

# Máster Universitario en Gestión de Prevención de Riesgos Laborales

Facultad de Ciencias del Trabajo

Universidad de León

Curso 2022 / 2023



EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES DE UN  
PROYECTO DE IMPRESORAS 3D CON TECNOLOGÍA  
DE MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA

EVALUATION OF OCCUPATIONAL RISK OF A 3D  
PRINTING PROJECT WITH FDM TECHNOLOGY

**Realizado por el alumno D. Néstor Cruz Álvarez García**

**Tutorizado por el profesor D. Roberto López González**

## **VISTO BUENO DEL TUTOR DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER**

El Profesor D. ROBERTO LÓPEZ GONZÁLEZ, en su calidad de Tutor del Trabajo Fin de Máster titulado “EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES DE UN PROYECTO DE IMPRESORAS 3D CON TECNOLOGÍA DE MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA” realizado por D. NÉSTOR CRUZ ÁLVAREZ GARCÍA en el Máster Universitario en Gestión de Prevención de Riesgos Laborales, informa favorablemente el mismo, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al art. 15.3 del R.D. 1393/2007, de 29 de octubre.

En León, a 28 de NOVIEMBRE de 2022

VºBº

Fdo.: Dr. Roberto López González

## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b><i>Objetivo y justificación del trabajo</i></b> .....	<b>1</b>
1.1	Objetivo principal .....	1
1.2	Objetivos específicos .....	1
<b>2</b>	<b><i>Metodología</i></b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b><i>Introducción a la impresión 3D</i></b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b><i>Contexto de la impresión 3D</i></b> .....	<b>5</b>
4.1	Origen de las impresoras 3D .....	6
4.1.1	Fase del prototipado. ....	6
4.1.2	Fase de los moldes. ....	7
4.1.3	Fase de fabricación directa.....	7
4.2	Impacto económico mundial de la impresión 3D .....	8
4.3	La impresión 3D en España .....	10
4.4	Normativa de prevención de riesgos de las impresoras 3D .....	11
<b>5</b>	<b><i>Tecnología FDM: Modelado por Deposición de Material Fundido</i></b> .....	<b>12</b>
5.1	Etapas del proceso de impresión.....	12
5.1.1	Modelado .....	12
5.1.2	Impresión .....	13
5.1.3	Acabado (buscar curado).....	13
<b>6</b>	<b><i>Materiales</i></b> .....	<b>13</b>
6.1	Materiales de impresión .....	14
6.1.1	Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS).....	14
6.1.2	Ácido poliláctico (PLA).....	14
6.2	Material de soporte y curado .....	15
6.2.1	Alcohol polivinílico (PVA).....	15
6.2.2	Poliestireno de alto impacto (HIPS).....	15
<b>7</b>	<b><i>Empresa</i></b> .....	<b>15</b>
7.1	Profesionales del proyecto .....	16
7.1.1	Grupo profesional 0: Dirección.....	16
7.1.2	Grupo profesional 1: Técnico superior responsable.....	17
7.1.3	Grupo profesional 2: Responsable de sección. ....	18
7.1.4	Grupo Profesional 3: Técnicos.....	19

<b>7.2</b>	<b>Estructura organizativa.....</b>	<b>19</b>
<b>7.3</b>	<b>Proyecto.....</b>	<b>20</b>
<b>7.4</b>	<b>Organización de la producción. ....</b>	<b>23</b>
<b>7.5</b>	<b>Organización de la prevención.....</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b><i>Análisis y evaluación de los riesgos.</i> .....</b>	<b>24</b>
<b>8.1</b>	<b>Análisis de riesgos generales. ....</b>	<b>25</b>
<b>8.2</b>	<b>Análisis de riesgos específicos. ....</b>	<b>30</b>
8.2.1	Riesgos específicos para la sección 1: oficinas.....	30
8.2.2	Riesgos específicos para la sección 2: laboratorio de materiales.....	35
8.2.3	Riesgos específicos para la sección 3: Laboratorio tecnológico.....	41
8.2.4	Riesgos específicos para la sección 4: Almacén.....	48
<b>9</b>	<b><i>Conclusiones</i>.....</b>	<b>56</b>
<b>10</b>	<b><i>Bibliografía</i> .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Origen de diferentes tecnologías y empresas (elaboración propia) (3).....	6
Ilustración 2 Fase del prototipado: prototipo de un engranaje metálico (5).....	7
Ilustración 3 Fase de los moldes: molde de soplado de PET de policarbonato (5).....	7
Ilustración 4 Crecimiento de las impresoras 3D en diferentes sectores durante la última década. Datos presentados en un gráfico de elaboración propia a partir de la información ofrecida por 3D native (6). .....	9
Ilustración 5 Sectores que trabajan con la impresión 3D en España (7). .....	10
Ilustración 6 Núcleos de fabricación aditiva en el territorio nacional (7). .....	11
Ilustración 7 Etapas de la impresión 3D (elaboración propia). .....	12
Ilustración 8 Jerarquía de los grupos profesionales involucrados en el proyecto (elaboración propia).....	20
Ilustración 9 Esquema de la producción del departamento (elaboración propia).....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de estimación de riesgo (1). .....	3
Tabla 2 Matriz de niveles de riesgo y actuaciones (1). .....	4
Tabla 3 Secciones y tareas del departamento (elaboración propia).....	22
Tabla 4 Análisis de riesgos generales y medidas preventivas (elaboración propia). ....	25
Tabla 5 Riesgos específicos para la sección 1: Oficinas (elaboración propia).....	30
Tabla 6 Riesgos específicos para la sección 2: Laboratorio de materiales (elaboración propia).....	35
Tabla 7 Riesgos específicos para la sección 3: laboratorio de tecnológico (elaboración propia).....	41
Tabla 8 Riesgos específicos para la sección 4: Almacén (elaboración propia).....	48

## **RESUMEN**

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los diferentes riesgos a los que están expuestos los trabajadores en las empresas que han adaptado la tecnología de la impresión 3D en sus procesos productivos.

Para ello, este proyecto estudia la tecnología FDM o *modelado por deposición fundida*, se realiza un análisis de la evolución histórica, impacto económico a nivel mundial y la presencia en España. Finalmente, se idea una empresa que adapta la tecnología FDM a su proceso productivo para acabar con el análisis de los riesgos que conlleva la incorporación de esta tecnología. Básicamente, se expone el trabajo que debería realizar un Técnico Superior de Prevención de Riesgos Laborales a la hora de evaluar estos riesgos y buscar las soluciones adecuadas para afrontarlos desde el origen, siempre que sea posible.

Para llevar a cabo la evaluación de este proyecto se ha utilizado método binario del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## **ABSTRACT**

The purpose of this work is to show the risks to which the workers are exposed in companies that adapt the 3D technology to their production process.

This project investigates the Fusion Filament Fabrication (FFF) technology, the historical evolution and the global and Spanish economic impact. Then, a company that adapts FFF to its manufacturing process is designed, in order to study the risks involved in this incorporation. Basically, this project presents the work that a High Risk Occupational Technic have to do: evaluating these risks and seeking the appropriated solutions to solve them from the source whenever is possible.

To carry out the evaluation of this project, the binary method of the National institute of Safety and Health at Work has been used.



# 1 Objetivo y justificación del trabajo

## 1.1 Objetivo principal

El presente trabajo tiene como objetivo la identificación, análisis y evaluación de los riesgos que puedan comprometer la seguridad y salud los trabajadores que utilicen la tecnología de la impresión 3D, en concreto, la tecnología FDM o *modelado por deposición fundida*.

Para realizar este estudio, se diseña un proyecto que pone en marcha una línea de producción basada en esta tecnología desarrollado por una empresa ficticia. Una vez realizada la evaluación, se propondrán medidas de prevención de los riesgos detectados para asegurar una práctica segura y responsable.

## 1.2 Objetivos específicos

Para lograr el objetivo principal se deben cumplir una serie de objetivos específicos:

- Entender el fundamento teórico, los procesos y las etapas de la fabricación aditiva.
- Conocer las características de las materias primas, así como las consecuencias que pueden tener en la seguridad y salud de las personas.
- Describir la empresa y el proyecto.
- Identificar los distintos puestos de trabajo y los riesgos a los que están expuestos en cada uno de ellos.
- Realizar la evaluación de riesgos de forma separada para cada uno de los puestos de trabajo.
- Proponer medidas preventivas que permitan reducir los niveles de riesgo a niveles tolerables.

## 2 Metodología

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el método binario del Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (1). Su protocolo de actuación se basa en evaluar los riesgos por puesto de trabajo siguiendo las siguientes pautas:

- Clasificación del puesto de trabajo; tareas, tiempo, frecuencia, instalaciones, maquinaria, etc.
- Identificar los peligros de cada puesto de trabajo: fuentes de daño, posibles afectados, desarrollo del peligro, etc.
- Estimación y cuantificación del riesgo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)
- Valoración del riesgo (*Tabla 2*).

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que divide los riesgos en función de probabilidad y el daño. Los **niveles de probabilidad** son:

- Probabilidad alta: el daño ocurrirá siempre o casi siempre.
- Probabilidad media: el daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- Probabilidad Baja: el daño ocurrirá raras veces.

Por otro lado, el **nivel de consecuencias** cuenta las partes del cuerpo afectadas y la naturaleza de las lesiones. De conformidad con ello, los criterios de elección son:

- Extremadamente dañino: amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

- Dañino: Cortes, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, asma, dermatitis, trastornos musculoesqueléticos y enfermedades que producen una incapacidad menor.
- Ligeramente dañino: Cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo, dolor de cabeza, disconfort y molestias e irritaciones.

La *Tabla 2* se recoge información de cómo proceder con cada caso tipo de riesgo.

*Tabla 1 Matriz de estimación de riesgo (1).*

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
PROBABILIDAD	Baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Tabla 2 Matriz de niveles de riesgo y actuaciones (1).

Riesgo	Actuación
Riesgo trivial	No requiere acción específica.
Riesgo tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requiere comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Riesgo moderado	<p>Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado.</p> <p>Cuando el riesgo modera está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.</p>
Riesgo importante	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Riesgo intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir los riesgos, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse le trabajo.

### **3 Introducción a la impresión 3D**

La impresión 3D es el proceso de unir materiales para hacer objetos tridimensionales sólidos a partir de un modelo digital. Sin embargo, este término se asocia más bien a la impresión hecha en casa o en comunidad, mientras que, si se aplica en tecnologías de producción y a cadenas de suministro, se suele utilizar el término fabricación aditiva (2).

Básicamente, el proceso consiste en que la impresora deposita un material capa por capa, de forma controlada en los puntos en que este es necesario. De esta manera se fabrican objetos con formas geométricas personalizadas utilizando gran variedad de materiales, como polímeros, como polímeros (ABS, poliamida, policarbonato...), metales, cerámicos o comestibles (2).

Si se compara con las técnicas de fabricación tradicionales, esta tecnología modifica el concepto de fabricación, pasando de cortar o moldear las formas a combinar materias primas de forma más precisa y versátil. La ventaja es que únicamente utiliza el material necesario para la fabricación de la pieza, no se generan residuos, los componentes tienen un coste menor y se produce de manera más sostenible.

