

# Planta de tratamiento de lixiviados de vertedero de Meruelo (Cantabria)



Esta instalación tiene como objetivo el tratamiento de los lixiviados producidos por el vertedero de Meruelo, en el cual se depositan unas 150.000 tn anuales de RSU. Está diseñada para tratar un caudal nominal de 850 m<sup>3</sup>/día, si bien el carácter modular de sus componentes permitiría una fácil ampliación a 1.000 m<sup>3</sup>/día.



Ángel Cambiella, Pablo García

WEHRLE MEDIOAMBIENTE

**E**n el vertedero de residuos no peligrosos de Meruelo, gestionado por MARE, Medio Ambiente, Agua, Residuos y Energía de Cantabria, empresa pública del Gobierno de Cantabria y adscrita a la Consejería de Medio Ambiente, se depositan alrededor de 150.000 toneladas anuales de residuos sólidos urbanos [1].

Las necesidades actuales y futuras de los lixiviados allí generados han hecho que MARE haya desarrollado durante los últimos años varios estudios y pruebas piloto de distintos tratamientos avanzados de lixiviados en colaboración con la Universidad de Cantabria. El objetivo era definir la tecnología de tratamiento más

adecuada a las características de los lixiviados generados en Meruelo y en cumplimiento de la Autorización Ambiental Integrada, con el fin de remodelar las instalaciones allí existentes, que se habían quedado anticuadas para las cargas y caudales actuales, así como para las previstas en próximos años.

Tras los resultados obtenidos en las distintas pruebas realizadas, los técnicos de MARE optaron por implantar un proceso biológico de alto rendimiento con separación de la biomasa con membranas externas tubulares de ultrafiltración. Esta tecnología, que se presenta como la Mejor Técnica Disponible para este tipo de tratamientos, es un proceso de contrastada eficacia y ha sido aplica-

da con éxito en numerosos vertederos a nivel mundial, entre los que se encuentran los vertederos centrales de las provincias vecinas de Asturias y Vizcaya, que presentan similitudes en cuanto a las características del lixiviado, debido tanto a la pluviometría como al tipo de residuos y hábitos de consumo.

Tras salir a licitación pública mediante concurso, la empresa OXITAL, empresa con más de 20 años de experiencia en el sector de depuración y dedicada al servicio integral del agua, tanto en aguas residuales, industriales, aguas de consumo, etc, se convierte en noviembre de 2009 en adjudicatario del contrato para la remodelación de la planta de tratamiento de lixiviados de vertedero de residuos no



Figura 1. Reactores biológicos de la Planta de Lixiviados de Meruelo



peligrosos de Meruelo (Cantabria) y su posterior explotación, conservación y mantenimiento [2]

OXITAL decide contratar entonces a la empresa especializada WEHRLE UMWELT GmbH para la remodelación de la depuradora de lixiviados existente en el vertedero. WEHRLE UMWELT está especializada en el diseño y construcción de plantas depuradoras mediante tecnología de reactores biológicos con membranas para el tratamiento de aguas residuales con elevada carga orgánica y nitrogenada, entre las cuales se encuentran los lixiviados de vertedero de R.S.U. WEHRLE UMWELT, con 18 instalaciones de este tipo en España y más de 100 a nivel mundial, consolidaba así aún más su posición como empresa líder en el tratamiento de lixiviados. [3]

## LIXIVIADOS DE VERTEDERO

Bajo el término de lixiviados de vertedero se engloban todas las aguas generadas en los depósitos controlados de residuos, y que percolan a través del material depositado, recogiendo en balsas o arquetas para su posterior tratamiento. Contienen gran cantidad de componentes en disolución procedentes del material o residuo depositado en el vertedero, por lo que su composición es habitualmente muy compleja, dificultando su tratamiento. El volumen de lixiviado y su composición dependen de muchos factores: tipo de residuo, edad del vertedero, pluviometría, características físicas del vertedero, tipo de drenaje, etc.

Los lixiviados generados en el vertedero de Meruelo son recogidos en un pozo de bombeo situado en la parte baja del vaso, desde donde se bombean mediante tres bombas de 150 m<sup>3</sup>/h a cuatro bal-

sas de almacenaje, con una capacidad total de 25.000 m<sup>3</sup>, que pueden comunicarse entre sí.

