

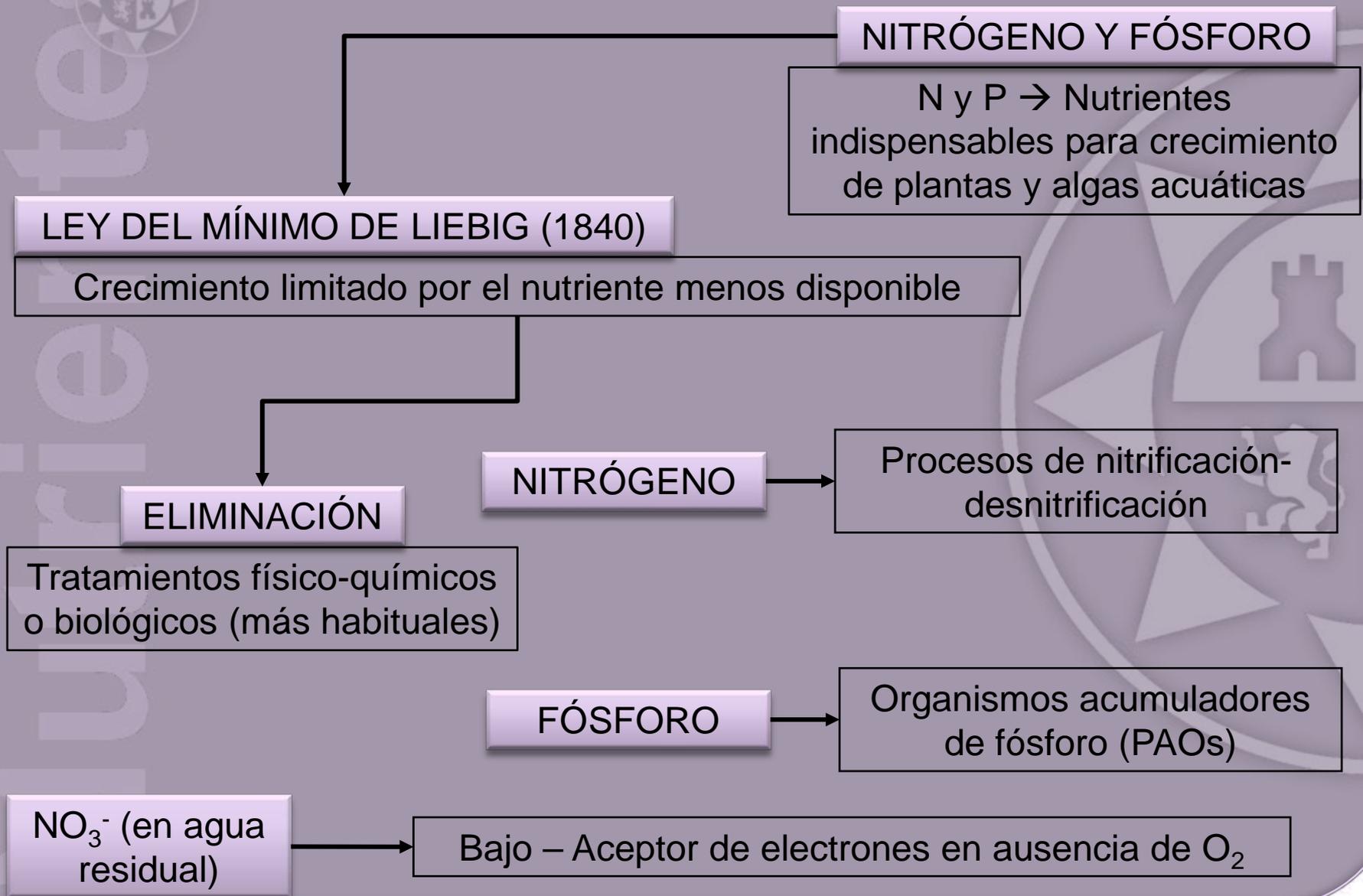
Francisco Javier Bayo Bernal
Calidad de Aguas
Grado en Ingeniería Civil
Universidad Politécnica de Cartagena



TEMA 8. ELIMINACIÓN BIOLÓGICA DE NUTRIENTES

- 1. Introducción**
- 2. Eliminación de nitrógeno**
- 3. Sistemas nitrificación-desnitrificación**
- 4. Eliminación de fósforo**

1. Introducción



2. Eliminación de nitrógeno

NITRIFICACIÓN BIOLÓGICA

En el propio reactor o en uno independiente:
Nitrosomas ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$) y *Nitrobacter* ($\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$)



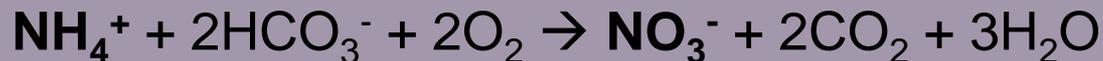
AOB

NOB

QUIMIOAUTÓTROFOS

Crecimiento más lento que bacterias heterótrofas $\rightarrow \uparrow\uparrow$ TRH para nitrificación