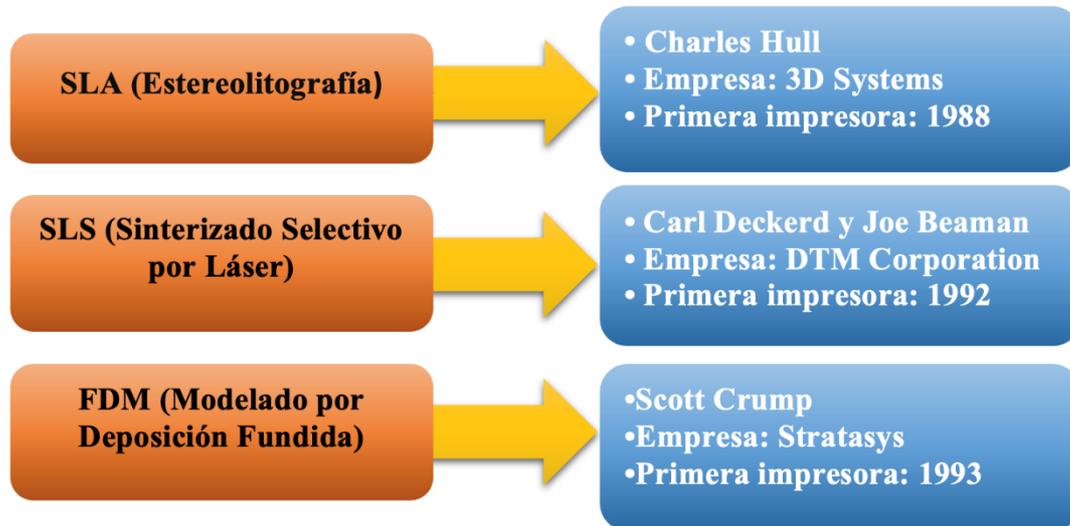
El alcance de las impresoras 3D no tiene límites, pero este trabajo no trata de abarcar todas las variantes de esta tecnología, sino que se limita a la técnica FFF o *fabricación con filamento fundido*, término equivalente a FDM o *modelado por deposición fundida*, que es una de las técnicas más ampliamente utilizadas (3).

### **4 Contexto de la impresión 3D**

Para poder llevar a cabo el estudio de los riesgos de la impresión 3D y ser conscientes del alcance que tienen en la población, es necesario hacer un análisis histórico para comprender el origen y el impacto de esta tecnología en el ámbito industrial. Además, este apartado también se enfoca en el ámbito económico a nivel nacional y se repasa la normativa preventiva relacionada. De esta manera, tendremos una referencia en la que apoyarnos y entender mejor el significado de este trabajo.

## 4.1 Origen de las impresoras 3D

El origen de las impresoras 3D se remonta a la segunda mitad de la década de los 80 y principio de los 90 cuando tres proyectos dieron lugar a tres tecnologías diferentes o métodos de impresión y que de éstos surgieron tres empresas diferentes (4), resumidas en la Ilustración 1:



*Ilustración 1 Origen de diferentes tecnologías y empresas (elaboración propia) (3)*

Concretamente, la tecnología FDM fue patentada por Scott Crump en 1993, quien posteriormente comenzó a desarrollar esta tecnología en Stratasys, compañía que él mismo fundó. Estas tecnologías se desarrollaron en el sector industrial siguiendo tres fases explicadas en los siguientes apartados (3).

### 4.1.1 Fase del prototipado.

La primera función que tuvo la impresión 3D a nivel industrial fue la realización de prototipos, lo que reducía costes en comparación a las tecnologías tradicionales. Con la impresión 3D se tiene la posibilidad de hacer prototipos flexibles y rápidos. A través de la flexibilidad se puede testear el producto y realizar cambios en sus atributos. En contraposición, las tecnologías tradicionales producen prototipos poco flexibles y más lentos (5).

Esta primera función solo era posible aplicar en grandes empresas y a veces tampoco era eficiente usarla, principalmente por la imposibilidad de utilizar otros materiales diferentes al plástico, el alto coste de aplicar esta tecnología al proceso productivo y la escasa calidad

de los bienes impresos. Las impresoras en esta fase pueden considerarse como un activo complementario (5). Por ejemplo, como se muestra la Ilustración 2, se pueden hacer prototipos termoplásticos de un engranaje metálico antes de ser fabricado o de un molde para la fabricación de botellas de plástico por inyección, apreciable en la Ilustración 3.



*Ilustración 2 Fase del prototipado: prototipo de un engranaje metálico (5).*



*Ilustración 3 Fase de los moldes: molde de soplado de PET de policarbonato (5).*

#### **4.1.2 Fase de los moldes.**

Pocos años después se incorporaron nuevos materiales al proceso productivo de la impresión 3D, como polímeros termorresistentes o algunas aleaciones metálicas. Gracias a ello se empezaron a fabricar moldes para luego poder fabricar los productos finales. La consecuencia fue la reducción de los costes y del tiempo, ya que fabricar moldes con la impresión 3D es más rápido y económico que con la fabricación tradicional. Mientras que las tecnologías tradicionales obtenían su molde a través de grandes bloques de material sustrayendo solo el molde y desperdiciando el resto del bloque, la impresión 3D solo usa el material necesario (5).

#### **4.1.3 Fase de fabricación directa.**

Poco después, se empezaron a fabricar productos de manera directa, debido a una serie de factores: reducción en el coste de producir con impresoras 3D, aumento de la calidad, aumento de la velocidad de impresión, mayor precisión en el resultado final y disposición de una amplia gama de materiales de impresión. El término que hace referencia a este cambio es DDM (*fabricación digital directa*). Esta fase tiene una serie de ventajas (5):

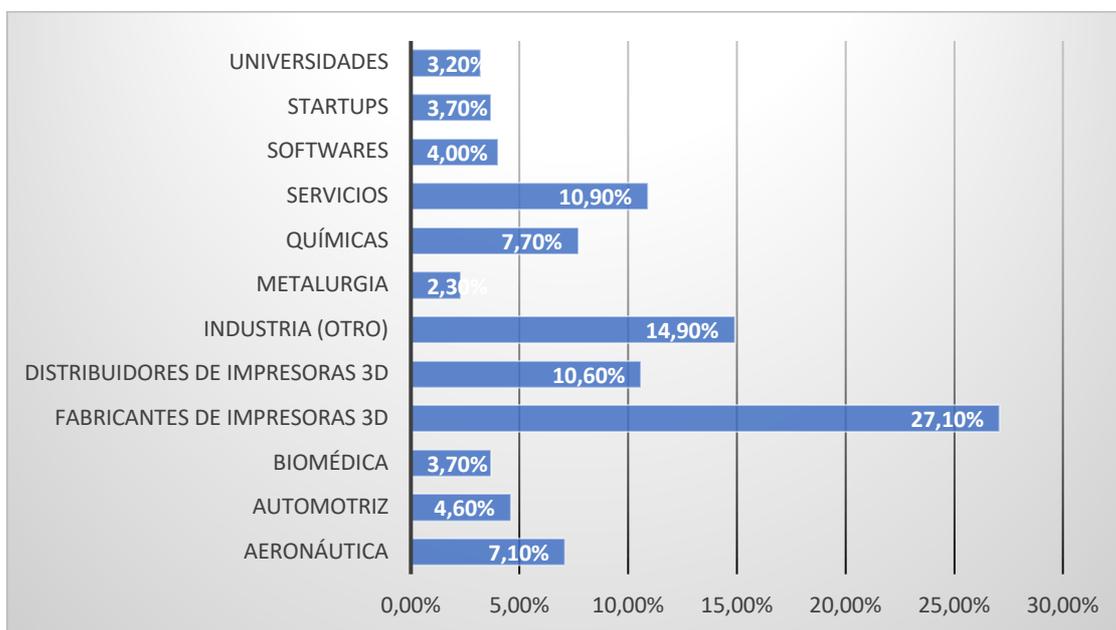
- Versatilidad: las impresoras 3D tienen la capacidad de poder fabricar infinidad de productos, no son máquinas rígidas que solo puedan fabricar un producto (5).
- Reducción de costes: esta bajada es gracias al escaso coste de instalación para la fabricación aditiva (5).
- Reducción de los costes de almacenaje, distribución y transporte: a modo de ejemplo (5), si se nos rompe una pieza del coche lo normal sería llevarlo al taller oficial de la marca y pedir un recambio de esa pieza a la fábrica, pero si el taller tuviera en su inventario una impresora 3D de tipo industrial podrían descargar el diseño de la pieza e imprimirla en un menor tiempo del que llevaría hacer el pedido y que esa pieza llegara finalmente al taller. De esta manera ni la fábrica ni el taller tendrían la necesidad de almacenar las piezas, sino que se trabajaría bajo pedido, reduciendo el coste de almacenamiento. Como la fábrica solo tiene almacenado materias primas también se reducirían los costes de distribución y transporte. Estos efectos en los costes, sobre todo el de transporte, también repercute de manera positiva en el medioambiente.

## **4.2 Impacto económico mundial de la impresión 3D**

Este apartado hace mención del impacto económico de las impresoras 3D, que presentan un crecimiento de vértigo en las últimas décadas, lo que implica un mayor número de puestos de trabajo relacionados con la práctica y, en consecuencia, un mayor número de personas que se podrían ver afectadas por los riesgos derivados de la utilización de esta tecnología.

Según un informe de la plataforma de divulgación tecnológica 3D Natives (6), la impresión 3D se ha consolidado como un método de fabricación imprescindible, mejorando la productividad y la eficiencia en diferentes sectores, como se muestra en la ilustración 4. El sector de mayor impacto es el químico (7,7%), donde se encuentra un fuerte desarrollo de materiales y donde los fabricantes de materias primas se asocian cada vez más con los fabricantes de impresoras 3D. La empresa química BASF, por ejemplo, desarrolló un polvo de polipropileno en colaboración con HP en 2020. Por otro lado, está el sector de la automoción (4,6%), que ha utilizado la impresión 3D durante mucho tiempo, como el gigante BMW que instaló recientemente un centro de impresión 3D en

Oberschleissheim, al norte de Múnich. Es el mismo caso respecto a la aeronáutica (7,1%), Safran ha inaugurado su Campus Additive Manufacturing Factory.



*Ilustración 4 Crecimiento de las impresoras 3D en diferentes sectores durante la última década. Datos presentados en un gráfico de elaboración propia a partir de la información ofrecida por 3D native (6).*

En términos financieros, este mercado existe desde 1980 y desde entonces hasta el año 2020 mantenía un ritmo constante de crecimiento de entre el 13% y el 20%. En términos de valor de mercado, representaba alrededor de 13,000 millones de euros para el año 2020 a nivel global, y se estimaba un crecimiento para el 2025 de hasta 25,000 millones de euros globales (6).

Sin embargo, los factores desencadenados por la emergencia sanitaria del COVID19 fueron favorables para la fabricación aditiva, a tal grado que el cierre de 2020, el valor total de la industria se estimó mayor a los 16,000 millones de euros (6).

Ante este escenario, así como la tendencia sostenida de la adopción masiva y paulatina de estas tecnologías, no sólo como una industria aparte, sino como complementaria en los procesos de manufacturación de otras industrias, se ha replanteado la estimación para el año 2025, en donde se prevé que el valor de la industria de la impresión en 3D alcance los 40,000 millones de euros globales (6).

