



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA



# ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA LÍNEA DE PINTADO DE PIEZAS DE PLÁSTICO DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA INYECCIÓN DE PLÁSTICOS EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

AUTORA:  LAURA PEÑA CERRO

TUTORA:  MARÍA PINO SANCHO FERNÁNDEZ

COTUTOR:  JOSÉ MIGUEL ARNAL ARNAL

Curso Académico: 2016-17



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dar las gracias a mi familia, por apoyarme incondicionalmente en todas mis decisiones y por confiar en mí incluso cuando yo no lo hago. Llegar hasta aquí es en parte gracias a ellos.

A mis amigas, por su infinita paciencia y su apoyo. Y en especial a Raquel, por celebrar mis alegrías y animarme en los tropiezos.

A mis compañeros de clase, por los buenos momentos compartidos.

Por último, quiero aprovechar para agradecer a mis tutores María y Miguel, por la ayuda y buenos consejos en la realización de este Trabajo. Gracias por los ánimos y la confianza que habéis depositado en mí.



## **RESUMEN**

En el presente TFG se plantea el Estudio de Seguridad y Salud a implementar en la línea de pintado de una empresa dedicada a la fabricación de materiales plásticos por inyección, situada en la Comunidad Valenciana. Esta actividad está motivada por la propuesta, por parte de la empresa, de la implementación de una nueva línea de pintado en la misma.

Para ello, se realizará la descripción del proceso productivo general de la empresa, y de forma específica de la línea de pintado. Se realizará la identificación de los peligros de la etapa de pintado a los que se somete el trabajador, se evaluarán los riesgos y se propondrán las medidas preventivas necesarias para minimizar la peligrosidad y la repercusión del riesgo.

Además, se diseñará el almacenamiento de todos los residuos que se pudieran generar a lo largo de la línea de pintado y de los productos utilizados para el tratamiento del agua de la cabina de pintura, de acuerdo con el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.

**Palabras Clave:** Identificación de Riesgos, Evaluación de Riesgos, Seguridad, Almacenamiento, APQ, pintado, plástico



## **RESUM**

Al present TFG es planteja l'Estudi de Seguretat i Salut a implementar en la línia de pintat d'una empresa dedicada a la fabricació de materials plàstics per injecció, situada en la Comunitat Valenciana. Aquesta activitat està motivada per la proposta, per part de l'empresa, de la implementació d'una nova línia de pintat en la mateixa.

Per a això, es realitzarà la descripció del procés productiu general de la empresa, i de forma específica de la línia de pintat. Es realitzarà la identificació dels perills a l'etapa de pintat als que està sotmès el treballador, s'avaluaran els riscos i es proposaran les mesures preventives necessàries per a minimitzar la perillositat i la repercussió del risc.

A més, es dissenyarà l'emmagatzemament de tots els residus que es pogueren generar al llarg de la línia de pintat i dels productes utilitzats per al tractament de l'aigua de la cabina de pintura, d'acord amb el Reglament d'Emmagatzemament de Productes Químics.

**Paraules Clau:** Identificació de Riscos, Avaluació de Riscos, Seguretat, Emmagatzemament, APQ, pintat, plàstic





## **ABSTRACT**

In this TFG, a Health and Safety Study is presented to be implemented in a company located in the Comunidad Valenciana which purpose is the manufacture of plastic materials by injection. This activity is motivated by the proposal from the company of the implementation of a new painting line in their facilities.

For that, the productive process of the company will be described, and specifically the paint line productive process. The hazards to which workers are exposed in the painting stage will be identified, the risks will be evaluated, and the preventive measures required for minimize danger and the impact of risks will be proposed.

Besides, the storage of all the wastes that could be produced on the paint line and also of the products used for the paint booth water treatment will be designed, according to the Regulation Storage of Chemical Products.

**Keywords:** Hazards Identification, Hazards Evaluation, Safety, Storage, APQ, painted, plastic



## **DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG**

- Documento 1. Memoria descriptiva
- Documento 2. Presupuesto





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

DOCUMENTO 1:

# MEMORIA DESCRIPTIVA



## **ÍNDICE DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA**

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ANTECEDENTES.....	2
2.1	PINTURAS DE USO INDUSTRIAL.....	3
2.2	PROCESO INDUSTRIAL DE PINTADO DE PIEZAS DE PLÁSTICO.....	4
2.2.1	Métodos de aplicación de pinturas .....	5
2.2.2	Clasificación de las pinturas según el tipo de curado .....	6
3	LEGISLACIÓN APLICABLE.....	7
3.1	LEGISLACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	7
3.2	LEGISLACIÓN RELATIVA AL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS .....	8
4	MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	9
4.1	MOTIVACIÓN.....	9
4.2	JUSTIFICACIÓN .....	10
4.2.1	Justificación técnica .....	10
4.2.2	Justificación académica.....	10
5	OBJETIVOS.....	11
6	METODOLOGÍA .....	12
6.1	RECONOCIMIENTO DEL CENTRO DE TRABAJO.....	13
6.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	14
6.3	EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	16
6.4	PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	22
6.5	DISEÑO DEL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS .....	23
7	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	26
7.1	RECONOCIMIENTO DEL CENTRO DE TRABAJO.....	26
7.1.1	Descripción de la distribución en planta.....	26
7.1.2	Descripción del proceso productivo .....	28
7.1.3	Descripción y localización de productos químicos .....	31
7.1.4	Descripción de los puestos de trabajo evaluados .....	32
7.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	36
7.2.1	Riesgos asociados a los puestos de trabajo .....	36
7.2.2	Riesgos asociados a la maquinaria utilizada.....	39
7.3	EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	41

7.4	PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS .....	48
7.5	PRIORIZACIÓN DE IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS .....	57
8	DISEÑO DEL ALMACENAMIENTO .....	58
8.1	ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO .....	58
8.2	ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PROCESO .....	60
8.3	ALMACENAMIENTO EN LA EDARI.....	63
9	CONCLUSIONES .....	67
10	BIBLIOGRAFÍA.....	68



## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Identificación de riesgos. Riesgos de accidentes. (INSHT, 2017) .....	14
Tabla 2. Identificación de riesgos. Riesgos de enfermedad profesional, de fatiga, de insatisfacción y posturales. (INSHT, 2017).....	14
Tabla 3. Clasificación de los riesgos laborales (INSHT, 2017).....	15
Tabla 4. Valores de exposición (Fine, 1971).....	17
Tabla 5. Valores de probabilidad (Fine, 1971).....	17
Tabla 6. Valores de frecuencia (Fine, 1971) .....	18
Tabla 7. Valores de consecuencias (Fine, 1971).....	18
Tabla 8. Valoración de la peligrosidad (Fine, 1971).....	19
Tabla 9. Magnitud del riesgo en función de los valores de frecuencia, F y consecuencias, C. (INSHT, 2017) .....	19
Tabla 10. Magnitud del riesgo (INSHT, 2017).....	20
Tabla 11. Descripción y localización de productos químicos .....	32
Tabla 12. Porcentaje de exposición en cada zona de trabajo .....	35
Tabla 13. Porcentaje de exposición en cada etapa del proceso productivo .....	35
Tabla 14. Riesgos de accidentes asociados a los puestos de trabajo evaluados.....	38
Tabla 15. Riesgos de enfermedad profesional, fatiga e insatisfacción asociados a los puestos de trabajo evaluados .....	38
Tabla 16. Pistola de aire comprimido .....	39
Tabla 17. Prensa de lodos .....	39
Tabla 18. Robot de pintura.....	40
Tabla 19. Estación de tratamiento de agua contaminada .....	40
Tabla 20. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Jefe de Producción" .....	41
Tabla 21. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Encargado" .....	42
Tabla 22. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Pintor" .....	43
Tabla 23. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Operario" .....	44
Tabla 24. Resumen de la valoración cuantitativa del riesgo para los puestos de trabajo .....	46
Tabla 25. Resumen de la valoración cuantitativa del riesgo para los puestos de trabajo (Continuación) .....	46
Tabla 26. Valores de repercusión asociados a cada puesto de trabajo en cada turno de trabajo.....	47
Tabla 27. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Jefe de Producción" .....	49
Tabla 28. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Encargado" .....	50
Tabla 29. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Pintor" .....	52
Tabla 30. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Operario" .....	54
Tabla 31. Tabla de seguridad de las sustancias utilizadas en el proceso productivo .....	58
Tabla 32. Características de los residuos del proceso .....	60
Tabla 35. Caracterización de los residuos del proceso según Ley 22/2011 .....	60
Tabla 36. Tabla de seguridad de las sustancias almacenadas en la Sala de Dragas .....	63
Tabla 37. Factores de riesgo de las sustancias .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del desarrollo de la metodología para la identificación y evaluación de riesgos ...	12
Figura 2. Metodología de valoración de los riesgos de seguridad e higiene (Arnal, García & Sancho, 2014) .....	16
Figura 3. Ejemplo de etiqueta para un residuo peligroso .....	23
Figura 4. Procedimiento para implantar la seguridad en el almacenamiento de productos químicos (Arnal, García & Sancho, 2017) .....	24
Figura 5. Diagrama de la metodología seguida para aplicar el RAPQ.....	25
Figura 6. Croquis de distribución en planta de la Línea de Pintura .....	26
Figura 7. Diagrama de bloques de la sala de dragas.....	28
Figura 8. Diagrama de bloques del proceso productivo .....	29
Figura 9. Organigrama de la línea de pintura.....	32
Figura 10. Croquis de distribución para el almacenamiento de los residuos del proceso.....	62

## 1 INTRODUCCIÓN

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales es la que *determina el contenido básico de garantías y responsabilidades para establecer un nivel adecuado de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo*, y ello en el marco de una política razonable, coordinada y eficaz de prevención de riesgos laborales.

Según lo dispuesto en el Artículo 5 de la Ley 31/1995 de PRL, es obligación del empresario *la evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo, y su actualización periódica a medida que se alteren las circunstancias, así como la ordenación de un conjunto coherente y globalizador de medidas de acción preventiva adecuadas a la naturaleza de los riesgos detectados y el control de la efectividad de dichas medidas*.

Además, tal y como se expone en el Artículo 16 de la mencionada Ley de PRL, *la prevención de riesgos laborales deberá integrarse en el sistema general de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de ésta, a través de la implantación y aplicación de un plan de prevención de riesgos laborales*.

## **2 ANTECEDENTES**

El Sector del Plástico abarca un amplio conjunto de actividades productivas y, según el nuevo código CNAE 2014, se puede incluir la actividad propia de la Empresa objeto del TFG en el subsector: 2229 - Fabricación de otros productos de plástico.

La presencia de piezas de plástico en los automóviles es cada vez mayor, debido a las características que presentan, su reducido coste económico en comparación con otros materiales, etc. Estas piezas de plástico en muchas ocasiones requieren de una capa de pintura para satisfacer ciertos requerimientos.

La aplicación de un revestimiento de pintura sobre la superficie del plástico permite proteger la pieza frente a las agresiones externas. El pintado de piezas de plástico aumenta su resistencia a la degradación por exposición a los agentes climáticos como la humedad, la radiación solar, los cambios de temperatura, etc.; así como a los agentes químicos, como la abrasión o las ralladuras. Por otra parte, el pintado permite obtener diferentes acabados de color y brillo, así como ocultar los defectos estéticos que el plástico inyectado puede presentar (CEP, 2015).

De acuerdo con el último informe publicado por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial, el sector del automóvil y componentes es el primer grupo de productos más exportado por la Comunidad Valenciana, con un 25% del total. En el año 2017, las exportaciones del sector alcanzaron los 7.017 millones de euros, con un superávit de 3.234 millones de euros (IVACE, 2016).

En la empresa objeto de estudio va a realizarse la ampliación de una nueva línea de pintado ante el aumento de la producción. A continuación se explican las características de las pinturas y las etapas principales en el proceso industrial para su aplicación sobre piezas de plástico. Esta información servirá como punto de partida a la hora de realizar la descripción del proceso productivo que se llevará a cabo en la empresa.

## 2.1 PINTURAS DE USO INDUSTRIAL

La pintura puede definirse como todo producto fluido que, una vez extendido sobre cualquier superficie sólida, se seca y endurece formando una película coloreada, coherente y adherente. Está compuesta por diferentes ingredientes que al mezclarse permiten crear un producto específico que tiene unas propiedades características. La selección de componentes usados en la fabricación de la pintura afectará en su estabilidad, en sus características de aplicación, y de manera más crítica en el rendimiento de la superficie sobre la que se aplica.

Las pinturas están constituidas por un sólido (pigmento), que aporta las propiedades colorantes y cubrientes, suspendido en un líquido (vehículo), que es el componente productor de la película, y cuya finalidad es mantener las partículas de pigmento unidas y adheridas a la superficie sobre la que se extienden. La dispersión de los pigmentos en la resina, que actúa como vehículo, tiene que ser uniforme para proporcionar una apariencia consistente.

Además del pigmento y del vehículo fijo, la pintura puede tener un vehículo volátil (disolvente), que se usa para hacer posible la aplicación de la pintura, y que se pierde por evaporación durante el secado.

La finalidad de una pintura puede ser decorativa, protectora o ambas cosas. Las pinturas con fines decorativos normalmente están formuladas con pigmentos de origen orgánico, mientras que los pigmentos inorgánicos normalmente se utilizan en aquellas pinturas que se utilizan con fines protectores.

Para lograr una protección y duración máximas, es necesario aplicar más de una capa de pintura. Lo habitual es aplicar tres capas, que se diferencian por la función que realizan:

- **Imprimación.** Es la primera capa que se aplica sobre la superficie. Su función es combatir la corrosión y mejorar la adhesión de las sucesivas capas que se apliquen.
- **Sellador o Capa base.** Se aplica entre la primera capa y la capa de acabado para mejorar la adhesión. Su uso es necesario si la imprimación y la capa de acabado tienen diferentes propiedades tales como adhesividad, expansión térmica o propiedades de resistencia al impacto. Si existen interferencias entre estas películas, la capa más superficial puede astillarse, romperse y desprenderse.
- **Capa de acabado.** Es la capa final de pintura, que proporciona la apariencia deseada en cuanto a color y brillo.

## 2.2 PROCESO INDUSTRIAL DE PINTADO DE PIEZAS DE PLÁSTICO

El proceso productivo de pintado de piezas de plástico está compuesto principalmente por tres etapas (Talbert, 2008): la preparación de superficies, la aplicación de la pintura y el curado de la misma.

### a) Preparación de superficies (pretratamiento)

El pretratamiento se define como el tratamiento mecánico o químico que se realiza sobre la superficie del producto que se va a pintar para limpiarlo y prepararlo para la aplicación de un producto de acabado o recubrimiento.

Existen diferentes técnicas para la preparación de superficies, tales como el lijado, la limpieza criogénica, la limpieza mediante agua a alta presión, etc. La técnica de pretratamiento seleccionada tendrá que tener en cuenta la naturaleza de los contaminantes que se desean eliminar, así como la composición, geometría y espesor del material sobre el cual se quiere realizar la preparación de la superficie.

### b) Aplicación

La aplicación consiste en extender la pintura sobre la superficie del producto en una capa fina. Previamente es necesario mezclar los componentes que conforman la pintura: la resina y el endurecedor, en la mayoría de los casos, los cuales han de mezclarse homogéneamente de acuerdo a los parámetros proporcionados por el fabricante.

El método de aplicación y la efectividad del proceso de control utilizado determinarán el espesor del revestimiento y su uniformidad. El equipo utilizado para realizar la aplicación y su configuración deben ser compatibles con las características particulares de la pintura (viscosidad y fluidez) para proporcionar un acabado uniforme y unos resultados consistentes.

### c) Curado de la pintura.

El curado de la pintura es la última fase del proceso productivo, donde la capa líquida aplicada en la etapa anterior se transforma en una capa sólida mediante los mecanismos de secado y endurecimiento. Durante el secado, el revestimiento se estabiliza, de modo que ya no podrá formar una capa irregular sobre la superficie pintada. Este proceso ocurre mediante la evaporación del vehículo volátil o disolvente. A continuación tiene lugar el endurecimiento del recubrimiento. Dependiendo de la configuración del proceso, es posible que estas etapas no sean consecutivas, sino que se realicen de forma conjunta.

### 2.2.1 Métodos de aplicación de pinturas

Existen 4 métodos principales de aplicación de productos de acabado (Talbert, 2008; Vincent et. Al, 2006): con brocha, con rodillo, mediante pulverización y mediante inmersión.

- *Con brocha*

La aplicación con brocha puede realizarse a mano para zonas pequeñas o mecánicamente para grandes superficies.

- *Con rodillo*

La aplicación con rodillo permite obtener acabados con espesores muy uniformes de la película.

- *Pulverización*

- Mediante aire comprimido.

En este tipo de aplicación se utiliza un aerógrafo para cubrir superficies con gran homogeneidad. El inconveniente de este sistema es el exceso de pintura que se desvía y no se adhiere a la pieza, pues además de suponer unas pérdidas económicas considerables, puede suponer un riesgo para la salud.

- Alta presión sin aire

Se atomiza la pintura sin aire, forzando el material líquido a salir a través de pulverizadores diseñados para trabajar entre 70 y 140 atm. Cuando la pintura sale a la atmósfera se descomprime, el disolvente se evapora y atomiza la pintura.

- Pulverización electrostática

En este caso se genera un campo electrostático entre la pieza que se va a pintar y la pintura que se proyecta. La pintura se carga en la pistola con una polaridad negativa, y es atraída por la pieza, que se encuentra conectada a masa. Este sistema se puede aplicar mediante robots.

- *Mediante inmersión*

Dentro de este método destaca la electroforesis. Este proceso es de pintado por inmersión, y se basa en el desplazamiento hacia los electrodos de partículas coloidales sometidas a la acción de un campo eléctrico. Cuando la pieza que se quiere recubrir actúa como ánodo, el proceso se denomina anaforesis, mientras que si constituye el cátodo se denomina cataforesis.

### 2.2.2 Clasificación de las pinturas según el tipo de curado

Según el proceso que sea necesario llevar a cabo para el secado de la pintura, las pinturas se clasifican en (Vincent et. Al, 2006):

*a) De secado exclusivo por evaporación*

En este tipo de pinturas el vehículo fijo está compuesto por productos químicos, naturales o sintéticos que permanecen inalterados durante el proceso de endurecimiento. Una vez que el disolvente se evapora, sobre la superficie queda la película de resina.

