



irrigazione - depurazione - recupero - opportunità

## FITODEPURAZIONE PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI UN IMPIANTO di AQUACOLTURA IN AMBIENTE LACUSTRE

Documento a cura di: Prof. Giuseppe Cirelli, Prof. Mirco Milani, Prof. Antonio Carlo Barbera, Prof.ssa Feliciano Licciardello del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente  
Di3A, Università degli Studi di Catania

### 1. La fitodepurazione

---

Con il termine fitodepurazione si indica un sistema di trattamento delle acque reflue progettato e costruito per riprodurre, in un ambiente controllato, i processi di depurazione naturale caratteristici delle zone umide e ottenuti prevalentemente dall'azione combinata di tre principali componenti: il suolo, la vegetazione ed i microrganismi.

I sistemi di fitodepurazione sono denominati nella letteratura tecnica internazionale come *constructed wetland* o *treatment wetland*. I sistemi di fitodepurazione possono essere classificati in funzione del regime di funzionamento idraulico (fig. 1.1):

- sistemi a *flusso superficiale* - FWS (fig. 1.1a);
- sistemi a *flusso sub-superficiale orizzontale* - HF (fig. 1.1b);
- sistemi a *flusso sub-superficiale verticale* - VF (fig. 1.1c).

I sistemi (FWS) trattano le acque reflue in bacini o canali a superficie libera su suolo permanentemente saturo, i sistemi sub-superficiali HF e VF trattano le acque reflue attraverso un substrato filtrante che costituisce il supporto per le radici delle macrofite radicate emergenti. Nei sistemi HF il flusso idrico è continuo e scorre, grazie ad una leggera pendenza del fondo dell'unità, prevalentemente in senso orizzontale, attraverso il substrato di riempimento. Nei sistemi VF le acque reflue da trattare vengono immesse sulla superficie dell'unità in modo discontinuo infiltrandosi lentamente dall'alto verso il basso attraverso il substrato di riempimento.



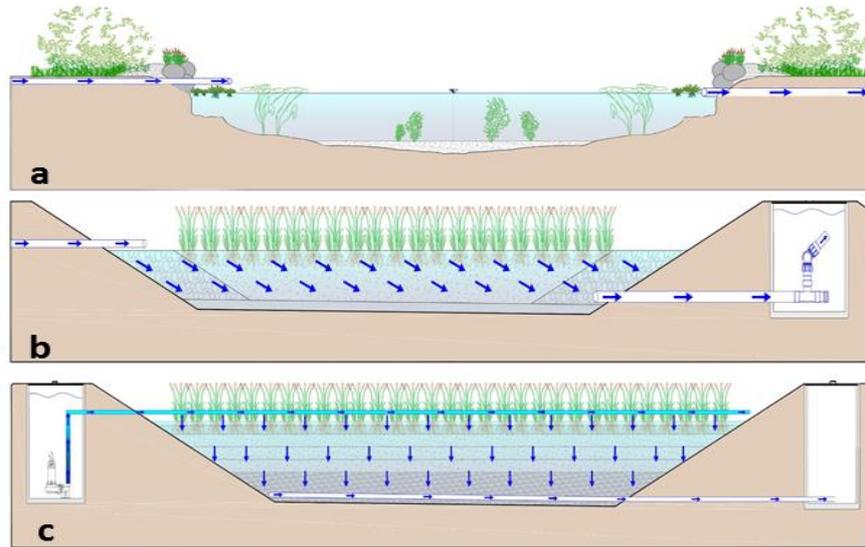


Figura 1.1. Sistemi di fitodepurazione: a flusso superficiale- FWS (a); sub-superficiale orizzontale-HF (b); a flusso sub-superficiale verticale VF (c)