### 4.3 La impresión 3D en España

La impresión 3D está en constante crecimiento en España, y cada vez son más el número de empresas que cuentan con esta tecnología. Según un informe de la plataforma IAMDigital (7), se aprecia que más de 11.500 profesionales trabajan en la impresión 3D en el año 2019. En la ilustración 5 se puede apreciar que casi la mitad de ellos (47%) son puestos de I+D e ingeniería. Este porcentaje significativo se explica por la cantidad de nuevas empresas que entran en la industria y emplean a ingenieros que desarrollen nuevos productos competitivos en el mercado. Por otro lado, las ventas y el marketing representan el 19% de los profesionales de la impresión en 3D en España, lo que se explica por el creciente número de empresas que entran en el mercado y que necesitan profesionales con experiencia en ventas para sacar su oferta del mercado.

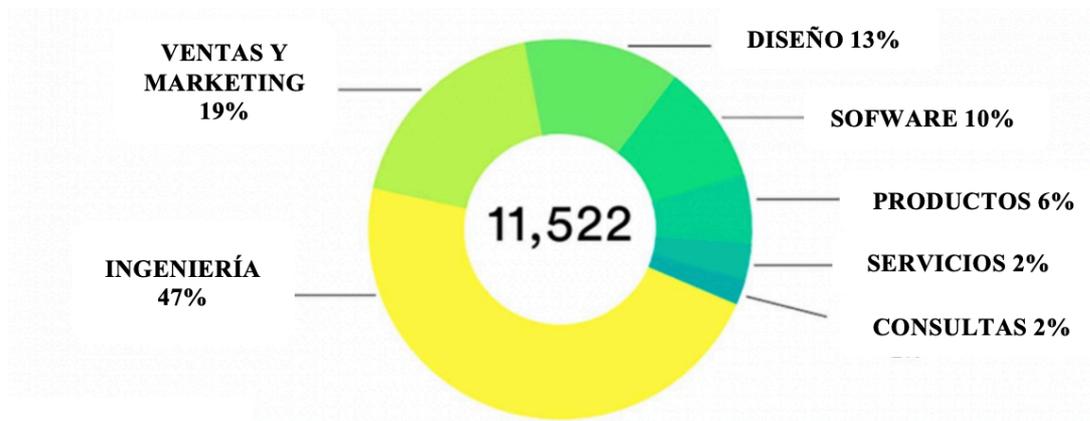
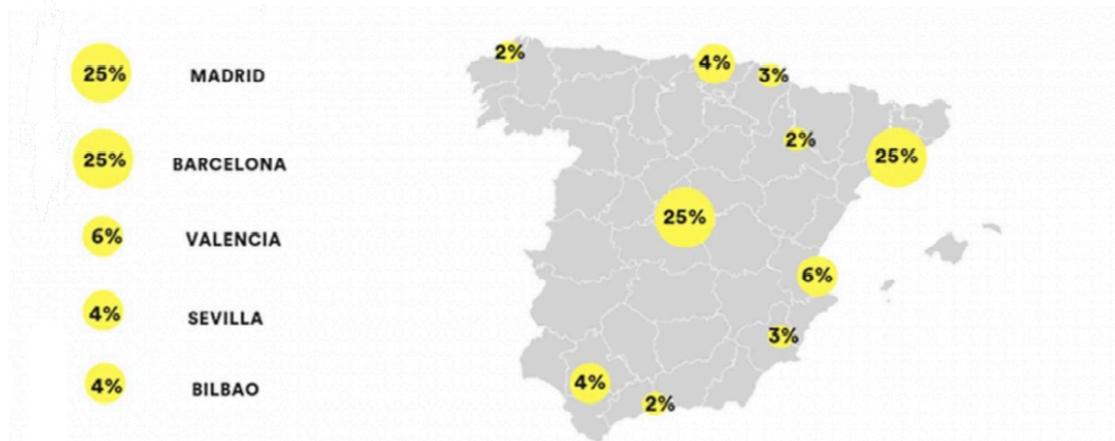


Ilustración 5 Sectores que trabajan con la impresión 3D en España (7).

En el mapa de la ubicación de los profesionales de la impresión en 3D (ver Ilustración 6) se aprecian dos claros centros de fabricación aditiva en España: Madrid y Barcelona. El centro de operaciones de Barcelona se basa en gran medida en la sede central de HP en Europa de impresión en 3D, junto con la sede del Centro Tecnológico Leitat en Barcelona. Por otro lado, Madrid se alimenta en gran medida de las instalaciones de Airbus en Getafe, centradas en el diseño, el desarrollo y la fabricación, incluidas las actividades de impresión en 3D y del Centro Digital de Accenture.



*Ilustración 6 Núcleos de fabricación aditiva en el territorio nacional (7).*

#### **4.4 Normativa de prevención de riesgos de las impresoras 3D**

En los apartados anteriores se describe la importancia de la presencia industrial y otros sectores, además del constante crecimiento económico, pero el marco regulador nacional y europeo no ha logrado seguir el ritmo de crecimiento de esta tecnología. La impresión 3D y/o fabricación aditiva necesita reglamentación específica para abordar las normas de salud y la seguridad en el trabajo, la protección de los consumidores y el medio ambiente.

Son muy pocos los estudios sobre la fabricación aditiva desde el punto de vista de la salud y la seguridad en el trabajo. Esta necesidad se debe a riesgos que, explicados en los apartados siguientes, se pueden resumir en:

- los riesgos químicos, derivados de las resinas volátiles que se utilizan en la fabricación aditiva de componentes con polímeros, y los aditivos volátiles.
- los riesgos químico-físicos derivados del uso de polvos, especialmente cuando dichos polvos contienen nanopartículas.
- el riesgo de explosión, derivado de la utilización de polvos.
- los riesgos específicos, derivados del uso de fuentes láser, haces de electrones, etc.

A modo de ejemplo, las impresoras de tinta y láser, homólogas bidimensionales, no sufren esta falta de regularización normativa, ya que están reguladas por la Nota Técnica de Prevención (NTP) 1085 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

(INSST) (8). Esta NTP informa de los riesgos asociados a su utilización y algunas medidas preventivas que se deberían tomar, como garantizar una ventilación adecuada con aporte de aire exterior suficiente o la manipulación de los cartuchos de tinta.

## 5 Tecnología FDM: Modelado por Deposición de Material Fundido

Las máquinas que ejecutan la tecnología FDM fabrican los objetos capa por capa, depositando pequeñas porciones de material fundido. El extrusor funde el filamento de plástico y lo transmite a la boquilla de impresión. La boquilla se mueve en los ejes X e Y mientras que va depositando el material sobre la plataforma de impresión, el eje Z se desliza hacia abajo cada vez que va a empezar la siguiente capa de impresión. Cuando la impresora 3D finaliza la impresión, se espera a que la plataforma de impresión se enfríe, para posteriormente retirar el material de soporte y la pieza está lista (9).

### 5.1 Etapas del proceso de impresión

Para imprimir un objeto en 3D, la impresora sigue las siguientes etapas (9):



*Ilustración 7 Etapas de la impresión 3D (elaboración propia).*

#### 5.1.1 Modelado

El proceso inicia con el diseño del objeto que se desea imprimir. Para ello se utiliza una herramienta de software para modelado 3D conocido como CAD (Diseño Asistido por Computador), que diseña un plano virtual del objeto. Para esta actividad existen diferentes programas de diseño como Autocad® o Rhinoceros® (10).

Una vez hecho el diseño del objeto en 3D, se genera un archivo en formato “.stl” que divide digitalmente el objeto en capas. Para poder imprimir el objeto, la impresora 3D requiere información relevante como: el movimiento del cabezal de impresión o extrusor,

el movimiento de la plataforma en donde se posicionará el objeto, la cantidad de material a adicionar, el tiempo exacto en el cual debe empezar y parar la extrusión y la temperatura que debe alcanzar la boquilla. Esas rutas de movimiento y comandos de extrusión se encuentran en un formato “Gcode”, el cual es generado por medio de un programa de laminado como: Skeinforge<sup>®</sup>, Slic3r<sup>®</sup>, o SFACT<sup>®</sup> (10).

Finalmente, el Gcode se carga en la impresora por medio de un *host*, y es dirigido al *firmware*, responsable del comportamiento físico de la máquina. Esto permite que la impresora ejecute el proceso de impresión del objeto, capa por capa (10).

### **5.1.2 Impresión**

En esta fase la impresora interpreta el diseño, calcula el número de capas sucesivas de material necesarias para su construcción e imprime capa por capa la cantidad de artículos configurados en la estación de trabajo. Estas capas corresponden a las secciones transversales virtuales que contiene el diseño CAD (9).

### **5.1.3 Acabado (buscar curado)**

Tras un periodo de enfriamiento, se retira el modelo de la impresora 3D. Los materiales de soporte se pueden eliminar con disolventes especiales o con un horno, si se han utilizado ceras de bajo punto de fusión (9).

## **6 Materiales**

A la hora de realizar una evaluación de los riesgos es muy importante tener en cuenta qué materiales son utilizados, debido a que estos materiales son sometidos a un tratamiento térmico (fundido) que puede provocar descomposición parcial, generando compuestos volátiles que pueden ser perjudiciales para la salud (11).

La impresión 3D requiere de diferentes materiales: material de impresión, que corresponde al objeto terminado; material de soporte, que actúa como estructura de la pieza a imprimir y, material de curado, que interviene en el acabado final de la pieza.

## **6.1 Materiales de impresión**

Los materiales son utilizados en función de las características del producto final (resistencia mecánica, flexibilidad, procesamiento, etc.). Estos materiales se presentan en el mercado en forma de filamentos producidos en dos diámetros estándar (1.75mm y 3mm) y en forma de pellets. Los más comunes y utilizados en el proyecto son el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y el ácido poliláctico (PLA).

### **6.1.1 Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)**

Es el segundo tipo de filamento más comúnmente usado, elaborado a partir de transformaciones en la industria petroquímica y usado para propósitos muy diversos, como los juguetes LEGO®. Los vapores que despiden poseen cierto olor e incluso son considerados peligrosos para la salud, así que es altamente recomendado usar ventilación con extracción de olores al imprimir ABS por un tiempo prolongado. La temperatura de fundición del ABS está en el rango de 210-260°C (9).

Los proveedores de ABS más populares del mercado son Struktol Company®, Chem Pak Inc® y ELIX Polymers®.

### **6.1.2 Ácido poliláctico (PLA)**

Es el filamento de plástico más común, biodegradable y ambientalmente amigable derivado del almidón, con una temperatura de fundición está en el rango de 180-230°C. No despiden vapores tóxicos al fundirlo, por lo que no requiere precauciones especiales de seguridad o ventilación. Su uso es más recomendable que el ABS, pero a diferencia de este, no ofrece propiedades mecánicas (resistencia mecánica) adecuadas para todos los usos, por lo que no puede ser un sustituto general o universal del ABS (9).

Los fabricantes más comunes del mercado son HatchBox®, Eryone®, Prusament® y Overture®.

## **6.2 Material de soporte y curado**

Las impresoras 3D no pueden imprimir en el aire y requieren de un material de soporte para que la siguiente capa tenga donde apoyarse y posteriormente se elimina en el proceso de curado. A continuación, se informa de los materiales de soporte y curado mas comunes:

### **6.2.1 Alcohol polivinílico (PVA)**

Es soluble en agua compatible con de PLA y ABS. Los soportes de este material se disuelven fácilmente en agua caliente, dejando una superficie perfecta del objeto y simplificando el proceso (suelen ser bastante tedioso) de retirar el apoyo. La temperatura de impresión es de alrededor de 170 °C y nunca debe superar los 200 °C (9).

