

## MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

- **TÍTULO: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE.**
- **ALUMNO: JESÚS ORTEGA TOSTADO.**
- **TUTOR: ANTONIO LUIS GALIANO PÉREZ.**
- **CURSO ACADÉMICO: 2024 / 2025.**



## • **RESUMEN:**

Este trabajo tiene como objetivo analizar la formación en prevención de riesgos laborales en el transporte de mercancías peligrosas, específicamente en la clase 3. La necesidad de este estudio surge de la importancia de mejorar la seguridad en el manejo de estas mercancías debido al alto riesgo que representan para los trabajadores y el entorno. El análisis se enfoca en la normativa vigente, tanto nacional como internacional, y evalúa la eficacia de las formaciones en prevención de riesgos.

A través de una revisión del marco teórico, se abordan temas clave como la identificación de mercancías peligrosas, los riesgos laborales y las normativas de seguridad. También se examina el estado actual del sector en España, incluyendo estadísticas de accidentes y el perfil de los trabajadores. La formación se analiza en sus diversas modalidades: básica, específica y continua, con énfasis en los requisitos de la normativa ADR.

Los resultados indican que, aunque existe una normativa adecuada, persisten problemas en su implementación efectiva, como la falta de recursos, una formación insuficiente y la resistencia de algunos trabajadores a adoptar nuevas prácticas. No obstante, los casos de éxito muestran que una formación adecuada puede reducir significativamente los riesgos y mejorar la seguridad.

En conclusión, se recomienda fortalecer la formación continua y específica, integrar mejor la normativa de seguridad y aumentar la concienciación entre los trabajadores. Además, se debe fomentar el uso de nuevas tecnologías y métodos de formación más interactivos para mejorar la eficacia de los programas de prevención.

## • **PALABRAS CLAVES:**

1. Mercancías peligrosas.
2. Riesgos laborales.
3. Formación en seguridad.
4. Normativa ADR.
5. Prevención de riesgos.

• <b>POR</b> TADA.....	<b>Pág.</b> 1.
• <b>AUTORIZACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>Pág.</b> 2.
• <b>RESUMEN</b> .....	<b>Pág.</b> 3.
• <b>PALABRAS CLAVES</b> .....	<b>Pág.</b> 3.
• <b>ÍNDICE</b> .....	<b>Pág.</b> 4 – 8.

<b>1. Introducción:</b> .....	<b>Pág.</b> 9 - 14.
-------------------------------	---------------------

1.1. Justificación del estudio.....	Pág. 10.
1.2. Objetivos del trabajo (generales y específicos).....	Pág. 10 -11.
1.3. Metodología empleada.....	Pág. 11 – 12.
1.4. Estructura del trabajo y material.....	Pág. 12 – 14.
1.4.1. Documentación normativa.....	Pág. 13.
1.4.2. Bibliografía académica.....	Pág. 13.
1.4.3. Instrumentos de recolección de datos.....	Pág. 14.

<b>2. Marco teórico y conceptual:</b> .....	<b>Pág.</b> 15 – 18.
---	----------------------

2.1. Introducción al marco normativo.....	Pág. 15.
2.2. Normativa internacional:.....	Pág. 15 – 16.
2.2.1. Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR).	
2.3. Normativa nacional.....	Pág. 16.
2.3.1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.	
2.3.2. Real Decreto 97/2014.	

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

2.4. Formación en prevención de riesgos laborales:..... Pág. 17.

    2.4.1. *Contenidos formativos.*

2.5. Normativa de seguridad específica para líquidos inflamables..... Pág. 18.

    2.5.1. *Norma UNE-EN ISO 45001:2018.*

**3. Riesgos específicos en la manipulación de líquidos inflamables y medidas preventivas recomendadas..... Pág. 19 – 22.**

3.1. Introducción..... Pág. 19.

3.2. Riesgos asociados a la manipulación de líquidos inflamables:..... Pág. 19 - 20

    3.2.1. Riesgo de incendio y explosión..... Pág. 19 – 20.

    3.2.2. Riesgo de exposición a vapores tóxicos..... Pág. 20.

    3.2.3. Riesgos ergonómicos..... Pág. 20.

    3.2.4. Riesgos medioambientales..... Pág. 21.

3.3. Medidas preventivas recomendadas:..... Pág. 22 – 23.

    3.3.1. *Medidas técnicas.*..... Pág. 22.

    3.3.2. *Medidas organizativas.*..... Pág. 22.

    3.3.3. *Equipos de protección individual (EPI).*..... Pág. 23.

    3.3.4. *Planes de emergencia.*..... Pág. 23.

**4. Análisis de la situación actual en España:..... Pág. 24 – 26.**

4.1. El sector del transporte de mercancías peligrosas en España..... Pág. 24.

4.2. Incidentes y accidentes relacionados con mercancías peligrosas..... Pág. 24 – 25.

4.3. Estadísticas sobre accidentes laborales en el transporte de mercancías peligrosas..... Pág. 25.

4.4. Perfil de los trabajadores del sector..... Pág. 26.

**5. La formación en prevención de riesgos laborales:..... Pág. 27 – 29.**

- 5.1. Fundamentos de la formación en prevención de riesgos laborales..... Pág. 27.
- 5.2. Tipos de formación en prevención de riesgos laborales:..... Pág. 27 – 28.
  - 5.2.1. *Formación básica*..... Pág. 27.
  - 5.2.2. *Formación específica*..... Pág. 28.
  - 5.2.3. *Formación continua*..... Pág. 28.
- 5.3. Métodos y técnicas de formación más eficaces..... Pág. 28 - 29.
- 5.4. Herramientas y recursos para la formación..... Pág. 29.

**6. Formación específica para el transporte de mercancías peligrosas:  
.....Pág. 30 – 35.**

- 6.1. Requisitos específicos de formación según la normativa ADR..... Pág. 30 – 31.
- 6.2. Contenido de la formación para trabajadores del sector:..... Pág. 31 – 33.
  - 6.2.1. *Identificación y clasificación de mercancías peligrosas*..... Pág.31 – 32.
  - 6.2.2. *Procedimientos de seguridad en el transporte*..... Pág.33.
  - 6.2.3. *Equipos de protección individual (EPIs)*..... Pág. 33.
  - 6.2.4. *Planificación y actuación ante emergencias*..... Pág.33.
- 6.3. Capacitación de conductores y personal auxiliar..... Pág. 33.
- 6.4. La formación en el manejo de equipos y vehículos específicos..... Pág. 34.
- 6.5. Metodología didáctica..... Pág. 34.
- 6.6. Evaluación del programa formativo..... Pág. 34 - 35.
- 6.7. Implementación del programa..... Pág. 35.

**7. Evaluación de la formación en prevención de riesgos laborales en el sector: ..... Pág. 36 – 38.**

- 7.1. Métodos de evaluación de la eficacia de la formación (“**VER ANEXO I**”) ..... Pág. 36.
- 7.2. Análisis de la percepción de los trabajadores sobre la formación recibida (“**VER ANEXO I**” Y “**ANEXO II**” ) ..... Pág. 37.
- 7.3. Impacto de la formación en la reducción de accidentes ..... Pág. 37.
- 7.4. Barreras y dificultades en la implementación de la formación ..... Pág. 38.

**8. Análisis de la formación actual en empresas del sector: ..... Pág. 39 – 43.**

- 8.1. Introducción ..... Pág. 39.
- 8.2. Metodología de análisis ..... Pág. 40.
- 8.3. Resultado de análisis ..... Pág. 40 – 42.
- 8.3.1. Contenidos de la formación ..... Pág. 40 – 41.
- 8.3.2. Métodos de formación ..... Pág. 41.
- 8.3.3. Evaluación de la formación ..... Pág. 41 – 42.
- 8.4. Metodología del análisis ..... Pág. 42 – 43.
- 8.5. Conclusiones del análisis ..... Pág. 43.

**9. Estudio de casos y buenas prácticas ..... Pág. 44 – 46.**

- 9.1. Casos de éxito en la formación en el sector del transporte de mercancías peligrosas ..... Pág. 44 – 45.
- 9.2. Comparativa con otras industrias de alto riesgo ..... Pág. 45.
- 9.3. Lecciones aprendidas y propuestas de mejora ..... Pág. 46.

**10. Propuestas y recomendaciones:..... Pág. 47 – 49.**

- 10.1. Mejoras en la formación de los trabajadores del sector..... Pág. 47.
- 10.2. Recomendaciones para una implementación más eficaz de la normativa de seguridad..... Pág. 47 – 48.
- 10.3. Propuestas para una mayor integración de la formación en prevención de riesgos laborales..... Pág. 48 – 49.

**11. Conclusiones..... Pág. 50 – 53.**

**12. Bibliografía..... Pág. 54 – 59.**

**13. Anexos..... Pág. 60 – 62.**

- **Anexo I.** Plantilla de entrevista semiestructurada PRL (responsables y trabajadores).
- **Anexo II.** Cuestionario de percepción sobre la formación en PRL (trabajadores).

**• ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.**

- “Tabla 1. Clasificación y ejemplos de mercancías peligrosas clase 3”..... Pág. 15.
- “Figura 1. Evolución normativa del transporte de mercancías peligrosas”..... Pág. 18.
- “Figura 2. Matriz de riesgos para mercancías peligrosas clase 3”..... Pág. 21.
- “Tabla 2. Contenidos mínimos de formación en prevención para operadores de mercancías peligrosas”..... Pág. 31.
- “Figura 3. Flujo de trabajo en la manipulación de mercancías peligrosas clase 3”..... Pág. 39.

## 1. Introducción.

El transporte de mercancías peligrosas está sujeto a un conjunto extenso y estricto de normativas, tanto a nivel internacional como nacional. En el ámbito europeo, el Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR) establece los requisitos fundamentales en materia de embalaje, etiquetado, manipulación y transporte de sustancias que suponen un riesgo para la salud, el medio ambiente o la seguridad pública (ADR, 2023). Dentro de esta clasificación, la Clase 3 corresponde a los líquidos inflamables, entre los cuales se encuentran las sustancias identificadas con los números ONU 30 y 33. El código ONU 30 alude a líquidos inflamables con menor reactividad, mientras que el 33 hace referencia a aquellos altamente inflamables, implicando un mayor nivel de peligrosidad y requerimientos preventivos más estrictos (García y Pérez, 2020).

En este contexto, es crucial diferenciar entre las fases de conducción y de manipulación. El presente trabajo se enfoca exclusivamente en esta última, que comprende actividades como la carga, descarga, almacenamiento temporal y traspase. Estas operaciones suponen una exposición directa a riesgos como igniciones accidentales, derrames, inhalación de vapores tóxicos o accidentes derivados del uso inadecuado de equipos (Martínez, 2019). Por este motivo, la formación en prevención de riesgos laborales (PRL) resulta esencial para proteger la salud de los trabajadores y asegurar el cumplimiento normativo.

En el ámbito legislativo español, la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, junto al Real Decreto 97/2014, establece la obligación de las empresas de garantizar una formación adecuada, específica y continuada sobre los riesgos inherentes a cada puesto de trabajo. No obstante, diversos estudios reflejan carencias significativas en la formación específica sobre la manipulación de mercancías peligrosas de Clase 3, lo que refuerza la pertinencia del presente estudio (García y Pérez, 2020; Martínez, 2019).

## 1.1. Justificación del estudio.

La selección de este tema responde a la creciente preocupación por la seguridad en la manipulación de líquidos inflamables durante su transporte. Aunque existe un marco normativo sólido, la práctica evidencia que una parte importante del personal involucrado no recibe una formación lo suficientemente específica ni adaptada a los riesgos concretos asociados a las sustancias ONU 30 y 33. Como advierten García y Pérez (2020), “la generalización en los programas formativos diluye los contenidos críticos que permitirían una respuesta eficaz ante emergencias con líquidos inflamables”.

Los errores en la manipulación pueden tener consecuencias devastadoras, como explosiones, incendios o intoxicaciones, afectando no solo a los trabajadores, sino también al entorno y a las infraestructuras. Esto subraya la necesidad de una formación especializada, con un enfoque práctico y contextualizado, que capacite al trabajador para anticipar peligros y responder de forma eficiente ante situaciones críticas (Martínez, 2019).

