

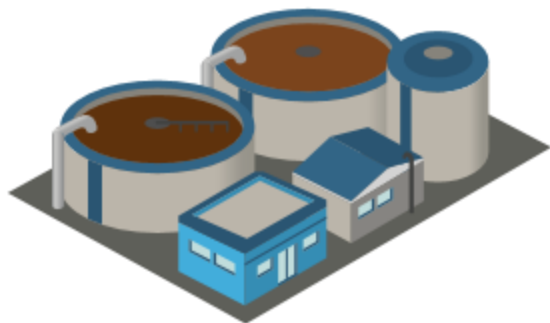


Trattamento quaternario con ozono a Sant'Antonino Ticino: prospettive verso la nuova direttiva

Daniele Cecconet, PhD

Resp. Ricerca & Innovazione, Alfambiente

Acque reflue



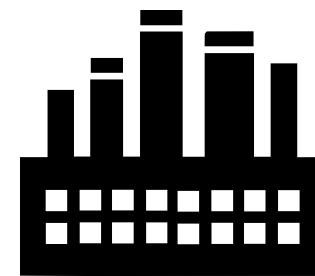
Depuratore

Scouting
tecnologie
innovative

Collaborazioni
con università
e centri di
ricerca

Analisi spinta
dei dati e
valutazione
critica

**Acque reflue
+ rifiuti**



EcoHub



Nutrienti
Materia
Energia

Ricerca & Innovazione: soluzioni innovative per l'evoluzione
del depuratore a EcoHub

La depurazione delle acque

Abitanti Equivalenti gestiti (AE)

1.240.542

Impianti di depurazione gestiti

78

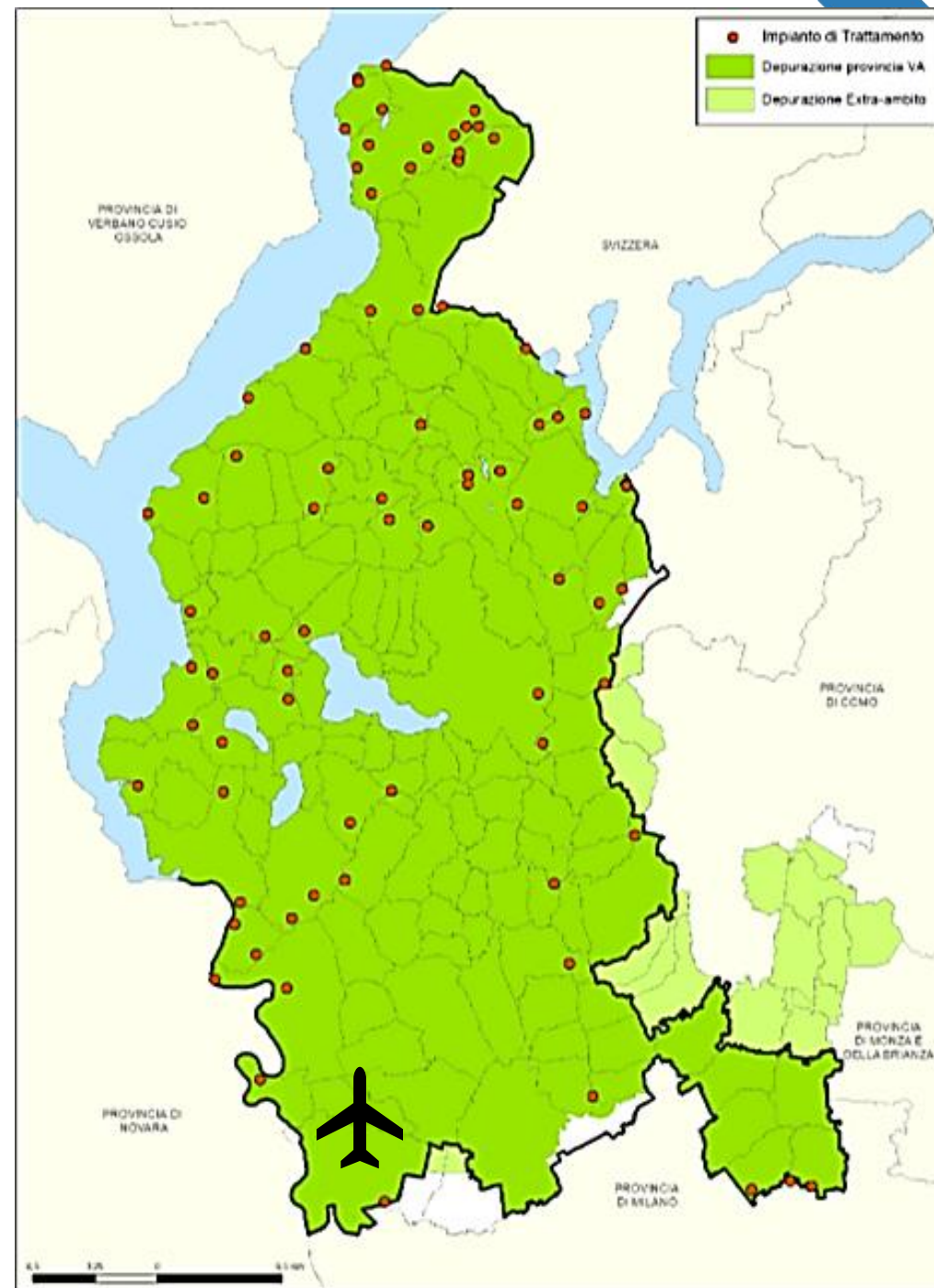
Reflui trattati nel 2025 (Mmc)

