



Universidad  
Internacional  
de Andalucía

## TÍTULO

**PROPUESTA PARA PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DEL MÓDULO PROFESIONAL “TRATAMIENTO DE AGUAS”, DE LA UNIDAD DE TRABAJO “DEPURACIÓN DE AGUAS EFLUENTES” QUE PERTENECE AL CICLO DE GRADO MEDIO TÉCNICO EN PLANTA QUÍMICA**

## AUTORA

**Selene Fernández Conchilla**

|                 |   |
|-----------------|---|
|                 | <b>Esta edición electrónica ha sido realizada en 2024</b>   |
| Tutora          | Dra. D <sup>a</sup> . Milagros Huerta Gómez de Merodio  |
| Institución     | Universidad Internacional de Andalucía<br><i>Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Especialidad: Tecnología y Procesos Industriales (2022/23)</i> |
| Curso           | Selene Fernández Conchilla  |
| ©               | De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía   |
| ©               |   |
| Fecha documento | 2023  |



Universidad  
Internacional  
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas  
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>

# TRABAJO FIN DE MASTER

*Propuesta para programación didáctica del módulo profesional “Tratamiento de aguas”, de la unidad de trabajo “Depuración de aguas efluentes” que pertenece al ciclo de grado medio Técnico en Planta Química.*

**Alumno:** Selene Fernández Conchilla.

**Especialidad:** Tecnología y Procesos Industriales.

**Curso:** 2022/2023

**Tutor/a académico:** Milagros Huerta Gómez de Merodio

*Máster universitario en profesorado de enseñanza secundaria obligatoria, bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas (MAES).*

# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. JUSTIFICACIÓN.</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DEL MÓDULO TRATAMIENTO DE AGUAS.</b>                           | <b>1</b>  |
| <b>2.1. Encuadre del módulo.</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2.2. Contexto.</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2.3. Relación del módulo con otros módulos.</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2.4. Objetivos.</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.5. Contenidos.</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.6. Competencias.</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2.7. Metodología.</b>  | <b>8</b>  |
| 2.7.1. Principios metodológicos.  | 8         |
| 2.7.2. Orientaciones pedagógicas y metodológicas.   | 8         |
| 2.7.3. Líneas de actuación.   | 9         |
| <b>2.8. Materiales y recursos.</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2.9. Evaluación.</b>   | <b>14</b> |
| 2.9.1. Estrategias de evaluación.   | 14        |
| 2.9.2. Instrumentos de evaluación.  | 15        |
| 2.9.3. Calificación.  | 17        |
| <b>3. PROPUESTA DE DISEÑO DE LA UNIDAD DE TRABAJO DE 9 “DEPURACIÓN DE AGUAS EFLUENTES”.</b> | <b>18</b> |
| <b>3.1. Temporización de la Unidad de Trabajo 9.</b>  | <b>18</b> |
| <b>3.2. Objetivos y competencias.</b>   | <b>18</b> |
| <b>3.3. Contenidos.</b>   | <b>21</b> |
| <b>3.4. Metodología.</b>  | <b>22</b> |
| 3.4.1. Principios metodológicos.  | 22        |
| 3.4.2. Líneas de actuación.   | 23        |
| 3.4.3. Equipos y espacios.  | 25        |

**Trabajo Fin de Máster.**

Master Universitario en profesorado de enseñanza secundaria obligatoria,  
formación profesional y enseñanza de idiomas (MAES).

|   |           |
|---|-----------|
| 3.4.4. Actividades.                             | 26        |
| <b>3.5. Evaluación.</b>                         | <b>39</b> |
| 3.5.1. Estrategia de evaluación.                | 39        |
| 3.5.2. Instrumentos de evaluación.              | 40        |
| 3.5.3. Criterios de ponderación y calificación. | 41        |
| <b>3.6. Evaluación de la unidad.</b>            | <b>42</b> |
| <b>4. CONCLUSIONES.</b>                         | <b>42</b> |
| <b>Referencias bibliográficas</b>               | <b>43</b> |
| <b>Bibliografía</b>                             | <b>43</b> |
| <b>ANEXO I</b>                                  | <b>44</b> |

## 1. JUSTIFICACIÓN.

Hoy en día, el profesorado busca alternativas a los métodos tradicionales de enseñanza en el aula, lo que resulta en un aprendizaje diario inimaginable, lo cual es bastante diferente de las prácticas de enseñanza que conducen a aprendizajes significativos y de calidad (Santella, 2017). El concepto de aprendizaje significativo fue desarrollado por David Ausubel en la década de 1960. Este aprendizaje se basa en la adquisición de nuevos conocimientos con significado, comprensión y potencial de aplicación para explicar y resolver situaciones problema reales (Moreira, 2017). Un enfoque participativo facilita este aprendizaje significativo. Además, prefieren aprender a través de las competencias, habilidades y destrezas requeridas para el desarrollo profesional que del mencionado profesorado (Ridríquez, 2017).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el presente Trabajo de Fin de Máster tiene como objetivo realizar una propuesta de Programación Didáctica del Módulo de Formación Profesional “Tratamiento de aguas” del Ciclo de Grado Medio de Técnico en Planta Química y una unidad de trabajo de este módulo profesional incluyendo metodologías participativas y comunitaria para dicho Ciclo Formativo.

## 2. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DEL MÓDULO TRATAMIENTO DE AGUAS.

### 2.1. Encuadre del módulo.

Esta Propuesta de Programación Didáctica se encuadra dentro del módulo profesional de “Tratamientos de aguas” del título de “Técnico en Planta Química” de la Comunidad de Andalucía. Por tanto, se ha desarrollado teniendo en cuenta lo establecido en la legislación existente sobre dicho título:

- **Real Decreto 178/2008**, de 8 de febrero, por el que se establece el *título de Técnico en Planta Química y se fijan sus enseñanzas mínimas*.
- **ORDEN de 7 de julio de 2009**, por la que se desarrolla el *currículo correspondiente al título de Técnico en Planta Química*.

El módulo profesional de Tratamiento de aguas (código 0115), de acuerdo con el Real Decreto 178/2008, pertenece a la Familia Profesional de “Química”. La competencia general de título en el que se imparte dicho módulo *consiste en*

*“realizar operaciones básicas y de control en los procesos para la obtención y transformación de productos químicos, manteniendo operativos los sistemas, equipos y servicios auxiliares, controlando las variables del proceso para asegurar la calidad del producto, cumpliendo las normas de prevención de riesgos laborales, seguridad y ambientales (Real Decreto 178/2008)”.*

Tanto el entorno profesional como las ocupaciones y puestos de trabajo más relevantes para las personas que obtengan dicho título vienen establecidas en el Real Decreto 178/2008; *“En relación al entorno profesional, las personas con este perfil profesional ejercen su actividad en pequeñas, medianas o grandes empresas en la industria química, dentro del área de producción donde realizarán tareas de recepción, expedición, acondicionamiento, aprovisionamiento logístico, energía y servicios auxiliares”.*

Las ocupaciones y puestos de trabajo más relevantes y que se indican en el Real/Decreto 178/2008 son los siguientes: *“Operadores de plantas de procesamiento químico, operadores de plantas de trituración, y mezcla química, operadores de plantas de procesamiento termoquímico, operadores de plantas de separación y filtración química, operadores de plantas de destilación y reacción química, operadores de plantas de procesamiento de petróleo y gas, operadores de plantas de producción, gerentes de productos químicos, generación de energía Operadores jefes de planta y operadores auxiliares de planta química, operadores de planta de filtración, separación y tratamiento de agua, operadores de planta de producción de municiones y explosivos, operadores de planta de producción de fertilizantes, operadores de planta de tratamiento de agua y planta de cogeneración Personal de apoyo a las operaciones”.*

## 2.2. Contexto.

La propuesta de programación didáctica y la unidad de trabajo que se describen a continuación están destinadas al estudiantado del módulo de "tratamiento de agua" del segundo curso del ciclo de nivel medio "técnicos en planta química", utilizando como referencia el I.E.S. María Cabeza Arellano Martínez, que se encuentra en Mengíbar (Jaén). Este es el centro de educación pública enseña las siguientes enseñanzas: ESO; Bachiller y Formación profesional. Este centro está ubicado en

el área periférica de la ciudad y acoge a los estudiantes de las aldeas ubicadas alrededor del municipio. El alumnado se caracteriza por un nivel socioeconómico medio. Otro aspecto marcado es la creciente existencia de inmigrantes en esta área, traduciendo el aumento de estudiantes extranjeros en el Instituto.

Andalucía tiene una importante presencia de empresas en el sector químico y, por lo tanto, en esta área existe una importante demanda de técnicos especializados. El sector químico es un sector estratégico y uno de los principales motores de la economía española. El sector químico es un sector estratégico y uno de los principales motores de la economía española. Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), esta actividad representó en 2019 el 4,8% del PIB y generó más de 209.000 empleos directos y cerca de un millón de empleos indirectos.

El grado medio de técnico en planta química forma al estudiantado para trabajar en empresas del sector químico, como la manipulación química, la gestión del proceso de producción y la aplicación de estándares de calidad y seguridad. Además, después de realizar este título en Andalucía, puede ser especialmente beneficioso, ya que la región cuenta con una importante concentración de empresas químicas, lo que se traduce en una importante demanda de empleados cualificados en esta área.

La presente programación didáctica y la unidad de trabajo que se desarrolla posteriormente está dirigida al grupo de 2º que cursa el módulo de “Tratamiento de aguas”, del curso 2022/2023, que está formado por un total de 15 alumnos. Cabe mencionar que en este grupo no hay alumnado que requieran adaptaciones curriculares.

### 2.3. Relación del módulo con otros módulos.

El módulo de “Tratamiento de aguas” está relacionado con otros módulos de este mismo título. A continuación, se muestran aquellos con los que guarda relación teniendo en cuenta los contenidos descritos para cada uno de ellos en el Anexo II de la ORDEN 7 de Julio de 2009.

- **0109. Parámetros Químicos.**
- **0110. Operaciones unitarias en planta química.**

Tal y como establece la ORDEN 7 de Julio de 2009, el profesorado que imparta estos módulos, debe coordinarse con el que imparta el módulo “Tratamiento de aguas”, para evitar el solapamiento de contenidos.

#### 2.4. Objetivos.

De acuerdo con la ORDEN 7 de julio de 2009 y el Real Decreto 178/2008 de 8 de febrero citados anteriormente, la formación de este módulo profesional contribuye a alcanzar los objetivos generales de ciclo correspondientes a las letras a), b), c), d), e), f), g), h), i), l), m), y n).