Este estudio se plantea con el propósito de cubrir ese vacío formativo, analizando el estado actual de la formación en PRL aplicada a estas actividades y proponiendo un modelo formativo que se alinee con las exigencias normativas y las mejores prácticas del sector.

## 1.2. Objetivos del trabajo.

### Objetivo general:

- Analizar y valorar la formación en prevención de riesgos laborales dirigida a trabajadores encargados de la manipulación de mercancías peligrosas Clase 3 en el transporte, específicamente las materias ONU 30 y 33, con el fin de identificar deficiencias y proponer mejoras prácticas.

### Objetivos específicos:

- Estudiar el marco normativo aplicable a la formación en PRL y a la manipulación de líquidos inflamables de Clase 3.
- Evaluar los contenidos y métodos de formación actuales ofrecidos en empresas del sector del transporte.
- Identificar los riesgos específicos asociados a la manipulación de sustancias inflamables con números ONU 30 y 33.
- Diseñar propuestas formativas eficaces orientadas a la reducción de la siniestralidad laboral en estas tareas.

### 1.3. Metodología empleada.

El presente Trabajo Fin de Máster adopta una metodología mixta, de tipo cualitativo y cuantitativo, que combina distintas técnicas de investigación para ofrecer una perspectiva integral sobre la situación actual de la formación en PRL aplicada a la manipulación de mercancías peligrosas. Las fases metodológicas son las siguientes:

- **Revisión documental y normativa:** Se ha llevado a cabo un análisis riguroso de la legislación nacional e internacional vigente (ADR, Ley 31/1995, Real Decreto 97/2014), así como de bibliografía científica y técnica relacionada con la formación en PRL y la manipulación de sustancias peligrosas. Este análisis tiene como finalidad identificar buenas prácticas y detectar lagunas en los contenidos formativos existentes (García y Pérez, 2020; Martínez, 2019).
- **Estudio de casos en empresas del sector:** A través de entrevistas semiestructuradas dirigidas a técnicos de prevención y trabajadores operativos, se han recopilado datos relevantes sobre la implementación real de la formación, sus contenidos y principales deficiencias.
- **Ánálisis comparativo:** Los datos recogidos se han contrastado con las exigencias legales y las recomendaciones de organismos especializados, lo cual ha permitido identificar posibles desviaciones o carencias en la formación recibida por los trabajadores.

- **Propuesta de mejora:** Con base en los hallazgos anteriores, se elabora un modelo formativo ajustado a los riesgos propios de las sustancias ONU 30 y 33, con un enfoque preventivo y de respuesta ante emergencias.

#### 1.4. Estructura del trabajo y material.

El presente trabajo se organiza en los siguientes capítulos:

- **Capítulo 1: Introducción.** Incluye la contextualización del problema, justificación, objetivos, metodología y estructura del estudio.
- **Capítulo 2: Marco teórico y conceptual (normativa).** Se analiza la normativa internacional y española aplicable al transporte y manipulación de mercancías peligrosas Clase 3.
- **Capítulo 3: Riesgos específicos.** Se describen los peligros particulares asociados a las materias ONU 30 y 33, así como las medidas preventivas recomendadas.
- **Capítulo 4: Análisis de la situación actual en España.**
- **Capítulo 5: La formación en prevención de riesgos laborales.**
- **Capítulo 6: Formación específica para el transporte de mercancías peligrosas.**
- **Capítulo 7: Evaluación de la formación en prevención de riesgos laborales en el sector.**
- **Capítulo 8: Análisis de la formación actual:** Estudio de los contenidos y métodos formativos empleados actualmente en el sector.
- **Capítulo 9: Estudio de casos y buenas prácticas.**
- **Capítulo 10: Propuestas y recomendaciones.** Reflexiones finales y propuestas para futuras investigaciones.
- **Capítulo 11: Conclusiones.**
- **Capítulo 12: Bibliografía.**
- **Capítulo 13: Anexos.**

Para el desarrollo de este estudio, se emplearán los siguientes materiales:

#### 1.4. 1. Documentación normativa.

- **Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR):** Proporciona la base legal y normativa para el transporte de mercancías peligrosas y establece las condiciones para la formación de los trabajadores.
- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales:** Marco normativo fundamental que regula la seguridad y salud en el trabajo en España.
- **Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero:** Normativa específica que regula el transporte de mercancías peligrosas por carretera en España.

#### 1.4.2. Bibliografía académica.

Se revisarán libros, artículos y publicaciones científicas sobre:

- Prevención de riesgos laborales en el transporte de mercancías peligrosas.
- Formación en PRL relacionada con líquidos inflamables.

Ejemplos de materiales incluyen:

- GARCÍA, Ana y PÉREZ, Luis. *Prevención de riesgos laborales en el transporte de mercancías peligrosas*. Madrid: Editorial Lex Nova, 2020.
- MARTÍNEZ, Rocío. *La seguridad en el transporte de mercancías peligrosas: guía técnica de prevención*. Barcelona: Editorial UOC, 2019.

#### 1.4. 3. Instrumentos de recolección de datos.

- **Cuestionarios:** Se diseñarán cuestionarios para evaluar el conocimiento previo de los trabajadores sobre PRL y su percepción sobre la formación recibida.
- **Entrevistas semi-estructuradas:** Se llevarán a cabo entrevistas con responsables de PRL y trabajadores del sector para obtener información cualitativa sobre la formación actual y sus carencias.
- **Observación directa:** Se realizarán visitas a empresas para observar las prácticas de manipulación de mercancías peligrosas y la aplicación de la formación recibida.

Se garantizará la confidencialidad de la información obtenida durante el estudio, y se solicitará el consentimiento informado a los participantes antes de la recolección de datos. Además, se asegurarán los derechos de los trabajadores y se respetarán las normativas éticas en investigación.



## 2. Marco teórico y conceptual.

### 2.1. Introducción al marco normativo.

La manipulación y transporte de mercancías peligrosas está regulada por un conjunto de normativas que buscan garantizar la seguridad de las personas, la protección del medio ambiente y la integridad de las infraestructuras. En el caso de las mercancías peligrosas de **Clase 3**, que incluye líquidos inflamables, el cumplimiento de la normativa es primordial para prevenir incidentes que puedan derivar en consecuencias catastróficas.

**El Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR)** es el principal marco normativo internacional aplicable, complementado por la legislación nacional en materia de seguridad y salud laboral.

“*Tabla 1. Clasificación y ejemplos de mercancías peligrosas clase 3*”.

Categoría ADR	Descripción	Sustancias Ejemplo	Punto de inflamación	N.º ONU
3.1	Líquidos muy inflamables.	Éter dietílico, Acetona.	< 23 °C	ONU 1993
3.2	Líquidos inflamables.	Gasolina, Metanol.	23–60 °C	ONU 1203
3.3	Líquidos poco inflamables.	Diesel, Aceites ligeros.	60–100 °C	ONU 1202

### 2.2. Normativa internacional.

#### 2.2.1. Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR).

El ADR regula el transporte de mercancías peligrosas por carretera en los países europeos firmantes, incluyendo requisitos técnicos para el embalaje, el etiquetado, la señalización de vehículos, y la formación del personal involucrado. La edición de 2023 ha introducido modificaciones que refuerzan los protocolos de seguridad, especialmente en lo que respecta al transporte de líquidos inflamables.

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

En este sentido, “el Capítulo 1.3 del ADR establece que todas las personas que intervienen en el transporte de mercancías peligrosas deben recibir formación adecuada, que incluya formación general, específica y, cuando proceda, formación sobre seguridad” (ADR, 2023). Esta formación debe impartirse antes de que el trabajador asuma responsabilidades relacionadas con mercancías peligrosas y debe actualizarse regularmente para garantizar su eficacia.

## 2.3. Normativa nacional.

### 2.3.1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

La Ley 31/1995 constituye la base legal del sistema de prevención de riesgos laborales en España. Su aplicación es de carácter general para todas las actividades laborales, incluyendo el transporte y la manipulación de mercancías peligrosas. Esta norma establece el derecho de los trabajadores a desarrollar su actividad en condiciones de seguridad y salud adecuadas, y la obligación del empresario de garantizar esa protección a través de medidas preventivas y formativas. En su artículo 19, la ley dispone que “el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva” (España, Ley 31/1995, art. 19). Esta formación debe actualizarse periódicamente y adaptarse a la evolución de los riesgos y a la introducción de nuevas tecnologías o procesos.

### 2.3.2. Real Decreto 97/2014.

El Real Decreto 97/2014 regula, en el ámbito nacional, las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera. Este texto legal complementa el ADR y establece los requisitos específicos que deben cumplir las empresas y los trabajadores implicados en la cadena de transporte.

En su artículo 6 se establece que “las personas implicadas en la carga, descarga, transporte o cualquier otra operación relacionada con mercancías peligrosas deberán recibir formación adecuada en función de los riesgos específicos asociados a su actividad” (España, Real Decreto 97/2014, art. 6). Esta formación debe incluir el uso de equipos de protección individual, las medidas de actuación ante emergencias y el conocimiento detallado de los riesgos asociados a las sustancias manipuladas.

## 2.4. Formación en prevención de riesgos laborales.

Una formación eficaz en prevención de riesgos laborales (PRL) es clave para garantizar que los trabajadores estén capacitados para identificar, valorar y controlar los peligros derivados del manejo de líquidos inflamables. La ausencia de formación específica o su deficiente aplicación pueden dar lugar a accidentes con repercusiones graves tanto para los propios trabajadores como para el entorno físico y humano donde se desarrollan las operaciones.

Tal y como destaca Martínez (2019), “la formación debe estar adaptada al tipo de mercancía manipulada y a las condiciones reales del entorno laboral, no limitándose a contenidos genéricos que resultan ineficaces ante una situación de emergencia”.

### 2.4.1. Contenidos formativos.

Los programas de formación dirigidos a trabajadores que manipulan mercancías peligrosas de Clase 3 deben incluir, como mínimo, los siguientes contenidos:

- Identificación y clasificación de las mercancías peligrosas, así como la comprensión de su simbología.
- Medidas preventivas específicas aplicables a líquidos inflamables, con énfasis en la manipulación segura, ventilación adecuada y control de fuentes de ignición.
- Procedimientos de actuación ante emergencias, como derrames, fugas o incendios.
- Uso correcto y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con la peligrosidad de los productos manipulados.

Además, la formación debe actualizarse con frecuencia y adaptarse a las modificaciones legales, tecnológicas o organizativas que puedan incidir en los riesgos laborales.

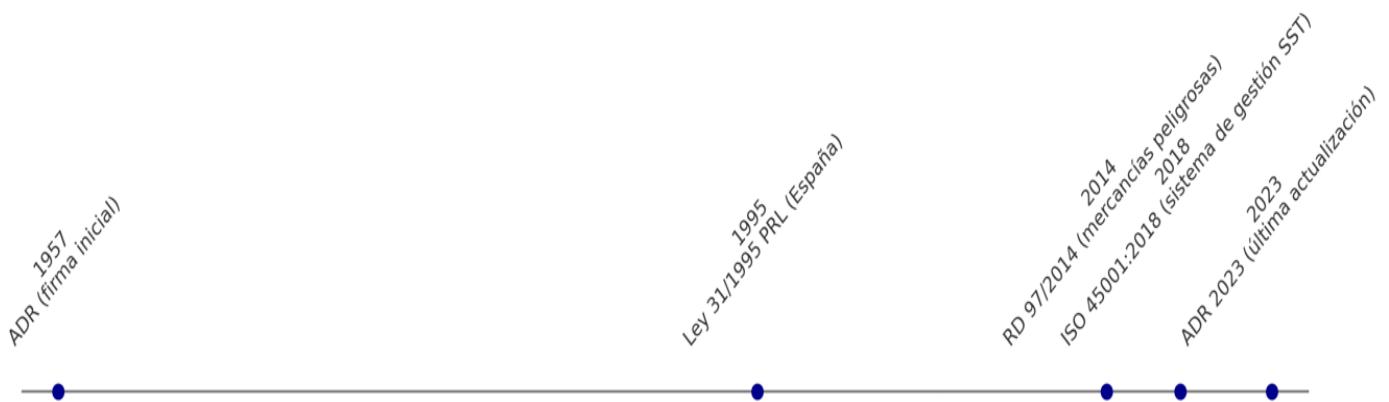
## 2.5. Normativa de seguridad específica para líquidos inflamables.

