



Università degli Studi di
Napoli Federico II



Università degli
Studi di Palermo



Università degli
Studi di Salerno



Corso di Aggiornamento

BioMAc 2013

Bioreattori a Membrane (MBR) per la depurazione delle Acque

Applicazione dei sistemi MBR al trattamento di reflui industriali



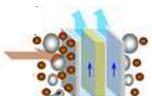
Claudio Lubello
(Università di Firenze)

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

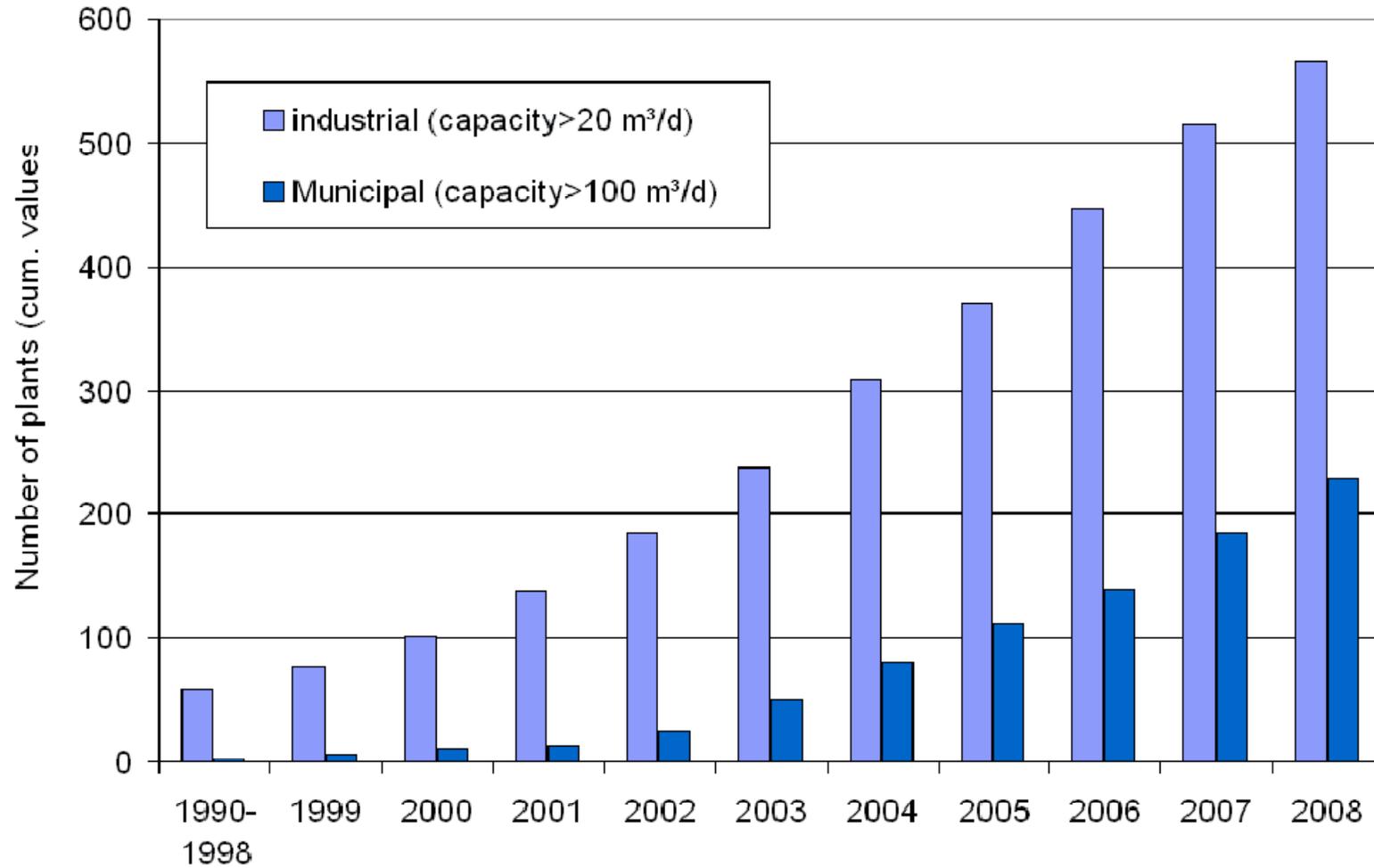
Palermo, 4-5 Luglio 2013

Sommario

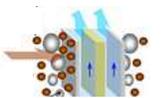
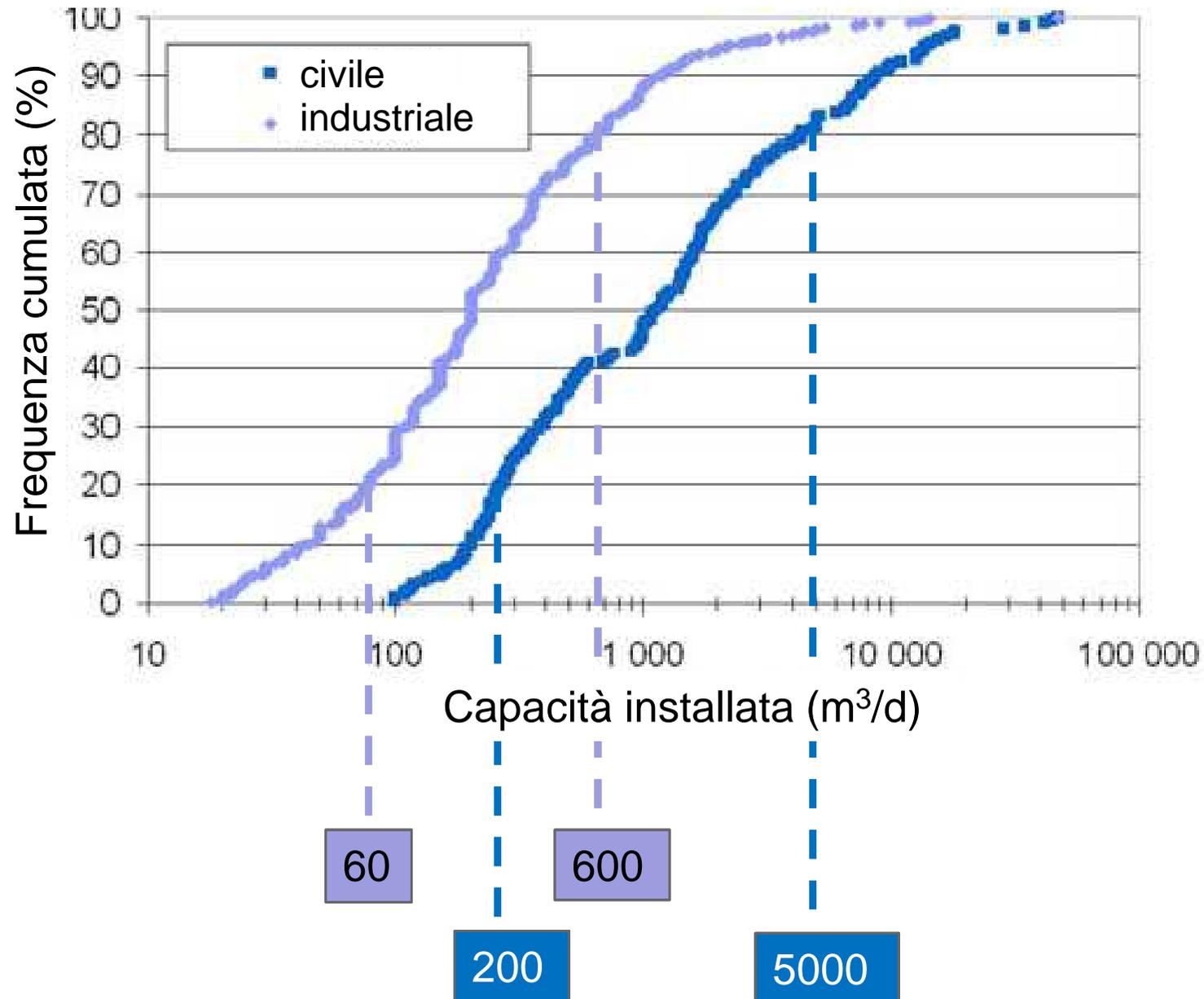
- **Il mercato dei reflui industriali**
- **Vantaggi specifici della tecnologia MBR**
- **Esempi di casi applicativi innovativi**
- **Considerazioni conclusive**
- **Saluti**



