

## **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

**Evaluación de riesgos higiénicos y psicosociales en una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI) ubicada en el sector de la alimentación.**

**Alumno: Laura Fernández Martínez**

**Tutor: Ana Isabel Sánchez Blanco**

Madrid, 2021



## **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

# **Evaluación de riesgos higiénicos y psicosociales en una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI) ubicada en el sector de la alimentación.**

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

**Alumno: Laura Fernández Martínez**

**TUTOR: Ana Isabel Sánchez Blanco**

Madrid, 2021



---

**ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>RESUMEN / ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Aguas residuales .....</b>	<b>12</b>
2.1.1	Tratamiento de las aguas residuales industriales.....	15
<b>2.2</b>	<b>Caracterización de las aguas residuales en la industria.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Riesgos biológicos relacionados con el tratamiento de aguas residuales .....</b>	<b>20</b>
2.3.1	Enfermedades profesionales por contacto con agentes biológicos .....	25
<b>2.4</b>	<b>Factores de riesgo psicosocial.....</b>	<b>33</b>
<b>2.5</b>	<b>Caso de estudio .....</b>	<b>34</b>
2.5.1	Descripción de las instalaciones de Zumos del Mediterráneo S.L.U .....	37
2.5.2	Depuradora de aguas residuales de las instalaciones .....	40
2.5.2.1	Sistema de depuración .....	41
2.5.2.2	Funciones del trabajador operador de la depuradora.....	44
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivos específicos de higiene industrial.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos específicos de psicología .....</b>	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Notas de prevención el INSST .....</b>	<b>47</b>
4.1.1	NTP 473: Estaciones depuradoras de aguas residuales: riesgo biológico .....	47
<b>4.2</b>	<b>Fichas internacionales de riesgo de la organización internacional del trabajo</b>	<b>48</b>
4.2.1	Operador de plantas de tratamiento de residuos .....	48
<b>4.3</b>	<b>Estudios y artículos.....</b>	<b>49</b>
4.3.1	Métodos para determinar la exposición de los trabajadores de plantas de tratamiento de aguas residuales .....	49
4.3.2	Riesgos higiénicos en operadores de plantas depuradoras de aguas residuales urbanas .....	50
4.3.3	Aplicación de un Sistema de gestión de la salud ocupacional a plantas depuradoras .....	50

---

<b>5</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>52</b>
<b>5.1</b>	<b>Metodología de Higiene Industrial</b> .....	<b>52</b>
5.1.1	Metodología de análisis de riesgos biológicos .....	52
<b>5.2</b>	<b>Metodología de Psicosociología</b> .....	<b>57</b>
5.2.1.1	Método CoPsoQ-PSQCAT .....	57
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>63</b>
<b>6.1</b>	<b>Higiene industrial</b> .....	<b>63</b>
6.1.1	Evaluación simplificada de riesgo biológico .....	63
6.1.2	Medidas preventivas.....	65
<b>6.2</b>	<b>Psicosociología</b> .....	<b>70</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>76</b>
<b>7.1</b>	<b>Higiene industrial</b> .....	<b>76</b>
<b>7.2</b>	<b>Psicosociología</b> .....	<b>77</b>
<b>8</b>	<b>FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>78</b>
<b>8.1</b>	<b>Nuevas técnicas de depuración de aguas residuales (eviten contacto del trabajador)</b> .....	<b>78</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>81</b>
<b>10</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>87</b>
10.1	ANEXO I: Cuestionario versión CORTA CoPsoQ-PSQCAT.....	87
<b>10.2</b>	<b>ANEXO II: Cuestionarios cumplimentados por parte de los trabajadores</b> .....	<b>90</b>

---

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de los agentes biológicos según el Real Decreto 664/1997 .....	<b>21</b>
<b>Tabla 2.</b> Identificación de los principales agentes biológicos presentes en las EDARI .....	<b>23</b>
<b>Tabla 3.</b> Cuadro de enfermedades profesionales relacionadas con los agentes biológicos de acuerdo con el Real Decreto 1299/2006.....	<b>25</b>
<b>Tabla 4.</b> Enfermedades profesionales en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales .....	<b>26</b>
<b>Tabla 5.</b> Promedio de agua tratada en m <sup>3</sup> de enero a agosto de 2021 .....	<b>40</b>
<b>Tabla 6.</b> Niveles de exposición a agentes biológicos.....	<b>53</b>
<b>Tabla 7.</b> Niveles de riesgo potencial de agente biológicos. ....	<b>54</b>
<b>Tabla 8.</b> Niveles de exposición riesgo psicosocial según metodología CoPsoQ-PSQCAT. ....	<b>61</b>
<b>Tabla 9.</b> Evaluación del riesgo de exposición <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	<b>63</b>
<b>Tabla 10.</b> Evaluación del riesgo de exposición <i>Clostridium tetani</i> .....	<b>64</b>
<b>Tabla 11.</b> Evaluación del riesgo de exposición <i>Escherichia coli</i> .....	<b>64</b>
<b>Tabla 12.</b> Evaluación del riesgo de exposición <i>Hepadnaviridae (Hepatitis B)</i> .....	<b>64</b>
<b>Tabla 13.</b> Evaluación del riesgo de exposición <i>Leptospira interrogans</i> .....	<b>64</b>
<b>Tabla 14.</b> Evaluación del riesgo de exposición <i>Staphylococcus aureus</i> .....	<b>65</b>
<b>Tabla 15.</b> Evaluación del riesgo de exposición <i>Vibrio cholerae</i> .....	<b>65</b>
<b>Tabla 16.</b> Planificación de la actividad preventiva en higiene para la empresa Zumos del Mediterráneo .....	<b>69</b>
<b>Tabla 17.</b> Resultados del cuestionario del Trabajador 1 .....	<b>70</b>
<b>Tabla 18.</b> Resultados del cuestionario del Trabajador 2 .....	<b>71</b>
<b>Tabla 19.</b> Planificación preventiva psicosocial para la empresa Zumos del Mediterráneo .....	<b>75</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tratamientos de aguas residuales. Fuente: Elaboración propia. ....	<b>16</b>
<b>Figura 2.</b> Ubicación Zumos del Mediterráneo S.L.U. Fuente: Google Earth .....	<b>34</b>
<b>Figura 3.</b> Organigrama Zumos del Mediterráneo S.L.U. Fuente: Elaboración propia.....	<b>35</b>
<b>Figura 4.</b> Promedio de temperaturas máximas y mínimas en Tarragona para el año 2021. Fuente: Weather Spark. Disponible en: <a href="https://es.weatherspark.com/y/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime">https://es.weatherspark.com/y/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime</a> .....	<b>36</b>
<b>Figura 5.</b> Promedio de precipitaciones en Tarragona para el año 2021. Fuente: Weather Spark. Disponible en: <a href="https://es.weatherspark.com/y/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime">https://es.weatherspark.com/y/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime</a> .....	<b>37</b>
<b>Figura 6.</b> Distribución planta baja y primera planta. Fuente: Elaboración propia. ....	<b>38</b>
<b>Figura 7.</b> Características físico-químicas del agua de entrada y salida, y límites legales comprendidos para Zumos del Mediterráneo. Fuente: Elaboración propia. ....	<b>41</b>
<b>Figura 8.</b> Esquema de procesos de la depuradora de aguas residuales. Fuente: Elaboración propia. ....	<b>42</b>
<b>Figura 9.</b> Asociaciones colaboradoras IMDEA. Fuente: IMDEA Agua. Recuperado de: <a href="https://www.agua.imdea.org/investigacion/colaboraciones/plataformas-y-asociaciones">https://www.agua.imdea.org/investigacion/colaboraciones/plataformas-y-asociaciones</a> .....	<b>80</b>

## 1 RESUMEN / ABSTRACT

### Resumen

En el presente Trabajo de Fin de Máster se va a realizar una identificación de los riesgos biológicos y de tipo psicosocial en los trabajadores de una estación depuradoras de aguas industriales de la empresa Zumos del Mediterráneo SL. Para tal fin se empleará la metodología de evaluación simplificada en el caso de los riesgos biológicos, mientras que en el caso de los riesgos psicosociales se empleará la metodología CoPsoQ-PSQCAT.

Se ha identificado que el nivel de riesgo biológico para el puesto de trabajo a evaluar es elevado, encontrándose en niveles de riesgo 3 y 4, siendo los agentes biológicos *Hepadnaviridae (Hepatitis B)* la del más alto riesgo identificada. Para la eliminación o reducción de riesgo se han identificado una serie de medidas preventivas orientadas tanto a la organización como a los propios trabajadores.

Por último, en el ámbito psicosocial, se ha identificado que el nivel de riesgo mayor se encuentra en la dimensión de la previsibilidad. Por tanto, al igual que con el ámbito higiénico, se han identificado las medidas pertinentes para solventar dicho riesgo o, en su caso, reducirlo, estableciendo un canal de comunicación entre los trabajadores y el jefe inmediato. Este canal permitirá comunicarles todas las posibles variaciones que puedan tener lugar en un futuro inmediato con los trabajadores.

## **Abstract**

This master's thesis will identify the biological and psychosocial risks in the workers of an industrial water treatment plant of the company Zumos del Mediterráneo SL. For this purpose, the simplified assessment methodology will be used in the case of biological risks, while the CoPsoQ-PSQCAT methodology will be used in the case of psychosocial risks.

It has been identified that the level of biological risk for the job to be assessed is high, being at risk levels 3 and 4, being the biological agent *Hepadnaviridae* (Hepatitis B) the highest risk identified. To eliminate or reduce this risk, a series of preventive measures have been identified, aimed at both the organisation and the workers themselves.

Finally, in the psychosocial area, the highest level of risk has been identified in the dimension of predictability. Therefore, as with the hygiene area, the relevant measures have been identified to solve this risk or, where appropriate, to reduce it, establishing a communication channel between the workers and the immediate boss. This channel will allow them to communicate all the possible variations that may take place in the immediate future with the workers.

## 2 INTRODUCCIÓN

A partir de la aprobación el 8 de noviembre de 1995 de la Ley 31/1995 (Ley de Prevención de Riesgos Laborales) a nivel nacional, se estableció la importancia de asegurar y promover la seguridad y salud de los trabajadores en sus puestos de trabajo, y la aplicación de medidas correctoras para paliar o reducir aquellos riesgos laborales significativos.

Dicha Ley es de aplicación para todos los sectores industriales, incluyendo la depuración de aguas residuales industriales. En este sector, tiene especial importancia el riesgo higiénico, ya que, por la naturaleza de las aguas a tratar, éstas pueden transportar tanto contaminantes químicos como biológicos que pueden suponer peligros para los operadores (Constans et al., 1998).

Cabe destacar que existen dos tipos de plantas de tratamiento en función del origen de las aguas a tratar: Estaciones Depuradoras de Aguas Urbanas (EDAR), y Estaciones Depuradoras de Aguas Industriales (EDARI). Para el caso de estudio, nos centraremos en el segundo tipo, ya que estas recogen las aguas procedentes de fábricas.

Dichas plantas de tratamiento juegan un papel muy importante en la protección del medio ambiente, ya que, en el caso de EDARI situadas en las propias empresas, ayuda significativamente a descontaminar las aguas procedentes de sus fábricas. Pero, mediante la descontaminación de dichas aguas, también aparecen riesgos relacionados con agentes biológicos, ya que, por la propia naturaleza de las aguas residuales, estos pueden estar presentes en las mismas.

Teniendo esto en cuenta, garantizar la seguridad y salud de los trabajadores de dichas plantas supone una parte fundamental para su protección frente a posibles enfermedades relacionadas con dichos agentes biológicos.

Mediante este Trabajo de Fin de Máster (TFM) se desarrollará una **evaluación de riesgos de tipo biológico (higiene industrial) y psicosociales** concurrentes en la estación depuradora de una empresa del sector alimentario, en concreto una industria que elabora zumos de frutas y también de hortalizas, donde trabajan diversos operarios. Además, de manera

complementaria, se identificarán las medidas preventivas oportunas relacionadas con los riesgos analizados, para así poder minimizarlos o eliminarlos, y asegurar la seguridad y salud de los operarios de dichas instalaciones.

## 2.1 Aguas residuales

En términos técnicos, cuando hablamos del tratamiento de agua, éste hace referencia a todas las operaciones de tipo físico, químico o biológico encaminadas a la eliminación o reducción de la posible contaminación presente en ellas, ya sean estas de origen urbano o industrial (Muñoz, 2008).

- Aguas residuales urbanas: este término hace referencia a las aguas originadas como consecuencia de la actividad humana, pero no recogen las que se producen en los términos industriales, sino que hacen referencia a las domésticas (Osorio et al., 2011).
- Aguas residuales industriales: aquellas procedentes de los procesos desarrollados en cualquier actividad industrial de cualquier sector. Cabe destacar, que dependiendo del tipo de proceso productivo que se desarrolle y del sector industrial en cuestión, las características de estas aguas pueden variar mucho (Muñoz, 2008)
  - Aguas residuales industriales asimilables a urbanas: aquellas que pueden ser vertidas directamente a la red de saneamiento, porque no presentan contaminación (Osorio et al., 2011).
  - Aguas residuales industriales no asimilables a urbanas: no pueden ser vertidas directamente a la red de abastecimiento y requieren de un tratamiento previo para descontaminarlas (Osorio et al., 2011).

La Directiva 91/271/CEE recoge la necesidad del adecuado tratamiento tanto de las aguas urbanas como de las aguas residuales originadas en cualquier proceso productivo, así como la necesidad de realizar un tratamiento previo a aquellas aguas industriales que vayan a ser vertidas en sistemas colectores municipales. Esto implica la necesidad de contar con una instalación depuradora en las instalaciones de las empresa, si bien también aplica a aquellas empresas que en lugar de disponer de estaciones depuradoras desvían sus aguas directamente a una estación depuradora municipal. En su Anexo III esta Directiva identifica las empresas a las cuales es de aplicación dicha norma:

- Almacenes de malta.
- Elaboración y embotellado de bebidas sin alcohol.
- Fabricación de gelatina y de cola a partir de cueros, pieles y huesos.
- Fabricación de piensos a partir de productos vegetales.
- Industria cárnica.
- Industria cervecera.
- Industria de la leche
- Industria del pescado.
- Industrialización de la patata.
- Producción de alcohol y bebidas alcohólicas.
- Productos elaborados del sector hortofrutícola.

Teniendo en cuenta dicha Directiva, se hace necesario por tanto el tratamiento de las aguas industriales, el cual pasa por la implementación en el proceso productivo final de una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI) que permita la descontaminación de las aguas procedentes de diferentes puntos del proceso productivo. Todo esto se detallará en profundidad dentro de este TFM.

Debemos tener en cuenta los grupos de contaminantes que, a rasgos generales, podemos encontrar en las aguas residuales:

- Contaminantes químicos: hacen referencia a los compuestos orgánicos o inorgánicos que pueden estar disueltos en el agua residual y que pueden provocar cambios en la composición química del agua dando lugar a la contaminación de la misma (Muñoz, 2008; UNAM, 2020).  
Suelen comprender sales metálicas como cloruros, sulfatos, nitratos, carbonatos y fosfatos. También comprenden amoníaco, cloro, sulfuro de hidrógeno, etc. (Muñoz, 2008; UNAM, 2020).
- Contaminantes biológicos: hacen referencia tanto a la materia orgánica como a los hongos, bacterias y virus que puedan ocasionar enfermedades o efectos perjudiciales para el ecosistema (Muñoz, 2008).

Los principales objetivos de la descontaminación de las aguas residuales industriales se relacionan con la reducción de impactos en diferentes áreas, como son:

- Daños a los cauces de agua de abastecimientos públicos o de aguas destinadas a la recreación (Rojas, 2002):

Con relación a las aguas destinadas a la recreación, comprenden todos aquellos pantanos, lagos, ríos, etc. en los cuales se desarrollan actividades acuáticas o de ocio como puede ser navegación, sky acuático, baño...

Cuando se produce un vertido de aguas residuales sin tratar a la red de abastecimiento público, esto puede ocasionar serios daños de salud pública, ya que pueden transportar microorganismos patógenos que pueden dar lugar a enfermedades (Hispagua, 2006).

- Daños a actividades piscícolas, a la agricultura y en general al entorno ecológico:

Por un lado, el vertido de aguas residuales bien sea accidental o intencionado, puede originar un proceso de eutrofización en los cauces de ríos más próximos, esto es debido a que las aguas residuales presentan elevadas concentraciones de nutrientes, y, si no se tratan, estos pasan directamente a los cauces y redes de abastecimiento (EEA, 2019). El término de eutrofización hace referencia al enriquecimiento de nutrientes en un río de forma acelerada. Esta aceleración del proceso natural ocasiona el sobrecrecimiento tanto de la flora como de la fauna que esté en contacto con el vertido, lo cual deriva en la muerte de la flora y la fauna dando lugar a malos olores y mala calidad del agua, dejando así de ser apta para cualquier ser vivo (Hispagua, 2006).

Por otro lado, el aporte de aguas residuales sin tratar al medio también puede ocasionar déficit de oxígeno en el medio acuático al que han sido vertidas. Dicho déficit de oxígeno ocasionará la muerte de la flora y la fauna presente en el medio acuático (Hispagua, 2006).

### 2.1.1 Tratamiento de las aguas residuales industriales

Los métodos de tratamiento de aguas residuales se encuentran regulados bajo la Directiva 91/271/CEE. Estos se basan principalmente en la destrucción o eliminación de (FSC-CCOO, 2018; Saorin et al., s.f):

- Aceites, grasas, arenas.
- Materias decantables tanto orgánicas como inorgánicas.
- Compuestos amoniacales y aquellos que puedan contener fósforo.
- Transformación de los residuos en fangos estables ara que puedan ser tratados de manera adecuada.

A rasgos generales, los principales métodos de depuración de aguas residuales en la industria se encuadran dentro de los siguientes grupos (Llaneza, 2012):

- A. Físicos: aquellos en los cuales se aplican fuerzas de tipo físico (desbaste, flotación, sedimentación...).
- B. Químicos: procesos en los cuales intervienen reacciones químicas, implícitamente, se hace uso de productos químicos para favorecer la separación de los contaminantes.
- C. Biológicos: mediante estos métodos se busca la eliminación de materia orgánica, o, en algunas ocasiones, de nutrientes, a través de la actividad de los microorganismos (Osorio et al., 2011).

Además de la clasificación mencionada, los tratamientos pueden ser clasificados de la siguiente manera (Figura 1).



**Figura 1. Tratamientos de aguas residuales. Fuente: Elaboración propia.**

- **Pretratamientos:** comprenden aquellas etapas físicas mediante las cuales se consigue la separación de elementos voluminosos presentes en el agua como pueden ser plásticos, piedras, arenas, así como grasas y aceites (FSC-CCOO, 2018; Muñoz, 2008).

Dicha etapa consta de los siguientes puntos:

1. **Separación de grandes sólidos:** esta etapa solamente es necesaria cuando, debido a las características productivas, pueden llegar sólidos de gran tamaño a la planta depuradora. El mecanismo de separación de dichos sólidos consta de un pozo situado a la entrada del colector de la depuradora (pozo de gruesos) (Muñoz, 2008).
2. **Desbaste:** es un proceso mediante el cual se persigue separar los cuerpos de tamaños voluminosos, tanto flotantes como en suspensión que pueden estar presentes en el agua residual. Para ello se emplean sistemas de barras o tamices (Llaneza, 2012).
3. **Desarenado:** proceso mediante el cual se eliminan los elementos pesados en suspensión como pueden ser arenas, arcillas o limos. Para esto se emplean desarenados que pueden ser de diferentes tipos: de flujo horizontal, de flujo vertical o de flujo inducido (Muñoz, 2008).

4. Desengrasado: esta etapa consiste en la eliminación de las grasas, aceites, espumas o cualquier material susceptible de flotar en el agua residual (Muñoz, 2008).
5. Sistemas de neutralización: en este caso, las aguas residuales pueden llegar a la depuradora con valores elevados de pH, por lo que es conveniente la instalación de una balsa en la cual aplicando aireación y dosificación de ácido o base se proceda a la neutralización de dichas aguas (Llaneza, 2012).
6. Sistemas de homogeneización: en el caso de aguas residuales procedentes de la industria, requieren de una balsa de homogeneización debido a que los caudales de entrada en la estación depuradora son muy variables. Esta balsa permite equilibrar los volúmenes de vertido y homogeneizar la carga orgánica presente en las aguas de entrada (Llaneza, 2012).

