



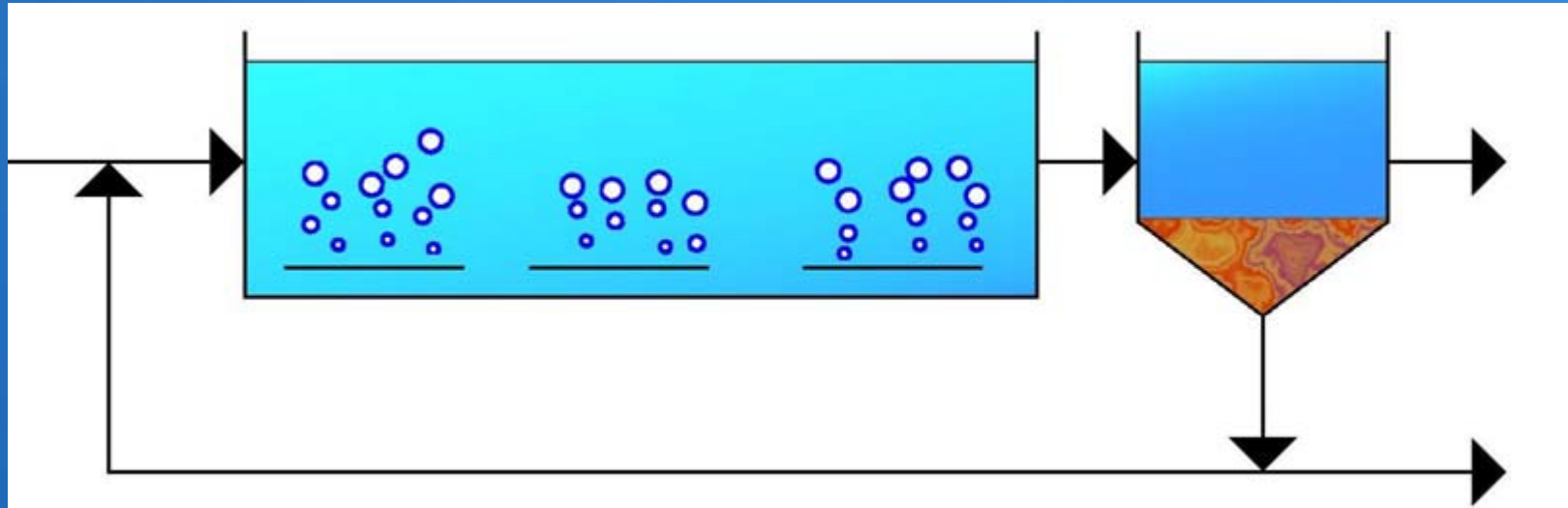
TIPOLOGIE DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE E RIUTILIZZO DEI REFLUI

A large, stylized graphic of a water splash or droplet falling into a pool of water, creating concentric ripples. The graphic is centered on the slide and serves as a background for the author's name and affiliation.

Luca Bonomo
Politecnico di Milano
DIIAR Sezione Ambientale



Sistema convenzionale a fanghi attivi



Devono ormai quasi sempre prevedere fasi di controllo dell'azoto:

- ✎ Nitrificazione comunque necessaria per il rispetto dei limiti allo scarico
- ✎ Denitrificazione, almeno parziale, sempre opportuna anche per la corretta gestione del processo biologico

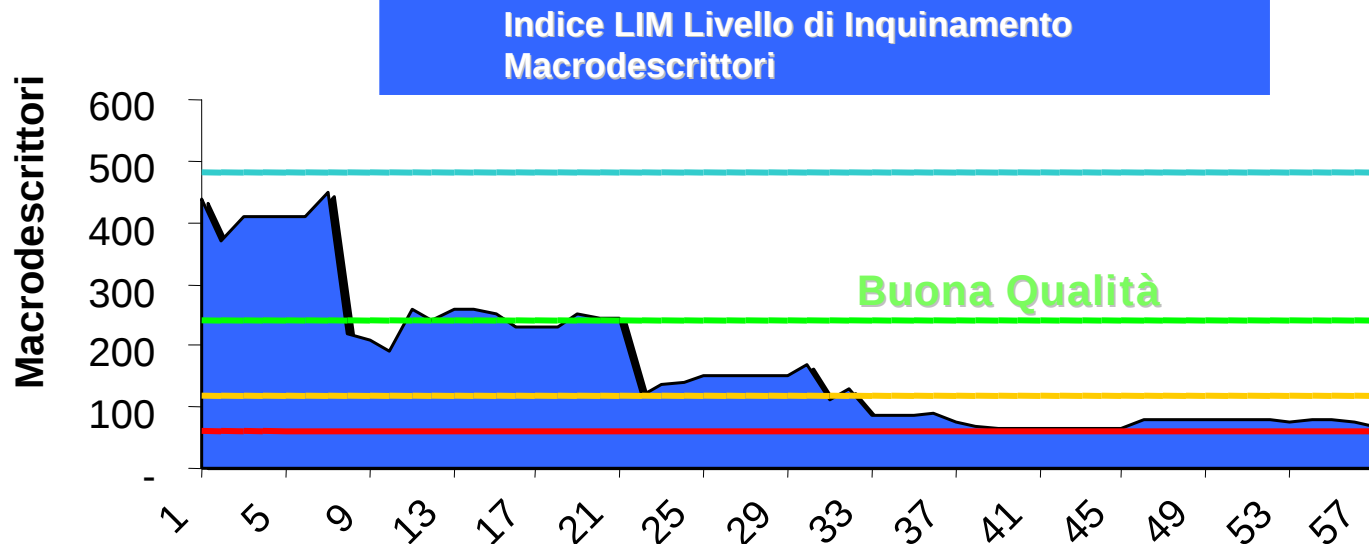


PROCESSI A FANGHI ATTIVI -

Aspetti problematici

- Rilevante impegno di spazio, per i bassi carichi applicabili nei reattori e per i rilevanti ingombri dei sedimentatori biologici
- Conseguenti difficoltà di inseribilità ambientale, anche per le difficoltà ed i costi per la copertura degli impianti
- Problemi gestionali spesso collegati alle caratteristiche di decantabilità dei fanghi ed alla gestione dei sedimentatori biologici
- Livelli depurativi dei macro-inquinanti (solidi sospesi, BOD, nutrienti) talvolta insufficienti in rapporto alle esigenze dei ricettori ed a quelle del riuso.
- Problemi emergenti relativi alla presenza di micro-inquinanti refrattari ai trattamenti biologici





In alcune situazioni
limite (caso del fiume Lambro)
la rimozione ottenibile da un
trattamento convenzionale
non è in grado di garantire il
rispetto degli obiettivi di qualità
previsti per i corpi idrici

Parametro	Uscita
SS	10
BOD	10
COD	30 – 40
N _{tot}	10
NH ₄	2 – 3
P	1 - 2

ALTERNATIVE AI TRATTAMENTI A FANGHI ATTIVI

PROCESSI A BIOMASSE ADESE

Alcune conformazioni convenzionali mantengono interesse, soprattutto per impianti di piccole e medie dimensioni.

