

Valutazione e monitoraggio del 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:

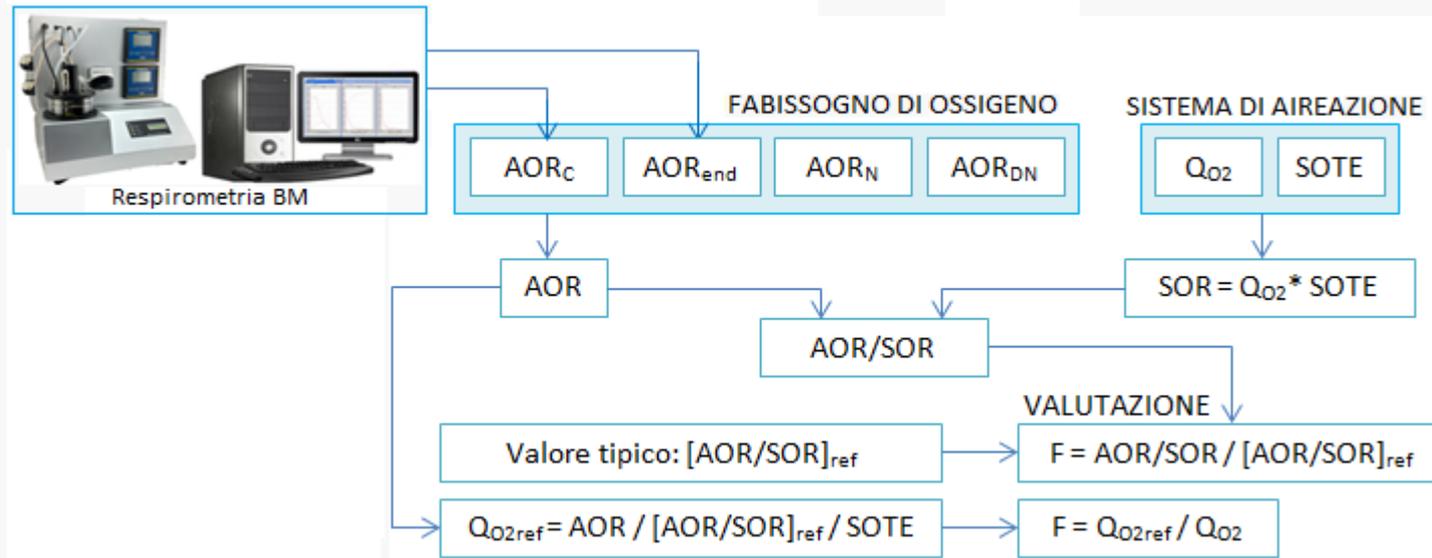
$$AOR/SOR = AOR / (SOTE * Q_{O_2})$$

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



Respirometria BM: Test di respirometria per ottenere AOR_C e AOR_{end}

AOR : Fabbisogno effettivo di ossigeno ($kg O_2/d$) = AOR materia organica (AOR_C) + AOR da respirazione endogena (AOR_{end}) + AOR da nitrificazione (AOR_N) - AOR da denitrificazione (AOR_{DN})

Q_{O_2} : Portata di ossigeno fornita dal sistema di aerazione ($kg O_2/d$)

$SOTE$: Efficienza standard di trasferimento dell'ossigeno (%) - calcolata dalla curva fornita dal produttore -

SOR : Fabbisogno standard di ossigeno ($kg O_2/d$)

OTE_f : Efficienza di trasferimento dell'ossigeno nel processo (%)

AOR/SOR : Rapporto tra il fabbisogno di ossigeno effettivo e quello standard.

$(AOR/SOR)_{ref}$: Riferimento AOR/SOR

F : Fattore di uso (%)

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.