Generalmente, para llevar a cabo esta etapa se suelen emplear sistemas de agitación mecánica o de agitación mediante aireadores (Llaneza, 2012).

- Tratamientos primarios: tratamientos físicos/físico-químicos mediante los cuales se produce la eliminación de los sólidos en suspensión que el agua a tratar puede contener a través de la sedimentación de los mismos (FSC-CCOO, 2018; Muñoz 2008).

Se debe tener en cuenta que los sólidos en suspensión se caracterizan por estar constituidos por materia orgánica, lo cual conlleva que estos tratamientos primarios se focalicen en la reducción de la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) (Muñoz, 2008; Llaneza, 2012).

Generalmente consta de las siguientes etapas:

1. Decantación primaria: en este caso la eliminación de los sólidos en suspensión se produce por la acción de la gravedad, es por ello, que en esta etapa solamente se eliminan sólidos sedimentables (Llaneza, 2012).
2. Flotación: se conoce como flotación por aire disuelto, y con ella se busca separar las materias sólidas y/o líquidas del agua (Muñoz, 2008). Los flotadores de aire disuelto pueden ser de diferentes tipos: aire disuelto de flujo total, de flujo parcial o de flujo recirculado (Muñoz, 2008).

- Tratamientos secundarios: se refieren a los tratamientos biológicos tanto aerobios como anaerobios cuyo objetivo es la reducción de materia orgánica biodegradable presente tanto en forma coloidal como disuelta (Llaneza, 2012; Muñoz, 2008).
  1. Tratamiento anaerobio: se empleará un digestor anaerobio cuando el agua presente un alto contenido orgánico (Llaneza, 2012).
  2. Tratamientos aerobios: en este caso, se emplearán cuando el contenido orgánico en las aguas sea menor. Los sistemas más empleados en estos tratamientos son los fangos activos y los filtros biológicos (Llaneza, 2012).

Se debe tener en cuenta, que para que un agua residual pueda ser vertida al cauce público, deberá ser sometida a ambos tratamientos, anaerobio y aerobio (Llaneza, 2012).

- Tratamientos terciarios: orientados a la reutilización el agua que ha sido tratada. Por ello, buscan la desinfección y eliminación de agentes patógenos (Llaneza, 2012).

Paralelamente al tratamiento biológico de las aguas residuales, es necesario realizar un tratamiento de lodos originados en las fases de decantación. La finalidad de dicho tratamiento radica en la reducción de la masa orgánica y el volumen de los mismos (Constans et al., 1998). Las principales etapas a llevar a cabo para desarrollar un adecuado tratamiento de dichos lodos comprenden: espesado, estabilización, acondicionamiento y deshidratación, secado y eliminación (Llaneza, 2012; FSC-CCOO, 2018).

## 2.2 Caracterización de las aguas residuales en la industria

Debemos tener en cuenta el origen de las aguas a tratar en una estación depuradora industrial, por ello, cabe destacar los principales grupos de efluentes presentes en la mayoría de las industrias (Cano, 2018):

- **Aguas de proceso** empleadas durante el proceso de fabricación.
- **Aguas de limpieza** tanto de las instalaciones como de las máquinas empleadas en el proceso de fabricación.
- **Aguas sanitarias** utilizadas por los empleados en los aseos, duchas, lavabos, etc.

Los contaminantes que podemos encontrarnos en cualquier agua residual industrial se clasifican en dos grandes grupos:

- Sustancias biodegradables: comprenden las sustancias orgánicas que se ven oxidadas por la acción de microorganismos determinados (Saorin et al., s.f).
- Sustancias biorresistentes: aquellas sustancias inorgánicas (y algunas orgánicas), que son resistentes a los microorganismos y, por tanto, no se degradan y quedan presentes en el medio. En el caso de las EDARI estas sustancias es lo que denominamos fangos (Saorin et al., s.f).

El sector de procesado de zumos consume grandes cantidades de agua para sus procesos productivos, es por ello que el volumen de aguas residuales es bastante elevado. Otro aspecto a destacar es la carga contaminante de dichas aguas residuales, ya que, suelen presentar solidos disueltos y en suspensión, materia orgánica e inorgánica, sales disueltas... (Llaneza, 2012).

- Materia orgánica: esta materia tiene su origen tanto en el reino animal como vegetal (Cano, 2018). Su aparición en las aguas residuales ocurre como consecuencia de la actividad humana, en este caso, como consecuencia de la fabricación de zumos y del uso de las instalaciones sanitarias por parte de los trabajadores.

El contenido en esta materia en las aguas residuales se puede medir mediante el empleo de los siguientes indicadores:

- DQO (Demanda Química de Oxígeno): permite la identificación del oxígeno que se necesita para oxidar químicamente la materia orgánica contenida en el agua residual (Cano, 2018).
- DBO (Demanda Biológica de Oxígeno): permite la identificación del oxígeno necesario para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente en el agua residual (Cano, 2018). Es decir, es un indicador de la concentración en materia orgánica biodegradable presente en la depuradora (ULPGC, s.f). Este parámetro es muy importante en las EDARI ya que mide la eficacia del proceso de tratamiento.

- Sólidos totales:

- Sólidos totales en suspensión (SST): parámetro mediante el cual se identifica el material particulado que queda suspendido en el agua residual (DANE, s.f).

Dentro de este concepto podemos encontrar (Cano, 2018):

- Sólidos sedimentables: este término hace referencia a aquellos sólidos que son capaces de separarse del agua residual mediante sedimentación.
- Sólidos no sedimentables: aquellos que no son capaces de sedimentar, por tanto, no se separan del agua residual.
- Sólidos disueltos totales (TSD): aquellos que son capaces de atravesar los filtros pertinentes y llegan a integrarse con el agua residual.

### 2.3 Riesgos biológicos relacionados con el tratamiento de aguas residuales

El Real Decreto 664/1997 de 12 de mayo identifica en su Anexo I los trabajos en instalaciones depuradoras como **actividades en las cuales puede haber exposición involuntaria a contaminantes biológicos**. Esto implica la obligación de realizar evaluaciones de riesgo de exposición a agentes biológicos en dichas instalaciones.

Según el artículo 2 del mismo Real Decreto 664/1997, se entiende por agente biológico *“microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad”*. Este mismo Real Decreto clasifica a estos agentes biológicos según se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1. Clasificación de los agentes biológicos según el Real Decreto 664/1997.**

<b>Agentes biológicos GRUPO 1</b>	Poco probable que causen enfermedades.	No existe riesgo de propagación.
<b>Agentes biológicos GRUPO 2</b>	Pueden causar enfermedad y pueden suponer un peligro para los trabajadores.	El riesgo de propagación es poco probable.
<b>Agentes biológicos GRUPO 3</b>	Pueden causar enfermedades graves y suponen riesgos elevados para los trabajadores.	El riesgo de propagación es probable.
<b>Agentes biológicos GRUPO 4</b>	Causan enfermedades graves y suponen riesgos importantes para los trabajadores.	El riesgo de propagación es elevado.

Además de esta clasificación, en el anexo II del citado Real Decreto 664/1997, se establecen una serie de subcategorías para la clasificación de determinados agentes biológicos:

- A: posibles efectos alérgicos.
- D: necesidad de conservación de los trabajadores expuestos durante más de 10 años después de la última exposición.
- T: producción de toxinas.
- V: Vacuna eficaz disponible.
- \*: agente no infeccioso a través del aire.

Cuando se trata de las instalaciones EDARI, estos agentes hacen referencia a los microorganismos que pueden estar **presentes en los lodos de depuración y a los implicados en el proceso de tratamiento de las aguas.**

Estos pueden ser de origen patógeno, por lo que causarán enfermedades en los trabajadores, aunque dicho riesgo ocurrirá si el trabajador es receptivo y si el microorganismo está cercano a una vía de entrada (Constans et al., 1998).

Las principales vías de entrada de los agentes patógenos al organismo humano son las siguientes:

- **Vía cutánea-mucosa:** entrada a través de la piel, mucosas conjuntivas o heridas.

En las estaciones depuradoras pueden ocurrir contactos directos tanto con las aguas residuales como con los lodos de decantación, lo cual origina que los microorganismos presentes en ambos lugares puedan penetrar al organismo del trabajador (FSC-CCOO, 2018).

- **Vía respiratoria:** la entrada se produce a través de la nariz o la boca y afecta directamente a los pulmones.

En este caso, la exposición mediante esta vía ocurre como consecuencia de la presencia de aerosoles en el lugar de trabajo. La presencia de estos aerosoles en las depuradoras puede ocurrir como consecuencia de saltos de agua, zonas de fango aireados, vaporización del agua como consecuencia de temperaturas elevadas, etc. (FSC-CCOO, 2018).

- **Vía digestiva:** entrada producida mediante la boca, esófago, y afecta directamente al estómago e intestinos.

Esta vía de entrada es poco probable, ya que se debe principalmente por comer o beber en el lugar de trabajo. En el caso de las EDARI también puede ocurrir que se produzca la entrada por esta vía cuando por accidente se producen proyecciones de gotas de agua residual o cuando se produzca un accidente laboral que suponga la caída del trabajador a la zona de tratamiento de las aguas residuales (FSC-CCOO, 2018).

- **Vía parenteral:** en este caso, la entrada del agente se produce a través de heridas abiertas.

Esto puede ocurrir por la presencia de una herida en cualquier trabajador y que se produzca un contacto directo en la manipulación de fangos, toma de muestras de aguas residuales, salpicaduras, etc.

Teniendo en cuenta las condiciones de trabajo en las estaciones depuradoras, las vías de entrada más comunes corresponden a la vía respiratoria y cutánea.

Los microorganismos necesitan sustancias nutritivas para su desarrollo (carbono, nitrógeno). Dichas sustancias se encuentran presentes en las aguas residuales industriales, y por ello dan lugar a la proliferación de microorganismos.

La mayoría de las bacterias presentes en las aguas residuales tienen su origen en el contacto del agua residual con el suelo, plantas en descomposición, fuentes minerales y materia fecal (Muñoz, 2008).

A continuación, se identifican los principales agentes biológicos presentes en las estaciones depuradoras de aguas residuales industriales (Tabla 2) (FSC-CCOO, 2012; Constans et al., 1998; Comisión de Salud Pública, 2002).

**Tabla 2. Identificación de los principales agentes biológicos presentes en las EDARI.**

AGENTE BIOLÓGICO	GRUPO	RESERVORIO	TIPO DE AGENTE	VIA DE ENTRADA	REFERENCIAS
1. <i>Aspergillus fumigatus</i>	2A	Aguas residuales	Hongo	Cutánea. Parenteral. Respiratoria.	[1]
2. <i>Bacillus anthracis</i>	3	Aguas residuales	Bacteria	Digestiva. Parenteral. Respiratoria.	[2]
3. <i>Brucella spp</i>	3	Aguas residuales	Bacteria	Cutánea. Digestiva. Respiratoria. Parenteral.	[3]
4. <i>Clostridium tetani</i>	2TV	Aguas residuales	Bacteria	Parenteral.	[4]
5. <i>Escherichia coli</i>	2	Aguas residuales	Bacteria	Digestiva	[5]
6. <i>Hepadnaviridae (Hepatitis B)</i>	3*VD	Aguas residuales	Virus	Cutánea. Parenteral.	[6]
7. <i>Leptospira interrogans</i>	2	Aguas residuales y lodos	Bacteria	Cutánea	[7]

AGENTE BIOLÓGICO	GRUPO	RESERVORIO	TIPO DE AGENTE	VIA DE ENTRADA	REFERENCIAS
8. <i>Listeria monocytogenes</i>	2	Lodos	Bacteria	Respiratoria.	[8]
9. <i>Picornaviridae (Hepatitis A)</i>	2V	Aguas residuales	Virus	Digestiva. Parenteral.	[9]
10. <i>Salmonella paratyphi</i>	2V	Aguas residuales	Bacteria	Digestiva.	[10]
11. <i>Salmonella typhi</i>	3*V	Aguas residuales	Bacteria	Digestiva.	[11]
12. <i>Sceosporium spp.</i>	2	Fangos y aguas residuales	Hongo	Respiratoria. Parenteral.	[12]
13. <i>Staphylococcus aureus</i>	2	Aguas residuales	Bacteria	Cutánea. Digestiva. Parenteral.	[13]
14. <i>Vibrio cholerae</i>	2	Aguas residuales	Bacteria	Digestiva.	[14]
15. <i>Candida albicans</i>	2A	Aguas residuales	Hongo	Cutánea. Parenteral.	[15]
16. <i>Rotavirus</i>	2	Aguas residuales	Virus	Digestiva.	[16]

Referencias: [1]: INSST. Disponible en: [DATABiO Aspergillus fumigatus](#); [2]: INSST. Disponible en: [DATABiO Bacillus anthracis](#); [3]: INSST. Disponible en: [DATABiO Brucella spp](#); [4]: INSST. Disponible en: [DATABiO Clostridium tetani](#); [5]: Gobierno de Canadá. Disponible en: [Fichas de datos de seguridad Escherichia coli](#); [6]: INSST. Disponible en: [DATABiO Hepadnaviridae \(Hepatitis B\)](#); [7]: INSST. Disponible en: [DATABiO Leptospira interrogans](#); [8]: INSST. Disponible en: [DATABiO Listeria monocytogenes](#); [9]: INSST. Disponible en: [DATABiO Picornaviridae \(Hepatitis A\)](#); [10]: INRS. Disponible en: [Baobab Salmonella paratyphi](#); [11]: INRS. Disponible en: [Baobab Salmonella typhi](#); [12]: INSST. Disponible en: [DATABiO Sceosporium spp.](#); [13]: INSST. Disponible en: [DATABiO Staphylococcus aureus](#); [14]: INSST. Disponible en: [DATABiO Vibrio cholerae](#); [15]: INSST. Disponible en: [DATABiO Candida albicans](#); [16]: INRS. Disponible en: [Baobab Rotavirus](#).

### 2.3.1 Enfermedades profesionales por contacto con agentes biológicos

El Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, establece el cuadro de enfermedades profesionales y las clasifica en 6 grupos que se exponen a continuación (Tabla 3).

**Tabla 3. Cuadro de enfermedades profesionales relacionadas con los agentes biológicos de acuerdo con el Real Decreto 1299/2006.**

<b>Enfermedades profesionales GRUPO 1</b>	Causadas por agentes <b><u>químicos.</u></b>
<b>Enfermedades profesionales GRUPO 2</b>	Causadas por agentes <b><u>físicos.</u></b>
<b>Enfermedades profesionales GRUPO 3</b>	Causadas por agentes <b><u>biológicos.</u></b>
<b>Enfermedades profesionales GRUPO 4</b>	Causadas por <b>inhalación</b> de sustancias y agentes no comprendidos en otros apartados.
<b>Enfermedades profesionales GRUPO 5</b>	De la <b>piel</b> , causadas por sustancias y agentes no comprendidos en otros apartados.
<b>Enfermedades profesionales GRUPO 6</b>	Causadas por agentes <b><u>carcinogénicos.</u></b>

En este caso, teniendo en cuenta los agentes biológicos y las condiciones de exposición en las estaciones depuradoras de aguas residuales industriales, las enfermedades profesionales estarían encuadradas en el **Grupo 3**.

A continuación, se detallan las principales enfermedades profesionales a las que se pueden ver sometidos los operadores de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales (Tabla 4).

**Tabla 4. Enfermedades profesionales en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales.**

ENFERMEDAD	AGENTE BIOLÓGICO	SINTOMAS	TRATAMIENTO	REFERENCIAS
1. Aspergilosis	<i>Aspergillus fumigatis</i>	Esta enfermedad da lugar a la formación de aspergilomas en la cavidad pulmonar, lo cual desencadena en dolor torácico, tos, fatiga, fiebre, etc.	Empleo de medicamentos antimicóticos como el itraconazol o el voriconazol.	[1]
2. Carbunco	<i>Bacillus anthracis</i>	Esta enfermedad puede manifestarse en dos formas diferentes: Carbunco cutáneo: lesiones en la piel (manos, antebrazos, cuello, cara) que con el paso del tiempo dan lugar a una pápula eritematosa y posteriormente a una vesícula pruriginosa. Carbunco respiratorio: fiebre, disnea, escalofríos, tos seca, etc. que puede evolucionar en una crisis respiratoria severa.	El tratamiento de este tipo de enfermedad suele comprender la administración de antibióticos tanto para la manifestación cutánea como respiratoria. Cabe destacar que existe vacunación frente a este agente biológico, pero solamente está recomendada para trabajadores altamente expuestos.	[2]
3. Brucelosis	<i>Brucella spp</i>	Fiebre elevada, dolor de cabeza, debilidad, sudor profundo, escalofríos, pérdida de peso, malestar generalizado, etc. En casos en los que la enfermedad progresa los síntomas pasan por complicaciones osteoarticulares, neuromeningeas, genitourinarias o endocarditis.	Tratamiento mediante el suministro de doxiciclina y rifampicina.	[3]
4. Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	Generación de espasmos musculares, con especial incidencia en los músculos de la mandíbula y la cara. Cuando estos espasmos presentes una elevada intensidad pueden desencadenar desgarros musculares y arqueamientos de la columna vertebral. Rigidez en el cuello, dificultad para tragar y rigidez en músculos abdominales.	Existe vacunación eficaz frente a esta enfermedad que se recomienda suministrar tanto a la población como a todos los trabajadores que puedan entrar en contacto o no con este agente. Además de esto, en caso de infección se recomienda el suministro de antibióticos, relajantes musculares, inmunoglobulina antitetánica o en su caso, sedantes.	[4]

ENFERMEDAD	AGENTE BIOLÓGICO	SINTOMAS	TRATAMIENTO	REFERENCIAS
			En algunos casos, será necesaria una cirugía menor para eliminar de la herida la fuente tóxica.	
5. Gastroenteritis	<i>Escherichia coli</i>	Diarrea intensa, fiebre, vómitos, en los casos más extremos presencia de sangre tanto en la orina como en las heces, etc. Los síntomas suelen aparecer a las 24-72 horas.	El tratamiento más eficaz es el suministro de trimetoprim o sulfametoxazol, así como la abundante hidratación del organismo.	[5]
6. Hepatitis B	<i>Virus de la Hepatitis B (Hepadnaviridae)</i>	Las afecciones principales de esta enfermedad se producen en el hígado. Es un virus que puede desencadenar síntomas o no. En los casos asintomáticos, esta enfermedad puede llegar a evolucionar a crónica originando cáncer (carcinoma hepatocelular) o cirrosis hepática. En los casos en los que aparecen síntomas, estos pasan por molestias abdominales, ictericia, orina oscura, náuseas, vómitos, etc. En los casos más extremos puede dar lugar a una hepatitis aguda fulminante, que se caracteriza por fiebre aguda, dolor abdominal, vómitos e ictericia, e incluso puede llegar a causar la muerte.	Existe vacunación preventiva frente a esta enfermedad y está recomendada en todos aquellos trabajadores que puedan entrar en contacto con este virus. Por otro lado, según la OMS, actualmente no existe ningún tratamiento específico para este tipo de virus, si bien un buen equilibrio nutricional y la rehidratación son pautas recomendables en caso de contraer dicha enfermedad. En los casos en los que la enfermedad se vuelve crónica, existen medicamentos como los antiviricos orales que pueden hacer frente a la misma, disminuyendo los síntomas y alargando la vida del paciente, pero no eliminan la enfermedad. La OMS recomienda como tratamiento más efectivo, para evitar la replicación del virus, el empleo de entecavir. Al igual que los antiviricos, no erradica la enfermedad, sino que evita la transmisión y alarga la vida del paciente.	[6]
7. Leptospirosis	<i>Leptospira interrogans</i>	Es una infección que suele ser asintomática, aunque en algunos casos se desarrolla en dos fases: Fase aguda o septicémica: fiebre alta, escalofríos, cefaleas, mialgia, diarrea,	Existe vacunación frente a determinadas variedades del agente biológico causante de dicha enfermedad, pero esta vacuna solamente será suministrada a aquellas personas que debido a las circunstancias de su actividad laboral se vean más afectadas. Esta	[7]

Evaluación de riesgos higiénicos y psicosociales en una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI) ubicada en el sector de la alimentación.

