

INNOVATIVE WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES FOR ENERGY SAVING AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

**40** YEARS OF PASSION FOR WATER

**xylem**  
Let's Solve Water

Palermo – DICAM - 20 Maggio 2016

## Ozonolisi dei fanghi biologici: valutazione dei risparmi economico-gestionali

ING. FEDERICO DALLERA



## Le problematiche legate alla gestione del fango

Nei processi di trattamento reflui civili ed industriali, il **processo a fanghi attivi** è quello più largamente utilizzato per via del costo relativamente basso e per la facilità gestionale.



La generazione del **fango di supero** è una costante nell'esercizio di tali impianti. Il **35-50%** dei costi gestionali è associato alle problematiche di gestione, trattamento e smaltimento del fango di supero.

La tendenza degli operatori è quella di stabilire soluzioni nella gestione del fango, che diano un miglioramento in termini di riduzione delle massa e del volume, e delle caratteristiche chimico-fisiche, in modo da **minimizzare l'impatto** sulla destinazione finale.

Smaltimenti in Europa:	
1) Discarica	38%
2) Agricola	46% 
3) Incenerimento	16%

2 

## Gli orientamenti delle Direttive Europee

La direttiva 91/271/EEC sul trattamento delle acque reflue urbane richiede che la maggior parte della popolazione Europea sia servita da stazioni di trattamento dei reflui.  **Generazione di più fango di supero**

La direttiva sui fanghi di depurazione (Sewage Sludge Directive 86/278/EEC) pone restrizioni sulle applicazioni in agricoltura dei fanghi derivanti dai processi di depurazione delle acque reflue.  **I costi associati allo smaltimento dei fanghi sono in aumento!!**

La direttiva sulle discariche (Landfill directive 1999/31/EC) pone limiti effettivi sugli scarichi dei fanghi si supero.

Valori medi dei costi di smaltimento		
utilizzo in agricoltura	50/85	€/t
discarica	85/130	€/t
incenerimento	120/180	€/t

 **Costo di smaltimento fanghi 350 - 750 €/tSS**

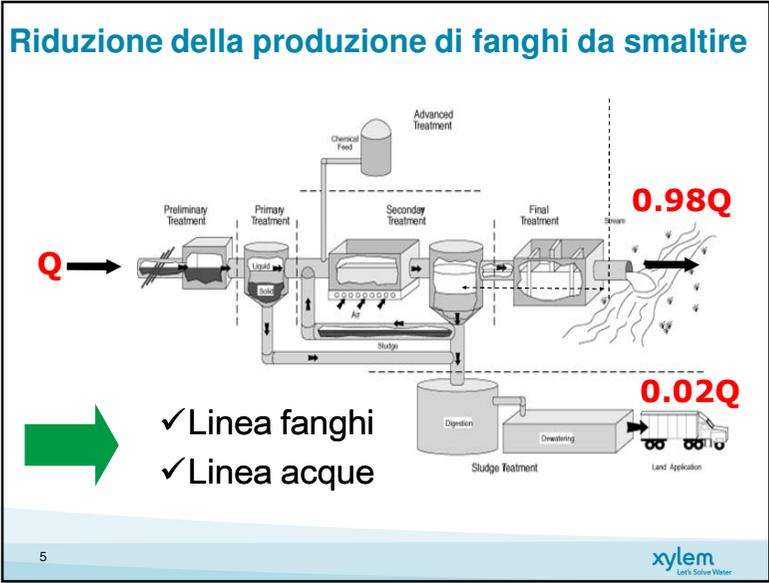
3 

**Elevati impatti di natura ambientale ed economica legati alla gestione e smaltimento dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione delle acque reflue.**

1. Aumento quantità di fanghi di supero prodotta
2. Limiti alle alternative di smaltimento

- ✓ Innalzamento dei limiti di qualità dei fanghi per il loro spandimento sul suolo;
- ✓ Incremento dei costi;
- ✓ Necessità di limitare al massimo l'uso della discarica come soluzione di smaltimento;
- ✓ Numero limitato di impianti di termodistruzione;
- ✓ Necessità di ridurre i consumi energetici negli impianti di depurazione.

