costante durante tutto l'anno, ad eccezione dei mesi invernali più freddi. Il trattamento di fitodepurazione è stato suddiviso in due vasche con materiale a diversa granulometria, prima pietrischetto e ghiaia fine a diametro 15 - 22 mm, poi sabbia ghiaiosa fino a diametro 8 mm, per limitare l'eccessivo accumulo di sedimenti e la perdita di porosità del sistema. Le scarpate sono state realizzate in terreno naturale e progettate in modo da garantire un migliore inserimento ambientale.	

## 8.2 Impianti di fitodepurazione per il finissaggio di reflui urbani

### Impianto di Monticolo

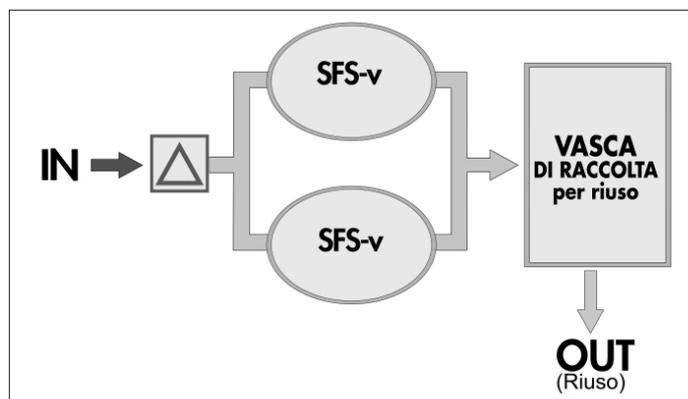
<b>Localizzazione</b> Provincia Bolzano Comune Appiano sulla Strada del Vino Località Monticolo	 
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 1.250 A.E.	
<b>Anno di attivazione</b> Depurazione 1979 Fitodepurazione 2001	
<b>Recettore finale</b> Vasca di accumulo per eventuale riuso a scopo irriguo	
<b>Gestore</b> Comune di Appiano sulla Strada del Vino	
<b>Descrizione dell'impianto</b> L'impianto di depurazione è ubicato nella Frazione di Monticolo nel Comune di Appiano a 486 m s.l.m., ha una capacità depurativa di 1.250 A.E. ed è entrato in funzione nel 1979. Tale impianto depura le acque reflue domestiche della frazione di Monticolo nonché gli alberghi, ristoranti e stazioni balneari ubicati presso i due Laghi di Monticolo. Essendo una zona turistica estiva, il maggior afflusso di quantità di acqua si registra in estate, mentre negli altri periodi vi sono soltanto i residenti calcolati in 200 A.E. Nell'area non vi sono insediamenti di tipo artigianale o industriale. Prima della predisposizione del trattamento di fitodepurazione le acque depurate venivano scaricate sul suolo, non essendovi nelle vicinanze un corpo idrico superficiale. Per migliorare il grado di depurazione e permettere il riutilizzo dell'acqua depurata a scopo irriguo nel 2001 l'impianto è stato ristrutturato ed ampliato con la realizzazione di due linee di fitodepurazione. L'impianto è costituito da una vasca di accumulo iniziale da 150 m <sup>3</sup> , due vasche con filtro verticale con una superficie totale di 1500 m <sup>2</sup> ed una vasca di accumulo finale per il successivo riutilizzo a scopo irriguo; nei periodi di scarso utilizzo delle acque per l'irrigazione, il troppo pieno della vasca d'accumulo viene scaricato direttamente sul suolo. Tale tipo di trattamento naturale svolge una funzione di affinamento delle acque reflue pretrattate nello stadio biologico ed in particolare per la qualità microbiologica dell'effluente, rendendo le acque utilizzabili a scopo irriguo. Il sistema di post-trattamento è alimentato attraverso un impianto di pompaggio con funzionamento temporizzato.	

Questo impianto di fitodepurazione, come affinamento di un impianto di depurazione pubblico, è stato il primo messo in funzione in Alto Adige.

### Dettagli tecnici

#### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura con pressatura e lavaggio  
Dissabbiatore **statico**



#### Trattamenti secondari

2 vasche di ossidazione  
2 vasche di sedimentazione finale  
Pre-ispessitore fanghi  
2 vasche di essiccamento fanghi  
Vasca di accumulo (150 m<sup>3</sup>)

#### Post - trattamenti: sistema SFS-v

2 vasche di forma ovoidale  
Dimensioni: 21 x 38 m  
Profondità letto (media): 1 - 1,5 m  
Medium riempimento: sabbia fine e media  
Tipo di piante: *Phragmites australis*  
Sistema alimentazione: irrigazione con rete a goccia  
Sistema regolazione: automatico a tempo

### Rese depurative

Data		COD (mg/L O <sub>2</sub> )	BOD <sub>5</sub> (mg/LO <sub>2</sub> )	Fosforo Totale (mg/L P)	SST (mg/L)	Azoto ammoniacale (mg/L NH <sub>4</sub> )	Azoto totale (mg/L N)
23/05/2007	IN impianto	29	< 10	3,2	6	<1	25
23/05/2007	OUT impianto	< 25	13	-	48	<1	27
25/07/2007	IN impianto	54	<10	4,0	5	<1	46
25/07/2007	OUT impianto	38	<10	1,9	20	<1	38
27/02/2008	IN impianto	35	<10	3,9	6	<1	70
27/02/2008	OUT impianto	<25	<10	1,4	22	<1	28
30/06/2008	IN impianto	11	<10	1,1	4	<1	15
30/06/2008	OUT impianto	24	<10	1,8	45	<1	28
03/08/2008	IN impianto	18	<10	7,1	17	0,24	47
03/08/2008	OUT impianto	40	14	2,4	39	0,05	19
03/09/2008	IN impianto	23	<10	3,3	-	2,2	33
03/09/2008	OUT impianto	13	<10	2,3	33	0,03	38
22/10/2009	IN impianto	23	<10	47	9	<1	47
22/10/2009	OUT impianto	14	<10	55	5	<1	55

Il monitoraggio è stato effettuato su campioni prelevati in entrata e in uscita dall'impianto di fitodepurazione: in ingresso alle vasche a flusso verticale e in uscita dalla vasca di accumulo. Vengono effettuati una volta al mese dei campionamenti da parte di un laboratorio privato e due volte l'anno da parte dell'Ufficio tutela acque. I dati di monitoraggio (n. 7 analisi) sono stati forniti

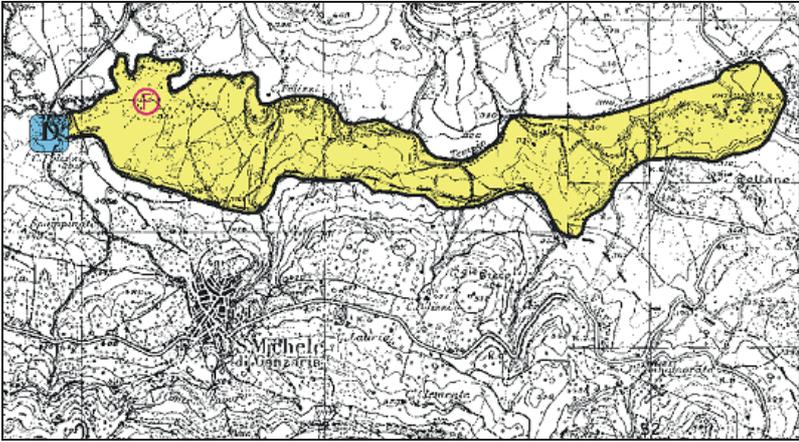
---

da APPA Bolzano.

I limiti di legge per lo scarico sono costantemente rispettati. È stato notato tuttavia che nel bacino finale di accumulo, a causa della proliferazione di alghe, il valore limite dei solidi sospesi indicato ai fini del riutilizzo agricolo viene spesso superato. Pertanto il riutilizzo dell'acqua in agricoltura necessita di una idonea filtrazione da parte degli utenti della risorsa.

Non è stato possibile valutare l'efficienza dell'impianto in termini di rese depurative poiché la metodica analitica utilizzata per COD, BOD5 e azoto ammoniacale non permette di misurare valori sotto una soglia minima.

## Impianto di S. Michele Ganzaria

<b>Localizzazione</b> Provincia Catania Comune San Michele di Ganzaria	
<b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b> 1.110 A.E. per ogni vasca	
<b>Anno di attivazione</b> 2001 Sistema SFS-h1 2006 Sistema SFS-h2	
<b>Recettore finale</b> Fiume Tempio e/o riuso irriguo	
<b>Gestore</b> Comunale (in corso di trasferimento a SIE- Servizi Idrici Etnei)	
<b>Descrizione dell'impianto</b> L'impianto di fitodepurazione è stato realizzato a Nord-Ovest dell'abitato di San Michele di Ganzaria, piccolo centro urbano in provincia di Catania, con circa 5.000 abitanti, dedito prevalentemente all'agricoltura ed, in minor misura, alla zootecnia. I letti filtranti, ubicati a valle dell'impianto di depurazione comunale, ad una quota di circa 350 m s.l.m., costituiscono i primi moduli di un progetto molto più ampio che prevede la realizzazione di un sistema di affinamento (fitodepurazione e lagunaggio profondo) organizzato in quattro letti di fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale (SFS-h), funzionanti in parallelo, seguiti da tre serbatoi di accumulo per la regolazione e per un ulteriore affinamento delle acque reflue. Le acque trattate, pari a circa 300.000 m <sup>3</sup> /anno, saranno poi impiegate per l'irrigazione di circa 150 ettari di uliveti. E' in corso di valutazione la fattibilità tecnico-economica di irrigare biomasse erbacee per scopi energetici. Attualmente sono stati realizzati due letti di fitodepurazione entrati in esercizio rispettivamente nel gennaio 2001 (SFS-h1) e nel novembre 2006 (SFS-h2). Gli altri 2 letti di fitodepurazione e i tre serbatoi di accumulo, già realizzati, non sono ancora entrati in esercizio. L'intero impianto entrerà a regime.	
	

Le acque reflue del centro urbano vengono sottoposte ad un trattamento primario e secondario nell'impianto di depurazione convenzionale che, dopo una fase di pre-trattamento, presenta una linea acque organizzata in due moduli in parallelo, ciascuno costituito da una vasca Imhoff, un filtro percolatore ed una vasca di sedimentazione secondaria. Parte dei liquami in uscita dall'impianto di depurazione, per una portata di circa 4 l/s, viene convogliata all'impianto di fitodepurazione.



Le vasche per il trattamento di fitodepurazione sono state dimensionate per effettuare ciascuna il trattamento terziario delle acque reflue di circa 1.100 abitanti equivalenti. I letti SFS-h1 ed SFS-h2 hanno una superficie del letto filtrante rispettivamente di circa 1.950 m<sup>2</sup> e 1.875 m<sup>2</sup>, corrispondente a circa 1,7 m<sup>2</sup> per abitante servito. Il letto SFS-h2 presenta una sezione terminale a flusso superficiale di lunghezza pari a circa 3 m. L'altezza dei letti filtranti è pari a 0,6 m, mentre il livello idrico medio all'interno del substrato è pari a circa 0,4 m. I letti di inerti sono costituiti da pietrisco avente una dimensione granulometrica costante pari a circa 8-10 mm.

Su entrambi i letti di inerti sono stati messi a dimora rizomi di *Phragmites australis* (precedentemente prelevati da ambienti naturali in prossimità del sito in cui sorge l'impianto) nella misura di quattro rizomi per metro quadrato di superficie. La *Phragmites australis* si è propagata e sviluppata in poco tempo, creando in appena sei mesi una copertura prossima al 100%.



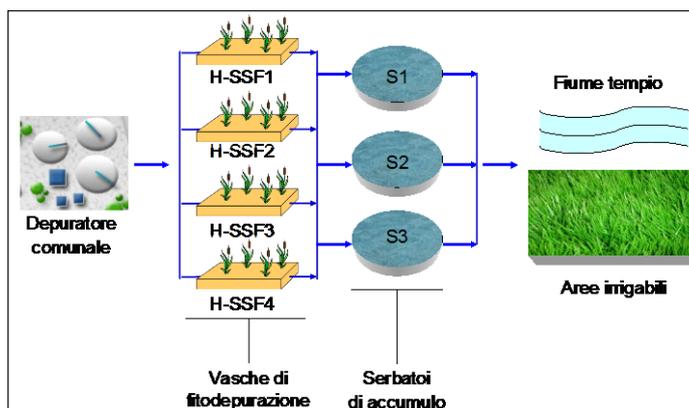
### Dettagli tecnici

#### Trattamenti preliminari/primari

Grigliatura manuale  
2 vasche Imhoff in parallelo

#### Trattamenti secondari

2 filtri percolatori in parallelo  
2 vasche di sedimentazione secondaria



## Post – trattamenti

### 1° Stadio: Sistema SFS-h1

1 vasca di forma rettangolare

Dimensioni: 78 x 25 m

Profondità letto (media): 0,6 m

Medium riempimento: materiale inerte di natura calcarea con granulometria pari a circa 8-10 mm

Tipo di piante: *Phragmites australis*

Sistema alimentazione: tubazione in PVC con staffe lungo tutta la sua lunghezza posta sulla superficie del letto nella sezione di ingresso

Sistema raccolta: tubazione in PVC forata lungo tutta la sua lunghezza posta sul fondo del letto nella sezione terminale

Sistema regolazione: tubo flessibile corrugato

### 2° Stadio: Sistema SFS-h2

1 vasca di forma rettangolare

Dimensioni: 75 x 25 m

Profondità letto (media): 0,6 m

Medium riempimento: materiale inerte di natura vulcanica con granulometria pari a circa 8-10 mm

Tipo di piante: *Phragmites australis*

Sistema alimentazione: tubazione in PVC con staffe lungo tutta la sua lunghezza posta sulla superficie del letto nella sezione di ingresso

Sistema raccolta: tubazione in PVC forata lungo tutta la sua lunghezza posta sul fondo del letto nella sezione terminale

Sistema regolazione: tubo flessibile corrugato

## Rese depurative

Sono state campionate le acque reflue in ingresso al sistema di fitodepurazione ed in uscita dal letto SFS-h1 e dal letto SFS-h2, rispettivamente nel periodo compreso tra marzo 2001 e dicembre 2008 e tra luglio 2007 e dicembre 2008, con frequenza bisettimanale o mensile.

Sui campioni prelevati sono stati determinati i seguenti parametri chimico-fisici e microbiologici: solidi sospesi totali (a 105 °C), BOD5, COD, fosforo totale, azoto totale, Coliformi Totali (CT), Coliformi Fecali (CF), Streptococchi Fecali (SF), Escherichia coli, Salmonella e uova di elminti (UE).

Nella seguente tabella sono riportati i valori medi e la deviazione standard (in parentesi) delle concentrazioni dei parametri chimico-fisici e microbiologici nelle acque reflue in ingresso (in) ed uscita (out) dal letto SFS-h1.

I dati riportati nelle seguenti tabelle e nel grafico sono stati forniti dall'Università di Catania.

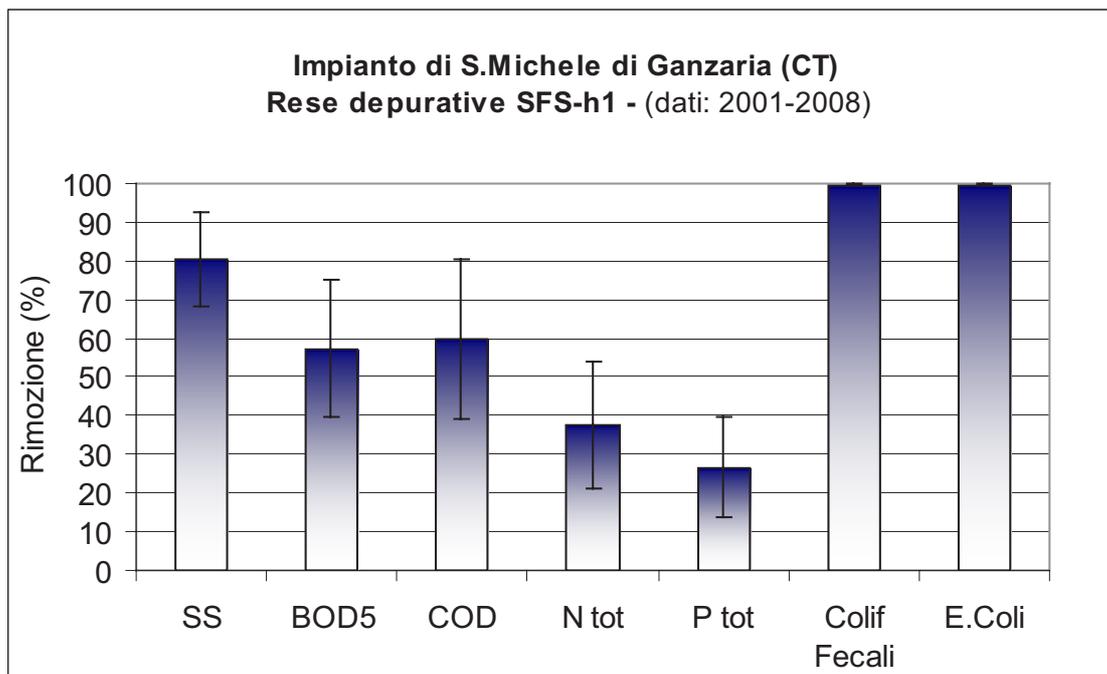
Anno		SST	BOD5	COD	Ntot	Ptot	CT	CF	E. coli	SF
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(Ulog)	(Ulog)	(Ulog)	(Ulog)
2001	in	66 (18)	35 (10)	76 (21)	26 (3)	6 (<1)	6,11 (0,38)	5,46 (0,51)	5,42 (0,51)	4,68 (0,48)
	out	12 (4)	11 (4)	18 (4)	18 (4)	4 (1)	4,18 (0,59)	3,11 (0,79)	3,09 (0,78)	2,54 (0,43)
2002	in	95 (17)	44 (16)	92 (22)	21 (4)	7 (3)	5,98 (0,30)	5,40 (0,37)	5,15 (0,38)	4,28 (0,43)
	out	11 (3)	13 (4)	19 (4)	10 (7)	5 (1)	3,94 (0,68)	3,28 (0,85)	3,07 (0,86)	2,53 (0,55)
2003	in	82 (15)	42 (8)	84 (14)	23 (5)	7 (2)	6,10 (0,24)	5,57 (0,32)	5,24 (0,43)	4,34 (0,35)
	out	12 (3)	11 (3)	17 (5)	12 (5)	4 (1)	3,81 (0,58)	3,32 (0,65)	3,12 (0,69)	2,63 (0,55)
2004	in	39 (35)	16 (8)	37 (15)	31 (6)	7 (1)	-	4,87 (0,64)	4,63 (0,66)	4,29 (0,38)
	out	5 (2)	8 (2)	16 (4)	25 (8)	6 (<1)	-	2,18 (0,58)	1,99 (0,67)	1,96 (0,49)
2005	in	41 (16)	25 (9)	48 (16)	-	-	-	5,16 (0,46)	4,93 (0,53)	4,67 (0,47)
	out	3 (2)	8 (2)	16 (4)	-	-	-	1,83 (0,66)	1,55 (0,57)	1,81 (0,55)
2006	in	69 (8)	54 (13)	87 (18)	-	5 (1)	5,36 (0,03)	5,17 (0,12)	5,14 (0,12)	4,70 (0,17)
	out	10 (5)	19 (1)	34 (3)	-	3 (1)	2,87 (0,60)	2,60 (0,60)	2,59 (0,60)	2,50 (0,50)
2007	in	36 (12)	24 (7)	44 (9)	31 (7)	7 (1)	-	5,29 (0,47)	5,08 (0,51)	4,79 (0,28)
	out	14 (6)	16 (5)	29 (10)	25 (10)	6 (<1)	-	2,78 (0,20)	2,38 (0,11)	2,23 (0,09)
2008	in	34 (26)	21 (9)	36 (14)	20 (7)	8 (3)	-	5,38 (1,20)	5,17 (1,13)	-
	out	13 (7)	15 (7)	27 (14)	9 (4)	7 (2)	-	2,90 (1,30)	2,71 (1,23)	-
Periodo complessivo	in	61 (31)	32 (15)	64 (28)	24 (6)	7 (2)	6,03 (0,33)	5,33 (0,60)	5,11 (0,62)	4,47 (0,43)
	out	10 (5)	12 (5)	20 (8)	14 (8)	5 (2)	3,92 (0,66)	2,85 (0,92)	2,66 (0,93)	2,35 (0,58)
N. Campioni		85	80	85	68	71	41	83	83	74

Nella seguente tabella sono invece riportati i valori relativi alle acque ingresso (in) ed uscita (out) dal letto SFS-h2.