ENFERMEDAD	AGENTE BIOLÓGICO	SINTOMAS	TRATAMIENTO	REFERENCIAS
		<p>vómitos, etc. Los síntomas desaparecen o remiten tras el paso de un par de días.                      Fase inmune: reaparición de los síntomas de la fase aguda pero con menor gravedad. En este caso se producen anticuerpos y la bacteria se elimina mediante la orina.                      Cabe destacar que esta enfermedad puede dar lugar a la enfermedad de Weil, la cual se caracteriza por una extrema gravedad y el acompañamiento de ictericia, insuficiencia renal aguda, compromiso cardíaco, problemas digestivos, pulmonares y hemorragias.</p>	<p>afectación será determinada por la autoridad médica correspondiente.                      Por otro lado, esta enfermedad puede combatirse mediante el suministro de ampicilina, azitromicina, ceftriaxona, doxiciclina o penicilina.</p>	
8. Listeriosis	<i>Listeria monocytogenes</i>	<p>Es una infección de carácter generalmente asintomático pero que se puede manifestar en las siguientes formas:                      Gastroenteritis febril aguda: fiebre, cefaleas, náuseas, vómitos, dolor abdominal, diarrea, etc.                      Listeriosis local o cutánea: aparición de pápulas o pústulas en brazos y manos, fiebre, escalofríos, cefaleas, mialgias y dolor generalizado.                      Listeriosis óculo-glandular: conjuntivitis e inflamación de los ganglios linfáticos.                      Listeriosis del sistema nervioso central: es una manifestación de la enfermedad que ocurre cuando esta se complica en personas susceptibles, dando lugar a una meningitis o meningoencefalitis.</p>	<p>El tratamiento adecuado a esta enfermedad pasa por el suministro de ampicilina o amoxicilina junto con gentamicina.</p>	[8]

ENFERMEDAD	AGENTE BIOLÓGICO	SINTOMAS	TRATAMIENTO	REFERENCIAS
		Listeriosis tifoidea: fiebre elevada, generalmente tiene lugar en personas inmunocomprometidas. Otras: endocarditis, artritis, endoftalmitis, peritonitis, abscesos internos, etc.		
9. Hepatitis A	<i>Virus de la hepatitis A (Picornaviridae)</i>	Es una infección hepática aguda que puede originar síntomas o no. En el primer caso estos síntomas pasan por fiebre, cefaleas, malestar general, ictericia, síntomas gastrointestinales y orina de color oscuro.	Existe vacunación frente a esta enfermedad, pero está recomendado solamente en trabajadores que se consideran de riesgo en este aspecto. Teniendo esto en cuenta, las actividades de saneamiento de aguas están comprendidas dentro de este grupo, por lo que los trabajadores deberían recibir dicha vacunación. Por otro lado, en la actualidad no existe un tratamiento específico para esta enfermedad, se recomienda la rehidratación y una dieta saludable.	[9]
10. Fiebre tifoidea y paratifoidea	<i>Salmonella paratyphi</i> <i>Salmonella typhi</i>	Los síntomas pasan por fiebre que suele empeorar a las 72 horas, malestar general, cefalea, bradicardia, tos seca, manchas rosadas en el tronco, diarrea o estreñimiento, etc.	El tratamiento pasa por el suministro del antibiótico cloranfenicol, o de ampicilina, trimetoprim sulfonilurea, cefalosporinas, ciprofloxacina y norfloxacina.	[10]
11. Micetoma	<i>Scedosporium spp</i>	En cuanto al micetoma esta pasa por una infección crónica de progresión lenta y que generalmente no causa dolor. Afecta principalmente a las extremidades, a la región glútea, la espalda, el tronco, la cabeza, el cuello, la cara y, en algunos casos, la conjuntiva. La lesión inicial no causa dolor y se caracteriza por ser un nódulo eritematoso, pero conforme avanza, si no se aplica el tratamiento adecuado puede desencadenar	Suministro de antifúngicos combinados (voriconazol junto con terbinafina; voriconazol junto con micafungina; anfotericina B junto con micafungina), limpieza quirúrgica de las lesiones accesibles y, en caso de que sea necesario, cirugía en la zona afectada.	[11]

Evaluación de riesgos higiénicos y psicosociales en una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI) ubicada en el sector de la alimentación.

ENFERMEDAD	AGENTE BIOLÓGICO	SINTOMAS	TRATAMIENTO	REFERENCIAS
		en una deformidad y pérdida de función del tejido afectado.		
12. Infecciones de piel y mucosas	<i>Staphylococcus aureus</i>	Los efectos principales de este agente corresponden a infecciones locales de la piel y mucosas como pueden ser: impétigo, foliculitis, forunculosis, etc. En algunos casos en los que dicha infección se complica, esta puede dar lugar a endocarditis, meningitis, artritis séptica, neumonía y osteomielitis.	Suministro de antibióticos (vancomicina, linezolid, tedizolid, quinupristina junto con dalfopristina, ceftarolina, telavancina, daptomicina) y en caso de que sea necesario, extirpación quirúrgica del hueso infectado. En aquellos casos en los que se manifieste foliculitis, se deberá suministrar una pomada a base de bacitracina, neomicina y polimixina B.	[12]
13. Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	En este caso, la enfermedad puede desarrollarse de forma asintomática o con síntomas como aparición súbita de diarrea acuosa, heces líquidas, vómitos ocasionales, calambres, alteración hidroelectrolítica, rápida deshidratación, hipotensión, falta de pulso, etc.	Existe vacunación frente a esta enfermedad, pero, en este caso, está recomendada en personal sanitario o que se encuentra en contacto con población de zonas endemo-epidémicas. En cuanto al tratamiento de la misma, un método de acción rápido es la administración de sales de rehidratación oral. En los casos más graves, además del suministro de estas sales es necesario el suministro de antibióticos adecuados.	[13]
14. Candidiasis/ moniliasis	<i>Candida albicans</i>	Esta enfermedad es una infección que afecta principalmente a la piel, a las mucosas y a las uñas. Los síntomas pasan por enrojecimiento de la zona afectada, picazón y malestar. En casos de personas con cáncer, trasplantados o con SIDA esta infección puede ser mortal.	Suministro de fluconazol, o en su defecto voriconazol o anfotericina B.	[14]

ENFERMEDAD	AGENTE BIOLÓGICO	SINTOMAS	TRATAMIENTO	REFERENCIAS
15. Gastroenteritis	<i>Rotavirus</i>	Los principales síntomas de la gastroenteritis asociada a la infección por rotavirus se relacionan con fiebre, vómitos y diarrea acuosa.	No existe un tratamiento específico para esta enfermedad, ya que normalmente desaparece a los 3-7 días siguientes a la infección. Aun así, es recomendable la rehidratación.	[15]
<p><b>Referencias:</b> [1]: MedlinePlus. Disponible en: <a href="https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000127.htm">https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000127.htm</a>                  [2]: INSS. Disponible en: <a href="https://www.insst.es/documents/94886/353183/Bacillus+anthracis+--+A%C3%B1o+2014.pdf/d36a8356-44b1-4277-84a0-de8c0044bef5?version=1.3&amp;t=1531760477009">https://www.insst.es/documents/94886/353183/Bacillus+anthracis+--+A%C3%B1o+2014.pdf/d36a8356-44b1-4277-84a0-de8c0044bef5?version=1.3&amp;t=1531760477009</a> ; Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU. Disponible en: <a href="https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001325.htm">https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001325.htm</a>                  [3]: INSS. Disponible en: <a href="https://www.insst.es/documents/94886/353495/Brucella+spp.pdf/c6c266e1-f32a-4975-ae56-1cc9e6224672?version=1.0&amp;t=1528734495419">https://www.insst.es/documents/94886/353495/Brucella+spp.pdf/c6c266e1-f32a-4975-ae56-1cc9e6224672?version=1.0&amp;t=1528734495419</a> ; MSD. Disponible en: <a href="https://www.msmanuals.com/es-es/professional/enfermedades-infecciosas/bacilos-gramnegativos/brucelosis">https://www.msmanuals.com/es-es/professional/enfermedades-infecciosas/bacilos-gramnegativos/brucelosis</a>                  [4]: INSS. Disponible en: <a href="https://www.insst.es/documents/94886/353495/Ficha+Clostridium+tetani.pdf/c4731b29-389a-4d79-9b5d-774e5d3d34a7?version=1.0&amp;t=1528734497080">https://www.insst.es/documents/94886/353495/Ficha+Clostridium+tetani.pdf/c4731b29-389a-4d79-9b5d-774e5d3d34a7?version=1.0&amp;t=1528734497080</a> ; Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU. Disponible en: <a href="https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000615.htm">https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000615.htm</a>                  [5]: Gobierno de Canadá. Disponible en: <a href="https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/escherichia-coli-enteropathogene.html">https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/escherichia-coli-enteropathogene.html</a>                  [6]: INSS. Disponible en: <a href="https://www.insst.es/documents/94886/354390/Virus+de+la+hepatitis+B.pdf/ada5ad9d-8268-493c-ade1-a7949aa2b066?version=1.0&amp;t=1528734486093">https://www.insst.es/documents/94886/354390/Virus+de+la+hepatitis+B.pdf/ada5ad9d-8268-493c-ade1-a7949aa2b066?version=1.0&amp;t=1528734486093</a> ; Organización Mundial de la Salud (2020). Disponible en: <a href="https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-b">https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-b</a>                  [7]: INSS. Disponible en: <a href="https://www.insst.es/documents/94886/353495/Leptospira+interrogans.pdf/9c5fec05-a7d3-4ad0-98a2-03e481431aa0?version=1.0&amp;t=1528734500073">https://www.insst.es/documents/94886/353495/Leptospira+interrogans.pdf/9c5fec05-a7d3-4ad0-98a2-03e481431aa0?version=1.0&amp;t=1528734500073</a> ; Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU. Disponible en: <a href="https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001376.htm">https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001376.htm</a>                  [8]: INSS. Disponible en: <a href="https://www.insst.es/documents/94886/353495/Listeria+monocytogenes+2017.pdf/208c08ac-07fb-4d57-8012-dd77d138d9e1?version=1.0&amp;t=1531401632545">https://www.insst.es/documents/94886/353495/Listeria+monocytogenes+2017.pdf/208c08ac-07fb-4d57-8012-dd77d138d9e1?version=1.0&amp;t=1531401632545</a> ; Gobierno de Canadá. Disponible en: <a href="https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/listeria-monocytogenes.html">https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/listeria-monocytogenes.html</a>                  [9]: Organización Mundial de la Salud (2021). Disponible en: <a href="https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-a">https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-a</a>                  [10]: Instituto de Salud Carlos III (2016). Disponible en: <a href="https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Paginas/TifoideaYParatifoidea.aspx">https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTransmisibles/Paginas/TifoideaYParatifoidea.aspx</a> ; Gobierno de Canadá. Disponible en: <a href="https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/salmonella-enterica.html">https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/salmonella-enterica.html</a></p>				

Evaluación de riesgos higiénicos y psicosociales en una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI) ubicada en el sector de la alimentación.

ENFERMEDAD	AGENTE BIOLÓGICO	SINTOMAS	TRATAMIENTO	REFERENCIAS
[11]:	INSS.	Disponible en:		<a href="https://www.insst.es/documents/94886/353749/Scedosporium+spp+--+A%C3%B1o+2020.pdf/ffd399fe-7dd1-48f9-b025-85e048ddb86?version=1.0&amp;t=1601424265453">https://www.insst.es/documents/94886/353749/Scedosporium+spp+--+A%C3%B1o+2020.pdf/ffd399fe-7dd1-48f9-b025-85e048ddb86?version=1.0&amp;t=1601424265453</a>
[12]:	INSS.	Disponible en:		<a href="https://www.insst.es/documents/94886/353495/Staphylococcus+aureus.pdf/0f7074f1-f1d4-441e-b808-edd4523c9fae?version=1.0&amp;t=1528734434245">https://www.insst.es/documents/94886/353495/Staphylococcus+aureus.pdf/0f7074f1-f1d4-441e-b808-edd4523c9fae?version=1.0&amp;t=1528734434245</a> ; MSD. Disponible en: <a href="https://www.msmanuals.com/es-es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-grampositivas/infecciones-por-staphylococcus-aureus">https://www.msmanuals.com/es-es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-grampositivas/infecciones-por-staphylococcus-aureus</a>
[13]:	INSS.	Disponible en:		<a href="https://www.insst.es/documents/94886/353495/Vibrio+cholerae+serogrupos+O1+y+O139+--+A%C3%B1o+2019.pdf/ecc4f502-75ed-47fe-8dbf-bd8822ef4bf2?version=1.0&amp;t=1601421346555">https://www.insst.es/documents/94886/353495/Vibrio+cholerae+serogrupos+O1+y+O139+--+A%C3%B1o+2019.pdf/ecc4f502-75ed-47fe-8dbf-bd8822ef4bf2?version=1.0&amp;t=1601421346555</a> ; Organización Mundial de la salud (2021). Disponible en: <a href="https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cholera">https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cholera</a>
[14]:	INSS.	Disponible en:		<a href="https://www.insst.es/documents/94886/353749/Candida+albicans.pdf/807f3982-1e35-4c03-b626-a73873867028?version=1.0&amp;t=1528734445955">https://www.insst.es/documents/94886/353749/Candida+albicans.pdf/807f3982-1e35-4c03-b626-a73873867028?version=1.0&amp;t=1528734445955</a> ; MSD. Disponible en: <a href="https://www.msmanuals.com/es-es/professional/enfermedades-infecciosas/hongos/candidiasis-invasora">https://www.msmanuals.com/es-es/professional/enfermedades-infecciosas/hongos/candidiasis-invasora</a>
[15]:	INRS.	Disponible en:		<a href="https://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT_Diarr%C3%A9e%20%C3%A0%20rotavirus">https://www.inrs.fr/publications/bdd/eficatt/fiche.html?refINRS=EFICATT_Diarr%C3%A9e%20%C3%A0%20rotavirus</a> ; Mayo Clinic. Disponible en: <a href="https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/rotavirus/diagnosis-treatment/drc-20351306">https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/rotavirus/diagnosis-treatment/drc-20351306</a>

## 2.4 Factores de riesgo psicosocial

Cuando se hace referencia a los riesgos psicosociales en el trabajo se deben tener en cuenta los factores de riesgo psicosocial, que hacen referencia a las condiciones del lugar de trabajo que pueden afectar a los mecanismos psicológicos y fisiológicos del trabajador (Neffa, 2015; Izquierdo, 2012). Esta afectación puede venir determinada por:

- Entorno del trabajo:
    - Condiciones ambientales: son todas aquellas variables que rodean al trabajador en su ambiente de trabajo y que pueden afectarle de manera negativa causando disconfort o insatisfacción (Izquierdo, 2012).
      - Agentes físicos: condiciones desfavorables relacionadas con la iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, etc. El ruido ambiental está estrechamente ligado con los riesgos psicosociales ya que puede interferir en la concentración, atención y comunicación de los trabajadores (Izquierdo, 2012).
      - Agentes químicos: condiciones desfavorables relacionadas en este caso con presencia de humo, polvos, productos químicos, etc.
      - Agentes biológicos: condiciones desfavorables relacionadas con la presencia de hongos, virus, bacterias y parásitos.
    - Diseño del puesto de trabajo: hace referencia tanto a la no adecuación desde el punto de vista ergonómico del puesto de trabajo, así como la configuración espacial del mismo (Izquierdo, 2012). En cuanto al segundo aspecto, y que se relaciona de manera directa con el aspecto psicosocial, este hace referencia a la individualidad del puesto de trabajo, lo cual puede causar efectos negativos en la salud mental del trabajador.
  - Organización y gestión del trabajo: este aspecto se relaciona con los siguientes aspectos (OSALAN, 2014).
    - Contenido del trabajo: originado por tareas con ciclos cortos, fragmentadas.
    - Carga y ritmo de trabajo (desempeño del trabajo).
    - Tiempo de trabajo.
-

- Participación y control.
  - Desempeño de rol.
  - Desarrollo profesional.
- Relaciones interpersonales/apoyo social: como factores de riesgo en este ámbito encontramos malas relaciones entre los miembros del equipo de trabajo, falta de cohesión de grupo, presión social, aislamiento del puesto de trabajo, etc. (Izquierdo, 2012).

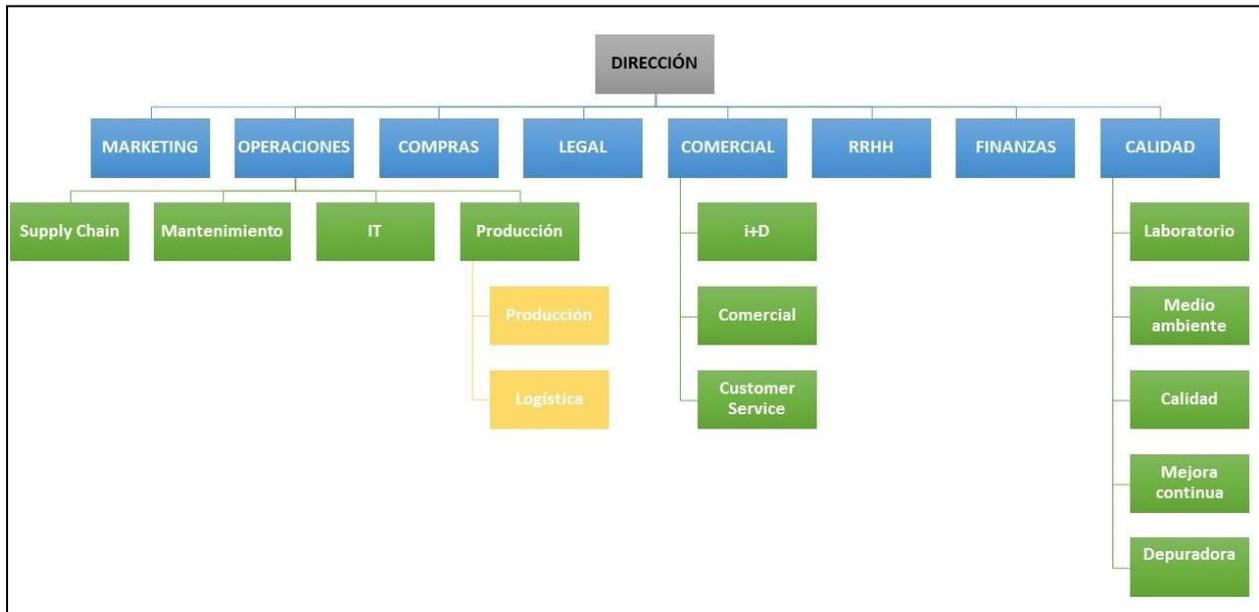
## 2.5 Caso de estudio

Zumos del Mediterráneo S.L.U. es una empresa ubicada en el polígono industrial Mil-lenium, ubicado en el término municipal de La Selva del Camp (Tarragona), que está dedicada a la fabricación de zumos de frutas y hortalizas tanto en formato POUCH como en formato PET.



**Figura 2. Ubicación Zumos del Mediterráneo S.L.U. Fuente: Google Earth.**

Actualmente, la empresa cuenta con una plantilla de 200 trabajadores distribuidos en los siguientes departamentos:



**Figura 3. Organigrama Zumos del Mediterráneo S.L.U. Fuente: Elaboración propia.**

La fábrica está en funcionamiento todos los días de la semana durante las 24 horas del día, 365 días al año. Solamente se realiza una parada total de la fábrica durante dos semanas en el periodo de Navidad.

La producción se encuadra en tres turnos (mañana, tarde y noche), pero el personal de oficinas, y los técnicos de la depuradora realizan horarios fijos de mañana solamente 5 días a la semana (de lunes a viernes).