Estas balsas actúan como depósitos de homogeneización y permiten regular el caudal de tratamiento en la depuradora, ya que el volumen de lixiviados generados varía de forma muy significativa a lo largo del año en función de la pluviometría. Así, en el vertedero de Meruelo se estima que el caudal de lixiviado generado en invierno supera los 850 m<sup>3</sup>/día, mientras

que en la época estival se reduce a unos 400 – 600 m<sup>3</sup>/día. La planta de tratamiento se diseñó para un caudal nominal de 850 m<sup>3</sup>/día, si bien el carácter modular de sus componentes permitiría, en caso de ser necesaria, una fácil ampliación a 1.000 m<sup>3</sup>/día.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Desde las balsas de homogeneización (Figura 2) se bombea el



Figura 2. Balsa de almacenamiento de lixiviados



Figura 3. Vista general de la Planta de Tratamiento de Lixiviados



Figura 4. Membranas de ultrafiltración

lixiviado bruto a un tamiz rotativo mediante dos bombas sumergidas. En el tamiz se eliminan los sólidos en suspensión de mayor tamaño, así como residuos vegetales y otros (bolsas de plástico, hojas, etc) que puedan llegar a las balsas de lixiviados. El lixiviado cae desde éste por gravedad a un depósito de alimentación a la biología, de unos 120 m<sup>3</sup> de capacidad. A este depósito también llegan las aguas de baldeo y limpieza de la depuradora, previo paso por el rototamiz.

Para el tratamiento de lixiviados de Meruelo, WEHRLE UMWELT diseñó un proceso de depuración basado en su tecnología BIOMEMBRAT®, que cuenta con numerosas referencias para el tra-



tamiento de este tipo de aguas. El proceso BIOMEMBRAT® combina una depuración biológica de alta carga por lodos activos con una separación de la biomasa con ultrafiltración de membranas externas de flujo cruzado (Figura 4). Este proceso, que en la actualidad depura alrededor de 30.000.000 m<sup>3</sup>/año de aguas residuales de alta carga a nivel mundial, ofrece ventajas muy significativas frente

a procesos convencionales de tratamiento, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- Posibilita alcanzar una elevada concentración de biomasa en la biología
- Precisa de un menor volumen de reacción
- Presenta un diseño compacto: menor necesidad de espacio
- Consigue una retención total de la biomasa en el proceso
- Dispone de un mayor tiempo de residencia para moléculas de elevado peso molecular
- El efluente de salida está libre de sólidos en suspensión y bacterias, apto para tratamientos terciarios mediante ósmosis inversa o carbón activo
- Se consigue una alta edad de lodo: selectividad de biomasa y adecuación al sustrato
- Reduce la producción de lodos exceso

Para el diseño de la biología en Meruelo se decidió reutilizar de forma parcial los reactores de tratamiento biológico de la depuradora existente, aumentando su volumen de reacción mediante el recrecido de los muros exteriores. Además, se procedió a compartimentar la biología existente en diferentes reactores, para poder modificar las condiciones de operación y controlar los procesos de degradación biológica en cada uno de ellos.

La elevada carga amoniacal de los lixiviados de vertedero obliga a considerar procesos de nitrificación / desnitrificación, donde el amonio de la entrada se transforma mediante diversas reacciones metabólicas bacterianas en nitrógeno gas. El alto contenido en nitrógeno amoniacal que se en-

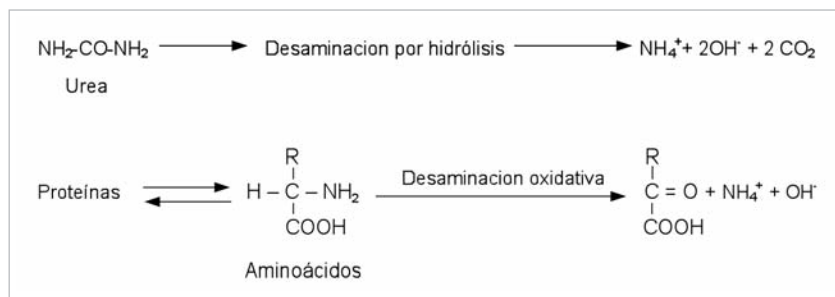


Figura 5. Reacciones de formación de nitrógeno amoniacal en lixiviados a partir de la descomposición de R.S.U. en vertedero