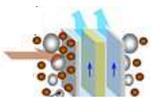
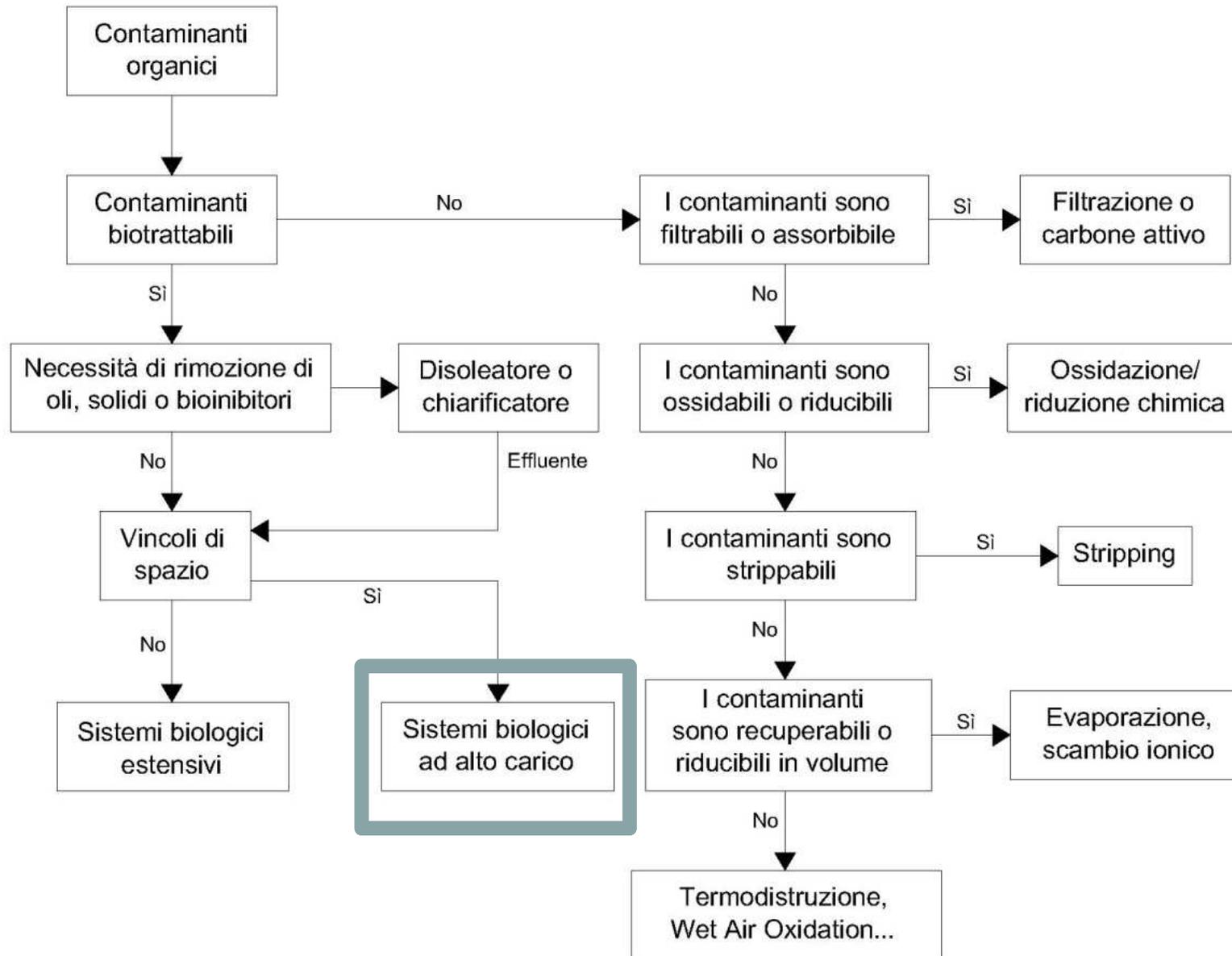
Installazioni per trattamento reflui industriali



Installazioni per trattamento reflui industriali

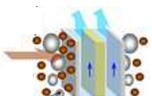


Il trattamento dei reflui industriali



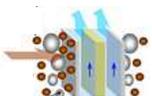
Vantaggi specifici tecnologia MBR

- Controllo flessibile dell'età del fango senza i vincoli necessari per l'ottenimento di fiocchi flocculanti;
- Possibilità di operare con reattori volumetricamente compatti;
- Incremento delle capacità di adsorbimento dei composti recalcitranti da parte della biomassa con riduzione dello scarico;
- Avvio più rapido per la capacità di ritenzione completa della biomassa;
- Ritenzione del particolato, dei colloidali e delle macromolecole organiche per un tempo pari all'età del fango.



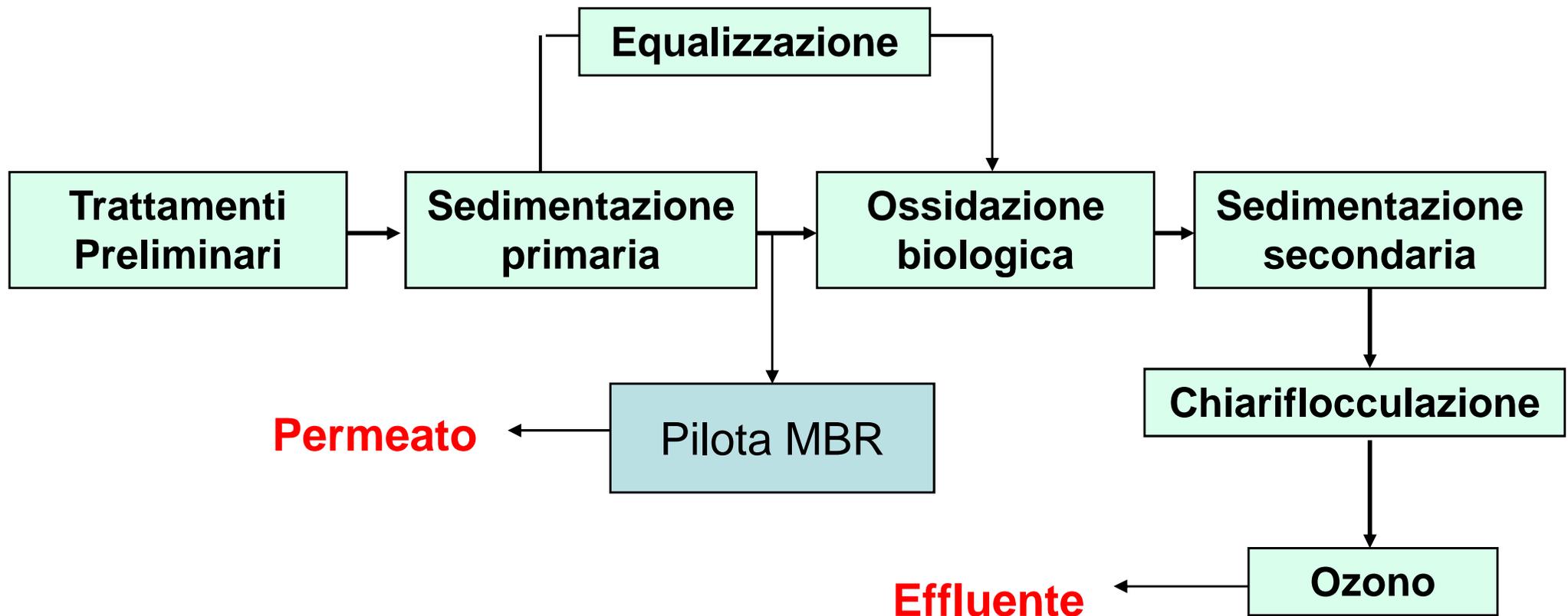
Vantaggi specifici tecnologia MBR

- Riduzione dei costi connessi al controllo delle caratteristiche di sedimentabilità della biomassa;
- Possibilità di rimozione dei metalli e fosforo, mediante aggiunta di reagenti, attraverso la completa ritenzione dei precipitati;
- Ridotta necessità di controllo del processo biologico;
- Ottima possibilità di utilizzo della tecnologia per l'upgrading;
- Soluzione ideale per il riutilizzo delle acque reflue;
- Sistema ideale di pre-trattamento per successivi trattamenti a membrana (nanofiltrazione, osmosi inversa).

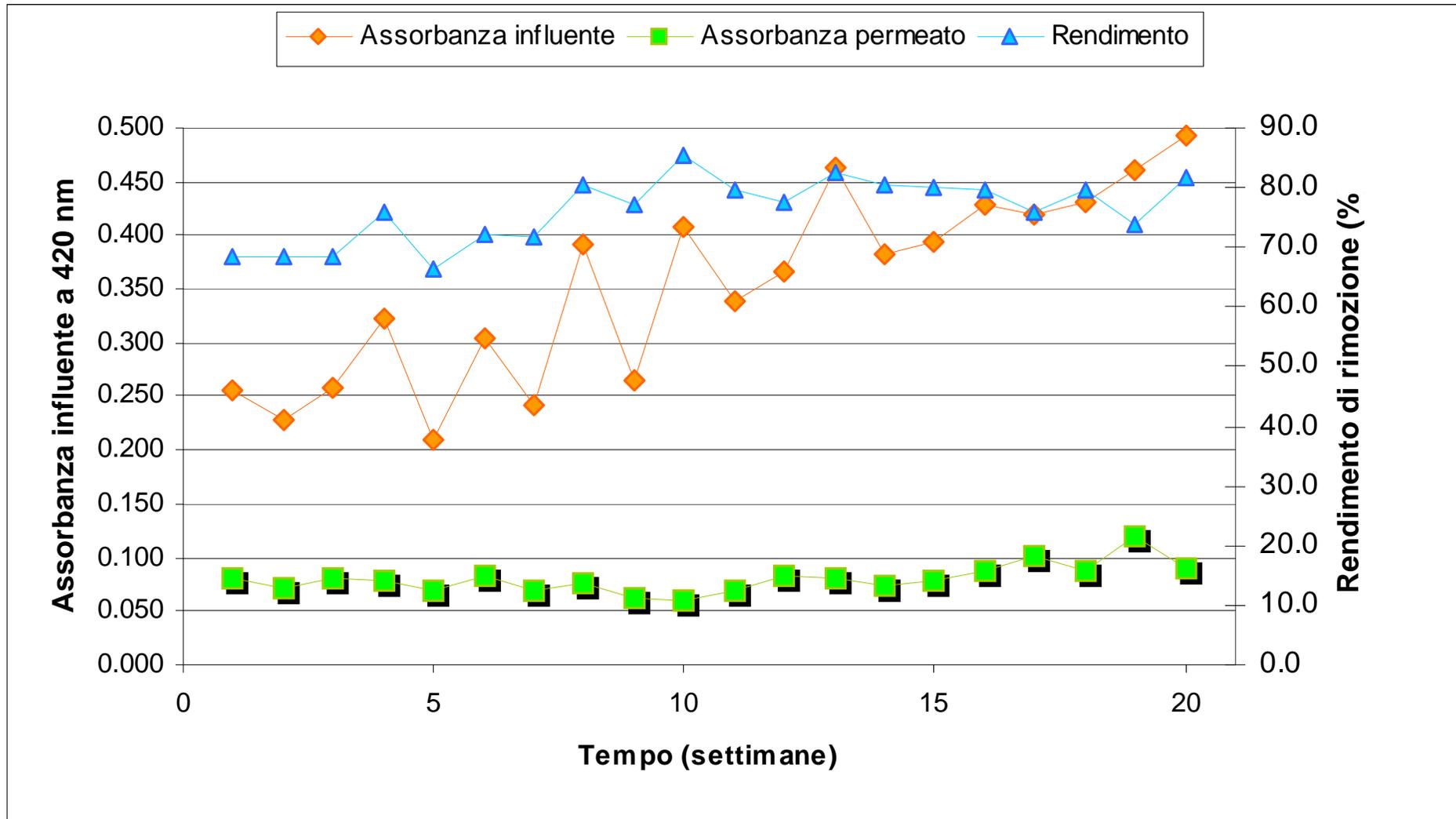


Casi di studio: trattamento acque tessili

- ✓ Capacità depurativa 750.000 abitanti equivalenti
- ✓ Portata in ingresso circa 130.000 m³/d
- ✓ Un'aliquota di circa 100 l/s viene inviata all'impianto di affinamento per il riutilizzo industriale



