



## SEMINARIO FORMATIVO PER ISPETTORI AMBIENTALI ISPRA LA DEPURAZIONE DEGLI SCARICHI INDUSTRIALI

*23 OTTOBRE 2023*

### REFLUI INDUSTRIALI: CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO E SCHEMI IMPIANTISTICI

Ing. DANIELE RENZI  
Founder & CEO BIOREAL srl



## AGENDA

- *chi siamo*
- *reflui industriali vs. reflui urbani vs. reflui civili ?*
- *reflui industriali: unicità e approccio della caratterizzazione*
- *cenni di comparti e tecnologie tipiche*
- *casi di studio:*
  1. *Tessile*
  2. *Cartiera*
  3. *Piattaforma di trattamento reflui industriali liquidi*
- *prospettive di sviluppo tecnologico e strategico*

## Sedi e presidi operativi



## I SERVIZI ED IL NOSTRO NETWORK

**bioreal**  
ENVIRONMENTAL INNOVATORS



## DOVE OPERIAMO



ACQUEDOTTO VALTIGLIONE S.p.A.



Acquedotto del Fiora



15 Regioni  
33 Gestori del SII

## REFLUI INDUSTRIALI: COSA SONO ?

### Classificazione degli scarichi

A seconda della provenienza, gli scarichi si possono classificare in:

#### Acque reflue industriali

- ~~Acque reflue domestiche~~, provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche.
- ~~Acque reflue urbane~~, composte dal miscuglio di acque reflue domestiche, di **acque reflue industriali** e/o di quelle meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate purché provengano da agglomerati, così come definiti dal D.lgs. 152/2006.
- Oltre a queste, si menziona una categoria, per così dire intermedia: le acque reflue **"assimilabili"** a quelle domestiche, specificatamente individuate nel comma 7 dell'art. 101 del D.lgs. 152/2006.

### Acque reflue industriali

Il Testo Unico Ambientale definisce le **"acque reflue industriali"** come *"qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diversi dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento"* (art. 74, comma 1, lett. h del D.lgs. 152/06).

Gli edifici o impianti in cui si svolgono attività commerciali o industriali sono, invece, definiti come *"qualsiasi stabilimento nel quale si svolgono attività commerciali o industriali che comportano la produzione, la trasformazione ovvero l'utilizzazione delle sostanze di cui alla **tabella 3** dell'allegato 5, ovvero qualsiasi altro processo produttivo che comporti la presenza di tali sostanze nello scarico"*.

Sostanzialmente, la contaminazione delle acque con le sostanze di cui alla tabella 3, tipiche delle lavorazioni industriali, ne esclude la natura domestica.

Ad esempio, sono da ritenersi comprese nella definizione di "acque reflue industriali" le **acque di raffreddamento**, le quali pur non essendo espressamente citate nel D.lgs. 152/2006, si qualificano per loro natura come acque di processo in quanto diverse dalle acque reflue domestiche e da quelle meteoriche di dilavamento.

# ANALISI DELLE CASISTICHE: UNICITA' DELLO SCARICO INDUSTRIALE

1) PRODOTTI E PROCESSI INDUSTRIALI

2) FILIERA DI SCARICO



**STABILIMENTO**

PETROLCHIMICA  
CARTIERA  
TESSILE / CONCIARIO  
FOOD & BEVERAGE  
FARMACEUTICO  
PIATTAFORMA TRATTAMENTO RIFIUTI  
GALVANICHE  
...



**DEPURATORE INDUSTRIALE**

RISPETTO LIMITI SCARICO  
FOGNATURA

Dlgs 152./06  
Parte III, Allegato 5, Tabella 3  
(DEROGHE ...A PAGAMENTO)



**DEPURATORE CENTRALIZZATO (PUBBLICO O CONSORTILE)**

RISPETTO LIMITI SCARICO  
ACQUE SUPERFICIALI  
Dlgs 152./06  
Parte III, Allegato 5, Tabella 3



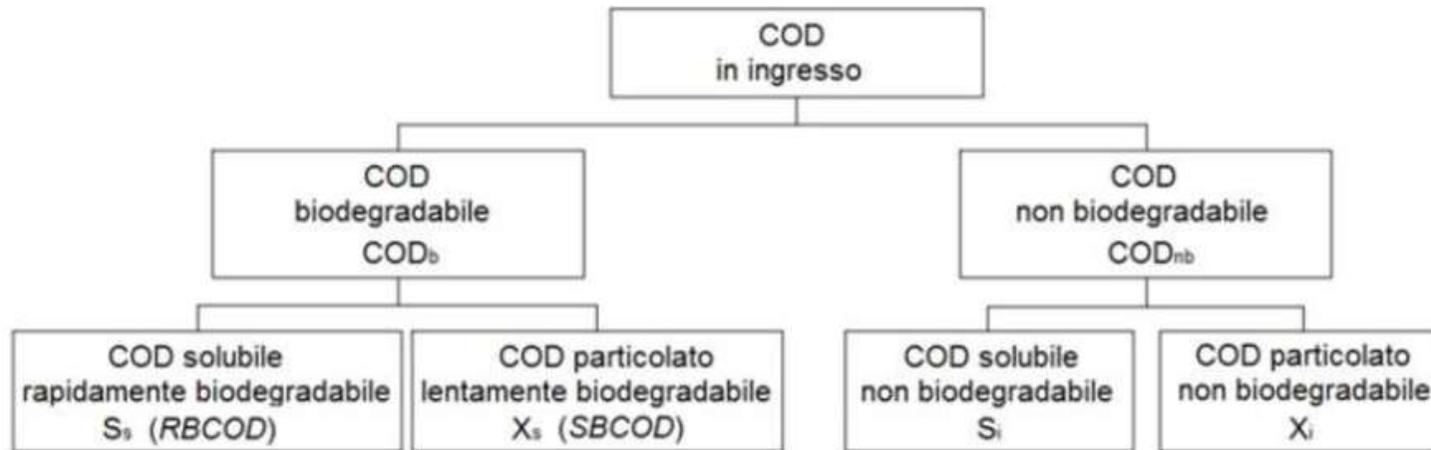
**CORPO IDRICO**

RISPETTO LIMITI  
SCARICO AL SUOLO  
Dlgs 152./06  
Parte III, Allegato 5, Tabella 4



