

Plan de Lección

SIMULADOR

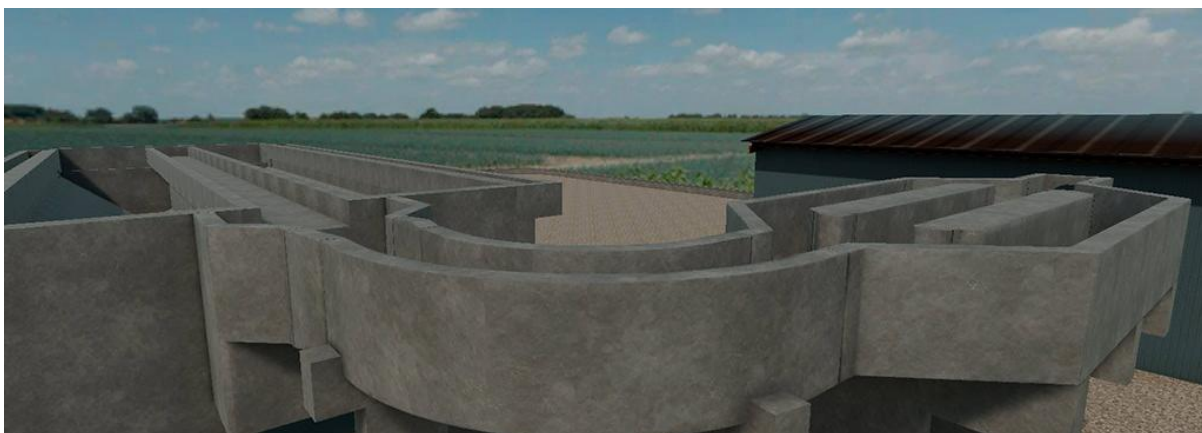
Depuradora de Aguas



Contenido Plan de Lección:

Contenido Plan de Lección:	2
1. Ficha Técnica – Depuradora de Aguas.....	3
2. Objetivos de la Lección.....	5
3. Actividades Complementarias.....	6
3.1. Diagnóstico y Soluciones en una EDAR.....	6
3.2. Equipos de Protección Individual y Riesgos en una EDAR	8
3.3. Plan de Mantenimiento para un Decantador Secundario	9
4. Soluciones a las Actividades Complementarias	10
4.1. Diagnóstico y Soluciones en una EDAR.....	10
4.2. Equipos de Protección Individual y Riesgos en una EDAR	11
4.3. Plan de Mantenimiento para un Decantador Secundario	13
5. Para Debatir	15

1. Ficha Técnica – Depuradora de Aguas



Nombre del simulador	Depuradora de Aguas
Actividades de la lección	<p>Visita Virtual a una EDAR</p> <p>Mantenimiento de la Bomba de Entrada</p> <p>Quiz</p>
Duración aproximada	120 min
Áreas de estudio	<p>Tratamiento de Aguas Residuales, Sostenibilidad y Gestión Eficiente del Agua, Prevención de Riesgos Laborales</p>
Temas cubiertos	<p>Funcionamiento y Componentes de EDAR ·</p> <p>Configuraciones biológicas en tratamiento secundario ·</p> <p>Técnicas de desinfección y calidad del agua ·</p> <p>Protocolos de mantenimiento preventivo ·</p> <p>Optimización del uso del agua y valorización energética</p>

Tras completar las lecciones del **curso introductorio al simulador** en **Campus Innovae** y practicar con él, el docente estará listo para presentarlo a sus alumnos e incorporarlo en su práctica docente, aprovechando la realidad virtual como una herramienta para mejorar el compromiso de los estudiantes y potenciar la retención del conocimiento.

Este documento complementa la **lección 5** del curso, ofreciendo actividades de refuerzo pensadas para que los alumnos profundicen en los contenidos del simulador. Además, se promueve el análisis crítico invitando a los alumnos a debatir sobre los **beneficios y limitaciones de las diferentes tecnologías aplicadas** en las estaciones depuradoras de aguas residuales, su **impacto económico, social y ambiental**, y al papel de estas instalaciones en la sostenibilidad y la economía circular.



2. Objetivos de la Lección

A lo largo de esta lección se espera que los alumnos adquieran la capacidad de **comprender de forma integrada el funcionamiento de una estación depuradora de aguas residuales** (EDAR), identificando sus principales procesos, instalaciones y equipos, así como los riesgos asociados a su operación. Esto incluye el reconocimiento de las fases de tratamiento, la gestión de lodos y gases, y la aplicación de medidas de seguridad en el trabajo.