### 2.5.1. Norma UNE-EN ISO 45001:2018.

La norma UNE-EN ISO 45001:2018 establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Aunque no está enfocada exclusivamente al transporte de mercancías peligrosas, su aplicación permite establecer un marco preventivo basado en la gestión sistemática de los riesgos laborales.

Esta norma promueve un enfoque proactivo de la seguridad, basado en la mejora continua y en la participación activa de los trabajadores, lo que resulta esencial en contextos donde se manipulan sustancias altamente inflamables. Según la propia norma, “la organización debe proporcionar la formación necesaria para garantizar que los trabajadores sean competentes en materia de seguridad y salud laboral en relación con los peligros asociados a su actividad” (ISO, 2018).

“Figura 1. Evolución normativa del transporte de mercancías peligrosas”.



\*ADR (2025), (Actualización 01/01/2025). Entra en vigor el 01/07/2025.

### **3. Riesgos específicos en la manipulación de líquidos inflamables y medidas preventivas recomendadas.**

#### **3.1. Introducción.**

La manipulación de líquidos inflamables, en particular aquellos clasificados bajo los códigos ONU 30 y 33, conlleva una serie de riesgos que deben ser gestionados de forma rigurosa. Estas sustancias, entre las que se incluyen compuestos como la gasolina, el etanol, la acetona y diversos disolventes, se caracterizan por su elevada volatilidad, lo que las convierte en una amenaza tanto para la seguridad de los trabajadores como para el entorno, en caso de que no se apliquen las medidas de control adecuadas.

Como señala el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, “la peligrosidad de estos líquidos se debe principalmente a la facilidad con la que generan vapores inflamables y a su capacidad de inflamación a temperaturas relativamente bajas” (INSST, 2020).

#### **3.2. Riesgos asociados a la manipulación de líquidos inflamables.**

##### **3.2.1. Riesgo de incendio y explosión.**

Uno de los principales peligros en el manejo de líquidos inflamables es el riesgo de incendio y explosión. Este puede derivarse de diversas situaciones:

- **Vapores inflamables:** Estos líquidos desprenden vapores que, al mezclarse con el aire, pueden alcanzar concentraciones susceptibles de ignición. “Los vapores más pesados que el aire tienden a acumularse a ras de suelo, formando nubes invisibles que representan un riesgo elevado” (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2019).

- **Fuentes de ignición:** Las llamas abiertas, las superficies calientes, los equipos eléctricos mal protegidos o incluso la electricidad estática pueden convertirse en focos de ignición (INST, 2020).
- **Derrames y fugas:** La presencia de líquidos inflamables en superficies no confinadas incrementa la probabilidad de incendios, especialmente si no se cuenta con sistemas de contención eficaces.

### 3.2.2. Riesgo de exposición a vapores tóxicos.

La inhalación de vapores tóxicos generados por líquidos inflamables puede tener consecuencias graves para la salud. Estos riesgos incluyen:

- **A corto plazo:** Se pueden presentar síntomas como irritación ocular, cefaleas, mareos o dificultades respiratorias leves.
- **A largo plazo:** “La exposición crónica a ciertos disolventes puede derivar en alteraciones neurológicas, daños hepáticos y renales, e incluso enfermedades oncológicas” (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2021).

### 3.2.3. Riesgos ergonómicos.

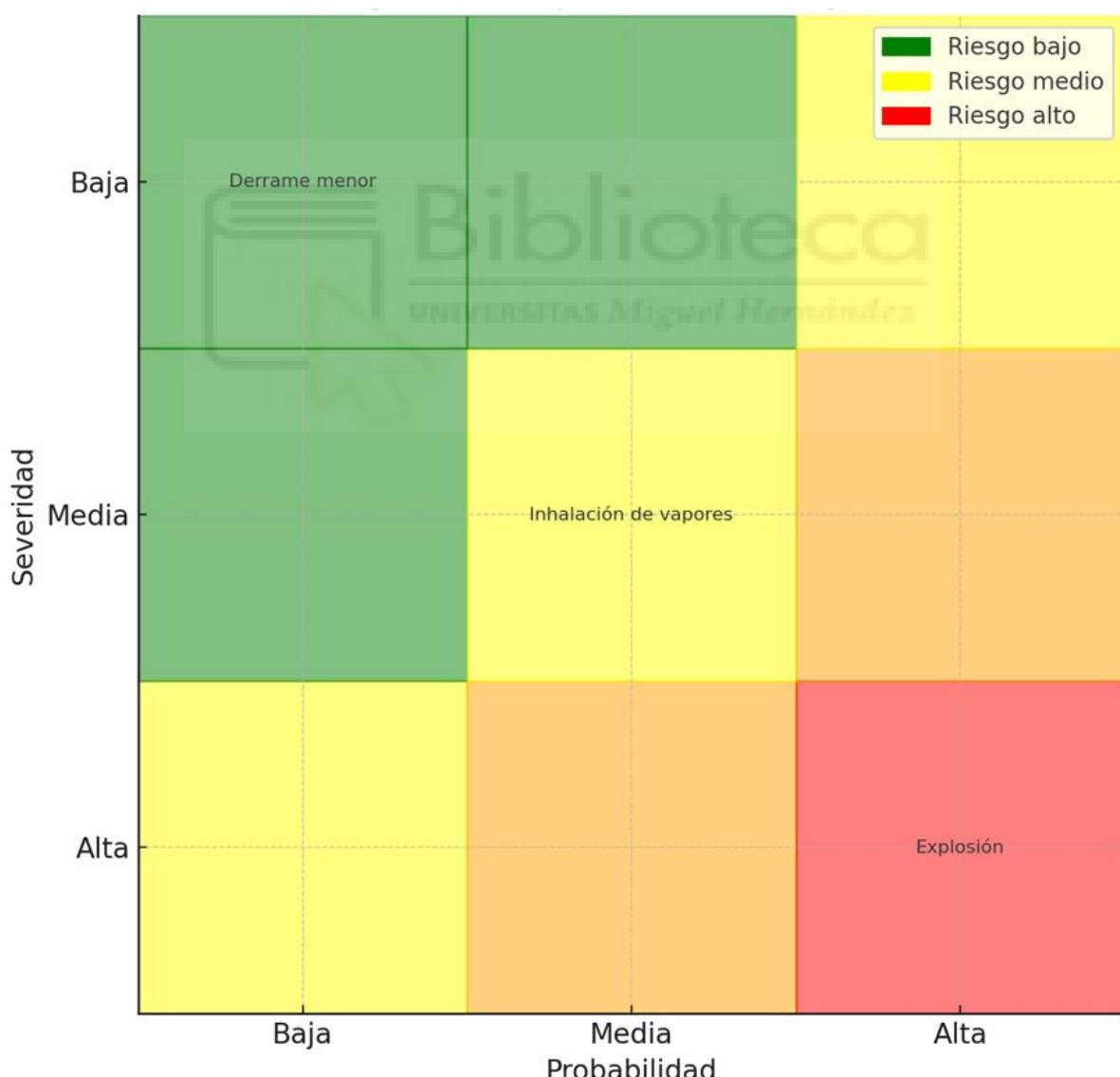
La manipulación de mercancías peligrosas también presenta **riesgos ergonómicos**:

- **Posturas inadecuadas (forzadas y sobreesfuerzo):** Levantar bidones o contenedores sin medios auxiliares puede derivar en lesiones musculoesqueléticas (INST, 2022).
- **Fatiga:** Trabajos prolongados sin pausas adecuadas pueden aumentar el riesgo de accidentes debido a la disminución de la concentración y la fuerza física.

### 3.2.4. Riesgos medioambientales.

Los derrames accidentales de líquidos inflamables pueden tener un impacto medioambiental severo. La infiltración en suelos o cursos de agua genera contaminación persistente. Además, “la limpieza de estos residuos implica riesgos adicionales para el personal de intervención, debido a la toxicidad de los productos y su inflamabilidad” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

“Figura 2. Matriz de riesgos para mercancías clase 3”.



### 3.3. Medidas preventivas recomendadas.

Para mitigar los riesgos asociados a la manipulación de líquidos inflamables, se deben implementar una serie de medidas preventivas:

#### 3.3.1. Medidas técnicas.

- **Ventilación adecuada:** Asegurar que los espacios donde se manipulan líquidos inflamables estén bien ventilados para dispersar vapores (INSST, 2020).
- **Equipamiento antiexplosivo (ATEX):** Es imprescindible emplear herramientas, maquinaria y sistemas eléctricos certificados para trabajar en atmósferas potencialmente explosivas.
- **Contención de derrames:** Instalar sistemas de contención, La instalación de bandejas de goteo, cubetos y barreras físicas permite minimizar la propagación de derrames y facilita su recogida segura.

#### 3.3.2. Medidas organizativas.

- **Formación específica:** Todo el personal debe recibir formación específica, actualizada y adaptada a su puesto de trabajo, con contenidos centrados en el reconocimiento de riesgos y el manejo seguro de líquidos inflamables (España, Ley 31/1995, art. 19).
- **Protocolos de actuación:** Establecer y difundir protocolos claros de actuación ante derrames, incendios o exposiciones accidentales.
- **Supervisión y mantenimiento:** Realizar auditorías periódicas de seguridad y mantenimiento de los equipos utilizados en la manipulación.

### 3.3.3. *Equipos de protección individual (EPIs).*

El uso de EPIs adecuados constituye una barrera fundamental frente a los riesgos físicos, químicos y tóxicos:

- **Guantes de protección química:** Evitan el contacto dérmico con líquidos peligrosos.
- **Gafas o pantallas faciales:** Protegen los ojos de salpicaduras y vapores.
- **Vestimenta ignífuga y antiestática:** Reduce el riesgo de ignición y la acumulación de cargas eléctricas.
- **Mascarillas con filtro:** Son necesarias en entornos con elevada concentración de vapores o en operaciones con escasa ventilación (INSST, 2021).

### 3.3.4. *Planes de emergencia.*

- **Elaborar un plan de emergencia:** Incluir procedimientos claros para la evacuación, extinción de incendios y primeros auxilios en caso de exposición o accidente.
- **Simulacros periódicos:** La práctica regular mediante simulacros mejora la capacidad de respuesta del personal y contribuye a minimizar el impacto de un incidente real (ISO 45001:2018).

## 4. Análisis de la situación actual en España.

### 4.1. El sector del transporte de mercancías peligrosas en España.

El transporte de mercancías peligrosas representa una actividad esencial dentro del sistema logístico nacional, ya que permite el abastecimiento continuo de sectores estratégicos como la industria química, la energética o la farmacéutica. En este contexto, “la movilización de productos como combustibles, disolventes y otras sustancias inflamables exige una normativa exigente que garantice condiciones de seguridad óptimas para su manipulación” (Asociación Española de Empresas de Transporte de Mercancías Peligrosas, AETR, 2022).

En particular, los productos clasificados bajo los números ONU 30 y 33 —entre los que se encuentran líquidos inflamables como gasolina, etanol o metanol— requieren medidas específicas en cada fase del proceso, desde la carga hasta el almacenamiento temporal. Estas operaciones no solo exigen una supervisión técnica adecuada, sino también un alto grado de preparación por parte del personal involucrado, ya que “cualquier error en el manejo puede desencadenar consecuencias graves tanto para las personas como para el entorno” (AETR, 2022).