## 2. Descrizione del sistema di fitodepurazione

Il sistema di fitodepurazione per il trattamento delle acque di allevamento delle specie ittiche presso l'azienda "Agricola Arena Giuseppe", ubicata in c.da Cacocciolilla del comune di Ramacca (CT) (Figura 2.1), è stato realizzato dal *Centro di Ricerca Interdipartimentale per l'implementazione dei processi di monitoraggio fisico, chimico e biologico nei sistemi di biorisanamento e di acquacoltura – CRIAB* dell'Università di Catania. L'intervento è stato finanziato nell'ambito del progetto "Valorizzazione delle risorse idriche per l'ottimizzazione dell'Acquacoltura in ambiente lacustre: realizzazione di un Modello intensivo auto-depurante per l'Ingrasso negli invasi aziendali (sAMpEI)". In particolare, il progetto ha previsto la realizzazione di un sistema di fitodepurazione flottante, all'interno dell'invaso di allevamento dei pesci, ed un sistema di fitodepurazione ibrido a flusso sub-superficiale (flusso sub-superficiale verticale combinato con flusso sub-superficiale orizzontale).



irrigazione - depurazione - recupero - opportunità

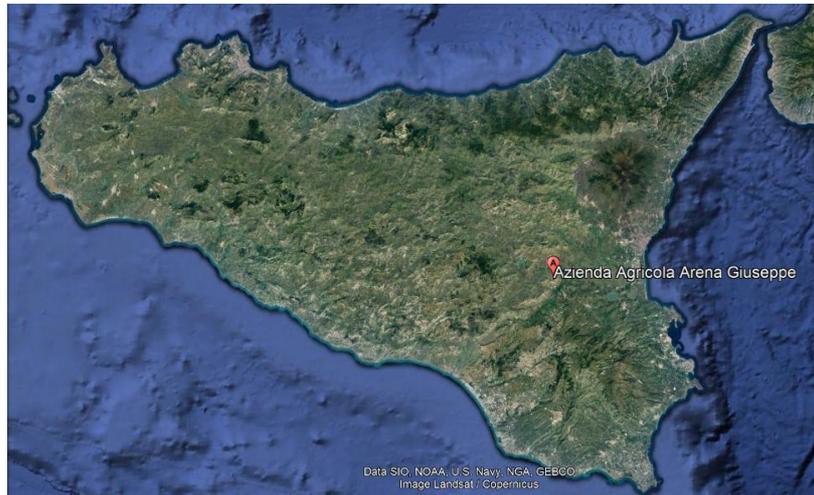


Figura 2.1: Ubicazione dell'Azienda Agricola Arena Giuseppe.

Le acque provenienti dall'invaso utilizzato per l'allevamento dei pesci, pari ad una portata giornaliera di circa  $80 \text{ m}^3$ , vengono trattate mediante un sistema di fitodepurazione ibrido organizzato su due linee in parallelo, ciascuna costituita da un'unità a flusso sub-superficiale verticale (V-SSF) seguito da un'unità a flusso sub-superficiale orizzontale (H-SSF) (Figura 2.2). Il sistema di fitodepurazione ha una superficie complessiva di circa  $600 \text{ m}^2$ .



Figura 2.2: Sistema di fitodepurazione ibrido a flusso sub-superficiale per il trattamento delle acque di riciclo dell'invaso di allevamento ittico dell'azienda agricola Arena Giuseppe.



La necessità di ridurre le concentrazioni di azoto nelle acque di ricircolo ha imposto la successione di un trattamento V-SSF ad uno H-SSF. In tal modo nell'unità V-SSF, in condizioni aerobiche, viene eseguita, ad opera dei batteri appartenenti al gruppo Nitroso e Nitro, un'ossidazione dell'azoto ammoniacale dapprima in nitrito e successivamente in nitrato (nitrificazione) che viene assimilato in concentrazioni ridotte dalle piante attraverso le radici oppure subisce una riduzione ad ossido di azoto (denitrificazione) nel successivo trattamento H-SSF. La denitrificazione è condotta da batteri anaerobi facoltativi (*Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Spirillum*) che, in assenza di ossigeno, traggono energia dalla respirazione di  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  o  $\text{N}_2\text{O}$ . Ne consegue che il processo di denitrificazione avviene esclusivamente in ambienti anaerobici, tipicamente presenti nei sistemi H-SSF, in cui i batteri utilizzano come donatore di elettroni il carbonio organico e sostituiscono, come accettore terminale di elettroni, l'ossigeno con il nitrato. Le acque trattate dal sistema di fitodepurazione vengono convogliate all'invaso di allevamento o, qualora nel bacino di allevamento siano presenti eccessivi volumi idrici, al bacino di reintegro (Figura 2.3).

