

**La gestione dei sistemi fognari e depurativi:
sostenibilità ambientale, aspetti giuridici ed economici**

6 novembre 2009 - Centro Convegni IRIDE

Depurazione ciclo acque: schemi e processi finalizzati alla riduzione delle dimensioni degli impianti



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Enrico Rolle

La riduzione delle dimensioni degli impianti convenzionali attraverso la compattazione delle unità che li compongono

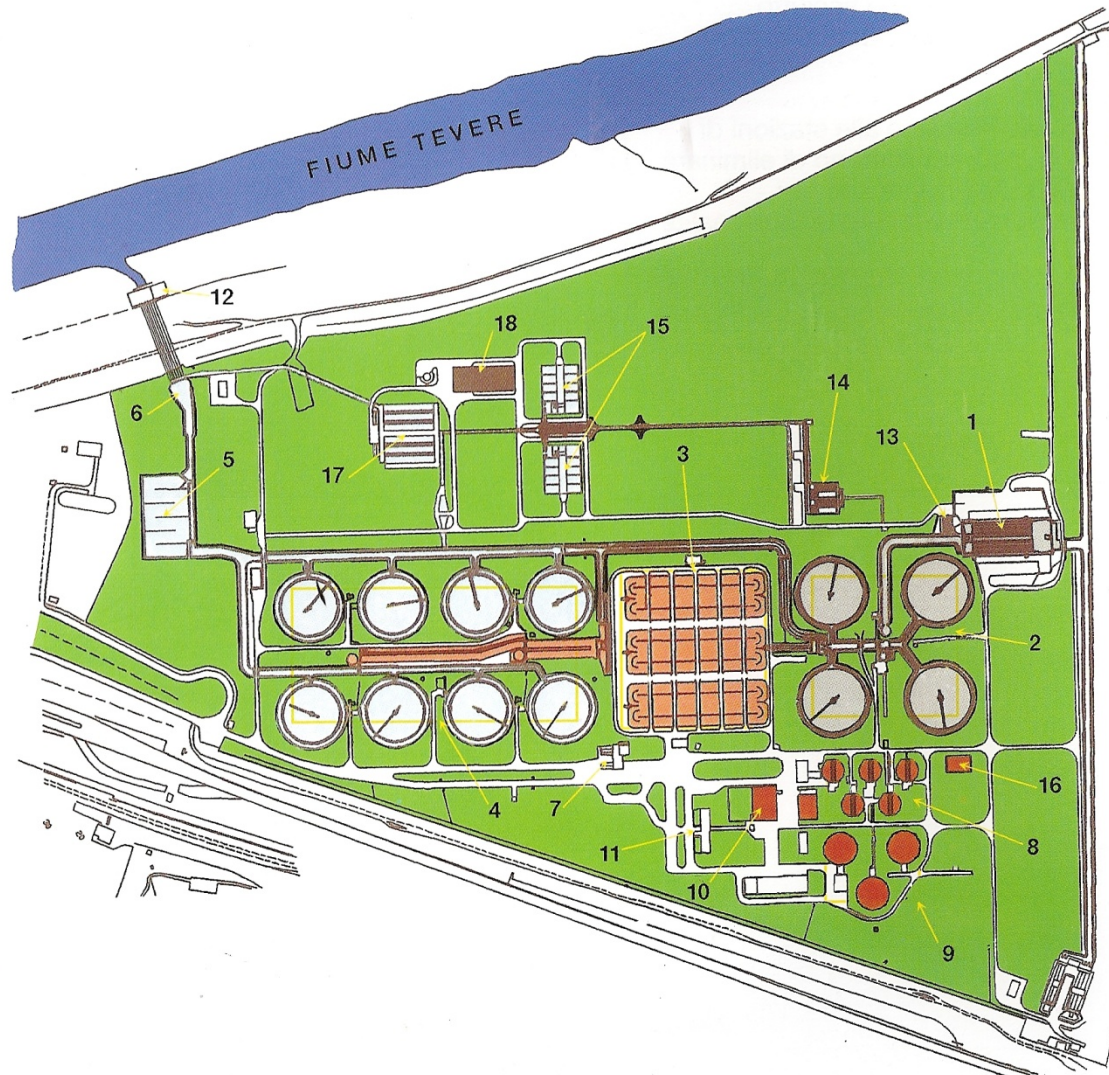
- Confronto tra un impianto progettato negli anni'70, l'impianto di depurazione a fanghi attivi di Roma Sud (1.200.000 AE) ed un impianto progettato all'inizio degli anni 2000, l'impianto di depurazione a fanghi attivi di Milano Sud (1.050.000 AE).

