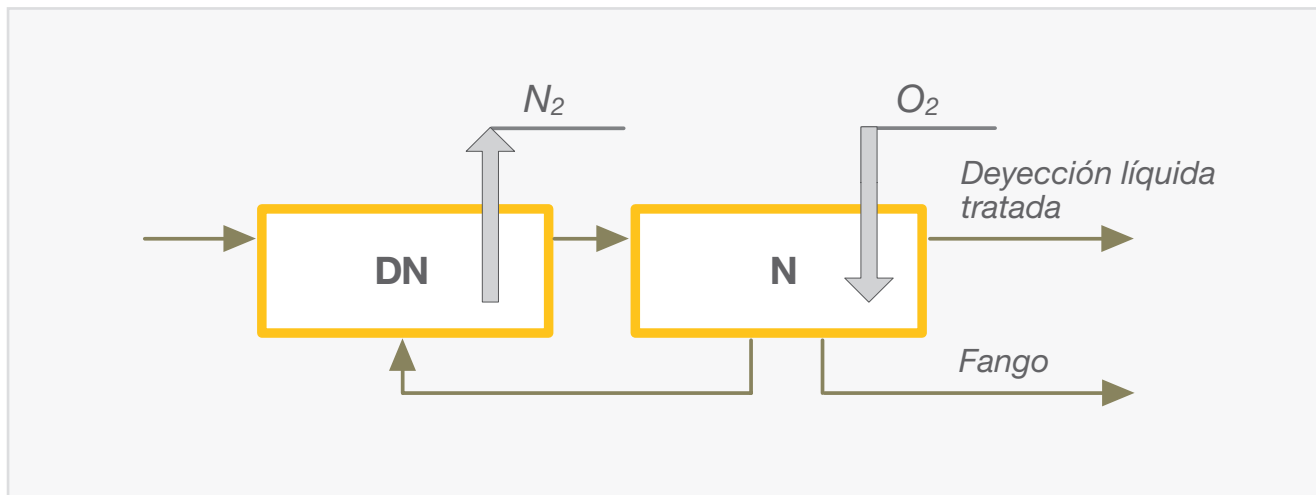


4.5. NITRIFICACIÓN-DESNITRIFICACIÓN (NDN)



El proceso de nitrificación - desnitrificación (NDN) tiene como objetivo básico la eliminación del nitrógeno que hay en un residuo. Se trata de un proceso microbiológico en el cual el amonio es oxidado por bacterias autótrofas a nitrato en presencia de oxígeno y carbono inorgánico (nitrificación) y, a continuación, este nitrato es reducido por bacterias heterótrofas a nitrógeno molecular gas, en ausencia de oxígeno y presencia de carbono orgánico (desnitrificación). El nitrógeno molecular (N_2) es un gas inerte, componente mayoritario de la atmósfera.

Este proceso se esquematiza en la figura 4.11., y en las figuras 4.12. y 4.13. se ilustra con imágenes de dos plantas tratando la fracción líquida de purines de cerdo.

