



Ciclo de 20

MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

AGUASRESIDUALES.INFO



# MasterClass 16

“Respirometría on-line”

**José Manuel Ochoa**

Director General de SENSARA.  
Licenciado en Ciencias Químicas.



**19**  
Mayo

Ciclo de **20**  
**MasterClass**

AGUASRESIDUALES.INFO



Especialistas en control y monitorización de depuradoras de aguas residuales mediante tecnología de RESPIROMETRÍA.

# Participar en la optimización del proceso fangos activos

Automatización



La reacción que tiene lugar en la eliminación de la materia orgánica biodegradable es la siguiente:



Oxidación del amoníaco a nitrito por parte de bacterias del género

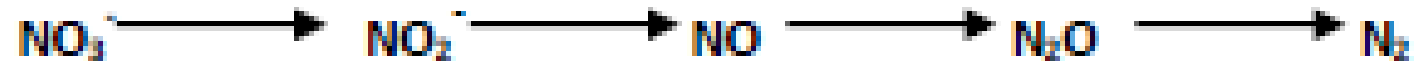
*Nitrosomonas*:



Oxidación del nitrito a nitrato por parte de bacterias del género *Nitrobacter*:



Por su parte, la desnitrificación consiste en la reducción de los nitratos durante el proceso de respiración anóxica de los microorganismos heterótrofos. Los nitratos (y nitritos) son reducidos a nitrógeno gas, que escapa a la atmósfera:





Carga

Oxígeno

Temperatura

Caudal

# BACTERIAS

Tóxicos

Tiempo Retención

Edad Fango

**MasterClass**  
patrocinada por:





# EN CONTINUO



DATOS

INFORMACIÓN

# Preguntemos a las bacterias



# RESPIROMETRÍA

La técnica de la respirometría permite valorar, controlar y proteger el proceso de lodos activos al aportar *información relacionada con el estado o actividad de la biomasa.*

Esto **posibilita anticiparse a la mayoría de problemas.**

# RESPIROMETRÍA

## Herramienta de Rutina



# Menos DQO

# Mas SOUR



# APLICACIONES

- Optimización
  - *Toxicidad*
  - *Ahorro Energía*
  - *Productos químicos*



**EN ABSOLUTO ES  
DIFICIL INTERPRETAR  
LOS DATOS  
RESPIROMÉTRICOS**



# Respirometría

## On-Line

# *Respirometría para Explotadores*

**SN8**



# SN8

**MasterClass**  
patrocinada por:



## RESPIRÓMETRO ON-LINE SN-8 sensara

### Respirometría Global

T. espera	300 seg.	114 seg.	0
T. lavado	200 seg.	200 seg.	1
T. llenado	75 seg.	75 seg.	2
T. aire	120 seg.	120 seg.	3
T. OUR	3600 seg.	3600 seg.	4
T. Vac	90 seg.	90 seg.	5

### Desnitrificación

T. lavado	2 seg.	2 seg.	6
T. llenado	2 seg.	2 seg.	7
T. DES	2 seg.	2 seg.	8
T. Vac	2 seg.	2 seg.	9

### Nitrificación

T. lavado	200 seg.	200 seg.	10
T. llenado	75 seg.	75 seg.	11
T. aire	1800 seg.	1800 seg.	12
T. AUR	1800 seg.	1800 seg.	13
T. Vac	90 seg.	90 seg.	14

### Edad del Fangos

NTK influente	40
pH_trc	6.63
Temperat.	17.0
OD balsa	0.00
FN	0.06
KD	0.04
KN	0.77
TRC dias	-25.00

### Limpieza

T. limpieza	90 seg.
T. vaciado	90 seg.

### Sensores

Oxígeno	10.42
pH	7.44
ORP	260
DQOb	0
SSVLM	3800
Temperat.	21.7
Ox. Teórico	0.27
TRH	6.7
AURr	6.0

### Botones

Manual

Activo

STOP

### Peristáltica 2

Peristáltica 1

### Bomba 1

### Bomba 2

### Oxigenador

### Válvula vaciado

### Válvula Limpieza

### B. Recirculación



# CONTROLAMOS EL ESTADO DE LAS BACTERIAS DEL PROCESO FUNDAMENTAL DE DEPURACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

# OUR/SOUR

# SOUR ( $mg O_2/l.h$ )

## RESPIROMETRIA - BIOLÓGICO I

Gráfica 2 Ejes

- Oxígeno  Redox  
 pH  Temperatura

Fecha: 2020-10-07

Hora: 00:15:08

- 1 - 2020-10-20 - 06:48:37 Eliminar
- 2 - 2020-10-20 - 12:43:58 Eliminar
- 3 - 2020-10-24 - 00:09:27 Eliminar
- 4 - 2020-10-24 - 07:17:56 Eliminar
- 5 - 2020-10-07 - 00:15:08 Eliminar

