

Applicazioni di base

Respirometría BM

SURCIS

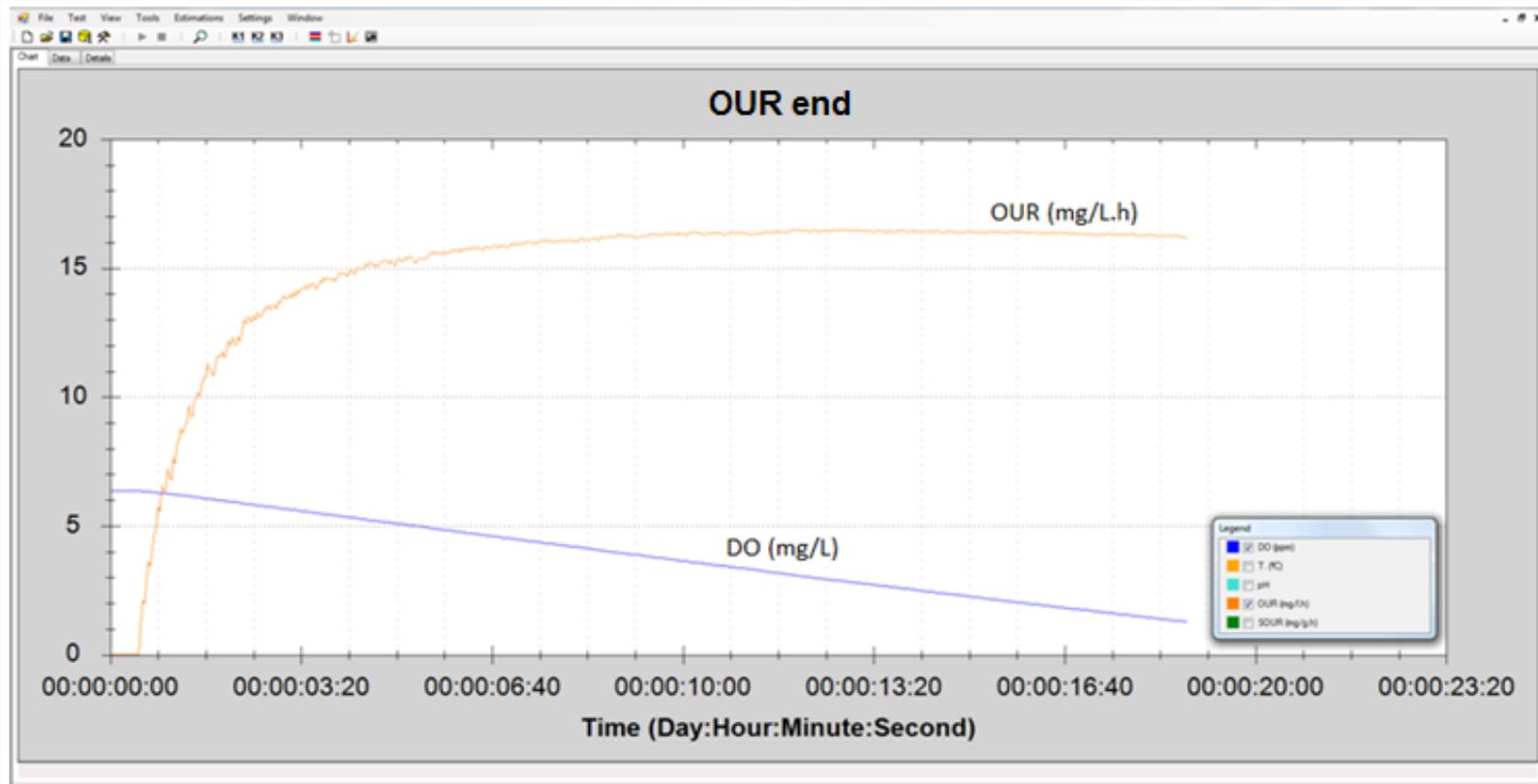
Respirazione endogena

SURCIS

Tasso di respirazione endogena

Si tratta del test del tasso di assorbimento endogeno dell'ossigeno (OUR end) dei fanghi attivi dopo essere stati aerati per un tempo sufficiente a eliminare qualsiasi tipo di substrato degradabile.

Normalmente lo stato di respirazione endogena può essere riconosciuto quando le letture dell'ossigeno sono stabili entro il livello di saturazione dell'ossigeno.



Respirograma DO and OUR per OUR end

Valutazione di OUR_{end}

Tabella guida dei valori usuali di OUR_{end}

MLVSS (mg/l)	OUR_{end} (mg/l.h)
1000	2 – 3.5
1500	3 - 5
2000	4 - 7
2500	5 – 8.5
3000	6 - 10
3500	7 - 12
4000	8 – 13.5
4500	9 – 15.5

Alcune ragioni per cui il valore finale OUR potrebbe essere al di sotto del suo range normale

- **Bassa concentrazione di biomassa attiva**
 1. Una qualsiasi delle condizioni di processo attuali (o diverse) è fuori dal range normale: Temperatura, Ossigeno, pH, Nutrienti,...
 2. Percentuale troppo alta di COD lentamente biodegradabile (sbCOD) nel COD totale → Fame di biomassa
- **Tossicità o inibizione già presenti nel processo di trattamento biologico**

Prendere il polso del processo

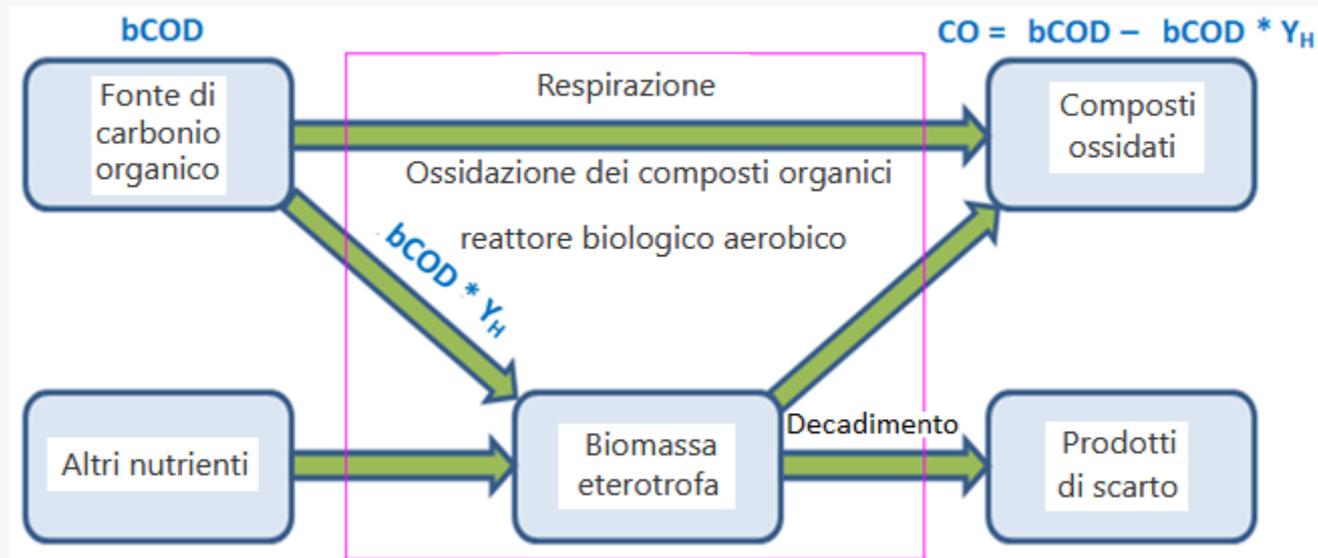
Coefficiente di rendimento della biomassa eterotrofa

Y_H

Coefficiente Y_H (I)