### **6.2.2 Poliestireno de alto impacto (HIPS)**

Bastante similar al PVA, la diferencia fundamental es que no se disuelve en agua sino en limoneno. Este material es especialmente adecuado cuando se trabaja con ABS por sus características similares (9).

## **7 Empresa**

El plan de prevención de riesgos que se presenta en este Trabajo de Fin de Máster está diseñado para un proyecto desarrollado por una empresa ficticia denominada “Sistemas Plásticos Técnicos (SPT)”. Pertenece al sector químico y forma parte del convenio colectivo general de la industria química (12). Esta empresa se dedica al procesamiento de polímeros para el desarrollo de plásticos técnicos en varias formas (barras, tubos, láminas, filamentos y pellets). Cuenta con 510 trabajadores repartidos en 3 centros productivos en el territorio nacional.

La empresa encomienda al Departamento de I+D+i el proyecto de desarrollar líneas de producción basadas en la tecnología de la impresión 3D. En este proyecto, el Técnico Superior de Prevención de Riesgos laborales tiene como objetivos la identificación, el análisis y la evaluación de los riesgos.

## **7.1 Profesionales del proyecto**

En este proyecto participan profesionales del departamento de I+D+i, el cual es directamente dependiente de la Dirección de la empresa. El departamento está compuesto por un responsable de departamento, dos responsables de sección y cinco técnicos. Paralelamente, hay un técnico superior de Prevención de riesgos laborales que pertenece al departamento de Prevención de Riesgos.

Los trabajadores de este proyecto tienen una jornada laboral de ocho horas que comienza a las 8:30 am y termina a las 18:00 pm, con un descanso de una hora y media para comer (13:30 pm - 15:00 pm). Según la sección quinta, art. 22.b) del convenio se distinguen los siguientes grupos profesionales (12):

### **7.1.1 Grupo profesional 0: Dirección.**

Los trabajos o funciones de esta sección consisten en la planificación, organización, dirección, coordinación y control de las actividades de la empresa.

**Formación:** Titulación o conocimientos adquiridos laboralmente equivalentes a estudios universitarios superiores.

**Cargos:** correspondiente a profesionales pertenecientes a la dirección general.

**Tareas:** En este grupo profesional se incluyen todas aquellas actividades que, por analogía son asimilables a las siguientes:

- Establecimiento de las políticas orientadas para la eficaz utilización de los recursos humanos y materiales.
- Responsabilidad del cumplimiento de los objetivos planificados.
- Toman de decisiones (o participación en su elaboración) que afectan a aspectos fundamentales de la actividad de la empresa.

- Desempeñar puestos directivos en las divisiones, departamentos, fábricas, plantas, o cualquier otro ámbito similar.

### **7.1.2 Grupo profesional 1: Técnico superior responsable.**

Incluyen las funciones que consisten en la realización de actividades complejas con objetivos definidos y con alto grado de exigencia en los factores de autonomía y responsabilidad, dirigen normalmente un conjunto de funciones que comportan una actividad técnica o profesional especializada.

**Formación:** Equivalente a titulación universitaria de grado superior -a nivel de licenciado o ingeniero- completada con una dilatada experiencia profesional.

**Cargo:** Responsable de departamento y técnico superior de prevención de riesgos laborales.

**Tareas:** En este grupo profesional se incluyen todas aquellas actividades que, por analogía son asimilables a las siguientes:

- Realización de funciones que impliquen tareas de investigación o control de trabajos con capacitación para estudiar y resolver los problemas que se plantean.
- Responsabilidad técnica de un laboratorio o del conjunto de varios laboratorios de empresas de tipo medio.
- Supervisión técnica de un proceso o sección de fabricación o de la totalidad del proceso.
- Supervisión técnica de un grupo o totalidad de servicios.
- Coordinación, supervisión y ordenación de trabajos administrativos heterogéneos o del conjunto de actividades administrativas en empresas de tipo medio.

- Responsabilidad sobre el conjunto de servicios de proceso de datos en unidades de dimensiones medias.
- Análisis de sistemas de informática.

### **7.1.3 Grupo profesional 2: Responsable de sección.**

Funciones que consisten en integrar, coordinar y supervisar la ejecución de tareas heterogéneas con la responsabilidad de ordenar el trabajo de un conjunto de colaboradores. Se incluye además la realización de tareas complejas, pero homogéneas que, aun sin implicar mando, exige un alto contenido intelectual, así como aquellas que consisten en establecer o desarrollar programas o aplicar técnicas siguiendo instrucciones generales.

**Formación:** Conocimientos equivalentes a titulación universitaria –a nivel de diplomatura o ingeniería técnica- completados con un periodo de prácticas o experiencia profesional.

**Cargo:** Responsable de sección.

**Tareas:** En este grupo profesional se incluyen todas aquellas actividades que, por analogía, son asimilables a las siguientes:

- Realización de funciones técnicas a nivel académico medio, que consisten en colaborar en trabajos de investigación, control de calidad, estudios, vigilancia o control en procesos industriales o en servicios profesionales o científicos de asesoramiento.
- Analistas de aplicaciones de informática.
- Responsabilidad de ordenar y supervisar la ejecución de tareas de producción y/o laboratorio.

### **7.1.4 Grupo Profesional 3: Técnicos.**

Se incluyen en este grupo la realización de las funciones de integrar, coordinar y supervisar la ejecución de varias tareas homogéneas con la responsabilidad de ordenar el trabajo de un conjunto de colaboradores. Incluye además la realización de tareas que, aun sin implicar ordenación de trabajo, tienen un contenido medio de actividad intelectual y de relaciones humanas.

**Formación:** Conocimientos equivalentes a los de Bachillerato completados con experiencia profesional o con un Ciclo Formativo de Grado Superior específico de su función o Certificado de Profesionalidad equivalente.

**Cargo:** Técnico electromecánico, programador y/o de laboratorio.

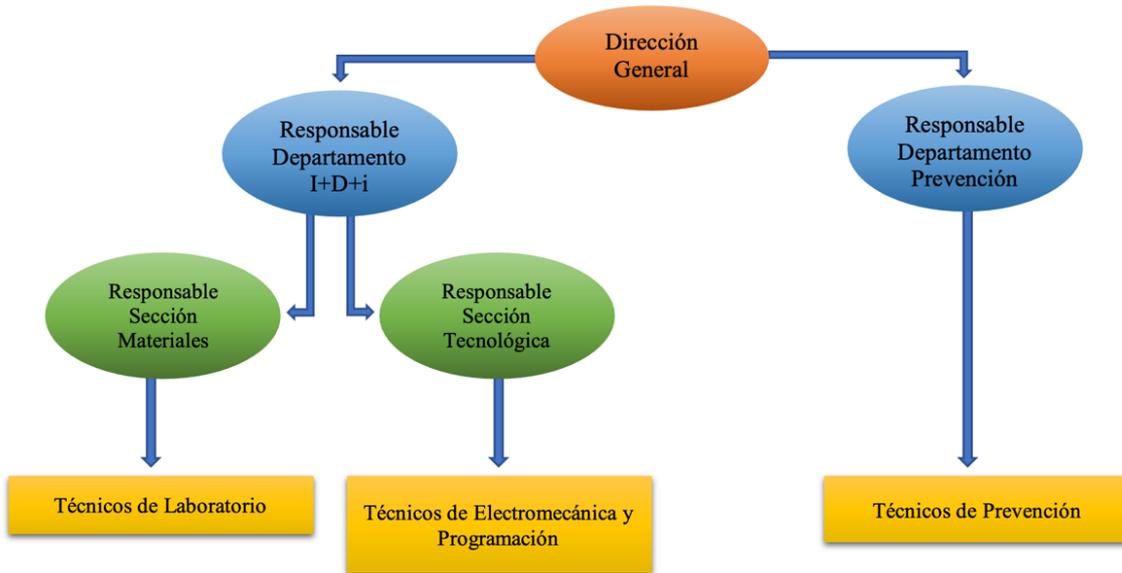
**Tareas:** En este grupo profesional se incluyen todas aquellas actividades que, por analogía, son asimilables a las siguientes:

- Tareas de confección y desarrollo de proyectos según instrucciones.
- Responsabilidad de la supervisión, según especificaciones generales recibidas, de la ejecución práctica de las tareas de análisis en uno o varios laboratorios.
- Programador/a de informática.
- Personal de laboratorio.
- Actividades que consistan en la ordenación de las tareas y puestos de trabajo de una unidad funcional, con vigilancia de instalaciones y seguimiento de procesos.

## **7.2 Estructura organizativa**

En este apartado se especifica el organigrama establecido por la empresa (Ilustración 9), que estructura la jerarquía de mandos. El mando de mayor responsabilidad se encuentra en la Dirección General y por debajo se localizan los Responsables de Departamento, que son el único contacto directo con el mando. Estos coordinan a los Responsables de

Sección, con los que planean el desarrollo de las actividades junto con los Técnicos, con el fin de alcanzar los objetivos acordados con la dirección.



*Ilustración 8 Jerarquía de los grupos profesionales involucrados en el proyecto (elaboración propia).*

Dentro del proyecto, el Técnico de Prevención no está bajo el mando del responsable del Departamento de I+D+i, sino que depende orgánicamente del responsable del Departamento de Prevención de Riesgos, el cual sigue las directrices de la Dirección General.

### **7.3 Proyecto**

El proyecto se basa en la puesta en marcha de una línea de producción de varias impresoras 3D con tecnología FDM que procesen ABS y PLA para producir diferentes objetos empleados en el cerramiento de puertas y ventanas (bisagras, manillas y perfiles de aislamiento térmico).

De esta manera se dividen, en la Tabla 3, las secciones con las correspondientes tareas y los puestos de trabajo, aunque esto no significa que los trabajadores no se desplacen por las diferentes secciones del departamento si su trabajo lo requiere.

Tabla 3 Secciones y tareas del departamento (elaboración propia).

SECCIÓN	FUNCIONES	TRABAJADORES
<b>Sección 1: Oficina administrativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de decisiones encaminadas a cumplir los objetivos propuestos por dirección, en tiempo, plazo y costes.</li> <li>• Diseño de maquinaria de impresión.</li> <li>• Diseño de las piezas a producir.</li> <li>• Registro de datos experimentales e interpretación de los resultados.</li> <li>• Realización de pedidos de compra (piezas y materias primas).</li> </ul>	Responsable de departamento, responsables de sección y programadores.
<b>Sección 2: Laboratorio de materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de parámetros de calidad de materias primas.</li> <li>• Análisis térmicos (degradación) y reológicos (fluidez) de materias primas: PLA, ABS, PVA y HIPS.</li> <li>• Curado de las piezas utilizando limonelo y agua.</li> <li>• Pruebas de degradación térmica de productos finales.</li> <li>• Pruebas mecánicas de productos finales (tracción, compresión y punción).</li> </ul>	Responsable de sección y técnicos de laboratorio.
<b>Sección 3: Laboratorio tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de las impresoras (extrusor, brazos, servomotores, circuitería, etc...).</li> <li>• Puesta en marcha de la producción de las impresoras 3D.</li> <li>• Manipulación de materias primas: PLA, ABS, PVA y HIPS.</li> </ul>	Responsable de sección y técnicos electromecánicos.
<b>Sección 4: Almacén</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de las materias primas (PVA, ABS, PVA y HIPS), herramientas y piezas relacionadas con las impresoras 3D.</li> <li>• Recepción de materias primas con la carretilla elevadora.</li> </ul>	Cualquier trabajador del departamento y carretilleros.