cuentra en el lixiviado proviene del nitrógeno orgánico contenido en los R.S.U., por ejemplo, de las ureas, proteínas o aminoácidos, así como el asimilado en diferentes compuestos orgánicos derivados de la descomposición de la basura. El ambiente anaerobio del vertedero favorece la transformación de estos compuestos en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), el cual se solubiliza junto a compuestos orgánicos en las aguas de percolación y debe ser eliminado en la planta de tratamiento. La planta depuradora de Meruelo se diseñó para tratar un valor de nitrógeno amoniacal de 2.000 mg/L en el lixiviado de entrada.

Si bien parte de este nitrógeno es asimilado por las bacterias como nutriente necesario en su metabolismo, las elevadas concentraciones de nitrógeno en la entrada

exigen el diseño de etapas específicas de eliminación de nitrógeno, como el proceso de nitrificación / desnitrificación. Éste tiene lugar en varias fases (Figura 5). En una primera fase, las bacterias *nitrosomas* transforman el nitrógeno amoniacal en nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) en presencia de oxígeno disuelto. Otro grupo de bacterias autótrofas, las *nitrobacter*, continúan la oxidación transformando los nitritos en nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), siendo necesario también un ambiente aerobio (Figura 6). El vertido de aguas con un elevado contenido en nitratos puede generar igualmente fenómenos de eutrofización, por lo que se suelen aplicar estrictos límites de vertido a este parámetro. Ello obliga a transformar el nitrógeno en forma de nitratos en nitrógeno gas mediante el proceso de desnitrificación, el cual es desa-



Figura 6. Reactor de nitrificación aeróbica

rollado por bacterias heterótrofas en ambiente anóxico, es decir, donde no existe oxígeno disuelto sino combinado en otras moléculas. Así, las bacterias desnitrificantes utilizan las moléculas de  $\text{NO}_3^-$  como aceptores de electrones, reduciendo estos compues-

# oxital

[www.oxital.com](http://www.oxital.com)

**oxital**  
Tratamiento y depuración de aguas

**oxital**  
Ingeniería e Infraestructuras

**oxital**  
Gestión de Residuos

**oxital**  
Gestión del Agua

**oxital**  
Laboratorio

**oxital**  
Desinfección e higiene ambiental



tos a  $N_2$  gas, totalmente inocuo y que se va a la atmósfera con los gases de salida.

La necesidad de combinar distintos procesos aerobios y anóxicos implica la separación del tratamiento en distintos reactores, facilitando el control de las con-

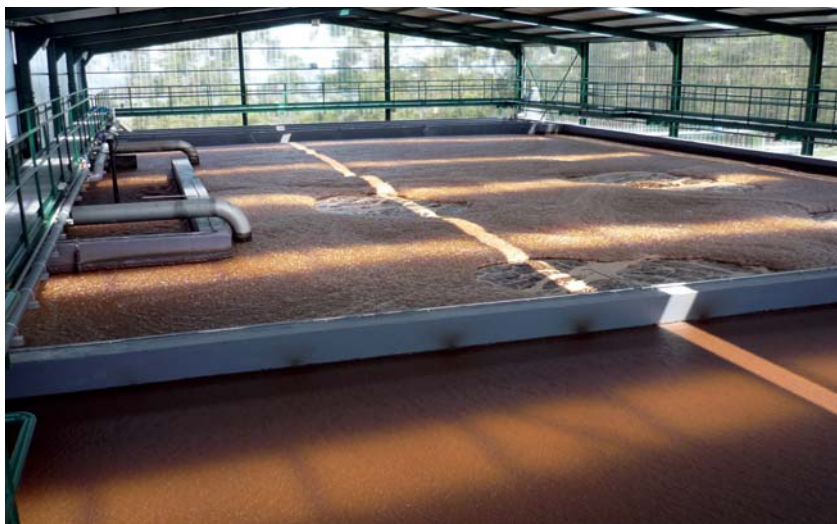


Figura 7. Aspecto de la biología en la planta de tratamiento de lixiviados de Meruelo.

diciones de operación de las distintas reacciones metabólicas. Además, las bacterias desnitrificantes requieren materia orgánica de elevada biodegradabilidad para activar sus procesos metabólicos de desnitrificación. Por ello, y para aprovechar la fracción de  $DBO_5$  presente en el lixiviado, se antepone el reactor de desnitrificación a los reactores

aerobios, recirculando los nitratos desde los reactores de nitrificación.