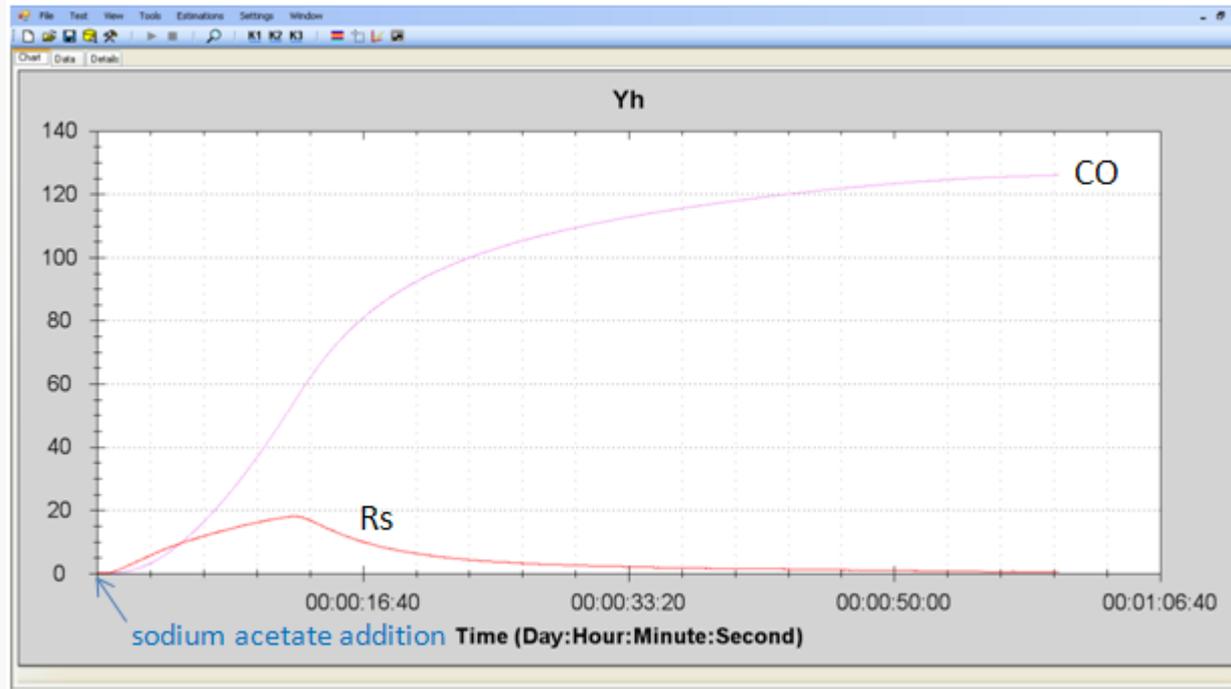
Y_H è un parametro fondamentale nella modo R che deve essere impostato nella scheda delle impostazioni per ottenere i valori corretti delle misurazioni rbCOD e bCOD

Rappresenta la parte di COD che va alla biomassa in crescita



Coefficiente Y_H (II)

Y_H può essere determinato per mezzo di un test R con una soluzione di acetato di sodio come substrato standard organico dove il COD è già noto (COD_{ac})



Respirogrammi de CO e Rs

$$Y_{H.O_2} (CO/COD) = 1 - CO / COD_{ac} \quad \text{- gama abituale: } 0.55 - 0.8 (O_2/COD)$$

$$Y_{H.VSS} (CO/VSS) = Y_{H.O_2} / 1.42 \quad \text{- gama abituale: } 0.4 - 0.6 (VSS/COD)$$

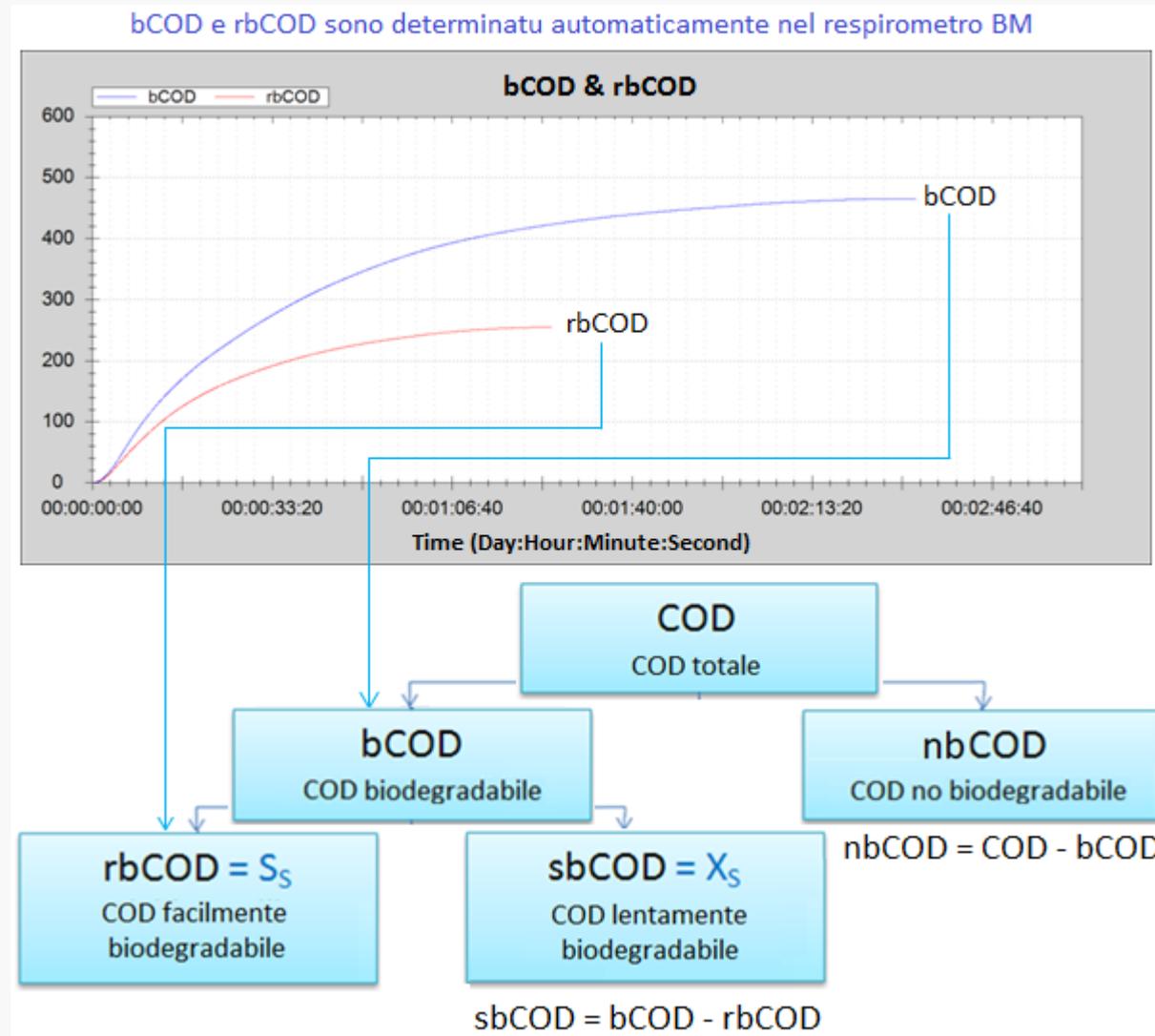
COD_{ac}: COD della soluzione di acetato di sodio (di solito da una soluzione di 400 mg di acetato di sodio in 1 litro di acqua distillata per un COD di circa 300 mg/L)

Frazioni di COD



Determinazione delle principali frazioni di COD

Normalmente con solo due test R - per bCOD e rbCOD (campione solubile) -, insieme al valore totale di COD, possiamo determinare le principali frazioni di COD.



rbCOD e bCOD frazioni

Preparare i fanghi attivi continuamente aerati da un giorno all'altro per farlo sotto stato endogeno.

