



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Corso di Laurea Magistrale in
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA MAGISTRALE



**STUDIO SPERIMENTALE RELATIVO ALL'ACCOPIAMENTO
DI SISTEMI MBBR E PBR ALGALE PER IL TRATTAMENTO DI REFLUI
AD ELEVATO TENORE DI AZOTO**



Relatore

Prof. Ing. Francesco Pirozzi

Correlatori

Ing. Vincenzo Luongo

Ing. Maria Rosaria Mattei

Candidato

Elia Toscano Matr. M67/276

Anno Accademico 2016/2017

Trattamento depurativo di reflui ad elevato tenore di N



Reflui zootecnici
Reflui conciari



Reflui industrie
farmaceutiche

*Sistemi convenzionali di
trattamento*



*Sistemi innovativi di
trattamento*



Efficienze elevate



Recupero dei Nutrienti



Produzione di biomassa di
pregio

Trattamento depurativo di reflui ad elevato tenore di N

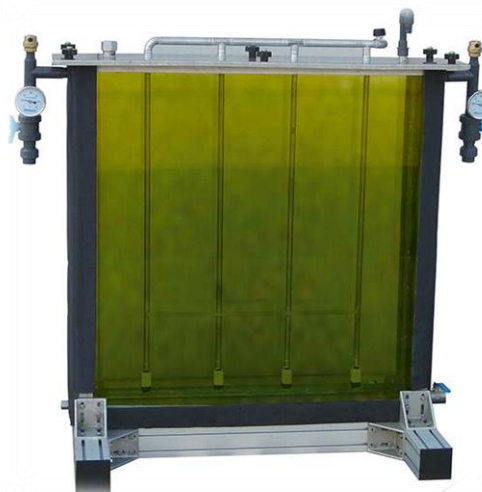
Sistemi innovativi a colture adese

OBIETTIVI

Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

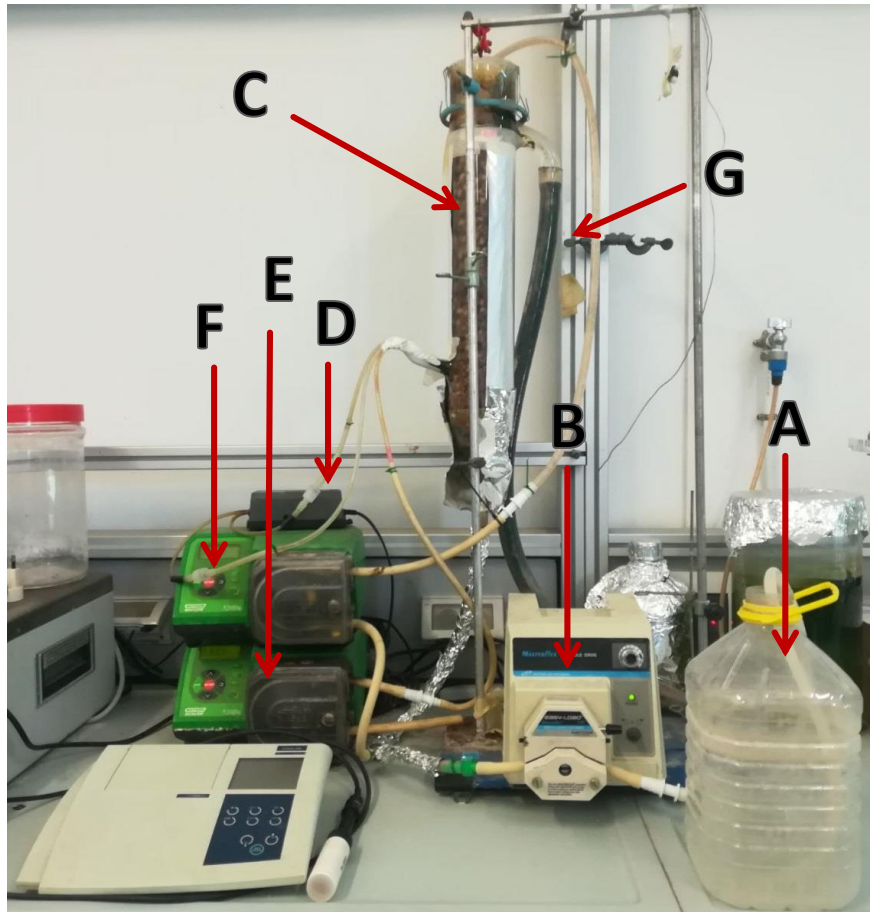


FotoBioreattore algale (PBR)

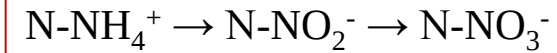
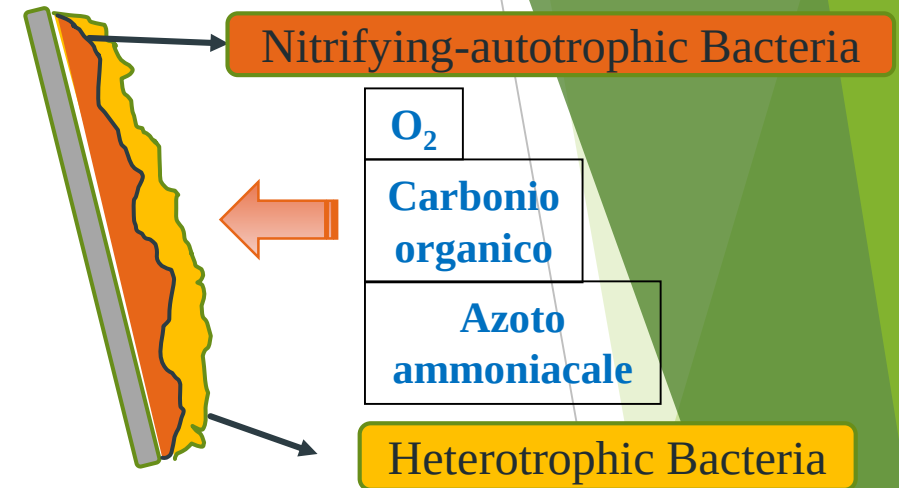