*b) De secado por reacción con el oxígeno del aire*

El secado y endurecimiento en este caso están sujetos a dos procesos consecutivos: la evaporación del vehículo volátil y a continuación la absorción del oxígeno del aire por las cadenas grasas que forman parte del vehículo fijo.

*c) De secado por acción de la temperatura*

En este grupo se incluyen aquellas pinturas formuladas con resinas gliceroftálicas, modificadas con aceites no secantes o semisecantes. Estas pinturas, secadas al horno, alcanzan en poco tiempo las características que alcanzarían las gliceroftálicas de secado al aire, ya que son capaces de polimerizar por acción de la temperatura.

*d) De secado por reacción química de los componentes*

La película seca (resina) se forma por la polimerización de dos o más componentes de la pintura, no siendo ninguno de ellos por sí mismo formador de película.



### **3 LEGISLACIÓN APLICABLE**

#### **3.1 LEGISLACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales por la que se determina el contenido básico de garantías y responsabilidades para establecer el adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales, por la que se establece la obligación de las empresas de la implantación de un Plan de PRL.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. (Anexo VII)
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (Anexos III y IV)
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dolores lumbares, para los trabajadores, (Artículo 3.2)
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

### 3.2 LEGISLACIÓN RELATIVA AL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- DECISIÓN 2014/955/UE, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- REGLAMENTO (UE) No 1357/2014, de 18 de diciembre de 2014, por el que se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.

Se ha optado por diseñar el almacenamiento de acuerdo con los requisitos técnicos que se presentan en el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos porque, aunque se trata de residuos peligrosos, éstos tienen un porcentaje significativo de sustancias químicas en su composición, por lo que se quieren asegurar las condiciones de seguridad.

Por otra parte, se ha optado por aplicar el nuevo RD 656/2017, aunque todavía no haya entrado en vigor, puesto que los recipientes móviles están trasladados a una APQ específica. Dado que la peligrosidad de las sustancias que se quieren almacenar es de carácter diferente, y el almacenamiento se realiza en recipientes móviles, disponer de todos los requisitos que es necesario considerar en una misma APQ hace más sencilla su aplicación.

## **4 MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

### **4.1 MOTIVACIÓN**

La realización de este Trabajo de Fin de Grado surge de la necesidad de realizar un Estudio de Seguridad y Salud en una empresa cuya actividad industrial es la inyección de plásticos, ante la implantación en sus instalaciones de una nueva línea de pintado.

Además, el interés en la realización de un Trabajo de Fin de Grado en materia de seguridad responde a la motivación de la estudiante sobre la materia tras haber cursado la asignatura “Seguridad Industrial”, que se imparte en el segundo cuatrimestre del último año de Grado, en la mención de Diseño y Seguridad. Este trabajo sirve por tanto como aplicación y ampliación de todos los conocimientos adquiridos en dicha asignatura.

## 4.2 JUSTIFICACIÓN

### 4.2.1 Justificación técnica

La realización de las actividades requeridas en la industria lleva asociados una serie de riesgos que es necesario controlar. En caso de que el sector al que pertenezca la industria requiera la manipulación y almacenamiento de productos peligrosos, el riesgo aumenta considerablemente.

De acuerdo con el Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo, OECT, el número de accidentes en el sector de la Industria que tuvieron lugar en el periodo comprendido entre junio de 2016 y junio de 2017 asciende a 101.476. Considerando que la población afiliada en este sector es de 1.950.815 personas, el índice de incidencia es del 5,2%. Del número total de accidentes que tuvieron lugar, 100.586 fueron leves – lo que representa el 99,12% de los accidentes-, 802 graves – el 0.79 %- y 88 tuvieron consecuencias mortales – el 0.09%- (OECT, 2017).

Según lo dispuesto en el Artículo 5 de la Ley 31/1995 de PRL, es obligación del empresario *la evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo, y su actualización periódica a medida que se alteren las circunstancias, así como la ordenación de un conjunto coherente y globalizador de medidas de acción preventiva adecuadas a la naturaleza de los riesgos detectados y el control de la efectividad de dichas medidas*. Además, dada la peligrosidad que entraña la manipulación de sustancias químicas es importante asegurar que se establecen medidas de seguridad que reduzcan las probabilidades de que ocurra un accidente y que, en caso de que tenga lugar, minimicen sus consecuencias y repercusión.

Por otra parte, en este caso no solo es necesario *establecer un adecuado nivel de la protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo* como se expone en el Artículo 3 de la mencionada Ley 31/1995 de PRL, sino que también se hace necesario considerar la repercusión medioambiental del vertido de ciertas sustancias.

Así, mediante la realización del presente TFG se pretende garantizar la protección de los trabajadores en la realización de las tareas asociadas a su puesto de trabajo, lo que afectará positivamente en los índices de siniestralidad del sector, y el control del impacto medioambiental de los productos y residuos que pudieran generarse en el proceso productivo.

### 4.2.2 Justificación académica

La realización del presente proyecto tiene como finalidad su presentación como Trabajo de Final de Grado para la obtención de los 12 ECTS de los que consta en el plan de estudios del Grado en Ingeniería Química que oferta la Universidad Politécnica de Valencia. A través del mismo se aplican y desarrollan algunos de los contenidos académicos recibidos durante el Grado, con el fin de demostrar que se han adquirido las competencias propias de la titulación y que permiten ejercer el ejercicio de la profesión.

## 5 OBJETIVOS

El objetivo principal del presente Trabajo Final de Grado es la realización de un Estudio de Seguridad y Salud en la línea de pintura de una empresa cuya principal actividad es la inyección de piezas de plástico para el sector de la automoción.

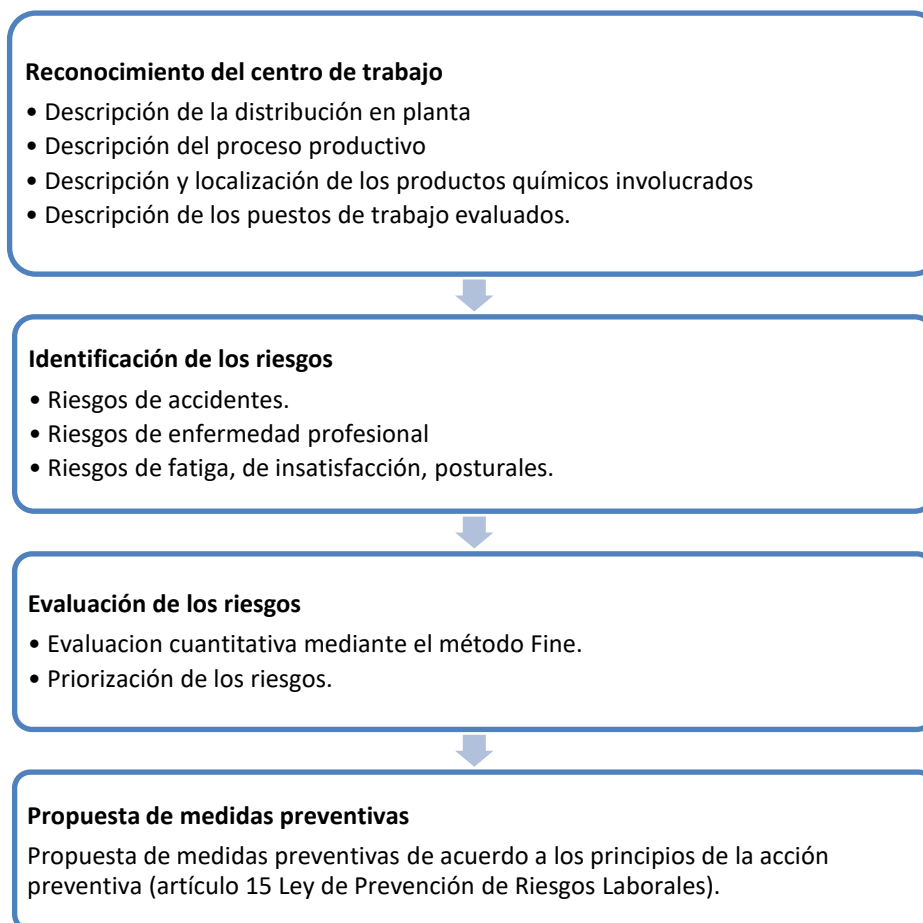
Para lograr este objetivo general, se pretenden conseguir los siguientes objetivos específicos:

- Elaboración de una Metodología donde se describan las herramientas utilizadas en el Estudio de Seguridad y Salud.
- Descripción del proceso industrial que se lleva a cabo y de la distribución de espacios y máquinas que configuran la línea.
- Análisis de las actividades que se llevan a cabo y las zonas de trabajo donde se desarrollan.
- Identificación y evaluación de los riesgos laborales a los que puedan estar expuestos los trabajadores en función de sus funciones y responsabilidades.
- Propuesta de medidas preventivas para minimizar la peligrosidad y la repercusión de los riesgos identificados.
- Diseño del almacenamiento de los productos químicos utilizados durante el proceso, de los residuos producidos en el mismo y de los productos utilizados para el tratamiento del agua de la cabina de pintura, de acuerdo con el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.

No es objeto del presente Trabajo de Fin de Grado diseñar la instalación contra incendios, la ubicación de los equipos de intervención en caso de incendio (bomberos, protección civil, etc.), definir las distancias de evacuación, etc. Tampoco se va a considerar el diseño del almacenamiento de la pintura, pues se sitúa en una zona clasificada como ATEX, que queda fuera del ámbito del presente Trabajo. Este diseño se realizaría como ampliación del presente proyecto como Trabajo Final de Máster.

## 6 METODOLOGÍA

En este apartado se explican la metodología que va a seguirse para la realización del Estudio de Seguridad y Salud asegurando la consecución de los objetivos propuestos en el presente TFG, y que se resume en el diagrama mostrado en la *Figura 1*.



**Figura 1.** Diagrama del desarrollo de la metodología para la identificación y evaluación de riesgos

Para los almacenes que contengan productos químicos, existe una reglamentación específica que determina las medidas preventivas que tienen que implantarse, en caso de que las características del almacenamiento entren dentro del ámbito de aplicación de dicha reglamentación. La metodología a seguir para determinar las medidas preventivas atendiendo a lo dispuesto en dicha reglamentación se desarrolla en el punto 6.5 del presente TFG.

## 6.1 RECONOCIMIENTO DEL CENTRO DE TRABAJO

La metodología para el estudio de seguridad y salud requiere en primer lugar la recopilación de toda aquella información que sea de interés para el mismo.

En primer lugar se realizará una descripción detallada de la distribución en planta, incluyendo la situación de la línea en la planta productiva. También se incluirán las zonas de paso, oficinas, almacenes de producto terminado, almacenes de residuos, etc.,

Además, también es necesario conocer con detalle el proceso productivo que tiene lugar. Para ello se describirán las etapas del proceso, los productos químicos que se utilizan, los controles de calidad que se realizan, etc. También se describirá el tratamiento del agua residual proveniente de la cabina de pintura.

Definido el contexto, será posible entonces identificar los riesgos a los que está expuesto el trabajador, considerando las tareas y funciones que realiza, los equipos que utiliza y el tiempo que permanece en cada zona de trabajo.

## 6.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Una vez recopilada toda la información relativa a los puestos de trabajo y los procesos que se llevan a cabo en la empresa objeto de estudio, podrá entonces realizarse la identificación de los riesgos existentes en la empresa. Para este fin, se relacionan todos los puestos de trabajo de la empresa con los posibles riesgos que puedan tener lugar. Por un lado, los riesgos de accidente, y por otro lado, los riesgos higiénicos (enfermedades profesionales), ergonómicos y psicosociales.

Las tablas de identificación de riesgos se han adaptado al proceso estudiado a partir del modelo de la “Guía de Evaluación para PYMES”. En la Tabla 1 se presenta un ejemplo del formato utilizado para recoger información sobre los riesgos de accidentes presentes en cada puesto de trabajo.

**Tabla 1. Identificación de riesgos. Riesgos de accidentes. (INSHT, 2017)**

Puesto n	010	020	030	040	050	060.	070	080	090	110	120	130.	140	150	161	162	170	180	200	211	212	213	214	220	230	240	250
----------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

En la Tabla 2 se presenta un ejemplo del formato utilizado para recoger información sobre los riesgos de enfermedad profesional (higiénicos), de fatiga y de insatisfacción (psicosociales) y posturales (ergonómicos).

**Tabla 2. Identificación de riesgos. Riesgos de enfermedad profesional, de fatiga, de insatisfacción y posturales. (INSHT, 2017)**

Puesto n	310	320	330	340	350	360	370	380	390	410	420	430	440	450	460	470	480	490	510	520	530	540.	550	560	570	580	590
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----



Los códigos de los riesgos presentados en las anteriores tablas se recogen en la Tabla 3.

**Tabla 3. Clasificación de los riesgos laborales (INSHT, 2017)**

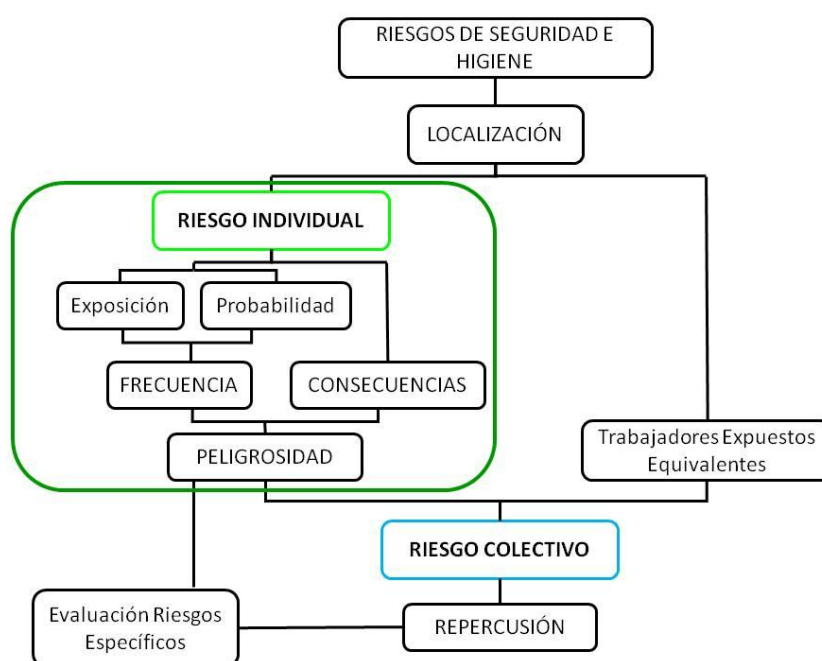
	<b>ACCIDENTES</b>		<b>ENFERMEDADES PROFESIONALES</b>
010	Caída de personas a distinto nivel	310	Exposición a contaminantes químicos
020	Caída de personas al mismo nivel	320	Exposición a contaminantes biológicos
030	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	330	Ruido
040	Caída de objetos en manipulación	330	Vibraciones
050	Caída de objetos desprendidos	350	Estrés térmico
060	Pisadas sobre objetos	360	Radiaciones ionizantes
070	Choques y golpes contra objetos inmóviles	370	Radiaciones no ionizantes
080	Choques y golpes contra objetos móviles	380	Iluminación
090	Golpes y cortes por objetos o herramientas	390	Otra exposición
100	Proyección de fragmentos o partículas		<b>FATIGA</b>
110	Atrapamiento por o entre objetos	410	Física. Posición
120	Atrapamiento por vuelco de máquinas y vehículos	420	Física. Desplazamiento
130	Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas	430	Física. Esfuerzo
140	Exposición a temperaturas ambientales extremas	440	Física. Manejo de cargas
150	Contactos térmicos	450	Mental. Recepción de información
161	Contactos eléctricos directos	460	Mental. Tratamiento de la información
162	Contactos eléctricos indirectos	470	Mental. Respuesta
170	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	480	Fatiga crónica
180	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas	490	Otros tipos de fatiga
190	Exposición a radiaciones		<b>INSATISFACCIÓN</b>
200	Explosión	510	Contenido de trabajo
211	Incendio. Factores de Inicio	520	Monotonía
212	Incendio. Propagación	530	Rol Inadecuado
213	Incendios. Medios de lucha	540	Autonomía insuficiente
214	Incendios. Evacuación	550	Comunicación/Incomunicación
220	Daños causados por seres vivos	560	Relaciones
230	Atropellos o golpes con vehículos	570	Tiempo. Organización del trabajo
240	Accidentes de tránsito	580	Horario inadecuado
250	Otros riesgos de accidentes	590	Otros Riesgos
			<b>POSTURAS</b>
		001	Física, de Cuello, Brazos, Vista

### 6.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS

Después de realizar la identificación de riesgos, en la siguiente fase se lleva a cabo la evaluación de los mismos.

La evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos identificados previamente, obteniendo la información necesaria para definir la adopción de medidas preventivas, y sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

Para realizar esta evaluación se utiliza el método de Williams T. Fine “*Mathematical Evaluations for Controlling Hazards*”, que se describe a continuación. En el diagrama de la *Figura 2* se esquematiza la secuencia de parámetros propia del Método Fine.



**Figura 2.** Metodología de valoración de los riesgos de seguridad e higiene (Arnal, García & Sancho, 2014)

Una vez identificados los factores de riesgo de las tareas llevadas a cabo es posible determinar para cada factor la exposición (E), la probabilidad (P) y las consecuencias (C), que permitirán la evaluación de dichos riesgos.

La **exposición**, E, es la frecuencia con la que se presenta la situación de riesgo. En la Tabla 4 se presentan los valores que puede adoptar este parámetro:

**Tabla 4. Valores de exposición (Fine, 1971)**

<b>Exposición</b>	<b>E</b>	<b>Descripción</b>
Inexistente	0	No se presenta nunca.
Remota	0,5	El trabajador podría estar expuesto a la situación que origina el accidente, pero no es usual.
Esporádica	1	El trabajador está expuesto a la situación que origina el accidente de forma esporádica.
Ocasional	3	El trabajador está expuesto alguna vez en su jornada laboral y con períodos cortos de tiempo.
Frecuente	6	El trabajador está expuesto varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Continua	10	El trabajador está expuesto varias veces en la jornada laboral con tiempo prolongado.

