



UTE SAV-DAM

# Resolución de problemas de explotación mediante respirometría

Junio 2021



UTE SAV-DAM

Determinación de la velocidad de  
Desnitrificación (NUR\*) a partir de una  
fuente fácilmente asimilable de nitrato y  
aseguramiento de la disponibilidad de  
materia carbonosa

Muro de Alcoy, Junio 2021

## **Determinación de la velocidad de Desnitrificación (NUR\*) a partir de una fuente fácilmente asimilable de nitrato y aseguramiento de la disponibilidad de materia carbonosa**

Los protocolos existentes en respirometría para la determinación de la Tasa de desnitrificación son muy teóricos, por lo que nos propusimos desarrollar un método sencillo y práctico. Este método se basa en medir la capacidad que presenta un fango activo para desnitrificar, a partir de una fuente fácilmente asimilable de nitrato y asegurando la disponibilidad de materia carbonosa.

Una vez conocemos su capacidad podemos simular las condiciones reales de trabajo de ese fango (pH, Temperatura,...) y comprobar si afectan a su rendimiento.

## Protocolo de trabajo

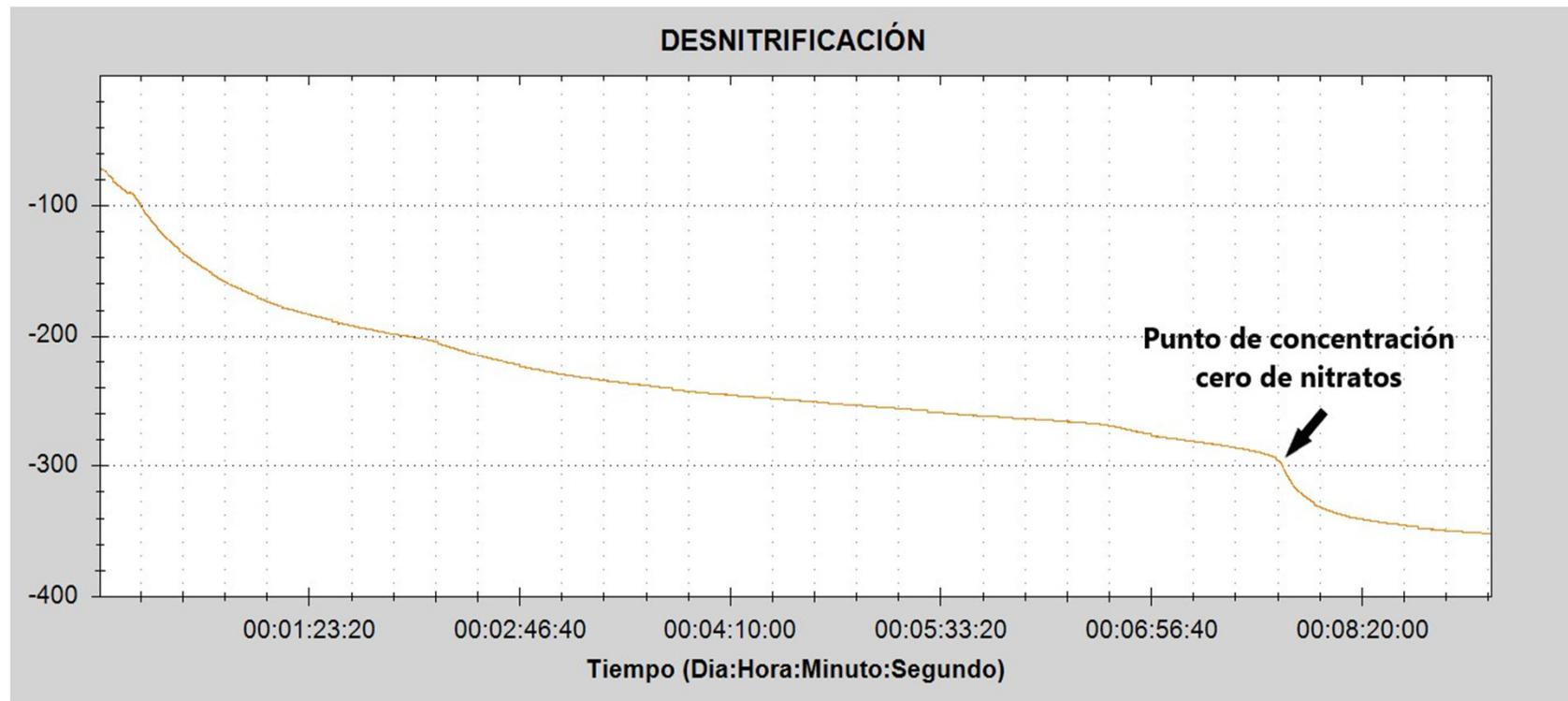
- En respirometría todos los ensayos se realizan con fango activo en condiciones endógenas. Para ello es necesario airear este fango durante un periodo de 12 a 20 horas. Para llevar un fango endógeno hasta condiciones de anoxia se requiere mucho tiempo, más teniendo en cuenta que al conectar el agitador y la recirculación del reactor, siempre se produce una aireación, aunque sea ligera.
  
- Para reducir el tiempo procedemos de la siguiente forma:
  - Introducir un litro de fango activo endógeno en el reactor del respirómetro.
  - Conectar la agitación del respirómetro.

- Conectar la bomba de recirculación del respirómetro.
- Añadir 1 gr de Acetato sódico disuelto en 5 ml de agua destilada. Esto equivale a la adición de 750 mg/l de DQO rápidamente biodegradable. A partir de ese momento, el oxígeno residual del licor mezcla empieza a descender rápidamente.
- Añadir 5 ml de una disolución de nitrato potásico con una concentración aprox de 6.000 mg N-NO<sub>3</sub>/l. Esto equivale a la adición de 30 mg/l de N-NO<sub>3</sub> fácilmente asimilable.



- El oxígeno continuará bajando hasta que alcance un valor aproximado de  $0,2 \text{ mgO}_2/\text{l}$ , momento en el cual se detecta la primera variación de pH, incrementándose. En ese momento se inicia el ensayo, ya que el incremento de pH nos indica el inicio de la desnitrificación.
- ❑ A continuación sacamos una muestra de 5 ml de licor mezcla, para determinar la concentración inicial de  $\text{NO}_3$  ( $S_0$ ).
- ❑ El equipo medirá el potencial RedOx durante todo el ensayo.
- ❑ Cuando se produce una inflexión en la curva de RedOx, punto denominado “punto de concentración cero de nitratos”, que indica el final de la desnitrificación, sacamos de nuevo una muestra de 5 ml para determinar la concentración de nitratos ( $S_f$ ).

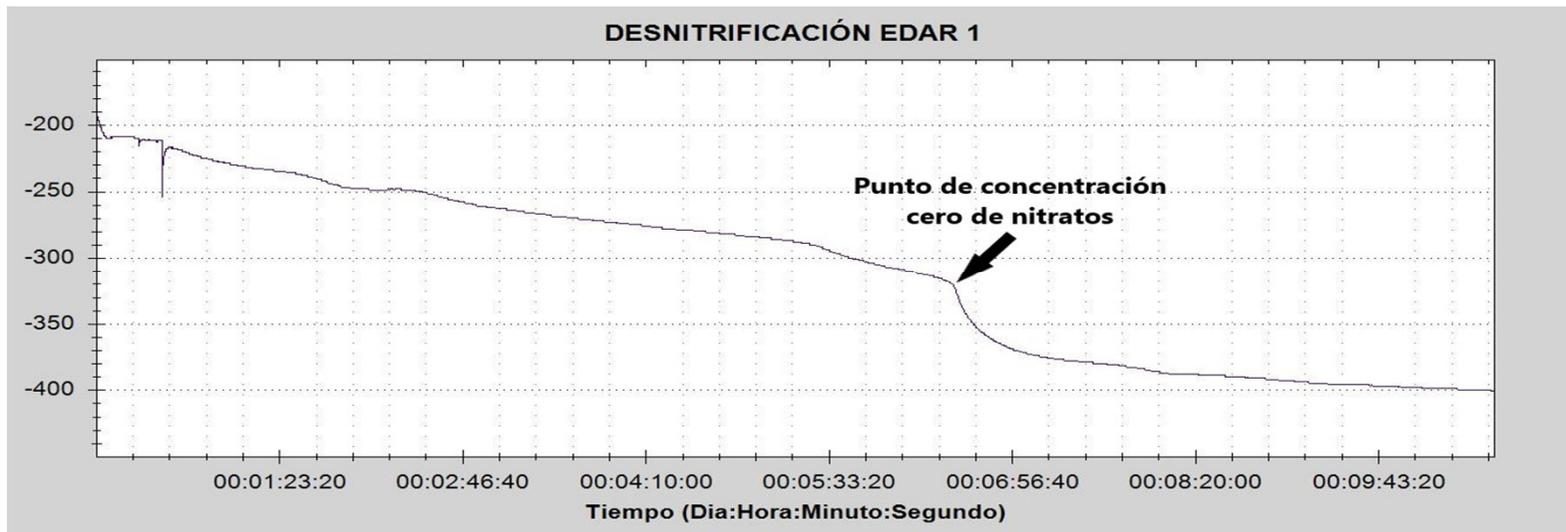
En ese punto se pasa de condiciones anóxicas a anaerobias, por lo que al acumularse gran número de compuestos reducidos, el potencial RedOx disminuye de nuevo rápidamente.



