

Lixiviados de vertedero: Un problema mundial con solución tecnológica



Pablo García González
WEHRLE Medioambiente SL



IV Congreso Internacional
MTD en ingeniería de vertederos
VERSOS14

Bilbao, 12 de Noviembre 2014

Presentación de la empresa WEHRLE



- ▶ Grupo de empresas de **origen alemán** fundado en 1860 que comenzó su actividad en el campo de la fabricación de calderas de incineración.
- ▶ Actividad principal actual: **diseño y suministro llave en mano** de equipos de ingeniería medioambiental y tecnologías avanzadas de tratamiento de aguas .
- ▶ En el campo del medioambiente lleva más de **30 años de experiencia** en el tratamiento de aguas residuales industriales de alta carga.
- ▶ Con **presencia internacional**: empresas filiales en España, Reino Unido y Brasil y socios colaboradores en Tailandia, India, China, Rusia, Colombia, Turquía y Francia
- ▶ Especialistas en el **tratamiento biológico aerobio y anaerobio** de aguas residuales complejas y procesos de **separación con membranas**
- ▶ **Más de 300 referencias** en diferentes aplicaciones industriales a nivel mundial

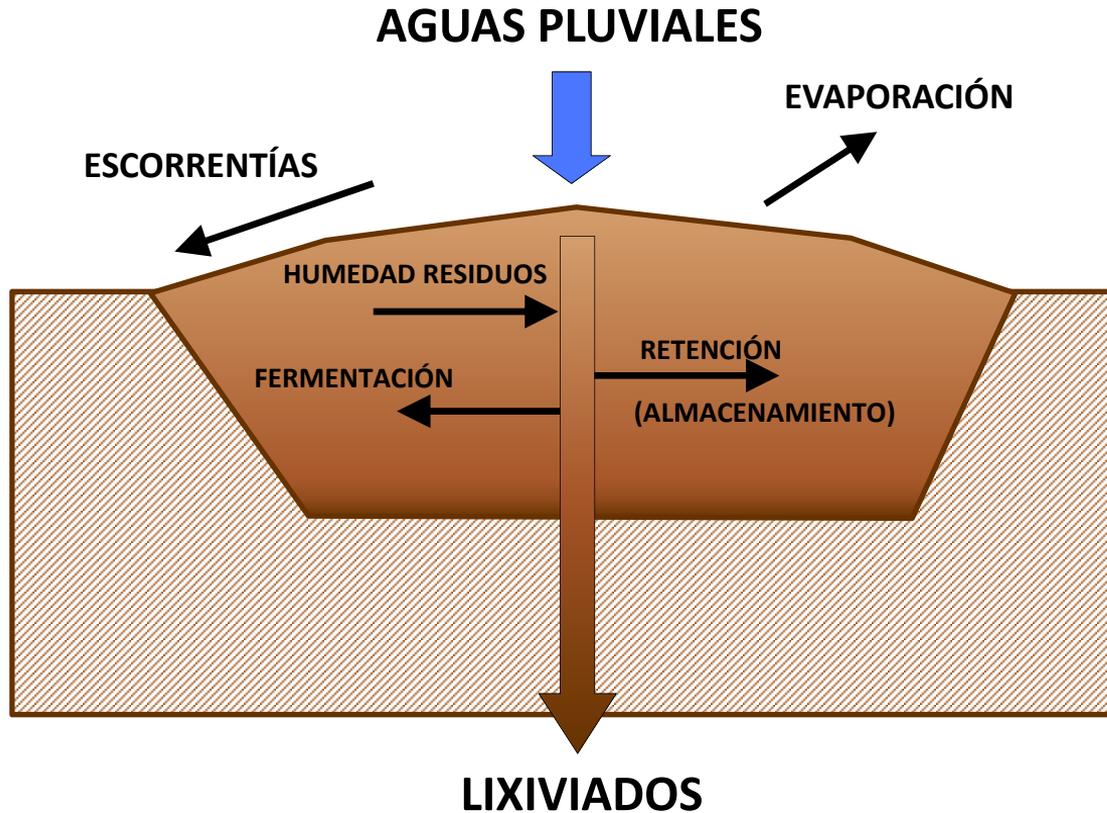
Lixiviado de vertedero: Un problema mundial...



Un problema mundial ... con solución tecnológica



- ▶ ¿ Qué es un lixiviado y características generales?
- ▶ ¿ Soluciones tecnológicas existentes para su tratamiento?
- ▶ ¿ Características y métodos de tratamiento de los lixiviados en las distintas partes del mundo?



▶ **Compuestos orgánicos: DQO, DBO₅, TOC...**

La concentración y su grado de biodegradabilidad dependerá del tipo de residuo y de la edad del vertedero.

