

Valutazione e monitoraggio del sistema di aerazione a diffusori



SURCIS

Respirometria BM

SURCIS

Sistema di Respirimetria BM

1. Controllo automatico del pH
2. Sensore di pH
3. Sensore di ossigeno disciolto
4. Motore di agitazione
5. Pompa peristaltica di omogeneizzazione
6. Reattore a doppia camera
7. Sistema di controllo automatico della temperatura
8. LED per il controllo dei dispositivi
9. Regolatore di ossigeno e temperatura
10. Regolatore di pH
11. Software BM in PC



Sistema di respirometria multifunzione BM-Advance

Modi operativi e parametri automatici

Modi operativi – Respirimetria BM

OUR & Cyclic OUR

OUR: tasso di assorbimento dell'ossigeno ($\text{mg O}_2/\text{l.h}$)

Misura il tasso di assorbimento dell'ossigeno per una sola misurazione o per una serie di misurazioni.

SOUR: OUR specifico ($\text{mg O}_2/\text{g VSS.h}$)

OUR specifico relativo a MLVSS. $\text{SOUR} = \text{OUR} / \text{MLVSS}$

Rs: Tasso di respirazione esogena dinamica ($\text{mg O}_2/\text{l.h}$)

Misura il tasso di assorbimento dell'ossigeno dalla miscela di fanghi attivi e una certa quantità di campione di acque reflue o di composto in una catena continua di misurazioni.

CO: Consumo di ossigeno ($\text{mg O}_2/\text{l}$)

Rsp: Tasso di respirazione esogena specifica dinamica ($\text{mg O}_2/\text{g VSS.h}$)

Rs specifico riferito a MLVSS. $\text{Rsp} = \text{Rs} / \text{MLVSS}$

bCOD: COD biodegradabile (mg/l)

Frazione di COD biodegradabile o solubile facilmente biodegradabile, basata sull'integrazione delle misure di Rs da una miscela di fanghi attivi e campione biodegradabile.

U: Velocità di rimozione del COD (mg COD/l.h)

Velocità di rimozione del COD.

q: Tasso di rimozione del COD specifico ($\text{mg COD} / \text{mg VSS.d}$)

U specifica riferita alla concentrazione MLVSS.

R

Valutazione e monitoraggio del sistema di aerazione a diffusori

SURCIS

La procedura qui descritta vuole essere un modo pratico e semplice per ottenere una valutazione stimata e un monitoraggio di un sistema di aerazione a diffusore

**Base per la valutazione e il
monitoraggio di un sistema di
aerazione a diffusori**

SURCIS

La base per la valutazione e il monitoraggio di un sistema di aerazione a diffusori è il rapporto tra il fabbisogno di ossigeno e la portata di ossigeno fornita

Il modo coerente per valutare i sistemi di aerazione a diffusore a livello globale è quello di mettere in relazione il fabbisogno di ossigeno del carico in ingresso (AOR) con la portata di ossigeno fornita al processo (Q_{O_2}). In questo modo, il fabbisogno di ossigeno del carico in ingresso viene contrapposto all'ossigeno fornito per il suo trattamento, dando origine al parametro dell'efficienza di trasferimento dell'ossigeno al processo (OTE_f)

$$OTE_f (\%) = 100 * AOR / Q_{O_2}$$

Il complemento dell' OTE_f è il rapporto tra l'AOR e il fabbisogno standard di ossigeno (SOR) che dà origine all'AOR/SOR:

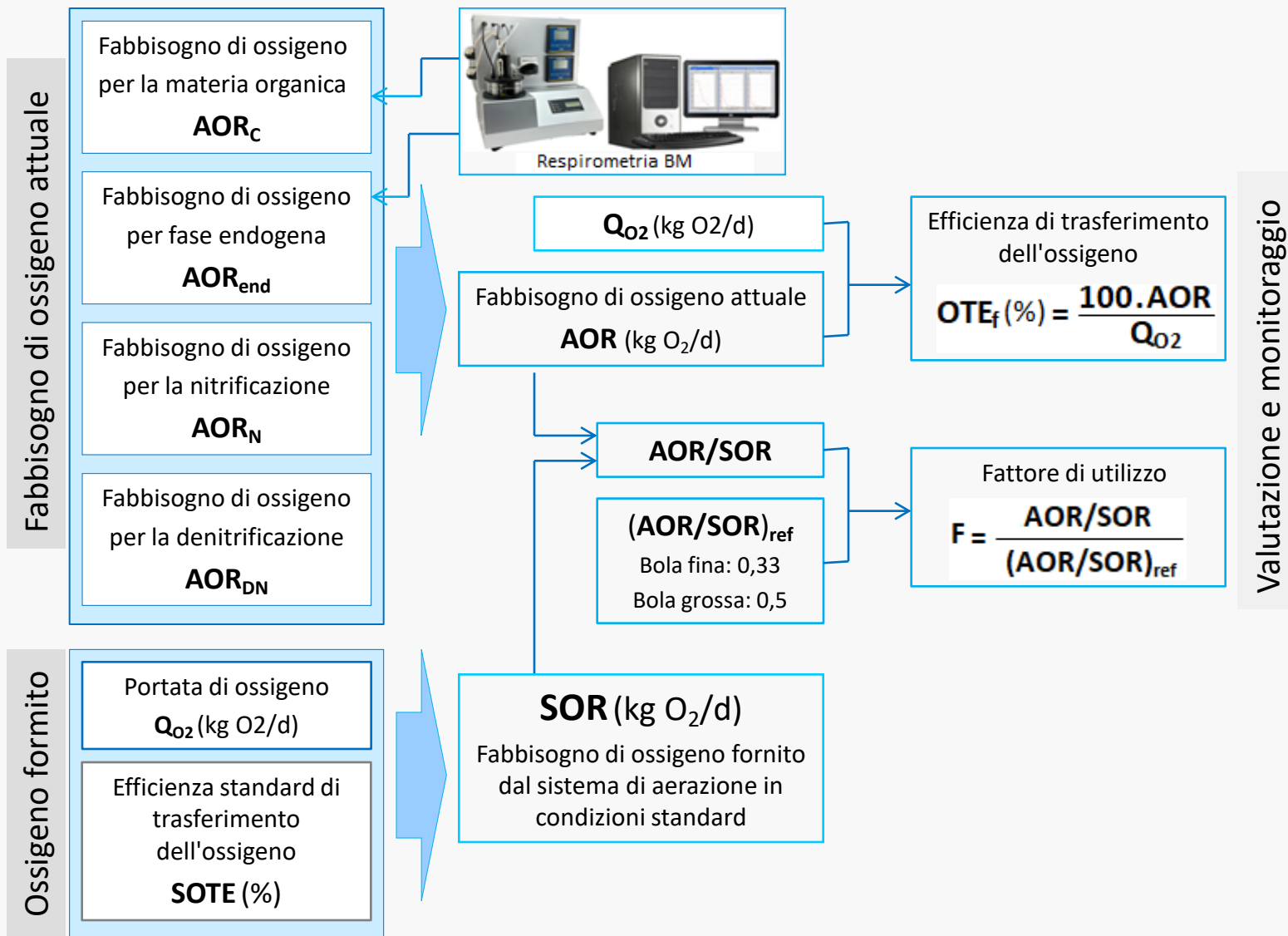
$$AOR/SOR = AOR / (SOTE * Q_{O_2})$$

L' OTE_f , l'AOR/SOR e i parametri derivati possono essere utilizzati come strumento efficace per la valutazione e il monitoraggio dei sistemi di aerazione a diffusore e possono segnalare quanto segue:

- **aerazione insufficiente**
- **sovra-aerazione**
- **manca di manutenzione (pulizia)**
- **sostituzione della membrana**
- **possibilità di ottimizzazione energetica**

...