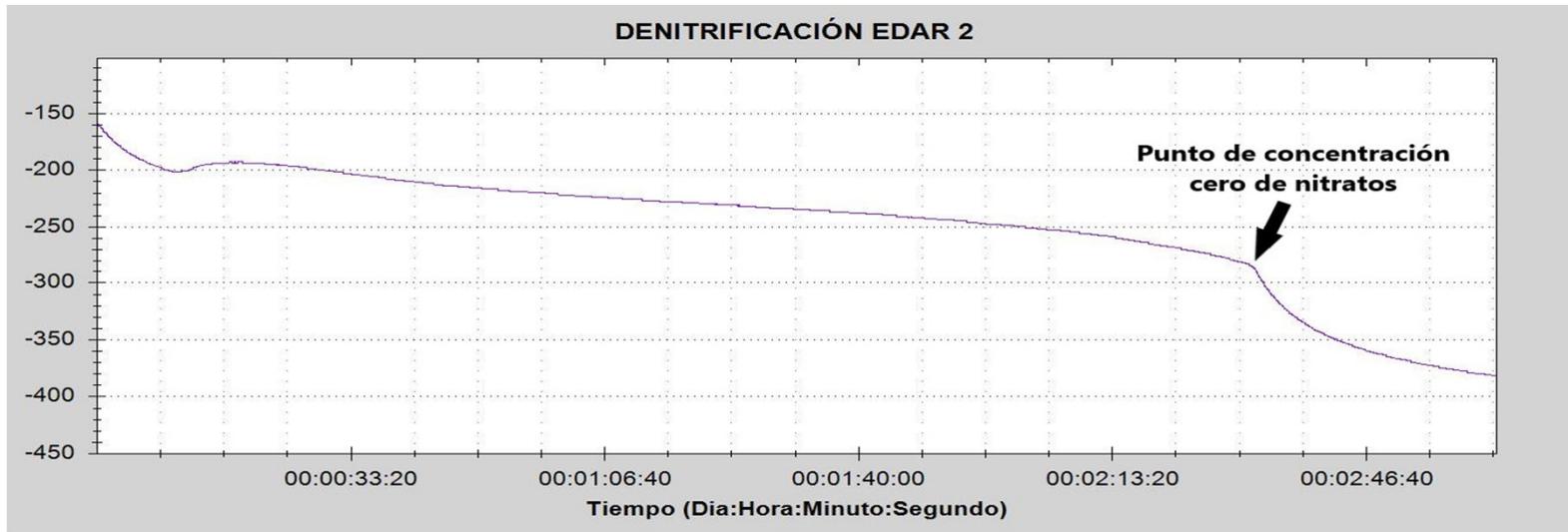
- Es posible determinar la tasa de desnitrificación (NUR) conociendo los siguientes datos
  - $S_0$ : Concentración de nitratos inicial (mg N-NO<sub>3</sub>/l).
  - $S_f$ : Concentración de nitratos tras alcanzar el punto de inflexión de la gráfica “Punto de concentración cero de nitratos” (mg N-NO<sub>3</sub>/l).
  - $t$ : Duración del ensayo desde que se inicia la desnitrificación (anoxia y empieza a aumentar el pH) hasta alcanzar el punto de inflexión de la gráfica “Punto de concentración cero de nitratos” (horas).

$$NUR^* = \frac{S_0 - S_f}{t}$$

## Casos prácticos



Parámetro	Ensayo EDAR 1
$S_0$ (mg N-NO <sub>3</sub> /l)	18,3
pH <sub>0</sub> (Ud)	7,82
$S_f$ (mg N-NO <sub>3</sub> /l)	0,655
pH <sub>f</sub> (Ud)	8,83
t (horas)	7,6
NUR* (mg N-NO <sub>3</sub> /l·h)	2,32



Parámetro	Ensayo EDAR 2
$S_0$ (mg N-NO <sub>3</sub> /l)	25,0
pH <sub>0</sub> (Ud)	8,09
$S_f$ (mg N-NO <sub>3</sub> /l)	0,846
pH <sub>f</sub> (Ud)	8,89
t (horas)	2,35
NUR* (mg N-NO <sub>3</sub> /l·h)	10,28



UTE SAV-DAM

# Influencia del pH en la Tasa de nitrificación de un fango activo

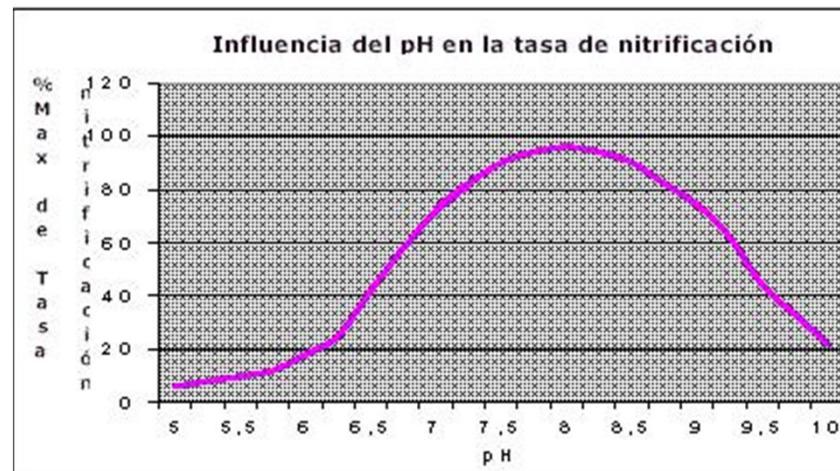
## Influencia del pH en la Tasa de nitrificación de un fango activo

Los condiciones para el desarrollo normal de la nitrificación se pueden resumir en:

- Relación DQO/N < 5
- pH = 7,5 a 8,5
- T° (°C) = 12 a 30
- OD (mg/l) = 1 a 3
- Ausencia de inhibidores y compuestos tóxicos.

El efecto del pH puede originar tres consecuencias sobre el proceso de nitrificación:

- La activación y desactivación de las bacterias nitrificantes.
- Un efecto nutricional ligado al consumo de alcalinidad del medio.
- Inhibición por sustancias cuya concentración está en función del pH como por ejemplo el amoníaco libre, el ácido nitroso libre y los metales pesados.

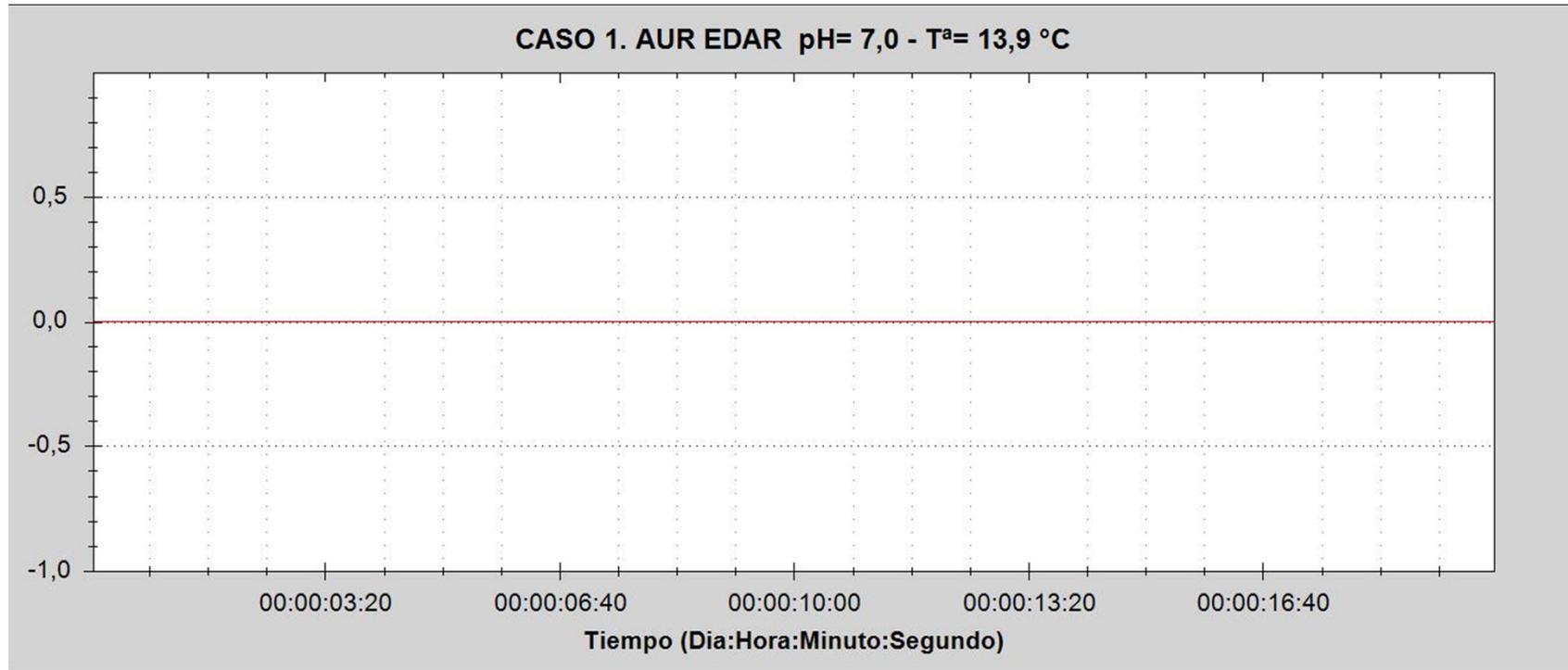


## Casos de Estudio

**Caso 1:** EDAR con aireación prolongada, que presenta problemas de nitrificación y trabaja en las siguientes condiciones:

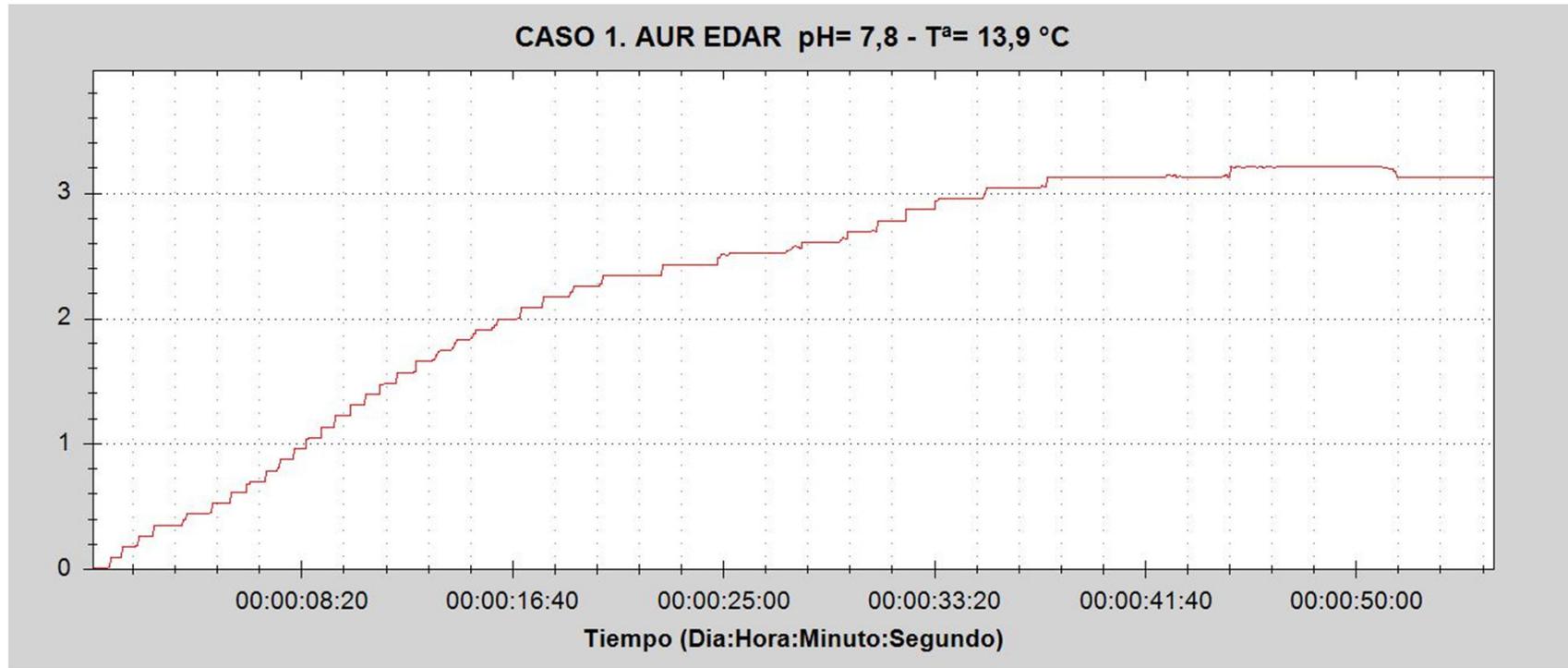
- pH: 7,0
- T°: 13,9 °C
- NH<sub>4</sub>inf: 40 mg/l
- OD: 0,5 mg/l

1. Se reproducen las condiciones de trabajo.



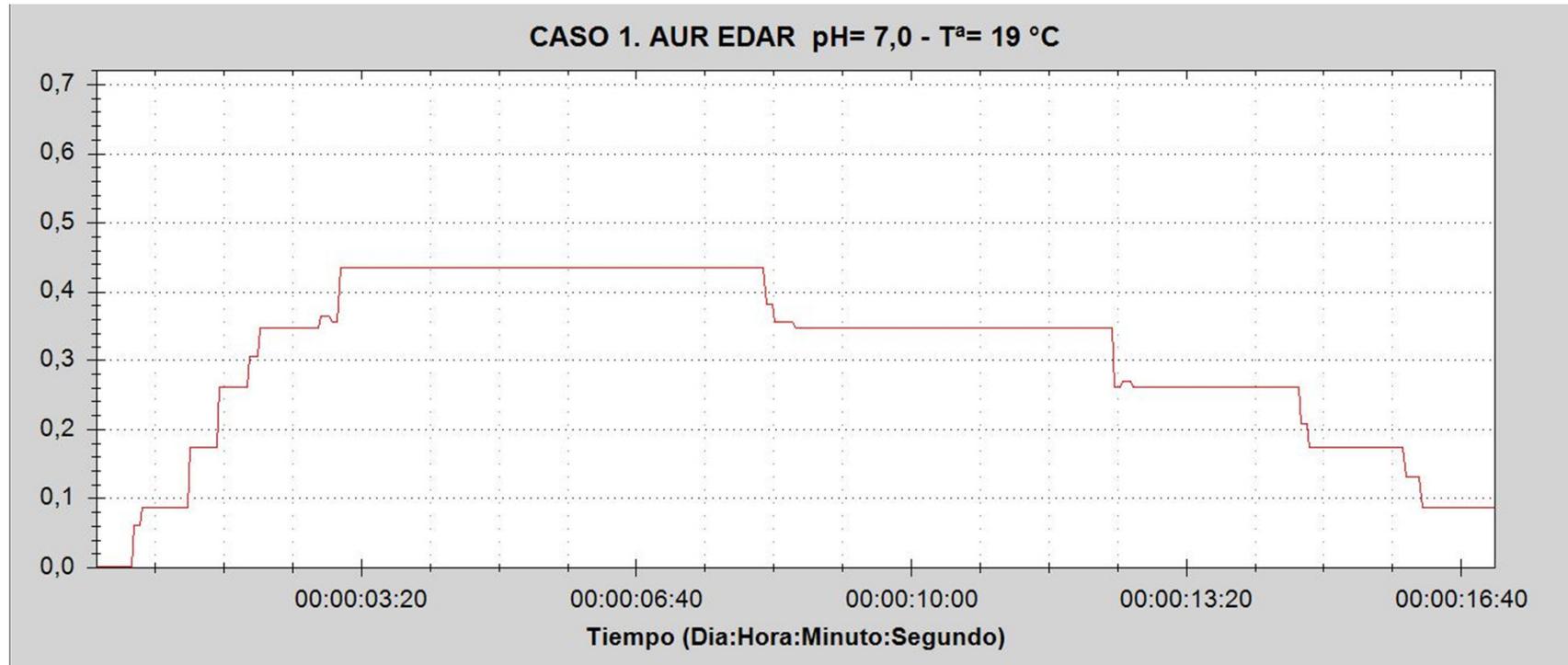
AUR= 0 mg N-NH<sub>4</sub>/l.h

## 2. Modificación de las condiciones de trabajo: pH = 7,8 y Tª = 13,9 °C



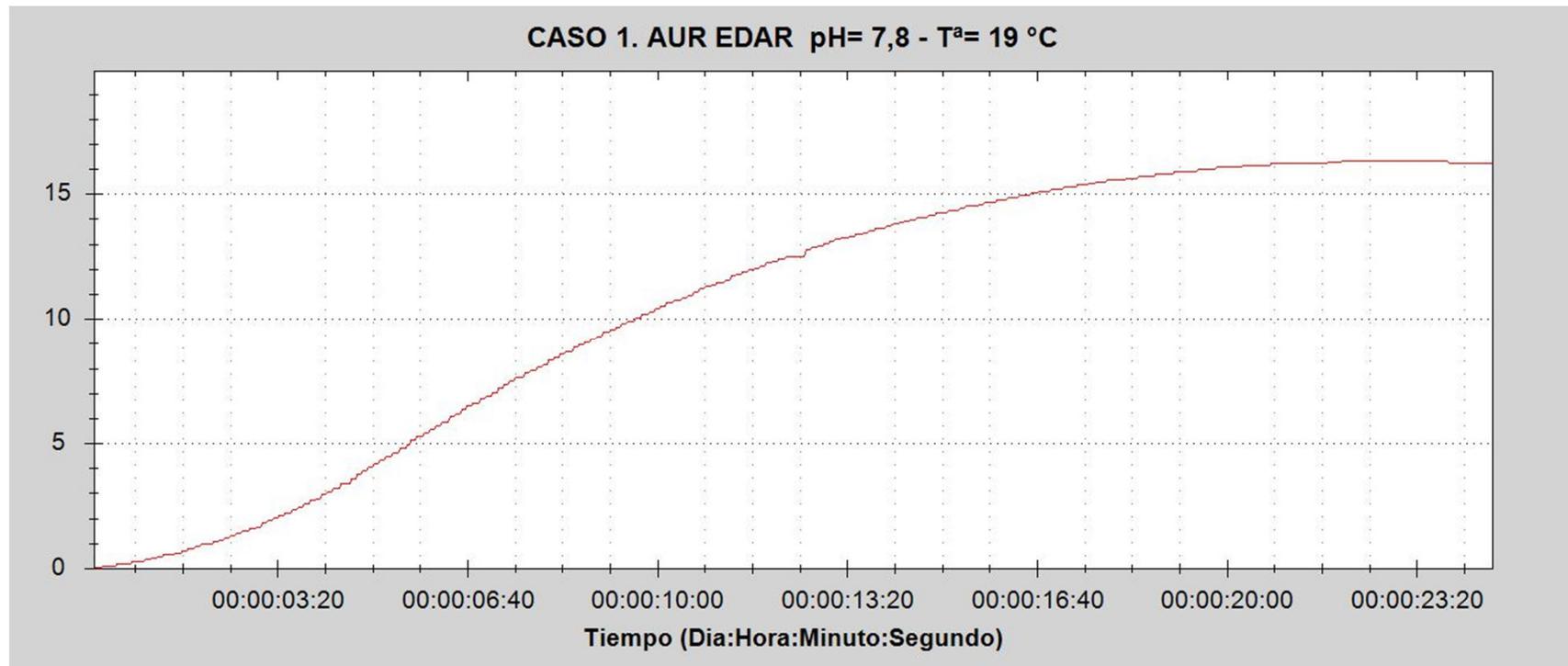
$$\text{AUR} = 0,35 \text{ mg N-NH}_4/\text{l.h}$$