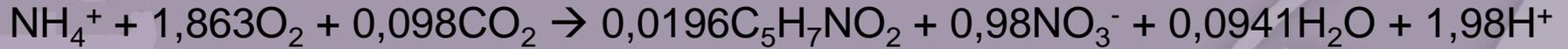
1 g N \rightarrow 4,57 g O \rightarrow Realmente hace falta menos
 [reacción entre NH_4^+ y alcalinidad del agua (HCO_3^-)]



1 g N \rightarrow 7,14 g de CaCO_3 (alcalinidad)

2. Eliminación de nitrógeno

Balance final (asimilación + obtención de energía)



1 g N \rightarrow 4,26 g O \rightarrow 7,07 g alcalinidad \rightarrow 0,16 g $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$

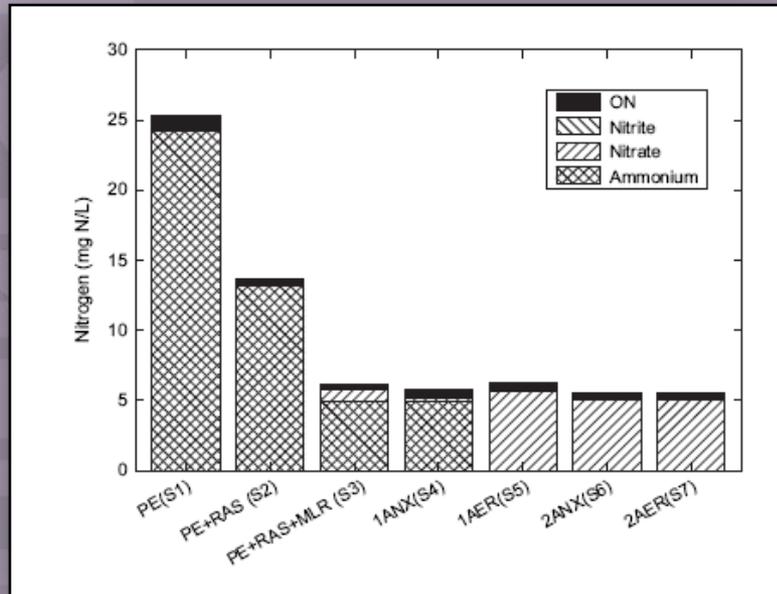


IMAGEN TOMADA DE:

Sattayatewa *et al.* (2009). Organic nitrogen transformations in a 4-stage Bardenpho nitrogen removal plant and bioavailability/biodegradability of effluent DON. *Water Research* 43: 4507-4516.