**EX CORPO IDRICO / SUOLO**

## CARATTERIZZAZIONE DEL REFLUO INDUSTRIALE



Lo schema concettuale riportato rappresenta una modellizzazione e dunque, in quanto tale, una semplificazione della realtà. Il grado di biodegradabilità dei composti organici presenti in una matrice eterogenea quale un refluo industriale dipende infatti non solo dallo specifico stato fisico dei composti (disciolto, colloidale, particolato) ma anche:

- dal livello di complessità delle molecole che lo compongono,
- dall'affinità biomassa/substrato,
- dal tempo a disposizione dei microrganismi per svolgere l'attività di degradazione,
- dalle specifiche condizioni ambientali (temperatura, pH, concentrazione di ossigeno disciolto).

- **COD rapidamente biodegradabile (Readily Biodegradable COD, RBCOD)**, costituito da molecole di piccole dimensioni che possono essere facilmente metabolizzate dai batteri (acidi grassi volatili, alcoli, peptoni e amminoacidi). Tale frazione viene solitamente rimossa dalla biomassa acclimatata nell'arco di qualche ora o frazione di ora (o comunque inferiore al tempo di residenza idraulica dell'impianto) e riveste un ruolo cruciale nel dimensionamento dei processi di denitrificazione biologica, in quanto donatore di elettroni preferenziale nella riduzione dell'azoto nitrico N-NO<sub>3</sub>-ad azoto gassoso N<sub>2</sub>;

- **COD lentamente biodegradabile (Slowly Biodegradable COD, SBCOD)**, costituito da tutti i composti organici biodegradabili complessi per i quali è richiesta una fase idrolitica preliminare (con trasformazione in RBCOD) prima di essere utilizzati come substrati dai microrganismi. Fisicamente si tratta di sostanza organica in forma colloidale e particolata, la cui degradazione avviene ad una velocità dipendente dalla velocità di conversione idrolitica, con variazioni significative tra condizioni anossiche e condizioni aerate.

Il COD non biodegradabile rappresenta invece l'aliquota inerte della sostanza organica presente in un refluo e viene a sua volta classificato in base al proprio stato fisico in:

- **COD particolato non biodegradabile**, che viene rimosso solitamente nei processi biologici mediante intrappolamento all'interno dei fiocchi di fango attivo (o del biofilm nel caso di processi a biomassa adesa), con successiva rimozione con il fango di supero;

- **COD solubile non biodegradabile**, rappresentato dalle molecole non biodegradabili le cui dimensioni sono inferiori a quelle colloidali. Per questo motivo tale frazione della sostanza organica passa pressoché inalterata attraverso le sezioni di trattamento biologico, e la sua rimozione può avvenire unicamente mediante trattamenti terziari specifici di tipo chimico-fisico.

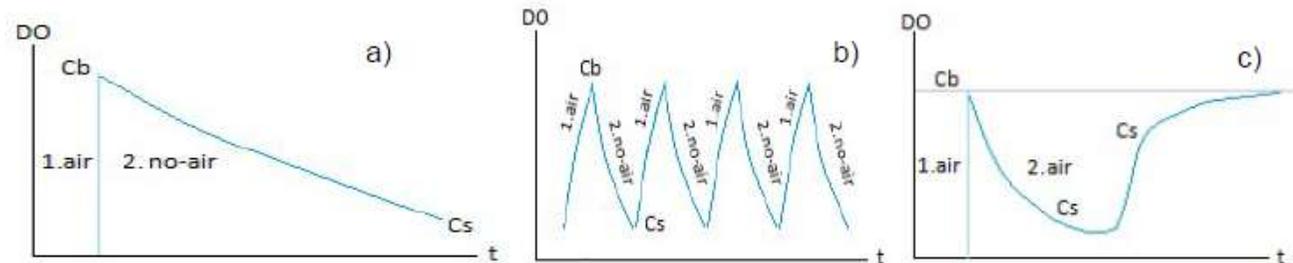
# CARATTERIZZAZIONE DEL REFLUO INDUSTRIALE

## RESPIROMETRO AUTOMATICO



## PROFILO OSSIGENO

a) OUR STATICO b) OUR ciclico c) OUR dinamico



### PROVA RESPIROMETRICA

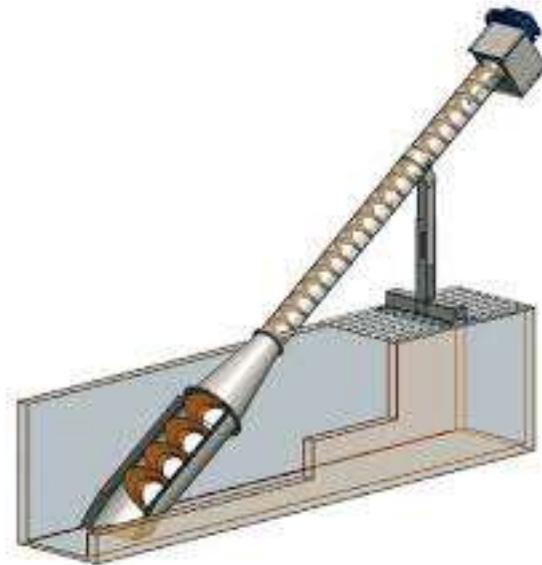
misura della variazione della concentrazione di ossigeno disciolto DO all'interno di un reattore di processo (il respirometro) e sul calcolo della velocità con cui tale variazione si verifica. Quest'ultimo parametro è detto OUR (Oxygen Uptake Rate, espresso in  $\text{mgO}_2/\text{L/h}$ ) e rappresenta il tasso di consumo dell'ossigeno associato alla respirazione da parte del fango attivo ed è indicativo dell'attività dei microrganismi presenti nel fango attivo

- 1) **OUR static.** In questa configurazione, la misura del tasso di respirazione OUR avviene mediante il calcolo della pendenza di ossigeno registrata in condizioni endogene o in presenza di un substrato;
- 2) **OUR cyclic.** In questa configurazione il respirogramma produce un respirogramma, misurando diversi OUR sulla base di 1 set-point minimo e 1 set-point massimo di ossigeno disciolto per un periodo di tempo impostabile;
- 3) **OUR dynamic.** In questa modalità, il respirometro fissa una linea di base di ossigeno disciolto corrispondente alla respirazione endogena. A seguito dell'aggiunta del substrato da testare, nel respirogramma compariranno le misurazioni della respirazione in continuo che consentono la determinazione simultanea e continua del consumo di ossigeno e bCOD. In questo modo possiamo tracciare l'evoluzione della respirazione nel tempo e valutare contestualmente il valore di COD biodegradato all'istante.