Anno		SST	BOD5	COD	Ntot	Ptot	CT	SF	E. coli
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(Ulog)	(Ulog)	(Ulog)
2007	in	27 (24)	35 (5)	63 (9)	23 (5)	4 (<1)	5,97 (0,19)	4,89 (0,38)	5,40 (0,67)
	out	7 (3)	18 (7)	37 (13)	9 (3)	2 (1)	3,89 (0,16)	2,28 (0,12)	2,66 (1,04)
2008	in	41 (27)	30 (18)	50 (26)	34 (17)	7 (2)	-	5,01 (1,05)	5,37 (1,02)
	out	11 (7)	17 (8)	30 (15)	13 (7)	5 (3)	-	2,68 (0,82)	3,01 (0,78)
Periodo complessivo	in	35 (26)	31 (14)	55 (22)	29 (14)	6 (2)	5,97 (0,19)	4,98 (0,93)	5,39 (0,83)
	out	9 (6)	17 (8)	33 (15)	11 (6)	4 (3)	2,08 (0,34)	2,39 (0,79)	2,57 (0,77)
<b>N. Campioni</b>		<b>41</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>30</b>

Nel grafico sottostante sono evidenziate le rese depurative medie dell'impianto, stimate sulla base delle analisi eseguite dall'Università di Catania. Risultano molto elevate le rimozioni dei Coliformi e dei solidi sospesi totali, con percentuali comprese tra il 99% e l'80%; l'abbattimento della sostanza carboniosa è considerevole, sia per quanto riguarda il BOD5 (58%) che per il COD (60%).

Appare evidente l'efficacia del sistema di affinamento.



## Impianto di Jesi

<p><b>Localizzazione</b>          Provincia Ancona          Comune Jesi</p>	
<p><b>Potenzialità di progetto (A.E.)</b>          60.000 A.E.</p>	
<p><b>Anno di attivazione</b>          Impianto tecnologico: 1995          Fitodepurazione: 2002</p>	
<p><b>Destinatario dello scarico</b>          Fiume Esino</p>	
<p><b>Gestore</b>          Multiservizi S.p.A.</p>	
<p><b>Descrizione dell'impianto</b>          Il depuratore di Jesi è a servizio della rete fognaria mista dei Comuni di Jesi e Monsano. L'impianto è in possesso di Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata dalla Regione Marche nel 2006 (autorizzazione n. 100/S08 del 10/11/2006).          La potenzialità di progetto dell'impianto è di 60.000 A.E..          Con riferimento all'anno 2009 la portata di acqua reflua trattata in arrivo dalla fognatura è stata di 7.200.000 m<sup>3</sup> circa, con un carico pari a circa 42.300 A.E. calcolati su base COD.          In uscita all'impianto tecnologico si trova il pozzetto di alimentazione dell'impianto di fitodepurazione. I reflui sono inviati al primo stadio del trattamento costituito da uno stagno di sedimentazione, ovvero una vasca che presenta forma ritorta, della lunghezza di circa 350 m, concepito per consentire la completa sedimentazione dei solidi sospesi.          Seguono le vasche del sistema a flusso sub-superficiale orizzontale, nelle quali i reflui devono passare attraverso materiale granulare costituito di opportuna pezzatura, che funziona da supporto a macrofite, principalmente alla <i>Phragmite australis</i>.          Si entra successivamente nelle due vasche a flusso superficiale, ognuna delle quali costituita da 6 comparti suddivisi a mezzo di briglie con sbocchi alternati per evitare corto circuiti idraulici. Nelle vasche sono state piantumate venticinque specie di macrofite autoctone elencate nella scheda seguente.          Le acque in uscita dalle due vasche FWS confluiscono in un unico canale e possono essere inviate direttamente allo scarico oppure deviate in una vasca per la disinfezione di emergenza e quindi allo scarico su fiume o ancora sollevate per alimentare un acquedotto ad uso industriale.          Un sistema di paratoie consente di escludere, in situazioni straordinarie, lo stagno di sedimentazione piuttosto che il comparto a flusso orizzontale sub-superficiale.</p>	

## Dettagli tecnici

### Trattamenti preliminari/primari

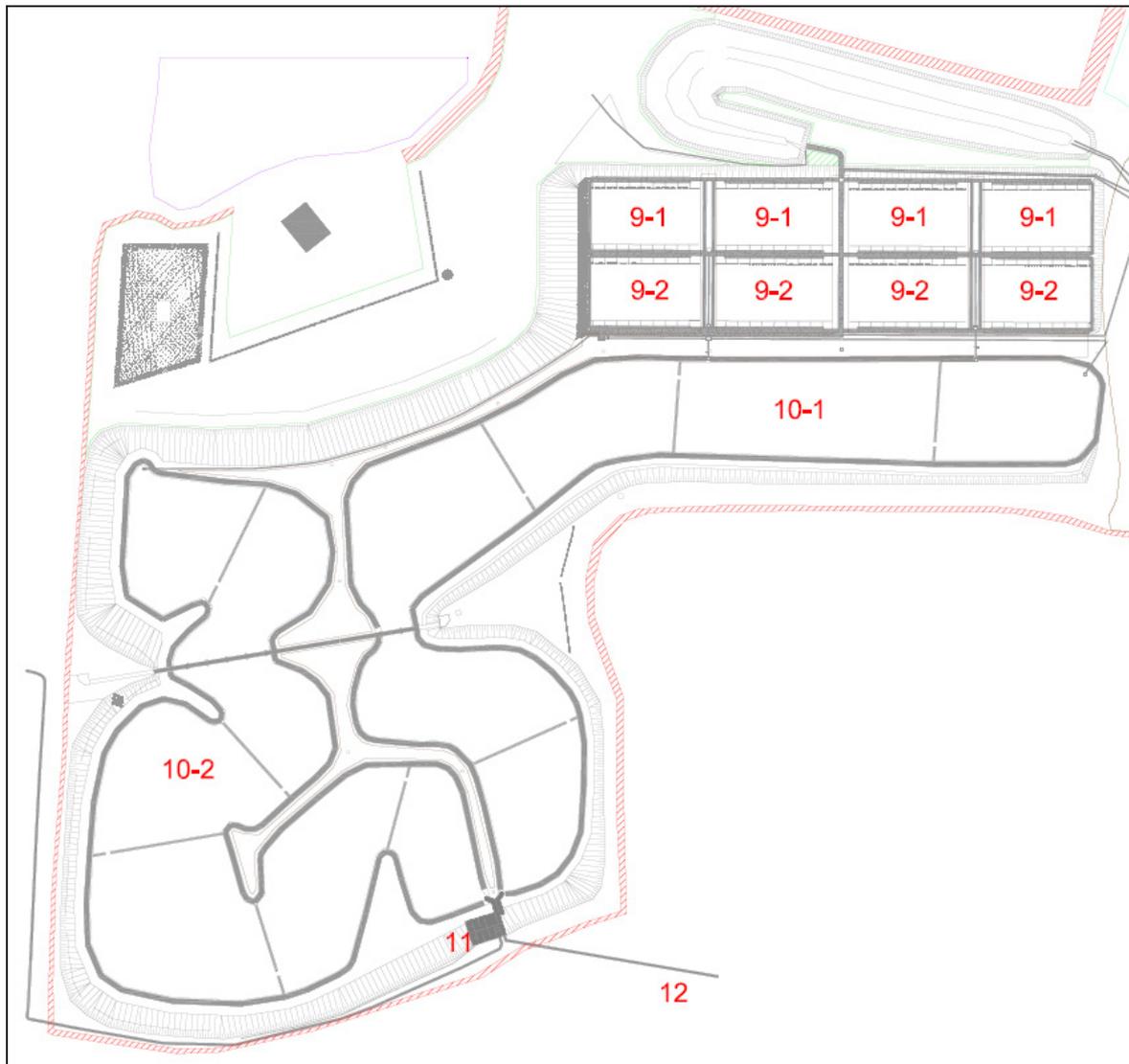
Sedimentatore a flusso longitudinale

Area superficiale utile : 5.000 m<sup>2</sup>

Volume utile totale : 10.000 m<sup>3</sup>

Profondità letto (media): 2,5 m ; (minima 1,5 m - massima 3 m)

Sistema alimentazione : n. 2 tubazioni a gravità DN 600 provenienti da pozzetto di raccolta dei reflui



Il refluo defluisce all'interno di uno stagno di sedimentazione per poi passare:

- nelle otto vasche a flusso sub-superficiale orizzontale (in figura 9-1 e 9-2)
- nelle due linee a flusso libero, ognuna composta da 6 reattori plug-flow (in figura 10-1 e 10-2)
- segue un cloratore a rilascio su acquedotto industriale (in figura 11)
- infine lo scarico (in figura 12)

## Post-trattamenti

### 1° Stadio: Sistema SFS-h

8 vasche suddivise su due stadi in serie

Dimensioni (singola vasca) : 50 x 25 m.

Profondità letto (media): 0,7 m.

Medium riempimento : ghiaia lavata,  $\phi$  8 - 10 mm

Tipo di piante (piantumate inizialmente): *Phragmites australis*.

Tipo di piante (situazione attuale): *Phragmites australis*, *Typha latifolia*,

Sistema alimentazione: canali in calcestruzzo armato con paratoie di sezionamento e regolazione del livello.

### 2° Stadio: Sistema FWS

2 linee parallele ognuna composta da 6 reattori plug-flow.

Dimensioni vasca FSW1: 520 x 53 m.

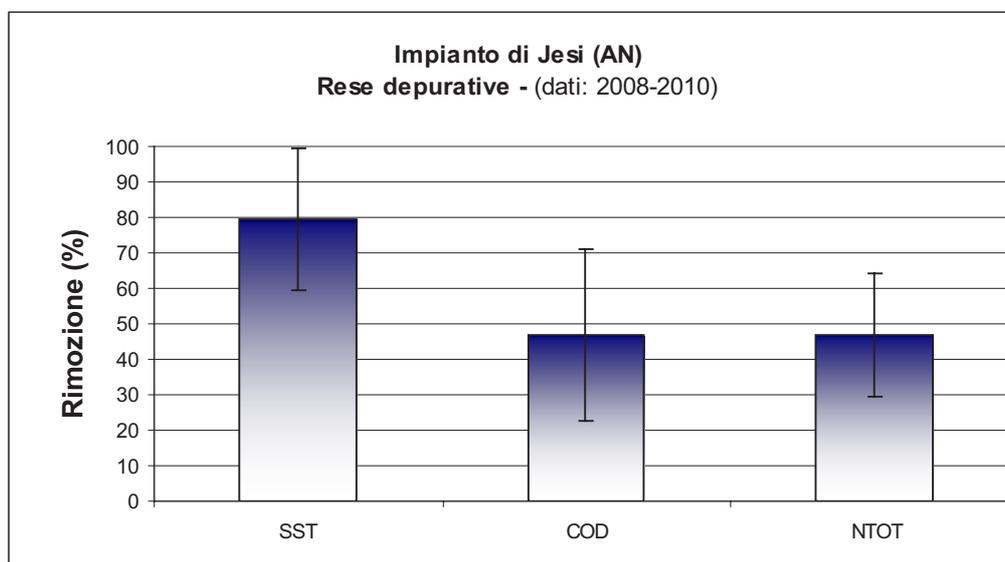
Dimensioni vasca FSW2: 510 x 47,5 m.

Tipo di piante (piantumate inizialmente): *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago aquatica*, *Carex fusca*, *Iris pseudacorus*, *Nymphaea rustica*, *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*, *Fontinalis antipyretica*, *Myriophyllum spicatum*, *Juncus effusus*, *Ranunculus aquatilis*, *Nuphar luteum*, *Elodea canadensis*, *Lytrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Caltha palustris*, *Epilobium hirsutum*, *Typha minim.*

Tipo di piante (situazione attuale): *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Butomus umbellatus*, *Bambusa angustifolia*, *Salix alba*, *Lemna minor*, *Viburnus opulus*, *Wolffia arriza*.

Sistema alimentazione : tubazione DN 600 a gravità (una per ogni linea FWS)

## Rese depurative



I dati utilizzati per stimare le rese depurative sono stati forniti da Multiservizi S.p.A. I campionamenti, in totale 120, sono stati effettuati in due punti: all'ingresso dell'impianto di fitodepurazione e all'uscita nel periodo 2008 – 2010 con frequenza settimanale.

Considerando che si tratta di un post-trattamento le rese sono buone. Inoltre dall'analisi dei singoli dati emerge che il sistema rispetta i limiti imposti dall'Allegato V del D.Lgs. 152/06.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

A.A.V.V., *Guida ai processi estensivi di depurazione delle acque reflue specifici per piccoli-medi insediamenti (500-5.000 A.E.)*, Ufficio delle Pubblicazioni ufficiali delle Comunità Europee, Lussemburgo, 2001.

A.A.V.V., *Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane*, Manuali e Linee Guida, ANPA; 2001;

A.A.V.V., *Proceedings of 12th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control*, Venice, October 4-8, 2010.

Arillo A., – *Biodiversità fluviale in Italia e problematiche di conservazione. In: Aree protette fluviali in Italia. Biodiversità, gestione integrata e normative*. A cura del Centro Studi sulle Aree protette e gli ambienti fluviali del Parco Montemarcello – Magra. Edizioni ETS. 262 pp, 2007

Arillo A., 2007 - *Il Dlgs 152/2006 (parte terza) e Rete Natura 2000: integrazioni e sinergie. In “Atti del seminario Parchi fluviali e bacini idrografici (Sarzana 26 ottobre 2007) – vol. 3 La pianificazione e la disciplina delle acque nelle aree protette”*, Edizioni ETS - Pisa, aprile 2008

Armstrong J., Armstrong W., *Light-enhanced convective throughflow increases oxygenation in rhizomes and rhizosphere of Phragmites australis (Cav.)*, “Trin ex Steud - New Phytol.”, 114: 121-128., 1990.

Atti della 12 th *International Conference on Wetland System for Water Pollution Control*, Venezia, 4-8 ottobre 2010

ATV, *Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenbeeten für kommunales Abwasser bei Ausbau größen bis 1000 Einwohnerwerte*. Regelwerk Abwasser-Abfall. Hinweis A. 262, 1997

ATV, *Principles For The Dimensioning, Construction And Operation Of Plant Beds For Communal Wastewater With Capacities Up To 1000 Total Number Of Inhabitants And Population Equivalent*, Bonn, 1998.

Avolio F., Pineschi G., *La depurazione naturale delle acque. I sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue*, Collana I quaderni de La Gramigna-8, 2008;

Axler R., Henneck J. and McCarthy B., *Residential subsurface flow treatment wetlands in northern Minnesota*, “Proceedings of 7<sup>th</sup> Intern. Conf. on Wetland Systems for Water Poll. Control”, 2000.

Barbagallo S., Cirelli G.L., Consoli S., Toscano A. e Barbera A., *Experiences on Constructed Wetland as tertiary treatment for wastewater reuse: the case-study of “S.Michele di Ganzaria” (Sicilia)*, “Proceedings of 1th International Conference on small wastewater technologies and management for the Mediterranean area”, Siviglia, Spagna, pp. 23, 20-22 marzo, 2002.

Bendoricchio G., Comis C. e Carrer G.M., *Metodologia per il controllo della qualità dei corpi idrici*, Atti del Convegno “L’acqua fattore di crescita del territorio”, Lecce, pp489-505, 25-26 maggio 1995.

Bisogni L., *Ecosistemi filtro della Val Trebbia*, Atti della 1° edizione del corso “Sistemi di fitodepurazione”, Milano, FAST, 22-24 maggio, 2000.