↓pH ←

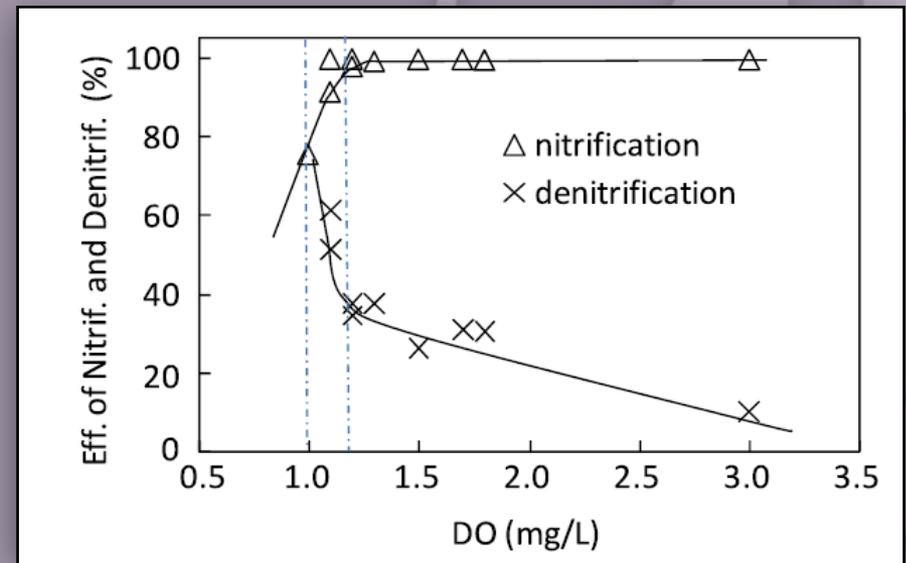
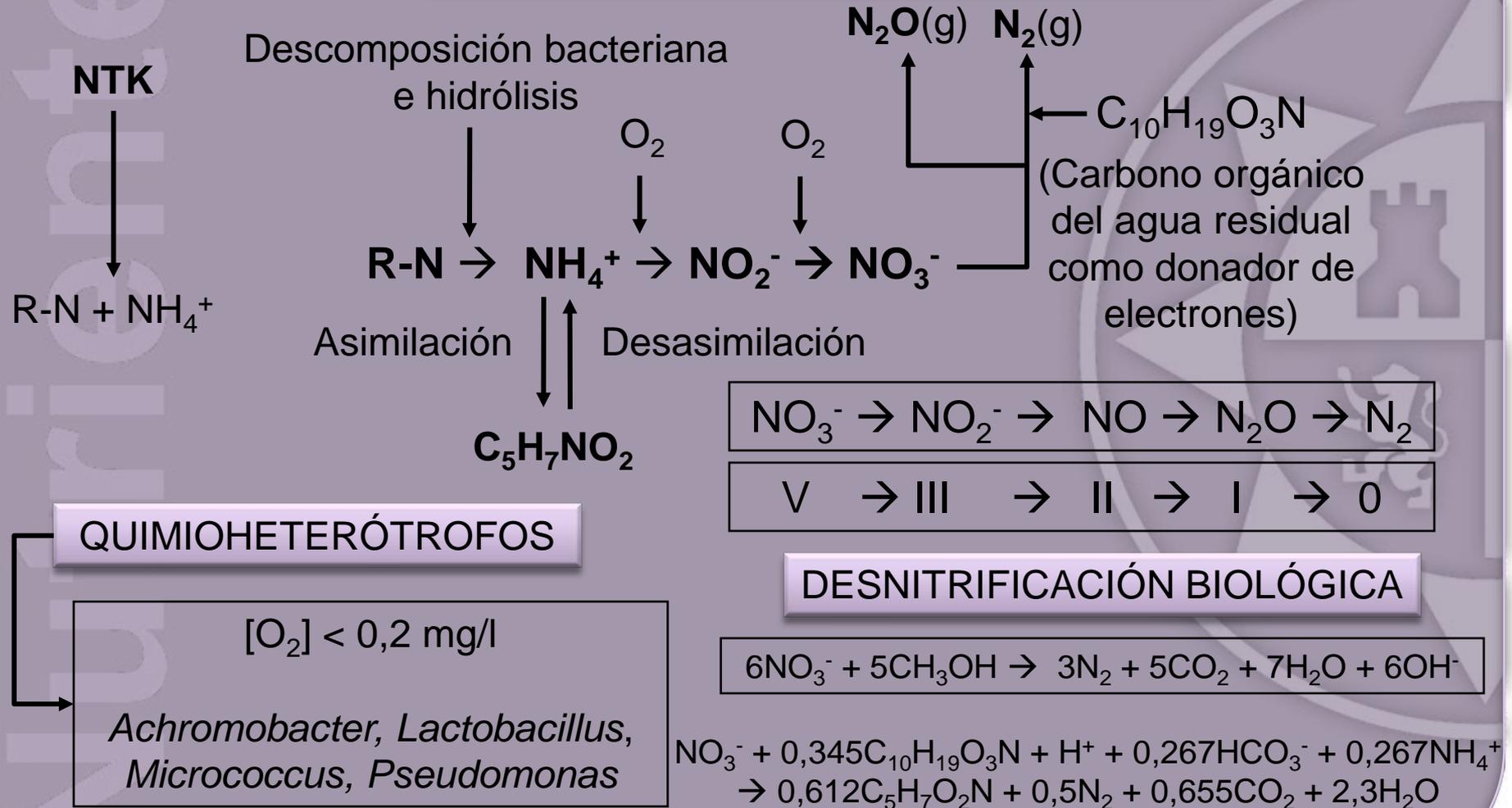


IMAGEN TOMADA DE:

Liu *et al.* (2010). Study of operational conditions of simultaneous nitrification and denitrification in a Carrousel oxidation ditch for domestic wastewater treatment. *Bioresource Technology* 101: 901-906.