*GRIGLIATURA*

*Rimozione di corpi grossolani > 3-6 mm*

*TESSILI, FOOD & BEVERAGE (es. macelli)*



## TECNOLOGIE E COMPARTI TIPICI DI DEPURATORI INDUSTRIALI 2/7

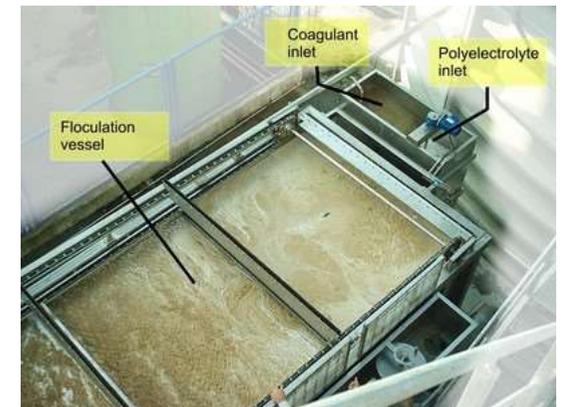
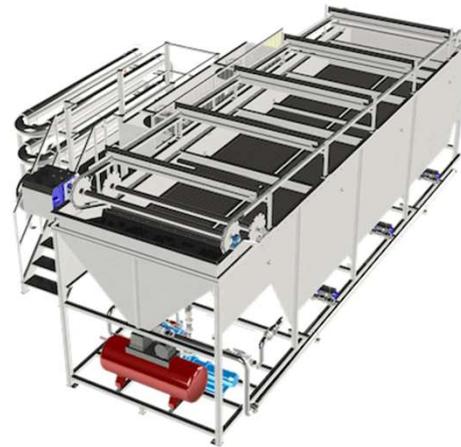
**CHIMICO – FISICO**  
**(COAGULAZIONE, NEUTRALIZZAZIONE,**  
**FLOCCULAZIONE, SEDIMENTAZIONE)**  
*Rimozione di metalli, tensioattivi, oli minerali,*  
*materiali in sospensione e solidi sedimentabili,*

**REFLUI VARI (NO FOOD&BEVERAGE)**



**FLOTTAZIONE ad aria (DAF)**  
*con dosaggio di coagulante e poly*  
*Rimozione oli, grassi, residui leggeri*

**FOOD & BEVERAGE, CARTIERE**



## TECNOLOGIE E COMPARTI TIPICI DI DEPURATORI INDUSTRIALI 3/7

### **BIOLOGICO AERATO**

*Rimozione sostanza organica, COD, rbCOD, sCOD, composti azotati tramite ossigeno*

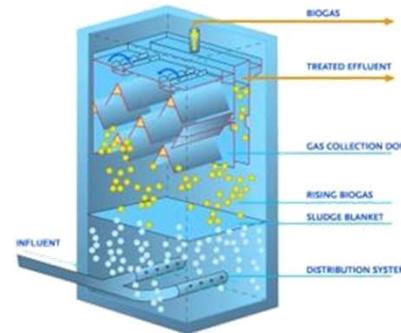
**TUTTI I TIPI DI REFLUI**



### **BIOLOGICO PRE-ANAEROBICO (UASB)**

*Rimozione sostanza organica, COD, rbCOD, sCOD in assenza di ossigeno e produzione biogas*

**CARTIERE, FOOD&BEVERAGE**



## TECNOLOGIE E COMPARTI TIPICI DI DEPURATORI INDUSTRIALI 4/7

### SEDIMENTAZIONE FINALE

Rimozione dei solidi sospesi per avviarli a ricircolo e supero

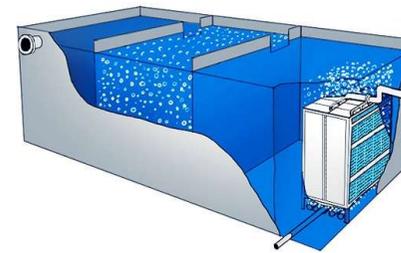
TUTTI I TIPI DI REFLUI



### MEMBRANE DI SEPARAZIONE (IMPIANTI MBR)

Separazione tramite microfiltrazione/  
ultrafiltrazione (> 0.5 micron), rimuove SST, ma  
anche batteri, virus principali e le  
particelle colloidali, funge quindi anche da  
disinfezione

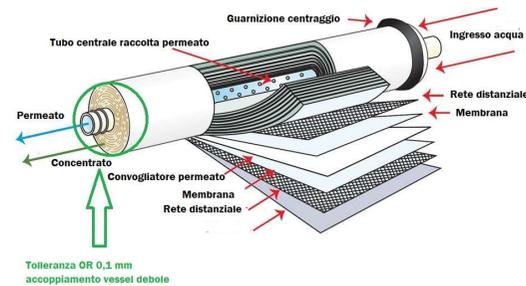
FOOD&BEVERAGE, IMPIANTI PER RIUSO



# TECNOLOGIE E COMPARTI TIPICI DI DEPURATORI INDUSTRIALI 5/7

## OSMOSI INVERSA

Rimozione dei sali disciolti, trattiene anche batteri, germi, particelle e sostanze organiche disciolte ( $> 0.0001$  micron)