Al finalizar la sesión, los participantes serán capaces de **describir los procesos de depuración y reutilización del agua, aplicar procedimientos básicos de mantenimiento** en equipos electromecánicos y **valorar las implicaciones ambientales, energéticas y sociales** de la gestión del agua.

El objetivo principal es que los estudiantes desarrollen competencias técnicas y críticas para desenvolverse en entornos de trabajo reales, comprendiendo el papel de la EDAR tanto en la protección ambiental como en la economía circular y la sostenibilidad.

Antes de empezar con el simulador, es recomendable que los estudiantes dispongan de conocimientos previos básicos en biología, química y física aplicadas al ciclo del agua, de forma que puedan aprovechar al máximo la experiencia inmersiva.

3. Actividades Complementarias

A continuación, se presenta una serie de actividades complementarias que puede enriquecer la práctica durante la sesión. Estas actividades se pueden realizar una vez finalizada la práctica con el simulador o mientras los participantes esperan su turno.

3.1. Diagnóstico y Soluciones en una EDAR

A continuación, se presentarán tres situaciones problemáticas que pueden aparecer en una EDAR. Tu objetivo será **analizar los problemas operativos, identificar sus posibles causas y proponer soluciones técnicas** para minimizar su impacto en los parámetros de depuración. Para ello, deberás completar la siguiente tabla:

Situación	Posibles causas	Acción correctiva
El decantador primario muestra acumulación de grasas y sólidos flotantes en superficie. El agua que pasa al siguiente tratamiento aparece turbia y con partículas en suspensión.	<ul style="list-style-type: none"> • Mal funcionamiento del sistema de desarenado y desengrasado previo. • Exceso de caudal que supera la capacidad de sedimentación. • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el funcionamiento del canal de desengrasado y retirar acumulaciones. • Regular el caudal de entrada para mantener condiciones óptimas de sedimentación. • ...
En los reactores biológicos, el fango activado pierde capacidad de sedimentación y aparece espuma persistente en la superficie. El decantador secundario no		

<p>consigue clarificar adecuadamente el agua.</p>		
<p>En el tratamiento terciario, el sistema de lámparas UV no logra reducir la carga microbiológica del agua a los valores exigidos. Los análisis muestran coliformes por encima del límite legal.</p>		

3.2. Equipos de Protección Individual y Riesgos en una EDAR

Los trabajadores de una estación depuradora de aguas residuales están expuestos a diversos riesgos derivados de la naturaleza del agua residual, de los procesos de tratamiento y de la operación de los equipos. Para garantizar la seguridad, es fundamental conocer los equipos de protección individual (EPI) adecuados y su correcta aplicación.

Completa la siguiente tabla indicando: el **tipo de EPI utilizado**, el **riesgo** frente al que protege y un **ejemplo de situación** concreta en la que lo emplearías.

A continuación, **enumera los principales riesgos biológicos y químicos** que pueden afectar a los trabajadores de una EDAR.

EPI	Riesgo	Ejemplo de uso
Casco de seguridad	Golpes por objetos en altura, caídas de herramientas, golpes en zonas estrechas	Inspección de zonas de mantenimiento donde hay estructuras metálicas o grúas en funcionamiento.
Gafas de protección	Proyección de partículas sólidas, salpicaduras químicas o biológicas	Limpieza de filtros o manipulación de productos químicos en el tratamiento terciario.
Mascarilla con filtro	Inhalación de gases (H ₂ S, NH ₃ , metano), vapores químicos y aerosoles biológicos	Entrada en la zona de bombeo con riesgo de acumulación de gases.
Guantes resistentes impermeables	Contacto con contaminantes biológicos y químicos, cortes y abrasiones	Manipulación de lodos o mantenimiento de bombas.
Ropa de trabajo impermeable	Contacto prolongado con aguas residuales o lodos	Intervenciones en canales de desbaste o desarenado.

Calzado de seguridad	Impactos de objetos pesados, resbalones y perforaciones	Recorridos por zonas húmedas o trabajos en talleres de mantenimiento.
Protección auditiva (orejeras o tapones)	Exposición a ruidos elevados (bombas, soplantes, compresores)	Trabajo prolongado en sala de soplantes o compresores.
Chaleco reflectante	Atropellos o colisiones con maquinaria móvil, visibilidad en zonas de tráfico interno	Trabajos en el exterior de la planta, especialmente de noche o con vehículos en circulación.
Arnés de seguridad con línea de vida	Caídas a distinto nivel en trabajos en altura o espacios confinados	Descenso a un pozo de bombeo o trabajos en pasarelas elevadas.
Pantalla facial completa	Salpicaduras intensas de productos químicos corrosivos o limpieza presión	Verificación de atmósfera antes de acceder a un espacio confinado.