Casi di studio: trattamento acque tessili



Assorbanza a 420 nm

Range

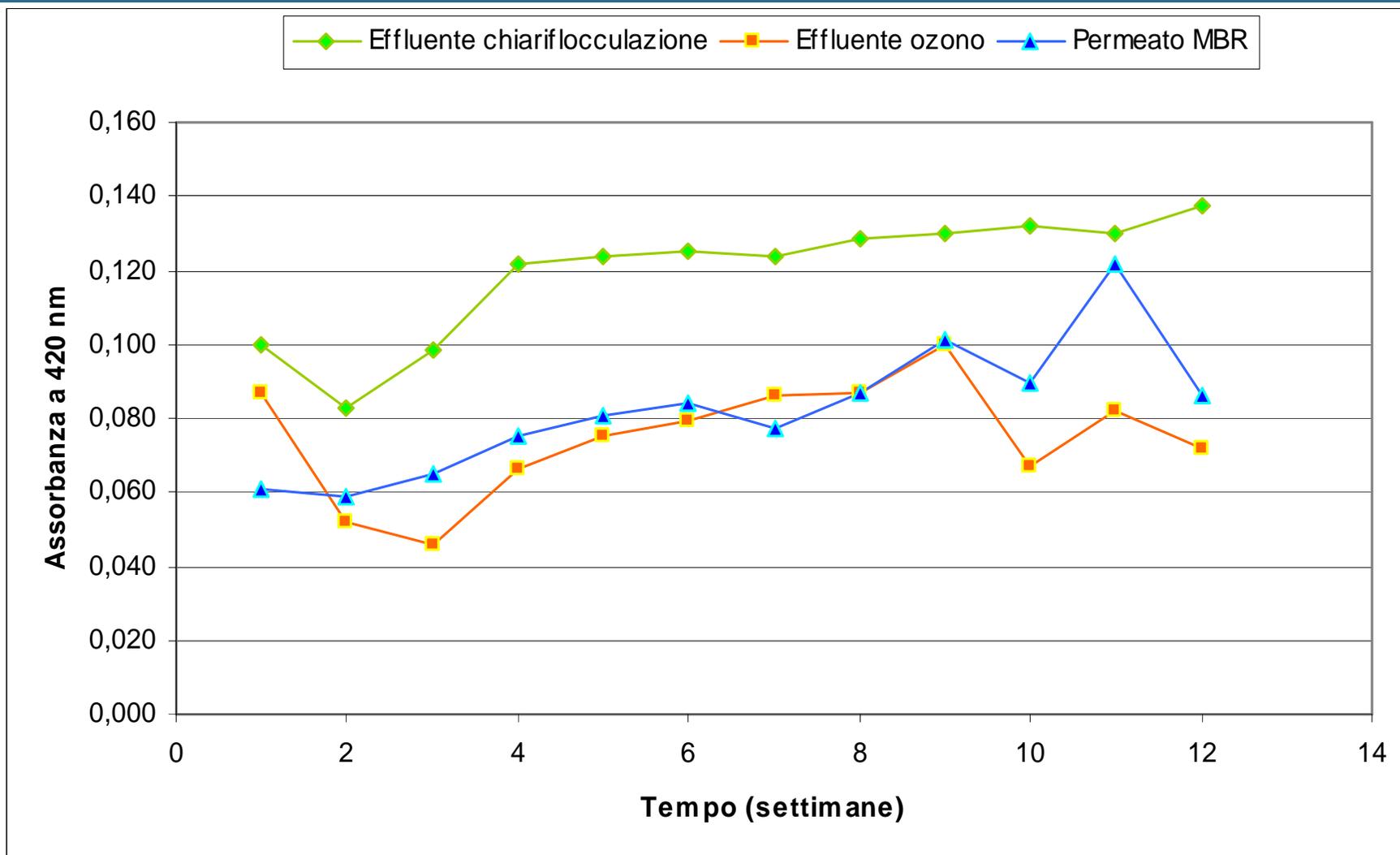
Media

- ✓ Inlet 0,153 - 0,504
- ✓ Outlet 0,041 - 0,119

0,322

0,075

Trattamento reflui tessili

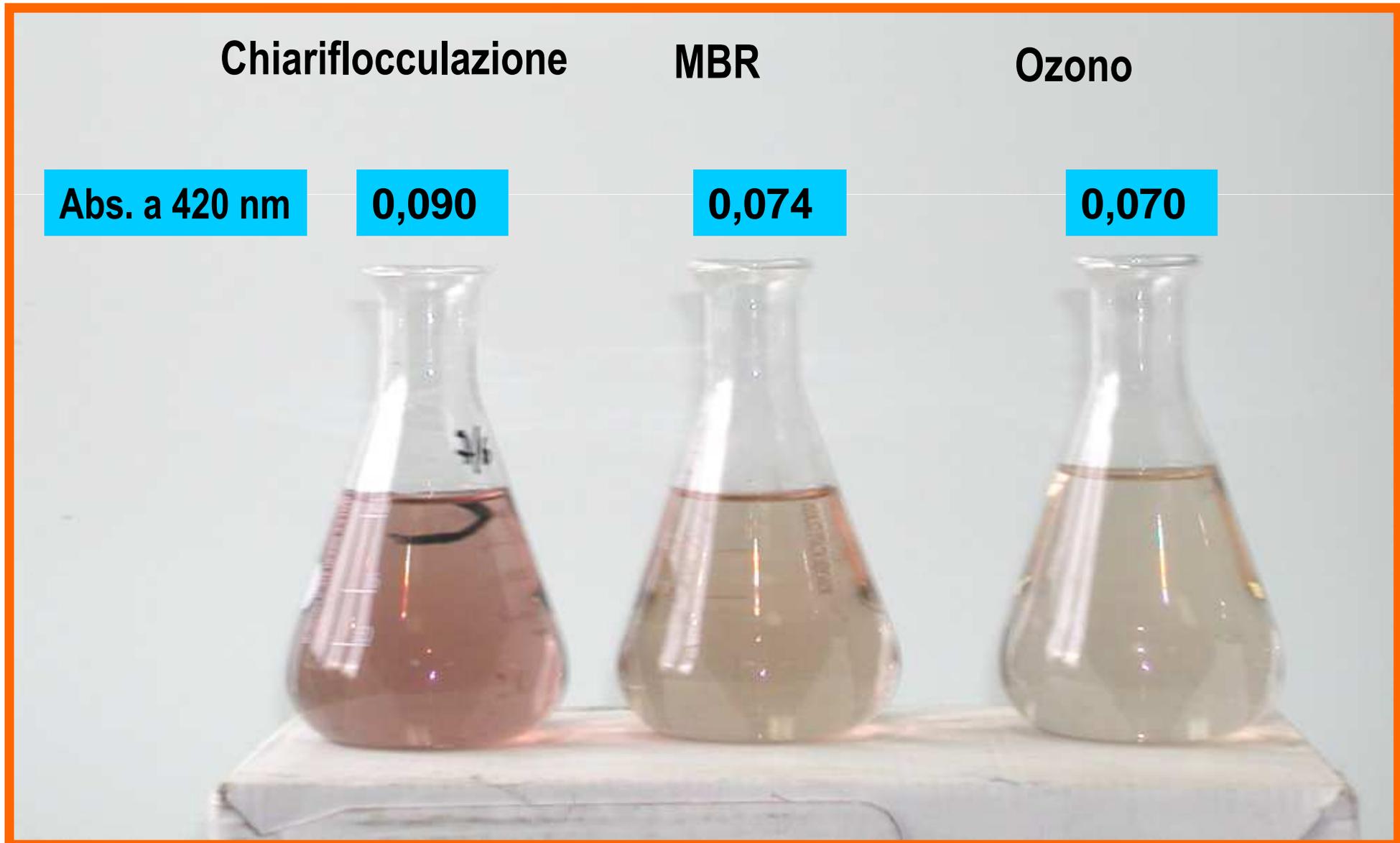


Rimozione media

MBR → 77,2 %

WWTP (con ozono) → 77,6 %

Trattamento reflui tessili



Trattamento reflui tessili

Distretto tessile di Prato, in collaborazione con GIDA SpA

Impianto di Calice

Installazione pilota

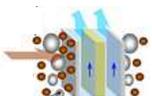
- ✓ MBR (membrane a fibra cava GE)

Distretto tessile di Terrassa (Barcellona), in collaborazione con CSIC

Impianto di Terrassa (Barcellona, Spagna)

Installazioni pilota

- ✓ MBR (membrane a fibra cava Koch)
- ✓ MBR (membrane piane Kubota)



Trattamento reflui tessili

Classi di composti oggetto d'indagine:

Comprensorio tessile di Prato

TENSIOATTIVI

Alchifenoli polietossilati (APnEO)

METALLI

Cr, Cd, Pb

IDROCARBURI POLICLICI

- naftalene,
- antracene
- fluorantene
- benzo(a)pirene
- benzo(g,h,i)perilene
- crisene
- IPA tot
- Fenantrene
- acenaftene
- fluorene
- acenaftilene
- benzo(a)antracene
- benzo(b)fluorantene
- benzo(k)fluorantene

AROMATICI (IPA)