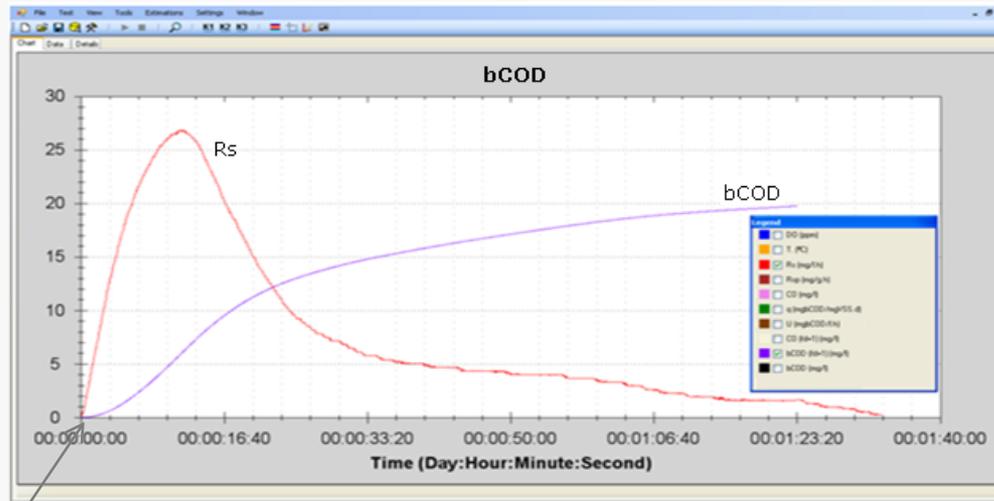
Se il processo ha nitrificazione, aggiungere Allyl Thiourea (ATU) ai fanghi per inibire la nitrificazione (~ 3 mg di ATU / g MLVSS)

Preparare 1 litro di fanghi endogeni nel contenitore del reattore e il volume del campione (V_m) separato.

per il test **bCOD** → volume di campione non filtrato

per il test **rbCOD** → volume del campione solubile

PROCEDURA: **New test** → Test type **R** → Impostazioni scheda → **Accept** → Attendi l'estabilità ossigeno e temperatura → **Start** → Attendi l'estabilità della linea base: **Cb** → Convalida **Cb** → Aggiungi campione → Attendi diminuzione dell'ossigeno → Accetta (**Accept**) → subito dopo la diminuzione dell'ossigeno.



aggiunta di campioni (V_m)
ai fanghi endogeni (V_f)

Respirogrammi Rs & bCOD

Guida a la selezione del volume del campione (V_m)

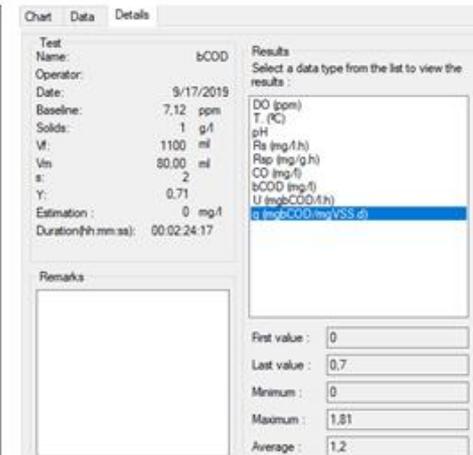
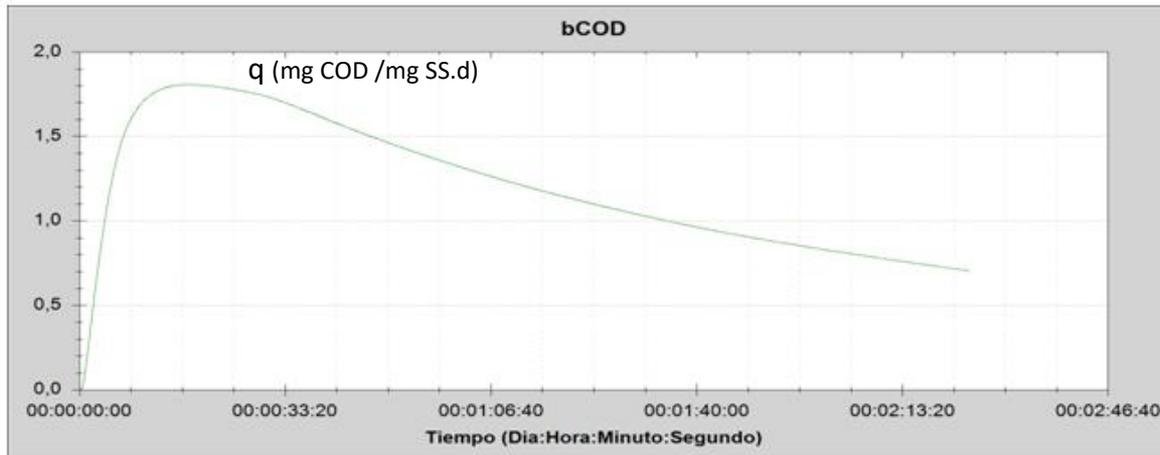
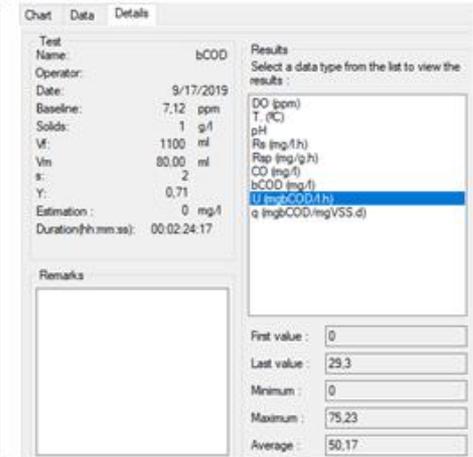
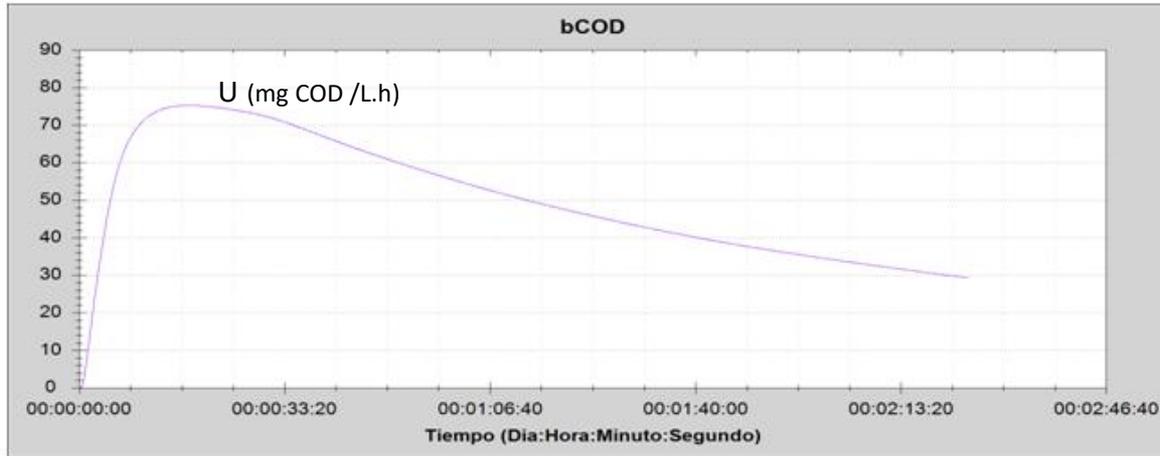
Total COD (mg/l)	Volume campione (ml)
< 500	50
500 - 5000	50 - 30
5000 - 10000	30 - 20
10000 - 25000	20 - 10
> 25000	10 - 5

**Tasso di utilizzo
del substrato organico
&
Parametri operativi**



Tasso di utilizzo della bCOD

Nel modo R, simultaneamente al bCOD, il software calcola automaticamente il tasso di utilizzo del bCOD (U) e il tasso di utilizzo specifico del bCOD (q) riferito al MLVSS o MLSS precedentemente impostato nelle impostazioni dei test.