3.3. Plan de Mantenimiento para un Decantador Secundario

Imagina que formas parte del equipo de operación de una EDAR y debes elaborar un plan básico de mantenimiento preventivo para un decantador secundario.

Para ello:

1. Señala **tres acciones de mantenimiento necesarias** para asegurar el funcionamiento del decantador
2. Indica **dos prácticas inadecuadas** que podrían generar problemas en la calidad del efluente o en la estabilidad del proceso.
3. Explica **por qué el mantenimiento del decantador secundario es clave** para la eficacia del tratamiento biológico y para evitar vertidos con exceso de sólidos.

4. Soluciones a las Actividades Complementarias

A continuación, se ofrece una guía con posibles respuestas a las cuestiones planteadas en las actividades complementarias:

4.1. Diagnóstico y Soluciones en una EDAR

La tabla siguiente identifica para cada situación propuesta, las posibles causas técnicas o de proceso y la acción correctiva o preventiva más adecuada.

Situación	Posibles causas	Acción correctiva
El decantador primario muestra acumulación de grasas y sólidos flotantes en superficie. El agua que pasa al siguiente tratamiento aparece turbia y con partículas en suspensión.	<ul style="list-style-type: none"> Mal funcionamiento del sistema de desarenado y desengrasado previo. Exceso de caudal que supera la capacidad de sedimentación. Deficiencia en el raspador o puente móvil que retira los sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar el funcionamiento del canal de desengrasado y retirar acumulaciones. Regular el caudal de entrada para mantener condiciones óptimas de sedimentación. Realizar mantenimiento del raspador mecánico.
En los reactores biológicos, el fango activado pierde capacidad de sedimentación y aparece espuma persistente en la superficie. El decantador secundario no consigue clarificar adecuadamente el agua.	<ul style="list-style-type: none"> Exceso de carga orgánica que provoca un desequilibrio en la biomasa. Tiempo de retención inadecuado que favorece el crecimiento de microorganismos filamentosos. Aireación insuficiente o excesiva que altera la actividad biológica. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar la recirculación de fangos y la tasa de purga para equilibrar la biomasa. Revisar los parámetros de aireación (oxígeno disuelto) y corregirlos. Controlar la carga orgánica de entrada,

		desviando caudales puntuales si es necesario.
En el tratamiento terciario, el sistema de lámparas UV no logra reducir la carga microbiológica del agua a los valores exigidos. Los análisis muestran coliformes por encima del límite legal.	<ul style="list-style-type: none"> • Suciedad en las mangas de cuarzo que recubren las lámparas. • Vida útil de las lámparas agotada o potencia insuficiente. • Exceso de turbidez en el agua de entrada que reduce la penetración de la radiación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar o sustituir las mangas de cuarzo. • Sustituir lámparas defectuosas o fuera de vida útil. • Verificar y mejorar el proceso de filtración previo para reducir la turbidez.

4.2. Equipos de Protección Individual y Riesgos en una EDAR

La siguiente tabla relaciona cada EPI con el riesgo frente al que protege y un ejemplo de uso concreto en la planta.

EPI	Riesgo	Ejemplo de uso
Casco de seguridad	Golpes por objetos en altura, caídas de herramientas, golpes en zonas estrechas	Inspección de zonas de mantenimiento donde hay estructuras metálicas o grúas en funcionamiento.
Gafas de protección	Proyección de partículas sólidas, salpicaduras químicas o biológicas	Limpieza de filtros o manipulación de productos químicos en el tratamiento terciario.
Mascarilla con filtro	Inhalación de gases (H ₂ S, NH ₃ , metano), vapores químicos y aerosoles biológicos	Entrada en la zona de bombeo con riesgo de acumulación de gases.
Guantes resistentes impermeables	Contacto con contaminantes biológicos y	Manipulación de lodos o mantenimiento de bombas.

	químicos, cortes y abrasiones	
Ropa de trabajo impermeable	Contacto prolongado con aguas residuales o lodos	Intervenciones en canales de desbaste o desarenado.
Calzado de seguridad	Impactos de objetos pesados, resbalones y perforaciones	Recorridos por zonas húmedas o trabajos en talleres de mantenimiento.
Protección auditiva (orejeras o tapones)	Exposición a ruidos elevados (bombas, soplantes, compresores)	Trabajo prolongado en sala de soplantes o compresores.
Chaleco reflectante	Atropellos o colisiones con maquinaria móvil, visibilidad en zonas de tráfico interno	Trabajos en el exterior de la planta, especialmente de noche o con vehículos en circulación.
Arnés de seguridad con línea de vida	Caídas a distinto nivel en trabajos en altura o espacios confinados	Descenso a un pozo de bombeo o trabajos en pasarelas elevadas.
Pantalla facial completa	Salpicaduras intensas de productos químicos corrosivos o limpieza presión	Verificación de atmósfera antes de acceder a un espacio confinado.