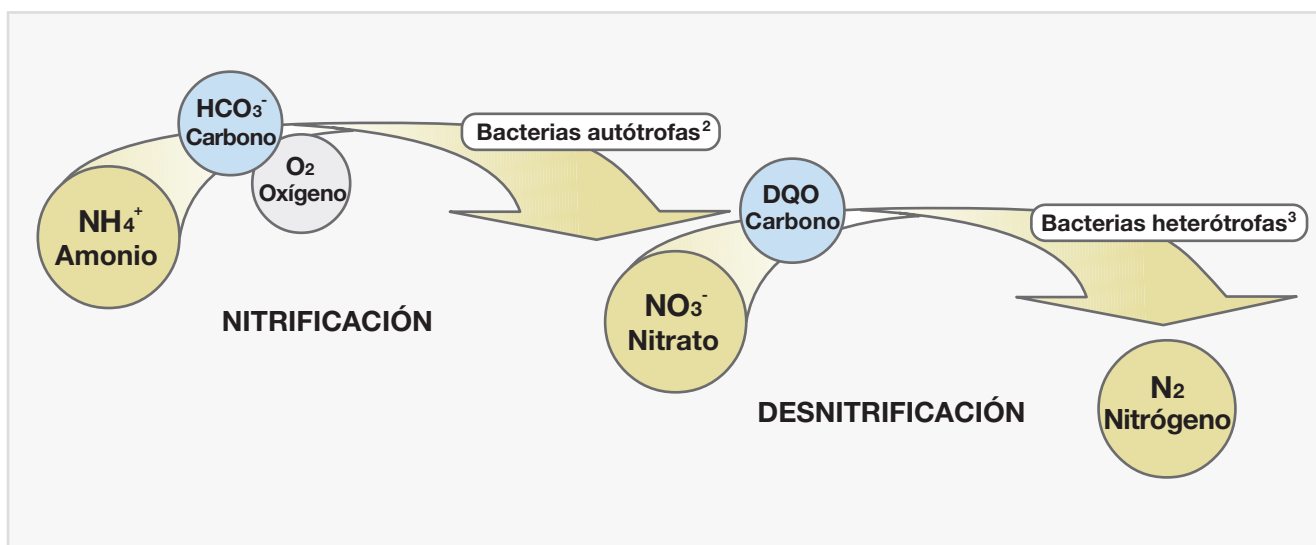


Figura 4.11. Reacción de oxidación (nitrificación) y de reducción (desnitrificación) que tienen lugar en el proceso de tratamiento NDN

2. Bacterias autótrofas: como fuente de carbono para su crecimiento utilizan una fuente inorgánica, como puede ser el CO_2 o el bicarbonato.

3. Bacterias heterótrofas: como fuente de carbono para su crecimiento utilizan compuestos orgánicos.



Fig. 4.12. Instalación de Nitrificación - Desnitrificación



Figura 4.13. Detalle reactor aeróbico (izquierda) y reactor anóxico (derecha)

¿A qué afecta?

- Transformación de nitrógeno orgánico y amoniacal en nitrógeno gas inerte y no contaminante.
- La eliminación de la materia orgánica.
- Puede afectar a la volatilización de amoníaco si no se opera correctamente.
- Reducen los malos olores, o pueden generarse si no se tiene cuidado.
- Se modifica el pH y la alcalinidad.

Ventajas

- Eliminación de nitrógeno.
- Eliminación de materia orgánica sin necesidad de aportar oxígeno.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Reducción de los malos olores.

Inconvenientes

- No permite cerrar el ciclo del nitrógeno, a diferencia de los procesos de recuperación.
- Coste de inversión relativamente elevado, según el número de equipos que deben considerarse.
- Coste de explotación que depende mucho del consumo eléctrico por aeración. Este consumo acostumbra a ser uno de los factores que limitan el sistema.
- Necesidad de control a causa de la gran cantidad de variables que intervienen en él: composición del residuo, cargas aplicadas, diferentes poblaciones bacterianas, temperatura, etc.
- Proceso sensible a la presencia de tóxicos e inhibidores, entre los cuales se da el mismo substrato durante la nitrificación.

- Se genera un fango que deberá gestionarse.
- Como cualquier proceso biológico, debe funcionar de manera continua, sin paradas.
- Debe asegurarse de que las deyecciones aporten suficiente carbono orgánico para la desnitrificación, y carbono inorgánico para la nitrificación.

Intervalos de rendimientos

La eficacia del proceso de nitrificación-desnitrificación depende de diversos factores, hecho que justifica la variabilidad en los rendimientos que se presentan. Algunos de estos factores serían:

- Composición de las deyecciones.
- Biodegradabilidad de la materia orgánica.
- Disponibilidad de suficiente materia orgánica durante la desnitrificación.
- Objetivo del tratamiento (eliminación parcial o total del nitrógeno).