### 4.2. Incidentes y accidentes relacionados con mercancías peligrosas.

A pesar de la regulación y los protocolos de seguridad, España ha registrado varios incidentes y accidentes relacionados con la manipulación de mercancías peligrosas. Estos incidentes, que pueden incluir desde derrames hasta explosiones, suelen estar asociados a fallos en la manipulación o a condiciones inseguras en el lugar de trabajo. En el informe del Ministerio de Trabajo y Economía Social correspondiente al año 2021, se recogen diversos casos de accidentes vinculados a la manipulación de líquidos inflamables durante las fases de carga, trasvase o almacenamiento.

Entre estos incidentes se incluyen derrames accidentales, incendios por ignición de vapores y exposición de trabajadores a sustancias tóxicas. En varios casos, se identificó como causa directa “la ausencia de formación adecuada sobre los riesgos específicos asociados a estas tareas” (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2021). Estos sucesos revelan una carencia importante en la capacitación del personal y ponen de manifiesto la necesidad de reforzar los programas formativos en prevención de riesgos laborales (PRL).

#### 4.3. Estadísticas sobre accidentes laborales en el transporte de mercancías peligrosas.

Las estadísticas sobre accidentes laborales en el transporte de mercancías peligrosas reflejan la gravedad de los riesgos implicados. Según datos del **Instituto Nacional de Estadística (INE)** y el **Ministerio de Trabajo y Economía Social**, en el año 2021 se registraron aproximadamente **1,500 accidentes laborales** en el sector del transporte de mercancías peligrosas. De estos, un **20%** estuvo relacionado específicamente con la manipulación de líquidos inflamables (INE; Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2022).

Los tipos de incidentes más frecuentes son:

- **Derrames y pérdidas de carga (40%):** Resultantes de manipulaciones inadecuadas o falta de atención durante la carga y descarga.
- **Incendios (30%):** A menudo provocados por la ignición de vapores en entornos mal ventilados.
- **Lesiones por manipulación (30%):** Accidentes que surgen de técnicas inadecuadas al mover o manejar productos químicos.

Estas cifras ponen de manifiesto la necesidad de reforzar las competencias técnicas del personal que manipula este tipo de productos. Como destaca la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, “la formación específica en riesgos químicos y en el uso de equipos de protección es una herramienta clave para reducir la siniestralidad en el sector” (EU-OSHA, 2021).

#### 4.4. Perfil de los trabajadores del sector.

El perfil de los trabajadores en el sector del transporte de mercancías peligrosas es diverso, pero presenta ciertas características comunes:

- **Formación:** Una proporción significativa del personal cuenta con formación básica en PRL, pero menos del **40%** ha recibido capacitación especializada en el manejo seguro de mercancías peligrosas (INE, 2021). Esta carencia formativa constituye una debilidad estructural que debe ser corregida mediante programas específicos.
- **Experiencia:** Alrededor del **50%** de los trabajadores tiene más de cinco años de experiencia en el sector, lo que puede influir en su percepción de los riesgos y su capacidad para manejar situaciones peligrosas.
- **Edad:** El rango de edad más común de los trabajadores se sitúa entre los **30 y 50 años**, un grupo que, en general, tiene mayor experiencia pero que también puede estar más expuesto a riesgos ergonómicos debido a la naturaleza física del trabajo.
- **Condiciones laborales:** Muchos trabajadores se enfrentan a jornadas prolongadas, presión por cumplir plazos y turnos variables. Estos factores, como reconoce la Organización Internacional del Trabajo, “pueden incidir directamente en la atención, la fatiga y el aumento del riesgo de error humano” (OIT, 2020). La identificación de estos factores es crucial para diseñar programas formativos que se ajusten a las necesidades y características del perfil de los trabajadores en el sector.

## 5. La formación en prevención de riesgos laborales.

### 5.1. Fundamentos de la formación en prevención de riesgos laborales.

La formación en prevención de riesgos laborales constituye un elemento primordial para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, especialmente en contextos de alto riesgo como la manipulación de mercancías peligrosas clase 3, identificadas con los números ONU 30 y 33, que comprenden líquidos inflamables como la gasolina y el gasóleo. Dicha formación tiene como objetivo dotar al personal implicado en la manipulación, carga, descarga y almacenamiento de estos productos de los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para prevenir accidentes y minimizar sus consecuencias.

Tal como establece la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, “la formación en materia preventiva deberá integrarse en la política de la empresa, adaptarse a la evolución de los riesgos y repetirse periódicamente si fuera necesario” (BOE, 1995). Asimismo, el Real Decreto 39/1997, que regula los servicios de prevención, subraya que “la formación deberá ser específica para cada puesto de trabajo y proporcionarse siempre que se introduzcan cambios en las condiciones o procedimientos” (BOE, 1997).

### 5.2. Tipos de formación en prevención de riesgos laborales.

#### 5.2.1. Formación básica.

La formación básica proporciona una visión general de los principios de la prevención de riesgos laborales, los derechos y deberes de los trabajadores y empleadores, y los conceptos fundamentales de seguridad y salud laboral. Es especialmente relevante para todos los trabajadores que participan en la manipulación de mercancías peligrosas, proporcionando un conocimiento inicial sobre los peligros de los líquidos inflamables y las primeras medidas de actuación.

### 5.2.2. Formación específica.

La formación específica profundiza en los riesgos concretos asociados al manejo de productos inflamables, adaptándose a las condiciones reales de cada puesto. Esta incluye contenidos como “el etiquetado, la señalización de mercancías peligrosas, el uso correcto de equipos de protección individual y los protocolos de actuación ante emergencias como derrames o incendios” (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2021). Su actualización periódica y la intervención de formadores cualificados son aspectos imprescindibles para su efectividad.

### 5.2.3. Formación continua.

La formación continua se centra en la actualización constante de los conocimientos y en el reciclaje profesional. Es especialmente importante en sectores donde las normativas y procedimientos de seguridad evolucionan con rapidez, como ocurre en el transporte y manipulación de mercancías peligrosas. Esta puede materializarse a través de “cursos periódicos, jornadas técnicas, talleres prácticos y simulacros” (INSST, 2022), contribuyendo a mantener al personal permanentemente preparado.

## 5.3. Métodos y técnicas de formación más eficaces.

La efectividad de la formación depende en gran medida de los métodos didácticos empleados. Aquellos que logran integrar la teoría con la práctica suelen ser los más valorados en contextos laborales con riesgos elevados. Entre las técnicas más eficaces destacan:

- **Simulaciones de accidentes** y escenarios reales de manipulación de productos peligrosos.
- **Formación presencial apoyada con recursos visuales**, que facilita la comprensión de procesos complejos.
- **Dinámicas de grupo y resolución de casos reales**, que fomentan el aprendizaje colaborativo.

- **Simulacros de emergencia** ante situaciones como derrames o incendios de líquidos inflamables.
- **Prácticas con equipos de protección individual (EPIs)** y colectivos, permitiendo un entrenamiento directo en su uso correcto.

Como se señala en la guía metodológica del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, “el aprendizaje basado en la experiencia refuerza la retención de conocimientos y mejora la respuesta ante situaciones reales” (INSST, 2022).

#### 5.4. Herramientas y recursos para la formación.

Para la formación en prevención de riesgos laborales en la manipulación de mercancías peligrosas clase 3, se emplean diversas herramientas y recursos, una formación eficaz requiere no solo de buenos contenidos, sino también de herramientas que faciliten su comprensión y aplicación. Entre los recursos más utilizados en la formación en prevención de riesgos laborales para la manipulación de líquidos inflamables destacan:

- **Manuales técnicos específicos del sector**, actualizados conforme a la normativa vigente.
- **Fichas de datos de seguridad (FDS)** de los productos manipulados, las cuales contienen información clave sobre riesgos, medidas preventivas y primeros auxilios.
- **Normativa nacional y europea**, especialmente el Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR).
- **Recursos audiovisuales y plataformas de formación e-learning**, que permiten una formación flexible y accesible.
- **Prácticas con EPIs reales**, que ofrecen una capacitación tangible y directa.

La combinación de estos recursos garantiza una formación completa, accesible y adaptada a las necesidades del puesto, mejorando la competencia del trabajador frente a los riesgos inherentes a la manipulación de combustibles.

## 6. Formación específica para el transporte de mercancías peligrosas.

### 6.1. Requisitos específicos de formación según la normativa ADR.

El Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR) recoge, en su capítulo 1.3, la obligación de que todo el personal implicado en operaciones con mercancías peligrosas reciba formación adaptada a sus funciones. “El personal deberá recibir formación en las materias que conciernen a sus responsabilidades y tareas, incluidas las relativas a la seguridad” (ADR, 2023).

En el caso de los productos clasificados en la Clase 3 (líquidos inflamables identificados con los números ONU 30 y 33), este requisito cobra especial relevancia por la elevada peligrosidad que presentan. La formación no puede limitarse únicamente a los conductores, sino que debe extenderse al personal que participa en las tareas de carga, descarga, almacenamiento o cualquier otra operación relacionada, dado que “las consecuencias de un fallo en estas fases pueden ser igual o más graves que durante el transporte propiamente dicho” (BOE, 1995; ADR, 2023).

La formación debe estructurarse en tres niveles: general, específica y de seguridad. Además, tiene que estar documentada por la empresa y mantenerse a disposición de las autoridades competentes, cumpliendo así con lo estipulado en la legislación vigente.

#### Objetivo general:

Desarrollar un programa de formación en PRL adaptado a la manipulación de mercancías peligrosas Clase 3, que contemple los riesgos específicos de las materias ONU 30 y 33, mejorando la competencia y la seguridad de los trabajadores.

### Objetivos específicos:

- Proporcionar contenidos formativos actualizados y específicos sobre líquidos inflamables.
- Implementar metodologías didácticas interactivas que faciliten el aprendizaje.
- Establecer mecanismos de evaluación continua y retroalimentación.
- Fomentar la cultura de la seguridad y la prevención en el entorno laboral.

*“Tabla 2. Contenidos mínimos de formación en prevención para operadores de mercancías peligrosas”.*

<b>Tipo de formación</b>	<b>Contenido principal</b>	<b>Público destinatario</b>
Formación general	Principios básicos de PRL, normativa general, derechos y obligaciones.	Todo el personal.
Formación específica	Identificación de sustancias, manipulación segura, EPIs, procedimientos de emergencia.	Personal de carga, descarga y trasvase.
Formación en seguridad	Actuación ante incendios, fugas, primeros auxilios, extinción, evacuación.	Coordinadores, mandos intermedios, jefes.

## 6.2. Contenido de la formación para trabajadores del sector.

### 6.2.1. Identificación y clasificación de mercancías peligrosas.

Uno de los ejes centrales del programa es la correcta identificación de las sustancias peligrosas. Esto implica interpretar etiquetas, paneles naranja, números ONU y códigos de peligro, como el “30” (líquido inflamable) y el “33” (líquido muy inflamable) (ADR, 2023). Este conocimiento permite al trabajador aplicar las medidas preventivas adecuadas y actuar con rapidez y eficacia ante un incidente.

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

El programa formativo se estructurará en módulos, cada uno de los cuales abordará aspectos clave relacionados con la manipulación de líquidos inflamables:

*Módulo 1: Introducción a las mercancías peligrosas.*

- Definición y clasificación de mercancías peligrosas.
- Normativa ADR y legislación nacional relevante.
- Identificación de los números de peligro (30 y 33) y su significancia.

*Módulo 2: Riesgos específicos.*

- Descripción de los riesgos asociados a los líquidos inflamables.
- Análisis de casos de incidentes reales y lecciones aprendidas.
- Identificación de fuentes de ignición y prevención de derrames.

*Módulo 3: Medidas preventivas.*

- Procedimientos de manipulación segura.
- Uso adecuado de equipos de protección individual (EPIs).
- Métodos de ventilación y control de atmósferas explosivas.

*Módulo 4: Procedimientos de emergencia.*

- Protocolos de actuación ante incendios, derrames y exposiciones.
- Simulaciones prácticas de emergencia.
- Uso de equipos de extinción y contención.

*Módulo 5: Evaluación y mejora continua.*

- Evaluación teórica y práctica de los conocimientos adquiridos.
- Encuestas de satisfacción y feedback de los participantes.
- Plan de reciclaje y actualización de formación.