### 3. Modificación de las condiciones de trabajo: $\text{pH} = 7,0$ y $T^{\circ} = 19,0^{\circ}\text{C}$



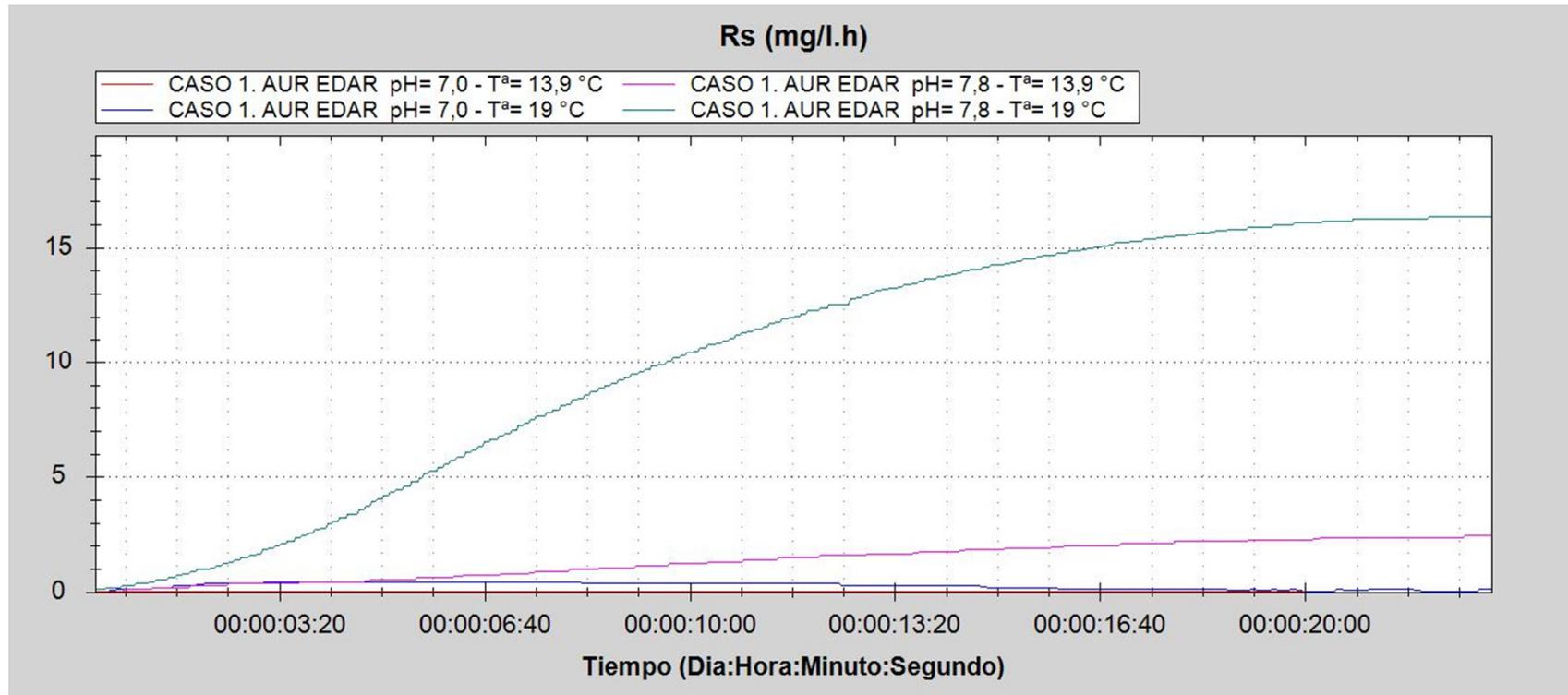
$$\text{AUR} = 0,047 \text{ mg N-NH}_4/\text{l.h} \approx 0 \text{ mg N-NH}_4/\text{l.h}$$

#### 4. Modificación de las condiciones de trabajo: pH = 7,8 y Tª = 19,0 °C



$$\text{AUR} = 1,79 \text{ mg N-NH}_4/\text{l.h}$$

## Comparativa de resultados del Caso 1

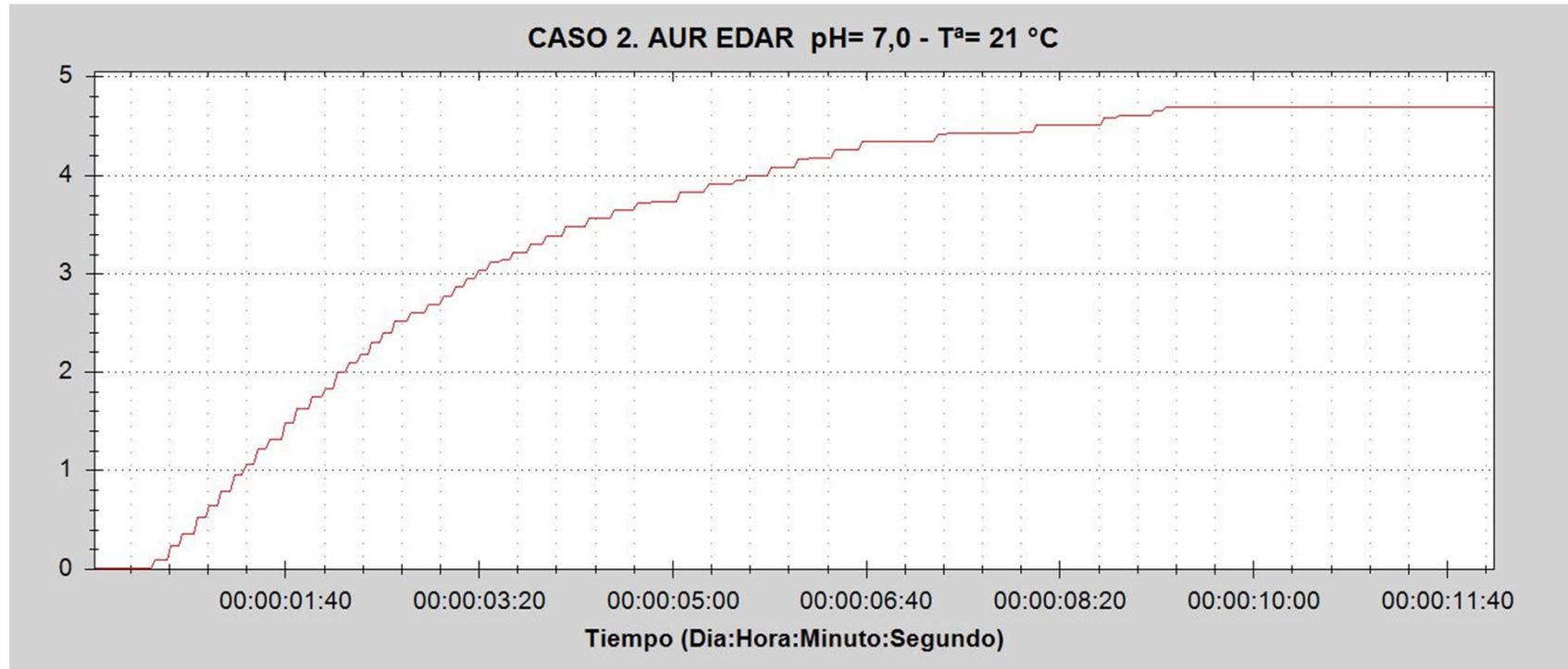


## Casos de Estudio

**Caso 2:** EDAR con aireación prolongada, que presenta problemas de nitrificación y trabaja en las siguientes condiciones:

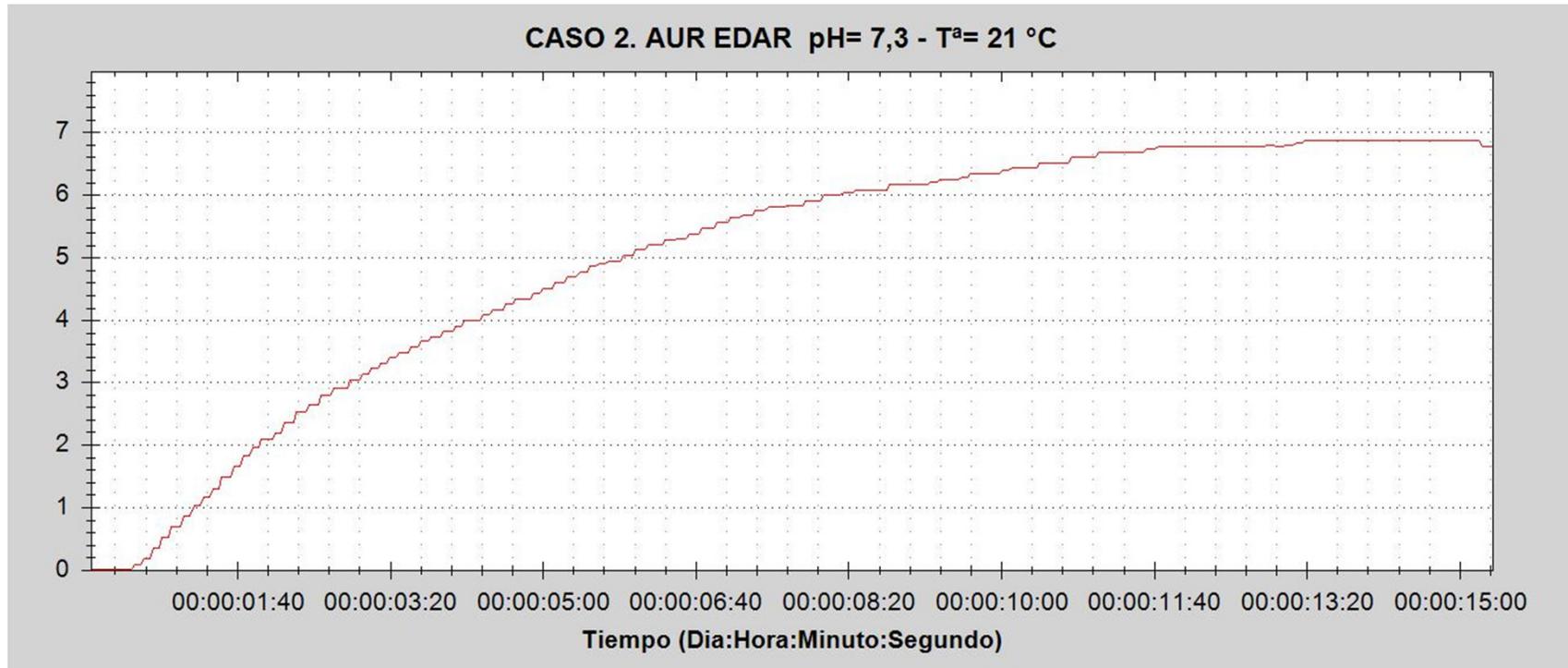
- pH: 7,03
- T<sup>o</sup>: 21,0 °C
- NH<sub>4</sub>inf: 77,1 mg/l
- OD: 1,19 mg/l

1. Se reproducen las condiciones de trabajo.



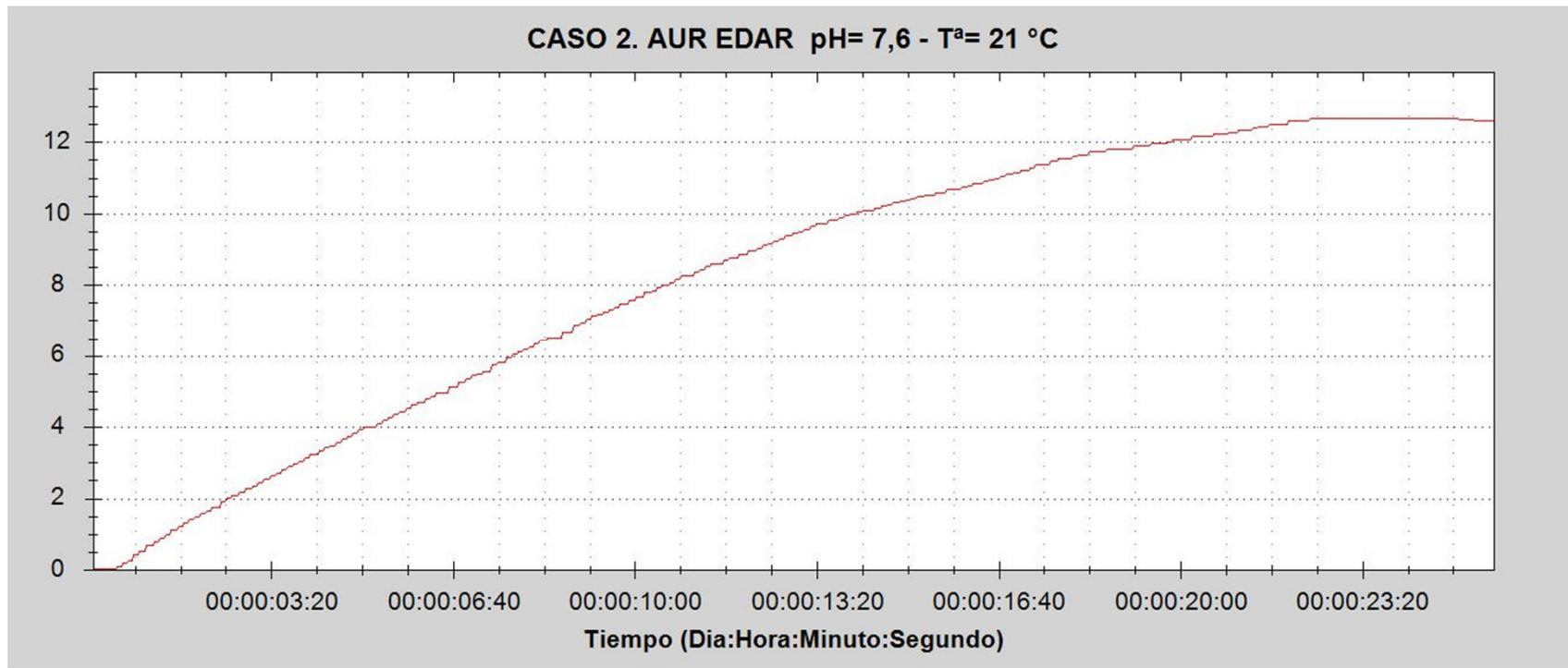
$$\text{AUR} = 0,73 \text{ mg N-NH}_4/\text{l.h}$$

## 2. Modificación de las condiciones de trabajo: pH = 7,3 y Tª = 21,0 °C



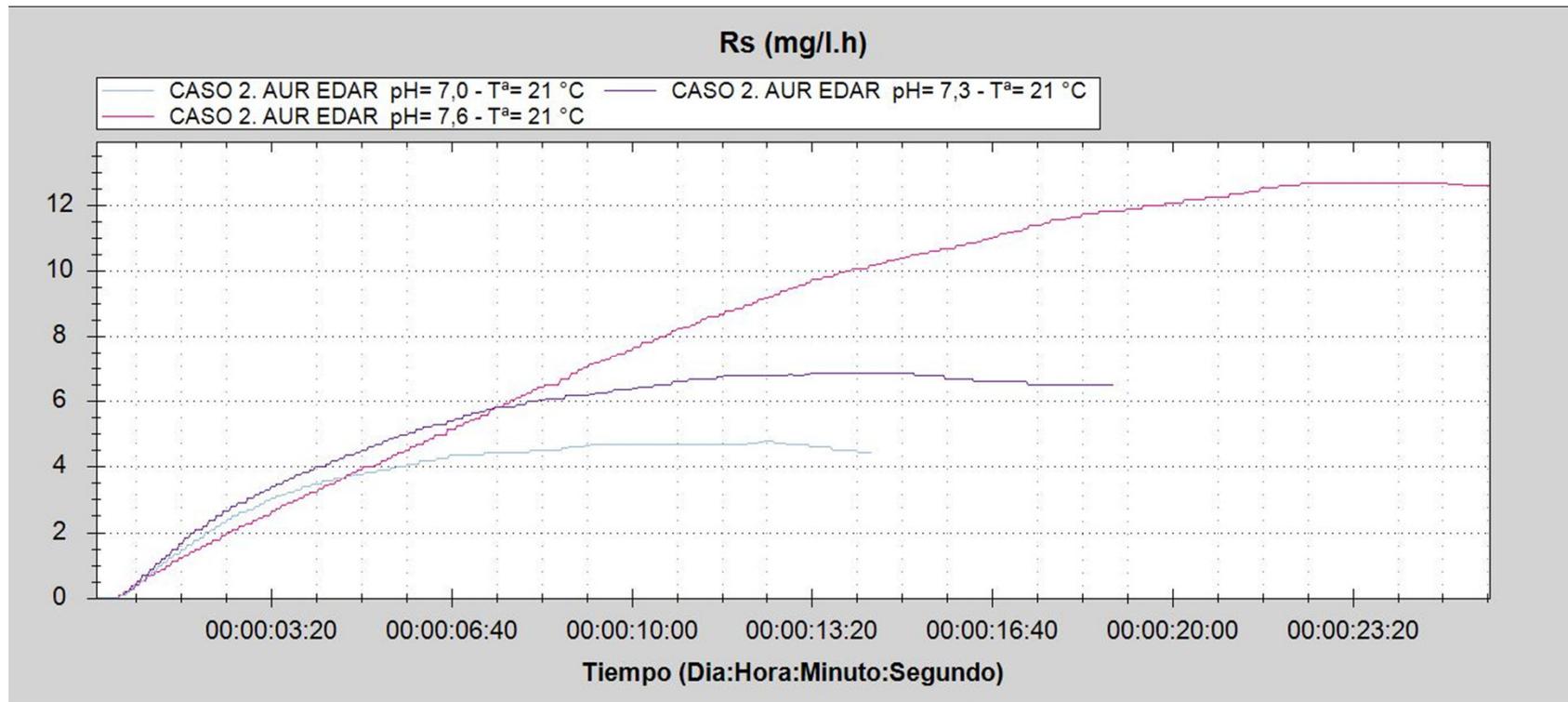
$$\text{AUR} = 1,06 \text{ mg N-NH}_4/\text{l.h}$$