Schema della procedura per ottenere i parametri per la valutazione e il monitoraggio di un sistema di aerazione a diffusore



Parametri



Parametri

Parametro	Descrizione
AOR (kg O ₂ /d)	Fabbisogno di ossigeno attuale del carico in ingresso
AOR_C (kg O ₂ /d)	Fabbisogno attuale di ossigeno per la materia organica
AOR_{end} (kg O ₂ /d)	Fabbisogno attuale di ossigeno per respirazione endogena
AOR_N (kg O ₂ /d)	Fabbisogno attuale di ossigeno per la nitrificazione
AOR_{DN} (kg O ₂ /d)	Fabbisogno attuale di ossigeno per la denitrificazione
SOTE (%)	Efficienza standard di trasferimento dell'ossigeno
Q_{O2} (kg O ₂ /d)	Portata media di ossigeno attuale fornita dal sistema di aerazione
SOR (kg O ₂ /d)	Fabbisogno di ossigeno fornito dal sistema di aerazione in condizioni standard
AOR/SOR	Rapporto AOR/SOR
OTE_f (%)	Efficienza di trasferimento dell'ossigeno nel processo
Q_{O2,ref} (kg O ₂ /d)	Portata di ossigeno di riferimento
(AOR/SOR)_{ref}	Rapporto AOR/SOR di riferimento
F (Fouling factor)	Fattore che valuta le condizioni attuali dei diffusori
OE (%)	Ottimizzazione energetica stimata

AOR (kg O₂/d) (I)

Fabbisogno attuale di ossigeno del carico in ingresso

L'AOR è la richiesta media di ossigeno necessaria nel processo di depurazione biologica.

Si compone di quattro requisiti parziali:

- Fabbisogno attuale di ossigeno per la materia organica : $AOR_C = Q * OC / 1000$

- Fabbisogno attuale di ossigeno per respirazione endogena : $AOR_{end} = 24 * V * OUR_{end} / 1000$

- Fabbisogno attuale di ossigeno per la nitrificazione : $AOR_N = 4,57 * Q * N_n / 1000$

- Fabbisogno attuale di ossigeno per la denitrificazione : $AOR_{DN} = 2,28 * Q * N-NO_3 / 1000$

Dove:

Q: Portata in ingresso (m³/d)

CO: Ossigeno consumato nella rimozione della materia organica (mg/L)

OUR_{end}: Tasso di respirazione endogena (mg/L.h)

V: Volume del reattore biologico aerobico (m³)

N_n : Azoto nitrificabile medio (mg N/L) ≈ NTK rimosso (mg N/L)

N-NO₃: Nitrato da denitrificare medio (mg N-NO₃/L)

Il requisito di denitrificazione, effettuato in condizioni anossiche, è presentato come un credito rispetto al fabbisogno complessivo di ossigeno.

$$AOR = AOR_C + AOR_{end} + AOR_N - AOR_{DN}$$

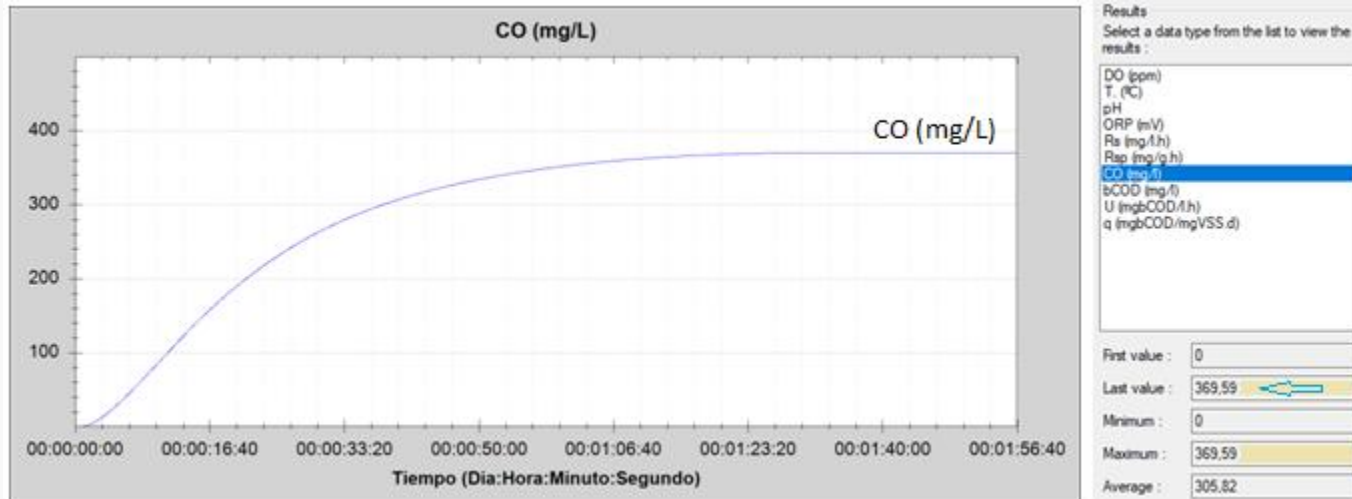
Parametri ottenuto mediante Respirometria BM