El sistema tiene una entrada, la fracción líquida del purín (FLP), y dos salidas: el efluente líquido tratado y los fangos. El nitrógeno no eliminado en forma de nitrógeno gas (N_2) se distribuirá entre estas dos salidas. Intervalos usuales, de distribución de los diferentes compuestos entre las dos salidas, se muestran en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Distribución de los diferentes componentes de la fracción líquida de los purines (FLP) entre el efluente líquido y los fangos en un sistema de nitrificación-desnitrificación

Parámetro	Efluente líquido (% de FLP)	Fangos (% de FLP)
Sólidos totales	10-70	40-60
Sólidos volátiles	5-50	40-60
Conductividad	30-50	-
DQO	5-50	40-60
Nitrógeno	5-70	20-30
Fósforo	10-80	20-90

Los consumos eléctricos se mueven entre 10 y 25 kWh/m³ de purines. Si se ha realizado previamente una separación sólido/líquido muy buena, con una gran transferencia de amonio a la fracción sólida, el coste energético puede bajar por debajo de los 10 kWh/m³. Esta gran variabilidad depende de los factores siguientes:

- Eficacia del sistema de aeración utilizado.
- Consumo de oxígeno para nitrificar (alrededor de 4.6 Kg. O₂/Kg./N)
- Consumo de oxígeno para oxidar materia orgánica en la fase aerobia (que debe evitarse si es posible).
- Contenido de materia orgánica de los purines.
- Contenido de nitrógeno amoniacal y diseño del sistema utilizado.

Clasificación de sistemas y posibles configuraciones

En la tabla 4.9. se muestra una clasificación de sistemas de nitrificación-desnitrificación, donde el termino biomasa indica las bacterias responsables del proceso. En la figura 4.14. se ilustran cinco esquemas de configuraciones usuales para llevar a término este proceso.

Tabla 4.9. Clasificación de sistemas de nitrificación-desnitrificación

Sistemas de separación	Biomasa suspendida (fangos activados)	Continuos	Mezcla completa Flujo pistón Reales
		Discontinuos	SBR
	Biomasa fijada	Biodiscos rotatorios Filtros percoladores Filtros sumergidos Lechos fluidizados Reactores air-lift	
Sistemas desnitrificantes	Biomasa suspendida	Contacto anóxico	Continuos Mezcla completa Flujo pistón Reales
		Discontinuos	SBR
	Biomasa fijada	Otros	UASB
		Filtros anóxicos Lechos fluidizados	