Es de importancia realizar una identificación climatológica de la zona en la que se encuadra la organización:

- Temperaturas:

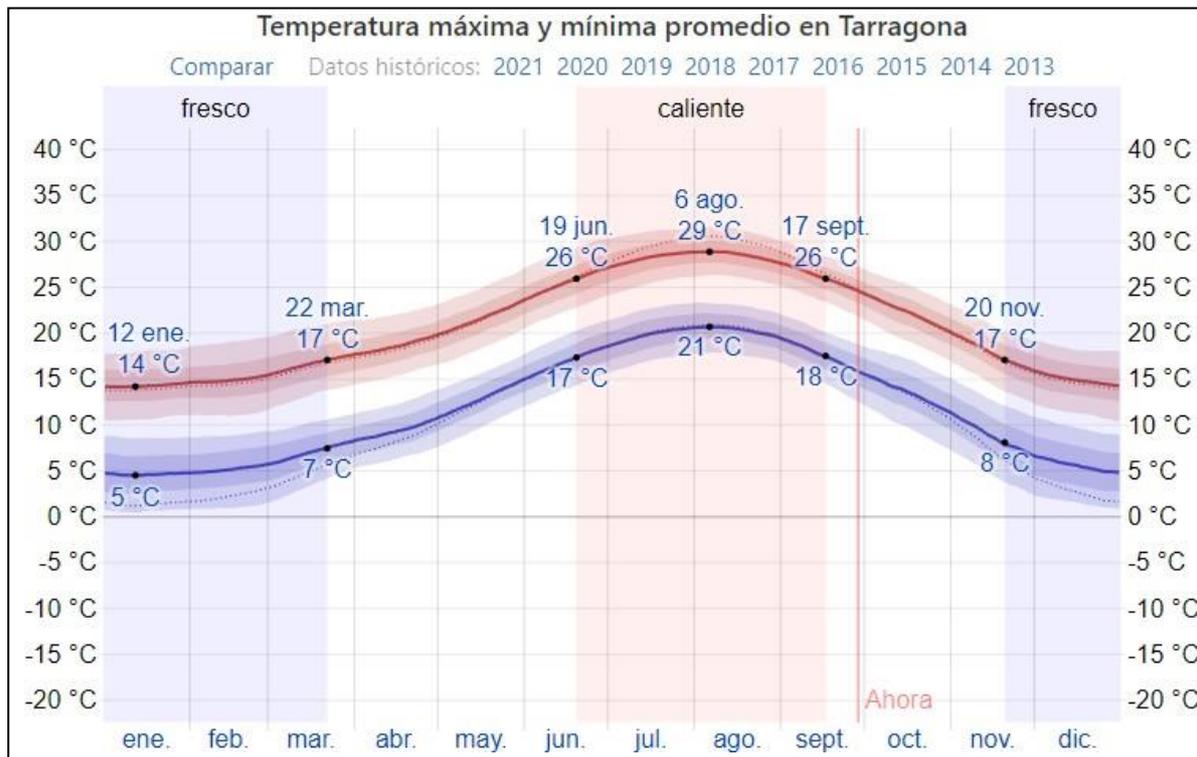


Figura 4. promedio de temperaturas máximas y mínimas en Tarragona para el año 2021.

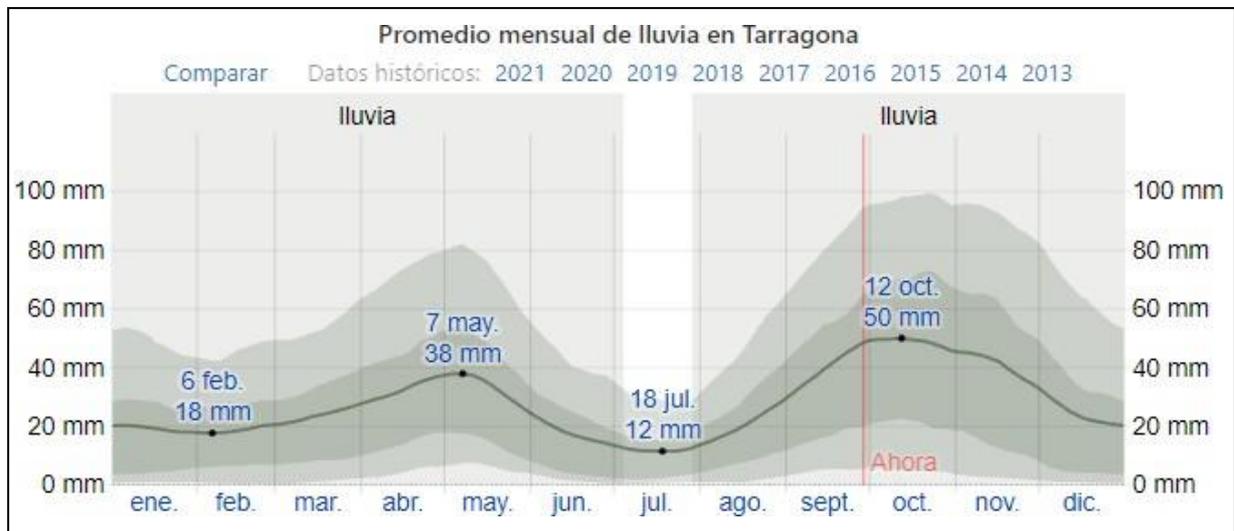
Fuente: Weather Spark. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/v/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime>

Como se puede observar en la figura anterior, las temperaturas más elevadas se dan en los meses comprendidos entre finales de julio hasta principios de septiembre. Por el contrario, los meses más fríos tienen lugar entre principios de enero hasta finales de marzo.

La temperatura media más alta que se registra en lo que va de año 2021 es de 29 °C, mientras que la temperatura más baja corresponde a 5 °C.

- Precipitaciones:

A continuación, la Figura 5 muestra el promedio de las precipitaciones para lo que va de año 2021 en la zona donde se ubica la fábrica de Zumos del Mediterráneo.



**Figura 5. Promedio de precipitaciones en Tarragona para el año 2021. Fuente: Weather Spark. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/v/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime>**

Se observa que los meses más lluviosos corresponden a los de abril y mayo, mientras que el de menores lluvias se encuadra en el mes de julio.

Los registros de precipitaciones muestran que la precipitación acumulada máxima fue de 38 mm en el mes de mayo, mientras que la precipitación mínima 12 mm en el mes de julio.

### 2.5.1 Descripción de las instalaciones de Zumos del Mediterráneo S.L.U

Las instalaciones de la empresa cuentan con una nave, la cual cuenta con dos pisos que se distribuyen tal y como detalla la Figura 6, y de una instalación de depuradora diferenciada y situada al lado de la nave mencionada.

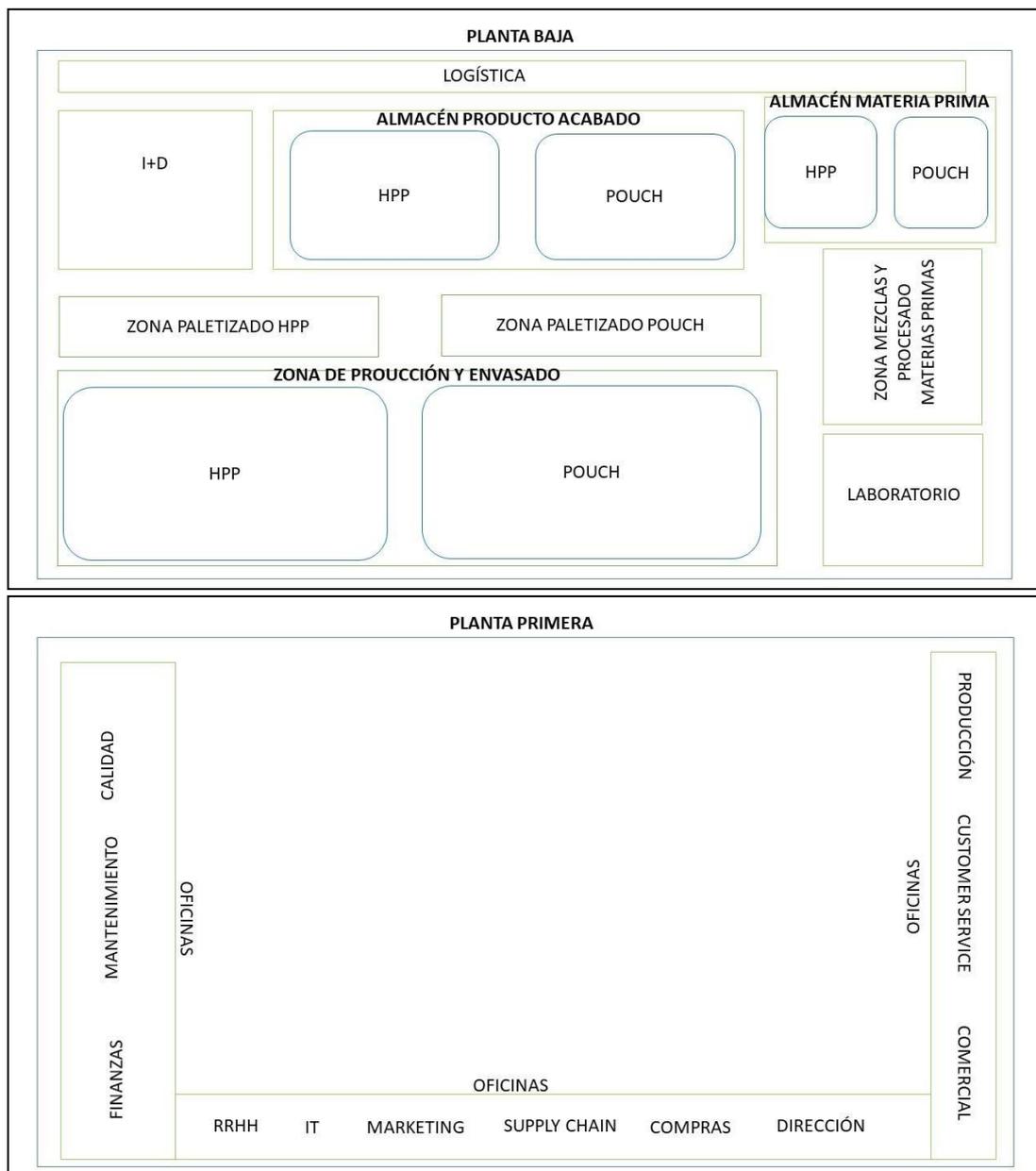


Figura 6. Distribución planta baja y primera planta. Fuente: Elaboración propia.

La empresa cuenta con dos líneas productivas diferenciadas; en ambas se fabrican zumos de frutas y verduras, pero con formatos diferenciados:

- Línea de POUCH (bolsa): Este acrónimo hace referencia a los productos presentados en formato bolsa y que son sometidos a procesos de pasteurización.

- Línea de HPP (procesado de alta presión): En este caso, el acrónimo hace referencia a los productos presentados en formato botella (tanto PET como PLA) a los cuales se les aplican procesos de altas presiones (pasteurización no térmica).

De cualquier manera, las materias primas para ambas líneas productivas llegan, en su mayor parte procesadas a las instalaciones, pero, un porcentaje llega sin procesar, con lo que esta operación se realiza in situ.

Una vez preparada la materia prima, esta es enviada a las líneas de producción desde el departamento de mezclas mediante diferentes tuberías que conectan directamente con las envasadoras de la línea. Y de ahí sigue el siguiente proceso:

- En el caso de POUCH: una vez que el producto ha sido envasado y ha pasado por el túnel de pasteurización, este se dirige hacia una piscina para su enfriamiento y que posteriormente se pueda realizar el encajado final.
- En el caso de HPP: una vez que el producto ha sido envasado, este pasa por una hiperbárica, en la cual se le aplica un proceso de altas presiones. Posteriormente, se realiza el encajado final.

Cabe destacar que en todas las líneas de producción se realizan limpiezas de las mismas para asegurar una trazabilidad adecuada y la no contaminación cruzada. En este caso se emplean sosa o peróxido de nitrógeno diluidos ambos con agua.

**Es importante mencionar que toda el agua empleada en cualquiera de los procesos necesarios se recircula y se vuelve a emplear de nuevo en el proceso, pero, en ocasiones existen ciertas mermas durante esta recirculación, las cuales acaban en la depuradora.**

Teniendo en cuenta por tanto todo lo mencionado con anterioridad, los principales efluentes de agua procedentes de fábrica son:

- Agua procedente de las limpiezas con agua de los exteriores de las envasadoras y de las instalaciones de la zona de producción (suelo).
  - Agua procedente de las limpiezas del suelo de la sala de mezclas y procesado de materias primas (en este caso el agua irá mezclada con materia prima).
-

- Agua procedente de las limpiezas internas con agua de las tuberías que transportan las materias primas hasta la línea de producción y que se realizan entre producciones y en las cuales se emplean sosa y peróxido de hidrógeno diluidos en agua.
- Una vez al año se realiza el vaciado de las piscinas de enfriamiento de la línea de POUCH, con lo que el agua vaciada se desvía a la depuradora.
- Posibles mermas de agua durante el proceso de hiperbárica en la línea de HPP.

## 2.5.2 Depuradora de aguas residuales de las instalaciones

La empresa Zumos del Mediterránea cuenta en sus instalaciones con **una depuradora de aguas residuales** para el tratamiento de las aguas procedentes de:

1. Aguas de proceso (Aguas de planta)
  - 1.1 Aguas de las líneas de POUCH + HPP
  - 1.2 Aguas de las limpiezas (tanto de las líneas como de las instalaciones)
2. Aguas sanitarias procedentes de los servicios

En cuanto a los volúmenes de tratamiento que soporta la depuradora de las instalaciones, el promedio de agua (en m<sup>3</sup>) que se trata comprendido entre los meses de enero y agosto de 2021 fueron los siguientes:

**Tabla 5. Promedio de agua tratada en m<sup>3</sup> de enero a agosto de 2021.**

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
10632	17297	23044	24890	22214	23176	19046	14936

Es necesario mencionar que existen límites legales de los parámetro físico-químicos de las aguas de salida de la depuradora, los cuales aseguran la buena calidad de las aguas que se vierten. Dichos parámetros son marcados, en el caso de la empresa de estudio, por la Agencia Catalana del Agua y quedan reflejados en la autorización de vertido de la empresa.

A continuación, la Figura 7 muestra tanto los parámetros físico-químicos de las aguas de entrada como de las aguas de salida, así como los límites legales mencionados.

AGUA ENTRADA		AGUA SALIDA	
pH	11,4	pH	8,6
DQO (mg/L)	1320	DQO (mg/L)	160
N (mg/L)	16,9	N (mg/L)	3,8
P total (mg/L)	8,6	P total (mg/L)	3,6
Conductividad ( $\mu\text{s/cm}$ )	3420	Conductividad ( $\mu\text{s/cm}$ )	2600

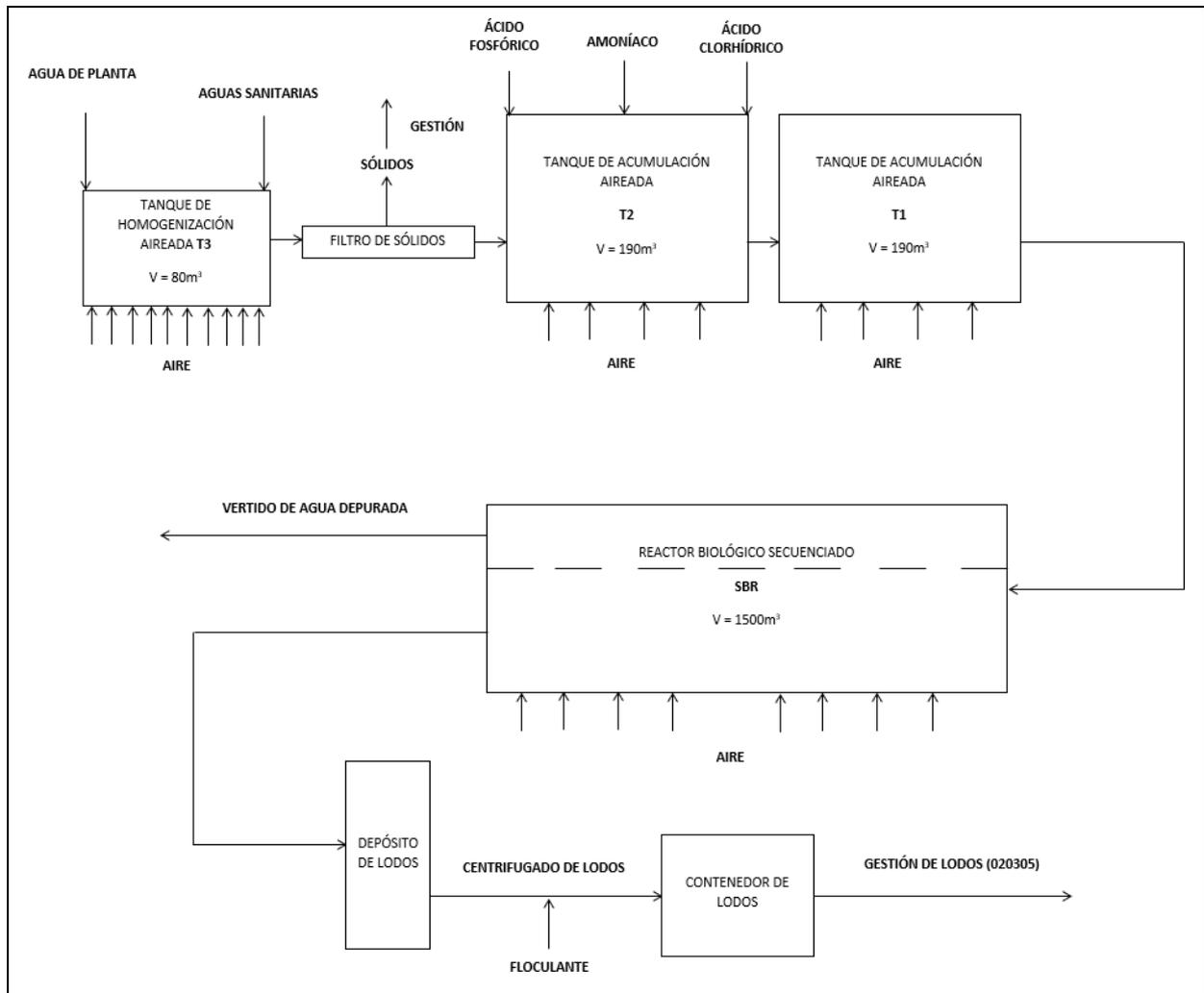
LÍMITES LEGALES	
pH	5,5-9,5
DQO (mg/L)	160
N (mg/L)	10
P total (mg/L)	10
Conductividad ( $\mu\text{s/cm}$ )	3500

**Figura 7<sup>1</sup>. Características físico-químicas del agua de entrada y salida, y límites legales comprendidos para Zumos del Mediterráneo. Fuente: Elaboración propia.**

### 2.5.2.1 Sistema de depuración

A continuación la Figura 8 muestra un esquema de los procesos que tienen lugar durante el tratamiento de las aguas residuales procedentes de las instalaciones de Zumos del Mediterráneo:

<sup>1</sup> Los límites legales presentados en esta figura hacen referencia a los parámetros referidos en el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.



**Figura 8. Esquema de procesos de la depuradora de aguas residuales. Fuente: Elaboración propia.**

El proceso se describe de manera breve a continuación:

1. Pretratamiento de las aguas residuales:

En primer lugar, las aguas son sometidas a un pretratamiento que incluye los siguientes procesos:

- a. Balsa de neutralización y homogeneización aireada ( $80 \text{ m}^3$ ) (T3): Las aguas descritas en el apartado anterior llegan a esta balsa y en ella se les administran químicos para

- reducir el pH (clorhídrico) y equilibrar los valores de nutrientes (ácido fosfórico y amoníaco), de esta manera el proceso posterior podrá realizarse de manera adecuada.
- b. Filtro de sólidos (tamiz): el agua de la balsa anterior, previamente a su desvío hacia la T2 y T1, pasa por un filtro que retiene los sólidos mayores de 1 mm.
  - c. Balsa de acumulación aireada (190 m<sup>3</sup>) (T2): a esta balsa llegan las aguas procedentes de la T3 ya tamizadas a las cuales se les aplican procesos de aireación y acumulación hasta que alcanzan un nivel determinado y se desvían a la T1.
  - d. Balsa de acumulación aireada (190 m<sup>3</sup>) (T1): de la misma manera que en la balsa anterior se aplica aireación, en esta ocurre lo mismo, con la diferenciación de que una vez terminado el proceso las aguas son desviadas finalmente al reactor biológico (SBR). En definitiva, las aguas de la T1 son las que alimentan al reactor biológico donde ocurre el proceso de depuración. Esta alimentación se produce de forma cíclica y regulada por las fases de tratamiento que tendrán lugar en dicho reactor.