## 7.4 Organización de la producción.

Para poder evaluar el análisis de los riesgos, no es suficiente con conocer las tareas de cada sección, también es importante conocer el proceso productivo de impresión, como se explica en la Ilustración 9.

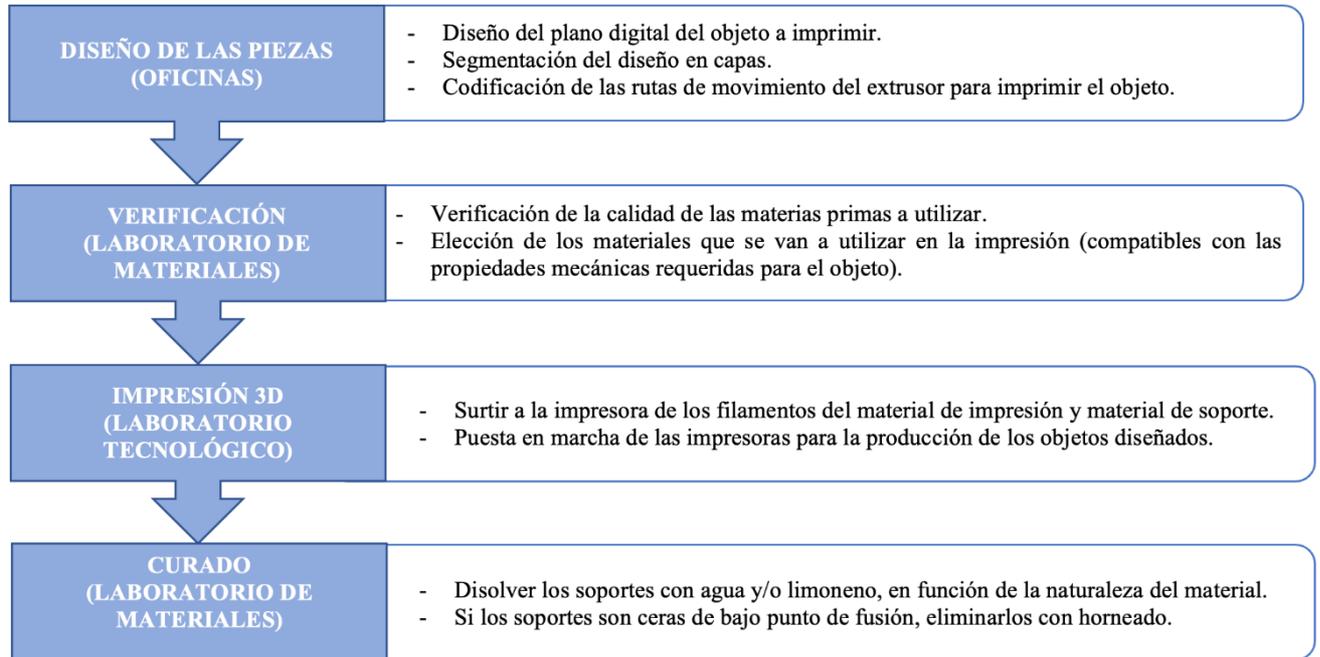


Ilustración 9 Esquema de la producción del departamento (elaboración propia).

## 7.5 Organización de la prevención.

De conformidad con lo establecido en el art. 14 del Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (13), la empresa cuenta con un servicio de prevención propio por tener más de 500 trabajadores en plantilla.

El personal con el que contará la empresa para el desarrollo de las funciones preventivas será:

- 3 técnicos superiores en prevención de riesgos laborales, cada uno con una de las siguientes especialidades: Seguridad en el trabajo, higiene industrial y ergonomía y psicología aplicada.
- 1 técnico superior con la especialidad de medicina en el trabajo.

El técnico encargado de la evaluación de los riesgos del proyecto trabajará de manera coordinada con el departamento y siguiendo las directrices del responsable del departamento.

## **8 Análisis y evaluación de los riesgos.**

En este apartado se analizarán los riesgos en base al documento divulgativo del Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo ‘‘Evaluación de riesgos laborales’’. La tabla 4 recoge los riesgos generales a los que puede estar sometido cualquier trabajador de la empresa y las medidas preventivas que se deben adoptar. Por otro lado, las tablas 5, 6, 7, y 8 recogen los riesgos específicos de cada sección junto con las medidas preventivas a adoptar.

## 8.1 Análisis de riesgos generales.

Tabla 4 Análisis de riesgos generales y medidas preventivas (elaboración propia).

RIESGO	MEDIDA PREVENTIVA
<b>Riesgo de atropello por carretilla elevadora</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prestar atención a los accesos de entrada y salida de las naves.</li><li>• Circular siempre por los laterales de los pasillos, no permanezca en las zonas de paso.</li><li>• Queda prohibido el uso de carretillas elevadoras a personas sin la formación y/o autorización.</li><li>• Mantener las luces de posicionamiento de las carretillas en funcionamiento.</li><li>• Señalizar la zona de trabajo para evitar accidentes derivados de su tarea.</li><li>• Tener en cuenta el peso de los vehículos de la empresa a la hora de colocar pasarelas.</li></ul>
<b>Riesgo de atropello por vehículos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Respetar normas de circulación.</li><li>• Mantenerse en las zonas de paso de peatones.</li><li>• Evitar el paso por zonas de circulación de vehículos.</li><li>• Inmovilizar el vehículo al realizar cargas/descargas y apagar el motor.</li></ul>
<b>Riesgo de aplastamiento por derrumbe de palets</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permanecer en la zona de apilamiento solo si es necesario.</li><li>• No subir a los palets.</li><li>• No sobrepasar la carga máxima de las estanterías. Si se observa alguna anomalía en las mismas avisar a un responsable de sección.</li></ul>

<b>Riesgo de aplastamiento por cargas en movimiento y/o suspensión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No permanecer debajo de la zona de carga y/o trabajo de los puentes grúa y polipastos.</li> </ul>
<b>Riesgo de contacto térmico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener lejanía de zonas con focos de altas temperaturas: hornos, extrusoras, etc...</li> <li>• Utilizar los equipos de protección: guantes antitérmicos, pantallas faciales y vestuario adecuado.</li> </ul>
<b>Riesgo de incendio y/o explosión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encender fuego, realizar soldaduras, cortar con radial, etc., en zonas habilitadas.</li> <li>• Prohibido fumar.</li> <li>• Localizar los extintores o medios de extinción antes de comenzar su trabajo.</li> <li>• Está prohibido el uso de agua en fuegos eléctricos.</li> <li>• No obstaculice el acceso a extintores o vías de evacuación.</li> </ul>
<b>Riesgo de caída a mismo nivel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibido correr.</li> <li>• Es obligatorio el uso de calzado de seguridad.</li> <li>• Señalizar cualquier modificación o alteración del suelo.</li> <li>• Dejar las zonas de paso libres de obstáculos y mantener puertas y cajones cerrados.</li> <li>• Prestar atención a las rejillas del suelo. Si por su trabajo necesita retirar alguna proteja la zona, señalarla de manera clara e informar al jefe de sección.</li> </ul>

<p><b>Riesgo de caída a distinto nivel</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subir y bajar las escaleras con precaución.</li> <li>• No correr.</li> <li>• Si se realizan trabajos en altura donde no existan las protecciones suficientes, usar sistemas de sujeción adecuados (arneses con puntos de anclaje suficientes, plataformas elevadoras con cesta de seguridad...).</li> <li>• Está totalmente prohibido el uso de carretillas elevadoras para realizar trabajos en altura.</li> <li>• Los andamios, escaleras, plataformas, sistemas de sujeción.... Deberán estar homologados.</li> <li>• Los trabajadores que vayan a realizar trabajos en altura, montaje/desmontaje de andamios y manejo de plataformas elevadoras deben tener la formación adecuada.</li> </ul>
<p><b>Riesgo de ruido elevado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar de protectores auditivos en las zonas donde sea obligatorio.</li> </ul>
<p><b>Riesgo provocado por contaminantes químicos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las recomendaciones de seguridad en relación con los riesgos químicos de la sección de trabajo.</li> </ul>
<p><b>Riesgos eléctricos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Está prohibido el acceso a los centros de transformación sin autorización expresa.</li> <li>• Los cuadros eléctricos deben permanecer siempre cerrados y las partes de tensión accesibles protegidas.</li> <li>• Está prohibido manipular el interior de los cuadros eléctricos a todas las personas no autorizadas para ello.</li> <li>• Si está usted autorizado, no manipule el interior de los cuadros con las manos o pies mojados.</li> <li>• Utilizar herramientas aislantes.</li> </ul>

<p><b>Riesgos derivados de la utilización de maquinaria</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Queda prohibido poner en funcionamiento las máquinas sin todos los resguardos colocados y todos los sistemas de seguridad activos.</li> <li>• En caso de avería, avisar a mantenimiento.</li> <li>• Las operaciones de limpieza y mantenimiento se harán siempre con la máquina parada y adecuadamente enclavada y por el personal autorizado. Señalizar la prohibición de uso de la máquina durante su mantenimiento.</li> <li>• No utilizar ropas holgadas, no llevar partes sueltas del vestuario.</li> <li>• Recogerse el pelo para evitar atrapamientos.</li> <li>• Si por su trabajo, tuviera que acceder a alguna de las instalaciones o puestos de trabajo en la fábrica, solicitar los riesgos específicos del lugar concreto en el que va a trabajar.</li> </ul>
<p><b>Riesgos relacionados con trabajadores sensibles</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir el procedimiento de actuación en caso de detectarse algún trabajador especialmente sensible. Se tiene que informar al Servicio de Prevención la presencia de trabajadores especialmente sensibles, con el fin de realizar un estudio específico que determine la idoneidad de las funciones a desempeñar.</li> <li>• Vigilancia de la salud.</li> <li>• Elaborar e implantar un procedimiento de actuación en caso de detectarse un trabajador con alguna posible sensibilidad.</li> </ul>

<p><b>Riesgos para mujeres embarazadas y/o en periodo de lactancia</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir el procedimiento de actuación en caso de detectarse alguna trabajadora en periodo de embarazo o lactancia. Se tiene que informar al Servicio de Prevención con el fin de realizar un estudio específico que determine la idoneidad de las funciones a desempeñar.</li> <li>• Vigilancia de la salud periódica con el fin de llevar un control en todo momento del estado de salud.</li> <li>• Elaborar e implantar un procedimiento de actuación en caso de detectarse alguna trabajadora en periodo de embarazo o lactancia.</li> </ul>
<p><b>Riesgos por falta de coordinación entre trabajadores de empresas externas y trabajadores de la empresa</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al acceder a una sección, informe de su presencia a los trabajadores y al jefe de sección.</li> <li>• Antes de comenzar su tarea, debe tener conocimiento de los riesgos generales de la empresa y los específicos de su zona de trabajo.</li> <li>• En todas las secciones existe un tablón informativo con los riesgos específicos de las mismas, consúltelos en caso de duda.</li> <li>• Siga los procedimientos de trabajo siempre que sea posible.</li> </ul>

## 8.2 Análisis de riesgos específicos.

### 8.2.1 Riesgos específicos para la sección 1: oficinas.

Tabla 5 Riesgos específicos para la sección 1: Oficinas (elaboración propia).