M.Borin, Marchetti C., *Sistemi di depurazione delle acque basati sull’uso di vegetazione macrofita. II. Esempi applicativi e gestione della vegetazione*. ARS n. 56: 7-12, 1997

Borin M., 2006, *La fitodepurazione come opportunità per la qualità delle acque*, , atti del Convegno “L’acqua che depura Fitodepurazione, imprese agricole e paesaggio rurale”, Milano, 16 Novembre 2005

Borin M., Bonaiti G., Santamaria G. e Giardini L., *A constructed surface flow wetland for treating agricultural waste waters*, “Water Science & Technology”, vol. 44, n. 11/12, pp. 523-530, 2001.

- Borin M., Tocchetto D., *Five year water and nitrogen balance for a constructed surface flow wetland treating agricultural drainage waters*. Sc. Total Envir., 380, 38-47, 2007
- Bragato C., Piran S. e Malagoli M., *Efficiency of nutrient and heavy metal removal by Phragmites australis and Bolboschoenus Maritimus growing in a re-constructed wetland*, "Proceedings of the 8th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control", IWA, Arusha, Tanzania, pp. 109-115, 2002.
- Brix H. *Danish Guidelines for small constructed wetland systems*, Atti del Convegno "La fitodepurazione: applicazioni e prospettive", ARPAT, Volterra (PI), pp. 109-117, 2003.
- Brix H., Arias C.A., Johansen N.H., *Forsøg med rensning af spildevand i det åbne land i beplantede filteranlæg*, Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning, 2003.
- Brix H., *Design Criteria for a two-stage constructed wetland*, Preprints of "Proceedings of the 5th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control", IX/6, 15-19 Sept. 1996, Vienna, Austria.
- Brix H., *Macrophyte mediated oxygen transfer in wetlands: transport mechanisms and rates*, in Moshiri G.A. "Constructed wetlands for water quality improvement", Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokio, Lewis publishers, pp. 391-398, 1994.
- Brix H., *Use of subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment - an overview*, in Ramadori R., Cingolani L., and Camerini L., (eds.), *Natural and constructed wetlands for wastewater treatment and reuse. Experiences, goals and limits*, Preprint of the international seminar, 26-28 Oct. 1995, Perugia, Italy, 1995.
- Brix, H. *Wastewater treatment in constructed wetlands: system design, removal process and treatment performance*, in Moshiri, G.A. (ed.), in "Constructed Wetlands for Water Quality Improvement.", pp. 9-22, CRC Press, Boca Raton, Florida, 1993.
- Brix H. Denmark. *In constructed wetlands for wastewater treatment in Europe*. Vymazal J., Brix H., Cooper P.F., Green M.B., Haberl R. (Eds). Backhuys publ. Leiden, pp 123-152, 1998
- Buffagni A., Erba S., Mignuoli C., Scanu G., Sollazzo C., (2007) - *Individuazione di siti/ambienti di riferimento dei corpi idrici secondo la Direttiva 2000/60/CE. Criteri per i fiumi*. Notiziario IRSA, Dic. 2007.
- Cooper P.F., *The use of Reed Bed Systems to treat domestic sewage: the European Design and Operation Guidelines for Reed Bed Treatment Systems*, in "Constructed Wetlands for Water Quality Improvement" (Moshiri G.A. Ed.), Lewis Publisher, 1993.
- Cooper P., Griffin P., *A review of the design and the performance of vertical-flow and hybrid reed bed treatment systems*; Wat. Sci. Tech. 40, 1-9, 1999
- Crites R.W., *Design criteria and practice for constructed wetlands*, Water Science and Technology, Vol. 29, No. 4, pp. 1-6, IAWQ, Great Britain, 1994
- D'Antoni S, Natalia M.C. – *Verifica delle sinergie tra le direttive UE "Acqua", "Habitat" e "Uccelli" – in Quaderni Toscana parchi n. 5 "Parchi fluviali e bacini idrografici: esperienze europee" – Edizioni ETS - pagg. 62-69, 2009*
- D'Antoni S. e Natalia M.C. - *Sinergie fra la Direttiva Quadro sulle Acque e le Direttive "Habitat" e "Uccelli" per la tutela degli ecosistemi acquatici con particolare riferimento alle Aree Protette, Siti Natura 2000 e Zone Ramsar. Aspetti relativi alla Pianificazione. Rapporti ISPRA 107/2010*
- Del Bubba M., Lepri L., Garuti G., Masi F., *Evidence of nitrogen removal by submerged flow constructed wetlands in Italy*, "Conference Proceedings of the IWA 7th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control", Orlando, pp. 253-260, 2000.

- 
- De Maeseneer J.L., *Constructed wetlands for sludge dewatering*. Wat.Sci. Tech. 35 (5), pp 279-289, 1997
- EPA, *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*, Cincinnati, 1999.
- EPA, *Types of wetlands*, 2001
- Ercolini, M. *Fiume, paesaggio, difesa del suolo. Superare le emergenze, cogliere le opportunità*. Firenze, University Press, 2007
- Farina A., *Ecologia del paesaggio*, 2001.
- Fonder N., Headley T., *Systematic nomenclature and reporting for treatment wetlands*. In, *Water and Nutrient Management in Natural and Constructed Wetlands*, Vymazal J., ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2010
- Garuti G., *Vertical and horizontal flow reed beds for tourist areas in Italy*, Personal Communication, 2000.
- Gearhart R.A., *Use of Constructed Wetlands to Treat Domestic Wastewater*, "Water Science and Technology", California, City of Arcata, Vol. 26, No. 7-8, pp. 1625-1637, 1992.
- Ghermandi A., Bixio D., Thoeye C., The role of free water surface constructed wetlands as polishing step in municipal wastewater reclamation and reuse, *Science of the Total Environment* 380 pp. 247-258, 2007
- Green M.B., Upton J., *Reed Bed Treatment for Small Communities. U.K. Experience*, in "Constructed Wetlands for Water Quality Improvement", Moshiri G.A. Ed., Lewis Publisher, London, pp. 509-517, 1993.
- K. Gunes, B. Tuncsiper, F. Masi, S. Ayaz, D. Leszczynska, N. Findik Hecan and H. Ahmad, *Construction and maintenance cost analyzing of constructed wetland systems*, in *12th IWA International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control*, Venezia, 2010, atti della conferenza, 2010
- Haberl R., Perfler R., *Seven years of research work and experience with wastewater treatment by a reed bed system*, in "Constructed wetlands in water pollution control" (Cooper, P.F. & Findlater, B.C., eds.), pp. 205-214. Pergamon Press, Oxford, 1990.
- Hammer D.A., (ed.), *Constructed wetlands for wastewater treatment. Municipal, industrial and agricultural*, Lewis Publisher, Chelsea, MI, pp. 1-831, 1989.
- Hammer, D.A., Pullin B.P., McCaskey T.A., Eason J., Payne V.W.E., *Treating livestock wastewaters with constructed wetlands*, in "Constructed wetlands for water quality improvement", Lewis Publisher, Chelsea, MI, pp. 343-348, 1993.
- IWA Specialist Group on use of Macrophytes in Water Pollution Control, *Constructed Wetlands For Pollution Control. Processes, performance, design and operation*, "Scientific and Technical Report", n° 8, IWA Publishing, London, 2000.
- Kadlec R.H., Knight R.L., *Treatment wetlands*, Lewis, Boca Raton, 1996.
- Kadlec R.H., Wallace S.D., *Treatment wetlands*, CRC Press, Boca Raton, 2009.
- Kickuth, R., *Degradation and incorporation of nutrients from rural wastewaters by plant hydrosphere under limnic conditions*, in "Utilization of Manure Land Spreading", Comm. Europ. Commun., EUR 5672e, pp. 335-343, London, 1977.
- Kleinmann, M.A. Girts, *Acid mine water treatment in wetlands: an overview of an emergent technology*, K.R. Reddy, W.H. Smith (Eds), *Acquatic plants for water treatment and resource recovery*, Magnolia Publications, Orlando (FL), 1987
- Knight R.L., *Effluent distribution and basin design for enhanced pollutant assimilation by freshwater wetlands*, in Reddy K.R. & Smiths W.H. (eds.), "Freshwater Wetlands: Ecological Processes and Management Potential", Academic Press, New York, pp. 913-921, 1987.

- Lesavre, J., Iwema A., *Dewatering of sludge coming from domestic wastewater treatment plant by planted sludge beds. French situation*, “Proceedings, 8th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control”, Arusha, Tanzania, 16-19 of September 2002, pp. 1193-1205, 2002.
- Maehlum T., Jenssen P.D., Norway, in “Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe”, Vymazal J., Brix H., Cooper P.F., Green M.B., Haberl R (eds), Backhuys publ., Leiden, pp. 217-225, 1998.
- Mara D.D., *Waste stabilization ponds: effluent quality requirements and implications for process design*, “Water Science & Tecnology”, Waste Stabilization Ponds: Tecnology and Applications, Vol. 33, N° 7, Editors: D.D. Mara, H.W. Pearson and S.A. Silva, 1996.
- Marangon, F. (a cura di), 2007, *Il paesaggio: un valore senza prezzo*. Udine, FORUM
- Masi F., Martinuzzi N., Bresciani R., Giovannelli L. and Conte G., “Tolerance to hydraulic and organic load fluctuations in constructed wetlands”. *Water Science & Technology*, 56, 3, 39-48, 2007
- Masi F., El Hamouri B., Abdel Shafi H., Baban A., Ghrabi A., Regelsberger M. , “Segregated black/grey domestic wastewater treatment by Constructed Wetlands in the Mediterranean basin: the Zer0-m experience”, *Water Science & Technology*, 61, 1, 97-105, 2010.
- Masi F., “Enhanced denitrification by an hybrid HF-FWS CW in large scale wastewater treatment plant (Jesi)”, in “Wastewater Treatment, Plant Dynamics and Management in Constructed and Natural Wetlands”, by Jan Vymazal (Ed.), Springer, NY, ISBN: 978-1-4020-8234-4, pp. 267-275, 2008.
- Masotti L. “*Depurazione delle acque*”, Calderini, 1993
- Masotti L. e Verlicchi P., “*Depurazione delle acque di piccole comunità – Tecniche naturali e tecniche impiantistiche*”, Ed. Hoepli, Milano, Italia 2005
- Natalia M.C e D’Antoni S. - *Applicazione delle sinergie fra la Direttiva Quadro sulle Acque e le Direttive Habitat e Uccelli nella Riserva Naturale Nazzano, Tevere-Farfa: analisi delle misure per la conservazione di specie ed habitat acquatici negli strumenti di pianificazione*. – in Quaderni Toscana parchi - Edizioni ETS, 2009
- Natalia M.C e D’Antoni S. - *Applicazione delle sinergie fra la Direttiva Quadro sulle Acque e le Direttive Habitat e Uccelli nella Riserva Naturale Nazzano, Tevere-Farfa: analisi delle misure per la conservazione di specie ed habitat acquatici negli strumenti di pianificazione*, atti del convegno “Acque, biodiversità e paesaggio nella pianificazione delle aree protette”, Sarzana (SP), 13 novembre 2009, 2009
- Natalia M.C. - *Gli strumenti di governo del territorio*. In Trusiani E. *Orientarsi nell’urbanistica*. Carocci, Roma – 59-91, 2008
- New South Wales Department Of Land And Water Conservation, *The Constructed Wetland Manual*, Australia, 1998.
- Pignatti Sandro, *Flora d’Italia*. Edagricole, Bologna, 1982
- Reed S.C., Crites R.W., Mittlebrooks E.J., *Natural systems for waste management and treatment*, 2nd Ed. Mc Graw Hill inc., N.Y., 1995.
- Reed, S. C., D.S. Brown., *Constructed wetland design– The first generation. Water-Environ-Res.*, v.64, pp. 776-781, 1992
- Romani, V., *Il paesaggio, percorsi di studio*. Milano, Angeli, 2008
- Rousseau D.P.L., Lesage E., Storyc A., Vanrollegheme P.A., De Pauwc N., *Constructed wetlands for water reclamation*, *Desalination* 218, pp. 181–189, 2008
- Rustige H., *Constructed wetlands in Germany: technologies and experiences*, Atti del Convegno “La fitodepurazione: applicazioni e prospettive”, ARPAT, Volterra (PI), pp. 192-199, 2003.

- 
- Seidel, K., *Die Flechbinse Scirpus lacustris*, in “Okologie, Morphologie und Entwicklungs, ihre Stellung bei den VolKern und ihre wirtschaftliche Bedeutung”, Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 37-52, 1955
- Sloop G.M., Kozub D.D., Liehr S.K., *Use of constructed wetlands for treating high ammonia nitrogen landfill leachate*, “Preprints of 5th International Conference on Wetlands Systems for Water Pollution Control”, Vienna, IAWQ ed., vol. 2, XII/2, 1996
- USEPA, *Subsurface flow constructed wetlands for municipal wastewater treatment*, EPA 832-R-93-001, U.S. EPA Office of Water (WH547), 1993
- Vismara R., Egaddi F., Garuti G., Pergetti M., Pagliughi A., *Linee guida per il dimensionamento degli impianti di fitodepurazione a macrofite radicate emergenti: gli esempi internazionali ed una proposta italiana*, *Ingegneria Ambientale*, Italy, vol. 29, 3-4, pp. 164-176, 2000
- Vretare V. & Weisner S.E.B., *Influence of pressurized ventilation on performance of an emergent macrophyte (Phragmites australis)*, “*Journal of Ecology*”, 88 (6) , pp. 978-987, 2000.
- Vymazal J., et al, *Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe*, US EPA, Design manual, 1988
- Vymazal J. et al., *Transformation of Nutrients in Natural and Constructed wetlands*, Backhuys publ., Leiden, 2001.
- Vymazal J., *Constructed Wetlands, Surface Flow, Ecological Engineering | Constructed Wetlands, Surface Flow 765-776*, 2008
- Vymazal J., *The use constructed wetlands with horizontal sub-surface flow for various types of wastewater*, *Ecological Engineering*, vol. 35, n.1–17, 2009.
- W.R.C., *Reed Beals & Constructed Wetlands for wastewater treatment*, “Database Severn Trent Water” W.R.C. Plc, Medmenham, 1996
- WssTP, 2011, *Water treatment: Recommendations for research and technology development*, WssTP, Brussels, Belgium, First Edition, October 2011



---

## **APPENDICE: SCHEDE TECNICHE NORMATIVA REGIONALE**

## Piemonte

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	La normativa regionale del Piemonte non contempla la definizione di abitante equivalente e pertanto si rimanda alla definizione data nel D.Lgs 152/06: “il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno”	<i>D.Lgs 152/06 Parte III – Sez.II Titolo I Art. 74</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	La normativa regionale attualmente in vigore non definisce gli agglomerati e i trattamenti appropriati.	
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	Agli effetti della L.R. n.13/90 gli scarichi degli insediamenti civili sono suddivisi in due classi denominate A) e B). Si considerano assimilabili a quelli abitativi gli scarichi degli insediamenti rientranti nei limiti di accettabilità di cui all'Allegato 3 della presente legge; la qualità degli scarichi e' da valutarsi prima di ogni trattamento depurativo e anteriormente alla miscelazione con acque non richiedenti alcun trattamento.	<i>Legge Regionale 26 marzo 1990 n.1 Art. 14.</i>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Gli scarichi degli insediamenti esistenti o a questi equiparati di cui alla classe A) dell'articolo 14 sono così disciplinati: a) nel caso di scarico in corpi idrici superficiali sono sottoposti entro un anno dall'entrata in vigore della presente legge, ai limiti di accettabilità di cui all'Allegato 1; se di volume maggiore o uguale a centocinquanta metri cubi al giorno sono sottoposti entro lo stesso termine ai limiti di accettabilità di cui alla tabella 2-IV dell'Allegato 2; b) nel caso di scarico puntuale su suolo o nel sottosuolo, limitatamente agli insediamenti caratterizzati da uno scarico inferiore o uguale a venticinque metri cubi al giorno, o aventi una consistenza inferiore a 50 vani e 5.000 metri cubi o una capienza inferiore a 100 posti letto o addetti, sono sottoposti entro un anno dall'entrata in vigore della presente legge ai sistemi di trattamento realizzati secondo le prescrizioni previste, per gli insediamenti civili di analoga consistenza, dall'Allegato n. 5 della delibera del Comitato dei Ministri del 4 febbraio 1977, nonché secondo le prescrizioni emanate dall'Autorità' competente al controllo; c) gli scarichi degli insediamenti civili nuovi sono sottoposti, fino dall'attivazione, a quanto previsto dal comma 1; d) è ammesso in via eccezionale e solo per gli insediamenti esistenti o a questi equiparati lo scarico puntuale sul suolo di volumi comunque inferiori a centocinquanta metri cubi al giorno, nel rispetto delle prescrizioni di cui alla lettera b) del comma 1, nonché nel rispetto delle prescrizioni e dei limiti temporali impartiti dall'Autorità' competente al controllo.	<i>Legge Regionale 26 marzo 1990, n.13 Art. 17.</i>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	Gli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano in pubblica fognatura sono sempre ammessi nei corpi idrici superficiali; sono ammessi sul suolo e nel sottosuolo solo se caratterizzati di norma da un volume di scarico inferiore o uguale a venticinque metri cubi al giorno, nei casi di cui alla lettera b), comma 1, dell'articolo 17.	<i>Legge Regionale 26 marzo 1990, n.13 Art. 16</i>