Añadir

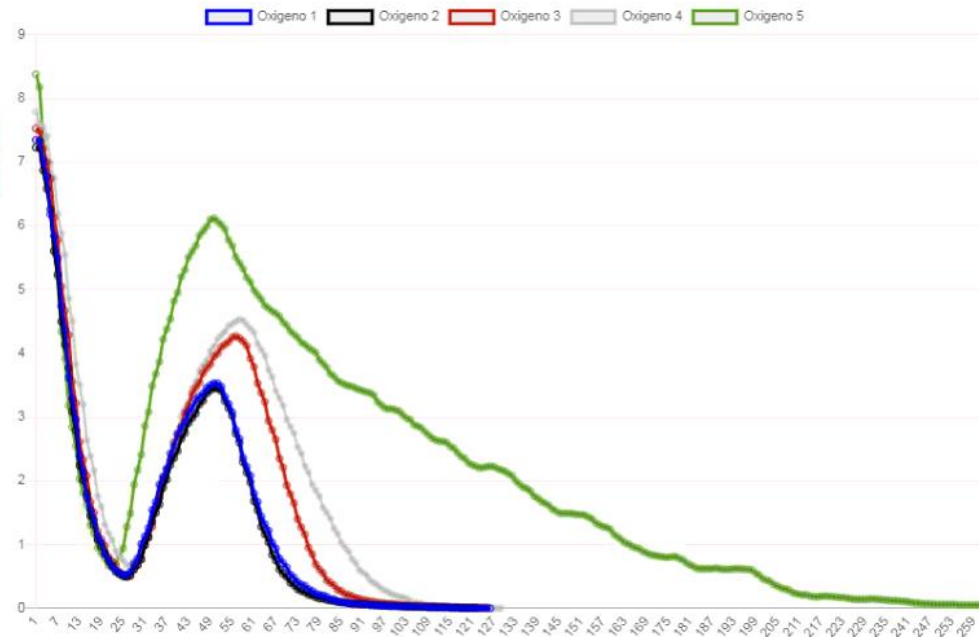
Zoom Máximo: 9

Zoom Mínimo: 0

Línea Intervalo: 1

Aplicar Zoom

Mostrar



1 -- OUR: 32.34 - SOUR: 10.7

2 -- OUR: 33.39 - SOUR: 11.1

3 -- OUR: 43.56 - SOUR: 14.5

4 -- OUR: 44.92 - SOUR: 14.9

5 -- OUR: 19.25 - SOUR: 6.4

# SOUR (mg &lt;math>O\_2</math>/l.h)

## TASAS RESPIROMETRÍA - BIOLÓGICO 1

Gráfica 2 Ejes

OUR  SOUR

Fecha Inicio: 01/03/2022

Hora Inicio: 01:34:09

Fecha Fin: 17/05/2022

Hora Fin: 10:12:29

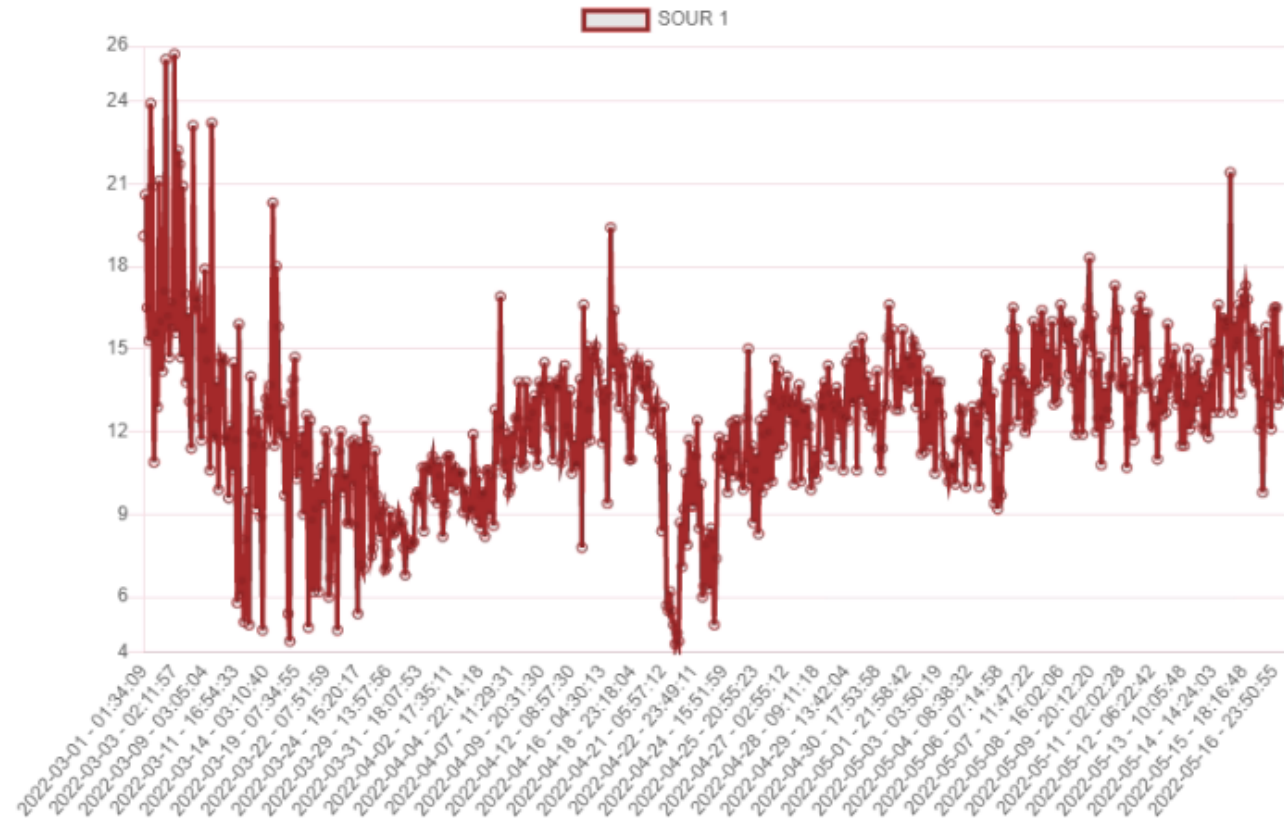
Zoom Maximo: 26

Zoom Minimo: 4

Linea Intervalo: 3

Aplicar Zoom

Actualizar





# CONTROLAMOS EL ESTADO DE LAS BACTERIAS DEL PROCESO DE NITRIFICACIÓN

# Rn/AUR

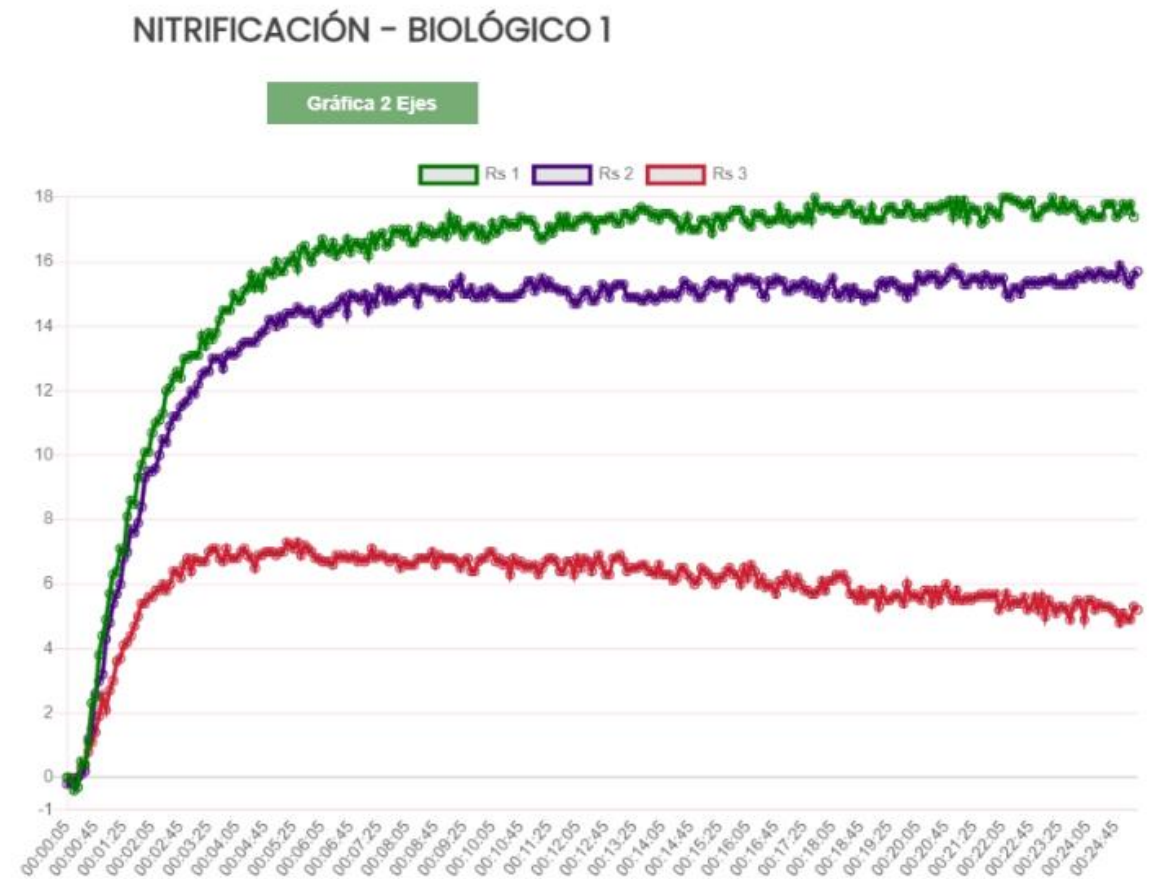
# AUR ( $mg NH_4/l.h$ )

Oxígeno  Redox  
 pH  Rs  
 Temperatura

Fecha:    
Hora:

1 - 2022-05-12 - 12:47:09   
2 - 2022-05-13 - 10:49:47   
3 - 2022-05-07 - 00:29:43

Zoom Máximo:   
Zoom Mínimo:   
Línea Intervalo:



# AUR ( $mg NH_4/l.h$ )

## TASAS NITRIFICACIÓN - BIOLÓGICO 1

Gráfica 2 Ejes

- AUR
- TRC
- TRH
- ODT
- Ox Real
- Ox Teorico
- NH4e
- Rn
- DQOb
- AURr
- Min Real
- Min Teorico
- NH4n
- Min Rn