#### 2.5. Contenidos.

Este módulo tiene una duración total de 126 horas lectivas, repartidas a lo largo de 23 semanas del segundo curso, en los trimestres 1 y 2, ya que en el tercer trimestre el alumnado va a realizar las prácticas. Se impartirán 6 horas semanales.

Los contenidos a impartir en este módulo vienen recogidos en el Anexo II de la ORDEN 7 de julio de 2009, citado anteriormente y se muestran en las Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4, repartidos en las 10 unidades de trabajo que componen los 4 bloques en los que se divide la programación didáctica.

- Bloque I: Suministro de agua en los procesos industriales.
- Bloque II: Control de parámetros en aguas afluentes y efluentes.
- Bloque III: Tratamientos de agua afluente.
- Bloque IV: Depuración de aguas efluentes.

*Tabla 1. Unidades y Contenidos del Bloque I "Suministro de agua en los procesos industriales"*

| UNIDADES DE TRABAJO Y TEMPORALIZACIÓN                          |   |
|--|---|
| UT1. El agua en el proceso industrial (8 h – Primer trimestre) |   |
| CONTENIDOS   | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ El agua: ciclo del agua.</li><li>▪ Consumo sostenible del agua.</li><li>▪ El agua en el proceso industrial. Usos industriales del agua.</li></ul> |

| <b>UNIDADES DE TRABAJO Y TEMPORALIZACIÓN</b>   |   |
|--|---|
| <b>UT2. Tipos de agua y sus requisitos en el proceso industrial (8 h – Primer trimestre)</b> |   |
| <b>CONTENIDOS</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipos de agua: Clasificación de los distintos recursos hídricos, según las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua.</li> <li>▪ Requisitos del agua según el proceso industrial: como materia prima y en los servicios auxiliares.</li> </ul>  |
| <b>UT3. Tecnologías asociadas al uso industrial del agua (12 h – Primer trimestre)</b>       |   |
| <b>CONTENIDOS</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tecnologías ligadas al uso industrial del agua. Problemas creados por su uso:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosión</li> <li>- Incrustaciones</li> <li>- Erosión</li> <li>- Proliferación biológica</li> <li>- Contaminación</li> </ul> </li> <li>▪ Almacenamiento del agua: ubicación en relación al proceso industrial y al entorno.</li> <li>▪ El agua y las distintas legislaciones.</li> </ul> |

*Tabla 2. Unidades y Contenidos del Bloque II "Control de parámetros en aguas afluentes y efluentes"*

| <b>UNIDADES DE TRABAJO Y TEMPORALIZACIÓN</b>   |  |
|--|--|
| <b>UT4. Parámetros, físico-químicos y microbiológicos del agua (10 h – Primer trimestre)</b> |  |
| <b>CONTENIDOS</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parámetros físicos, físico-químicos, químicos y microbiológicos del agua y unidades en que se expresan.</li> <li>▪ Impurezas y contaminantes más comunes del agua:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sólidos en suspensión y material coloidal.</li> <li>- Aceites y grasas.</li> <li>- Materia orgánica.</li> <li>- Metales pesados.</li> <li>- Compuestos aromáticos.</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>UT5. Instrumentos de medida del estado de un agua (13 h – Primer trimestre)</b>           |  |
| <b>CONTENIDOS</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instrumentos de medida del estado de un agua:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- pHmetro</li> <li>- Conductímetro</li> <li>- Turbidímetro</li> <li>- Oxímetro</li> <li>- Iones selectivos</li> <li>- DQO</li> <li>- DBO</li> <li>- COT</li> </ul> </li> </ul>   |

**UNIDADES DE TRABAJO Y TEMPORALIZACIÓN**

**UT6. Calidad y parámetros a controlar del agua en el proceso industrial (12 h – Primer trimestre)**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>CONTENIDOS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calidades y requerimientos del agua de calderas (consultando la ITC-MIE-AP1), para farmacopea, para industrias alimentarias.</li> <li>▪ Parámetros que hay que medir y controlar del agua de vertido industrial según la legislación vigente.</li> </ul> |
|-------------------|---|

*Tabla 3. Unidades y Contenidos del Bloque III "Tratamientos de agua afluyente"*

**UNIDADES DE TRABAJO Y TEMPORALIZACIÓN**

**UT7. Tratamiento del agua afluyente (15 h – Segundo trimestre)**

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>CONTENIDOS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tratamiento del agua afluyente:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Separación de sólidos en suspensión por tamaño de partícula: Filtración.</li> <li>- Separación de sólidos en suspensión por densidad: Decantación/flotación.</li> <li>- Separación de sólidos en dispersión coloidal: floculación.</li> <li>- Separación de iones disueltos: Desmineralización.</li> <li>- Separación de impurezas gaseosas.</li> <li>- Nanofiltración.</li> <li>- Ósmosis inversa y tratamientos combinados de ósmosis y resinas de intercambio.</li> <li>- Electrodesionización (EDI)</li> <li>- Otras separaciones y tratamientos: desodorización, cloración.</li> </ul> </li> </ul> |
|-------------------|---|

**UT8. Procedimientos de tratamiento del agua en procesos industriales (10 h – Segundo trimestre)**

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>CONTENIDOS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procedimientos de tratamiento de agua cruda para calderas, refrigeración y proceso.</li> <li>▪ Legislación y normativa aplicables a las aguas de entrada de los procesos industriales.</li> </ul> |
|-------------------|--|

Tabla 4. Unidades y Contenidos del Bloque IV "Depuración de aguas efluentes"

| UNIDADES DE TRABAJO Y TEMPORALIZACIÓN   |  |
|---|--|
| <b>UT9. Depuración del agua efluente (30 h – Segundo trimestre)</b>   |  |
| <b>CONTENIDOS</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proceso de depuración del agua efluente:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pretratamiento:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Filtración grosera</li> <li>○ Homogeneización</li> <li>○ Neutralización ácido-base</li> <li>○ Separación de aceites y afines</li> <li>○ Decantación de arenas y similares, para eliminar sólidos en suspensión</li> </ul> </li> <li>- Tratamientos primarios:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Floculación de sólidos en dispersión</li> <li>○ Decantación de sólidos en suspensión, para eliminar partículas coloidales</li> </ul> </li> <li>- Tratamientos secundarios anaerobios:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tratamiento biológico anaerobio</li> <li>○ Decantación 2ª, para eliminar materia orgánica</li> </ul> </li> <li>- Tratamientos terciarios:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Filtración</li> <li>○ Adsorción con carbón activo</li> <li>○ Oxidación con Ozono</li> </ul> </li> <li>- Tratamiento de Fangos:                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Espesamiento</li> <li>○ Estabilización</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| <b>UT10. Mantenimiento y control de funcionamiento de equipos de depuración de agua (8 h – Segundo trimestre)</b> |  |
| <b>CONTENIDOS</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenimiento y control de funcionamiento de equipos de depuración de agua:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de filtros</li> <li>- Regeneración de microorganismos.</li> </ul> </li> <li>▪ Legislación y normativa aplicables a las aguas de salida de los procesos industriales.</li> </ul>   |

### 2.6. Competencias.

De acuerdo con la ORDEN 7 de julio de 2009 y el Real Decreto 178/2008, citados anteriormente, la formación de este módulo profesional contribuye a alcanzar las siguientes competencias profesionales, personales y sociales correspondientes a las letras a), b), c), d), e), f), g), h), i), k), l), m), y n).

Según el Real Decreto 178/2008 de 8 de febrero, se establece que el módulo 0115 – Tratamiento de aguas, no se encuentra asociado a ninguna unidad de competencia.

## 2.7. Metodología.

### 2.7.1. Principios metodológicos.

En todo módulo de enseñanza en general, y en este caso particular: el módulo de “Tratamiento de Aguas”, es necesario establecer una metodología objetiva y coherente que permita a los estudiantes comprender y aplicar los conceptos, técnicas y habilidades necesarias para el campo del tratamiento del agua. En esta sección, se presentarán algunos de los principios metodológicos esenciales para ayudar a los docentes a planificar una programación didáctica adecuada para dicho módulo. Al incorporar estos principios en la planificación, se busca garantizar un aprendizaje significativo y práctico para desarrollar habilidades y competencias necesarias en este módulo:

- **Aprendizaje mediante la práctica:** Se llevarán a cabo clases prácticas en las que el alumnado trabajará con casos reales donde tendrán que llevar a cabo los conceptos y teoría aprendida en el aula.
- **Metodología participativa:** Este enfoque se centra en la participación activa del estudiantado y fomentando la colaboración entre ellos y el docente; además de fomentar la motivación del estudiantado.
- **Aprendizaje personalizado:** El docente debe adaptar su enseñanza a las necesidades y preferencias del estudiantado. Se busca adaptar la experiencia de aprendizaje a las necesidades individuales del estudiantado, por lo que se tendrá en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje, estilos de aprendizaje y áreas de interés, por lo que se busca proporcionar un plan de estudios flexible y personalizado.
- **Evaluación formativa:** Los docentes proporcionará, retroalimentación, además de comentarios regulares que permita al estudiantado identificar sus fortalezas y áreas de mejora.
- **Enseñanza basada en competencias:** Este enfoque se centra en la preparación del estudiantado para el mercado laboral asegurándose de que desarrollen habilidades técnicas y profesionales relevantes.

### 2.7.2. Orientaciones pedagógicas y metodológicas.

El módulo profesional “Tratamientos de aguas” contiene formación necesaria para desempeñar las *funciones de producción y transformación, control y*

*aseguramiento de la calidad, medioambiente, prevención y seguridad laboral y mantenimiento de equipos. Según la Orden 7 de julio de 2009 las actividades profesionales asociadas a esta función se aplican en los procesos de:*

- *Establecimiento de condiciones de entrada de agua al proceso de fabricación.*
- *Control de parámetros e impurezas del agua.*
- *Tratamientos de aguas para proceso químico.*
- *Depuración de aguas efluentes.*

### 2.7.3. Líneas de actuación.

*En la Orden 7 de julio de 2009, vienen establecidas las líneas de actuación en el proceso enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:*

- *Conocimiento del agua, sus características y sus usos en relación con los diferentes procesos industriales.*
- *Identificar y cuantificar los componentes del agua de entrada.*
- *Realización de tratamientos para obtener agua con la calidad requerida para el desarrollo del proceso.*
- *Depuración de agua de vertido según la normativa.*
- *Realización de operaciones de puesta en marcha, conducción, parada de los equipos e instalaciones.*
- *Realización del mantenimiento básico de los equipos.*
- *Actuación bajo las normas de prevención de riesgos laborales y ambientales.*

### 2.8. Materiales y recursos.

Los espacios requeridos para la ejecución del módulo se ajustan a las disposiciones establecidas en el artículo 11 y el anexo II del Real Decreto 178/2008, del 8 de febrero, mencionado anteriormente. Según estas regulaciones, se estipula que los espacios deben tener suficiente superficie para llevar a cabo las actividades docentes necesarias en este ciclo, lo cual incluye el alojamiento del equipamiento, herramientas de trabajo, maquinaria, etc. Además, deben cumplir con las áreas de seguridad exigidas por las máquinas y

equipos en funcionamiento, así como con la normativa de prevención de riesgos laborales.