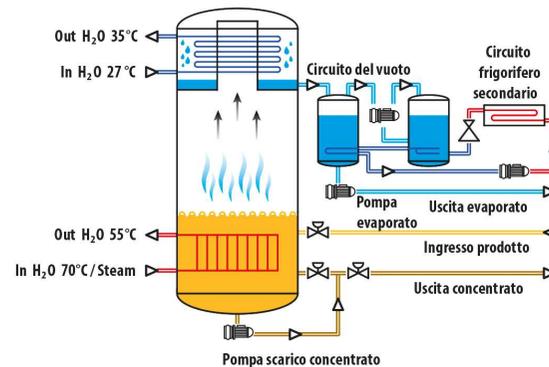


PRESENZA DISCIOLTI, NITRATI E NECESSITA' RIUSO

## EVAPORATORIE

Separazione tramite microfiltrazione/ ultrafiltrazione, funge anche da disinfezione

PRESENZA DISCIOLTI, NECESSITA' RIUSO



## *TECNOLOGIE E COMPARTI TIPICI DI DEPURATORI INDUSTRIALI 6/7*

### *OZONIZZAZIONE*

*Rimozione di batteri, ma anche decolorazione e rimozione sostanze recalcitranti, inquinanti emergenti (farmaceutici)*

*TESSILI, FARMACEUTICI*



### *FILTRI A CARBONI ATTIVI (GAC)*

*Rimozione oli minerali idrocarburi, tensioattivi, lieviti, sostanze non solubili*

*IMPIANTI VARI*



## *TECNOLOGIE E COMPARTI TIPICI DI DEPURATORI INDUSTRIALI 7/7*

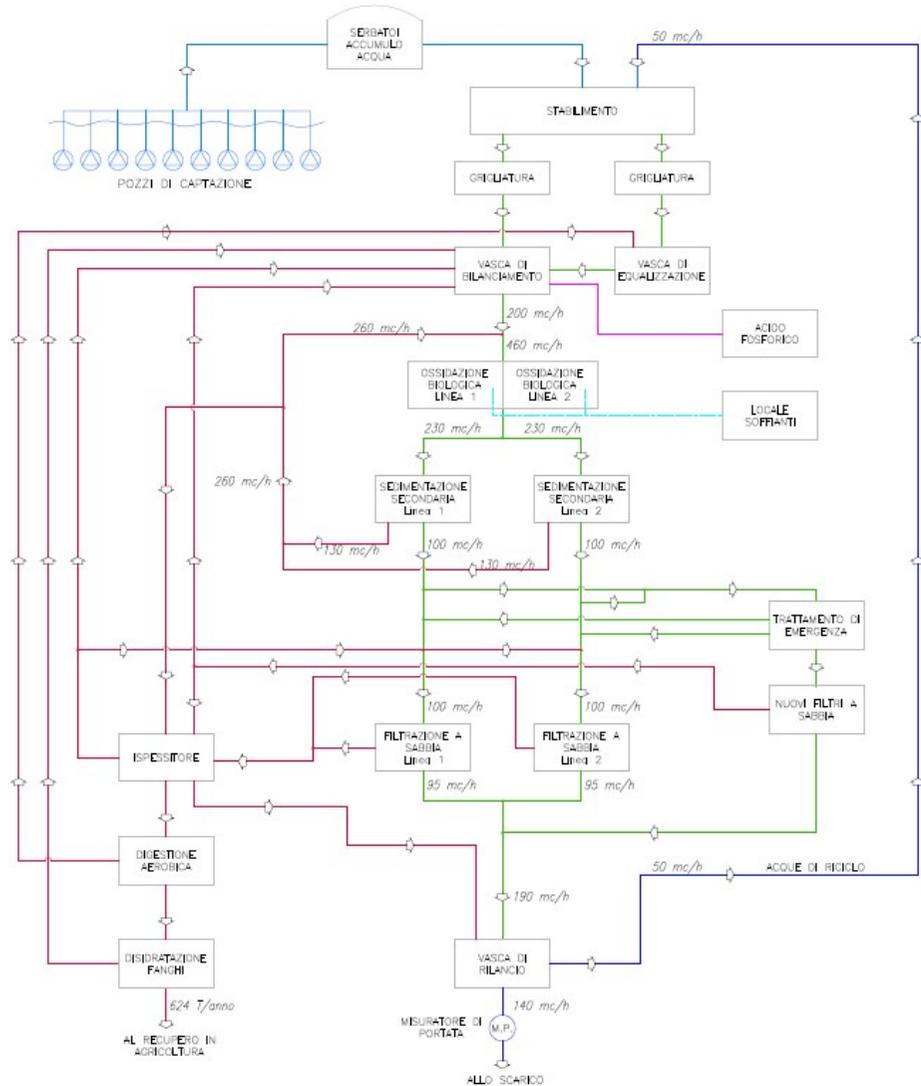
*TRATTAMENTO FANGHI*  
*Stabilizzazione aerobica*  
*Stabilizzazione anaerobica*  
*Accumulo / ispessimento*  
*Disidratazione con fango*