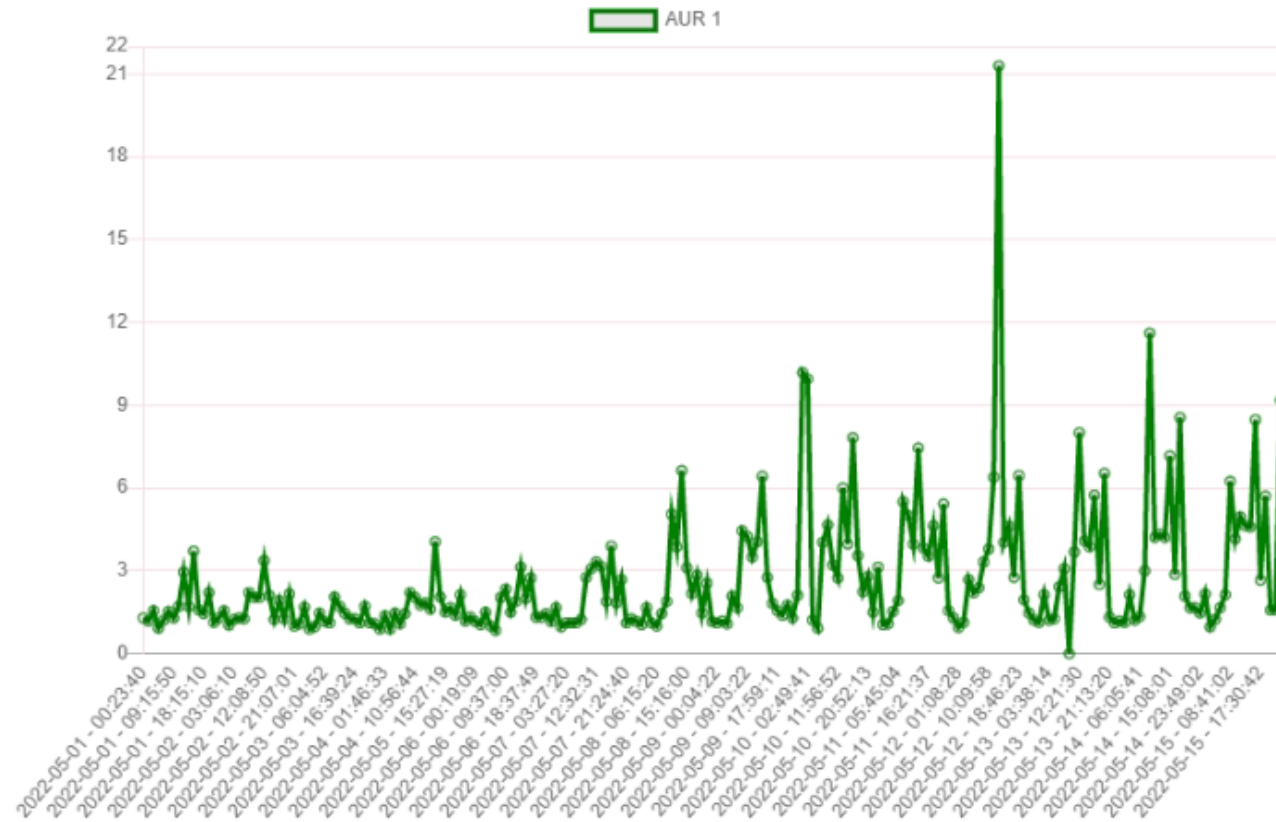
Fecha Inicio: 01/05/2022

Hora Inicio: 00:23:40

Fecha Fin: 16/05/2022

Hora Fin: 00:45:10

Zoom Maximo: 22



# CONTROLAMOS EL ESTADO DE LAS BACTERIAS DEL PROCESO DE DESNITRIFICACIÓN

# ORP/DQOb

# ORP

## DESNITRIFICACIÓN - BIOLÓGICO 1

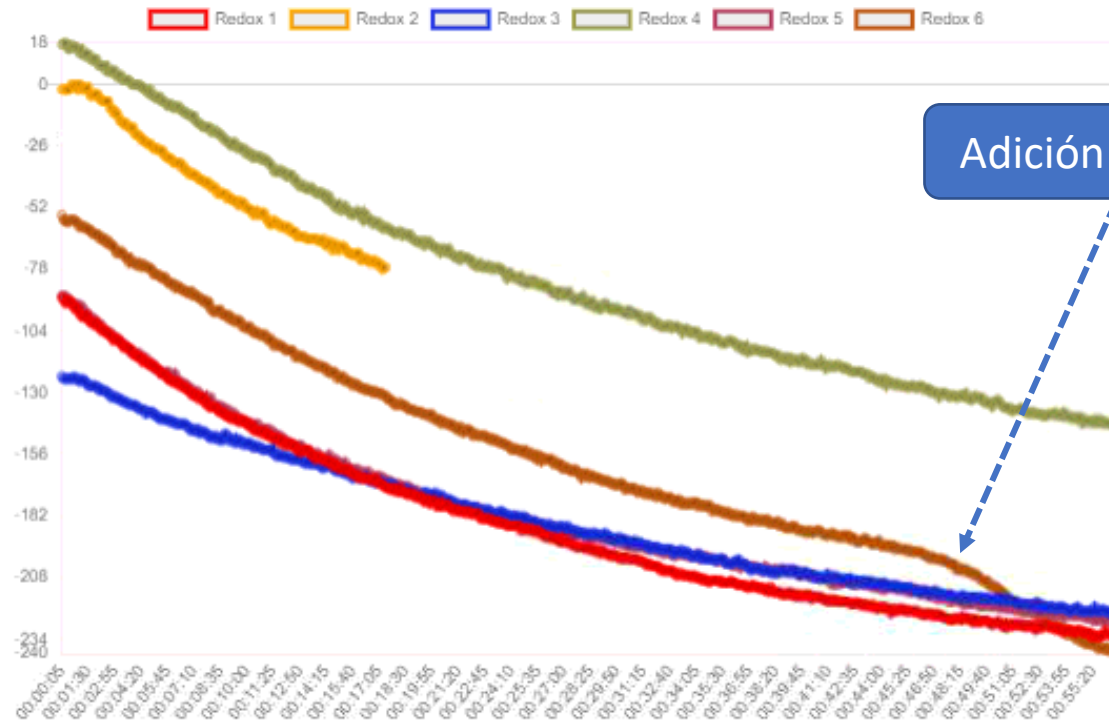
Gráfica 2 Ejes

Oxígeno     Redox  
 pH     Temperatura

Fecha:    
 Hora:

1 - 2020-10-27 - 07:47:15	<input type="button" value="Eliminar"/>
2 - 2020-10-27 - 13:53:16	<input type="button" value="Eliminar"/>
3 - 2020-10-26 - 07:41:11	<input type="button" value="Eliminar"/>
4 - 2020-10-26 - 16:37:13	<input type="button" value="Eliminar"/>
5 - 2020-10-26 - 19:38:13	<input type="button" value="Eliminar"/>
6 - 2020-10-26 - 22:40:14	<input type="button" value="Eliminar"/>

Zoom Maximo:   
 Zoom Minimo:   
 Línea Intervalo:



Adición de Acetato

# DQOb

## TASAS DESNITRIFICACIÓN - BIOLÓGICO 1

Gráfica 2 Ejes

NUR  DQOb

Fecha Inicio:

Hora Inicio:

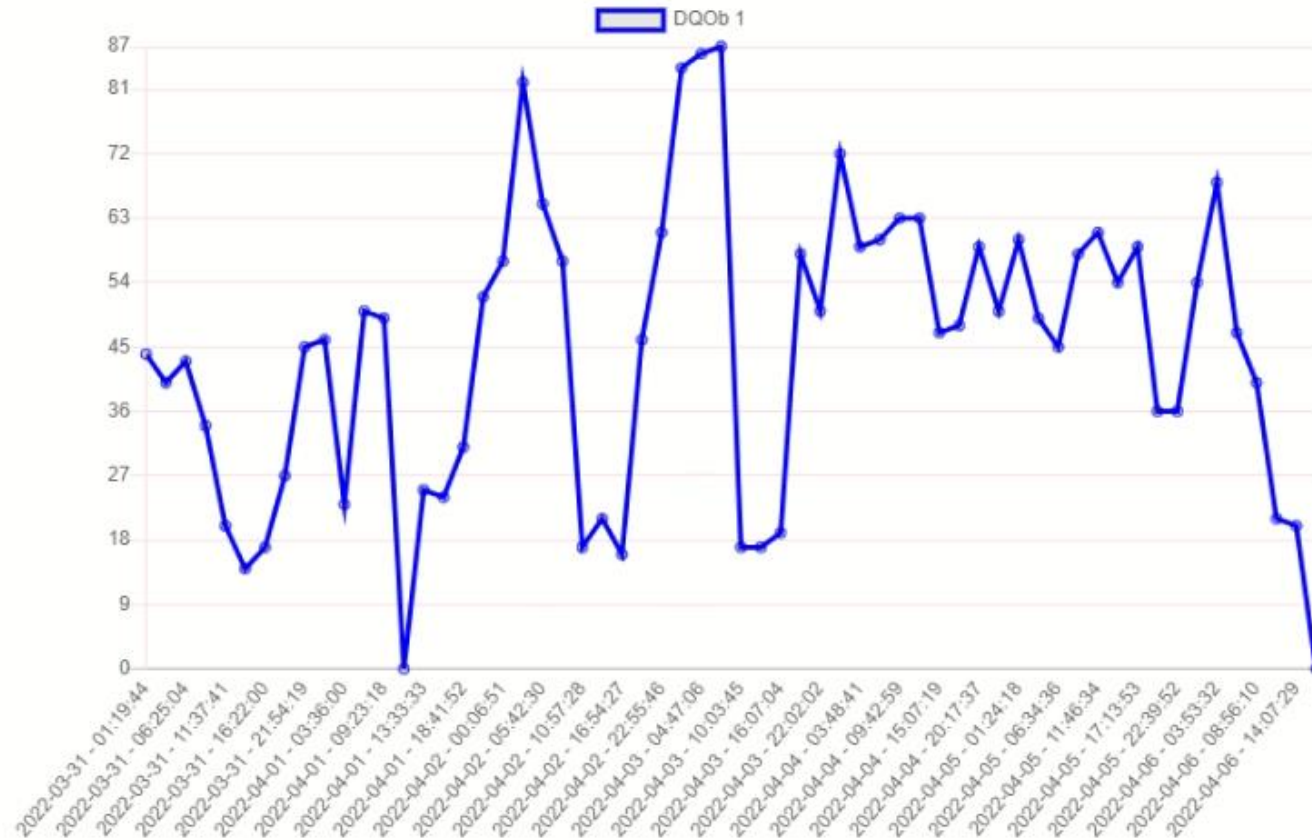
Fecha Fin:

Hora Fin:

Zoom Maximo:

Zoom Minimo:

Linea Intervalo:

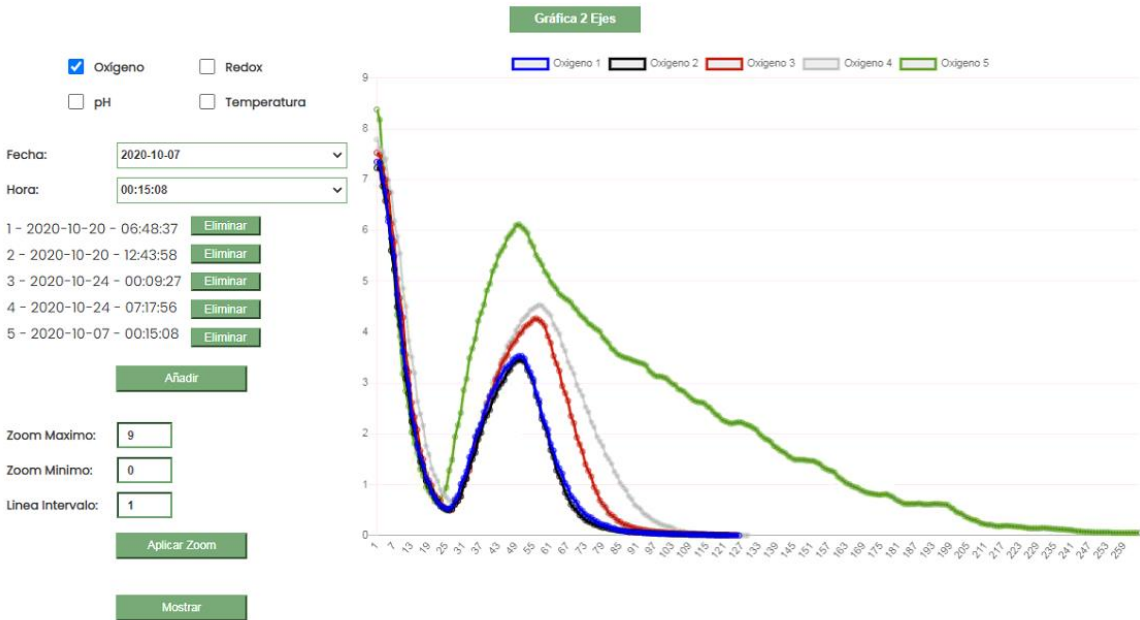


# APLICACIONES

## *Toxicidad*

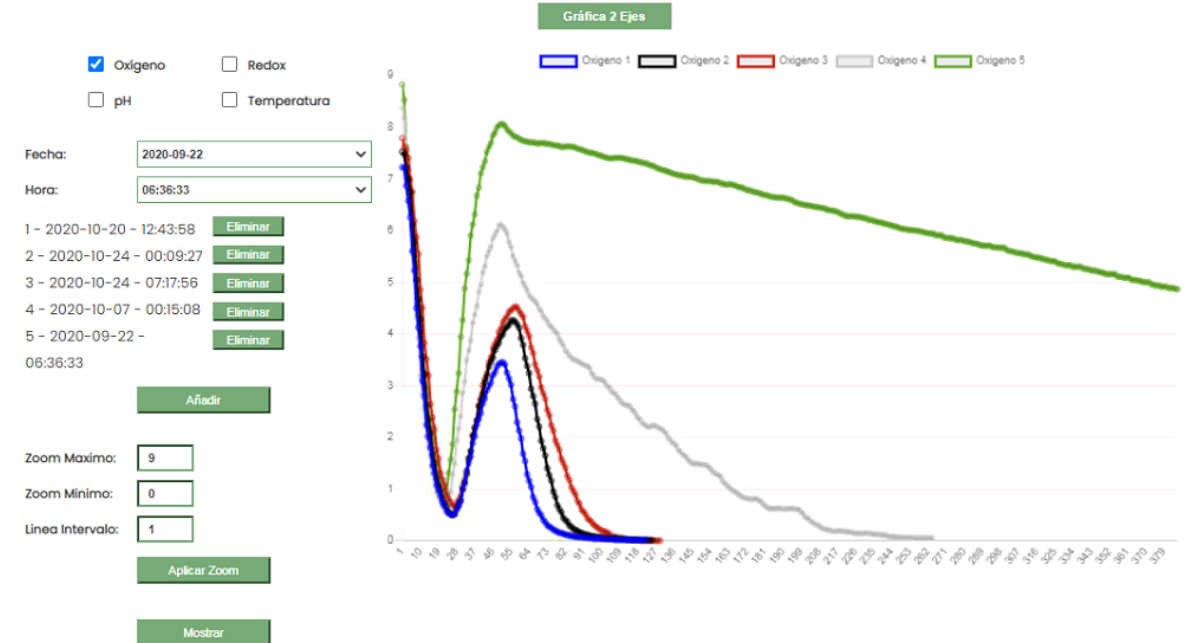
# Toxicidad (SOUR)

RESPIROMETRIA - BIOLÓGICO I



1 -- OUR: 32.34 - SOUR: 10.7  
2 -- OUR: 33.39 - SOUR: 11.1  
3 -- OUR: 43.56 - SOUR: 14.5  
4 -- OUR: 44.92 - SOUR: 14.9  
5 -- OUR: 19.25 - SOUR: 6.4

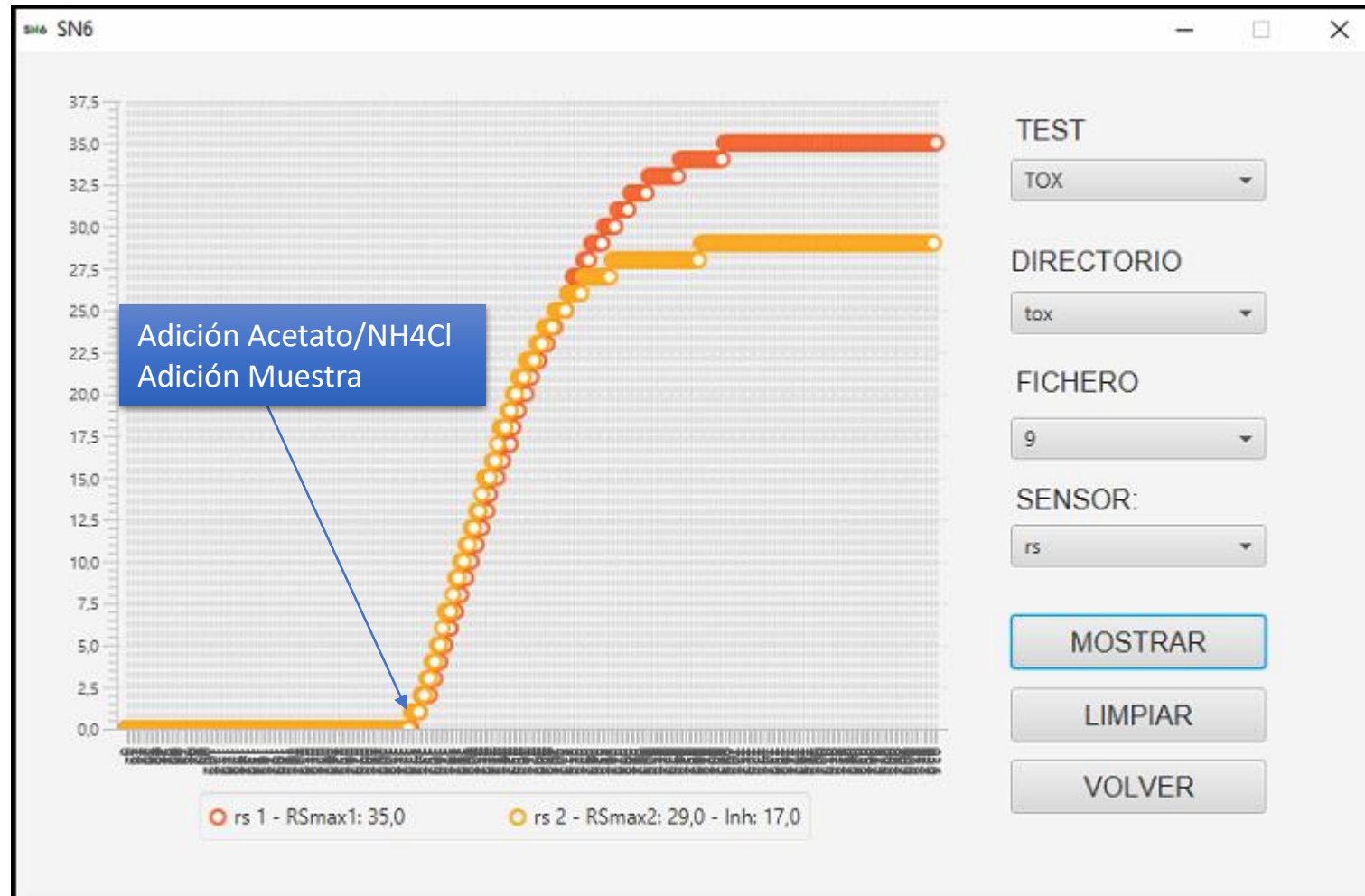
RESPIROMETRIA - BIOLÓGICO I



1 -- OUR: 33.39 - SOUR: 11.1  
2 -- OUR: 43.56 - SOUR: 14.5  
3 -- OUR: 44.92 - SOUR: 14.9  
4 -- OUR: 19.25 - SOUR: 6.4  
5 -- OUR: 6.58 - SOUR: 2.1