▶ **Compuestos nitrogenados: NTK, NH₄-N...**

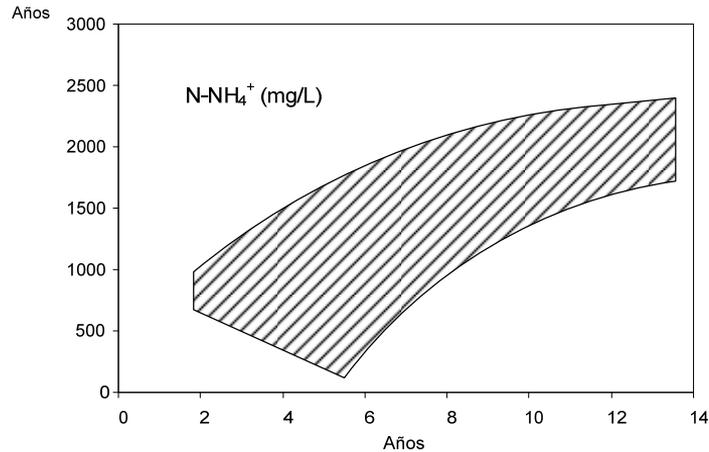
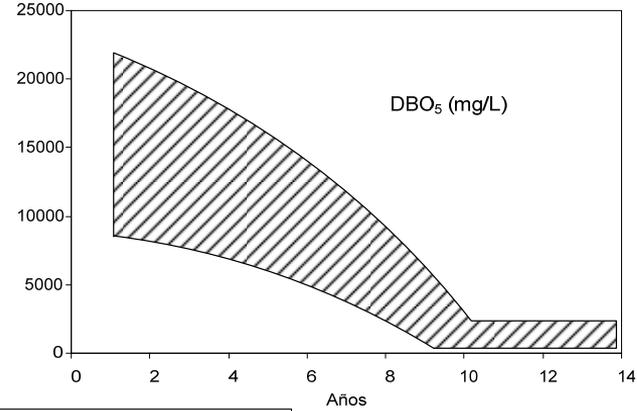
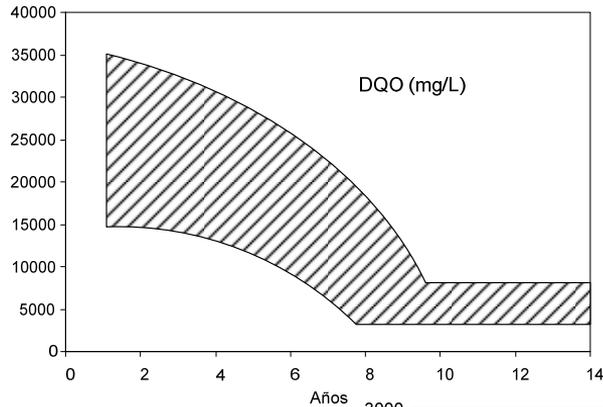
Se encuentran en alta concentración y proceden de la degradación de las proteínas y aminoácidos presentes en los R.S.U.

▶ **Sales: Cl⁻, CO₃²⁻, SO₄²⁻**

Su eliminación puede ser necesaria en función de la legislación de cada zona o de cada país.

▶ **Metales pesados : Hg, Cd, Pb, Cr ...**

Su presencia depende de la naturaleza del R.S.U. La edad del vertedero influye en su concentración. Normalmente los lixiviados de RSU no suele presentar concentraciones superiores a los límites de vertido.



Comparativa entre agua de EDAR y un lixiviado de vertedero

	Agua EDAR	Lixiviado	Lixiviado vs. Agua EDAR
Caudal [m3/d]	10.000 – 100.000	50 – 1.000	10-100 veces inferior
DQO [mg/l]	300– 600	5.000 – 30.000	10-100 veces superior
DBO5 [mg/l]	100-300	2.000 – 10.000	10-100 veces superior
N-NH4 [mg/l]	25-50	2.000 – 3.000	50-100 veces superior

Comparando contaminación en términos de habitantes equivalentes



En una EDAR urbana:

200 m³/d de agua residual generarían una contaminación :

- En términos de carga de **DQO** equivalen a aprox. **1.000 h-eq**
- En términos de carga de **N** equivalen a aprox. **650 h-eq**



En el Vertedero de RSU de El Garraf (Barcelona)

200 m³/d de lixiviado generan una contaminación :

- En términos de carga de **DQO** equivalen a aprox. **25.000 h-eq**
- En términos de carga de **N** equivalen a aprox. **38.000 h-eq**