AOR_C per consumo di ossigeno di materia organica (CO)

Il valore di CO si riferisce esclusivamente alla sostanza organica senza includere l'ossigeno che è destinato alla crescita di biomassa eterotrofica che dipende dal coefficiente Y_H

Il CO è ottenuto per mezzo di un saggio di respirometria BM di tipo R (Surcis) con un campione puntuale delle acque reflue in ingresso al reattore biologico.



Con il test respirometrico, il valore di CO totale viene ottenuto automaticamente alla fine del test, come risultato finale in unità mg O₂/L.

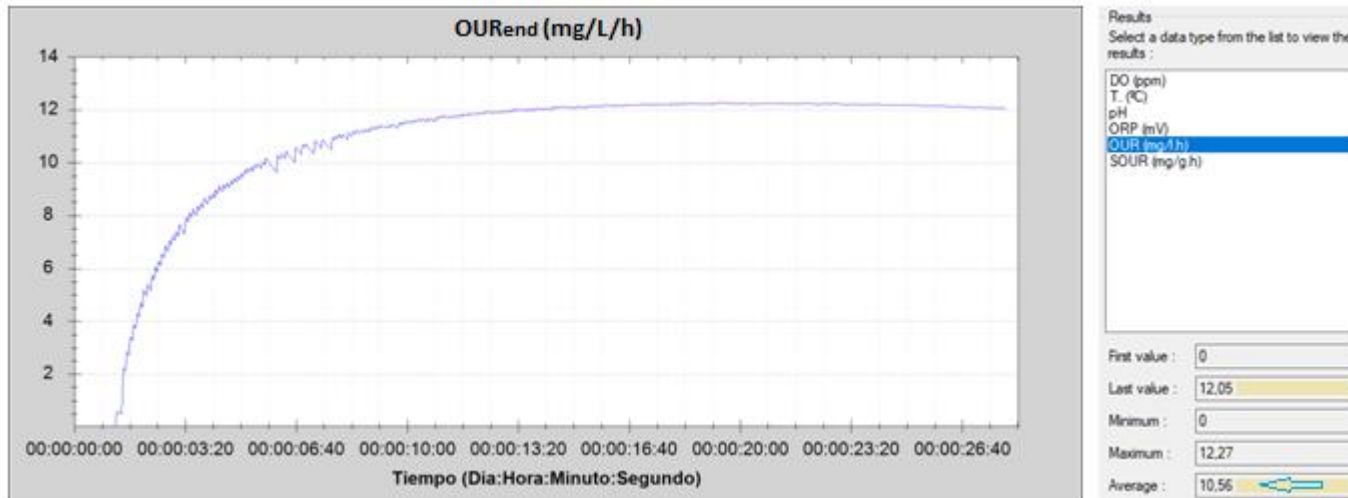
Nel caso in cui il COD del campione di prova abbia un valore diverso da quello del COD medio delle acque reflue in ingresso, possiamo strapazzare il valore di CO come segue: $CO = CO_{\text{test}} * COD_{\text{acqua-ingresso}} / COD_{\text{campione-test}}$

$$AOR_C = Q * CO / 1000$$

La divisione per 1000 viene eseguita per passare a unidi kg O₂/d

AOR_{end} per il tasso di respirazione endogena (OUR_{end})

Il valore OUR_{end} si riferisce esclusivamente al tasso di consumo di ossigeno della biomassa contenuta nel fango attivo in assenza di qualsiasi substrato che possa avere un consumo aggiuntivo di ossigeno dovuto alla rimozione biologica.