FTALATI

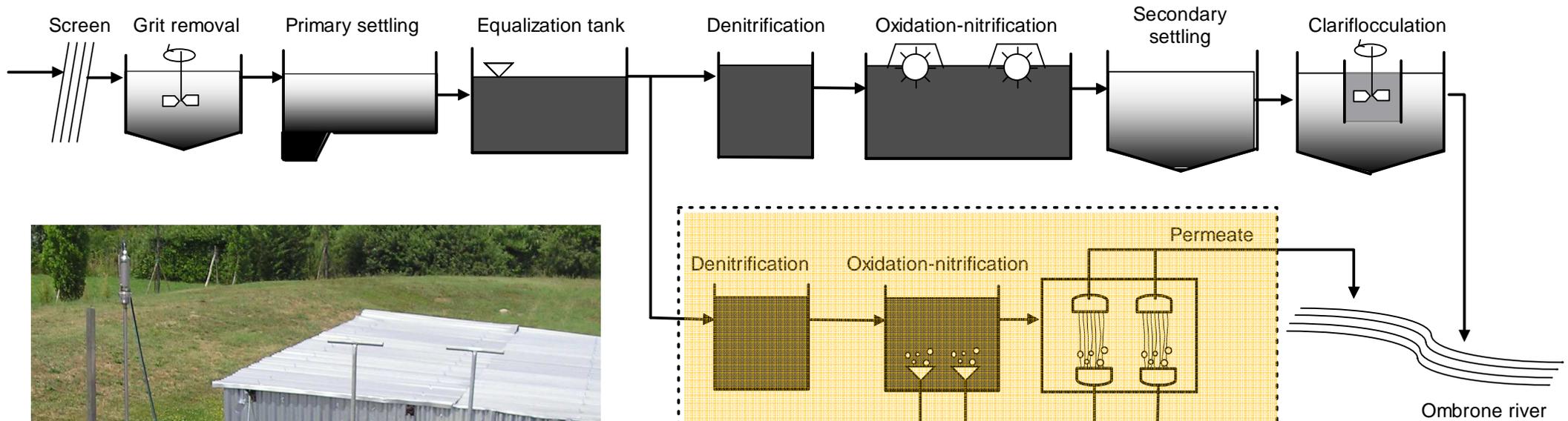
di-2-etilesilftalato

Terrassa – Barcellona (Spagna)

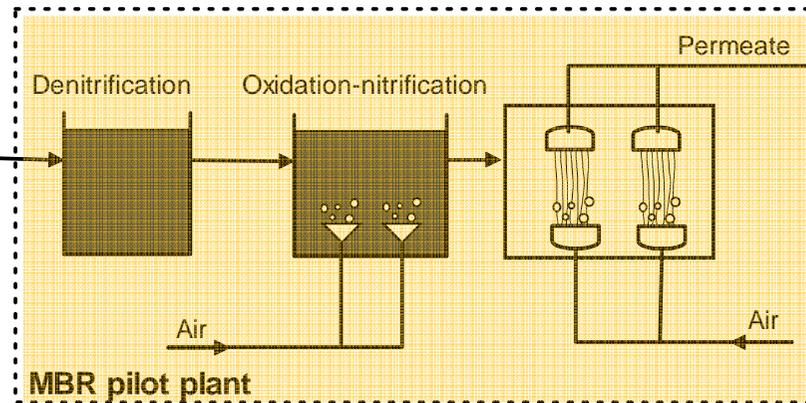
- APnEO e loro sottoprodotti di degradazione
- LAS (tensioattivi anionici a catena alchilica lineare)

Trattamento reflui tessili

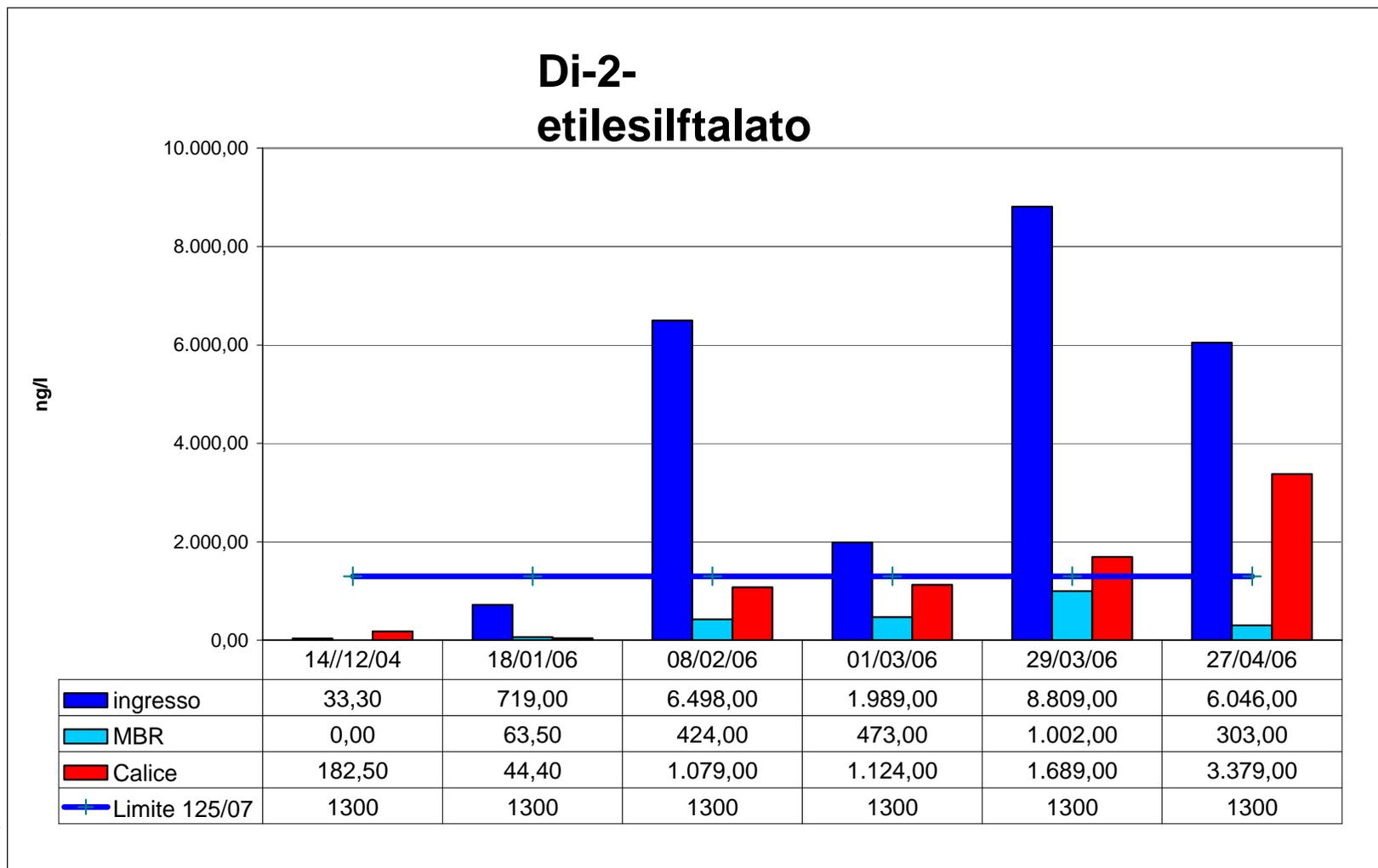
Impianti pilota



Impianto pilota MBR Calice (Prato)



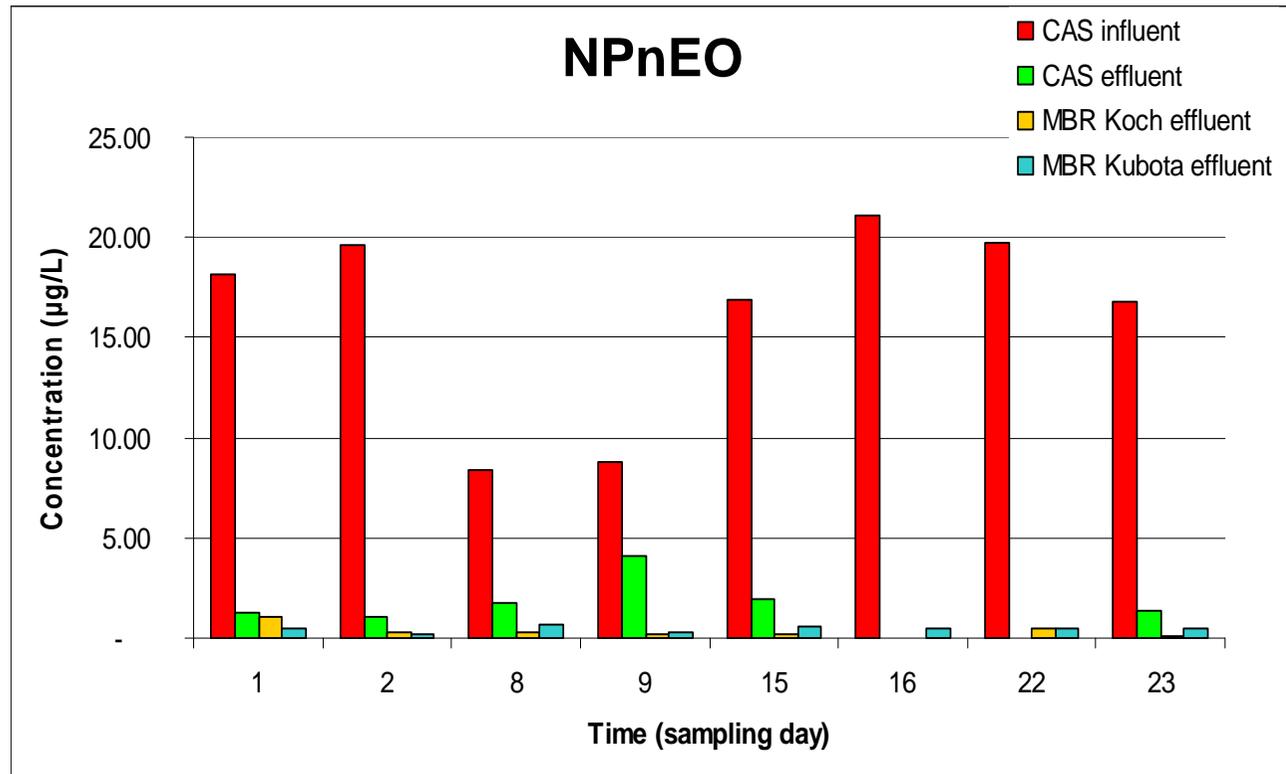
Confronto dell'efficienza di rimozione del Di-2-etilesilftalato