- Contattori biologici rotanti (dischi biologici)

Altri processi sono di introduzione relativamente recente:

- Filtri biologici
- Moving Bed Bioreactors (MBBR)

PROCESSI NATURALI ESTENSIVI

- Fitodepurazione
- Lagunaggi
- Infiltrazione



PROCESSI A BIOMASSA ADESA

CONFRONTO CON BIOMASSA SOSPESA

- **Vantaggi:**

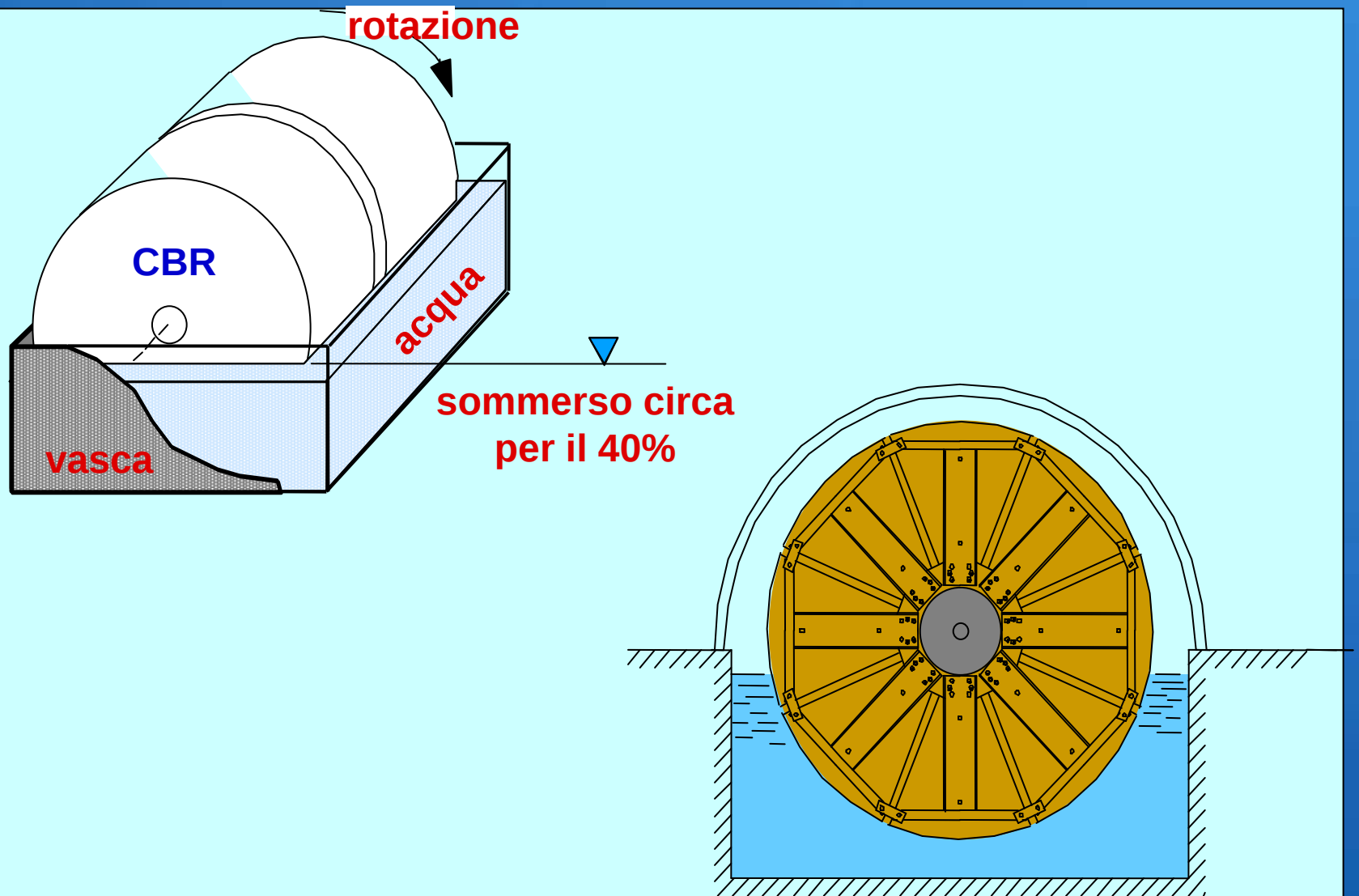
- Minore ingombro planimetrico
- Indipendenza dallo SVI dei fanghi
- Eliminazione (o semplificazione) della sedimentazione secondaria
- Azione filtrante e minor presenza di SS allo scarico (in alcuni processi)

- **Svantaggi:**

- Necessità sedimentazione primaria
- Maggior complessità gestionale
- Costi più elevati