La superficie requerida y sus características se determinan en función del número de estudiantes matriculados en el ciclo, con el único propósito de garantizar el logro de los resultados de aprendizaje de este módulo.

A continuación, se describen los distintos materiales, recursos y espacios para poder llevar a cabo esta programación didáctica:

- **Libros de texto:** El estudiantado no necesitan utilizar libros de texto para el desarrollo de las UT que forman el plan de estudios, ya que el docente proporcionará la información necesaria a través de diapositivas de PowerPoint. Sin embargo, si el estudiantado necesita más información, se les proporcionará una lista de obras de referencia. Los libros de apoyo son:
  - Metcalf, E. L., & Eddy, H. P. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. McGraw-Hill.
  - MWH Global. (2010). *Tratamiento de aguas: principios y prácticas*. Pearson Educación.
  - Moreno Casco, J. C. (2015). *Tratamiento de aguas residuales industriales*. Editorial Universitaria Ramón Areces.
  - Gangopadhyay, T. K. (2019). *Tratamiento de aguas y aguas residuales*. Ediciones Díaz de Santos.
- **Páginas Web:** el alumnado utilizará en el desarrollo de esta programación didáctica algunos recursos como los que se detalla a continuación:
  - Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (<https://www.aeas.es/>) : Esta asociación sin fines de lucro ofrece recursos técnicos y educativos sobre el tratamiento de agua potable, la gestión de infraestructuras de agua y otros temas relacionados con el agua en España.
  - Canal de Isabel II (<https://www.canaldeisabelsegunda.es/>) : Esta empresa pública ofrece recursos educativos y técnicos sobre el tratamiento de aguas residuales, la gestión de infraestructuras de

agua y otros temas relacionados con el agua en la Comunidad de Madrid.

- Tratamiento de aguas residuales - Procesos y operaciones (<https://www.youtube.com/watch?v=MDQtleeUIkE>) : Este video explica los diferentes procesos y operaciones utilizados en el tratamiento de aguas residuales, incluyendo la sedimentación, la filtración, la aireación y la desinfección.
  - Planta de tratamiento de agua potable (<https://www.youtube.com/watch?v=B2vV2UgXkWs>) : Este video muestra el funcionamiento de una planta de tratamiento de agua potable, incluyendo los procesos de coagulación, floculación, decantación y filtración.
  - Depuración de aguas residuales urbanas (<https://www.youtube.com/watch?v=Hi2ilunFSWc>) : Este video muestra el proceso de depuración de aguas residuales urbanas en una planta de tratamiento, incluyendo la eliminación de sólidos, la eliminación de nutrientes y la desinfección.
  - Tratamiento de aguas residuales en una industria química (<https://www.youtube.com/watch?v=gP4xYx7a9Fw>) : Este video muestra el proceso de tratamiento de aguas residuales en una industria química, incluyendo la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos.
  - Purificación de agua mediante ósmosis inversa (<https://www.youtube.com/watch?v=yyl5taHsIk>) : Este video explica el proceso de purificación de agua mediante ósmosis inversa, incluyendo el funcionamiento de las membranas semipermeables.
- **Fichas, guiones y material de uso habitual** como folios, pizarra, tizas, etc.
  - **Infraestructuras:** los espacios o infraestructuras se muestran en la Tabla 5, con su correspondiente superficie.

Tabla 5. Espacios formativos con sus correspondientes superficies

| ESPACIO FORMATIVO                        | SUPERFICIE<br>m <sup>2</sup> |
|--|------------------------------|
| Aula                                     | 50                           |
| Laboratorio de química                   | 80                           |
| Taller de instrumentación y automatismos | 100                          |
| Taller de química industrial             | 80                           |

- **Instrumentos de laboratorio, equipos y maquinaria y otros recursos materiales de los diferentes espacios formativos.** El equipamiento de cada uno de los espacios formativos se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Equipamiento de los diferentes espacios formativos.

| ESPACIO FORMATIVO                        | EQUIPAMIENTO   |
|--|--|
| Aula                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenadores con conectividad a la red, proyector, pizarra y cañón de proyección.</li> <li>• Mobiliario habitual de aula.</li> </ul>   |
| Laboratorio de química                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material básico de laboratorio para análisis fisicoquímico y microbiológico (pipetas, probetas, mecheros bunsen, balanza, balanza de precisión, etc.). Butirómetros, cápsulas para estufa, autoclave, espectrofotómetro UV/Vis, centrífuga, pH-metros, estufas, destiladores y desionizados de agua, baño termostático con refrigeración, placas magnéticas calefactoras, refractómetros, calibres, desecadores, horno mufla, rotavapor, equipo para la determinación de proteínas, grasas, campana de gases, reactivos químicos, etc.</li> </ul>                               |
| Taller de instrumentación y automatismos | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizadores de agua: Estos equipos permiten medir diferentes parámetros de calidad del agua, como el pH, la conductividad, la turbidez y la concentración de diferentes compuestos. Sería útil tener al menos un analizador de pH y un analizador de conductividad para el aula.</li> <li>• Equipos de filtración.</li> <li>• Tanques de almacenamiento y mezcla.</li> <li>• Neutralizadores Ácido-base.</li> <li>• Separadores de aceites y sustancias afines.</li> <li>• Equipos de decantación.</li> <li>• Medidores de caudal.</li> <li>• Bombas dosificadoras.</li> </ul> |

| ESPACIO FORMATIVO                   | EQUIPAMIENTO  |
|-------------------------------------|---|
|                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositivos de homogenización.</li> <li>• Equipos de floculación.</li> <li>• Dispositivos de tratamiento biológico.</li> <li>• Equipos de adsorción.</li> <li>• Dispositivos de oxidación.</li> <li>• Válvulas y actuadores: Estos componentes permiten controlar el flujo de agua a través de un sistema de tuberías mediante la apertura y cierre de válvulas.</li> <li>• Controladores lógicos programables (PLC): Estos dispositivos permiten controlar y automatizar diferentes procesos en un sistema de tratamiento de agua mediante la programación de secuencias lógicas.</li> <li>• Paneles de control: Estos paneles permiten visualizar y controlar diferentes procesos y equipos en un sistema de tratamiento de agua.</li> </ul>  |
| <p>Taller de química industrial</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanzas analíticas: Estas balanzas permiten medir con precisión la masa de diferentes sustancias químicas, lo que es esencial para muchas prácticas de química industrial.</li> <li>• Agitadores magnéticos: Estos dispositivos permiten agitar y mezclar soluciones químicas de forma controlada y uniforme.</li> <li>• Calentadores eléctricos: Estos equipos permiten calentar sustancias químicas de forma controlada, lo que es esencial para muchas reacciones químicas y para la evaporación de soluciones.</li> <li>• pHmetros: Estos equipos permiten medir el pH de soluciones químicas con precisión, lo que es esencial para muchas prácticas de química industrial.</li> <li>• Reactores: Estos recipientes permiten llevar a cabo reacciones químicas a escala de laboratorio, lo que es esencial para muchas prácticas de química industrial.</li> <li>• Materiales de vidrio: Los matraces, tubos de ensayo, pipetas, buretas y otros materiales de vidrio son esenciales para muchas prácticas de química industrial. Es importante tener suficiente cantidad y variedad de estos materiales para poder llevar a cabo las prácticas de manera efectiva.</li> <li>• Productos químicos: Los productos químicos, como ácidos, bases, sales y otros reactivos, son esenciales para muchas prácticas de química industrial. Es importante contar con una amplia</li> </ul> |

| ESPACIO FORMATIVO | EQUIPAMIENTO   |
|-------------------|--|
|                   | variedad de productos químicos para poder realizar las prácticas de manera efectiva. |

2.9. Evaluación.

2.9.1. Estrategias de evaluación.

Al comienzo del curso, el estudiantado deberá realizar una prueba inicial escrita sobre su conocimiento previo del módulo y durante el desarrollo de los módulos se realizará una evaluación continua y formativa de las actividades presentadas a los estudiantes donde los docentes se encargarán de la educación adecuada para lograr un proceso de aprendizaje de calidad. También se llevarán a cabo evaluaciones sumativas que consistirán en dos pruebas escritas por trimestre, una a la mitad y otra al final. Si el examen intermedio no se aprueba con una calificación de 5 o más, el contenido se evaluará en un examen escrito que se realiza al final del trimestre. Al finalizar el curso, se realizará una prueba final para recuperar las pruebas sumativas no superadas durante el curso.

Las unidades de trabajo que se evalúa en cada una de estas pruebas escritas se detallan en la Tabla 7.

*Tabla 7. Temporalización de la evaluación de las diferentes unidades de trabajo.*

| Bloque  | Unidad de Trabajo (UT)  | Trimestre | Evaluación   |
|---|---|-----------|--|
|   |   |           | Evaluación inicial   |
| <b>Bloque I. Suministro de agua en los procesos industriales.</b> | UT1. El agua en el proceso industrial.                        | 1º        | Formativa: Pruebas escritas, presentaciones orales, Informes de laboratorio, trabajos escritos, observación directa, evaluación de habilidades prácticas y proyectos de investigación.<br>- Sumativa 1: UT 1, 2 y 3. |
|   | UT2. Tipos de agua y sus requisitos en el proceso industrial. |           |  |
|   | UT3. Tecnologías asociadas al uso industrial del agua.        |           |  |
| <b>Bloque II: Control de parámetros en aguas</b>                  | UT4. Parámetros físico-químicos, y microbiológicos del agua.  | 1º        | Formativa: Pruebas escritas, informes de laboratorio, evaluación   |

| Bloque                                      | Unidad de Trabajo (UT)  | Trimestre | Evaluación   |
|---|---|-----------|--|
| afluentes y efluentes.                      | UT5. Instrumentos de medida del estado de un agua.                                |           | de habilidades prácticas, y observación directa.<br>- Sumativa 2: UT 4, 5 y 6.   |
|   | UT6. Calidad y parámetros a controlar del agua en el proceso industrial.          |           |  |
| Bloque III: Tratamientos de agua afluyente. | UT7. Tratamiento del agua afluyente.  | 2º        | Formativa: Pruebas escritas, presentaciones orales, trabajos escritos, y observación directa.<br>- Sumativa 3: UT 7 y 8.   |
|   | UT8. Procedimientos de tratamiento del agua en procesos industriales.             |           |  |
| Bloque IV: Depuración de aguas efluentes.   | UT9. Depuración del agua efluente.  | 2º        | Formativa: Pruebas escritas, informes de laboratorio, evaluación de habilidades prácticas, proyectos de investigación y observación directa.<br>- Sumativa 4: UT 9 y 10. |
|   | UT10. Mantenimiento y control de funcionamiento de equipos de depuración de agua. |           |  |
| <b>Evaluación sumativa final</b>            |   |           |  |