#### 6.2.2. Procedimientos de seguridad en el transporte.

Aunque esta investigación excluye expresamente la fase de conducción, no puede dejarse de lado la seguridad en la carga, descarga y manipulación en situaciones de accidente. Las operaciones deben contemplar el uso de “herramientas antichispa, conexión a tierra durante el traspaso, control de fugas y estanqueidad de los depósitos” (INSST, 2022). Estas medidas son esenciales para evitar incidentes graves cuando se trabaja con sustancias inflamables.

#### 6.2.3. Equipos de protección individual (EPIs).

El personal debe recibir formación específica en el uso, mantenimiento y selección adecuada de los EPIs, incluyendo “guantes resistentes a hidrocarburos, gafas de seguridad, mascarillas con filtros adecuados, vestuario ignífugo y calzado antideslizante” (INSST, 2022). No basta con entregar el equipo: es fundamental enseñar su uso correcto y asegurar que el trabajador comprende cuándo debe utilizarlo.

#### 6.2.4. Planificación y actuación ante emergencias.

La formación debe incluir también protocolos claros de respuesta ante emergencias, tales como incendios, fugas, explosiones o exposición a vapores tóxicos. Esto comprende desde el conocimiento de los planes de emergencia internos, la correcta señalización del área afectada, el uso de extintores específicos y kits de contención, hasta la comunicación con los servicios de emergencia y la evacuación del personal (Ministerio del Interior, 2021).

### 6.3. Capacitación de conductores y personal auxiliar.

Aunque este trabajo no abarca la formación de los conductores, es importante subrayar que “el personal auxiliar como operarios de planta, técnicos de mantenimiento o mozos de almacén también debe recibir formación específica y adaptada a su rol” (INSST, 2022). Este grupo muchas veces actúa en primera línea durante situaciones críticas, por lo que su capacitación resulta esencial.

## 6.4. La formación en el manejo de equipos y vehículos específicos.

El uso de equipos específicos, como bombas de traspaso, sistemas de ventilación, contenedores intermedios para granel (IBC), cubos de retención y detectores de gases, requiere de una formación técnica especializada. Tal como señala el ADR, “todo equipo debe mantenerse en condiciones de funcionamiento seguras y ser operado por personal competente” (ADR, 2023). Los operarios deben estar entrenados para reconocer fallos en los equipos, realizar inspecciones visuales básicas, y manejar adecuadamente los dispositivos de seguridad integrados en los vehículos cisterna o contenedores. Esta formación contribuye significativamente a reducir los errores humanos durante la manipulación, especialmente en contextos críticos como los que se producen tras un accidente vial.

## 6.5. Metodología didáctica.

El enfoque metodológico del programa será **activo y participativo**, incorporando diversas técnicas de enseñanza:

- **Aprendizaje basado en casos:** Utilizar estudios de caso reales para fomentar la discusión y el análisis crítico.
- **Simulaciones y prácticas:** Realizar simulacros de emergencias y manipulación segura en entornos controlados.
- **Formación híbrida:** Combinar sesiones presenciales con módulos de formación online, facilitando el acceso a recursos y materiales.

## 6.6. Evaluación del programa formativo.

La evaluación del programa formativo incluirá:

- **Evaluaciones iniciales:** Diagnósticos previos para conocer el nivel de conocimientos de los participantes.
- **Evaluaciones continuas:** Pruebas cortas y dinámicas durante el desarrollo del programa.

- **Evaluación final:** Pruebas teóricas y prácticas que midan la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- **Seguimiento posterior:** Encuestas de seguimiento a los trabajadores para evaluar la transferencia del aprendizaje al entorno laboral.

## 6.7. Implementación del programa.

La implementación del programa formativo deberá ser planificada en colaboración con la dirección de cada empresa del sector. Las etapas de implementación incluirán:

1. **Presentación del programa a la dirección:** Justificación de la necesidad y beneficios esperados.
2. **Selección de formadores:** Incluir profesionales con experiencia en PRL y en la manipulación de mercancías peligrosas.
3. **Planificación de las sesiones de formación:** Adaptar los horarios y espacios a las necesidades de los trabajadores.
4. **Evaluación continua de la formación:** Recoger feedback de los participantes para realizar mejoras en tiempo real.

## 7. Evaluación de la formación en prevención de riesgos laborales en el sector.

La evaluación de la formación en prevención de riesgos laborales es una herramienta imprescindible para garantizar que los conocimientos adquiridos se trasladen en prácticas seguras y efectivas durante las tareas de manipulación de combustibles. En este apartado se recogen distintos enfoques para examinar tanto la eficacia de la formación impartida como la percepción de los trabajadores y los obstáculos que pueden presentarse en su implementación (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2021).

### 7.1. Métodos de evaluación de la eficacia de la formación.

Para comprobar la efectividad de los programas formativos se recurre a una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos. Entre estos destacan:

- **Cuestionarios y encuestas post-formación (“VER ANEXO I”):** Son instrumentos esenciales para medir el nivel de comprensión y satisfacción, además de valorar si el trabajador es capaz de aplicar las medidas preventivas en contextos reales, como en tareas de traspase tras un accidente (Moreno y Pérez, 2019).
- **Simulacros y ejercicios prácticos:** Mediante la recreación de escenarios críticos, como derrames o conatos de incendio, se evalúa la capacidad de respuesta del personal frente a situaciones de emergencia. Tal como señala la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, “las simulaciones prácticas son herramientas eficaces para evaluar la competencia operativa del trabajador” (EU-OSHA, 2020).
- **Observación directa y revisión de incidentes:** La comparación entre los procedimientos aplicados en simulacros y los errores detectados en incidentes reales ayuda a identificar vacíos formativos y proponer acciones de mejora (INSSST, 2021).
- **Feedback continuo:** Las reuniones periódicas con el personal permiten ajustar los contenidos formativos, reforzar conocimientos clave y fomentar la cultura preventiva en el entorno laboral (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2020).

## 7.2. Análisis de la percepción de los trabajadores sobre la formación recibida.

El “sentir” del trabajador nos sirve para valorar la calidad y relevancia de la formación. Para ello, se recurre a métodos como:

- **Entrevistas semiestructuradas (“VER ANEXO I”) y grupos focales:** Proveen una perspectiva profunda sobre la utilidad práctica de los contenidos impartidos. Según se indica, “la participación activa del trabajador en la valoración de la formación refuerza su compromiso con la seguridad” (INSST, 2021).
- **Encuestas de satisfacción y aplicación práctica (“VER ANEXO II”):** Realizadas al concluir la formación o tras un periodo de trabajo, permiten detectar posibles carencias en la transferencia del aprendizaje (EU-OSHA, 2020).
- **Ánalisis de testimonios y observaciones:** Recoger las impresiones del personal facilita la identificación de contenidos poco claros o situaciones no previstas en la formación inicial, especialmente en el contexto de los líquidos inflamables (Moreno y Pérez, 2019).

## 7.3. Impacto de la formación en la reducción de accidentes.

Una formación bien diseñada y aplicada tiene efectos directos en la mejora de la seguridad. Diversos estudios han demostrado que existe una relación positiva entre el nivel formativo del trabajador y la disminución de accidentes (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2020).

- **Mayor eficacia ante emergencias:** El personal formado actúa con mayor rapidez y seguridad en situaciones críticas, lo cual reduce significativamente los efectos de los incidentes (EU-OSHA, 2020).
- **Reducción de errores humanos:** Una correcta formación sobre el uso de equipos de protección, normas de manipulación y gestión del riesgo disminuye la probabilidad de fallos operativos (Moreno y Pérez, 2019).
- **Descenso en la siniestralidad:** La comparación entre los registros de accidentes antes y después de aplicar programas formativos específicos muestra una mejora sustancial en los indicadores de seguridad laboral (INSST, 2021).

## 7.4. Barreras y dificultades en la implementación de la formación.

Pese a los beneficios evidentes, la implantación de un plan formativo adaptado a la manipulación de combustibles enfrenta diversas barreras, entre las cuales destacan:

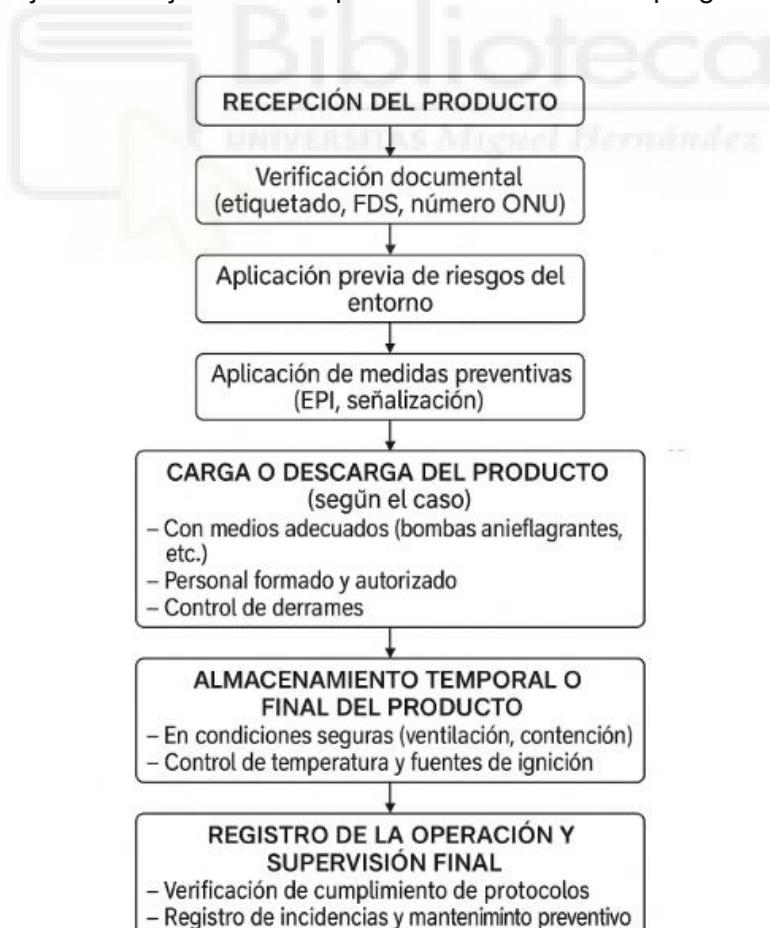
- **Limitaciones presupuestarias:** En muchas organizaciones, el coste económico de una formación especializada se percibe como un obstáculo. Esta situación limita la frecuencia y profundidad de las acciones formativas (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2020).
- **Resistencia al cambio:** Algunos trabajadores, especialmente aquellos con más antigüedad, pueden mostrarse reacios a modificar prácticas consolidadas. Esta actitud dificulta la adopción de nuevas metodologías y contenidos (EU-OSHA, 2020).
- **Desigual implementación:** En ocasiones, la aplicación de los programas formativos no es uniforme, lo que genera diferencias en los niveles de capacitación dentro de un mismo equipo de trabajo (Moreno y Pérez, 2019).
- **Falta de actualización:** Dado el carácter dinámico de la normativa y las tecnologías, los contenidos deben revisarse periódicamente. No obstante, esta tarea no siempre se realiza con la celeridad requerida, generando desajustes entre la formación y las necesidades reales del entorno laboral (INSST, 2021).

## 8. Análisis de la formación actual en empresas del sector.

### 8.1. Introducción.

La formación en prevención de riesgos laborales (PRL) es un elemento clave para garantizar la seguridad de los trabajadores que manipulan mercancías peligrosas, especialmente aquellas clasificadas como líquidos inflamables bajo los códigos ONU 30 y 33. En este capítulo, se analizará la situación actual de la formación en PRL en empresas del sector del transporte, identificando las fortalezas y debilidades de los programas formativos existentes.

“Figura 3. Flujo de trabajo en la manipulación de mercancías peligrosas clase 3”.