# Toxicidad (*Inh* %)



# Datos

## SENSORES RESPIROMETRÍA - BIOLÓGICO 1

Gráfica 2 Ejes

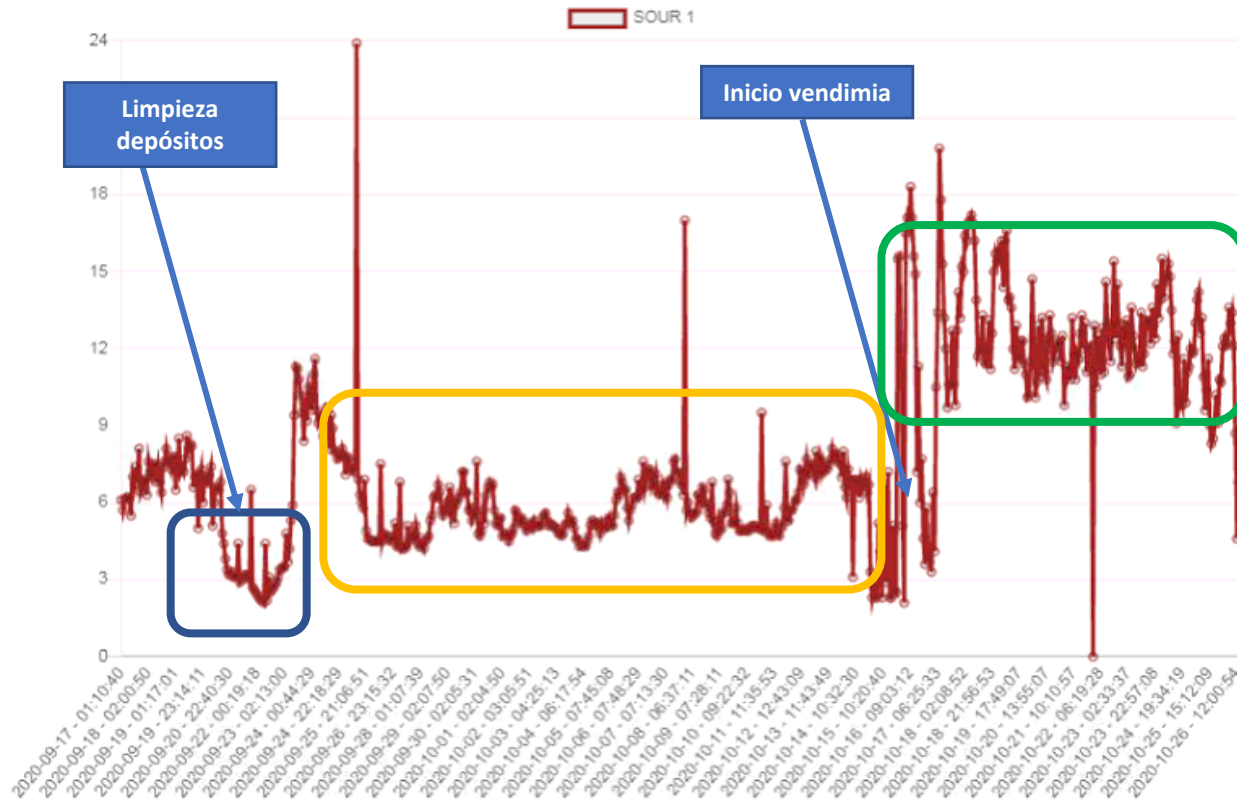
- OUR       SOUR  
 AORc       AOR Total

Fecha Inicio:    
 Hora Inicio:    
 Fecha Fin:    
 Hora Fin:

Zoom Maximo:    
 Zoom Mínimo:    
 Línea Intervalo:

Aplicar Zoom

Actualizar





PROTEGER LAS BACTERIAS

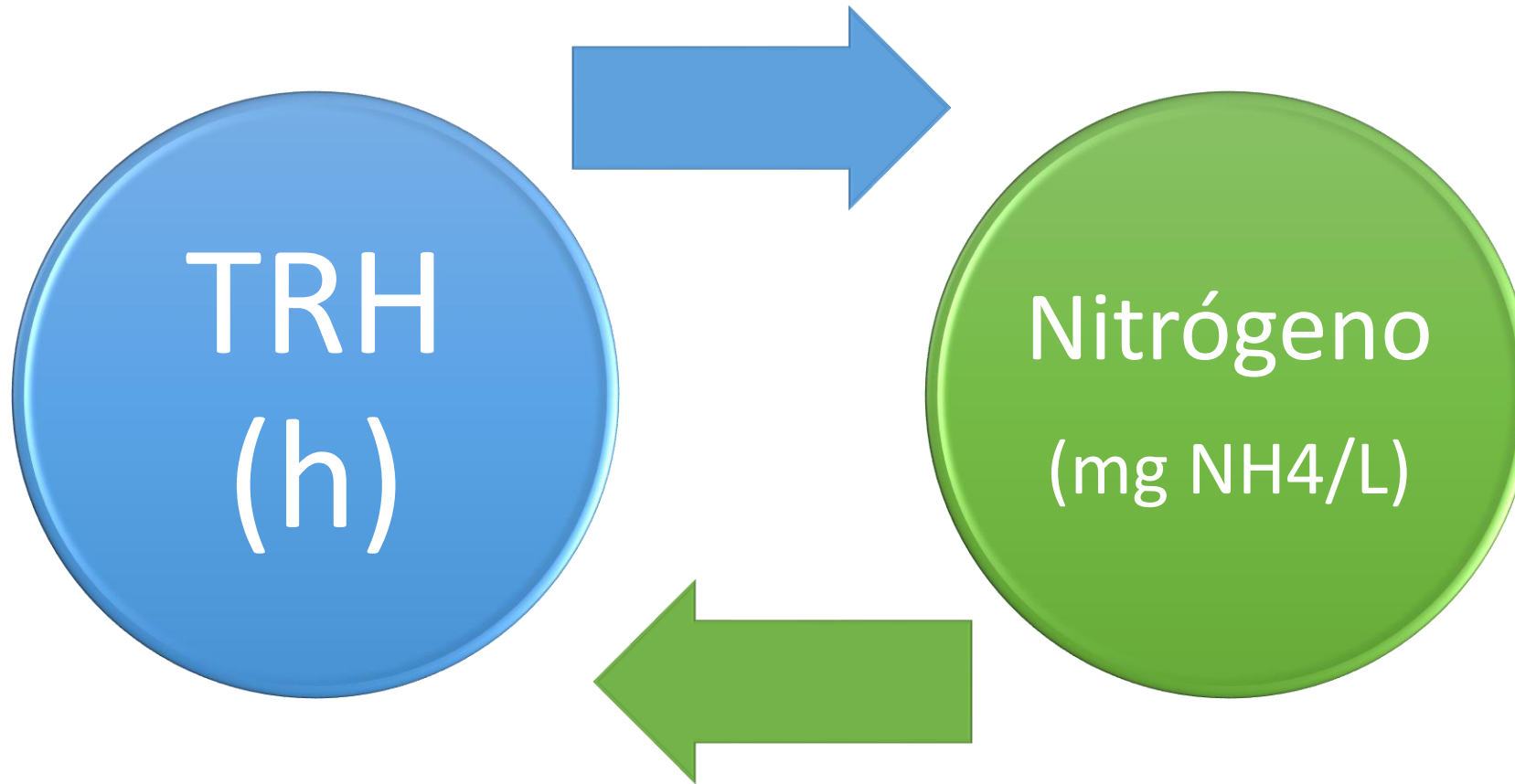
AIREACIÓN,  
RECIRCULACIÓN,  
BY-PASS, ...