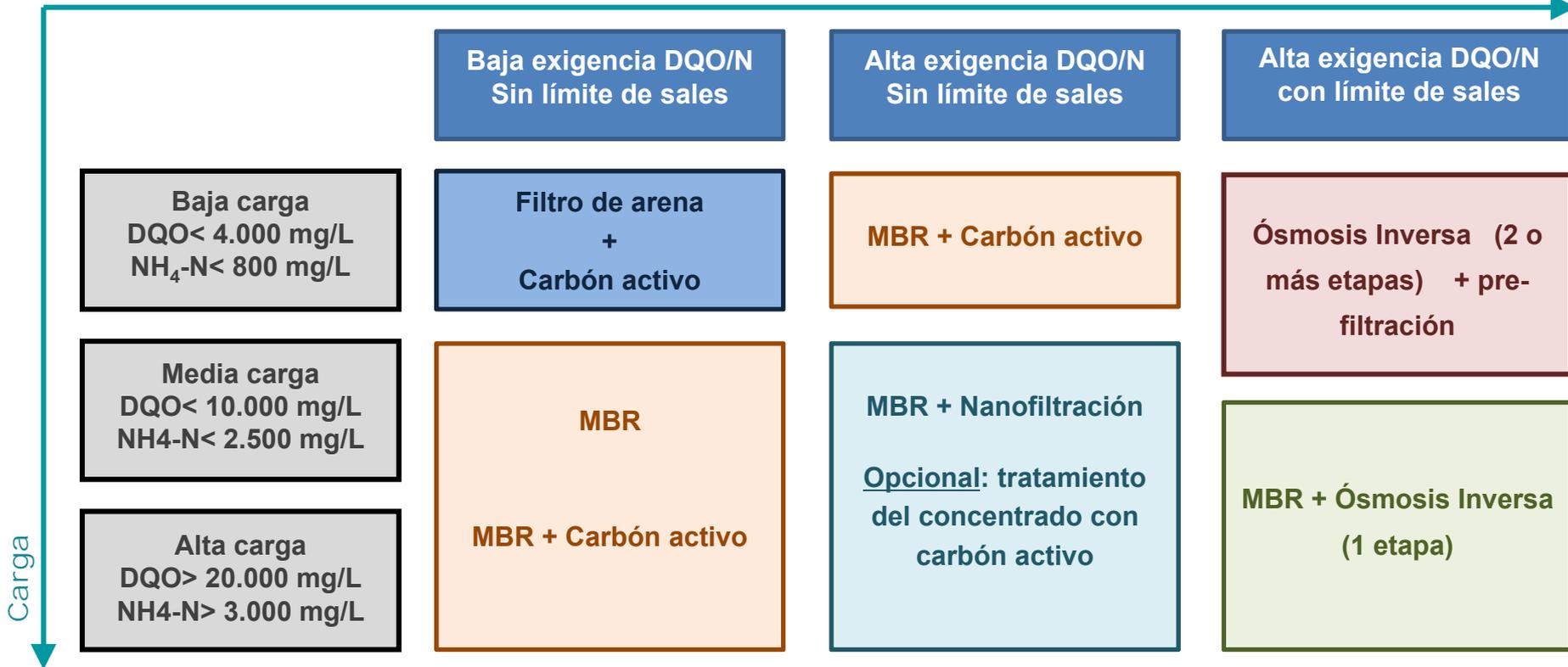
Soluciones tecnológicas para el tratamiento de lixiviados



- ▶ **Procesos que RETIENEN pero NO ELIMINAN los contaminantes :**
 - Ósmosis inversa

- ▶ **Procesos que ELIMINAN los contaminantes:**
 - Biológicos: elimina DQO y N-NH₄⁺ (compuestos nitrogenados)

Calidad de vertido →



- ▶ Procesos que **RETIENEN** pero **NO ELIMINAN** los contaminantes :
 - Ósmosis inversa

- ▶ Procesos que **ELIMINAN** los contaminantes:
 - Biológicos: elimina DQO y N-NH₄⁺ (compuestos nitrogenados)

Ósmosis Inversa (varias etapas)