## 2. Modificación de las condiciones de trabajo: pH = 7,6 y Tª = 21,0 °C



$$\text{AUR} = 1,95 \text{ mg N-NH}_4/\text{l.h}$$

## Comparativa de resultados del Caso 2





UTE SAV-DAM

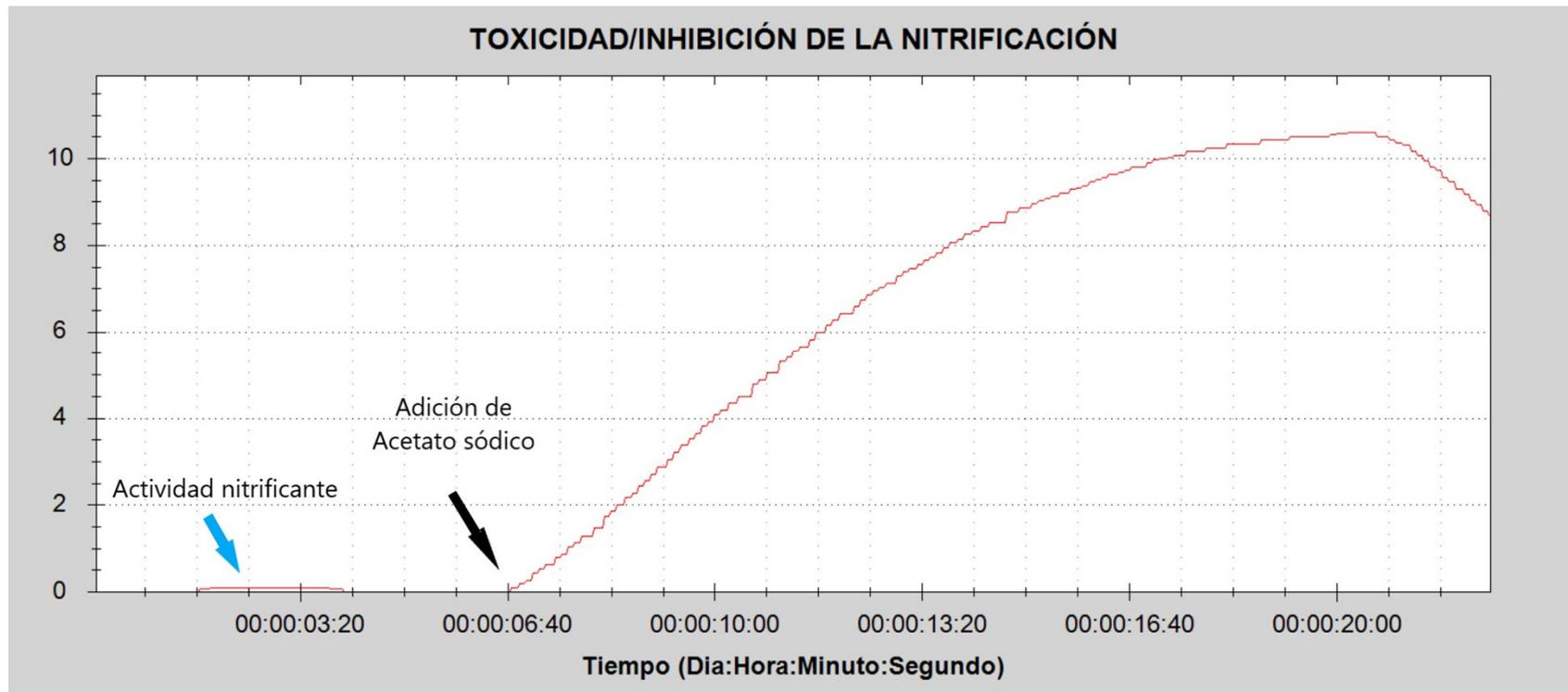
# Toxicidad en la Nitrificación

## Toxicidad en la Nitrificación.

### Caso de Estudio

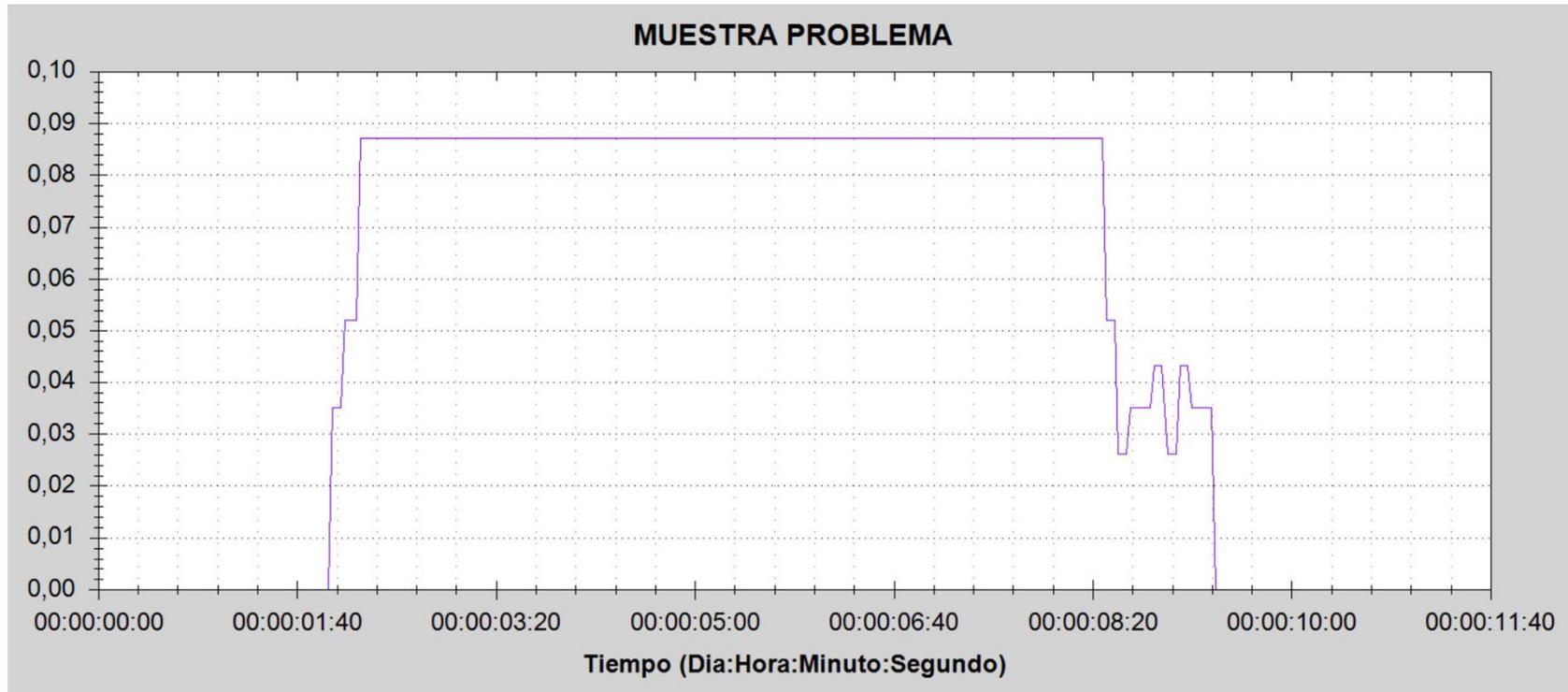
EDAR con aireación prolongada, que recibe vertidos industriales y cuya actividad nitrificante decae repentinamente.