# APLICACIONES

## *Aireación PTAR Urbana*

# Nitrificación

- Fácilmente inhibible, incluso por altos niveles de amonio y DBO
- Temperatura > 15 °C
- pH > 7
- Oxígeno - 2,5 mg/l
- Proceso de fijación de oxígeno. Muy sensible a los niveles de oxígeno



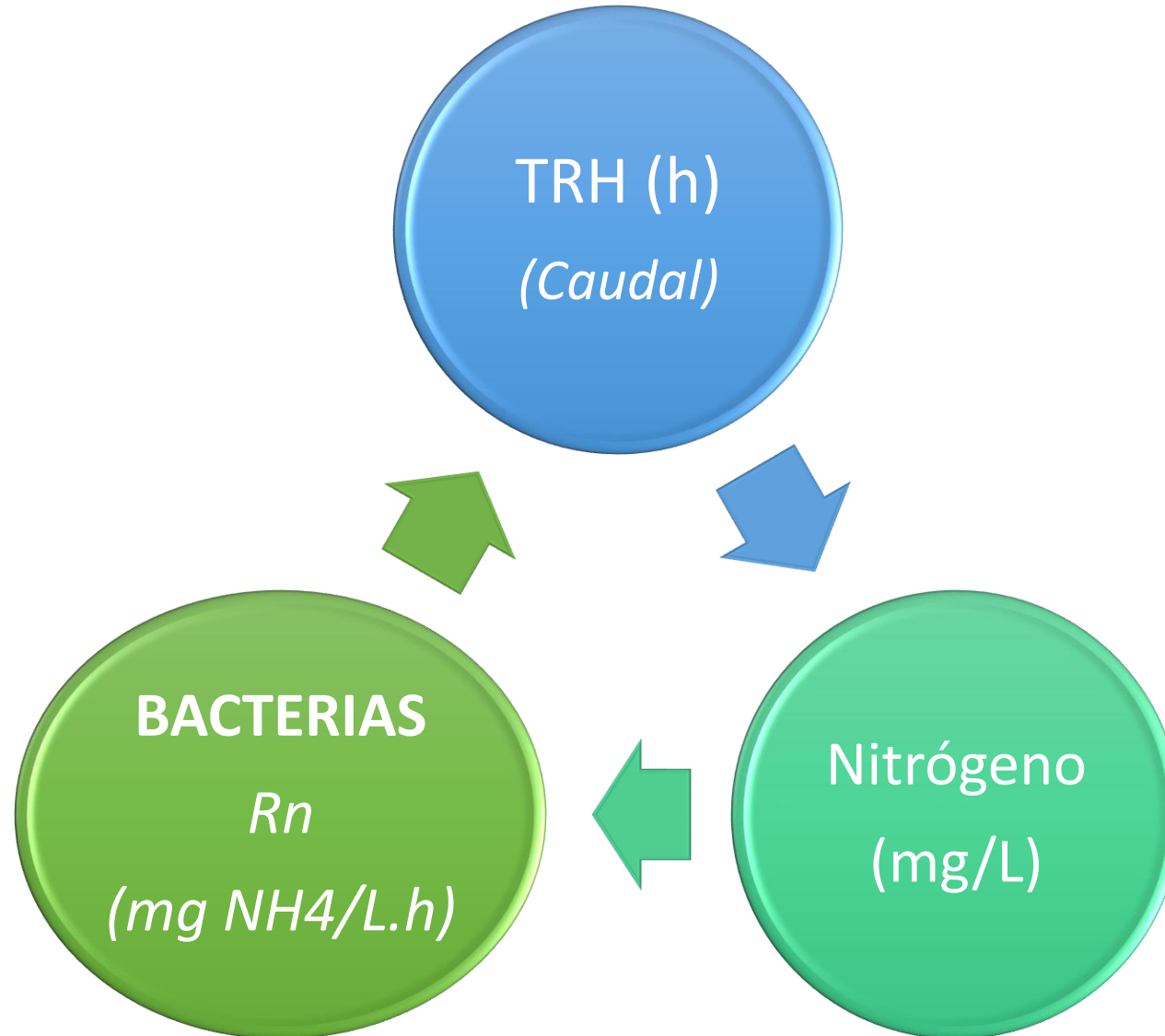
$$\text{TRH (h)} = V (\text{m}^3) / Q (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{TRH (h)} = 2500 (\text{m}^3) / 500 (\text{m}^3/\text{h}) = 5 \text{ h}$$

*20 mg NH<sub>4</sub>/l -> 5 h*

$$\text{TRH (h)} = 2500 (\text{m}^3) / 250 (\text{m}^3/\text{h}) = 10 \text{ h}$$

*40 mg NH<sub>4</sub>/l -> 10 h*

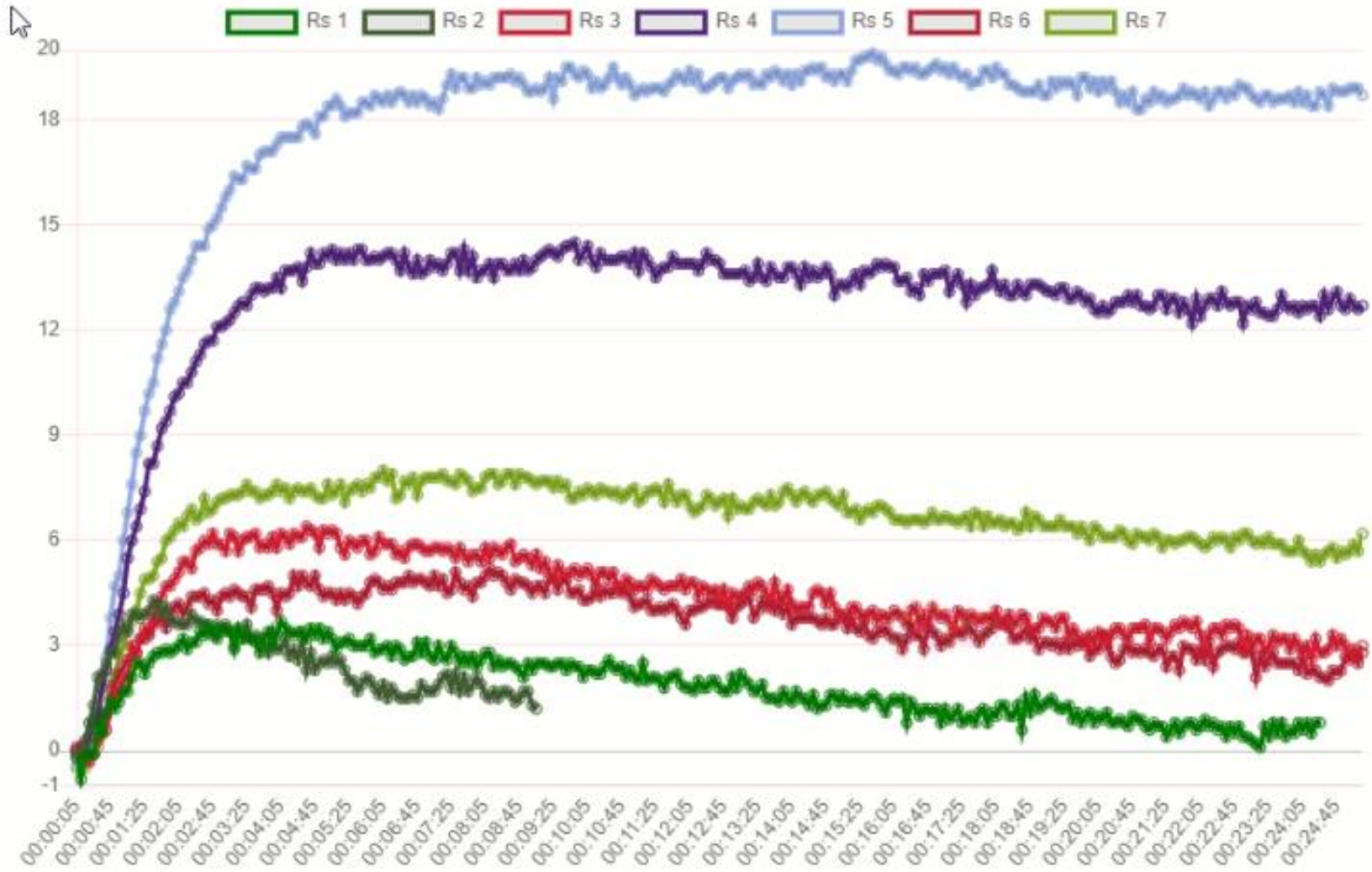




$$\text{NH}_4 \text{ nitrificado (mg NH}_4\text{/l)} = \text{Rn (mg NH}_4\text{/L.h)} * \text{TRH (h)}$$

$$\text{NH}_4 \text{ nitrificado (mg NH}_4\text{/l)} = 6 \text{ (mg NH}_4\text{/l)} * 5 \text{ (h)} = 30 \text{ mg/l}$$

$$\text{NH}_4 \text{ nitrificado (mg NH}_4\text{/l)} = 8 \text{ (mg NH}_4\text{/l)} * 5 \text{ (h)} = 40 \text{ mg/l}$$