La **probabilidad**, P, es la posibilidad de que se origine un accidente ante una situación de riesgo. En la Tabla 5 se presentan los valores posibles de probabilidad:

**Tabla 5. Valores de probabilidad (Fine, 1971)**

<b>Probabilidad</b>	<b>P</b>	<b>Descripción</b>
Nunca ha sucedido	0,5	Nunca ha sucedido un accidente o incidente siguiendo esta secuencia pero es concebible.
Reducida	1	El accidente tiene alguna posibilidad de ocurrir pero es muy difícil.
Normal	3	El accidente se produciría en muy pocas ocasiones con esta secuencia de acontecimientos o situaciones.
Elevada	6	Ante esta secuencia de hecho o situación el accidente ocurrirá en algunas ocasiones
Muy Elevada	10	Ante esta situación el accidente ocurrirá siempre o casi siempre.

Una vez determinadas la exposición y la probabilidad se calcula su producto, determinándose la **frecuencia**, F. La frecuencia representa la periodicidad con la que se puede presentar un determinado riesgo. En la Tabla 6 se presentan los valores que puede tomar la frecuencia según su periodicidad:

**Tabla 6. Valores de frecuencia (Fine, 1971)**

<b>Frecuencia (F)</b>	<b>E * P</b>	<b>Descripción</b>
Baja	De 0 a 10	La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es baja.
Media	De 11 a 50	La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es bastante elevada.
Alta	De 51 a 100	La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es muy frecuente.

Por otro lado, es necesario cuantificar las consecuencias, que por definición son el resultado más probable de un accidente. Los valores que se le asignan a este parámetro se presentan en la Tabla 7:

**Tabla 7. Valores de consecuencias (Fine, 1971)**

<b>Consecuencias</b>	<b>C</b>	<b>Descripción</b>
Leve (Lig. Dañina)	1	Lesiones que no requieren hospitalización ni baja o el sistema puede ser reparable sin paro del proceso.
Grave (Dañina)	5	Lesiones con baja no graves o el sistema es necesario pararlo para efectuar la reparación.
Muy Grave (Ext. Dañina)	15	Lesiones con baja graves, pudiendo ser incluso irreparables o Destrucción parcial del sistema (costosa)
Mortal (Ext. Dañina)	25	Un muerto o Destrucción total del sistema con posibilidad de renovarlo o repararlo.
Catastrófico (Ext. Dañina)	50	Varias muertes o Inutilidad total del sistema (imposible renovarlo).

Determinadas la frecuencia y las consecuencias, se puede calcular el grado de peligrosidad mediante la Ecuación 1:

$$r = F \cdot C \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde,

r: grado de peligrosidad

F: valor numérico de la frecuencia

C: valor numérico de las consecuencias

El valor numérico asociado al grado de peligrosidad permite clasificar cada riesgo y establecer una actuación apropiada frente al mismo, priorizando así los mismos de cara a la definición de medidas preventivas. En la Tabla 8 se recogen los valores que puede adoptar la peligrosidad.

**Tabla 8. Valoración de la peligrosidad (Fine, 1971)**

Magnitud riesgo	Clasificación	Actuación frente al riesgo
>400	Muy alto	Detención inmediata de la actividad
Entre 200 y 400	Alto	Corrección inmediata
Entre 70 y 200	Notable	Corrección necesaria y urgente
Entre 20 y 70	Moderado	No es urgente pero debe ser corregido
Menos de 20	Aceptable	Puede omitirse su corrección

La priorización de riesgos se puede definir de una manera más intuitiva mediante una codificación numérica y cromática, asignando a cada combinación de valores de frecuencia y consecuencias una magnitud del riesgo y un color. Estas combinaciones se recogen en la Tabla 9.

**Tabla 9. Magnitud del riesgo en función de los valores de frecuencia, F y consecuencias, C. (INSHT, 2017)**

		Consecuencias, C		
		Ligeramente Dañinas (1)	Dañinas (5)	Extremadamente Dañinas (15, 25, 50)
Frecuencia, F	Baja (0 a 10)	Trivial (E)	Tolerable (T)	Moderado (M)
	Media (11 a 50)	Tolerable (T)	Moderado (M)	Importante (I)
	Alta (51 a 100)	Moderado (M)	Importante (I)	Intolerable (X)

Los niveles de riesgos anteriores son un punto de partida a la hora de decidir si se requiere mejorar las medidas existentes, o es necesario implantar nuevas medidas, así como la temporización que requieren las diferentes acciones propuestas. En la Tabla 10 se recogen las acciones y la prioridad para cada tipo de riesgo.

**Tabla 10. Magnitud del riesgo (INSHT, 2017)**

<b>Caracterización</b>	<b>Acción (prioridad)</b>
<b>TRIVIAL (E)</b>	No se requiere acción específica <b>(SEGUIMIENTO)</b>
<b>TOLERABLE (T)</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva, pero se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. <b>(MEDIA)</b>
<b>MODERADO (MO)</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando inversiones precisas. Las medidas deben implantarse en un período determinado. Si está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisa establecer, con más precisión, la probabilidad de daño <b>(ALTA)</b>
<b>IMPORTANTE (I)</b>	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 corresponde a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados. <b>(MUY ALTA)</b>
<b>INTOLERABLE (IN)</b>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo debe prohibirse el trabajo. <b>(INMEDIATA)</b>

Si de la evaluación de riesgos se deduce la necesidad de adoptar medidas preventivas, se deberá:

- Eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual o de formación e información a los trabajadores.
- Controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.

Además de todo lo expuesto anteriormente, una vez se ha determinado el grado de peligrosidad de cada uno de los riesgos de cada tarea, es importante determinar el número de personas al que afecta este riesgo; es decir, su repercusión.

Existe la posibilidad de que un trabajador realice una tarea únicamente durante parte de su jornada laboral, o que una misma tarea la realicen varios trabajadores. Para realizar esta comparación se introduce un indicador homogéneo: los trabajadores expuestos equivalentes.

Este índice se define como el número de trabajadores que están expuestos el 100% de su tiempo a un determinado riesgo. La expresión utilizada para el cálculo se muestra en la Ecuación 2:

$$\mathbf{TraExpEq(t)} = \frac{\sum_i \mathbf{TraExp(i,t)} \cdot \mathbf{PorExp(i,t)}}{100} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde,

TraExpEq: Trabajadores Expuestos Equivalentes

TraExp: Trabajadores Expuestos

PorExp: Porcentaje de Exposición

Con este indicador y el grado de peligrosidad,  $r$ , se puede determinar la Repercusión,  $R$  mediante la Ecuación 3:

$$\mathbf{R} = \mathbf{r} \cdot \mathbf{TraExpEq} \quad \text{Ecuación 3}$$

#### 6.4 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

La última fase de la metodología consiste en establecer la Planificación de la Actividad Preventiva mediante la propuesta de medidas preventivas y correctoras. El objetivo de las medidas preventivas es realizar las modificaciones necesarias en las condiciones laborales del proceso productivo, minimizando la peligrosidad y la repercusión de los riesgos asociados al puesto de trabajo.

La elección de las medidas debe responder a los principios de la acción preventiva recogidos en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995:

1. Evitar riesgos.
2. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
3. Combatir los riesgos en su origen.
4. Adaptar el trabajo a la persona.
5. Tener en cuenta la evolución de la técnica de control.
6. Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
7. Planificar la prevención.
8. Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
9. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

Las medidas a adoptar seguirán una priorización, que puede hacerse teniendo en cuenta la codificación numérica y cromática, presentada en la Tabla 9 y la Tabla 10.

En primer lugar se propondrán medidas para los factores de riesgo clasificados como Intolerable (IN) e Importante (I). La implantación de estas medidas será inmediata.

Para los factores clasificados como Moderado (M) y Tolerable (T), se propondrán medidas que se implantarán con prioridad alta o muy alta, según las circunstancias. En caso de que existiera algún tipo de limitación económica, sería necesario realizar un análisis Coste-Beneficio para valorar si la inversión económica en seguridad es justificable desde el punto de vista de la disminución de accidentes o incidentes.

Con los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los criterios presentados anteriormente, es posible realizar el análisis de los riesgos, y proponer medidas preventivas con el objetivo de minimizar los riesgos detectados.




## 6.5 DISEÑO DEL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Como parte de las medidas de protección en materia de prevención a adoptar es importante considerar la manipulación de sustancias químicas, en especial el almacenamiento de los residuos químicos producidos durante el proceso.

Actualmente la zona de almacenamiento de residuos de la empresa no está habilitada para el almacenamiento de residuos peligrosos. Por este motivo, se pretende diseñar una nueva zona de almacenaje para los residuos generados por la línea de pintura.

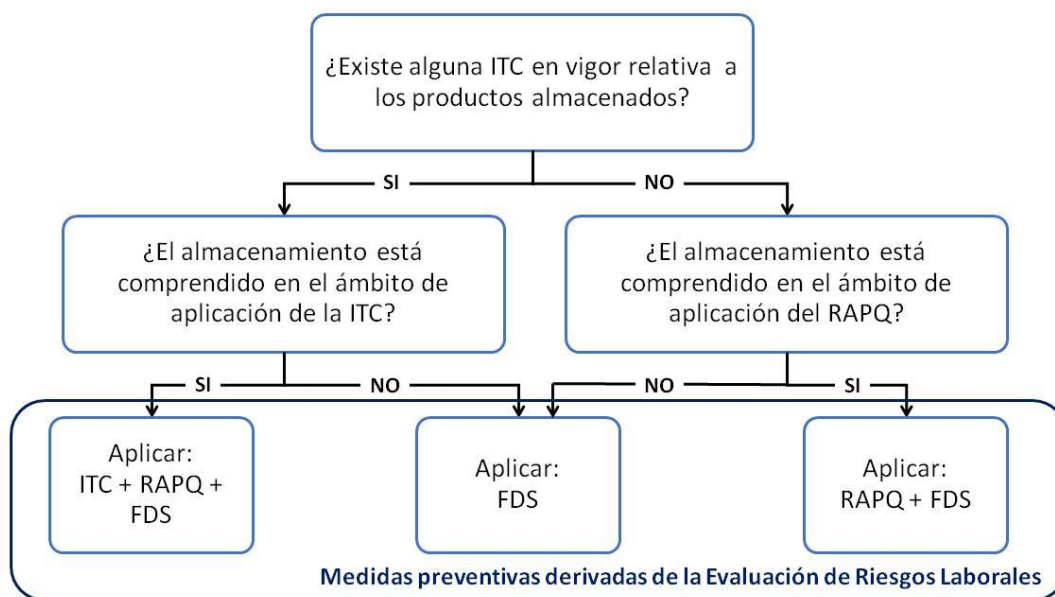
En primer lugar será necesario realizar la caracterización de los residuos peligrosos de acuerdo con la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Se utilizará el Anexo III del Reglamento (UE) No 1357/2014 para definir la característica de peligrosidad de cada residuo. El etiquetado se realiza conforme a lo dispuesto en el RD 255/2003. En la *Figura 3* se muestra un ejemplo de la etiqueta que sería necesario colocar en cada bidón.

Código artículo: 8080119		
<b>DENOMINACIÓN RESIDUO PELIGROSO:</b> <b>AGUAS DE CABINA DE PINTURA</b>		
Q8 // - / R13 // L12// C41 // HP4 // A 731 // B 0019		--
Código L.E.R. (Decisión 2014/955/UE): <b>080119*</b>		
OPERADOR:		
DIRECCIÓN:		
CÓDIGO CLIENTE:.....TELÉFONO: ..... FAX: .....		
DESTINATARIO: .....		
FECHA DE ALMACENAMIENTO:	__ / __ / ____	CANTIDAD:

*Figura 3. Ejemplo de etiqueta para un residuo peligroso*

Para el diseño del almacenamiento se aplicará el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias RD 656/2017. Los pasos seguidos se describen a continuación.

De acuerdo con el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos mencionado, *es necesario establecer las condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento, carga, descarga y trasiego de productos químicos peligrosos tanto en estado sólido como líquido o gaseoso, y sus servicios auxiliares en toda clase de establecimientos y almacenes, incluidos los recintos, comerciales y de servicios*. Por tanto, si los productos involucrados se encuentran dentro de las disposiciones de este reglamento, será necesario aplicarlo, de acuerdo al esquema mostrado en la *Figura 4*.



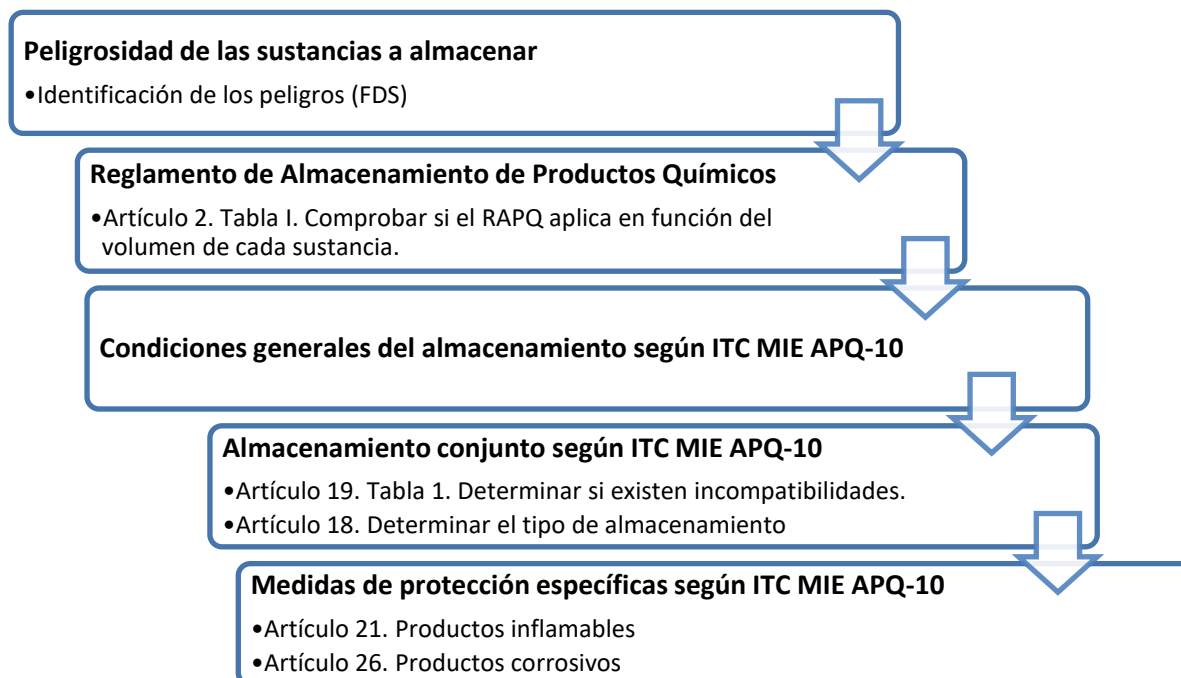
**Figura 4.** Procedimiento para implantar la seguridad en el almacenamiento de productos químicos (Arnal, García & Sancho, 2017)

Para ello, en primer lugar se tiene que identificar si existe alguna ITC de aplicación para los productos que se quieren almacenar. A continuación, se debe determinar si el almacenamiento está comprendido dentro del ámbito de aplicación de la ITC. En el caso de que aplique, se implementarán los requisitos de diseño del almacenamiento establecidos en la ITC, además de los indicados en el propio Reglamento y de las consideraciones señaladas en la FDS del producto químico.

En caso de que no exista ninguna ITC de aplicación, debe determinarse si el RAPQ es de aplicación. Para ello, se realiza una clasificación de los productos considerando la clase de peligro, su indicación de peligro y la capacidad del almacenamiento. Si el RAPQ es de aplicación, se implementarán los requisitos de diseño del almacenamiento indicados en el Reglamento, complementados con las consideraciones que aparezcan en la FDS del producto químico.

Finalmente, en caso de que las sustancias no tengan ITC de aplicación, o no se encuentren dentro de su ámbito de aplicación y tampoco estén afectadas por el RAPQ, se deberá realizar una evaluación de riesgos de acuerdo a la metodología explicada en el apartado 6.3 del presente TFG para los riesgos identificados en el almacén. Para ello, se deberá utilizar la Ficha de Seguridad para definir las medidas preventivas derivadas de dicha evaluación de riesgos.

En el caso de aplicar alguna ITC, la metodología a seguir para definir las características del diseño es la mostrada en la *Figura 5*.



**Figura 5.** Diagrama de la metodología seguida para aplicar el RAPQ

En primer lugar, es necesario determinar la peligrosidad de las sustancias a almacenar. Una vez se ha identificado la peligrosidad de las sustancias, se utiliza la Tabla I del Artículo 2 del RAPQ para determinar si el RAPQ es de aplicación, de acuerdo con el volumen almacenado y la clase de peligro de la sustancia.

Como se trata de recipientes móviles, se aplicarán las medidas de la ITC MIE APQ-10. Se determinarán las condiciones generales del almacenamiento tales como la ventilación, el tipo de recipientes utilizados para el almacenamiento, la señalización necesaria y los medios para prevención de derrames.

A continuación, en caso de que sea necesario diseñar un almacenamiento conjunto, para cada clase de peligro de los productos a almacenar se consultan sus incompatibilidades y se define el tipo de almacenamiento.

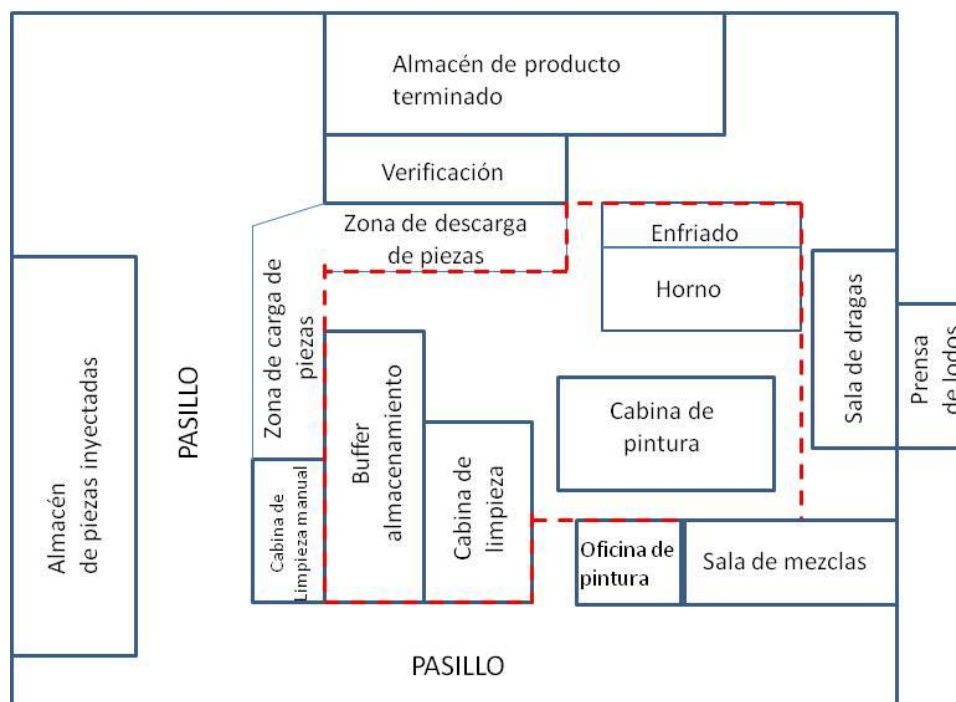
Por último, *determinada la compatibilidad de almacenamiento se deben aplicar las prescripciones específicas para cada tipo de peligros de los productos almacenados.* En este caso, por el tipo de sustancias que se almacenan se utilizan los artículos 21 y 26, para productos inflamables y productos corrosivos, respectivamente.