## Regione Autonoma Valle D'Aosta

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	La Valle D'Aosta non ha una norma regionale sulla tutela delle acque che definisce il termine abitante equivalente e pertanto si rimanda alla definizione data nel D.Lgs 152/06: <i>“il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno”</i> .	<i>D.Lgs. 152/06, parte III, Sez. II, Titolo I Art.74</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	La normativa regionale non definisce gli “agglomerati” ma distingue gli insediamenti in: produttivi e civili.  La stessa normativa detta disposizioni per gli scarichi non allacciati in pubblica fognatura e per gli insediamenti civili di cubatura complessiva non superiore ai 2000 metri cubi.	<i>Legge Regionale 24 agosto 1982, n.59 Art. 3</i>  <i>Art. 6 e 7</i>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	La normativa regionale vigente, nell'ambito della definizione di “insediamento civile” fa riferimento al criterio di assimilabilità: per insediamento civile si intende uno o più edifici o installazioni collegati tra loro in un'area determinata dalla quale abbiano origine uno o più scarichi terminali, ed adibiti ad abitazione ed allo svolgimento di attività alberghiera, turistica, sportiva, ricreativa, scolastica, sanitaria, a prestazioni di servizio ovvero ad ogni altra attività, anche compresa tra quelle definite come insediamenti produttivi, che dia origine esclusivamente a scarichi terminali assimilabili a quelli provenienti da insediamenti abitativi.	<i>Legge Regionale 24 agosto 1982, n.59 Art. 3</i>
<b>Limiti emissione insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	“Nell'ipotesi di insediamenti civili di cubatura complessiva non superiore ai 2000 metri cubi, è ammesso il recapito sul suolo o nel sottosuolo degli scarichi provenienti dai soli servizi inerenti alla vita di famiglia o comunità, purchè previamente trattati con processi biologici tali da garantire all'uscita il rispetto dei limiti di accettabilità di cui all'allegata tab. A, e sempreché ciò non comporti danneggiamenti delle falde acquifere o instabilità dei suoli”.  Nel caso di centri con popolazione residente non superiore a 1.000 abitanti con punte stagionali di popolazione servita non superiore a 3.000 abitanti si applica il rispetto della tab. D.  Nel caso di centri con popolazione superiore ai 1.000 abitanti quando non possa essere assicurato dal ricettore il rapporto di diluizione di almeno 40 volte richiesto per la semplice decantazione si applica il rispetto della tab. E	<i>Legge Regionale 24 agosto 1982, n.59 Art. 6 comma 3)</i>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali non Significativi (CISNS)</b>	La disciplina degli scarichi è definita dalla Regione nell'esercizio della sua autonomia con apposito provvedimento legislativo.  Fino all'entrata in vigore del provvedimento regionale, continuano ad applicarsi le norme e le disposizioni contenute nella legge regionale n.59/1982 e sue successive modificazioni e integrazioni	<i>Piano di Tutela delle Acque, approvato con deliberazione Consiglio regionale n.1788/XII del 8/02/2006 Norme di attuazione Art.31</i>

## Regione Lombardia

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	La normativa regionale della Lombardia non contempla la definizione di abitante equivalente e pertanto si rimanda alla definizione data nel D.Lgs 152/06:  “ il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno”	<i>D.Lgs. 152/06 Parte III- Sez. II Titolo I Art.74</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	La Regione, con DGR 17.05.2006 n.8/2557, ha dettato le direttive per l'individuazione degli agglomerati.  Con in Decreto 5/04/2006 n.8/2318, le norme tecniche regionali individuano ai sensi dell'art.31, comma 2 del D.Lgs 152/99, l'insieme dei trattamenti appropriati cui devono essere sottoposti gli scarichi di acque reflue urbane provenienti da agglomerati con meno di 2000 A.E. e ai sensi dell'art.27 comma 4 l'insieme dei sistemi adottabili per il trattamento di acque reflue domestiche e assimilate provenienti da insediamenti isolati.  I titolari degli scarichi possono, altresì, proporre l'istallazione di sistemi alternativi a quelli previsti dalle Norme Tecniche, che garantiscano prestazioni almeno equivalenti, fermo restando l'obbligo del rispetto dei valori limite di emissione prescritti dal regolamento stesso.	<i>DGR 17.05.2006 n.8/2557 “Direttiva per l'individuazione degli agglomerati” All.A  DGR 5.04.2006 n.8/2318</i>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	Sono da considerare acque reflue domestiche, oltre a quelle provenienti da insediamenti residenziali, le acque reflue derivanti dalle attività indicate nell'allegato A del Regolamento.  Ai fini della disciplina e del regime autorizzatorio degli scarichi, sono assimilate alle acque reflue domestiche, le acque reflue il cui contenuto inquinante, prima di ogni trattamento depurativo sia esprimibile mediante i parametri della Tab. 1 dell'allegato B.  L'autorità competente, sulla base dell'esame delle attività da cui derivano le acque reflue, può procedere alla valutazione dell'assimilazione delle acque stesse, senza necessità di eseguire accertamenti analitici, se le attività presentano un consumo d'acqua medio giornaliero inferiore a 20 mc.	<i>Regolamento Regionale 24 marzo 2006 n. 3 Art. 5 Allegato A “Acque reflue domestiche” Allegato B Tabella 1 “Valori limite di emissione che le acque reflue devono rispettare, a monte di ogni trattamento depurativo, per essere assimilate alle acque reflue domestiche”</i>
<b>Limiti emissione insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Il Regolamento, nell'allegato B tabella 2 e 3, stabilisce rispettivamente i valori limite di emissione per gli scarichi di acque reflue urbane provenienti da agglomerati con popolazione equivalente inferiore a 2000 A.E. e i valori limite per agglomerati con popolazione equivalente superiore a 400 e inferiore a 2000 recapitanti sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo.	<i>Regolamento Regionale 24 marzo 2006 n. 3 Allegato B Tab. 2 e 3</i>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	E' contemplato nella disciplina (vedi Tabella 3), ma non è prevista una definizione specifica.	<i>Allegato B Tab. 3</i>

## Provincia Autonoma di Bolzano

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	<p>Tale Legge definisce, all'art. 2 lettera o), un abitante equivalente (A.E.) come il carico organico biodegradabile, avente una richiesta biochimica di ossigeno a cinque giorni (BOD5) di 60 g di ossigeno al giorno.</p> <p>L'All. A del Regolamento definisce in dettaglio il calcolo degli abitanti equivalenti biologici ed idraulici.</p>	<p><i>Legge Provinciale del 18 giugno 2002, n. 8</i></p> <p><i>Decreto del Presidente della Provincia, 21 gennaio 2008, n.6</i></p> <p><i>Regolamento di esecuzione alla legge Provinciale del 18 giugno 2002, n. 8</i></p> <p><i>Allegato A c.1-2</i></p>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>Si definisce agglomerato l'area in cui la popolazione ovvero le attività produttive sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente, in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un impianto di depurazione o verso un punto di recapito finale.</p> <p>Si definisce trattamento appropriato (Art. 2 lettera q) il trattamento delle acque reflue mediante un processo o un sistema di smaltimento che, dopo lo scarico, garantisca la conformità dei corpi idrici recettori ai relativi obiettivi di qualità ovvero la conformità dello scarico alle disposizioni della presente legge.</p> <p>In base alla dimensione dell'agglomerato sono indicate le seguenti prescrizioni per lo scarico in acque superficiali delle acque reflue urbane:</p> <p>maggiore di 2.000 A.E.: trattamento secondario e rispetto dei valori limite di emissione di cui all'allegato A;</p> <p>tra 200 e 1999 A.E.: trattamento secondario e rispetto dei valori limite di emissione di cui all'allegato B;</p> <p>inferiore a 200 A.E.: almeno un trattamento primario atto al rispetto dei valori limite di emissione di cui all'allegato C;</p> <p>Per gli scarichi di reti fognarie provenienti da agglomerati a forte fluttuazione stagionale degli abitanti equivalenti può essere definita una disciplina specifica, fermo restando il conseguimento degli obiettivi di qualità ambientale.</p> <p>Gli scarichi di acque reflue domestiche e urbane situate in zone d'alta montagna, al di sopra dei 1.500 metri sul livello del mare, dove, a causa delle basse temperature non è possibile effettuare un trattamento biologico efficace, possono essere sottoposti ad un trattamento meno spinto purché non abbia ripercussioni negative sull'ambiente.</p> <p>Oltre a quanto previsto dalla legge provinciale, il Regolamento stabilisce che per gli scarichi fino a 50 A.E. è previsto almeno un impianto di trattamento primario. A tale scopo sono idonei i piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue conformi alla norma UNI EN 12566.</p>	<p><i>Legge Provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 art.2 modificato con art.14 comma 3 L.P. 10/06/2008 n. 4</i></p> <p><i>Legge Provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 art.2 Art.33</i></p> <p><i>Art.9</i></p> <p><i>Regolamento di esecuzione</i></p>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Sono assimilabili alle acque reflue domestiche gli scarichi delle attività di cui all'allegato L.</p> <p>Il criterio di assimilabilità non si riferisce a valori in concentrazione degli scarichi, ma alla tipologia delle attività.</p>	<p><i>Legge Provinciale del 18 giugno 2002, n. 8</i></p> <p><i>Allegato L</i></p>

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Limiti emissione insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Sono previsti i seguenti limiti di emissione, in base alla dimensione degli insediamenti:</p> <p>a) tra 200 e 1999 A.E.: valori limite di emissione di cui all'allegato B;</p> <p>b) inferiore a 200 A.E.: valori limite di emissione di cui all'allegato C;</p>	<i>Legge Provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 Allegato B Allegato C</i>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	<p>È vietato qualsiasi scarico di acque reflue sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, fatta eccezione per gli scarichi di acque reflue urbane per i quali sia accertata l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità di recapito in corpi idrici superficiali, a fronte dei benefici ambientali conseguibili, nel rispetto delle norme e dei valori limite di emissione che verranno stabiliti con il regolamento di esecuzione.</p> <p>Lo scarico al suolo di acque reflue domestiche e urbane è disciplinato dal regolamento di esecuzione in base alla dimensione del sistema di smaltimento Tali sistemi di smaltimento costituiscono un trattamento appropriato soltanto se sono abbinati ad idonei impianti d'infiltrazione sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo in conformità a quanto stabilito dall'art. 9.</p> <p>I sistemi di smaltimento di acque reflue domestiche e urbane in acque superficiali, per i quali è prescritto il solo trattamento primario, sono considerati trattamento appropriato solo se abbinati a sistemi di filtrazione, ad impianti di fitodepurazione o a sistemi equivalenti.</p>	<p><i>Legge Provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 Art.31 comma 1 lett. b)</i></p> <p><i>Regolamento di esecuzione alla legge provinciale del 18 giugno 2002 Art.6 Art.9 Art.7</i></p>

## Provincia Autonoma Di Trento

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	<p>Le Norme Tecniche a supporto del Piano Provinciale di risanamento delle acque definiscono l'A.E. nei seguenti termini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi al giorno.</li> </ul>	<i>PPRA Approvato con Delibera della Giunta Provinciale di Trento n.5460 del 12/6/1987</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p><b>Agglomerato</b> Area in cui la popolazione ovvero le attività produttive sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta ed il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale.</p> <p>Agli scarichi di acque reflue urbane convogliate in reti fognarie, provenienti da agglomerati con meno di 2.000 abitanti equivalenti o situati in zone d'alta montagna al di sopra dei 1.500 metri sul livello del mare, continua ad applicarsi la disciplina stabilita dalla parte II del testo unico e dal piano provinciale di risanamento delle acque. I predetti scarichi devono essere conformati - ove occorra - alle citate norme provinciali e al piano provinciale di risanamento delle acque entro il 31 dicembre 2010. Fermo restando quanto previsto dal comma 9, le relative autorizzazioni allo scarico rilasciate in via temporanea alla data di entrata in vigore del presente periodo hanno comunque efficacia di diritto fino al 31 dicembre 2010.</p> <p>Gli scarichi dei nuovi insediamenti civili devono di norma essere recapitati in pubblica fognatura secondo le disposizioni stabilite dal piano provinciale di risanamento delle acque e dai regolamenti comunali. Qualora per ragioni tecniche, da valutarsi in sede di rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 23, non possano esservi allacciati, i predetti scarichi sono soggetti alle seguenti norme di cui al DPGP n.1-47.</p> <p>Nei trattamenti appropriati per gli insediamenti isolati che scaricano acque reflue domestiche, possono essere autorizzati impianti di fitodepurazione, le cui caratteristiche tecniche sono definite con apposita Deliberazione di Giunta.</p> <p>Per le acque reflue urbane il Piano provinciale di risanamento delle acque individua il fabbisogno e la tipologia di opere fognarie e di depurazione per ciascun centro abitato.</p>	<p><i>Art. 6 Norme Tecniche di attuazione</i></p> <p><i>Art. 10 comma 6 del Decreto del Presidente della Provincia n.9-99 del 13 maggio 2002</i></p> <p><i>Art. 17 Decreto del presidente della Giunta Provinciale n.1-47/Legisl. 26 gennaio 1987</i></p> <p><i>Deliberazione Giunta Provinciale 10 maggio 2002 n.992</i></p> <p><i>Art. 54 Decreto del presidente della Giunta Provinciale n.1-47/Legisl. 26 gennaio 1987)</i></p>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Ai fini della disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue provenienti da insediamenti elencati nell'articolo 14 del DPGP.</p>	<i>Art. 14 del Decreto del presidente della Giunta Provinciale n.1-47/Legisl. 26 gennaio 1987.</i>
<b>Limiti emissione per impianti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Agli scarichi provenienti da impianti adibiti al trattamento di acque reflue urbane provenienti da agglomerati inferiori a 2000 ab/eq si applicano i limiti fissati in tab. 1 e 2 del Decreto del presidente della Giunta Provinciale n.1-47/Legisl. 26 gennaio 1987.</p>	<i>Decreto del presidente della Giunta Provinciale n.1-47/Legisl. 26 gennaio 1987. Art.56 T ab. 1 e 2</i>
<b>Scarichi in Corpi idrici Superficiali non Significativi (CISNS)</b>		

## Regione Veneto

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano di tutela delle Acque definiscono l'A.E. nei seguenti termini: - il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi al giorno.	<i>PTA Approvato con Delibera del Consiglio regionale n.107 del 5/11/2009</i>  <i>Art. 6</i> <i>Norme Tecniche di attuazione</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<b>Agglomerato</b> Area in cui la popolazione ovvero le attività produttive sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta ed il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale. <b>Obblighi di collettamento</b> Gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti superiore o uguale a 2000 devono essere provvisti di reti fognarie per le acque reflue urbane. Gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti inferiore a 2000 devono essere provvisti di reti fognarie per le acque reflue urbane entro il 31/12/2014. Per gli agglomerati con un numero di abitanti equivalenti inferiore a 2000 è ammessa deroga all'obbligo di cui sopra qualora la valutazione del rapporto fra costi sostenuti e benefici ottenibili sia sfavorevole, oppure qualora sussistano situazioni palesi di impossibilità tecnica, connesse alla conformazione del territorio e alle sue caratteristiche geomorfologiche. Sulla base degli elementi di cui sopra, le AATO individuano nella propria programmazione le soluzioni alternative che garantiscano comunque il raggiungimento degli obiettivi di qualità per i corpi idrici. <b>Sistemi di trattamento individuale delle acque reflue domestiche</b> Per le installazioni o edifici isolati non collettibili alla rete fognaria pubblica, e comunque per un numero di A.E. inferiore a 50, è ammesso l'uso di sistemi individuali di trattamento delle acque reflue domestiche oppure di trattamenti diversi, in grado di garantire adeguata protezione ambientale. Per quanto non in contrasto con le presenti norme tecniche, si fa riferimento anche alle disposizioni contenute nella deliberazione del Comitato dei Ministri del 4/2/1977. Per ciascuna zona omogenea di protezione in cui è diviso il territorio regionale sono individuate soglie diverse di popolazione (S) al di sotto delle quali è ritenuto appropriato un trattamento primario delle acque reflue urbane. I trattamenti ammessi per popolazione servita inferiore alla soglia S consistono nell'installazione di vasche tipo Imhoff, possibilmente seguite da sistemi di affinamento del refluo, preferibilmente di tipo naturale, quali il lagunaggio e la fitodepurazione, oppure ogni altra tecnologia che garantisca prestazioni equivalenti o superiori. Per potenzialità superiori o uguali alla soglia S e inferiori a 2.000 A.E., sono considerati appropriati i sistemi nei quali il trattamento primario è integrato da una fase ossidativa, eventualmente integrata da un bacino di fitodepurazione quale finissaggio. E' ammessa ogni altra tecnologia che garantisca prestazioni equivalenti o superiori.	<i>Art. 6</i> <i>Norme Tecniche di attuazione</i>  <i>Art. 20</i> <i>Norme Tecniche di attuazione</i>  <i>Art. 21</i> <i>Norme Tecniche di attuazione</i>  <i>Art. 22</i> <i>Norme Tecniche di attuazione</i>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	Ai fini della disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue provenienti da insediamenti elencati nell'articolo citato.	<i>Art. 34</i> <i>Norme Tecniche di attuazione</i>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Gli impianti di potenzialità inferiore alla soglia S sono soggetti esclusivamente al rispetto di un rendimento atto a garantire una percentuale minima di riduzione rispetto al refluo in ingresso pari al 50% per i Solidi Sospesi Totali e al 25% per il BOD5 ed il COD. Al di sopra della soglia S i limiti allo scarico per le acque reflue urbane sono distinti a seconda della potenzialità dell'impianto e del grado di protezione del territorio, suddiviso nelle zone omogenee.. I limiti da rispettare sono stabiliti nell'Allegato A, Tabelle 1 e 2.	<i>Art. 24</i>  <i>Norme Tecniche di attuazione</i>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	E' vietato lo scarico sul suolo, ad eccezione dei casi descritti nel comma 1. Al di fuori delle ipotesi previste, gli scarichi sul suolo esistenti devono essere convogliati in corpi idrici superficiali, in reti fognarie o destinati al riutilizzo. Per i corsi d'acqua non significativi o che abbiano portata nulla per più di 120 giorni all'anno, le prescrizioni per la riduzione dell'impatto antropico da fonte puntuale sono demandate alle amministrazioni competenti, in fase di rilascio delle singole autorizzazioni	<i>Norme Tecniche di attuazione</i>  <i>Art. 30</i>  <i>Art.8 c. 5</i>

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
	<p>allo scarico. Per gli scarichi in un corso d'acqua che ha portata nulla per oltre 120 giorni all'anno, l'autorizzazione tiene conto del periodo di portata nulla, delle caratteristiche del corpo idrico e del substrato su cui scorre e stabilisce prescrizioni e limiti al fine di garantire la capacità autodepurativa del corpo recettore e la difesa delle acque sotterranee. A tal fine, la documentazione per il rilascio dell'autorizzazione allo scarico deve comprendere idonea relazione che descriva l'andamento delle portate del corso d'acqua interessato dallo scarico e le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito.</p>	<p><i>Art.22 c. 16</i></p>

