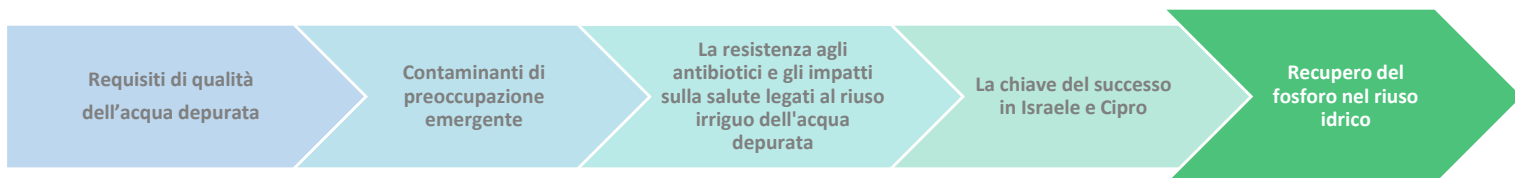




## Info-Package 3

# Tecnici del settore della depurazione

### Scheda informativa 3.5 – Il recupero del fosforo nel riuso idrico



**SUWANU EUROPE** è un progetto H2020 finalizzato alla promozione di un efficace scambio di conoscenze, esperienze e competenze tra i tecnici e gli attori principali del riuso idrico in agricoltura. Questa scheda informativa fa parte di una serie di 5 schede all'interno del «Pacchetto informativo» 3, indirizzato agli operatori del settore della depurazione, e illustra alcune metodologie innovative per il recupero del fosforo (in forma liquida o solida) dai reflui e per il suo utilizzo come fertilizzante agricolo.

## INTRODUZIONE

### 1. RichWater

La tecnologia RichWater, attraverso l'utilizzo di un Bioreattore a Membrana (MBR), combina: i) un efficiente trattamento dell'acqua con un basso costo di esercizio, ii) una stazione di miscelazione per il dosaggio ideale di acqua e nutrienti, e iii) un sistema di controllo e monitoraggio collegato con differenti sensori nell'acqua, nel suolo e sulle piante. Questa soluzione tecnica permette di produrre acqua priva di patogeni e di provvedere *in situ* alla domanda di fertilizzanti in funzione di ogni tipo di coltivazione e di suolo. Il MBR è progettato per avere una membrana semi-selettiva che funge da barriera e permettere l'estrazione selettiva di sostanze chimiche da un flusso di acque reflue. Questa caratteristica consente al sistema di avere all'interno degli effluenti, liquidi o solidi, la più alta concentrazione possibile di fosforo e azoto (nitrato  $\text{NO}_3^-$ ).

### 2. Bacini algali ad elevata velocità (HRAP)

Un'alternativa al portare le acque reflue alle piante consiste nel portare le piante dalle acque reflue. I bacini algali e le lagune con macrofite sono comunemente utilizzate per il trattamento delle acque reflue e, se "coltivate", richiedono meno di un decimo della superficie per recuperare il fosforo rispetto alle colture e ai pascoli terrestri. La biomassa algale coltivata per il recupero del fosforo dalle acque reflue può essere utilizzata in diversi modi, o come un fertilizzante o come una fonte di cibo vera e propria. La biomassa vegetale ha anche il potenziale per essere trasformata in altri prodotti ad alto valore aggiunto, come gli integratori alimentari, i cosmetici, o anche per l'estrazione di componenti cellulari di elevato valore. Tutte queste applicazioni riducono l'utilizzo delle risorse di fosforo estratte dall'industria mineraria. Tuttavia, questi prodotti specializzati, in generale, richiedono di coltivare particolari varietà di alghe, diversamente dalle colture «miste» che comunemente si trovano negli impianti di depurazione.