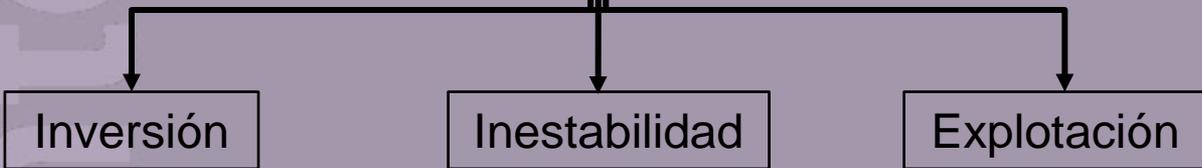
2. Eliminación de nitrógeno

NITRIFICACIÓN-DESNITRIFICACIÓN



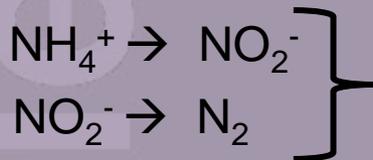
2. Eliminación de nitrógeno

PROBLEMAS CON ELIMINACIÓN CLÁSICA



N-NO₂⁻/ N-NO₃⁻
 T
 OD
 pH
 t aire

Inhibición de la actividad y crecimiento de NOB



SHORTCUT NITRIFICATION-DENITRIFICATION

- ↓↓ carbono orgánico y alcalinidad
- ↓↓ tiempo
- ↓↓ fangos

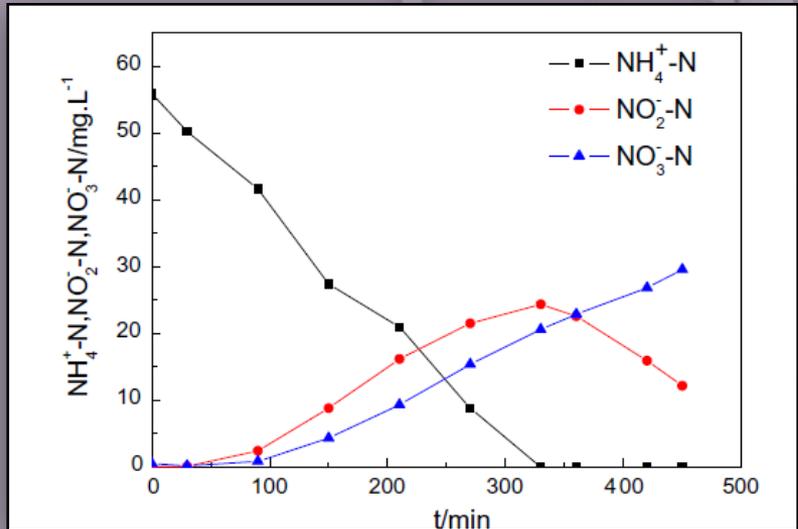


IMAGEN TOMADA DE:

Gao *et al.* (2009). Shortcut nitrification–denitrification by real-time control strategies. *Bioresource Technology* 100: 2298-2300.

Clasificación 3. Sistemas nitrificación-desnitrificación

SISTEMAS DE FANGO ÚNICO

Proceso Bardenpho®



IMAGEN TOMADA DE:

<http://wasterandwastewater.blogspot.com/>. 02/02/2012

Canales de oxidación



IMAGEN TOMADA DE:

<http://retaweng.com/casestudies.php>. 02/02/2012

SISTEMAS DE FANGOS SEPARADOS

Cultivos en suspensión



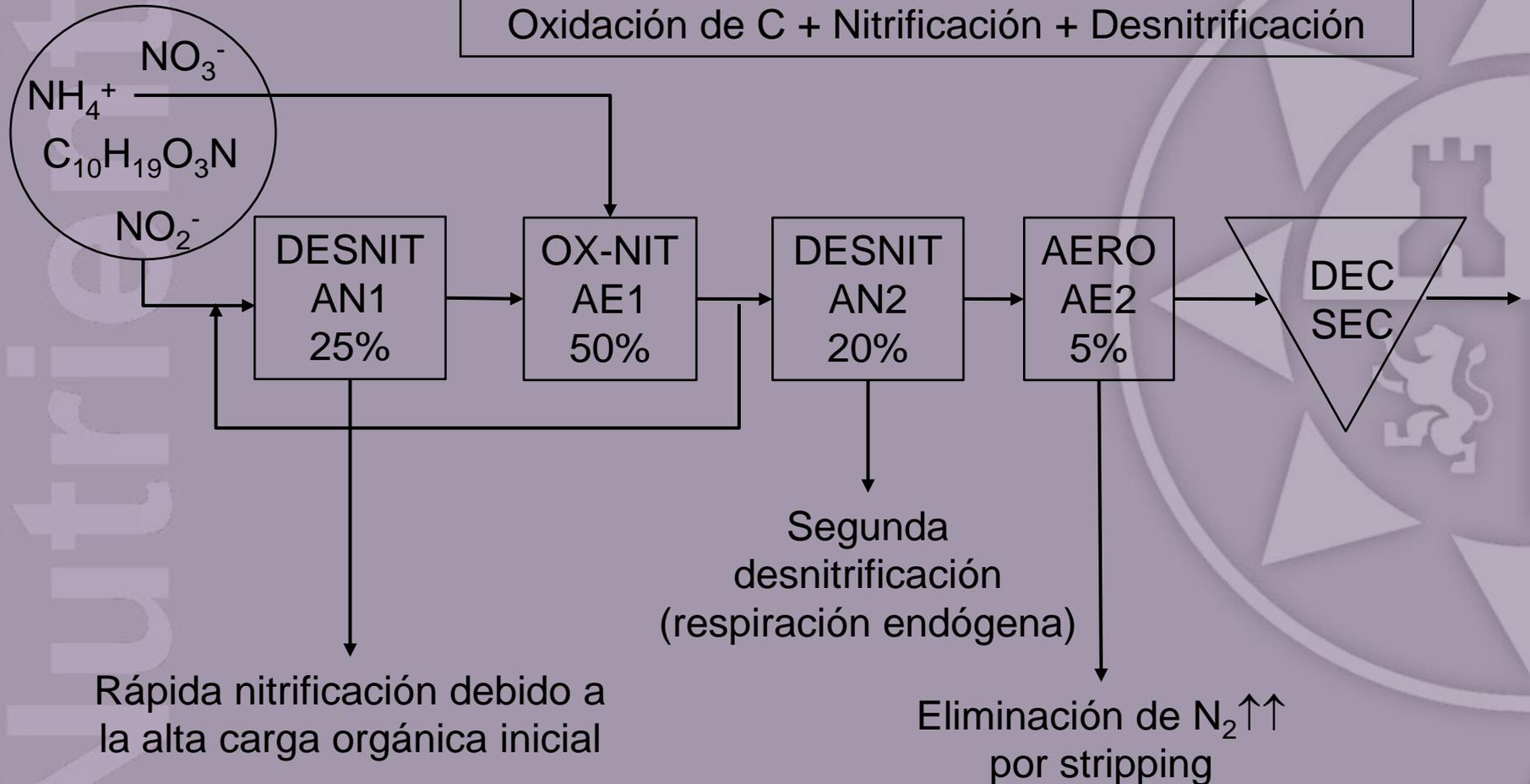
IMAGEN TOMADA DE:

<http://www.headworksusa.com/biological-wastewater-treatment/MBBR/nitrification.aspx>. 02/02/2012

3. Sistemas nitrificación-desnitrificación

PROCESO BARDENPHO® EN CUATRO ETAPAS

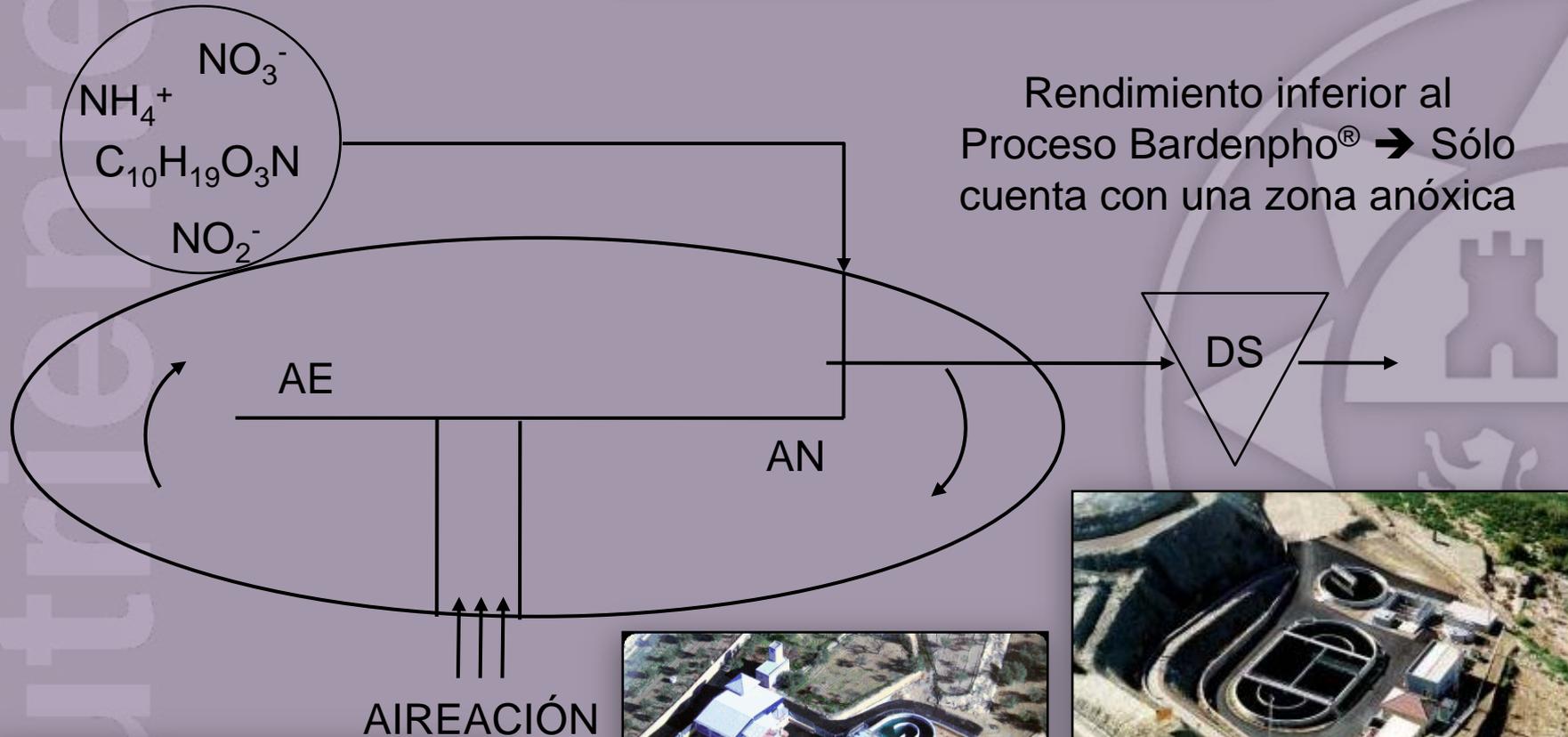
Oxidación de C + Nitrificación + Desnitrificación