*TRATTAMENTO ODORI*  
*Biofiltri*  
*Scrubber a secco / a umido*



# ESEMPIO SCHEMA DI FLUSSO IMPIANTO TESSILE (5000 mc/d, scarico fiume)



**GRIGLIATURA**  
**EQUALIZZAZIONE**  
**BILANCIAMENTO**  
**(NEUTRALIZZAZIONE PH)**

**OSSIDAZIONE BIOLOGICA**  
**SEDIMENTAZIONE SECONDARIA**

**FILTRAZIONE A SABBIA**  
**RILANCIO ACQUE RIUSO INTERNO**

**SCARICO IN CORPO IDRICO**

**ISPESITORE FANGHI**  
**DIGESTIONE AEROBICA**  
**DISIDRATAZIONE FANGHI**

## *INQUADRAMENTO PLANIMETRICO IMPIANTO TESSILE*



*GRIGLIATURA*

*EQUALIZZAZIONE*

*BILANCIAMENTO  
(NEUTRALIZZAZIONE PH)*

*OSSIDAZIONE BIOLOGICA*

*SEDIMENTAZIONE SECONDARIA*

*FILTRAZIONE A SABBIA*

*RILANCIO ACQUE RIUSO INTERNO*

*SCARICO IN CORPO IDRICO*

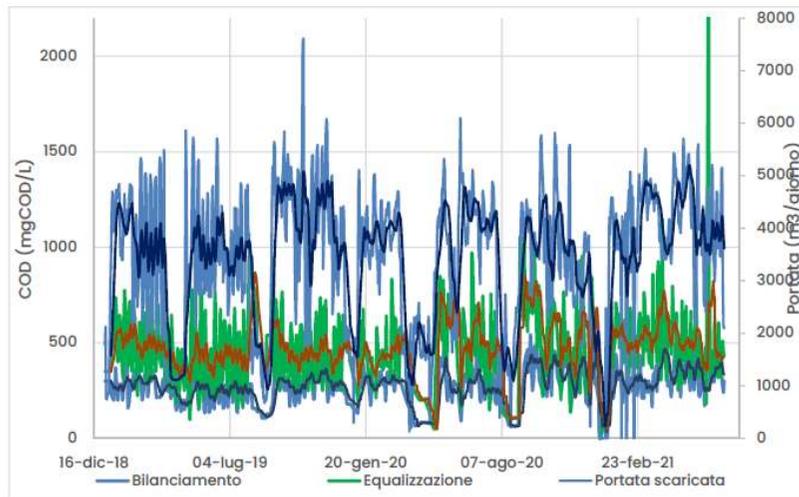
*ISPESSITORE FANGHI*

*DIGESTIONE AEROBICA*

*DISIDRATAZIONE FANGHI*

# ESEMPIO ANALISI REFLUO DA IMPIANTO TESSILE

## ANALISI STATISTICA PORTATE SCARICO



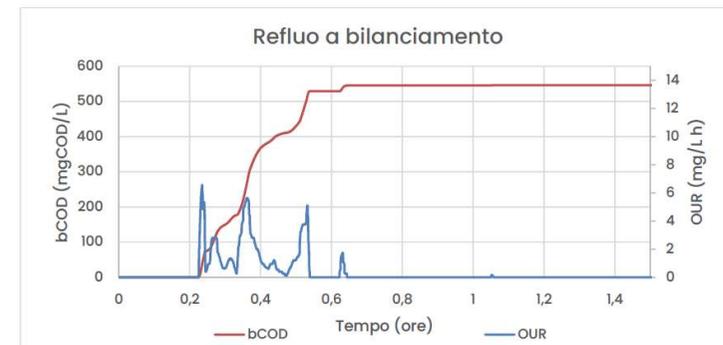
## ANALISI CHIMICHE E CARATTERIZZAZIONE COD

Parametro	Unità	Refluo a bilanciamento	Uscita equalizzazione a bilanciamento
COD totale	mgCOD/L	699	548
COD solubile	mgCOD/L	566	259
bCOD	mgCOD/L	546	509
TN	mgN/L	82.8	49.6
NH <sub>4</sub> -N	mgN/L	61.9	22.9
NO <sub>3</sub> -N	mgN/L	-	-
NO <sub>2</sub> -N	mgN/L	-	-
bCOD/tCOD	gbCOD/gCOD	0.81	0.93
bCOD/TN	gbCOD/gTN	6.6	10.3

## ANALISI STATISTICA CONCENTRAZIONI COD

Percentile	Anni '19-'20-'21		Anni '20-'21	
	Equalizzazione mgCOD/L	Bilanciamento mgCOD/L	Equalizzazione mgCOD/L	Bilanciamento mgCOD/L
25° Percentile	350	219	376	246
50° Percentile	462	285	498	309
75° Percentile	607	331	655	400
90° Percentile	728	401	778	449
Media	486	282	526,9	319
Dev. St	196	94	236,5	111

→ i reflui convogliati al bilanciamento presentano un COD biodegradabile dall'81 al 93%  
 → In generale, i reflui presentano un buon rapporto bCOD/TN