Impianto di Roma Sud

Assetto dell'impianto di depurazione di Roma Sud

Legenda

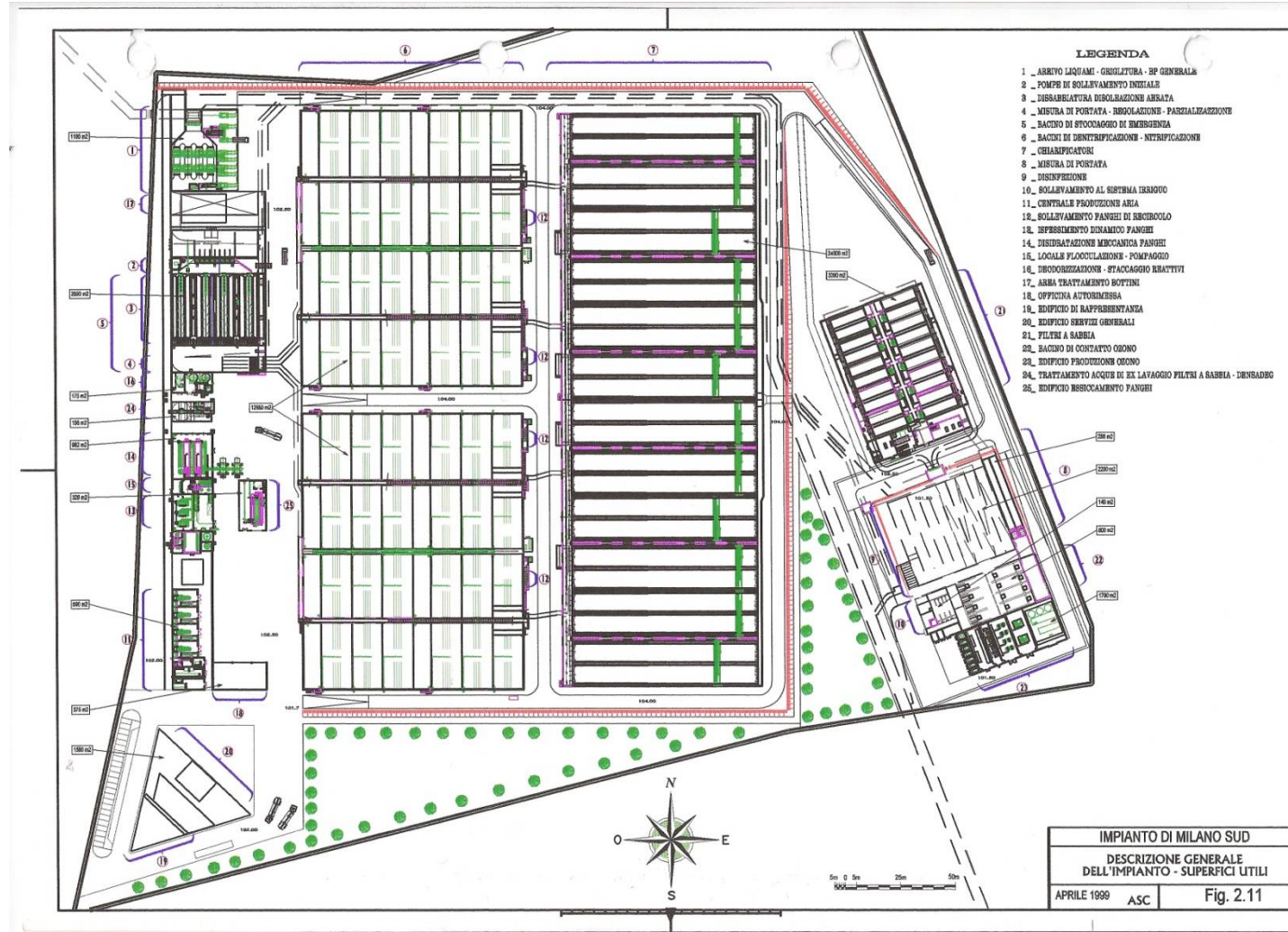
- 1** Pretrattamenti
- 2** Sedimentazione primaria
- 3** Ossidazione biologica
- 4** Sedimentazione secondaria
- 5** Clorazione
- 6** Sollevamento finale
- 7** Ricircolo fanghi attivi
- 8** Ispessimento fanghi
- 9** Digestione anaerobica
- 10** Disidratazione fanghi
- 11** Uffici e servizi
- 12** Manufatto di scarico
- 13** Microgrigliatura
- 14** Sedimentazione lamellare
- 15** Biofiltrazione
- 16** Addensamento dinamico fanghi
- 17** Ozonizzazione
- 18** Produzione ozono



Impianto di Roma Sud

- Superficie occupata dagli impianti = 220.000 m²;
- Superficie utile dell'impianto di biofiltrazione e sedimentazione a pacchi lamellari = 21.500 m²;
- Superficie utile dell'impianto esclusa la biofiltrazione = 198.500 m².