4 



Al momento le strade più utilizzate in Italia per lo smaltimento dei fanghi sono:

- Spandimento in agricoltura
- Compostaggio
- Discarica
- Incenerimento

L'Ozonolisi rappresenta un nuovo modo di affrontare il problema fanghi in quanto, anziché agire sul fango di supero, va ad intervenire direttamente all'interno del ciclo depurativo, riducendo in maniera sostanziale i trattamenti di disidratazione.

Il processo di ozonolisi si basa sulle proprietà ossidanti dell'ozono.

6

xylem  
Let's Solve Water

### Il principio dell'ozonolisi

Il principio su cui si basa il processo dell'ozonolisi consiste nell'idrolizzare la sostanza organica prodotta come fango di supero attraverso la rottura delle membrane cellulari.

Il contenuto delle cellule è costituito da COD, N e P, in forma liquida, rapidamente biodegradabile, che viene successivamente alimentato in testa alla fase di ossidazione biologica dove viene ossidato insieme al carico organico influente.

7

xylem  
Let's Solve Water

**Minimizzazione** { Per minimizzazione si intende la **riduzione della produzione specifica dei fanghi di supero (kgSS/kgCODr)** derivanti dai trattamenti biologici delle acque reflue civili e/o industriali, in funzione dei BOD-COD eliminati.

**come la si ottiene?.... nuovo "concetto" → "nuovi processi"**

**Lisi cellulare** { consiste nell'idrolizzare la sostanza organica, prodotta come fango di supero, mediante l'**indebolimento o parziale rottura della membrana cellulare** dei microrganismi costituenti il fango per azione di un ossidante energetico

8

xylem  
Let's Solve Water

### La lisi cellulare con ozono

**Membrana**  
Biomassa

**Molecole di Ozono**  
+ O<sub>3</sub>

- Cellula ozonizzata
- O<sub>3</sub> attacca membrana
- membrana indebolita
- si forma COD

**Prime rotture**

- membrana rotta
- rilascio di COD N/P che vengono riciclati con la biomassa
- Fanghi ridotti

*La biomassa "lisata" e trasformata in nuovo alimento, viene ricircolata nei bacini ossidativi dove vengono rilasciati C/N/P*

9

### Effetto della lisi cellulare

**Fango attivo PRIMA dell'ozonazione**

**Fango attivo DOPO ozonazione**

10

*Il processo di ozonolisi prevede il trattamento con ozono del fango attivo presente nell'impianto, finalizzato alla riduzione dei solidi sospesi.*

L'ozonizzazione interviene direttamente sulla riduzione dei solidi sospesi mediante:

- ✓ solubilizzazione, ed eventuale mineralizzazione, del residuo endogeno e delle sostanze organiche non biodegradabili;
- ✓ disintegrazione dei fiocchi, con successiva lisi cellulare e conseguente rilascio di sostanza organica in forma colloidale e solubile;
- ✓ solubilizzazione e mineralizzazione di substrati biodegradabili.

*Il fango trattato viene poi reinviato ad un reattore biologico della linea acque o linea fanghi, dove le frazioni biodegradabili prodotte durante l'ozonizzazione, sono utilizzate come substrato dai microrganismi presenti.*

11

### I vantaggi «collaterali»

*I benefici legati al processo*

**Non solo riduzione dei fanghi di supero !!!**

- ✓ **Riduzione dei filamentosi e delle schiume**  
Le catene ramificate dei batteri filamentosi vengono aggredite con facilità dall'ozono con conseguente eliminazione dei problemi di bulking
- ✓ **Riduzione dei costi di disidratazione e trattamento dei fanghi (digestione Aerobica/Anaerobica)**  
I costi energetici e dei reagenti utilizzati per la disidratazione del fango sono direttamente proporzionali alla quantità di supero prodotta
- ✓ **Miglioramento della sedimentabilità e filtrabilità del fango**  
L'ozonizzazione tende a far diminuire sensibilmente lo SVI del fango migliorandone le caratteristiche di sedimentabilità e filtrabilità.