### 2.9.2. Instrumentos de evaluación.

Como herramienta de evaluación se utilizará:

- **Pruebas escritas:** Para evaluar el conocimiento teórico del alumnado sobre los conceptos tratados en el aula. Estas pruebas pueden incluir preguntas tipo test, preguntas de respuesta corta y problemas que requieran cálculos.
- **Informes de laboratorio:** Las prácticas de laboratorio son fundamentales en el módulo de tratamientos de aguas. Se evaluarán las habilidades prácticas del estudiantado y su capacidad para llevar a cabo experimentos y analizar resultados a través de informes de laboratorio. Los informes deben incluir los procedimientos utilizados, los datos recopilados, los cálculos realizados y las conclusiones obtenidas.
- **Presentaciones orales:** Se pedirá al estudiantado que preparen y presenten oralmente un tema relacionado con el tratamiento de aguas, y

así, evaluar su capacidad para comunicar de manera efectiva el conocimiento adquirido y su comprensión de los conceptos clave.

- **Trabajos escritos y proyectos de investigación:** Se asignarán trabajos escritos y proyectos de investigación en los que el estudiantado investigue y profundice en un tema específico relacionado con el tratamiento de aguas.
- **Evaluación de habilidades prácticas:** Además de los informes de laboratorio, se llevará a cabo evaluaciones directas de las habilidades prácticas del estudiantado mediante la observación de su desempeño durante las prácticas de laboratorio.
- **Observación directa:** Se evaluará el trabajo sostenido, asistencia y participación activa del estudiantado, así como el trabajo en equipo durante las actividades realizadas en cada unidad de trabajo.

En la Tabla 8 se detalla la ponderación de los diferentes instrumentos de evaluación descritos anteriormente.

*Tabla 8. Ponderación de instrumentos de evaluación en la calificación.*

| Instrumento de evaluación                      | Ponderación sobre la calificación final de cada trimestre (%) |
|--|---|
| Pruebas escritas                               | 15 %  |
| Informes de laboratorio                        | 15 %  |
| Presentaciones orales                          | 10 %  |
| Trabajos escritos y proyectos de investigación | 30 %  |
| Evaluación de habilidades prácticas            | 20 %  |
| Observación directa                            | 10 %  |

En la Tabla 9 se muestra una matriz de correlaciones que incluye los resultados de aprendizaje de este módulo, establecidos en el *Real Decreto 187/2008*, de 8 de febrero, mencionado anteriormente, y los instrumentos de evaluación con los que son evaluados cada uno de los resultados.

*Tabla 9. Resultados de aprendizaje e instrumentos de evaluación de cada uno de ellos.*

| Resultados de aprendizaje   | Instrumentos de evaluación |                         |                       |  |                                     |                     |
|---|----------------------------|-------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|---------------------|
|   | Pruebas escritas           | Informes de laboratorio | Presentaciones orales | Trabajos escritos y proyectos de investigación | Evaluación de habilidades prácticas | Observación directa |
| Suministra agua al proceso industrial relacionando su uso con los tipos de aguas  | X                          | X                       | X                     | X  | X                                   | X                   |
| Controla los parámetros de las aguas de entrada y salida del proceso relacionándolos con el uso o destino de las mismas | X                          | X                       |                       |  | X                                   | X                   |
| Trata el agua de entrada relacionando las propiedades de los tipos de aguas con sus usos                                | X                          |                         | X                     | X  |                                     | X                   |
| Depura el agua de salida de proceso relacionando los tratamientos con su reutilización y la normativa legal             | X                          | X                       |                       | X  | X                                   | X                   |

### 2.9.3. Calificación.

Para superar la asignatura, en cada uno de los trimestres, es necesario que se obtenga al menos la mitad del porcentaje asignado a cada instrumento de evaluación y que en las pruebas escritas de evaluación se obtenga una calificación mínima de 5, de lo contrario la calificación de la asignatura será de suspenso.

Superados los instrumentos de evaluación, la nota final será el resultado de la suma obtenida en cada uno de ellos, teniendo en cuenta el porcentaje establecido para cada uno de ellos.

Los contenidos que no se hayan superado en las pruebas escritas (evaluación sumativa) de la mitad del trimestre, se podrán recuperar con la superación de los contenidos correspondientes en la prueba escrita (evaluación sumativa) del final del trimestre.

Si tras estas pruebas escritas no se superan los contenidos, el alumnado tendrá la oportunidad de recuperarlos en una prueba escrita a final de curso con los contenidos de las unidades de trabajo de las evaluaciones sumativas que no hayan superado. A esta prueba podrá presentarse cualquier alumnado que no haya superado la mitad de la calificación de las pruebas escritas o aquel que lo desee para subir nota. Aquellos que no hayan superado la mitad de las calificaciones del resto de instrumentos de evaluación, podrán recuperar este contenido realizando un trabajo escrito de contenidos conceptuales y procedimentales.

### 3. PROPUESTA DE DISEÑO DE LA UNIDAD DE TRABAJO DE 9 “DEPURACIÓN DE AGUAS EFLUENTES”.

La unidad de trabajo que se va a describir a continuación se corresponde a la UT 9: Depuración del agua efluente, perteneciente al Bloque IV de la Programación didáctica diseñada en el punto 2 de este documento.

#### 3.1. Temporización de la Unidad de Trabajo 9.

Esta UT se desarrollará en 15 sesiones de clase de 2 hora cada sesión, durante el segundo trimestre del curso académico, tal y como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Temporización de la UT 9.

| Trimestre | Semana del trimestre | Nº sesión            |
|-----------|----------------------|----------------------|
| 2º        | 5                    | Sesiones 1, 2 y 3    |
|           | 6                    | Sesiones 4, 5 y 6    |
|           | 7                    | Sesiones 7, 8 y 9    |
|           | 8                    | Sesiones 10, 11 y 12 |
|           | 9                    | Sesiones 13, 14 y 15 |

#### 3.2. Objetivos y competencias.

##### **Objetivos generales:**

Según la Orden 7 de julio de 2009, los objetivos generales para esta unidad didáctica son:

- Reconocer las instalaciones y los equipos del proceso químico, describiendo sus principios de funcionamiento y aplicaciones para poner en marcha o parar los mismos.
- Reconocer normas de seguridad, calidad y ambientales relacionándolas con el buen funcionamiento del proceso para aplicarlas correctamente.

- *Analizar los principios de funcionamiento de los equipos, relacionándolos con las especificaciones de procedimiento, normas de seguridad y precisión requeridas para operar máquinas, equipos e instalaciones.*
- *Identificar y regular los elementos de control local, relacionando los mismos con las variables que se han de medir para controlar el proceso de fabricación.*
- *Analizar la secuencia de operaciones, identificando las implicaciones en el proceso para parar los equipos.*
- *Identificar y caracterizar operaciones de mantenimiento de primer nivel, relacionándolas con el buen funcionamiento de los equipos y elementos para asegurar el correcto estado de utilización de las áreas de trabajo y de las instalaciones.*
- *Reconocer y clasificar las situaciones de riesgo, identificando las normativas de prevención para adoptar las medidas necesarias ante situaciones imprevistas y de emergencia.*

**Objetivos didácticos:**

- Comprender la idea general de las etapas del tratamiento de aguas residuales y su importancia en el tratamiento de aguas residuales.
- Identificar y describir varios procesos de pretratamiento, como filtración gruesa, homogeneización, neutralización ácido-base, separación de aceite, etc., arenado, etc.
- Explicar los principales métodos de tratamiento utilizados en el tratamiento del agua, incluida la floculación de sólidos dispersos y la sedimentación de sólidos suspendidos para separar partículas coloidales.
- Conocer y explicar el tratamiento secundario anaeróbico, como el tratamiento biológico anaeróbico y la sedimentación secundaria, y su papel en la eliminación de materia orgánica.
- Describir los métodos de tratamiento terciario utilizados en el tratamiento del agua, como la filtración, la adsorción con carbón activado y la ozonización, y comprender su papel en la eliminación de contaminantes adicionales y la mejora de la calidad del agua.

- Conocer el tratamiento de lodos, incluidos el espesamiento y la estabilización, y aprenda sobre su importancia en el manejo adecuado de los desechos del tratamiento del agua.

**Competencias profesionales, personales y sociales:**

Según la *Orden 7 de julio de 2009*, las competencias profesionales, personales y sociales para esta unidad didáctica son:

- *Poner en marcha los equipos, comprobar su funcionamiento y funcionamiento de los servicios auxiliares según manual de proceso.*
- *Operar con maquinaria, equipos e instalaciones con la precisión requerida de acuerdo con las especificaciones de procedimientos y normas de seguridad.*
- *Controla el proceso verificando los valores de las variables y haciendo los ajustes necesarios.*
- *Parar los equipos ejecutando las operaciones indicadas en los protocolos establecidos, coordinándose con los demás equipos que interfieran.*
- *Mejorar la eficiencia del proceso reduciendo la generación de subproductos y residuos y reutilizándolos si es necesario.*
- *Tomar las medidas necesarias en situaciones imprevistas y urgentes, mantener la calma y el autocontrol, así como seguir las instrucciones prescritas.*
- *Mantener una buena relación con otros compañeros tanto en el lugar de trabajo como entre turnos, respetar el trabajo de los demás y cooperar para superar las dificultades que puedan surgir.*
- *Adaptarse a los diferentes puestos de trabajo ya las nuevas situaciones laborales provocadas por los cambios tecnológicos y organizativos.*

### 3.3. Contenidos.

Los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales se encuentran detallados en la Tabla 11:

Tabla 11. Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la Unidad de Trabajo 9.