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

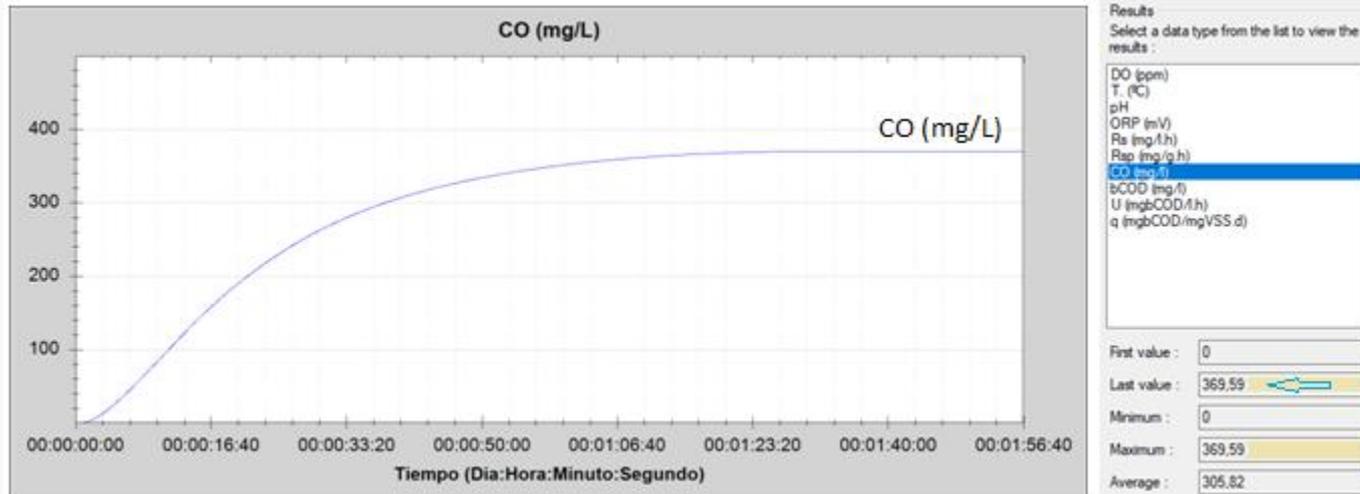
**Parametri
ottenuto mediante
Respirometria BM**

SURCIS

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.

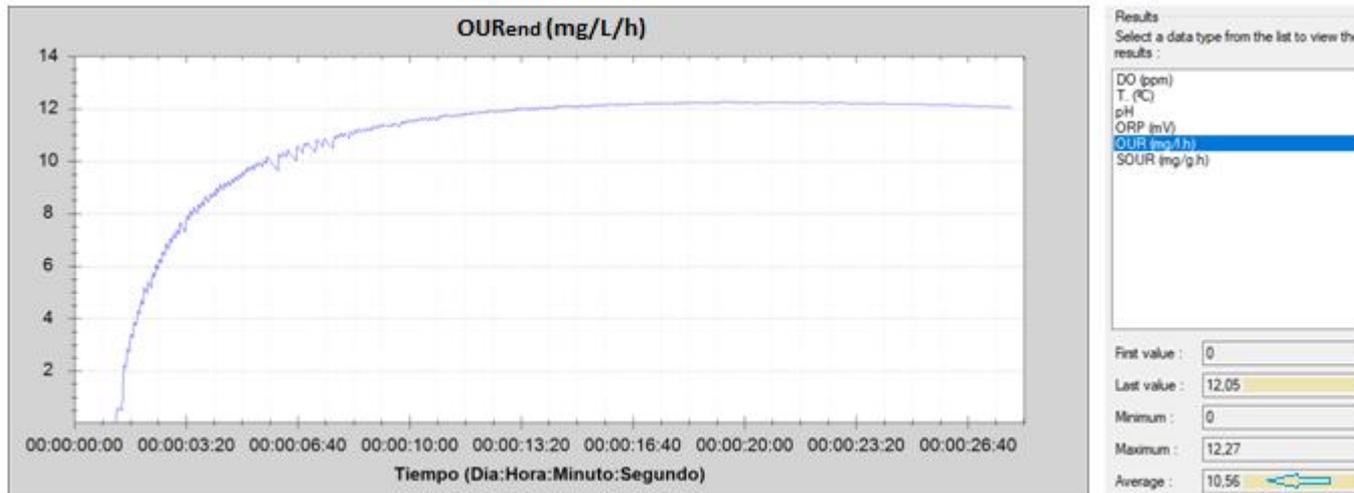
Nel caso in cui il COD del campione di prova abbia un valore diverso da quello del COD medio delle acque reflue in ingresso, possiamo strapazzare il valore di CO come segue: $CO = CO_{\text{test}} * COD_{\text{acqua-ingresso}} / COD_{\text{campione-test}}$