Con il test di respirometria, il valore OUR_{end} si ottiene automaticamente quando il valore OUR si stabilizza al massimo, in unità di mg O₂/L/h

$$\text{AOR}_{\text{end}} = 24 * V * \text{OUR}_{\text{end}} / 1000$$

La moltiplicazione per 24 e la divisione per 1000 vengono eseguite per convertire in unità di kg O₂/d

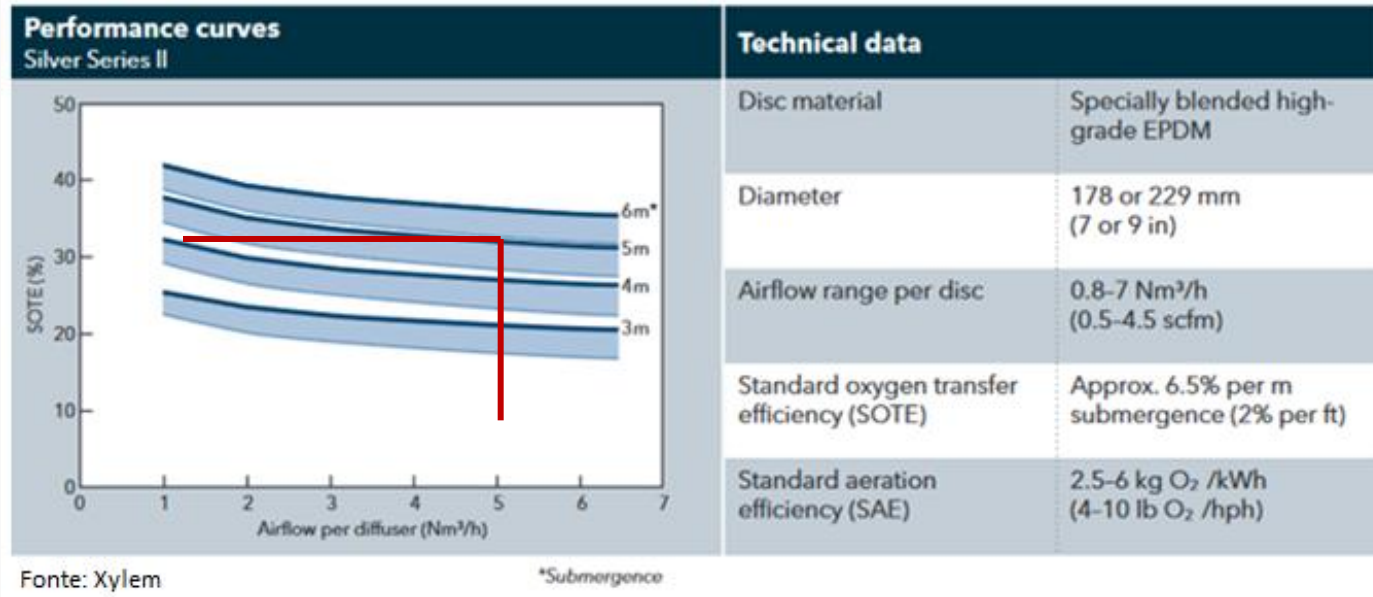
Parametri del sistema di aerazione e parametri calcolati



SOTE (%)

Efficienza standard di trasferimento dell'ossigeno

Il SOTE può essere calcolato in base alle curve e ai dati forniti dal produttore



SOR (kg O₂/d)

Portata di ossigeno fornito dal sistema di aerazione in condizioni standard

Si tratta della portata media di ossigeno in condizioni standard.