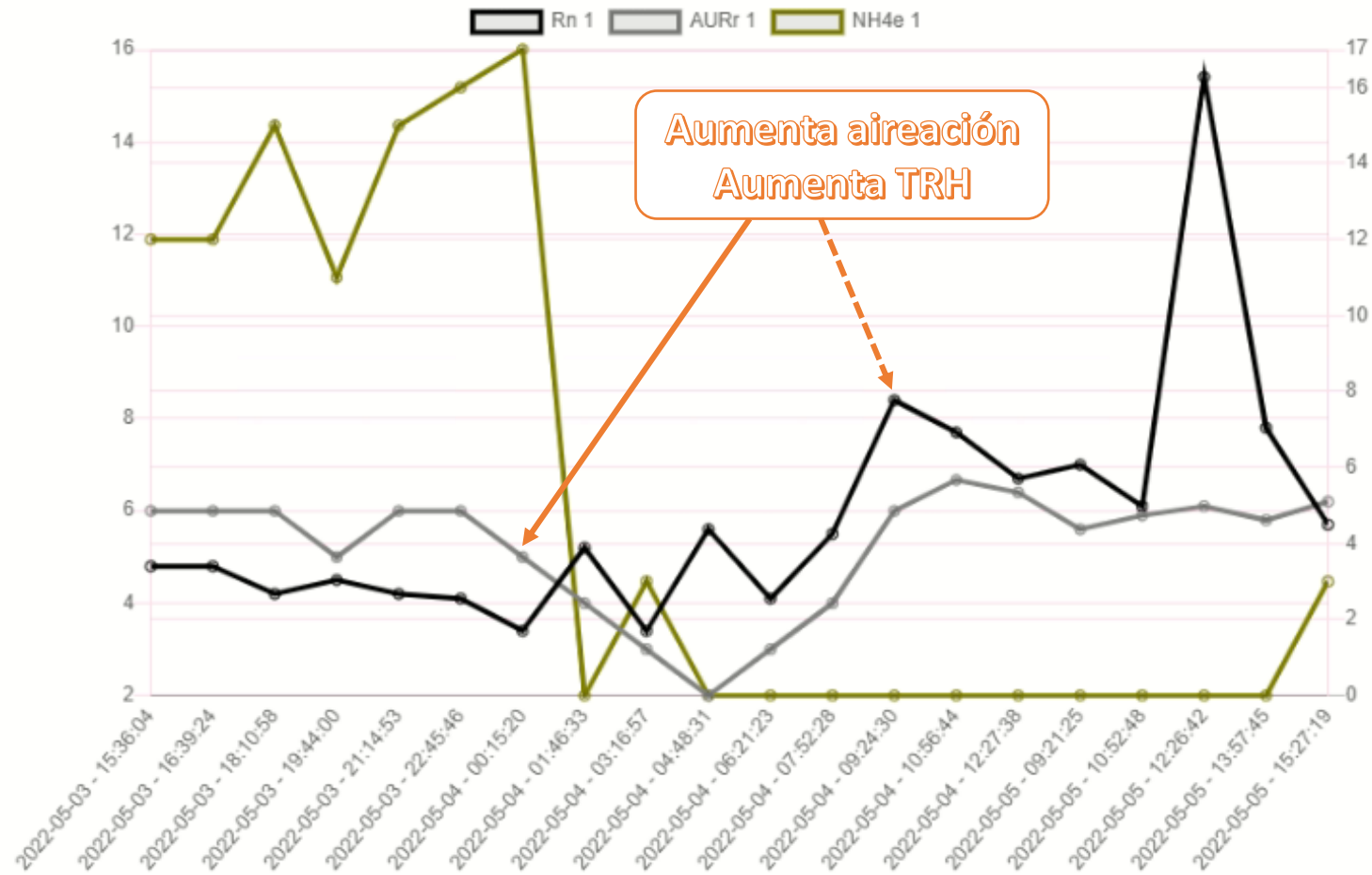
# Objetivo

**Rn** (mg NH<sub>4</sub>/L.h)      **AUR** *requerido* (mg NH<sub>4</sub>/L.h)

$$AUR_{requerido} \text{ (mg NH}_4\text{/l.h)} = \text{NH}_4_{nitrificar} \text{ (mg NH}_4\text{/l)} / \text{TRH (h)}$$