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA SECCIÓN 1: OFICINAS		
RIESGO DETECTADO	RIESGO PARA LA SALUD	MEDIDAS PREVENTIVAS
<b>Riesgo por golpe con el inmobiliario y corte con herramientas</b>	Riesgo tolerable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cerrar los cajones abiertos para evitar golpes al pasar.</li><li>• No cargar en exceso los cajones, para evitar que puedan soltarse y golpearlos al abrirlos.</li><li>• Señalizar paredes o puertas de cristal que sean traslúcidas o transparentes.</li><li>• No cargar en exceso las estanterías. Colocar lo más pesado o voluminoso en las baldas más bajas y lo más liviano en las baldas superiores.</li><li>• Prestar atención cuando se manejen útiles de oficina, como tijeras, grapadoras. Desechar las que estén rotas o en mal estado.</li></ul>

<p><b>Riesgo por posturas forzadas y movimientos repetitivos</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar un diseño ergonómico de los puestos de trabajo, analizando los procedimientos de trabajo y los movimientos necesarios.</li> <li>• Seleccionar los útiles de trabajo con diseño adecuado para evitar posturas forzadas y sobreesfuerzos (ratón, reposapiés, asientos regulables, etc.).</li> <li>• Posibilitar cambios posturales y los descansos durante la jornada.</li> <li>• Mantener un pie apoyado sobre un objeto o reposapiés y alternar de pie.</li> <li>• Disponer el plano de trabajo a la altura de los codos.</li> <li>• Mantener el cuerpo erguido y con el tronco recto, para ello hay que ajustar la inclinación del respaldo para que la cadera forme un ángulo de 100 ° entre tronco y muslos.</li> <li>• No permanecer mucho tiempo en la misma posición, cambiando de postura y efectuando movimientos suaves de estiramiento de los músculos.</li> <li>• Regular la altura del asiento para que los brazos puedan apoyarse en la mesa.</li> </ul>
--	------------------------	--

<b>Riesgo de fatiga visual asociado a pantallas de visualización</b>	Riesgo tolerable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No ubicar el puesto de trabajo frente a una fuente de luz para evitar deslumbramientos o reflejos. Ubicarlo de tal forma para que la luz incida de manera lateral.</li> <li>• La pantalla tiene que situarse de frente, a una distancia aproximada de 50 cm, para evitar girar la cabeza.</li> <li>• Ajustar el brillo, contraste y caracteres de la pantalla.</li> <li>• Contemplar las opciones de pausas y descansos.</li> </ul>
<b>Riesgo de sufrir Síndrome de Edificio Enfermo (SEE)</b>	Riesgo tolerable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen mantenimiento de los sistemas de ventilación y climatización, evitando posibles focos de infección a través de los conductos de instalación.</li> <li>• Ventanas viables en todo el edificio que permitan un mayor contacto de los trabajadores con el exterior, así como ventilación natural de las estancias.</li> <li>• Control de las ventanas y climatización por los propios trabajadores permitiendo adaptar las condiciones de temperatura y humedad a sus necesidades.</li> <li>• Evitar la utilización de productos tóxicos en la limpieza de los locales.</li> </ul>

<b>Riesgo de caída a mismo nivel</b>	Riesgo tolerable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibido correr.</li> <li>• Es obligatorio el uso de calzado de seguridad.</li> <li>• Señalizar cualquier modificación o alteración del suelo.</li> <li>• Dejar las zonas de paso libres de obstáculos.</li> <li>• Prestar atención a las rejillas del suelo. Si por su trabajo necesita retirar alguna proteja la zona, señálcela de manera clara e informe al jefe de sección.</li> <li>• Mantener puertas y cajones cerrados.</li> </ul>
<b>Riesgos psicosociales</b>	Riesgo importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procurar que el trabajador tenga la máxima información sobre la totalidad del proceso en el que está trabajando para poder organizarse con un sentido común.</li> <li>• Diseñar las tareas de tal forma que se asegure que la información se percibe claramente y se entiende e interpreta de manera clara y fácil.</li> <li>• El trabajador debe recibir, previamente a su incorporación al puesto y cuando se introduzcan nuevos programas informáticos, toda la formación que pueda necesitar para realizar su trabajo.</li> <li>• Familiarización de la persona con las herramientas que utilizará para desarrollar su tarea.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>• Se recomienda realizar pausas o micropausas a lo largo de la jornada laboral, mejor cortas y frecuentes que largas y escasas. Durante estas micropausas, el usuario debería cambiar de posturas (realizar estiramientos musculares) y relajar la vista (mirar puntos lejanos).</li><li>• Alternar el trabajo frente a las pantallas de visualización con otras tareas que exijan un menor nivel de atención, como puede ser la atención telefónica, el archivo, etc.</li></ul>
--	--	--

## 8.2.2 Riesgos específicos para la sección 2: laboratorio de materiales.

Tabla 6 Riesgos específicos para la sección 2: Laboratorio de materiales (elaboración propia).

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA SECCIÓN 2: LABORATORIO DE MATERIALES		
RIESGO DETECTADO	RIESGO PARA LA SALUD	MEDIDAS PREVENTIVAS
<b>Riesgo por contacto con sustancias tóxicas o peligrosas (resinas, ABS, agentes de curado)</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las recomendaciones preventivas para tratar con agentes tóxicos y químicos.</li> <li>• Formación de la evaluación del etiquetado de cada producto para su correcta manipulación.</li> <li>• Utilización de los EPI's recomendados por la empresa (gafas, guantes y mascarilla).</li> <li>• En caso de no conocer el peligro de la sustancia o de tratarse de una sustancia sin identificar contactar inmediatamente con el responsable.</li> </ul>
<b>Riesgo por inhalación de volátiles provenientes de la degradación térmica de los</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener los sistemas de encapsulamiento cerrados durante los procedimientos analíticos que conlleven degradación de materiales.</li> <li>• Mantener siempre encendido el sistema de extracción.</li> <li>• Ventilar la zona de trabajo.</li> <li>• Utilizar los EPI's recomendados por la empresa: gafas y mascarillas.</li> </ul>

<b>materiales durante los ensayos de calidad</b>		
<b>Riesgo por contacto térmico con material fundido o superficies a altas temperaturas</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener protegidos aquellos elementos emisores de calor, de modo que se impida el acceso a las zonas peligrosas.</li> <li>• Mantener señalizadas las zonas con riesgo de contacto térmico.</li> <li>• Mantener actualizado el registro de entrega de EPI's.</li> <li>• Usar guantes de seguridad con protección anti-calórica homologados (marcado CE) en las operaciones con riesgo.</li> </ul>
<b>Riesgo por sobreesfuerzo en el manejo manual de cargas</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las recomendaciones preventivas sobre riesgos ergonómicos.</li> <li>• Cumplir el programa de revisiones periódicas y mantenimiento de los dispositivos de seguridad de las máquinas.</li> <li>• Alterar con otras tareas de menor esfuerzo.</li> <li>• Repartir los esfuerzos entre varios operarios, coordinando los Movimientos para evitar descompensación de la carga.</li> <li>• No rebasar nunca el máximo de carga manual transportada por un sólo operario fuerte y debidamente instruido de 40 kg. (recomendable 25 kg. para hombres y 15 para mujeres).</li> <li>• La técnica segura para el levantamiento de cargas es: situar el peso cerca del cuerpo, mantener la espalda recta, no doblar la espalda</li> </ul>

		<p>mientras se levanta la carga, usar los músculos de las piernas, muslos y brazos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia de la salud.</li> <li>• Programar y registrar la entrega de información sobre riesgos ergonómicos.</li> </ul>
<p><b>Riesgo por contacto eléctrico con equipos de laboratorio</b></p>	<p>Riesgo importante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alejar los cables y conexiones de los lugares de trabajo y paso.</li> <li>• Interponer obstáculos.</li> <li>• Recubrir las partes en tensión con material aislante.</li> <li>• Utilizar tensiones inferiores a 25 voltios.</li> <li>• Puesta a tierra e interruptor diferencial de todos los equipos.</li> <li>• No realizar trabajos eléctricos sin estar capacitado y autorizado para ello.</li> <li>• Toda instalación, conductor o cable eléctrico debe considerarse conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparato adecuado.</li> <li>• Prestar atención a los calentamientos anormales en los equipos.</li> <li>• Al trabajar con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica conviene aislarse utilizando equipos y medios de protección individual certificados.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>• No utilizar cables-alargadera que no dispongan de conductor de protección para la alimentación de receptores con toma de tierra.</li><li>• Todo cable de alimentación eléctrica conectado a una toma de corriente estará dotado de clavija normalizada.</li><li>• Antes de desconectar o desenchufar de la alimentación un equipo o máquina, apagarlo con su interruptor. Las herramientas eléctricas se desconectarán al término de su utilización o pausa en el trabajo.</li><li>• Queda terminantemente prohibido desconectar máquinas, herramientas, o cualquier equipo eléctrico, tirando del cable. Siempre se debe desconectar cogiendo la clavija-conector y tirando de ella.</li><li>• Trabajar siempre siguiendo las 5 reglas de oro:<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar todas las fuentes en tensión.</li><li>2. Bloquear los aparatos de corte.</li><li>3. Verificar la ausencia de tensión.</li><li>4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.</li><li>5. Delimitar y señalizar la zona de trabajo.</li></ol></li></ul>
--	--	---

<p><b>Riesgo por postura prolongada de pie sin desplazarse</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar al puesto apoyos (reposapiés, banquetas, barras, etc.) para mantener alternadamente.</li> <li>• Mantener actualizada la formación, volviéndola a impartir cuando se considere necesario.</li> <li>• Cumplir las recomendaciones ergonómicas para puestos de trabajo de pie.</li> <li>• Establecer alternancia de tareas y posturas (semisentado, de pie).</li> <li>• Se recomienda establecer pausas y descansos adecuados durante el trabajo.</li> <li>• Programar la formación sobre riesgos ergonómicos.</li> <li>• Proporcionar, si es posible, un asiento (taburetes, asientos de semisentado, etc.), al puesto para poder alternar las posturas de pie y sentado. El asiento ha de ser regulable en altura y los asientos de semisentado además deberán tener inclinación regulable en el asiento.</li> <li>• Alternar con otras tareas que no exijan la permanencia prolongada de pie o establecer pausas durante el trabajo para facilitar la recuperación muscular.</li> </ul>
--	------------------------	---

<b>Riesgos psicosociales</b>	Riesgo importante	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procurar que el trabajador tenga la máxima información sobre la totalidad del proceso en el que está trabajando para poder organizarse con un sentido común.</li><li>• Diseñar las tareas de tal forma que se asegure que la información se percibe claramente y se entiende e interpreta de manera clara y fácil.</li><li>• El trabajador debe recibir, previamente a su incorporación al puesto y cuando se introduzcan nuevos programas informáticos, toda la formación que pueda necesitar para realizar su trabajo.</li><li>• Familiarización de la persona con las herramientas que utilizará para desarrollar su tarea.</li><li>• Se recomienda realizar pausas o micropausas a lo largo de la jornada laboral, mejor cortas y frecuentes que largas y escasas. Durante estas micropausas, el usuario debería cambiar de posturas (realizar estiramientos musculares) y relajar la vista (mirar puntos lejanos).</li><li>• Alternar el trabajo frente a las pantallas de visualización con otras tareas que exijan un menor nivel de atención, como puede ser la atención telefónica, el archivo, etc.</li></ul>
------------------------------	-------------------	---

### 8.2.3 Riesgos específicos para la sección 3: Laboratorio tecnológico.

Tabla 7 Riesgos específicos para la sección 3: laboratorio de tecnológico (elaboración propia).