Impianto di Milano Sud



Impianto di Milano Sud

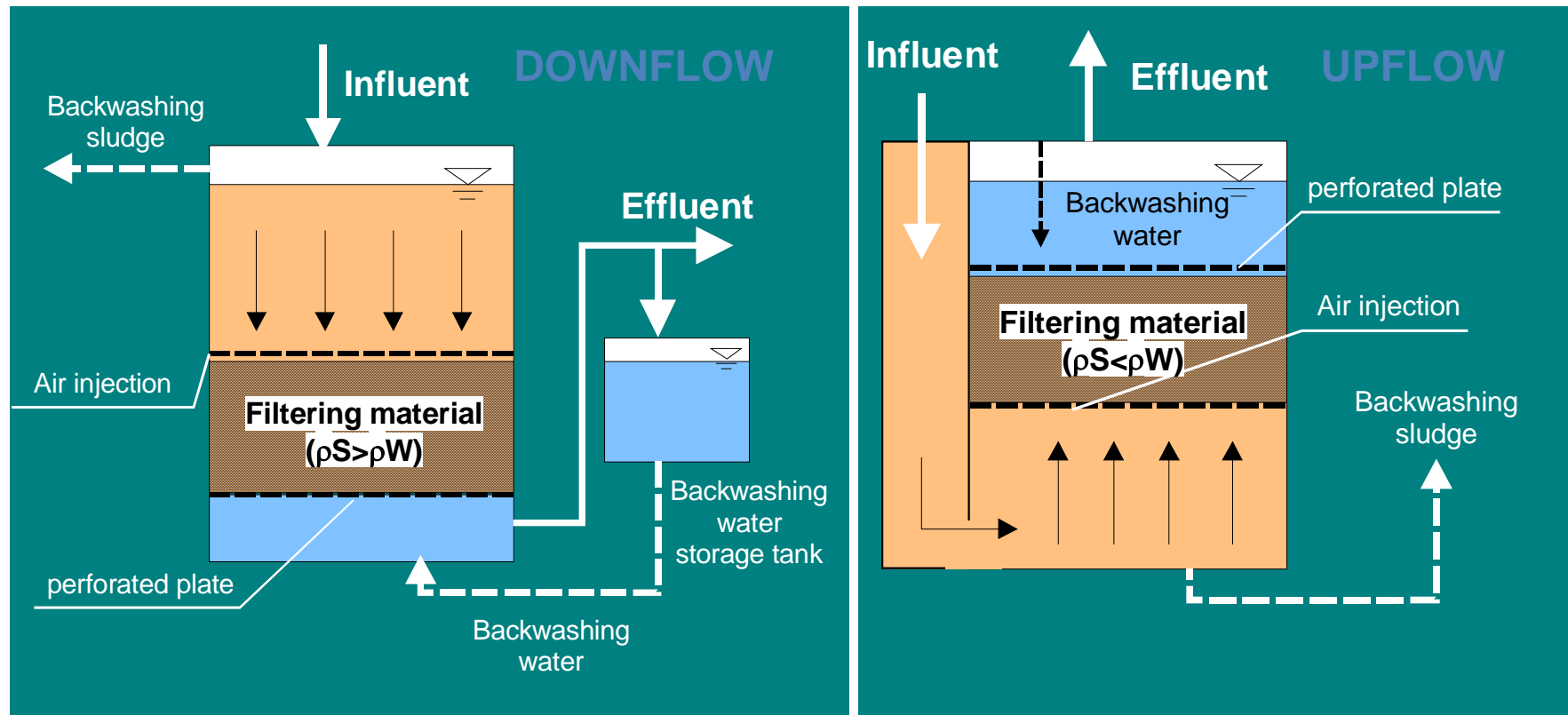
1	Arrivo liquami, grigliatura, BP generale	1100 m ²
2	Pompe di sollevamento iniziale	
3	Dissabbiatura, disoleatura aerata	
4	Misura di portata, regolazione, parzializzazione	2650 m ²
5	Bacino di stoccaggio d'emergenza	
6	Bacini di denitrificazione - nitrificazione	2*12850 m ²
7	Chiarificatori	24000 m ²
8	Filtri a sabbia	3390 m ²
9	Misure di portata	286 m ²
10	Bacino di contatto ozono	800 m ²
11	Edificio produzione ozono	1700 m ²
12	Sollevamento al sistema irriguo	140 m ²
13	Vasca di disinfezione	2200 m ²
14	Centrale produzione aria	590 m ²
16	Ispessimento dinamico fanghi	
17	Disidratazione meccanica fanghi	982 m ²
18	Locale flocculazione, pompaggio	
19	Locale deodorizzazione, stoccaggio reattivi	175 m ²
20	Trattamento acque di ex-lavaggio filtri a sabbia	156 m ²
22	Officina, autorimessa	375 m ²
23	Edifici di rappresentanza e servizi generali	1560 m ²
	SUPERFICIE TOTALE	65804 m²
	SUPERFICIE UTILE	98200 m²