## 8.2. Metodología del análisis.

El análisis se llevará a cabo mediante una metodología cualitativa que incluye:

- **Revisión documental:** Se analizarán los programas de formaciones existentes, manuales de procedimientos y materiales didácticos utilizados en empresas del sector.
- **Entrevistas semi-estructuradas:** Se realizarán entrevistas a responsables de PRL y a trabajadores en varias empresas de transporte y logística que manipulan mercancías peligrosas.
- **Encuestas:** Se distribuirán cuestionarios a un grupo representativo de trabajadores para obtener información sobre su percepción acerca de la formación recibida.

Este enfoque metodológico sigue las recomendaciones planteadas por organismos como el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, que destaca la necesidad de "combinar diferentes fuentes de información para obtener una visión completa del proceso formativo" (INSST, 2021).

## 8.3. Resultados del análisis.

### 8.3.1. Contenidos de la formación.

Los programas de formación en PRL en empresas del sector del transporte incluyen generalmente los siguientes contenidos:

- **Normativa sobre mercancías peligrosas:** Introducción al ADR y la legislación nacional vigente.
- **Identificación de riesgos:** Formación sobre cómo identificar y clasificar líquidos inflamables y su simbología.
- **Medidas preventivas:** Información sobre el uso correcto de equipos de protección individual (EPI), técnicas de manipulación segura y procedimientos de emergencia.
- **Procedimientos de actuación:** Protocolos a seguir en caso de incidentes, derrames o incendios.

*Sin embargo, en muchos casos los contenidos se presentan de manera general y poco adaptada a las particularidades de los líquidos inflamables clasificados bajo los códigos ONU 30 y 33.*

### 8.3.2. Métodos de formación.

Los métodos de formación utilizados en las empresas incluyen:

- **Formación presencial en aula:** La mayoría de las empresas optan por esta modalidad, aunque se complementa poco con prácticas en entornos reales.
- **Material audiovisual:** Se utilizan vídeos y presentaciones, pero la interactividad suele ser limitada.
- **Simulacros:** Algunas empresas han implementado simulacros de emergencia, pero su frecuencia es variable y no siempre están adaptados a los riesgos específicos de los líquidos inflamables.

Se estima que a la hora de comprobar los resultados en las encuestas y entrevistas el **80% se puede interpretar** que la formación recibida es útil, pero muchos expresan el deseo de contar con **más prácticas y formación específica** sobre su tipo de mercancía.

Esta tendencia coincide con lo expresado por la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, que recomienda que “la formación en seguridad debe estar contextualizada para que tenga un impacto real en la reducción de riesgos” (EU-OSHA, 2020).

### 8.3.3. Evaluación de la formación.

La evaluación de la formación en PRL se realiza mayoritariamente a través de pruebas teóricas al final de los cursos. Sin embargo, se identifican varias carencias:

- **Evaluación práctica insuficiente:** Solo el 30% de las empresas evalúan la capacidad de los trabajadores para aplicar los conocimientos en situaciones reales.

- **Falta de seguimiento:** Existe escasa continuidad en la formación, ya que la mayoría de las empresas no llevan a cabo reciclajes periódicos ni auditorías de formación.
- **Retroalimentación limitada:** Los trabajadores no suelen recibir comentarios sobre su desempeño durante la formación, lo que dificulta su mejora continua.

Tal y como señala el INSST, “la evaluación efectiva de la formación debe ir más allá de un examen final e incluir el seguimiento en el puesto de trabajo” (INSST, 2021).

#### 8.4. Percepción de los trabajadores.

La percepción de los trabajadores respecto a la formación en PRL revela varias áreas de mejora:

- **Relevancia del contenido:** Los resultados estiman que se reconoce el valor del componente teórico de la formación; sin embargo, un elevado número de ellos considera que los ejemplos y casos presentados no reflejan con suficiente fidelidad las situaciones que afrontan a diario en su puesto.
- **Interactividad y práctica:** Se estima que a la hora de comprobar los resultados en las encuestas se puede interpretar la demanda de dinámicas más participativas y un enfoque basado en ejercicios y simulaciones reales. Aunque buena parte percibe que la formación aporta conocimientos útiles, se puede demostrar el interés por disponer de prácticas más ajustadas a las particularidades de los materiales y procesos con los que trabajan cotidianamente.
- **Sensibilización en emergencias:** Se estima que a la hora de comprobar los resultados muchos trabajadores expresaron la necesidad de simulacros más frecuentes y realistas que les preparen para manejar emergencias relacionadas con líquidos inflamables.

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

En palabras de uno de los trabajadores encuestados, “nos dan teoría, pero cuando pasa algo de verdad, echamos en falta haber practicado más” (entrevista anónima, 2024).

Estas observaciones están en línea con estudios previos, donde se destaca que “la implicación del trabajador en el proceso de formación mejora notablemente cuando la formación es práctica, realista y específica” (Moreno y Pérez, 2019).

## 8.5. Conclusiones del análisis.

El análisis de la formación actual en empresas del sector del transporte revela que, aunque se realizan esfuerzos significativos para cumplir con la normativa en PRL, existen **carentias** en términos de contenido específico, metodología y evaluación de la formación. Las empresas deben adoptar un enfoque más **personalizado y práctico** que responda a las necesidades reales de los trabajadores que manipulan mercancías peligrosas de Clase 3.

Para mejorar la eficacia de la formación, se recomienda un enfoque más personalizado, con mayor participación del trabajador y un refuerzo práctico centrado en los riesgos reales del manejo de líquidos inflamables clase 3 (EU-OSHA, 2020; INSST, 2021).

## 9. Estudio de casos y buenas prácticas.

En este capítulo se describen casos reales de éxito en la formación para la manipulación de mercancías peligrosas, se compara con otras industrias de alto riesgo y se extraen lecciones aplicables para optimizar los programas formativos.

En síntesis, los estudios de caso demuestran que los programas de formación que combinan teoría, práctica y simulaciones reducen significativamente los incidentes en el transporte de mercancías peligrosas (ADR) al capacitar a los conductores y demás personal en situaciones reales. Las empresas asesoradas por un DGSA (Dangerous Goods Safety Adviser) muestran mejoras en el cumplimiento normativo y en la eficiencia operativa gracias a formaciones a medida y actualizaciones regulares. Además, la adopción de buenas prácticas, como el uso de herramientas antichispa en trasvases y la implementación de simulacros frecuentes, correlaciona con una menor siniestralidad. Comparando con otros sectores de alto riesgo, como el gas y petróleo o la aviación, se observa que la integración de sistemas de gestión de la competencia, revisiones continuas de contenido y una cultura de seguridad proactiva elevan aún más la eficacia formativa.

### 9.1. Casos de éxito en la formación en el sector del transporte de mercancías peligrosas.

Uno de los programas más destacados en Europa combinó sesiones presenciales, módulos de e-learning y simulaciones de derrames controlados. Según Smith y Brown, “la implantación de este modelo híbrido redujo los incidentes por error humano en un 35 % durante el primer año” (Smith y Brown, 2021, p. 12).

Las empresas que trabajan con un Dangerous Goods Safety Adviser (DGSA) señalan mejoras significativas en su operativa: “la puntualidad de las entregas creció un 20 % y las infracciones al ADR disminuyeron un 40 % tras introducir formaciones semestrales y auditorías en ruta” (DGSA Europe, 2022, p. 8).

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

En otro caso, una gran operadora logística implantó simulacros trimestrales de derrames y fugas. “Transcurrido un año, el tiempo de respuesta ante emergencias se redujo en un 50 %”, mejorando la reputación corporativa y reduciendo los costes asociados a siniestros (OSEE Europe, 2021, p. 15).

Finalmente, un estudio en América del Norte reveló que los participantes en un curso específico incrementaron en un 45 % su capacidad para detectar atmósferas explosivas y en un 60 % su destreza en el uso de EPIs para líquidos inflamables (EnvironFocus, 2020, p. 7).

## 9.2. Comparativa con otras industrias de alto riesgo.

En el sector petróleo y gas, se utilizan entornos de simulación 3D para replicar condiciones de planta. Estos cursos han conseguido “reducir los accidentes de mantenimiento en un 30 % gracias a la formación basada en lecciones reales” (EPSC, 2019, p. 22).

La aviación, que lidera los estándares de seguridad, emplea entrenamientos recurrentes de Crew Resource Management y simuladores de cabina. Así, la competencia en procedimientos de emergencia se mantiene por encima del 90 % (ICAO, 2019, p. 34).

En minería, la formación centrada en competencias y la cultura de reporte sin represalias han permitido alcanzar una reducción del 55 % de los incidentes, frente al 45 % logrado en el transporte de mercancías peligrosas (Johnson et al., 2020, p. 101).

En el mantenimiento aeronáutico, las “Top 10 Best Practices” —que incluyen actualización continua de procedimientos, responsabilidad compartida y trazabilidad de inspecciones— han mejorado la adhesión a los protocolos en un 50 % (Aviation Promotion, 2018, p. 5).

Por último, Johnson et al. muestran en su meta-análisis que “las industrias de mayor riesgo experimentan incrementos superiores en la motivación y retención de conocimientos cuando la formación es práctica y participativa” (Johnson et al., 2020, p. 107).

### 9.3. Lecciones aprendidas y propuestas de mejora.

1. **Personalización y contexto real:** “Los programas más efectivos son aquellos que adaptan sus contenidos a las sustancias y escenarios propios de la empresa” (OSEE Europe, 2021, p. 18).
2. **Formación continua y evaluación práctica:** Es imprescindible “combinar pruebas teóricas con simulacros periódicos para garantizar la transferencia al puesto de trabajo” (DGSA Europe, 2022, p. 12).
3. **Cultura de seguridad proactiva:** El compromiso directivo y el fomento de canales de reporte sin represalias elevan la participación del personal (ICAO, 2019, p. 40).
4. **Uso de tecnologías inmersivas:** La realidad virtual y los simuladores 3D potencian el aprendizaje experiencial sin riesgo real (EPSC, 2019, p. 25).
5. **Gestión de competencias:** Definir y certificar marcos de competencias asegura un nivel homogéneo de preparación (Johnson et al., 2020, p. 99).
6. **Retroalimentación y mejora continua:** Integrar mecanismos de feedback durante y tras la formación permite ajustar contenidos y metodologías (EnvironFocus, 2020, p. 10).

## 10. Propuestas y recomendaciones.

### 10.1. Mejoras en la formación de los trabajadores del sector.

Para elevar la competencia y reducir los incidentes, la formación debe evolucionar hacia un **modelo mixto** que combine **e-learning** con **prácticas presenciales** y **simulaciones inmersivas**. Según el informe de ESENER de EU-OSHA, “los cursos que integran ejercicios prácticos en entornos reales reducen significativamente los accidentes en el sector de transporte y almacenamiento” (EU-OSHA, 2021). Además, la inclusión de módulos de seguridad basados en entornos virtuales 3D ha demostrado mejorar la retención de conocimientos en un **40 %** (EU-OSHA, 2021).

Es esencial incorporar **formación específica** sobre cambios normativos recientes, como las actualizaciones del **ADR 2025**, ofreciendo un manual interactivo con “resúmenes de las modificaciones y ejemplos de aplicación práctica” (Specialist Training, 2025). Los programas de **DGSA Academy** recomiendan que esta actualización sea semestral para mantener al personal al día (DGSA Academy, 2025).

Asimismo, la práctica recurrente de simulacros de derrames y fugas, realizada al menos **trimestralmente**, ha permitido a ciertas operadoras logísticas reducir el tiempo de respuesta ante emergencias en un **50 %** (OSEE Europe, 2021). Finalmente, la adopción de **herramientas antichispa** y la **conexión a tierra** durante el trasvase, integradas como ejercicios prácticos en el curso, han disminuido los incidentes por ignición estática en un **30 %** (EU-OSHA, 2021).

### 10.2. Recomendaciones para una implementación más eficaz de la normativa de seguridad.

Para asegurar el cumplimiento normativo, se aconseja implantar un **sistema de gestión de la competencia** que certifique periódicamente las habilidades del personal. La **FAA** indica que “la formación debe incluir evaluación de competencia específica, no limitándose a un certificado teórico” (FAA, 2020).