*INQUADRAMENTO IMPIANTO RICICLO CARTA (4000 mc/d, scarico corpo idrico)*



*FLOTTATORE*

*EQUALIZZAZIONE*

*UASB*

*(PRETRATTAMENTO ANAEROBICO)*

*OSSIDAZIONE BIOLOGICA*

*SEDIMENTAZIONE SECONDARIA*

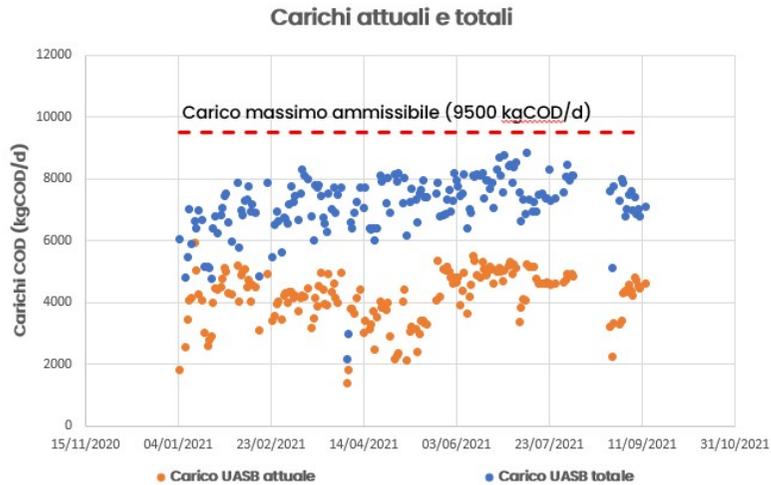
*SCARICO IN CORPO IDRICO*

*ISPESSITORE FANGHI*

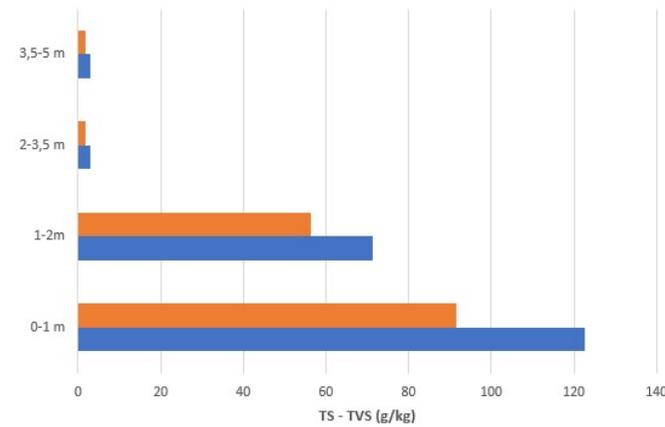
*DISIDRATAZIONE FANGHI*

# ESEMPIO ANALISI REFLUO DA IMPIANTO RICICLO CARTA

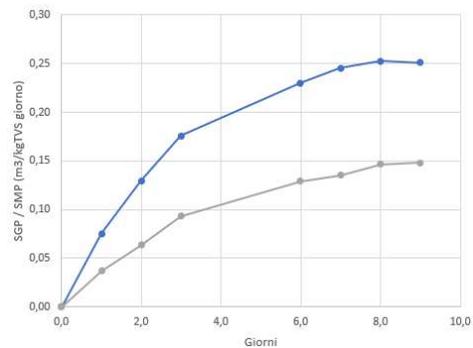
## VERIFICA CARICO EFFETTIVO VS. PROGETTO



## CARATTERIZZAZIONE BIOMASSA GRANULARE NEI VARI STRATI



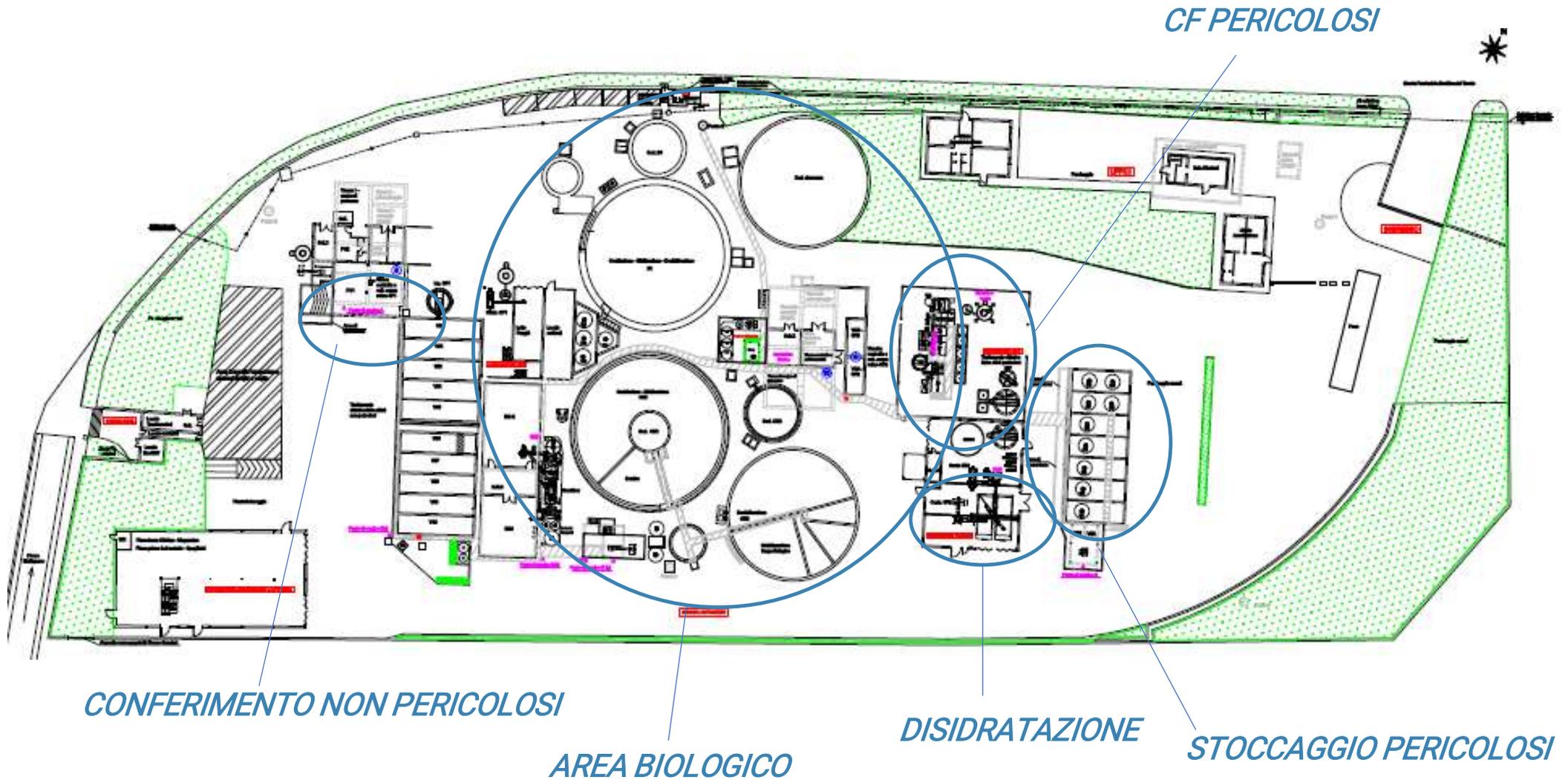
## CAPACITA' MATANOGENICA DEL REFLUO



## EFFICIENZA DI RIMOZIONE E PRODUZIONE BIOGAS

Bilancio di materia	Unità	Valore
COD in ingresso	kgCOD/giorno	3892
COD uscita	kgCOD/giorno	1548
COD fanghi prodotti (12% COD rimosso)	kgCOD/giorno	281
COD abbattuto a biogas	kgCOD/giorno	2063
Produzione di metano (30°C)	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /giorno	793
Produzione giornaliera di biogas (30°C)	m <sup>3</sup> biogas/giorno	1085
Produzione giornaliera di metano (30°C)	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /giorno (74%)	793
Produzione oraria media di biogas (30°C)	m <sup>3</sup> biogas/h	45
Produzione oraria di metano (30°C)	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /h	33