| CONTENIDOS  |  |
|---|--|
| <b>Conceptuales</b>   |  |
| <u>Etapas de depuración del agua efluente:</u>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Pretratamiento:<ul style="list-style-type: none"><li>o Filtración grosera</li><li>o Homogeneización</li><li>o Neutralización ácido-base</li><li>o Separación de aceites y afines</li><li>o Decantación de arenas y similares, para eliminar sólidos en suspensión</li></ul></li><li>- Tratamientos primarios:<ul style="list-style-type: none"><li>o Floculación de sólidos en dispersión</li><li>o Decantación de sólidos en suspensión, para eliminar partículas coloidales</li></ul></li><li>- Tratamientos secundarios anaerobios:<ul style="list-style-type: none"><li>o Tratamiento biológico anaerobio</li><li>o Decantación 2ª, para eliminar materia orgánica</li></ul></li><li>- Tratamientos terciarios:<ul style="list-style-type: none"><li>o Filtración</li><li>o Adsorción con carbón activo</li><li>o Oxidación con Ozono</li></ul></li><li>- Tratamiento de Fangos:<ul style="list-style-type: none"><li>o Espesamiento</li><li>o Estabilización</li></ul></li></ul> |  |
| <b>Procedimentales</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Diseñar y operar procesos de tratamiento de aguas:</b> desarrollar habilidades para los procesos de tratamiento de agua de acuerdo con los principios y procedimientos establecidos. Esto puede incluir el cálculo de las dosis de reactivos, la preparación de mezclas, la optimización de las condiciones operativas y el seguimiento de las variables de control.</li><li>- <b>Aplicación normativa:</b> Comprender y aplicar la normativa relacionada con el tratamiento del agua, como las normas de calidad del agua, los límites de vertido establecidos, las buenas prácticas de laboratorio y las precauciones de seguridad en la manipulación de productos químicos.</li><li>- <b>Realizar ensayos de laboratorio:</b> Desarrollar habilidades prácticas para llevar a cabo ensayos de laboratorio relacionados con el proceso de depuración de aguas efluentes.</li></ul>   |  |
| <b>Actitudinales</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Sensibilización ambiental:</b> Fomentar la conciencia sobre la importancia de preservar y proteger los recursos hídricos, promoviendo una actitud de respeto hacia el medio ambiente y la necesidad de conservar el agua como un recurso limitado.</li></ul>   |  |

## CONTENIDOS

- **Responsabilidad ética:** Inculcar la responsabilidad ética del estudiantado en el manejo adecuado de los residuos y en la adopción de prácticas sostenibles en el tratamiento de aguas, destacando la importancia de minimizar el impacto ambiental y garantizar la salud pública.
- **Trabajo en equipo y colaboración:** Fomentar el trabajo en equipo y la colaboración entre el estudiantado, promoviendo actitudes de respeto, comunicación efectiva y apoyo mutuo durante las prácticas de laboratorio y proyectos relacionados con el tratamiento de aguas.
- **Actitud científica y de investigación:** Fomentar una actitud científica basada en la curiosidad, el espíritu de investigación y la búsqueda de soluciones innovadoras para los desafíos relacionados con el tratamiento de aguas, estimulando el interés por la mejora continua y el aprendizaje autónomo.
- **Énfasis en la seguridad y la calidad:** Promover una actitud de atención y cumplimiento de las normas de seguridad en el manejo de productos químicos, equipos y procesos de tratamiento de aguas, así como una actitud de búsqueda de la calidad en los resultados y en los estándares de trabajo.

### 3.4. Metodología.

#### 3.4.1. Principios metodológicos.

La parte del principio metodológico de la unidad de trabajo 9 del módulo “Tratamiento de aguas” se centrará en proporcionar métodos claros y eficaces para gestionar el proceso de aprendizaje, como se ha visto en el apartado anterior 2.7.1. Algunos de los principios metodológicos que se pueden tratar en este capítulo son:

- **Aprendizaje mediante la práctica:** Se llevarán a cabo clases prácticas lo que permitirá al alumnado comprender conceptos y luego aplicarlos a casos prácticos. Estas prácticas pueden ser demostraciones, experimentos de laboratorio, simulaciones y proyectos prácticos relacionados con el tratamiento de aguas.
- **Metodología participativa:** Este enfoque se centra en la participación activa del estudiantado y fomentando la colaboración entre ellos y el docente; además de fomentar la motivación del estudiantado. Esto se puede lograr a través de discusiones grupales, debates, resolución de problemas en equipo y actividades prácticas que involucren la colaboración del estudiantado.

- **Aprendizaje personalizado:** El docente debe adaptar su enseñanza a las necesidades y preferencias del estudiantado. Se busca adaptar la experiencia de aprendizaje a las necesidades individuales del estudiantado, por lo que se tendrá en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje, estilos de aprendizaje y áreas de interés, por lo que se busca proporcionar un plan de estudios flexible y personalizado lo que incluye ofrecer una variedad de métodos de enseñanza, como el uso de materiales multimedia, estudios de casos relevantes, visitas a plantas de tratamiento de agua y la integración de tecnología educativa.
- **Evaluación formativa:** Los docentes proporcionará, retroalimentación, además de comentarios regulares que permita al estudiantado identificar sus fortalezas y áreas de mejora. estas evaluaciones se harán mediante pruebas escritas, presentaciones orales, informes de laboratorio, resolución de problemas, etc.
- **Enseñanza basada en competencias:** El profesorado debe enfocarse no solo en impartir conocimientos teóricos, sino también en emplear habilidades prácticas que sean relevantes en situaciones de la vida real. Todo esto incluye integración de proyectos, asignaciones, colaboración y resolución práctica de problemas.

Con la aplicación de estos métodos en la unidad de trabajo, “Depuración de aguas efluentes”, se pretende promover la motivación y participación de los estudiantes, lo que les permitirá adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para comprender y aplicar los procesos de tratamiento de aguas residuales mientras trabajan en la industria.

#### 3.4.2. Líneas de actuación.

Según el desarrollo de la Unidad de Trabajo 9 seguirá las siguientes líneas de actuación, según los contenidos de esta:

1. **Introducción y explicación del proceso de depuración de aguas:** Se empezará la unidad presentando un diagrama general de las etapas que tienen lugar en el proceso de depuración de aguas efluente, desde el pretratamiento hasta el tratamiento de lodos, además se explicará en

detalle, las operaciones unitarias realizadas en cada etapa. También, se hablará sobre la importancia de este proceso para el medio ambiente.

2. **Demostraciones y prácticas de laboratorio:** Se realizará demostraciones y prácticas de laboratorio para ilustrar y reforzar los conceptos teóricos presentados en cada etapa de la entrega. Por ejemplo, demostraciones de filtración gruesa utilizando equipos de filtración, experimentos de floculación y decantación para mostrar cómo eliminar los sólidos en suspensión y pruebas de adsorción de carbón activado para resaltar su papel en el tratamiento terciario. Se diseñará y realizará actividades de laboratorio específicas, por ejemplo, se realizará experimentos de floculación y sedimentación utilizando muestras de aguas residuales, se realizarán pruebas de filtración y se medirá la eficacia de los procesos de adsorción de carbón activado.
3. **Casos prácticos y situaciones reales:** Se analizarán casos prácticos donde grupos de alumnos tengan que identificar problemas y utilizar los conocimientos adquiridos durante la unidad. Esto le permitirá comprender la aplicación práctica del proceso y enfrentar problemas reales en el proceso de tratamiento de aguas residuales.
4. **Trabajo en grupo y proyectos colaborativos:** Se realizarán trabajos en grupo, fomentando la colaboración entre el alumnado, para desarrollar proyectos relacionados con el proceso de depuración de aguas efluentes. Por ejemplo, se asignará a cada grupo la tarea de simular un sistema de pretratamiento efectivo, un proceso de tratamiento secundario anaeróbico o un sistema de tratamiento de lodos.
5. **Evaluación y comentarios:** Se utilizará una variedad de métodos de evaluación para evaluar la comprensión y la aplicación del contenido aprendido en el aula sobre el proceso de depuración de aguas efluentes. Estos métodos de evaluación pueden ser, pruebas escritas, presentaciones orales, informes de laboratorio y reglas de calificación; Además, se les proporcionará retroalimentación al alumnado, como por ejemplo con comentarios continuos, para destacar sus fortalezas y áreas de mejora.

Al seguir estas líneas de actuación, se promoverá un enfoque equilibrado entre la teoría y la práctica, se fomentará la participación

### 3.4.3. Equipos y espacios.

La unidad de trabajo a desarrollar requiere un entorno adecuado y recursos específicos para garantizar un aprendizaje eficaz y significativo. Los espacios necesarios son: aulas, laboratorios de química, talleres de instrumentación y automatización y talleres de química industrial. Es importante identificar el espacio adicional y el equipamiento requerido para el desarrollo de esta unidad de trabajo. En este apartado, teniendo en cuenta los recursos existentes, se describen los espacios y equipos necesarios para la enseñanza en esta unidad (Tabla 12)

- **Aula:** Se requiere un aula equipada con pizarra, proyector y demás recursos audiovisuales necesarios para la exposición teórica de conceptos relacionados con el tratamiento de aguas residuales. Esta aula servirá como espacio para la enseñanza de la teoría y la discusión de casos.
- **Taller de instrumentación y automatismos:** En este taller se llevarán a cabo las simulaciones necesarias de una planta de tratamiento de aguas. Estas simulaciones permitirán al estudiantado visualizar y comprender mejor los procesos y etapas de depuración mediante una representación ya sea física o virtual de una planta de tratamiento de aguas efluentes. Este taller estará equipado con equipos y dispositivos necesarios para realizar actividades prácticas relacionadas con el pretratamiento, los tratamientos primarios, secundarios y terciarios, así como el tratamiento de fangos.

Tabla 12. Espacios y equipos formativos necesarios para el desarrollo de la UT 9.

| ESPACIO FORMATIVO                        | EQUIPAMIENTO  |
|--|---|
| Aula                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ordenadores con conectividad a la red, proyector, pizarra y cañón de proyección.</li><li>• Mobiliario habitual de aula.</li></ul>   |
| Taller de instrumentación y automatismos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Analizadores de agua: Estos equipos permiten medir diferentes parámetros de calidad del agua, como el pH, la conductividad, la turbidez y la concentración de diferentes compuestos. Sería útil tener al menos un analizador de pH y un analizador de conductividad para el aula.</li><li>• Equipos de filtración.</li><li>• Tanques de almacenamiento y mezcla.</li><li>• Neutralizadores Ácido-base.</li><li>• Separadores de aceites y sustancias afines.</li><li>• Equipos de decantación.</li><li>• Medidores de caudal.</li><li>• Bombas dosificadoras.</li><li>• Dispositivos de homogenización.</li><li>• Equipos de floculación.</li><li>• Dispositivos de tratamiento biológico.</li><li>• Equipos de adsorción.</li><li>• Dispositivos de oxidación.</li><li>• Válvulas y actuadores: Estos componentes permiten controlar el flujo de agua a través de un sistema de tuberías mediante la apertura y cierre de válvulas.</li><li>• Controladores lógicos programables (PLC): Estos dispositivos permiten controlar y automatizar diferentes procesos en un sistema de tratamiento de agua mediante la programación de secuencias lógicas.</li><li>• Paneles de control: Estos paneles permiten visualizar y controlar diferentes procesos y equipos en un sistema de tratamiento de agua.</li></ul> |

#### 3.4.4. Actividades.

Durante el desarrollo de esta unidad de trabajo, el alumnado tendrá que realizar diversas actividades teóricas y prácticas, en las que adquirirán habilidades técnicas y conceptuales.