## Regione Friuli Venezia Giulia

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	La Regione Friuli Venezia Giulia non ha una norma regionale sulla tutela delle acque che definisce il termine di abitante equivalente e pertanto si rimanda alla definizione data nel D.Lgs 152/06: <i>“Il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno”</i> .	D.Lgs.152/06-Parte III. Sez.II. Titolo I Art.74
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>(Scarichi di acque reflue domestiche che non recapitano in rete fognaria)</p> <p><b>1.</b> La concessione e, nei casi previsti, l'autorizzazione edilizia costituiscono anche autorizzazione allo scarico di acque reflue domestiche che non recapitano in rete fognaria ai sensi dell'art.45 del D.Lgs 152/99, e successive modificazioni e integrazioni, e ne viene data esplicita indicazione nel provvedimento edilizio.</p> <p><b>2.</b> La durata dell'autorizzazione di cui al comma 1 e' di quattro anni e si intende tacitamente rinnovata qualora non siano intervenute modifiche allo scarico, da comunicarsi tempestivamente a cura del soggetto autorizzato, mediante autocertificazione.</p> <p><b>3.</b> L'attivazione di un nuovo scarico, al di fuori dei provvedimenti edilizi di cui al comma 1, oppure le modifiche dello scarico esistente, sono autorizzate dal Comune in cui questo ricade.</p>	L.R. n.7/2001 Art. 22
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>In attuazione dell'articolo 28, comma 7, lettera e) del D.Lgs. 152/1999, l'articolo 18, comma 26, della L.R. 13/2002 assimila alle acque reflue domestiche:</p> <p>a) gli scarichi degli edifici nell'ambito di un insediamento commerciale o di produzione di beni, destinati a servizi igienico – sanitari, a mense e ad abitazioni delle maestranze, dotati di propri scarichi terminali;</p> <p>b) gli scarichi di alberghi, camping, bar, agriturismi e ristoranti, limitatamente ai servizi di ristorazione, pernottamento e lavanderia interna;</p> <p>c) gli scarichi di attività commerciali di vendita al minuto di generi alimentari e di cura della persona.</p> <p>C bis) gli scarichi di attività industriali di produzione di generi alimentari che utilizzano come conservante esclusivamente cloruro di sodio, aventi portata inferiore a 50 mc/d e non contaminati da sostanze pericolose o da prodotti chimici impiegati come agenti disinfettanti, sanificanti, coloranti, edulcoranti, sgrassanti o detergenti.</p> <p>Questi ultimi scarichi, che non recapitano in pubblica fognatura rientrano nella disciplina prevista dall'art.36, comma 3 del decreto legislativo 152.</p>	L.R. 13/2002 Art.18 comma 26  Art.18 comma 26 bis
<b>Limiti emissione insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Nelle more dell'entrata in vigore del Piano regionale di tutela delle acque di cui all'articolo 121 del decreto legislativo 152/2006 gli scarichi terminali di acque reflue urbane recapitanti in acque superficiali, provenienti da reti fognarie che servono agglomerati con meno di 2.000 abitanti equivalenti e non sottoposti al trattamento previsto dall'art. 105 del medesimo decreto, sono autorizzati, per un periodo massimo di quattro anni dall'entrata in vigore del Piano regionale di tutela delle acque, a condizione che tutti i singoli scarichi in rete fognaria a essi afferenti rispettino i valori limite di emissione in acque superficiali per essi previsti dal decreto fatto salvo quanto prescritto dall'articolo 108.	L.R. n.16/2008 Art.17
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	<p>In attuazione dell'art.124 del D.Lgs 152/06, sono autorizzati dal Comune ove avviene lo scarico gli scarichi degli impianti di depurazione di acque reflue urbane non recapitanti in reti fognarie e contenenti acque reflue industriali in misura non superiore al 10 per cento, calcolato preferibilmente sulla base del carico espresso come BOD, COD e/o solidi sospesi totali, aventi potenzialita' inferiore o uguale a duecento abitanti equivalenti.</p> <p>Il Comune trasmette copia dell'autorizzazione allo scarico alla Provincia territorialmente competente</p>	L.R. n. 16/2008 Art.16

## Regione Liguria

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	<p>Nell'ambito della Legge Regionale viene definito per numero di abitanti complessivi, il numero che si ottiene dividendo per 60 il BOD5 (richiesta biochimica di ossigeno) dello scarico espresso in grammi/giorno. Esso deve essere stimato come valore medio dei sessanta giorni in cui vengono registrate le massime presenze annuali .</p>	<p><i>Legge Regionale del 16 agosto 1995, n. 43</i> <i>Art.14</i></p>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>Agli scarichi degli insediamenti civili nelle acque di transizione e nel mare si applica, dal punto di vista tecnico, la disciplina prevista per gli scarichi delle pubbliche fognature a seconda del numero di abitanti complessivi dell'insediamento.</p> <p>Gli scarichi delle pubbliche fognature sono suddivisi nella classe A e nella classe B.</p> <p>Gli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano in pubblica fognatura sono suddivisi nella classe C e nella classe D.</p> <p>Gli scarichi di classe A devono essere trattati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inferiore a 50 abitanti complessivi: impianti che assicurino almeno il livello di depurazione ottenibile con vasche settiche;</li> <li>- fra 50 e 1.000 abitanti complessivi: vasche tipo Imhoff dimensionate per un tempo di ritenzione superiore a 4 ore. Devono essere assicurate altresì le fasi di grigliatura e disoleatura dei liquami nonché la presenza di una vasca di contatto per gli eventuali trattamenti di disinfezione;</li> <li>- fra 1.000 e 20.000 abitanti complessivi: impianti che assicurino il rispetto dei limiti di tabella 4;</li> <li>- fra 20.000 e 40.000 abitanti complessivi: impianti che assicurino il rispetto dei limiti di tabella 5;</li> <li>- oltre 40.000 abitanti complessivi della classe A e B: impianti che assicurino il rispetto dei limiti di tabella.</li> </ul> <p><b>Adeguamento degli scarichi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gli scarichi di acque reflue urbane di cui all'art. 105 comma 2 del D.Lgs 152/2006 sono sottoposti ad un trattamento appropriato in conformita' con le indicazioni dell'Allegato 5 (limiti di emissione degli scarichi idrici) alla parte terza del D.Lgs 152/2006, secondo quanto previsto dai Piani d'ambito.</li> <li>2. A tale fine, le Autorita' di ambito territoriale ottimali predispongono e approvano un programma degli interventi, comprensivo di cronoprogramma e di un piano finanziario, che identifichi le risorse necessarie occorrenti per la realizzazione degli interventi.</li> <li>3. Il programma degli interventi di cui al comma 2 non può prevedere la realizzazione di interventi oltre la data del 22 dicembre 2015, in conformita' con quanto previsto dall'art. 76 del d.lgs. 152/2006.</li> <li>4. La Giunta regionale, anche sulla base del programma di cui ai commi 2 e 3 ed in conformita' alle proprie attivita' di programmazione, sentita l'ARPAL, stabilisce con proprio atto la tempistica per ogni singolo intervento, per il quale occorre un trattamento appropriato.</li> <li>5. L'ente competente rilascia l'autorizzazione allo scarico a condizione che nella relativa richiesta venga indicata la tempistica relativa alla sottoposizione dello scarico, al trattamento appropriato ed il relativo piano finanziario, che devono essere conformi a quanto stabilito dall'atto di cui al comma 4.</li> </ol>	<p><i>L. R. n. 43/95</i> <i>Art.27</i></p> <p><i>Art.15</i></p> <p><i>Art. 16</i></p> <p><i>Art.23</i></p> <p><i>Legge Regionale del 13 Agosto 2007, n. 29</i> <i>Art.4</i></p>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Ai fini della disciplina e del regime autorizzatorio degli scarichi, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue industriali che presentano le caratteristiche qualitative e quantitative di cui all'allegato A.</p>	<p><i>Legge Regionale del 13 Agosto 2007, n. 29</i> <i>Allegato A</i></p> <p><i>Schede n. 1,2,3</i></p>
<b>Limiti emissione insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Per gli scarichi delle pubbliche fognature di classe A nei corsi d'acqua naturali ed artificiali di insediamenti civili di dimensione di non oltre 500 abitanti complessivi possono essere trattati o con vasche di tipo imhoff o con impianti di altro tipo che garantiscano prestazioni equivalenti o migliori; per gli scarichi delle fognature di classe B e di classe A, a servizio di insediamenti di oltre 500 abitanti complessivi devono essere trattati con impianti che assicurino rispetto dei limiti imposti dalla tabella A allegata alla Legge 319/1976 e successive modificazioni ed integrazioni.</p> <p>Per gli scarichi nelle acque di transizione e nel mare di insediamenti civili di dimensione superiore a 1.000 e fino a 20.000 abitanti complessivi devono essere rispettati i limiti di tabella 4 allegata alla L.R.</p>	<p><i>Legge Regionale del 16 agosto 1995, n. 43</i> <i>Art.22</i></p> <p><i>Art.23</i></p>

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali non significativi (CISNS)</b>	<p>Gli scarichi al suolo delle pubbliche fognature della classe A e degli insediamenti civili di classe C a servizio di non oltre 50 abitanti complessivi, sono autorizzati qualora sia provata la difficoltà tecnica di allacciamento alla condotta fognaria principale, l'eccessivo onere economico e siano rispettate le condizioni di cui all'art.22 comma 2 lettera a) della L.R.</p> <p>Sono autorizzati anche gli scarichi degli insediamenti civili della classe C con oltre 50 abitanti complessivi qualora sia inoltre garantito il rispetto dei limiti della tabella A allegata alla legge 319/1976 e successive modificazioni ed integrazioni.</p> <p>Sono vietati gli scarichi sul suolo e negli strati superficiali del suolo gli scarichi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) delle pubbliche fognature di classe B;</li> <li>b) delle pubbliche fognature della classe A al servizio di oltre 50 abitanti complessivi;</li> <li>c) delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili nelle aree di salvaguardia di cui al DPR 236/198.</li> </ul>	<p><i>Legge Regionale del 16 agosto 1995, n. 43</i> <i>Art.29</i> <i>Art.28</i></p>

## Regione Emilia - Romagna

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Nella normativa regionale dell'Emilia-Romagna non è contemplata la definizione di abitante equivalente e pertanto si rimanda alla definizione data nel D.Lgs 152/06: " il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno".	D.Lgs. 152/06 Parte III- Sez. II Titolo I Art.74
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	La caratterizzazione territoriale degli "agglomerati", intesa come la definizione delle aree dalle quali, in relazione alla popolazione ed alle attività che vi insistono nonché alla presenza di un rete fognaria, hanno origine uno o più scarichi di acque reflue urbane, tiene conto delle forme di organizzazione e gestione del servizio idrico integrato di cui alla LR 25/99. Tutti i centri/nuclei abitati dotati di rete fognaria in carico al gestore del servizio idrico integrato ovvero all'attuale gestore del pubblico servizio sono individuati come agglomerati. La consistenza dei medesimi è espressa in A.E. secondo le indicazioni riportate nell'Allegato 1 . <b>Trattamenti appropriati</b> Sono indicati nel punto 7 della Delibera 1053/2003 divisi per consistenza di agglomerato: C < 50 ; 50 < C < 200; 200 < C < 2000.	DGR 9 giugno 2003, n. 1053: Art.4.6 All.1 Punto 7
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Ferma restando l'assimilazione per legge, il comma 7 dell'art. 28 del decreto prevede che le acque reflue industriali possano essere assimilate alle acque reflue domestiche qualora abbiano caratteristiche qualitative equivalenti. Possiedono caratteristiche qualitative equivalenti alle acque reflue domestiche le acque reflue industriali che rispettano per i parametri e le sostanze di cui alla tabella 3 dell'allegato 5 del decreto i valori limite fissati nella Tabella.1. Il rispetto dei valori stabiliti deve essere posseduto prima di ogni trattamento depurativo.  I nuovi scarichi degli agglomerati con popolazione compresa fra 50 e 2000 A.E., ai sensi di quanto previsto dall'allegato 5, punto 3 del decreto, sin dall'attivazione sono sottoposti al trattamento appropriato secondo le indicazioni previste dalla citata tabella 2 nel rispetto dei valori limite della tabella 3, entrambe allegate al presente provvedimento. Analoghe considerazioni valgono per gli agglomerati di consistenza inferiore a 50 A.E..	DGR 9 giugno 2003, n. 1053 Punto 5 Tabella 1 – Criteri per l'assimilazione delle acque reflue industriali alle acque reflue domestiche.  Tabella 3 DGR 1053/2003 - Valori limite di emissione da applicarsi agli scarichi degli agglomerati con popolazione inferiore a 2 000 AE (Allegato 5 punto 1.1 - D. Lgs. 152/99) Tabella D DGR 1053/2003 - Valori limite di emissione da applicarsi agli scarichi degli insediamenti / nuclei isolati di cui al punto 4.7 (art. 27 - § 4 del decreto) con recapito in corpo idrico superficiale
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	Ai fini dello scarico delle acque reflue, sono di norma equiparati ai corpi idrici superficiali i recettori anche artificiali nei quali solo occasionalmente sono presenti acque fluenti (canali, fossati, scoli interpoderali e simili).	DGR 1053/2003 - Definizioni

## Regione Toscana

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	<p>La legge regionale all'art.1 comma a definisce l'A.E. nei seguenti termini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a cinque giorni (BOD5) di 60 grammi di ossigeno al giorno è da considerare equiparabile una richiesta chimica di ossigeno di 130 grammi di ossigeno al giorno. Solo nel caso in cui non sia disponibile il dato analitico di carico organico si fa riferimento al volume di scarico di 200 litri per abitante per giorno.</li> </ul> <p>Il regolamento attuativo della legge regionale individua ulteriori definizioni tra le quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La determinazione degli A.E. ai soli fini del calcolo del carico inquinante stagionale di cui all'articolo 2, comma 1, lettera m) della legge regionale deve essere riferita al carico medio dei quattro mesi di massimo afflusso, rapportato ad un fabbisogno giornaliero di 200 litri abitante giorno.</li> <li>- Qualora non sia possibile identificare il carico in A.E. in modo diretto riconducendosi ai criteri ed alle procedure definiti dal presente regolamento e/o dalla legge (BOD,COD,consumi idrici), per i soli insediamenti, è possibile determinare il carico in A.E. sulla base delle dimensioni volumetriche dell'insediamento e sul suo numero dei vani, e la loro destinazione, valutati sulla base dei criteri tecnici utilizzati per la progettazione degli stessi e dettati dalla buona norma tecnica dell'edilizia residenziale.</li> </ul>	<p><i>Legge regionale 31 maggio 2006, n. 20</i>  <i>Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.</i>  <i>(Bollettino Ufficiale n. 17, parte prima, del 07.06.2006)</i></p> <p><i>Decreto del Presidente della Giunta Regionale 8 settembre 2008, n. 46/R</i>  <i>Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento".</i>  <i>(Bollettino Ufficiale n. 29, parte prima, del 17.09.2008)</i></p>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>Gli agglomerati sono stati individuati laddove risultano chiaramente superiori a 2000 A.E. (vedi SINTAI).</p> <p>Solo alcuni regolamenti comunali e degli AATO prevedono, anche se in modo differente, le distanze degli insediamenti dalle reti fognarie entro le quali ricorre l'obbligo di allacciamento.</p> <p>Il regolamento regionale prevede:</p> <p>trattamenti primari con sub-irrigazione fino a 100 A.E. per scarichi domestici e assimilati e urbani. Comunque oltre i 200 A.E. gli scarichi urbani e domestici devono prevedere un trattamento di tipo secondario ricomprendendo in questi anche i sistemi di fitodepurazione</p>	<p><i>Vedi regolamento 46/r allegato 3 tab. n.2</i></p>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Il criterio adottato non si riferisce a valori in concentrazione degli scarichi, ma a tipologie di attività svolte dagli insediamenti ciascuna con un limite in A.E..</p> <p>Esempi</p> <p>Grandi magazzini se inf. a 100 A.E.</p> <p>Alberghi se inf. a 200 A.E.</p> <p>Pasticcerie se inf. 100 A.E., ecc.</p>	<p><i>Vedi regolamento 46/r allegato 2 tab. 1</i></p>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Salvo particolare contesti gli scarichi sotto i 2000 A.E. (10.000 se recapitanti in acque marino-coastiere) non hanno l'obbligo del rispetto di limiti tabellari, ma di prescrizioni finalizzate alla corretta gestione degli impianti.</p>	<p><i>Vedi regolamento 46/r allegato 3 capo 2</i></p>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS) (Contemplati nella normativa regionale nel caso di scarichi dei depuratori urbani)</b>	<p>Sono considerati corpi idrici superficiali tutti gli elementi del reticolo idrografico rappresentati sulla carta tecnica regionale alla scala di maggior dettaglio disponibile in loco che appaiono collegati ad un reticolo di flusso idrico il quale adduce ad un corpo idrico chiaramente identificato. La carta tecnica cui fare riferimento è quella consultabile presso gli enti locali e/o sul sito internet della Regione Toscana.</p> <p>Tale definizione vale esclusivamente ai fini dell' applicazione del regolamento.</p>	<p><i>Vedi regolamento 46/r Art. 53 - Criteri tecnici per l'identificazione di corpi idrici superficiali interni</i></p>