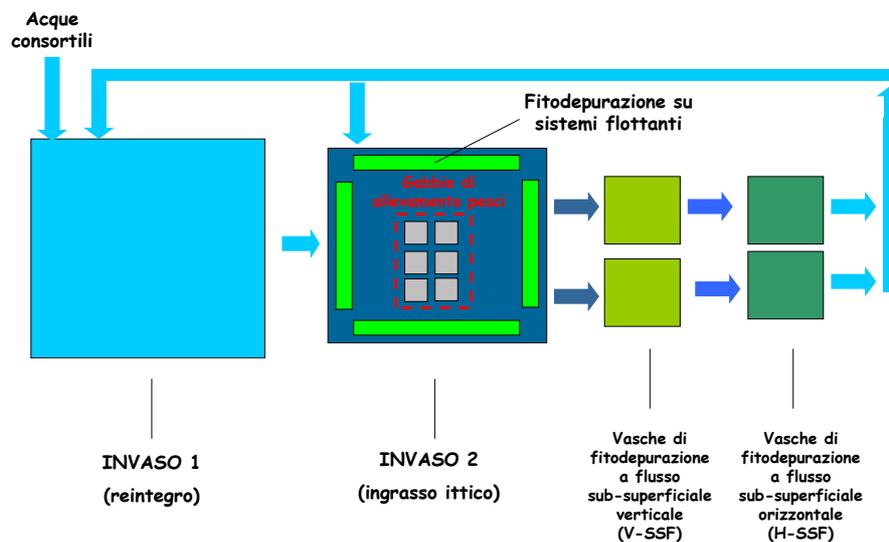
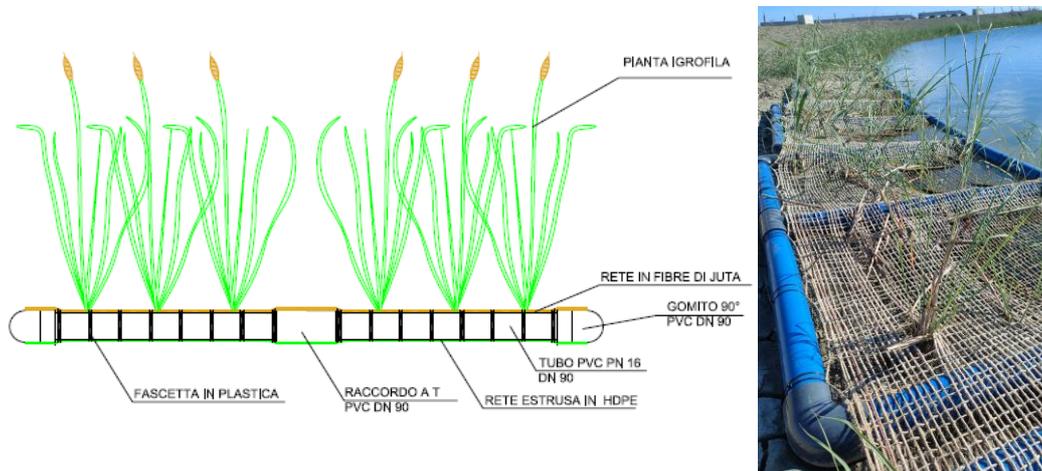


Figura 2.3: Schema dell'impianto di allevamento ittico e del sistema di fitodepurazione delle acque di ricircolo.

Il sistema di fitodepurazione flottante è costituito da circa 300 unità modulari galleggianti vegetate aventi, ciascuna, una dimensione di 2,0 m x 1,5 m. Tali moduli sono stati realizzati mediante tubazioni in PVC-U, diametro esterno 90 mm. Su tali tubazioni sono state fissate, con fascette in plastica, reti antiersive biodegradabili in fibre di juta, nella

parte superiore, e rete estrusa in HDPE, nella parte inferiore (Figura 2.4). Tali reti hanno la funzione di sostegno delle piante di *Phragmites australis* e *Typha latifolia*, che sono state messe a dimora in numero di circa 6 rizomi a m<sup>2</sup>. Ogni modulo è stato fissato alle sponde del bacino mediante picchetto e filo di nylon.