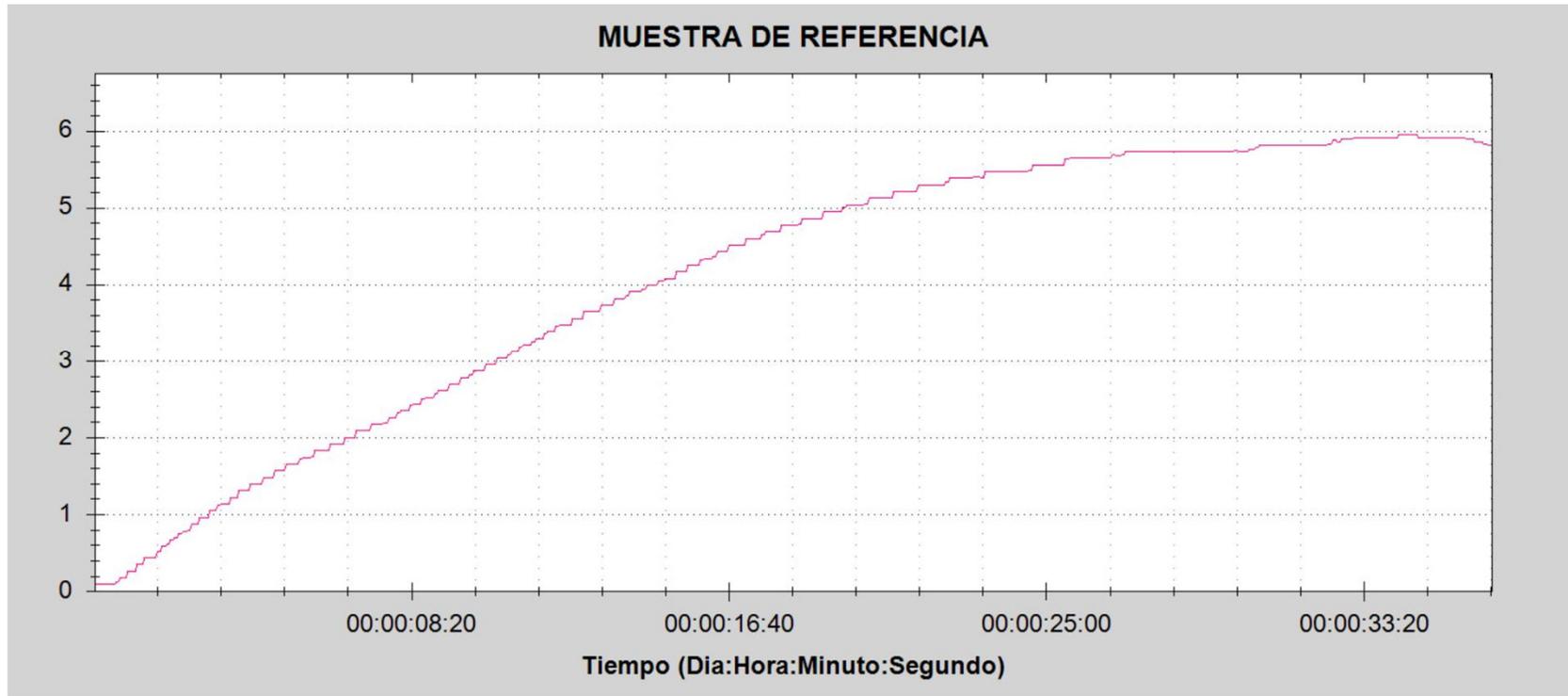
- 1. Análisis de toxicidad ya presente en el fango activo:** Se realiza un ensayo R para medir la Tasa de nitrificación y comprobar si existe actividad nitrificante. Se comprueba que no hay actividad de las bacterias autótrofas. A continuación se le añade acetato sódico para comprobar si existe actividad heterótrofa. Hay una clara respuesta, por lo que el efecto del tóxico solo afecta a la nitrificación y no a la eliminación de materia carbonosa.



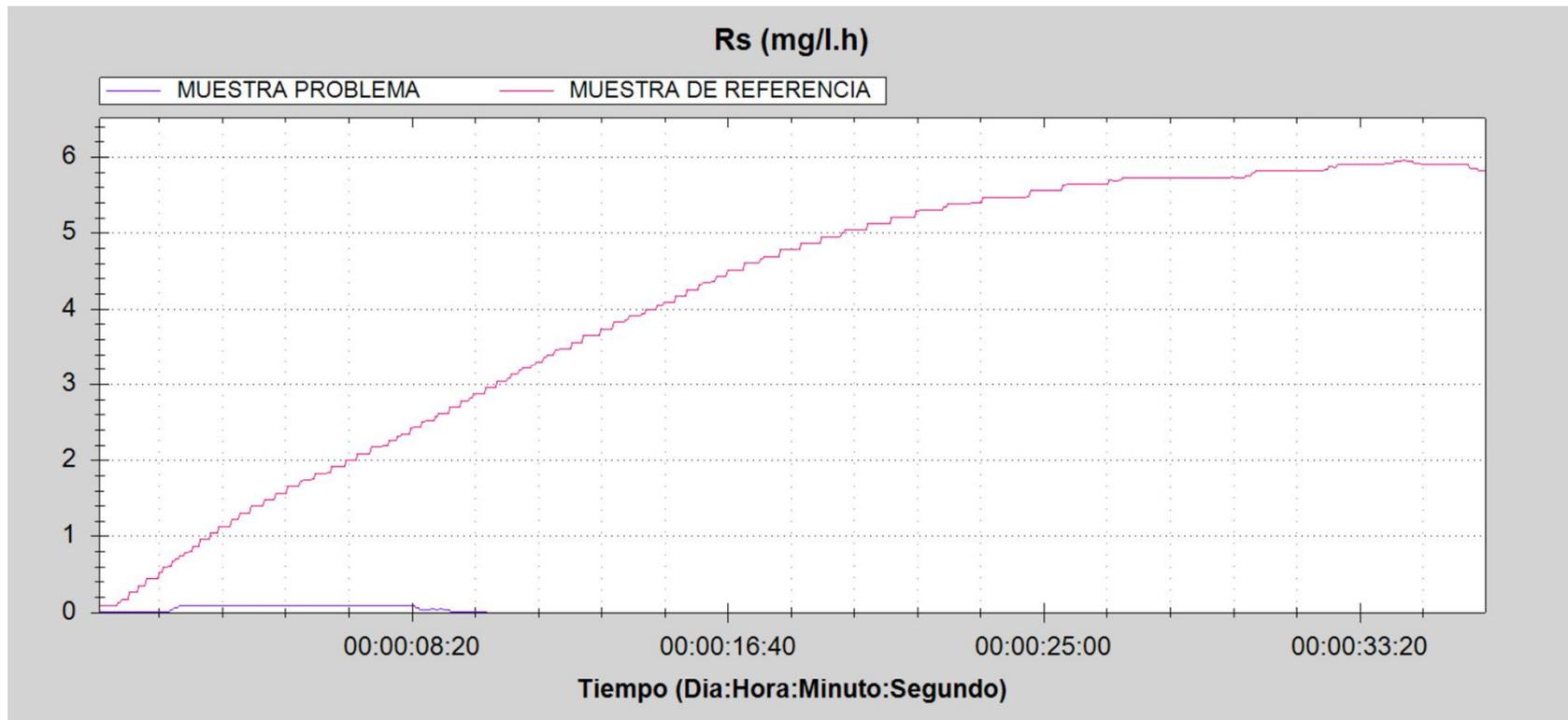
2. **Valoración de la toxicidad equivalente al proceso real:** Se valora el efecto tóxico superior a 12 horas con un licor-mezcla que guarda la misma relación de muestra/fango que la del proceso real.
- Se prepara una sola mezcla de la muestra a analizar (sin dilución alguna) con fango de recirculación, en la misma proporción que la que corresponde a la relación de caudal de entrada ( $Q_0$ ) con caudal de recirculación ( $Q_r$ ).
  - Se prepara así mismo la mezcla de referencia en la que en lugar de muestra a analizar añadimos agua destilada con sustrato añadido compuesto por acetato sódico y cloruro de amonio en dosis que se aproximen a la DQO y Amonio contenidos en la muestra a analizar.
  - Se realiza un ensayo R para medir la Tasa de nitrificación y comprobar si existe actividad nitrificante.