Condizioni standard: **1 atmosfera, 20 °C, 1 atmosfera e 0 mg/L di ossigeno**

$$\text{SOR} = Q_{O_2} * \text{SOTE}$$

Dove:

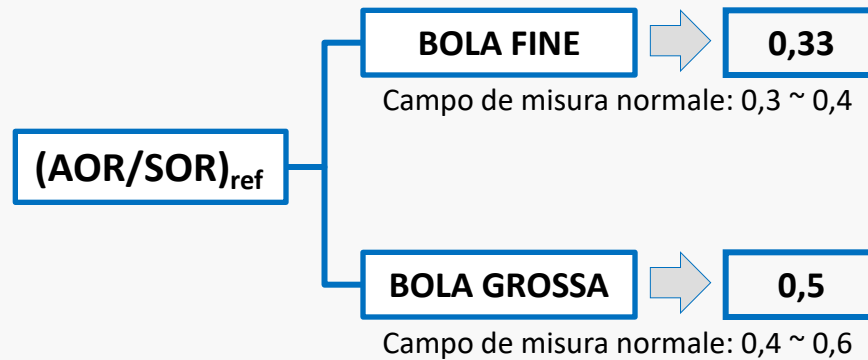
Q_{O_2} : Portata di ossigeno (kg O₂/d) = 0,285 * Q_{aria} (m³/d)

0,285: Fattore per convertire m³ aria/d in kg O₂/d

AOR/SOR

Il rapporto AOR/SOR è una valutazione primaria del sistema di aerazione e il principale parametro di partenza della procedura.

Valore di riferimento abituale nei diffusori



“Sanitaire - Diffused aeration design guide”, University of Idaho, Civil Engineering, 2003

“Design Manual Fine Pore Aeration Systems”, US EPA, EPA/625/1 89/023

L'AOR/SOR di riferimento sarà preso come base per il calcolo di altri valori di riferimento.

OTE_f (%)

Efficienza di trasferimento dell'ossigeno del processo

L'efficienza di trasferimento dell'ossigeno del processo è uno dei parametri più importanti nei sistemi di aerazione. Più alto è l'OTE_f, meno aria deve essere fornita al reattore per garantire la quantità necessaria al processo.

$$\text{OTE}_f = 100 * \text{AOR} / Q_{O_2}$$

Ferrell, P.E., BCEE, CEM, LEED Green Assoc.- 2010; Viktor Larsson – 2011

La determinazione dell'OTE_f consente agli impianti di valutare i costi operativi a lungo termine dei loro sistemi di aerazione e di confermare che è disponibile una capacità sufficiente per soddisfare il fabbisogno di ossigeno del carico in ingresso al processo. Si tratta quindi di un parametro che può essere considerato fondamentale per il monitoraggio del sistema di aerazione.

$Q_{O_2.ref}$ (kg O₂/d)

La portata di riferimento corrisponderebbe alla portata stimata che sarebbe necessaria, per lo stesso requisito AOR, dopo un'efficace manutenzione dei diffusori (pulizia o sostituzione)

Ottenuto dal riferimento $(AOR/SOR)_{ref}$

= 0,33 (bola fine)

= 0,5 (bola grossa)

Diffusori di bola fine

$$Q_{O_2.ref} = 100 * AOR / (0,33 * SOTE)$$

Diffusori di bola grossa

$$Q_{O_2.ref} = 100 * AOR / (0,5 * SOTE)$$

F

(fouling factor)

È il fattore che valuta le condizioni attuali dei diffusori in termini di sporcizia o invecchiamento.

$$F = (\text{AOR/SOR}) / (\text{AOR/SOR})_{\text{ref}}$$

L'intervallo normale del fattore F è compreso tra 0,7 e 0,9

Il fattore F, nei diffusori a pori fini, diminuisce nel tempo a causa dell'invecchiamento, delle incrostazioni, delle incrostazioni inorganiche o delle variazioni dovute alla qualità delle acque reflue, alle caratteristiche dei fanghi e alle condizioni operative.

OE (%)

Questo parametro rappresenta l'ottimizzazione energetica stimata che un'efficace manutenzione di un sistema di aerazione a bolle attraverso la pulizia o la sostituzione della membrana (nel caso in cui i diffusori siano abbastanza vecchi da essere sostituiti) può portare.