$$AOR_C = Q * CO / 1000$$

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

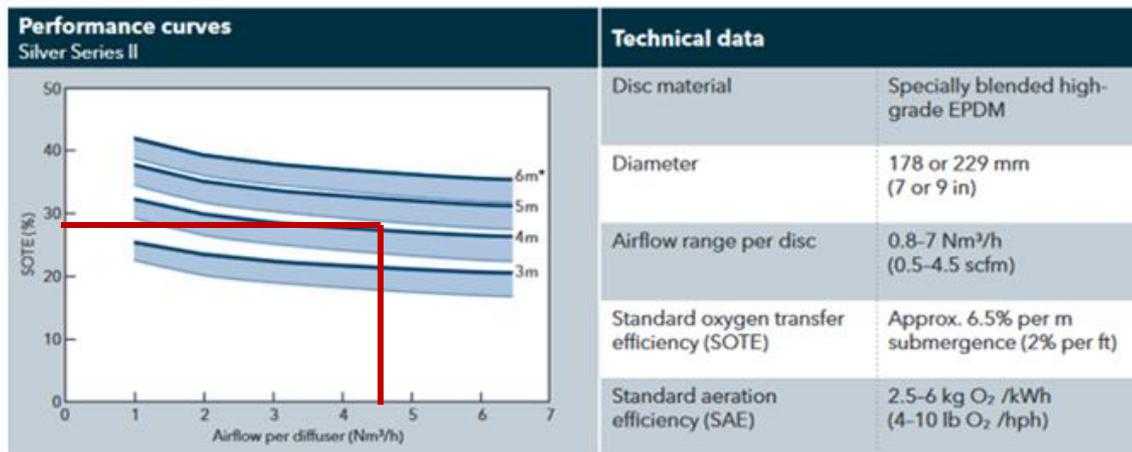
$$\text{AOR}_{\text{end}} = 24 * V * \text{OUR}_{\text{end}} / 1000$$

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

SOTE (%)

Efficienza standard di trasferimento dell'ossigeno

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



Fonte: Xylem

*Submergence

SOR (kg O₂/d)

Portata di ossigeno fornito dal sistema di aerazione in condizioni standard

Si tratta del flusso medio 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:

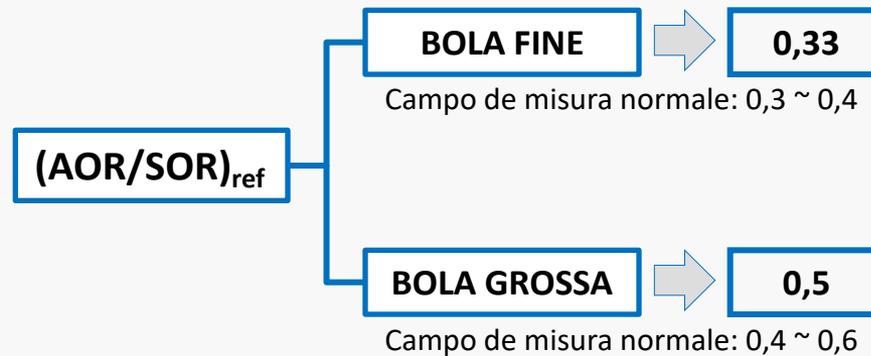
Q_{O_2} : Portata di ossigeno (kg O₂/d) = 0,285 * Q_{aria} (m³/d)

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.a.

$$\text{OTE}_f = 100 * \text{AOR} / \text{Q}_{\text{O}_2}$$

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.

Si tratta in realtà della deviazione della portata di ossigeno attuale rispetto alla portata di riferimento ottimale.

$$F = Q_{O_2.ref} / Q_{O_2}$$

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.