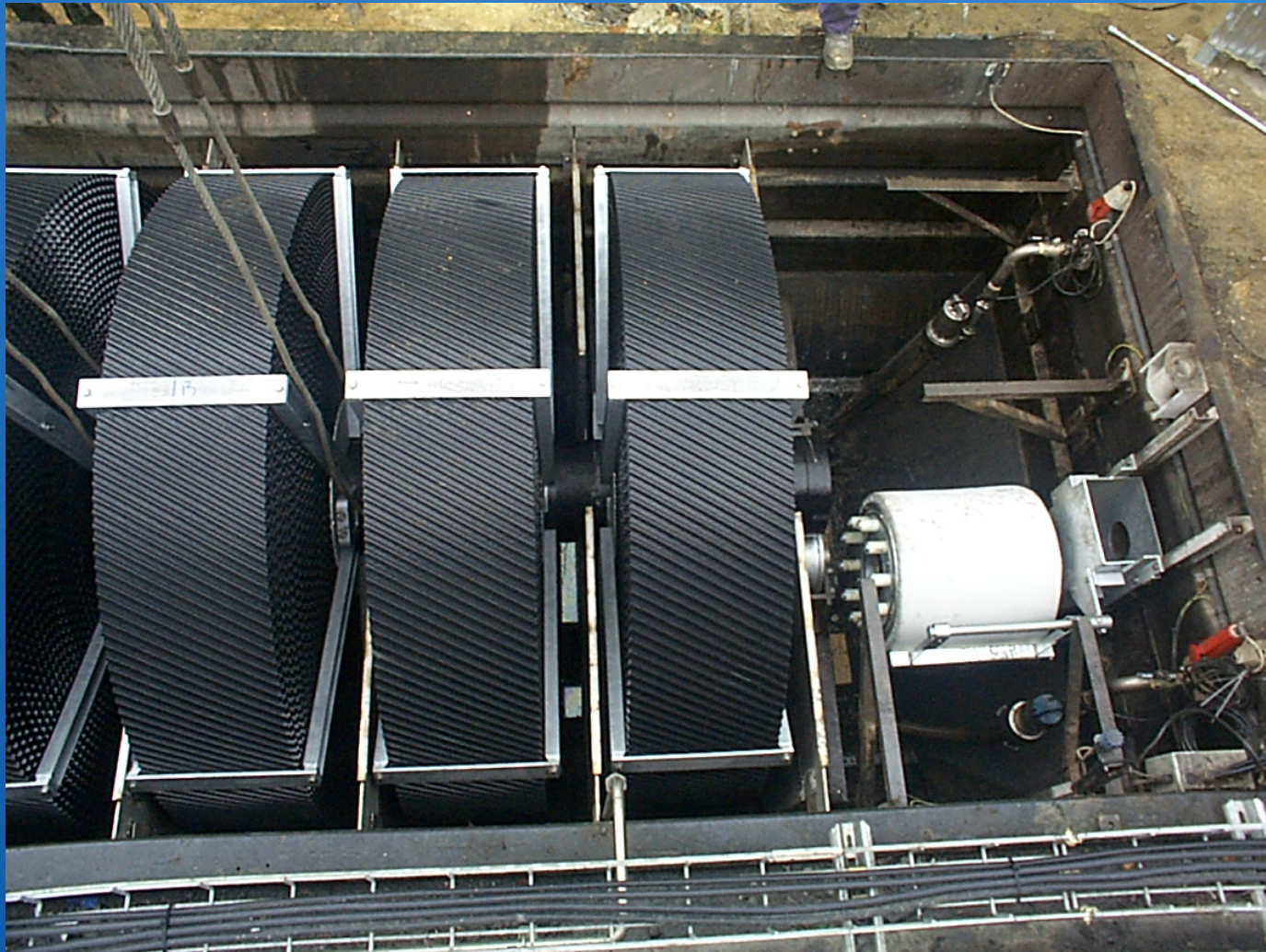
Schema di un Disco Biologico



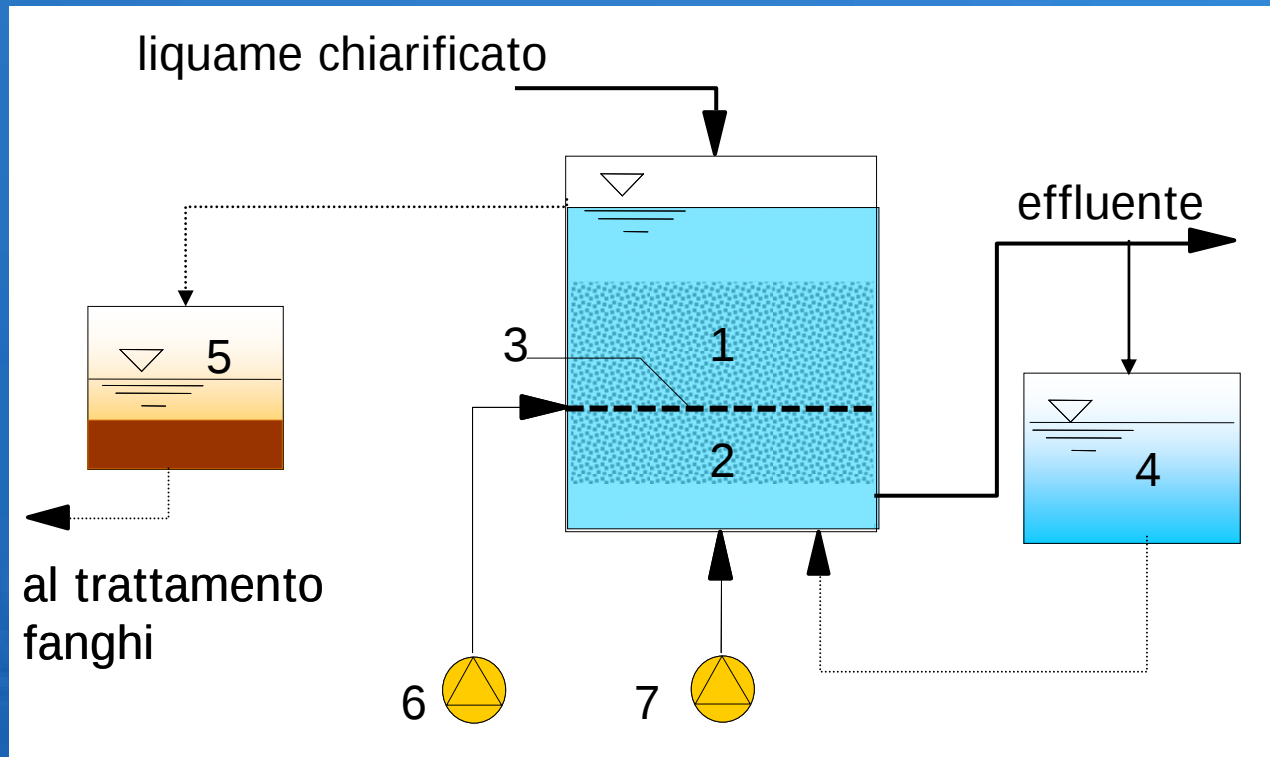
IMPIANTO di Veneri (BIODISCHI)



ESEMPIO DI DISCO BIOLOGICO PER PICCOLE COMUNITA



FILTRI BIOLOGICI SOMMERSI A LETTO FISSO CON CONTROLAVAGGIO



1 – mezzo di supporto, zona di ossidazione;
2 – zona di filtrazione;
3 – griglia di aerazione;
4 – accumulo effluente per lavaggio;

5 – accumulo fanghi asportati durante i lavaggi;
6 – soffiante aria di esercizio normale;
7 – soffiante aria di lavaggio.



BIOFILTRAZIONE



IMPIANTO DI PESCHIERA BORROMEO



Confronto tra impegni areali di un sistema convenzionale e un impiomanta a biofiltro