## 7 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 7.1 RECONOCIMIENTO DEL CENTRO DE TRABAJO

#### 7.1.1 Descripción de la distribución en planta

La actividad laboral se realiza en una nave de forma rectangular de 1000 m<sup>2</sup>. En ella se observan 6 zonas diferenciadas: la línea de pintura, la sala de dragas, la sala de mezclas, la oficina, y las zonas de almacenamiento de producto inacabado y de producto terminado. En la *Figura 6* se presenta un croquis de la distribución en planta de las zonas de trabajo.



*Figura 6. Croquis de distribución en planta de la Línea de Pintura*

- **Línea de pintura**

Es el área donde tiene lugar el proceso productivo. Las actividades que se desarrollan se explican detalladamente en el apartado 7.1.2 del presente trabajo.

- **Oficina**

Es el lugar de trabajo del Jefe de Producción y consiste en un recinto de aproximadamente 16 m<sup>2</sup> donde hay una mesa de trabajo, una mesa de reuniones y varias estanterías.

#### ▪ **Almacenes**

En el almacén de carga es donde se encuentran las diferentes piezas inyectadas. Cuando se van a pintar unas piezas determinadas o un color determinado, las piezas se trasladan a la zona de carga mediante una carretilla para colocarlas en los bastidores. Esta zona es de aproximadamente 10 m de largo y 3 de ancho.

En el almacén de producto terminado es donde se van almacenando las piezas que ya están pintadas y están listas para servirlos a cliente. Esta zona es de unos 10 m de largo y 3 de ancho.

#### ▪ **Sala de mezclas**

La sala de mezclas es un recinto cerrado de 48 m<sup>2</sup> que se encuentra al lado de la cabina de pintura, y es donde se dosifican las pinturas y lacas hacia los robots a través de tuberías. La dosificación se realiza de forma automática; los pintores solo tienen que entrar para verificar el correcto funcionamiento del proceso.

La sala cuenta con varios depósitos donde se almacenan los productos, algunos de ellos a presión para asegurar que su conservación es apropiada. Esta sala también se encuentra en depresión para evitar posibles fugas de producto.

Los depósitos se cargan por trasvase desde los recipientes originales, que se almacenan en la propia sala en una cantidad suficiente para un día de trabajo (3 turnos). La pintura se recibe mezclada, por lo que los pintores solo se encargan de controlar la viscosidad, el pH y la temperatura.

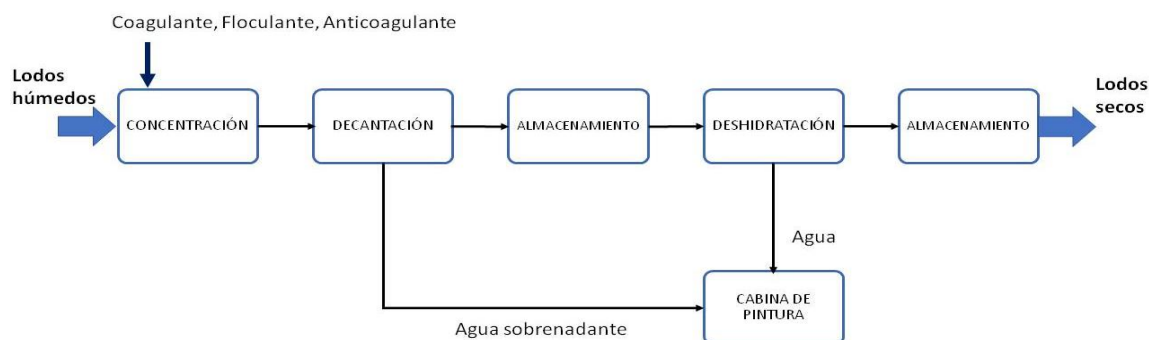
En caso de que sea necesario realizar un cambio de color en el pintado de piezas, se manipulan los circuitos de aire para recuperar la pintura utilizada hasta el momento. Para ello se coloca un bote de agua, que pasa por los circuitos y por los filtros. Una vez limpio, se coloca un bote nuevo de pintura del color deseado.

Para llenar el depósito de catalizador, se manipulan los circuitos de aire para evitar las sobrepresiones y se rellena con el nuevo bote de catalizador.

Los residuos de pintura se depositan en bidones que se sacan del interior de la sala de mezclas una vez están llenos. Estos bidones se llevan a la zona de almacenamiento de residuos de la planta.

#### ▪ **Sala de dragas**

A esta sala es donde llega el agua bombeada desde la balsa de recogida de la cabina de pintura para su tratamiento. Es una sala de aproximadamente 40 m<sup>2</sup>, donde se encuentra el equipo de depuración y el almacén de los productos utilizados en el tratamiento del agua. Las etapas que tienen lugar en la sala de dragas se resumen en el diagrama de bloques mostrado en la *Figura 7*.



**Figura 7.** Diagrama de bloques de la sala de dragas.

En primer lugar se le añade coagulante para captar las partículas de pintura que se encuentran mezcladas con el agua. A continuación se le añade floculante para elevarlas hacia la superficie. También se añade antiespumante para que el agua no genere espuma. Los encargados de realizar estas tareas son los pintores.

Las partículas acumuladas en la superficie se mueven mediante una barredora, que desplaza el residuo coagulado. La separación del agua y el lodo se realiza por decantación: el lodo cae por gravedad y se almacena en un contenedor metálico, mientras que el agua sobrenadante se bombea de nuevo a la cortina de la cabina de pintura.

Una vez se ha llenado el contenedor metálico se lleva a la prensa para eliminar el agua que pueda quedar. La optimización de la cantidad de agua que contienen los lodos se realiza mediante el control en la dosificación de coagulante y floculante, lo que asegura que el contenido en agua tras el prensado es mínimo. El agua que se extrae de este proceso también se recircula a la cortina de agua.

Los lodos que se obtienen tras el tratamiento contienen disolvente, partículas de pintura y agentes coagulantes, por lo que se clasifican como residuo peligroso. Para su almacenamiento, los lodos del contenedor metálico se transvasan a un contenedor fijo que tiene una capacidad de hasta 7 m<sup>3</sup>, y el contenedor metálico se lleva de vuelta a la estación de depuración para reutilizarlo. Los lodos almacenados son recogidos por una empresa externa para su posterior tratamiento y valorización.

### 7.1.2 Descripción del proceso productivo

A modo de resumen, la línea de pintura consta de una zona de carga de piezas. Posteriormente se realizan los procesos de pintado, evaporado y curado de pintura. Una vez la pintura se ha fijado, las piezas son descargadas y embaladas para su venta. El diagrama de bloques del proceso se presenta en la *Figura 8*.

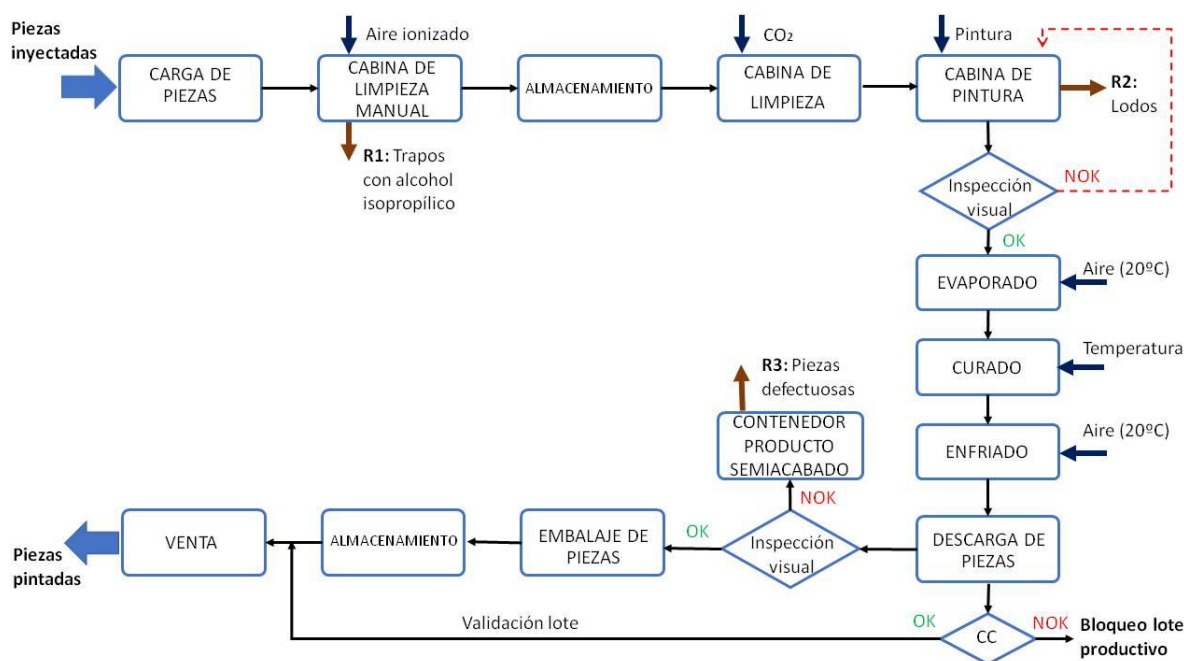


Figura 8. Diagrama de bloques del proceso productivo

A continuación se describen con más detalle cada una de estas etapas.

- **Carga de piezas, cabina de limpieza con CO<sub>2</sub> y zona de ionizado**

El proceso de pintura se inicia con la carga de las piezas inyectadas en los bastidores. Los bastidores están montados en un circuito transportador que se encuentra en una plataforma a un metro del suelo, la cual permite el desplazamiento por las diferentes etapas del proceso.

Las piezas grandes se colocan en la misma línea, sobre unos ganchos que se cuelgan en los bastidores metálicos, mientras que las piezas pequeñas se cargan en una zona aparte para no afectar el tiempo de ciclo del proceso.

Antes de pasar a la cabina de limpieza, un operario se encarga de limpiar de forma superficial las piezas colocadas en los bastidores con un trapo de microfibra mojado en alcohol isopropílico. Después las seca con aire ionizado, que elimina la carga estática, lo que facilita la fijación de la pintura en las piezas en las etapas posteriores.

A continuación hay dos robots que se encargan de rociar con CO<sub>2</sub> y aire las piezas para eliminar las posibles impurezas que puedan tener. Tras la zona de limpieza hay una zona de almacenamiento con capacidad para 18 bastidores.

#### ▪ **Cabina de pintura y evaporado**

En la cabina de pintura tiene lugar el pintado de las piezas. Se trata de una sala cerrada en depresión que contiene dos robots que pulverizan la pintura sobre las piezas colocadas en los bastidores. Los pintores entran de forma puntual para controlar el buen funcionamiento y trabajo de los robots. Las tareas de revisión se realizan en una sala contigua a la de la oficina, donde se encuentran los paneles de control de los robots.

Los robots están formados por pistolas aerográficas, que se caracterizan por tres parámetros: el abanico o ángulo de aplicación con el que sale el caudal de pintura; el caudal, que es la cantidad de pintura por unidad de tiempo; y la atomización, que es el aire ionizado que permite la expansión de la pintura en su aplicación. Para asegurar que la aplicación de la pintura es homogénea, existen dos centradores que sujetan los bastidores hasta que termina la aplicación de pintura.

Detrás del bastidor hay una cortina de agua en continuo, que permite contener el exceso de pintura no deseado durante la aplicación. Las partículas de pintura que no se han adherido a la pieza son captadas por la cortina de agua. Esto tiene lugar gracias a la acción de un venturi situado en la parte inferior de la cortina, que favorece que entren en contacto las dos fases: el aire con partículas y el agua. Esta corriente cae a una balsa de recogida, desde donde se bombea a la sala de dragas para su posterior tratamiento.

El sistema de alimentación de agua está formado por dos bombas que bombean agua limpia y agua sucia, respectivamente. Además, existe un depósito de seguridad que asegura un volumen constante de agua.

La ventaja de este tipo de instalaciones es que contienen y recuperan el polvo logrando la máxima eficiencia de utilización. Durante el proceso se hacen renovaciones sucesivas del aire de la cabina, con un 70% de caudal limpio y un 30% de caudal recirculado.

Una vez pintadas las piezas del bastidor, pasan a la zona de evaporado. Antes de entrar a dicha zona, se realiza un control del proceso mediante la inspección visual de los primeros bastidores, lo que permite identificar defectos. En el caso de que aparezcan piezas defectuosas, se modifican los parámetros del robot con la finalidad de que estos defectos se minimicen o desaparezcan en los siguientes bastidores del lote productivo. Las piezas defectuosas se evalúan por los verificadores al final del proceso productivo. Según el tipo de defecto que posean, se separarán del resto de la producción a la espera de definir un posible retrabajo o se tirarán.

En la zona de evaporado se fuerza la circulación de aire a temperatura ambiente (aproximadamente 23°C), con el fin de que mientras pasan por esta zona las piezas pierdan la humedad de la pintura antes de entrar al horno. En esta fase además se reduce la viscosidad de la pintura aplicada, factor que influye positivamente en el posterior secado de la pintura.



- **Horno de curado y zona de enfriado**

El horno permite acelerar el secado de la pintura líquida. Por otra parte, el aire caliente ayuda a evaporar el agua o disolvente que contiene el recubrimiento, dejando únicamente las resinas, lo que reduce el tiempo de secado necesario.

Transcurridos unos 30 minutos, se da por finalizado el curado. Las piezas que salen del horno pasan por una zona de enfriado, donde se reduce su temperatura a 20°C. Es necesario enfriar las piezas, ya que la manipulación de las piezas calientes favorece la producción de defectos superficiales en la pintura aplicada.

- **Zona de descarga**

Tras el proceso de pintado, los operarios descargan las piezas pintadas de los bastidores en la zona de descarga. La zona de descarga consiste en unas mesas largas, donde se encuentran los operarios de verificación de piezas.

Todas las piezas se revisan antes de embalar, de forma que se puedan detectar los defectos visuales que hayan podido aparecer tras el curado o que no se hayan detectado anteriormente en el control de calidad. Si las piezas presentan un aspecto adecuado, se colocan en cajas que posteriormente se trasladan al almacén final, desde donde pueden suministrarse al cliente cuando sea necesario. Si las piezas no son correctas se tiran a los contenedores de producto semiacabado que hay junto a la zona de descarga.

Adicionalmente, los inspectores de pintura cogen piezas de la producción final para realizar los controles de calidad y asegurar que se cumplen las especificaciones requeridas por cada cliente. Las características controladas son: espesor, brillo, adherencia y color. En caso de detectarse por parte de los inspectores que las características no se encuentran dentro de las tolerancias establecidas, se bloquea la producción final para evitar que llegue al cliente.

Una vez vacíos, los bastidores vuelven a la posición inicial del ciclo.

### 7.1.3 Descripción y localización de productos químicos

Como parte del reconocimiento del centro de trabajo es necesario conocer la localización de los productos químicos que se utilizan y de los residuos peligrosos generados. Esto permitirá identificar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores como consecuencia de la exposición a estos productos.

En este caso, en la línea de pintura los operarios utilizan alcohol isopropílico para la limpieza superficial de las piezas en la cabina de limpieza manual. Para la aplicación del alcohol se utilizan trapos de microfibra, que tras su utilización se depositan en un bidón.

Por otra parte, en la sala de mezclas se encuentran los botes de pinturas y disolventes, tanto los botes llenos que se van a utilizar como los botes que se utilizan para realizar la limpieza los filtros. La caracterización de estos residuos se realizará en el apartado 8.2 del presente trabajo.

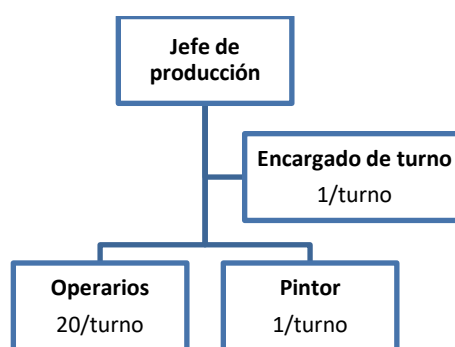
Los productos descritos anteriormente, así como su localización y forma de almacenaje se resumen en la Tabla 11.

**Tabla 11. Descripción y localización de productos químicos**

Producto	Localización	Forma Almacenaje
Alcohol isopropílico	Línea Pintura – Cabina de limpieza manual	Garrafa 10 L
Trapos contaminados	Línea Pintura – Cabina de limpieza manual	Bidón 200 L
Disolvente orgánico no halogenado usado	Línea de Pintura Sala de mezclas	Bidón 200 L
Pastas con disolvente no halogenado (bidón 200)	Línea de Pintura Sala de mezclas	Bidón 200 L
Pastas con disolvente en botes (no halogenado)	Línea de Pintura Sala de mezclas	Latas paletizadas

#### 7.1.4 Descripción de los puestos de trabajo evaluados

La línea de pintura objeto de estudio cuenta con aproximadamente 70 trabajadores. El jefe de producción realiza un único turno central de 8 horas. Los operarios, encargados y pintores realizan jornadas laborales de 8 horas en tres turnos: mañana, tarde y noche, que van rotando cada semana. En cada turno hay un encargado, un pintor, y varios operarios que se ocupan de realizar las diferentes tareas. En la *Figura 9* se muestra el organigrama del departamento de pintura.



**Figura 9.** Organigrama de la línea de pintura

A continuación se describen las tareas que realiza cada trabajador y la zona de la planta donde se desarrolla cada actividad:

➤ **Jefe de producción**

- Gestión de la sección de pintura. Acceso esporádico a la cabina de pintura / sala de mezclas / sala de dragas en caso de alguna incidencia grave.