*INQUADRAMENTO PLANIMETRICO PIATTAFORMA CONFERIMENTO RIFIUTI  
(200.000 tonn/anno Pericolosi e non Pericolosi, scarico fognatura)*



*CONFERIMENTO NON PERICOLOSI*

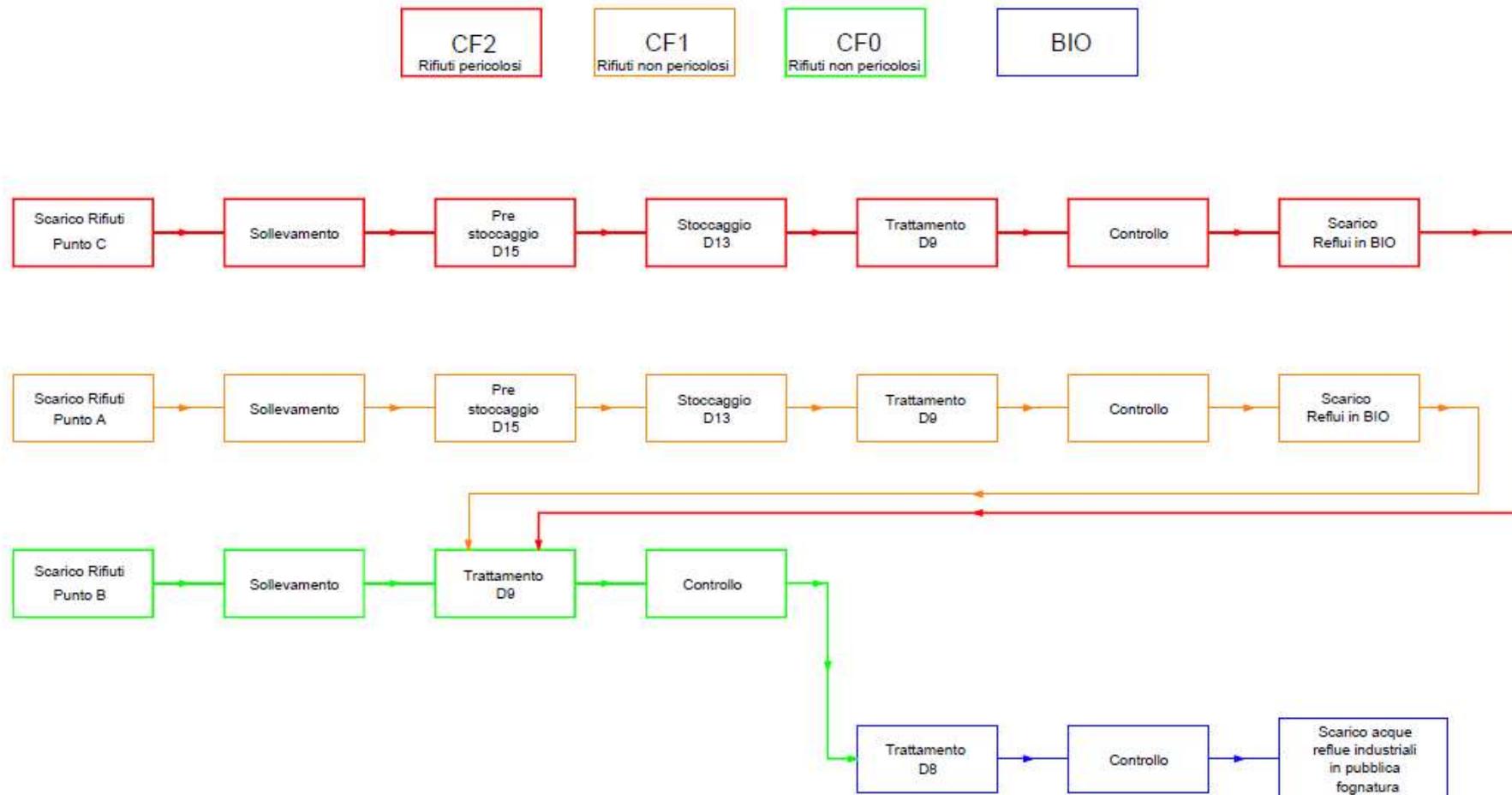
*AREA BIOLOGICO*

*DISIDRATAZIONE*

*STOCCAGGIO PERICOLOSI*

*CF PERICOLOSI*

# INQUADRAMENTO PLANIMETRICO PIATTAFORMA CONFERIMENTO RIFIUTI

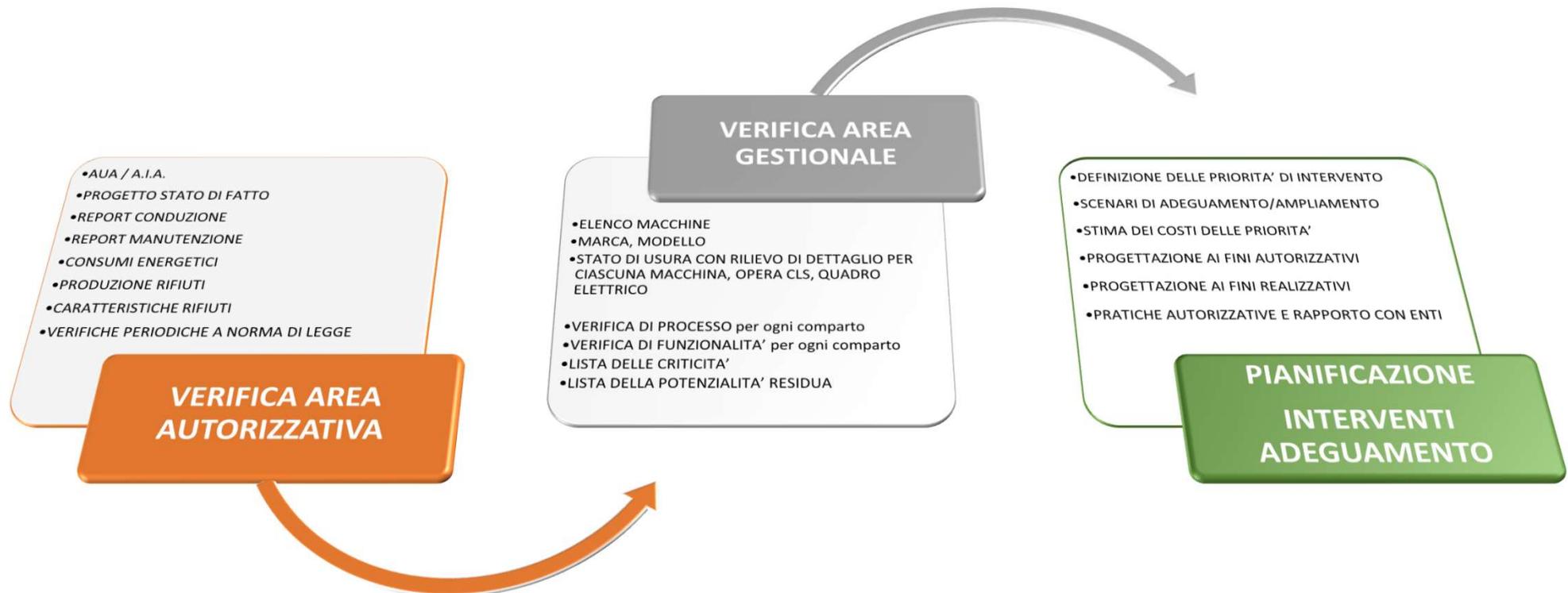


# APPROCCIO METODOLOGICO PER DEPURATORI REFLUI INDUSTRIALI

## OBIETTIVI

- *minimizzare gli impatti della frazione liquida sullo scarico finale*
- *minimizzare gli impatti odorigeni*
- *gestione corretta dei rifiuti (in particolare fanghi o altro scarti)*
- *minimizzazione dei costi di gestione (chemicals, energia)*

**bioreal**  
ENVIRONMENTAL INNOVATORS



## PROSPETTIVE FUTURE: NUOVA DIRETTIVA ACQUE REFLUE



● Consiglio dell'UE Comunicato stampa 16 ottobre 2023 17:20

### Il Consiglio adotta una posizione su nuove norme per un trattamento più efficiente delle acque reflue urbane

Il Consiglio ha raggiunto oggi un accordo ("orientamento generale") su una proposta di revisione della direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane. La direttiva riveduta è uno degli obiettivi chiave del piano d'azione dell'UE "inquinamento zero".

#### Trattamento quaternario

Un **trattamento supplementare** che rimuova un ampio spettro di microinquinanti ("trattamento quaternario") sarà obbligatorio per tutti gli impianti che trattano un carico di oltre 200 000 a.e. entro il 2045, con traguardi intermedi nel 2035 e nel 2040.

#### Responsabilità estesa del produttore

Per coprire i costi aggiuntivi derivanti dal trattamento quaternario e in linea con il principio "chi inquina paga", i produttori di prodotti **farmaceutici e cosmetici** che provocano l'inquinamento delle acque reflue urbane con microinquinanti dovrebbero contribuire ai costi di tale trattamento supplementare mediante un regime di **responsabilità estesa del produttore**. Il Consiglio ha convenuto che la responsabilità estesa del produttore dovrebbe applicarsi a qualsiasi prodotto immesso sul mercato, in qualsiasi paese e con qualsiasi mezzo. Si prevede che le deroghe alla responsabilità estesa del produttore non rappresentino un onere amministrativo sproporzionato per il produttore.

