

CASO DE ESTUDIO PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AIREACIÓN DE LA EDAR DE CIEZA

Autor: Emilio Serrano - SURCIS, S.L.

Email: eserrano@surcis.com

www.surcis.com

Como ejemplo de aplicación del procedimiento descrito el artículo de Surcis «[Procedimiento para evaluación de sistemas de aireación con difusores](#)», se ha llevado a cabo un estudio del sistema de aireación de la [EDAR municipal de Cieza](#) (Murcia) cuya explotación corre a cargo de la UTE [URDECON SAV DAM](#), a la que agradecemos su importante colaboración tanto en la aportación de los datos del proceso actual como en los ensayos de Respirimetría BM realizados en uno de los laboratorios de DAM.



EDAR de Cieza (Murcia) – Reactor biológico

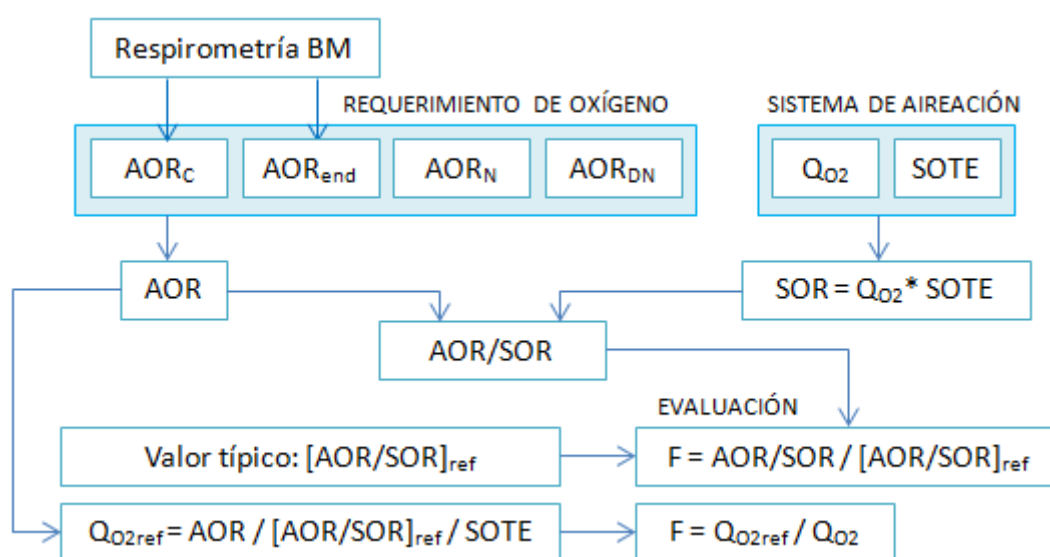
1. Datos del proceso

Sistema de aireación	
Dato / Parámetro	Valor / Descripción
Tipo de difusores	Difusor plano AEROSTRIP Q-4, 0-EU – Burbuja fina
Profundidad de los difusores: h (m)	5
Caudal total de aire: Q_a (Nm ³ /h)	7560
Valor SOTE del fabricante (%)	36
Oxígeno disuelto medio del reactor biológico: OD (mg/L)	2
Material difusores	PVC, MEMBRANA DE POLIURETANO
Fecha instalación difusores:	2022
Fecha última limpieza de membranas de difusores:	JUNIO 2023
Caudal de aire teórico por difusor: Q_{aire} (Nm ³ /h)	56
Difusores instalados:	132/reactor (dos carruseles en planta)

Reactor biológico	
Dato / Parámetro	Valor / Descripción
Tipo de proceso	Aireción prolongada
Volumen del reactor biológico: V (m ³)	8900
SSVLM (mg/L)	3680

Datos del agua residual – Valores medios en el mes de Agosto 2023	
Dato / Parámetro	Valor / Descripción
Caudal de entrada a reactor biológico: Q (m ³ /d)	5500
DQO de entrada: DQO _{in} (mg/L)	890
DQO salida: DQO _{ef} (mg/L)	21
NTK eliminado: N _{in} (mg N/L)	103
NTK de salida: N _{ef} (mg N/L)	2,2
Nitrato eliminado: N-NO ₃ e (mg N-NO ₃ /L)	90