## Regione Umbria

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Ai sensi dell'Art. 2, lett. a) si definisce Abitante Equivalente (A.E.) il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a cinque giorni (BOD5) pari a 60 g di ossigeno al giorno.	DGR 9 luglio 2007, n. 1171. <i>Direttiva tecnica regionale: «Disciplina degli scarichi delle acque reflue» - Approvazione</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>Agglomerato: area in cui la popolazione, ovvero le attività produttive, sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento in una fognatura dinamica delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale.</p> <p>Gli scarichi di acque reflue urbane, provenienti da agglomerati con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2.000 A.E., e che recapitano in acque superficiali, devono essere sottoposti ad un trattamento appropriato secondo quanto riportato nella Tabella 8.</p> <p>Gli scarichi di acque reflue urbane, provenienti da agglomerati con popolazione equivalente inferiore o uguale a 50 A.E., e che recapitano in acque superficiali, sono soggetti alle disposizioni di cui all'Art. 10, che disciplina gli scarichi domestici e/o ad essi assimilati provenienti da insediamenti, installazioni e edifici isolati. Ai sensi dell'Art. 10 gli scarichi nuovi di acque reflue domestiche o assimilate non in pubblica fognatura, provenienti da insediamenti, installazioni e edifici isolati, devono essere sottoposti ai sistemi di trattamento di cui alla Tabella 11 secondo i criteri fissati alla Tabella 12, in relazione alla natura dell'insediamento ed alla tipologia del recettore.</p>	D.G.R. 9 luglio 2007, n. 1171. <i>Direttiva tecnica regionale: «Disciplina degli scarichi delle acque reflue» - Approvazione.</i> Art. 2, lett. j) Art.12 TABELLA 8 TABELLA 11 TABELLA 12
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>L'Art 2, lett. i) definisce le acque reflue assimilate alle acque reflue domestiche come acque reflue provenienti dalle attività di cui all'art. 101, comma 7 del Decreto legislativo 152/2006, nonché quelle individuate dall'art. 9 della Direttiva Regionale.</p> <p>Ai sensi della Direttiva, sono assimilati ai reflui domestici quelli elencati nell'art.9, nonché le acque reflue assimilate ad acque reflue domestiche per equivalenza qualitativa.</p> <p>Le acque reflue scaricate da insediamenti elencati in Tabella 7 possiedono caratteristiche qualitative equivalenti ai reflui domestici e quindi possono essere assimilate ad esse. Le altre acque reflue industriali, non incluse nell'elenco di cui alla suddetta Tabella 7, sono considerate assimilate alle domestiche solo qualora rispettino i valori limite di Tabella 10 e Tabella 3 prima di ogni trattamento depurativo.</p>	D.G.R. 9 luglio 2007, n. 1171. <i>Direttiva tecnica regionale: «Disciplina degli scarichi delle acque reflue» - Approvazione.</i> Art.9 TABELLA 7 TABELLA 10 TABELLA 3
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Ai sensi dell'Art. 12 comma 1, gli scarichi di acque reflue urbane, provenienti da agglomerati con popolazione compresa tra 50 e 2.000 A.E., e che recapitano in acque superficiali, devono essere conformi ai valori limite riportati nella Tabella 9.</p> <p>Ai sensi dell'Art. 10 gli scarichi nuovi ed esistenti in acque superficiali di acque reflue domestiche derivanti da insediamenti, installazioni, edifici nuclei isolati sono soggetti ai valori limite di emissione previsti alla Tabella 13.</p>	D.G.R. 9 luglio 2007, n. 1171. <i>Direttiva tecnica regionale: «Disciplina degli scarichi delle acque reflue» - Approvazione.</i> TABELLA 9 TABELLA 13
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	<p>Corpo idrico superficiale: un elemento distinto e significativo di acque superficiali, quale un lago, un bacino artificiale, un torrente, fiume o canale, parte di un torrente, fiume o canale. Sono assimilati ai corpi idrici superficiali i recettori, anche artificiali, nei quali solo occasionalmente sono presenti acque fluenti (canali, fossati, scoli interpoderali, scoline stradali e simili).</p> <p>Nelle zone servite da pubbliche fognature, non possono essere attivati nuovi scarichi aventi recapito diverso dalle fognature medesime. Gli scarichi esistenti in tali zone ed aventi recapito sul suolo, devono essere allacciati alla pubblica fognatura entro il termine di 18 mesi dalla data di entrata in vigore della Direttiva. In caso di impossibilità tecnica o eccessiva onerosità il titolare dello scarico dovrà dotarsi, di un trattamento appropriato in modo da rispettare i valori limite di emissione.</p> <p>Nelle zone non servite da pubblica fognatura lo scarico al suolo è ammesso e valgono i limiti emissione di Tabella 6.</p> <p>In base alla nota (a) alla Tabella 12, per insediamenti di potenzialità superiore a 50 A.E. quali ad es. condomini, scuole, alberghi, ristoranti o piccoli nuclei abitati lo scarico sul suolo è ammesso dopo trattamento mediante i sistemi di trattamento indicati.</p>	D.G.R. 9 luglio 2007, n. 1171. <i>Direttiva tecnica regionale: «Disciplina degli scarichi delle acque reflue» - Approvazione.</i> Art.2 lettera m) TABELLA 6 TABELLA 12 –

## Regione Marche

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Il PTA non specifica la definizione di "abitante equivalente" rimandando alla definizione data nel D.Lgs 152/06: <i>"il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno"</i> . Per l'individuazione degli Abitanti Equivalenti Totali (AET) viene considerata la metodologia di stima dell'ISTAT ai fini dell'individuazione dei picchi massimi del carico inquinante.	<i>D.Lgs.152/06, parte III, Sez. II, Titolo I Art. 74</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<b>Agglomerato:</b> il documento istruttorio della Delibera riprende la definizione di agglomerato dall'art. 74 lettera n) del D.Lgs 152/06 ed individua, sulla base di indicazioni e informazioni delle ATO e dei Gestori del Servizio Idrico Integrato, gli agglomerati urbani con almeno 2000 A.E. I criteri utilizzati per la perimetrazione in ambito regionale sono contenuti nel punto 2.2 della Delibera citata. Nucleo abitativo isolato: insieme di edifici isolati, residenziali e/o di servizi, non servito da pubblica fognatura ma servito da una fognatura privata e da un sistema privato di depurazione, ancorché appartenente ad un agglomerato di qualunque dimensione, qualora la realizzazione della rete fognaria pubblica risulti non conveniente alla luce di un'analisi costi/benefici; <b>Trattamenti appropriati:</b> Per gli scarichi costituiti da miscuglio di acque reflue domestiche <50 A.E. provenienti da rete fognaria privata recapitante al di fuori della pubblica fognatura e impianti con scarico sul suolo, al comma 7 dell'art.27 si identificano sistemi ed impianti alternativi. Per i nuovi sistemi e gli impianti di cui sopra, per i quali sia accertata l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità, a fronte dei benefici ambientali conseguibili, di recapitare in reti fognarie pubbliche, è obbligatorio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• installare, a monte della fossa imhoff, un separatore di oli e grassi per le acque provenienti dalle cucine;</li> <li>• garantire la rimozione dei parametri BOD5, COD non inferiore al 50% e, per i solidi sospesi, non inferiore al 70%; tuttavia non sono stabiliti limiti di emissione né in concentrazione né in rimozione del carico inquinante;</li> <li>• acquisire la specifica approvazione da parte dell'Autorità d'Ambito, di cui all'art.155, comma 1 del D.Lgs 152/06.</li> </ul>	<i>Deliberazione Giunta Regionale n.566 del 14/04/2008</i>  <i>PTA approvato con Delibera DACR n.145 del 26/01/2010 Art.24 lettera i)</i>  <i>PTA Sez. D Art.27 Comma7 Art.27 Comma 8</i>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	Le norme tecniche di attuazione allegata al PTA dal comma 1 al 18 stabiliscono i criteri di assimilabilità degli scarichi delle acque reflue alle domestiche.	<i>PTA approvato con Delibera DACR n.145 del 26/01/2010 Sez.D Art.28</i>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Per gli impianti con capacità organica di progetto inferiore a 200 A.E. non sono stabiliti valori limite di emissione né per concentrazione né per rimozione degli inquinanti. Devono essere adottati i sistemi e gli impianti indicati la cui tecnologia consenta progettualmente l'efficienza di rimozione per i parametri BOD5, COD non inferiore al 50% e per i solidi sospesi non inferiore al 70%. Gli scarichi di acque reflue urbane con un carico organico >200 e <2000 devono rispettare, per i parametri BOD5, COD e SST, i valori limite di emissione stabiliti dalla Tab.3 dell'all.5 parte III del D.Lgs 152/06. Tali impianti devono essere costituiti da sistemi di trattamento a basso impatto tecnologico e tali da garantire i valori limite citati. L'utilizzazione degli impianti a fanghi attivi è ammessa a condizione che avvenga un controllo costante da parte di operatori e/o attraverso sistemi di controllo automatici. Gli impianti che sono al servizio di agglomerati aventi un carico organico di almeno 2000 a.e. devono essere dotati di trattamento secondario o equivalente e rispettare i valori limite di emissione della Tab.1 dell'all.5 al D.Lgs 152/06.	
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	Gli scarichi di acque reflue urbane ed industriali recapitanti sul suolo, nel caso in cui siano consentiti, devono rispettare i valori limiti di emissione di cui alla tab. 4 dell'All. 5 del D.Lgs. 152/99. Per gli scarichi degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane superiori a 10.000 A.E. che non recapitano in aree sensibili, valgono i limiti di cui alla tab. 1, tab. 3 e tab. 5 dell'All. 5 del D.Lgs. 152/99.	

## Regione Lazio

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Nella redazione del PTA contenuta nell'elaborato "Pressione antropica. Inquinamento da fonte puntuale" sono state utilizzate delle definizioni riprese dall'art. 2 del D.lgs. 152/99: <i>"il carico organico giornaliero biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni pari a 60 grammi di ossigeno"</i> . E' possibile definire coefficienti di proporzionalità con questa unità, per il calcolo del carico degli inquinanti eutrofizzanti di azoto e fosforo.	<i>Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR) approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale del Lazio del 27 Settembre 2007, n° 42 .            D.G.R.n.219 del 13.05.2011.            Punto 1 - Definizioni</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<b>Agglomerato:</b> Area in cui la popolazione ovvero le attività economiche sono sufficientemente concentrate da rendere tecnicamente ed economicamente realizzabile, anche in rapporto ai benefici ambientali conseguibili, il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di scarico. Salvo particolari situazioni nella realtà territoriale della Regione Lazio gli agglomerati coincidono con i nuclei urbani comunali. <b>Misure per gli scarichi di piccoli insediamenti inferiori a 2000 A.E.:</b> per gli insediamenti con un numero di A.E. inferiori a 2000, le norme del PTAR integrano la normativa statale, modulando i sistemi di depurazione da adottare ed i limiti da rispettare in funzione del numero di abitanti equivalenti servito dallo scarico e del tipo di corpo recettore. Le scadenze temporali stabilite per l'adeguamento degli scarichi è poi diverso a seconda che il corpo recettore sia ubicato in un'area sensibile così come previsto dallo stesso PTAR o in un bacino classificato dal Piano con lo stato qualitativo delle acque pessimo o scadente. In particolare le norme prevedono per gli scarichi di acque reflue domestiche originati da insediamenti sotto i 50 A.E. e fino ai 2000 A.E. misure attuative specifiche. Tutti gli scarichi di cui ai commi 1 e 2 devono garantire la minor carica batterica possibile per il rispetto dell'ambiente e della salute pubblica.	<i>PTAR            art. 22            Norme di attuazione            D.G.R.n.219 del 13.05.2011.            Punto 1 - Definizioni            D.G.R.n.219 del 13.05.2011.</i>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	I valori limite da rispettare per l'assimilazione delle acque reflue di insediamenti produttivi, ai sensi dell'art.101, comma 7, lettera e del D.Lgs. 152/2006, sono indicati nella d.g.r. del 2 agosto 1977 n.3381.	<i>PTAR            Art. 23            Norme di attuazione            D.G.R.n.219 del 13.05.2011.            Punto 6.</i>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Gli scarichi di insediamenti >50 e < 300 A.E. debbono essere trattati con idonei sistemi di depurazione che garantiscano l'abbattimento non inferiore al 70% di ammoniaca in entrata e ai parametri tab.1, All. 5, Parte III D.Lgs. 152/06. Per agglomerati >300 e <2000 A.E. limiti di emissione conformi alla tab.1, All.5 D.Lgs 152/06 e un abbattimento non inferiore al 40% del carico in entrata dei parametri in tab.2 del suddetto Decreto. Sono altresì definiti nello stesso articolo gli scarichi recapitanti in acque marino-costiere. Tutti gli scarichi di cui sopra devono garantire la minor carica batterica possibile per il rispetto dell'ambiente e della salute pubblica. Nell'autorizzazione dello scarico dovrà essere previsto il limite per il parametro "Escherichia coli" il cui valore si dovrà fissare tenendo conto di quanto consigliato nelle indicazioni generali dell'allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006.	<i>PTAR            art. 22            Norme di attuazione            D.G.R.n.219 del 13.05.2011.            Punto 7.</i>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	Il Piano di tutela prevede che le Province individuano, all'interno della propria pianificazione territoriale, i corpi idrici non significativi o loro tratti fluviali, nonché le relative aree di pertinenza, sui quali prevedere misure di tutela in relazione agli obiettivi di valorizzazione e salvaguardia delle aree e delle risorse idriche interessate, provvedendo ad applicare limiti agli scarichi adeguati a garantire il raggiungimento degli obiettivi sopra citati ed a mantenere le capacità autodepurative del corpo recettore, anche ai sensi dell'art.124, comma 9 del D.Lgs 152/06.	<i>PTAR            art. 29            Norme di attuazione            D.G.R.n.219 del 13.05.2011.            Punto 7</i>

## Regione Abruzzo

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Nella normativa regionale dell'Abruzzo non è contemplata la definizione di abitante equivalente e quindi si rimanda alla definizione data nel D.Lgs 152/06: "il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno".	<i>D.Lgs.152/06-Parte III. Sez.II. Titolo I Art.74</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>Agglomerato: area in cui la popolazione ovvero le attività economiche sono sufficientemente concentrate così da rendere possibile, cioè tecnicamente ed economicamente realizzabile anche in rapporto ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento di acque reflue urbane o verso un punto di recapito finale ai sensi dell'art. 74, lett. n), D.Lgs 152/06.</p> <p>Il PTA – Relazione generale – Quadro programmatico, al punto 3.4.1 "Indicazioni in merito all'individuazione degli agglomerati" evidenzia tre tipologie di agglomerato in funzione delle diverse forme in cui sono organizzati sia il sistema di collettamento, sia il sistema depurativo:</p> <p>a) agglomerato servito da un unico sistema di raccolta e un unico impianto di trattamento;</p> <p>b) agglomerato servito da due o più sistemi di raccolta e da due o più impianti di trattamento;</p> <p>c) agglomerato di consistenza pari alla somma di due o più località, aventi due o più sistemi di raccolta che recapitano in un unico impianto di trattamento.</p> <p>Il Capo III della L.R. n.17/2008 stabilisce nella tabella B allegata all'art.5 i trattamenti appropriati per lo scarico di acque reflue in base al numero di abitanti equivalenti.</p>	<p><i>L.R. 24 novembre 2008, n. 17 Art.1 lett. d)</i></p> <p><i>PTA approvato il 9/08/2010- Relazione generale</i></p> <p><i>L.R. n.17/2008 Art.5</i></p>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>1. Sono assimilabili ad acque reflue domestiche, oltre alle acque descritte nell'art. 101, comma 7, lettere a), b), c), d), f), D.Lgs 152/06 anche le acque di cui alla lettera e) del medesimo articolo che, prima di essere sottoposte ad ogni e qualsiasi trattamento di depurazione, rispettino contemporaneamente i requisiti della Tabella A di cui all'Allegato alla presente legge.</p> <p>2. Per quanto concerne il punto d) della Tabella A riportata nell'Allegato alla presente legge, sono valutati solo i parametri ritenuti dall'Autorità competente necessari alla corretta caratterizzazione dello scarico in base alla tipologia di attività svolta.</p>	<p><i>L.R. 24 novembre 2008, n.17 Art.2</i></p> <p><i>Tab.A</i></p>
<b>Limiti emissione insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Gli scarichi in corpi idrici superficiali di acque reflue urbane provenienti da agglomerati con un numero di abitanti equivalenti (A.E.) inferiore a duemila e di acque reflue domestiche, ed assimilabili, provenienti da insediamenti, installazioni o edifici isolati, sono conformi all'allegata Tabella C per il primo anno di applicazione della presente legge, all'allegata Tabella C bis negli anni successivi.	<p><i>L.R. 24 novembre 2008, n. 17 Capo III art.6 Tab.C Tab.C bis</i></p>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	Ai sensi dell'art. 100, comma 3, del D.Lgs 152/06, gli scarichi delle acque reflue domestiche e assimilate alle domestiche secondo i criteri di cui all'art. 2 della L.R. che recapitano sul suolo o su strati superficiali del sottosuolo o in corpi idrici superficiali sono soggetti ai limiti ed indirizzi tecnici riportati degli artt. 5, 6 e 7 della stessa legge regionale.	<p><i>L.R. 24 novembre 2008, n. 17 Art.4 comma 4</i></p>