Tecnologie innovative per il trattamento delle acque

- Filtri biologici aerati (BAF)
- Tecnologie a membrana (MBR)
- Reattori a letto mobile (MBBR)

Filtri biologici aerati (BAF)

- Applicazioni in scala reale, in particolare in Francia, nei Paesi Scandinavi e negli Stati Uniti. I processi Biocarbone, Biostyr, Biofor e Biopur sono tra i più diffusi in Europa.



I rattamento di rellui civili tramite filtri biologici aerati (BAF)

- Il processo di biofiltrazione permette:
 - ✓ Rimozione biologica del substrato carbonioso
 - ✓ Processo di nitrificazione
 - ✓ Trattenimento dei solidi per filtrazione
- Notevole riduzione dei volumi (alte concentrazioni di biomassa)
- Assenza del sedimentatore secondario
- Adattamento rapido alle variazioni di carico (flessibilità operativa)
- Necessità di un trattamento primario
- Necessità di operazioni di lavaggio
- Difficoltà nella modellizzazione del processo

Tecnologie a membrana (MBR)

- Le membrane sono barriere selettive che permettono il passaggio solo di alcuni componenti della miscela;
 - Retentato o concentrato (respinto dalla membrana)
 - Permeato o diluito (attraversa la membrana).
- Le principali configurazioni sono:
 - piane con supporto;
 - con avvolgimento a spirale;
 - tubolari;
 - a fibre cave.
- Le membrane sono classificate, in base al peso molecolare delle sostanze trattenute, in:
 - membrane per microfiltrazione
 - ultrafiltrazione
 - nanofiltrazione
 - osmosi inversa

Tecnologie a membrana (MBR)