De este modo, la depuradora de lixiviados de Meruelo cuenta con un reactor de desnitrificación antepuesto, dos reactores de nitrificación y un reactor de post-desnitrificación (Figura 7). Este último reactor es una mejora introducida en el diseño, adelantándose a una posible exigencia en el futuro de un mayor control de nitratos en el vertido. Este reactor es facultativo pudiendo funcionar en condiciones de anoxia o aeróbicas en función de las necesidades de operación.

El recreado del depósito existente y su compartimentación fue realizado en obra civil por OXITAL de acuerdo al diseño de WEHRLE, previéndose además un volumen para su utilización como

trampa de espumas y dos depósitos auxiliares para almacenar agua de servicios y agua depurada, respectivamente.

## TRATAMIENTO BIOLÓGICO

El lixiviado se bombea, por tanto, desde el depósito de alimentación al reactor de desnitrificación, pasando a través de unos filtros policía de 400 mm. En este reactor se ha previsto la dosificación de metanol, como fuente de carbono externa fácilmente biodegradable para potenciar las reacciones de desnitrificación, ya que la relación  $DBO_5/DQO$  en los lixiviados de vertedero se muestra insuficiente para hacer frente a las elevadas concentraciones de nitrógeno presentes en el lixiviado. Para la dosificación del metanol se suministró un depósito enterrado de doble pared, con todos los sistemas de seguridad necesarios para su operación (Figura 8).

El lixiviado, ya mezclado con el lodo biológico, pasa después de un tiempo de residencia definido en el reactor de desnitrificación a la fase aerobia, compuesta por dos reactores de nitrificación en serie, donde se llevan a cabo las reacciones aeróbicas de nitrificación y degradación de materia orgánica o  $DQO$ . Para la aireación de estos reactores se instaló un sistema de eyectores de alta eficacia (Figura 9), donde tiene lugar la mezcla entre el lodo – bombeado por las bombas denominadas eyectoras – y el aire – aportado por un grupo de soplantes (Figura 10). Se consigue así un tamaño de burbuja muy reducido, facilitando la solubilidad del oxígeno en el medio. Este sistema supone además, respecto a los sistemas de difusores de membrana, una re-



Figura 8. Instalación del depósito de metanol soterrado.



Figura 9. Sistema de eyectores en el reactor de nitrificación.

ducción del consumo energético y, al no poseer partes móviles, está libre de mantenimiento.

Desde los reactores de nitrificación se recircula parte del lodo rico en nitratos al reactor de desnitrificación, donde las bacterias hete-

rótrofas los reducen a nitrógeno gas. El rendimiento de la desnitrificación está, por tanto, ligado al volumen de lodo recirculado cuando el reactor de desnitrificación se antepone a los de nitrificación para aprovechar la materia biodegrada-

ble contenida en el lixiviado. El diseño así realizado de la planta de Meruelo permite alcanzar los parámetros de vertido en cuanto a contenido en nitratos. Sin embargo, y en previsión de futuras exigencias más estrictas en la concentración de salida de este parámetro, se previó un volumen de reacción adicional de post-desnitrificación, de funcionamiento facultativo, que puede funcionar tanto en condiciones aerobias como en anóxicas. Este reactor cuenta asimismo con una dosificación de fuente de carbono externa (metanol) para promover el metabolismo de las bacterias desnitrificantes.

## ULTRAFILTRACIÓN

A diferencia de los procesos convencionales de lodos activos, en el proceso BIOMEMBRAT® la



## TECNOLOGIA BIOMEMBRAT® Tratamiento BRM de Lixiviados



### Planta Tratamiento Lixiviados Meruelo (Cantabria)

- ❑ Aguas residuales de alta carga
- ❑ Reutilización de aguas
- ❑ Digestión anaerobia
- ❑ Osmosis Inversa / Nanofiltración
- ❑ Más de 160 referencias

**WEHRLE Medioambiente S.L**  
C/ Belice 1- 3º C  
E- 33212 Gijón (Asturias)  
Tel.: +34 985 308 571  
www.wehrle.es  
info@wehrle.es