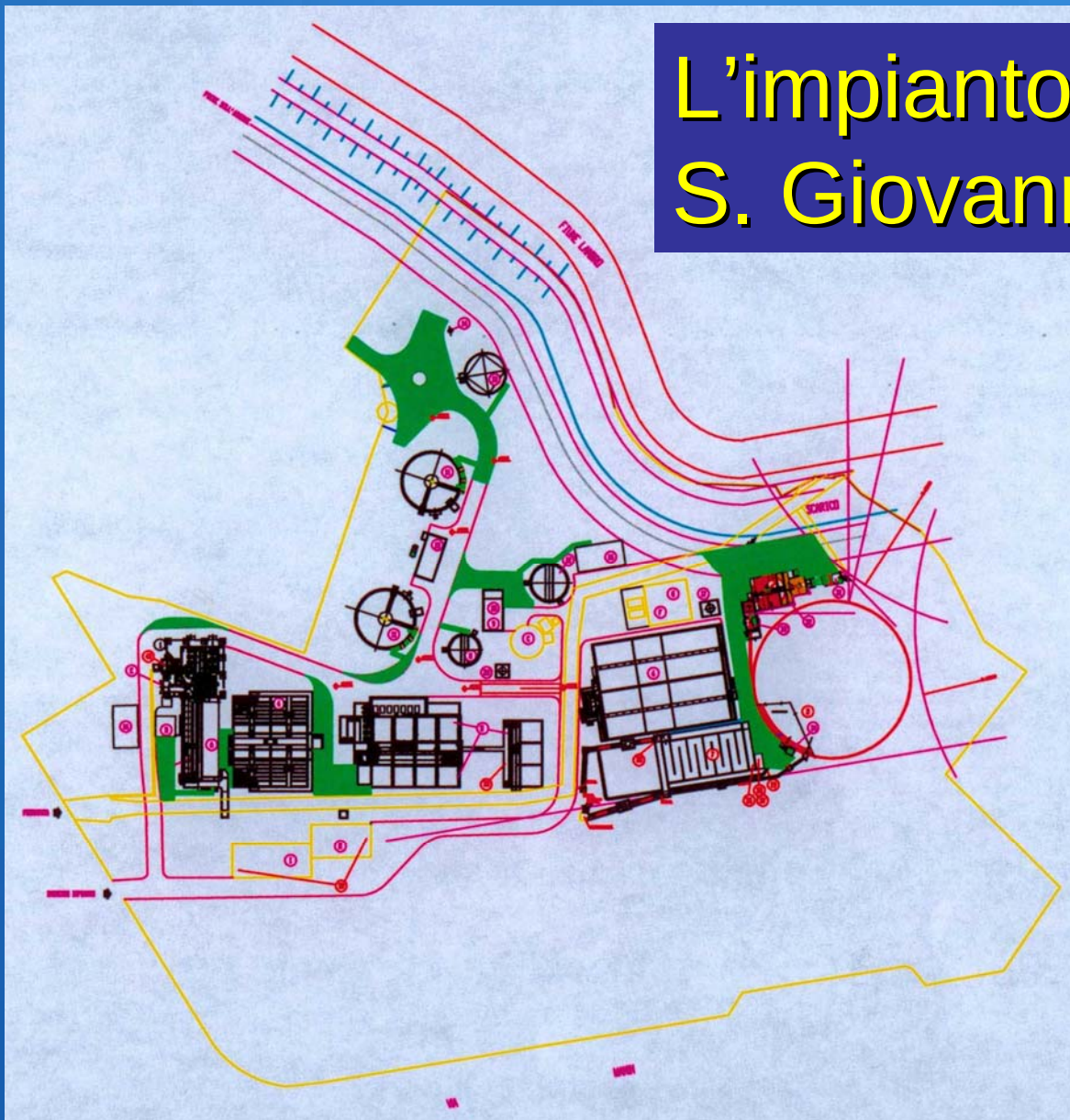
IL DEPURATORE DI PESCHIERA: SEZIONE DI BIOFILTRAZIONE



29/04/2005



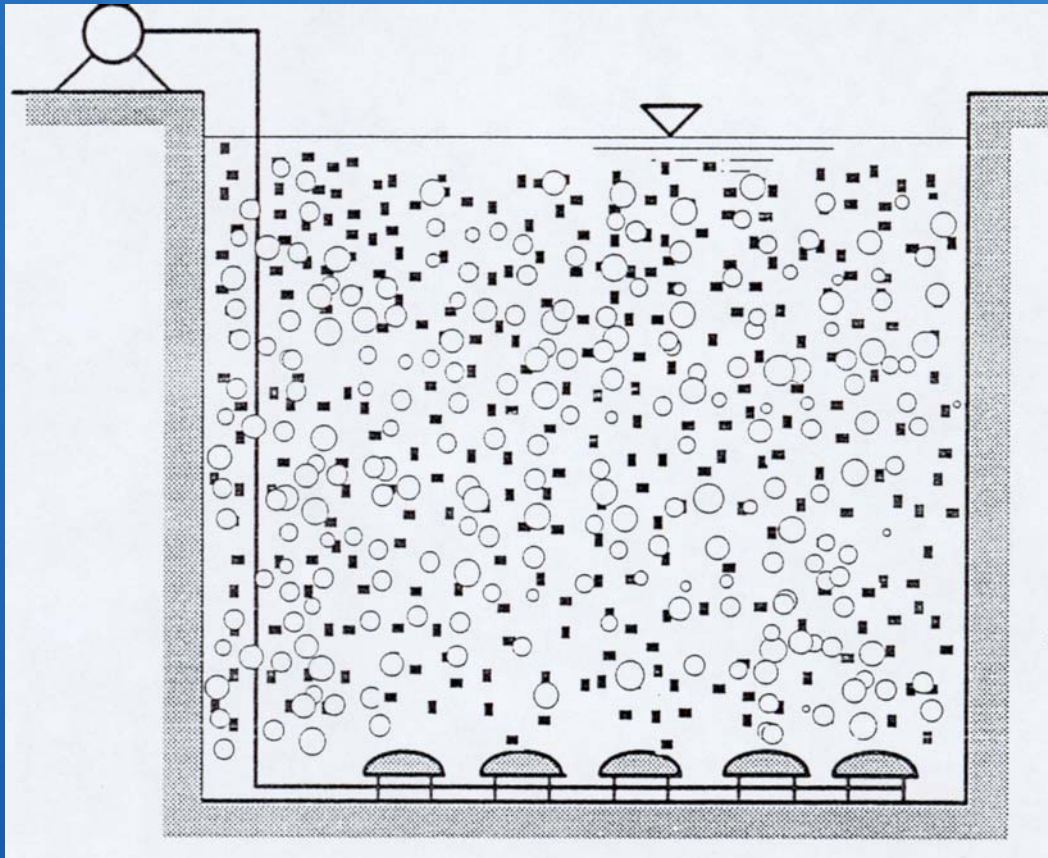
L'impianto di Sesto S. Giovanni: Planimetria



Presentazione dell'impianto di Bergamo, Maggio 2001

Politecnico di Milano, DIAR - Ascoli

Reattori MBBR (Moving Bed BioReactors)