Schemi di flusso

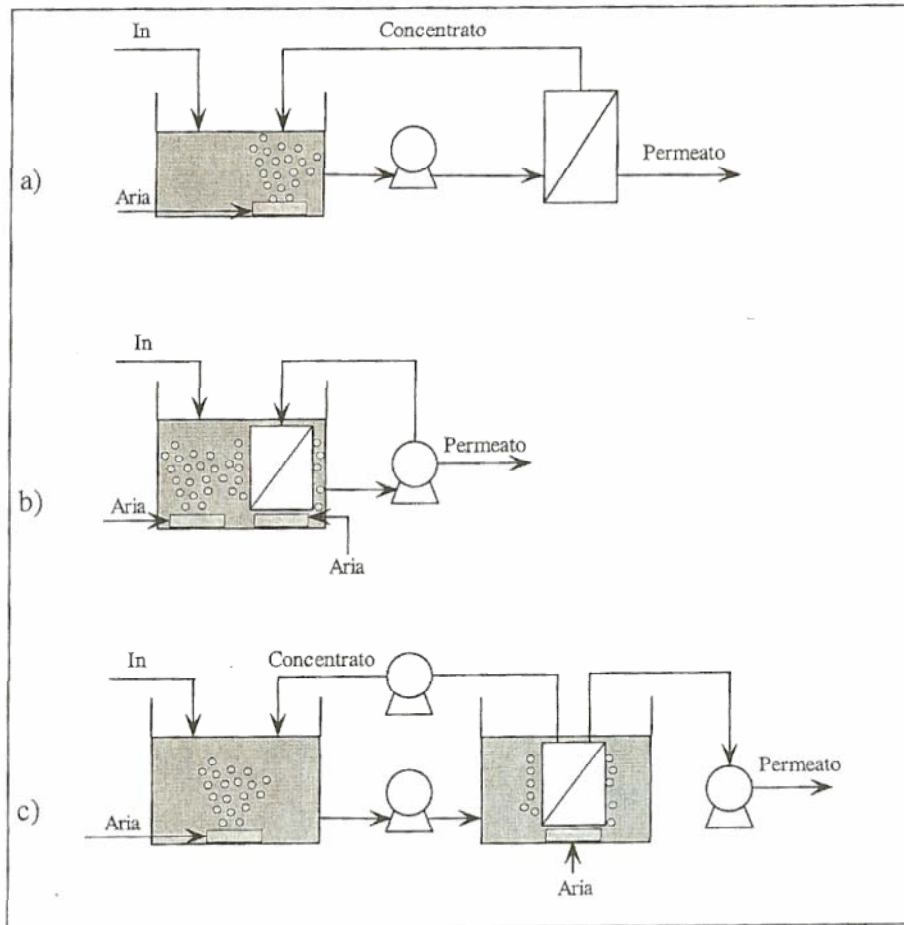


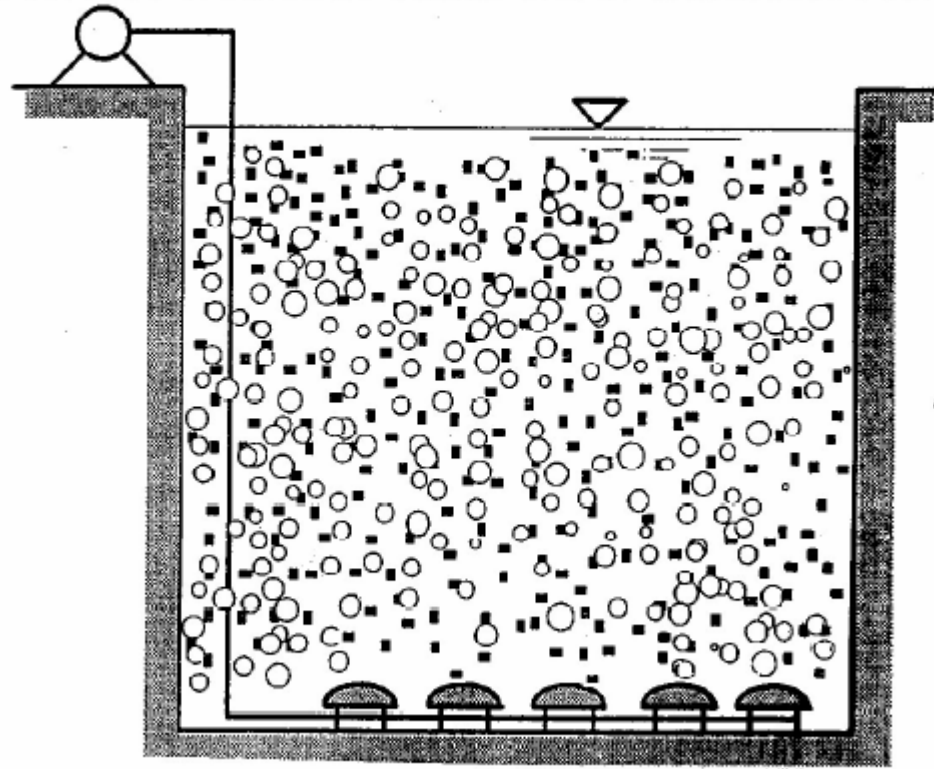
Figura 2-14: schemi di flusso dei bioreattori a membrana

- Membrane esterne (fig. 2.14.a) alte portate di ricircolo, velocità tangenziali 5-6 m/s con flussi di permeato fino a 200 l/m²h;
- Membrane sommerse ed interne al reattore biologico (fig. 2.14.b) insufflazione di aria a bolle grosse;
- Membrane sommerse ed esterne al reattore biologico (fig. 2.14.c) ottimizzazione del processo in termini di ricircolo e fornitura aria garantendo alla membrana le condizioni idrodinamiche adeguate.

Reattori a letto mobile (MBBR)

- I reattori MBBR sono costituiti da reattori biologici in cui la biomassa si sviluppa su mezzi di supporto dispersi e sospesi nel liquame di trattamento.
- Gli elementi plastici vengono immessi nella vasca e su essi cresce il biofilm.
- Si prestano per l'upgrading di impianti a fanghi attivi esistenti .