138

Fanghi disidratati (ton/yr)

40.000

Classe	Nr. impianti
> 100.000 A.E.	5
10.000 A.E. – 100.000 A.E.	17
2.000 A.E. – 10.000 A.E.	15
< 2.000 A.E.	41 di cui 12 fitodep.



Direttiva UE 2024/3019 del 27/11/2024

Neutralità energetica

Obiettivo vincolante entro il 2045 di **neutralità energetica** per impianti > 10.000 AE

Nuovi obblighi sul trattamento

Introduzione **nuovi obblighi di trattamento secondario, terziario o quaternario** sulla base di AE trattati

Limiti sui microinquinanti

Introduzione limiti per **microinquinanti**, oltre a valutazione su **aree sensibili**

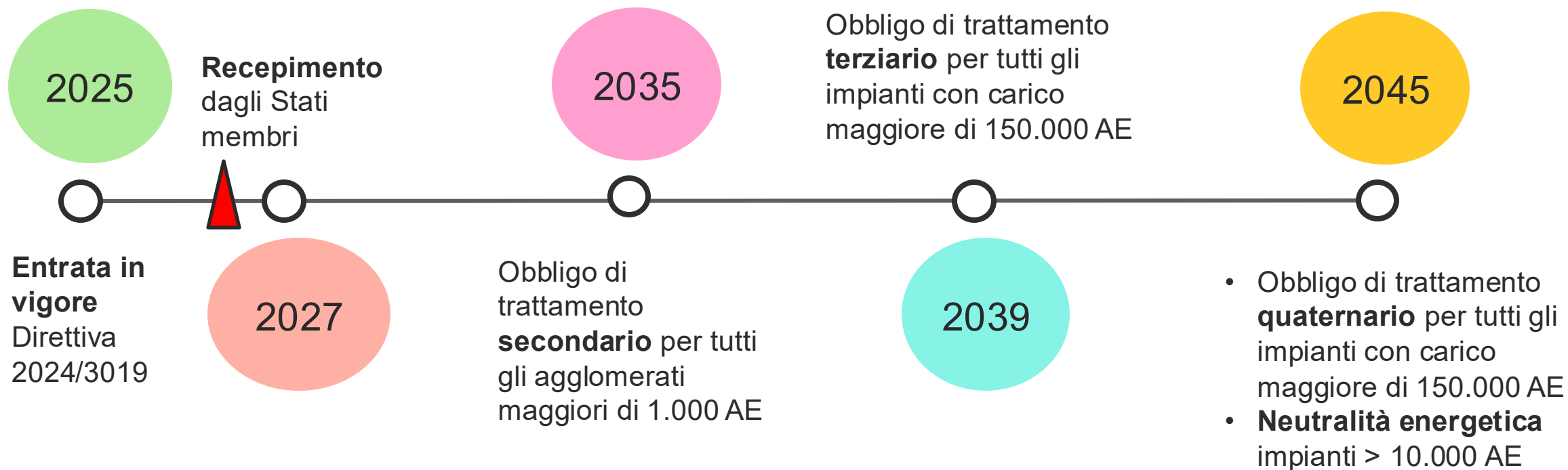
Responsabilità estesa del produttore

Richiesta alle industrie cosmetiche e farmaceutiche di **sostenere almeno 80% costi del trattamento quaternario**