Reattori a biomassa
adesa con moduli mobili
sommersi in vasche
aerate



Nitrificazione terziaria a Bergamo

Particolare della vasca



Presentazione dell'impianto di Bergamo, Maggio 2001

16



Nitrificazione terziaria a Bergamo

Griglia di uscita dell'acqua



Presentazione dell'impianto di Bergamo, Maggio 2001

17

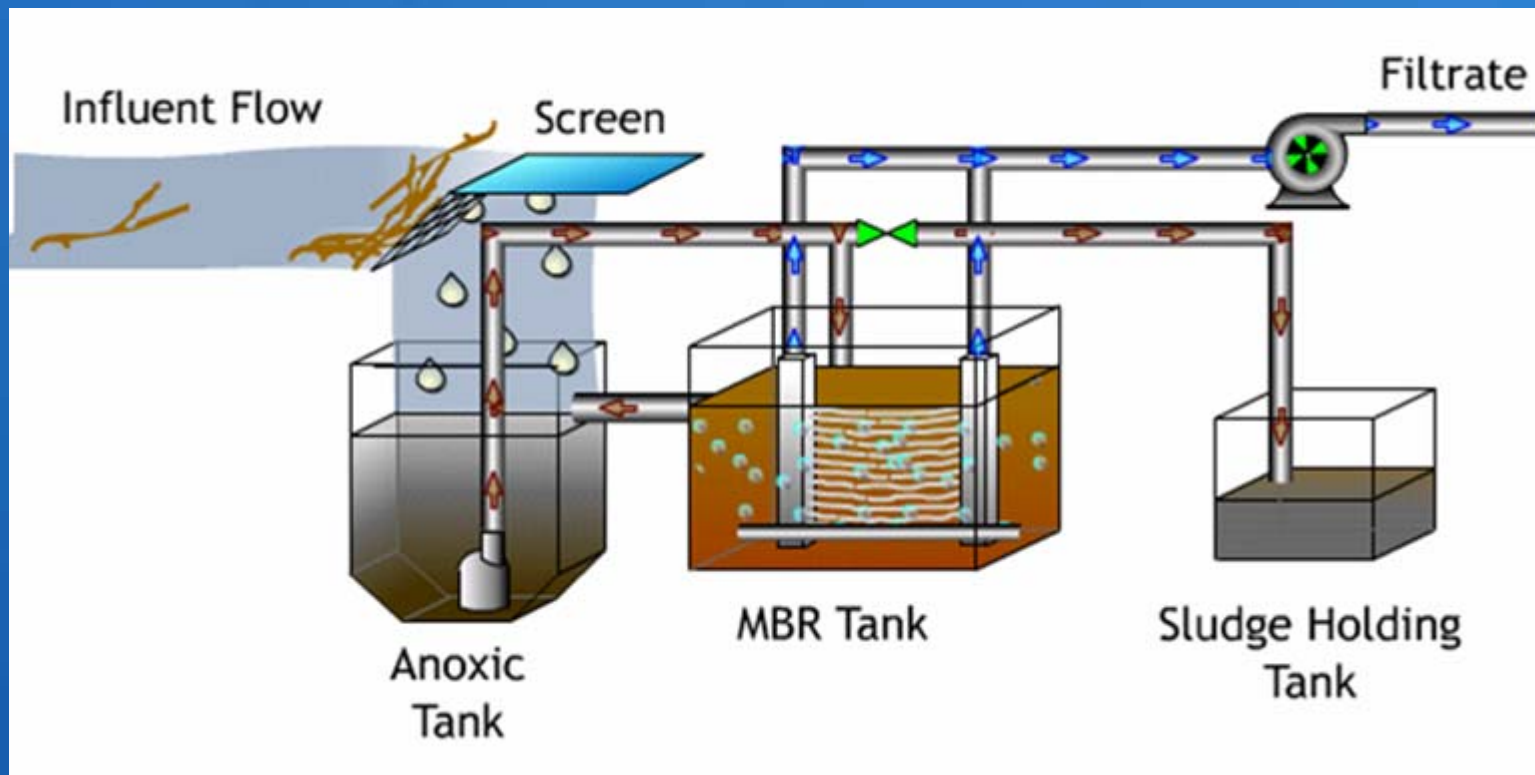


Particolare dei moduli mobili sommersi

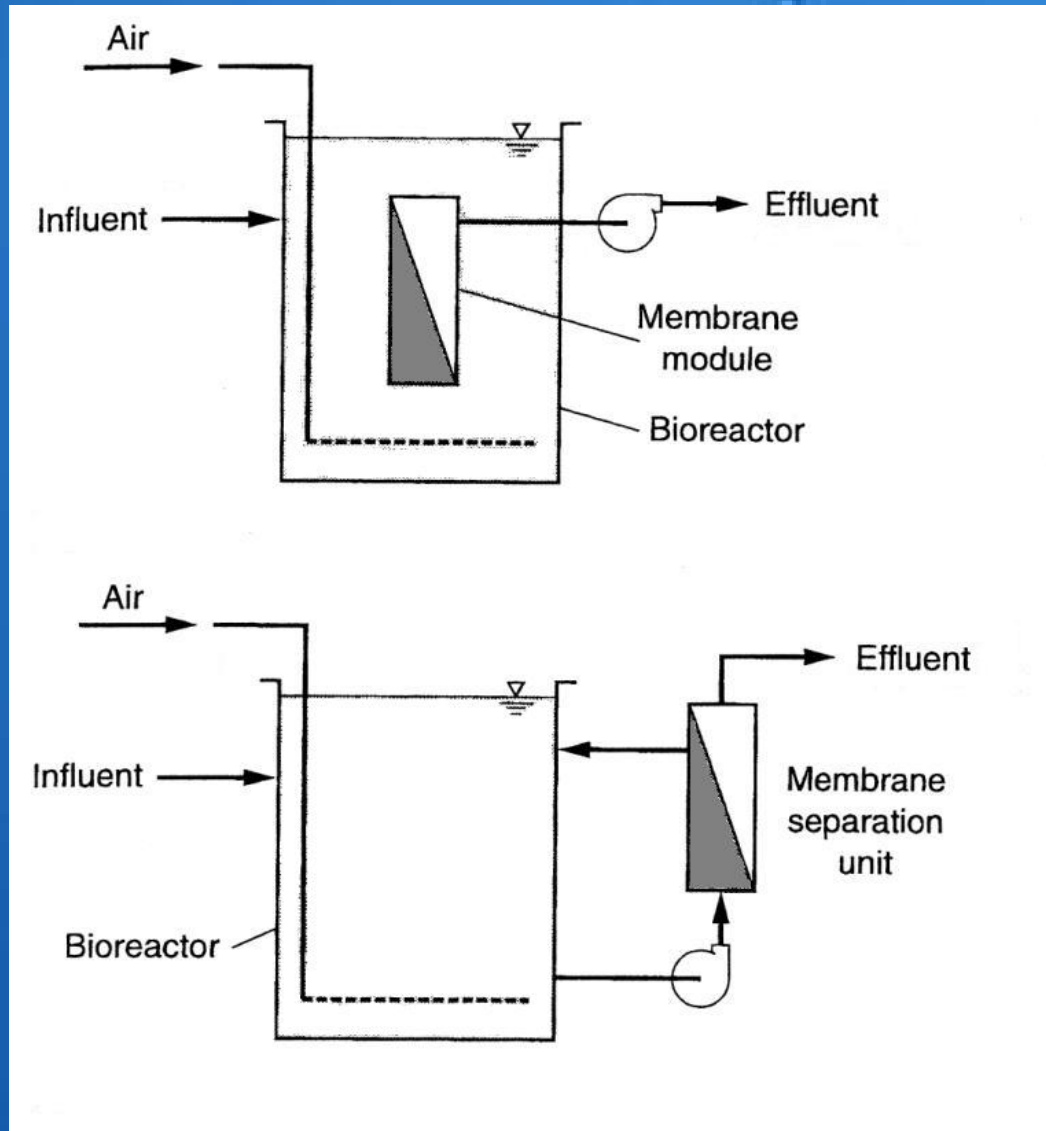


REATTORE A MEMBRANA

Schema di un reattore MBR



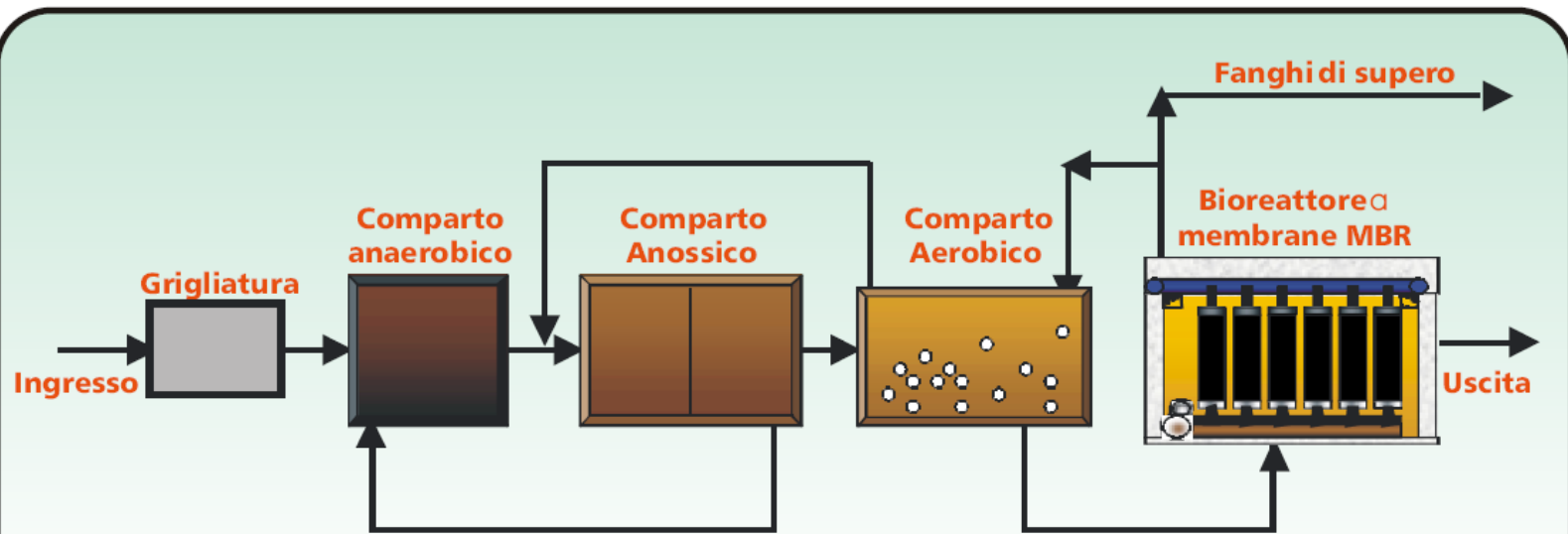
BIOREATTORI A MEMBRANA (MBR)