➤ **Encargado de turno**

- Tareas de control del buen funcionamiento de los robots de la cabina de pintura. Esto se realiza en una sala contigua a la cabina, donde se encuentran los paneles de control de ajuste.
- Supervisión del trabajo de los operarios, tanto en las zonas de carga y descarga de piezas como en la verificación.
- Acceso puntual y esporádico a la sala de mezclas en caso de que sea necesario verificar el correcto funcionamiento del proceso.

➤ **Pintor**

- Medida de las propiedades de la pintura dentro de la sala de mezclas.
- Limpieza de los filtros de las bombas en caso de cambio de color. Manipulación de los circuitos de aire del sistema de dosificación durante la limpieza. Estas tareas se realizan en la sala de mezclas.
- Cambio de los botes de pintura almacenados en la sala de mezclas (Aproximadamente 4 veces/turno).
- Control de calidad a la salida de la cabina de pintura. Inspección visual de las piezas.
- Desplazamiento por las instalaciones hasta el almacén de pinturas para coger los productos necesarios. (Almacenamiento dentro de la sala de mezclas para tres turnos).
- Revisión de los bidones de floculante y coagulante en la sala de dragas. Cambio de los bidones cuando sea necesario.
- Adición de biocidas a la estación de tratamiento de agua que se encuentra en la sala de dragas (1 vez por semana).
- Acceso puntual y esporádico a la cabina de pintura en caso de que sea necesario verificar el correcto funcionamiento de los robots.
- Horario: 3 turnos/día. Rotación semanal de turno.

➤ **Operarios**

Los operarios realizan 3 tareas diferentes en la línea de pintura de las cuales van rotando.

- Horario: 3 turnos/día. Rotación semanal de turno.
- Rotación diaria de las diferentes tareas. Es necesario completar una formación mínima para poder realizar cada una de las tareas descritas. Si no se ha completado la formación en alguna tarea, no podrá realizarse, por lo que la rotación será menor.

#### Tarea 1: Carga de piezas

- Coger los bastidores vacíos de las jaulas metálicas que los contienen y colocarlos en un soporte de sujeción al tren de alimentación.
- Colocar las piezas sin pintar en los bastidores. Para asegurar la sujeción las piezas se colocan en unos ganchos metálicos.

#### Tarea 2: Línea de pintura.

- Retirar las piezas pintadas de los ganchos del bastidor y dejarlas en las mesas de los operarios de verificación de piezas.
- Coger los bastidores vacíos y meterlos en sus jaulas de almacenamiento correspondientes.
- Limpieza superficial de las piezas con un trapo humedecido con alcohol isopropílico y con aire comprimido antes de entrar en la cabina de pintura.

#### Tarea 3: Verificación

- Revisar las piezas pintadas que los operarios de la línea de pintura van descargando.
- Colocar las piezas en cajas de cartón. Cuando la caja está llena se coloca en un contenedor más grande.
- Las piezas que se detectan como defectuosas se colocan en una caja diferente. Al finalizar el turno estas piezas se llevan al contenedor.

Tal y como se ha explicado en la metodología, a la hora de evaluar un riesgo, es relevante conocer el tiempo de exposición al que está sometido el trabajador durante su jornada laboral. La información presentada en los apartados anteriores se resume en la Tabla 12 y la Tabla 13, donde se muestra el porcentaje aproximado de tiempo que pasa cada trabajador en cada una de las zonas descritas y en cada una de las etapas del proceso productivo, respectivamente.

**Tabla 12. Porcentaje de exposición en cada zona de trabajo**

	Jefe de Producción	Encargado	Pintor	Operario
Línea de pintura		80	20	100
Oficina	80			
Sala de mezclas		20	50	
Sala de dragas			10	
Bunker			10	
Desplazamientos por planta	20		10	

En la Tabla 12 se indica que el porcentaje de exposición para el “Jefe de Producción” en “Desplazamientos por planta” se corresponde con un 20%. Este porcentaje incluye la estancia durante periodos breves tanto en la línea de pintura como en las salas de mezclas y dragas.

**Tabla 13. Porcentaje de exposición en cada etapa del proceso productivo**

	Jefe de Producción	Encargado	Pintor	Operario
Zonas de carga y descarga	4	30		33,3
Cabina de limpieza manual	4	10		33,3
Cabina de pintura / limpieza	4	30	80	
Evaporado / Secado / Enfriado	4		20	
Verificación	4	30		33,3

En la Tabla 13 se observa que la suma de porcentajes para el puesto de trabajo “Jefe de Producción” no es del 100%. Esto se debe a que, tal y como se observa en la Tabla 12, en este puesto de trabajo solo se dedica un 20% del tiempo a los desplazamientos por planta, ya que el lugar de trabajo es la oficina.

## 7.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

### 7.2.1 Riesgos asociados a los puestos de trabajo

Los riesgos que se han encontrado derivados de las tareas que se realizan en cada puesto de trabajo se describen a continuación:

#### ➤ JEFE DE PRODUCCIÓN

- Caídas por pallets, cajas en el suelo, etc., mientras se transita por planta.
- Caída de objetos en manipulación durante su transporte mediante carretillas, traspallets entre las diferentes áreas de la línea de pintura o por planta.
- Pisadas sobre objetos y materiales en zonas de paso.
- Estado de la instalación eléctrica. Riesgo de contacto eléctrico.
- Presencia de atmósferas explosivas generadas por gases y vapores dentro de la cabina de pintura y de la cabina de limpieza.
- Circulación de vehículos en las inmediaciones del puesto de trabajo con posibilidad de atropello.
- Ruido ambiental.
- Exposiciones a contaminantes químicos y biológicos si es necesario entrar a la cabina de pintura.

#### ➤ ENCARGADO DE TURNO

- Caídas y golpes por tropiezos con elementos en zonas de paso (tuberías, cables, etc.)
- Caída de objetos durante su manipulación.
- Riesgo de atrapamiento con los elementos móviles accesibles en caso de fallo en el funcionamiento del tren de bastidores.
- Estado de la instalación eléctrica. Riesgo de contacto eléctrico.
- Presencia de atmósferas explosivas generadas por gases y vapores dentro de la cabina de pintura y de limpieza.
- Pisadas sobre objetos y materiales en zonas de paso.
- Circulación de carretillas en las inmediaciones del puesto de trabajo con posibilidad de atropello.
- Utilización de pinturas. Exposición a sustancias nocivas debido a la utilización de productos químicos en la cabina de pintura.
- Atmósfera no respirable en el interior de la cabina de CO<sub>2</sub>, renovación insuficiente del aire.
- Ruido ambiental durante las operaciones de pintado en la cabina de pintura.
- Trabajos nocturnos y turnicidad.

#### ➤ PINTOR

- Caídas por pallets, cajas en el suelo, etc., mientras se transita por planta. Posibilidad de derrame de líquidos en el suelo por mal funcionamiento de las bombas en las sala de mezcla y de dragas.
- Caída de bidones durante su manipulación.
- Uso de aire comprimido.
- Riesgo de atrapamiento con los elementos móviles accesibles en caso de fallo en el funcionamiento del tren de bastidores.

- Posturas forzadas durante la manipulación de botes de pintura.
- Estado de la instalación eléctrica. Riesgo de contacto eléctrico.
- Presencia de atmósferas explosivas generadas por gases y vapores dentro de la cabina de pintura. Manipulación de aparatos a presión al realizar la limpieza de filtros y tuberías.
- Pisadas sobre objetos y materiales en zonas de paso.
- Circulación de carretillas en las inmediaciones del puesto de trabajo con posibilidad de atropello.
- Utilización de pinturas. Exposición a sustancias nocivas debido a la utilización de productos químicos en la cabina de pintura/sala de mezclas. Botes de disolvente o pintura abiertos dentro de la sala de mezclas.
- Ruido ambiental durante las operaciones de pintado en la cabina de pintura.
- Iluminación deficiente en la Sala de Mezclas
- Trabajos nocturnos y turnicidad.

#### ➤ **OPERARIO**

- Caídas al acceder al puesto de trabajo. Es necesario subir unas escaleras metálicas para acceder a la plataforma por donde circula el tren de alimentación de bastidores.
- Caídas por pallets, cajas en el suelo, piezas, etc., mientras se transita por planta.
- Caída de objetos durante su manipulación: bastidores, cajas, etc.
- Golpes contra la plataforma / escaleras y elementos de trabajo (jaulas, bastidores, cajas, etc.)
- Golpes con los elementos móviles accesibles del tren de bastidores.
- Golpes por objetos al manipular los bastidores.
- Proyección de partículas durante el soplado de las piezas con aire comprimido.
- Atrapamiento por o entre objetos: Existe un hueco en la plataforma por donde circula el tren de alimentación.
- Estado de la instalación eléctrica. Riesgo de contacto eléctrico.
- Riesgo de contacto eléctrico indirecto. Equipos de trabajo alimentados eléctricamente.
- Circulación de carretillas en las inmediaciones del puesto de trabajo con posibilidad de atropello.
- Utilización de alcoholes.
- Cortes o pinchazos con elementos metálicos (bastidores y jaulas).
- Ruido ambiental durante las operaciones de pintado en la cabina de pintura.
- Iluminación deficiente en el puesto de trabajo.
- Adopción de posturas forzadas para colocar/recoger las piezas de los bastidores.
- Manipulación de cargas: cajas, bastidores, etc.
- Trabajos nocturnos y turnicidad.

A modo de resumen se rellenan la Tabla 14 y la Tabla 15, con el formato presentado en la Tabla 1 y la Tabla 2, donde se relacionan cada uno de los riesgos descritos anteriormente para cada puesto de trabajo con un riesgo tipificado. Los códigos de los riesgos tipificados se encuentran en la Tabla 3.

**Tabla 14. Riesgos de accidentes asociados a los puestos de trabajo evaluados**

	Riesgos de accidentes																													
	010	020	030	040	050	060	070	080	090	100	110	120	130	140	150	161	162	170	180	190	200	211	212	213	214	220	230	240	250	
JEFE PRODUCCIÓN		x		x		x										x					x							x		
ENCARGADO		x		x			x				x					x		x			x							x		
PINTOR		x		x						x	x		x			x	x	x			x							x		
OPERARIO	x	x		x			x	x	x	x	x		x				x											x		

**Tabla 15. Riesgos de enfermedad profesional, fatiga e insatisfacción asociados a los puestos de trabajo evaluados**

	Riesgos de enfermedad profesional									Riesgo fatiga									Riesgo insatisfacción							001			
	310	320	330	330	350	360	370	380	390	410	420	430	440	450	460	470	480	490	510	520	530	540	550	560	570		580	590	
JEFE PRODUCCIÓN	x		x																										
ENCARGADO	x		x																								x		
PINTOR	x		x					x																			x		
OPERARIO	x	x	x					x		x			x														x		



### 7.2.2 Riesgos asociados a la maquinaria utilizada

La utilización de máquinas y equipos en la industria permite aumentar la producción en el proceso industrial.

A continuación se presentan una serie de fichas (Tablas 16 a 19), realizadas siguiendo el “Manual de prevención para la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo” (MC Mutual, 2008), donde se describen de forma global aquellos factores de riesgo derivados de la utilización de las máquinas y equipos presentados.

Se van a considerar como equipos cuya manipulación puede entrañar un riesgo: la pistola de aire comprimido utilizada en la cabina de limpieza manual, el robot de pintura que se utiliza en la cabina de pintura, la estación de depuración de agua, que se encuentra en la sala de dragas, y la prensa de lodos.

**Tabla 16. Pistola de aire comprimido**

Denominación:	<b>PISTOLA DE AIRE COMPRIMIDO</b>	<b>Nº. de ficha:</b>
		<b>01</b>
Marca y modelo:	ION-4125-B	Marcado CE: SI
Función:	Aplicaciones de limpieza y neutralización electrostática.	
<b>FACTORES DE RIESGO:</b>		
Proyección de partículas durante el soplado de las piezas. Exposición a elevadas dosis de ruido. Explosiones de aparatos que funcionan con fluidos a presión.		
<b>CONSECUENCIAS:</b>		
Lesiones oculares. Hipoacusia profesional.		

**Tabla 17. Prensa de lodos**

Denominación:	<b>PRENSA DE LODOS</b>	<b>Nº. de ficha:</b>
		<b>02</b>
Marca y modelo:	-	Marcado CE: SI
Función:	Concentración de los lodos tras el tratamiento en la estación de depuración	
<b>FACTORES DE RIESGO:</b>	Atrapamiento	
<b>CONSECUENCIAS:</b>	Lesiones	

**Tabla 18. Robot de pintura**

Denominación:	<b>ROBOT DE PINTURA</b>	<b>Nº. de ficha:</b>
		<b>03</b>
Marca y modelo:	ABB IRB 580	Marcado CE: SI
Función:	Pintura de las piezas colocadas en un bastidor metálico	
<b>FACTORES DE RIESGO:</b>		
<p>Perturbaciones físicas producidas por choques, vibraciones, temperatura, etc. Golpes o atrapamientos al manipular los accionamientos neumáticos en caso de fallo del sistema de seguridad.</p>		
<b>CONSECUENCIAS:</b>		
<p>Disfunciones del robot que pueden derivar en accidente. Lesiones.</p>		

**Tabla 19. Estación de tratamiento de agua contaminada**

Denominación:	<b>ESTACIÓN DE DEPURACIÓN</b>	<b>Nº. de ficha:</b>
		<b>04</b>
Marca y modelo:	-	Marcado CE: SI
Función:	Tratamiento agua contaminada procedente de la cabina de pintura	
<b>FACTORES DE RIESGO:</b>	<p>Atrapamiento Desprendimiento de vapores del agua contaminada. Desprendimiento de vapores al añadir los productos para el tratamiento del agua.</p>	
<b>CONSECUENCIAS:</b>	<p>Lesiones Intoxicación, Afecciones respiratorias</p>	

Los factores de riesgo debidos a la manipulación de los equipos mencionados anteriormente se tendrán en cuenta en la evaluación de los puestos de trabajo donde se utilicen.

### 7.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS

Una vez se han identificado los riesgos asociados a cada una de las tareas que se llevan a cabo es posible que se detecten carencias en las medidas de seguridad. Por ello se plantea la valoración cuantitativa de los riesgos presentes en la empresa, para poder elaborar un plan de acciones y temporizaciones sobre las medidas que es necesario implantar.

A continuación se desarrollan los pasos explicados en el punto 6.3 del presente Trabajo de Fin de Grado sobre la metodología de evaluación de riesgos.

Se asigna un valor a la exposición (E), probabilidad (P) y a las consecuencias (C), obteniéndose como producto el grado de peligrosidad al que le corresponde un Nivel de Riesgo identificado con un color, como se muestra en la Tabla 9.

En la Tabla 20 se muestra el resultado de la evaluación inicial de riesgos para el puesto de trabajo "Jefe de Producción". Definidos los valores de Exposición, Probabilidad y Consecuencias se ha determinado el Grado de Peligrosidad y el Nivel de Riesgo asociado para cada uno de los factores de riesgo encontrados.

**Tabla 20. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Jefe de Producción"**

FACTORES DE RIESGO		EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	E	P	F	C	Nivel de riesgo	Grado de peligrosidad
020	Caída de personas al mismo nivel	3	3	9	1	E	9
040	Caída de objetos en manipulación	3	6	18	5	M	90
060	Pisadas sobre objetos	3	1	3	1	E	3
161	Contactos eléctricos directos	1	1	1	25	M	25
200	Explosión	6	0,5	3	50	M	150
230	Atropellos o golpes con vehículos	3	3	9	15	M	135
310	Exposición a contaminantes químicos	0,5	3	1,5	5	T	1,5
330	Ruido	3	3	9	15	M	135

Para el puesto de trabajo "Jefe de Producción" se han encontrado 8 factores de riesgo. En 2 de ellos el nivel de riesgo es Trivial (E), por lo que no se requiere realizar ninguna acción específica, aunque será necesario realizar un seguimiento para asegurar que el nivel de riesgo no aumenta.

El riesgo 310, *Exposición a contaminantes químicos*, presenta un nivel de riesgo Tolerable (T), por lo que no es urgente pero será necesario mejorar la acción preventiva. Para el resto de riesgos identificados el resultado del nivel de riesgo es Moderado (M), por lo que es necesario realizar correcciones para reducir el riesgo. Las medidas propuestas deben implantarse en un período determinado, que será especificado en el apartado 7.5.

En la Tabla 21 se muestra el resultado de la evaluación inicial de riesgos para el puesto de trabajo "Encargado". Definidos los valores de Exposición, Probabilidad y Consecuencias se ha determinado el Grado de Peligrosidad y el Nivel de Riesgo asociado para cada uno de los factores de riesgo encontrados.

**Tabla 21. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Encargado"**

FACTORES DE RIESGO		EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	E	P	F	C	Nivel de riesgo	Grado de peligrosidad
020	Caída de personas al mismo nivel	6	3	18	1	T	18
040	Caída de objetos en manipulación	3	3	9	5	T	45
070	Choques y golpes contra objetos inmóviles	6	6	36	1	T	36
110	Atrapamiento por o entre objetos	6	3	18	15	I	270
161	Contactos eléctricos directos	1	1	1	25	M	25
170	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	6	6	36	15	I	540
200	Explosión	10	0,5	5	50	M	250
230	Atropellos o golpes con vehículos	3	3	9	15	M	135
310	Exposición a contaminantes químicos	6	6	36	15	I	540
330	Ruido	10	3	30	15	I	450
580	Horario inadecuado	10	6	60	1	M	60

Para el puesto de trabajo "Encargado" se han encontrado 11 factores de riesgo. En 3 de ellos el nivel de riesgo es Tolerable (T), por lo que no es urgente pero será necesario mejorar la acción preventiva.

Aparecen 4 riesgos cuyo resultado del nivel de riesgo es Moderado (M), por lo que es necesario realizar correcciones para reducir el riesgo. Las medidas propuestas deben implantarse en un período determinado, que se indicará en el apartado 7.5.

Finalmente, se han identificado 4 riesgos cuyo nivel de riesgo es Importante (I), por lo que no debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo de las actividades. La prioridad de las medidas a implantar es muy alta. El plazo para la implantación de las medidas necesarias para reducir el riesgo se fija en el apartado 7.5.