En la Tabla 13 se muestra un sumario de las actividades a desarrollar a lo largo de la unidad de trabajo.

Tabla 13. Sumario de actividades a realizar en la UT 9

| ORDEN | NOMBRE DE LA ACTIVIDAD   | TIPO DE ACTIVIDAD                        | TEMPORALIZACIÓN      |
|-------|--|--|----------------------|
| 1     | Actividad de trabajo cooperativo: “mesa redonda de depuración de aguas efluentes”.   | Actividad de motivación e ideas previas. | Sesiones 1 y 2.      |
| 2     | Clase magistral participativa.   | Actividad de introducción.               | Sesiones 2 y 3       |
| 3     | Elaboración del diagrama del proceso de depuración de aguas efluentes.               | Actividad de aplicación.                 | Sesión 4             |
| 4     | Análisis de los equipos necesarios para el proceso de depuración de aguas efluentes. | Actividad de aplicación.                 | Sesión 5             |
| 5     | Procesos de pretratamiento.  | Actividad de aplicación.                 | Sesiones 6, 7 y 8    |
| 6     | Tratamientos primarios, secundarios y terciarios.                                    | Actividad de aplicación.                 | Sesiones 9, 10 y 11  |
| 7     | Tratamiento de fangos.   | Actividad de aplicación.                 | Sesiones 12, 13 y 14 |
| 8     | Juego de Roles: “Solución de problemas en el tratamiento de aguas efluentes”         | Actividad de aplicación y simulación.    | Sesión 15            |

**Actividad N.º 1: Actividad de trabajo cooperativo: “mesa redonda de depuración de aguas efluentes” (actividad de motivación e ideas previas)**

➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante las sesiones 1 y la mitad de la 2, sumando un total de 3 horas, ya que la sesiones serán consecutivas.

➤ **Objetivos didácticos**

- Entender e identificar las etapas que tienen lugar durante el proceso de depuración de aguas efluentes.
- Analizar la importancia de cada paso del tratamiento y su impacto en la calidad del agua tratada.
- Identificar los distintos métodos y técnicas utilizados en cada etapa de la depuración.

➤ **Contenidos**

- Fundamento e importancia del proceso general de depuración de aguas efluentes.
- Etapas del proceso de depuración de aguas efluentes (pretratamiento, tratamientos primarios, secundarios, terciarios y tratamiento de fangos).

➤ **Descripción de la actividad**

Esta actividad introductoria de trabajo en cooperativo tendrá lugar en 3 fases:

Fase 1: El docente primero explicará la dinámica de la actividad. Agrupará a los alumnos en 3 grupos de 5 personas cada uno. En cada uno de los grupos se nombrará un secretario y un coordinador de grupo. Una vez organizados los grupos, el docente repartirá una ficha a cada grupo con diferentes preguntas sobre el proceso de depuración de aguas efluentes que deben responder de forma conjunta y colaborativa. Esta fase tendrá una duración de 20 minutos.

Fase 2: El coordinador asignado en cada grupo durante la fase anterior, leerá todas las preguntas de la ficha al resto de los compañeros del grupo. A continuación, dejará 5 minutos a cada uno de los miembros para que resuelvan cada una de las preguntas para que después puedan exponer ante sus compañeros del grupo sus respuestas. El secretario apuntará las respuestas a las preguntas, siendo estas respuestas elegidas en consenso por el grupo, teniendo en cuenta las aportaciones realizadas por los miembros del grupo. Esta fase tendrá una duración de 40 minutos.

Fase 3: Una vez que cada grupo haya respondido a todas las preguntas, se le entregará al docente las fichas resueltas y a continuación debatirán toda la clase las respuestas proporcionadas por cada grupo, sacando así conclusiones de cada respuesta dada para valorar los conocimientos previos sobre la unidad de trabajo. Esta fase tendrá una duración de 30 minutos.

➤ **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el aula habitual y el alumnado trabajará en grupos de 5.

➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad sólo será necesario la pizarra del aula y el material instrumental elaborado por el docente que será la ficha con las preguntas (ANEXO I).

**Actividad N.º 2: Clase magistral participativa (actividad de introducción)**

➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante la segunda mitad de la sesión 2 y la sesión 3, sumando un total de 3 horas, ya que la sesiones serán consecutivas.

➤ **Objetivos didácticos**

- Comprender los conceptos fundamentales del proceso de depuración del agua efluente.
- Conocer los principios y fundamentos científicos detrás de cada etapa de depuración.
- Identificar las técnicas y equipos utilizados en el proceso de depuración.
- Comprender la importancia de la calidad del agua tratada y su impacto ambiental.

➤ **Contenidos**

Diagrama general de las etapas de depuración del agua efluente:

- Pretratamiento (Filtración grosera, homogeneización, neutralización ácido-base, separación de aceites y afines y decantación de arenas y similares, para eliminar sólidos en suspensión).
- Tratamientos primarios (Floculación de sólidos en dispersión y decantación de sólidos en suspensión, para eliminar partículas coloidales).
- Tratamientos secundarios anaerobios (Tratamiento biológico anaerobio y decantación 2ª, para eliminar materia orgánica).
- Tratamientos terciarios (Filtración, adsorción con carbón activo y oxidación con Ozono).
- Tratamiento de Fangos (Espesamiento y estabilización).

➤ **Descripción de la actividad**

Para esta actividad el docente llevará a cabo una exposición de los contenidos de la unidad de trabajo sobre la depuración de aguas efluentes y el proceso

pág. 29

llevado a cabo para la depuración, desde los fundamentos, etapas del proceso y la importancia de este. El docente utilizará un dialogo dirigido con preguntas abiertas para así fomentar la participación del alumnado.

El docente aclarará los conceptos erróneos, si los hubiera, teniendo en cuenta la actividad 1 realizada previamente. Durante la exposición el docente mostrará videos explicativos sobre el proceso de depuración de aguas efluentes.

➤ **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el aula habitual y el alumnado trabajará individualmente.

➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad sólo será necesario recursos necesarios como lo es ordenador, proyector y herramientas TIC's como Canva para la exposición de los contenidos correspondientes, además de los videos a proyectar:

- Planta de tratamiento de agua potable  
(<https://www.youtube.com/watch?v=B2vV2UgXkWs>)
- Depuración de aguas residuales urbanas  
(<https://www.youtube.com/watch?v=Hi2ilunFSWc>)

**Actividad N.º 3: Elaboración del diagrama del proceso de depuración de aguas efluentes (actividad de aplicación)**

➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante la sesión 4, en un total de 2 horas.

➤ **Objetivos didácticos**

- Identificar y representar correctamente las etapas del proceso.
- Demostrar comprensión de los procesos y tecnologías involucradas.

➤ **Contenidos**

Diagrama general de las etapas de depuración del agua efluente:

- Pretratamiento (Filtración grosera, homogeneización, neutralización ácido-base, separación de aceites y afines y decantación de arenas y similares, para eliminar sólidos en suspensión).
- Tratamientos primarios (Floculación de sólidos en dispersión y decantación de sólidos en suspensión, para eliminar partículas coloidales).
- Tratamientos secundarios anaerobios (Tratamiento biológico anaerobio y decantación 2ª, para eliminar materia orgánica).
- Tratamientos terciarios (Filtración, adsorción con carbón activo y oxidación con Ozono).
- Tratamiento de Fangos (Espesamiento y estabilización).

➤ **Descripción de la actividad**

Fase 1: Para esta actividad el docente presentará a los estudiantes una herramienta TIC's como lo es Lucidchart; esta herramienta se trata de una plataforma en línea que permite crear diagramas y representaciones gráficas. El docente explicará brevemente las características y funcionalidades de la herramienta, destacando cómo puede facilitar la creación de diagramas de manera interactiva y dinámica. Esta fase tendrá una duración de 20 minutos.

Fase 2: Una vez explicado cómo funciona Lucidchart, se dividirá la clase en grupos de dos y deberán elaborar un diagrama del proceso de depuración de aguas efluentes. Además, el docente prestará apoyo al estudiantado durante la realización de la actividad, respondiendo preguntas, orientándolos y haciendo recomendaciones para mejorar la representación gráfica del proceso a elaborar por el alumnado. Esta fase tendrá una duración de 1 hora.

Fase 3: En esta fase, el estudiantado debe presentar los diagramas realizados anteriormente, al resto de la clase, explicando los aspectos más importantes y respondiendo a las preguntas de los compañeros y docente. Esta fase tiene una duración de 40 minutos.

Fase 4: Por último, se les habilitará en classroom un apartado donde el alumnado deberá subir el trabajo realizado, ya que esta actividad se considerará como una actividad evaluable mediante una rúbrica.

➤ **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el aula habitual y el alumnado trabajará en grupos de 2.

➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad sólo será necesario recursos necesarios como lo es ordenadores, proyector y herramientas TIC's para el diseño del diagrama del proceso que será Lucidchart y classroom para subir las elaboraciones realizadas por el alumnado.

**Actividad N.º 4 : Elaboración del diagrama del proceso de depuración de aguas efluentes (actividad de aplicación)**

➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante la sesión 5, en un total de 2 horas.

➤ **Objetivos didácticos**

- Analizar y conocer los equipos necesarios para el proceso de depuración de aguas efluentes.

➤ **Contenidos**

- Equipos durante la fase de pretratamiento (Equipos de filtración, homogenización, neutralización, separación y decantación).
- Equipos de tratamientos primarios (Floculantes y decantadores).
- Equipos de tratamientos secundarios anaerobios (equipos de tratamiento biológico y decantadores).
- Equipos de tratamientos terciarios (filtros, equipo de adsorción y oxidación).
- Equipos de tratamiento de Fangos (equipos de espesamiento y estabilización).

➤ **Descripción de la actividad**

Fase 1: Primeramente, tendrá lugar una clase magistral, donde el docente explicará cada equipo y su funcionamiento en las diferentes etapas del proceso de depuración de aguas efluentes, mediante imágenes y videos. Esta fase dura 1 hora.