## Regione Molise

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	In attesa della predisposizione ed approvazione del Piano di Tutela delle acque si definisce l'A.E. nei seguenti termini: <i>“il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi al giorno”.</i>	D.G.R 10 luglio 2000,n.894 Allegato Art. 2 Definizioni
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<b>Agglomerato</b> La normativa regionale non riporta la definizione di agglomerato.  <b>Trattamenti appropriati</b> Per gli scarichi delle acque reflue domestiche provenienti da nuovi insediamenti le cui acque reflue sono costituite esclusivamente da acque reflue domestiche o da nuclei abitativi isolati, per i quali la realizzazione di una rete fognaria non sia giustificata o perché non presenterebbe vantaggio dal punto di vista ambientale o perché comporterebbe costi eccessivi, il rilascio della concessione edilizia deve essere subordinata alla realizzazione di un sistema che, in rapporto alle caratteristiche quantitative dello scarico, assicuri un parziale abbattimento del carico inquinante attraverso una o più fosse biologiche di tipo IMHOFF seguite da un sistema di subirrigazione negli strati superficiali del suolo, entrambi dimensionati in rapporto al numero degli abitanti equivalenti. Per gli insediamenti aventi consistenza superiore a 20 A.E. deve essere prescritta la realizzazione di un pozzetto di ispezione a valle della fossa biologica e l'obbligo di un periodico spurgo della medesima.	Delibera Giunta Regionale 10 luglio 2000,n.894 Allegato  Art. 5.1
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	Ai fini della disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue provenienti da: A. imprese dedite esclusivamente alla coltivazione del fondo o alla silvicoltura; B. imprese dedite all'allevamento del bestiame che dispongono di almeno un ettaro di terreno agricolo funzionalmente connesso con le attività di allevamento e di coltivazione del fondo, per ogni 340 Kg di azoto presenti negli effluenti di allevamento prodotti in un anno, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione; C. imprese dedite alle attività di cui ai punti A) e B) che esercitano anche attività di trasformazione o di valorizzazione della produzione agricola, inserita con carattere di normalità e complementarietà funzionale nel ciclo produttivo aziendale e con materia prima lavorata proveniente per almeno due terzi esclusivamente dall'attività di coltivazione dei fondi di cui si abbia, a qualunque titolo, la disponibilità; D. impianti di acquacoltura e di piscicoltura che diano luogo a scarico e si caratterizzino per una densità di allevamento pari o inferiore ad 1 Kg per metro quadrato di specchio d'acqua o in cui venga utilizzata una portata d'acqua pari o inferiore a 50 litri al minuto secondo.	Delibera Giunta Regionale 10 luglio 2000,n.894 Allegato  Art. 3.1.1 Criteri generali della disciplina degli scarichi
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Le acque reflue urbane devono, mediante idonei trattamenti secondari o trattamenti equivalenti, essere adeguati ai valori ed alle norme di emissione di cui alla tabella 1 dell'allegato 5 al D.Lgs n.152/99 entro i termini indicati, fatta salva la facoltà di rispettare il limite di concentrazione o la percentuale di riduzione, fermo restando l'obbligo di garantire la protezione del corpo idrico ricettore.  Gli agglomerati con meno di 2.000 A.E. con recapito in acque dolci o in acque di transizione e per gli agglomerati con meno di 10.000 A.E. con recapito in acque marino-costiere devono essere sottoposti ad un trattamento appropriato in grado di garantire il rispetto dei seguenti limiti di emissione entro il 31 dicembre 2005: <ul style="list-style-type: none"><li>• B.O.D5 espresso in O2 mg/l 40</li><li>• C.O.D espresso in O2 mg/l 160</li><li>• Solidi sospesi totali mg/l 80</li></ul> Per gli scarichi provenienti da fognature miste, che raccolgono scarichi di insediamenti industriali devono essere rispettati anche i limiti della tabella 3 dell'All. 5 al D.Lgs 152/99.	Delibera Giunta Regionale 10 luglio 2000,n.894 Allegato Art. 5.2.1
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	E' vietato lo scarico sul suolo, ad eccezione dei casi descritti nel comma 1.  Al di fuori delle ipotesi previste, gli scarichi sul suolo esistenti devono essere convogliati in corpi idrici superficiali, in reti fognarie o destinati al riutilizzo.  Per i corsi d'acqua non significativi o che abbiano portata nulla per più di 120 giorni all'anno, le prescrizioni per la riduzione dell'impatto antropico da fonte puntuale sono demandate alle amministrazioni competenti, in fase di rilascio delle singole autorizzazioni allo scarico.	Norme Tecniche di attuazione  Art. 30 Art.8 c. 5 Art.22 c. 16

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
	<p>Per gli scarichi in un corso d'acqua che ha portata nulla per oltre 120 giorni all'anno, l'autorizzazione tiene conto del periodo di portata nulla, delle caratteristiche del corpo idrico e del substrato su cui scorre e stabilisce prescrizioni e limiti al fine di garantire la capacità autodepurativa del corpo recettore e la difesa delle acque sotterranee. A tal fine, la documentazione per il rilascio dell'autorizzazione allo scarico deve comprendere idonea relazione che descriva l'andamento delle portate del corso d'acqua interessato dallo scarico e le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito.</p>	

## Regione Campania

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	La normativa regionale della Campania non contempla la definizione di abitante equivalente e pertanto si rimanda alla definizione data nel D.Lgs 152/06: <i>“il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno”</i> .	<i>D.Lgs 152/06 Parte III – Sez.II Titolo I Art.74</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p><b>Agglomerato:</b> l'area in cui la popolazione, ovvero le attività produttive, sono concentrate in misura tale da rendere ammissibile, sia tecnicamente che economicamente in rapporto anche ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale; e ai sensi del comma 1 dell'art. 100, tutti gli agglomerati con più di 2000 abitanti equivalenti devono essere dotati di rete fognaria per i reflui urbani, si deve intendere per isolato l'insediamento, l'installazione o l'edificio non servito da rete fognaria, ovvero ricadente in aree sprovviste di rete fognaria in cui la popolazione è concentrata in misura inferiore a 2.000 abitanti equivalenti.</p> <p><b>Trattamenti adeguati</b> Il D.Lgs 152/2006 non ha stabilito alcun limite da rispettare per le acque reflue domestiche provenienti da insediamenti, installazioni o edifici isolati (art.100, c. 3) delegando alle Regioni l'individuazione di trattamenti adeguati che raggiungano lo stesso livello di protezione ambientale, indicando i tempi di adeguamento degli scarichi a detti sistemi. Nelle more di apposita normativa regionale, in forza dell' art. 170, c. 11 del D.Lgs 152/2006, restano validi ed efficaci i criteri, le metodologie e le norme tecniche di cui alla Deliberazione del Comitato Tecnico Interministeriale per la Tutela delle Acque dall'Inquinamento del 4 febbraio 1977 e successive modifiche ed integrazioni (pubblicata in G.U. n. 48 del 21 febbraio 1977). Per gli scarichi provenienti da insediamenti, installazioni o edifici isolati di consistenza inferiore a 50 vani o a 5.000 mc valgono le disposizioni previste al capo “Norme tecniche generali sulla natura e la consistenza degli impianti di smaltimento sul suolo o in sottosuolo di insediamenti civili di consistenza inferiore a 50 vani o a 5.000 mc” dell'Allegato 5 della Deliberazione del Comitato Tecnico Interministeriale per la Tutela delle Acque dall'Inquinamento del 4 febbraio 1977.</p> <p>Inoltre, le linee generali di cui al punto 3 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs 152/2006 prevedono - con riferimento alle aree, sprovviste di rete fognaria, con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2000 A.E.:</p> <p>“I trattamenti appropriati devono essere individuati con l'obiettivo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) rendere semplice la manutenzione e la gestione;</li> <li>b) essere in grado di sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico e organico;</li> <li>c) minimizzare i costi gestionali.</li> </ul> <p>Per tutti gli agglomerati con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2000 A.E. si ritiene auspicabile il ricorso a tecnologie di depurazione naturale quali il lagunaggio o la fitodepurazione, o tecnologie come i filtri percolatori o impianti ad ossidazione totale. Pertanto, si indicano tecniche generali per gli scarichi provenienti da insediamenti abitativi di consistenza inferiore a 2.000 A.E.</p>	<i>PROVINCIA DI NAPOLI Area Ambiente Direzione Monitoraggio e Tutela delle Acque – Difesa Suolo Gestione Demanio Idrico Modalita' per il rilascio delle autorizzazioni allo scarico previste ai sensi della Parte Terza del D.Lgs. 152 del 03/04/06 di competenza della Provincia DETERMINAZIONE n.3656 del 06.04.2010</i>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	La regione Campania ha definito le categorie produttive assimilabili alle acque di scarico domestiche con la DGR n.1350 del 6/08/2008, delibera poi annullata con la sentenza del TAR Campania n.19675. L'Autorità d'Ambito, individuata quale soggetto competente al rilascio delle autorizzazioni allo scarico, stabilisce le attività che possono essere considerate assimilate alle attività domestiche.	<i>Ente di Ambito Sele Autorizzazioni allo scarico Tab.A</i>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	In mancanza di norme tecniche regionali, nelle modalità per il rilascio delle autorizzazioni allo scarico, la Provincia di Napoli detta indicazioni tecniche generali per gli scarichi provenienti da insediamenti abitativi di consistenza inferiore a 2.000 A.E.	<i>DETERMINAZIONE n.3656 del 06.04.2010 PROVINCIA DI NAPOLI Area Ambiente Direzione Monitoraggio e Tutela delle Acque – Difesa Suolo Gestione Demanio</i>

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non significativi (CISNS)</b>	Sino all'emanazione di norme regionali, gli scarichi di acque reflue domestiche originate da aree, sprovviste di rete fognaria, con popolazione equivalente compresa tra 101 e 2000 A.E. che recapitano sul suolo o negli strati superficiali del suolo, devono essere trattati attraverso sistemi di depurazione appropriati in grado di garantire il rispetto dei limiti di emissione della Tabella 4 dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006	<i>idrico</i> <b>DETERMINAZIONE</b> <i>n.3656 del 06.04.2010</i> <b>PROVINCIA DI</b> <b>NAPOLI</b>

## Regione Puglia

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.	<i>DGR n.1085 del 23.06.2009 ex Art. 74-co.1, let a)-D.Lgs.152/06-Parte III.</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p><b>Agglomerati</b>            “Tutti i centri/nuclei abitati dotati di sistema di collettamento - rete fognaria - impianto, in carico al Gestore del Servizio Idrico Integrato (AQP SpA), ovvero al gestore di pubblico servizio (Amministrazioni Comunali), coincidenti con i rispettivi centri abitati (Comuni).”            “I criteri utilizzati per la definizione degli agglomerati urbani della Regione Puglia sono stati incentrati:            1. sulla individuazione degli insediamenti abitativi;            2. sulla perimetrazione degli agglomerati;            3. sulla stima dei carichi generati.”</p> <p><b>Trattamenti appropriati</b>            (Al punto 2.2) - L’esigenza di definire un trattamento appropriato che dopo lo scarico garantisca la conformità dei corpi idrici recettori ai relativi obiettivi di qualità, ovvero sia conforme alle disposizioni dell’allegato 5 del D.Lgs. 152/2006, riguarda sia gli insediamenti le cui opere sono oggetto di convenzione tra l’A.T.O. ed il Soggetto Gestore del S.I.I., sia principalmente quegli insediamenti che, non serviti dal S.I.I., devono provvedere autonomamente al drenaggio, al trattamento e allo scarico delle acque reflue.</p> <p>Per agglomerati con 50&lt;A.E.&lt;2.000 e per agglomerati con popolazione “fluttuante” &gt; 30% popolazione “residente” è possibile ricorrere a tecnologie di depurazione naturale (fitodepurazione) o impianti ad ossidazione totale.            Per la individuazione dei “trattamenti appropriati” si individuano a seconda del numero di abitanti equivalenti serviti e del tipo di recapito finale, quattro distinte tipologie di trattamenti nel rispetto del D.L.gs. 152/2006 e in conformità alle Linee dell’APAT del 2001 - (“Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane”).            Nella tabella 2.1. vengono consigliate delle opzioni di trattamento appropriato in rapporto alla potenzialità in termini di abitanti equivalenti dell’insediamento. Nella successiva tab. 2.2. vengono consigliati, in base alla tipologia del recapito finale, i possibili trattamenti, di cui alla precedente tabella.            (Allegato n.2 alla DGR n.1441 del 04.08.2009 consultabile da sito della Regione Puglia <a href="http://www.regione.puglia.it">http://www.regione.puglia.it</a>).</p> <p>Seguono gli schemi adottabili riportati nella disciplina (tabella 2.1) per i trattamenti appropriati che riguardano insediamenti fra 50 e 10.000 A.E.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattamenti appropriati per scarichi fino a 50 A.E. sul suolo, sul suolo a falda vulnerabile, in acque superficiali e marino-costiere, in aree urbane non ancora servite: restano in vigore le norme tecniche previste dalla Delibera CITAI 4/2/1977.</li> <li>• Trattamenti appropriati per scarichi da 50 a 500 A.E. in acque superficiali e marino-costiere o "indirettamente a mare": i più usuali prevedono l’installazione di fosse settiche e Imhoff seguite da bacini di fitodepurazione.</li> <li>• Trattamenti appropriati per scarichi da 500 a 2.000 A.E. in acque superficiali e marino-costiere o "indirettamente a mare": oltre agli schemi di trattamento già previsti per gli insediamenti fra 50 e 500 A.E. è possibile prevedere configurazioni in cui le vasche Imhoff sono seguite da impianti a fanghi attivi ad areazione prolungata, purché accompagnati da un costante controllo e da regolari manutenzioni.</li> <li>• Trattamenti appropriati per scarichi tra i 2.000 e i 10.000 A.E. in acque marino-costiere o "indirettamente a mare" : le linee di trattamento di tipo tecnologico risultano più idonee per realizzare la rimozione biologica degli inquinanti (aerazione prolungata, ossidazione totale, filtri percolatori, processi a cicli alternati).</li> <li>• Trattamenti specifici per scarichi oltre i 50 A.E. sul suolo (quindi soggetti alla Tabella 4/Allegato 5).</li> </ul>	<i>DGR n.25 del 1.02.2006            “Oggetto: Direttiva 91/271/CEE...”            (Richiamata nella DGR n.1085 del 23.06.2009)            DGR n.1441 del 04.08.2009            “Oggetto: Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia”            Allegato n.2- Linee Guida per la redazione dei R.R. di attuazione del PTA.            “Disciplina degli scarichi di acque reflue domestiche o assimilate per insediamenti inferiori ai 10.000 AE, campeggi o villaggi turistici, ad esclusione degli scarichi urbani già regolamentati dal S.I.I.” (Servizio Idrico Integrato)            Tabella 2.1 -            “Disciplina degli scarichi di acque reflue domestiche o assimilate per insediamenti inferiori ai 10.000 AE, campeggi o villaggi turistici, ad esclusione degli scarichi urbani già regolamentati dal S.I.I.”            Delibera CITAI del 4.02.1977 (e R.R. n.3/1988 e n.4/1989)</i>

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Al punto 2.1 - “Campo di applicazione e finalità” della Disciplina è riportata la definizione ex Art. 74-comma 1, let g) D.Lgs.152/06-Parte III per scarico di acque reflue domestiche. Ai sensi dello stesso Decreto, art. 101 comma 7, stabilisce le acque reflue assimilate alle acque reflue domestiche a livello regionale, ovvero:</p> <p>Elenco delle categorie di attività produttive, che sono da ritenersi assimilabili agli scarichi domestici e di quelle non assimilabili e classificabili come scarichi industriali. (Se ne rimanda la lettura in DGR n.1441 del 04.08.2009-Allegato.2).</p>	<p><i>DGR n.1441 del 04.08.2009</i>  <i>“Oggetto: Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia - art. 121 del D.Lgs. 152/2006” - Allegato n.2- Linee Guida per la redazione dei R.R. di attuazione del PTA</i></p>
<b>Limiti emissione insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Al punto 2.2-“ Criteri generali del trattamento e limiti allo scarico”</p> <p>I limiti di scarico e prescrizioni per tutti gli insediamenti con A.E. &lt;10.000 variano per numero di A.E. e per tipo di recapito finale così come elencato nei 4 casi (per tipologia di insediamento), di seguito riportati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A.E. &lt; 50 → non richiesti (sufficiente verifica rispetto requisiti minimi di dimensionamento)</li> <li>• 50&lt;A.E.&lt;500 → BOD5 &lt;40 mg/l; COD &lt;160 mg/l; SS &lt;80 mg/l</li> <li>• 500&lt;A.E.&lt;2.000 → BOD5 &lt;40 mg/l; COD &lt;160 mg/l; SS &lt;80 mg/l</li> <li>• 2.000&lt;A.E.&lt;10.000 → BOD5 &lt;40 mg/l; COD &lt;160 mg/l; SS &lt;80 mg/l</li> </ul> <p>Negli ultimi 3 casi se il recapito è il suolo è imposto il rispetto della Tabella 4. I limiti di scarico per BOD, COD e SS sono gli stessi, cambiano soltanto le prescrizioni per le quali si rimanda alla DGR - (tabella 2.2). Per A.E. &lt; 50 si applica la Delibera CITAI del 4.02.1977 e seguenti R.R. n.3/88 e n.4/1989)</p>	<p><i>DGR n.1441 del 04.08.2009</i>  <i>Allegato n. 2- Linee Guida per la redazione dei R.R. di attuazione del PTA -</i></p> <p><i>Tabella 2.2.- “Disciplina degli scarichi di acque reflue domestiche o assimilate per insediamenti inferiori ai 10.000 AE, ..., ad esclusione degli scarichi urbani già regolamentati dal S.I.I.”</i></p>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	<p>Rispetto dei valori limite di emissione di cui alla Tab.1 – Da osservare quando il recapito in CISNS dello scarico è in area prossima alla foce in mare o allo sbocco in CIS-Corpo Idrico Superficiale “significativo”, ovvero in caso di alveo torrente (o canale artificiale) a bassa permeabilità (o impermeabile).</p> <p>Rispetto dei valori limite di emissione di cui alla Tab. 4 – Da osservare quando il recapito in CISNS dello scarico si trova in area non rispondente ai casi suindicati, ovvero in CISNS caratterizzati da permeabilità dell’alveo. Cioè in situazione di potenziale filtrazione in falda, nonché nell’acquifero interessato si applicano limiti di emissione più restrittivi come quelli di Tabella 4 per salvaguardare l’acquifero.</p> <p>(Contemplati nella normativa regionale nel caso di scarichi dei depuratori urbani).</p>	<p><i>DGR n.1441 del 04.08.2009</i>  <i>“Oggetto: Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia - art. 121 del D.Lgs. 152/2006”</i></p>