En la Tabla 22 se muestra el resultado de la evaluación inicial de riesgos para el puesto de trabajo "Pintor". Definidos los valores de Exposición, Probabilidad y Consecuencias se ha determinado el Grado de Peligrosidad y el Nivel de Riesgo asociado para cada uno de los factores de riesgo encontrados.

**Tabla 22. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Pintor"**

FACTORES DE RIESGO		EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	E	P	F	C	Nivel de riesgo	Grado de peligrosidad
020	Caída de personas al mismo nivel	6	3	18	1	T	18
040	Caída de objetos en manipulación	6	3	18	5	M	90
100	Proyección de fragmentos o partículas	6	6	36	1	T	36
110	Atrapamiento por o entre objetos	6	3	18	15	I	270
130	Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas	6	6	36	5	M	180
161	Contactos eléctricos directos	1	1	1	25	M	25
162	Contactos eléctricos indirectos	3	1	3	25	M	75
200	Explosión	10	1	10	50	M	500
230	Atropellos o golpes con vehículos	3	3	9	15	M	135
310	Exposición a contaminantes químicos	6	6	36	15	I	540
170	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	6	6	36	15	I	540
330	Ruido	10	3	30	15	I	450
380	Iluminación	6	3	18	5	M	90
580	Horario inadecuado	10	6	60	1	M	60

Para el puesto de trabajo "Pintor" se han encontrado 14 factores de riesgo. En 2 de ellos el nivel de riesgo es Tolerable (T), por lo que no es urgente pero será necesario mejorar la acción preventiva.

Aparecen 8 riesgos cuyo resultado del nivel de riesgo es Moderado (M), por lo que es necesario realizar correcciones para reducir el riesgo. Las medidas propuestas deben implantarse en un período determinado. De estos riesgos, el que tiene asociado un mayor grado de peligrosidad es el riesgo 200, *Explosión*. Esto se debe a que en este puesto de trabajo los trabajadores sufren una exposición elevada en zonas clasificadas como ATEX.

Finalmente, se han identificado 4 riesgos cuyo nivel de riesgo es Importante (I), por lo que no debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo de estas actividades. La prioridad de las medidas a implantar se determinará en el apartado 7.5. De estos riesgos, los que presentan un mayor grado de peligrosidad son los riesgos 310, *Exposición a contaminantes químicos*, y 170, *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*. Ello es debido a la exposición a sustancias nocivas durante la utilización de productos químicos en gran parte de la jornada laboral.

En la Tabla 23 se muestra el resultado de la evaluación inicial de riesgos para el puesto de trabajo "Operario". Definidos los valores de Exposición, Probabilidad y Consecuencias se ha determinado el Grado de Peligrosidad y el Nivel de Riesgo asociado para cada uno de los factores de riesgo encontrados.

**Tabla 23. Valoración cuantitativa del riesgo para el puesto de trabajo "Operario"**

FACTORES DE RIESGO		EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	E	P	F	C	Nivel de riesgo	Grado de peligrosidad
010	Caída de personas a distinto nivel	6	3	18	5	M	90
020	Caída de personas al mismo nivel	6	3	18	1	T	18
040	Caída de objetos en manipulación	6	6	36	5	M	180
070	Choques y golpes contra objetos inmóviles	6	6	36	1	T	36
080	Choques y golpes contra objetos móviles	6	3	18	5	M	90
090	Golpes y cortes por objetos o herramientas	6	6	36	1	T	36
100	Proyección de fragmentos o partículas	10	6	60	1	M	60
110	Atrapamiento por o entre objetos	6	3	18	5	M	90
130	Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas	10	3	30	5	M	150
162	Contactos eléctricos indirectos	10	1	10	25	M	250
230	Atropellos o golpes con vehículos	10	3	30	15	I	450
310	Exposición a contaminantes químicos	10	3	30	1	T	30
320	Exposición a contaminantes biológicos	10	3	30	5	M	150
330	Ruido	10	3	30	15	I	450
380	Iluminación	10	3	30	5	M	150
410	Física. Posición	10	3	30	5	M	150
440	Física. Manejo de cargas	10	6	60	5	I	300
580	Horario inadecuado	10	6	60	1	M	60

Para el puesto de trabajo "Operario" se han encontrado 18 factores de riesgo. En 4 de ellos el nivel de riesgo es Tolerable (T), por lo que no es urgente pero será necesario mejorar la acción preventiva.

Aparecen 11 riesgos cuyo resultado del nivel de riesgo es Moderado (M), por lo que es necesario realizar correcciones para reducir el riesgo. Las medidas propuestas deben implantarse en un período determinado, que se indicará en el apartado 7.5.

Finalmente, se han identificado 3 riesgos cuyo nivel de riesgo es Importante (I), por lo que no debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo de las actividades. La prioridad de las medidas a implantar es muy alta. De estos riesgos, los que presentan un mayor grado de peligrosidad son los riesgos 230, *Atropellos o golpes con vehículos*, y 330, *Ruido*.

El plazo para la implantación de las medidas necesarias para reducir el riesgo se fija en el apartado 7.5.

### **RESUMEN DE LA VALORACIÓN CUANTITATIVA DE RIESGOS**

A partir de los datos recogidos en las tablas anteriores, se elaboran la Tabla 24 y la Tabla 25. Se han encontrado un total de 22 factores de riesgo, de los cuales 5 afectan a todos los puestos de trabajo.

En primer lugar, el riesgo 020, *Caída de personas al mismo nivel*, con una valoración del factor de riesgo de Trivial para el puesto de trabajo “Jefe de Producción” y Tolerable para el resto de puestos de trabajo.

Para el riesgo 040, *Caída de objetos en manipulación*, se ha obtenido una valoración del factor de riesgo de Tolerable para el puesto de trabajo “Encargado” y de Moderado para el resto de puestos de trabajo.

Para el riesgo 230, *Atropellos o golpes con vehículos*, se ha obtenido una valoración del riesgo Importante para el puesto de trabajo “Operario” y Moderado para el resto de puestos de trabajo.

Para el riesgo 310, *Exposición a contaminantes químicos*, se ha obtenido una valoración del riesgo de Tolerable para los puestos de trabajo “Jefe de Producción” y “Operario” y de Importante para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”. Será necesario asegurar una reducción del riesgo en aquellos puestos de trabajo donde la valoración del riesgo es Importante.

El riesgo más crítico es el 330, *Ruido*, cuyo valor del riesgo es de Moderado para el puesto de trabajo “Jefe de Producción” e Importante para el resto de puestos de trabajo. Será necesario reducir el riesgo para asegurar que las actividades desarrolladas en los diferentes puestos de trabajo no entrañan ningún peligro.

También cabe destacar el riesgo 110, *Atrapamiento por o entre objetos*, cuya valoración del riesgo es Moderada para el puesto de trabajo “Operario” e Importante para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”.

Para el riesgo 170, *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*, también se ha obtenido una valoración del riesgo de Importante para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”.

**Tabla 24. Resumen de la valoración cuantitativa del riesgo para los puestos de trabajo**

	010	020	030	040	050	060	070	080	090	100	110	120	130	140	150	161	162	170	180	190	200	211	212	213	214	220	230	240	250
JEFE PRODUCCIÓN		E		M		E										M					M						M		
ENCARGADO		T		T			T				I					M		I			M						M		
PINTOR		T		M						T	I		M			M	M	I			M						M		
OPERARIO	M	T		M			T	M	T	M	M		M				M										I		

**Tabla 25. Resumen de la valoración cuantitativa del riesgo para los puestos de trabajo (Continuación)**

	310	320	330	330	350	360	370	380	390	410	420	430	440	450	460	470	480	490	510	520	530	540	550	560	570	580	590	001	
JEFE PRODUCCIÓN	T		M																										
ENCARGADO	I		I																								M		
PINTOR	I		I					M																			M		
OPERARIO	T	M	I					M		M			I														M		



Por otra parte, a la hora de evaluar los diferentes riesgos es importante considerar su repercusión o, dicho de otra forma, el número de trabajadores que estarán afectados por dicho riesgo. En este caso se considera que la exposición de todos los trabajadores es del 100% para los puestos de trabajo “Jefe”, “Encargado” y “Pintor”, por lo que de acuerdo con la Ecuación 2, los trabajadores expuestos equivalentes coinciden con los trabajadores expuestos.

Para el puesto de trabajo “Operario”, la exposición diaria sería del 100%. Sin embargo, cada una de las tareas descritas en el apartado 7.1.4. *Descripción de los puestos de trabajo evaluados* se realiza durante un día completo, pero en diferentes días se realizarán diferentes tareas, por lo que el cómputo global sería de 1/3 de la exposición diaria. De acuerdo con la Ecuación 2, los trabajadores expuestos equivalentes serían 6,6.

Conocidos el número de trabajadores expuestos equivalentes y el grado de peligrosidad, calculado anteriormente, se puede estimar la repercusión con la Ecuación 3. En la Tabla 26 se muestra el sumatorio del grado de peligrosidad, el número total de factores de riesgo encontrados y su repercusión para cada puesto de trabajo.

**Tabla 26. Valores de repercusión asociados a cada puesto de trabajo en cada turno de trabajo**

Puesto de Trabajo	Nº de Factores de Riesgo	Grado de Peligrosidad	Trabajadores Expuestos Equivalentes	Repercusión
JEFE	8	554,5	1	554,5
ENCARGADO	11	2369	1	2369
PINTOR	14	3009	1	3009
OPERARIO	18	2740	6,6	18084

En la Tabla 26 se observa que el puesto de trabajo con un mayor grado de peligrosidad es el del “Pintor”. Aunque este no sea el puesto de trabajo donde más factores de riesgo se han detectado, la peligrosidad de estos es más significativa.

Sin embargo, si se considera la repercusión que tendrían los riesgos identificados, el puesto más afectado es el de los “Operarios”, debido a que el número de personas que realiza las actividades asociadas al puesto de trabajo es mayor, por lo que en caso de producirse un accidente, habría un mayor número de personas afectadas.

La repercusión del riesgo se puede considerar como un punto de partida a la hora de priorizar la implantación de las medidas preventivas que se propondrán en el próximo apartado.

#### **7.4 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS**

Tras la identificación de los diferentes riesgos que pueden aparecer y su posterior evaluación, es necesario determinar si el riesgo es tolerable. Si es así se trata de un riesgo controlado, por lo que no sería necesario aplicar ninguna medida. Sin embargo, si el riesgo encontrado no es aceptable, será necesario adoptar una serie de medidas preventivas y correctoras.

Las medidas preventivas tienen la finalidad de reducir la probabilidad de la materialización del riesgo; el objetivo de las medidas de protección es reducir las consecuencias que el riesgo comportaría en caso de producirse.

En las Tablas 27 a 30 se muestra, para cada uno de los puestos de trabajo evaluados, los factores de riesgo identificados, el nivel de riesgo asociado a cada factor de riesgo, la acción que es necesario llevar a cabo, de acuerdo con la Tabla 10, y las medidas preventivas propuestas. La propuesta de medidas preventivas se realiza para todos los niveles de riesgo.

➤ Jefe de Producción

**Tabla 27. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Jefe de Producción"**

Factor de riesgo	Nivel de riesgo	Acción	Medidas preventivas
020	E	No se requiere acción específica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación de las zonas de trabajo y paso.</li> <li>• Mantenimiento del orden y limpieza de las diferentes zonas de trabajo</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Caída al mismo nivel).</li> </ul>
040	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de calzado de seguridad con puntera reforzada.</li> <li>• Revisión y mantenimiento periódico de las carretillas elevadoras.</li> <li>• Evaluar la seguridad de los equipos de trabajo mediante el cumplimiento del RD 1215/97 (Carretillas y traspalets).</li> </ul>
060	E	No se requiere acción específica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionamiento y delimitación de zonas para el almacenamiento de materiales.</li> </ul>
161	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobaciones periódicas de la instalación eléctrica, así como de la toma de tierra.</li> <li>• Mantener los cuadros eléctricos cerrados y señalizados.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Riesgo eléctrico).</li> </ul>
200	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el documento de protección contra explosiones según RD 681/2003.</li> <li>• Elaborar procedimiento para la realización de trabajos en áreas con riesgo de explosión.</li> <li>• No usar equipos de trabajo que puedan generar chispas, sean fuentes radiantes de calor o puedan dar lugar a descargas electrostáticas.</li> </ul>
230	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de las zonas de tránsito para vehículos y peatones.</li> <li>• Uso de ropa de alta visibilidad para los peatones.</li> </ul>
310	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar gafas de protección, guantes de protección resistentes a las sustancias manipuladas y mascarillas con filtros específicos si es necesario acceder a la cabina de pintura.</li> <li>• Solicitar a los proveedores las fichas de seguridad de los productos utilizados.</li> <li>• Realizar medición higiénica de la exposición.</li> <li>• Mantener, en la medida de lo posible, los depósitos y recipientes de la sala de mezclas cerrados para limitar la evaporación de vapores inflamables.</li> </ul>
330	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar mediciones higiénicas periódicas para evaluar la exposición al ruido según RD 286/2006.</li> </ul>

➤ Encargado de turno

**Tabla 28. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Encargado"**

Factor de riesgo	Nivel de riesgo	Acción	Medidas preventivas
020	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación de las zonas de trabajo y paso.</li> <li>• Mantenimiento del orden y limpieza de las diferentes zonas de trabajo.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Caída al mismo nivel).</li> </ul>
040	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzado de seguridad con puntera reforzada.</li> <li>• Formación sobre Manipulación de Cargas.</li> <li>• De acuerdo con el RD 487/97, limitar la carga máxima a 25 kg. Este valor se reducirá a 15 kg para personal sensible.</li> </ul>
070	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tender cables, conducciones, mangueras, etc., al nivel del suelo de la zona de trabajo. Solicitar la instalación de canaletas.</li> </ul>
110	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de dispositivos de seguridad que impidan y/o detengan el movimiento del tren de bastidores cuando sea necesario acceder a las partes móviles del mismo.</li> <li>• Establecer un programa de revisiones periódicas y mantenimiento preventivo de los dispositivos de seguridad.</li> </ul>
161	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobaciones periódicas de la instalación eléctrica, así como de la toma de tierra.</li> <li>• Mantener los cuadros eléctricos cerrados y señalizados.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Riesgo eléctrico).</li> </ul>
170	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de los filtros de aire del sistema de ventilación para asegurar su rendimiento.</li> <li>• Como complementario a la medida anterior, realizar mediciones periódicas de los niveles de CO y CO2 en la cabina de limpieza para asegurar antes de entrar que presenta un ambiente respirable y que la recirculación es adecuada.</li> <li>• Instalar un sistema de seguridad que impida la dosificación de pintura si el sistema de ventilación de la cabina no está encendido.</li> </ul>

**Tabla 28. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Encargado" (Continuación)**

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Acción</b>	<b>Medidas preventivas</b>
200	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el documento de protección contra explosiones según RD 681/2003.</li> <li>• Elaborar procedimiento para la realización de trabajos en áreas con riesgo de explosión.</li> <li>• No usar equipos de trabajo que puedan generar chispas, sean fuentes radiantes de calor o puedan dar lugar a descargas electrostáticas.</li> </ul>
230	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de las zonas de tránsito para vehículos y peatones.</li> <li>• Uso de ropa de alta visibilidad para los peatones.</li> </ul>
310	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar gafas de protección, guantes de protección resistentes a las sustancias manipuladas y mascarillas con filtros específicos.</li> <li>• Solicitar a los proveedores las fichas de seguridad de los productos utilizados.</li> <li>• Realizar medición higiénica de la exposición.</li> <li>• Realizar mediciones periódicas para comprobar la concentración de CO y CO<sub>2</sub>.</li> </ul>
330	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar mediciones higiénicas periódicas para evaluar la exposición al ruido según RD 286/2006.</li> </ul>
580	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento de la salud de los trabajadores.</li> <li>• Adaptación del puesto de trabajo para que las embarazadas no tengan que realizar trabajos nocturnos.</li> </ul>

➤ Pintor

**Tabla 29. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Pintor"**

Factor de riesgo	Nivel de riesgo	Acción	Medidas preventivas
020	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de calzado con suela antideslizante.</li> <li>• Uso de productos absorbentes para la recogida de derrames. Eliminar con rapidez los derrames, vertidos, manchas de grasa y aceite y demás residuos y desperdicios.</li> <li>• Delimitación de las zonas de trabajo y paso.</li> <li>• Mantenimiento del orden y limpieza de las diferentes zonas de trabajo.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Caída al mismo nivel).</li> </ul>
040	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzado de seguridad con puntera reforzada.</li> <li>• Formación sobre Manipulación de Cargas.</li> <li>• De acuerdo con el RD 487/97, limitar la carga máxima a 25 kg. Este valor se reducirá a 15 kg para personal sensible.</li> </ul>
100	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de gafas de protección adecuadas para trabajos con aire comprimido.</li> <li>• Revisiones periódicas y mantenimiento preventivo de los equipos de trabajo.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Proyección de partículas).</li> </ul>
110	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de dispositivos de seguridad que impidan y/o detengan el movimiento del tren de bastidores cuando sea necesario acceder a las partes móviles del mismo.</li> <li>• Establecer un programa de revisiones periódicas y mantenimiento preventivo de los dispositivos de seguridad.</li> </ul>
130	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del puesto de trabajo para minimizar la adopción de posturas forzadas.</li> <li>• Formación sobre manipulación de cargas.</li> <li>• Vigilancia de la Salud de los trabajadores.</li> <li>• Adaptar el puesto de trabajo para que las trabajadoras embarazadas no tengan que realizar trabajos que requieran posturas forzadas.</li> </ul>
161	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobaciones periódicas de la instalación eléctrica, así como de la toma de tierra.</li> <li>• Mantener los cuadros eléctricos cerrados y señalizados.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97.</li> </ul>