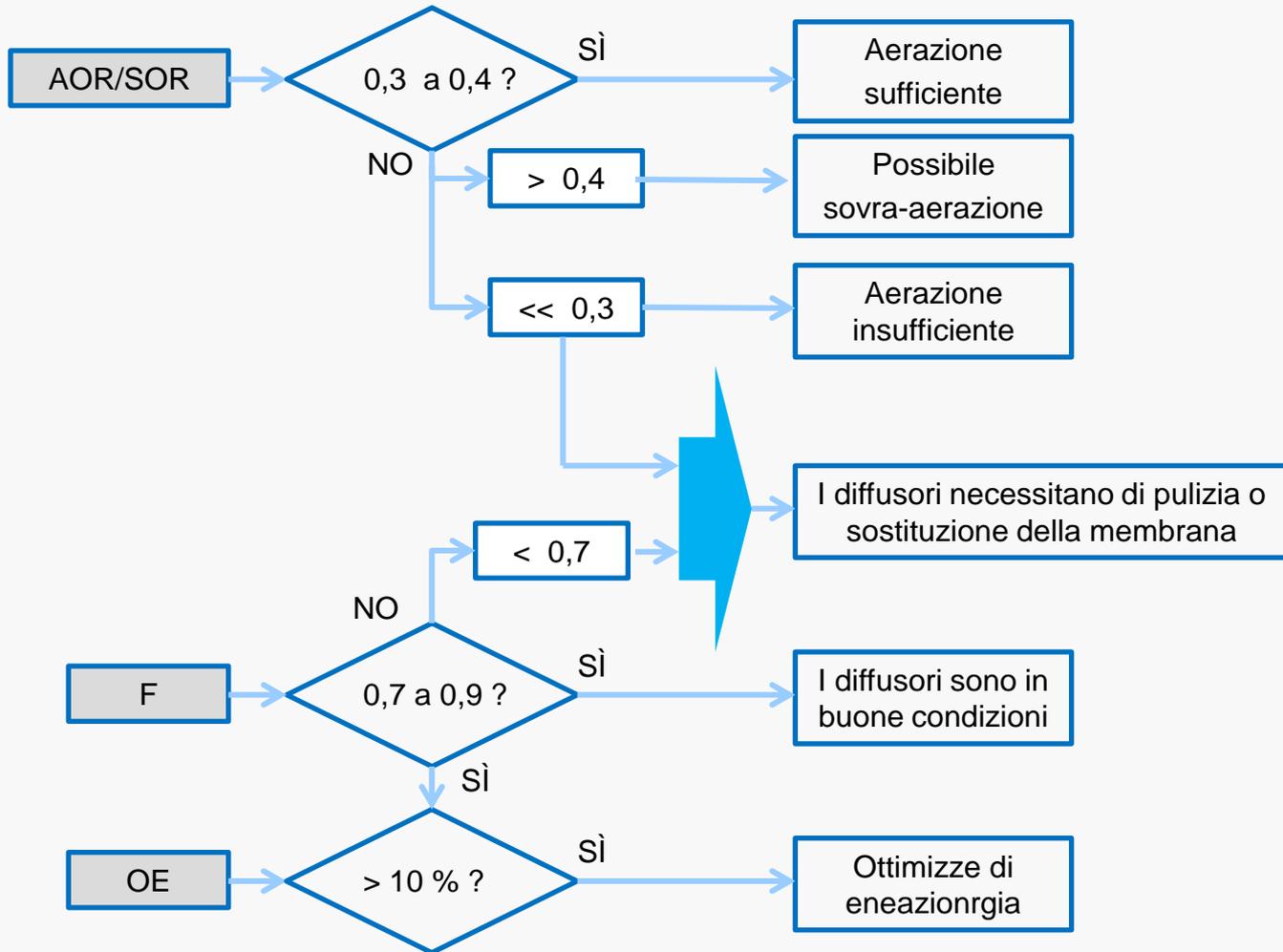
A tal fine, la percentuale teorica di ottimizzazione viene calcolata dalla differenza tra la portata attuale e la portata di riferimento rispetto alla portata attuale.