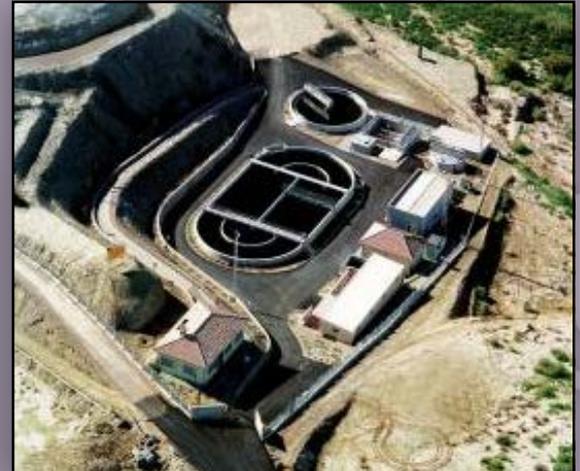
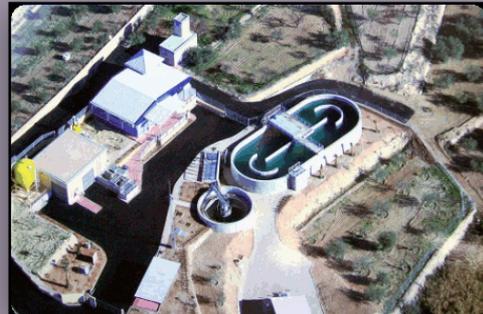
Canales
oxidación

3. Sistemas nitrificación-desnitrificación

CANALES DE OXIDACIÓN



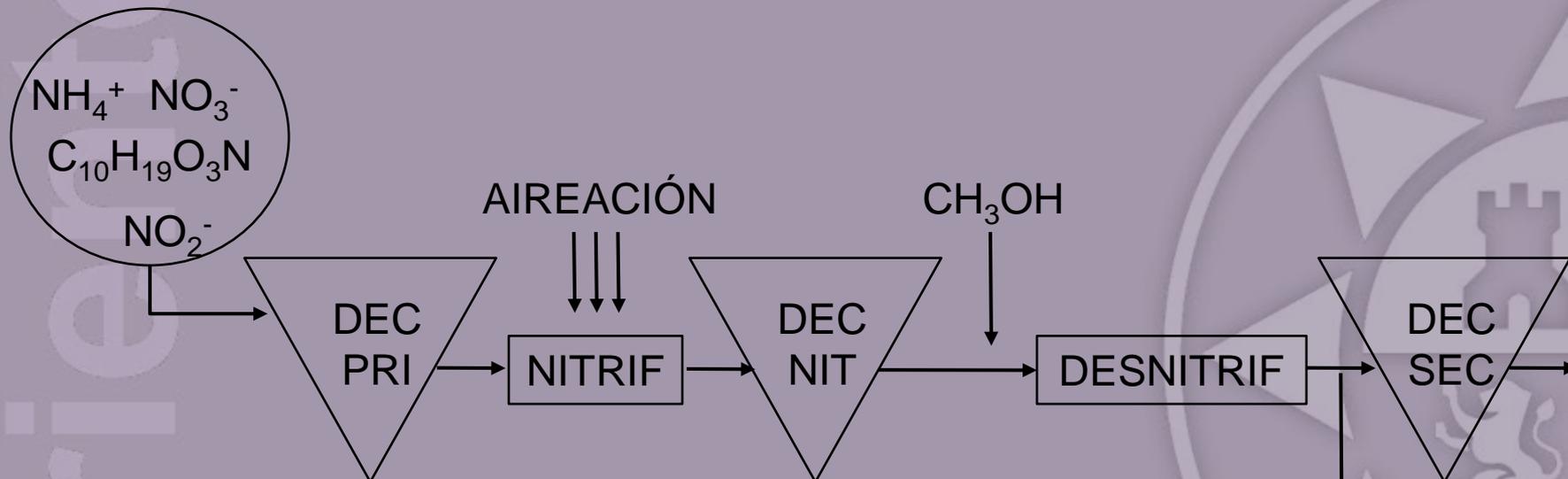
Rendimiento inferior al
Proceso Bardenpho® → Sólo
cuenta con una zona anóxica