#### Neutralità energetica ed energie rinnovabili

Gli Stati membri hanno convenuto che il settore del trattamento delle acque reflue urbane potrebbe svolgere un ruolo significativo nel ridurre notevolmente le emissioni di GES e nell'aiutare l'UE a conseguire il suo obiettivo di neutralità climatica. Hanno introdotto un **obiettivo di neutralità energetica**, il che significa che, **entro il 2045**, gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane dovranno produrre l'energia che consumano, con progressivi traguardi intermedi. Tale energia può essere prodotta in loco o altrove e fino al 30% dell'energia può essere acquistato da fonti esterne.

**E DAL 23.06.2023 ENTRA OPERATIVA LA NUOVA NORMATIVA UE PER IL RIUTILIZZO DELLA RISORSA IDRICA AD USO AGRICOLO ...**

# PROSPETTIVE FUTURE: STRATEGIE DI RICERCA E FINANZIAMENTO

## RICONOSCIMENTO DEI CERTIFICATI BLU PER RIUSO



Il meccanismo  
dei  
Certificati Blu

Daniele Renzi, Marco Ferraresi, Giulio Modorati



## AUTOMAZIONE ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE APPLICATA A TECNOLOGIE ANAEROBICHE (UASB)



DT4ART

Hybrid Digital Twin based on MBSE techniques  
PROGETTO TRIENNALE 2024-2026  
PARTNERSHIP SPAGNA - ITALIA



UNIVERSITÀ  
di VERONA

## RECUPERO DI RISORSE DA FLUSSI AD ALTO CARICO



PROGETTO DI RICERCA GIÀ IN FASE DI PILOTA DI GRANDE TAGLIA PER RECUPERO  
DI ACIDO NITRICO DAI SURNANTANTI ANAEROBICI → 15-20kgHNO<sub>3</sub>/AE\*y  
IMPIANTO DA 100.000 Ab.eq. → 2.000 tonn/y nitrico → € 400.000/anno



## SEMINARIO FORMATIVO PER ISPETTORI AMBIENTALI ISPRA LA DEPURAZIONE DEGLI SCARICHI INDUSTRIALI

*23 OTTOBRE 2023*

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

Ing. DANIELE RENZI  
[daniele.renzi@bioreal.it](mailto:daniele.renzi@bioreal.it)  
+39 3497656173