Pretratamiento



1ª Etapa OI



2ª Etapa OI



Ajuste pH



Vertido
55 – 60%

Concentrados OI1 + OI2
40 - 45 %

Retención SS
Acidificación
Antiescalante

Retiene N-NH4-N
Retiene DQO
Retiene SALES

Retiene N-NH4-N
Retiene DQO
Retiene SALES

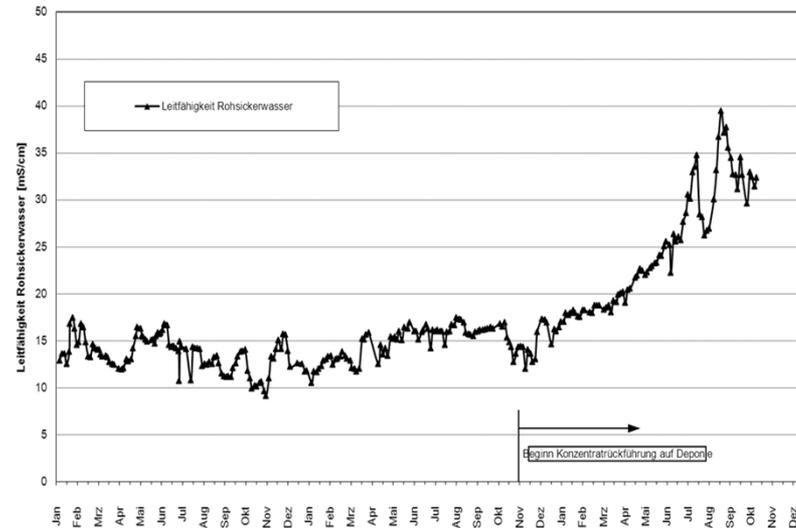
Inertización
Gestión externa
Recirculación

- ▶ Debido a los invariables costes que supone la gestión externa de este residuo, muchos explotadores no tienen otra salida que **recircular los concentrados de sus ósmosis inversas al propio vertedero**
- ▶ Recirculación implica **reconcentración de los contaminantes y aumento paulatino de parámetros de lixiviado**

Implicaciones en PTL con OI en etapas

- Adecuación constante de diseño a evolución de parámetros de entrada: **más número de etapas, mayor presión de trabajo y mayor consumo energético**
- Aumento paulatino **volumen de concentrados**
- Reduce **vida media de las membranas**: biofouling e incrustaciones. Lavados frecuentes
- Aumento de **costes de operación**: ácido sulfúrico y sosa (stripping)
- Acumulación de **azufre en vertedero**: calidad biogás
- Volumen de **líquido acumulado** en celdas

Tratamiento no sostenible a largo plazo!!



- ▶ Similares curvas para **DQO, N-NH₄⁺, cloruros, alcalinidad y sulfatos**

- ▶ **Procesos que RETIENEN pero NO ELIMINAN los contaminantes :**
 - Ósmosis inversa

- ▶ **Procesos que ELIMINAN los contaminantes:**
 - **Biológicos aerobios** : eliminan DQO y N-NH₄⁺ (compuestos nitrogenados)

- ▶ Eliminan los compuestos orgánicos biodegradables (DQO, DBO5, TOC)
- ▶ Eliminan los compuestos nitrogenados (NH4-N, NO3-N, NO2-N)
- ▶ No eliminan las sales ni los compuestos no biodegradables (DQO refractaria)

Biologías convencionales (lodos activados, SBR)

(N +DN / Sedimentación)

Adecuado para grandes caudales con baja carga contaminante y bajas exigencias en el vertido (Ej: EDAR)



Biologías de membranas (MBR, BIOMEMBRAT®)

(N +DN / Ultrafiltración)

Adecuado para bajos caudales alta carga contaminante y alta exigencia en el vertido (Ej: Lixiviados)