**Benefici aggiuntivi → Processo più interessante!!**

12

## Riduzione schiume

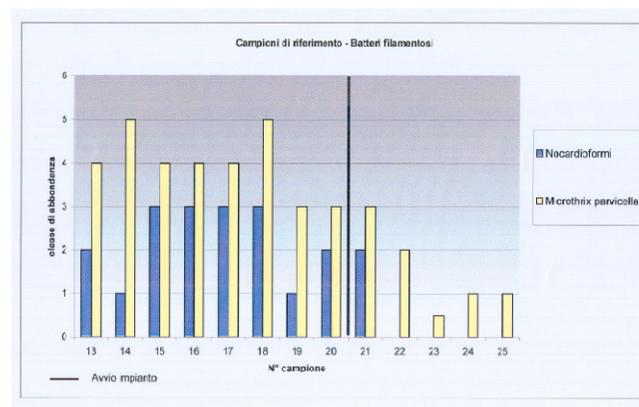


La riduzione della formazione di schiume e dei batteri filamentosi consente un processo con funzionamento più stabile.

13

xylem  
Let's Solve Water

## Riduzione dei batteri filamentosi



14

xylem  
Let's Solve Water

## Benefici legati alla tecnologia

**Facile inserimento in un processo biologico esistente !!!**

- ✓ Nessuna necessità di modifica nello schema di processo esistente
- ✓ Non sono richiesti tempi di ritenzione elevati
- ✓ Non sono necessarie opere civili ulteriori

**Facile gestione !!!**

- ✓ La produzione Ozono rimane stabile per lunghi periodi
- ✓ Non è necessario cambiare giornalmente i parametri di esercizio del generatore ozono

➡ Impiego di personale ridotto!

15

xylem  
Let's Solve Water

## Considerazioni generali

- I dosaggi di ozono utilizzati e il rapporto tra la portata di fango ozonizzata e quella ricircolata sono tali da non comportare alcuna diminuzione nell'attività metabolica della biomassa
- E' stato dimostrato che il surnatante derivante dal processo di ozonolisi rappresenta un ottimale substrato per i processi biologici
- Gli studi condotti hanno dimostrato che l'azione ossidativa dell'ozono si esplica con maggior intensità nei confronti delle popolazioni batteriche a struttura ramificata
- Questo effetto si traduce in un significativo miglioramento della qualità del fango in termini di riduzione dei fenomeni di bulking oltre che di miglioramento dello SVI (Sludge Volume Index)
- Anche la disidratabilità dei fanghi residui prodotti risulta sensibilmente migliorata
- Studi condotti hanno evidenziato come la riduzione del 30% della produzione di fanghi di supero corrisponde a circa il 15% del costo energetico complessivo del depuratore

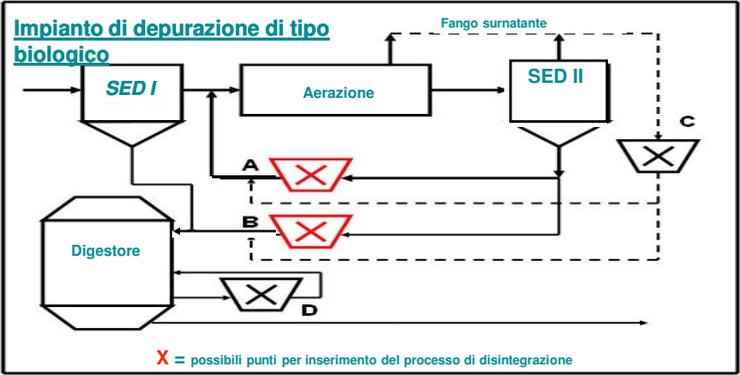
16

xylem  
Let's Solve Water



# Schemi applicativi, dosaggi e considerazioni economico - gestionali

## Ozonolisi: schema applicativo



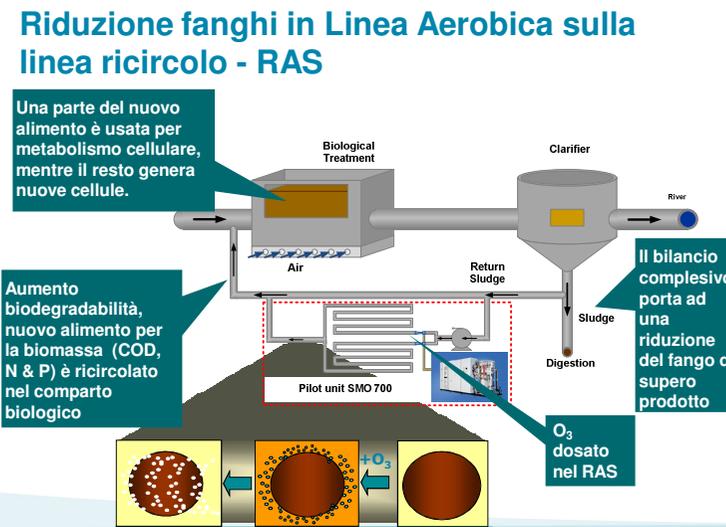
**X** = possibili punti per inserimento del processo di disintegrazione

**- Obiettivo:**

- Riduzione del fango di supero (linea acque - dig. aerobica)
- Incremento della produzione di gas

xylem  
Let's Solve Water

## Riduzione fanghi in Linea Aerobica sulla linea ricircolo - RAS



Una parte del nuovo alimento è usata per metabolismo cellulare, mentre il resto genera nuove cellule.