IMÁGENES TOMADAS DE:
<http://www.esamur.com/> 08/02/2012

3. Sistemas nitrificación-desnitrificación

SISTEMAS DE FANGOS SEPARADOS



Parecidos al sistema de fangos activados

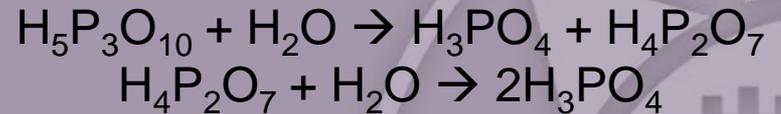
Aireación de canales
para evitar adhesión
de $\text{N}_2(\text{g})$ a sólidos

4. Eliminación de fósforo

Elemento de control esencial en efluente de WWTP → Factor limitante del crecimiento y causa de problemas de eutrofización

≈ 20% fósforo total → Eliminado en decantación primaria

QUÍMICA DEL FÓSFORO



FÓSFORO PARTICULADO

0,45 μm

Velocidad limitante

FÓSFORO SOLUBLE REACTIVO (PO₄⁼)

FÓSFORO SOLUBLE

FÓSFORO SOLUBLE NO REACTIVO

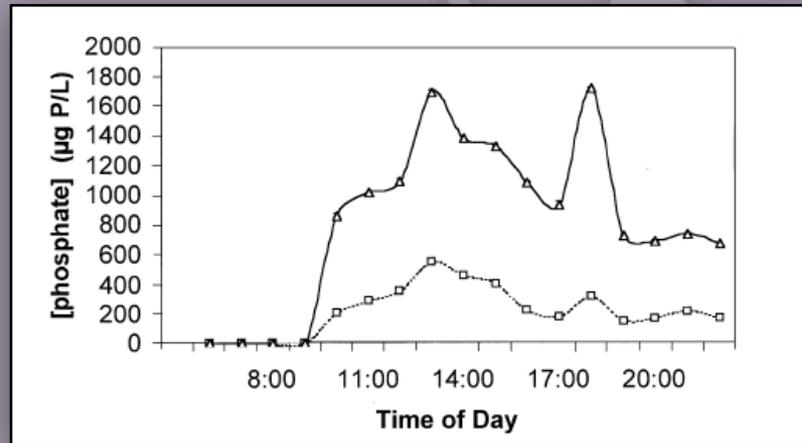


IMAGEN TOMADA DE:

Halliwell *et al.* (2001). Hydrolysis of triphosphate from detergents in a rural waste water system. *Water Research* 35: 448-454.

PAOs

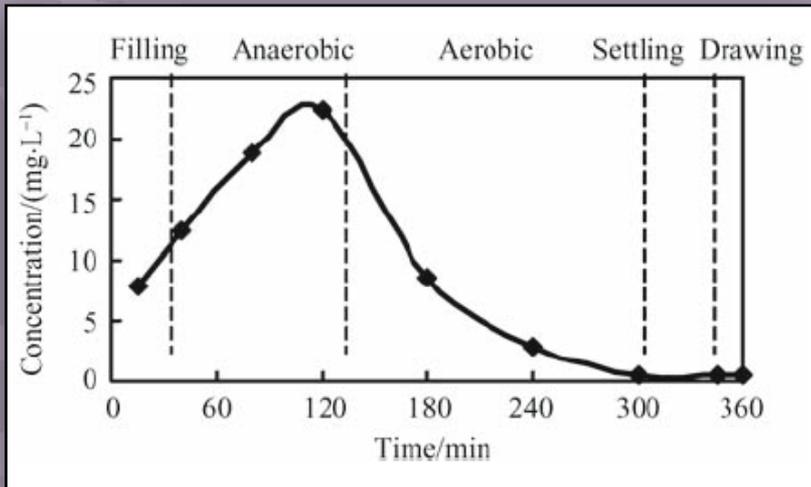
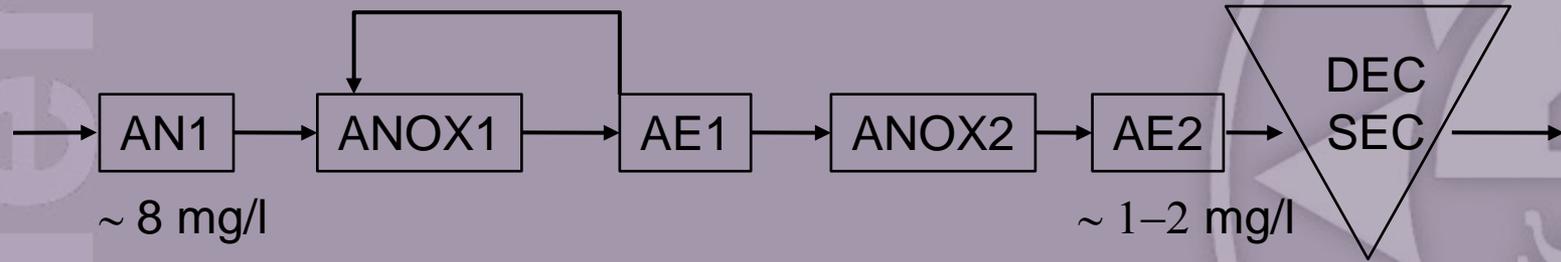
4. Eliminación de fósforo