Tossicità

SURCIS

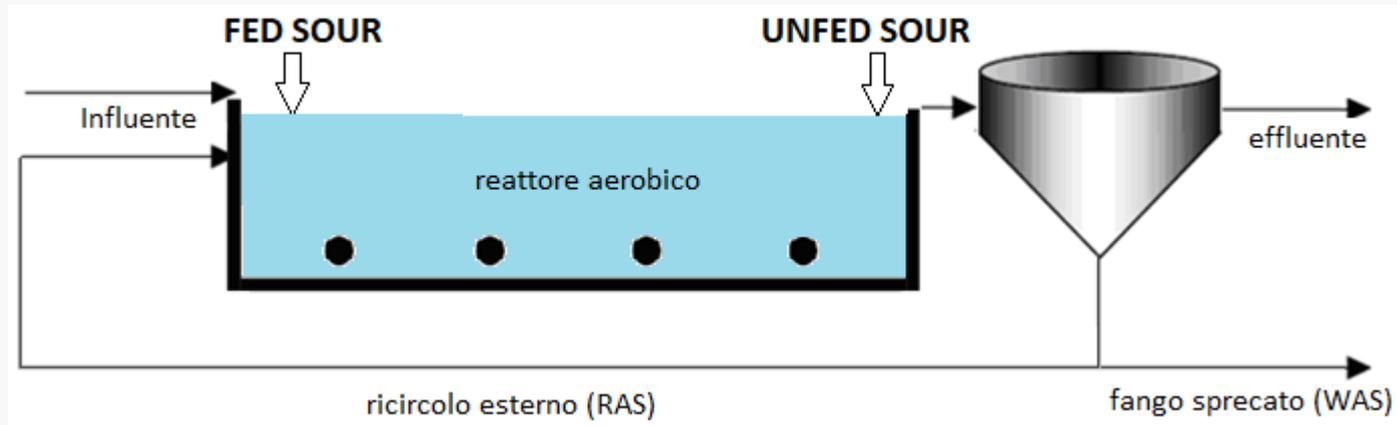
Fondamentalmente possiamo vedere due casi di tossicità

1. Tossicità già presente nel processo dei fanghi attivi.



2. Potenziale tossicità nelle acque reflue o nel composto che deve essere analizzato prima di entrare nel processo dei fanghi attivi

Sintomi di una tossicità già presente nel processo dei fanghi attivi



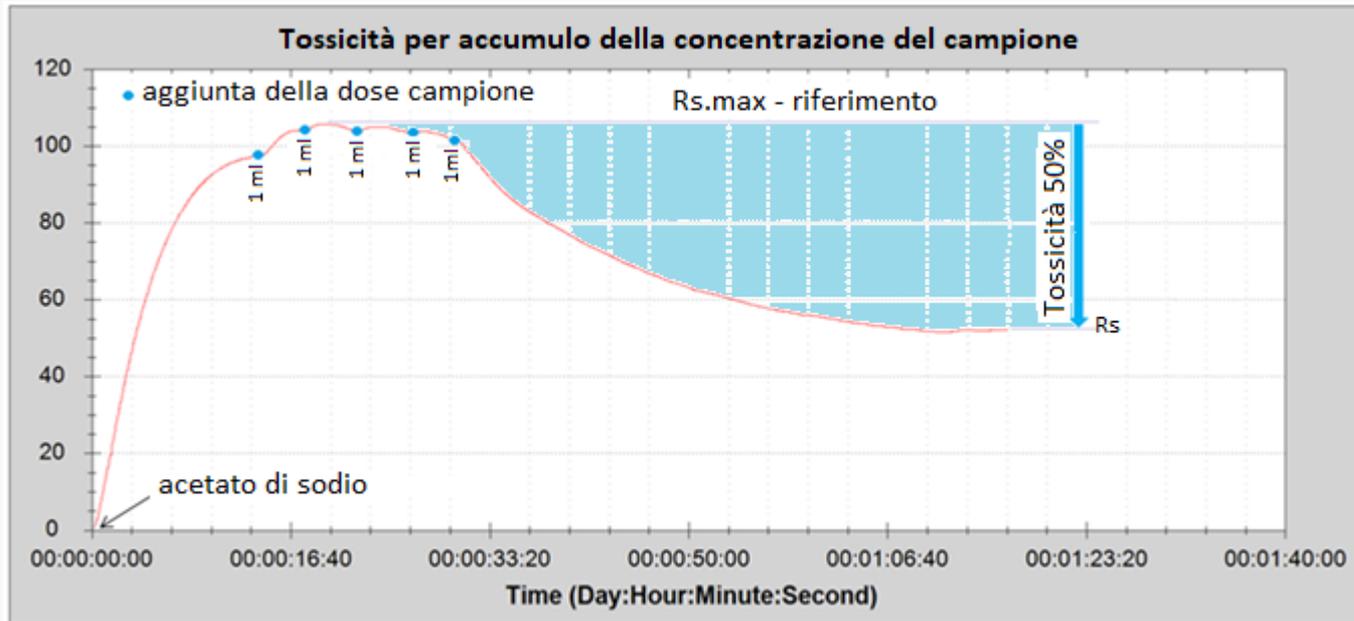
FED SOUR: SOUR nel liquore misto dall'inizio del processo

UNFED SOUR: SOUR nel liquore misto dalla fine del processo (fanghi effluente)

Parametro	Condizione
FED SOUR / UNFED SOUR	< 1.3
OUR_{end}	<< Valori di riferimento → in Tabella OUR_{end} vs MLVSS

Tossicità a breve termine

Il metodo si basa su un test R in cui si aggiunge un substrato standard facilmente biodegradabile (ad esempio l'acetato di sodio) con una concentrazione sufficiente per ottenere la sua massima respirazione e, una volta che questo è stato raggiunto, aggiungendo dosi successive di campione per confrontare il tasso di respirazione in corso con il tasso di respirazione massima raggiunto nel test (riferimento)