**Tabla 29. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Pintor" (Continuación)**

Factor de riesgo	Nivel de riesgo	Acción	Medidas preventivas
162	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar que todos los equipos de alimentación de producto están correctamente conectados a la toma de tierra.</li> <li>Comprobaciones periódicas del estado de los equipos utilizados en la sala de mezclas, así como de la toma de tierra de los mismos.</li> </ul>
170	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar mediciones periódicas para comprobar los niveles de CO y CO<sub>2</sub>.</li> <li>Comprobar la efectividad del sistema de renovación de aire dentro de la sala de mezclas.</li> </ul>
200	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar el documento de protección contra explosiones según RD 681/2003.</li> <li>Elaborar procedimiento para la realización de trabajos en áreas con riesgo de explosión.</li> <li>No usar equipos de trabajo que puedan generar chispas, sean fuentes radiantes de calor o puedan dar lugar a descargas electrostáticas.</li> <li>Revisión periódica de los aparatos a presión según normativa vigente.</li> </ul>
230	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señalización de las zonas de tránsito para vehículos y peatones.</li> <li>Uso de ropa de alta visibilidad para los peatones.</li> </ul>
310	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar gafas de protección, guantes de protección resistentes a las sustancias manipuladas y mascarillas con filtros específicos.</li> <li>Solicitar a los proveedores las fichas de seguridad de los productos utilizados.</li> <li>Realizar medición higiénica de la exposición.</li> <li>Mantener, en la medida de lo posible, los depósitos y recipientes de la sala de mezclas cerrados para limitar la evaporación de vapores inflamables.</li> </ul>
330	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar mediciones higiénicas periódicas para evaluar la exposición al ruido según RD 286/2006.</li> </ul>
380	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar medición higiénica. Exigencia de iluminación media según RD 486/97 (mínimo 200 lux)</li> </ul>
580	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seguimiento de la salud de los trabajadores.</li> <li>Adaptación del puesto de trabajo para que las embarazadas no tengan que realizar trabajos nocturnos.</li> </ul>

➤ Operario

**Tabla 30. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Operario"**

Factor de riesgo	Nivel de riesgo	Acción	Medidas preventivas
010	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de calzado con suela antideslizante.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Caída a distinto nivel).</li> </ul>
020	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de calzado con suela antideslizante.</li> <li>• Delimitación de las zonas de trabajo y paso.</li> <li>• Mantenimiento del orden y limpieza de las diferentes zonas de trabajo.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97 (Caída al mismo nivel).</li> </ul>
040	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzado de seguridad con puntera reforzada.</li> <li>• Formación sobre Manipulación de Cargas.</li> <li>• De acuerdo con el RD 487/97, limitar la carga máxima a 25 kg. Este valor se reducirá a 15 kg para personal sensible.</li> </ul>
070	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de calzado con suela antideslizante.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97. (Golpes y contactos con elementos inmóviles).</li> <li>• Buscar un diseño de las jaulas metálicas que reduzca la gravedad de los posibles golpes producidos.</li> </ul>
080	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de dispositivos de seguridad que impidan y/o detengan el movimiento del tren de bastidores cuando sea necesario acceder a las partes móviles del mismo.</li> <li>• Señalizar el riesgo según RD 485/97. (Golpes y contactos con elementos móviles).</li> </ul>
090	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de guantes de protección adecuadas y con marcado CE para la manipulación de ganchos metálicos, que pueden producir golpes y cortes.</li> </ul>
100	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de gafas de protección adecuadas para trabajos con aire comprimido.</li> <li>• Revisiones periódicas y mantenimiento preventivo de los equipos de trabajo.</li> </ul>



**Tabla 30. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Operario" (Continuación)**

Factor de riesgo	Nivel de riesgo	Acción	Medidas preventivas
110	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocación de dispositivos de seguridad que impidan y/o detengan el movimiento del tren de bastidores cuando sea necesario acceder a las partes móviles del mismo.</li> <li>Prohibir el paso de un lado a otro del tren de alimentación.</li> <li>Establecer un programa de revisiones periódicas y mantenimiento preventivo de los dispositivos de seguridad.</li> </ul>
130	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño del puesto de trabajo para minimizar la adopción de posturas forzadas. Realización de un estudio ergonómico específico del puesto de trabajo para evaluar las posibles consecuencias específicas de cada trabajador.</li> <li>Formación sobre manipulación de cargas.</li> <li>Vigilancia de la Salud de los trabajadores.</li> <li>Organización del trabajo: Rotación en los puestos de trabajo y/o tareas del puesto para facilitar la alternancia de posturas.</li> <li>Evaluar el riesgo para determinar la compatibilidad con el embarazo.</li> </ul>
162	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobaciones periódicas del estado de los equipos utilizados en la cabina de limpieza manual, así como de la toma de tierra de los mismos.</li> </ul>
230	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señalización de las zonas de tránsito para vehículos y peatones.</li> <li>Uso de ropa de alta visibilidad para los peatones.</li> </ul>
310	T	No es urgente pero debe mejorarse la acción preventiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar guantes de protección resistentes a las sustancias manipuladas.</li> </ul>
320	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar guantes de protección resistentes a cortes con marcado CE.</li> </ul>
330	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar mediciones higiénicas periódicas para evaluar la exposición al ruido.</li> <li>Uso de protección auditiva.</li> </ul>
380	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar mediciones higiénicas. Exigencias de iluminación según RD 486/97: Tareas 1 y 2. Exigencia de iluminación alta (mínimo 500 lux) Tarea 3. Exigencia de iluminación muy alta (mínimo 1000 lux)</li> </ul>

**Tabla 30. Medidas preventivas para el puesto de trabajo "Operario" (Continuación)**

Factor de riesgo	Nivel de riesgo	Acción	Medidas preventivas
410	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del puesto de trabajo para minimizar la adopción de posturas forzadas. Realización de un estudio ergonómico específico del puesto de trabajo para evaluar las posibles consecuencias específicas de cada trabajador.</li> <li>• Vigilancia de la Salud de los trabajadores.</li> <li>• Organización del trabajo: Rotación en los puestos de trabajo y/o tareas del puesto para facilitar la alternancia de posturas.</li> <li>• Evaluar el riesgo para determinar la compatibilidad con el embarazo.</li> </ul>
440	I	Necesario reducir el riesgo para iniciar la actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación sobre manipulación de cargas.</li> <li>• Vigilancia de la Salud de los trabajadores.</li> <li>• Organización del trabajo: Rotación en los puestos de trabajo y/o tareas del puesto para facilitar la alternancia de posturas.</li> <li>• Adaptar el puesto de trabajo para que las trabajadoras embarazadas no realicen trabajos de manipulación manual de cargas superiores a 10 kg.</li> <li>• Proporcionar faja lumbar.</li> </ul>
580	M	Corrección necesaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento de la salud de los trabajadores.</li> <li>• Adaptación del puesto de trabajo para que las embarazadas no tengan que realizar trabajos nocturnos.</li> </ul>

## 7.5 PRIORIZACIÓN DE IMPLANTACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

De acuerdo con lo expuesto en la metodología, la implantación de las medidas cuyo nivel de riesgo sea Importante (I) será inmediata, ya que no será posible comenzar el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Estas medidas son las correspondientes a los factores de riesgo:

- 110, *Atrapamiento por o entre objetos*, para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”.
- 170, *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*, para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”.
- 230, *Atropellos o golpes con vehículos*, para el puesto de trabajo “Operario”.
- 310, *Exposición a contaminantes químicos*, para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”.
- 330, *Ruido*, para los puestos de trabajo “Encargado”, “Pintor” y “Operario”.

Para los factores clasificados como Moderado (M) y Tolerable (T), la implantación tendrá que realizarse en un corto plazo, que se establece de entre uno y dos meses desde la puesta en marcha de la nueva línea de pintado. Se priorizarán las medidas de carácter organizativo a las de protección colectiva, protección individual, y por último las de formación e información a los trabajadores.

Finalmente, para aquellos factores de riesgo cuyo nivel de riesgo es Trivial (E) no se establece un plazo concreto de implementación, puesto que a priori no se requieren medidas específicas, pero será necesario realizar un seguimiento periódico para asegurar que el riesgo no aumenta.

Tras la adopción de las medidas preventivas propuestas se establecerán los controles necesarios para ratificar la conveniencia de las medidas adoptadas o sustituirlas por otras más convenientes.

## 8 DISEÑO DEL ALMACENAMIENTO

A la hora de diseñar el almacenamiento, es necesario conocer el carácter de las sustancias que se van a almacenar, con el fin de definir las características adecuadas del diseño y adoptar las medidas de seguridad pertinentes, así como evitar incompatibilidades en el almacenamiento. Además, de acuerdo con la *Figura 4* será necesario determinar si el almacenamiento está comprendido en el ámbito de aplicación del RAPQ para realizar la propuesta de medidas preventivas.

### 8.1 ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO

En la Tabla 31 se muestran los factores de riesgo, consecuencias y medidas preventivas, para las sustancias utilizadas en el proceso productivo, extraídos de la Ficha de Seguridad proporcionada por el fabricante. En este caso se trata del alcohol isopropílico.

**Tabla 31. Tabla de seguridad de las sustancias utilizadas en el proceso productivo**

Sustancia	Factor de riesgo	Consecuencias	Medidas preventivas
Alcohol isopropílico	H225 Líquido y vapores muy inflamables.	Incendio / Explosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P210 Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.</li> <li>• P233 Mantener el recipiente herméticamente cerrado.</li> <li>• P403+P235 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener en lugar fresco.</li> <li>• Medios de extinción: Polvo extintor o CO<sub>2</sub>. En caso de incendios más graves también espuma resistente al alcohol y agua pulverizada. No usar para la extinción chorro directo de agua.</li> </ul>
	H319 Provoca irritación ocular grave.	Lesiones oculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P233 Mantener el recipiente herméticamente cerrado.</li> <li>• P337+P313 Si persiste la irritación ocular: Consultar a un médico.</li> <li>• P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse.</li> <li>• P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.</li> <li>• Uso de guantes de protección con Marcado CE de Categoría II. De PVC con un espesor de 0.35 mm y con tiempo de penetración &gt; 480 min.</li> <li>• Uso de ropa de protección con propiedades antiestáticas.</li> </ul>

**Tabla 31. Tabla de seguridad de las sustancias utilizadas en el proceso productivo (Continuación)**

Sustancia	Factor de riesgo	Consecuencias	Medidas preventivas
	H319 Provoca irritación ocular grave.	Lesiones oculares	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de calzado de protección con propiedades antiestáticas con Marcado CE de Categoría II.</li></ul>
	H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.	Caídas Pérdidas de consciencia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ventilación + Extracción localizada</li></ul>

Este producto se recibe en garrafas de 10 L, y después se trasvasa a botellas de aproximadamente 1 L para facilitar su manejo. El volumen mínimo para cada pedido que exige el proveedor es de 50L, por lo que es necesario disponer de un almacenamiento adecuado para este producto.

Según el Artículo 2 del RAPQ, el volumen mínimo sobre el que se aplican las disposiciones de dicho reglamento para líquidos inflamables es de 50 L. En este caso el volumen almacenado es igual a esta cantidad, por lo que el RAPQ es de aplicación.

De acuerdo con el Artículo 10 del RAPQ, *cuando en una misma instalación se almacenen productos químicos que presenten distintos riesgos, dando lugar a la aplicación de varias ITCs, será exigible la observancia de las prescripciones técnicas más severas.* En este caso, por tratarse de recipientes móviles, se aplicarán las medidas de protección generales de la ITC MIE APQ-10 y las medidas específicas para líquidos inflamables.

En el Artículo 5 de dicha ITC se expone que *los almacenamientos, y especialmente aquellos donde se transvase, se diseñarán con ventilación natural o forzada, de forma que el riesgo de exposición de los trabajadores esté controlado de acuerdo con el RD 374/2001.* De acuerdo con el Artículo 7 de la ITC, *los recipientes de almacenamiento cumplirán los requerimientos de envasado del Reglamento (CE) nº 1272/2008.* Además, según lo dispuesto en el Artículo 8 de la misma ITC, *en el almacenamiento se colocarán señales normalizadas, según RD 485/1997,* por lo que será necesario señalar la presencia de productos químicos peligrosos.

Por tratarse de una sustancia inflamable, se aplican además las medidas específicas contenidas en el Artículo 21 de la ITC, donde se indica que *los almacenamientos de inflamables constituirán un área independiente a cualquier otra actividad.*

Para realizar el almacenamiento de los recipientes móviles, se optará por un armario de seguridad específico para inflamables, probado y certificado como tipo 90 según UNE-EN 14470-1. El armario se situará en el pasillo, al lado de la Cabina de limpieza manual. Deberá colocarse un letrero donde sea visible la indicación de inflamable. También será necesario colocar un extintor de eficacia 34 A 144 B en las inmediaciones del armario de seguridad. La cantidad máxima que puede almacenarse es de 250L.

Finalmente, siguiendo las indicaciones de la Ficha de Seguridad, se dispondrá de materiales adsorbentes no combustibles (tierra, arena, etc.) para la contención de derrames.

## 8.2 ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS DEL PROCESO

Los residuos que se producen en el proceso productivo se clasifican como Residuos Peligrosos de acuerdo con la Ley 22/2011 de Residuos. En la Tabla 32 se incluye una relación de los residuos generados acompañados de su descripción, zona de producción y forma de almacenaje. En la Tabla 33 se incluye para cada residuo su caracterización: codificación según RD 952/1997, código LER según Decisión 2014/955/UE y su característica de peligrosidad según el Anexo III del Reglamento (UE) 1357/2014.

**Tabla 32. Características de los residuos del proceso**

Residuo	Descripción del Residuo	Zona de Producción	Forma Almacenaje
1	Lodos secos que contienen sustancias peligrosas (base agua).	Sala dragas	Contenedor granel (5-7m <sup>3</sup> )
2	Agua de cabina de pintura	Cabina pintura	GRG 1000 L
3	Disolventes orgánicos no halogenados usados	Sala de mezclas	Bidón 200 L
4	Lodos de pintura, pinturas, barnices que contienen disolventes orgánicos no halogenados	Sala de mezclas	Bidón 200 L
5	Pinturas caducadas pastosas latas (no halogenadas)	Sala de mezclas	Latas paletizadas
6	Material de filtración. Filtros de cabina de la línea de pintura	Línea de pintura.	Palets, Jaulas o cajas
7	Tropos y absorbentes contaminados	Línea de pintura.	Bidón 200 L
8	Envases metálicos contaminados	Sala de mezclas	Jaulas o cajas
9	Envases plásticos contaminados	Línea de pintura.	Palets

**Tabla 33. Caracterización de los residuos del proceso según Ley 22/2011**

Residuo	Codificación	Código LER	Característica de peligrosidad
1	Q8 // - / R13 // S12 // C41 // HP4 // A731 // B 0019	080117	HP4. Irritante
2	Q8 // - / R13 // L12 // C41 // HP4 // A731 // B 0019	080119	HP4. Irritante
3	Q7 // - / R13 // L5 // C41 // HP3 // A731 // B 0019	080111	HP3. Inflamable
4	Q7 // - / R13 // P5 // C41 // HP3 // A731 // B 0019	080113	HP3. Inflamable
5	Q7 // - / R2 // P5 // C41 // HP3 // A731 // B 0019	080113	HP3. Inflamable
6	Q5 // - / R13 // S40 // C41/51 // HP4 // A731 // B 0019	150202	HP4. Irritante
7	Q5 // - / R13 // S40 // C41/51 // HP14 // A731 // B 0019	150202	HP14. Ecotóxico
8	Q5 // - / R13 // S36 // C41/51 // HP4 // A731 // B 0019	150110	HP4. Irritante
9	Q5 // - / R13 // S36 // C41/51 // HP4 // A731 // B 0019	150110	HP4. Irritante

Según el Artículo 2 del RAPQ, el volumen mínimo sobre el que se aplican las disposiciones de dicho reglamento para líquidos inflamables es de 50 L. En este caso el volumen almacenado supera esta cantidad, por lo que el RAPQ es de aplicación para los residuos 3,4 y 5.

Para las sustancias irritantes no existe una ITC específica para caracterizar su forma de almacenamiento. Sin embargo, se puede considerar que se comportan como sustancias corrosivas de nivel menor. Según el RAPQ, para líquidos corrosivos el volumen mínimo sobre el que se aplican las disposiciones de dicho reglamento es de 1000 L. En este caso el volumen almacenado supera esta cantidad, por lo que el RAPQ es de aplicación para el residuo número 2. Para sólidos de carácter corrosivo la cantidad mínima para que se considere dentro del ámbito de aplicación es de 1000 kg, por lo que el RAPQ no es de aplicación para los residuos 1, 6, 8 y 9.

Según el RAPQ, la masa mínima sobre la que se aplican las disposiciones de dicho reglamento para sólidos que suponen un peligro para el medio ambiente es de 1000 kg. En este caso la cantidad almacenada no supera esta cantidad, por lo que el RAPQ no es de aplicación para el residuo número 7.

Se optará por realizar un almacenamiento sectorizado por riesgos y estado físico de los residuos, donde haya una ubicación específica y señalizada para cada residuo, que facilite los movimientos logísticos tanto para el traslado de los residuos de la propia empresa como para la recogida para su posterior tratamiento por parte de la empresa gestora de residuos.

Además, para almacenar aquellos residuos en los que el RAPQ es de aplicación, por tratarse de recipientes móviles, se aplicarán las medidas protección generales de la ITC MIE-APQ-10 y las medidas específicas en función de la tipología de los peligros de los productos almacenados.

En el Artículo 5 de dicha ITC se expone que *los almacenamientos, y especialmente aquellos donde se transvase, se diseñarán con ventilación natural o forzada, de forma que el riesgo de exposición de los trabajadores esté controlado de acuerdo con el RD 374/2001*. La zona de almacenamiento se situará en la zona exterior de la nave, en la pared exterior del almacén de producto terminado, y estará bajo techo pero abierta por una de las paredes longitudinales, por lo que la ventilación de la zona es adecuada.

De acuerdo con el Artículo 7 de la ITC, *los recipientes de almacenamiento cumplirán los requerimientos de envasado del Reglamento (CE) nº 1272/2008*. Además, según lo dispuesto en el Artículo 8 de la misma ITC, *en el almacenamiento se colocarán señales normalizadas, según RD 485/1997*, por lo que será necesario señalar la presencia de productos químicos peligrosos.