## TASAS NITRIFICACIÓN - BIOLÓGICO 1

Gráfica 1 Eje



Carga

Oxígeno

Temperatura

Caudal

# BACTERIAS

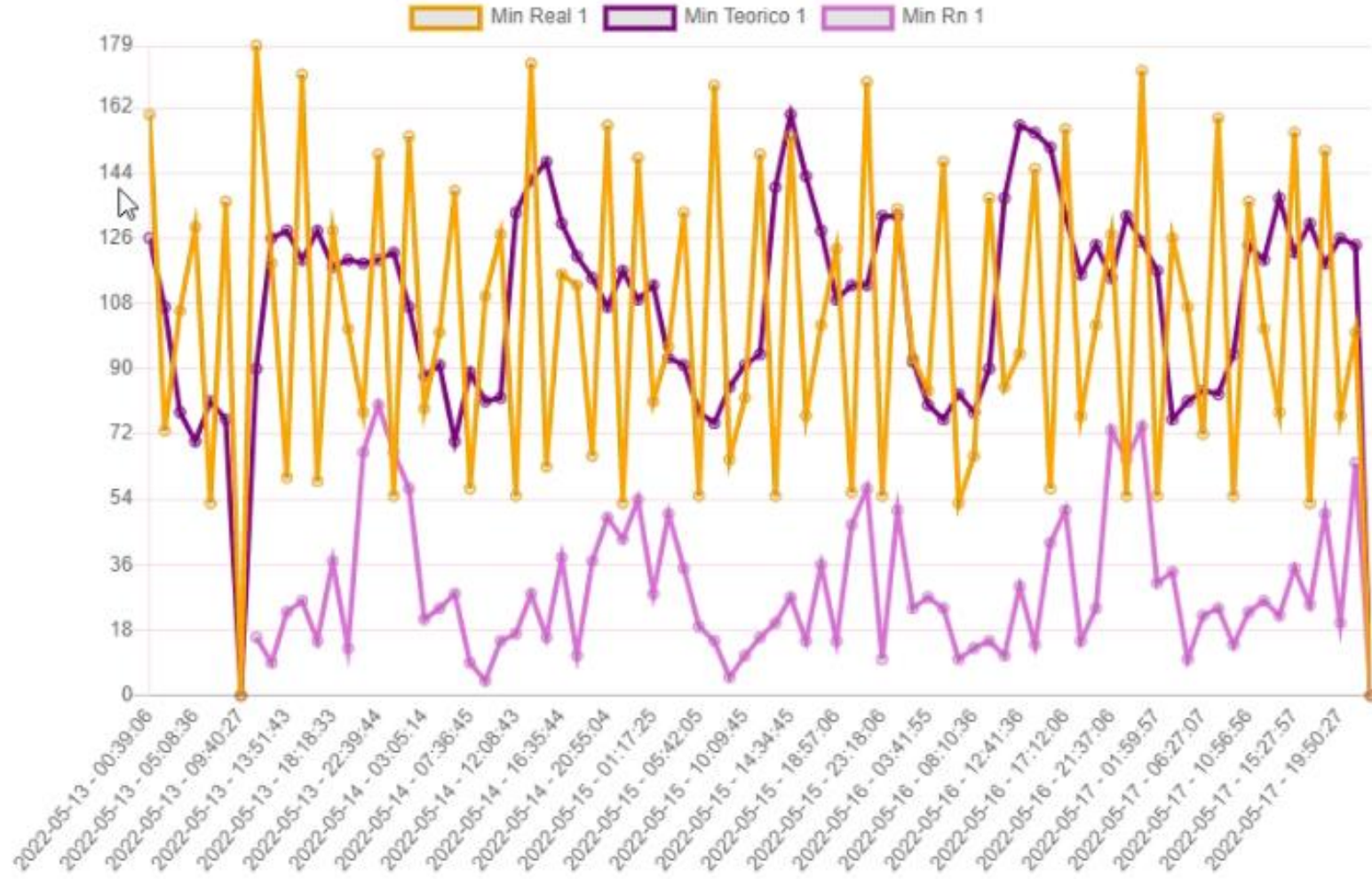
Tóxicos

Tiempo Retención

Edad Fango

## TASAS NITRIFICACIÓN - BIOLÓGICO 1

Gráfica 2 Ejes



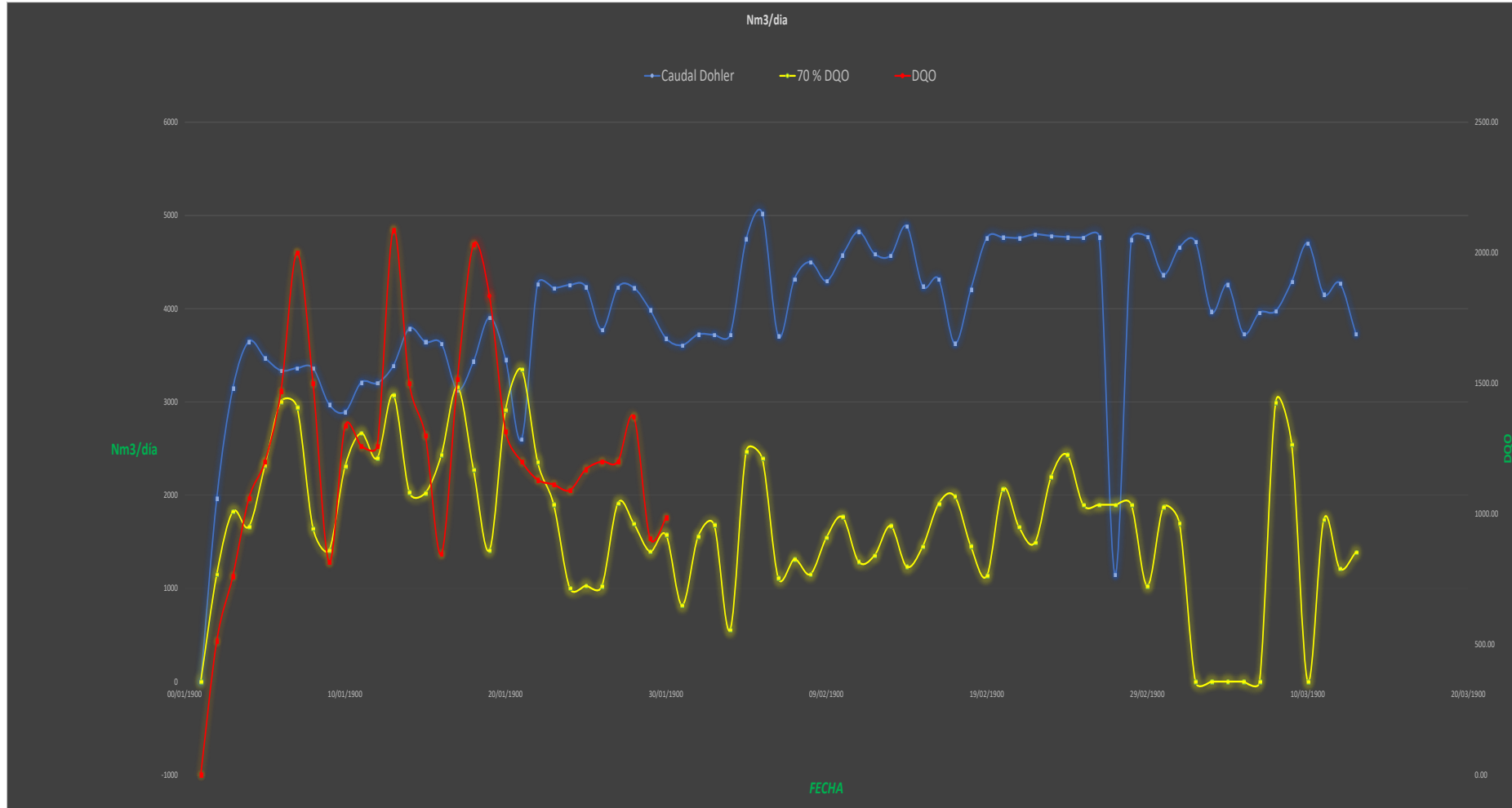
# APLICACIONES

## *Aireación PTAR Industrial*

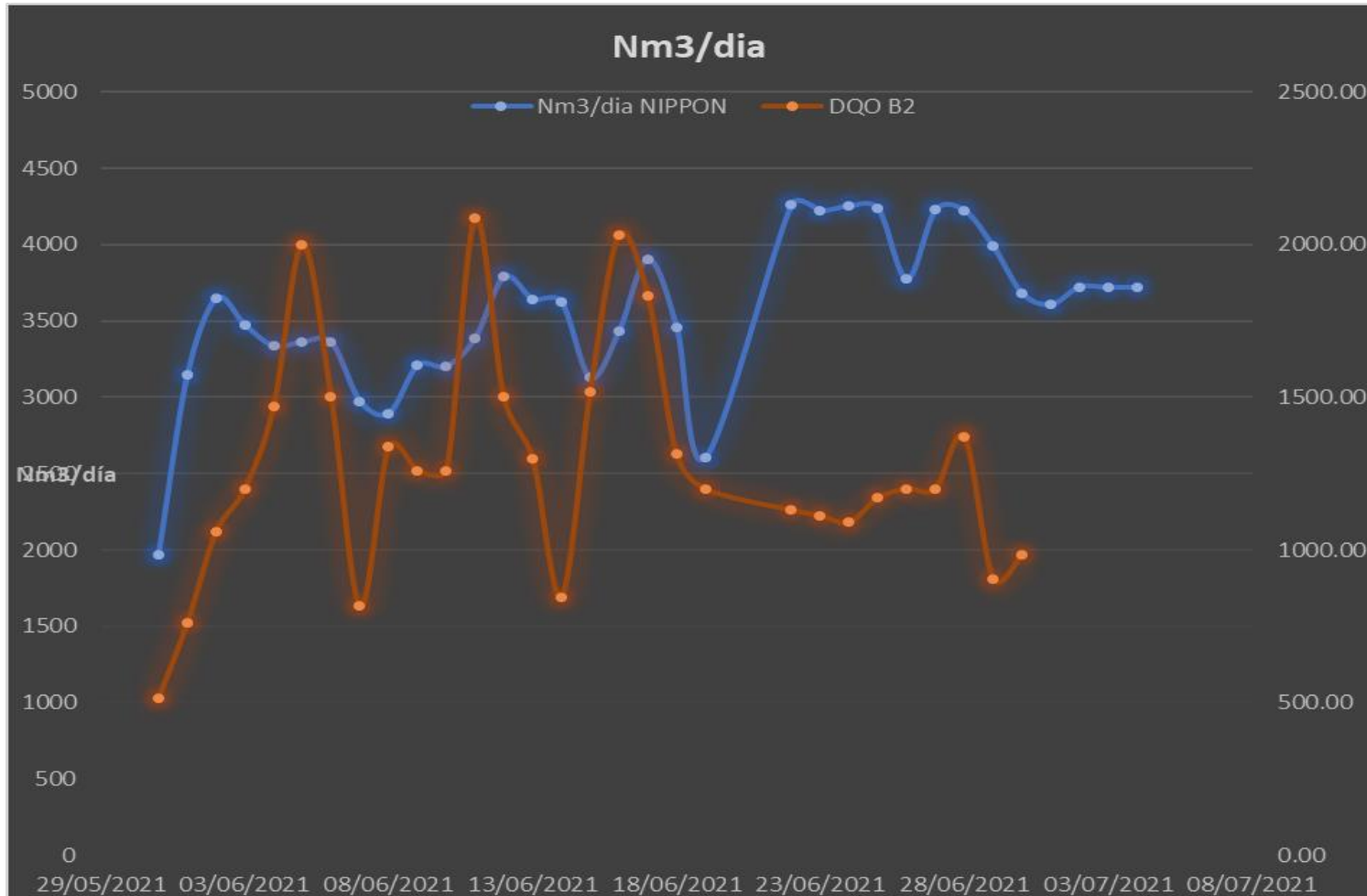
- Producción de concentrados de zumos y cremogenados vegetales.
- 2.000 m<sup>3</sup>/día (campaña 4-5 meses).
- Vertido con grandes oscilaciones de caudal y carga contaminante.
- Diseño realizado para:
  - *Caudal máximo día 3.000 m<sup>3</sup>/día*
  - *DQO 5.000 ppm y SST 2.000 ppm*
- Límites vertido: *DQO 125 ppm y SST 35 ppm*



- *Tratamiento físico-químico (DAF)*
  - *Tratamiento biológico (Reactor biológico secuencial)*
  - *Decantación secundaria*
- 
- ***Biológico 1: reactor de alta carga con oxígeno puro. Volumen útil de 9.000 m<sup>3</sup> y 3 g/l de SSLM biomasa.***
  
  - ***Biológico 2: reactor de baja carga con 10 aireadores superficiales de 22 kw. Volumen útil de 9.000 m<sup>3</sup> y 6 g/l de SSLM biomasa.***



## RELACIÓN APORTE OXÍGENO vs DQO



*Según los datos obtenidos puede observarse que la aportación de oxígeno no se realiza en función de la carga orgánica que va entrando en el reactor. De hecho, en la última parte de la gráfica puede observarse una bajada de la carga orgánica mientras que la aportación de oxígeno es muy elevada (inversa a la que pudiera ser la más óptima)*

# RELACIÓN APOORTE OXÍGENO vs DQO



*Añadiendo los datos de requerimiento de oxígeno en las mismas unidades que el aporte de oxígeno obtenidos por el Respirómetro on-line SN8 (línea amarilla) podemos observar como la información que nos aporta el equipo reproduce de forma precisa las necesidades de oxígeno debidas a la carga real que hay en el reactor en cada momento.*

# Control por AOR

- se está aportando de promedio al proceso 3.986,16 Nm<sup>3</sup>/día
- esto supondría una estimación de gasto al año de 133.963,93 €
- mediante respirometría el promedio necesario por las bacterias es de 1.843,09 Nm<sup>3</sup>/día
- esto supondría una estimación de gasto al año de 61.068.81 €
- esto supone una media de ahorro diario de 195.51 €
- y por tanto un ahorro anual de 71.359.70 €

53 %

MasterClass  
patrocinada por:



**Muchas gracias  
por su atención.**

AGUASRESIDUALES.INFO



Ciclo de 20  
**MasterClass**

AGUASRESIDUALES.INFO