### 3. La produzione di struvite

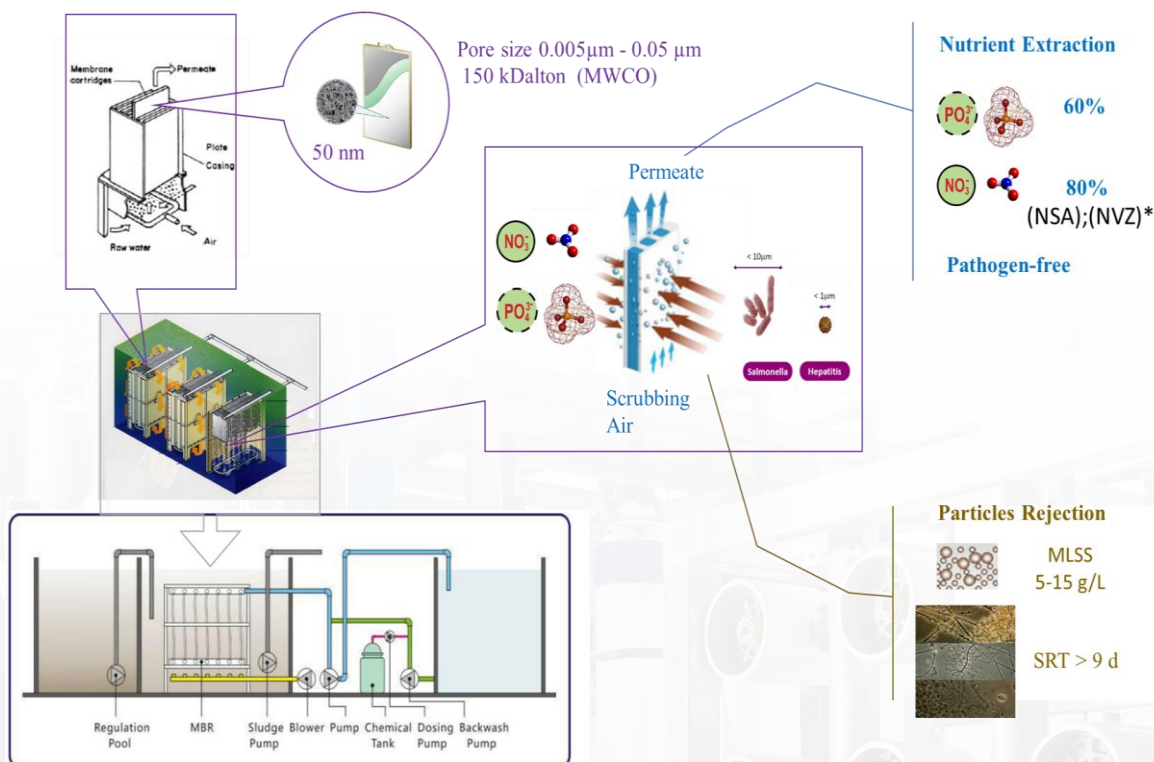
Il fosforo è un fattore chiave nel processo di eutrofizzazione dell'acqua, ma è anche una risorsa non riciclabile e non rinnovabile piuttosto preziosa. Dall'altro lato, l'allevamento intensivo è uno dei pilastri dell'industria alimentare e del settore agricolo oltre che un importante strumento per aumentare i redditi nelle aree rurali. Tuttavia, l'allevamento intensivo genera grandi quantità di reflui animali che contengono alte concentrazioni di fosforo. Se questi reflui non vengono trattati adeguatamente, non causano solamente l'eutrofizzazione delle acque, ma sprecano una risorsa non rinnovabile e possono diventare uno dei maggiori fattori che contribuiscono della perdita di fosforo.

# 1. RichWater

## 1.1. La tecnologia

Il MBR utilizzato dalla tecnologia RichWater è un sistema a basso consumo energetico per il trattamento delle acque reflue, progettato in modo che, dopo il trattamento, i nutrienti (principalmente fosforo e azoto) rimangano bilanciati, mentre i patogeni vengano eliminati (con un sistema di disinfezione). Le stazioni di miscelazione attuano un' adeguata combinazione di acqua e di effluenti dall'MBR (in base ai sensori di misura dei nutrienti nel suolo), dopo di che il mix viene convogliato al modulo di fertirrigazione (irrigazione a goccia). Il modulo principale per il trattamento delle acque reflue è composto da un MBR - per il trattamento a basso costo dei reflui - e da un sistema di disinfezione, che produce un effluente privo di patogeni. Questa tecnologia è stata sviluppata dopo 5 anni di ricerca ed è specificamente pensata per trovare un sistema di trattamento innovativo destinato all'irrigazione in agricoltura al fine di permettere un risparmio di acqua e fertilizzanti.

I gestori di un impianto di depurazione che utilizza questa tecnologia hanno la possibilità offrire agli agricoltori una fornitura costante e sicura di acqua irrigua ricca di nutrienti e priva di patogeni, molto utile soprattutto in regioni aride. L'implementazione del sistema nei processi di produzione agricola determina un uso più sostenibile delle risorse idriche, un risparmio dei costi dei fertilizzanti e di acqua, e la possibilità, per i produttori di frutta e verdura, di variare il livello di nutrienti nella fertirrigazione in base alle loro reali necessità.