Inoltre, si introduce l'obbligo di elaborare **piani di gestione integrata delle acque reflue urbane**, oltre a **nuovi limiti più stringenti sui nutrienti**

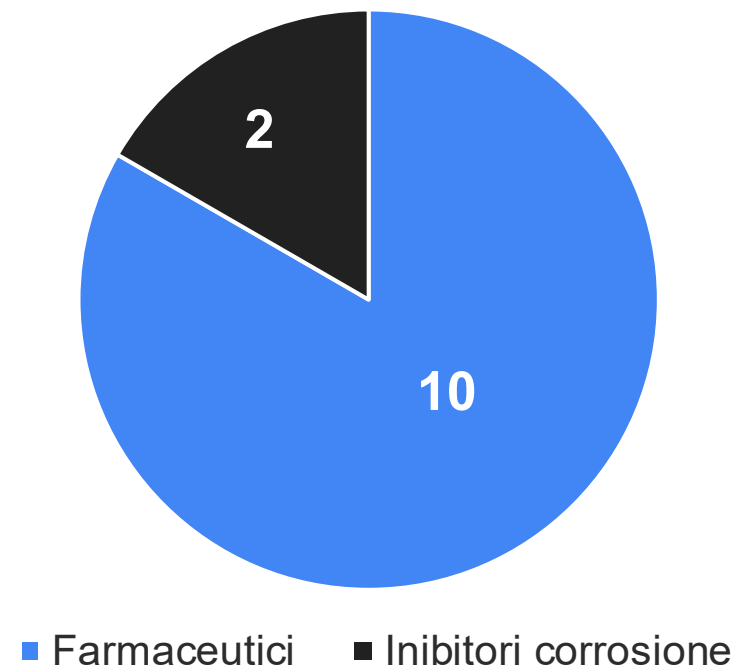
Nuova direttiva acque reflue

A che punto siamo?



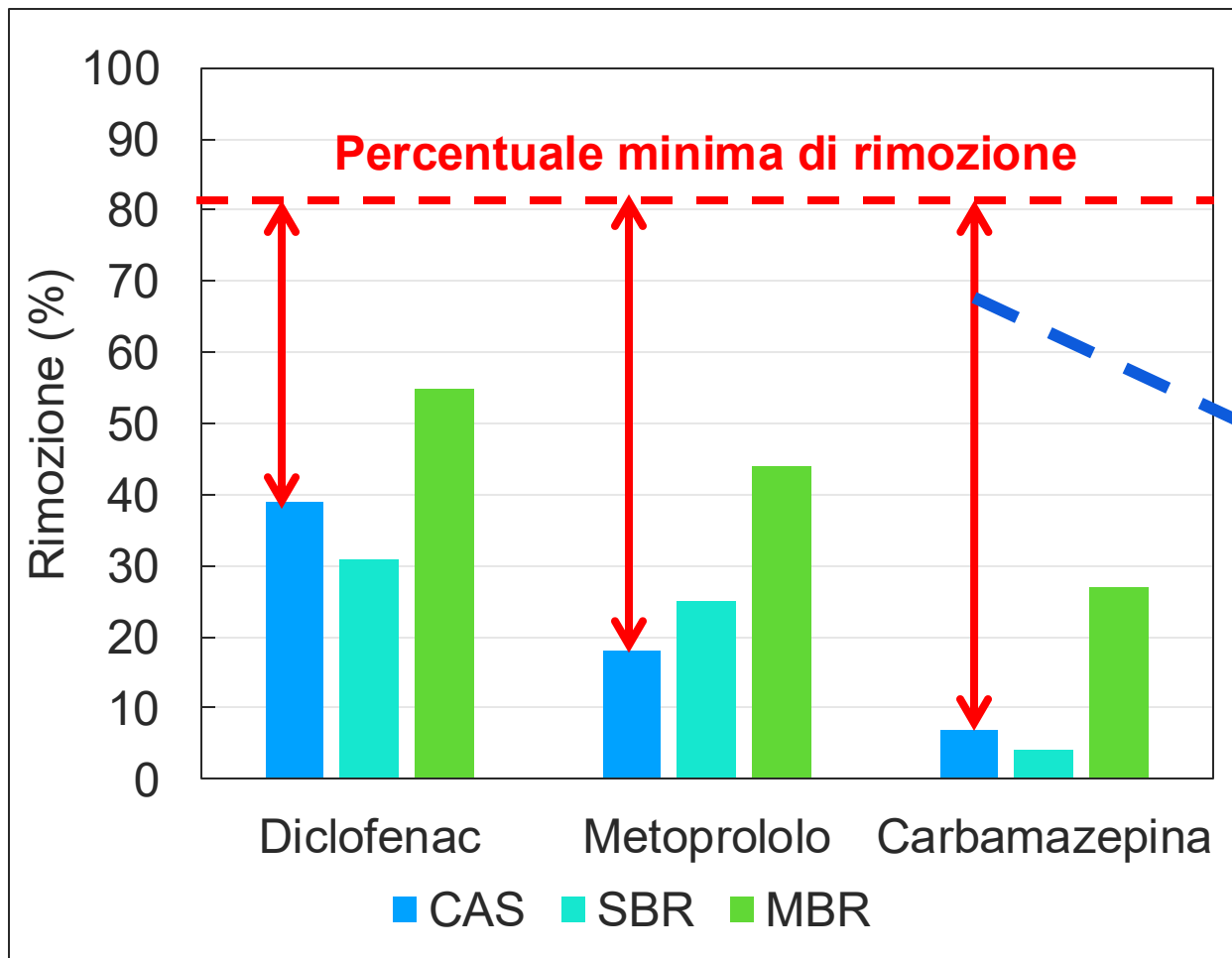
Microinquinanti: nuovi limiti sulla rimozione minima