Figura 10. Sala de soplantes en la depuradora de lixiviados de Meruelo

separación de la biomasa del agua tratada se lleva a cabo mediante una unidad de ultrafiltración con membranas externas tubula-

res. Desde el reactor de post-desnitrificación se bombea el lodo a las calles de ultrafiltración. Cada calle cuenta con su propia bomba de circulación que impulsa el lodo a los módulos de membranas tubulares. Estas bombas garantizan una velocidad mínima de circulación en el interior de las membranas, promoviendo elevada turbulencia que elimina la deposición de lodo sobre la membrana y los fenómenos de concentración por polarización. El bombeo proporciona además un gradiente de

presión suficiente para que el agua tratada permee a través de la membrana. Todo ello proporciona una elevada filtrabilidad a la unidad de ultrafiltración y permite trabajar a una elevada concentración de sólidos en suspensión en la biología.

La ultrafiltración tiene un diseño de carácter modular, diferenciada en cuatro calles o "loops" de funcionamiento independiente, lo que le permite adaptarse a la variación del caudal hidráulico de tratamiento, en función de la época del año (Figura 11). Se incluye la instalación de un circuito de lavado CIP que permite la limpieza de una de las calles, mientras el resto están en operación. Las distintas secuencias de funcionamiento están totalmente automatizadas.

El permeado de UF o agua tratada se recoge en un tanque de permeado desde donde se bombea al depósito de agua depurada. Para la verificación del correcto funcionamiento de la depuradora este tanque está provisto de una medida continua de amonio y nitratos en el efluente de salida.



Figura 11. Unidad de ultrafiltración de membranas externas

## INSTALACIONES AUXILIARES

Además de la dosificación de metanol, la planta cuenta con estaciones dosificadoras de ácido fosfórico y antiespumante. El primero es un nutriente necesario para el metabolismo bacteriano y puede dosificarse en caso de deficiencia de fósforo en el lixiviado de entrada. Por otro lado, y en previsión de formación de espumas en la biología, se incluyeron cinco estaciones individuales de dosificación de antiespumante. A tal efecto, existe también una trampa de espumas donde se recoge el exceso de ésta formada



en la biología y se devuelve mediante bombeo nuevamente a los reactores biológicos.

Por otro lado, una unidad de refrigeración controla la temperatura de la biología. Debido al carácter exotérmico de los procesos metabólicos de eliminación de contaminantes y a la transmisión de calor de los equipos en funcionamiento, la temperatura de la biología tiende a ascender durante la operación. Debido a ello es necesaria la instalación de un sistema de refri-

geración que evacue parte del calor generado. Esta unidad consta en Meruelo de una torre de refrigeración semi- evaporativa y un intercambiador de placas, con sus correspondientes bombeos en cada circuito y funcionamiento enclavado con los sensores de temperatura en la biología.

## CONTROL Y VISUALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

El control de la instalación se



Figura 12. Sala de control y armarios eléctricos

realiza desde el sistema de control situado en la sala de armarios eléctricos (Figura 12). La planta está equipada con un PC y software de visualización y control del proceso. Con este sistema de control, se visualiza el funcionamiento de la instalación, pudiendo llevarse a cabo el manejo de forma manual o automática. Los valores medidos en la instrumentación se archivan y se pueden visualizar en color en forma de curvas o diagramas.

La planta de tratamiento de Meruelo lleva en funcionamiento desde abril de 2011, depurando con éxito todo el lixiviado generado y cumpliendo todos los parámetros exigidos en el vertido.

Con el suministro de esta instalación WEHRLE UMWELT suma esta planta a las ya existentes en los principales vertederos de la cornisa cantábrica, como son Artigas en Vizcaya y Cogersa en Asturias y amplía su extensa lista de plantas de tratamiento de lixivios de R.S.U [3].



Figura 13. Aspecto de diferentes equipos de la depuradora de lixivios en Meruelo

## REFERENCIAS

- [1] Página web de MARE, Medio Ambiente, Agua, Residuos y Energía de Cantabria, [www.mare.es](http://www.mare.es), dato del año 2009
- [2] Página web de OXITAL, [www.oxital.com](http://www.oxital.com)
- [3] Página web de WEHRLE UMWELT GmbH, [www.wehrle-umwelt.com](http://www.wehrle-umwelt.com)