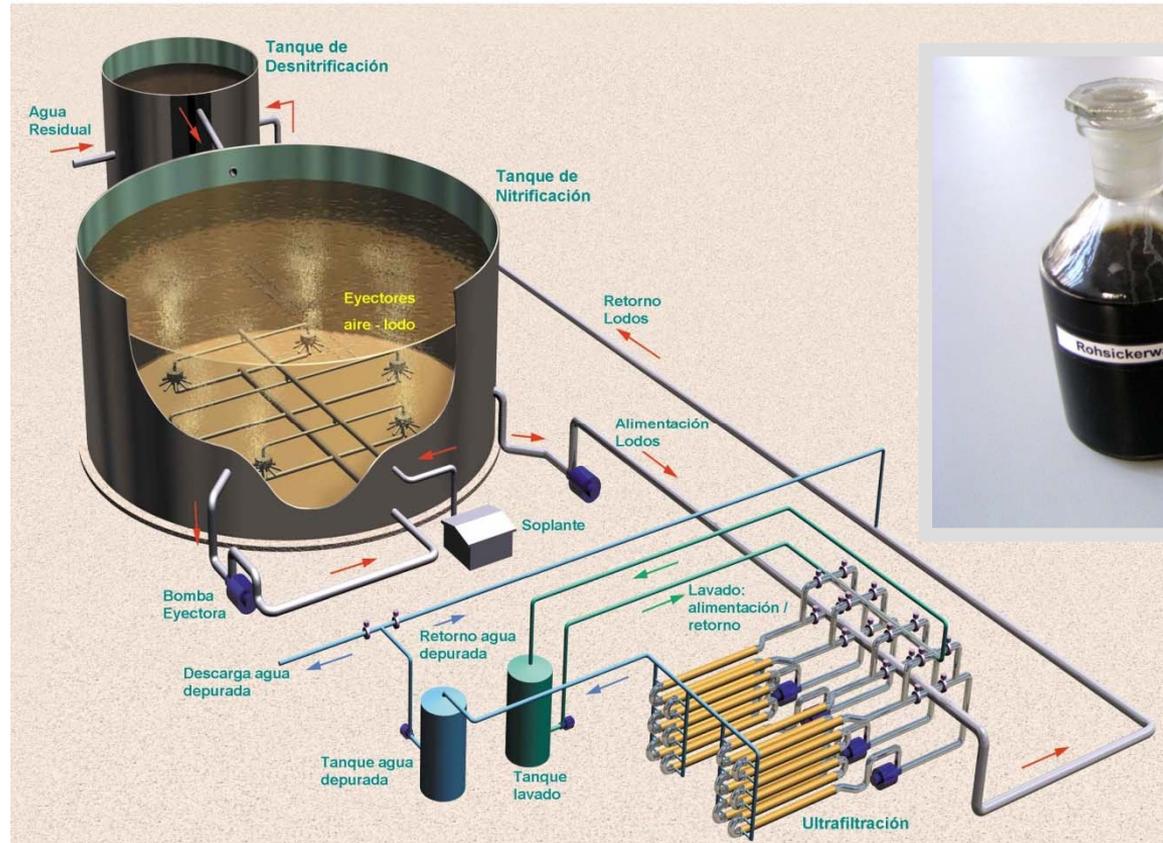


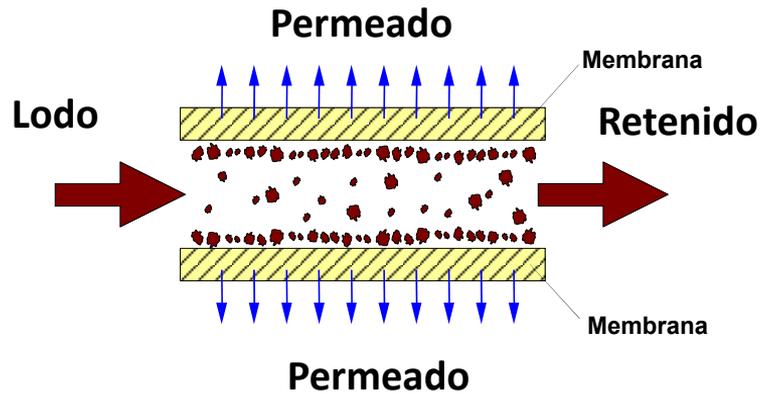
Biologías de desamonificación (ANAMMOX®, BIOMOX®)

(Nitritación + oxidación anaerobia de amonio / Sedimentación)

Adecuado para aguas con baja carga orgánica y bajas exigencias en el vertido (Ej: Escurridos de deshidratación de lodos EDAR)

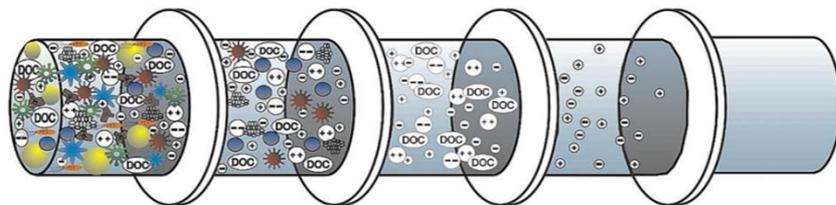






Tratamientos terciarios con membranas : Nanofiltración y Ósmosis Inversa

- Retención de **DQO refractaria** y **sales**
- **Bajos costes** de operación
- Genera un residuo (**concentrado**) de difícil y costosa gestión.



Retention by:	Microfiltration > 0,1 µm	Ultrafiltration 0,1 - 0,01 µm	Nanofiltration 0,01 - 0,001 µm	Reverse Osmosis < 0,001 µm
following water ingredients:	<ul style="list-style-type: none"> zooplankton algae turbidity bacteria suspended particles 	<ul style="list-style-type: none"> macromolecules virus colloids 	<ul style="list-style-type: none"> DOC organic compounds preferably bivalent ions 	<ul style="list-style-type: none"> In addition to Nanofiltration: monovalent ions
required pressure difference	0,1 - 2 bar	0,1 - 5 bar	3 - 20 bar	10 - 100 bar