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA SECCIÓN 3: LABORATORIO TECNOLÓGICO		
RIESGO DETECTADO	RIESGO PARA LA SALUD	MEDIDAS PREVENTIVAS
<b>Riesgo por contacto con sustancias tóxicas o peligrosas (resinas, ABS, agentes de curado)</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las recomendaciones preventivas para tratar con agentes tóxicos y químicos.</li> <li>• Formación de la evaluación del etiquetado de cada producto para su correcta manipulación.</li> <li>• Utilización de los EPI's recomendados por la empresa (gafas, guantes y mascarilla).</li> <li>• En caso de no conocer el peligro de la sustancia o de tratarse de una sustancia sin identificar contactar inmediatamente con el responsable.</li> </ul>
<b>Riesgo por inhalación de volátiles provenientes de la degradación térmica de los</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener los sistemas de encapsulamiento cerrados durante los procedimientos analíticos que conlleven degradación de materiales.</li> <li>• Mantener siempre encendido el sistema de extracción.</li> <li>• Ventilar la zona de trabajo.</li> <li>• Utilizar los EPI's recomendados por la empresa: gafas y mascarillas.</li> </ul>

<b>materiales durante el proceso productivo</b>		
<b>Riesgo por contacto térmico con material fundido o superficies a altas temperaturas</b>	Riesgo importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener protegidos aquellos elementos emisores de calor, de modo que se impida el acceso a las zonas peligrosas.</li> <li>• Mantener señalizadas las zonas con riesgo de contacto térmico.</li> <li>• Mantener actualizado el registro de entrega de EPI's.</li> <li>• Usar guantes de seguridad con protección anti-calórica homologados (marcado CE) en las operaciones con riesgo.</li> </ul>
<b>Riesgo de contacto eléctrico directo con circuitería de la maquinaria</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alejar los cables y conexiones de los lugares de trabajo y paso.</li> <li>• Interponer obstáculos.</li> <li>• Recubrir las partes en tensión con material aislante.</li> <li>• Utilizar tensiones inferiores a 25 voltios.</li> <li>• Puesta a tierra e interruptor diferencial de todos los equipos.</li> <li>• No realizar trabajos eléctricos sin estar capacitado y autorizado para ello.</li> <li>• Toda instalación, conductor o cable eléctrico debe considerarse conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparato adecuado.</li> </ul>

- Prestar atención a los calentamientos anormales en los equipos.
- Al trabajar con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica conviene aislarse utilizando equipos y medios de protección individual certificados.
- No utilizar cables-alargadera que no dispongan de conductor de protección para la alimentación de receptores con toma de tierra.
- Todo cable de alimentación eléctrica conectado a una toma de corriente estará dotado de clavija normalizada.
- Antes de desconectar o desenchufar de la alimentación un equipo o máquina, apagarlo con su interruptor. Las herramientas eléctricas se desconectarán al término de su utilización o pausa en el trabajo.
- Queda terminantemente prohibido desconectar máquinas, herramientas, o cualquier equipo eléctrico, tirando del cable. Siempre se debe desconectar cogiendo la clavija-conector y tirando de ella.
- Trabajar siempre siguiendo las 5 reglas de oro:
  1. Cortar todas las fuentes en tensión.
  2. Bloquear los aparatos de corte.
  3. Verificar la ausencia de tensión.
  4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

		5. Delimitar y señalar la zona de trabajo.
<b>Riesgo de contacto eléctrico indirecto</b>	Riesgo moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesta en tierra de las masas.</li> <li>• Utilización de pequeñas tensiones de seguridad de 25 V en ambientes húmedos y 50 V en ambientes secos.</li> <li>• Utilización de transformadores para separar los circuitos de la fuente de energía.</li> <li>• Utilización de doble aislamiento en partes activas o masas accesibles.</li> <li>• Trabajar siempre siguiendo las <u>5 reglas de oro</u>:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cortar todas las fuentes en tensión.</li> <li>2. Bloquear los aparatos de corte.</li> <li>3. Verificar la ausencia de tensión.</li> <li>4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.</li> <li>5. Delimitar y señalar la zona de trabajo.</li> </ol> </li> </ul>
<b>Riesgo de cortes y golpes con partes móviles de maquinaria sin protección</b>	Riesgo tolerable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre que sea posible, utilizar barreras protectoras de aislamiento de las partes móviles de la maquinaria.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener distancia preventiva de la maquinaria sin protección que ponga en marcha.</li> <li>• Disponer de dispositivos de accionamiento lejos de la maquinaria.</li> <li>• Disponer de dispositivos de parada de emergencia de la maquinaria,</li> <li>• Disponer de sensores de tensión que inhabiliten la maquinaria cuando se ponga en contacto con las partes del cuerpo de un trabajador.</li> <li>• Mantener el pelo recogido y no utilizar ropa holgada.</li> </ul>
<p><b>Riesgos debido a deficiente nivel de iluminación que puede provocar tanto fatiga como golpes, cortes u otras lesiones por falta de visibilidad</b></p>	<p>Riesgo tolerable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre que sea posible, mantener los lugares de trabajo con iluminación natural, completada con iluminación artificial cuando la natural por si sola no sea suficiente.</li> <li>• La iluminación debe tener unas características acordes a la tarea de trabajo que se va a ejecutar, teniendo una distribución uniforme, contraste adecuado y sin deslumbramientos.</li> <li>• Atender a los niveles mínimos de iluminación regulados.</li> </ul>

<p><b>Riesgo de corte con herramientas con superficies cortantes y/o pinzantes</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar herramientas de calidad acorde con el tipo de trabajo.</li> <li>• Formación del personal en la utilización de cada herramienta.</li> <li>• Utilizar herramientas que tengan recubrimiento aislante en trabajos de tensión.</li> <li>• Utilización de gafas de protección en tareas que conlleven proyección de partículas.</li> <li>• Realización mantenimiento periódico de las herramientas</li> <li>• Almacenar y/o transportar las herramientas en cajas, bolsas portaherramientas o paneles adecuados.</li> <li>• Usar herramientas homologadas (marcado CE).</li> </ul>
<p><b>Riesgo de caída a mismo nivel</b></p>	<p>Riesgo tolerable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibido correr.</li> <li>• Es obligatorio el uso de calzado de seguridad.</li> <li>• Señalizar cualquier modificación o alteración del suelo.</li> <li>• Dejar las zonas de paso libres de obstáculos.</li> <li>• Preste atención a las rejillas del suelo. Si por su trabajo necesita retirar alguna proteja la zona, señálcela de manera clara e informe al jefe de sección.</li> <li>• Mantener puertas y cajones cerrados.</li> </ul>

<p><b>Riesgos psicosociales</b></p>	<p>Riesgo importante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procurar que el trabajador tenga la máxima información sobre la totalidad del proceso en el que está trabajando para poder organizarse con un sentido común.</li> <li>• Diseñar las tareas de tal forma que se asegure que la información se percibe claramente y se entiende e interpreta de manera clara y fácil.</li> <li>• El trabajador debe recibir, previamente a su incorporación al puesto y cuando se introduzcan nuevos programas informáticos, toda la formación que pueda necesitar para realizar su trabajo.</li> <li>• Familiarización de la persona con las herramientas que utilizará para desarrollar su tarea.</li> <li>• Se recomienda realizar pausas o micropausas a lo largo de la jornada laboral, mejor cortas y frecuentes que largas y escasas. Durante estas micropausas, el usuario debería cambiar de posturas (realizar estiramientos musculares) y relajar la vista (mirar puntos lejanos).</li> <li>• Alternar el trabajo frente a las pantallas de visualización con otras tareas que exijan un menor nivel de atención, como puede ser la atención telefónica, el archivo, etc.</li> </ul>
-------------------------------------	--------------------------	--

### 8.2.4 Riesgos específicos para la sección 4: Almacén.

Tabla 8 Riesgos específicos para la sección 4: Almacén (elaboración propia).

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA SECCIÓN 4: ALMACÉN		
RIESGO DETECTADO	RIESGO PARA LA SALUD	MEDIDAS PREVENTIVAS
<b>Riesgo por atropello de carretilla elevadora</b>	Riesgo importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las recomendaciones preventivas sobre carretillas elevadoras.</li> <li>• Mantener actualizada la formación, volviéndola a impartir cuando se considere necesario.</li> <li>• Evitar la circulación de personas por las vías de circulación de carretillas elevadoras.</li> <li>• Los conductores de carretillas deben ser mayores de 18 años, tener experiencia y capacitación.</li> <li>• Apagar el motor y poner el freno de mano en aquellas operaciones de mantenimiento, limpieza o ajuste que puedan representar algún riesgo para los trabajadores.</li> <li>• Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o preparación de los equipos de trabajo que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un programa de revisiones periódicas de las protecciones, especificando como mínimo, los elementos a revisar y el responsable de hacerlo.</li> </ul>
<p><b>Riesgo de atrapamiento con carretilla elevadora y/o traspaleta</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los elementos móviles de aparatos y equipos de elevación deben estar protegidos y señalizados adecuadamente.</li> <li>• Todos los equipos que se utilicen estarán en perfectas condiciones de seguridad</li> <li>• Antes de iniciar un trabajo, se comprobará que el equipo se encuentra en perfectas condiciones de uso.</li> <li>• Se deben mantener hábitos de trabajo seguros, respetando el código de circulación y los límites de velocidad.</li> <li>• Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se respetará el peso máximo indicado en la carga.</li> <li>• Los elementos de seguridad de la maquinaria siempre estarán en buen estado.</li> </ul> <p>Las zonas de tránsito de los vehículos y peatones estarán correctamente señalizadas.</p>

<p><b>Riesgo de caer al subir o bajar de la carretilla</b></p>	<p>Riesgo tolerable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las recomendaciones preventivas sobre carretillas elevadoras.</li> <li>• Usar calzado de seguridad homologado (marcado CE).</li> <li>• Mantener actualizada la formación, volviéndola a impartir cuando se considere necesario.</li> <li>• Utilizar los asideros y estribos para acceder y descender de la cabina, nunca hacerlo saltando.</li> <li>• Prohibir el uso de carretillas elevadoras a todos los trabajadores que no hayan sido expresamente autorizados.</li> <li>• Programar la formación en conducción de carretillas para todos los trabajadores que las utilicen.</li> </ul>
<p><b>Riesgo de caída de objetos por desplome o desprendimiento de las estanterías</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las estanterías deben estar perfectamente arriostradas.</li> <li>• Las estanterías estarán correctamente ancladas e indicarán el peso máximo de carga.</li> <li>• Control y revisiones periódicas para verificar que se encuentran en perfecto estado.</li> <li>• El apilamiento de la mercancía se realizará siempre teniendo en cuenta el tipo de carga garantizando la estabilidad, manteniendo la carga asegurada y evitando sobrecargar las estructuras.</li> <li>• No sobrepasar nunca el peso máximo de carga establecido.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• El apilamiento del material se realizará siempre teniendo en cuenta el tipo de carga garantizando la estabilidad, manteniendo el material asegurado y evitando sobrecargar las estructuras.</li> </ul>
<p><b>Riesgo de caídas de objetos por manipulación</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se manipule la carga, se evitarán los apresuramientos en la medida de lo posible.</li> <li>• En la manipulación de mercancía se emplearán los elementos de agarre y de sujeción asignados Asegurar fuertemente la mercancía que pueda desplazarse.</li> <li>• No se manipularán cargas excesivas.</li> <li>• No se manipularán cargas que entrañen un riesgo (superficies cortantes, difícil agarre, etc.).</li> <li>• Utilizar los EPI's facilitados por la empresa para la manipulación de la carga.</li> </ul>