REATTORE MBBR IN SCALA DA LABORATORIO

TECNOLOGIA MBBR



- A → Influento sintetico; B → Sistema di pompaggio;
C → Bioreattore con all'interno Kaldnes (K1);
D-E → Impianti di aereazione;
F → Sistema di ricircolo; G → Scarico



PARAMETRI DI PROCESSO

COD

N-NO₂⁻

N-NH₄⁺

N-NO₃⁻

pH

T

O_{2(l)}

RUN SPERIMENTALI MBBR

Run	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	HRT (d)	C/N	Time (day)	η _{NH₄}
1	900	1	0.25	1-39	99.5%
	stop reactor			40-48	93.3%
	900			50-66	98.4%
2	950	1	0.25	67-79	98.3%
3	1000	1	0.25	80-85	98.4%
4	stop reactor	1	0.25	86-99	85.4%
5	re-start reactor	1	0.25	100-121	98.1%
6	1000	1	0.25	122-155	98.7%
			0.5	156-166	98.8%

Run 1.1 (day 1-39)

Carico costante 900 mg N-NH₄⁺/L

Run 1.2 (day 40-48)

Ostruzione per sviluppo biomassa sospesa

Run 1.3 (day 50-66)

Ripristino alimentazione 900 mg N-NH₄⁺/L

Run 2 (day 67-79)

Aumento di carico 950 mg N-NH₄⁺/L

Run 3 (day 80-85)

Aumento di carico 1000 mg N-NH₄⁺/L

Run 4 (day 86-99)

Blocco del sistema di alimentazione

Run 5 (day 100-121)

Re-start MBBR da concentrazione 250 mg N-NH₄⁺/L

Run 6.1 (day 122-156)

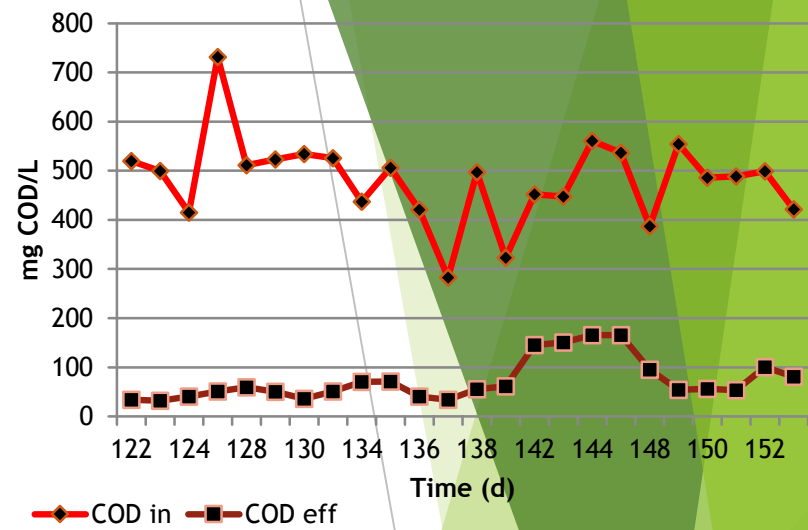
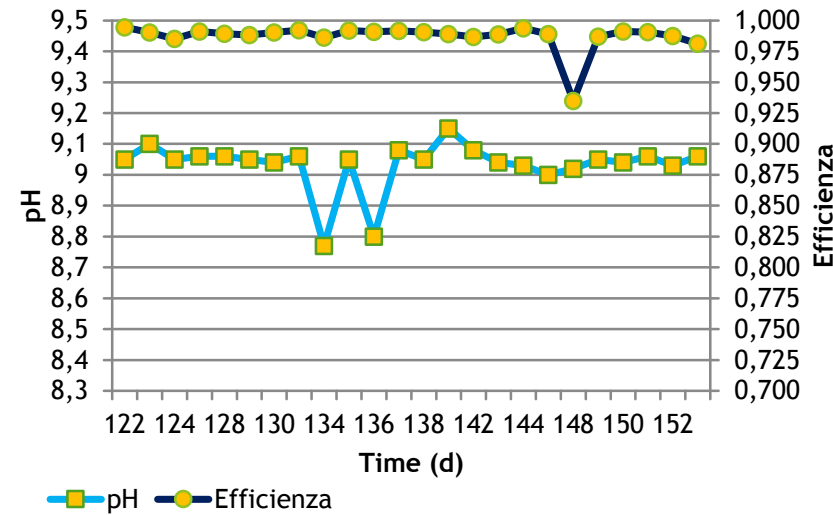
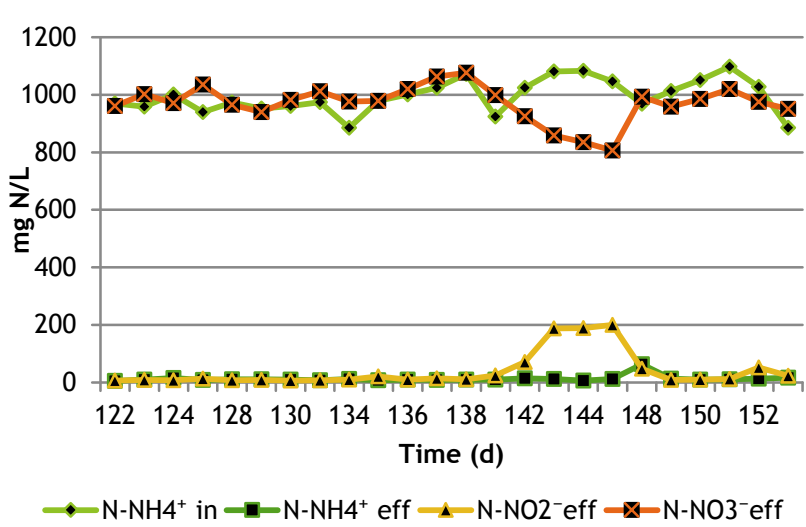
Ripristino concentrazione 1000 mg N-NH₄⁺/L