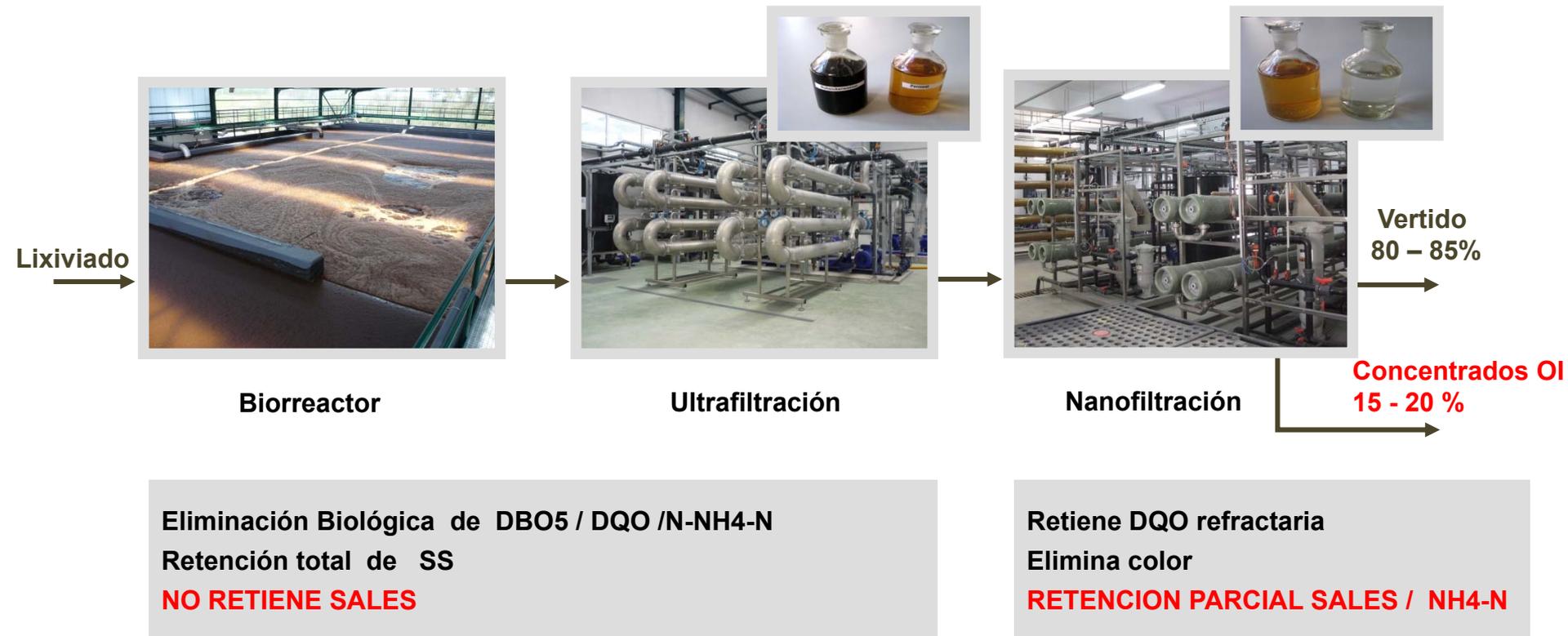


Tratamiento terciario con Carbón Activo



- Retiene **DQO refractaria, color y AOX**
- **No retiene sales** ni reduce conductividad
- Se aplica Carbón Activo **regenerable** – minimización de residuos
- **Reducidos costes de inversión**







Eliminación Biológica de DBO5 / DQO / N-NH4-N
Retención total de SS
NO RETIENE SALES

Retiene DQO refractaria /NH4-N
Elimina color
Retiene SALES



Biorreactor

Ultrafiltración

Carbón Activo

Eliminación Biológica de DBO5 / DQO / N-NH4-N
Retención total de SS
NO RETIENE SALES

Elimina DQO / AOX / Color
NO GENERA Concentrados
NO ELIMINA SALES / NH4-N

- ▶ WEHRLE acumula la experiencia de más de 150 referencias en tratamiento de lixiviados a nivel mundial
- ▶ Donde se han implantado soluciones tecnológicas a medida adaptándose a las características del lixiviado y las necesidades de depuración correspondientes a las normativas de vertido de cada país.



Plantas lixiviados WEHRLE

Referencias WEHRLE en lixiviados

Alemania	+ 50 Instalaciones	
España	+ 20 Instalaciones	
China – Asia	+ 30 Instalaciones	
Francia	+ 25 Instalaciones	
Magreb	+ 5 Instalaciones	
Centro Europa	+ 5 Instalaciones	
Reino Unido	+ 10 Instalaciones	
Sudamérica	2 Instalaciones	

- ▶ En España se han construido 20 plantas de tratamiento de lixiviados con tecnología WEHRLE (11 plantas en vertederos RSU y el resto en instalaciones TMB; Biometanización /Compostaje RSU)
- ▶ Cada una de la plantas ha sido diseñada específicamente en función de las características del lixiviado y las exigencias en el vertido de cada zona.