Fase 2: Para esta segunda fase el docente preparará un juego con la herramienta TIC de Geneally, este juego será el "trivial". Y el alumnado será dividido en en grupos pequeños y se le asignará a cada grupo un dispositivo como un ordenador con acceso al juego. En este juego, el alumnado irá respondiendo a las preguntas sobre los equipos utilizados en el proceso. El juego irá otorgando puntos a los grupos según la precisión de sus respuestas y también

llevará un registro de puntuaciones. Al finalizar el juego, el docente tomará un tiempo para discutir las preguntas y respuestas, además proporcionará una retroalimentación según las puntuaciones obtenidas. Esta fase tendrá una duración de 1 hora.

➤ **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el aula habitual y el alumnado trabajará en grupos pequeños según los equipos necesarios para realizar el juego.

➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad sólo será necesario recursos necesarios como lo es ordenadores, proyector y la herramienta TIC de Genially que es la que se utilizará para realizar el juego del Trivial.

**Actividad N.º 5: Proceso de pretratamiento (actividad de aplicación)**

➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante las sesiones 6, 7 y 8, en un total de 6 horas.

➤ **Objetivos didácticos**

- Desarrollar las etapas que tienen lugar durante la fase de pretratamiento de aguas efluentes a través de una simulación práctica en el taller de instrumentación y automatismos.

➤ **Contenidos**

- Pretratamiento:
  - Filtración grosera
  - Homogeneización
  - Neutralización ácido-base
  - Separación de aceites y afines
  - Decantación de arenas y similares, para eliminar sólidos en suspensión

➤ **Descripción de la actividad**

Esta actividad se llevará a cabo en el taller de instrumentación y automatización; el estudiantado, deberá simular los pasos involucrados en la fase de pretratamiento del tratamiento de aguas residuales. Para esta actividad, el

alumnado se dividirá en grupos de 3-4 y a cada grupo se le asigna un puesto de trabajo con los equipos y materiales necesarios.

Posteriormente, el docente dará a los estudiantes las explicaciones necesarias y un documento con un resumen de los pasos del preprocesamiento y el equipo utilizado para ayudarle a realizar la simulación. Luego, los estudiantes llevarán a cabo la simulación del proceso de pretratamiento.

Cada grupo debe registrar la información obtenida durante cada paso y también registrar los resultados más importantes. Al final de la actividad, el estudiantado compartirá los resultados con el resto de grupos, además de compartir las observaciones y experiencias obtenidas durante la simulación. El docente asesorará y ayudará a los diferentes grupos de trabajo a lo largo de la actividad.

➤ **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el taller de instrumentación y automatismos. El alumnado se repartirá en grupos de 3 – 4 alumnos por puesto de trabajo.

➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad será necesario los equipos de simulación para el proceso como lo son los filtros, equipos de homogeneización, neutralización, separación y decantación; además de instrumentos de medida como pHmetros, caudalímetros, manómetros, etc.

También hará falta agua de prueba contaminada que puede ser tintada o con partículas suspendidas.

Es obligatorio que todos los alumnos traigan bata de laboratorio.

**Actividad N.º 6: Tratamientos primarios, secundarios y terciarios (actividad de aplicación)**

➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante las sesiones 9, 10 y 11 en un total de 6 horas.

➤ **Objetivos didácticos**

- Desarrollar las etapas de tratamiento primario, secundario y terciario que tienen lugar en el proceso de depuración de aguas efluentes a través de una simulación práctica en el taller de instrumentación y automatismos.

➤ **Contenidos**

- Tratamientos primarios:
  - Floculación de sólidos en dispersión
  - Decantación de sólidos en suspensión, para eliminar partículas coloidales
- Tratamientos secundarios anaerobios:
  - Tratamiento biológico anaerobio
  - Decantación 2ª, para eliminar materia orgánica
- Tratamientos terciarios:
  - Filtración
  - Adsorción con carbón activo
  - Oxidación con Ozono

➤ **Descripción de la actividad**

Esta actividad se llevará a cabo en el taller de instrumentación y automatización; el estudiantado, deberá simular los pasos involucrados en la fase de tratamiento primario, secundario y terciario del proceso de depuración de aguas efluentes. Para esta actividad, el alumnado se dividirá en grupos de 3-4 y a cada grupo se le asigna un puesto de trabajo con los equipos y materiales necesarios.

Posteriormente, el docente dará a los estudiantes las explicaciones necesarias y un documento con un resumen de los pasos durante las etapas de tratamientos primarios, secundarios y terciarios, junto con el equipo utilizado para ayudarle a realizar la simulación. Luego, los estudiantes llevarán a cabo la simulación del proceso de pretratamiento.

Cada grupo debe registrar la información obtenida durante cada paso y también registrar los resultados más importantes. Al final de la actividad, el estudiantado compartirá los resultados con el resto de grupos, además de compartir las observaciones y experiencias obtenidas durante la simulación. El docente asesorará y ayudará a los diferentes grupos de trabajo a lo largo de la actividad.

➤ **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el taller de instrumentación y automatismos. El alumnado se repartirá en grupos de 3 – 4 alumnos por puesto de trabajo.

➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad será necesario los equipos de simulación para el proceso como lo son los equipos de floculación, decantación, filtración, adsorción y oxidación; además de instrumentos de medición como medidores de pH, turbidímetros, analizadores de gases, etc.

También hará falta agua de prueba contaminada que puede ser tintada o con partículas suspendidas.

Es obligatorio que todos los alumnos traigan bata de laboratorio.

**Actividad N.º 7: Tratamiento de fangos (actividad de aplicación)**

➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante las sesiones 12, 13 y 14, en un total de 6 horas.

➤ **Objetivos didácticos**

- Desarrollar las etapas de tratamiento de fangos que tienen lugar en el proceso de depuración de aguas efluentes a través de una simulación práctica en el taller de instrumentación y automatismos.

➤ **Contenidos**

- Tratamiento de Fangos:
  - Espesamiento
  - Estabilización

➤ **Descripción de la actividad**

Esta actividad se llevará a cabo en el taller de instrumentación y automatización; el estudiantado, deberá simular los pasos involucrados en la última fase del proceso de depuración de aguas efluentes, que se trata del tratamiento de fangos. Para esta actividad, el alumnado se dividirá en grupos de 3-4 y a cada grupo se le asigna un puesto de trabajo con los equipos y materiales necesarios.

Posteriormente, el docente dará a los estudiantes las explicaciones necesarias y un documento con un resumen de los pasos que tienen lugar en el tratamiento de fangos, junto con el equipo utilizado para ayudarle a realizar la simulación.

Luego, los estudiantes llevarán a cabo la simulación del proceso de pretratamiento.

Cada grupo debe registrar la información obtenida durante cada paso y también registrar los resultados más importantes. Al final de la actividad, el estudiantado compartirá los resultados con el resto de grupos, además de compartir las observaciones y experiencias obtenidas durante la simulación.

El docente asesorará y ayudará a los diferentes grupos de trabajo a lo largo de la actividad.

### **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el taller de instrumentación y automatismos. El alumnado se repartirá en grupos de 3 – 4 alumnos por puesto de trabajo.

#### ➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad será necesario los equipos de simulación para el proceso como lo son los equipos de espesamiento y estabilización; además de fangos simulados. También, hará falta instrumentos de medición como termómetros, medidores de pH, densímetros, etc.

Es obligatorio que todos los alumnos traigan bata de laboratorio.

### **Actividad N.º 8: Juego de Roles: “Solución de problemas en el tratamiento de aguas efluentes” (actividad de aplicación y simulación)**

#### ➤ **Temporalización**

Esta actividad se llevará a cabo durante la sesión 15, en un total de 2 horas.

#### ➤ **Objetivos didácticos**

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la unidad de trabajo para resolver problemas que puedan surgir durante el proceso de depuración de aguas efluentes.

#### ➤ **Contenidos**

Diagrama general de las etapas de depuración del agua efluente:

- Pretratamiento (Filtración grosera, homogeneización, neutralización ácido-base, separación de aceites y afines y decantación de arenas y similares, para eliminar sólidos en suspensión).
- Tratamientos primarios (Floculación de sólidos en dispersión y decantación de sólidos en suspensión, para eliminar partículas coloidales).
- Tratamientos secundarios anaerobios (Tratamiento biológico anaerobio y decantación 2ª, para eliminar materia orgánica).
- Tratamientos terciarios (Filtración, adsorción con carbón activo y oxidación con Ozono).
- Tratamiento de Fangos (Espesamiento y estabilización).

➤ **Descripción de la actividad**

Para esta actividad, el alumnado realizará un juego de roles para aplicar los conocimientos aprendidos en esta unidad de trabajo; el docente explicará las reglas del juego y como deberán resolver los desafíos planteados de manera colaborativa al inicio de la sesión.

A continuación, se dividirá al alumnado en grupos de 3 y se le asignará a cada equipo un rol específico como puede ser “Operadores de Planta”, “Ingenieros Ambientales”, “Autoridades reguladoras”, etc. Se le entregará a cada grupo una tarjeta con un escenario y desafío específico relacionado con el proceso de depuración de aguas efluentes. Los equipos deberán analizar cada escenario y desafío asignado, tendrán que discutir entre ellos las posibles soluciones y estrategias para solventar el problema.

En este juego los equipos contarán con un tiempo determinado (aproximadamente 1 h) para resolver los desafíos de cada escenario propuesto y así posteriormente presentar sus soluciones antes los demás equipos, justificando su enfoque y además deberán proporcionar argumentos técnicos. Lo que se pretende con este juego es que mientras un grupo expone sus soluciones ante el problema planteado, el resto de grupos hagan preguntas y realicen comentarios sobre las soluciones propuestas de manera colaborativa.

Para resolver los desafíos planteados tendrán que aplicar todos los conocimientos adquiridos sobre las diferentes etapas que tienen lugar en el proceso de depuración de aguas efluentes.

A lo largo de toda la actividad, el docente estará asesorando y ayudando a los distintos grupos de trabajo.

➤ **Manejo del aula**

Esta actividad tendrá lugar en el aula habitual y el alumnado se repartirá en grupos de 3 – 4 alumnos.

➤ **Materiales de la actividad**

Para esta actividad será necesario solamente tarjetas con los diferentes escenarios y desafíos a resolver.

3.5. Evaluación.

3.5.1. Estrategia de evaluación.

Esta unidad de trabajo se va a evaluar como una evaluación continua, formativa e integradora, tal y como se ha establecido anteriormente en la Programación didáctica del módulo profesional al que pertenece esta unidad de trabajo. En la siguiente tabla se muestra el encuadre de la evaluación de esta unidad de trabajo para situarnos.