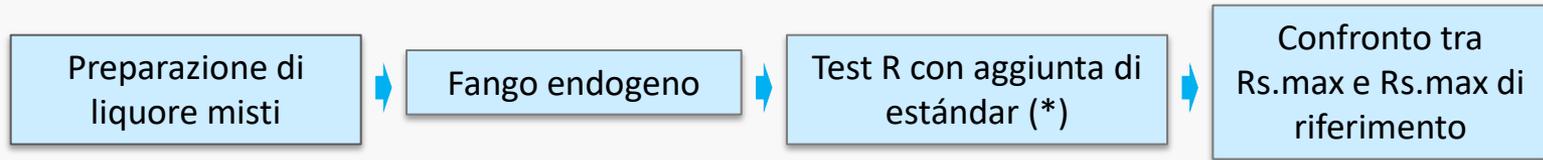


Respirogramma Rs per tossicità a breve termine

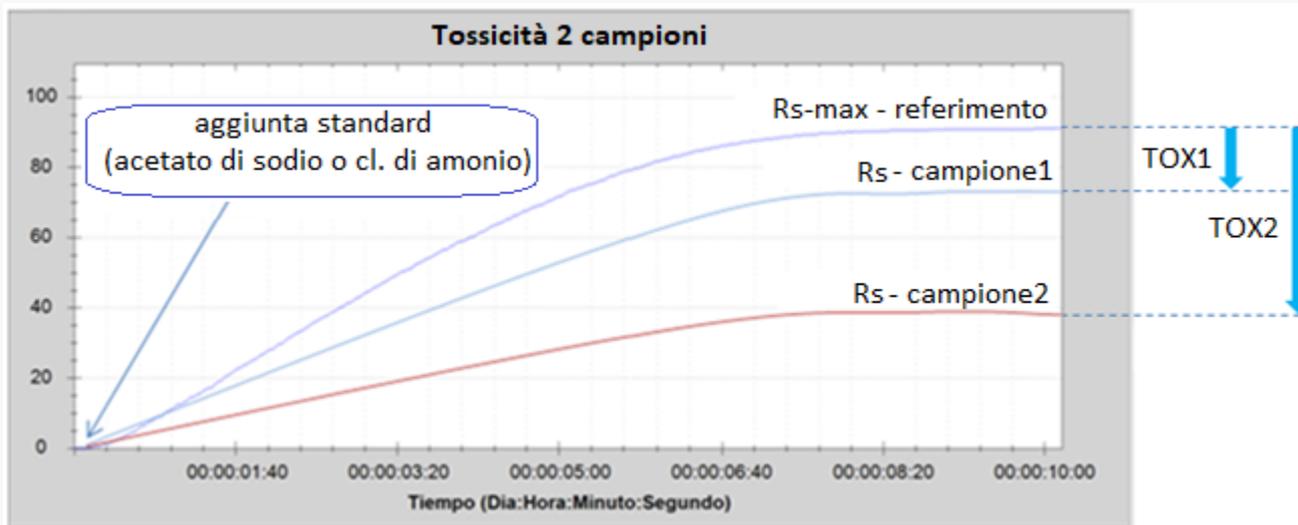
$$\text{Tox (\%)} = 100 * (\text{Rs.max} - \text{Rs}) / \text{Rs.max}$$

Tossicità alla biomassa globale o alla biomassa nitrificante

Questo metodo si basa sulla preparazione di un liquore misto con fango di ricircolo (RAS) + acqua distillata (riferimento) e uno o più liquori misti con fango RAS + campione/i da analizzare.



(*) Il metodo è valido sia per analizzare una tossicità globale (aggiungendo lo standard di acetato di sodio) o una tossicità specifica per la nitrificazione (aggiungendo lo standard di cloruro di ammonio)



Combinato Rs respirogrammi per valutare la tossicità di 2 campioni

$$\text{Tox (\%)} = 100 * (\text{Rs.max ref.} - \text{Rs comapione}) / \text{Rs.max ref.}$$

Nitrificazione



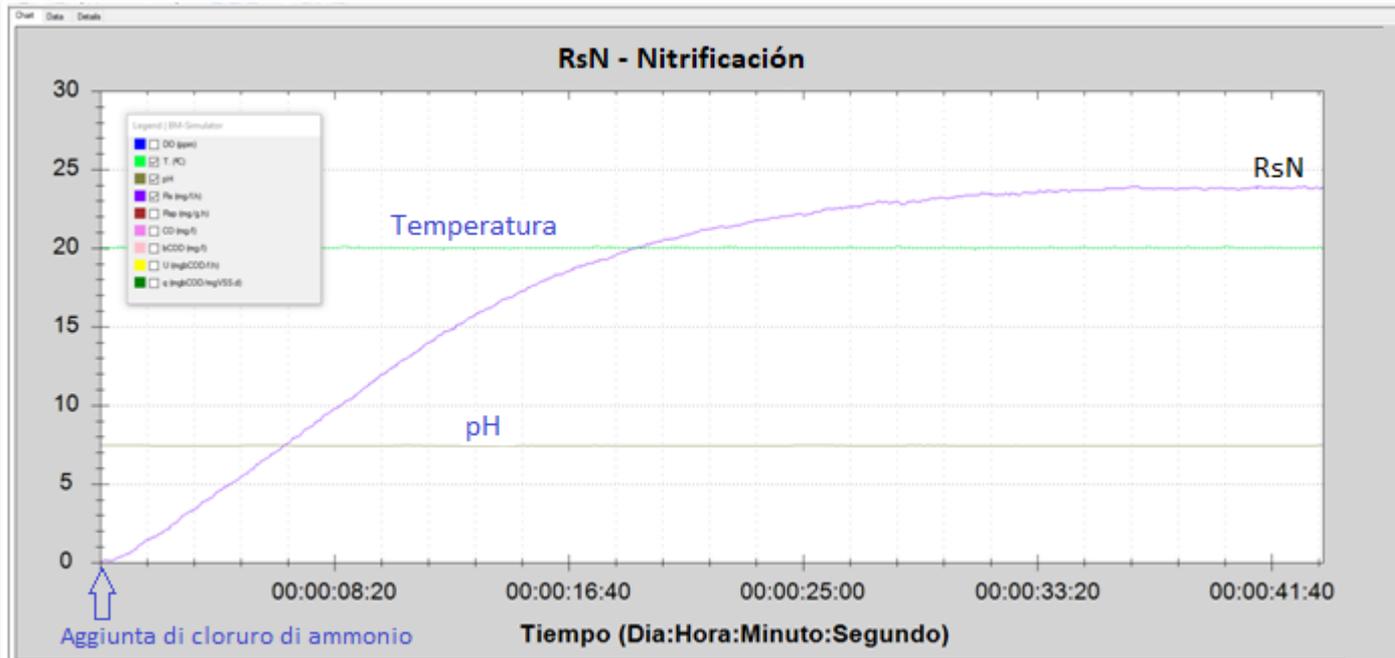
Condizioni iniziali per la nitrificazione

Parametro	Gamma												
Rapporto dei nutrienti C/N/P	Per carico alto e medio: 100/5/1 Per basso carico: 100/3/0,7												
pH	7.5 a 8												
T (°C)	15 a 30												
DO (ppm)	1.5 a 3												
Senza alcun inibitore o composto tossico	Free residual chlorine - Thiourea and derivatives: 0 mg/L Halogenated solvents: 0 mg/L – Cyanides: < 20 mg/L Heavy metals: < 20 mg/L - Phenols: < 20 mg/L - ...												
Età del fango: SRT (d)	<p>Tabella guida</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>T (°C)</th> <th>SRT(d)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td> <td>6 - 9</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>10 - 14</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>15 - 19</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>20 - 29</td> </tr> <tr> <td>10 - 15</td> <td>30 - 35</td> </tr> </tbody> </table>	T (°C)	SRT(d)	30	6 - 9	25	10 - 14	20	15 - 19	15	20 - 29	10 - 15	30 - 35
T (°C)	SRT(d)												
30	6 - 9												
25	10 - 14												
20	15 - 19												
15	20 - 29												
10 - 15	30 - 35												

Tasso di nitrificazione

La determinazione del tasso di nitrificazione si basa su un test R con cloruro di ammonio sulla concentrazione di ammonio equivalente

CINH_4 equivalente = azoto ammonico reale ($\text{NH}_4\text{-N}$) / 0.26



Tasso di nitrificazione all'ossigeno maxium : $\text{AUR}_{\text{DO,max}} = \text{Rs}_N / 4.57$

Tasso effettivo di nitrificazione per un DO determinato : $\text{AUR} = \text{AUR}_{\text{DO,max}} * F_{\text{DO}}$

AUR: Tasso di nitrificazione ($\text{mgNH}_4\text{-N/l.h}$)

$F_{\text{DO}} = \text{DO} / (0.5 + \text{DO})$ [Quando $\text{DO} \geq 2.5 \text{ mg/l} \rightarrow F_{\text{DO}} = 1$]

DO: Valore di ossigeno disciolto su cui opera il processo (mg/l)

Concentrazione della biomassa dei nitrificanti

A) Dal tasso di nitrificazione reale di un processo già esistente

$$X_A = 24 * Y_A * AUR * SRT$$

Applicando il valore predefinito $\rightarrow X_A \approx 2.8 * AUR * SRT$

X_A : concentrazione di biomassa autotrofa (mg/L)

Y_A : Coefficiente di rendimento autotrofico $\approx 0,12$ (valore predefinito abituale)