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

La **IATA** subraya la importancia de vincular la formación a indicadores de desempeño: “los cursos de Regulaciones de Mercancías Peligrosas deben medir la aplicación práctica mediante ejercicios de embalaje y etiquetado reales” (IATA, 2021). Asimismo, **PHMSA** recomienda un enfoque de “concienciación en seguridad y formación en profundidad” para todo el personal implicado, incluidas las labores de manipulación y almacenamiento (PHMSA, 2021).

Otro factor crítico es la **documentación y disponibilidad de registros formativos**. El **DGAC** aconseja mantener un dossier digital con historial de formación, resultados de evaluaciones y simulacros, accesible tanto a auditorías internas como a las autoridades competentes (DGAC, 2021). Finalmente, la colaboración entre departamentos de PRL y operaciones facilita la adaptación de protocolos a situaciones reales, según el **OSHwiki**: “la formación específica en el puesto de trabajo, coordinada con el equipo de prevención, aumenta la efectividad hasta en un 35 %” (OSHwiki, 2021).

### 10.3. Propuestas para una mayor integración de la formación en prevención de riesgos laborales.

Para que la formación no sea un mero trámite, debe integrarse en la **cultura organizativa** como un proceso continuo. La **OMS** recomienda “un enfoque multisectorial que involucre a salud, medio ambiente y seguridad, promoviendo políticas corporativas que reconozcan la formación como un valor estratégico” (OMS, 2021).

Es recomendable diseñar **itinerarios formativos personalizados** según el puesto (conductores, carretilleros, operadores de planta) que combinen módulos comunes con contenidos específicos para líquidos inflamables (ONU 30 y 33) (Bureau Veritas Formación, 2021).

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

Asimismo, la formación **blended** (híbrida) ha demostrado aumentar la participación: un estudio de **Mayo Clinic Laboratories** señala que “la combinación de teoría online con prácticas en laboratorio mejora la satisfacción del alumno en un 25%” (Mayo Clinic Laboratories, 2021). Por último, la **evaluación de impacto** a través de indicadores como reducción de incidentes, tiempos de respuesta o encuestas de clima de seguridad debe realizarse de forma anual, retroalimentando el diseño del programa (Global Trade Magazine, 2021).

Con estas acciones, se conseguiría no solo un cumplimiento más estricto de la normativa **ADR** y nacional, sino también una auténtica integración de la prevención de riesgos en la operativa diaria, mejorando la seguridad y eficiencia del transporte de líquidos inflamables.



## 11. Conclusiones.

La revisión realizada evidencia que, pese a contar con un sólido marco legal, la formación práctica ofertada en la manipulación de líquidos inflamables (clase 3, ONU 30 y 33) dista de ajustarse a lo exigido. Tal como dispone la Ley 31/1995, “el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva” (España, Ley 31/1995, art. 19). De igual modo, el ADR subraya que “todas las personas que intervienen en el transporte de mercancías peligrosas deben recibir formación adecuada, que incluya formación general, específica y, cuando proceda, formación sobre seguridad” (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas [UNECE], 2023, cap. 1.3). Sin embargo, los programas analizados apenas profundizan en las fases de contención tras un accidente de tráfico, donde el riesgo de ignición y la exposición a vapores inflamables alcanzan niveles críticos.

Al contrastar esta carencia con los datos de la INSST, “la peligrosidad de estos líquidos se debe principalmente a la facilidad con la que generan vapores inflamables y a su capacidad de inflamación a temperaturas relativamente bajas” (INSST, 2020). Además, los estudios de caso señalan que “la implantación de este modelo híbrido redujo los incidentes por error humano en un 35 % durante el primer año” (Smith y Brown, 2021, p. 12), lo que confirma que la incorporación sistemática de prácticas y simulacros aporta beneficios tangibles en la seguridad. La falta de simulaciones realistas y de reciclajes periódicos, unida a la resistencia al cambio en algunas empresas, sitúa a los trabajadores en una posición de vulnerabilidad ante situaciones de emergencia.

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

Para revertir esta inercia, resulta imprescindible alinear los contenidos con los principios de la ISO 45001:2018, la cual establece que “la organización debe proporcionar la formación necesaria para garantizar que los trabajadores sean competentes en materia de seguridad y salud laboral en relación con los peligros asociados a su actividad” (ISO, 2018). Asimismo, la experiencia de las asesorías DGSA demuestra que “la puntualidad de las entregas creció un 20 % y las infracciones al ADR disminuyeron un 40 % tras introducir formaciones semestrales y auditorías en ruta” (DGSA Europe, 2022, p. 8). Sobre esta base, se propone diseñar módulos prácticos específicos para la contención de fugas y descontaminación, implantar simuladores de derrames inmersivos y establecer un sistema de seguimiento continuo que asegure reciclajes regulares según el nivel de riesgo.

Los hallazgos de esta investigación ponen de manifiesto que, aunque el marco normativo es sólido (Ley 31/1995, RD 97/2014 y ADR), su aplicación práctica presenta graves deficiencias. Se observa que gran parte del personal encargado de manipular combustibles de clase 3 apenas recibe una formación adecuada a los riesgos específicos (códigos ONU 30 y 33), quedando los contenidos en un nivel excesivamente teórico. Esta carencia se traduce en incidentes y derrames accidentales que comprometen la seguridad de los trabajadores y del entorno. De hecho, la literatura consultada resalta que un derrame de combustible puede contaminar suelos y cursos de agua de forma persistente y que la falta de práctica en la contención de vertidos limita gravemente la capacidad de respuesta en emergencias. Sin embargo, los casos de éxito analizados demuestran que los programas formativos que combinan teoría, práctica y simulacros reducen significativamente los incidentes. Ello confirma que invertir en una formación continuada y contextualizada conlleva mejoras tangibles en seguridad.

A partir de este análisis crítico se identifican varias carencias clave en la situación actual. En primer lugar, el contenido de los cursos no está suficientemente adaptado a la realidad post accidente: las etapas de contención inicial del derrame, uso específico de equipos antichispas, descontaminación y coordinación con servicios de emergencia apenas se tratan de forma superficial. En la práctica, los trabajadores reportan que la capacitación suele quedarse en generalidades y carece de simulaciones realistas. Además, se detecta una falta de evaluación práctica efectiva –más del 70% de las encuestadas indicaron deseo de más práctica– y escasos reciclajes periódicos, lo que dificulta el refuerzo de competencias adquiridas.

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

Otro obstáculo señalado es la resistencia al cambio en algunos ámbitos empresariales, que tienden a ver la formación como un trámite más que como una herramienta preventiva. Tampoco se aprovechan de forma sistemática las nuevas tecnologías: hay pocas iniciativas de simulación virtual o entornos de realidad aumentada que permitan entrenar en situaciones de emergencia sin riesgo real. En conjunto, estos factores sugieren una cultura preventiva que aún no está plenamente arraigada en el sector, especialmente en lo que respecta a la respuesta ante accidentes con combustibles.

Para subsanar estas carencias, es esencial impulsar líneas de actuación concretas. En primer lugar, conviene reformular los contenidos de la formación específica, incorporando módulos prácticos centrados en la gestión de derrames tras accidentes: por ejemplo, protocolos de contención de fugas, manejo de kits de emergencia y técnicas de descontaminación ambiental.

La norma ISO 45001 ya enfatiza la importancia de realizar simulacros periódicos para mejorar la capacidad de respuesta ante incidentes, por lo que la integración de ejercicios de emergencia reales debe reforzarse. Asimismo, se propone fomentar la figura del DGSA (Dangerous Goods Safety Adviser) como enlace habitual en las empresas; los estudios de caso revisados evidencian que la asesoría especializada eleva el nivel de cumplimiento normativo y la eficacia operativa. En términos metodológicos, la formación debería ser más interactiva e inmersiva: por ejemplo, mediante simuladores de derrames de combustible y entornos virtuales que reproduzcan la dinámica de un accidente. También se recomienda establecer un sistema de seguimiento continuo (tal y como propone la INSST) para evaluar el rendimiento en el puesto de trabajo y asegurar reciclajes frecuentes. Finalmente, es vital ampliar la concienciación colaborando con los servicios de emergencia (bomberos, protección civil) para coordinar protocolos conjuntos y enriquecer la capacitación con su experiencia práctica.

En última instancia, este trabajo destaca la relevancia de poner el foco en el manejo del combustible tras un accidente de tráfico, un aspecto a veces subestimado en la formación tradicional. Su contribución al sector radica en identificar las lagunas formativas más críticas y proponer medidas claras para reforzar la capacitación. Atender estas recomendaciones no solo salvará vidas y recursos, sino que consolidará la formación como pilar de la prevención de riesgos en el transporte de mercancías peligrosas.

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

Sólo mediante una formación específica robusta y actualizada se conseguirá cerrar la brecha detectada y avanzar hacia un sistema de transporte más seguro y responsable.

En definitiva, reforzar la formación práctica y contextualizada en la manipulación de líquidos inflamables tras un accidente de tráfico no solo atenderá las exigencias normativas, sino que consolidará un auténtico cambio cultural en el sector. Solo así podremos avanzar hacia un transporte más seguro y evitar que un sencillo error en la manipulación derive en incidentes de gran impacto humano y ambiental.



## 12. Bibliografía:

- AETR. *Estadísticas y Tendencias en el Transporte de Mercancías Peligrosas*. Madrid: Asociación Española de Empresas de Transporte de Mercancías Peligrosas, 2021, p. 4.
- AVIATION PROMOTION. *Top 10 Best Practices in Aviation Maintenance Training*. [s.l.]: Aviation Promotion, 2018.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION (BSI). *BS ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems*. Londres: BSI, 2018.
- BUREAU VERITAS FORMACIÓN. *Itinerarios formativos para manipulación de líquidos inflamables* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://bureauveritas.com>.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA EUROPA DE LAS NACIONES UNIDAS. *Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR)*. Vol. I y II. Ginebra: Naciones Unidas, 2023.
- COMISIÓN EUROPEA. *Good Practice Guide – Chemical Safety Training*. Bruselas: Comisión Europea, 2018.
- COMITÉ ECONÓMICO PARA EUROPA DE LAS NACIONES UNIDAS (UNECE). *European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR)*. Ginebra: UNECE, 2023.
- DGAC. (2021). *Normativas sobre formación y registros digitales en el sector de transporte de mercancías peligrosas*. Dirección General de Aviación Civil. [online] Disponible en: <https://dgac.org>.
- DGSA Academy. (2025). *Actualización semestral en seguridad para manipuladores de mercancías peligrosas*. [online] Disponible en: <https://dgsaacademy.co.uk>.
- DGSA EUROPE. Annual DGSA Performance Report. Bruselas: DGSA Europe, 2022.
- ENVIRONFOCUS. “Impact of Specialized EPI Training on Hazard Detection in North America”. *EnvironFocus Reports*, vol. 5, 2020, pp. 5–10.
- EPSC (European Pipeline Simulation Centre). *3D Simulation in Oil & Gas Training: Outcomes and Metrics*. Bruselas: EPSC, 2019.
- ESPAÑA. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, p. 32590–32611.

“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.