Run 6.2 (day 156-166)

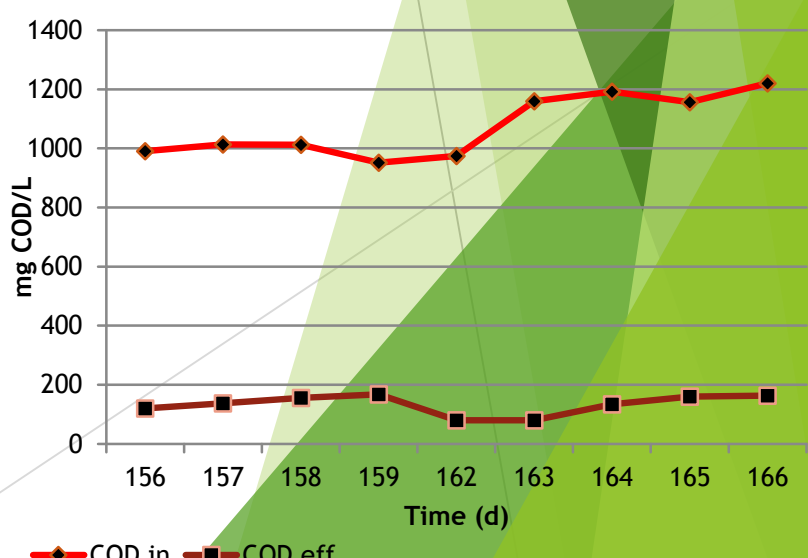
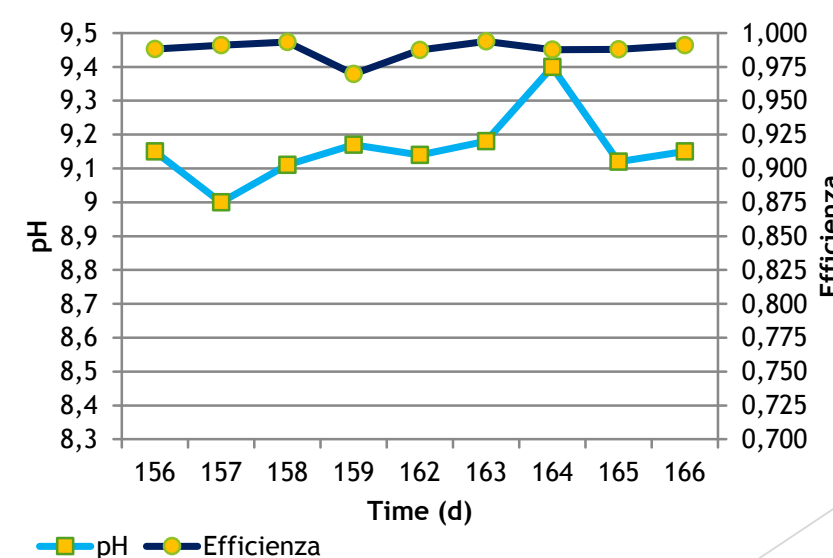
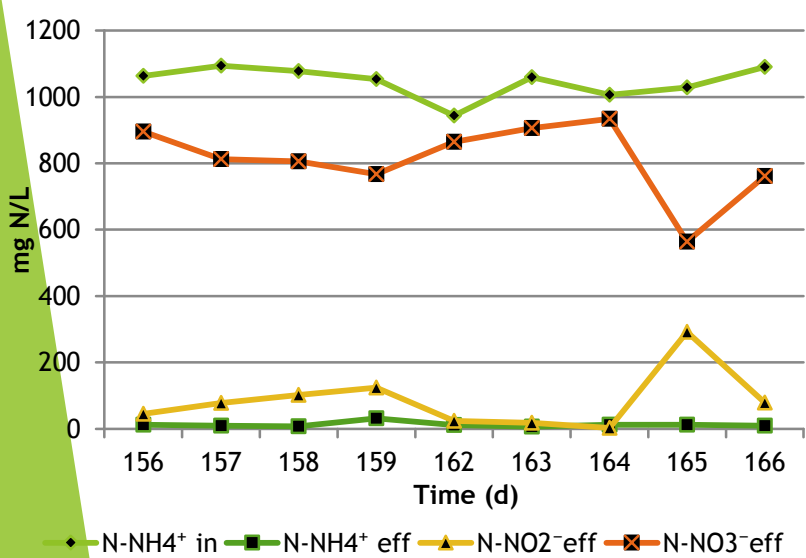
1000 mg N-NH₄⁺/L con rapporto C/N=0.5