Efficienza di rimozione

MBR 89%
Impianto a fanghi attivi tradizionale 70%

Confronto dell'efficienza di rimozione degli NPnEO tra MBR e CASP



Efficienza di rimozione

85.7% CAS

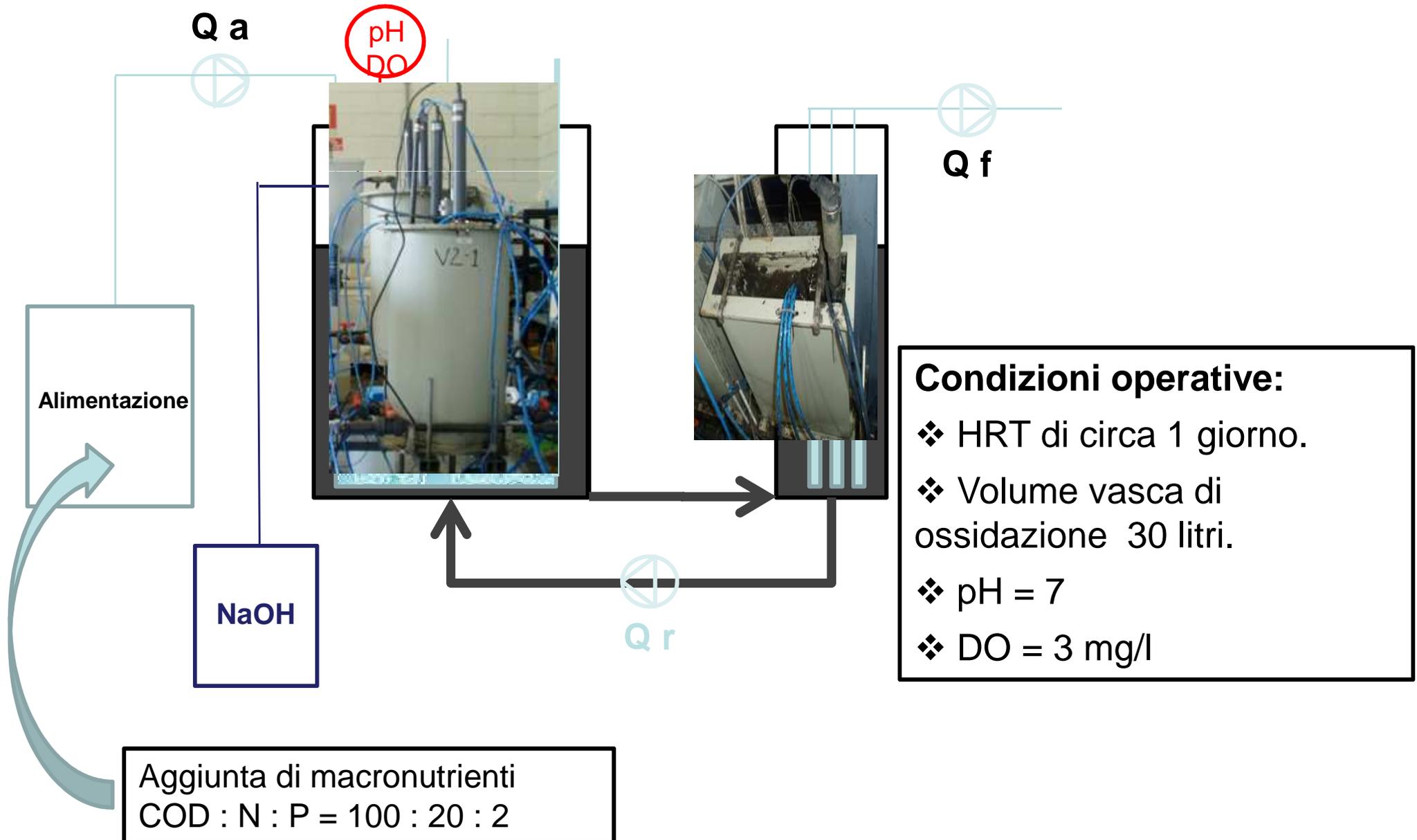
97.8% MBR Koch

96.8% MBR Kubota

	Influent	CASP	MBR-HF	MBR-PF
LAS	1362.9±187.1	15.06±14.44	6.51±4.07	2.76±1.25
NP ₍₁₋₁₅₎ EO	16.44±5.67	1.65±1.25	0.33±0.32	0.45±0.16
NP	4.58±1.12	1.06±0.15	0.47±0.70	0.80±0.46
NP ₁ EC	0.60±0.20	1.47±0.20	0.82±0.32	0.75±0.27
NP ₂ EC	0.67±0.59	1.68±0.48	3.32±0.68	1.79±1.09

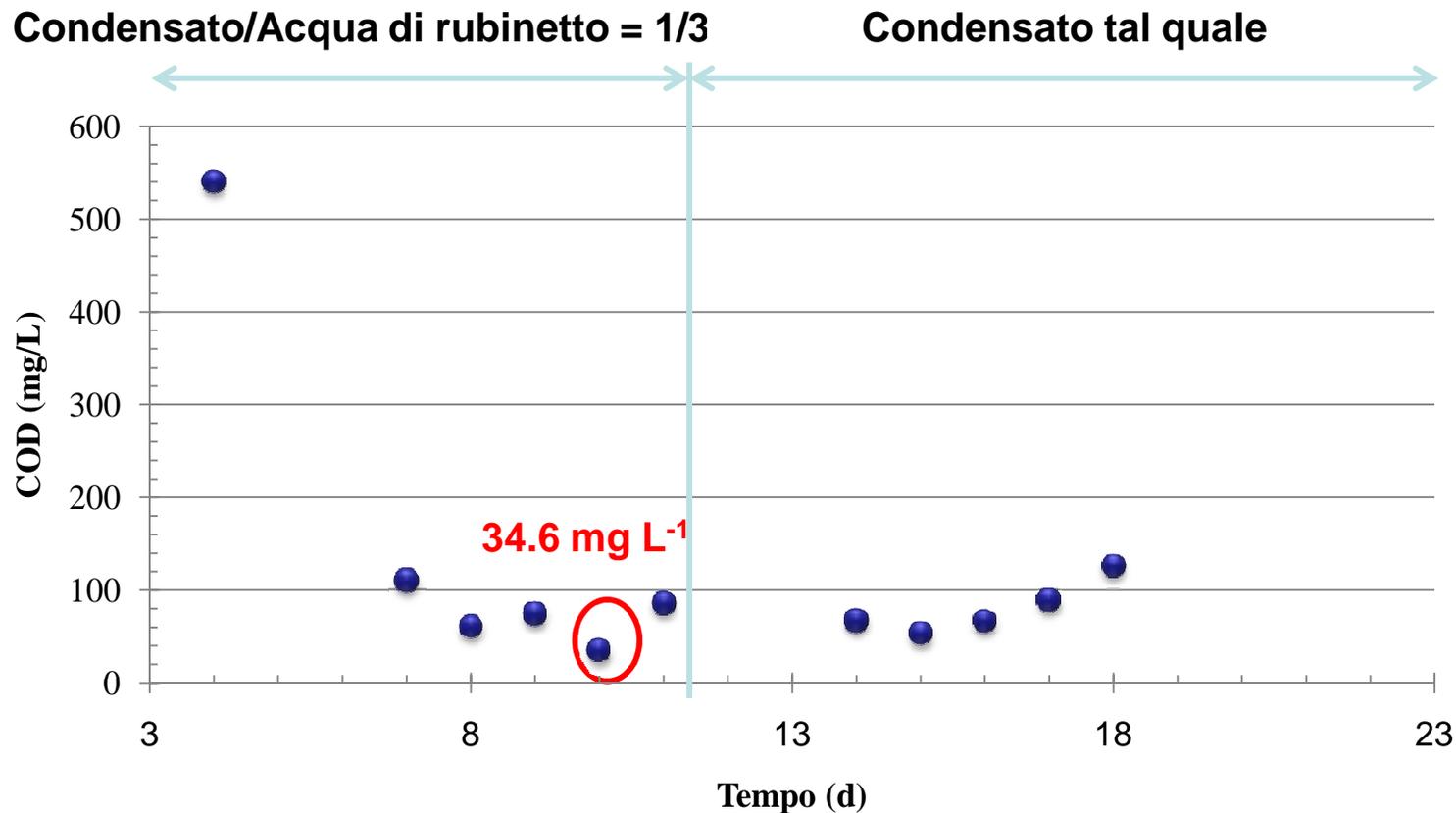
Trattamento biologico a scala pilota

L'impianto MBR



Risultati

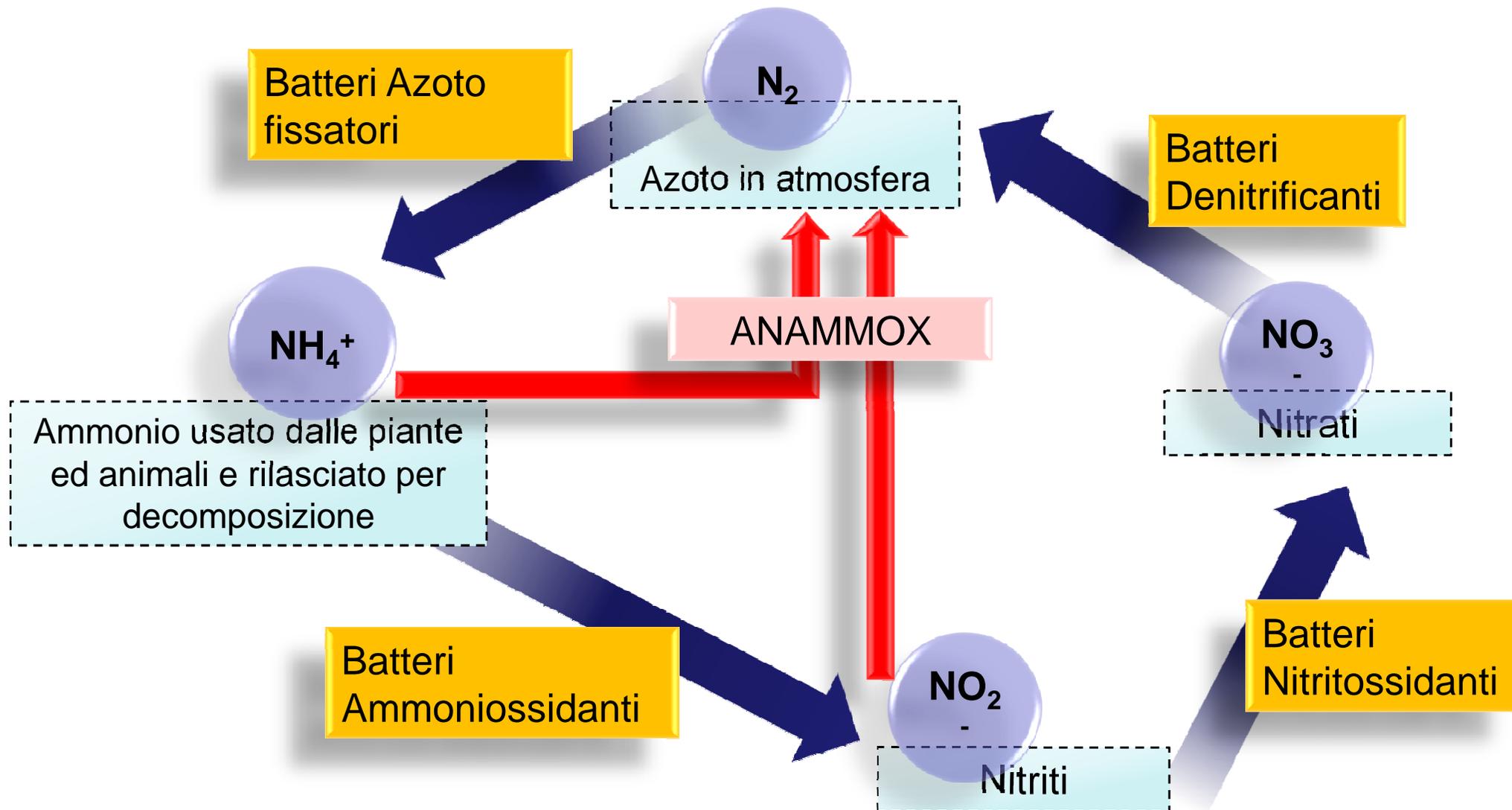
Condensato	COD (mg/L)	Ammonio (mg N-NH ₄ /L)	VFA (mg/L)	Phosphate (mg P-PO ₄ /L)	pH
1	1100	0,15	97	0,1	3,47