Categoria	Sostanza	Percentuale minima di rimozione
<i>Categoria 1 (trattate con grande facilità)</i>	Amisulpride	80%
	Carbamazepina	
	Citalopram	
	Claritromicina	
	Diclofenac	
	Idroclorotiazide	
	Metoprololo	
	Venlafaxina	
<i>Categoria 2 (trattate con facilità)</i>	Benzotriazolo	
	Candesartano	
	Irbesartano	
	misc. di 4- e 5-metilbenzotriazolo	



L'All. I, Parte C prevede che i campionamenti per i microinquinanti siano medi 24h (se ponderati alla Q) o medi 48h (se su base temporale). **La percentuale di rimozione è calcolata su almeno n.6 sostanze;** il numero di sostanze della Categoria 1 deve essere il doppio di quelle della Categoria 2

Perché è necessario un trattamento quaternario?



I trattamenti **secondari e terziari non sono efficaci** nel rimuovere le molecole più complesse, con **degradazione solo parziale** delle stesse e possibile produzione di sottoprodotti.

È possibile colmare il gap accoppiando il trattamento secondario/terziario con un **trattamento più spinto**:

- Adsorbimento su carbone attivo
- Ozonizzazione
- Altre tecnologie (AOP, prevalentemente a scala pilota)

Impianti Alfa con futuri limiti su microinquinanti

- **Caronno Pertusella**, agglomerato: 173.111 AE
- **Sant'Antonino Ticino**, agglomerato: 373.123 AE

Già presente un
trattamento
quaternario!

Entro il 31/12/2030 ciascuno Stato membro individuerà **aree sensibili** nelle quali la concentrazione o l'accumulo di **microinquinanti** derivanti da impianti di depurazione rappresenti **un rischio per l'ambiente o la salute umana**.



Applicazione di **trattamenti quaternari** agli **impianti >10.000 A.E.** ricadenti in area **sensibile** per microinquinanti

Applicazione **graduale dal 2033 al 2045**

L'impianto di Sant'Antonino Ticino (SAT)



Potenzialità impianto: **397.224 AE**
Carico agglomerato: **373.123 AE**
Recettore: **Canale Industriale, Nosate (MI)**