REATTORI A BIOMASSA ADESA
CON MODULI MOBILI SOMMERSI IN VASCHE AERATE



Vantaggi e svantaggi MBBR

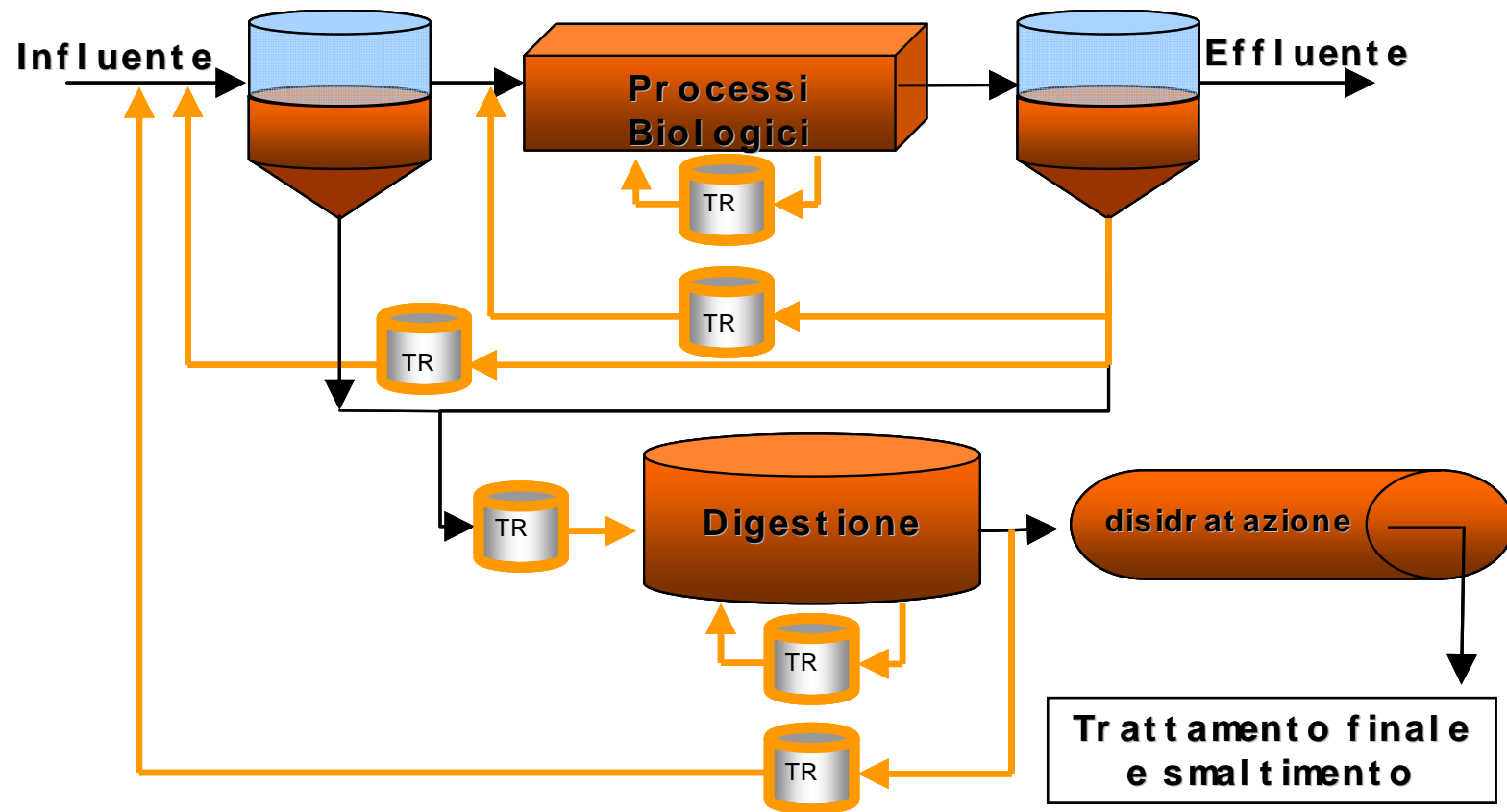
VANTAGGI

- aumento dell'efficienza per l'effetto sinergico delle due biomasse, rispetto al convenzionale fango attivo;
- volumi molto inferiori;
- possibilità di potenziamento di strutture esistenti, con possibilità di innescare anche processi di nitrificazione e denitrificazione, senza necessità di ulteriori volumi e spazi;
- ulteriore flessibilità di ampliamento per un MBBR esistente, rappresentata dalla possibilità di aumentare ulteriormente il tasso di riempimento senza alcuna modifica strutturale o di apparecchiature;
- sistema più resistente ad eventuali variazioni di carico grazie alla presenza di biomassa adesa, notoriamente più resistente di quella sospesa a questi eventi;
- caratteristiche di separabilità biomassa/liquido più favorevoli, con conseguente miglioramento delle caratteristiche qualitative dell'effluente finale dopo sedimentazione;
- età del fango più elevate a parità di volumi, e quindi fango di supero più stabilizzato e facilmente disidratabile.