**Figura 2.4:** Schema di una singola unità di fitodepurazione flottante e vista delle unità flottanti ubicate in prossimità delle sponde del bacino di allevamento ittico.

Le unità V-SSF sono in rilevato, mentre le unità H-SSF sono state realizzate in scavo. Sia il fondo delle vasche che le sponde sono stati impermeabilizzati, per evitare l'infiltrazione di inquinanti in falda, mediante una guaina in HDPE (Figura 2.5). Al fine di salvaguardare tale guaina dalle possibili lesioni determinate dal materiale inerte di riempimento, la stessa è stata posta in opera tra due strati di tessuto non tessuto.



**Figura 2.5:** Sistema di impermeabilizzazione delle vasche di fitodepurazione costituito da un telo in HDPE posato in opera tra due strati di tessuto non tessuto.

Ciascuna unità V-SSF ha una superficie complessiva di circa 150 m<sup>2</sup> a pianta quadrata e presenta una scarpa delle sponde pari a circa 3:1. Per la realizzazione del mezzo filtrante sono stati impiegati, procedendo dalla superficie verso il fondo dell'unità, i seguenti materiali (Figura 6): ghiaia 0-5 mm (5 cm), sabbia lavata (10 mm), ghiaia 0-5 mm (15 cm), ghiaia 5-10 mm (15 cm), pietrisco 10-15 mm (15 cm), pietrisco 25-40 mm (40 cm).



**Figura 2.6:** Unità di fitodepurazione V-SSF: fase di posa in opera degli strati di inerti per la realizzazione del substrato filtrante

In ciascuna unità V-SSF le acque vengono immesse dall'alto mediante quattro tubazioni forate che distribuiscono i reflui sull'intera superficie dell'unità (Figura 2.7).



**Figura 2.7: Unità di fitodepurazione V-SSF: sistema di distribuzione delle acque reflue**

L'alimentazione discontinua delle unità V-SSF (frequenza dei cicli ogni 4 ore) viene eseguita per mezzo di un impianto di sollevamento, installato in prossimità della passerella di accesso alle gabbie di allevamento dei pesci, collegato ad un programmatore di comando di azionamento della pompa. Sul fondo dell'unità sono state collocate quattro tubazioni di aerazione dell'unità in PE corrugato flessibile, del diametro nominale di 75 mm, con fessure realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo.

Sulla superficie dell'unità di fitodepurazione sono stati messi a dimora piante di *Cyperus alternifolius* e *Canna indica* nella misura di circa 2 piante/m<sup>2</sup> (figura 2.8).



**Figura 2.8: Unità di fitodepurazione V-SSF dopo la messa a dimora delle piante (2023).**

Le acque in uscita dalle unità V-SSF vengono convogliate, per gravità, alle unità H-SSF mediante tubazioni in PEAD del diametro di 90 mm. Le acque reflue vengono immesse in testa a ciascuna unità di fitodepurazione mediante una tubazione di distribuzione.

Nell'unità H-SSF il substrato di riempimento è costituito da un primo strato di materiale vagliato proveniente dagli scavi (spessore circa 10 cm), posto a diretto contatto con il tessuto non tessuto, per salvaguardare la sottostante guaina, ed un secondo strato di pietrisco avente una dimensione granulometrica costante pari a circa 8-10 mm (Figura 2.9). In prossimità di entrambe le tubazioni di ingresso e uscita delle acque reflue è stato posto del pietrame con una dimensione granulometrica grossolana (80-120 mm) al fine di evitare fenomeni di intasamento e favorire una distribuzione omogenea del liquame.



Figura 2.9: Unità di fitodepurazione H-SSF dopo la posa in opera dei medium di riempimento.

Sulla superficie delle unità H-SSF sono state trapiantate piante di *Canna indica* con una densità di circa 2 piante/m<sup>2</sup>.

Le acque reflue trattate dall'impianto di fitodepurazione vengono riciclate all'invaso di allevamento ittico mediante un impianto di sollevamento, costituito da due pompe centrifughe, collegate a tubazione in PEBD DN 90 mm (Figura 2.10).



Figura 2.10: Impianto di sollevamento delle acque reflue trattate dal sistema di fitodepurazione all'invaso di allevamento ittico.