En esta primera fase de pretratamiento tiene lugar la primera degradación de aproximadamente un 30% de la DQO de las aguas de entrada.

## 2. Tratamiento biológico de las aguas residuales:

Una vez que las aguas son trasvasadas al **reactor biológico de tipo secuencial (SBR)**, en él tiene lugar el tratamiento biológico de las mismas mediante los siguientes procesos consecutivos:

- a. Alimentación: proceso mediante el cual el agua contenida en la T1 es bombeada a la SBR para su tratamiento. Esta fase ocurre de forma simultánea con la fase de aireación siguiente.
  - b. Aireación: las aguas pretratadas son mezcladas mediante aireación con fangos que contienen microorganismos, los cuales se encargarán de la remoción de los contaminantes. En esta fase se les aplica aireación mediante dos soplantes que alimentan las membranas presentes en la base del reactor.
  - c. Sedimentación: proceso mediante el cual se procede a realizar la separación del agua depurada de los fangos activados. Para ello, se detienen los soplantes y se deja que los fangos decanten por su propio peso.
-

- d. Vertido: una vez que la sedimentación ha ocurrido, el remanente de agua superficial está en condiciones de ser vertido al cauce del río. **Para este vertido se utiliza un sistema de barco flotante.** <sup>2</sup>
- e. Extracción fangos en exceso: el fango en exceso se extrae de la SBR a través de una bomba sumergida en el reactor para ser depositados en un tanque de almacenamiento.

La duración total diaria de la secuencia de los procesos de tratamiento biológico es de 6 horas, por lo que al día se realizan cinco ciclos. Esto conlleva que el vertido de aguas al río se realice cuatro veces al día.

### 3. Tratamiento de los lodos:

Una vez que los fangos han sido almacenados estos son desviados a una **centrifuga decantadora** para el tratamiento de los mismos. El resultado final de dicho tratamiento es lodo deshidratado con destino planta de compostaje.

#### 2.5.2.2 Funciones del trabajador operador de la depuradora

Las principales funciones que desarrollan los dos operarios de la depuradora de las instalaciones comprenden lo siguiente:

- Toma de muestras de la salida del reactor biológico.
- Toma de muestras de las aguas de entrada sin tratar.
- Realización de análisis *in situ* de DQO, pH, conductividad y turbidez de las muestras tomadas.
- Manipulación de los GRG de ácido clorhídrico, ácido fosfórico y amoníaco para su dosificación en la T3.
- Control de los vertidos: en este caso, realizan controles de posibles desviaciones en el agua de salida de la depuradora, principalmente realizan inspección visual del color, presencia de cuerpos extraños, olor, etc.
- Adicción de floculante en la centrífuga.

---

<sup>2</sup> Sistema mediante el cual se permite el vertido únicamente de la parte superficial del agua contenida en la balsa SBR, asegurando así la salida de las aguas depuradas.

---

- Comprobaciones en el panel de control de los ciclos del reactor biológico.
- En caso de averías mecánicas, realización de las reparaciones pertinentes.

En base a toda la información recopilada anteriormente, a continuación, se procederá al desarrollo de este trabajo de fin de máster mediante el cual se evaluará el puesto de trabajo de los técnicos de depuradora de la empresa Zumos del Mediterráneo desde el punto de vista higiénico así como el psicosocial.

### 3 OBJETIVOS

El objeto de este **Trabajo de Fin de Máster** es la identificación de los riesgos biológicos más importantes a los que se ven sometidos los operarios de una **estación depuradora de aguas residuales industriales** en la empresa Zumos del Mediterráneo S.L.U.

#### 3.1 Objetivos específicos de higiene industrial

- Identificación de los posibles agentes biológicos presentes en las tareas diarias de los operadores de las instalaciones de depuración de aguas residuales industriales de la empresa.
- Determinación del nivel de riesgo asociado a dichas tareas para posteriormente poder establecer las medidas preventivas oportunas. Para ello se aplicará la evaluación simplificada establecida por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) en la nota de prevención 833. Dicha evaluación está basada en el Real Decreto 644/1997.
- Se propondrán una serie de EPIs adecuados a los riesgos identificados en el puesto de trabajo.

#### 3.2 Objetivos específicos de psicología

- Identificación de los principales factores de riesgo psicosociales a los que se ven expuestos los trabajadores de la depuradora.
- Determinación del nivel de riesgo psicosocial al que están sometidos mediante el empleo de la metodología CoPsoQ-PSQCAT.
- Identificación de las medidas preventivas pertinentes en relación a los riesgos en el ámbito psicosocial detectados para el puesto de trabajo.

## **4 ANTECEDENTES**

Para la realización de este trabajo de fin de máster se ha referido como documento marco la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, ya que es el documento predecesor de toda la bibliografía posterior. De igual manera, se ha tenido en cuenta el Real Decreto 664/1997 por el que se regula la protección de los trabajadores frente a riesgos biológicos en el puesto de trabajo (así como la Guía técnica del INSST que desarrolla dicho real decreto), y también el Real Decreto 1299/2006 por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la seguridad social y se establecen criterios para su notificación y registro.

A continuación, se detallará la recopilación de los documentos de interés más representativos relacionados con el objeto de estudio de este trabajo fin de máster y que han servido como guía para la realización del mismo.

### **4.1 Notas de prevención el INSST**

#### **4.1.1 NTP 473: Estaciones depuradoras de aguas residuales: riesgo biológico**

En este documento se desarrollan los principales riesgos biológicos a los que pueden verse expuestos los trabajadores que realizan actividades de tratamiento de aguas residuales. Se detalla una tabla en la cual se identifican los agentes biológicos (bacterias, virus, hongos y parásitos) más habituales que se pueden encontrar en este tipo de instalaciones.

Otro punto importante a destacar de este documento es la identificación de las principales vías de contaminación por agentes biológicos a las que pueden verse expuestos los trabajadores de las instalaciones mencionadas con anterioridad.

Por último, se identifica también las principales medidas preventivas a adoptar en las depuradoras en relación a la exposición a agentes biológicos. Las divide en:

- Medidas generales de higiene: identifica la necesidad de higiene personal adecuada, empleo de ropa de trabajo adecuada y protección individual adecuada.

- Medidas de protección: identifica la necesidad de prestar especial atención a las medidas de protección de la vía respiratoria, ya que en este tipo de instalaciones es la principal vía de entrada de este tipo de agentes en el organismo.
- Vacunación como herramienta preventiva: al tratarse de una exposición biológica, la vacunación es una medida efectiva frente a aquellos agentes cuya eficacia esté probada. De cualquier modo, se establece que este tipo de medida no debe sustituir ni primar sobre la aplicación de medidas no específicas. Cabe destacar que en este apartado se identifican las principales vacunas existentes y efectivas: gripe, tétanos, difteria, poliomielitis.

## **4.2 Fichas internacionales de riesgo de la organización internacional del trabajo**

### **4.2.1 Operador de plantas de tratamiento de residuos**

La Organización Internacional del Trabajo (ILO) aporta información acerca de las diferentes funciones que un operador de depuradoras acostumbra a realizar y se realiza un estudio de los principales riesgos relacionados con dichas funciones a los que pueden verse expuestos, tanto físicos como químicos, biológicos y psicosociales (ILO,1999).

Identifica como principales riesgos biológicos la contracción de enfermedades a causa de agentes infecciosos y las toxinas que estos liberan, así como enfermedades causadas por insectos o roedores que puedan estar presentes en los lechos de secado de los lodos.

En relación a los agentes psicosociales, identifica como principales fuentes de riesgo la concepción de trabajar en un empleo no demasiado respetable y sucio, así como los malos olores a los que se someten estos trabajadores durante todos los días.

Cabe destacar, por último, que también se identifican una serie de medidas preventivas relacionadas con los riesgos identificados en los pasos previos.

### **4.3 Estudios y artículos**

#### **4.3.1 Métodos para determinar la exposición de los trabajadores de plantas de tratamiento de aguas residuales**

En este artículo científico se ha estudiado la exposición de los operadores de aguas residuales a bacterias y endotoxinas presentes en el aire, así como el potencial inflamatorio de dicha exposición (Lu et al., 2020). También se realizó una evaluación del riesgo de dicha exposición, para la cual se realizaron:

- Cálculos del índice de peligro relacionándolo con los límites de exposición profesional sugeridos.
- Estimaciones de posibles deposiciones de las bacterias en la zona de la vía respiratoria de los trabajadores.
- Estimación del potencial inflamatorio de la exposición personal.

Todo ello propició la disposición de información para poder posteriormente realizar una correlación con los grupos de riesgo de las bacterias establecidos por la Unión Europea.

Como resultados de este estudio se obtuvo lo siguiente:

- La exposición a endotoxinas y bacterias es baja y no superan los límites de exposición laboral, ya que el índice de peligrosidad y el potencial inflamatorio no son relevantes en este tipo de instalaciones.
- La exposición personal a las bacterias es variable en función de la estación.
- El 45% de las especies bacterianas detectadas fueron encontradas en la zona del tanque de aireación y en la zona de desarenado.
- Se obtuvieron resultados significativamente diferentes entre las muestras de la zona personal del trabajador y las muestras del entorno laboral. Esto identificó la necesidad de analizar las muestras personales en la evaluación de riesgos del puesto de trabajo.

A pesar de estos resultados, cabe destacar lo siguiente:

---

- 15 de las 106 mediciones de endotoxinas y 36 de las 106 mediciones de bacterias superaron los límites de exposición laboral.
- El potencial inflamatorio relacionado con el nivel de exposición bacteriano era elevado en comparación con una zona residencial.
- Las principales bacterias detectadas en la EDAR se caracterizaban por originar problemas gastrointestinales, y se detectaron en la fracción que puede ser ingerida.

#### **4.3.2 Riesgos higiénicos en operadores de plantas depuradoras de aguas residuales urbanas**

Este artículo de revista científica realiza una evaluación de los diferentes contaminantes presentes en una estación de depuración de aguas residuales (Suárez, 1999). Dicha evaluación pasa por contaminantes químicos, físicos y biológicos.

En relación a los agentes biológicos identifica que los microorganismos patógenos son los que presentan una mayor incidencia en este tipo de instalaciones, siendo estos principalmente: virus, bacterias y parásitos intestinales. Clasifica los microorganismos patógenos teniendo en cuenta su capacidad de infección basada en el Real Decreto 664/1997.

Algunos de los microorganismos patógenos potencialmente presentes en aguas residuales urbanas que se han identificado en este documento se clasifican en cuatro grupos (Bacterias, Virus, Protozoos y Helmintos): *Brucella spp*, *Clostridium botulinum*, *Legionella spp*, *Leptospira*, *Rotavirus*, *Virus hepatitis A*, *Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*, *Clonorchis sinensis*, *Taenia saginata*, etc.

#### **4.3.3 Aplicación de un Sistema de gestión de la salud ocupacional a plantas depuradoras**

Mediante este documento se ha realizado un estudio de identificación y gestión de los principales riesgos (físicos, químicos, biológicos y psicosociales) presentes en una depuradora de Malasia (Malakahmad et al., 2012). Se realizó una identificación de los peligros más relevantes en función de las condiciones de la planta de tratamiento de aguas residuales y se clasificaron en función de su gravedad y peligrosidad. Para poder desarrollar esta evaluación se empleó bibliografía, así como un cuestionario y entrevistas con expertos.

Se identificó que el 38,4 % de los riesgos identificados correspondían a los riesgos biológicos, teniendo esto origen en la propia naturaleza de las aguas a tratar en dichas plantas. Algunos de estos riesgos identificados fueron:

- Dermatitis causadas por la exposición de la piel a aguas residuales.
- Enfermedades causadas por agentes infecciosos (bacteria, virus, protozoos, helmintos y hongos) presentes en el agua residual.
- Enfermedades causadas por contacto con las toxinas liberadas por los agentes infecciosos.

Respecto a los riesgos psicosociales se identificó que una de las fuentes de riesgo era la incomodidad causada por los EPIs necesarios utilizados durante toda la jornada de trabajo.

Cabe destacar que, durante el desarrollo de este trabajo fin de máster en la búsqueda de antecedentes relacionados con el ámbito psicosocial no se ha encontrado ningún estudio que los evalúe en el puesto de trabajo objeto de estudio de este trabajo.

## 5 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo de fin de máster se ha recopilado información acerca de los riesgos biológicos presentes en el puesto de trabajo en concreto, teniendo en cuenta las funciones a desarrollar. De igual modo, para el caso de la evaluación de los riesgos psicosociales, la recopilación de la información pertinente se ha realizado mediante la elaboración de un *checklist* y su distribución a los trabajadores implicados.

### 5.1 Metodología de Higiene Industrial

#### 5.1.1 Metodología de análisis de riesgos biológicos

En primer lugar, cabe destacar que se ha desestimado la medición de agentes biológicos por las siguientes razones:

- Falta de valores límites de exposición laboral.
- Escasa fiabilidad de los resultados.
- Elevado coste, en tiempo y dinero, que supone el análisis, en particular, la completa y correcta identificación de los agentes biológicos presentes en un medio.

Teniendo esto en cuenta, para lograr el objeto de este trabajo fin de máster en la identificación de los riesgos de origen biológico, se realizará una evaluación simplificada de los mismos. Dicha evaluación está basada en el Real Decreto 664/1997 y está desarrollada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo en la nota técnica de prevención número 833 (Calleja, 2009).

En este caso, la evaluación simplificada está especialmente orientada a la evaluación de riesgos biológicos en aquellos puestos de trabajo en los que no existe intención deliberada de trabajar con agentes biológicos, como es el caso de la depuración de aguas residuales.

Mediante el empleo de esta metodología se obtienen niveles de riesgo potencial a través del cruce de dos variables: nivel de exposición y consecuencias de esa exposición.

El nivel de exposición ha sido determinado mediante el análisis de posibilidad de generación de aerosoles, la frecuencia de contacto y las cantidades manejadas.

A continuación, la Tabla 6 muestra un resumen de los diferentes niveles de exposición teniendo en cuenta las variables mencionadas.

**Tabla 6. Niveles de exposición a agentes biológicos.**

<b>BAJA</b>		
<b>GENERACIÓN BIOAEROSOLES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa</li> <li>• Moderada pero esporádica</li> </ul>	<b>PUESTOS DE TRABAJO COMPRENDIDOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorios de análisis clínicos</li> <li>• Trabajos de investigación</li> <li>• Clínicas veterinarias</li> <li>• Industria alimentaria</li> <li>• Industria biotecnológica</li> </ul>
<b>FRECUENCIA DE CONTACTO</b>	<20% de la jornada laboral	
<b>CANTIDAD MANEJADA</b>	Pequeña	
<b>MEDIA</b>		
<b>GENERACIÓN BIOAEROSOLES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderada pero discontinua</li> <li>• Elevada pero esporádica</li> </ul>	<b>PUESTOS DE TRABAJO COMPRENDIDOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiezas de sistemas de ventilación</li> <li>• Manejo de animales y/o sus productos</li> <li>• Sustitución de materiales humedecidos</li> <li>• Industria biotecnológica</li> <li>• Tareas agrícolas</li> </ul>
<b>FRECUENCIA DE CONTACTO</b>	<75% de la jornada laboral	
<b>CANTIDAD MANEJADA</b>	Media	
<b>ALTA</b>		
<b>GENERACIÓN BIOAEROSOLES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderada pero continua</li> <li>• Elevada</li> </ul>	<b>PUESTOS DE TRABAJO COMPRENDIDOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de residuos urbanos</li> <li>• Tratamiento de aguas residuales</li> <li>• Manejo de cereales</li> <li>• Asistencia sanitaria</li> <li>• Asistentes sociales – Fuerzas de seguridad</li> </ul>
<b>FRECUENCIA DE CONTACTO</b>	>75% de la jornada laboral	
<b>CANTIDAD MANEJADA</b>	Grande	
Fuente: INSST, 2009. Disponible en: <a href="https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f">https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f</a>		

Una vez determinado este nivel de exposición se podrá identificar el nivel de riesgo potencial, resultado del cruce del nivel de exposición y las consecuencias, las cuales corresponden con los grupos de agentes biológicos definidos en el Real Decreto 664/1997. La Tabla 7 muestra los posibles niveles de riesgo potencial teniendo en cuenta las variables mencionadas:

**Tabla 7. Niveles de riesgo potencial de agente biológicos.**

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>
<b>BAJA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>MEDIA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>ALTA</b>	Nivel de riesgo 1*	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

Fuente: INSST, 2009. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f>

- **Nivel de riesgo potencial 1:** situaciones en las cuales la exposición al agente biológico (en este caso, de grupo 1) es casi insignificante, donde no se requieren modificaciones del proceso, aunque sí que se hace necesario el mantenimiento de la vigilancia de la salud.
  - Nivel de riesgo potencial 1\*: en esta situación la exposición es de nivel alto, y se produce con agentes de grupo 1; el riesgo de infección es bajo pero se deben planificar actuaciones orientadas a la causa de la exposición.
- **Nivel de riesgo potencial 2:** Estas situaciones ocurren cuando la posibilidad de exposición es baja y los agentes biológicos se encuentran en el grupo 2.
- **Nivel de riesgo potencial 3:** Estas situaciones tienen lugar cuando: la posibilidad de exposición es media o alta y los agentes biológicos pertenecen al grupo 2, o cuando la posibilidad de exposición es baja o media y los agentes biológicos son del grupo 3.
- **Nivel de riesgo potencial 4:** Situaciones en las que la posibilidad de exposición es alta y los agentes biológicos pertenecen al grupo 3, así como aquellas en las que la posibilidad de exposición sea tanto alta como media o alta y los agentes biológicos pertenezcan al grupo 4.