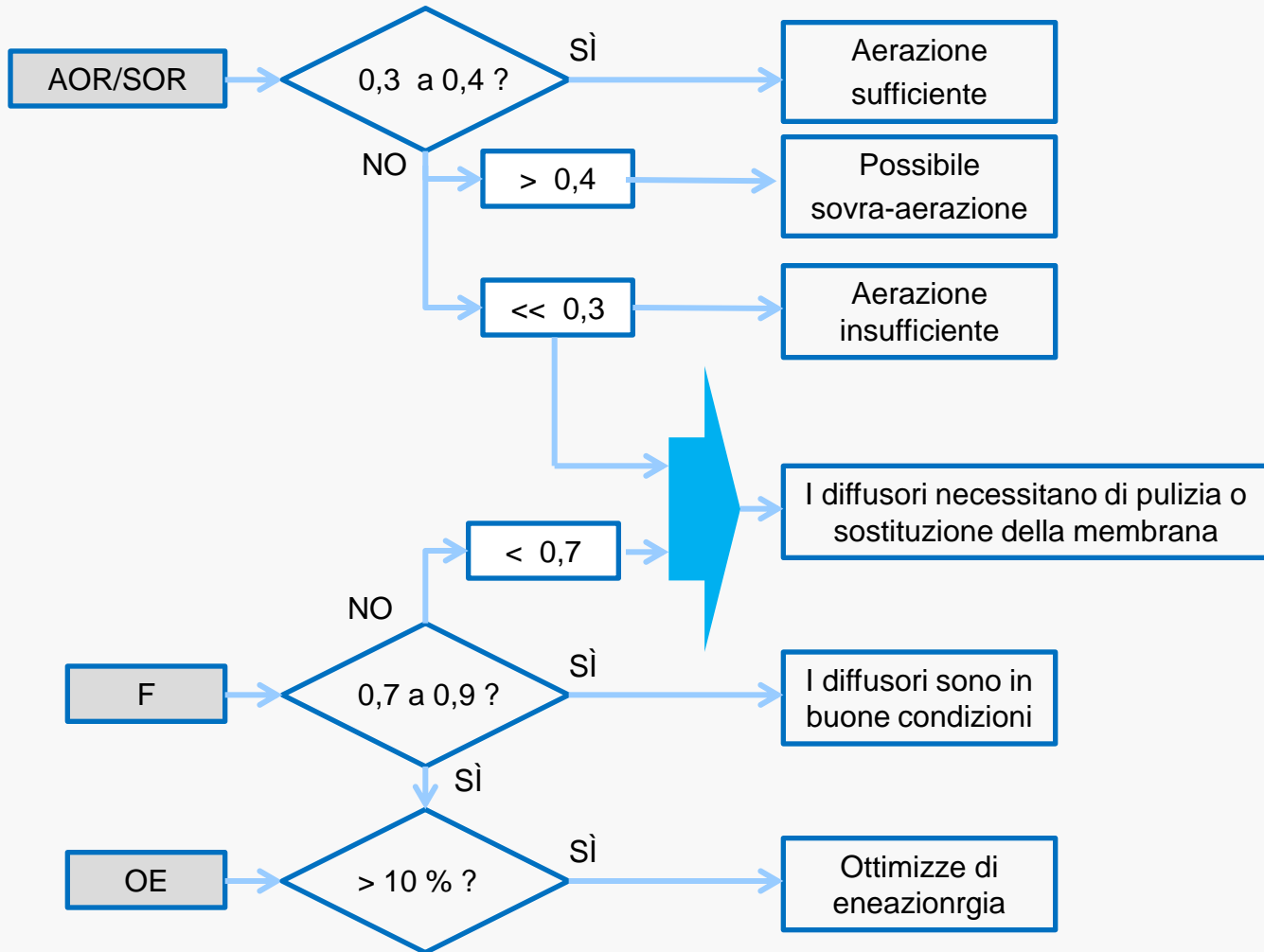
A tal fine, la percentuale teorica di ottimizzazione viene calcolata dalla differenza tra la portata attuale e la portata di riferimento rispetto alla portata attuale.