<p><b>Riesgo por sobreesfuerzo en el manejo manual de cargas</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir las recomendaciones preventivas sobre riesgos ergonómicos.</li> <li>• Cumplir el programa de revisiones periódicas y mantenimiento de los dispositivos de seguridad de las máquinas.</li> <li>• Alterar con otras tareas de menor esfuerzo.</li> <li>• Repartir los esfuerzos entre varios operarios, coordinando los Movimientos para evitar descompensación de la carga.</li> <li>• No rebasar nunca el máximo de carga manual transportada por un sólo operario fuerte y debidamente instruido de 40 kg (recomendable 25 kg para hombres y 15 kg para mujeres).</li> <li>• La técnica segura para el levantamiento de cargas es: situar el peso cerca del cuerpo, mantener la espalda recta, no doblar la espalda mientras se levanta la carga, usar los músculos de las piernas, muslos y brazos.</li> <li>• Vigilancia de la salud.</li> <li>• Programar y registrar la entrega de información sobre riesgos ergonómicos.</li> </ul>
--	------------------------	--

<p><b>Riesgo de incendio/explosión de materiales inflamables</b></p>	<p>Riesgo tolerable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de que se trate de mercancía susceptible de incendio, esta deberá estar correctamente almacenada de forma separada teniendo en cuenta las posibles incompatibilidades con otras mercancías.</li> <li>• Si se trata de productos químicos, es importante tener en cuenta lo establecido en las etiquetas e los productos y las características propiedades en las fichas de seguridad de los productos.</li> <li>• Las vías de evacuación y los equipos de extinción de incendios deben estar perfectamente señalizadas Plan de emergencias o autoprotección actualizado</li> </ul>
<p><b>Riesgo de caída a mismo nivel</b></p>	<p>Riesgo tolerable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibido correr.</li> <li>• Es obligatorio el uso de calzado de seguridad.</li> <li>• Señalizar cualquier modificación o alteración del suelo.</li> <li>• Dejar las zonas de paso libres de obstáculos.</li> <li>• Preste atención a las rejillas del suelo. Si por su trabajo necesita retirar alguna proteja la zona, señálcela de manera clara e informe al jefe de sección.</li> <li>• Mantener puertas y cajones cerrados.</li> </ul>

<p><b>Riesgo de caída a distinto nivel</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subir y bajar las escaleras con precaución.</li> <li>• No correr.</li> <li>• Si se realizan trabajos en altura donde no existan las protecciones suficientes, usar sistemas de sujeción adecuados (arneses con puntos de anclaje suficientes, plataformas elevadoras con cesta de seguridad...).</li> <li>• Está totalmente prohibido el uso de carretillas elevadoras para realizar trabajos en altura.</li> <li>• Los andamios, escaleras, plataformas, sistemas de sujeción.... Deberán estar homologados.</li> <li>• Los trabajadores que vayan a realizar trabajos en altura, montaje/desmontaje de andamios y manejo de plataformas elevadoras deben tener la formación adecuada.</li> </ul>
<p><b>Riesgo de aplastamiento por derrumbe de palets</b></p>	<p>Riesgo moderado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanecer en la zona de apilamiento solo si es necesario.</li> <li>• No subir a los palets.</li> <li>• No sobrepasar la carga máxima de las estanterías. Si se observa alguna anomalía en las mismas avisar a un responsable de sección.</li> <li>• Comprobar que las cargas están bien apiladas.</li> </ul>

<p><b>Riesgos psicosociales</b></p>	<p>Riesgo importante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procurar que el trabajador tenga la máxima información sobre la totalidad del proceso en el que está trabajando para poder organizarse con un sentido común.</li> <li>• Diseñar las tareas de tal forma que se asegure que la información se percibe claramente y se entiende e interpreta de manera clara y fácil.</li> <li>• El trabajador debe recibir, previamente a su incorporación al puesto y cuando se introduzcan nuevos programas informáticos, toda la formación que pueda necesitar para realizar su trabajo.</li> <li>• Familiarización de la persona con las herramientas que utilizará para desarrollar su tarea.</li> <li>• Se recomienda realizar pausas o micropausas a lo largo de la jornada laboral, mejor cortas y frecuentes que largas y escasas. Durante estas micropausas, el usuario debería cambiar de posturas (realizar estiramientos musculares) y relajar la vista (mirar puntos lejanos).</li> <li>• Alternar el trabajo frente a las pantallas de visualización con otras tareas que exijan un menor nivel de atención, como puede ser la atención telefónica, el archivo, etc.</li> </ul>
-------------------------------------	--------------------------	--

## 9 Conclusiones

Durante la realización de este trabajo y en relación con los riesgos para la salud que conlleva la práctica de la impresión 3D, ha sido difícil encontrar bibliografía de fuentes fiables y contrastadas, como el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Esto significa que en materia preventiva nos estamos quedando atrás con el avance de este modelo productivo, que cuenta un con historial de crecimiento económico de vértigo e impacto social, signos que demuestran que ha llegado para quedarse. De esta manera, este trabajo pone de manifiesto la necesidad de reglamentación específica para abordar las normas de salud y la seguridad en el trabajo, la protección de los consumidores y el medio ambiente.

La manera de determinar los riesgos se ha analizado observando como las impresoras 3D funcionan *in situ*, llegando a la conclusión de que el factor de riesgo que mayor atención requiere son los vapores generados por el tratamiento térmico de las resinas, que contienen partículas ultrafinas (PU) y compuestos volátiles orgánicos (VOC). Las PU pueden acumularse en los pulmones y causar enfermedades respiratorias, como el asma. Estas partículas también pueden ser absorbidas por el sistema circulatorio y ser transportadas a otros órganos (14). Por otro lado, las emisiones de los VOC no se conocen con precisión y las investigaciones están en curso, pero algunas sugieren que los tipos de VOC liberados podrían ser cancerígenos (11). En consecuencia, es imprescindible que se las máquinas tengan dispositivos de encapsulamiento, sistemas de extracción con filtros que retengan estos compuestos. Por otro lado, los trabajadores deberán llevar mascarilla, protectores oculares y guantes. Además, se debe garantizar abundante ventilación en la zona de trabajo de las impresoras.

También es importante poner el foco de atención en los materiales utilizados, ya que a medida que avanza la ciencia, mayor es el número de materiales procesables con esta tecnología, por tanto, mayor es la responsabilidad de estudiar y conocer con precisión cómo el procesamiento de esos materiales puede afectar a la salud de los trabajadores. Es imprescindible que estos materiales cuenten con las Fichas técnicas y las Fichas de seguridad, documentos valiosos y absolutamente necesarios que nos informan sobre las características del producto que estamos utilizando y sobre su correcto uso.

Finalmente, disponer de información contrastada y fiable sobre la utilización de las impresoras 3D no solo es importante en las empresas, también es importante para todas aquellas personas que decidan comprar una impresora 3D y empezar a imprimir objetos desde casa.

## 10 Bibliografía

1. INSST (Instituto de Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. [En línea] [Citado el: 10 de Febrero de 2022.] <https://www.insst.es>.
2. J. Francolí, R. Díaz. Estado actual y prespectivas de la impresión 3D. Barcelona : Artículos de economía industrial, 2014.
3. Rayna, T y Striukova, L. From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation. s.l. : Technological Forecasting & Social Change, 2015. Vol. 102, 214-224.
4. Paniagua, Soraya. de RepRap a Makerbot: la impresión 3D y la manufactura personal. 2013.
5. Manrique, Álvaro Hernández. Evolución de la impresión 3D doméstica: el caso español. Valladolid : Universidad de valladolid, 2016.
6. M., Alicia. El mercado laboral de la impresión 3D. *3D Native*. [En línea] 29 de Abril de 2021. [Citado el: 2 de Septiembre de 2022.] <https://www.3dnatives.com/es/mercado-laboral-impresion-3d-empleo-290420212/#!>.
7. España, El mercado de talentos de la impresión 3D en. Canales Sectoriales. *Impresión 3D - Fabricación aditiva*. [En línea] 2019. [Citado el: 2021 de 10 de 19.] <https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/251885-El-mercado-de-talentos-de-la-impresion-3D-en-Espana.html>.
8. INSST. NTP-1085: Calidad del aire interior. Equipos y materiales de oficina: contaminantes químicos. 2017.
9. Romero Barreno, C. E., Vaca Morales, G. O. Construcción de una impresora 3D para la elaboración de objetos plásticos utilizando el método de modelado por deposición fundida (MDF). Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2015.

10. Martínez, C. A. H., Rubio, J. P. F. Tecnologías de fabricación aditiva. La impresora 3D, antecedentes y funcionamiento. s.l. : Ingis, 2014. Vol. 7, 24-30.
11. Parham Azimi, Dan Zhao, Claire Pouzet, Neil E. Crain and Brent Stephens. Emissions of Ultrafine Particles and Volatile Organic Compounds from Commercially Available Desktop Three-Dimensional Printers with Multiple Filaments. Chicago, Illinois, United States : American Chemical Society, 2016 . Vol. 50, 1260-1268.
12. Resolución de 7 de julio de 2021, de la Dirección General de Trabajo, por la que se registra y publica el XX Convenio colectivo general de la industria química. s.l. : Boletín Oficial del Estado, 07/07/2021. Núm. 171.
13. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. s.l. : Boletín Oficial del Estado, 31/01/1997. Núm. 27.
14. R. Casa, N. Rajaram y SM Tarlo. Reporte de caso de asma asociado a la impresión 3D. Toronto, Ontario, Canadá : División de Medicina Ocupacional, Departamento de Medicina, Hospital St. Michael, 2017. Vol. 67, 652-654.
15. N. Bharti, S. Singt. Three-Dimensional (3D) Printers in Libraries: Perspective and Preliminary Safety Analysis. s.l. : Journal of Chemical Education, 2017. Vol. 94, 879-885.
16. Domínguez, I. A., romero, L., Espinosa, M. M., & Domínguez, M. Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción. s.l. : Revista de la construcción, 2013. Vols. 12, 39-53.
17. Wohlers. 2014.
18. Ramírez Ferrero, Mario. *Market impact and perspectives of 3D printing technologies*. s.l. : Dima3D, 2015.

19. aula, 6 experiencias para llevar la impresión 3D al. Educación 3.0. [En línea] 2018.

[Citado el: 2021 de 10 de 19.]

<https://www.educaciontrespuntocero.com/experiencias/experiencias-con-impresion-3d/>.