Portata trattata in tempo asciutto: **82.000 mc/d (2024)**

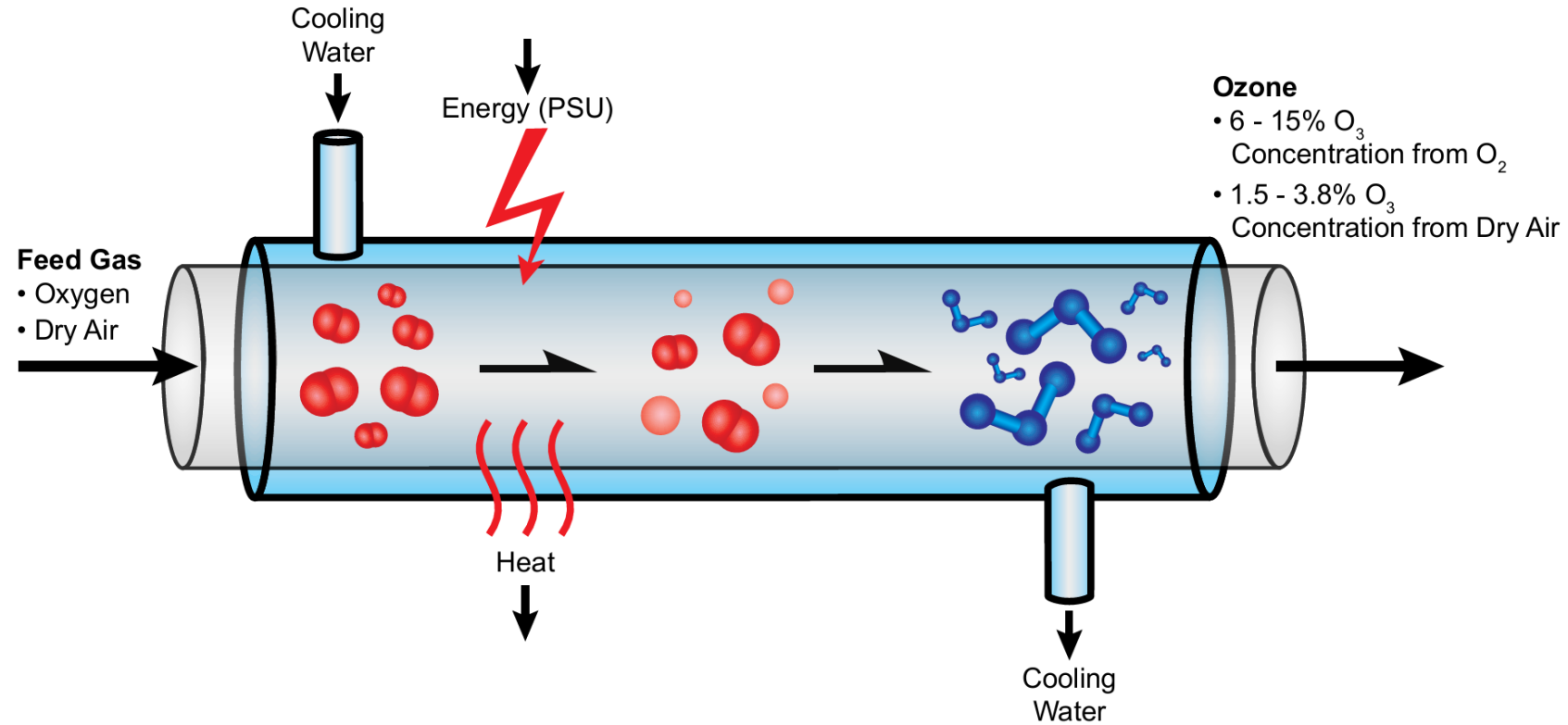
Fango prodotto annualmente: **circa 12.000 ton,**
interamente avviate a smaltimento in agricoltura

Consumo elettrico annuale: **circa 10 GWh_e, cioè 2M€**



Ozonizzazione: principi generali

Una **scarica elettrica ad alta tensione** viene fatta passare attraverso un flusso di O_2 , aria e N_2 , producendo O_3



Il processo di produzione dell'ozono ha, nelle migliori condizioni, **un'efficienza del 27%**; la restante energia è consumata e liberata sotto forma di calore: il processo ha quindi bisogno di **raffreddamento costante**.

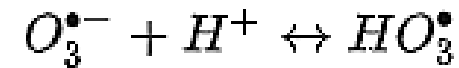
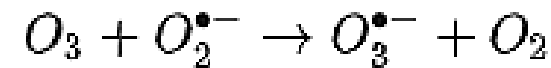
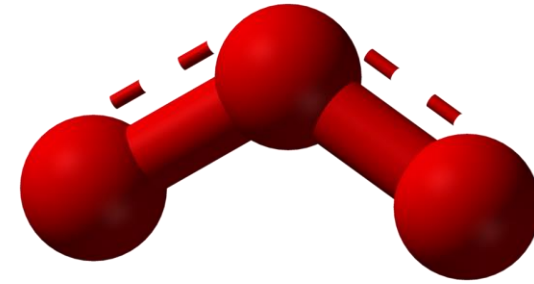
Come agisce sugli inquinanti?