- Bioegradabilità del refluo di circa il **95%**.
- Concentrazione del COD nell'effluente inferiore al limite di scarico in corpo idrico recettore.

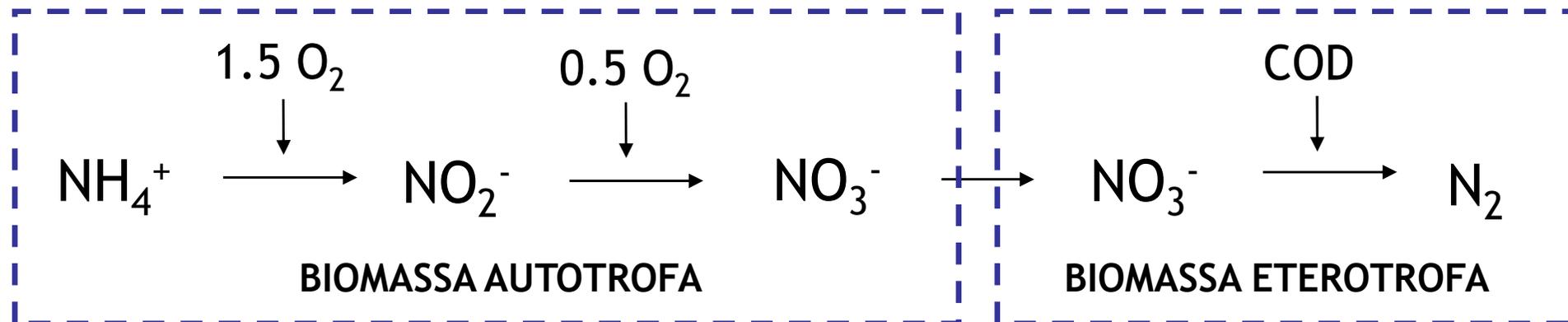
REPLICA START-UP: Rimozione del 90 % del COD dopo 8 giorni dall'avvio con diluizione iniziale 1:1 con acqua di rubinetto

Trattamento surnatante digestato suinicolo

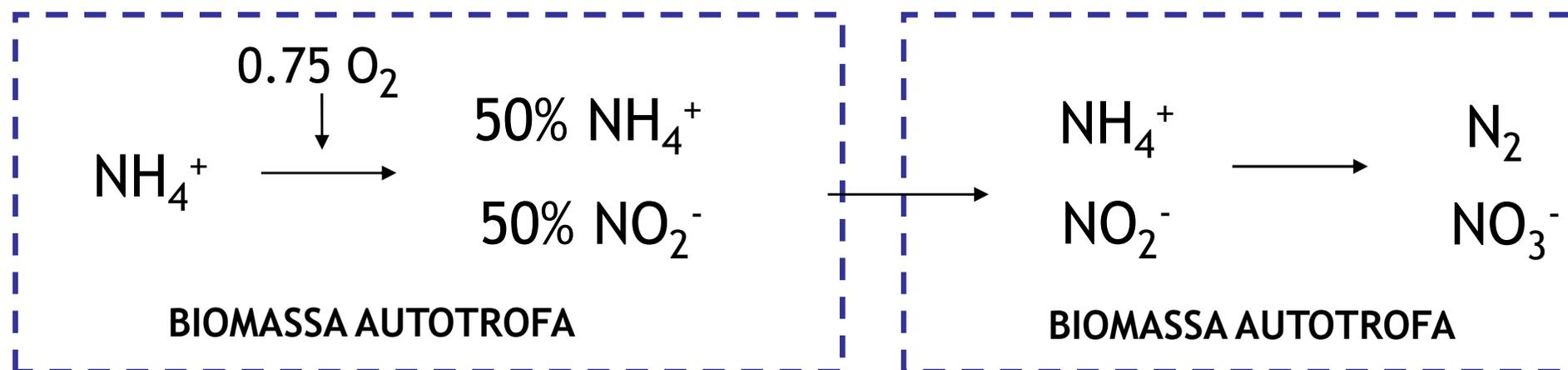


Trattamento surnatante digestato suinicolo

Processo convenzionale di Nitrificazione - Denitrificazione

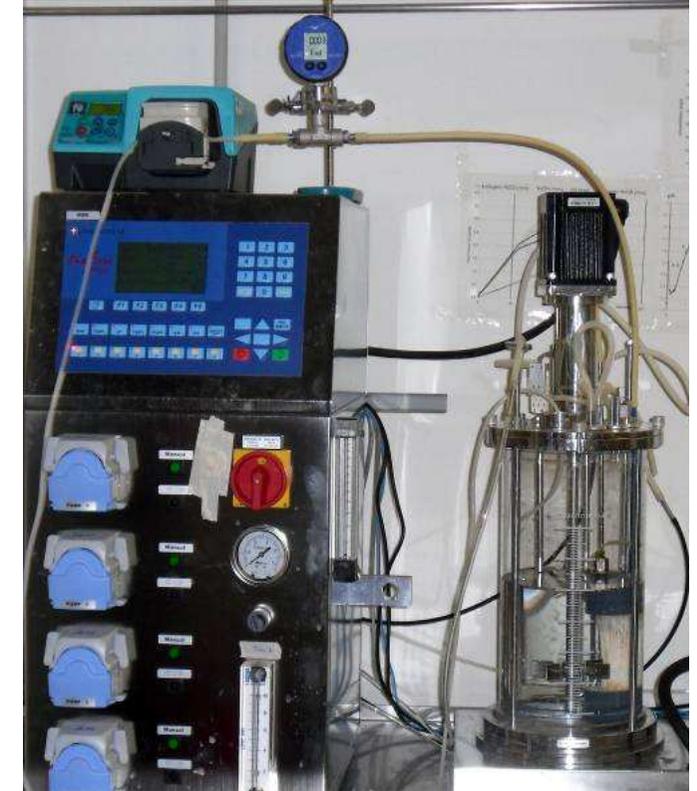
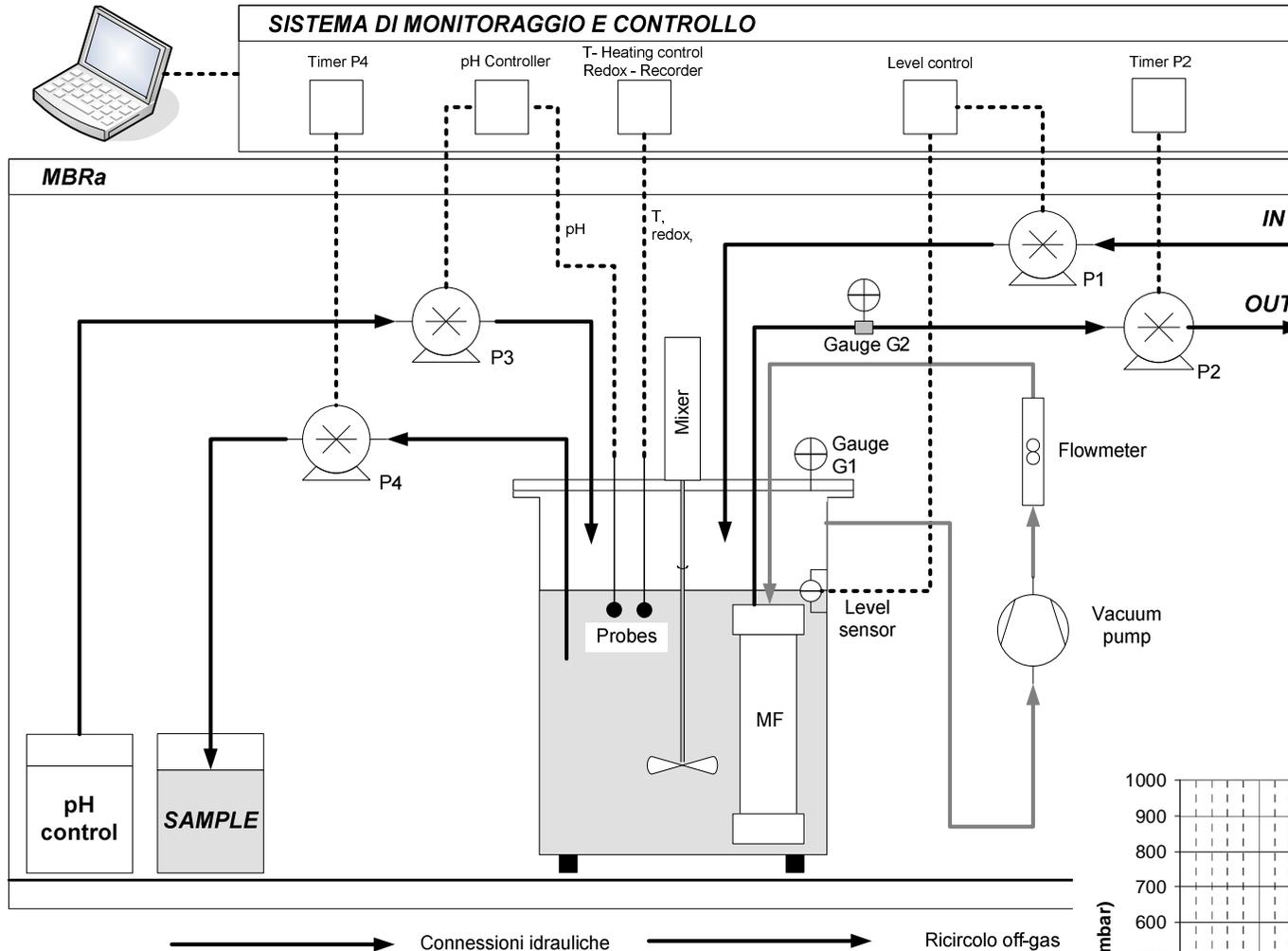