2. Procedimiento



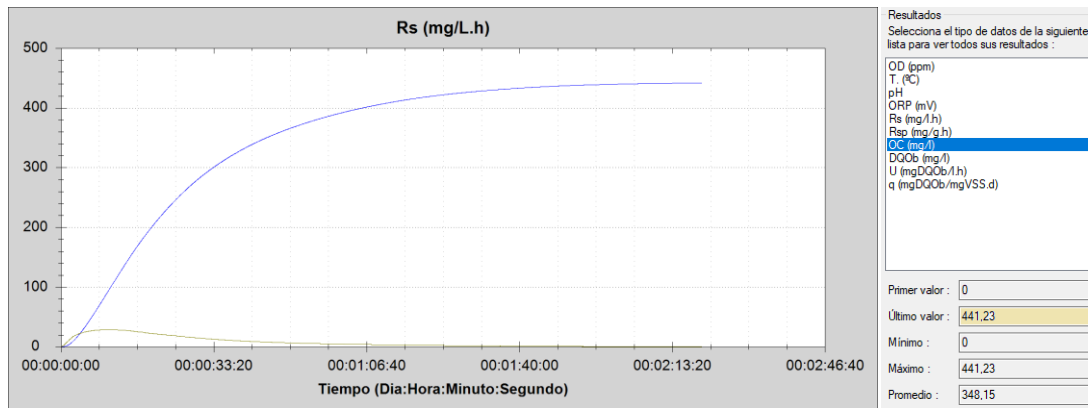
Esquema del procedimiento de evaluación del sistema de aireación por difusores

3. Cálculo de parámetros

3.1. Requerimiento actual de oxígeno: AOR

Requerimiento por materia orgánica: AOR_c

El cálculo del AOR_c contiene como parámetro prioritario el oxígeno consumido (OC); y para su obtención se llevó a cabo un ensayo de respirometría con una muestra puntual del agua residual de entrada con una DQO de 1063 mg/L



Respirograma y resultado del oxígeno consumido (OC) del agua de entrada correspondiente al susbtrato orgánico obtenidos en un analizador de Respirometría BM de Surcis

$$OC_{(DQO\ 1063)} = 441\ \text{mg/L}$$

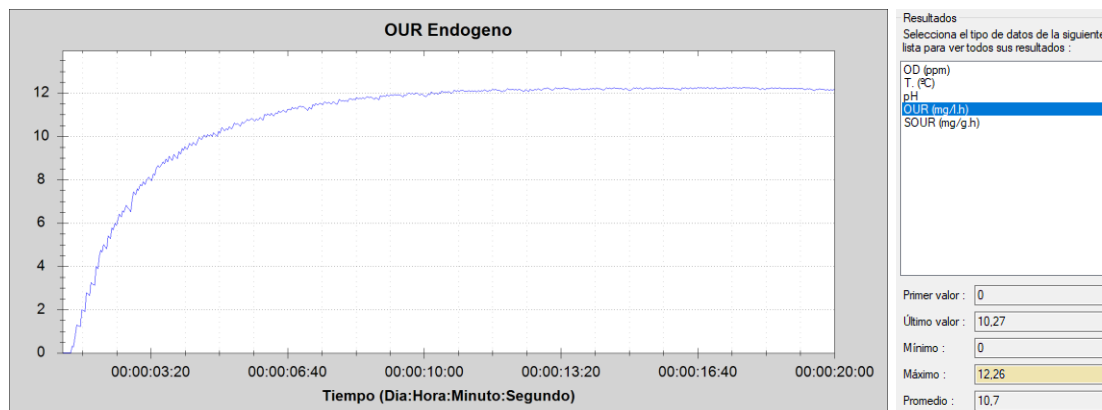
Puesto que el dato del valor de la DQO aportado por la planta es 890 mg/L, extrapolamos el resultado de la OC:

$$OC = 441 * 890 / 1063 = 369\ \text{mg/L}$$

Aplicando la fórmula matemática correspondiente:

$$AOR_C = Q * OC / 1000 = 2029\ \text{kg O}_2/\text{d}$$

Requerimiento por respiración endógena: AOR_{end}



Respirograma y resultado del OUR endógeno obtenidos en un analizador de Respirometría BM de Surcis

$$OUR_{\text{end}} = 12,26\ \text{mg O}_2/\text{L.h} = 0,294\ \text{kg O}_2/\text{m}^3.\text{d}$$