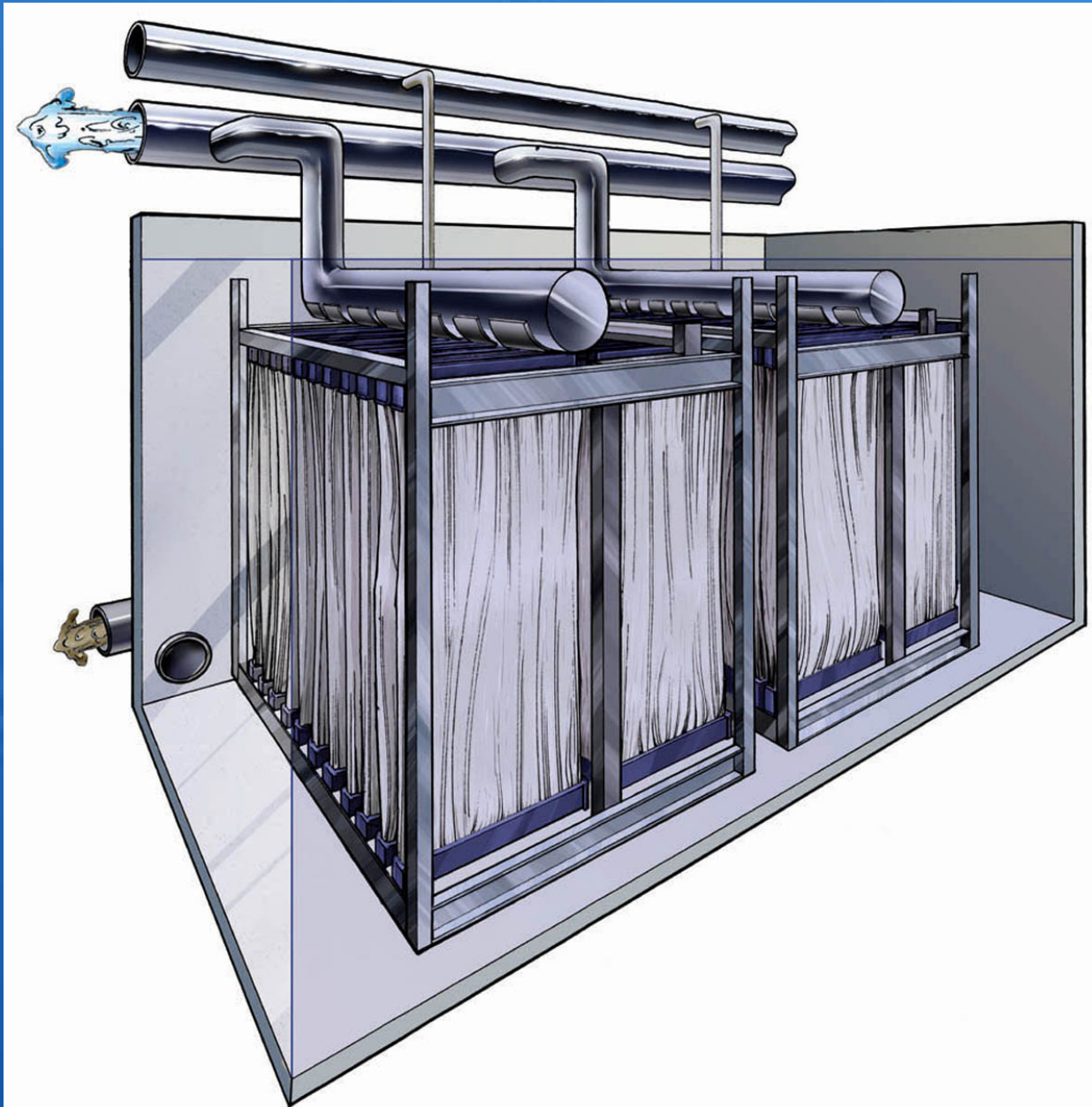
Schemi possibili:
membrane interne
o esterne



Bioreattore a Membrana, MBR



Particolare di un reattore MBR



BIOREATTORI A MEMBRANA (MBR)

- ✦ Selezione della biomassa in base alla potenzialità di degradazione del substrato e non alla capacità di aggregazione dei fiocchi.
- ✦ Concentrazioni di biomassa molto maggiori che negli impianti convenzionali (flessibilità ai sovraccarichi organici).
- ✦ Risoluzione di problemi connessi alla cattiva sedimentabilità dei fanghi (*bulking, rising, ...*).
- ✦ Lunghi tempi di permanenza nel rettore consentono anche la rimozione sostanze meno degradabili
- ✦ Trattenimento di microrganismi
- ✦ Conseguente **ottima qualità dello scarico** in termini di inquinanti organici, solidi sospesi, contaminazione microbiologica, senza necessità di fasi ulteriori di filtrazione e disinfezione.
- ✦ Il taglio delle membrane (**UF**) non è comunque tale da consentire il diretto trattenimento dei contaminanti per azione fisica di filtrazione.



BIOREATTORI A MEMBRANA (MBR) - segue

- ✎ Svincolo del tempo di residenza idraulico dal tempo di residenza cellulare, senza necessità di operare ricircoli della biomassa.
- ✎ Eliminazione in tutti i casi della sedimentazione secondaria di massa e superamento dei problemi connessi alle caratteristiche di sedimentabilità della biomassa.
- ✎ Eventuale azione filtrante del materiale di supporto (limitatamente ad alcuni tipi di processo), con conseguente eliminazione della sedimentazione secondaria e della filtrazione terziaria.

CRITICITA'

- ✎ Le alte concentrazioni di biomassa possono creare problemi nel trasferimento dell'ossigeno ($a \approx 0.3-0.4$)
- ✎ Accumulo di sostanze colloidali e loro effetto sul rendimento della membrana