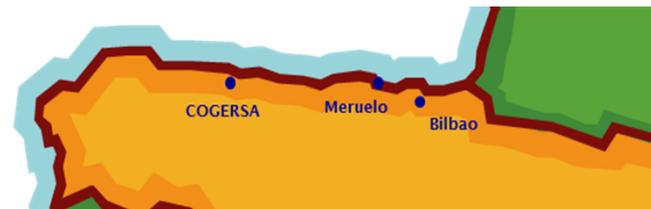
- ▶ Los lixiviados de esta zona se caracterizan principalmente por tener:
 - Bajo caudal: dimensión del vertedero, pluviometría, gestión de R.S.U.
 - Alta carga contaminante
 - Altas exigencias en el vertido en cuanto a N y sales (Mayoritario Vertido Directo)

	Garraf (Barcelona)	Solius (Gerona)	Limasa (Málaga)
Caudal (m³/d)	200	100	50
DQO_{in} (mg/L)	11.500	10.000	3.800
DQO_{out} (mg/L)	160	160	160
N-NH₄⁺_{in} (mg/L)	2.800	2.400	2.200
N-NH₄⁺_{out} (mg/L)	15	15	15
Cloruros_{in} (mg/L)	5.200	4.000	4.560
Cloruros_{out} (mg/L)	2.000	2.000	2.000
Tecnología	MBR + OI (1)	MBR + OI (1)	MBR + OI (1)



- ▶ Los lixiviados de esta zona se caracterizan principalmente por tener :
 - Caudales muy elevados
 - Bajas concentraciones
 - Mayoritariamente no hay exigencia de sales (Vertido indirecto)

	COGERSA (Asturias)	Meruelo (Cantabria)	Artigas (Bilbao)
Caudal (m³/d)	700	850	1.800
DQO_{in} (mg/L)	6.500	5.000	700
DQO_{out} (mg/L)	1.500	1.000	350
N-NH₄⁺_{in} (mg/L)	2.500	2.000	700
N-NH₄⁺_{out} (mg/L)	15	15	15
Tecnología	MBR	MBR	MBR



- ▶ Principales características de estos lixiviados
 - Caudales muy elevados
 - Cargas orgánicas muy altas
 - Altas exigencias en DQO pero SIN exigencia de sales

	Shanghai (China)	Ho Chi Minh (Vietnam)	Foshan (China)
Caudal (m³/d)	4.750	1.100	880
DQO_{in} (mg/L)	11.500	24.000	20.000
DQO_{out} (mg/L)	1.000	100	100
N-NH₄⁺_{in} (mg/L)	1.400	2.400	500
N-NH₄⁺_{out} (mg/L)	150	10	5
Tecnología	MBR	MBR+NF	MBR+NF



- ▶ Principales características de estos tratamientos de lixiviados
 - Gran variedad de caudales en función del país y su orografía/pluviometría
 - Cargas parecidas a las europeas
 - Normativas poco estrictas en cuanto a exigencias en el vertido

	Medellín (Colombia)
Caudal (m ³ /d)	350
DBO _i _{in} (mg/L)	6.000
DBO _{out} (mg/L)	1.200
N _{total} _{in} (mg/L)	1.650
N _{total} _{out} (mg/L)	-
Tecnología	MBR



- ▶ Principales características de estos tratamientos de lixiviados
 - Caudales relativamente bajos
 - Cargas muy altas tanto orgánicas como nitrogenadas
 - Valores muy estrictos de salida (DQO,N) pero sin exigencia en sales

	Hamici (Argelia)	Djebel Chekir (Túnez)	Sousse (Túnez)
Caudal (m³/d)	80	440	120
DQO_{in} (mg/L)	10.000	30.000	50.000
DQO_{in} (mg/L)	500	90	90
N-NH₄⁺_{in} (mg/L)	2.650	4.000	4.000
N-NH₄⁺_{out} (mg/L)	50	5	30
Tecnología	MBR + NF	MBR + OI	MBR +OI



- ▶ Principales características de estos tratamientos de lixiviados
 - Caudales relativamente bajos
 - Cargas no muy altas ni orgánicas ni nitrogenadas
 - Valores muy estrictos de salida y algunos países exigencia en sales
 - Muy implantada la osmosis como la tecnología especificada en los pliegos públicos