RISULTATI SPERIMENTALI MBBR

Run 6.1 (day 122-156) – Ripristino concentrazione 1000 mg N-NH₄⁺/L

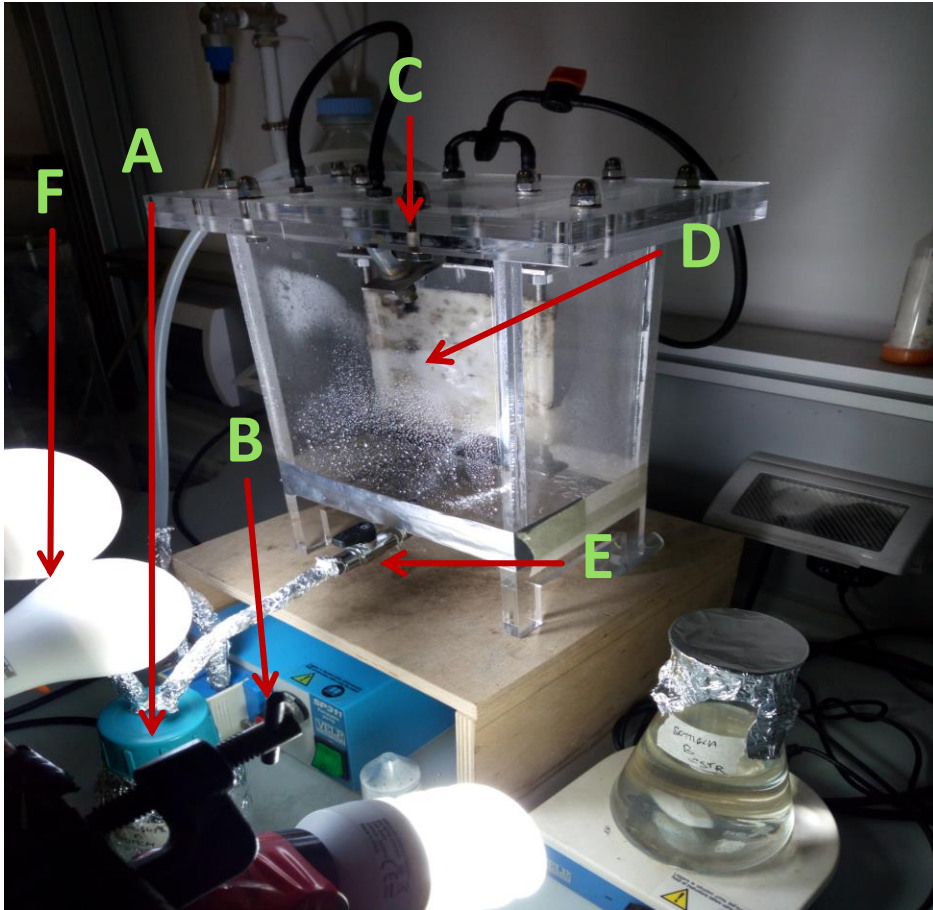


Run 6.2 (day 156-166) – 1000 mg N-NH₄⁺/L con rapporto C/N = 0.5



REATTORE PBR IN SCALA DA LABORATORIO

TECNOLOGIA PBR ALGALE



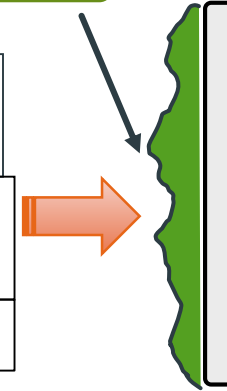
- A → Medium sintetico; B → Sistema di pompaggio;
C → 4 ugelli; D → Supporto in tela;
E → Scarico; F → Sorgente di luce (lampada LED - 12W);

Photo-autotrophic Biofilm

Composti dell'azoto e
del fosforo

Carbonio
inorganico

Luce



ASSIMILAZIONE DEI NUTRIENTI

ALIMENTAZIONE SEMI-BATCH

PARAMETRI DI PROCESSO

T

OD

pH

N-NO₃⁻

P-PO₄³⁻

N-NH₄⁺

RUN SPERIMENTALI PBR

Chlorella vulgaris

isolata e purificata a partire
dall'effluente dell'MBBR



Fase	Synthetic Influent N-P (mg/L)		Time (day)
I	60 NO ₃ ⁻	20 PO ₄ ³⁻	62
II	20 NH ₄ ⁺	20 PO ₄ ³⁻	32
	40 NH ₄ ⁺	20 PO ₄ ³⁻	

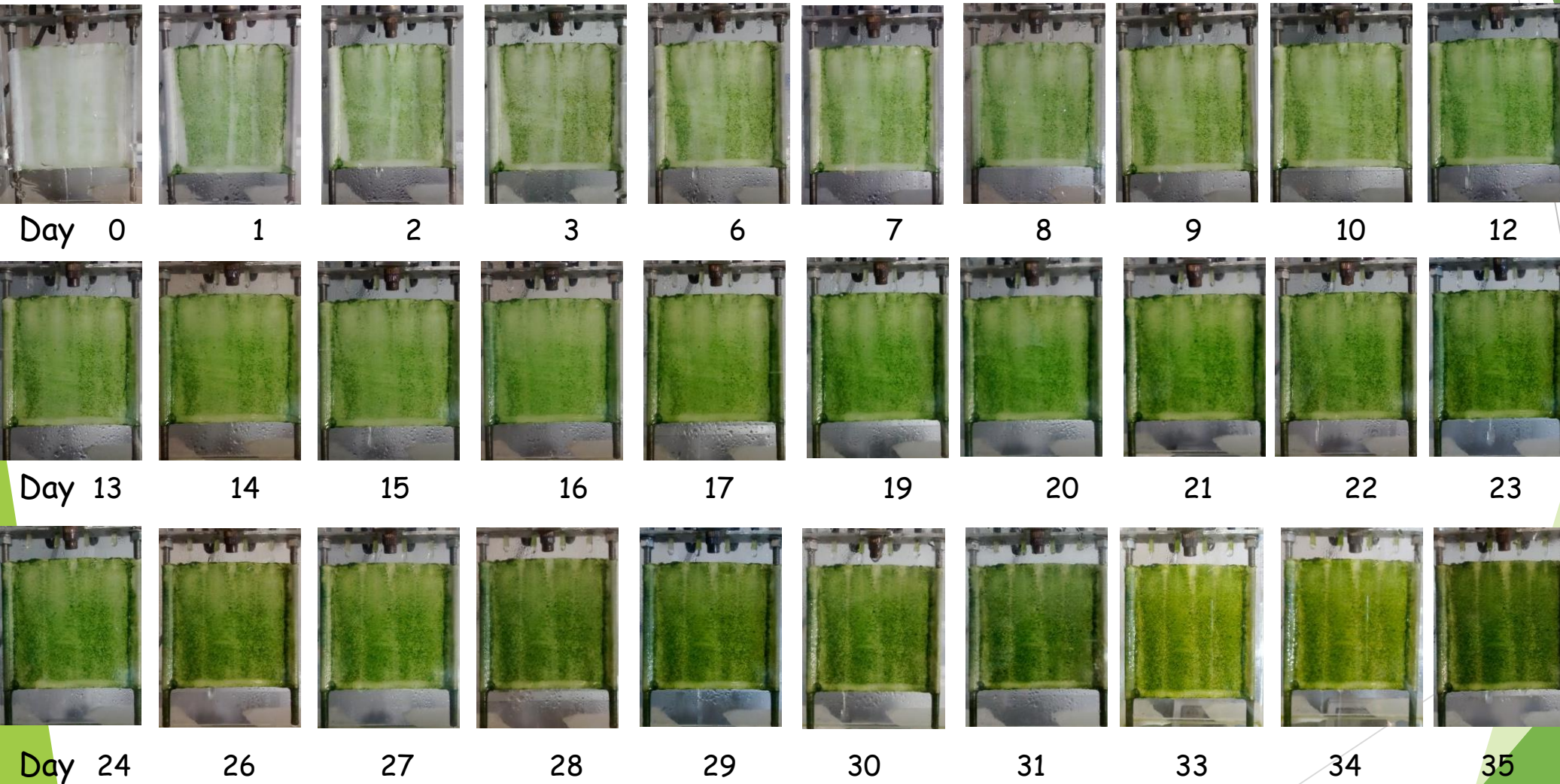
Fase I – Alimentazione con nitrati e fosfati

Fase II – Alimentazione con azoto ammoniacale e fosfati

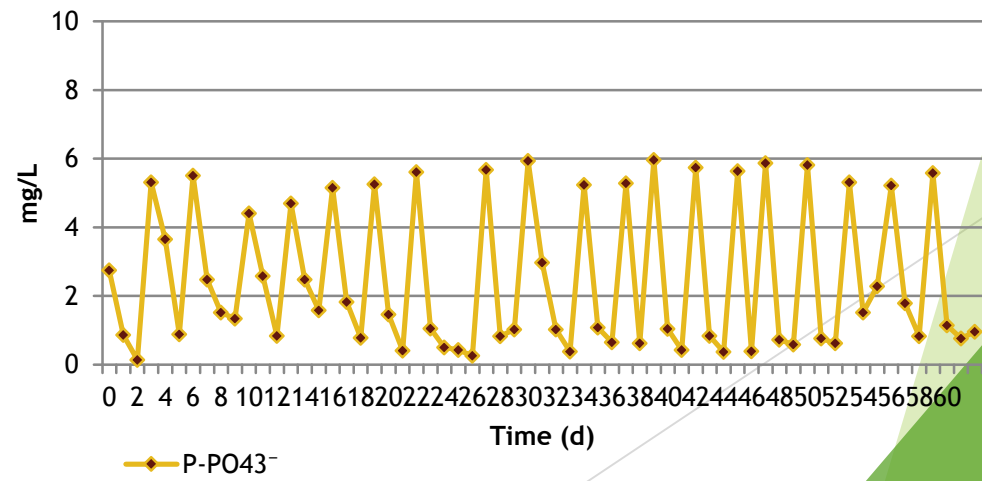
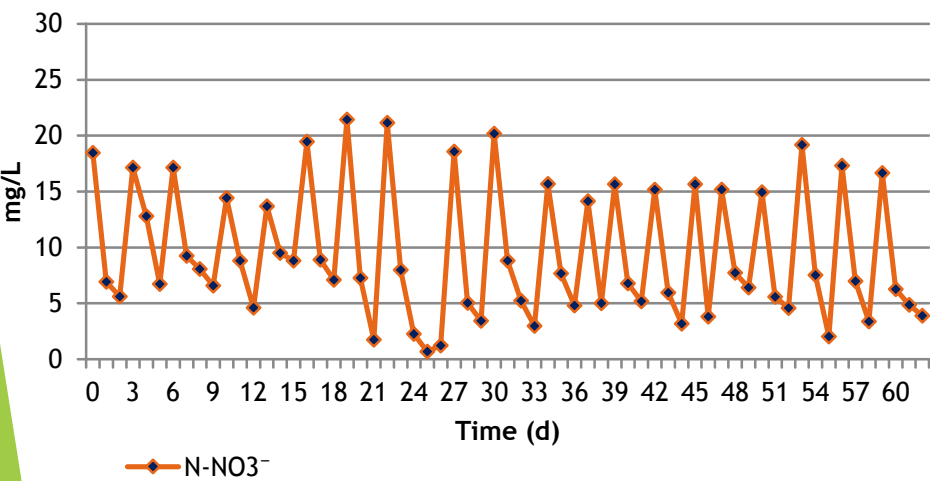
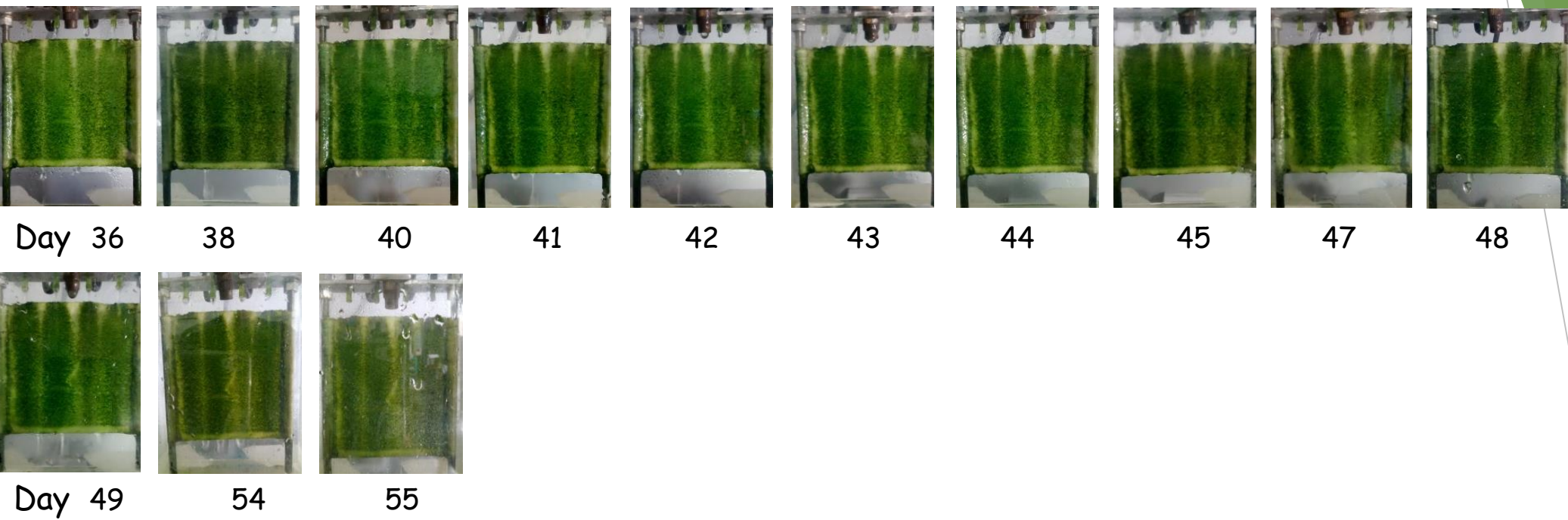
RISULTATI SPERIMENTALI PBR ALGALE

Fase I – Alimentazione con nitrati e fosfati

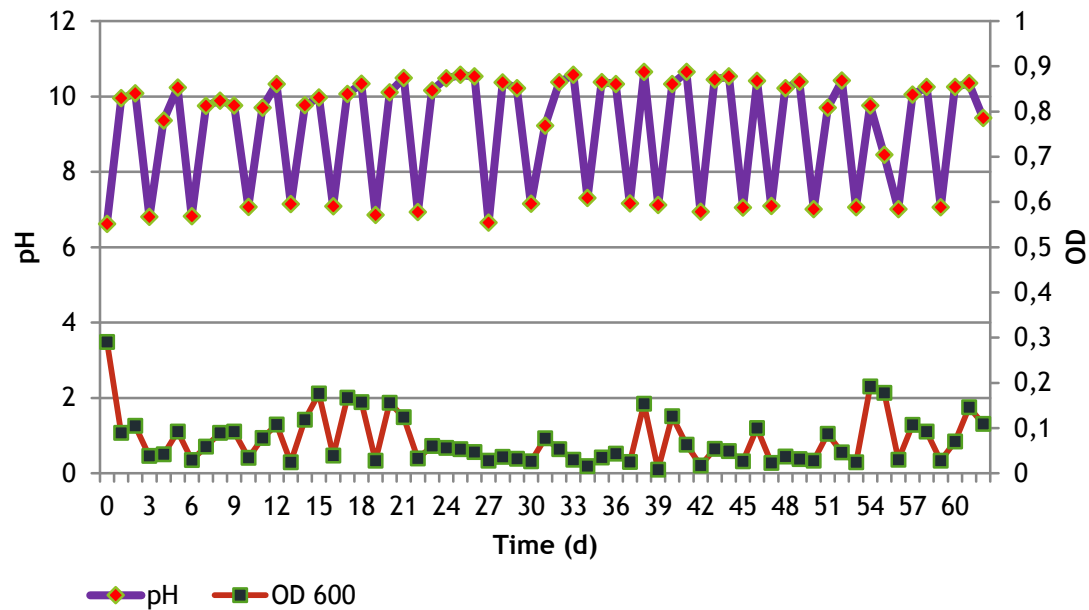
Evoluzione dell'adesione e sviluppo algale sulla tela nel tempo



RISULTATI SPERIMENTALI PBR ALGALE

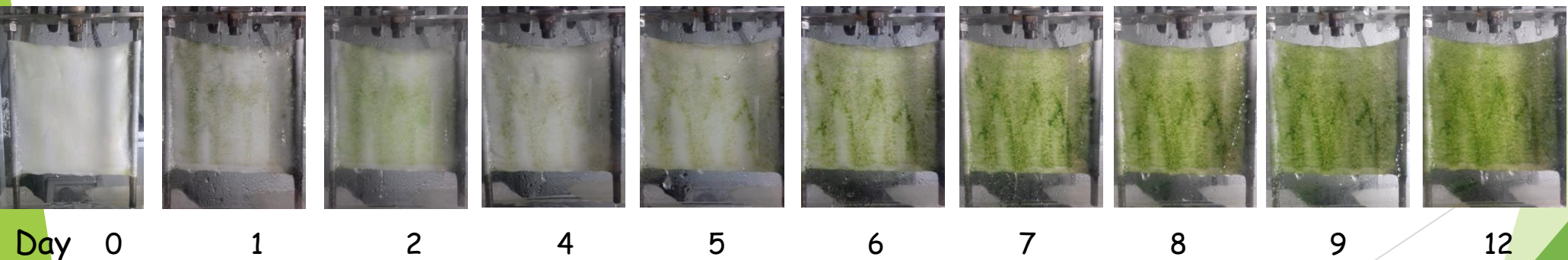


RISULTATI SPERIMENTALI PBR ALGALE



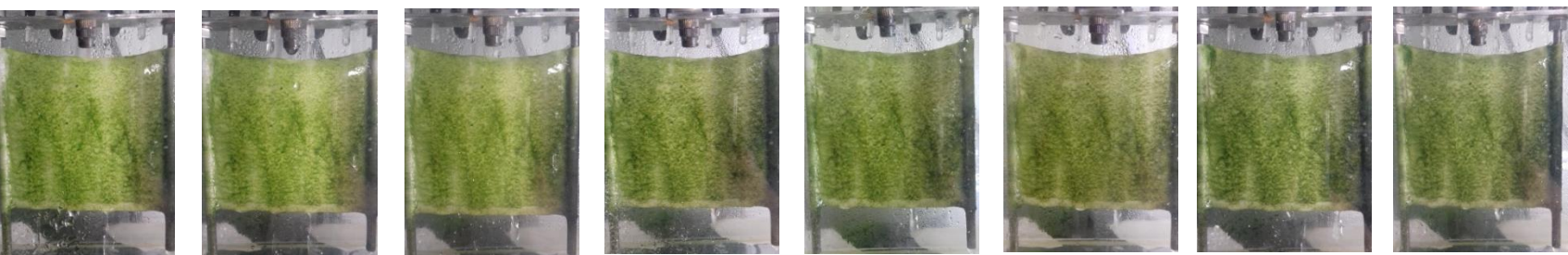
Fase II – Alimentazione con azoto ammoniacale e fosfati