SVANTAGGI

- Elevate concentrazioni di ossigeno – elevati consumi di aria (per l'agitazione sono richiesti 5-8 mgO₂/l);
- Costo del materiale di riempimento;
- Deterioramento dei supporti di base alla temperatura e al tipo di refluo;
- Assenza di controllo sull'SRT (eliminazione dei fanghi di supero senza controllo);
- Necessità di griglie per evitare la fuoriuscita di supporti con la torbidità.

Riduzione della produzione dei fanghi



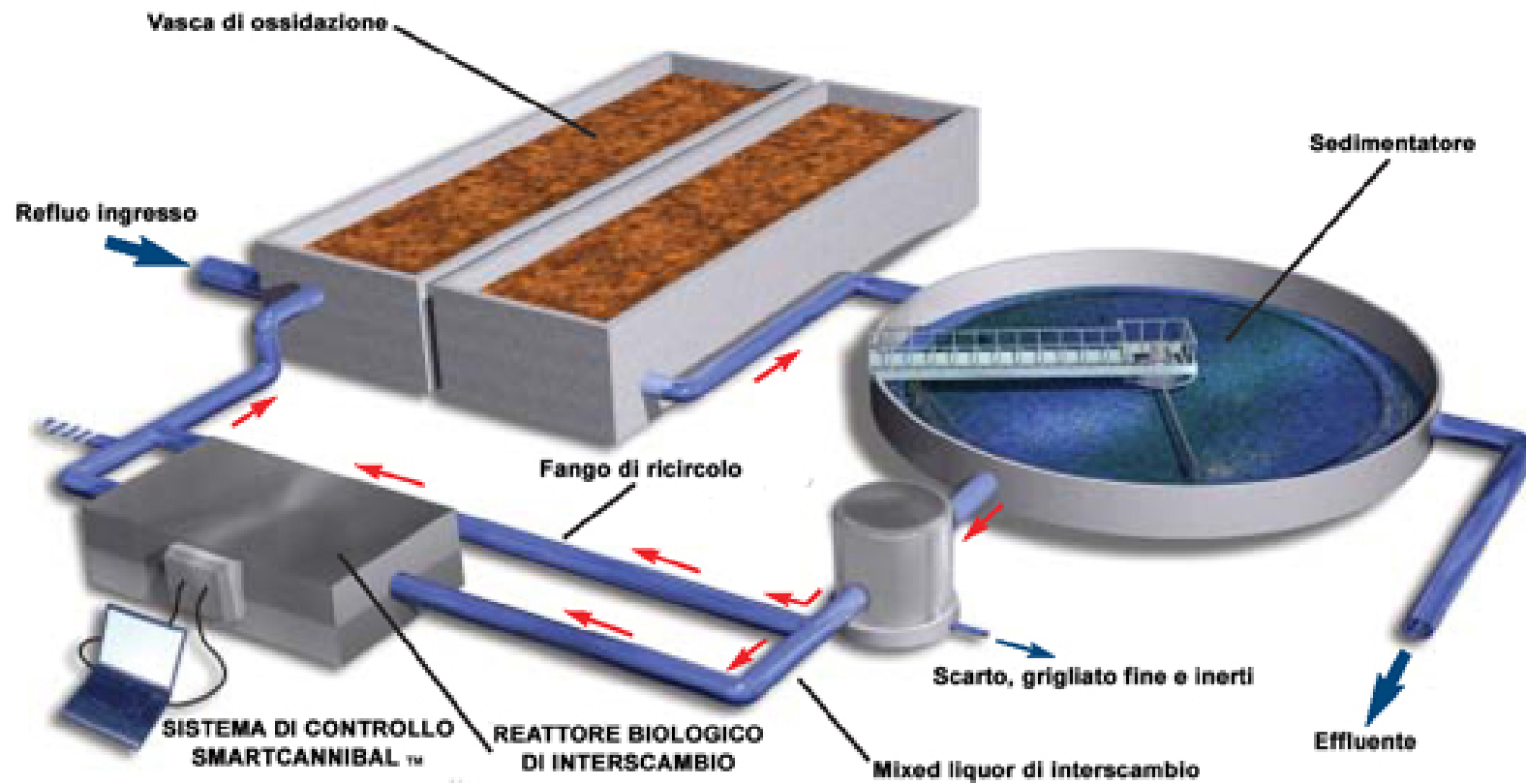
Tecniche basate sulla diminuzione del rendimento di crescita

- Metabolismo disaccoppiato: l'energia libera prodotta in eccesso dal catabolismo non viene diretta verso l'anabolismo e la sintesi batterica, determinando conseguentemente una riduzione del rendimento di crescita della biomassa.
- Metabolismo di mantenimento: una maggiore frazione di energia viene veicolata verso le funzioni di mantenimento; pertanto l'energia a disposizione per la sintesi batterica risulta inferiore, e conseguentemente si ha una diminuzione della produzione di fango.
- Predazione: per favorire la riduzione della quantità di fango biologico prodotto, senza compromettere l'efficienza depurativa complessiva, è possibile sfruttare la predazione dei batteri da parte degli organismi superiori, come i protozoi ed i metazoi.