Aumento biodegradabilità, nuovo alimento per la biomassa (COD, N & P) è ricircolato nel comparto biologico

Il bilancio complessivo porta ad una riduzione del fango di supero prodotto

O<sub>3</sub> dosato nel RAS

O<sub>3</sub> attacca membrane → rilascio di COD/N/P

xylem  
Let's Solve Water

## Componenti principali

**Generatore O<sub>3</sub>**



**Sistema di contatto**



**Ossigeno**



**Alloggiamento generatore**



xylem  
Let's Solve Water

### Dosaggi applicati e costi specifici 1/3

$dO_3 = 1 \div 5 \frac{gO_3}{kgSS \text{ trattato, dry solids}}$  (estrema variabilità)

*f* (risultato atteso, tipologia del sistema di contatto etc.)

In generale

$dO_3 = 1 \div 2 \frac{gO_3}{kgSS \text{ trattato, dry solids}}$

→ tipicamente applicato per dimensionamento impianto privilegiando gli effetti «collaterali» dell'ozonolisi, oppure per riduzione fango supero ottenuta utilizzando sistemi di contatto particolarmente efficienti (reattori plug-flow del tipo a chicane) in cui  $Q_f, \text{trattato} >> Q_{gas} \text{ iniettato}$  (micro-dosaggi di ozono)

xylem  
Let's Solve Water

### Dosaggi applicati e costi specifici 2/3

$dO_3 = 3 \div 5 \frac{gO_3}{kgSS \text{ trattato, dry solids}}$

→ tipicamente applicato per dimensionamento impianto per riduzione fango supero ottenuta utilizzando sistemi di contatto di tipo tradizionale (serbatoio completamente miscelato) a valle di sistemi di introduzione efficienti (pompa-eiettore):  $Q_f, \text{trattato} \sim 2 \times Q_{gas} \text{ iniettato}$

- O3 ossidante chimico
- Processo biologico

} Prove lab / pilota  
(Università – Ist. Ricerca)

Reattoristica

↔

O3 prodotto  
(conc. gO3/Nm3)

↷



**WEDECO**  
a xylem brand

xylem  
Let's Solve Water

### Dosaggi applicati e costi specifici 3/3

Rimozione fanghi tipica: 35 – 45% fanghi di supero prodotti se ozonolisi applicata in linea acque

COSTI ENERGETICI (LOX + EE <u>incluso sistema contatto</u> )	}	~ 4,5 €/kgO <sub>3</sub>
Produzione O3 per Wet Tonn fango supero rimosso	}	~ 10 - 15 kgO <sub>3</sub> /TonSS
Costo per Wet Tonn fango supero rimosso	}	~ 45 - 67 €/TonSS