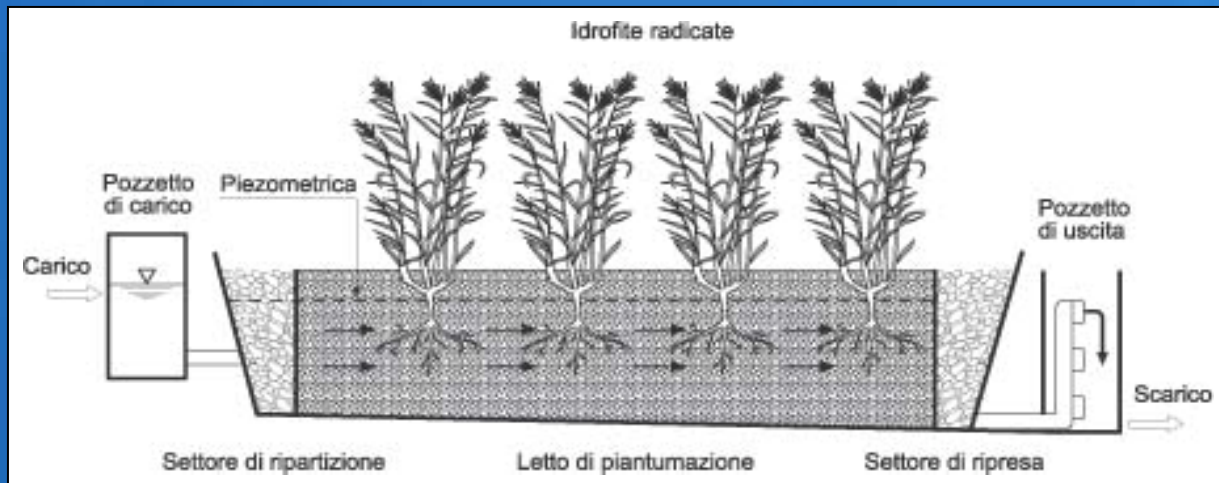


S. Martino di Castrozza

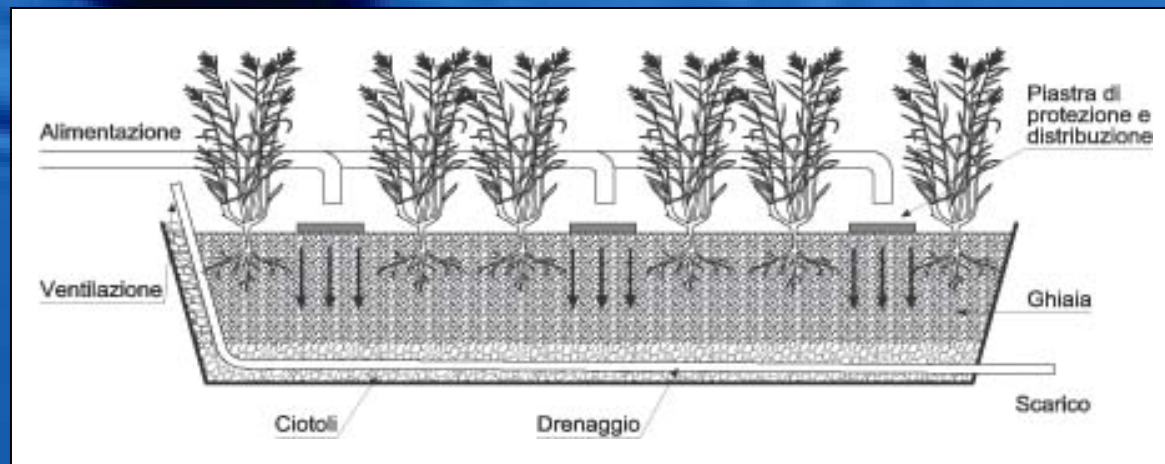


FITODEPURAZIONE

FLUSSO ORIZZONTALE



FLUSSO VERTICALE



Fitodepurazione a flusso verticale



Lagunaggio

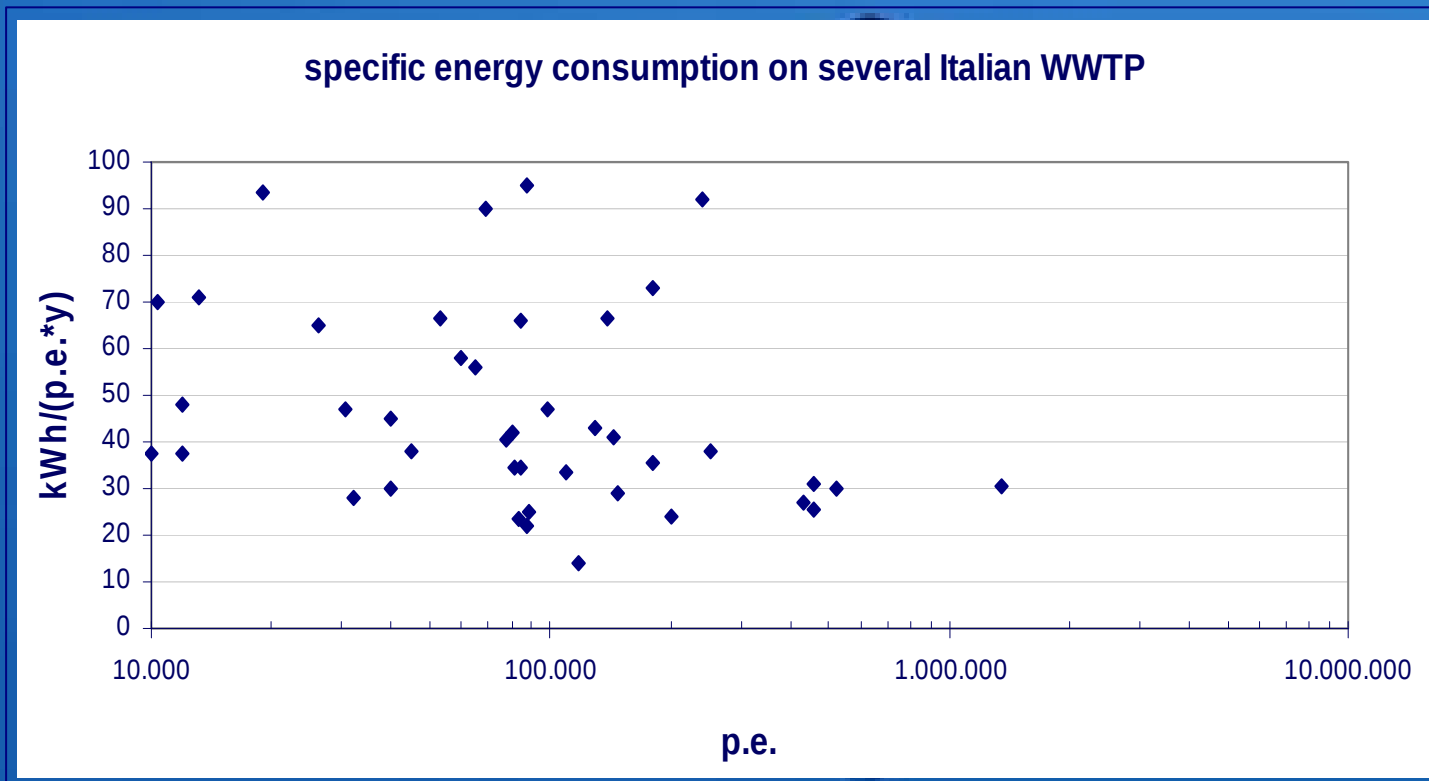


Fitodepurazione



Consumi di energia

- 16-80 kWh/AE./anno, stime effettuate su WWTP in Europa (Nowak et al., 2000, 2003)
- Situazione Italiana: Nord Italia

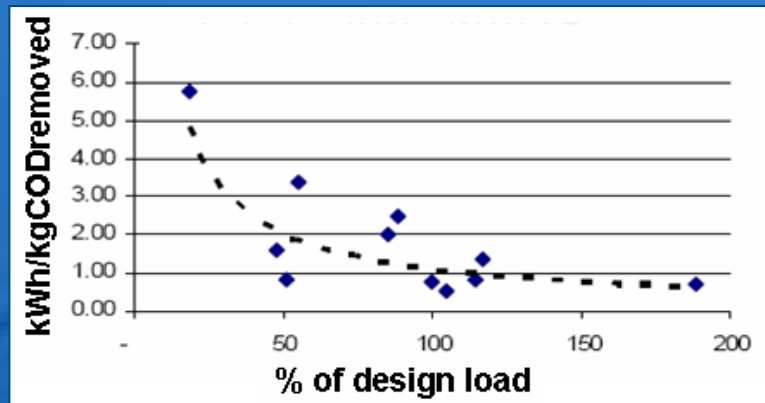


Consumi molto variabili ma in genere molto superiori a quanto necessario



Principali cause degli alti consumi energetici - 1

1) Carichi significativamente più bassi di quelli assunti da progetto



(Scarselli, 2006)

2) Scarsa disponibilità di fango primario (basse produzioni di biogas) a causa della presenza di:

- fosse settiche
- sedimentazione di materiali in fognatura + flushing dovuto a piogge



Principali cause degli alti consumi energetici - 2

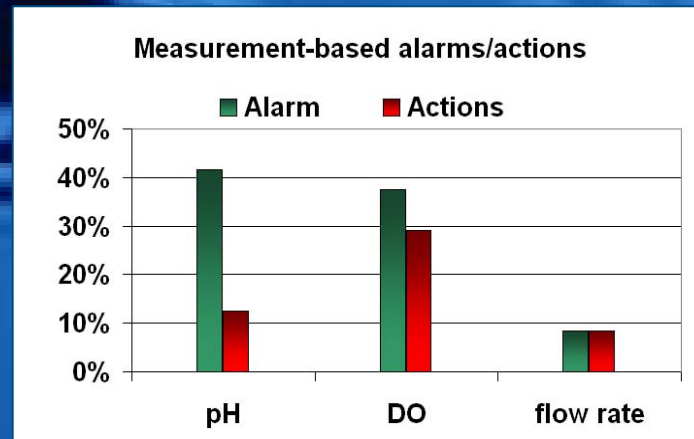
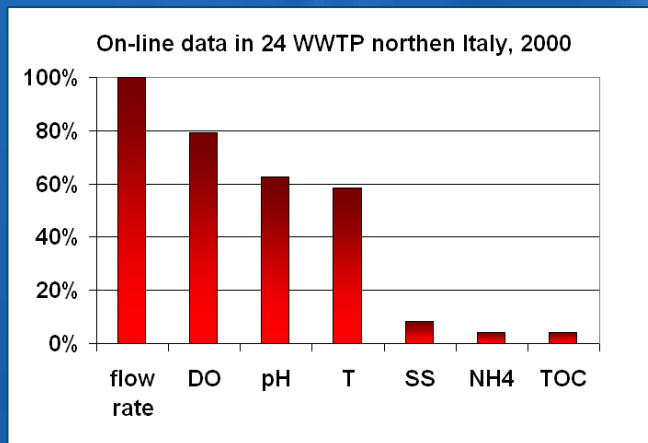
3) Inadeguatezza dei sistemi di areazione:

- areatori meccanici spesso obsoleti con basso rendimento rispetto a quanto conseguibile con diffusori ad alto rendimento (efficienza di areazione: 1,5-2,5 kgO₂/kWh; 3-5 kgO₂/kWh)
- perdita di rendimento dei diffusori per progressivo intasamento o per perdita di flessibilità delle membrane (vita media ottimale $\approx$ 6 anni);
- eccesso di areazione rispetto alle reali necessità anche in conseguenza di indisponibilità o inaffidabilità di dati on-line (DO; ammoniaca)