$$OE = (Q_{O_2} - Q_{O_2.ref}) / Q_{O_2}$$

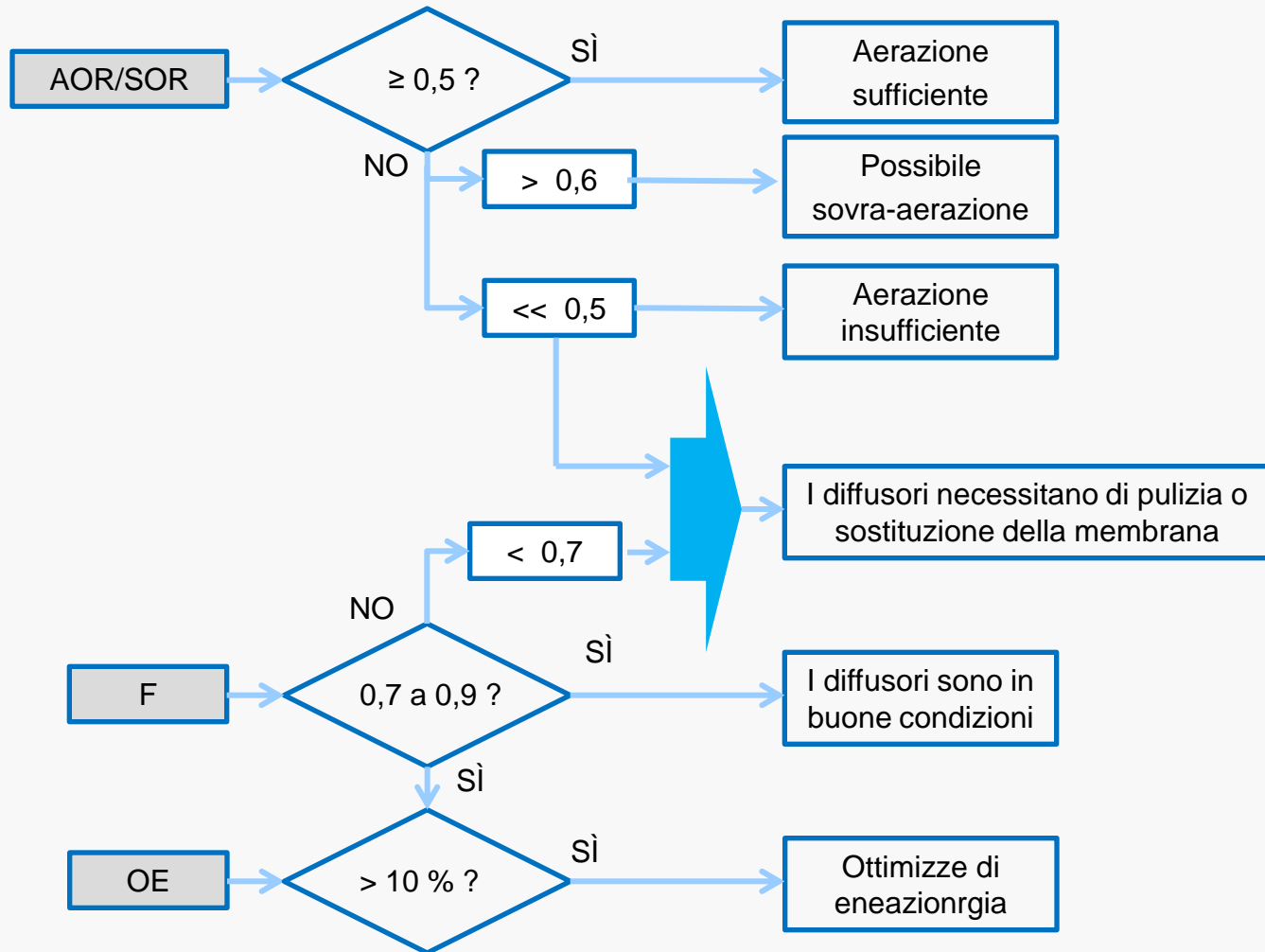
Criteri d'azione



Criteri d'azione stimati per diffusori a bolle fini



Criteri d'azione stimati per diffusori a bolle grosse



Emilio Serrano

SURCIS, S.L.

Phone: +34 932 194 595 / +34 652 803 255

E-mail: surcis@surcis.com / eserrano@surcis.com

Internet: www.surcis.com