**Figura 1: Diagramma di funzionamento del sistema MBR**

\*La normativa europea impone per le Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN) un limite di 50mg/l di Nitrati (N).

## 1.2. Applicazioni per il recupero del fosforo

Il fosforo è presente nei reflui urbani in forma organica e inorganica. Tipicamente il rilascio di fosforo nelle acque reflue è di 2.7-4.5 g/persona/giorno e per la maggior parte è sotto forma di fosfato, che è solubile in acqua. Il MBR RichWater utilizza una membrana semi-selettiva, che funge da barriera e permette l'estrazione selettiva di composti chimici dal flusso di reflui (pori di circa 0.005 µm, 0.05 µm e una soglia di *cut-off* di 150 kDalton per il peso molecolare (MWCO)). Queste caratteristiche consentono al sistema di avere, dopo l'estrazione, all'interno degli effluenti solidi o nella fase liquida, la più alta concentrazione possibile di fosforo e azoto (nitrato  $NO_3^-$ ). I risultati sperimentali e operativi indicano come circa il 50-60% dei fosfati ( $PO_4^{3-}$ ) nella fase liquida, dopo il T&R MBR hanno una dimensione inferiore alla soglia di *cut-off* del peso molecolare (MWCO) della membrana.

## 2. Bacini algali ad elevata velocità (HRAP)

### 2.1. La tecnologia

Un Sistema HRAP generalmente è formato da tre parti principali: un decantatore primario, una vasca poco profonda o uno stagno dove crescono le microalghe (e si svolge il trattamento) e un unità di recupero per separare la biomassa algale dall'acqua. La configurazione del Sistema prevede che ci siano due linee in uscita: una per l'acqua depurate, e una per la biomassa. La vasca è formata da una parete esterna ed una parete interna, due corsie e da una ruota a pale che movimenta l'acqua per omogeneizzare la biomassa algale (in modo che riceva la stessa radiazione solare) ed evitare la deposizione della coltura di alghe sul fondo della vasca.

Il Sistema HRAP utilizza due vasche indipendenti di 335 m<sup>2</sup> ciascuna, HRAP-1 e HRAP-2 che lavorano in parallelo. Queste sono dotate di 4 m di canali di 20 cm di larghezza. Entrambe le vasche sono dotate di due deflettori ed un taglio alle estremità della parete centrale, in modo da migliorare il comportamento idraulico del sistema.

La profondità dell'acqua è fissata in 30 cm, in modo che il volume totale sia pari a 200 m<sup>3</sup>. Il sistema lavora con un tempo di ritenzione idraulica (HRT) di 4 giorni, che può essere ottimizzato e modificato in base ai risultati desiderati.

Ogni vasca viene alimentata attraverso due pompe centrifughe con 25 m<sup>3</sup>/giorno.