Evoluzione dell'adesione e sviluppo algale sulla tela nel tempo

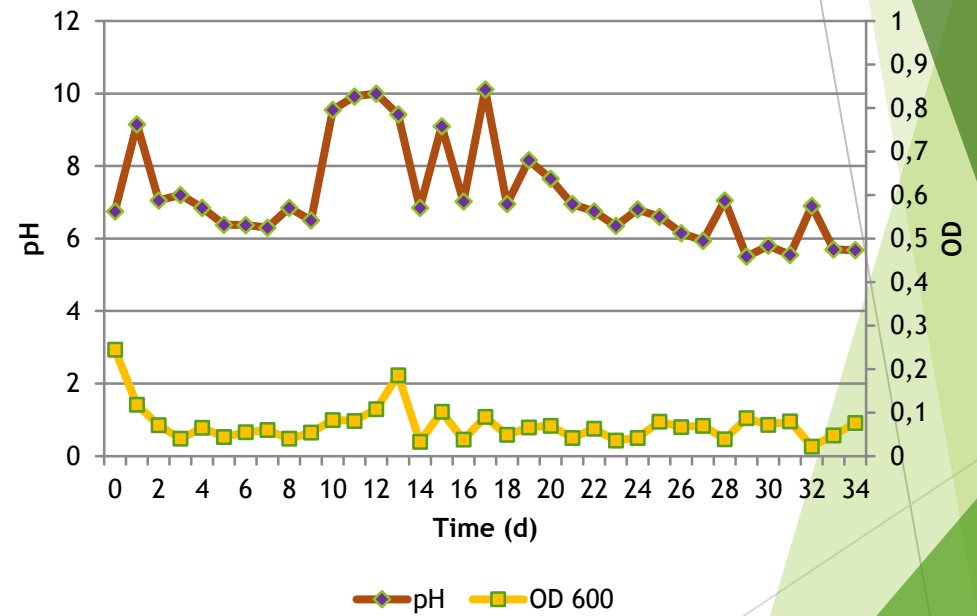
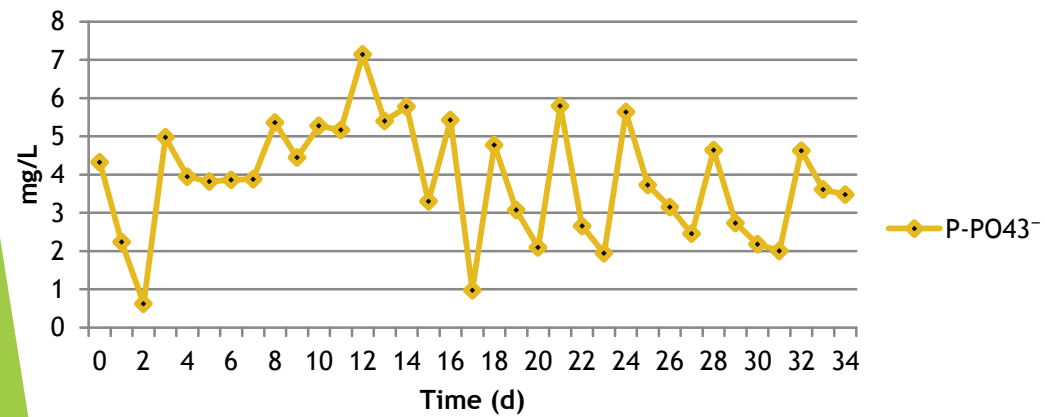
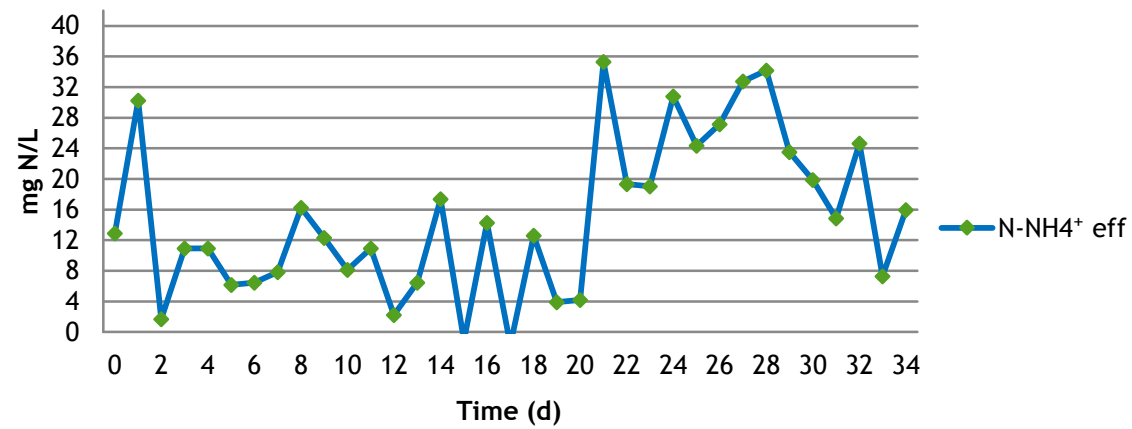


Aggiunta di Allylthiourea

RISULTATI SPERIMENTALI PBR ALGALE



Day 13 14 15 18 19 20 21 22



CONCLUSIONI

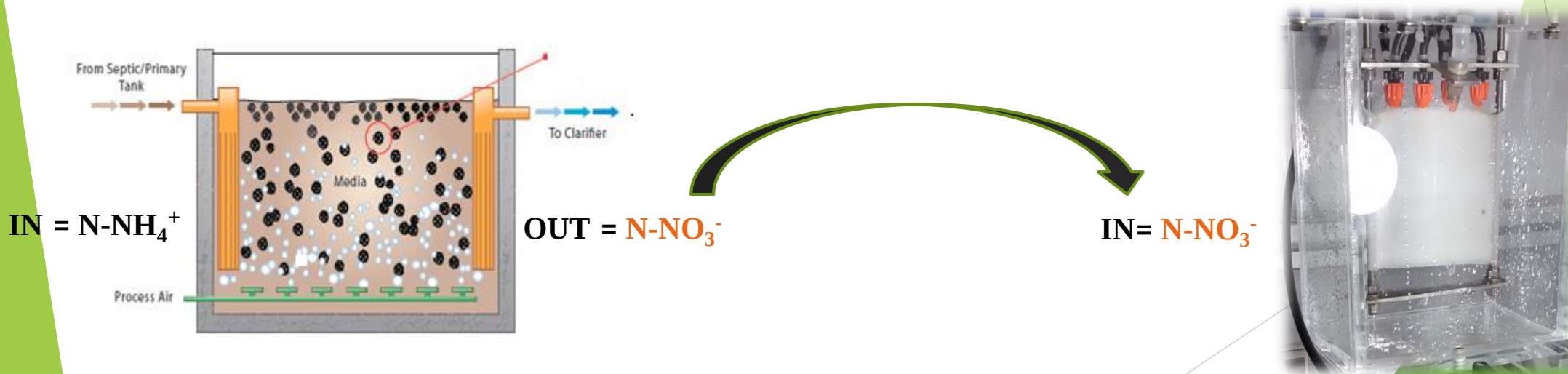
MBBR

- Elevata efficienza di rimozione (>95%) di azoto ammoniacale anche successivamente all'incremento del rapporto C/N;
- Maggiore adattabilità a condizioni critiche (blocco alimentazione o scarso $O_{2(l)}$).

PBR

- Regolare rimozione di nutrienti (nitrati e fosfati) da parte della coltura *Chlorella vulgaris*;
- Tassi di degradazione inferiori e instabilità del processo nel caso di alimentazione con NH_4^+ .

SVILUPPI FUTURI



Grazie per la cortese attenzione