SRT: età effettiva del fango su cui il processo sta funzionando (d)

B) Dalla tabella standard

Questa tabella dovrebbe essere applicata solo per un processo che è normalmente in esecuzione

BOD/TKN	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_N	0.35	0.21	0.12	0.083	0.064	0.054	0.043	0.037	0.033	0.029

$$X_A = F_N * X_V$$

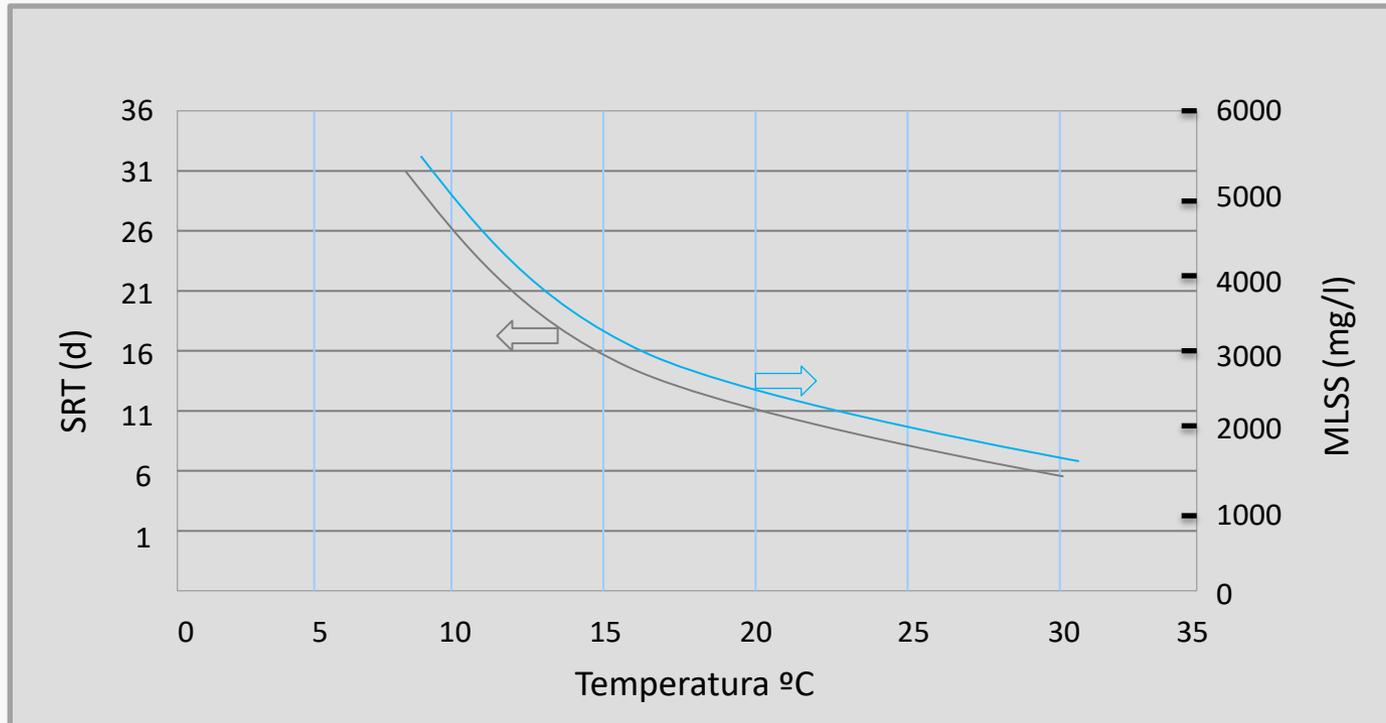
X_V : MLVSS (mg/l)

Il confronto tra A) e B) valterebbe il valore reale di X_A

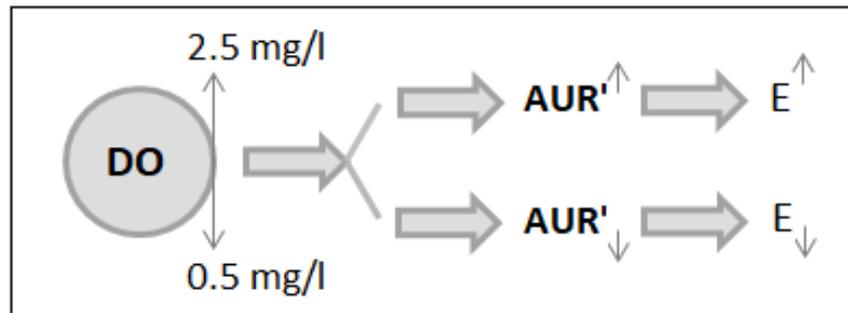
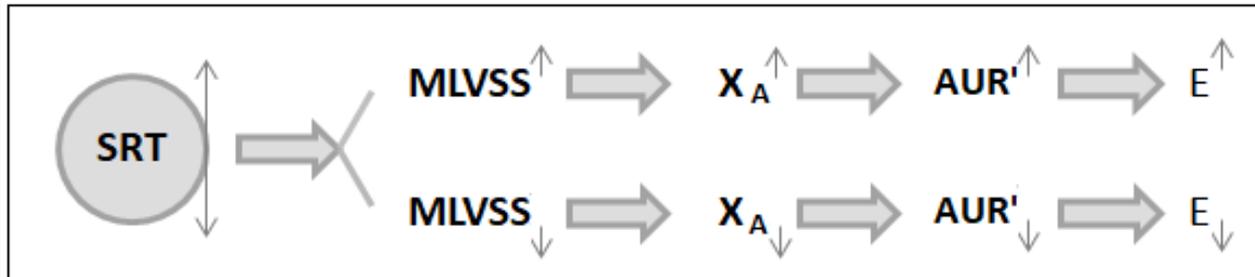
X_A da A) dovrebbe essere $\geq X_A$ da B)

Parametri operativi per la nitrificazione

SRT e MLSS raccomandati a seconda della temperatura



Effetto dell'SRT e dell'ossigeno sull'efficienza di nitrificazione



Efficienza di nitrificazione: $E = (TKN_o - TKN_{ef}) / TKN_o$

TKN_o : TKN influente

TKN_{ef} : TKN effluente

AUR' : Richiesto AUR (mg N/l.h)

$$AUR / AUR' \approx E / E'$$

Età del fango (SRT) per diversi livelli di DO

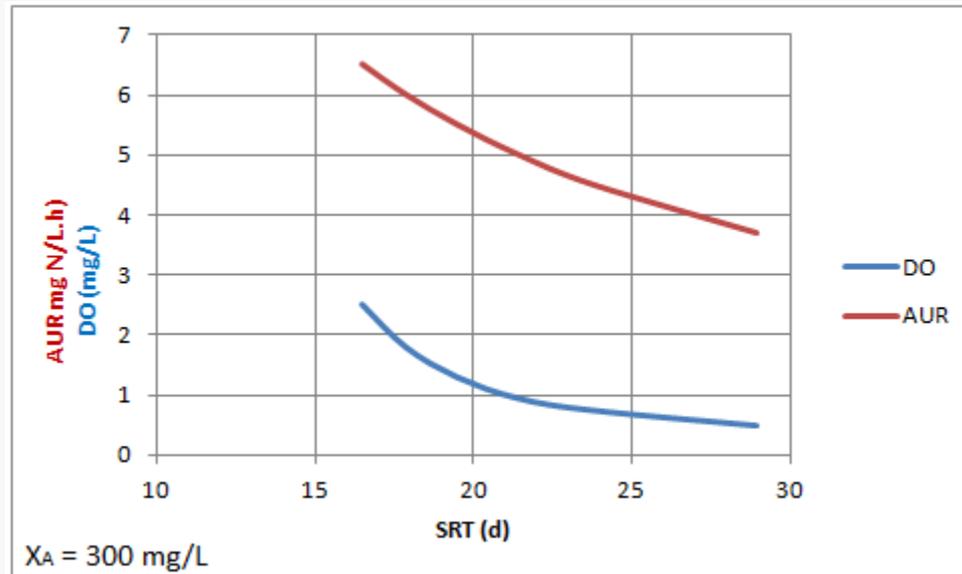
$$SRT \approx X_A / (2.8 * AUR)$$

$$AUR = AUR_{DO,max} * F_{DO}$$

$$F_{DO} = DO / (0.5 + DO)$$

[when DO \geq 2.5 mg/l \rightarrow $F_{DO} = 1$]