## Muestra problema tóxica.

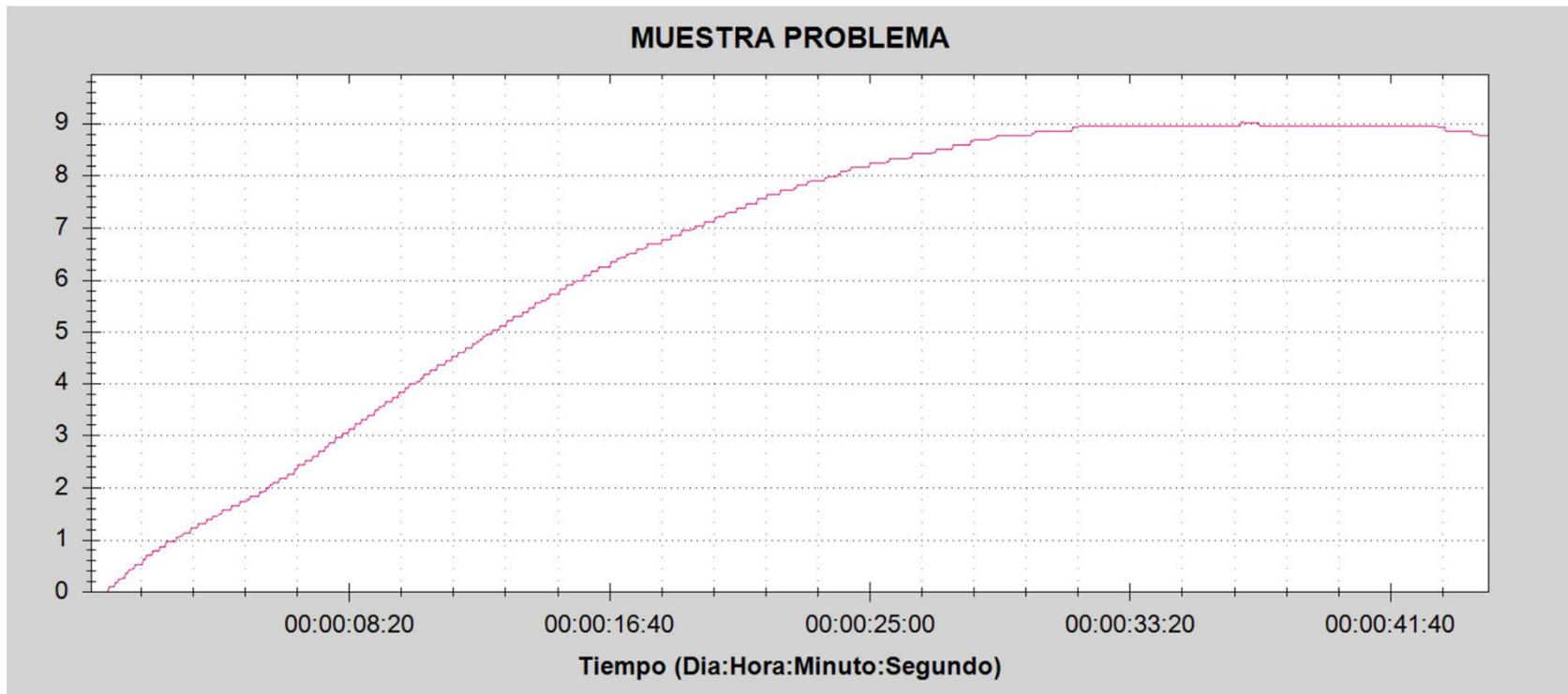


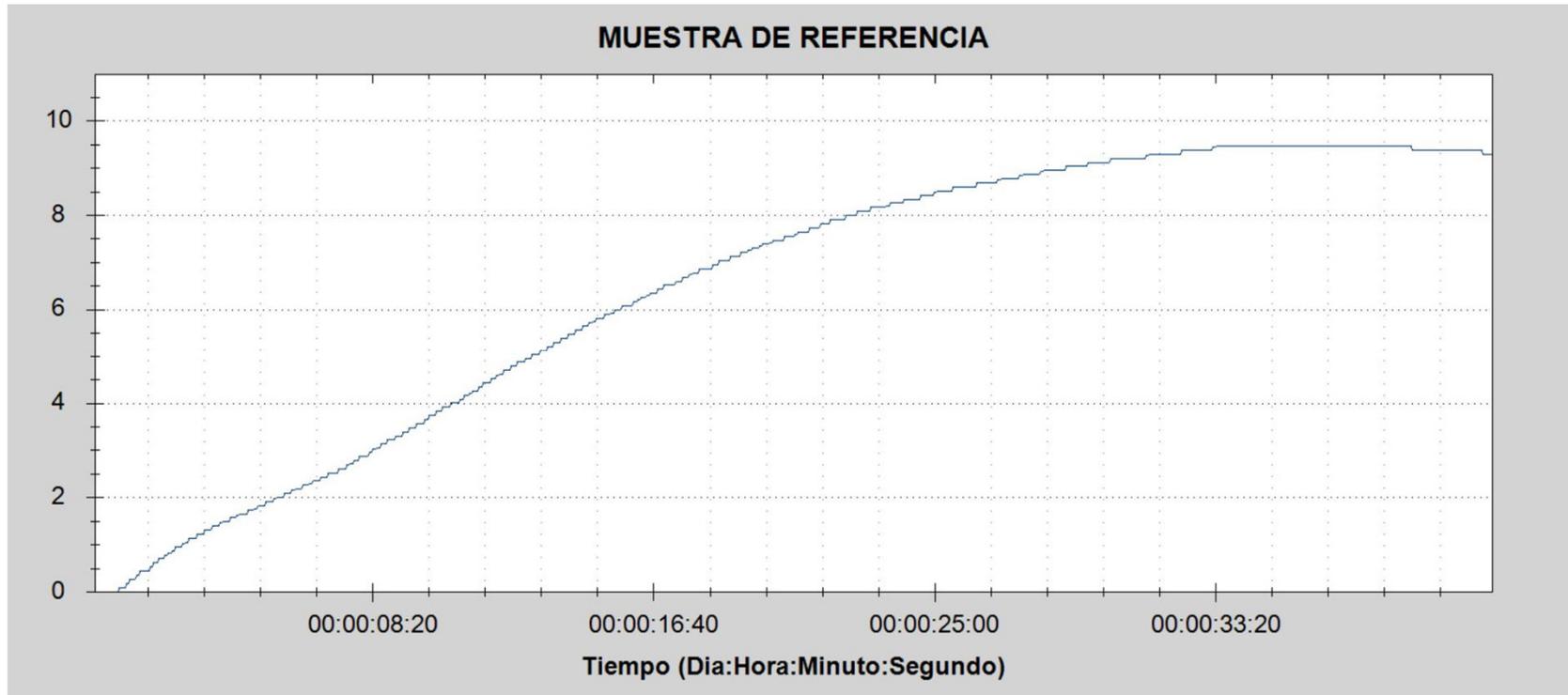


## Comparativa de resultados

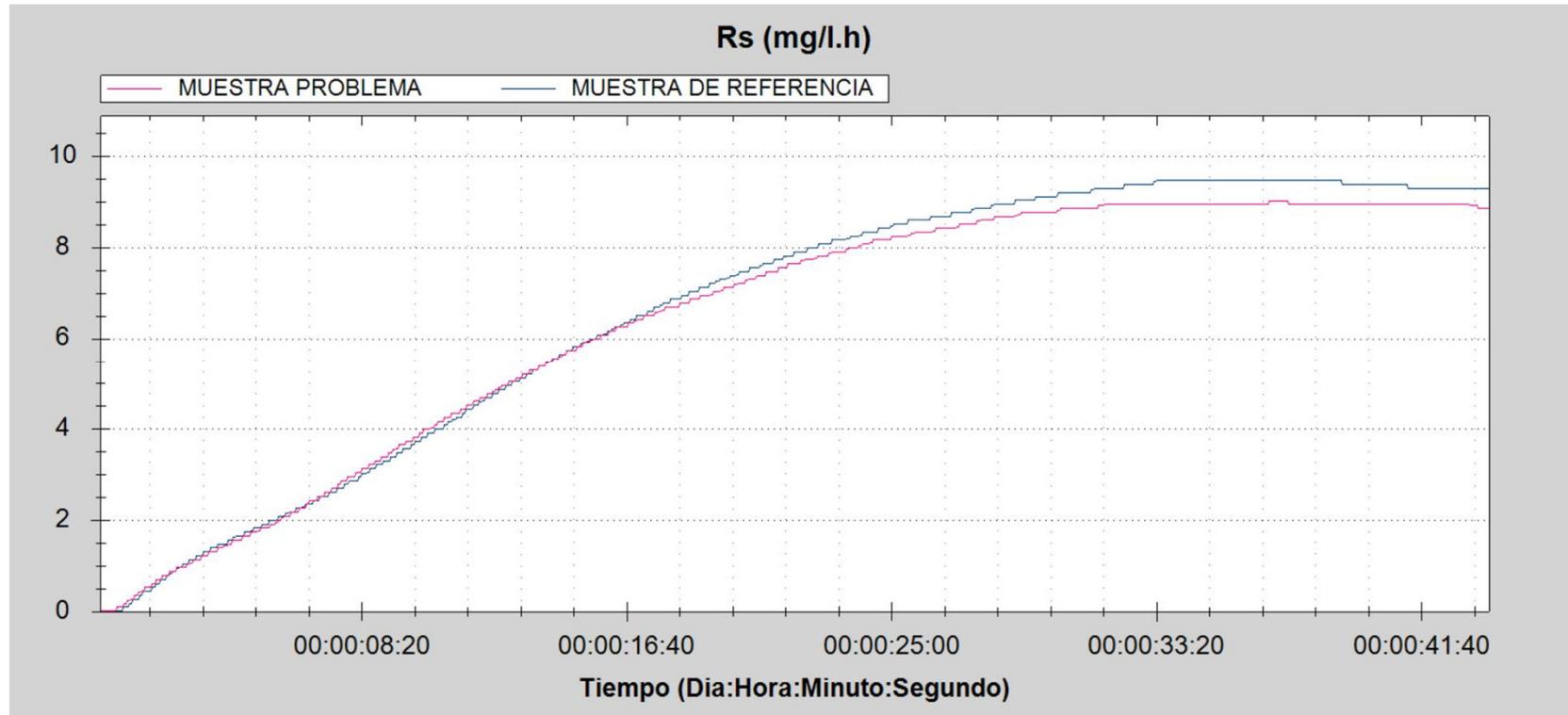


## Muestra problema no tóxica.





## Comparativa de resultados



*i Gracias!*