Respecto a los **riesgos biológicos** que afectan a los trabajadores de una EDAR se pueden mencionar: bacterias (E. coli, Salmonella), virus (enterovirus, adenovirus) y parásitos (Giardia, Cryptosporidium). Dentro de los **riesgos químicos** están los gases (sulfuro de hidrógeno, metano, amoníaco), los productos de desinfección (cloro), y la exposición a metales pesados.

4.3. Plan de Mantenimiento para un Decantador Secundario

Acciones correctas de mantenimiento.

- **Inspeccionar regularmente las rasquetas, engranajes y sistema de tracción.** Una rasqueta en mal estado puede provocar acumulación de sólidos y pérdida de eficiencia en la decantación. Esto incluye: la revisión del estado de las rasquetas (superficiales y de fondo) que retiran sólidos y espumas, la comprobación de la alineación, lubricación y desgaste de engranajes y cadenas o asegurarse de que el par de arrastre sea el adecuado y no existan bloqueos o atascos.
- **Limpieza periódica de grasas, espumas y sólidos flotantes.** Una limpieza correcta reduce el riesgo de arrastre de sólidos y mejora la calidad del efluente clarificado. Se deberán: retirar acumulaciones en la superficie mediante los sistemas de skimming o manualmente de ser necesario y mantener limpios los vertederos periféricos y canales de salida para evitar obstrucciones y reboses.
- **Comprobación del funcionamiento de bombas de purga de fangos y válvulas asociadas.** Una purga insuficiente genera acumulación de fangos en el decantador, mientras que una excesiva provoca pérdida de biomasa útil. Por ello es importante: Verificar que las bombas de extracción de fangos trabajan dentro de su caudal nominal, revisar tuberías y válvulas para detectar fugas o incrustaciones y ajustar la frecuencia de purga según la concentración de sólidos y las condiciones del reactor biológico.

Prácticas inadecuadas en el mantenimiento del decantador secundario.

- **Permitir acumulación de sólidos y espumas sin retirada periódica**

Podría provocar **arrastres al efluente, obstrucción de canales de salida** y un **aumento de la DBO** (demanda biológica de oxígeno) y **SST** (sólidos en suspensión totales) en el agua tratada. Además, la acumulación de espumas también favorece la **proliferación de microorganismos** indeseables como bacterias filamentosas.

- **Ignorar ruidos, vibraciones o sobrecargas en el sistema de tracción**

Los ruidos metálicos o vibraciones anómalas **son señales de desgaste en engranajes, cojinetes o ejes**. No atender estos avisos **podría derivar en la rotura de la rasqueta o el colapso del puente giratorio**, con el consiguiente paro no programado y alto coste de reparación.

Influencia del mantenimiento del decantador secundario en la eficacia del tratamiento biológico y en la cantidad de sólidos vertidos.

El **decantador secundario** es un punto crítico en el proceso biológico, ya que asegura la separación entre biomasa activa y el agua clarificada. Un mantenimiento deficiente puede derivar en efluentes con exceso de sólidos, pérdida de biomasa útil, aumento de la carga orgánica en el vertido y riesgo de incumplimiento de la normativa ambiental.

5. Para Debatir

Antes de concluir la sesión, se puede abrir un espacio para el **debate y la reflexión**, invitando al alumnado a adoptar diferentes puntos de vista y argumentar sus posiciones en torno a la gestión y modernización de una EDAR. El objetivo es que los estudiantes **analicen críticamente los beneficios y limitaciones de las distintas estrategias** de operación, desarrollen competencias en la argumentación técnica y aprendan a valorar la **toma de decisiones en función de criterios económicos, ambientales y sociales**.

En el debate se reflexionará sobre un reto que afecta a todas las estaciones depuradoras de aguas residuales modernas: la **inversión en tecnologías más avanzadas y costosas** para mejorar la calidad del agua regenerada, reducir emisiones y aprovechar recursos como energía y nutrientes.