ORGANISMOS ACUMULADORES DE FOSFATOS

Acinetobacter
Tetrasphera
Rhodocyclus

Condiciones aerobias ↔ Condiciones anaerobias

PROCESO BARDENPHO® EN CINCO ETAPAS



Eliminación mediante métodos
QUÍMICOS (Fe, Al, cal) – métodos
FÍSICOS (filtración)

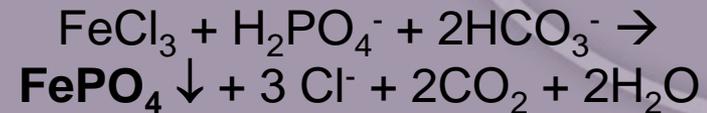


IMAGEN TOMADA DE:

Yuan *et al.* (2007). Simultaneous denitrifying phosphorus accumulation in a sequencing batch reactor. *Frontiers of Environmental Science & Engineering in China* 1: 23-27.



SOME ENGLISH TERMS TO BE FAMILIAR WITH

- ✓ Bacterias nitrificantes → Nitrifying bacteria
- ✓ Bacterias oxidantes de nitritos → Nitrite oxidizing bacteria (NOB)
- ✓ Canal de oxidación → Race-track oxidation ditch; Carrousel oxidation ditch
- ✓ Decantador primario (secundario) → Primary (secondary) clarifier
- ✓ Desnitrificación → Denitrification
- ✓ Eliminación biológica de nutrientes → Biological nutrient removal
- ✓ Ley del mínimo de Liebig → Liebig's law of the minimum
- ✓ Nitrificación → Nitrification
- ✓ Nitrógeno orgánico disuelto → Dissolved organic nitrogen (DON)
- ✓ Organismo acumulador de fosfato → Phosphate-accumulating organism (PAO)
- ✓ Potencial de oxidación-reducción → Oxidation-reduction potential (ORP)
- ✓ Sistemas de fangos separados → Two-sludge systems

One step beyond!

WASTEWATER
MICROBIOLOGY

NITROGEN
REMOVAL BASICS

AWARD-WINNING
BNR

WWTP

PHOSPHORUS
AND ITS IMPACT

DEAMMONIFICATION



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gao, D., Peng, Y., Li, B., Liang, H. (2009). Shortcut nitrification–denitrification by real-time control strategies. *Bioresource Technology* 100: 2298-2300.
- Halliwell, D.J., McKelvie, I.D., Hart, B.T., Dunhill, R.H. (2001). Hydrolysis of triphosphate from detergents in a rural waste water system. *Water Research* 35: 448-454.
- Lin, S. (2001). *Water and Wastewater Calculations Manual*. McGraw-Hill: New York.
- Liu, Y., Shi, H., Xia, L., Shi, H., Shen, T., Wang, Z., Wang, G., Wang Y. (2010). Study of operational conditions of simultaneous nitrification and denitrification in a Carrousel oxidation ditch for domestic wastewater treatment. *Bioresource Technology* 101: 901-906.
- Masters, G.M. (1991). *Introduction to Environmental Engineering and Science*. Prentice-Hall: New Jersey.
- Rivett, M.O., Buss, S.R., Morgan, P., Smith, J.W.N., Bemment, C.D. (2008). Nitrate attenuation in groundwater: A review of biogeochemical controlling processes. *Water Research* 42: 4215-4232.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sattayatewa, C., Pagilla, K., Pitt, P., Selock, K., Bruton, T. (2009). Organic nitrogen transformations in a 4-stage Bardenpho nitrogen removal plant and bioavailability/biodegradability of effluent DON. *Water Research* 43: 4507-4516.
- Sidat, M., Bux, F., Kusan, H.C. (1999). Polyphosphate accumulation by bacteria isolated from activated sludge. *Water SA* 25: 175-180.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. (2003). *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*. McGraw-Hill: New York.
- Yuan, L., Han, W., Wang, L., Yang, Y., Wang, Z. (2007). Simultaneous denitrifying phosphorus accumulation in a sequencing batch reactor. *Frontiers of Environmental Science & Engineering in China* 1: 23-27.