Aplicando la ecuación correspondiente:

$$AOR_{\text{end}} = V * OUR_{\text{end}} = 2618\ \text{kg O}_2/\text{d}$$

Requerimiento por nitrificación: AOR_N

Desde el dato del NTK eliminado del proceso (NTK_e) y aplicando la fórmula matemática correspondiente:

$$AOR_N = 4,67 * Q * NTK_e / 1000 = 2.513\ \text{kgO}_2/\text{d}$$

Requerimiento por desnitrificación: AOR_{DN}

Desde el dato del NTK eliminado del proceso (NTKe), asumiendo que el nitrato a desnitrificar ($N-NO_{3e}$) corresponde al 90% del NTK eliminado (según dato de la planta) y aplicando la fórmula matemática correspondiente:

$$AOR_{DN} = 2,28 * Q * N-NO_{3e} / 1000 = 1128 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

El AOR_{DN} entra como crédito (se resta) de requerimiento de oxígeno en el AOR total.

Requerimiento total de oxígeno: AOR

$$AOR = AOR = AOR_C + AOR_N - AOR_{DN} = 6032 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

3.2. Caudal de oxígeno actual: Q_{O_2}

Pasamos el caudal de aire a caudal de oxígeno multiplicando por el factor de conversión:

$$Q_{O_2} = 24 * 0,285 * Q_{\text{aire}} = 51.710 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

3.3. Requerimiento de oxígeno estándar: SOR

Desde los datos del proceso y aplicando la fórmula matemática correspondiente:

$$SOR = Q_{O_2} * SOTE = 18.615 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

3.4. Relación AOR/SOR

Dividiendo el AOR por el SOR:

$$AOR / SOR = 0,324$$

3.5. Relación $[AOR/SOR]_{ref}$

Es el valor de referencia de la relación AOR/SOR.

En nuestro caso, se utiliza el valor típico de un sistema de difusión de burbuja fina:

$$\text{Valor típico (difusores nuevos) } [AOR/SOR]_{ref} = 0,33$$

El rango de normalidad se puede considerar entre 0.3 y 0.4. Pero a efectos comparativos, para la evaluación del sistema, se utilizará siempre el valor típico de 0,33

3.6. Caudal de oxígeno de referencia: $Q_{O_2.ref}$

Se trata del caudal teórico para satisfacer el AOR actual en difusores nuevos.

$$Q_{O_2.ref} = (AOR / [AOR/SOR]_{ref}) / SOTE = 50.774 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

3.7. Factor de uso: F

El factor de uso F es el parámetro indicativo del estado del sistema de aireación.

F se define como la relación entre la eficiencia de transferencia de oxígeno estándar del sistema de difusores usado y la eficiencia de transferencia de oxígeno estándar del sistema de difusores nuevo.

Esta relación es equivalente a la relación $(AOR/Q_{O_2}) / [AOR/Q_{O_2}]_{ref}$ y, en consecuencia, también a la relación $Q_{O_2.ref} / Q_{O_2}$.

Por lo tanto, el factor F se puede obtener tanto desde una relación como de la otra, con idéntico resultado:

$$F = (AOR/SOR) / [AOR/SOR]_{ref} = 0,98$$

$$F = Q_{O_2.ref} / Q_{O_2} = 0,98$$

4. Resumen de resultados

Parámetro	Descripción	Resultado
AOR	Requerimiento actual de oxígeno.	6.032 kg O ₂ /d
SOR	Requerimiento de oxígeno en condiciones estándar	18.615 kg O ₂ /d
AOR/SOR	Relación entre el AOR y el SOR	0,324
$[AOR/SOR]_{ref}$	Valor típico de referencia de AOR/SOR	0,33
$Q_{O_2.ref}$	Caudal de oxígeno de referencia	51.710 kg O ₂ /d
F	Factor de uso	0,98

1. Asumiendo que el rango óptimo del factor F se encuentra entre 0,9 y 1, el resultado de 0,98 indica que el sistema de aireación se encuentra en óptimas condiciones, lo cual puede ser debido a la reciente y eficiente limpieza que tuvieron los difusores en el pasado mes junio.
2. La coherencia del resultado del presente estudio confirma una vez más la validez del procedimiento aplicado, en donde la relación AOR/SOR es el pilar principal que sostiene el criterio de la evaluación y seguimiento del sistema de aireación por difusores.