## Regione Basilicata

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi al giorno.	<i>PRTA approvato con DGR 21/11/2008 n.1888</i> <i>Norme di attuazione</i> <i>Art. 18- Definizioni lett. p)</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p><b>Agglomerato:</b> area in cui la popolazione, ovvero le attività produttive sono concentrate in misura tale da rendere possibile, sia tecnicamente ed economicamente in rapporto ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta ed il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di recapito finale.</p> <p><b>Trattamento appropriato:</b> il trattamento delle acque reflue urbane mediante un processo ovvero un sistema che dopo lo scarico garantisca la conformità dei corpi idrici recettori ai relativi obiettivi di qualità ovvero sia conforme alle disposizioni del D.Lgs. 152/2006.</p> <p>Sono ammessi sistemi di trattamento individuale delle acque reflue domestiche per installazioni o edifici isolati non collettibili alla rete fognaria pubblica fino alla potenza massima di 50 A.E.</p> <p>Le norme di attuazione prevedono prescrizioni per i trattamenti appropriati di scarichi di acque reflue urbane di potenzialità minore di 2.000 A.E.</p>	<i>Norme di attuazione</i> <i>Art. 18- Definizioni lett. o)</i> <i>Art. 18 – Definizioni lett. k)</i> <i>Art. 21</i> <i>Art.22</i>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	Ai fini della disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, sono assimilate alle acque reflue domestiche le acque reflue elencate nell'art. 34.	<i>Art. 34</i>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Per gli impianti di potenzialità compresa tra 300 e 1999, i limiti allo scarico per i parametri COD, BOD5, Solidi sospesi totali, sono fissati nella tabella indicata al comma 2.</p> <p>Sono previsti da parte dell'Autorità di controllo 2 campioni il primo anno e 1 negli anni successivi, purchè lo scarico sia conforme; se uno dei campioni non è conforme, nell'anno successivo devono essere prelevati 2 campioni.</p>	<i>Art. 24</i>  <i>Art. 26 comma 5</i>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	Gli scarichi in corso d'acqua che ha portata naturale nulla per oltre 120 giorni all'anno, riferiti ad un anno idrologico medio, ovvero in un corpo idrico non significativo, sono considerati scarichi in corpo idrico superficiale. In tali casi, l'autorizzazione tiene conto del periodo di portata nulla e della capacità di diluizione del corpo idrico e stabilisce prescrizioni e limiti al fine di garantire le capacità auto depurative del corpo ricettore e la difesa delle acque sotterranee.	<i>Art. 23 comma 8</i>

## Regione Calabria

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	Per “numero di abitanti complessivi”: il numero che si ottiene dividendo per 60 il BOD5 (richiesta biochimica di ossigeno) dello scarico espresso in grammi/giorno. Esso deve essere stimato come valore medio dei sessanta giorni in cui vengono registrate le massime presenze annuali.	<i>Legge Regionale n.10/97 Art.14 - Definizioni</i>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	La legge regionale non definisce il termine di agglomerato e trattamento appropriato e quindi si rimanda alle norme tecniche di cui all'allegato 4 della deliberazione 4 febbraio 1977 del Comitato dei ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento.	
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Gli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano in pubblica fognatura, ai fini della presente legge, sono suddivisi come segue:</p> <p>Classe A - scarichi che derivano da edifici adibiti ad abitazione o allo svolgimento di attività alberghiera, turistica, sportiva, ricreativa; rientrano in tale classe:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) scarichi provenienti esclusivamente dai servizi igienici, cucine e mense degli insediamenti adibiti ad attività scolastiche, produttive ed a prestazioni di servizio;</li> <li>2) scarichi provenienti da imprese con attività diretta esclusivamente alla coltivazione del fondo o alla silvicoltura;</li> <li>3) scarichi provenienti da insediamenti in cui si svolgano prevalentemente, con carattere di stabilità e permanenza, attività di produzione di beni che diano origine esclusivamente a scarichi terminali assimilabili a quelli provenienti da insediamenti abitativi.</li> </ol> <p>Classe B:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) scarichi provenienti da insediamenti adibiti a prestazioni di servizi, ad attività scolastiche, nonché a centri di ricerca pubblici e privati i quali diano origine a scarichi terminali non derivanti esclusivamente da servizi igienici, cucine e mense;</li> <li>2) scarichi provenienti da insediamenti adibiti ad attività sanitaria.</li> </ol> <p>Classe C - scarichi provenienti da imprese agricole ivi comprese le cooperative, che abbiano le seguenti caratteristiche:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) imprese dedite ad allevamento di bovini, equini, ovini e suini, ecc., che dispongano, in connessione con l'attività di allevamento, almeno di un ettaro di terreno agricolo per ogni 40 quintali di peso vivo di bestiame;</li> <li>2) imprese di cui alle lettere a), b) e c) della delibera del Comitato Interministeriale dell'8/5/1980, che esercitano anche attività di trasformazione e di valorizzazione della produzione che siano inserite con carattere di normalità e di complementarietà funzionale nel ciclo produttivo aziendale. In ogni caso la materia prima dovrà provenire per almeno 2/3 dall'attività di coltivazione del fondo.</li> </ol>	<i>Legge Regionale n.10/97 Art.16</i>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	Gli scarichi delle pubbliche fognature, a servizio di oltre 50 abitanti complessivi, per essere autorizzati, devono essere trattati in impianti che assicurino il rispetto dei limiti imposti dalla tabella allegata con il n. 1 alla presente legge, assicurando, comunque, almeno le fasi di grigliatura, disoleatura e trattamento primario dei liquami (sedimentazione primaria), nonché, per emergenza, la presenza di una vasca di contatto per i trattamenti di disinfezione.	<i>Legge Regionale n.10/97 Art.23 comma 3</i>

<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	<p>Gli scarichi delle pubbliche fognature di cui all' articolo 15 lettere a) e b), nonché degli insediamenti civili di cui all' articolo 16, Classe A, a servizio di non oltre 50 abitanti complessivi, sono autorizzati qualora sia provata la difficoltà tecnica di allacciamento alla condotta fognaria principale, l'eccessivo onere economico e siano rispettate le condizioni di cui all'articolo 22, comma 2 della presente legge.</p> <p>Gli scarichi degli insediamenti civili di cui all'articolo 16, Classe A, con oltre 50 abitanti complessivi sono autorizzati qualora sia provata la difficoltà tecnica di allacciamento alla condotta fognaria principale, l'eccessivo onere economico e siano rispettati i limiti della tabella A allegata alla legge 319/1976 e successive modificazioni ed integrazioni; la Provincia può autorizzare, sulla base di motivate richieste e per un periodo non superiore a quattro anni, non suscettibili di rinnovo, l'effettuazione di scarichi con limiti meno restrittivi per alcuni parametri della citata tabella A, tenuto conto delle caratteristiche dello scarico, dell'uso cui è destinato il suolo ricettore e della situazione ambientale locale; i limiti meno restrittivi non possono in nessun caso riguardare i valori dei parametri indicati ai punti 10, 12, 15, 16, 17, 20-30, 34, 39-47 della tabella A allegata alla legge n. 319 del 1976.</p>	
--	--	--

## Regione Siciliana

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	<p>Il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.</p> <p>Il numero di abitanti equivalenti (N) si ottiene utilizzando la seguente formula:</p> $N = n + \frac{\text{BOD5 g/d}}{60 \text{ g/d}}$ <p>in cui N = numero di abitanti equivalenti n = numero di abitanti BOD5 = carico organico giornaliero prodotto dagli insediamenti industriali espresso in grammi di ossigeno al giorno</p>	<p><i>Legge Regionale n.27 del 15/05/86</i> <i>Art. 4</i></p>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>Agglomerati</p> <p>L'area in cui la popolazione ovvero le attività economiche sono sufficientemente concentrate così da rendere possibile, e cioè tecnicamente ed economicamente realizzabile anche in rapporto ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento di acque reflue urbane ovvero un punto di scarico finale. Intendendo per agglomerato l'insieme delle aree urbane confluenti in un sistema di scarico comune, ogni agglomerato è stato denominato, codificato e considerato come appartenente al bacino idrografico in cui afferisce il suo scarico.</p> <p>Disciplina degli scarichi civili che non recapitano nelle pubbliche fognature</p> <p>Nelle zone dei centri abitati non dotate di pubbliche fognature previsti dall' art. 3, anche se in corso di redazione, l'autorità comunale competente può consentire ai titolari di scarichi provenienti da insediamenti civili esistenti, nelle more della realizzazione della rete fognaria, di continuare a servirsi dei sistemi di smaltimento utilizzati all'atto dell'entrata in vigore della presente legge, a condizione che i reflui esistenti non subiscano sostanziali modifiche qualitative e quantitative.</p> <p>Gli scarichi degli insediamenti civili sono ammessi nei corpi idrici superficiali, nel suolo, nonché negli strati superficiali di esso, e devono rispettare, in ogni caso, le norme dell'allegato 5 della Delibera CITAI del 4 febbraio 1977 e le disposizioni previste nella L.R.n 27/86.</p> <p>Gli scarichi provenienti da insediamenti civili, sono distinti in base alla natura della loro attività e dei relativi scarichi in tre classi contrassegnate dalle lettere A, B e C.</p> <p>Classe A: edifici con scarichi derivanti esclusivamente da servizi igienici aventi consistenza inferiore a 50 vani o 5.000 metri cubi;</p> <p>Classe B: edifici con consistenza superiore a 50 vani o 5.000 metri cubi; edifici adibiti ad attività commerciale o produttive con scarichi derivanti esclusivamente da servizi igienici con consistenza superiore a 50 vani o 5.000 metri cubi; edifici con scarichi terminali non derivanti esclusivamente dai servizi igienici e insediamenti produttivi con qualsiasi numero di addetti con scarichi assimilabili ai civili; edifici adibiti ad attività sanitarie;</p> <p>Classe C: le imprese agricole che diano luogo a scarico terminale ed abbiano le caratteristiche citate nel presente articolo.</p>	<p><i>PTA</i> <i>Relazione di accompagnamento delle schede 6 e 6.1</i> <i>Punto 4</i></p> <p><i>Art.38</i> <i>L.R. n.27/86</i></p> <p><i>Art.19</i> <i>L.R. n.27/86</i></p> <p><i>Art.18</i> <i>L.R. n.27/86</i></p> <p><i>Art.21</i></p> <p><i>Art.22</i></p> <p><i>Art.23</i> <i>L.R.n.27/86</i></p>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Ai sensi della legge 8/10/76 n. 690 art.1 lett.b, sono assimilabili a scarichi di insediamenti civili, gli scarichi di insediamenti produttivi che rientrino nei limiti stabiliti dalla tab. 8 allegata alla L.R. n.27 del 15/05/86. La qualità di detti scarichi deve essere verificata prima di ogni trattamento depurativo ed anteriormente alla miscelazione con acque che non richiedono trattamenti.</p>	<p><i>Art.7</i> <i>L.R. n. 27/86</i></p>

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>Le pubbliche fognature sono distinte in prima e seconda categoria.</p> <p>Le fognature di prima categoria sono quelle che convogliano scarichi provenienti da insediamenti civili o assimilabili, i cui reflui in ingresso all'impianto di depurazione, per le sostanze biodegradabili non presentino concentrazioni superiori a quelle fissate dalla tab.1 allegata alla L.R. 27/86.</p> <p>Le fognature di seconda categoria sono quelle che convogliano gli scarichi degli insediamenti produttivi delle aree e dei nuclei di sviluppo industriale nonché quelle che convogliano scarichi provenienti dai consorzi misti. I reflui degli insediamenti produttivi, per la immissione nelle pubbliche fognature di seconda categoria, devono rispettare i limiti di accettabilità, le norme e le prescrizioni stabilite dall'ente che gestisce il servizio.</p> <p>Gli scarichi delle pubbliche fognature di prima categoria che recapitano in corsi d'acqua, devono rispettare i limiti fissati dalla tab.3 con carico inferiore a 3000 A.E.</p> <p>Gli scarichi degli insediamenti civili esistenti della classe A: nel caso di recapito in corpi idrici superficiali devono essere sottoposti ad un trattamento che consenta di ottenere risultati di depurazione non inferiori a quelli conseguibili con impianti di secondo livello e in ogni caso lo scarico dovrà conformarsi ai limiti di accettabilità della tab.3; nel caso di recapito sul suolo devono essere sottoposti a processi di chiarificazione con vasche di decantazione e successiva dispersione nel terreno mediante pozzi assorbenti o sub-irrigazione. Per gli edifici adibiti ad abitazioni di consistenza fino a 10 vani o 1000 metri cubi o ad attività commerciali fino a 6 vani o 600 metri cubi, la dispersione nel terreno mediante sub-irrigazione o pozzi assorbenti può prescindere dal processo di chiarificazione.</p>	<p><i>Art.5</i> <i>L.R. n. 27/86</i></p> <p><i>Art. 9</i> <i>L.R. n. 27/86</i></p> <p><i>Art.24</i> <i>L.R. n. 27/86</i></p>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	<p>Gli scarichi che recapitano nel suolo o negli strati superficiali di esso sono soggetti al rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 5 della Delibera del CITAI del 4 febbraio 1977.</p>	<p><i>Art. 9</i> <i>L.R. n. 27/86</i></p>

## Regione Sardegna

TEMA	DEFINIZIONE	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Abitante Equivalente (A.E.)</b>	<p>Abitante equivalente (Decreto 34/97): abitante "tipo" con carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno. Il numero di abitanti equivalenti (N) si ottiene utilizzando la seguente formula:</p> $N = n + \frac{\text{BOD5 g/d}}{60 \text{ g/d}}$ <p>in cui            N = numero di abitanti equivalenti            n = numero di abitanti            BOD5 = carico organico giornaliero prodotto dagli insediamenti industriali espresso in grammi di ossigeno al giorno            g = grammi            d = giorno</p>	<p><i>Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente n. 34 del 21 gennaio 1997 relativo alla "Disciplina degli scarichi e delle pubbliche fognature"</i></p>
<b>Agglomerati e trattamenti appropriati</b>	<p>Ad integrazione di quanto riportato nell'art. 74 del D.Lgs. 152/06 per la definizione di agglomerato, la Delibera 69/25 del 2008 definisce l' "agglomerato a forte fluttuazione stagionale": agglomerato attivo nell'arco dell'anno il cui carico inquinante, espresso in termini di popolazione equivalente, subisce variazioni superiori al 100% rispetto al valore minimo annuo per almeno 10 giorni consecutivi.</p> <p>I trattamenti appropriati a cui devono essere sottoposti gli scarichi finali di reti fognarie di raccolta di acque reflue urbane, di agglomerati con meno di 2000 abitanti equivalenti e recapitanti in acque dolci ed in acque di transizione, devono essere individuati con l'obiettivo di: rendere semplice la manutenzione e la gestione; essere in grado di sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico e organico; minimizzare i costi gestionali.</p> <p>In generale, per tutti gli agglomerati con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2000 AE., si ritiene auspicabile il ricorso a tecnologie di depurazione naturale quali il lagunaggio o la fitodepurazione, o tecnologie come i filtri percolatori o impianti ad ossidazione totale.</p> <p>La tecnologia da adottare deve essere individuata attraverso un confronto tra l'applicazione delle migliori tecniche disponibili e delle tecniche adeguate al caso specifico, analizzando le alternative possibili e gli eventuali vincoli. La scelta dei trattamenti appropriati deve essere fatta per tipologia di reflu (domestico o assimilabile, urbano con scarico anche di acque reflue industriali), per numero di abitanti equivalenti da trattare e per tipologia di recettore al fine di perseguire la conformità dei medesimi recettori ai relativi obiettivi di qualità.</p>	<p><i>DGR 10 dicembre 2008, n. 69/25 "Direttiva regionale disciplina degli scarichi" Art.2 lett.J</i></p> <p><i>Allegato 3 Trattamenti appropriati.</i></p>
<b>Assimilabilità dei reflui (zootecnici, industriali) alle acque di scarico domestiche</b>	<p>Ai sensi dell'art. 12 comma 2 della direttiva sono assimilabili alle acque reflue domestiche le acque reflue prodotte da insediamenti di produzione di beni e servizi con portata giornaliera inferiore ai 15 mc e con caratteristiche qualitative tali da garantire il rispetto dei valori limite stabiliti alla tabella 1 che devono essere possedute prima di ogni trattamento depurativo.</p>	<p><i>DGR 10 dicembre 2008, n. 69/25 "Direttiva regionale disciplina degli scarichi" Art. 12 Tabella 1 allegato 2 -</i></p>
<b>Limiti emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E.</b>	<p>I valori limite di emissione per insediamenti inferiori a 2000 A.E. sono stabiliti nell'art. 14 commi 1-4 della Delibera 69/25.</p>	<p><i>Deliberazione 69/25 del 10/12/2008 Allegato 1 Tab. A e B</i></p>
<b>Scarichi in Corpi Idrici Superficiali Non Significativi (CISNS)</b>	<p>Dalla data di entrata in vigore della presente direttiva non possono essere attivati, nelle zone servite da pubbliche fognature, nuovi scarichi aventi recapito diverso dalle fognature medesime, salvo deroga da concedere caso per caso da parte dell'Autorità competente al rilascio dell'autorizzazione, sentito il Gestore, sulla base di comprovate ragioni tecniche. Gli scarichi esistenti nelle zone servite da pubbliche fognature ed aventi diverso recapito, devono essere allacciati alla pubblica fognatura. Qualora, anche nelle more della completa realizzazione delle reti fognarie prevista dal Piano di Tutela delle Acque, dal Piano d'ambito e dai relativi piani operativi triennali, la pubblica fognatura non possa essere raggiunta per impossibilità tecnica o eccessiva onerosità a fronte dei benefici ambientali conseguibili, il titolare dello scarico dovrà dotarsi di sistemi di trattamento adeguati perché sia garantito lo stesso livello di protezione ambientale, nel rispetto dei limiti allo scarico riferiti alla dimensione complessiva dell'agglomerato.</p>	<p><i>DGR 10 dicembre 2008, n. 69/25 "Direttiva regionale disciplina degli scarichi" Art.13</i></p>





**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**ARPALAZIO**  
AGENZIA PROVINCIALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO



**ARPA PUGLIA**  
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale



Agenzia Provinciale  
per la Protezione  
dell'Ambiente di Trento



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



**Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente**

- ISPRA
- ARTA Abruzzo
- ARPA Basilicata
- ARPA Calabria
- ARPA Campania
- ARPA Emilia-Romagna
- ARPA Friuli Venezia Giulia
- ARPA Lazio
- ARPA Liguria
- ARPA Lombardia
- ARPA Marche
- ARPA Molise
- ARPA Piemonte
- ARPA Puglia
- ARPA Sardegna
- ARPA Sicilia
- ARPA Toscana
- ARPA Umbria
- ARPA Valle d'Aosta
- ARPA Veneto
- ARPA Bolzano
- ARPA Trento