Teniendo en cuenta estos niveles de riesgo, las medidas preventivas asociadas a los mismos comprenden lo siguiente (Calleja, 2009):

- **Medidas preventivas asociadas al nivel de riesgo potencial 1:**

- 
- Observar los principios de correcta seguridad e higiene profesional.
  - Actuar, en caso de que sea necesario, sobre las causas que conducen a una exposición alta, bien sea minimizando la formación de aerosoles (mediante la modificación del proceso o presentación de los materiales, etc.) o reduciendo la frecuencia de contacto.
  - Medidas de actuación sobre el trabajador:
    - Adecuar los equipos de protección individual (EPI): seguimiento de buen uso, mantenimiento y almacenamiento adecuado.
    - Disponer de servicios sanitarios e higiénicos.
  - **Medidas preventivas asociadas al nivel de riesgo potencial 2:**
    - Observar los principios de correcta seguridad e higiene profesional.
    - Medidas de actuación sobre el agente biológico:
      - Controlar los parámetros que definen los requisitos vitales del agente biológico.
      - Valorar la posibilidad de sustitución del agente biológico, en caso de que la actividad conlleve una intención deliberada de contacto con el mismo.
    - Medidas de actuación sobre el trabajador:
      - Establecer protocolos de vigilancia de la salud: vacunación cuando esta esté disponible y se haya probado su eficacia.
      - Adecuación de los equipos de protección individual (EPI): seguimiento del buen uso, mantenimiento y almacenamiento.
    - Medidas de actuación sobre las causas de exposición:
      - Modificación del proceso para minimizar la formación de bioaerosoles.
      - Modificación de la presentación de los materiales para evitar o minimizar la formación de bioaerosoles.
      - Sistemas de extracción localizada.
      - Implantación o mejora de los procedimientos de limpieza de las instalaciones, en especial cuando el contaminante se encuentra en materia particulada.
    - Otras:
      - Establecimiento del nivel y medidas de contención exigibles cuando la actividad así lo requiera.
  - **Medidas preventivas asociadas al nivel de riesgo potencial 3:**
    - Medidas de actuación sobre el agente biológico:
      - Controlar parámetros que definen los requisitos vitales del agente biológico.
-

- Valoración de la posibilidad de sustitución del agente biológico, siempre y cuando en la actividad existe una intención deliberada de contacto con el mismo.
  - Medidas de actuación sobre las causas de exposición:
    - Modificación del proceso para minimizar la formación de bioaerosoles.
    - Modificación de la presentación de los materiales para evitar o minimizar la formación de bioaerosoles.
    - Encerramiento del proceso: uso de cabinas de seguridad biológica.
    - Disposición y utilización de equipos, instrumentos y/o materiales de bioseguridad.
    - Disposición de sistemas de extracción localizada.
    - Disposición de sistemas de ventilación general independientes del resto de las instalaciones.
    - Establecimiento de programas de mantenimiento preventivo de todas las instalaciones.
    - Mejora o implantación de procedimientos de limpieza de las instalaciones.
    - Establecimiento de programas de desinfección de las instalaciones y control de plagas.
  - Medidas de actuación sobre el trabajador:
    - Establecimiento de protocolos de vigilancia de la salud: vacunación cuando esta esté disponible y su eficacia haya sido probada.
    - Adecuación de los equipos de protección individual (EPI): seguimiento de buen uso, mantenimiento y almacenamiento.
    - Reducción de la exposición mediante la limitación del número de trabajadores o reducción del tiempo de exposición.
    - Establecimiento de tiempos para higiene personal de los trabajadores antes de la comida y al abandonar el puesto de trabajo.
  - Otras:
    - Establecimiento del nivel de contención y medidas de contención exigibles cuando la actividad así lo requiera.
    - Implantación de programas para recogida selectiva, almacenamiento, tratamiento y eliminación de residuos contaminados o sospechosos de estarlo.
- **Medidas preventivas asociadas al nivel de riesgo potencial 4:** Para este caso, se diferencia lo siguiente:

- 
- Cuando la posibilidad de exposición es alta y los agentes biológicos pertenecen al grupo 3: en este caso se aplicarán las medidas preventivas mencionadas en el punto anterior, es decir, las mismas que para el nivel de riesgo potencial 3.
  - Cuando la posibilidad de exposición es baja, media o alta y los agentes biológicos pertenecen al grupo 4:
    - Se aplicarán los máximos niveles de contención, es decir aquellos de nivel 4. Las medidas de contención asociadas están expuestas en el Anexo IV del Real Decreto 664/1997. Todas estas medidas estarán orientadas al impedimento de la liberación del agente biológico de su contenedor físico primerio al ambiente de trabajo o al medio ambiente.
    - En caso de personal sanitario, es necesario la implantación de precauciones estándar a todos los pacientes junto con las precauciones según la vía de transmisión asociada.

## **5.2 Metodología de Psicosociología**

### **5.2.1.1 Método CoPsoQ-PSQCAT**

Para la valoración del nivel de riesgo psicosocial se empleará el método CoPsoQ. Dicho método es conocido como el Cuestionario Psicosocial de Copenhague que ha sido adaptado a nivel español: ISTAS21 y PSQCAT. En este caso se ha empleado el método PSQCAT, el cual presenta el cuestionario en dos versiones: la versión corta para empresa de menos de 25 trabajadores y la versión media para empresas de más de 25 trabajadores. En realidad esa segmentación hace referencia al volumen de cuestionarios que se realizarán, teniendo en cuenta que para empresas grandes, el mínimo de muestras será de 25, y para empresas más pequeñas la muestra será mucho menor.

En el caso de estudio, sería se aplicación el cuestionario de la versión media, pero uno de los requisitos que establece es la realización de al menos 25 cuestionarios, es decir, que 25 trabajadores de puestos de trabajo diferentes hayan cubierto dicho checklist. Teniendo esto en cuenta, y considerando que la muestra de evaluación para este trabajo es de 2 trabajadores, esta versión media no podrá ser de aplicación. Por tanto, considerando los puntos mencionados, se ha decido hacer uso de la versión corta del cuestionario, a pesar de que esté orientado a empresa de menos de 25 trabajadores.

Este cuestionario realiza la evaluación de 15 dimensiones, las cuales se exponen a continuación. Además se detallan las preguntas del cuestionario que tienen relación directa con cada una de estas dimensiones:

- **Exigencias psicológicas cuantitativas:** Preguntas 1 y 2 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Esta dimensión se relaciona con el ritmo y el tiempo de trabajo en relación a la cantidad y distribución de los mismos. Suele relacionarse de manera directa con la falta de personal, tiempos inadecuados, mala planificación, inadecuación de las herramientas, materiales o procesos de trabajo, etc.

- **Doble presencia:** Preguntas 3 y 4 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Este ámbito hace referencia a las exigencias simultáneas del ámbito laboral y del ámbito doméstico – familiar, en tanto a que las exigencias laborales interfieran en las familiares.

- **Exigencias psicológicas emocionales:** Preguntas 5 y 9 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Hace referencia a la gestión de los sentimientos en las situaciones emocionales que pueden derivarse de las relaciones interpersonales del trabajo.

- **Ritmo de trabajo:** Preguntas 6 y 10 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Esta dimensión hace referencia a la exigencia psicológica relacionada con la intensidad del trabajo, tanto con la cantidad como con el tiempo. Se relaciona estrechamente con la dimensión de exigencias psicológicas cuantitativas.

- **Influencia:** Preguntas 7 y 8 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Hace referencia al margen de autonomía que el trabajador puede desarrollar en su día a día en el puesto de trabajo, en relación con las tareas a desarrollar, la cantidad de las mismas, el orden y los métodos empleados.

- **Posibilidades de desarrollo:** Preguntas 11 y 12 (Generalitat de Catalunya, 2015).

---

Esta dimensión se relaciona con las oportunidades que la realización del trabajo brinda en cuanto al desarrollo y puesta en práctica de conocimientos, habilidades y experiencia así como la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades.

- **Sentido del trabajo:** Preguntas 13 y 14 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Hace referencia a la relación del puesto de trabajo con diferentes valores como la utilidad, importancia social, aprendizaje, etc. Se relaciona con el contenido del trabajo, el significado de las tareas y la visualización de su contribución al producto o servicio final.

- **Claridad de rol:** Preguntas 15 y 16 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Esta dimensión hace referencia a la definición de tareas, se relaciona con la existencia y conocimiento por parte de los trabajadores de una definición concreta del puesto de trabajo, tanto de las tareas individuales como las del resto de personas de la organización.

- **Conflicto de rol:** Preguntas 17 y 18 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Hace referencia a las exigencias contradictorias que se pueden originar en el trabajo y que pueden suponer conflictos de carácter profesional o ético.

- **Previsibilidad:** Preguntas 19 y 20 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Esta dimensión se relaciona con la falta de información, información no adecuada o a destiempo necesaria para el desarrollo normal de las funciones del puesto de trabajo y que puede originar frustración y estrés en los trabajadores.

- **Inseguridad sobre las condiciones de trabajo:** Preguntas 21 y 22 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Hace referencia a la preocupación por el futuro en relación a los cambios no deseados de las condiciones de trabajo.

- **Inseguridad sobre el empleo:** Preguntas 23 y 24 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Dimensión relacionada con la preocupación por el futuro en relación a la ocupación. Esta estrechamente ligada con la estabilidad y las posibilidades de empleabilidad en el mercado laboral.

- **Confianza vertical:** Preguntas 25 y 26 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Se relaciona directamente con la seguridad en que la dirección y los trabajadores actuarán de manera adecuada, con un nivel de fluidez de información fiable por parte de los cargos altos, y con que la opinión de los trabajadores pueda ser expresada y tenida en cuenta por dirección.

- **Justicia:** Preguntas 27 y 28 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Esta dimensión se relaciona con el trato de equidad que deben recibir todos los trabajadores de una cierta empresa, con la toma de decisiones y con el nivel de preocupación por ellas, la razonabilidad y la ética de sus fundamentos y las posibilidades reales de ser cuestionadas.

- **Calidad del liderazgo:** Preguntas 29 y 30 (Generalitat de Catalunya, 2015).

Por último, esta dimensión se relaciona con la gestión de los equipos humanos por parte de los mandos inmediatos y de su capacidad de aplicar los procedimientos de gestión adecuados.

En el anexo I se puede encontrar el cuestionario versión corta que se le hizo llegar a los dos trabajadores objeto de estudio. Dicho cuestionario fue entregado en mano a los mismos explicándoles cual era el fin de dicho documento. Se les dio un periodo de 5 días para la cumplimentación del mismo.

La evaluación de los resultados se realizará teniendo en cuenta unos intervalos de exposición que se establecerán en función de las puntuaciones obtenidas en cada uno de los cuestionarios realizados (Generalitat de Catalunya, 2015). En este caso, para cada dimensión se evalúan un par de preguntas, por ello, la puntuación en cada una de las dimensiones será la suma de los resultados obtenidos en cada una de las preguntas de aplicación. A continuación, la Tabla 8 muestra la relación entre las puntuaciones y los niveles de exposición.

**Tabla 8. Niveles de exposición riesgo psicosocial según metodología CoPsoQ-PSQCAT.**

DIMENSIONES	PUNTUACIÓN	NIVELES DE EXPOSICIÓN		
		VERDE (situación favorable)	AMARILLO (situación moderada)	ROJO (situación desfavorable)
Exigencias cuantitativas	SUMA P.1 y P.2	0-1	2-3	4-8
Doble presencia	SUMA P.3 y P.4	0-3	4-5	6-8
Exigencias emocionales	SUMA P.5 y P.9	0-3	4-5	6-8
Ritmo de trabajo	SUMA P.6 y P.10	0-1	2-3	4-8
Influencia	SUMA P.7 y P.8	8-6	5-4	3-0
Posibilidades de desarrollo	SUMA P.11 y P.12	8-6	5-4	3-0
Sentido del trabajo	SUMA P.13 y P.14	8-7	6	5-0
Claridad de rol	SUMA P.15 y P.16	8	7-6	5-0
Conflicto de rol	SUMA P.17 y P.18	0-1	2-3	4-8
Previsibilidad	SUMA P.19 y P.20	8-7	6-5	4-0
Inseguridad de condiciones de trabajo	SUMA P.21 y P.22	0-1	2-3	4-8
Inseguridad sobre empleo	SUMA P.23 y P.24	0-2	3-4	5-8
Confianza vertical	SUMA P.25 y P.26	8-7	6-5	4-0
Justicia	SUMA P.27 y P.28	8-7	6-5	4-0
Calidad de liderazgo	SUMA P.29 y P.30	8-7	6-5	4-0
Fuente: Generalitat de Catalunya, 2015. Recuperado de: <a href="https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/documents/04_-_riscos_i_condicions_de_treball/Eines_avaluacio_riscos/PSQCAT_2_0/Versio_curta/Castella_arxiu/ANEXO_I_version_corta_v2.pdf">https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/documents/04_-_riscos_i_condicions_de_treball/Eines_avaluacio_riscos/PSQCAT_2_0/Versio_curta/Castella_arxiu/ANEXO_I_version_corta_v2.pdf</a>				

Una vez que se ha realizado el estudio de los resultados obtenidos se deberán aplicar las medidas preventivas pertinentes en aquellas dimensiones que se hayan detectado como nivel

de exposición ROJO. Para ello, se podrán y deberán aplicar los dos tipos siguientes de medidas:

- **Medidas preventivas en el origen:** están orientadas a la organización del trabajo.
- **Medidas preventivas complementarias:** son complementarias de las anteriores, esto quiere decir que por sí solas no sirven para nada, sino que siempre tienen que ir de la mano con las medidas en origen.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Higiene industrial

#### 6.1.1 Evaluación simplificada de riesgo biológico

Habiendo recopilado toda la información descrita en los apartados anteriores, con la misma se procede a la realización de la evaluación simplificada de los riesgos biológicos presentes en el puesto de técnico de depuradora de la empresa Zumos del Mediterráneo.

En primer lugar, se ha determinado que para el puesto de trabajo objeto de estudio el nivel de exposición a agentes biológicos es ALTO, lo cual implica que la generación de bioaerosoles es moderada pero continua y elevada; la frecuencia de contacto con el/los agentes biológicos, ocurre en un periodo superior al 75% de la jornada laboral; la cantidad manejada de estos agentes es grande.

Teniendo esto en cuenta, para establecer el nivel de riesgo potencial se deberá tener en consideración el grupo de cada uno de los agentes biológicos identificados en anteriores apartados como presentes en los puestos de depuración de aguas residuales. Se han seleccionado siete de los dieciséis agentes biológicos identificados, los cuales son: *Aspergillus fumigatus*, *Clostridium tetani*, *Escherichia coli*, *Hepadnaviridae (Hepatitis B)*, *Leptospira interrogans*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* (Tablas 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15).

**Tabla 9. Evaluación del riesgo de exposición *Aspergillus fumigatus*.**

	G1	G2	G3	G4
BAJA	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
MEDIA	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
ALTA	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

**Tabla 10. Evaluación del riesgo de exposición *Clostridium tetani*.**

	G1	G2	G3	G4
<b>BAJA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>MEDIA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>ALTA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

**Tabla 11. Evaluación del riesgo de exposición *Escherichia coli*.**

	G1	G2	G3	G4
<b>BAJA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>MEDIA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>ALTA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

**Tabla 12. Evaluación del riesgo de exposición *Hepadnaviridae (Hepatitis B)*.**

	G1	G2	G3	G4
<b>BAJA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>MEDIA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>ALTA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

**Tabla 13. Evaluación del riesgo de exposición *Leptospira interrogans*.**

	G1	G2	G3	G4
<b>BAJA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>MEDIA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>ALTA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

**Tabla 14. Evaluación del riesgo de exposición *Staphylococcus aureus*.**

	G1	G2	G3	G4
<b>BAJA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>MEDIA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>ALTA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

**Tabla 15. Evaluación del riesgo de exposición *Vibrio cholerae*.**

	G1	G2	G3	G4
<b>BAJA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 2	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>MEDIA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4
<b>ALTA</b>	Nivel de riesgo 1	Nivel de riesgo 3	Nivel de riesgo 4	Nivel de riesgo 4

### 6.1.2 Medidas preventivas

Los niveles de riesgo detectados en el puesto de trabajo en cuestión identifican lo siguiente respecto de las medidas preventivas a tomar:

- Nivel de riesgo 3: es necesario que las medidas preventivas sean aplicadas de forma rápida.
- Nivel de riesgo 4: es necesario que las medidas preventivas sean aplicadas de forma inmediata.

Habiendo establecido en el apartado de Metodología las medidas preventivas asociadas a cada uno de los niveles de riesgo potencial posibles, se aplicarán las siguientes en el puesto de trabajo en cuestión. Cabe destacar que a pesar de haber identificado nivel de riesgo potencial 3 y 4, estos requieren el mismo tipo de medidas preventivas, ya que, para este caso, el nivel de riesgo potencial 4 identificado corresponde a una exposición alta y agentes el grupo 3. La única premisa de diferenciación entre las medidas de los diferentes niveles es que en el caso de las situaciones de nivel 4 las medidas deberán ser tomadas de manera inmediata y con una comprobación periódica de su cumplimiento.

1. Elaboración de un **procedimiento de trabajo seguro** desde el punto de vista biológico en las instalaciones de la depuradora, en todas las actividades que desarrollan los trabajadores.
2. Realización de un **procedimiento de trabajo** en relación a la recogida de los residuos de la depuradora: traslado, gestión y almacenamiento.
3. Establecimiento de un **plan de emergencia ambiental** en relación a posibles vertidos accidentales procedentes de las aguas residuales de la depuradora.
4. Implantación de la obligatoriedad de la **higiene personal** para los técnicos de la depuradora tanto en los descansos como al final de la jornada laboral: Para dar cumplimiento a este punto se dispondrá de una hoja de control de higiene y esta será revisada al final de la jornada laboral por el técnico de prevención de la empresa.
5. Dotación de **equipos de protección individual (EPIs)** a los trabajadores:
  - Obligatoriedad de uso de gafas de seguridad durante las operaciones que se deban realizar en toda la depuradora (Toma de muestras, reparaciones, control del vertido...etc.). A continuación se muestran diferentes opciones de este equipo de protección:
    - Gafas panorámicas de protección: 4.25 €, disponibles en: [https://www.efected.com/es/comprar-proteccion-ocular/66840-gafas-de-proteccion.html?gclid=Cj0KCQjw\\_fiLBhDOARIsAF4khR1tWx6Wn8jsJxF9dBedlbQrkvv7W9FIdVOyn-TiE2U-5SOvqSD7REaAr6vEALw\\_wcB&gclidsrc=aw.ds](https://www.efected.com/es/comprar-proteccion-ocular/66840-gafas-de-proteccion.html?gclid=Cj0KCQjw_fiLBhDOARIsAF4khR1tWx6Wn8jsJxF9dBedlbQrkvv7W9FIdVOyn-TiE2U-5SOvqSD7REaAr6vEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds)
    - Gafas de protección: 3.50 €, disponibles en: [https://www.dhmaterialmedico.com/gafas-de-proteccion-1?gclid=Cj0KCQjw\\_fiLBhDOARIsAF4khR1eyPd4tbtYjN\\_ZZwAQU3yCkm40jpRI26NPpIfvQQBWI2oQJrzIEqwaAjYyEALw\\_wcB](https://www.dhmaterialmedico.com/gafas-de-proteccion-1?gclid=Cj0KCQjw_fiLBhDOARIsAF4khR1eyPd4tbtYjN_ZZwAQU3yCkm40jpRI26NPpIfvQQBWI2oQJrzIEqwaAjYyEALw_wcB)
  - Obligatoriedad de uso de guantes de protección biológica en cualquiera de las operaciones a desarrollar en las instalaciones de la depuradora. A continuación se muestran diferentes opciones de este equipo de protección:

- 
- Guante PVC JUBA 5681: 12.54 €/par, disponible en: <https://www.prolaboral.com/es/5148-guante-pvc-juba-5681.html>
  - Guante JUBA TOUCH Chem 5813T: 11.15 €/par, disponible en: <https://www.prolaboral.com/es/5143-guante-juba-touch-chem-5813t.html>
6. Control en la **correcta utilización de los EPIs** por parte de los trabajadores **y control del estado de los mismos**: para tal fin se desarrollará una hoja de control con la fecha de entrega de los EPIs que será controlada por el técnico de prevención de la empresa. Por otro lado, durante las primeras 4 semanas de la implantación de la obligatoriedad del uso de los EPIs el técnico de prevención observará el desarrollo normal de las funciones de los trabajadores para comprobar que se hace un uso adecuado de los mismos.
7. **Formación** a los trabajadores acerca de los riesgos presentes en el puesto de trabajo. Esta formación puede ser impartida directamente por el técnico de prevención de Zumos del Mediterráneo, o por una empresa externa. A continuación se muestran algunas propuestas de formación por parte de empresas externas:
- Curso en Prevención de riesgos biológico en estaciones depuradoras de aguas residuales: Colegio Oficial de Biólogos de Andalucía. Precio: 91 €, disponible en: [https://cobandalucia.org/Oferta Formativa COBA-6-55#](https://cobandalucia.org/Oferta_Formativa_COBA-6-55#)
  - Curso en Prevención de riesgos biológicos en estaciones depuradoras de aguas residuales: BIODEMECUM. Precio: 112 €, disponible en: <https://www.biodemecum.com/cursos/5/Medio-ambiente/47/Programa-de-formacion-continua-en-Prevencion-de-riesgos-biologicos-en-estaciones-depuradoras-de-aguas-residuales>
8. **Información** acerca de los riesgos biológicos presentes en el trabajo e indicación *in situ* de las zonas con mayor riesgo biológico.
9. Definición de un **plan de vigilancia de la salud** de los trabajadores en el cual se incluyan las vacunas a las que deben ser sometidos de manera obligatoria para hacer frente a los agentes biológicos presentes en el puesto. Para el caso de estudio y los agentes biológicos tenidos en cuenta en este apartado, las vacunas disponibles, y por tanto, las que deberán ser suministradas de manera obligatoria a los trabajadores son:
-

- Vacuna del tétanos: en este caso, es necesario suministrar la Tdap que es la que ofrece protección a los adultos. En caso de que alguno de los trabajadores no posea esta vacuna, es obligatorio que se incluya en el plan de vigilancia de la salud y que le sea suministrada.
- Vacuna contra la hepatitis B: En caso de que alguno de los trabajadores en su niñez o adolescencia no haya sido sometido a la vacunación contra este agente es obligatoria que se le suministre para poder realizar las funciones del puesto de trabajo de técnico de depuradora en la empresa en cuestión.
- Vacuna contra la leptospirosis: a pesar de que existe vacunación frente a este agente biológico, dicho agente se transmite por contaminación del agua con orinas animales. En el caso de estudio este escenario es complicado que ocurra, por ello, la vacunación en este agente no se considera obligatoria.
- Vacuna frente al cólera: Nuevamente, a pesar de que este agente puede estar presente en el puesto de trabajo y el nivel de riesgo potencial ha sido identificado como nivel 3, la vacuna está orientada a personal sanitario, por lo que esta vacuna para el puesto de trabajo en cuestión no aplicaría.