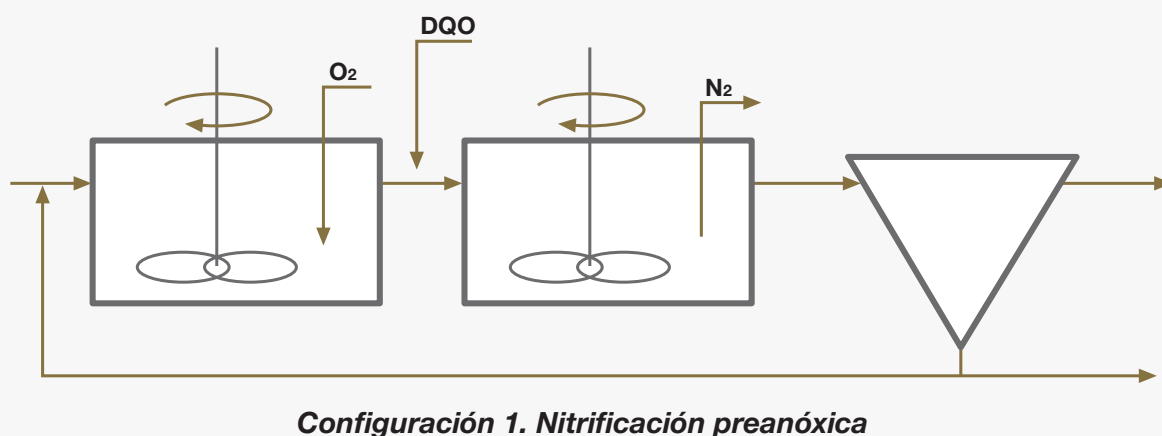
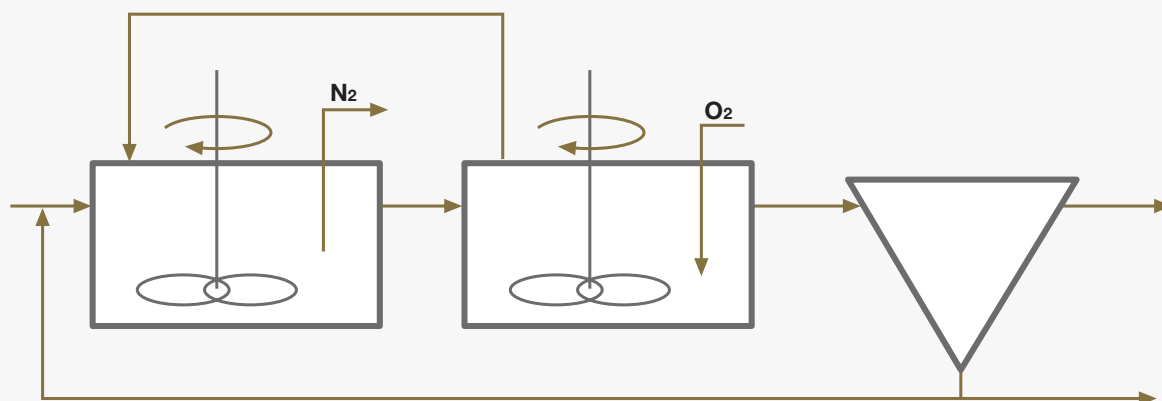
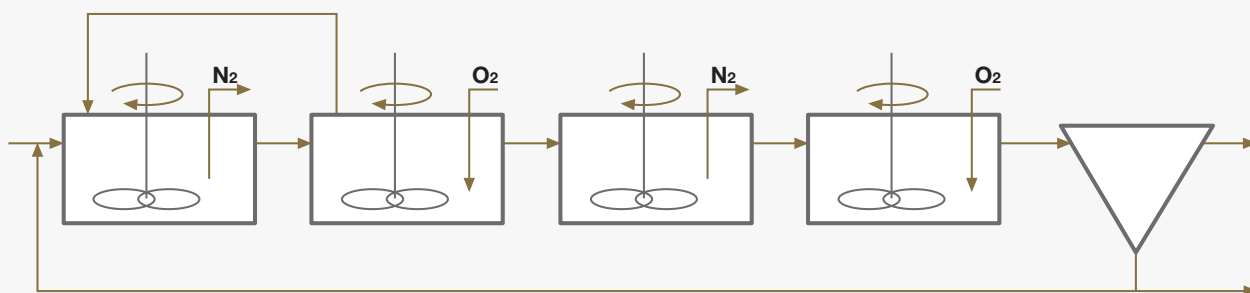


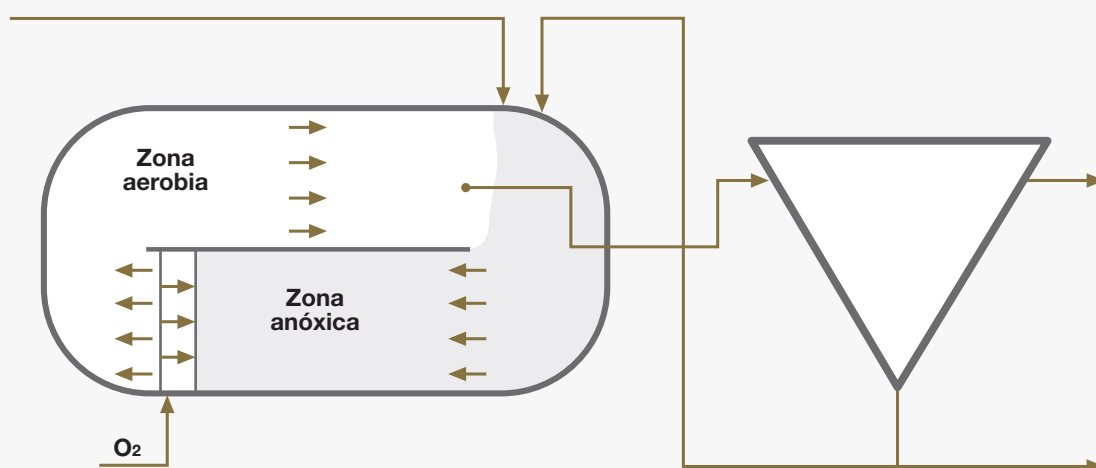
Figura 4.14a. Algunas configuraciones de sistemas de nitrificación-desnitrificación