Processo combinato Nitrificazione Parziale - Anammox

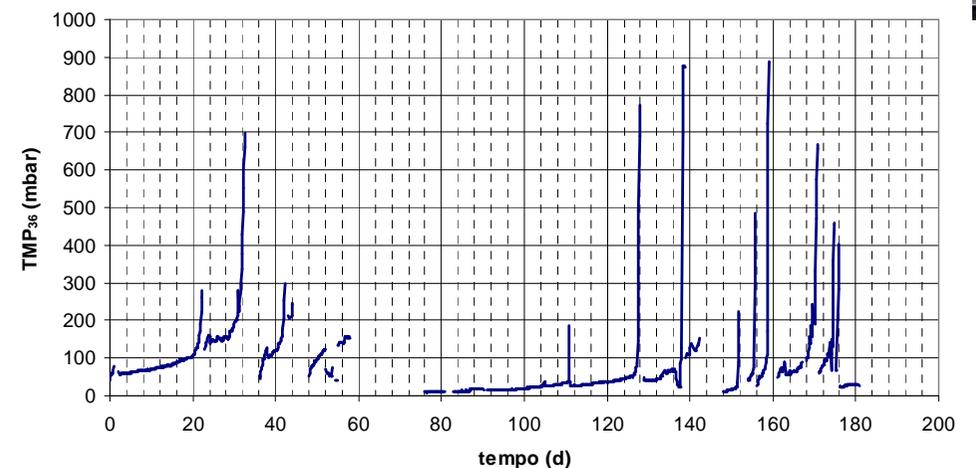


Trattamento surnatante digestato suinicolo

MBR Anammox

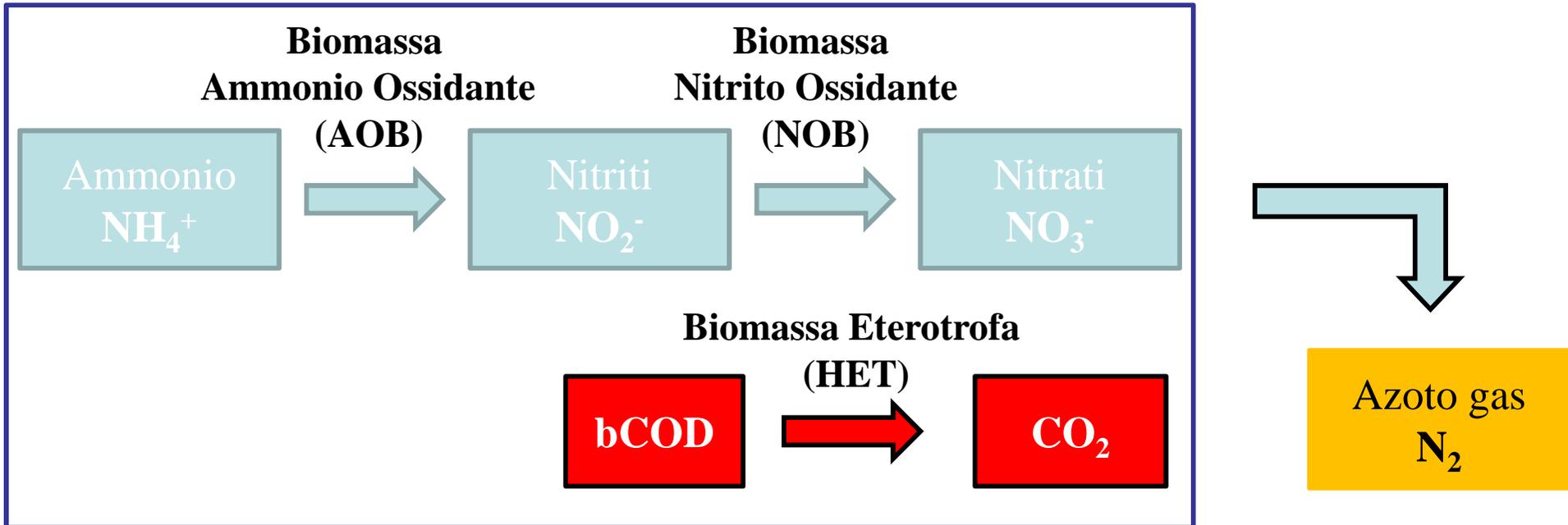


Frequenti interventi di pulizia per presenza di SS e colloidali nel refluo



Bioagumentation

Limiti del contesto tecnologico tradizionale nella rimozione di nutrienti



COD = 250 – 350 mg/L
N tot = 25 – 35 mg/L

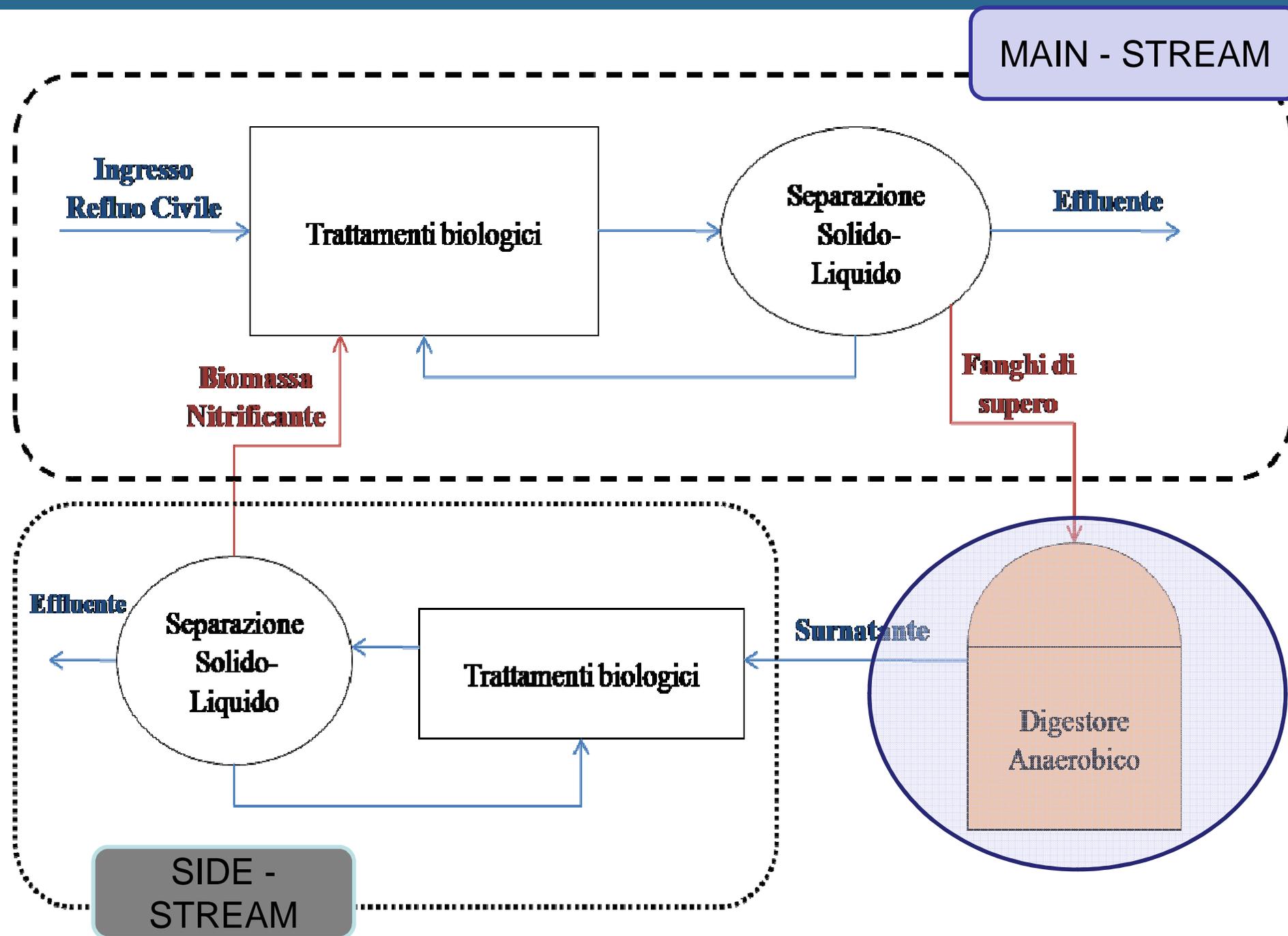
SRT = 8 – 10 d

SRT = 1 – 2 d

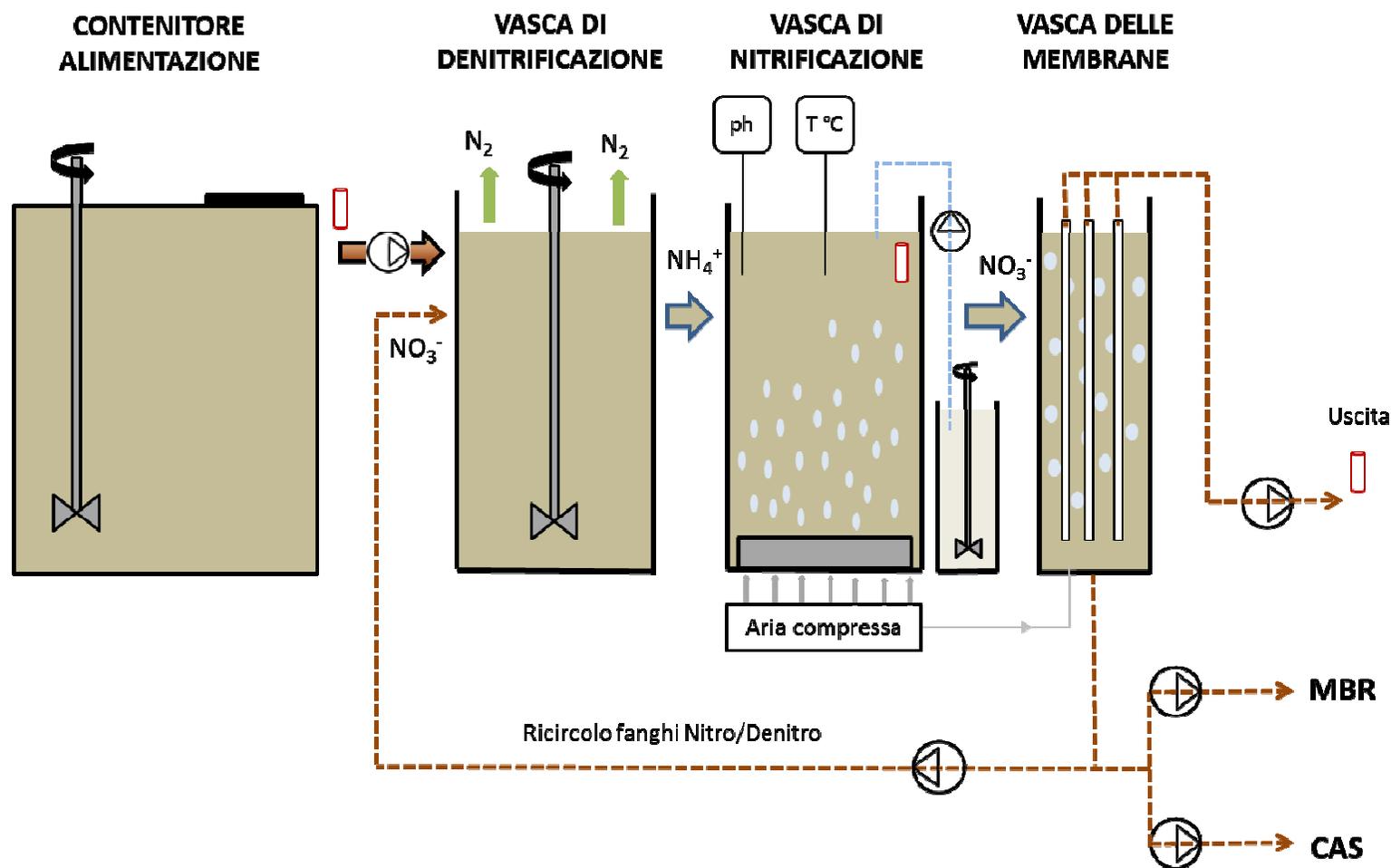
COD = 125 mg/L
N tot = 10mg/L

Vasca di OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE

Bioagumentation



Bioagumentation



Refluo in ingresso con **elevato rapporto N-COD**

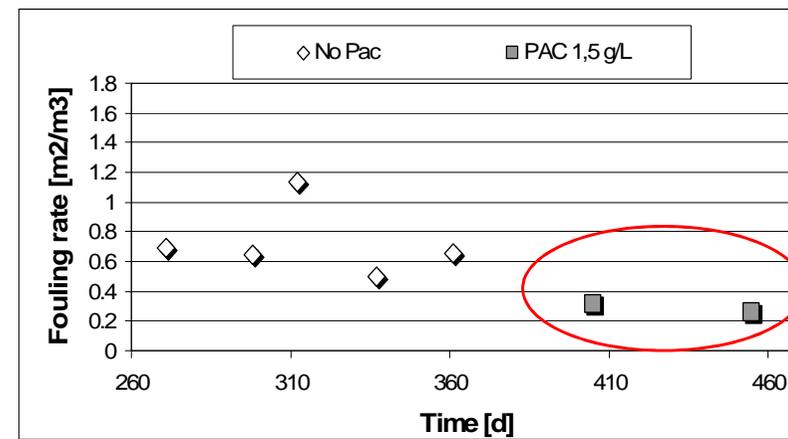
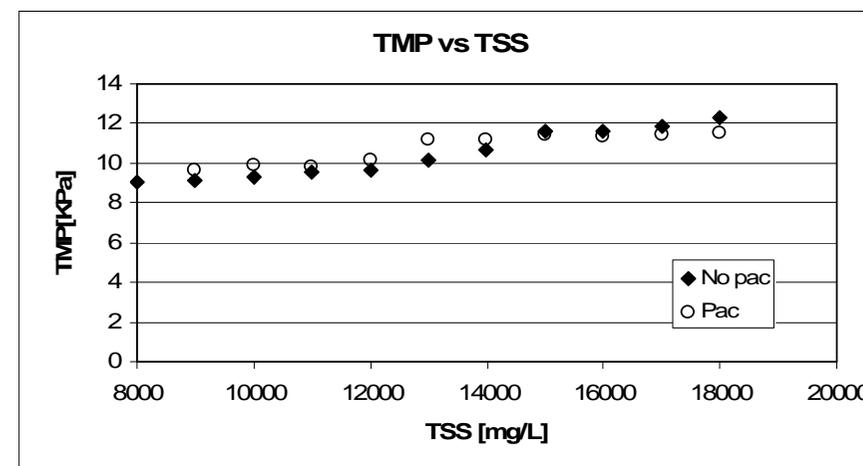
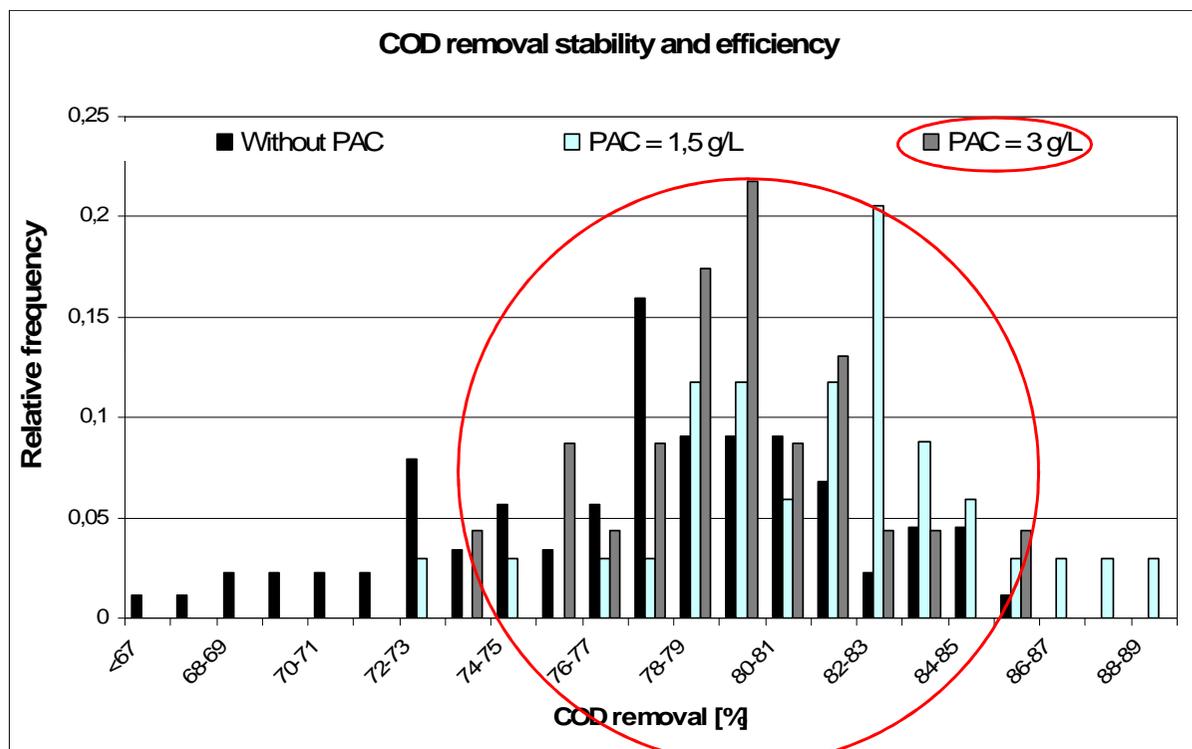
Elevata età del fango (**SRT = 20 d**)

Controllo della temperatura (**T = 20 °C**)

Reattore side-stream: **MBR**

Reflui conciari: MBR+PAC

Period	PAC [g L ⁻¹]	SRT [d]	TSS [g/L]	HRT [h]	Start [d]	End [d]	Mean T [°C]	COD removal [%]
I	0	88	15.6	50	1	380	20	77,4
II	1.5	32	17.2	50	381	455	12	81,6
III	1.5	74	12.6	100	456	503	14,5	81
IV	3	95	14.0	100	504	594	24	79,5

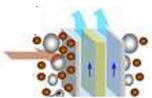


Conclusioni

Gli impianti MBR rappresentano oggi una tecnologia che è uscita dalla fase sperimentale e rappresenta una scelta tecnologica di cui sono noti i punti di forza e di debolezza.

Il settore industriale rimane probabilmente il luogo applicativo di elezione, anche se le installazioni più importanti sono destinate al trattamento di reflui civili.

Nonostante ciò ci sono ancora ampi margini di messa a punto e miglioramento funzionale, con soluzioni che, specie per il trattamento di reflui industriali possono trovare utili sinergie con altre tecnologie di trattamento.



Applicazione dei sistemi MBR al trattamento di reflui industriali



**Grazie per
l'attenzione...**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE

Claudio Lubello

Università di Firenze

claudio.lubello@unifi.it