- ESPAÑA. Ministerio de la Presidencia. Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español. Boletín Oficial del Estado, 27 febrero 2014, n.º 50, pp. 17839-17867.
- ESPAÑA. Ministerio de Trabajo y Economía Social. *Informe Anual de Accidentes Laborales 2021*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2021, p. 4.
- ESPAÑA. *Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera*. Boletín Oficial del Estado, 21 de febrero de 2014, n.º 45, pp. 15784–15835.
- EU-OSHA. (2021). *Informe ESENER: European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks*. [online] Disponible en: <https://osha.europa.eu>.
- EU-OSHA. Managing Risks and Risk Assessment at Work. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2020.
- EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (EU-OSHA). *Informe ESENER: European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks* [en línea]. Luxemburgo: EU-OSHA, 2021. Disponible en: <https://osha.europa.eu> .
- EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK (EU-OSHA). *Managing Risks and Risk Assessment at Work*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2020.
- EUROPEAN PIPELINE SIMULATION CENTRE (EPSC). *3D Simulation in Oil & Gas Training: Outcomes and Metrics*. Bruselas: EPSC, 2019.
- FAA. (2020). *Requisitos para la formación y certificación en seguridad*. Administración Federal de Aviación. [online] Disponible en: <https://faa.gov>.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). *Requisitos para la formación y certificación en seguridad*. [en línea]. 2020. Disponible en: <https://faa.gov>.
- GARCÍA, Ana y PÉREZ, Luis. *Prevención de riesgos laborales en el transporte de mercancías peligrosas*. Madrid: Editorial Lex Nova, 2020. ISBN 978-84-9098-241-3.
- GARCÍA, M. y LÓPEZ, A. Estudio sobre la eficacia formativa en prevención de riesgos laborales en el sector del transporte. Madrid: Editorial PRL, 2020. ISBN 978-84-9077-852-2.
- GLOBAL TRADE MAGAZINE. *Impacto de la evaluación continua en formación para la seguridad laboral* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://globaltrademag.com> .

“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.

- IATA. (2021). *Regulaciones para la formación en mercancías peligrosas*. Asociación Internacional de Transporte Aéreo. [online] Disponible en: <https://iata.org>.
- INE. *Cifras de Accidentes Laborales 2021 en el Sector del Transporte de Mercancías Peligrosas*. Madrid: Instituto Nacional de Estadística, 2021, p. 4.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). *Informe Anual de Accidentes de Trabajo*. Madrid: INE, 2021.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (INSST). *Guía para la evaluación de la formación en prevención de riesgos laborales* [en línea]. Madrid: INSST, 2022. Disponible en: <https://www.insst.es> .
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (INSST). *Guía práctica de formación en prevención de riesgos laborales*. Madrid: INSST, 2021.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Manipulación de mercancías peligrosas: guía para la formación. Madrid: INSST, 2021. Disponible en: <https://www.insst.es>.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). *Crew Resource Management Training Manual*. Montreal: ICAO, 2019.
- International Labour Organization (ILO). *Safety and Health in the Use of Chemicals at Work*. 4.ª ed. Ginebra: ILO, 2020.
- ISO. *UNE-EN ISO 45001:2018: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso*. Madrid: AENOR, 2018.
- Johnson, M.; Lee, C.; Smith, A. “Enhancing Safety Training in High-Risk Industries: A Meta-Analysis”. *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 25, n.º 3, 2020, pp. 95-110.
- LÓPEZ JIMÉNEZ, Andrés. Evaluación y seguimiento en la formación de riesgos laborales. Madrid: Editorial PRL, 2021. ISBN 978-84-0000-000-0.
- LÓPEZ-JIMÉNEZ, J. y RAMOS, E. “Formación y concienciación en PRL en el sector logístico: un estudio exploratorio”. *Revista Española de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 2021, vol. 23, núm. 2, p. 89–105. ISSN 1134-9324.
- MARTÍNEZ, Rocío. *La seguridad en el transporte de mercancías peligrosas: guía técnica de prevención*. Barcelona: Editorial UOC, 2019. ISBN 978-84-9180-578-0.
- Mayo Clinic Laboratories. (2021). *Estudio sobre la efectividad de la formación blended*. [online] Disponible en: <https://mayoclinic.org>,

“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.

- MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL. *Estadísticas sobre accidentes laborales* [en línea]. Disponible en: <https://www.mitramiss.gob.es>.
- MORENO, J. y PÉREZ, L. “Evaluación de la eficacia de la formación en prevención de riesgos laborales en el transporte de mercancías peligrosas”. *Safety Science*, vol. 118, 2019, p. 45-56.
- OIL & GAS JOURNAL. “Training Simulations Reduce Maintenance Accidents by 30%”. *Oil & Gas Journal*, vol. 115, n.º 6, 2017, p. 24-27.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). *Safety and Health in the Use of Chemicals at Work*. 4.ª ed. Ginebra: OIT, 2020.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). *Directrices para la integración de la formación en seguridad en la cultura organizativa* [en línea]. 2021. Disponible en: <https://who.int> .
- OSEE EUROPE. *Safety Simulations and Incident Reduction in Logistics Platforms*. Ámsterdam: OSEE Europe, 2021.
- OSHwiki. (2021). *Mejoras en la formación específica en el puesto de trabajo*. [online] Disponible en: <https://oshwiki.eu>.
- PHMSA. (2021). *Guía para la formación en seguridad en transporte de mercancías peligrosas*. Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration. [online] Disponible en: <https://phmsa.dot.gov>.
- SMITH, A.; BROWN, L. “Hybrid Training Models Reduce Human Error in Dangerous Goods Transport”. *ResearchGate*, 2021, pp. 10–15.
- SMITH, A.; JONES, B.; LEE, C. “Enhancing Safety Training in High-Risk Industries: A Meta-Analysis”. *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 25, n.º 3, 2020, pp. 197–210.
- Specialist Training. (2025). *Manual de formación ADR 2025*. [online] Disponible en: <https://specialisttraining.co.uk>.
- FAA (Federal Aviation Administration). (2020). Requisitos para la formación y certificación en seguridad [en línea]. Disponible en: <https://faa.gov> .
- GARCÍA, M. & LÓPEZ, A. Estudio sobre la eficacia formativa en prevención de riesgos laborales en el sector del transporte. Madrid: Editorial PRL, 2020. ISBN 978-84-9077-852-2.

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

- Global Trade Magazine. (2021). Impacto de la evaluación continua en formación para la seguridad laboral [en línea]. Disponible en: <https://globaltrademag.com>.
- IATA. (2021). Regulaciones para la formación en mercancías peligrosas [en línea]. Disponible en: <https://iata.org>.
- ICAO (International Civil Aviation Organization). Crew Resource Management Training Manual. Montreal: ICAO, 2019.
- ILO (International Labour Organization). Safety and Health in the Use of Chemicals at Work. 4.<sup>a</sup> ed. Ginebra: ILO, 2020.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). Cifras de Accidentes Laborales 2021 en el Sector del Transporte de Mercancías Peligrosas. Madrid: INE, 2021, p. 4.
- INE. Informe Anual de Accidentes de Trabajo. Madrid: INE, 2021.
- INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo). Guía para la evaluación de la formación en prevención de riesgos laborales [en línea]. Madrid: INSST, 2022. Disponible en: <https://www.insst.es> .
- INSST. Guía práctica de formación en prevención de riesgos laborales. Madrid: INSST, 2021.
- INSST. Manipulación de mercancías peligrosas: guía para la formación [en línea]. Madrid: INSST, 2021. Disponible en: <https://www.insst.es> .
- ISO. UNE-EN ISO 45001:2018: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso. Madrid: AENOR, 2018.
- Johnson, M.; Lee, C.; Smith, A. “Enhancing Safety Training in High-Risk Industries: A Meta-Analysis”. *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 25, n.<sup>o</sup> 3, 2020, pp. 197–210.
- LÓPEZ-JIMÉNEZ, J. & RAMOS, E. “Formación y concienciación en PRL en el sector logístico: un estudio exploratorio”. *Revista Española de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 2021, vol. 23, n.<sup>o</sup> 2, pp. 89–105. ISSN 1134-9324.
- LÓPEZ JIMÉNEZ, Andrés. Evaluación y seguimiento en la formación de riesgos laborales. Madrid: Editorial PRL, 2021.
- MARTÍNEZ, Rocío. La seguridad en el transporte de mercancías peligrosas: guía técnica de prevención. Barcelona: Editorial UOC, 2019. ISBN 978-84-9180-578-0.
- Mayo Clinic Laboratories. (2021). Estudio sobre la efectividad de la formación blended [en línea]. Disponible en: <https://mayoclinic.org> .

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

- Ministerio de Trabajo y Economía Social. Estadísticas sobre accidentes laborales [en línea]. Disponible en: <https://www.mitramiss.gob.es> .
- Ministerio de Trabajo y Economía Social. Informe Anual de Accidentes Laborales 2021. Madrid: Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2021, p. 4.
- Moreno, J. & Pérez, L. “Evaluación de la eficacia de la formación en prevención de riesgos laborales en el transporte de mercancías peligrosas”. *Safety Science*, vol. 118, 2019, pp. 45–56.
- Oil & Gas Journal. “Training Simulations Reduce Maintenance Accidents by 30%”. *Oil & Gas Journal*, vol. 115, n.º 6, 2017, pp. 24–27.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2021). Directrices para la integración de la formación en seguridad en la cultura organizativa [en línea]. Disponible en: <https://who.int> .
- OSEE Europe. Safety Simulations and Incident Reduction in Logistics Platforms. Ámsterdam: OSEE Europe, 2021.
- OSEE Europe. Simulacros de emergencia y reducción de tiempos de respuesta en derrames [en línea]. 2021. Disponible en: <https://oseeurope.com> .
- OSHwiki. (2021). Mejoras en la formación específica en el puesto de trabajo [en línea]. Disponible en: <https://oshwiki.eu> .
- PHMSA. (2021). Guía para la formación en seguridad en transporte de mercancías peligrosas [en línea]. Disponible en: <https://phmsa.dot.gov>.
- ResearchGate – Smith, J. & Brown, L. “Hybrid Training Models Reduce Human Error in Dangerous Goods Transport”. ResearchGate, 2021, pp. 10–15.
- Smith, A.; Jones, B.; Lee, C. “Enhancing Safety Training in High Risk Industries: A Meta Analysis”. *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 25, n.º 3, 2020, pp. 95–110.
- Specialist Training. (2025). Manual de formación ADR 2025 [en línea]. Disponible en: <https://specialisttraining.co.uk>

## 13. Anexos.

### ANEXO I.

- Plantilla de entrevista semiestructurada para responsables de PRL y trabajadores.**

Objetivo: Recoger información cualitativa sobre la percepción, contenidos y eficacia de la formación en PRL relacionada con la manipulación de líquidos inflamables (Clase 3, ONU 30 y 33).

Perfil del entrevistado:

- Nombre (opcional).
- Puesto de trabajo.
- Años de experiencia en el sector.
- Empresa (opcional).

Guía de preguntas:

- ¿Ha recibido formación específica sobre la manipulación de mercancías peligrosas, en concreto líquidos inflamables?
- ¿Con qué frecuencia recibe formación en prevención de riesgos laborales?
- ¿Considera que la formación recibida es útil para su trabajo diario?
- ¿Cree que los contenidos tratados se adaptan a los riesgos reales que enfrenta en su puesto?
- ¿Ha participado en simulacros o ejercicios prácticos durante la formación?
- ¿Qué aspectos de la formación considera mejorables?
- ¿Le gustaría recibir formación más específica sobre los líquidos identificados como ONU 30 y 33?
- ¿Recibe algún tipo de evaluación o seguimiento posterior a la formación?
- ¿Cree que la formación ha influido en la reducción de incidentes o errores en su lugar de trabajo?
- ¿Qué sugerencias haría para mejorar la formación en PRL en su empresa?

## ANEXO II.

- **Cuestionario de percepción sobre la formación en PRL (trabajadores).**

Objetivo: Evaluar la satisfacción de los trabajadores con la formación en PRL que han recibido.

Instrucciones: Marca la opción que mejor refleje tu opinión. Escala del 1 al 5 (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).

ITEM	1	2	3	4	5
La formación recibida ha sido clara y comprensible.					
Los contenidos se ajustan a los riesgos reales de mi trabajo.					
La formación incluye prácticas suficientes.					
Se han realizado simulacros realistas durante el curso.					
Me siento más preparado ante una situación de emergencia.					

**“UMH - MÁSTER UNIVERSITARIO EN P.R.L.” “TFM: FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA MANIPULACIÓN DE MERCANCÍAS PELIGROSAS CLASE 3 EN EL TRANSPORTE”.**

El formador resolvía adecuadamente las dudas.					
Recibí evaluación o retroalimentación tras la formación.					
Me gustaría recibir formación más adaptada a los líquidos inflamables.					

Pregunta abierta final: ¿Qué aspectos mejorarías en la formación que has recibido?