Configuración 2. Nitrificación postanóxica



Configuración 3. Sistema Bardenpho



Configuración 4. Canal de oxidación

Figura 4.14b. Algunas configuraciones de sistemas de nitrificación-desnitrificación

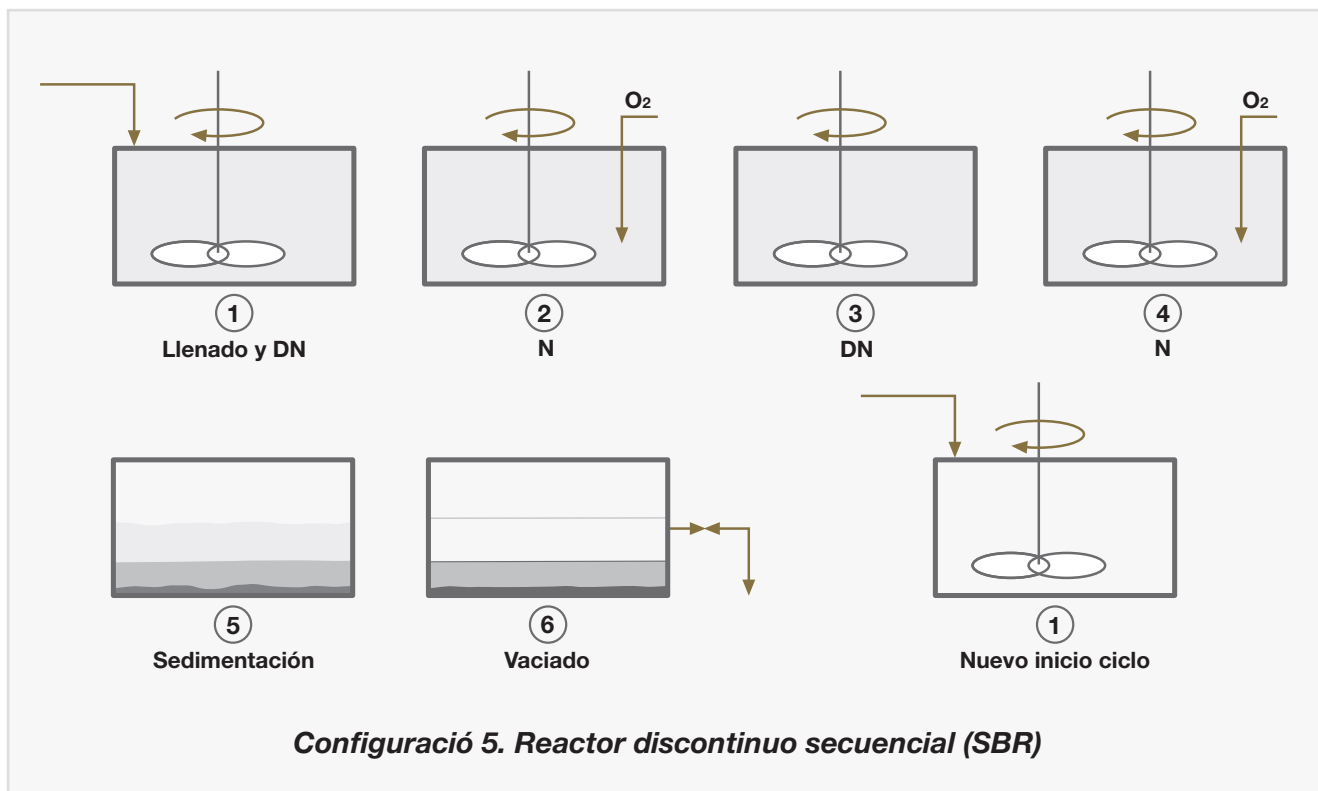


Figura 4.14c. Algunas configuraciones de sistemas de nitrificación-desnitrificación

Intervalo de costes

El coste de este tratamiento para purines de cerdo depende del objetivo planteado. Considerando exclusivamente el proceso de nitrificación-desnitrificación, el coste para un tratamiento parcial puede estar entre 0,5 y 2,1 euros/tonelada. Si el tratamiento es total, considerando la separación previa entre sólido y líquido, y el tratamiento posterior de la fracción sólida por compostaje, el coste puede aumentar hasta 2,5 - 5,2 euros/tonelada.