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

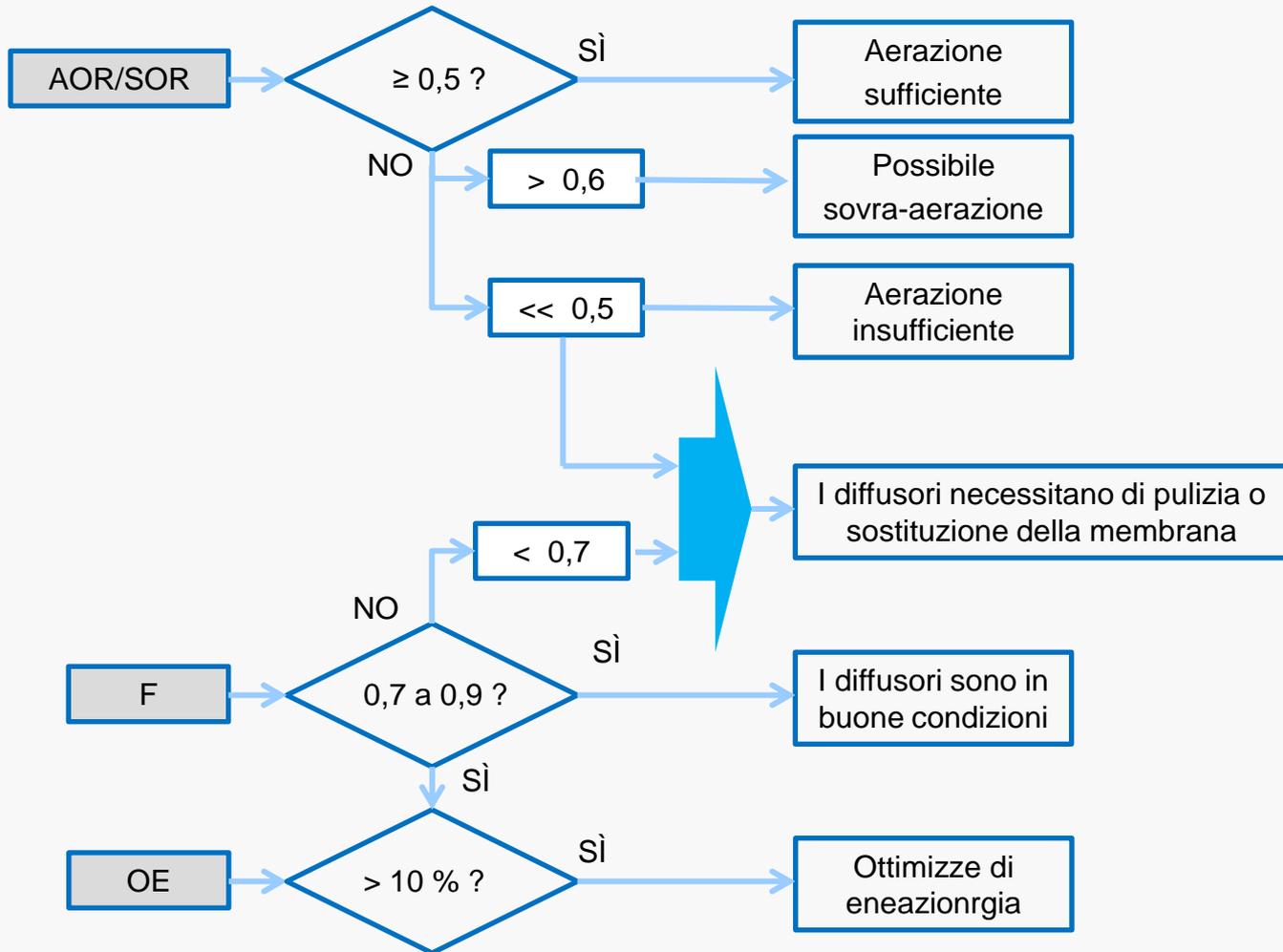
Criteri d'azione



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