Imaginemos dos posibles escenarios:

a) Una **EDAR convencional** que cumple con la normativa de vertido al mínimo coste. Sus procesos son estables, pero el agua tratada solo puede usarse en riego de zonas verdes o a vertido controlado al río, y el aprovechamiento energético de los lodos es muy limitado.

b) Una **EDAR de última generación** equipada con sistemas de membranas, ozono y desinfección ultravioleta, además de digestores modernos para generar biogás y fertilizantes. Esta planta ofrece agua de máxima calidad, apta incluso para el riego agrícola intensivo, y produce energía renovable. Sin embargo, la inversión inicial es muy alta y su consumo energético también es mayor.

¿Qué opción es **más beneficiosa para la comunidad** si tenemos en cuenta la calidad del agua regenerada, los costes económicos y el impacto ambiental?

Este debate permite explorar distintos puntos de vista:

-
- El de los **gestores municipales** que deben justificar presupuestos y tomar decisiones sobre inversión.
 - El de la **ciudadanía**, que asume el coste de la tarifa del agua.

- El de los **agricultores o industrias**, que podrían beneficiarse de disponer de agua regenerada de mayor calidad
 - Y también el del **medio ambiente**, que sufre las consecuencias de una gestión inadecuada.
-

Se invita al alumnado a analizar los argumentos a favor y en contra del uso de tecnologías convencionales o avanzadas, considerando cómo cada una de estas perspectivas influye en la toma de decisiones. A continuación, se presentan posibles razonamientos que podrían sostenerse en el debate.

Argumentos a favor de tecnología convencional:

La principal ventaja de optar por una EDAR convencional es que requiere una **inversión inicial más baja**, lo que se traduce en una menor presión fiscal sobre los presupuestos públicos y en un menor riesgo político, al no ser necesario incrementar de forma significativa las tarifas de agua. Para la ciudadanía, esto supone mantener un servicio esencial a un coste estable y accesible.

Además, las plantas convencionales cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la normativa, lo que garantiza una **protección ambiental suficiente**, transmitiendo confianza a la población.

Desde el punto de vista operativo, los procesos son más simples, lo que implica que los trabajadores de la planta **requieren una formación técnica menos especializada**. Esto también reduce el **riesgo de averías importantes** y disminuye la dependencia de repuestos costosos o de tecnologías muy específicas, lo que facilita el mantenimiento rutinario y abarata la gestión a largo plazo.

Argumentos a favor de tecnología avanzada:

Desde la perspectiva del **gestor municipal**, la adopción de tecnologías avanzadas proyecta una **imagen de modernización y sostenibilidad** que refuerza el prestigio del municipio. Además, esta apuesta innovadora puede facilitar el acceso a **fondos**

europesos y subvenciones destinadas a proyectos de economía verde, al mismo tiempo que actúa como medida preventiva frente a posibles sanciones derivadas de futuras normativas más exigentes en materia de calidad de agua o reducción de emisiones.

Para la **ciudadanía**, la implementación de procesos de última generación garantiza la obtención de un agua regenerada de mayor calidad, lo que repercute directamente en la **protección del entorno** y en la **salud pública**. Asimismo, estas tecnologías permiten incrementar la **resiliencia frente a periodos de sequía**, ya que ponen a disposición de la comunidad un mayor volumen de agua reutilizable para distintos fines. Por otra parte, la inversión en sistemas modernos no solo supone una mejora ambiental, sino que también puede generar **beneficios indirectos en términos de empleo y desarrollo local**, al impulsar la demanda de perfiles técnicos cualificados y de servicios especializados en mantenimiento y operación de nuevas tecnologías.

Para el **sector productivo**, la implantación de sistemas con tecnología avanzada garantiza una **agua depurada de calidad suficiente** para cultivos de alto valor y para riego agrícola intensivo, reduciendo la dependencia de fuentes externas en periodos de escasez hídrica. Además, el aprovechamiento de nutrientes presentes en los lodos contribuye a **reducir el gasto en fertilizantes**, lo que supone un beneficio económico directo para agricultores e industrias.

Desde el punto de vista operativo, estas tecnologías permiten una **mayor eficiencia en la gestión de la planta**, impulsan la **profesionalización del sector** y generan mejores condiciones laborales, ya que reducen el contacto directo de los trabajadores con contaminantes gracias a procesos más automatizados.

En cuanto al **medio ambiente**, la adopción de tecnologías avanzadas implica una **menor afectación a ecosistemas sensibles**, así como una **reducción de la huella ambiental** derivada de la valorización del biogás y de los nutrientes. Todo ello contribuye de forma significativa a alcanzar los objetivos globales de sostenibilidad, reforzando el papel de las EDAR como infraestructuras clave en la transición ecológica.