A continuación, se expondrá la Tabla 16, en la cual se recoge la planificación de las medidas preventivas identificadas. Cabe destacar que los plazos establecidos se han hecho en función de la facilidad de implementación de las mismas, así como la urgencia que estas presentan.

**Tabla 16<sup>3</sup>. Planificación de la actividad preventiva en higiene para la empresa Zumos del Mediterráneo.**

Medida preventiva	Fecha de implantación	Responsable	Fecha de verificación de cumplimiento
1. Procedimiento de trabajo seguro	Noviembre 2021	Técnico de PRL	Diciembre 2022
2. Procedimiento de trabajo: residuos	Noviembre 2021	Técnico de PRL Técnico de medioambiente	Diciembre 2022
3. Plan de emergencia ambiental	Noviembre 2021	Técnico de PRL Técnico de medioambiente	Diciembre 2022
4. Higiene personal	Noviembre 2021	Técnico de PRL	Diciembre 2022
5. Dotación EPIs	Noviembre 2021	Técnico de PRL	Diciembre 2022
6. Control buen uso y estado EPIs	Noviembre 2021	Técnico de PRL	Diciembre 2021
7. Formación	Diciembre 2021	Técnico de PRL	Enero 2022
8. Información	Noviembre 2021	Técnico de PRL	Diciembre 2021
9. Protocolo de vigilancia de la salud	Noviembre 2021	Técnico de PRL	Diciembre 2021

<sup>3</sup> En el caso de que fuera necesario y la empresa así lo requiriera se determinarían los costes de todas las medidas preventivas. En la actualidad por falta de medios, no se pueden estipular todas ellas.

## 6.2 Psicosociología

Para la evaluación de los resultados obtenidos en este ámbito se han tenido en cuenta las respuestas del cuestionario entregado a los dos trabajadores. Dichas respuestas se pueden encontrar en el Anexo II de este mismo documento.

Teniendo esto en consideración, los resultados obtenidos de estos cuestionario son los siguientes. Cabe destacar que las casillas marcadas con color gris son el resultado de nivel de exposición obtenido para cada dimensión.

**Tabla 17. Resultados del cuestionario del Trabajador 1.**

DIMENSIONES	PUNTUACIÓN	NIVELES DE EXPOSICIÓN		
		VERDE (situación favorable)	AMARILLO (situación moderada)	ROJO (situación desfavorable)
Exigencias cuantitativas	3 puntos	0-1	2-3	4-8
Doble presencia	3 puntos	0-3	4-5	6-8
Exigencias emocionales	1 punto	0-3	4-5	6-8
Ritmo de trabajo	4 puntos	0-1	2-3	4-8
Influencia	6 puntos	8-6	5-4	3-0
Posibilidades de desarrollo	5 puntos	8-6	5-4	3-0
Sentido del trabajo	8 puntos	8-7	6	5-0
Claridad de rol	8 puntos	8	7-6	5-0
Conflicto de rol	2 puntos	0-1	2-3	4-8
Previsibilidad	4 puntos	8-7	6-5	4-0
Inseguridad condiciones de trabajo	4 puntos	0-1	2-3	4-8
Inseguridad sobre empleo	1 punto	0-2	3-4	5-8
Confianza vertical	8 puntos	8-7	6-5	4-0
Justicia	7 puntos	8-7	6-5	4-0
Calidad de liderazgo	6 puntos	8-7	6-5	4-0

Tabla 18. Resultados del cuestionario del Trabajador 2.

DIMENSIONES	PUNTUACION	NIVELES DE EXPOSICION		
		VERDE (situación favorable)	AMARILLO (situación moderada)	ROJO (situación desfavorable)
Exigencias cuantitativas	0 puntos	0-1	2-3	4-8
Doble presencia	3 puntos	0-3	4-5	6-8
Exigencias emocionales	1 punto	0-3	4-5	6-8
Ritmo de trabajo	2 puntos	0-1	2-3	4-8
Influencia	5 puntos	8-6	5-4	3-0
Posibilidades de desarrollo	2 puntos	8-6	5-4	3-0
Sentido del trabajo	6 puntos	8-7	6	5-0
Claridad de rol	6 puntos	8	7-6	5-0
Conflicto de rol	2 puntos	0-1	2-3	4-8
Previsibilidad	4 puntos	8-7	6-5	4-0
Inseguridad condiciones de trabajo	0 puntos	0-1	2-3	4-8
Inseguridad sobre empleo	1 punto	0-2	3-4	5-8
Confianza vertical	4 puntos	8-7	6-5	4-0
Justicia	5 puntos	8-7	6-5	4-0
Calidad de liderazgo	6 puntos	8-7	6-5	4-0

Cabe destacar que tanto el trabajador 1 como el 2 presentan un nivel de riesgo inadecuado en lo referente a la dimensión de la **previsibilidad**. De manera individual, además de la dimensión mencionada, se ha observado que existen niveles altos de exposición en las siguientes dimensiones:

- El trabajador 1: ritmo de trabajo e inseguridad en las condiciones del trabajo.
- El trabajador 2: posibilidad de desarrollo y confianza vertical.

Por tanto, teniendo esto en cuenta, a continuación se muestran las posibles medidas preventivas a desarrollar en relación a estos niveles inadecuados que han sido detectados, con

especial atención en la dimensión de la previsibilidad, ya que ha sido detectada en ambos trabajadores.

1. **Ritmo de trabajo:** Establecer descansos durante la jornada laboral así como reducir la carga de trabajo a la que se ven sometidos los trabajadores, bien sea mediante la combinación de tareas más sencillas como puede ser toma de muestras, limpieza de las instalaciones o redacción de informes diarios, con tareas algo más complejas y que requieran mayor concentración, como por ejemplo: control de los parámetros de funcionamiento del reactor biológico y ajuste de los mismos, control del agua en salida del reactor biológico y ajustar los parámetros para que la calidad del agua sea óptima, etc.

Para llevar a cabo todo esto se elaborará un calendario mensual en el cual se identificará el horario de trabajo indicando los descansos a realizar. En caso de que sea horario de mañana se establecerá un descanso de 15 minutos a media mañana y otro de 1 hora para la comida, por el contrario, si se trata de horario de tarde, se establecerá un descanso de 15 minutos a media tarde y otro de 1 hora para cenar.

Además de los descansos, en el calendario se indicarán las funciones/tareas que se deben desarrollar cada día y se identificará el trabajador al que le corresponda desarrollarlas, de manera que se vayan turnando para que la distribución de la carga sea equitativa y uniforme.

2. **Previsibilidad:** En este ámbito se implementará un canal de comunicación entre los trabajadores y el jefe inmediato (en este caso, esta figura dentro de la empresa le corresponde a la jefa de calidad), a través del cual puedan expresar sus preocupaciones en cuanto a cambios en su puesto de trabajo y mediante el cual también se permita al jefe inmediato comunicarles todas las posibles variaciones que puedan tener lugar. Este canal de comunicación se implementará a través de reuniones semanales entre los técnicos de la depuradora y el jefe inmediato, dichas reuniones serán obligatorias para ambas partes y se realizarán al comienzo de cada semana. En caso de que por parte de la dirección se determine la implementación de una nueva tecnología o algún cambio relacionado con el proceso de depuración, se deberá formar a los trabajadores en esos nuevos cambios previamente a la implantación de los mismos, y se llevará a cabo un

---

seguimiento durante el primer mes de implantación para verificar que los trabajadores lo entienden y son capaces de desarrollar las nuevas funciones.

**3. Inseguridad de las condiciones de trabajo:**

En relación a este riesgo, teniendo en cuenta las respuestas obtenidas por parte del trabajador uno, es necesario establecer un documento en el cual se definan claramente las condiciones del puesto de trabajo, en el se identificarán: funciones/tareas a desarrollar, horario (debe ser fijo y no modificarse sin previo aviso al trabajador), sueldo (con los pluses necesarios por horas extras, etc.). También se definirán que los plazos para realizar avisos por parte de dirección en cuanto a cambios de horario, de turno, etc. será de 15 días.

En este caso, para conocer un poco más la situación en la cual se encuentra este trabajador se podrá realizar una reunión conjunta del jefe inmediato, los trabajadores y el departamento de recursos humanos de la empresa para determinar las condiciones del contrato de trabajo y en caso de que sea necesario ajustarlo a los intereses de ambas partes.

4. **Posibilidades de desarrollo:** En este caso, desde el departamento de calidad, se realizará un seguimiento activo de las nuevas tecnologías punteras en el ámbito de la depuración de aguas residuales y que pudieran ser de aplicación en la empresa, para así determinar las posibilidades de formación a las que deberán ser sometidos los trabajadores de la depuradora para que estén al día de las nuevas tecnologías y puedan implementarlas en el puesto de trabajo. Por otro lado, sería de interés realizar un estudio de monotonía de tareas, para así poder determinar en qué medida estas se hacen repetitivas para los trabajadores.
5. **Confianza vertical:** Mejorar la comunicación jerárquica entre dirección y los trabajadores, para ello, sería conveniente realizar al menos una vez al mes una reunión de puesta al día en la cual tanto los trabajadores como dirección exponga las novedades que pudieran tener lugar en ese momento y las preocupaciones que los trabajadores pudieran tener.

De igual manera que para las medidas preventivas del ámbito de higiene, los plazos se han establecido en base a la facilidad de desarrollo de las mismas en la empresa así como la urgencia. A continuación, la Tabla 19 muestra la planificación preventiva de las medidas en el ámbito psicosocial para la empresa Zumos del Mediterráneo.

Tabla 19<sup>4</sup>. Planificación preventiva psicosocial para la empresa Zumos del Mediterráneo.

Medida preventiva	Fecha de implantación	Responsable
1. <b>Ritmo trabajo:</b> calendario mensual de horario, descansos y tareas a desarrollar.	Noviembre 2021	Técnico de PRL
2. <b>Previsibilidad:</b> canal de comunicación (Reuniones semanales)	Noviembre 2021	Jefe inmediato (Jefe de Calidad)
3. <b>Inseguridad en las condiciones de trabajo</b>		
○ Documento de definición de puesto de trabajo y condiciones del mismo	Noviembre 2021	Técnico de PRL
○ Reunión RRHH	Noviembre 2021	Jefe RRHH, Jefe de calidad.
4. <b>Posibilidades de desarrollo:</b>	Diciembre 2021	Departamento de calidad
○ Plan de seguimiento de nuevas tecnologías y formación.		
○ Estudio de monotonía	Enero 2022	Técnico de PRL
5. <b>Confianza vertical:</b> reuniones mensuales	Noviembre 2021	Dirección, Jefe de calidad

<sup>4</sup> En este caso no se han determinado los costes asociados por falta de medios, en caso de que la empresa lo requiriera se podrían determinar los mismos.

## 7 CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones extraídas a raíz del desarrollo del presente TFM en relación a los objetivos definidos:

### 7.1 Higiene industrial

- En primer lugar, se han identificado los **17 agentes biológicos presentes en el puesto de técnico de depuradora, de los cuales se han evaluado siete**, ya que se consideró que son los de mayor riesgo en este tipo de puesto de trabajo. Se han obtenido niveles de riesgo potencial a dichos agentes comprendidos en el nivel 3 y nivel 4 del mismo. Se ha identificado que el agente con mayor nivel de riesgo es el *Hepadnaviridae* (Virus de la Hepatitis B).  
Se ha determinado que las tareas que presentan un mayor riesgo de contaminación por agente biológico son aquellas que están relacionadas con **el contacto directo con las aguas a tratar, por tanto, la toma de muestras, controles de los vertidos, dosificación de químicos para ajuste de agua de entrada, etc.** se han identificado como las tareas más susceptibles de presentar un nivel de riesgo biológico elevado.
- Se han presentado las medidas preventivas relacionadas con los agentes evaluados para que sean desarrolladas en las instalaciones de la empresa en cuestión y por los servicios de prevención asignados dentro de la misma. Se han identificado fechas de implementación teniendo en cuenta diferentes factores como la urgencia y la facilidad de implementación en el seno de la empresa.
- Por último, se han propuesto una serie de EPIs en relación a la manipulación de sustancias o aguas procedentes del proceso de depuración de las mismas para que sean comprados e introducidos en el día a día de los técnicos de la depuradora de la empresa. Se ha realizado una identificación de precios y opciones para que la empresa decida cuál es la opción que mejor se ajusta a sus necesidades.

## 7.2 Psicosociología

- En primer lugar, se han identificado las **diferentes dimensiones psicosociales objeto de evaluación para el puesto de estudio**, y se determinó que la evaluación se realizaría mediante la entrega de un cuestionario a los trabajadores donde expresaran su situación en relación a las diferentes dimensiones identificadas. Se determinó que la incidencia mayor estaba relacionada con la previsibilidad del trabajo, es decir, con aquellos aspectos del mismo vinculados a la falta de información o información inadecuada o no suficiente para poder desarrollar las funciones propias del puesto de trabajo en cuestión.
- En segundo lugar, se determinaron las medidas preventivas pertinentes en relación a las dimensiones identificadas con mayor riesgo a nivel psicosocial para los trabajadores. Dichas medidas han sido presentadas con el objeto de que la empresa las implemente a través de los servicios correspondientes.

## 8 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se identifican las posibles líneas de investigación que darían continuidad al trabajo de fin de máster presente.

### 8.1 Nuevas técnicas de depuración de aguas residuales (eviten contacto del trabajador)

En la actualidad se están desarrollando cada vez más tecnologías que permiten reducir los espacios dedicados al tratamiento de aguas y, sobre todo, que ayuden a mejorar la calidad de los vertidos. Algunas de las principales ventajas que presentan este tipo de tecnologías es que se adaptan a las condiciones tan cambiantes que tienen las aguas de entrada procedentes de las industrias, lo cual asegura una mayor calidad del agua que la obtenida por tratamientos biológicos convencionales. **Todo esto nos permitirá reducir la carga biológica a la que se pueden ver expuestos los trabajadores y, reducir los posibles focos de contacto. Desde el punto de vista psicosocial, al realizar un mejor tratamiento de las aguas y reducir variables a controlar, la carga de trabajo y responsabilidades de los trabajadores en este ámbito se vería reducida.** Algunas de estas tecnologías están siendo desarrolladas por diferentes asociaciones como el IMDEA Agua, Aqualia, Centro Tecnológico CEIT, etc. A continuación se exponen algunas de estas tecnologías:

- Depuración mediante técnica MBR (RETEMA, 2021)

Este tipo de tratamiento está basado en el empleo de biorreactores de membrana que permiten obtener efluentes con elevados índices de depuración, lo cual los hace extremadamente indicados para su reutilización o vertido en zonas sensibles. Cabe destacar que este tipo de tratamiento está alineado con el Pacto Verde de la UE, lo cual lo hace importante de cara al futuro desde el punto de vista ambiental y que actualmente está siendo desarrollado por Aqualia.

Una de las ventajas que presenta este tipo de tecnología es el poco espacio que ocupa en una planta de tratamiento respecto a una instalación convencional de depuración biológica, así como una elevada adaptabilidad y eficacia a las variaciones de caudal, características o cambios en la producción que afectan a las aguas de entrada a las depuradoras industriales.

Por último, cabe destacar que este tipo de tecnología se debe adaptar a las características particulares de la depuradora en la que se quiere implantar así como las características de las aguas de entrada y de los procesos de la industria en cuestión.

- Depuración de aguas residuales a través de tecnologías de control inteligente (RETEMA, 2021c)

Este tipo de depuración está enmarcada en un proyecto denominado CircRural 4.0 desarrollado por el Basque Research and Technology Alliance (BRTA). En la actualidad este proyecto está orientado a plantas de tratamiento en las zonas rurales, ya que se estima que estas disponen de menores avances tecnológicos que las de las zonas urbanas. Sin embargo, podría estudiarse su aplicación en depuradoras de zonas urbanas e incluso en zonas industriales.

Este tipo de tecnologías realizan controles de manera *online* y automática sobre parámetros como amoníaco, nitratos y sólidos en suspensión, a través de los cuales regulan de manera automática la aireación y generación de lodos en las plantas de tratamiento.

Siguiendo con las futuras líneas de investigación, cabe destacar que sería de interés la **asociación con diferentes instituciones que permitieran continuar con la investigación y desarrollo de mejores técnicas de depuración que beneficien la seguridad y salud de los trabajadores**. Algunas de estas asociaciones se encuentran relacionadas con el IMDEA Agua:



Figura 9. Asociaciones colaboradoras IMDEA. Fuente: IMDEA Agua. Recuperado de: <https://www.agua.imdea.org/investigacion/colaboraciones/plataformas-y-asociaciones>

Es de especial interés la **Asociación Catalana para la Innovación y la Internacionalización (CWP)**, un **clúster de empresas y de centros de conocimiento catalanes ubicados en el sector del agua** cuyo objetivo es mejorar la competitividad a través de la innovación y la internacionalización. En la actualidad tiene en activo varios proyectos, en los cuales destaca el proyecto SUGGEREIX, el cual busca mejorar los conocimientos en la regeneración de agua residual depurada.