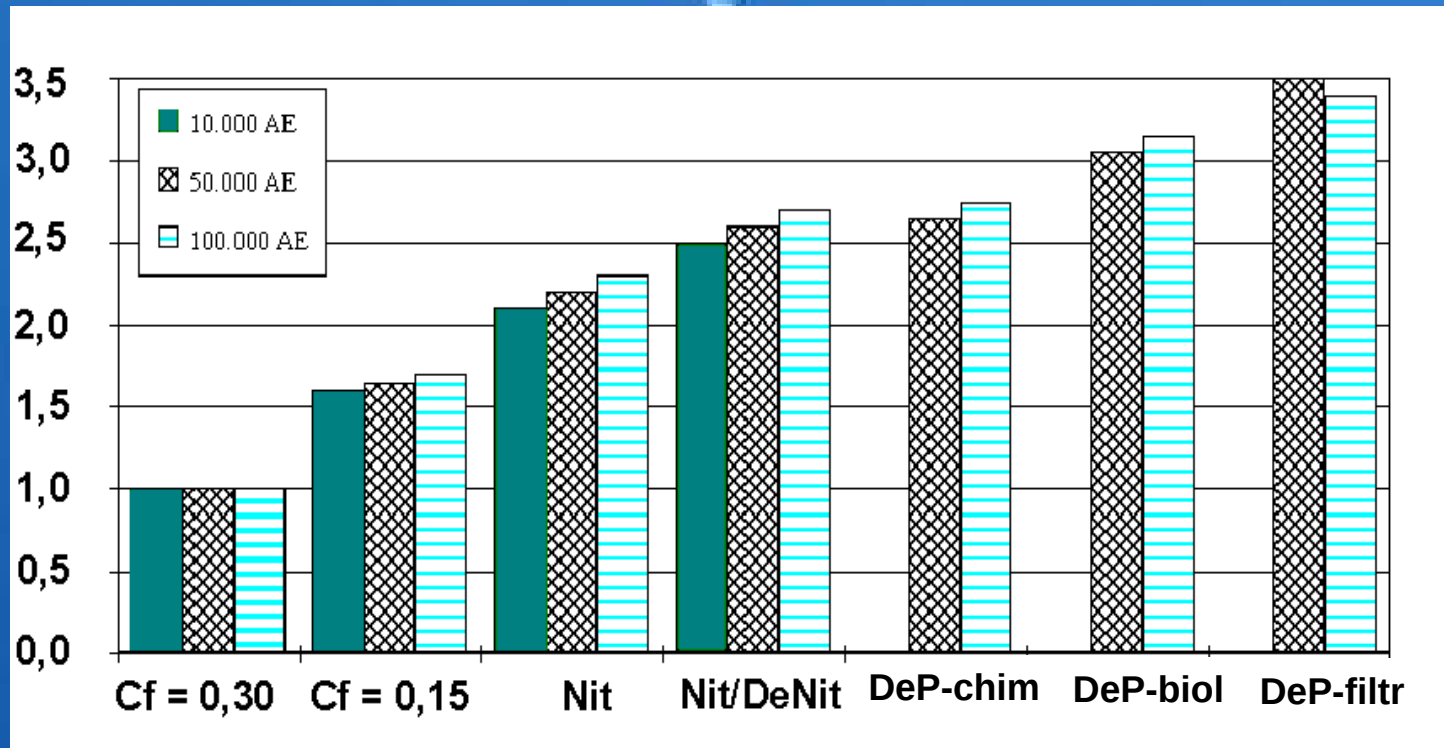


Possibili vantaggi energetici conseguenti il controllo di processo

Significative riduzioni della richiesta energetica conseguenti dalla disponibilità di efficienti sistemi in-linea per il controllo dell'Ossigeno Disciolto (riduzioni dell'ordine di: -34% kWh/kgCOD, -22,2 kWh/kgN su impianti della Regione Toscana)



INCREMENTO DEI COSTI DI INVESTIMENTO DEGLI IMPIANTI A FANGHI ATTIVI IN GERMANIA



CAVARENO



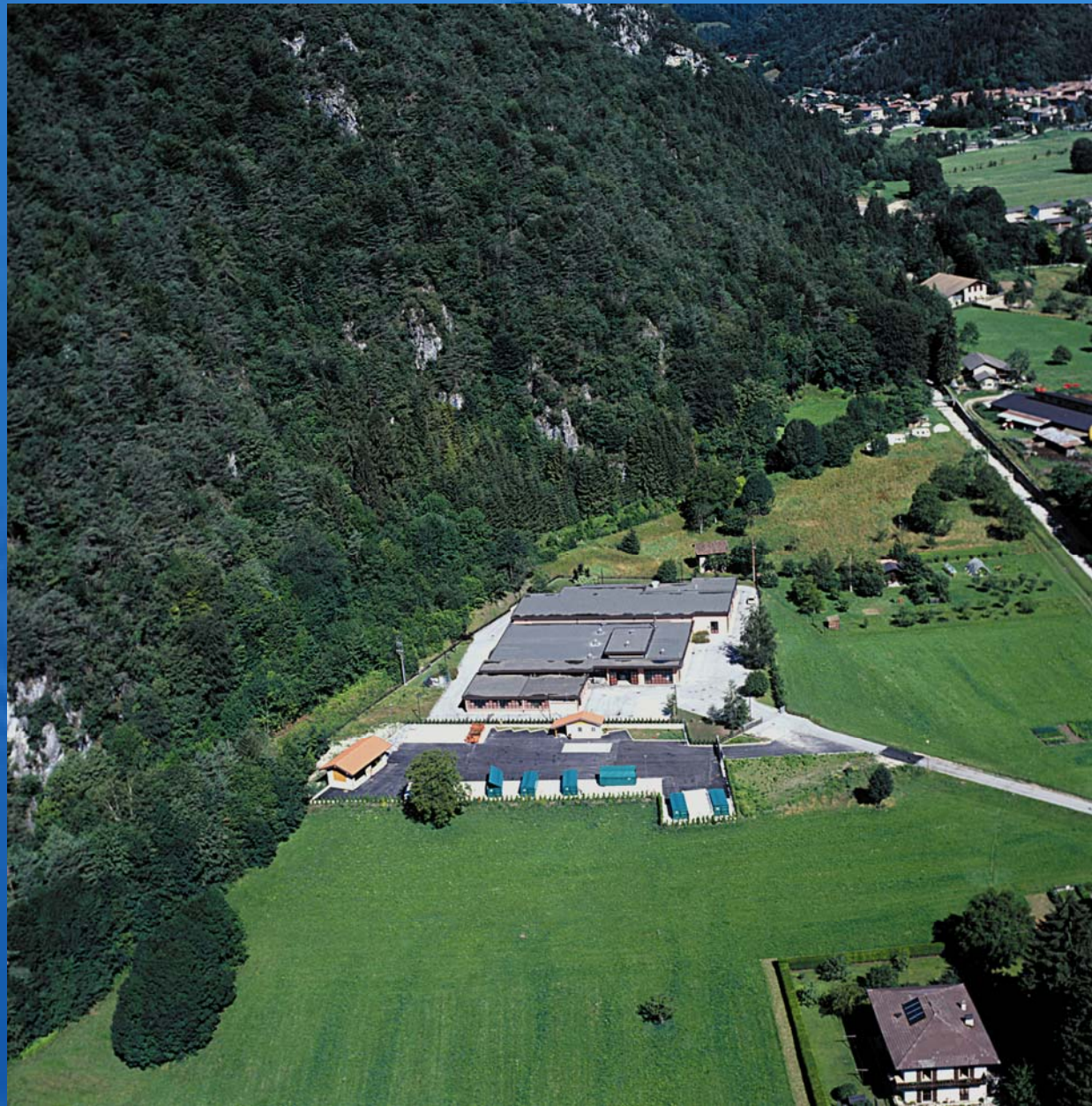
LAVARONE



MOLVENO



PIEVE DI LEDRO



S. GIUSTINA



CAMPITELLO DI FASSA



MOLINA DI FIEMME



Impianto della riviera francese