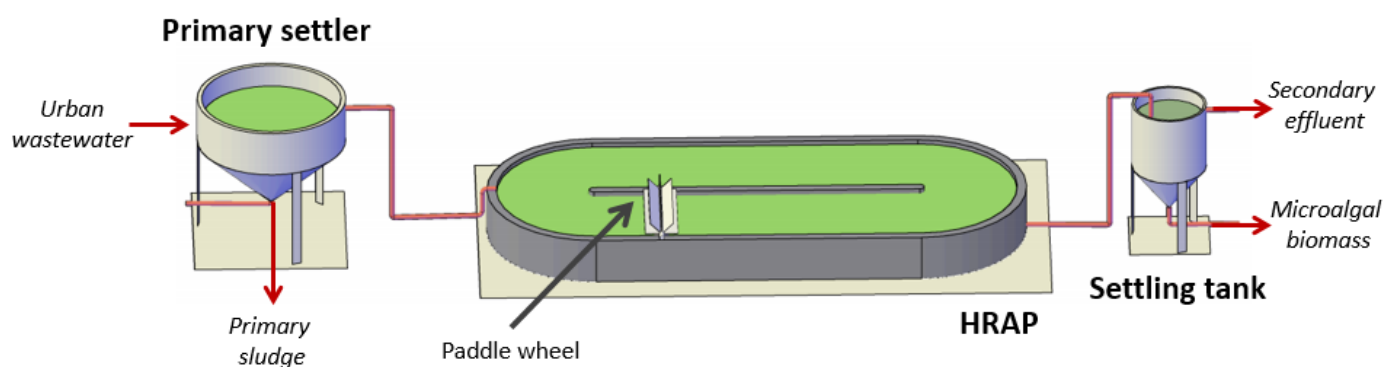


Figura 2: Illustrazione di un sistema HRAP

### 2.2. Applicazioni per il recupero del fosforo

Andando verso un futuro in cui il fosforo sarà sempre più scarso, il suo recupero attraverso le microalghe potrebbe svilupparsi sulla superficie del mare. In tutto il mondo vengono scaricati direttamente nei mari e negli oceani enormi quantità di reflui non trattati, per questo motivo è stata proposta la realizzazione di vasche galleggianti attorno alle sorgenti degli scarichi delle acque reflue. L'ottimizzazione del processo di crescita e raccolta delle alghe in sistemi galleggianti, potrebbe avere vantaggi economici rispetto ai sistemi «di terra» per via dell'assenza degli ingenti costi di occupazione del suolo. È stato inoltre dimostrato come la biomassa algale possa trattenere il fosforo per alcuni giorni, consentendo le operazioni di recupero.

Inoltre, riguardo al suo potenziale come fertilizzante, la crescita di germogli fertilizzati con biomassa algale essiccata è risultata equivalente a quella ottenibile con i fertilizzanti disponibili in commercio. Tuttavia, anche se questo tema è poco trattato dalla letteratura scientifica, le alghe sono state identificate come un ottimo integratore per i mangimi animali, ad esempio per il pollame, per via del loro elevato contenuto proteico.



SUWANU  
EUROPE

### 3. La produzione di struvite

#### 3.1. La tecnologia

Dopo una prima fase di filtrazione, i reflui entrano nell'unità per la rimozione della  $CO_2$ , dove questa viene rimossa dall'acqua reflua mediante un flusso d'aria. L'acqua viene quindi convogliata al reattore per la struvite, dove viene miscelata con  $NaOH$  e  $MgCl_2$ , i quali reagiscono con il fosforo contenuto nell'acqua e ne causano la precipitazione. Dopodichè l'acqua viene inviata in un decantatore, all'interno del quale avviene il processo di separazione e raccolta della struvite.



Figura 3: Impianto per la produzione di struvite

#### 3.2. Applicazioni per il recupero del fosforo

L'allevamento intensivo genera enormi quantità di acque reflue con un'elevata concentrazione di fosforo, che se scaricate nei corpi idrici naturali non provocano solo l'eutrofizzazione delle acque, ma anche uno spreco di risorse utili come concime per le piante. È quindi necessario affiancare i processi di rimozione del fosforo dai reflui zootecnici con il suo recupero e riuso come fertilizzante. La struvite infatti, è un prezioso concime minerale a lenta cessione, e la sua produzione è diventata un punto cardine nei processi di recupero del fosforo. Si stima che da  $100 m^3$  di acqua reflua si possa estrarre 1kg di struvite; se tutte le acque reflue del mondo fossero utilizzate per la produzione di struvite, ogni anno si potrebbero recuperare 60'000 tonnellate di  $P_2O_5$ , pari al 16% della produzione mondiale di fosfati da parte dell'industria mineraria. Inoltre, è possibile recuperare fino a 171 g di struvite dai reflui zootecnici per metro quadrato, con un grado di purezza che arriva al 95%.

#### Bibliografia/approfondimenti

1. Shilton, A. N., Powell, N., & Guieysse, B. (2012). Plant based phosphorus recovery from wastewater via algae and macrophytes. *Current opinion in biotechnology*, 23(6), 884-889.
2. Zhang, T., Jiang, R., & Deng, Y. (2017). Phosphorus recovery by struvite crystallization from livestock wastewater and reuse as fertilizer: A review. In *Physico-Chemical Wastewater Treatment and Resource Recovery*. InTech.

#### CONTATTI:

##### Coordinatore

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)

Avenida Manuel Agustin Heredia nº18 1º4 Málaga (SPAIN)

Mail | [info@suwanu-europe.eu](mailto:info@suwanu-europe.eu) Website | [www.suwanu-europe.eu](http://www.suwanu-europe.eu)

#### CONTATTI :

##### Risponsabile della scheda informativa

Andrés Acosta (TTZ Bremerhaven)

Am Ludeneich 12- 27572 Bremerhaven (GERMANY9)

Website | <https://www.ttz-bremerhaven.de/de/>



THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM  
THE EUROPEAN UNION' HORIZON 2020 RESEARCH  
AND INNOVATION PROGRAMME  
UNDER GRANT AGREEMENT N. 818088



SUWANU  
EUROPE



ttz Bremerhaven