Pay-back impianto ozonolisi ~ 2 – 3 anni

xylem  
Let's Solve Water

xylem  
Let's Solve Water

## Caso di Studio: esperienza di Impianto a scala reale

### Caso di Studio: Ardea (RM)

**Cliente:** IDRICA Spa - 72.000AE

**Applicazione:**  
Riduzione fanghi in linea acque  
Ozono dosato in RAS

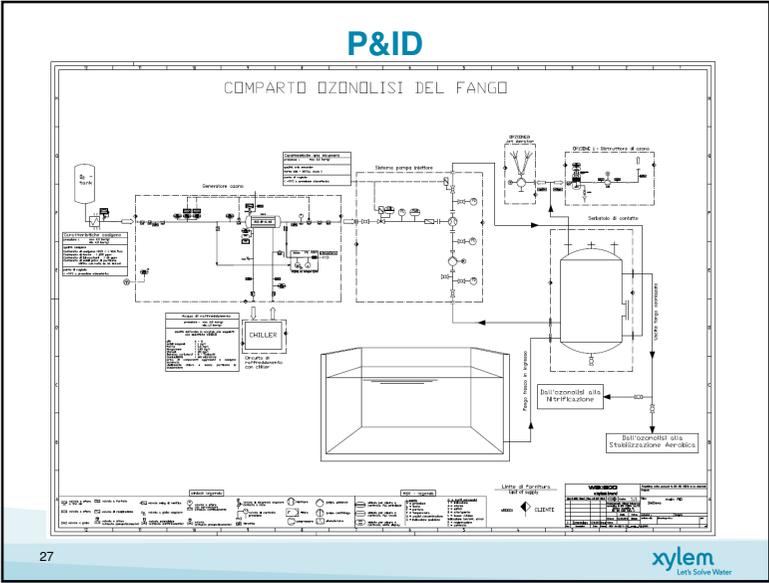
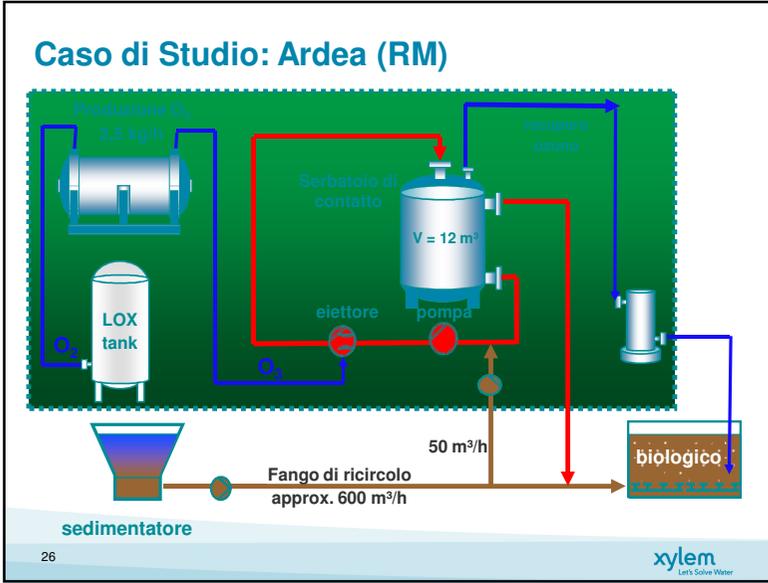
**Risultati:**  
Riduzione media fango supero ~ 40%  
Aumento disidratabilità fango,  
riduzione SVI, aumento secco centrifuga

**Apparecchiature fornite:**  
Impianto ozono WEDECO SMO600S in container, sistema venturi, sistema contatto ozono-fango, chiller per acqua di raffreddamento

**Prova pilota 2011 – impianto collaudato 2012**



25 



### Caso di Studio: Ardea (RM)

**Senza ozonolisi (anno)**  
3000 TonSS,wet @ 130 €/TonSS,wet → 390 K€uro

**Con ozonolisi (anno)**  
Riduzione del 43% dei fanghi di supero, ovvero:  
1300 TonSS,wet @ 60 €/TonSS,wet → 78 K€uro  
1700 TonSS,wet @ 130 €/TonSS,wet → 221 K€uro

**299 K€uro**

**Saving NETTO per solo smaltimento fango → 90 K€uro**  
+ benefici addizionali difficilmente monetizzabili (no bulking, riduzione SVI, aumento secco out centrifuga, riduzione consumo polielettrolita etc. etc.)

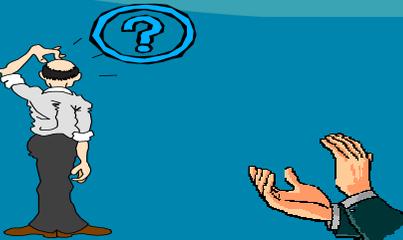
28 

**WEDECO**  
a xylem brand

**xylem**  
Let's Solve Water

# GRAZIE !

*Ing. Federico Dallerà*  
*Xylem Water Solutions Italia S.r.l.*  
*Reparto Treatment WEDECO*  
*Via G. Rossini 1/A – Lainate (MI)*  
*Tel. 02.90358.227*  
*federico.dallerà@xyleminc.com*

A cartoon illustration of a man in a white shirt and dark trousers scratching his head with one hand, looking confused. Above his head is a question mark inside a circle. To the right, a hand is reaching out from the water surface.