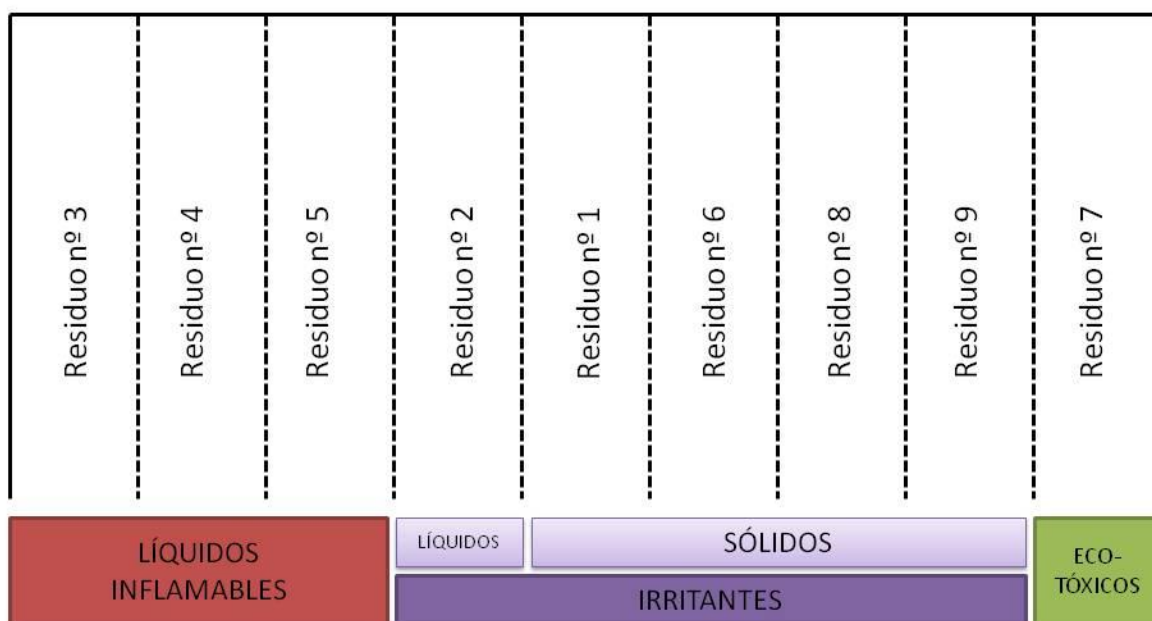
De acuerdo con el Artículo 19 de dicha ITC, para diseñar un almacenamiento conjunto es necesario realizar una evaluación del mismo. Para ello, para cada clase de peligro de los productos a almacenar se consultan sus incompatibilidades. En este caso el almacenamiento de líquidos inflamables con sustancias y mezclas corrosivas puede realizarse sin restricciones o separado. Se opta por un almacenamiento sin restricciones.

Según el Artículo 20, *determinada la compatibilidad de almacenamiento se deben aplicar las prescripciones específicas para cada tipo de peligros de los productos almacenados*.

Para los residuos 3, 4 y 5, con característica de peligrosidad Inflamable, se aplicarán las condiciones contenidas en el Artículo 21 de dicha ITC. De acuerdo con él, *los almacenamientos de inflamables constituirán un sector o área independiente a cualquier otra actividad*. La altura máxima por pila será de 3,6m, con un volumen máximo de 25 m<sup>3</sup>. En cuanto a las distancias a otros edificios, como se trata de un almacenamiento abierto, *se pueden reducir las distancias de seguridad a cero si se dispone de una pared REI 120 minutos y 1m de altura por encima del nivel máximo de almacenamiento y prolongado 1 m en proyección horizontal por sus 2 extremos*.

Para el residuo 2, por tratarse de una sustancia líquida irritante, se aproximará su caracterización como sustancia corrosiva de nivel menor; es decir, de tipo D, con lo que se aplicaría el Artículo 26 de dicha ITC. En este caso se especifica que *no podrán almacenarse en la misma pila productos corrosivos diferentes que presenten posibles reacciones peligrosas*. Por lo tanto, solo podrán almacenarse en la misma pila los GRG que contengan agua de la cabina de pintura.

En la *Figura 10* se presenta un croquis de la distribución propuesta, considerando la implantación de las medidas anteriormente indicadas. La zona de almacenamiento es una zona exterior cubierta de aproximadamente 20 m de largo y 5 de ancho. La zona se distribuirá de forma uniforme para todos los residuos considerados.




**Figura 10.** Croquis de distribución para el almacenamiento de los residuos del proceso



### 8.3 ALMACENAMIENTO EN LA EDARI

Tal y como se describe en el punto 7.1.1 del presente trabajo, el agua de la cabina de pintura pasa por una estación de tratamiento que se encuentra en la Sala de Dragas para eliminar las partículas de disolvente que contiene y poder reutilizarla. En la Tabla 34 se incluyen los factores de riesgo, consecuencias y medidas preventivas, para cada una de las sustancias utilizadas en este tratamiento, extraídos de la Ficha de Seguridad proporcionada por el fabricante.



**Tabla 34. Tabla de seguridad de las sustancias almacenadas en la Sala de Dragas**

Sustancia	Factor de riesgo	Consecuencia	Medidas preventivas
Biocida A 	H302: Nocivo en caso de ingestión.	Lesiones gastrointestinales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P260: No respirar el polvo/el humo/el gas/ la niebla/los vapores/el aerosol.</li> <li>• P301+312: EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar a un si la persona se encuentra mal.</li> <li>• P301+330+331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.</li> </ul>
	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.	Lesiones oculares / cutáneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P280: Llevar guantes/prendas/gafas/ máscara de protección.</li> <li>• Para la manipulación segura evitar el contacto directo con la sustancia. Asegurarse de que existe ventilación mecánica del área. No manipular en un espacio reducido. Evitar la formación o propagación de neblinas en el aire.</li> </ul>
	H317: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.	Lesiones cutáneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P302+352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua.</li> <li>• P303+361+353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse.</li> </ul>
	Corrosivo.	Emite vapores tóxicos durante su combustión. Incendio/Explosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios de extinción apropiados para la zona del incendio. Utilizar pulverización de agua para enfriar los contenedores.</li> </ul>
Coagulante	Este producto no está clasificado bajo la directiva CLP.		
Floculante	Este producto no está clasificado bajo la directiva CLP.		
Antiespumante	H412: Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	Contaminación en caso de vertido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P273: Evitar su liberación al medio ambiente.</li> <li>• P501: Eliminar el contenido/el recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.</li> </ul>

**Tabla 36. Tabla de seguridad de las sustancias almacenadas en la Sala de Dragas (Continuación)**

Sustancia	Factor de riesgo	Consecuencia	Medidas preventivas
<p><b>Biocida B</b></p>	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.	Lesiones oculares / cutáneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P260: No respirar el polvo/el humo/el gas/ la niebla/los vapores/el aerosol.</li> <li>• P280: Llevar guantes/prendas/gafas/ máscara de protección.</li> <li>• Para la manipulación segura evitar el contacto directo con la sustancia. Asegurarse de que existe ventilación mecánica del área. No manipular en un espacio reducido. Evitar la formación o propagación de neblinas en el aire.</li> </ul>
	H317: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.	Lesiones cutáneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P301+330+331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.</li> <li>• P302+352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua.</li> <li>• P303+361+353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ ducharse</li> <li>• P304+340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.</li> </ul>
	H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos.	Contaminación en caso de vertido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No verter en desagües ni ríos. Controlar el vertido utilizando una contención.</li> </ul>
	H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.		
Corrosivo.	Emite vapores tóxicos durante su combustión. Incendio/Explosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios de extinción apropiados para la zona del incendio. Utilizar pulverización de agua para enfriar los contenedores.</li> </ul>	

**Tabla 36. Tabla de seguridad de las sustancias almacenadas en la Sala de Dragas (Continuación)**

Sustancia	Factor de riesgo	Consecuencia	Medidas preventivas
Producto A 	H290: Puede ser corrosivo para los metales.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• P404. Almacenar en un recipiente cerrado.</li> </ul>
	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.	Lesiones cutáneas Lesiones oculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P260: No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.</li> <li>• P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.</li> <li>• P301+330+331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.</li> <li>• P303+361+353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ ducharse.</li> <li>• P304+340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.</li> <li>• P305+351+338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.</li> </ul>
Producto B 	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• P260: No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.</li> <li>• P280: Llevar guantes/prendas/gafas/ máscara de protección.</li> <li>• P301+330+331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.</li> <li>• P303+361+353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ ducharse.</li> <li>• P304+340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.</li> <li>• P305+351+338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.</li> </ul>

Se pueden extraer de la Tabla 34 los factores de riesgo de cada sustancia, los cuales se presentarán para una visualización más directa en la Tabla 35.

**Tabla 35. Factores de riesgo de las sustancias**

Sustancia	Factor de riesgo
Biocida A	Corrosivo
Biocida B	Corrosivo
Antiespumante	Nocivo para organismos acuáticos
Producto A	Corrosivo
Producto B	Corrosivo

Así pues, se utilizarán la Tabla 34 y la Tabla 35 para estudiar las condiciones de seguridad en el almacenamiento y realizar el diseño del almacén, ya que serán dichos factores de riesgo los que determinarán la ITC a utilizar.

Según el Artículo 2 del RAPQ, para líquidos corrosivos, el volumen mínimo sobre el que se aplican las disposiciones de dicho reglamento es de 1000 L. Para líquidos que suponen un peligro para el medio ambiente el volumen mínimo también es de 1000 L. En este caso el volumen almacenado no supera esta cantidad, por lo que el RAPQ no es de aplicación.

A pesar de que el RAPQ no sea de aplicación para el volumen almacenado, por tratarse de recipientes móviles, se diseñará el almacenamiento aplicando las medidas de protección generales de la ITC MIE APQ-10 y las medidas específicas para líquidos corrosivos, de forma que el almacenamiento siga siendo válido ante un posible aumento del volumen de los líquidos que se almacenan.

En el Artículo 5 de dicha ITC se expone que *los almacenamientos, y especialmente aquellos donde se transvase, se diseñarán con ventilación natural o forzada, de forma que el riesgo de exposición de los trabajadores esté controlado de acuerdo con el RD 374/2001*. De acuerdo con el Artículo 7 de la ITC, *los recipientes de almacenamiento cumplirán los requerimientos de envasado del Reglamento (CE) nº 1272/2008*. Además, según lo dispuesto en el Artículo 8 de la misma ITC, *en el almacenamiento se colocarán señales normalizadas, según RD 485/1997*, por lo que será necesario señalar la presencia de productos químicos peligrosos.

De acuerdo con el Artículo 10, se utilizarán cubetos portátiles para colocar las garrafas y que sirvan para la contención de posibles derrames.

Por tratarse de sustancias corrosivas, se aplican además las medidas específicas contenidas en el Artículo 26 de la ITC, donde se indica que *no podrán almacenarse en la misma pila productos corrosivos diferentes que presenten posibles reacciones peligrosas*. Por lo tanto, solo podrán almacenarse en la misma pila las garrafas que contengan las mismas sustancias.

Finalmente, siguiendo las indicaciones de la Ficha de Seguridad, la manipulación se realizará con los EPIS adecuados que se indican: guantes, prendas, gafas y máscara de protección.

## 9 CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Se ha elaborado una Metodología que describe las herramientas utilizadas y que ha permitido el desarrollo de todos los apartados necesarios para el Estudio de Seguridad y Salud.
- Se ha realizado la identificación de los riesgos, mediante el análisis de las actividades que se llevan a cabo en cada puesto de trabajo y las zonas de trabajo donde se desarrollan. Se han identificado un total de 22 factores de riesgo diferentes para todos los puestos de trabajo.
  - Para el puesto de trabajo “Jefe de Producción” se han identificado 8 factores de riesgo.
  - Para el puesto de trabajo “Encargado” se han identificado 11 factores de riesgo.
  - Para el puesto de trabajo “Pintor” se han identificado 14 factores de riesgo.
  - Para el puesto de trabajo “Operario” se han identificado 18 factores de riesgo.
- Se han evaluado los riesgos de los diferentes puestos de trabajo mediante el método Fine. encontrándose 5 riesgos cuyo nivel de riesgo es Importante (I): *Atrapamiento por o entre objetos*, para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”, *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*, para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor”, *Atropellos o golpes con vehículos*, para el puesto de trabajo “Operario”, *Exposición a contaminantes químicos*, para los puestos de trabajo “Encargado” y “Pintor” y *Ruido* para los puestos de trabajo “Encargado”, “Pintor” y “Operario”. Además, se ha determinado que el puesto de trabajo que tiene asociado un mayor grado de peligrosidad es el del “Pintor”, mientras que el puesto con una mayor repercusión del riesgo es del “Operario”.
- Se han propuesto medidas preventivas para todos los factores de riesgo identificados, tanto organizativas, como de protección colectiva e individual y de formación e información a los trabajadores. La implantación de las medidas preventivas para aquellas actividades cuyo nivel de riesgo sea Importante será inmediata, ya que no será posible comenzar el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Para los factores clasificados como Moderado (M) y Tolerable (T), se ha establecido un plazo de implantación de entre uno y dos meses.
- Se han diseñado los almacenamientos previstos acorde con el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y la ITC MIE-APQ10:
  - Para los productos químicos utilizados durante el proceso, se opta por un armario de seguridad específico para inflamables.
  - Para los residuos producidos en el proceso, se ha diseñado un almacenamiento sectorizado por riesgos y estado físico de los residuos
  - Para los productos utilizados para el tratamiento del agua de la cabina de pintura, se instalará un cubeto portátil.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Arnal, M.; García, B.; Sancho, M. (2014). Metodología para la Identificación y Evaluación de Riesgos en la Industria.
- Arnal, M.; García, B.; Sancho, M. (2017). Almacenamiento de Productos Químicos. Unidad 5 Seguridad Industrial. Grado en Ingeniería Química.
- Centro Español de Plásticos, CEP. <https://cep-plasticos.com/es/contenido/automocion-pintar-plastico> Fecha de consulta: Agosto 2017
- Fine, William T. (1971) Mathematical Evaluations for Controlling Hazards incluida en la obra Selected Readings in Safety. Academic Press, International Safety Academia, Macon (Georgia)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT. Evaluación de Riesgos Laborales. <http://www.insht.es> Fecha de consulta: Agosto 2017
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT. Guía de Evaluación para PYMES. <http://www.insht.es> Fecha de consulta: Agosto 2017
- Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial, IVACE. Principales Indicadores de los Sectores Productivos de la CV, Sector Automoción. Fecha de consulta: Agosto 2017 <http://www.ivace.es/Internacional/Informes-Publicaciones/Sectores/AUTOMOCI%C3%93NCV2016.pdf>
- MC Mutual (2008). Manual de prevención para la mejora de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo
- Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo, OECT. Siniestralidad Laboral (Junio 2016-Junio 2017). <http://www.oect.es> Fecha de consulta: Agosto 2017
- Talbert, R. (2008). Paint Technology Handbook. CRC Press
- Vincent Vela, Maria Cinta.; Alvarez Blanco, Silvia; Zaragoza Carbonell, José Luis (2006). Química industrial orgánica. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

DOCUMENTO 2:

# PRESUPUESTO





## **ÍNDICE DEL PRESUPUESTO**

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS .....	1
PRESUPUESTO .....	3
RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	4



A continuación se presenta el Presupuesto del proyecto, desde el punto de vista del coste de elaboración del mismo.

Se han considerado en un primer capítulo las visitas a la empresa para las reuniones mantenidas y las visitas a la Universidad para concretar el alcance y resolver dudas con los tutores.

En un segundo capítulo se incluyen los costes de la elaboración del proyecto. Se ha considerado que en la realización de consultas bibliográficas, solo se ha hecho uso de equipos informáticos la mitad del tiempo.

## **CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS**

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Coste unitario</b>	<b>Coste total</b>
<b>1</b>	<b>CAP. 1</b>	<b>Estudio del alcance y contextualización</b>			
<b>1.1</b>	<b>Ud</b>	<b>Visita a la empresa</b> Visita a las instalaciones para recogida de datos, reuniones, etc.			
	h	Graduada en Ingeniería Química	4	20,00 €	80,00 €
	Ud	Desplazamiento a las instalaciones	2	4,50 €	9,00 €
	%	Costes indirectos	0,06	89,00 €	5,34 €
					94,34 €
<b>1.2</b>	<b>Ud</b>	<b>Reunión estudio del alcance y contextualización</b> Reunión con los tutores del TFG para analizar el problema y establecer el alcance del proyecto			
	Ud	Desplazamiento a la UPV	2	2,00 €	4,00 €
	%	Costes indirectos	0,06	4,00 €	0,24 €
					4,24 €
<b>2</b>	<b>CAP. 2</b>	<b>Elaboración del proyecto</b>			
<b>2.1</b>	<b>h</b>	<b>Consulta legislación</b>			
	h	Graduada en Ingeniería Química	1	20,00 €	20,00 €
	%	Costes indirectos	0,06	20,00 €	1,20 €
					21,20 €
<b>2.2</b>	<b>h</b>	<b>Consultas bibliográficas</b>			
	h	Graduada en Ingeniería Química	1	20,00 €	20,00 €
	%	Costes indirectos	0,06	20,00 €	1,20 €
					21,20 €

**2.3**      ***h Elaboración informe***

h	Graduada en Ingeniería Química	1	20,00 €	20,00 €
%	Costes indirectos	0,06	20,00 €	1,20 €
				21,20 €

**2.4**      ***h Uso de equipos informáticos***

h	Consumo eléctrico	1	0,15 €	0,15 €
%	Costes indirectos	0,06	0,15 €	0,01 €
				0,16 €

## **PRESUPUESTO**

		<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Coste unitario</b>	<b>Coste total</b>
<b>1</b>	<b>CAP. 1</b>	<b>Estudio del alcance y contextualización</b>			
1.1	Ud	Visita a la empresa	4	94,34 €	377,36 €
1.2	Ud	Reunión estudio del alcance y contextualización	3	4,24 €	12,72 €
				<b>Total Capítulo 1</b>	<b>390,08 €</b>
<b>2</b>	<b>CAP. 2</b>	<b>Elaboración del proyecto</b>			
2.1	h	Consulta legislación	30	21,20 €	636,00 €
2.2	h	Consultas bibliográficas	20	21,20 €	424,00 €
2.3	h	Elaboración informe	200	21,20 €	4.240,00 €
2.4	h	Uso de equipos informáticos	240	0,16 €	38,16 €
				<b>Total Capítulo 2</b>	<b>5.338,16 €</b>

## **RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

Capítulo 1. Estudio del alcance y contextualización	<b>390,08 €</b>
Capítulo 2. Elaboración del proyecto	<b>5.338,16 €</b>
<hr/>	
Presupuesto de Ejecución Material	<b>5.728,24 €</b>
Gastos Generales (13%)	<b>744,67 €</b>
<b>IVA (21%)</b>	<b>1.359,31 €</b>
<hr/>	
<b>TOTAL</b>	<b>7.832,22 €</b>

**Asciende el presupuesto proyectado, a la expresada cantidad de SIETE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS CON VEINTIDÓS CÉNTIMOS.**