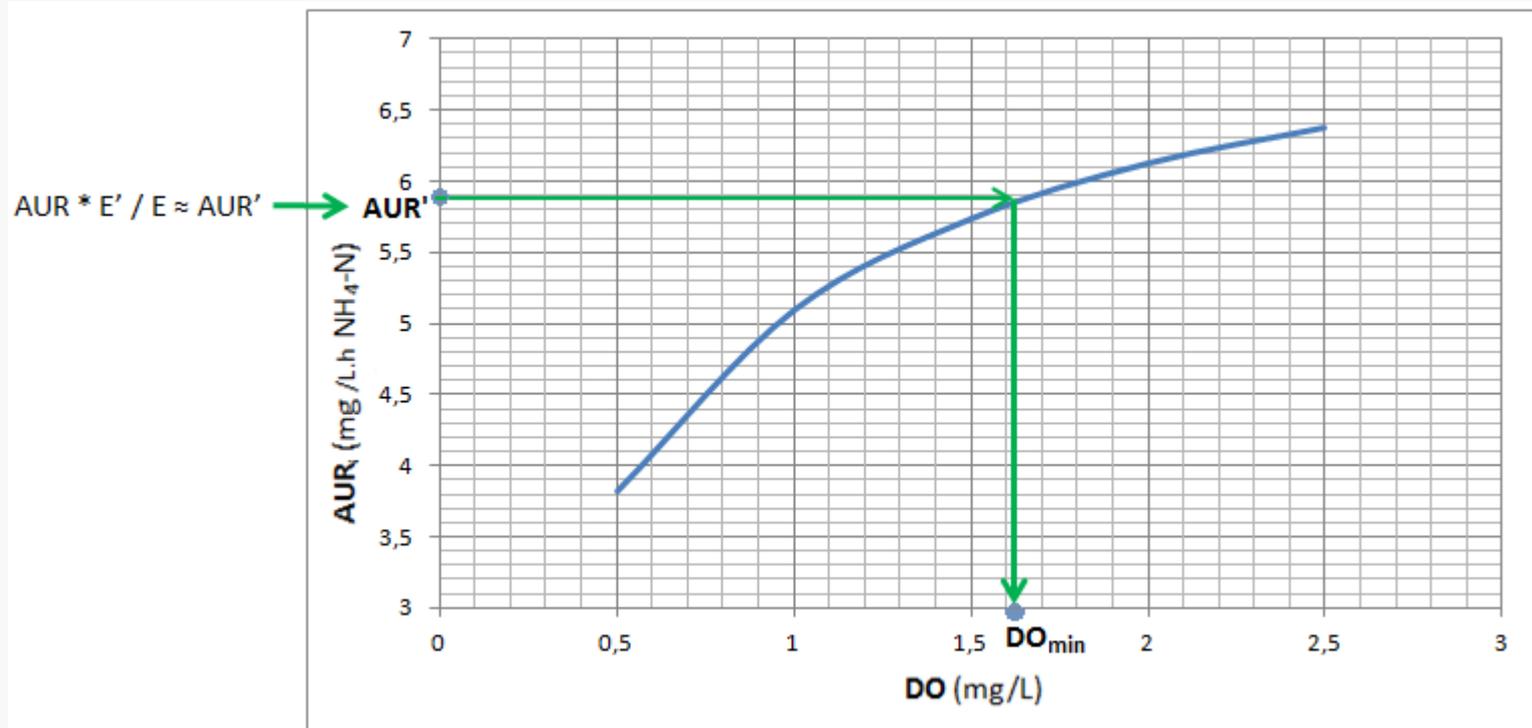
$$SRT \approx X_A / (2.8 * AUR_{DO,max} * F_{DO})$$



Esempio di valori SRT, DO e AUR per X_A fisso

Ossigeno minimo per un tasso di nitrificazione richiesto

Dalla curva AUR vs DO, il DO minimo (DO_{min}), su cui la nitrificazione potrebbe operare, può essere calcolato per qualsiasi tasso di nitrificazione richiesto AUR' per E' determinato.



$$DO_{min} = K_{OA} / (AUR_{DO,max} / AUR' - 1) \approx 0,5 / (AUR_{DO,max} / AUR' - 1)$$

Denitrificazione



Condizioni per il processo di denitrificazione

Condizioni	
pH	6.5 a 8,5
COD/TKN	2.5 a 5
COD solubile biodegradabile COD / N-NO _{3.DN}	≥ 2.83
Ossigeno disciolto	< 0.3 mg/L
Zona di denitrificazione con HRT sufficiente per eseguire il processo	
Senza alcun inibitore né composti tossici	

Configurazione del test R per la determinazione del NUR e SNUR

Stessa configurazione per le acque reflue come per l'acetato

1. Conversione di un litro di fanghi efluenti da zona anossica in fase endogena.
3. Impostare un test R con $Y_{HD} = 0.83 * Y_H$ - Per impostazione predefinita: $Y_{HD} = 0,55$ - (Muller et al., 2003)
4. Impostare il test su una temperatura media, pH e MLVSS equivalente a quello del processo reale.
5. Impostare Vm tra 50 e 70 mL

New Test

Test type:
OUR
Cyclic OUR

Name: CO - U
Operator: SB
Filename: C:\Users\Uuario\Documents\Surcis\Rf Search
Data interval: 2 s.

Vf: 1000,00 ml Solids: 3,50 g/L CO: 126,05
Vm: 50,00 ml Y: 0,55 DO Low: 2,0
fd: Auto 21 Readings < 0 DO High: 6,0
 Force Cb: 8,21

Board control settings during test

Temperature control: 25,00
PH Control: 7,50 Hysteresis: 0,10

Peristaltic pump: 2
Aeration: 55

Cancel Accept

Determinazione del NUR e SNUR con el acque reflue

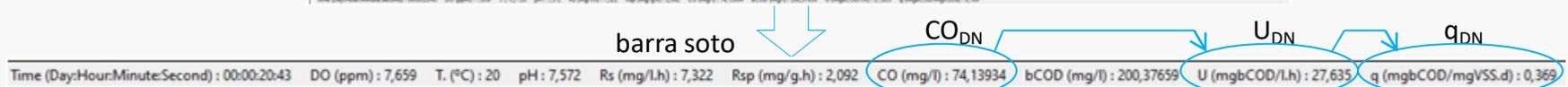
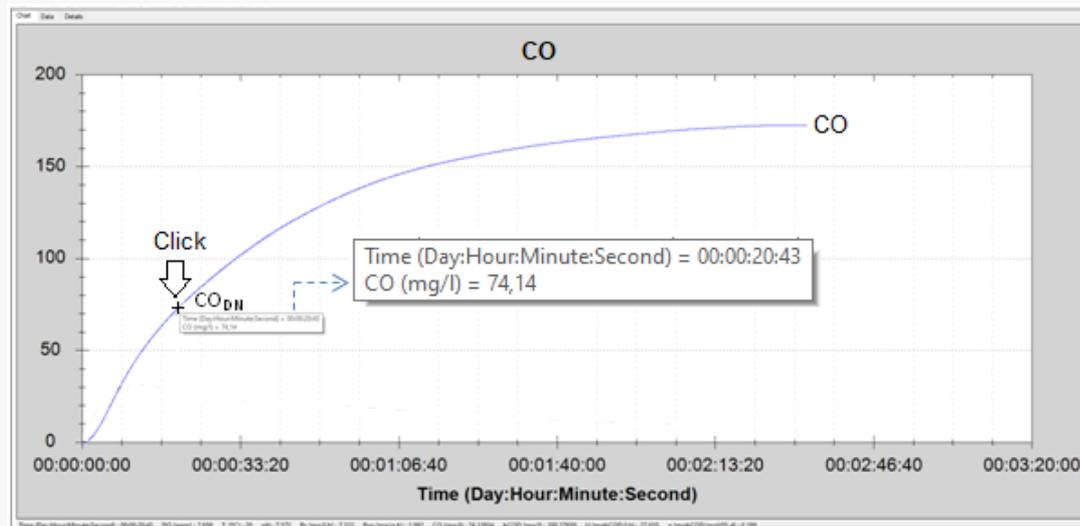
C'è una proporzionalità diretta tra l'ossigeno aerobico consumato (CO) dalla materia organica delle acque reflue che entra nel processo (bCOD) e il nitrato da nitrificare nella zona anossica.