Como podemos comprobar en la Tabla 14, esta unidad de trabajo pertenece al bloque IV de depuración de aguas efluentes, y se desarrollará a lo largo del 2º trimestre.

Tabla 14. Encuadre de la Unidad de Trabajo 9 en las evaluaciones del segundo trimestre.

| Bloque                                    | Unidad de Trabajo (UT)  | Trimestre | Evaluación   |
|---|---|-----------|--|
| Bloque IV: Depuración de aguas efluentes. | UT9. Depuración del agua efluente.  | 2º        | Formativa: Pruebas escritas, informes de laboratorio, evaluación de habilidades prácticas, proyectos de investigación y observación directa.<br>- Sumativa 4: UT 9 y 10. |
|   | UT10. Mantenimiento y control de funcionamiento de equipos de depuración de agua. |           |  |

Para evaluar los contenidos de esta unidad se realizará una evaluación sumativa como bien se indica en la tabla anterior junto con la unidad de trabajo 10, para esa evaluación sumativa se realizará una prueba escrita al final del segundo trimestre. Además, se realizará una evaluación formativa a lo largo del trimestre de las actividades propuestas al alumnado y que se indican en el punto anterior de esta unidad de trabajo; para ello, se utilizarán los instrumentos de pruebas escritas, informes de laboratorio, evaluación de habilidades prácticas, proyectos de investigación y observación directa.

### 3.5.2. Instrumentos de evaluación.

Los instrumentos de evaluación que se van a utilizar para evaluar al alumnado de esta unidad de trabajo, quedan descritos en el apartado anterior que son:

- *Pruebas escritas* sobre contenidos conceptuales y procedimentales.
- *Informes de laboratorio* de los procedimientos utilizados, los datos recopilados, los cálculos realizados y las conclusiones obtenidas.
- *Evaluación de las habilidades prácticas* mediante la observación de su desempeño durante las prácticas de laboratorio.
- *Proyectos de investigación*.
- *Observación directa* donde se evaluará el trabajo sostenido, asistencia y participación activa del estudiantado, así como el trabajo en equipo durante las actividades realizadas en cada unidad de trabajo.

En la Tabla 15 se muestra el resultado de aprendizaje que se evalúa con esta unidad de trabajo. Según se indica en el apartado 2.9.2. de “Instrumentos de evaluación” de la Programación Didáctica.

Tabla 15. Resultado de aprendizaje e instrumentos de evaluación de la UT9

| Resultados de aprendizaje   | Instrumentos de evaluación |                         |                       |  |                                     |                     |
|---|----------------------------|-------------------------|-----------------------|--|-------------------------------------|---------------------|
|   | Pruebas escritas           | Informes de laboratorio | Presentaciones orales | Trabajos escritos y proyectos de investigación | Evaluación de habilidades prácticas | Observación directa |
| Depura el agua de salida de proceso relacionando los tratamientos con su reutilización y la normativa legal | X                          | X                       |                       | X  | X                                   | X                   |

### 3.5.3. Criterios de ponderación y calificación.

Las pruebas escritas e informes de laboratorio ponderan un 15% cada uno de ellos en la calificación final, la evaluación de habilidades prácticas y proyectos de investigación un 20% cada uno en la calificación final, mientras que la observación directa pondera un 10%.

Se debe tener en cuenta los criterios de evaluación que se asignan al resultado de aprendizaje (“*Depurar el agua de salida de proceso relacionando los tratamientos con su reutilización y la normativa legal*”) de esta unidad de trabajo, y que se establecen en la *ORDEN 7 de julio de 2009*; correspondiendo un 25% del total del módulo a este resultado de aprendizaje.

Estos criterios de evaluación ponderan un 2.27% cada uno, con respecto al total del resultado de aprendizaje al que pertenecen, que se trata de un 25%. Luego, teniendo en cuenta que a lo largo del segundo trimestre se van a evaluar 4 unidades didácticas, la ponderación de cada uno de los instrumentos de esta unidad de trabajo sobre la calificación final del 2º trimestre se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Ponderación de la UT 9 sobre la calificación final del segundo trimestre.

| Instrumento de evaluación                      | Ponderación de la Unidad de Trabajo 9 sobre la calificación final del segundo trimestre (%) |
|--|---|
| Pruebas escritas                               | 3,75 %  |
| Informes de laboratorio                        | 3,75 %  |
| Evaluación de habilidades prácticas            | 5 %   |
| Trabajos escritos y proyectos de investigación | 7,5 %   |
| Observación directa                            | 2,5 %   |

El estudiantado no tendrá necesariamente que superar todas las actividades de esta unidad, ya que si la media de la suma de todas las calificaciones con el resto de actividades del trimestre supera el mínimo aprobado de un 4.5, tanto el módulo como la presente unidad se considerarían superadas, no obstante, quien no obtenga la suficiente nota de dichos instrumentos de calificación deberá recuperar el contenido realizando una prueba escrita que consistirá en la

realización de un trabajo escrito y exposición oral del mismo, tras la segunda prueba escrita de evaluación del trimestre.

### 3.6. Evaluación de la unidad.

Las actividades que se van a llevar a cabo en esta unidad de trabajo y que han sido desarrolladas anteriormente, serán valoradas por el profesor al completar el desarrollo de esta. Los recursos temporales, físicos, espaciales y personales serán evaluados en una escala del 1 al 5 utilizando el formulario de evaluación incluido en el ANEXO I.

## 4. CONCLUSIONES.

Elaborar este Trabajo de Fin de Máster me ha permitido aplicar aspectos didácticos y pedagógicos desarrollados a lo largo de este máster.

El diseño de la propuesta de Programación Didáctica, y de la Unidad de Trabajo desarrollada permite a los futuros docentes adquirir las competencias para desarrollar esta actividad en su puesto de trabajo y planificar diferentes cursos de acuerdo con la legislación vigente sobre el ciclo formativo y los módulos profesionales que se ofertan. Además, al estudiantado se le garantiza un aprendizaje significativo y la adquisición de habilidades y competencias.

Durante el desarrollo de este trabajo de Fin de Máster se utiliza un enfoque participativo con el objetivo de facilitar aprendizajes significativos para el estudiantado del ciclo “Técnico de Planta Química”, concretamente en el módulo de “Tratamiento de aguas”.

Finalmente, este trabajo contribuye a mi desarrollo educativo como docente en educación secundaria obligatoria, bachillerato y formación profesional, de modo que pueda relacionar mis conocimientos sobre el tratamiento de aguas residuales con la práctica docente en la formación profesional.

## Referencias bibliográficas

- Moreira, M. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11 (12), e29.
- Rodríguez, M. y. (2017). Evaluación de metodologías participativas: una experiencia en el ámbito universitario. *Revista humanidades.*, 31, 99-121.
- Santella, E. y. (2017). La pedagogía Freinet como alternativa al método tradicional de la enseñanza de las ciencias. *Revista de currículum y formación del profesorado.*, 21 (4).

## Bibliografía

- Real Decreto 178/2008, de 8 de febrero, por el que se establece el título de Técnico en Planta química y se fijan sus enseñanzas mínimas. Boletín Oficial del Estado. 53, de 1 de marzo de 2008.  
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/02/08/178>
- Orden de 7 de julio de 2009, por la que se desarrolla el currículo correspondiente al título de Técnico en Planta Química. BOJA núm 165, de 25 de agosto 2009. <https://www.todofp.es/dam/jcr:08d532ba-2381-4f59-8bcb-d7e69406af4a/andtplantaquimica-pdf.pdf>
- Instituto de Educación Secundaria Ítaca (2014, 2 de diciembre). Aprendizaje cooperativo. La mesa redonda. Trabajando las ideas previas.  
<https://www.youtube.com/watch?v=FqVhfwsnI4I>

## ANEXO I

### *Ficha de preguntas de la actividad Nº 1: “Actividad de trabajo cooperativo en mesa redonda de depuración de aguas efluentes”*

1. ¿Qué sabes sobre el proceso de tratamiento de aguas residuales?
2. Nombra algunas fuentes de aguas efluentes ¿Por qué es importante tratarlas?
3. ¿Qué problemas ambientales se pueden encontrar asociados al uso de aguas residuales sin tratar? ¿Por qué?
4. ¿Qué sabes sobre las diferentes etapas del proceso de tratamiento de aguas residuales? Enumera las etapas del proceso de depuración de aguas efluentes.
5. Nombra algunos métodos o tecnologías utilizadas para el tratamiento de aguas residuales.
6. ¿Cuál crees que es la importancia del tratamiento de lodos en el proceso de tratamiento de aguas residuales?
7. Explica si has tenido alguna experiencia previa en el tratamiento de aguas residuales.

**Ficha de valoración global de la Unidad de Trabajo 9**

Se valorará el tiempo, material, espacio y los medios personales en las diferentes actividades de la unidad de trabajo desarrollada anteriormente, con una escala del 1 al 5 (Tabla 18).

*Tabla 17. Valoración global de la Unidad de Trabajo 9.*

| ORDEN | NOMBRE DE LA ACTIVIDAD   | Valoración del tiempo. | Valoración del material. | Valoración del espacio. | Valoración de medios personales. |
|-------|--|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1     | Actividad de trabajo cooperativo: “mesa redonda de depuración de aguas efluentes”.   |                        |                          |                         |                                  |
| 2     | Clase magistral participativa.   |                        |                          |                         |                                  |
| 3     | Elaboración del diagrama del proceso de depuración de aguas efluentes.               |                        |                          |                         |                                  |
| 4     | Análisis de los equipos necesarios para el proceso de depuración de aguas efluentes. |                        |                          |                         |                                  |
| 5     | Procesos de pretratamiento.  |                        |                          |                         |                                  |
| 6     | Tratamientos primarios, secundarios y terciarios.                                    |                        |                          |                         |                                  |
| 7     | Tratamiento de fangos.   |                        |                          |                         |                                  |
| 8     | Juego de Roles: “Solución de problemas en el tratamiento de aguas efluentes”         |                        |                          |                         |                                  |

**Trabajo Fin de Máster.**

Master Universitario en profesorado de enseñanza secundaria obligatoria, formación profesional y enseñanza de idiomas (MAES).

| ORDEN  | NOMBRE DE LA ACTIVIDAD | Valoración del tiempo. | Valoración del material. | Valoración del espacio. | Valoración de medios personales. |
|--|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <i>Modificaciones llevadas a cabo durante el desarrollo de la unidad de trabajo:</i> |                        |                        |                          |                         |                                  |
| <i>Aspectos a tener en cuenta y modificar en los próximos años:</i>                  |                        |                        |                          |                         |                                  |
| <i>Valoración final de la Unidad de Trabajo 9:</i>                                   |                        |                        |                          |                         |                                  |