O₃ è caratterizzato da un **elevato potenziale ossidativo** ($E^\circ = 2,08 \text{ V}$)

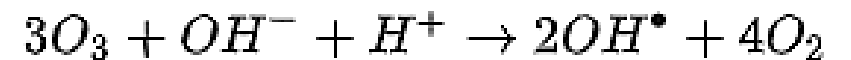
Il meccanismo di ossidazione dell'ozono è un **processo complesso** che ha luogo in 2 modi:

- 1) Reazione **diretta con O₃**
- 2) Ossidazione indiretta tramite la formazione di **radicali ossidrilici (•OH)**

La degradazione di un composto è **dipendente dalla dose** di ozono, dalla **natura del contaminante** e dal **pH** della soluzione



Overall reaction:



Comparto di ozonizzazione a SAT

N. 4 **vasche di contatto** capaci di trattare fino a 7.500 mc/h attraverso due linee di diffusione composte una da 100+100 piattelli diffusori e una seconda da 50+50.

Preceduto da filtrazione su tela



Ozonatori



Distruttori di ozono residuo e compressori al servizio della sezione di ozonizzazione

Installato originariamente **per rimozione colore e tensioattivi**
per presenza di **forte comparto tessile** nell'agglomerato.

Campagna Utilitalia 2023

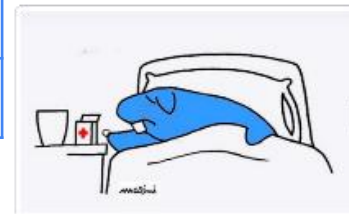
Progetto «Inquinanti Emergenti»

n.73 depuratori in Italia coinvolti: SAT **unico con un trattamento quaternario**

Analisi su campioni medi 24h, ingresso e uscita impianto.
Sono stati indagati n.17 parametri, di cui **n.4 nell'elenco in Al I parte C.**

Periodo	5-Metil-1H-Benzotriazolo	Carbamazepina	Diclofenac	Irbesartan
Inverno	73%	91%	<LOQ	96,2%
Estate	69%	78%	<LOQ	<LOQ

Dati espressi in percentuale di rimozione. LOQ: Limite di quantificazione



Elevate prestazioni su:

Celestolide (profumo usato in cosmesi, 95% di rimozione)

Gabapentina (analgesico e anticonvulsivante, 97,6% di rimozione)

PFOA e PFAS assenti, sia in che out

Campagna ALFA 2025

Antibiotici e droghe da abuso



Sostanza	Rimozione (%)
Tiamfenicolo	94,7%
Ciprofloxacina	89,4%
Tetraciclina	86,9%
Levofloxacina	86,6%
Vancomicina	72,3%
Sulfadiazina	65,7%
Sulfametoxazolo	33,1%
Claritromicina	23,8%
Azitromicina	21,5%

Antibiotici

Sostanza	Rimozione (%)
Benzoilecgonina	100%
Cocaina	99%
THC-COOH	98%
Ketamina	97%
MDMA	95%
Morfina	94%
Metamfetamina	85%
Cocaetilene	81%
Amfetamina	assente

Droghe da abuso e loro metaboliti

SAT: a che punto siamo con la nuova direttiva?

Nuovi limiti più stringenti



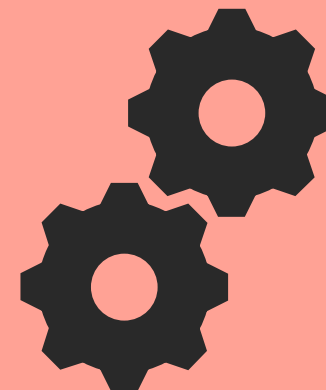
Obiettivo raggiunto già nel 2024 e mantenuto nel 2025

Riduzione consumi energetici in ottica neutralità energetica



-22% consumi energetici
-50% kWh_e/COD_{rimosso}
-50% kWh_e/N_{tot}_{rimosso}

Microinquinanti



Quaternario attivo.
In corso di ottimizzazione delle prestazioni



**Grazie per
l'attenzione!**

daniele.cecconet@alfavarese.it