	Gramatiko (Grecia)	Pernik (Bulgaria)	Liubliana (Eslovenia)
Caudal (m³/d)	175	50	70
DQO_{in} (mg/L)	2.000	5.000	16.000
DQO_{out} (mg/L)	150	70	200
N-NH₄⁺_{in} (mg/L)	1.800	200	1.700
N_{total}_{out} (mg/L)	80	10	50
Tecnología	OI (3 etapas)	OI (2 etapas)	MBR +OI



- ▶ Principales características de estos tratamientos de lixiviados
 - Caudales bajos
 - Cargas bajas
 - Sin exigencia de sales en el vertido

	Munich	Asslar	Cronheim
Caudal (m³/d)	120	105	75
DQO_{in} (mg/L)	1.500	1.300	5.000
DQO_{out} (mg/L)	400	400	500
N-NH₄⁺_{in} (mg/L)	1.000	500	2.500
N-NH₄⁺_{out} (mg/L)	10	50	50
Tecnología	MBR + CA	MBR + CA	MBR + CA



- ▶ Principales características de estos tratamientos de lixiviados
 - Caudales relativamente bajos
 - Cargas no muy altas ni orgánicas ni nitrogenadas
 - Valores muy estrictos de salida en nitrógeno pero sin exigencia en sales

	Lean Quarry (Inglaterra)	Trecatti (Inglaterra)	Beacon Hill (Inglaterra)
Caudal (m³/d)	55	530	60
DQO_{in} (mg/L)	7.500	4.000	5.000
DQO_{out} (mg/L)	2.000	1.500	600
N-NH₄⁺_{in} (mg/L)	3.500	1.350	2.000
N-NH₄_{out} (mg/L)	25	15	30
Tecnología	MBR	MBR	MBR +NF



- El lixiviado de vertedero es un **residuo muy variable** tanto en su caudal como en su composición y **depende de la ubicación y cultura** donde se encuentra situado el vertedero.
- **Existen soluciones tecnológicas** probadas adaptadas a las distintas necesidades de depuración concretas de cada zona.
- La **selección de la combinación tecnológica más adecuada** es una cuestión de caudal a tratar, su grado de contaminación y los límites exigidos en el vertido en cada país.
- La filtración directa con **osmosis inversa** y recirculación del concentrado en el propio vertedero **no es una solución sostenible** a medio plazo.
- El **tratamiento biológico MBR combinado con terciarios con membranas** (NF/OI) se presenta como la tecnología más eficiente, sostenible y que posee **más referencias** en tratamiento de lixiviados de vertedero a nivel mundial

FOTOS DE REFERENCIAS CONSTRUIDAS:



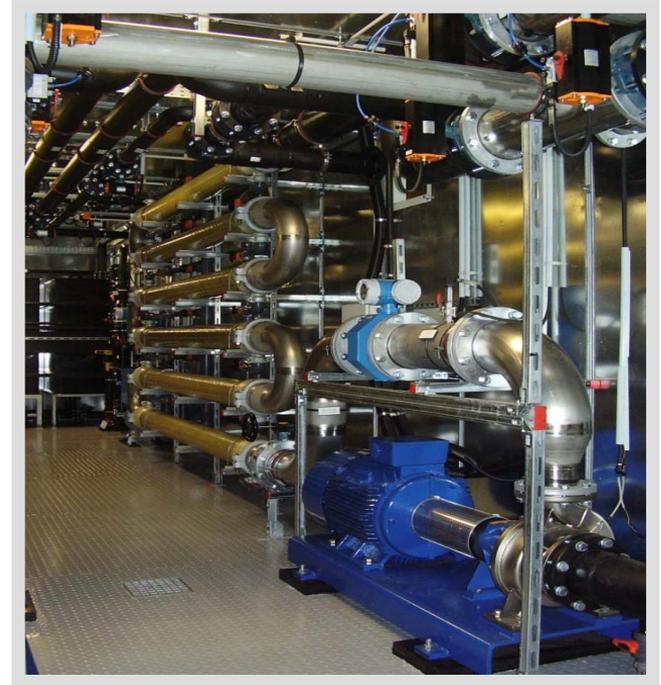
Ho Chi Minh City , Vietnam - MBR + NF



Foshan , China - MBR +NF



Biffa Trecatti , Inglaterra - MBR



Tivissa , Tarragona - MBR +OI



Meruelo , Cantabria - MBR



Artigas , Bilbao - MBR



Gracias por su atención!



WEHRLE

Pablo García González

WEHRLE Medioambiente SL

C/ Belice 1-3C
332122 Gijón (Asturias)

www.wehrle.es

pgarcia@wehrle.es



Energy Technology · Environmental Technology · Manufacturing