(Henri Spanjers, Peter A. Vanrolleghem, 2004)

$$bCOD (1-Y_H) / S_{NO_3} = CO / S_{NO_3} = 2.86$$

S_{NO_3} : Nitrato per denitrificare (mg NO_3 -N/l) $\approx 0,9 * [N-NH_4] * Qi / (Qi + Qr \text{ totale})$

2,86: mg O_2 utilizzato per mg NO_3 -N



Calcolare il NUR e SNUR:

$$NUR = [U_{DN} (1-Y_{HD}) / 2.86] * K'_O / (K'_O + OD_{DN})$$

$$SNUR = [q_{DN} (1-Y_{HD}) / 2,86] * K'_O / (K'_O + OD_{DN})$$

K'_O : Coefficiente di inibizione dovuto all'ossigeno nella zona anossica = **0.2** (mg/L) - Henze et al 1996 –

DO_{DN} : Ossigeno disciolto nella zona di denitrificazione (mg O_2 /L) – Dovrebbe normalmente essere inferiore allo **0.3 mg/L**

rbCOD richiesto per la denitrificazione

Qui si presume che la denitrificazione utilizzi principalmente rbCOD

$$\text{rbCOD}_{\text{DN}} > 2.86 * S_{\text{NO}_3} / (1 - Y_{\text{HD}})$$

rbCOD_{DN} : COD minimo facilmente biodegradabile richiesto per la denitrificazione (mg/L)

Y_{HD} : Coefficiente di resa eterotrofica (mg O_2 /mg COD) $\approx 0,55$ (valore di default abituale)

S_{NO_3} : Nitrato da nitrificare (mg $\text{NO}_3\text{-N/L}$)

Uso del metanolo come fonte di rbCOD

Nel caso in cui il rbCOD delle acque reflue non soddisfi le condizioni ($\text{rbCOD}_{\text{ar}} < \text{rbCOD}_{\text{DN}}$), potrebbe essere necessario ricorrere all'uso di una fonte esterna di COD facilmente biodegradabile (normalmente metanolo) con un periodo precedente di progressiva acclimatazione al fango.

$$\text{rbCOD}_{\text{m}} = \text{rbCOD}_{\text{DN}} - \text{rbCOD}_{\text{ar}}$$

rbCOD_{m} : rbCOD di metanolo

rbCOD_{ar} : rbCOD del aque reflue influenti al processo anossico di denitrificazione.

In base a la bibliografia

1 mg/L di nitrato ha bisogno di 1,9 mg/L di metanolo

1 mg/L di metanolo ha 1,5 rbCOD (mg COD/L)

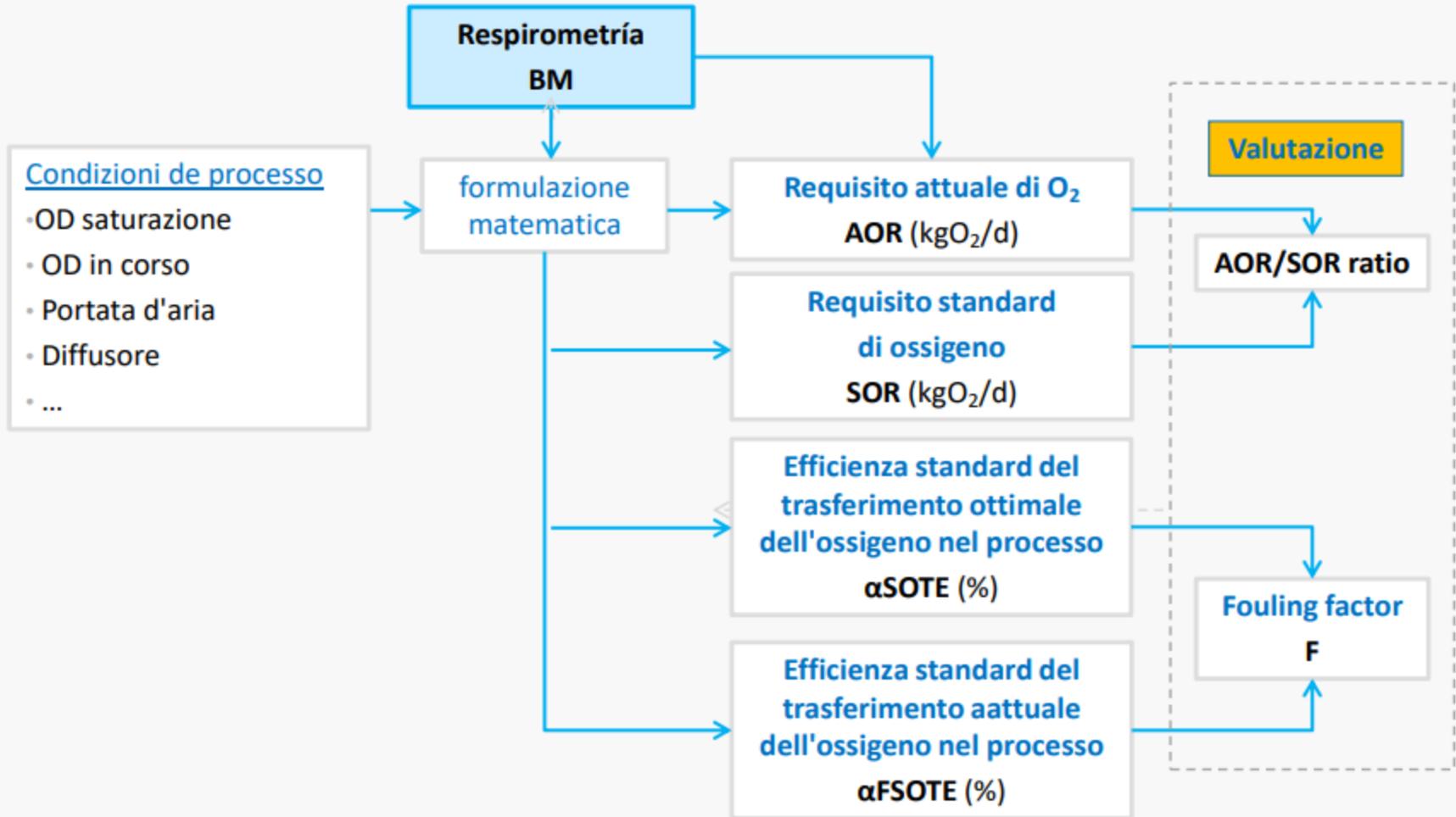
1 mL di metanolo equivale a 0.791 mg

1 mL metanolo diluito in 1 L acqua destilatta = $0.791 * 1,5 = 1.18$ mg COD/L

Valutazione del sistema di aerazione

SURCIS

Valutazione del sistema di aerazione



AOR = AOR organico + AOR nitrificazione – AOR desnitrificazione

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