Sistemi OSA

- Il processo OSA (Oxic-Settling-Anoxic) è efficace ai fini della riduzione della produzione di fango biologico:
 - nelle condizioni operative ottimali di tempo di residenza idraulica pari a 10 giorni e portata giornaliera di Interscambio del 10% in massa, è stata ottenuta una riduzione pari a circa il 65% rispetto al controllo.
- Il meccanismo biochimico alla base del processo sembra essere il rilascio di materia organica nel reattore anossico, poi biodegradata nella vasca a fanghi attivi. Ruolo importante è svolto dai cationi trivalenti (Fe) ai fini della deflocculazione in condizioni ferroriducenti.
- La qualità dell'effluente non è stata compromessa dall'applicazione del processo.
- Alcuni aspetti richiedono ulteriori approfondimenti.

Processo Cannibal



Stabilizzazione aerobica a ossigeno puro

- La concentrazione in secco del fango in alimentazione al processo è 2-4 %.
- Il processo di digestione aerobica a ossigeno puro risulta applicabile in particolare nei climi freddi, vista la scarsa dipendenza dalla temperatura esterna.
- I reattori chiusi consentono di mantenere temperature di processo più elevate sfruttando il fatto che le reazioni biologiche risultano esotermiche.
- Nel caso di reattori chiusi viene mantenuta un'atmosfera di ossigeno puro al di sopra della superficie del fango e l'ossigeno viene trasferito a esso attraverso una serie di aeratori di tipo meccanico.
- Nei reattori aperti l'ossigeno viene invece insufflato all'interno della vasca mediante una serie di speciali diffusori che producono minute bollicine di gas.
- Gli svantaggi principali sono:
 - Costi aggiuntivi associati alla generazione dell'ossigeno puro;
 - Può essere necessario effettuare una neutralizzazione del fango per contrastare la diminuzione della capacità tampone del sistema.

Processo combinato di idrolisi termica e di digestione anaerobica

- Lo scopo è quello di aumentare la biodegradabilità del fango attraverso l'idrolisi dei solidi organici. Per effetto della solubilizzazione di una parte dei solidi sospesi si consegue un miglioramento della rimozione della sostanza volatile nel successivo stadio di digestione, nonché una maggiore disidratabilità che porta all'abbattimento dei costi di trasporto e smaltimento. Si è osservato anche un sensibile effetto sulla viscosità del fango che consente di immetterlo in digestione con un tenore di secco del 10-12%.
- Il trattamento di digestione a valle viene ad avere l'unica funzione di rimuovere materiale volatile dal fango che, idrolizzato, ha preventivamente subito in buona misura la demolizione dei solidi. La digestione potrebbe essere anche aerobica ma si preferisce la digestione anaerobica che consente un interessante recupero energetico.
- Se da un lato, grazie alla elevata biodegradabilità del fango idrolizzato, è possibile ottenere una migliore rimozione di sostanza volatile, dall'altro il tempo di ritenzione idraulica si riduce per via della maggiore concentrazione del fango in ingresso; di conseguenza si riducono in modo significativo anche i costi di realizzazione dei digestori.

Riduzione dei fanghi allo smaltimento

- Le quantità di fango umido destinato allo smaltimento si riducono in ragione della minimizzazione volumetrica e della stessa riduzione dei solidi. La riduzione dei solidi sospesi totali passa dal 20-25% ottenibile con la sola digestione anaerobica, al 43%

Processo combinato di idrolisi termica e di digestione anaerobica (*BioTHELYS*®)

- Il sistema in esame opera ad una temperatura di 160-170°C con fango in ingresso al 16% di sostanza secca. Il fango ispessito viene accumulato in una tramoggia.
- Il sistema è composto da 2 o 3 reattori posti in parallelo, con identiche funzioni, che operano in batch ed in fasi sfalsate, con il ciclo completo che può durare dai 120 ai 165 minuti a seconda della configurazione.