---

## 9 BIBLIOGRAFÍA

Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos. Enciclopedia médica: MedlinePlus en español. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/encyclopedia.html>

Calleja, A. (2009). NTP 833: Agentes biológicos. Evaluación simplificada. INSST. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f>

Cano Diaz, C. (2018). Proyecto de ejecución de una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI) en una fábrica de salsas situada en dos hermanas (Sevilla). Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/109993/PORTADA%2bDOC\\_15368599689197633155342157756364.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/109993/PORTADA%2bDOC_15368599689197633155342157756364.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carreras Sabaté, P (s.f). NTP 128: Estaciones depuradoras de aguas residuales. Riesgos específicos. INSST. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_128.pdf/be4b2484-6b1f-4717-ae4-5b8d807893ba?version=1.0&t=1617977224801](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_128.pdf/be4b2484-6b1f-4717-ae4-5b8d807893ba?version=1.0&t=1617977224801)

Consejo de Salud Pública (2002). Protocolos de vigilancia sanitaria específica: Agentes biológicos. Ministerio de Sanidad y Consumo. Disponible en: [https://www.msbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/agentes\\_biologicos.pdf](https://www.msbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/agentes_biologicos.pdf)

Constans, A., Alonso, R.M., Martí, M<sup>a</sup>.C. (1998). NTP 473: Estaciones depuradoras de aguas residuales: riesgo biológico. INSST. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp\\_473.pdf/79faa591-aafb-4394-b950-910ea94e9a15](https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_473.pdf/79faa591-aafb-4394-b950-910ea94e9a15)

Catalan Water Partnership (CWP). Recuperado de: <http://www.cwp.cat/es/>

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) (s.f). Ficha Técnica. Sistema de información del medio ambiente. DANE. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos\\_suspension.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf)

---

Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas. DOCE núm. 135, de 30/05/1991, págs. 40-52. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1991-80646>

EEA (European Environment Agency) (2019). Urban wastewater treatment for 21st century challenges. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-waste-water-treatment-for/urban-waste-water-treatment>

FSC-CCOO (Secretaria de Salud Laboral de la Federación de Servicios a la Ciudadanía de CCOO) (2018). Agentes biológicos en actividades de recogida y tratamiento de aguas residuales: Medidas preventivas y métodos de evaluación. Disponible en: <https://fsc.ccoo.es/ffc719911d0fbdf571a8ee9d147f61b9000050.pdf>

Generalitat de Catalunya (2015). Manual del método CoPsoQ PSQCAT (versión 2) para la evaluación y riesgos psicosociales en las empresas de menos de 25 trabajadores y trabajadoras (versión corta). Generalitat de Catalunya. Disponible en: [https://treball.gencat.cat/web/.content/09\\_-\\_seguretat\\_i\\_salut\\_laboral/documents/04\\_-\\_riscos\\_i\\_condicions\\_de\\_treball/Eines\\_avaluacio\\_riscos/PSQCAT\\_2\\_0/Versio\\_curta/Castella\\_arxiu/Manual\\_metodo\\_CoPsoQ\\_PSQCAT\\_v2\\_version\\_corta.pdf](https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/documents/04_-_riscos_i_condicions_de_treball/Eines_avaluacio_riscos/PSQCAT_2_0/Versio_curta/Castella_arxiu/Manual_metodo_CoPsoQ_PSQCAT_v2_version_corta.pdf)

Gobierno de Canadá. Fichas técnicas de datos de seguridad de patógenos. Disponible en: <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques.html>

Hernández, C. (2009). NTP 833: Agentes biológicos. Evaluación simplificada. INSST. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f>

Hispagua (2006). Vertidos en aguas continentales en España. Disponible en: <https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/especiales/vertidos/consecuencias.htm>

IMDEA Agua. Recuperado de: <https://www.agua.imdea.org/>

Instituto de salud Carlos III (2016). Protocolo de vigilancia de fiebre tifoidea y paratifoidea (*Salmonella typhi* y *S. paratyphi*). Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar. Disponible en:

---

---

<https://www.isciii.es/QueHacemos/Servicios/VigilanciaSaludPublicaRENAVE/EnfermedadesTrasmisibles/Documents/PROTOCOLOS/Protocolo%20de%20Vigilancia%20de%20Fiebre%20Tifoidea%20y%20Paratifoidea.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Fichas de agentes biológicos – DATABiO. Disponible en: [https://www.insst.es/databio-fichas-de-agentes-biologicos?p\\_p\\_id=es\\_insst\\_buscadores\\_web\\_BuscadoresMVCPortlet&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&es\\_insst\\_buscadores\\_web\\_BuscadoresMVCPortlet\\_javax.portlet.action=search&p\\_auth=7T37NDNP](https://www.insst.es/databio-fichas-de-agentes-biologicos?p_p_id=es_insst_buscadores_web_BuscadoresMVCPortlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&es_insst_buscadores_web_BuscadoresMVCPortlet_javax.portlet.action=search&p_auth=7T37NDNP)

Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Base d'observation des Agents Biologiques. Disponible en: <https://www.inrs.fr/publications/bdd/baobab.html>

International Labour Organization, 1999. Operator, wastewater treatment plant: International Hazard Datasheets on Occupation. Disponible en: [https://www.ilo.org/safework/cis/WCMS\\_192394/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/safework/cis/WCMS_192394/lang--en/index.htm)

Izquierdo, F.M. (2012). Manual de Riesgos Psicosociales en el trabajo: Teoría y Práctica. Disponible en: <https://www.misgsst.com/public/documento/4XNSr4Vfmk.pdf>

Llaneza González, Adrián (2012). Tratamiento de aguas residuales en la industria del zumo de manzana. Universidad de Oviedo. Disponible en: [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/3994/TFM\\_LlanezaGonzalez.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/3994/TFM_LlanezaGonzalez.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Lluís, S.M., Serrano, C.L., Kristensen, T.S., Martínez, S.V. (2000). NTP 703: El método COPSOQ (ISTAS21, PSQCAT21) de evaluación de riesgos psicosociales. INSHT. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp\\_703.pdf/2c8e594e-6330-429e-ae3d-f03d590ae087](https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_703.pdf/2c8e594e-6330-429e-ae3d-f03d590ae087)

Lu, R., Frederiksen, M.W., Uhrbrand, K., Li, Y., Østergaard, C., Madsen, A.M. (2020). Wastewater treatment plant workers' exposure and methods for risk evaluation of their exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 205, p.111365. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651320312021>

---

Malakahmad, A., Downe, A.G., Fadzil, S.D.M. (2012). Application of occupational health and safety management system at sewage treatment plants. IEEE Business, Engineering & Industrial Applications Colloquium (BEIAC), pp.347-350. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Amirhossein-Malakahmad/publication/261499796\\_Application\\_of\\_occupational\\_health\\_and\\_safety\\_management\\_system\\_at\\_sewage\\_treatment\\_plants/links/5412ae240cf2fa878ad3aebd/Application-of-occupational-health-and-safety-management-system-at-sewage-treatment-plants.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Amirhossein-Malakahmad/publication/261499796_Application_of_occupational_health_and_safety_management_system_at_sewage_treatment_plants/links/5412ae240cf2fa878ad3aebd/Application-of-occupational-health-and-safety-management-system-at-sewage-treatment-plants.pdf)

Mayo Clinic. Atención al paciente e información médica. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/patient-care-and-health-information>

Muñoz Cruz, A. (2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/?sequence=1>

MSD. Manual MSD para el profesional. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es-es/professional>

Neffa, J.C. (2015). Los riesgos psicosociales en el trabajo. Buenos Aires: CONICET. Disponible en: <http://www2.izt.uam.mx/sotraem/NovedadesEditoriales/riesgotrabajo.pdf>

Organización Mundial de la Salud (2021). Cólera. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cholera>

Organización Mundial de la Salud (2021). Hepatitis A. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-a>

Organización Mundial de la Salud (2020). Hepatitis B. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-b>

Osalan (Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral) (2014). Guía de prevención de riesgos psicosociales. Disponible en: [https://www.osalan.euskadi.eus/libro/guia-de-prevencion-de-riesgos-psicosociales-dirigida-al-delegado-o-delegada-de-prevencion/s94-osa9999/es/adjuntos/guia\\_riesgos\\_psicosociales\\_para\\_delegados\\_y\\_delegadas.pdf](https://www.osalan.euskadi.eus/libro/guia-de-prevencion-de-riesgos-psicosociales-dirigida-al-delegado-o-delegada-de-prevencion/s94-osa9999/es/adjuntos/guia_riesgos_psicosociales_para_delegados_y_delegadas.pdf)

Osorio Robles, F., Torres Rojo, JC., Sánchez Blas, M (2011). Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes: Aplicación de procesos industriales a la reutilización de aguas residuales. Ediciones Díaz de Santos. Disponible en:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ukWBiJ8V1yEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=TECNICA+S+DE+TRATAMIENTO+DE+AGUAS+RESIDUALES&ots=yTudteXROT&sig=6kt9slnrwwRy2Tq7PqURzsLJmZ8#v=onepage&q&f=false>

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento el Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. BOE núm. 103, de 30/04/1986. Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-10638>

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE núm. 124 de 24/05/1997. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-11144>

Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. BOE núm. 302, de 19/12/2006. Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-22169>

RETEMA (2021a). La tecnología MBR como respuesta a los retos ambientales en el tratamiento de efluentes industriales. Revista técnica de medio ambiente (RETEMA). Recuperado de: <https://www.retema.es/articulo/la-tecnologia-mbr-como-respuesta-a-los-retos-ambientales-en-el-tratamiento-de-efluent-XqdES>

RETEMA (2021b). Dando una segunda vida a las aguas residuales rurales a través de tecnologías de control inteligente. Revista técnica de medio ambiente (RETEMA). Recuperado de: <https://www.retema.es/noticia/dando-una-segunda-vida-a-las-aguas-residuales-rurales-a-traves-de-tecnologias-de-cont-cpkrF>

Rojas, R. (2002). Sistemas de tratamiento de aguas residuales. Gestión integral de tratamiento de aguas residuales, 1(1), 8-15. Disponible en: <http://files.control->

[ambiental5.webnode.com.co/200000093-9097e9190c/GESTION%20INTEGRAL%20DEL%20TRATAMIENTO%20AR.pdf](http://ambiental5.webnode.com.co/200000093-9097e9190c/GESTION%20INTEGRAL%20DEL%20TRATAMIENTO%20AR.pdf)

Saorin Guillamón, J., Del Cacho Sanz, C., García Yuste, M., Garrido, R. (s.f). Guía de depuración de aguas residuales. INTECSA-INARSA SA. Disponible en: <https://www.intecsa-inarsa.com/es/noticias-intecsa-es/publicaciones/220-guia-de-depuracion-de-aguas-residuales>

Suárez, C.A.S. (1999). Riesgos higiénicos en operadores de plantas depuradoras de aguas residuales urbanas. *Tecnología del agua*, (186), 54-62.

ULPGC (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) (s.f). Parámetros indicativos y criterios de calidad. ULPGC. Disponible en: [https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/43/43264/tema\\_5.pdf](https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/43/43264/tema_5.pdf)

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) (2020). Principales contaminantes del agua: físicos, químicos y biológicos. UNAM. Disponible en: <https://cursoparalaunam.com/principales-contaminantes-del-agua-fisicos-quimicos-y-biologicos>

Weather Spark. El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tarragona. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/45958/Clima-promedio-en-Tarragona-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime>

## 10 ANEXOS

### 10.1 ANEXO I: Cuestionario versión CORTA CoPsoQ-PSQCAT.

A continuación, se muestran preguntas relacionadas con las exigencias y contenidos de tu trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
1. ¿La distribución de tareas es irregular y provoca que se te acumule el trabajo?	4	3	2	1	0
2. ¿Tienes tiempo de llevar al día tu trabajo?	0	1	2	3	4
3. ¿Hay momentos en los que necesitarías estar en la empresa y en casa a la vez?	4	3	2	1	0
4. ¿Sientes que tu trabajo te ocupa tanto tiempo que perjudica a tus tareas doméstico-familiares?	4	3	2	1	0
5. ¿En el trabajo tienes que ocuparte de los problemas personales de otras personas?	4	3	2	1	0
6. ¿Tienes que trabajar muy rápido?	4	3	2	1	0
7. ¿Tienes mucha influencia sobre las decisiones que afectan a tu trabajo?	4	3	2	1	0
8. ¿Tienes influencia sobre como realizas tu trabajo?	4	3	2	1	0

**Siguiendo con los contenidos de tu trabajo, escoge UNA sola respuesta para cada una de las siguientes preguntas:**

ELIGE UNA **SOLA RESPUESTA** PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
9. ¿Tu trabajo, en general, es desgastador emocionalmente?	4	3	2	1	0
10. ¿El ritmo de trabajo es alto durante toda la jornada?	4	3	2	1	0
11. ¿Tu trabajo permite que aprendas cosas nuevas?	4	3	2	1	0
12. ¿Tu trabajo permite que apliques tus habilidades y conocimientos?	4	3	2	1	0
13. ¿Tus tareas tienen sentido?	4	3	2	1	0
14. ¿Las tareas que haces te parecen importantes?	4	3	2	1	0

**Las preguntas siguientes hacen referencia al grado de definición de la tarea:**

ELIGE UNA **SOLA RESPUESTA** CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
15. ¿Tu trabajo tiene objetivos claros?	4	3	2	1	0
16. ¿Sabes exactamente que se espera de ti en el trabajo?	4	3	2	1	0
17. ¿Se te exigen cosas contradictorias en el trabajo?	4	3	2	1	0
18. ¿Tienes que hacer tareas que tú crees que deberían hacerse de otra manera?	4	3	2	1	0
19. ¿En tu empresa se te informa con suficiente antelación de decisiones importantes, cambios y proyectos de futuro?	4	3	2	1	0
20. ¿Recibes toda la información que necesitas para realizar bien tu trabajo?	4	3	2	1	0

Estas preguntas hacen referencia a las preocupaciones sobre posibles cambios en tus condiciones de trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

En estos momentos ¿estás preocupado/a por...	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
21. si te cambian el horario (turno, días de la semana, horas de entrada y salida) contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
22. si te varían el salario (que no te lo actualice, que te lo bajen, que introduzcan el salario variable, que te paguen en especie, etc.)?	4	3	2	1	0
23. si te despiden o no te renuevan el contrato?	4	3	2	1	0
24. lo difícil que sería encontrar otro trabajo en el caso de que te quedaras en paro?	4	3	2	1	0

Las siguientes preguntas hacen referencia al reconocimiento, confianza y justicia en tu lugar de trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
25. ¿Confía la Dirección en que los trabajadores hagan un buen trabajo?	4	3	2	1	0
26. ¿Te puedes fiar de la información procedente de la Dirección?	4	3	2	1	0
27. ¿Se solucionan los conflictos de una manera justa?	4	3	2	1	0
28. ¿Se distribuyen las tareas de una forma justa?	4	3	2	1	0
29. ¿Se puede afirmar que tu jefe inmediato planifica bien el trabajo?	4	3	2	1	0
30. ¿Se puede afirmar que tu jefe inmediato resuelve bien los conflictos?	4	3	2	1	0

## 10.2 ANEXO II: Cuestionarios cumplimentados por parte de los trabajadores.

TRABAJADOR ④

A continuación, se muestran preguntas relacionadas con las exigencias y contenidos de tu trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
1. ¿La distribución de tareas es irregular y provoca que se te acumule el trabajo?	4	3	②	1	0
2. ¿Tienes tiempo de llevar al día tu trabajo?	0	①	2	3	4
3. ¿Hay momentos en los que necesitarías estar en la empresa y en casa a la vez?	4	3	②	1	0
4. ¿Sientes que tu trabajo te ocupa tanto tiempo que perjudica a tus tareas doméstico-familiares?	4	3	2	①	0
5. ¿En el trabajo tienes que ocuparte de los problemas personales de otras personas?	4	3	2	1	①
6. ¿Tienes que trabajar muy rápido?	4	3	②	1	0
7. ¿Tienes mucha influencia sobre las decisiones que afectan a tu trabajo?	4	③	2	1	0
8. ¿Tienes influencia sobre como realizas tu trabajo?	4	③	2	1	0

Siguiendo con los contenidos de tu trabajo, escoge UNA sola respuesta para cada una de las siguientes preguntas:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
9. ¿Tu trabajo, en general, es desgastador emocionalmente?	4	3	2	①	0
10. ¿El ritmo de trabajo es alto durante toda la jornada?	4	3	②	1	0
11. ¿Tu trabajo permite que aprendas cosas nuevas?	4	3	②	1	0
12. ¿Tu trabajo permite que apliques tus habilidades y conocimientos?	4	③	2	1	0
13. ¿Tus tareas tienen sentido?	④	3	2	1	0
14. ¿Las tareas que haces te parecen importantes?	④	3	2	1	0

Las preguntas siguientes hacen referencia al grado de definición de la tarea:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
15. ¿Tu trabajo tiene objetivos claros?	4	3	2	1	0
16. ¿Sabes exactamente que se espera de ti en el trabajo?	4	3	2	1	0
17. ¿Se te exigen cosas contradictorias en el trabajo?	4	3	2	1	0
18. ¿Tienes que hacer tareas que tú crees que deberían hacerse de otra manera?	4	3	2	1	0
19. ¿En tu empresa se te informa con suficiente antelación de decisiones importantes, cambios y proyectos de futuro?	4	3	2	1	0
20. ¿Recibes toda la información que necesitas para realizar bien tu trabajo?	4	3	2	1	0

Estas preguntas hacen referencia a las preocupaciones sobre posibles cambios en tus condiciones de trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

En estos momentos ¿estás preocupado/a por...	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
21. si te cambian el horario (turno, días de la semana, horas de entrada y salida) contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
22. si te varían el salario (que no te lo actualice, que te lo bajen, que introduzcan el salario variable, que te paguen en especie, etc.)?	4	3	2	1	0
23. si te despiden o no te renuevan el contrato?	4	3	2	1	0
24. lo difícil que sería encontrar otro trabajo en el caso de que te quedaras en paro?	4	3	2	1	0

Las siguientes preguntas hacen referencia al reconocimiento, confianza y justicia en tu lugar de trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
25. ¿Confía la Dirección en que los trabajadores hagan un buen trabajo?	4	3	2	1	0
26. ¿Te puedes fiar de la información procedente de la Dirección?	4	3	2	1	0
27. ¿Se solucionan los conflictos de una manera justa?	4	3	2	1	0
28. ¿Se distribuyen las tareas de una forma justa?	4	3	2	1	0
29. ¿Se puede afirmar que tu jefe inmediato planifica bien el trabajo?	4	3	2	1	0
30. ¿Se puede afirmar que tu jefe inmediato resuelve bien los con	4	3	2	1	0



TRABAJO (2)

A continuación, se muestran preguntas relacionadas con las exigencias y contenidos de tu trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Sólo alguna vez	Nunca
1. ¿La distribución de tareas es irregular y provoca que se te acumule el trabajo?	4	3	2	1	0
2. ¿Tienes tiempo de llevar al día tu trabajo?	0	1	2	3	4
3. ¿Hay momentos en los que necesitarías estar en la empresa y en casa a la vez?	4	3	2	1	0
4. ¿Sientes que tu trabajo te ocupa tanto tiempo que perjudica a tus tareas doméstico-familiares?	4	3	2	1	0
5. ¿En el trabajo tienes que ocuparte de los problemas personales de otras personas?	4	3	2	1	0
6. ¿Tienes que trabajar muy rápido?	4	3	2	1	0
7. ¿Tienes mucha influencia sobre las decisiones que afectan a tu trabajo?	4	3	2	1	0
8. ¿Tienes influencia sobre como realizas tu trabajo?	4	3	2	1	0

Siguiendo con los contenidos de tu trabajo, escoge UNA sola respuesta para cada una de las siguientes preguntas:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
9. ¿Tu trabajo, en general, es desgastador emocionalmente?	4	3	2	1	0
10. ¿El ritmo de trabajo es alto durante toda la jornada?	4	3	2	1	0
11. ¿Tu trabajo permite que aprendas cosas nuevas?	4	3	2	1	0
12. ¿Tu trabajo permite que apliques tus habilidades y conocimientos?	4	3	2	1	0
13. ¿Tus tareas tienen sentido?	4	3	2	1	0
14. ¿Las tareas que haces te parecen importantes?	4	3	2	1	0

Las preguntas siguientes hacen referencia al grado de definición de la tarea:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
15. ¿Tu trabajo tiene objetivos claros?	4	3	2	1	0
16. ¿Sabes exactamente que se espera de ti en el trabajo?	4	3	2	1	0
17. ¿Se te exigen cosas contradictorias en el trabajo?	4	3	2	1	0
18. ¿Tienes que hacer tareas que tú crees que deberían hacerse de otra manera?	4	3	2	1	0
19. ¿En tu empresa se te informa con suficiente antelación de decisiones importantes, cambios y proyectos de futuro?	4	3	2	1	0
20. ¿Recibes toda la información que necesitas para realizar bien tu trabajo?	4	3	2	1	0

Estas preguntas hacen referencia a las preocupaciones sobre posibles cambios en tus condiciones de trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

En estos momentos ¿estás preocupado/a por...	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
21. si te cambian el horario (turno, días de la semana, horas de entrada y salida) contra tu voluntad?	4	3	2	1	0
22. si te varían el salario (que no te lo actualice, que te lo bajen, que introduzcan el salario variable, que te paguen en especie, etc.)?	4	3	2	1	0
23. si te despiden o no te renuevan el contrato?	4	3	2	1	0
24. lo difícil que sería encontrar otro trabajo en el caso de que te quedaras en paro?	4	3	2	1	0

Las siguientes preguntas hacen referencia al reconocimiento, confianza y justicia en tu lugar de trabajo:

ELIGE UNA SOLA RESPUESTA PARA CADA UNA DE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

	En gran medida	En buena medida	En cierta medida	En alguna medida	En ningún caso
25. ¿Confía la Dirección en que los trabajadores hagan un buen trabajo?	4	3	3	1	0
26. ¿Te puedes fiar de la información procedente de la Dirección?	4	3	2	1	0
27. ¿Se solucionan los conflictos de una manera justa?	4	3	2	1	0
28. ¿Se distribuyen las tareas de una forma justa?	4	3	2	1	0
29. ¿Se puede afirmar que tu jefe inmediato planifica bien el trabajo?	4	3	2	1	0
30. ¿Se puede afirmar que tu jefe inmediato resuelve bien los conflictos?	4	3	2	1	0

TCS?

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Evaluación de riesgos en una estación depuradora de aguas residuales industriales (EDARI).

Alumno: Laura Fernández Martínez  
Tutor: Ana Isabel Sánchez Blanco  
Madrid, 2021

MÁSTER DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES



**Universidad  
Europea**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES