



# MIRAT

## Sector: Actividades de transporte de mercancías por carretera

**APÉNDICE: Aplicación a un caso hipotético.**

**Memoria explicativa**

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS  
MEDIOAMBIENTALES



## Índice

<b>I. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO DONDE ESTA SE REALIZA .....</b>	<b>1</b>
<b>II. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES .....</b>	<b>2</b>
II.1. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES: ELEMENTOS ESTÁTICOS .....	2
II.1.1. Fuentes de peligro .....	2
II.1.2. Causas de peligro y sucesos iniciadores.....	3
II.1.3. Identificación de los escenarios accidentales.....	4
II.1.4. Cantidad de agente asociada al suceso iniciador .....	6
II.1.5. Cantidad de agente asociada al escenario accidental .....	9
II.2. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES: ELEMENTOS MÓVILES.....	13
II.2.1. Fuentes de peligro .....	13
II.2.2. Causas de peligro y sucesos iniciadores.....	19
II.2.3. Identificación de escenarios accidentales .....	20
II.2.4. Cantidad de agente asociada al suceso iniciador .....	22
II.2.5. Cantidad de agente asociada al escenario accidental .....	23
<b>III. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO .....</b>	<b>27</b>
III.1. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS ESTÁTICOS .....	27
III.1.1. Probabilidad del suceso iniciador .....	27
III.1.2. Probabilidad del escenario accidental .....	29
III.2. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS MÓVILES.....	33
III.2.1. Probabilidad del suceso iniciador .....	34
III.2.2. Probabilidad del escenario accidental .....	35
<b>IV. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO.....</b>	<b>47</b>
IV.1. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO: ELEMENTOS ESTÁTICOS.....	47
IV.2. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO: ELEMENTOS MÓVILES .....	52
<b>V. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO .....</b>	<b>60</b>

V.1. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS ESTÁTICOS	60
V.2. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS MÓVILES .....	60
<b>VI. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA .....</b>	<b>65</b>
VI.1. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS ESTÁTICOS . .....	65
VI.2. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS MÓVILES..	66
<b>VII. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA.....</b>	<b>72</b>
VII.1. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS ESTÁTICOS.....	72
VII.1.1. Extensión del daño medioambiental.....	72
VII.1.2. Intensidad del daño medioambiental.....	73
VII.1.3. Escala temporal del daño medioambiental.....	73
VII.1.4. Significatividad del daño medioambiental.....	74
VII.2. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS MÓVILES .....	74
VII.2.1. Extensión del daño medioambiental.....	75
VII.2.2. Intensidad del daño medioambiental .....	78
VII.2.3. Escala temporal del daño medioambiental.....	78
VII.2.4. Significatividad del daño medioambiental.....	79
<b>VIII.MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA</b>	<b>79</b>
VIII.1.MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS ESTÁTICOS.....	79
VIII.2.MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS MÓVILES .....	80
<b>IX. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA.....</b>	<b>82</b>
IX.1. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA: ELEMENTOS ESTÁTICOS.....	82
IX.2. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA: ELEMENTOS MÓVILES .....	83
IX.3. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA PARA EL CONJUNTO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL OPERADOR .....	84

## **Anejos**

### **Anejos correspondientes a la sección elementos estáticos**

ANEJO A.E.I: Posibles causas asociadas a cada suceso iniciador

ANEJO A.E.II: Árboles de sucesos

ANEJO A.E.III: Modificación de la cantidad retenida por los factores condicionantes

ANEJO A.E.IV: Modificación de la probabilidad asociada al suceso iniciador por gestión del riesgo

ANEJO A.E.V: Modificación de la probabilidad asociada a los factores condicionantes por gestión del riesgo

ANEJO A.E.VI: Descripción del modelo de dispersión para daños por agentes químicos sobre el suelo y el agua subterránea

ANEJO A.E.VII: Informe de salida de la aplicación informática MORA

### **Anejos correspondientes a la sección elementos móviles**

ANEJO A.M.I: Tráfico realizado por el operador en el último año

ANEJO A.M.II: Posibles causas asociadas a cada suceso iniciador

ANEJO A.M.III: Árboles de sucesos

ANEJO A.M.IV: Modificación de la probabilidad asociada al suceso iniciador por gestión del riesgo

ANEJO A.M.V: Modificación de la probabilidad asociada a los factores condicionantes por gestión del riesgo

ANEJO A.M.VI: Cálculo del Índice de Daño Medioambiental (IDM)

ANEJO A.M.VII: Informe de salida de la aplicación informática MORA



## I. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO DONDE ESTA SE REALIZA

El presente ejercicio práctico se dirige a una empresa ficticia, pero ajustada a la realidad, ideada para ilustrar detalladamente la aplicación práctica del MIRAT.

Siguiendo las indicaciones de la memoria del MIRAT, el análisis de riesgos medioambiental de la actividad se estructura en dos partes diferenciadas: una dirigida a los elementos estáticos de la empresa —correspondientes a la planta o instalación— y, otra, dirigida a los elementos móviles —correspondientes a los vehículos en circulación—.

La actividad de la empresa objeto de estudio consiste en el transporte de mercancías sin almacenamiento en su planta, siendo su funcionamiento esquemático el siguiente:

- 1) Envío del medio de transporte desde la instalación del operador al cliente.
- 2) Carga del medio de transporte con la mercancía.
- 3) Transporte de la carga a su destino.
- 4) Recepción y descarga de la mercancía en destino.
- 5) Regreso del medio de transporte descargado a la instalación del operador.

Por lo tanto, el caso práctico queda dividido en dos secciones, una que desarrolla el análisis de riesgos dentro de la instalación —donde los vehículos se encuentran siempre vacíos— y otra en la que se analizan los riesgos medioambientales vinculados a los vehículos en circulación.

La instalación del operador consta de un aparcamiento para vehículos pesados —explanada asfaltada debidamente señalizada y con plazas delimitadas—, una pequeña nave de oficinas de 100 m<sup>2</sup> de planta, y una zona de repostaje de combustible en la que se ubica un depósito aéreo de gasóleo —la carga y descarga de este depósito se realiza en una zona aledaña, al igual que sucede con el repostaje de los vehículos—.

La limpieza de los camiones se realiza a través de una empresa externa por lo que la instalación no dispone de zona de lavadero de cisternas.

El transporte se realiza en todo caso cumpliendo el ADR. Por lo tanto, los vehículos se revisan y testean conforme con dicha norma.

La instalación se ubica en un polígono industrial en el que la mayor parte del suelo se encuentra pavimentado o sin vegetación; además, este suelo tiene un grado de permeabilidad bajo. Adicionalmente, las zonas limítrofes a la instalación son áreas carentes de vegetación.

En las proximidades no existen cursos de agua superficial pero sí existe una masa de agua subterránea, en buen estado de conservación, cuyo nivel freático se encuentra a una profundidad media de 30 metros.

El clima de la zona es mediterráneo, con una marcada sequía estival, siendo la precipitación media anual de 700 mm al año.

El viento a lo largo del año es suave, no llegando su velocidad media a 1 m/s. En cuanto a las especies silvestres, en las proximidades únicamente existen especies de carácter generalista no amenazadas.

Respecto a los servicios de transporte prestados por la empresa, se considera que este operador trabaja únicamente con mercancías a granel, empleando para su traslado camiones que pueden estar compartimentalizados o no en función de cada servicio concreto. En el Anejo A.M.I se ofrece un listado detallado de los itinerarios realizados por el operador en el último año, en el que se incluye la sustancia transportada y su correspondiente volumen de carga.

El operador al que se dirige el presente caso práctico realiza transportes por gran parte de la España peninsular por lo que no resulta factible describir el entorno en el cual se realiza la actividad de transporte —equivaldría, prácticamente, a describir el medio natural del conjunto del territorio nacional—. Esta circunstancia no es óbice para que, conforme se describe en los apartados posteriores del presente documento, el entorno y sus características sean tenidas en consideración dentro del análisis de riesgos.

## **II. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES**

### **II.1. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES: ELEMENTOS ESTÁTICOS**

En el ámbito del presente MIRAT se entiende por elementos estáticos aquéllos que permanecen en una localización concreta durante un periodo de tiempo relativamente largo, incluyendo a los vehículos cuando estos no prestan un servicio de transporte. La naturaleza y funcionamiento de los elementos estáticos puede considerarse, por lo tanto, similar al de los elementos con que cuentan la mayoría de los restantes operadores sujetos a la LRM, ya que las fuentes de peligro no se trasladan fuera del recinto en el que se realiza la actividad.

#### **II.1.1. Fuentes de peligro**

A continuación se enumeran las fuentes de peligro que se han seleccionado como relevantes para el caso práctico, dentro del total de fuentes de peligro recogidas en el MIRAT para el sector. Como se ilustra en la memoria del MIRAT, la codificación asignada a cada fuente responde a la nomenclatura F.X.Y, donde X es el código de la zona en la que aparece la fuente e Y el número de fuente dentro de dicha zona. Las únicas zonas que contienen fuentes de peligro relevantes en este caso práctico son la de estacionamiento y la de instalaciones y actividades auxiliares.

##### **Zona de estacionamiento**

Esta zona se corresponde con el espacio dentro de la instalación en la que permanecen aparcados los vehículos cuando no están prestando un servicio de transporte. Como se ha descrito previamente, en la instalación objeto de estudio únicamente se encuentran estacionados vehículos vacíos, por lo que la fuente de peligro asociada a esta zona sería:



**F.E.3:** Vehículos estacionados sin carga de mercancía.

### **Zona de instalaciones y actividades auxiliares**

Las instalaciones auxiliares son aquellas que prestan el soporte necesario para que la flota de vehículos pueda desempeñar su labor principal de transporte. En este sentido, se han identificado como fuentes relevantes:

**F.A.2:** Depósito de combustible aéreo.

**F.A.3:** Descarga de combustible desde camión de suministro.

### **II.1.2. Causas de peligro y sucesos iniciadores**

La mera presencia de una fuente de peligro —según el enfoque adoptado en la memoria del MIRAT— no implica necesariamente la existencia de un suceso iniciador que pueda desembocar en un accidente medioambiental. De hecho, para que esto ocurra, previamente habrán de darse una serie de circunstancias desfavorables —o causas— que provoquen la liberación o la aparición de un agente potencialmente causante de daño. En el presente análisis se han identificado dos tipos básicos de sucesos iniciadores atendiendo al agente causante de daño que estaría asociado a los mismos: derrames de sustancias tóxicas e incendios o explosiones.

Los derrames a su vez deben diferenciarse en función del agente químico que causaría el hipotético daño medioambiental. En el presente caso práctico los derrames estarían asociados a:

- **Combustible.** El combustible empleado para el abastecimiento de vehículos en la planta objeto de estudio es gasóleo. A éste se le incorpora un aditivo que se compone principalmente de urea, no constituyendo este último un peligro medioambiental relevante.
- **Aguas de extinción de incendio.** Bajo la denominación de “agua de extinción de incendio” se incluye el volumen de agua liberado con objeto de luchar contra un incendio en el interior de la instalación. Esta categoría considera también la cantidad de otras sustancias contaminantes que serían arrastradas por los medios de extinción que se empleen.

En cuanto a los incendios y explosiones, debe indicarse que su consideración como agentes causantes de daño hace referencia exclusivamente a los daños que éstos puedan causar sobre los recursos naturales. De esta forma un incendio que no traspase la instalación o que únicamente afecte a bienes artificiales no tendría la consideración de daño medioambiental. Por otra parte, las aguas de extinción que se empleasen para contener el incendio y que entrasen en contacto con los recursos naturales serían tratadas como un derrame o un agente de tipo químico.

En el Anejo A.E.I se recoge la identificación de las causas que se ha realizado para cada uno de los sucesos iniciadores en función de la fuente de peligro de la cual proceden. A continuación se describe cada una de las mismas:

- **Ausencia de revisiones y controles.** Generalmente los equipos, las instalaciones, los almacenamientos, etc. deben ser objeto de una serie de revisiones periódicas que garanticen su funcionamiento adecuado. De esta forma, se considera que una realización deficiente de los controles pertinentes puede desencadenar un suceso iniciador.
- **Desgaste/corrosión.** El desgaste y la corrosión de los materiales de los que se componen los diferentes equipos puede ocasionar que éstos dejen de funcionar de forma correcta dando lugar a un suceso iniciador.
- **Error humano.** El error humano se entiende bajo un enfoque amplio como cualquier incidente que puede producirse al fallar el personal encargado de los equipos o de las operaciones.
- **Fallo del equipo.** Bajo la causa fallo del equipo se da cabida en el análisis a los incidentes desencadenados por un equipo que, al menos aparentemente, se encontraba en buen estado atendiendo a los controles, a sus niveles de desgaste, a la operación por parte del personal, etc. pero que, sin embargo, provoca un incidente debido a fallos intrínsecos al mismo.
- **Foco de ignición.** En el caso de posibles daños por incendio se atiende a una triple causa conocida como triángulo del fuego. Con base en dicho triángulo se asume que únicamente se da un incendio cuando concurren una fuente de ignición, un combustible y un comburente.

Los focos de ignición pueden ser de cuatro tipos:

- i) Focos eléctricos: Cortocircuitos, arco eléctrico, cargas estáticas, etc.
  - ii) Focos químicos: Reacciones exotérmicas, sustancias reactivas o sustancias auto-oxidables.
  - iii) Focos térmicos: Soldadura, chispas de combustión, superficies calientes, etc.
  - iv) Focos mecánicos: Chispas de herramientas o fricciones mecánicas.
- **Rotura por impacto.** En el presente análisis de riesgos la causa de rotura por impacto se considera asociada al impacto ocasionado por el choque de un vehículo. Por lo tanto, únicamente se ha considerado en aquellas zonas o actividades en las cuales existe una circulación de medios de transporte.

### II.1.3. Identificación de los escenarios accidentales

La identificación de los escenarios accidentales se ha realizado utilizando la herramienta de los árboles de sucesos prevista en la Norma UNE 150008. Mediante estos árboles se prevén los diferentes caminos que puede seguir un suceso iniciador en función de los factores que pueden influir en su evolución en el espacio-tiempo.

De los árboles tipo descritos en la memoria del MIRAT, se han empleado en el presente caso práctico los asociados a derrame e incendio —árboles Tipo 1 y Tipo 2—. La totalidad de los árboles desarrollados se pueden consultar en el Anejo A.E.II del presente Apéndice.

### 1. **Árbol tipo para sucesos iniciadores de derrame (Tipo 1)**

Este árbol se encuentra dirigido a aquellos sucesos iniciadores en los que no se prevé un episodio de incendio o explosión. Por lo tanto, su agente causante de daño es la sustancia que se haya liberado en el origen del incidente.

Los factores condicionantes identificados para este tipo de episodios son los siguientes:

- **Contención automática.** En caso de fuga o derrame en el modelo planteado se asume que las primeras medidas en activarse serán aquellas que no requieran de ninguna actuación por parte del personal. Se trata por lo tanto de las medidas de contención de derrames automáticas y pasivas —en el presente análisis ambas se evalúan bajo la denominación genérica de contención automática—. A modo de ejemplo, esta categoría incluiría los cubetos, el cierre automático de válvulas o compuertas, etc.
- **Contención manual.** En la secuencia de eventos planteada se ha establecido que, con posterioridad al accionamiento de las medidas de contención automáticas, podrían activarse las medidas de emergencia manuales. En este sentido, se entiende por medida manual aquella que requiere de la participación del personal para entrar en funcionamiento. Dentro de esta categoría se incluirían medios como las mantas absorbentes, los depósitos de sepiolita, los cierres manuales de la red de drenaje, etc.
- **Gestión de aguas y derrames.** Bajo la denominación de este factor se hace referencia a la existencia de una red de drenaje capaz de retener tanto los posibles derrames como las aguas pluviales que pudieran resultar contaminadas a causa de los mismos. La red de drenaje puede cubrir tanto la totalidad de la instalación como uno o varios sectores concretos de la misma. Se considera que el cerramiento de esta red como respuesta a un incidente es de tipo automático en la instalación objeto de estudio.

### 2. **Árbol tipo para sucesos iniciadores de incendio (Tipo 2)**

A diferencia de los árboles anteriores, en este tipo se asume la aparición de un foco de ignición que causará un incendio o una explosión. Como respuesta al incendio la instalación activará los sistemas de extinción de los que disponga, pudiendo quedar el incendio en un simple conato o, por el contrario en las circunstancias más desfavorables, llegar a trascender los límites de la planta. En estos árboles se prevé el efecto negativo que podrían ocasionar las aguas y medios de extinción que se empleen durante la lucha contra el incendio.

Los factores condicionantes recogidos en el árbol de sucesos son los siguientes:

- **Detección y extinción temprana.** El primer factor considerado en estos árboles hace referencia a la posibilidad de que el incendio sea detectado y extinguido de forma temprana quedando por lo tanto reducido a un conato. En este caso se asume que el volumen de agua

o de medios de extinción generado no sería relevante —bastaría con emplear un volumen relativamente pequeño para sofocar el incendio—.

- **Gestión de aguas y derrames.** Al igual que en el árbol Tipo 1, este factor condicionante considera la posible retención automática de los medios de extinción que se hayan liberado previamente a la salida de éstos fuera de la instalación.

En el presente caso práctico se considera que no existen posibles daños por incendio a las especies animales ni vegetales puesto que la instalación se ubica en un polígono industrial sin vegetación ni fauna silvestre cercana.

La totalidad de escenarios identificados en el presente caso práctico puede consultarse en los árboles de sucesos recogidos en el Anejo A.E.II del presente Apéndice.

#### II.1.4. Cantidad de agente asociada al suceso iniciador

El cálculo de la cantidad de agente causante del daño asociada a los sucesos iniciadores depende de la naturaleza del suceso iniciador, en este caso, derrame o incendio.

##### 1. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño asociada a derrames

En el caso de derrames (sin incendio o explosión), los parámetros básicos para estimar la cantidad de agente causante del daño liberada son, básicamente: en el caso de los depósitos, el volumen del continente (cisterna, depósito o envase) y el porcentaje de llenado más habitual en el que dichos continentes suelen presentarse en la instalación: y, en el caso de las mangueras de descarga, el caudal transportado y el tiempo de detección de los posibles derrames. Este criterio resulta aplicable a los sucesos iniciadores S.E.8, S.A.3 y S.A.5.

En el caso de los depósitos, el criterio general es el de escoger el depósito de mayor tamaño y el correspondiente porcentaje de llenado con el que habitualmente se encuentra dicho elemento en la instalación. De esta forma, el derrame sería igual al volumen medio de llenado de este depósito.

En cuanto a los derrames originados en sistemas de transporte de sustancias líquidas (descarga de combustible desde camión de suministro, en este caso) el procedimiento propuesto consiste en partir del caudal de dicho sistema de transporte, de tal forma que el volumen liberado será el resultado de multiplicar dicho caudal por el tiempo de reacción ante este tipo de incidentes. La Tabla 1 muestra los tiempos de reacción recomendados en función del equipo de detección y bloqueo que exista en la zona.

Sistema de parada de emergencia	Tiempo (min)
Manual	2
Semiautomático	10
Automático	2

El tiempo de reacción de los sistemas manuales (2 minutos) se ha estimado a partir del tiempo de respuesta propuesto en Flemish Government (2009) para las operaciones de carga y descarga bajo determinados supuestos de actuación.

**Tabla 1.** Tiempos de respuesta en función del sistema de parada de emergencia. Fuente: Elaboración propia a partir de Flemish Government (2009)

Tomando como referencia el tiempo de respuesta de un sistema manual y aplicando el resto de criterios indicados, los volúmenes de agente contaminante asociado a los escenarios de derrame, son los recogidos en la siguiente tabla.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Agente causante de daño	Dato	Cantidad de agente asociada al S.I. (m <sup>3</sup> )
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	Combustible	Volumen del depósito de gasoil del vehículo	0,7
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	Combustible	Volumen medio de llenado del tanque del gasoil	27
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	Combustible	Caudal de descarga (0,01 m <sup>3</sup> /s) x Tiempo de reacción (120 s)	1,2

**Tabla 2.** Cantidad de agente contaminante asociada a cada suceso iniciador: Derrames. Fuente: Elaboración propia

## 2. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño asociada a incendios

Este criterio resulta aplicable a los sucesos iniciadores S.E.9, S.A.4 y S.A.6, los cuales implican la aparición de un incendio en el interior de la instalación.

En caso de incendio, y teniendo en cuenta que en el ámbito de la responsabilidad medioambiental, no se incluye la contaminación atmosférica ni los daños a personas ni a la propiedad privada, la consideración del incendio como causante de daño se circunscribiría a dos posibles escenarios:

- El incendio se extiende más allá de los límites de la instalación y afecta a recursos naturales cercanos. Teniendo en cuenta que la instalación del operador objeto de estudio se ubica en terrenos industriales alejados de recursos naturales susceptibles de verse afectados por un incendio, no se considera relevante esta posible afección.
- Los medios de extinción que intervienen en la generación del daño medioambiental, bien mediante su actuación como vector de la contaminación (en el caso de sustancias no solubles) o como agentes causantes del daño (en el caso de sustancias solubles en agua).

Como se ha descrito previamente, al no existir fauna ni vegetación en las zonas aledañas a la instalación y encontrarse ésta dentro de un polígono industrial, únicamente se consideran las aguas de extinción como agente causante del daño asociado a los incendios que se produzcan en la instalación.

Aunque la sustancia involucrada en el escenario de incendio —gasóleo— es una sustancia inmisible en agua, con objeto de ilustrar la metodología y siguiendo un criterio conservador, la cantidad liberada de agente causante del daño se calcula en función del volumen de agua empleado para sofocar el incendio. De esta forma, el cálculo de la misma depende de los sistemas de extinción de incendios disponibles por la instalación.

Al tratarse de sucesos iniciadores que se producen en el exterior, no puede aplicarse la primera de las tres metodologías propuestas en la memoria del MIRAT.

Sin embargo, puesto que el operador conoce la cantidad de agua disponible en la instalación para llevar a cabo la lucha contra incendios, podrá utilizar este dato como referencia en el cálculo del volumen de agua de extinción aplicando para ello la segunda metodología descrita en el MIRAT. En concreto, el operador conoce la capacidad de su tanque de agua contra incendios —única fuente de suministro de agua para los sistemas de extinción— pudiendo asumir que dicha capacidad coincide con el volumen de agua liberado.

Una vez estimado el volumen de agua liberado es necesario añadirle una determinada cantidad de las sustancias tóxicas presentes en la zona que podrían ser arrastradas. Con este fin, y siguiendo la metodología expuesta en el MIRAT, se ha aplicado la siguiente ecuación:

$$V_I = (V_{TI} \times Fm) + (0,2 \times V_{sust})$$

Dónde:

- $V_I$ , es el volumen total de aguas de extinción en m<sup>3</sup>.
- $V_{TI}$ , es el valor de volumen del tanque contra incendios en m<sup>3</sup>.
- $Fm$ , es un coeficiente que introduce en el modelo la posibilidad de que no se contamine la totalidad del agua empleada en la extinción. Por norma general, este coeficiente puede basarse en la miscibilidad de la sustancia, la cual puede obtenerse, normalmente, de la ficha de seguridad. En el caso de que no se contase con este dato se podría asignar por defecto un valor del 30 por ciento siguiendo la Guía Metodológica para determinadas actividades de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos publicada por la Comisión Técnica de Prevención y Reparación de Daños Medioambientales, la cual está disponible en la web del MAGRAMA<sup>1</sup>. En el presente supuesto práctico se ha asumido este valor (30 por ciento) dado que en la ficha de seguridad consultada<sup>2</sup> no figuran datos de miscibilidad y, adicionalmente, la sustancia no se clasifica como totalmente insoluble en agua.
- $V_{sust}$  es el volumen de sustancias químicas asociado a la fuente de peligro del suceso iniciador, medido en m<sup>3</sup>.

Aplicando esta metodología se obtiene que el volumen de aguas de extinción asociado a cada suceso iniciador, es el siguiente:

---

<sup>1</sup> <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/analisis-de-riesgos-sectoriales/herramientas.aspx>

<sup>2</sup> <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/401a500/1561.pdf>

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Agente causante de daño	V <sub>T1</sub>	F <sub>m</sub>	V <sub>SUST</sub>	Cantidad de agente asociada al S.I. (m <sup>3</sup> )
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Incendio/Explosión del combustible Vertido de aguas de extinción	S.E.9	Aguas de extinción	50	0,3	0,7	<b>15,14</b>
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Incendio/Explosión del combustible Vertido de aguas de extinción	S.A.4	Aguas de extinción	50	0,3	27	<b>20,40</b>
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Incendio/Explosión del combustible Vertido de aguas de extinción	S.A.6	Aguas de extinción	50	0,3	1,2	<b>15,24</b>

**Tabla 3.** Cantidad de agente contaminante asociada a cada suceso iniciador: Incendios. Fuente: Elaboración propia

### II.1.5. Cantidad de agente asociada al escenario accidental

Tras el cálculo de la cantidad de agente causante del daño liberada por la aparición de un suceso iniciador, es necesario identificar la posible evolución que dicho suceso tendrá incorporando al análisis los factores condicionantes y, con ello, cómo varía la cantidad de agente causante del daño hasta que entra en contacto con los recursos naturales.

Los factores condicionantes considerados son distintos en función de la naturaleza del suceso iniciador (derrame o incendio), por lo que la descripción del cálculo de la cantidad de agente causante del daño para cada escenario accidental se ordenará según esta división de naturaleza del suceso iniciador —los correspondientes árboles de sucesos se recogen en el Anejo A.E.II—.

#### 1. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño en los escenarios accidentales derivados de derrames

En el caso de derrames —S.E.8, S.A.3 y S.A.5—, los factores condicionantes contemplados están relacionados con distintos tipos de equipos para su contención: automáticos, manuales y de gestión de aguas.

##### a) Contención automática.

La instalación de sistemas de contención automática y pasiva —tales como cubetos de contención— permite asegurar la contención, siquiera parcial incluso en caso de un funcionamiento no óptimo del sistema, de un vertido.

En caso de éxito, estos sistemas reducen la cantidad de agente causante del daño en un volumen igual a su capacidad de retención; incluso en caso de mal funcionamiento de la contención automática, se considera que estos equipos pueden llegar a reducir la cantidad de agente liberada que finalmente entra en contacto con los recursos naturales.

De esta forma, en caso de éxito el volumen contenido coincidirá con la capacidad de retención del sistema (C) y en caso de fallo se asumirá, al menos, una retención parcial del derrame debido a la

mera existencia de los equipos de emergencia en la planta. Esta retención parcial se estima acudiendo a las puntuaciones obtenidas en una selección de preguntas del cuestionario del SQAS —*Safety & Quality Assessment System*— conforme se indica en la Memoria del MIRAT y en su Anejo A.E.VI. En concreto, el Anejo A.E.III recoge las preguntas del cuestionario SQAS que se han empleado para cada factor condicionante dentro del presente supuesto práctico.

La expresión matemática a emplear en caso de funcionamiento subóptimo de los equipos de retención es la siguiente:

$$V_r = C_{min} \times \frac{\sum P_p}{T_p}$$

Donde:

$V_r$ , es el volumen de derrame contenido en caso de fallo o funcionamiento subóptimo de los equipos de emergencia.

$C_{min}$ , es la capacidad de retención mínima que se estima que podría tener la medida de emergencia incluso en caso de funcionamiento defectuoso de la misma. Se recomienda adoptar un valor conservador para este parámetro de tal forma que no sea superior al 10 por ciento de la capacidad de contención constructiva o nominal de la medida evaluada. Esto es, como máximo en caso de funcionamiento defectuoso, un equipo no podría contener más allá del 10 por ciento de su capacidad total.

$\sum P_p$ , es el sumatorio de las puntuaciones otorgadas a cada una de las preguntas establecidas para cada factor condicionante en el Anejo A.E.III. El valor asignado a cada pregunta será 1, en caso de respuesta afirmativa y 0 en caso de respuesta negativa. Para aquellas preguntas que se encuentren desglosadas en diferentes cuestiones se atenderá a lo indicado en el apartado VIII.4.1 de la memoria del presente MIRAT, de tal forma que la puntuación máxima de la pregunta no excederá de la unidad.

$T_p$ , es el total de preguntas que afectan al factor condicionante que se esté analizando.

Tras aplicar esta metodología, los volúmenes de contención obtenidos para cada suceso iniciador de derrame —tanto en el funcionamiento óptimo, como en el subóptimo— son los siguientes, quedando detallados en el Anejo A.E.III:

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	C (m <sup>3</sup> )	C <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	Contención automática de derrames	No existe, ya que no hay cubeto de retención para esta fuente de peligro.		
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	Contención automática de derrames	30,00	3,00	2,44
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	Contención automática de derrames	No existe, ya que no hay cubeto de retención para esta fuente de peligro.		

**Tabla 4.** Cantidad retenida por la contención automática de derrames. Fuente: Elaboración propia.



**b) Contención manual.**

La consideración en el modelo planteado de las medidas de contención manual es similar al indicado para la contención automática. No obstante, como se explica en la memoria del MIRAT, en el caso de la contención manual, la capacidad de retención mínima ( $C_{min}$ ) depende adicionalmente de la presencia continua de personal en el lugar donde se localiza el derrame. Al no existir personal de forma continuada (24/7) en la instalación objeto de estudio, la capacidad de contención mínima es cero.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	C (m <sup>3</sup> )	C <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	Contención manual de derrames	1,00	0,00	0,00
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	Contención manual de derrames	1,00	0,00	0,00
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	Contención manual de derrames	1,00	0,00	0,00

**Tabla 5.** Cantidad retenida por la contención manual de derrames. Fuente: Elaboración propia

**c) Gestión de aguas y derrames.**

En la instalación del presente caso práctico existe una red de drenaje automática capaz de contener los vertidos que pudieran ocasionarse. Su efecto en términos de cantidad de agente causante del daño que pudiera llegar a entrar en contacto con los recursos naturales y, con ello, causar un daño medioambiental, tienen un tratamiento muy similar al aplicado en el caso de la contención automática: en caso de éxito, la cantidad de agente causante del daño se reduce en un volumen igual a la capacidad de contención de la medida, mientras que en caso de fracaso el volumen retenido estará en función de la gestión del riesgo que el operador realice en la misma, evaluada a través de la puntuación obtenida en una serie de preguntas del cuestionario del SQAS (Anejo A.E.III).

En la siguiente tabla se adjunta un resumen de los datos obtenidos, para cada suceso iniciador.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	C (m <sup>3</sup> )	C <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	Gestión de aguas automática	50,00	5,00	3,13
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	Gestión de aguas automática	50,00	5,00	3,13
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	Gestión de aguas automática	50,00	5,00	3,13

**Tabla 6.** Cantidad retenida por la gestión de aguas automática: Derrames. Fuente: Elaboración propia

**2. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño en los escenarios accidentales derivados de incendios**

En caso de incendio, se han considerado como factores condicionantes los sistemas de detección y extinción de incendios (manuales) y la gestión de aguas y derrames.

**a) Detección y extinción temprana de incendios.**

La detección y extinción temprana de incendios influye en la cantidad de agente causante del daño liberada en términos de tiempo de actuación de los equipos de extinción y, con ello, en la cantidad de medios de extinción empleados (agua).

En caso de detección y extinción temprana del incendio (o éxito del factor condicionante), se considera que los medios de extinción empleados evitan por completo la generación de aguas de extinción, anulándose la cantidad de agente causante del daño.

Por el contrario, cuando no se detecte ni se extinga el incendio en sus inicios (fracaso del factor condicionante) se considera que se generan las aguas de extinción estimadas en la fase anterior (cantidad de agua de extinción asociada suceso iniciador).

**b) Gestión de aguas y derrames.**

En caso de incendio, la disponibilidad de una red de drenaje que puede contener las aguas de extinción generadas se convierte en un sistema básico de prevención de daños medioambientales. Su introducción en el modelo es análoga a lo expuesto para los sucesos iniciadores de tipo derrame, y su gestión se evalúa de nuevo a través de la puntuación obtenida en una selección de cuestiones del SQAS (Anejo A.E.III).

Los datos obtenidos para cada suceso iniciador de tipo incendio, se adjuntan en la siguiente tabla.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	C (m <sup>3</sup> )	C <sub>min</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> )
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Incendio y vertido de aguas de extinción	S.E.9	Gestión de aguas automática	50,00	5,00	3,13
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.4	Gestión de aguas automática	50,00	5,00	3,13
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.6	Gestión de aguas automática	50,00	5,00	3,13

**Tabla 7.** Cantidad retenida por la gestión de aguas automática: Incendios. Fuente: Elaboración propia

Una vez calculada la cantidad de agente contaminante liberada en el suceso iniciador y aplicando los factores condicionantes según el tipo de suceso —consultar árboles de sucesos en el Anejo A.E.II del Apéndice—, se obtienen las cantidades de agente asociadas a cada escenario accidental que se resumen a continuación.

Los valores liberados iguales a cero se corresponden con aquellos escenarios en los que, conforme con el modelo planteado, se asume que las medidas de contención presentes en la instalación lograrían retener la totalidad del volumen derramado originalmente.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Cantidad agente escenario accidental	Ud.
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	S.E.8_E1	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.8_E2	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.8_E3	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.8_E4	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.8_E5	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.8_E6	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.8_E7	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.8_E8	0,00	m <sup>3</sup>
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.E.9	S.E.9_E.1	0,00	m <sup>3</sup>
					S.E.9_E.2	0,00	m <sup>3</sup>
S.E.9_E.3	12,02	m <sup>3</sup>					
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	S.A.3_E.1	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.3_E.2	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.3_E.3	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.3_E.4	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.3_E.5	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.3_E.6	20,44	m <sup>3</sup>
					S.A.3_E.7	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.3_E.8	21,44	m <sup>3</sup>
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.4	S.A.4_E.1	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.4_E.2	0,00	m <sup>3</sup>
	S.A.4_E.3	17,28			m <sup>3</sup>		
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	S.A.5_E.1	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.5_E.2	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.5_E.3	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.5_E.4	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.5_E.5	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.5_E.6	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.5_E.7	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.5_E.8	0,00	m <sup>3</sup>
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.6	S.A.6_E.1	0,00	m <sup>3</sup>
					S.A.6_E.2	0,00	m <sup>3</sup>
S.A.6_E.3	12,12	m <sup>3</sup>					

**Tabla 8.** Cantidad de agente asociada a cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

## II.2. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES: ELEMENTOS MÓVILES

Los elementos móviles de un operador de transporte de mercancías peligrosas por carretera se configuran como aquellos componentes de la actividad del operador que se desplazan por carretera, es decir, los vehículos que transportan determinada carga entre un origen y un destino.

### II.2.1. Fuentes de peligro

En el Anejo A.M.I se recogen los trayectos o servicios que ha realizado el operador del caso práctico. El número de trayectos asciende a un total de 200, por lo que se considera necesario seleccionar itinerarios relevantes de entre el conjunto de itinerarios realizados por el operador.

Esta selección de itinerarios se realiza atendiendo al procedimiento propuesto en el epígrafe IX.1.2 del MIRAT, escogiendo los itinerarios que, agrupando un porcentaje determinado del tráfico total del operador, se encuentren entre los que más distancia suponen y mayor tráfico-vehículo y tráfico-carga generan al operador.

Los 200 trayectos que recoge el Anejo A.M.I pueden resumirse en 179 itinerarios, agrupando los itinerarios que unen dos orígenes o destinos independientemente del sentido en el que se realice el transporte y sin considerar la sustancia transportada.

La Tabla 9 recopila los datos a partir de los cuales se procede a la selección de los itinerarios relevantes de entre el conjunto de la actividad del operador; esta Tabla 9 recoge los primeros 35 itinerarios de cada una de las variables consideradas de interés para la selección de los itinerarios: distancia, tráfico-vehículo (veh-km) y tráfico-carga (t-km).

Tal y como se recoge en el epígrafe IX.1.2 del MIRAT, el procedimiento de selección consiste en comparar tres listas de itinerarios, ordenadas cada una de ellas atendiendo a una de estas tres variables: distancia, tráfico-vehículo (veh-km) y tráfico-carga (t-km). Esta comparación ha de realizarse sobre un número determinado de datos, que se determinará atendiendo a la variable tráfico-carga: número de itinerarios que concentran al menos el 50% del tráfico-carga total del operador, por ejemplo. Los itinerarios seleccionados serán aquellos que, para este número de datos sobre el que se realizará la comparación, aparecen en las tres listas.

El Cuadro 1 recoge los resultados de esta comparación para tres concentraciones de tráfico-carga: 50%, 25% y 10%.

Orden	Itinerarios por distancia (km)		Itinerarios por tráfico-vehículo (veh-km)		Itinerarios por tráfico-carga (t-km)			
	Distancia (km)	Itinerario	Tráfico-vehículo (veh-km)	Itinerario	Tráfico-carga (t-km)	Porcentaje tráfico-carga (%)	Porcentaje acumulado tráfico-carga (%)	Itinerario
1	1.186	Almería - Pontevedra	511.060	Huelva - Grañén	7.923.960	4,91%	4,91%	Huelva - Grañén
2	1.012	Huelva - Grañén	305.465	Málaga - Oviedo	4.630.730	2,87%	7,78%	Málaga - Oviedo
3	1.008	Girona - Córdoba	200.355	Huelva - Alicante	3.511.200	2,18%	9,96%	León - Huesca
4	1.000	Almería - A Coruña	184.800	León - Huesca	3.307.656	2,05%	12,01%	Jaén - San Sebastián
5	998	Barcelona - Huelva	172.660	Almería - Pamplona	3.202.640	1,98%	13,99%	A Coruña - Albacete
6	995	Málaga - Oviedo	168.560	A Coruña - Albacete	3.173.840	1,97%	15,96%	Almería - Pamplona
7	995	Barcelona - Pontevedra	168.487	Santander - Ciudad Real	2.990.000	1,85%	17,81%	Almería - A Coruña
8	993	Ourense - Girona	164.151	Pontevedra - Burgos	2.901.465	1,80%	19,61%	Pontevedra - Burgos
9	991	Pontevedra - Granada	161.859	Ourense - Girona	2.776.599	1,72%	21,33%	Pontevedra - Badajoz
10	990	Barcelona - Badajoz	153.454	Valencia - Huelva	2.512.125	1,56%	22,88%	Huelva - Zaragoza
11	970	Almería - Pamplona	151.240	Barcelona - Pontevedra	2.402.928	1,49%	24,37%	Pamplona - A Coruña
12	968	Granada - Girona	150.348	Jaén - San Sebastián	2.391.984	1,48%	25,86%	Girona - Jaén
13	961	A Coruña - Valencia	149.952	Burgos - Málaga	2.388.480	1,48%	27,34%	Pamplona - Lugo
14	957	Huelva - Zaragoza	142.720	Pamplona - Lugo	2.283.895	1,42%	28,75%	Granada - Bilbao
15	951	Pamplona - Málaga	139.763	Granada - Santander	2.268.600	1,41%	30,16%	Barcelona - Pontevedra
16	905	A Coruña - Huesca	132.888	Girona - Jaén	2.195.469	1,36%	31,52%	Huelva - Alicante
17	905	Pontevedra - Huesca	132.219	Pontevedra - Badajoz	2.055.658	1,27%	32,79%	Santander - Ciudad Real

**Tabla 9.** Datos para la selección de los itinerarios relevantes dentro del conjunto de la actividad del operador. Fuente: Elaboración propia

Orden	Itinerarios por distancia (km)		Itinerarios por tráfico-vehículo (veh-km)		Itinerarios por tráfico-carga (t-km)			
	Distancia (km)	Itinerario	Tráfico-vehículo (veh-km)	Itinerario	Tráfico-carga (t-km)	Porcentaje tráfico-carga (%)	Porcentaje acumulado tráfico-carga (%)	Itinerario
18	904	Girona - Jaén	130.000	Almería - A Coruña	2.005.779	1,24%	34,03%	Huesca - Ciudad Real
19	894	Cádiz - Soria	127.676	Vitoria - Ciudad Real	1.968.128	1,22%	35,25%	Badajoz - León
20	871	Lleida - Ourense	127.008	Girona - Córdoba	1.942.308	1,20%	36,46%	Ourense - Girona
21	868	Barcelona - Granada	120.205	Granada - Bilbao	1.910.664	1,18%	37,64%	Albacete - Cáceres
22	865	Lleida - Córdoba	119.625	Huelva - Zaragoza	1.903.354	1,18%	38,82%	Girona - San Sebastián
23	860	A Coruña - Albacete	118.146	Cáceres - San Sebastián	1.834.742	1,14%	39,96%	Almería - Pontevedra
24	849	Sevilla - Lugo	117.987	Huesca - Ciudad Real	1.816.919	1,13%	41,08%	Granada - Santander
25	829	Granada - Bilbao	115.996	Albacete - Cádiz	1.800.810	1,12%	42,20%	Barcelona - Badajoz
26	827	Granada - Santander	112.540	Badajoz - Santander	1.797.056	1,11%	43,31%	Logroño - Alicante
27	811	Ciudad Real - Barcelona	112.316	Logroño - Alicante	1.778.216	1,10%	44,41%	Almería - Cádiz
28	804	Jaén - San Sebastián	111.962	Girona - San Sebastián	1.778.112	1,10%	45,52%	Girona - Córdoba
29	795	Bilbao - Córdoba	109.263	Salamanca - A Coruña	1.654.044	1,02%	46,54%	Cáceres - San Sebastián
30	791	Cuenca - Pontevedra	109.224	Pamplona - A Coruña	1.631.656	1,01%	47,55%	Vitoria - Ciudad Real
31	791	Valencia - Huelva	107.926	Almería - Pontevedra	1.534.575	0,95%	48,50%	Soria - Girona
32	781	Burgos - Málaga	106.289	Cuenca - Huelva	1.487.112	0,92%	49,43%	Almería - Huelva
33	769	Girona - Palencia	106.032	Salamanca - Valencia	1.470.928	0,91%	50,34%	Albacete - Cádiz
34	762	Sevilla - Castellón	105.930	Barcelona - Badajoz	1.469.160	0,91%	51,25%	Bilbao - Córdoba
35	758	Zaragoza - Almería	105.000	Badajoz - Albacete	1.392.512	0,86%	52,11%	Teruel - Jaén

**Tabla 9 (cont).** Datos para la selección de los itinerarios relevantes dentro del conjunto de la actividad del operador. Fuente: Elaboración propia

Itinerarios relevantes que acumulan más del 50% del tráfico-carga total	Itinerarios relevantes que acumulan más del 25% del tráfico-carga total	Itinerarios relevantes que acumulan más del 10% del tráfico-carga total
A Coruña - Albacete	Almería - Pamplona	Huelva - Grañén
Almería - A Coruña	Huelva - Grañén	
Almería - Pamplona	Málaga - Oviedo	
Almería - Pontevedra		
Barcelona - Pontevedra		
Girona - Córdoba		
Girona - Jaén		
Granada - Bilbao		
Granada - Santander		
Huelva - Grañén		
Huelva - Zaragoza		
Jaén - San Sebastián		
Málaga - Oviedo		
Ourense - Girona		

**Cuadro 1.** Itinerarios seleccionados para distintos tráfico-carga acumulados. Fuente: Elaboración propia

Para un tráfico-carga acumulado del 50%, que se consigue tras sumar el tráfico-carga de 33 itinerarios, únicamente 14 de ellos se encuentran también entre los 33 primeros por tráfico-vehículo y entre los 33 primeros por distancia del itinerario. No obstante, este número de 14 itinerarios sobre los cuales realizar la evaluación de riesgo medioambiental se considera excesivo.

El número de itinerarios se reduce a 3 cuando únicamente se considera el número de itinerarios que concentra al menos el 25% del tráfico-carga total del operador. Dicho tráfico acumulado se consigue tras sumar el tráfico-carga de los 12 itinerarios con mayor tráfico-carga. De estos 12 itinerarios, únicamente 3 aparecen entre los 12 primeros en tráfico-vehículo y en distancia (por ejemplo, el itinerario Jaén-San Sebastián es el cuarto itinerario que mayor tráfico-carga concentra y el duodécimo en tráfico-vehículo, pero ocupa el puesto vigésimo octavo en distancia, por lo que no resulta seleccionado como itinerario relevante).

Aunque el número de tres itinerarios relevantes podría considerarse adecuado, el hecho de que al considerar únicamente los itinerarios que concentran al menos el 10% del tráfico-carga total aparezca seleccionado un itinerario (Huelva-Grañén) que, además, concentra casi el 5% del tráfico-carga del operador, permite, junto con el carácter ilustrativo del presente Apéndice, justificar la evaluación del riesgo medioambiental del operador atendiendo únicamente a este itinerario.

En definitiva, el riesgo medioambiental del presente caso práctico asociado a la actividad del transporte (elementos móviles) se realizará sobre el itinerario Huelva-Grañén.

Este itinerario agrupa tres trayectos (ver Tabla 10). Para la evaluación del riesgo medioambiental del operador, es necesario seleccionar uno de estos trayectos; dicha selección se basará en los criterios que generalmente se emplean para indicar la peligrosidad de una mezcla de sustancias,

adaptándolos al contexto del transporte de mercancías peligrosas en el que se enmarca el presente MIRAT (cuarta etapa del proceso de selección descrito en el epígrafe IX.1.2 del MIRAT).

CodTrayecto	Itinerario	Sustancia (s)	Distancia (L) (km)	Viajes (v)	Carga (c) (t/viaje)	Tráfico-vehículo (veh-km)	Tráfico-carga (t-km)
61	Huelva - Grañén	Gasóleo	1.012	164	12	165.968,00	1.991.616,00
62	Huelva - Grañén	Gasolina	1.012	164	12	165.968,00	1.991.616,00
107	Huelva - Grañén	Gasolina	1.012	177	22	179.124,00	3.940.728,00

**Tabla 10.** Trayectos incluidos en el itinerario relevante seleccionado. Fuente: Elaboración propia

En este caso, el trayecto seleccionado es el número 107, en el que se transporta gasolina entre Huelva y Grañén, habiéndose realizado un total de 177 viajes de 22 toneladas cada uno. Este trayecto es el que mayor tráfico-vehículo y tráfico-carga genera de entre los incluidos en el itinerario relevante; de forma adicional, la otra sustancia transportada en este itinerario (gasóleo) posee propiedades muy similares en relación con la peligrosidad.

Algunas de las características de la gasolina más relevantes en términos de riesgos medioambientales se encuentran recopiladas en el Cuadro 2.

Propiedad	Valor	Observaciones
Punto de ebullición	20 - 200 °C	Con criterio conservador, se ha tomado como referencia el valor superior del rango recogido en la ficha de seguridad
Biodegradabilidad	Baja	En la ficha de seguridad se indica que contiene componentes que son persistentes en el medio ambiente, por lo que se ha optado por asumir el valor más desfavorable siguiendo un criterio conservador
Viscosidad cinemática	0,000001 m <sup>2</sup> /s	Se ha tomado como referencia el límite superior del rango ofrecido en la ficha de seguridad (< 1 mm <sup>2</sup> /s)
Volatilidad	Media	En coherencia con la decisión adoptada a la hora de seleccionar el punto de ebullición de la sustancia, la volatilidad se ha clasificado como media
Densidad relativa	0,70 - 0,80 Agua = 1	Se ha tomado como referencia el valor promedio del rango ofrecido en la ficha de seguridad
Solubilidad en agua	Ninguna	Se asume que el agente es completamente insoluble en agua
Toxicidad	Media	En la ficha de seguridad se indica que es un "tóxico débil" para los organismos acuáticos. No obstante, adoptando un criterio conservador, se le ha asignado una categoría de toxicidad media

**Cuadro 2.** Características de la gasolina. Fuente: Elaboración propia a partir de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/1301a1400/nspn1400.pdf>, <http://www.ecosmep.com/cabecera/upload/fichas/4891.pdf> y [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/Memoria\\_RD\\_Modificacion\\_Reglamento\\_090712\\_tcm7-215414.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/participacion-publica/Memoria_RD_Modificacion_Reglamento_090712_tcm7-215414.pdf)



La gasolina se transporta bajo el Número ONU 1203 y la etiqueta de peligro 3 (peligro de fuego (materias líquidas inflamables)). De esta forma, la fuente de peligro asociada a los elementos móviles sería:

**F.M.1:** Vehículos circulando en un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable.

## II.2.2. Causas de peligro y sucesos iniciadores

La aparición simultánea de una fuente de peligro (en este caso, los vehículos circulando en un determinado itinerario cargados con mercancía peligrosa) y de una o varias causas de peligro dan como resultado la aparición de un suceso iniciador y, con ello, la posibilidad de que se genere un daño medioambiental.

De la caracterización concreta de la fuente de peligro identificada en el marco del presente caso práctico (vehículos circulando entre Huelva y Grañén cargados con gasolina) se desprenden los dos grandes tipos de sucesos iniciadores susceptibles de originar un daño medioambiental: vertidos y derrames (tanto de la carga como de las aguas de extinción) e incendio (tanto del vehículo como de la propia carga).

Los agentes causantes del daño en el caso de vertidos y derrames serán los siguientes, en el marco del presente caso práctico:

- **Mercancía.** La mercancía transportada en el trayecto considerado como relevante es la gasolina, una sustancia inflamable, de escasa volatilidad, menos densa que el agua y no soluble en este medio.
- **Aguas de extinción de incendio.** En caso de incendio, tanto de la carga (ya que la gasolina es inflamable) como del vehículo, la intervención de los servicios de emergencia en su tarea de extinción del incendio generará unas aguas de extinción, que en este caso participarán como vector de la contaminación, arrastrando la mercancía hacia los recursos naturales y, con ello, generando un daño medioambiental.

Además de las aguas de extinción, los sucesos iniciadores relacionados con incendios, a parte de los daños medioambientales derivados de las aguas de extinción, generarán daños en la medida en la que el incendio afecte a los recursos naturales, es decir, a la vegetación forestal adyacente al itinerario.

Finalmente, en el caso del transporte de mercancías peligrosas, en su vertiente del propio transporte (esto es, el desplazamiento de un vehículo con carga entre un origen y un destino), las causas de peligro han sido identificadas en el MIRAT a partir del informe de accidentabilidad en el transporte profesional del año 2002<sup>3</sup>, identificándose las siguientes causas:

- Distracción.

---

<sup>3</sup> <http://www.cetm.es/pagina3/Accidentalidad/AccidentalidadBN.pdf>

- Cansancio, sueño o enfermedad.
- Velocidad inadecuada.
- Infracción a norma de circulación.
- Condición de la vía.
- Mal estado del vehículo.
- Avería mecánica.
- Meteorología adversa.

### II.2.3. Identificación de escenarios accidentales

En el análisis de riesgos medioambientales de los elementos móviles del transporte de mercancías peligrosas por carretera habrán de considerarse siempre de forma sistemática la posibilidad de incendio del vehículo y de derrame (en el caso del presente caso práctico, de la carga, pero, en el caso de que se contemple un accidente de un vehículo que circule vacío, del depósito de combustible). A las características del trayecto seleccionado en el marco del presente caso práctico y, en especial, de la sustancia transportada (gasolina) y de su condición de sustancia inflamable, es necesario incorporar la posibilidad de que el incendio se genere en la propia carga.

La identificación de los escenarios accidentales relevantes para el análisis de riesgos medioambientales se ha realizado utilizando la herramienta de los árboles de sucesos, prevista en la Norma UNE 150008. Esta herramienta permite reconocer los diferentes caminos que puede seguir un mismo suceso iniciador incorporando los factores que influyen en su evolución espacio-tiempo; el final de cada uno de estos caminos conformará cada uno de los escenarios accidentales que podrán generarse por determinado suceso iniciador, cada uno de ellos caracterizado por una probabilidad y unas consecuencias (o, al menos, por una cantidad de agente liberada al medio ambiente).

El trayecto seleccionado en el marco del presente caso práctico exige de la utilización de los tres árboles tipo identificados en el MIRAT. El Anejo A.M.III recoge todos los árboles de sucesos que emergen de la necesidad de identificar los escenarios accidentales relevantes del caso práctico.

#### 1. Árbol tipo para incendio de la carga (Tipo 1)

El hecho de que la carga transportada en el trayecto seleccionado sea inflamable exige de la consideración de la posibilidad de que dicha carga se incendie.

En este caso, la tripulación, atendiendo a lo indicado en el Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera actualmente vigente (ADR 2013), no ha de intervenir en la extinción del incendio, por lo que la única medida de prevención y/o de evitación de nuevos daños que intervendrá es la siguiente:

- **Extinción temprana por parte de los servicios de emergencia.** El éxito de este factor condicionante (es decir, que los servicios de emergencia logren extinguir el incendio de forma temprana) permite descartar los daños asociados al incendio, pero el analista ha de

considerar la generación de aguas de extinción y, con ello, de la posible generación de un daño medioambiental por agente químico (las aguas de extinción se mezclan o arrastran una cantidad de sustancia contaminante presente en el accidente).

Por su parte, cuando los servicios de emergencia no pueden extinguir rápidamente el incendio de la carga, el analista ha de contemplar los dos tipos de daños medioambientales: incendio y vertido o derrame de las aguas de extinción.

De esta forma, los escenarios E.1.f.1 a E.1.f.10 del árbol Tipo 1a considerados como relevantes (es decir, con probabilidad mayor que 0) no contemplarán daños medioambientales relacionados con el incendio; los daños medioambientales de estos escenarios se asocian a la contaminación por agente químico a los distintos tipos de vegetación forestal (árbol Tipo 1a) y al resto de recursos naturales (árbol Tipo 1b), a partir de los cuales se incorporan en el análisis las aguas de extinción.

Por su parte, los escenarios E.1.f.11 a E.1.f.20 habrán de sumar a las consecuencias de las aguas de extinción (árboles Tipo 1b que surgen de cada escenario del árbol Tipo 1a) los daños medioambientales asociados al incendio y a su afección a los recursos naturales (distintos tipos de vegetación forestal).

## 2. Árbol tipo para incendio del vehículo (Tipo 2)

El ADR 2013 sí contempla la posibilidad de que la tripulación pueda extinguir un incendio ocasionado en el vehículo. De esta forma, las medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños que intervienen en este árbol de sucesos son las siguientes:

- **Extinción temprana por parte de la tripulación.** Una intervención exitosa de la tripulación en la extinción de un incendio del vehículo, empleando los equipos de extinción de los que están dotados los vehículos ADR, generaría un escenario accidental sin consecuencias medioambientales (escenario E.2.f.1). En caso de que la tripulación no lograra extinguir el incendio, intervendrían los servicios de emergencia.
- **Extinción temprana por parte de los servicios de emergencia.** Al igual que en el árbol Tipo 1, el éxito de los servicios de emergencia (básicamente, bomberos) generarían escenarios de daño medioambiental por agente químico por las aguas de extinción, tanto a la vegetación forestal (escenarios E.2.f.2 a E.2.f.11 del árbol Tipo 2a) como a los otros recursos contemplados por la LRM (agua, suelo y ribera del mar y de las rías) (escenarios E.2.r.1 a E.2.r.5 del árbol Tipo 2b que emergen de cada escenario del árbol Tipo 2a); por el contrario, si los servicios de emergencia no logran extinguir a tiempo el incendio antes de que se extienda, los daños medioambientales presentarán una vertiente tanto de incendio (escenarios E.2.f.12 a E.2.f.21 del árbol Tipo 2a) como de agente químico (de nuevo, escenarios E.2.r.1 a E.2.r.5 del árbol Tipo 2b que cuelgan de cada escenario del árbol Tipo 2a).

### 3. Árbol tipo para derrame de la carga (Tipo 3)

Como resultado de un accidente durante el transporte de mercancías peligrosas puede producirse el derrame o vertido de la carga, dando lugar a posibles escenarios de daño medioambiental por agente químico.

En este caso, el MIRAT contempla la intervención de dos medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños:

- **Contención temprana por parte de la tripulación.** La tripulación del vehículo accidentado, en caso de encontrarse en buenas condiciones físicas y de seguridad personal, ha de intentar proceder a la contención del vertido o derrame con todos los medios de los que disponga. El MIRAT contempla la posibilidad de que, incluso en caso de éxito de este factor condicionante, se produzca daño medioambiental, teniendo en cuenta el equipamiento obligatorio para la contención de derrames exigido por el ADR y las elevadas cantidades de mercancía transportadas, especialmente en el caso del transporte a granel.
- **Contención temprana por parte de los servicios de emergencia.** En caso de que la tripulación no pueda contener con éxito el vertido o derrame, serán los servicios de emergencia los encargados de proceder a su contención. Se considera que, incluso en caso de éxito de la contención por parte de los servicios de emergencia, es posible que se produzca daño medioambiental (la contaminación ha podido alcanzar ya a algunos recursos naturales).

#### II.2.4. Cantidad de agente asociada al suceso iniciador

##### 1. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño asociada a incendios

La cantidad de agente causante del daño en el caso de incendios, que se relaciona con la generación de aguas de extinción, puede considerarse que depende, en primer lugar, de la solubilidad de la sustancia contaminante presente en el lugar del incendio y, en segundo lugar, de la cantidad de agua empleada para la extinción del incendio.

Tal y como se ha recogido en el Cuadro 2, la gasolina es una sustancia insoluble en agua. De esta forma, el agua empleada para la extinción del incendio actúa en este caso como vector de la contaminación, arrastrando la sustancia contaminante y sin que, al no ser ésta miscible en agua, aumente la cantidad de agente causante del daño por su mezcla con el agua de extinción.

La cantidad de agente causante del daño asociada a incendios, ya sean del vehículo o de la carga, será la misma que la asociada a derrames. Se considera que el incendio provocará desperfectos en la cuba que contiene la gasolina, provocando que todo o una parte del contenido de la misma se libere al medio ambiente.

En el presente caso práctico se considera que el incendio producirá desperfectos en la cuba que provocarán una liberación de gasolina en condiciones similares a las que se considerarán en caso de derrame.

## 2. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño asociada a derrames

El Gráfico 2 del MIRAT, elaborado a partir de DGPCE (2014), muestra que en el 95% de las ocasiones, un derrame durante el transporte de mercancías peligrosas por carretera supone la liberación de un 60% o menos de la cantidad transportada.

De esta forma, en el caso práctico se asume que el derrame supondrá la liberación al medio ambiente de 13,2 toneladas de gasolina (22x0,6), lo que supone un derrame de 17,60 m<sup>3</sup> (asumiendo una densidad de la gasolina de 0,75 t/m<sup>3</sup>, en el centro del rango recogido en la fuente con la que se ha elaborado el Cuadro 2).

Esta cantidad de 17,60 m<sup>3</sup> o 13,2 toneladas de gasolina será también empleada como cantidad de agente causante del daño liberada en caso de incendio, tanto del vehículo como de la propia carga.

La Tabla 11 recoge estos datos, que se aplican a los tres sucesos iniciadores relevantes que derivan de la fuente de peligro: derrame, incendio de la mercancía e incendio del vehículo.

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Agente causante del daño	Dato	Cantidad de agente asociada al S.I. (m <sup>3</sup> )
F.M.1	Vehículos circulando por un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Incendio/Explosión de la mercancía Vertido de aguas de extinción	S.M.1	Incendio y aguas de extinción	Percentil 95 de datos de derrame de DGPCE (2014): 60% de 22 t	17,60
		Incendio/Explosión del vehículo Vertido de aguas de extinción	S.M.2	Incendio y aguas de extinción		
		Derrame de mercancía	S.M.3	Mercancía		

**Tabla 11.** Cantidad de agente contaminante asociada a cada suceso iniciador. Fuente: Elaboración propia

### II.2.5. Cantidad de agente asociada al escenario accidental

#### 1. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño en los escenarios accidentales derivados de incendios

Tal y como se indica en el epígrafe IX.5.2 del MIRAT y se muestra en los árboles 1b y 2b, no se ha contemplado ninguna medida de prevención y/o de evitación de nuevos daños que pudieran evitar o reducir el daño asociado a las aguas de extinción, considerando que la extinción del incendio es el objetivo prioritario de los servicios de emergencia. De esta forma, la cantidad de agente causante del daño será la misma que la estimada para los sucesos iniciadores.

#### 2. Cálculo de la cantidad de agente causante del daño en los escenarios accidentales derivados de derrames

En el caso de accidentes de tráfico con resultado de derrames, sí que se han considerado distintas medidas de prevención y de evitación de nuevos daños relacionadas con la contención de la fuga y del contacto de la sustancia contaminante con los recursos naturales por parte, en primera instancia, de la tripulación y, posteriormente, de los servicios de emergencia.

**a) Contención temprana por parte de la tripulación.**

Los vehículos del operador evaluado disponen únicamente del equipamiento obligatorio indicado por el ADR 2013 (pala, obturador de alcantarilla y recipiente colector). De esta forma, el cálculo del volumen vertido en caso de contención temprana por parte de la tripulación se ha estimado multiplicando un caudal estimado de fuga (10 l/s, que es el caudal de las válvulas de cargado de la cuba) por un tiempo estimado de 10 minutos en los que la tripulación consigue detener la fuga.

En definitiva, una intervención con éxito de la tripulación tras un accidente de tráfico con vertido o derrame de la carga logrará reducir a alrededor de un tercio (de 17,60 m<sup>3</sup> a 6 m<sup>3</sup>) el derrame o vertido de gasolina.

En caso de fracaso de la intervención por parte de la tripulación, el volumen ascenderá a 17,60 m<sup>3</sup>.

**b) Contención temprana por parte de los servicios de emergencia.**

En el caso de la contención por parte de los servicios de emergencia, se ha considerado que, en caso de éxito, se consigue evitar por completo el contacto del gasolina con los recursos naturales.

En cambio, en caso de fracaso se considera que los servicios de emergencia no consiguen contener ninguna cantidad de sustancia contaminante, por lo que la cantidad de agente causante del daño que finalmente entra en contacto con los recursos naturales permanecerá invariable respecto al resultado de la intervención por parte de la tripulación: 6 m<sup>3</sup> en caso de éxito de la tripulación o 17,60 m<sup>3</sup> en caso de fracaso.

La Tabla 12 recoge la cantidad de agente causante del daño a tener en cuenta en cada escenario accidental; los escenarios accidentales se han identificado tal y como están codificados en los árboles 1a, 2a y 3a. La cantidad de agente causante del daño que resulte en cada escenario accidental estos árboles de sucesos aplicará posteriormente a los escenarios accidentales de los árboles 1b, 2b y 3b.

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Cantidad agente (m <sup>3</sup> )	
F.M.1	Vehículos circulando por un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Incendio/Explosión de la mercancía Vertido de aguas de extinción	S.M.1	E.1.f.1	17,60	
				E.1.f.2	17,60	
				E.1.f.3	17,60	
				E.1.f.4	17,60	
				E.1.f.5	17,60	
				E.1.f.6	17,60	
				E.1.f.7	17,60	
				E.1.f.8	17,60	
				E.1.f.9	17,60	
				E.1.f.10	17,60	
				E.1.f.11	17,60	
				E.1.f.12	17,60	
				E.1.f.13	17,60	
				E.1.f.14	17,60	
				E.1.f.15	17,60	
				E.1.f.16	17,60	
				E.1.f.17	17,60	
				E.1.f.18	17,60	
				E.1.f.19	17,60	
				E.1.f.20	17,60	
			Incendio/Explosión del vehículo Vertido de aguas de extinción	S.M.2	E.2.f.1	17,60
					E.2.f.2	17,60
					E.2.f.3	17,60
					E.2.f.4	17,60
					E.2.f.5	17,60
					E.2.f.6	17,60
					E.2.f.7	17,60
					E.2.f.8	17,60
					E.2.f.9	17,60
					E.2.f.10	17,60
					E.2.f.11	17,60
					E.2.f.12	17,60
					E.2.f.13	17,60
					E.2.f.14	17,60
					E.2.f.15	17,60
					E.2.f.16	17,60
					E.2.f.17	17,60
					E.2.f.18	17,60
					E.2.f.19	17,60
					E.2.f.20	17,60

**Tabla 12.** Cantidad de agente contaminante asociada a cada escenario accidental. Fuente:

Elaboración propia

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Cantidad agente (m <sup>3</sup> )
F.M.1	Vehículos circulando por un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Derrame de mercancía	S.M.3	E.3.f.1	0,00
				E.3.f.2	0,00
				E.3.f.3	0,00
				E.3.f.4	0,00
				E.3.f.5	0,00
				E.3.f.6	0,00
				E.3.f.7	0,00
				E.3.f.8	0,00
				E.3.f.9	0,00
				E.3.f.10	0,00
				E.3.f.11	6,00
				E.3.f.12	6,00
				E.3.f.13	6,00
				E.3.f.14	6,00
				E.3.f.15	6,00
				E.3.f.16	6,00
				E.3.f.17	6,00
				E.3.f.18	6,00
				E.3.f.19	6,00
				E.3.f.20	6,00
				E.3.f.21	0,00
				E.3.f.22	0,00
				E.3.f.23	0,00
				E.3.f.24	0,00
				E.3.f.25	0,00
				E.3.f.26	0,00
				E.3.f.27	0,00
				E.3.f.28	0,00
				E.3.f.29	0,00
				E.3.f.30	0,00
				E.3.f.31	17,60
				E.3.f.32	17,60
				E.3.f.33	17,60
				E.3.f.34	17,60
				E.3.f.35	17,60
				E.3.f.36	17,60
				E.3.f.37	17,60
				E.3.f.38	17,60
				E.3.f.39	17,60
				E.3.f.40	17,60

**Tabla 12 (cont).** Cantidad de agente contaminante asociada a cada escenario accidental. Fuente:  
Elaboración propia



### III. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO

#### III.1. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS ESTÁTICOS

La metodología seguida con el fin de estimar la probabilidad de ocurrencia tanto de los sucesos iniciadores como de los escenarios accidentales es, esencialmente, de tipo cuantitativo. Se fundamenta en una serie de valores (tasas de accidente) obtenidos de literatura científica especializada que se matizan en función de la gestión del riesgo en la instalación.

##### III.1.1. Probabilidad del suceso iniciador

La estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada suceso iniciador parte de los datos bibliográficos de tasas de fallo de los equipos que pueden originarlos (recopiladas en el Anejo E.III del MIRAT). En concreto, en el presente caso práctico se han empleado las siguientes:

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Probabilidad genérica	Ud.
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	5,00E-06	incidentes/año*
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.E.9	2,10E-04	incidentes/año*
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	5,00E-06	incidentes/año*
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.4	2,10E-04	incidentes/año*
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	4,80E-05	incidentes/año**
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.6	9,60E-07	incidentes/año**

\* La probabilidad de fallo recogida en la bibliografía se encuentra expresada en incidentes/tanque.año; siendo coincidente con los incidentes/año dado que en el caso práctico se toma como referencia un único tanque.

\*\* La probabilidad de fallo recogida en la bibliografía se encuentra expresada en incidentes/hora.año. Para transformar las unidades a incidentes/año se ha estimado que se tarda aproximadamente 1 hora en llenar el tanque de gasóleo de la instalación y que esta operación se realiza una vez al mes.

**Tabla 13.** Probabilidades genéricas de fallo basadas en bibliografía: Sucesos iniciadores. Fuente:  
Elaboración propia

Una vez determinado el dato de base para la estimación de la probabilidad del suceso iniciador, como se explica en la memoria del MIRAT, ésta puede verse modificada en un determinado porcentaje atendiendo a ciertas cuestiones relacionadas con la gestión del riesgo de la instalación.

Para determinar el porcentaje de reducción que debe aplicar una instalación a la probabilidad de cada uno de sus sucesos iniciadores, se ha acudido como referencia a los distintos cuestionarios recogidos en el SQAS —*Safety & Quality Assessment System*—. En concreto, en el MIRAT (Anejo E.IV) se recomienda un listado de cuestiones a nivel sectorial que puede ser adaptado a las circunstancias concretas de cada operador siempre que éste considere que son otras preguntas las que explican en mayor medida su riesgo medioambiental. Con el fin de ilustrar esta posibilidad, en el presente supuesto práctico se asumirá que el operador objeto de estudio se encuentra en esta situación y considera adecuado aplicar unas cuestiones diferentes a las previstas en el MIRAT. En todo caso, debe indicarse que en el estudio de una instalación real, el analista deberá justificar las cuestiones que finalmente seleccione para la evaluación de su riesgo medioambiental. Esta justificación podría ser incluida en el anejo en el que se recoja el correspondiente listado de cuestiones.

La estimación del porcentaje de reducción de la probabilidad de cada suceso iniciador —hasta un máximo de un 10% de disminución de la tasa de fallo genérica—, requiere responder a las cuestiones para la fuente de peligro y el suceso iniciador analizados. Si la respuesta a la pregunta es afirmativa, dicha cuestión debe valorarse como 1; por el contrario, si la respuesta es negativa, la cuestión debe quedar valorada como 0. Es necesario aclarar que determinadas preguntas se componen de varias cuestiones; en estos casos, el valor de la pregunta total es igual a 1, debiendo puntuarse ésta en función de las respuestas parciales dadas a las distintas cuestiones que la componen. Expresado de forma matemática:

$$P_p = \frac{N_{RA}}{T}$$

Donde:

$P_p$ , es la puntuación de la pregunta completa, cuyo valor máximo es la unidad.

$N_{RA}$ , es el número de respuesta afirmativas dadas dentro de la pregunta.

$T$ , es el total de subcuestiones que conforman la pregunta.

Con objeto de determinar el porcentaje total de disminución de la tasa de fallo genérica, será necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$F_R = \frac{\sum P_p}{T_p} \times 0,1$$

Donde:

$F_R$ , es el factor de reducción aplicable a la probabilidad genérica del suceso iniciador. El valor máximo que puede adoptar es 0,1.

$\sum P_p$ , es el sumatorio de las puntuaciones otorgadas a cada una de las preguntas.

$T_p$ , es el total de preguntas que afectan al suceso iniciador que se esté analizando.

Las repuestas a la totalidad de las cuestiones del SQAS seleccionadas para el operador objeto de estudio pueden consultarse en el Anejo A.E.IV del Apéndice.

En la siguiente tabla se resumen las probabilidades matizadas por gestión del riesgo de todos los sucesos iniciadores identificados en el presente caso práctico.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Probabilidad matizada gestión riesgo	Ud.
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	<b>4,70E-06</b>	incidentes/año
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.E.9	<b>1,98E-04</b>	incidentes/año
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	<b>4,68E-06</b>	incidentes/año
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.4	<b>1,96E-04</b>	incidentes/año
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	<b>4,46E-05</b>	incidentes/año
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.6	<b>8,88E-07</b>	incidentes/año

**Tabla 14.** Tasas de fallo ajustadas por gestión del riesgo: Sucesos iniciadores. Fuente: Elaboración propia

### III.1.2. Probabilidad del escenario accidental

La probabilidad de ocurrencia de un determinado escenario accidental no tiene por qué coincidir con la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador que lo origina. Esto se debe a la existencia de factores condicionantes que afectan al desarrollo del suceso iniciador.

Por ello, la estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental se encuentra asociada de manera directa, por un lado, a la probabilidad de ocurrencia de los sucesos iniciadores ( $T_{FA}$ ) —desarrollada en el punto anterior— y, por otro, a la probabilidad de éxito o fracaso de los factores condicionantes.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada factor condicionante parte de los datos bibliográficos de tasas de fallo de los equipos recopiladas en el Anejo E.V. del MIRAT. En el presente supuesto práctico, atendiendo a las características de la instalación evaluada, se considerarán las recogidas en la siguiente tabla.

Factor condicionante	Probabilidad genérica	Ud.
Contención automática	1,00E-01	fallos/demanda
Contención manual	5,00E-01	fallos/demanda
Gestión de aguas y derrames automática o pasiva	1,00E-01	fallos/demanda
Sistema de detección manual de incendios	9,00E-01	veces/demanda
Sistema de extinción manual de incendios	9,00E-01	veces/demanda
Sistema de detección y extinción de incendios manual	8,10E-01	veces/demanda

**Tabla 15.** Probabilidades genéricas de fallo basadas en bibliografía: Factores condicionantes. Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ha determinado el dato de base para la estimación de la probabilidad del factor condicionante, al igual que sucedía con las probabilidades de los sucesos iniciadores, ésta podrá verse modificada en un determinado porcentaje atendiendo a ciertas cuestiones relacionadas con la correcta gestión y mantenimiento de los equipos de detección, contención y extinción de la instalación.

Para calcular esta disminución de la tasa de fallo, se ha aplicado la misma metodología empleada para los sucesos iniciadores.

De nuevo, para determinar el porcentaje de reducción de la tasa de fallo que debe aplicar una instalación a la probabilidad de cada uno de sus factores condicionantes —con un máximo de un 10% de reducción—, se ha acudido como referencia a los distintos cuestionarios recogidos en el SQAS —*Safety & Quality Assessment System*—.

El cálculo de la reducción de la probabilidad de fallo de los factores condicionantes es análogo al descrito para la probabilidad de ocurrencia de los sucesos iniciadores —las repuestas a la totalidad de las cuestiones del SQAS para cada factor condicionante pueden consultarse en el Anejo A.E.V del Apéndice—. Con dicho cálculo se obtendría la probabilidad de fallo del factor condicionante ajustada por gestión del riesgo en la instalación, que se muestra en la siguiente tabla.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	Probabilidad matizada gestión riesgo	Ud.
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	Contención manual	4,55E-01	veces/demanda
					Gestión de aguas y derrames automática o pasiva	9,38E-02	veces/demanda
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.E.9	Sistema de detección y extinción de incendios manual	7,37E-01	veces/demanda
					Gestión de aguas y derrames automática o pasiva	9,38E-02	veces/demanda
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	Contención automática	9,19E-02	veces/demanda
					Contención manual	4,55E-01	veces/demanda
					Gestión de aguas y derrames automática o pasiva	9,38E-02	veces/demanda
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.4	Sistema de detección y extinción de incendios manual	7,37E-01	veces/demanda
	Gestión de aguas y derrames automática o pasiva	9,38E-02			veces/demanda		
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	Contención manual	4,55E-01	veces/demanda
					Gestión de aguas y derrames automática o pasiva	9,38E-02	veces/demanda
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.6	Sistema de detección y extinción de incendios manual	7,37E-01	veces/demanda
Gestión de aguas y derrames automática o pasiva					9,38E-02	veces/demanda	

**Tabla 16.** Tasas de fallo ajustadas por gestión del riesgo: Factores condicionantes. Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ha determinado la probabilidad de fallo ajustada de los distintos factores condicionantes que afectan a un determinado suceso iniciador, se procede a calcular la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental.

Este cálculo se realiza mediante el operador “Y”, o intersección de las probabilidades de los factores condicionantes que desembocan en el escenario que se esté evaluando. Expresado de forma matemática, la ecuación de cálculo sería la siguiente:

$$P_E = prob_{S.I} \times P_1 \times P_2 \dots \times P_n$$

Donde:

- $P_E$ , es la probabilidad de ocurrencia asociada al escenario “E”, el cual para acontecer requiere que se den conjuntamente el suceso iniciador “S.I” y los factores condicionantes “1, 2, ..., y n”.
- $Prob_{S.I}$ , es la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador cuya evolución desencadena el escenario accidental “E”.
- $P_i$ , es la probabilidad de fallo ajustada de cada factor condicionante.

Aplicando la ecuación se obtienen las probabilidades de los escenarios accidentales, que se recogen en la siguiente tabla.

Zona	Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Probabilidad escenario accidental	Ud.
Estacionamiento	F.E.3	Vehículos estacionados sin carga de mercancía	Derrame de combustible	S.E.8	S.E.8_E1	0,00E+00	veces/año
					S.E.8_E2	0,00E+00	veces/año
					S.E.8_E3	0,00E+00	veces/año
					S.E.8_E4	0,00E+00	veces/año
					S.E.8_E5	2,32E-06	veces/año
					S.E.8_E6	2,40E-07	veces/año
					S.E.8_E7	1,94E-06	veces/año
					S.E.8_E8	2,01E-07	veces/año
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.E.9	S.E.9_E.1	5,19E-05	veces/año
					S.E.9_E.2	1,32E-04	veces/año
S.E.9_E.3	1,37E-05	veces/año					
Instalaciones auxiliares	F.A.2	Depósito de combustible aéreo	Derrame de combustible	S.A.3	S.A.3_E.1	2,10E-06	veces/año
					S.A.3_E.2	2,17E-07	veces/año
					S.A.3_E.3	1,75E-06	veces/año
					S.A.3_E.4	1,81E-07	veces/año
					S.A.3_E.5	2,12E-07	veces/año
					S.A.3_E.6	2,20E-08	veces/año
					S.A.3_E.7	1,77E-07	veces/año
					S.A.3_E.8	1,83E-08	veces/año
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.4	S.A.4_E.1	5,16E-05	veces/año
					S.A.4_E.2	1,31E-04	veces/año
	S.A.4_E.3	1,36E-05	veces/año				
	F.A.3	Descarga de combustible desde camión de suministro	Derrame de combustible	S.A.5	S.A.5_E.1	0,00E+00	veces/año
					S.A.5_E.2	0,00E+00	veces/año
					S.A.5_E.3	0,00E+00	veces/año
					S.A.5_E.4	0,00E+00	veces/año
					S.A.5_E.5	2,20E-05	veces/año
					S.A.5_E.6	2,28E-06	veces/año
					S.A.5_E.7	1,84E-05	veces/año
					S.A.5_E.8	1,90E-06	veces/año
			Incendio y vertido de aguas de extinción	S.A.6	S.A.6_E.1	2,33E-07	veces/año
S.A.6_E.2					5,93E-07	veces/año	
S.A.6_E.3	6,14E-08	veces/año					

Tabla 17. Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales. Fuente: Elaboración propia

### III.2. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS MÓVILES

La asignación de probabilidades a cada escenario accidental se realiza empleando una metodología de carácter cuantitativo, basándose en datos sobre accidentabilidad del transporte de mercancías peligrosas por carretera obtenidos a partir de estadísticas de accidentes durante el trienio 2011-2013. Esta probabilidad genérica de accidente, obtenida según el tipo de vía por el que discurre el vehículo, se matiza posteriormente en función de la gestión del riesgo que el operador realice en su actividad de transporte de la mercancía.

### III.2.1. Probabilidad del suceso iniciador

La probabilidad del suceso iniciador, en el caso de los elementos móviles, se estima, en primera instancia, a partir de la distancia del itinerario que el vehículo discurre por cada uno de los tipos de vías identificados (vías de gran capacidad y vías convencionales).

En el caso del itinerario entre Huelva y Grañén, elegido como relevante en el presente caso práctico, gran parte del mismo discurre por vías de gran capacidad; únicamente el trayecto entre Almodévar y Grañén, de unos 28 kilómetros, discurre por carreteras convencionales. La Tabla 18 recoge el cálculo de la probabilidad de accidente del itinerario, teniendo en cuenta, además, el número de viajes que se realizan del mismo en un año.

Tipo de vía	Accidentabilidad (accidente/año.veh-km)	Distancia (km)	Viajes (veh)	Accidentabilidad (accidente/año)
Vías de gran capacidad	4,99E-07	984	177	8,69E-02
Vías convencionales	3,59E-06	28	177	1,78E-02
<b>TOTAL</b>		<b>1.012</b>		<b>1,05E-01</b>

**Tabla 18.** Probabilidad de accidente de tráfico durante el transporte de mercancías peligrosas en el itinerario relevante seleccionado. Fuente: Elaboración propia

En el marco del presente MIRAT, esta probabilidad de accidente de tráfico durante el transporte de mercancías peligrosas por carretera a lo largo de determinado itinerario puede ajustarse, hasta una reducción máxima del 10%, en función de la gestión del riesgo que el operador tenga implantada. El Anejo A.M.IV muestra las medidas de gestión del riesgo que el operador del presente caso práctico tiene implantadas en la fase de transporte, relativas a equipamiento del vehículo, procedimientos de puesta en marcha y/o de comprobación de elementos de seguridad, formación de la tripulación, etc.

Gracias a las medidas de gestión del riesgo implantadas por el operador del presente caso práctico, el operador consigue una reducción del 3% respecto a la probabilidad genérica de accidente del itinerario. De esta forma, la probabilidad de accidente durante el transporte de mercancías peligrosas por carretera del itinerario entre Huelva y Grañén que realiza el operador del presente caso práctico es de **1,02E-01 accidentes/año**.

Finalmente, la probabilidad de ocurrencia de los distintos sucesos iniciadores se estima multiplicando esta probabilidad de accidente de tráfico (1,02E-01 accidentes/año) por la probabilidad de que, tras el accidente, se produzca uno de los tres escenarios contemplados en este caso práctico (incendio de la carga, incendio del vehículo y vertido o derrame de la carga). Esta probabilidad de cada uno de los desenlaces de un accidente de tráfico se recoge en la Tabla 24 del MIRAT, escogiendo en este caso las probabilidades asociadas a una carga inflamable.

La Tabla 19 recoge la probabilidad asociada a cada suceso iniciador.



Suceso iniciador	Código S.I.	Probabilidad (accidente/año)
Incendio de la carga	S.M.1	1,55E-03
Incendio del vehículo	S.M.2	4,51E-03
Vertido o derrame de la carga	S.M.3	4,12E-02

**Tabla 19.** Probabilidad de ocurrencia de los distintos sucesos iniciadores durante el transporte de mercancías peligrosas en el itinerario relevante seleccionado. Fuente: Elaboración propia

### III.2.2. Probabilidad del escenario accidental

Una vez se ha producido el suceso iniciador, que éste termine afectando a los recursos naturales y, en caso positivo, la magnitud de la afectación, dependerá de la evolución del accidente, para lo que es necesario incorporar al análisis las medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños y, en el caso de los elementos móviles del transporte de mercancías peligrosas, la probabilidad de afección a distintos recursos naturales.

#### 1. Probabilidad de fallo de las medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños

Los árboles de sucesos recogidos en el Anexo A.M.III del presente caso práctico contemplan cuatro medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños. La Tabla 20 recoge las probabilidades genéricas de fallo que el MIRAT recomienda emplear para cada una de ellas.

Medida de prevención y/o evitación de nuevos daños	Notación	Probabilidad (fallo/demanda)
Extinción temprana por parte de la tripulación	$P_{Ext,T}$	5,72E-01
Extinción temprana por parte de los servicios de emergencia	$P_{Ext,SE}$	5,00E-01
Contención temprana por parte de la tripulación	$P_{Cont,T}$	5,72E-01
Contención temprana por parte de los servicios de emergencia	$P_{Cont,SE}$	5,00E-01

**Tabla 20.** Probabilidad genérica de fallo de las medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños. Fuente: Elaboración propia

La metodología propuesta en el MIRAT permite ajustar estas probabilidades (en concreto, en aquellas acciones en las que interviene la tripulación) según la gestión del riesgo que el operador realice de las mismas: equipamiento de emergencia, formación de la tripulación, etc.

En el Anejo A.M.V se muestra la gestión del riesgo que el operador del presente caso práctico realiza. La Tabla 21 muestra las probabilidades de fallo de las medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños, una vez se han ajustado las mismas según la gestión del riesgo.

Medida de prevención y/o evitación de nuevos daños	Notación	Probabilidad (fallo/demanda)
Extinción temprana por parte de la tripulación	$P_{Ext,T}$	5,41E-01
Extinción temprana por parte de los servicios de emergencia	$P_{Ext,SE}$	5,00E-01
Contención temprana por parte de la tripulación	$P_{Cont,T}$	5,39E-01
Contención temprana por parte de los servicios de emergencia	$P_{Cont,SE}$	5,00E-01

**Tabla 21.** Probabilidad de fallo de las medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños ajustada por gestión del riesgo. Fuente: Elaboración propia

## 2. Probabilidad de afección a los distintos recursos naturales

La movilidad del vehículo a lo largo del itinerario impide conocer el lugar donde se producirá el accidente de tráfico, información que resulta imprescindible para la estimación de las consecuencias de un accidente. El MIRAT resolvió esta indeterminación incorporando los recursos naturales en los árboles de sucesos, indicando en los mismos la probabilidad de que el accidente afecte a un determinado recurso natural estimada como la proporción del itinerario que cumple determinadas características.

El MIRAT pone a disposición de los operadores una herramienta en entorno de *Microsoft Excel* para la estimación de estas probabilidades de afección a los distintos recursos naturales. El presente caso práctico ha empleado esta herramienta para estimar las probabilidades de afección a los recursos naturales.

El Cuadro 3 muestra las carreteras y los tramos de carreteras por los que discurre el itinerario entre Huelva y Grañén. Dichos tramos de carreteras fueron incluidas en la herramienta de *Microsoft Excel* comentada anteriormente, obteniéndose las probabilidades de afección a los distintos recursos naturales recogidos en la Tabla 22. El Anejo M.VII del MIRAT, que es una guía para el uso de esta aplicación, emplea como ejemplo práctico el mismo itinerario entre Huelva y Grañén que el seleccionado como itinerario relevante en el presente caso práctico.

Vía	Tipo de vía	p.k. inicial	p.k. final	Distancia (km)
H-31	Vía de gran capacidad	84	77	7
A-49	Vía de gran capacidad	77	1	76
SE-30	Vía de gran capacidad	17	20	3
A-66	Vía de gran capacidad	808	625	183
A-5	Vía de gran capacidad	344	18	326
M-50	Vía de gran capacidad	63	19	44
A-2	Vía de gran capacidad	17	328	311
A-23	Vía de gran capacidad	292	341	49
A-1211	Carretera convencional	-	-	28

**Cuadro 3.** Carreteras y tramos de carreteras por las que discurre el itinerario entre Huelva y Grañén.  
Fuente: Elaboración propia

La incorporación a los árboles de sucesos de las probabilidades de los sucesos iniciadores (Tabla 19), de las correspondientes medidas de prevención y/o de evitación de nuevos daños (Tabla 21) y de afección a los distintos recursos naturales (Tabla 22), tal y como se recoge en el Anejo A.M.III, permite conocer la probabilidad de cada escenario accidental.

Las Tablas 23, 24 y 25 muestran la probabilidad de todos los escenarios accidentales (exceptuando los escenarios asociados a derrame de la carga en los que la cantidad de agente causante del daño es 0) para los correspondientes sucesos iniciadores (incendio de la carga, incendio del vehículo y derrame de la carga).

Afección a distintos tipos de vegetación forestal			Espacios Naturales Protegidos y espacios protegidos Red Natura 2000			Afección a otros recursos		
Tipo de vegetación forestal	Notación	Probabilidad	Presencia/ausencia	Notación	Probabilidad	Recurso natural	Notación	Probabilidad
Arbolado maduro	P <sub>Arbmad</sub>	0,1476	Presencia ENP/RN2000	P <sub>ENP1</sub>	0,2900	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0502
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,9368
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000
			Ausencia ENP/RN2000	1-P <sub>ENP1</sub>	0,7100	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0282
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,7011
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000
Arbolado joven y matorral	P <sub>Arbjov</sub>	0,0957	Presencia ENP/RN2000	P <sub>ENP2</sub>	0,1776	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0234
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,9918
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000
			Ausencia ENP/RN2000	1-P <sub>ENP2</sub>	0,8224	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0138
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,8756
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000

**Tabla 22.** Probabilidad de afección a los distintos recursos naturales. Fuente: Elaboración propia

Afección a distintos tipos de vegetación forestal			Espacios Naturales Protegidos y espacios protegidos Red Natura 2000			Afección a otros recursos		
Tipo de vegetación forestal	Notación	Probabilidad	Presencia/ausencia	Notación	Probabilidad	Recurso natural	Notación	Probabilidad
Herbazal	P <sub>Herb</sub>	0,0528	Presencia ENP/RN2000	P <sub>ENP3</sub>	0,0594	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0998
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,7733
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000
			Ausencia ENP/RN2000	1-P <sub>ENP3</sub>	0,9406	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0082
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,6317
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000
Humedal	P <sub>Hum</sub>	0,0000	Presencia ENP/RN2000	P <sub>ENP4</sub>	0,0000	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0000
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,0000
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000
			Ausencia ENP/RN2000	1-P <sub>ENP4</sub>	1,0000	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0000
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,0000
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000

Tabla 22 (cont). Probabilidad de afección a los distintos recursos naturales. Fuente: Elaboración propia

Afección a distintos tipos de vegetación forestal			Espacios Naturales Protegidos y espacios protegidos Red Natura 2000			Afección a otros recursos					
Tipo de vegetación forestal	Notación	Probabilidad	Presencia/ausencia	Notación	Probabilidad	Recurso natural	Notación	Probabilidad			
Suelo artificial y sin vegetación forestal	P <sub>Artif Y Sin Veg</sub>	0,7039	Presencia ENP/RN2000	P <sub>ENP5</sub>	0,0376	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0689			
						Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,9829			
						Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000			
						Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000			
			Ausencia ENP/RN2000	1-P <sub>ENP5</sub>	0,9624	Agua superficial	P <sub>Asup,v</sub>	0,0161	Masas de agua subterránea	P <sub>Asub,v</sub>	0,9136
									Masas de agua subterránea y ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa1,v</sub>	0,0000
									Ribera del mar y de las rías	P <sub>Costa2,v</sub>	0,0000

Tabla 22 (cont). Probabilidad de afección a los distintos recursos naturales. Fuente: Elaboración propia

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental		Probabilidad escenario accidental (veces/año)
				Árbol tipo 1a	Árbol tipo 1b	
F.M.1	Vehículos circulando en un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Incendio/Explosión de la mercancía Vertido de aguas de extinción	S.M.1	E.1.f.1	E.1.r.1	1,67E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	2,96E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	2,00E-06
				E.1.f.2	E.1.r.1	2,30E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	5,55E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	2,36E-05
				E.1.f.3	E.1.r.1	3,10E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	1,28E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	1,06E-07
				E.1.f.4	E.1.r.1	8,41E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	5,28E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	7,50E-06
				E.1.f.5	E.1.r.1	2,43E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	1,70E-06
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	4,98E-07
				E.1.f.6	E.1.r.1	3,16E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	2,42E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	1,41E-05
				E.1.f.7	E.1.r.1	0,00E+00
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	0,00E+00
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	0,00E+00
				E.1.f.8	E.1.r.1	0,00E+00
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	0,00E+00
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	0,00E+00
				E.1.f.9	E.1.r.1	1,42E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	1,88E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	3,28E-07
				E.1.f.10	E.1.r.1	8,49E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	4,73E-04
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	4,47E-05

**Tabla 23.** Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales asociados al suceso iniciador S.M.1: incendio/explosión de la mercancía y vertido de aguas de extinción. Fuente: Elaboración propia

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental		Probabilidad escenario accidental (veces/año)
				Árbol tipo 1a	Árbol tipo 1b	
				E.1.f.11	E.1.r.1	1,67E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	2,96E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	2,00E-06
				E.1.f.12	E.1.r.1	2,30E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	5,55E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	2,36E-05
				E.1.f.13	E.1.r.1	3,10E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	1,28E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	1,06E-07
				E.1.f.14	E.1.r.1	8,41E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	5,28E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	7,50E-06
				E.1.f.15	E.1.r.1	2,43E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	1,70E-06
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	4,98E-07
				E.1.f.16	E.1.r.1	3,16E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	2,42E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	1,41E-05
				E.1.f.17	E.1.r.1	0,00E+00
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	0,00E+00
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	0,00E+00
				E.1.f.18	E.1.r.1	0,00E+00
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	0,00E+00
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	0,00E+00
				E.1.f.19	E.1.r.1	1,42E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	1,88E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	3,28E-07
				E.1.f.20	E.1.r.1	8,49E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	4,73E-04
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	4,47E-05

**Tabla 23 (cont).** Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales asociados al suceso iniciador S.M.1: incendio/explosión de la mercancía y vertido de aguas de extinción. Fuente:

Elaboración propia



Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental		Probabilidad escenario accidental (veces/año)
				Árbol tipo 2a	Árbol tipo 2b	
F.M.1	Vehículos circulando en un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Incendio/Explosión del vehículo Vertido de aguas de extinción	S.M.2	E.2.f.0	-	2,07E-03
				E.2.f.1	E.2.r.1	2,62E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	4,65E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	3,14E-06
				E.2.f.2	E.2.r.1	3,61E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	8,72E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	3,72E-05
				E.2.f.3	E.2.r.1	4,86E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	2,01E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
				E.2.f.4	E.2.r.1	1,32E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	8,30E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
				E.2.f.5	E.1.r.5	1,18E-05
					E.2.r.1	3,40E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	2,37E-06
					E.1.r.4	0,00E+00
				E.2.f.6	E.1.r.5	6,96E-07
					E.2.r.1	5,00E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	3,83E-05
				E.2.f.7	E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	0,00E+00
					E.2.r.1	0,00E+00
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	0,00E+00
				E.2.f.8	E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	0,00E+00
					E.2.r.1	0,00E+00
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	0,00E+00
				E.2.f.9	E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.5	0,00E+00
E.2.r.1	2,23E-06					
E.1.r.2	0,00E+00					
E.1.r.3	2,96E-05					
E.2.f.10	E.1.r.4	0,00E+00				
	E.1.r.5	5,15E-07				
	E.2.r.1	1,33E-05				
	E.1.r.2	0,00E+00				
	E.1.r.3	7,43E-04				
				E.1.r.4	0,00E+00	
				E.1.r.5	7,03E-05	

**Tabla 24.** Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales asociados al suceso iniciador S.M.2: incendio/explosión del vehículo y vertido de aguas de extinción. Fuente: Elaboración propia

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental		Probabilidad escenario accidental (veces/año)
				Árbol tipo 2a	Árbol tipo 2b	
F.M.1	Vehículos circulando en un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Incendio/Explosión del vehículo Vertido de aguas de extinción	S.M.2	E.2.f.11	E.1.r.1	2,62E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	4,65E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
				E.2.f.12	E.1.r.5	3,14E-06
					E.1.r.1	3,61E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	8,72E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
				E.2.f.13	E.1.r.5	3,72E-05
					E.1.r.1	4,86E-07
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	2,01E-05
				E.2.f.14	E.1.r.4	0,00E+00
					E.1.r.1	1,32E-06
					E.1.r.2	0,00E+00
					E.1.r.3	8,30E-05
					E.1.r.4	0,00E+00
				E.2.f.15	E.1.r.5	1,18E-05
					E.1.r.1	3,40E-07
E.1.r.2	0,00E+00					
E.1.r.3	2,37E-06					
E.1.r.4	0,00E+00					
E.2.f.16	E.1.r.5	6,96E-07				
	E.1.r.1	5,00E-07				
	E.1.r.2	0,00E+00				
	E.1.r.3	3,83E-05				
	E.1.r.4	0,00E+00				
E.2.f.17	E.1.r.5	2,23E-05				
	E.1.r.1	0,00E+00				
	E.1.r.2	0,00E+00				
	E.1.r.3	0,00E+00				
	E.1.r.4	0,00E+00				
E.2.f.18	E.1.r.5	0,00E+00				
	E.1.r.1	0,00E+00				
	E.1.r.2	0,00E+00				
	E.1.r.3	0,00E+00				
	E.1.r.4	0,00E+00				
E.2.f.19	E.1.r.5	0,00E+00				
	E.1.r.1	2,23E-06				
	E.1.r.2	0,00E+00				
	E.1.r.3	2,96E-05				
	E.1.r.4	0,00E+00				
E.2.f.20	E.1.r.5	5,15E-07				
	E.1.r.1	1,33E-05				
	E.1.r.2	0,00E+00				
	E.1.r.3	7,43E-04				
	E.1.r.4	0,00E+00				
				E.1.r.5	7,03E-05	

**Tabla 24 (cont).** Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales asociados al suceso iniciador S.M.2: incendio/explosión del vehículo y vertido de aguas de extinción. Fuente: Elaboración propia

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental		Probabilidad escenario accidental (veces/año)
				Árbol tipo 3a	Árbol tipo 3b	
F.M.1	Vehículos circulando en un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Derrame de mercancía	S.M.3	E.3.f.11	E.3.r.1	2,04E-05
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3r.3	3,62E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	2,44E-05
				E.3.f.12	E.3.r.1	2,81E-05
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3r.3	6,78E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	2,89E-04
				E.3.f.13	E.3.r.1	3,79E-06
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3r.3	1,56E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
				E.3.f.14	E.3.r.1	1,03E-05
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3r.3	6,46E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
				E.3.f.15	E.3.r.1	2,98E-06
					E.3.r.2	0,00E+00
E.3r.3	2,08E-05					
E.3.r.4	0,00E+00					
E.3.f.16	E.3.r.1	3,87E-06				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3r.3	2,96E-04				
	E.3.r.4	0,00E+00				
E.3.f.17	E.3.r.1	0,00E+00				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3r.3	0,00E+00				
	E.3.r.4	0,00E+00				
E.3.f.18	E.3.r.1	0,00E+00				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3r.3	0,00E+00				
	E.3.r.4	0,00E+00				
E.3.f.19	E.3.r.1	1,73E-05				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3r.3	2,30E-04				
	E.3.r.4	0,00E+00				
E.3.f.20	E.3.r.1	1,04E-04				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3r.3	5,79E-03				
	E.3.r.4	0,00E+00				
				E.3.r.5	5,47E-04	

**Tabla 25.** Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales asociados al suceso iniciador S.M.3: derrame de mercancía con cantidad de agente causante del daño superior a 0. Fuente:

Elaboración propia

Código F.	Fuente de peligro	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental		Probabilidad escenario accidental (veces/año)
				Árbol tipo 3a	Árbol tipo 3b	
F.M.1	Vehículos circulando en un determinado itinerario cargados con mercancía inflamable	Derrame de mercancía	S.M.3	E.3.f.29	E.3.r.1	2,03E-05
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	2,69E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	4,69E-06
				E.3.f.30	E.3.r.1	0,00E+00
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	0,00E+00
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	0,00E+00
				E.3.f.31	E.3.r.1	2,39E-05
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	4,23E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	2,86E-05
				E.3.f.32	E.3.r.1	3,29E-05
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	7,93E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	3,38E-04
				E.3.f.33	E.3.r.1	4,43E-06
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	1,83E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	1,51E-06
				E.3.f.34	E.3.r.1	1,20E-05
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	7,55E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	1,07E-04
				E.3.f.35	E.3.r.1	3,48E-06
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	2,43E-05
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	7,12E-06
				E.3.f.36	E.3.r.1	4,52E-06
					E.3.r.2	0,00E+00
					E.3.r.3	3,46E-04
					E.3.r.4	0,00E+00
					E.3.r.5	2,02E-04
E.3.f.37	E.3.r.1	0,00E+00				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3.r.3	0,00E+00				
	E.3.r.4	0,00E+00				
	E.3.r.5	0,00E+00				
E.3.f.38	E.3.r.1	0,00E+00				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3.r.3	0,00E+00				
	E.3.r.4	0,00E+00				
	E.3.r.5	0,00E+00				
E.3.f.39	E.3.r.1	2,03E-05				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3.r.3	2,69E-04				
	E.3.r.4	0,00E+00				
	E.3.r.5	4,69E-06				
E.3.f.40	E.3.r.1	1,21E-04				
	E.3.r.2	0,00E+00				
	E.3.r.3	6,77E-03				
	E.3.r.4	0,00E+00				
	E.3.r.5	6,40E-04				

**Tabla 25 (cont).** Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales asociados al suceso iniciador S.M.3: derrame de mercancía con cantidad de agente causante del daño superior a 0.

Fuente: Elaboración propia

## IV. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO

### IV.1. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO: ELEMENTOS ESTÁTICOS

La magnitud de las consecuencias medioambientales previstas bajo las hipótesis establecidas en cada escenario accidental se evalúa mediante el cálculo del Índice de Daño Medioambiental (IDM).

El procedimiento de cálculo del IDM se especifica en el Real Decreto 183/2015, por el que se modifica el Reglamento de Desarrollo Parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre.

Esencialmente, la metodología del IDM se fundamenta en una ecuación matemática —recogida en la memoria del MIRAT— en la que deben introducirse una serie de parámetros de entrada con objeto de obtener como resultado una estimación semicuantitativa de los daños medioambientales. Estos parámetros de entrada son función de la combinación agente causante de daño-recurso natural afectado que se esté evaluando.

En el ámbito de la instalación objeto de estudio, atendiendo a los escenarios accidentales identificados, se ha considerado que el único recurso que puede verse afectado por los distintos escenarios es el suelo. Esto es debido a que la instalación se encuentra en un polígono industrial alejado de zonas con vegetación y de cursos de agua. Además de esto, la permeabilidad del suelo es baja y la profundidad a la que se encuentra el acuífero subyacente es lo suficientemente elevada —30 metros—, como para que éste no pueda verse afectado. En cuanto a las especies silvestres, únicamente existen en las proximidades especies de carácter generalista no amenazadas que, además, tienen escasa probabilidad de verse afectadas por los escenarios accidentales analizados.

Por otro lado, la totalidad de los escenarios accidentales están originados por gasóleo o agua de extinción de incendios como agentes causantes del daño, por lo que la combinación agente-recurso empleada en este caso es el Grupo 9, que recoge los daños por compuestos químicos al suelo. De cara a la elaboración del presente caso práctico, se ha asumido que estos agentes causantes de daño implicados en los escenarios accidentales previstos tendrían las siguientes propiedades.

#### 1- Combustible (gasóleo)

El combustible empleado por los vehículos de la instalación es el gasóleo. Las propiedades de esta sustancia relevantes para la realización del análisis de riesgos se han tomado principalmente de su correspondiente ficha de seguridad, resumiéndose en el siguiente Cuadro 4.

Propiedad	Valor	Ud.	Observaciones
Punto de ebullición	282-338	°C	Con criterio conservador se ha tomado como referencia el valor superior del rango recogido en la ficha de seguridad.
Biodegradabilidad	Baja	-	Al no encontrarse datos al respecto en la ficha de seguridad, se ha optado por asumir el valor más desfavorable siguiendo un criterio conservador.
Viscosidad	Ligeramente viscosa	-	Dato obtenido de la ficha de seguridad que puede identificarse con una viscosidad intermedia.
Viscosidad cinemática	0,0000038	m <sup>2</sup> /s	El valor se encuentra entre 1,8 y 5,8 cSt. Se ha tomado el promedio y convertido a m <sup>2</sup> /s. Fuente: <a href="http://www.ancap.com.uy/pdfs/Gas%20Oil.pdf">http://www.ancap.com.uy/pdfs/Gas%20Oil.pdf</a> .
Volatilidad	Baja	-	Con criterio conservador se ha tomado como referencia el valor superior del rango recogido en la ficha de seguridad.

**Cuadro 4.** Resumen de propiedades del combustible. Fuente: Elaboración propia.

## 2- Aguas de extinción

El agente causante de daño “agua de extinción” se compondría de los medios de extinción liberados ante un hipotético incendio (agua) y una determinada cantidad de sustancias tóxicas arrastradas por este agua. En el caso de la instalación objeto de estudio se ha determinado que la sustancia tóxica que sería arrastrada por el agua sería un determinado volumen de combustible (gasóleo). Dado que el agente es una mezcla de dos sustancias (agua y combustible) se ha optado por establecer sus propiedades atendiendo en todo caso a un criterio conservador seleccionando las características de cada componente que, al menos en principio, causarían mayores daños.

Propiedad	Valor	Ud.	Observaciones
Punto de ebullición	282-338	°C	Siguiendo un criterio conservador se ha asumido que la totalidad de la mezcla se comporta como la sustancia menos volátil contenida en ella (gasoil).
Biodegradabilidad	Baja	-	Siguiendo un criterio conservador se ha asumido que la totalidad de la mezcla se comporta como la sustancia menos biodegradable contenida en ella (gasoil).
Viscosidad	Baja	-	Siguiendo un criterio conservador se ha asumido que la totalidad de la mezcla se comporta como la sustancia menos viscosa (o de mayor movilidad) contenida en ella (agua).
Viscosidad cinemática	0,000001	m <sup>2</sup> /s	Siguiendo un criterio conservador se ha asumido que la totalidad de la mezcla se comporta como la sustancia menos viscosa (o de mayor movilidad) contenida en ella (agua). Dato obtenido de <a href="http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Tablas/Aguas/PropiedadesFisicasAgua.htm">http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Tablas/Aguas/PropiedadesFisicasAgua.htm</a> .
Volatilidad	Baja	-	Siguiendo un criterio conservador se ha asumido que la totalidad de la mezcla se comporta como la sustancia menos volátil contenida en ella (gasoil).

**Cuadro 5.** Resumen de propiedades del agua de extinción. Fuente: Elaboración propia.

Conforme con el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental, en el Grupo 9 se deben tener en cuenta los modificadores y parámetros que se indican a continuación:

- Parámetros relativos a los agentes causantes de daño, al entorno y a la duración del daño.

En la siguiente tabla se indica la categoría de cada modificador que se ha seleccionado para cada agente-recurso.

Sustancia	Tipo de agente	Pto.Ebullicion (°C)	Agente IDM	Biodegradabilidad	Permeabilidad	Tipo de fuga	Viscosidad	Volatilidad	Duración
				M <sub>B1</sub>	M <sub>B8</sub>	M <sub>B14</sub>	M <sub>B17</sub>	M <sub>B18</sub>	M <sub>C3</sub>
Gasóleo	Orgánico	282-338	CONV	Baja (1)	Baja (1)	Continua (1,25)	Medianamente viscosa (1,10)	Baja (1)	Media, 9 meses (1,10)
Agua de extinción	Orgánico	282-338	CONV	Baja (1)	Baja (1)	Continua (1,25)	Poco viscosa (1,25)	Baja (1)	Media, 9 meses (1,10)

**Tabla 26.** Valores de los modificadores para cada pareja agente-recurso. Fuente: Elaboración propia

Es necesario incidir en que, en el caso del agua de extinción de incendios, al tratarse de una mezcla de agua con gasóleo, se ha optado por establecer sus propiedades atendiendo en todo caso a un criterio conservador seleccionando las características de cada componente que, al menos en principio, causarían mayores daños. En cuanto al tipo de agente, se ha seleccionado el compuesto orgánico no volátil (CONV) al ser éste el tipo correspondiente al componente tóxico de la mezcla (el gasóleo).

Los datos acerca de las propiedades fisicoquímicas de los agentes contaminantes se han extraído de la ficha de seguridad. En este sentido, merece la pena destacar que en caso de que la ficha no recogiera de forma explícita el parámetro requerido o éste estuviese descrito como un rango, se ha optado por seleccionar la categoría más desfavorable dentro de las proporcionadas en la metodología del IDM.

En lo relativo al entorno, en la metodología del IDM, para el Grupo 9 se indica que debe emplearse como factor modificador la permeabilidad del terreno (M<sub>B8</sub>). Acudiendo a la cartografía recogida en el visor del programa informático MORA—accesible a través de la página web del MAGRAMA— e introduciendo las coordenadas del lugar donde se produce el daño medioambiental, se obtiene que la permeabilidad de la zona afectada es baja.

Respecto a la duración de los daños hasta su completa recuperación, se ha acudido de nuevo a la aplicación MORA e, introduciendo un daño por CONV al suelo, la técnica de reparación ofrecida por defecto tiene asociado un tiempo de recuperación de 9 meses.

- Parámetro alfa ( $\alpha$ )

Según la metodología del IDM el parámetro  $\alpha$  en los vertidos de químicos al suelo se corresponde con el volumen del agente contaminante que entra en contacto con los recursos naturales medido en m<sup>3</sup>.

Código escenario accidental	$\alpha$ (m3)
S.E.9_E.3	<b>12,02</b>
S.A.3_E.6	<b>20,44</b>
S.A.3_E.8	<b>21,44</b>
S.A.4_E.3	<b>17,28</b>
S.A.6_E.3	<b>12,12</b>

**Tabla 27.** Valores de  $\alpha$  para cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

- Parámetros predefinidos en la metodología del IDM

Adicionalmente a los parámetros ( $\alpha$ ) y a los modificadores anteriores, la metodología del IDM prevé en su ecuación una serie de coeficientes predefinidos que no pueden ser cambiados por el operador. Estos coeficientes son los siguientes: Ecf, Ecu, Ec, Ecr, Ecc, p y  $\beta$ ; pudiendo asumirse como constantes para todas las combinaciones agente-recurso. Tras la aplicación de la fórmula del IDM a todos aquellos escenarios accidentales identificados que hayan resultado relevantes —probabilidad de ocurrencia y cantidad de agente involucrada distintos de cero—, se obtienen los resultados que se resumen en la siguiente tabla.



Escenario	Sustancia/ producto	Sustancia IDM	Recurso IDM	Grupo IDM	Parámetros IDM						Modificadores $M_A$	Modificadores $M_B$					Modificadores $M_C$		IDM Escenario	
					Ecf	Ecu	$\alpha$	Ec	Ecr	Ecc	A	$M_{B1}$	$M_{B8}$	$M_{B14}$	$M_{B17}$	$M_{B18}$	B	$M_{C3}$		C
S.E.9_E.3	Gasoleo	CONV	Suelo	9	0	201	12,02	1	887	0,03	1,00	1	1	1,25	1,25	1	1,56	1,1	1,10	4.891,64
S.A.3_E.6	Gasoleo	CONV	Suelo	9	0	201	20,44	1	887	0,03	1,00	1	1	1,25	1,1	1	1,38	1,1	1,10	6.822,84
S.A.3_E.8	Gasoleo	CONV	Suelo	9	0	201	21,44	1	887	0,03	1,00	1	1	1,25	1,1	1	1,38	1,1	1,10	7.107,50
S.A.4_E.3	Gasoleo	CONV	Suelo	9	0	201	17,28	1	887	0,03	1,00	1	1	1,25	1,25	1	1,56	1,1	1,10	6.593,16
S.A.6_E.3	Gasoleo	CONV	Suelo	9	0	201	12,12	1	887	0,03	1,00	1	1	1,25	1,25	1	1,56	1,1	1,10	4.923,98

**Notas**

- En todos los escenarios identificados los siguientes parámetros de la ecuación del IDM toman los mismos valores, siendo:  $p = 0$  y  $\beta = 0$ .

**Tabla 28.** Valores de IDM para cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

## IV.2.CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO: ELEMENTOS MÓVILES

Siguiendo el procedimiento establecido en el Real Decreto 183/2015, de 13 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, a continuación se muestra el cálculo del Índice de Daño Medioambiental (IDM) de cada uno de los escenarios accidentales relevantes, es decir, aquellos que tienen asociada una cantidad de agente liberada al medio y una probabilidad de ocurrencia superior a 0.

El cálculo del IDM exige del conocimiento de determinados parámetros relativos al agente causante del daño y a determinadas características del medio ambiente en el que se produciría el accidente.

La Tabla 29 muestra los valores que adoptan los modificadores del IDM relacionados con determinadas características físicas y/o químicas de la sustancia liberada al medio ambiente que, en el caso del presente caso práctico, es la gasolina. Estos valores se derivan de las características físico-químicas y de toxicidad de la gasolina, atendiendo a la información recogida en el Cuadro 2 presentado en epígrafes anteriores.

Sustancia	Tipo de agente	Pto.Ebullicion (°C)	Agente IDM	Biodegradabilidad M <sub>B1</sub>	Solubilidad M <sub>B12</sub>	Tipo de fuga M <sub>B14</sub>	Toxicidad M <sub>B15</sub>	Viscosidad M <sub>B17</sub>	Volatilidad M <sub>B18</sub>
Gasolina	Orgánico	200	COSV no halogenado	Baja (1)	Insoluble (1)	Continua (1,25)	Media (1,5)	Poco viscosa (1,25)	Media (0,90)

**Biodegradabilidad:** Al no aparecer datos específicos en la ficha, se toma un criterio conservador

**Volatilidad:** Se toma el mayor dato sobre el punto de ebullición siguiendo un criterio conservador

**Tabla 29.** Valores de los modificadores relacionados con la sustancia liberada al medio ambiente (gasolina) en los escenarios de derrame o vertido. Fuente: Elaboración propia

En relación con la sustancia liberada al medio ambiente, en las Tablas 30, 31 y 32 se recogen los valores que adopta el parámetro  $\alpha$  de la ecuación del IDM, que hace referencia a la cantidad de agente que entra en contacto con los recursos naturales. El valor de este parámetro atiende al reparto de cantidad de sustancia que afecta a distintos recursos naturales involucrados en cada escenario accidental. Por ejemplo, el escenario E.1.f.1/E.1.r.1 se corresponde con un vertido de 17,6 m<sup>3</sup> de gasolina al agua superficial. Tal y como se indica en el epígrafe XI.1.3 del MIRAT, en este escenario se considera que la mitad de la cantidad de agente liberada al medio contamina a las aguas superficiales (Grupo 2 del IDM) y la otra mitad al suelo (Grupo 9). Por otra parte, la misma cantidad de sustancia que afecta al suelo afecta a las especies vegetales no amenazadas y amenazadas (Grupo 11), mientras que también la misma cantidad que afecta a las aguas superficiales afecta a la fauna piscícola (Grupo 16); en este caso, conforme con la normativa, atendiendo al volumen de vertido (8,8 m<sup>3</sup>) el parámetro  $\alpha$  adopta el valor del doble del volumen vertido (es decir, 17,60 m<sup>3</sup>). En el caso del transporte de mercancías peligrosas por carretera, el parámetro  $\alpha$  resulta relevante únicamente para escenarios de vertido o derrame de sustancia.

Escenario		Escenario	$\alpha$				
Tipo a	Tipo b		Grupo 2	Grupo 5	Grupo 9	Grupo 11	Grupo 16
E.1.f.1	E.1.r.1	E.1.f.1/E.1.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.1.f.1	E.1.r.3	E.1.f.1/E.1.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.1.f.1	E.1.r.5	E.1.f.1/E.1.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.1.f.2	E.1.r.1	E.1.f.2/E.1.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.1.f.2	E.1.r.3	E.1.f.2/E.1.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.1.f.2	E.1.r.5	E.1.f.2/E.1.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.1.f.3	E.1.r.1	E.1.f.3/E.1.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.1.f.3	E.1.r.3	E.1.f.3/E.1.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.1.f.3	E.1.r.5	E.1.f.3/E.1.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.1.f.4	E.1.r.1	E.1.f.4/E.1.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.1.f.4	E.1.r.3	E.1.f.4/E.1.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.1.f.4	E.1.r.5	E.1.f.4/E.1.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.1.f.5	E.1.r.1	E.1.f.5/E.1.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.1.f.5	E.1.r.3	E.1.f.5/E.1.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.1.f.5	E.1.r.5	E.1.f.5/E.1.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.1.f.6	E.1.r.1	E.1.f.6/E.1.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.1.f.6	E.1.r.3	E.1.f.6/E.1.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.1.f.6	E.1.r.5	E.1.f.6/E.1.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.1.f.9	E.1.r.1	E.1.f.9/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.9	E.1.r.3	E.1.f.9/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.9	E.1.r.5	E.1.f.9/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.10	E.1.r.1	E.1.f.10/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.10	E.1.r.3	E.1.f.10/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.10	E.1.r.5	E.1.f.10/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.11	E.1.r.1	E.1.f.11/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.11	E.1.r.3	E.1.f.11/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.11	E.1.r.5	E.1.f.11/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.12	E.1.r.1	E.1.f.12/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.12	E.1.r.3	E.1.f.12/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.12	E.1.r.5	E.1.f.12/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.13	E.1.r.1	E.1.f.13/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.13	E.1.r.3	E.1.f.13/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.13	E.1.r.5	E.1.f.13/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.14	E.1.r.1	E.1.f.14/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.14	E.1.r.3	E.1.f.14/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.14	E.1.r.5	E.1.f.14/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.15	E.1.r.1	E.1.f.15/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.15	E.1.r.3	E.1.f.15/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.15	E.1.r.5	E.1.f.15/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.16	E.1.r.1	E.1.f.16/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.16	E.1.r.3	E.1.f.16/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.16	E.1.r.5	E.1.f.16/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.19	E.1.r.1	E.1.f.19/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.19	E.1.r.3	E.1.f.19/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.19	E.1.r.5	E.1.f.19/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-
E.1.f.20	E.1.r.1	E.1.f.20/E.1.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.1.f.20	E.1.r.3	E.1.f.20/E.1.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.1.f.20	E.1.r.5	E.1.f.20/E.1.r.5	-	-	17,60	-	-

**Tabla 30.** Valores de  $\alpha$  para los escenarios accidentales relevantes derivados del suceso iniciador accidente de tráfico e incendio de la carga. Fuente: Elaboración propia

Escenario		Escenario	$\alpha$				
Tipo a	Tipo b		Grupo 2	Grupo 5	Grupo 9	Grupo 11	Grupo 16
E.2.f.1	E.2.r.1	E.2.f.1/E.2.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.2.f.1	E.2.r.3	E.2.f.1/E.2.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.2.f.1	E.2.r.5	E.2.f.1/E.2.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.2.f.2	E.2.r.1	E.2.f.2/E.2.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.2.f.2	E.2.r.3	E.2.f.2/E.2.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.2.f.2	E.2.r.5	E.2.f.2/E.2.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.2.f.3	E.2.r.1	E.2.f.3/E.2.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.2.f.3	E.2.r.3	E.2.f.3/E.2.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.2.f.3	E.2.r.5	E.2.f.3/E.2.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.2.f.4	E.2.r.1	E.2.f.4/E.2.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.2.f.4	E.2.r.3	E.2.f.4/E.2.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.2.f.4	E.2.r.5	E.2.f.4/E.2.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.2.f.5	E.2.r.1	E.2.f.5/E.2.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.2.f.5	E.2.r.3	E.2.f.5/E.2.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.2.f.5	E.2.r.5	E.2.f.5/E.2.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.2.f.6	E.2.r.1	E.2.f.6/E.2.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.2.f.6	E.2.r.3	E.2.f.6/E.2.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.2.f.6	E.2.r.5	E.2.f.6/E.2.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.2.f.9	E.2.r.1	E.2.f.9/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.9	E.2.r.3	E.2.f.9/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.9	E.2.r.5	E.2.f.9/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.10	E.2.r.1	E.2.f.10/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.10	E.2.r.3	E.2.f.10/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.10	E.2.r.5	E.2.f.10/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.11	E.2.r.1	E.2.f.11/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.11	E.2.r.3	E.2.f.11/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.11	E.2.r.5	E.2.f.11/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.12	E.2.r.1	E.2.f.12/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.12	E.2.r.3	E.2.f.12/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.12	E.2.r.5	E.2.f.12/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.13	E.2.r.1	E.2.f.13/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.13	E.2.r.3	E.2.f.13/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.13	E.2.r.5	E.2.f.13/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.14	E.2.r.1	E.2.f.14/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.14	E.2.r.3	E.2.f.14/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.14	E.2.r.5	E.2.f.14/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.15	E.2.r.1	E.2.f.15/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.15	E.2.r.3	E.2.f.15/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.15	E.2.r.5	E.2.f.15/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.16	E.2.r.1	E.2.f.16/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.16	E.2.r.3	E.2.f.16/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.16	E.2.r.5	E.2.f.16/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.19	E.2.r.1	E.2.f.19/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.19	E.2.r.3	E.2.f.19/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.19	E.2.r.5	E.2.f.19/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-
E.2.f.20	E.2.r.1	E.2.f.20/E.2.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.2.f.20	E.2.r.3	E.2.f.20/E.2.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.2.f.20	E.2.r.5	E.2.f.20/E.2.r.5	-	-	17,60	-	-

**Tabla 31.** Valores de  $\alpha$  para los escenarios accidentales relevantes derivados del suceso iniciador accidente de tráfico e incendio del vehículo. Fuente: Elaboración propia

Escenario		Escenario	$\alpha$				
Tipo a	Tipo b		Grupo 2	Grupo 5	Grupo 9	Grupo 11	Grupo 16
E.3.f.11	E.3.r.1	E.3.f.11/E.3.r.1	3,00	-	3,00	3,00	6,00
E.3.f.11	E.3.r.3	E.3.f.11/E.3.r.3	-	3,00	3,00	3,00	-
E.3.f.11	E.3.r.5	E.3.f.11/E.3.r.5	-	-	6,00	6,00	-
E.3.f.12	E.3.r.1	E.3.f.12/E.3.r.1	3,00	-	3,00	3,00	6,00
E.3.f.12	E.3.r.3	E.3.f.12/E.3.r.3	-	3,00	3,00	3,00	-
E.3.f.12	E.3.r.5	E.3.f.12/E.3.r.5	-	-	6,00	6,00	-
E.3.f.13	E.3.r.1	E.3.f.13/E.3.r.1	3,00	-	3,00	3,00	6,00
E.3.f.13	E.3.r.3	E.3.f.13/E.3.r.3	-	3,00	3,00	3,00	-
E.3.f.13	E.3.r.5	E.3.f.13/E.3.r.5	-	-	6,00	6,00	-
E.3.f.14	E.3.r.1	E.3.f.14/E.3.r.1	3,00	-	3,00	3,00	6,00
E.3.f.14	E.3.r.3	E.3.f.14/E.3.r.3	-	3,00	3,00	3,00	-
E.3.f.14	E.3.r.5	E.3.f.14/E.3.r.5	-	-	6,00	6,00	-
E.3.f.15	E.3.r.1	E.3.f.15/E.3.r.1	3,00	-	3,00	3,00	6,00
E.3.f.15	E.3.r.3	E.3.f.15/E.3.r.3	-	3,00	3,00	3,00	-
E.3.f.15	E.3.r.5	E.3.f.15/E.3.r.5	-	-	6,00	6,00	-
E.3.f.16	E.3.r.1	E.3.f.16/E.3.r.1	3,00	-	3,00	3,00	6,00
E.3.f.16	E.3.r.3	E.3.f.16/E.3.r.3	-	3,00	3,00	3,00	-
E.3.f.16	E.3.r.5	E.3.f.16/E.3.r.5	-	-	6,00	6,00	-
E.3.f.19	E.3.r.1	E.3.f.19/E.3.r.1	3,00	-	3,00	-	6,00
E.3.f.19	E.3.r.3	E.3.f.19/E.3.r.3	-	3,00	3,00	-	-
E.3.f.19	E.3.r.5	E.3.f.19/E.3.r.5	-	-	6,00	-	-
E.3.f.20	E.3.r.1	E.3.f.20/E.3.r.1	3,00	-	3,00	-	6,00
E.3.f.20	E.3.r.3	E.3.f.20/E.3.r.3	-	3,00	3,00	-	-
E.3.f.20	E.3.r.5	E.3.f.20/E.3.r.5	-	-	6,00	-	-
E.3.f.31	E.3.r.1	E.3.f.31/E.3.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.3.f.31	E.3.r.3	E.3.f.31/E.3.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.3.f.31	E.3.r.5	E.3.f.31/E.3.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.3.f.32	E.3.r.1	E.3.f.32/E.3.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.3.f.32	E.3.r.3	E.3.f.32/E.3.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.3.f.32	E.3.r.5	E.3.f.32/E.3.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.3.f.33	E.3.r.1	E.3.f.33/E.3.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.3.f.33	E.3.r.3	E.3.f.33/E.3.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.3.f.33	E.3.r.5	E.3.f.33/E.3.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.3.f.34	E.3.r.1	E.3.f.34/E.3.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.3.f.34	E.3.r.3	E.3.f.34/E.3.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.3.f.34	E.3.r.5	E.3.f.34/E.3.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.3.f.35	E.3.r.1	E.3.f.35/E.3.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.3.f.35	E.3.r.3	E.3.f.35/E.3.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.3.f.35	E.3.r.5	E.3.f.35/E.3.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.3.f.36	E.3.r.1	E.3.f.36/E.3.r.1	8,80	-	8,80	8,80	17,60
E.3.f.36	E.3.r.3	E.3.f.36/E.3.r.3	-	8,80	8,80	8,80	-
E.3.f.36	E.3.r.5	E.3.f.36/E.3.r.5	-	-	17,60	17,60	-
E.3.f.39	E.3.r.1	E.3.f.39/E.3.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.3.f.39	E.3.r.3	E.3.f.39/E.3.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.3.f.39	E.3.r.5	E.3.f.39/E.3.r.5	-	-	17,60	-	-
E.3.f.40	E.3.r.1	E.3.f.40/E.3.r.1	8,80	-	8,80	-	17,60
E.3.f.40	E.3.r.3	E.3.f.40/E.3.r.3	-	8,80	8,80	-	-
E.3.f.40	E.3.r.5	E.3.f.40/E.3.r.5	-	-	17,60	-	-

**Tabla 32.** Valores de  $\alpha$  para los escenarios accidentales relevantes derivados del suceso iniciador accidente de tráfico y derrame de la carga. Fuente: Elaboración propia

Además de los parámetros relacionados con la sustancia causante del daño medioambiental, el IDM emplea otros parámetros relacionados con el medio ambiente donde se produciría el accidente.

Algunos de estos parámetros pueden extraerse de la definición de los escenarios accidentales, en concreto los relativos al tipo de vegetación forestal afectada (arbolado maduro, arbolado joven y matorral, herbazal y suelo artificial o suelo natural sin vegetación forestal) y a la pertenencia o no a Espacios Naturales Protegidos o a espacios protegidos Red Natura 2000.

Otros parámetros relativos al medio ambiente donde se produciría el accidente son más difíciles de determinar en un análisis de riesgos como el del transporte de mercancías peligrosas por carretera, donde no es posible conocer el lugar exacto donde se produciría el accidente. El MIRAT propone, para estos parámetros (por ejemplo, pendiente media del terreno, densidad de la vegetación, temperatura anual media, precipitación media, etc.) de difícil determinación, el empleo del valor medio del modificador correspondiente (ver epígrafe IX.1.2). Aunque el analista puede adoptar otro criterio (como emplear el valor del modificador que dé como resultado el valor de IDM más elevado), en el MIRAT se recomienda emplear el valor medio para estos modificadores.

El Anejo A.M.VI del presente caso práctico recoge, para cada grupo de combinación agente causante del daño-recurso dañado, los parámetros empleados para el cálculo del IDM. Por su parte, las Tablas 33, 34 y 35 de las páginas siguientes muestran los valores parciales (por grupo de combinación agente causante del daño-recurso dañado) y totales (suma de los distintos grupos que apliquen al escenario accidental) del Índice de Daño Medioambiental de los escenarios accidentales relevantes en términos de riesgo medioambiental.

A modo de resumen, los escenarios accidentales relativos a incendio de vegetación forestal y vertido de las aguas de extinción a las aguas superficiales o subterráneas, seguidos del vertido o derrame de sustancia a la vegetación forestal y vertido de la misma a las aguas superficiales o subterráneas, ofrecen resultados máximos de IDM; por el contrario, los escenarios de derrame de las aguas de extinción o de la sustancia transportada en el suelo (escenarios E.X.r.5) ofrecen resultados mínimos de IDM.

Escenario		Escenario	IDM parciales							IDM TOTAL
Tipo a	Tipo b		IDM G2	IDM G5	IDM G9	IDM G11	IDM G14	IDM G16	IDM G19	
E.1.f.1	E.1.r.1	E.1.f.1/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	20.028,24	0,00	54.643,56	0,00	185.445,17
E.1.f.1	E.1.r.3	E.1.f.1/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	20.028,24	0,00	0,00	0,00	192.510,46
E.1.f.1	E.1.r.5	E.1.f.1/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	25.743,34	0,00	0,00	0,00	34.434,30
E.1.f.2	E.1.r.1	E.1.f.2/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	16.365,66	0,00	26.601,81	0,00	153.740,84
E.1.f.2	E.1.r.3	E.1.f.2/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	16.365,66	0,00	0,00	0,00	188.847,88
E.1.f.2	E.1.r.5	E.1.f.2/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	18.418,18	0,00	0,00	0,00	27.109,14
E.1.f.3	E.1.r.1	E.1.f.3/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	16.024,73	0,00	54.643,56	0,00	181.441,66
E.1.f.3	E.1.r.3	E.1.f.3/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	16.024,73	0,00	0,00	0,00	188.506,94
E.1.f.3	E.1.r.5	E.1.f.3/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	19.453,88	0,00	0,00	0,00	28.144,84
E.1.f.4	E.1.r.1	E.1.f.4/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	14.064,27	0,00	26.601,81	0,00	151.439,46
E.1.f.4	E.1.r.3	E.1.f.4/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	14.064,27	0,00	0,00	0,00	186.546,49
E.1.f.4	E.1.r.5	E.1.f.4/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	15.532,98	0,00	0,00	0,00	24.223,94
E.1.f.5	E.1.r.1	E.1.f.5/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	13.916,09	0,00	54.643,56	0,00	179.333,03
E.1.f.5	E.1.r.3	E.1.f.5/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	13.916,09	0,00	0,00	0,00	186.398,31
E.1.f.5	E.1.r.5	E.1.f.5/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	16.381,67	0,00	0,00	0,00	25.072,63
E.1.f.6	E.1.r.1	E.1.f.6/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	11.674,67	0,00	26.601,81	0,00	149.049,85
E.1.f.6	E.1.r.3	E.1.f.6/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	11.674,67	0,00	0,00	0,00	184.156,89
E.1.f.6	E.1.r.5	E.1.f.6/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	11.898,82	0,00	0,00	0,00	20.589,78
E.1.f.9	E.1.r.1	E.1.f.9/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	54.643,56	0,00	165.416,93
E.1.f.9	E.1.r.3	E.1.f.9/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	0,00	172.482,22
E.1.f.9	E.1.r.5	E.1.f.9/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	0,00	8.690,96
E.1.f.10	E.1.r.1	E.1.f.10/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	26.601,81	0,00	137.375,18
E.1.f.10	E.1.r.3	E.1.f.10/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	0,00	172.482,22
E.1.f.10	E.1.r.5	E.1.f.10/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	0,00	8.690,96
E.1.f.11	E.1.r.1	E.1.f.11/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	141.571,79	54.643,56	53.591,22	360.579,95
E.1.f.11	E.1.r.3	E.1.f.11/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	141.571,79	0,00	53.591,22	367.645,23
E.1.f.11	E.1.r.5	E.1.f.11/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	141.571,79	0,00	53.591,22	203.853,97
E.1.f.12	E.1.r.1	E.1.f.12/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	60.016,70	26.601,81	26.091,19	223.483,07
E.1.f.12	E.1.r.3	E.1.f.12/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	60.016,70	0,00	26.091,19	258.590,10
E.1.f.12	E.1.r.5	E.1.f.12/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	60.016,70	0,00	26.091,19	94.798,85
E.1.f.13	E.1.r.1	E.1.f.13/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	63.562,07	54.643,56	53.591,22	282.570,22
E.1.f.13	E.1.r.3	E.1.f.13/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	63.562,07	0,00	53.591,22	289.635,51
E.1.f.13	E.1.r.5	E.1.f.13/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	63.562,07	0,00	53.591,22	125.844,25
E.1.f.14	E.1.r.1	E.1.f.14/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	28.812,68	26.601,81	26.091,19	192.279,05
E.1.f.14	E.1.r.3	E.1.f.14/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	28.812,68	0,00	26.091,19	227.386,08
E.1.f.14	E.1.r.5	E.1.f.14/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	28.812,68	0,00	26.091,19	63.594,83
E.1.f.15	E.1.r.1	E.1.f.15/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	62.417,02	54.643,56	53.591,22	281.425,17
E.1.f.15	E.1.r.3	E.1.f.15/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	62.417,02	0,00	53.591,22	288.490,46
E.1.f.15	E.1.r.5	E.1.f.15/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	62.417,02	0,00	53.591,22	124.699,20
E.1.f.16	E.1.r.1	E.1.f.16/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	13.963,52	26.601,81	26.091,19	177.429,89
E.1.f.16	E.1.r.3	E.1.f.16/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	13.963,52	0,00	26.091,19	212.536,92
E.1.f.16	E.1.r.5	E.1.f.16/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	13.963,52	0,00	26.091,19	48.745,67
E.1.f.19	E.1.r.1	E.1.f.19/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	54.643,56	53.591,22	219.008,15
E.1.f.19	E.1.r.3	E.1.f.19/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	53.591,22	226.073,44
E.1.f.19	E.1.r.5	E.1.f.19/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	53.591,22	62.282,18
E.1.f.20	E.1.r.1	E.1.f.20/E.1.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	26.601,81	26.091,19	163.466,37
E.1.f.20	E.1.r.3	E.1.f.20/E.1.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	26.091,19	198.573,40
E.1.f.20	E.1.r.5	E.1.f.20/E.1.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	26.091,19	34.782,15

**Tabla 33.** Índice de Daño Medioambiental (IDM) parcial y total de los escenarios accidentales relevantes derivados del suceso iniciador accidente de tráfico e incendio de la carga. Fuente:

Elaboración propia

Escenario		Escenario	IDM parciales							IDM TOTAL
Tipo a	Tipo b		IDM G2	IDM G5	IDM G9	IDM G11	IDM G14	IDM G16	IDM G19	
E.2.f.1	E.2.r.1	E.2.f.1/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	20.028,24	0,00	54.643,56	0,00	185.445,17
E.2.f.1	E.2.r.3	E.2.f.1/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	20.028,24	0,00	0,00	0,00	192.510,46
E.2.f.1	E.2.r.5	E.2.f.1/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	25.743,34	0,00	0,00	0,00	34.434,30
E.2.f.2	E.2.r.1	E.2.f.2/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	16.365,66	0,00	26.601,81	0,00	153.740,84
E.2.f.2	E.2.r.3	E.2.f.2/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	16.365,66	0,00	0,00	0,00	188.847,88
E.2.f.2	E.2.r.5	E.2.f.2/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	18.418,18	0,00	0,00	0,00	27.109,14
E.2.f.3	E.2.r.1	E.2.f.3/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	16.024,73	0,00	54.643,56	0,00	181.441,66
E.2.f.3	E.2.r.3	E.2.f.3/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	16.024,73	0,00	0,00	0,00	188.506,94
E.2.f.3	E.2.r.5	E.2.f.3/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	19.453,88	0,00	0,00	0,00	28.144,84
E.2.f.4	E.2.r.1	E.2.f.4/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	14.064,27	0,00	26.601,81	0,00	151.439,46
E.2.f.4	E.2.r.3	E.2.f.4/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	14.064,27	0,00	0,00	0,00	186.546,49
E.2.f.4	E.2.r.5	E.2.f.4/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	15.532,98	0,00	0,00	0,00	24.223,94
E.2.f.5	E.2.r.1	E.2.f.5/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	13.916,09	0,00	54.643,56	0,00	179.333,03
E.2.f.5	E.2.r.3	E.2.f.5/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	13.916,09	0,00	0,00	0,00	186.398,31
E.2.f.5	E.2.r.5	E.2.f.5/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	16.381,67	0,00	0,00	0,00	25.072,63
E.2.f.6	E.2.r.1	E.2.f.6/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	11.674,67	0,00	26.601,81	0,00	149.049,85
E.2.f.6	E.2.r.3	E.2.f.6/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	11.674,67	0,00	0,00	0,00	184.156,89
E.2.f.6	E.2.r.5	E.2.f.6/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	11.898,82	0,00	0,00	0,00	20.589,78
E.2.f.9	E.2.r.1	E.2.f.9/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	54.643,56	0,00	165.416,93
E.2.f.9	E.2.r.3	E.2.f.9/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	0,00	172.482,22
E.2.f.9	E.2.r.5	E.2.f.9/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	0,00	8.690,96
E.2.f.10	E.2.r.1	E.2.f.10/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	26.601,81	0,00	137.375,18
E.2.f.10	E.2.r.3	E.2.f.10/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	0,00	172.482,22
E.2.f.10	E.2.r.5	E.2.f.10/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	0,00	8.690,96
E.2.f.11	E.2.r.1	E.2.f.11/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	141.571,79	54.643,56	53.591,22	360.579,95
E.2.f.11	E.2.r.3	E.2.f.11/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	141.571,79	0,00	53.591,22	367.645,23
E.2.f.11	E.2.r.5	E.2.f.11/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	141.571,79	0,00	53.591,22	203.853,97
E.2.f.12	E.2.r.1	E.2.f.12/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	60.016,70	26.601,81	26.091,19	223.483,07
E.2.f.12	E.2.r.3	E.2.f.12/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	60.016,70	0,00	26.091,19	258.590,10
E.2.f.12	E.2.r.5	E.2.f.12/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	60.016,70	0,00	26.091,19	94.798,85
E.2.f.13	E.2.r.1	E.2.f.13/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	63.562,07	54.643,56	53.591,22	282.570,22
E.2.f.13	E.2.r.3	E.2.f.13/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	63.562,07	0,00	53.591,22	289.635,51
E.2.f.13	E.2.r.5	E.2.f.13/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	63.562,07	0,00	53.591,22	125.844,25
E.2.f.14	E.2.r.1	E.2.f.14/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	28.812,68	26.601,81	26.091,19	192.279,05
E.2.f.14	E.2.r.3	E.2.f.14/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	28.812,68	0,00	26.091,19	227.386,08
E.2.f.14	E.2.r.5	E.2.f.14/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	28.812,68	0,00	26.091,19	63.594,83
E.2.f.15	E.2.r.1	E.2.f.15/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	62.417,02	54.643,56	53.591,22	281.425,17
E.2.f.15	E.2.r.3	E.2.f.15/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	62.417,02	0,00	53.591,22	288.490,46
E.2.f.15	E.2.r.5	E.2.f.15/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	62.417,02	0,00	53.591,22	124.699,20
E.2.f.16	E.2.r.1	E.2.f.16/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	13.963,52	26.601,81	26.091,19	177.429,89
E.2.f.16	E.2.r.3	E.2.f.16/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	13.963,52	0,00	26.091,19	212.536,92
E.2.f.16	E.2.r.5	E.2.f.16/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	13.963,52	0,00	26.091,19	48.745,67
E.2.f.19	E.2.r.1	E.2.f.19/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	54.643,56	53.591,22	219.008,15
E.2.f.19	E.2.r.3	E.2.f.19/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	53.591,22	226.073,44
E.2.f.19	E.2.r.5	E.2.f.19/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	53.591,22	62.282,18
E.2.f.20	E.2.r.1	E.2.f.20/E.2.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	26.601,81	26.091,19	163.466,37
E.2.f.20	E.2.r.3	E.2.f.20/E.2.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	26.091,19	198.573,40
E.2.f.20	E.2.r.5	E.2.f.20/E.2.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	26.091,19	34.782,15

**Tabla 34.** Índice de Daño Medioambiental (IDM) parcial y total de los escenarios accidentales relevantes derivados del suceso iniciador accidente de tráfico e incendio del vehículo. Fuente:

Elaboración propia



Escenario		Escenario	IDM parciales							IDM TOTAL
Tipo a	Tipo b		IDM G2	IDM G5	IDM G9	IDM G11	IDM G14	IDM G16	IDM G19	
E.3.f.11	E.3.r.1	E.3.f.11/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	16.261,48	0,00	22.720,00	0,00	146.738,07
E.3.f.11	E.3.r.3	E.3.f.11/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	16.261,48	0,00	0,00	0,00	184.859,94
E.3.f.11	E.3.r.5	E.3.f.11/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	18.209,80	0,00	0,00	0,00	21.835,00
E.3.f.12	E.3.r.1	E.3.f.12/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	15.012,87	0,00	13.160,31	0,00	135.929,78
E.3.f.12	E.3.r.3	E.3.f.12/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	15.012,87	0,00	0,00	0,00	183.611,33
E.3.f.12	E.3.r.5	E.3.f.12/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	15.712,59	0,00	0,00	0,00	19.337,79
E.3.f.13	E.3.r.1	E.3.f.13/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	13.764,60	0,00	22.720,00	0,00	144.241,19
E.3.f.13	E.3.r.3	E.3.f.13/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	13.764,60	0,00	0,00	0,00	182.363,06
E.3.f.13	E.3.r.5	E.3.f.13/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	14.933,63	0,00	0,00	0,00	18.558,83
E.3.f.14	E.3.r.1	E.3.f.14/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	13.096,27	0,00	13.160,31	0,00	134.013,17
E.3.f.14	E.3.r.3	E.3.f.14/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	13.096,27	0,00	0,00	0,00	181.694,73
E.3.f.14	E.3.r.5	E.3.f.14/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	13.596,96	0,00	0,00	0,00	17.222,15
E.3.f.15	E.3.r.1	E.3.f.15/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	12.291,06	0,00	22.720,00	0,00	142.767,65
E.3.f.15	E.3.r.3	E.3.f.15/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	12.291,06	0,00	0,00	0,00	180.889,52
E.3.f.15	E.3.r.5	E.3.f.15/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	13.131,59	0,00	0,00	0,00	16.756,79
E.3.f.16	E.3.r.1	E.3.f.16/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	11.526,94	0,00	13.160,31	0,00	132.443,84
E.3.f.16	E.3.r.3	E.3.f.16/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	11.526,94	0,00	0,00	0,00	180.125,40
E.3.f.16	E.3.r.5	E.3.f.16/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	11.603,35	0,00	0,00	0,00	15.228,55
E.3.f.19	E.3.r.1	E.3.f.19/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	0,00	0,00	22.720,00	0,00	130.476,59
E.3.f.19	E.3.r.3	E.3.f.19/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	0,00	0,00	0,00	0,00	168.598,46
E.3.f.19	E.3.r.5	E.3.f.19/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3.625,19
E.3.f.20	E.3.r.1	E.3.f.20/E.3.r.1	105.441,51	0,00	2.315,08	0,00	0,00	13.160,31	0,00	120.916,90
E.3.f.20	E.3.r.3	E.3.f.20/E.3.r.3	0,00	166.283,38	2.315,08	0,00	0,00	0,00	0,00	168.598,46
E.3.f.20	E.3.r.5	E.3.f.20/E.3.r.5	0,00	0,00	3.625,19	0,00	0,00	0,00	0,00	3.625,19
E.3.f.31	E.3.r.1	E.3.f.31/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	20.028,24	0,00	54.643,56	0,00	185.445,17
E.3.f.31	E.3.r.3	E.3.f.31/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	20.028,24	0,00	0,00	0,00	192.510,46
E.3.f.31	E.3.r.5	E.3.f.31/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	25.743,34	0,00	0,00	0,00	34.434,30
E.3.f.32	E.3.r.1	E.3.f.32/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	16.365,66	0,00	26.601,81	0,00	153.740,84
E.3.f.32	E.3.r.3	E.3.f.32/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	16.365,66	0,00	0,00	0,00	188.847,88
E.3.f.32	E.3.r.5	E.3.f.32/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	18.418,18	0,00	0,00	0,00	27.109,14
E.3.f.33	E.3.r.1	E.3.f.33/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	16.024,73	0,00	54.643,56	0,00	181.441,66
E.3.f.33	E.3.r.3	E.3.f.33/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	16.024,73	0,00	0,00	0,00	188.506,94
E.3.f.33	E.3.r.5	E.3.f.33/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	19.453,88	0,00	0,00	0,00	28.144,84
E.3.f.34	E.3.r.1	E.3.f.34/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	14.064,27	0,00	26.601,81	0,00	151.439,46
E.3.f.34	E.3.r.3	E.3.f.34/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	14.064,27	0,00	0,00	0,00	186.546,49
E.3.f.34	E.3.r.5	E.3.f.34/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	15.532,98	0,00	0,00	0,00	24.223,94
E.3.f.35	E.3.r.1	E.3.f.35/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	13.916,09	0,00	54.643,56	0,00	179.333,03
E.3.f.35	E.3.r.3	E.3.f.35/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	13.916,09	0,00	0,00	0,00	186.398,31
E.3.f.35	E.3.r.5	E.3.f.35/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	16.381,67	0,00	0,00	0,00	25.072,63
E.3.f.36	E.3.r.1	E.3.f.36/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	11.674,67	0,00	26.601,81	0,00	149.049,85
E.3.f.36	E.3.r.3	E.3.f.36/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	11.674,67	0,00	0,00	0,00	184.156,89
E.3.f.36	E.3.r.5	E.3.f.36/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	11.898,82	0,00	0,00	0,00	20.589,78
E.3.f.39	E.3.r.1	E.3.f.39/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	54.643,56	0,00	165.416,93
E.3.f.39	E.3.r.3	E.3.f.39/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	0,00	172.482,22
E.3.f.39	E.3.r.5	E.3.f.39/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	0,00	8.690,96
E.3.f.40	E.3.r.1	E.3.f.40/E.3.r.1	105.925,41	0,00	4.847,97	0,00	0,00	26.601,81	0,00	137.375,18
E.3.f.40	E.3.r.3	E.3.f.40/E.3.r.3	0,00	167.634,25	4.847,97	0,00	0,00	0,00	0,00	172.482,22
E.3.f.40	E.3.r.5	E.3.f.40/E.3.r.5	0,00	0,00	8.690,96	0,00	0,00	0,00	0,00	8.690,96

**Tabla 35.** Índice de Daño Medioambiental (IDM) parcial y total de los escenarios accidentales relevantes derivados del suceso iniciador accidente de tráfico y derrame de la carga. Fuente:

Elaboración propia

## V. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO

### V.1. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS ESTÁTICOS

Según el procedimiento detallado en el Real Decreto 183/2015, por el que se modifica el Reglamento de Desarrollo Parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, es necesario calcular el riesgo asociado a cada escenario accidental como el producto entre la probabilidad de ocurrencia del escenario y el Índice de Daño Medioambiental. El resultado de esta operación se recoge en la siguiente tabla.

Código	IDM	Probabilidad	Riesgo
S.E.9_E.3	4.892	1,37E-05	<b>0,0667826</b>
S.A.3_E.6	6.823	2,20E-08	<b>0,0001498</b>
S.A.3_E.8	7.108	1,83E-08	<b>0,0001303</b>
S.A.4_E.3	6.593	1,36E-05	<b>0,0894804</b>
S.A.6_E.3	4.924	1,99E-07	<b>0,0009820</b>

**Tabla 36.** Valores de riesgo para cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

### V.2. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO: ELEMENTOS MÓVILES

El procedimiento para la estimación de la cuantía de la garantía financiera, según lo indicado en el Real Decreto 183/2015, de 13 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, exige de la estimación del riesgo asociado a cada escenario accidental.

Dicho riesgo se calcula mediante el producto del Índice de Daño Medioambiental y la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental. La Tabla 37 recoge el cálculo del riesgo de todos los escenarios accidentales relevantes (probabilidad y consecuencias mayores que 0) del presente caso práctico.

Estos parámetros (IDM y riesgo) serán las variables a partir de las cuales se elegirá el escenario accidental de referencia para el cálculo de la garantía financiera. El procedimiento para ello se describe en el epígrafe siguiente.

<b>Código</b>	<b>IDM</b>	<b>Probabilidad (veces/año)</b>	<b>Riesgo</b>
E.1.f.1/E.1.r.1	185.445,17	1,67E-06	<b>0,3095569</b>
E.1.f.1/E.1.r.3	192.510,46	2,96E-05	<b>5,6954498</b>
E.1.f.1/E.1.r.5	34.434,30	2,00E-06	<b>0,0687402</b>
E.1.f.2/E.1.r.1	153.740,84	2,30E-06	<b>0,3532286</b>
E.1.f.2/E.1.r.3	188.847,88	5,55E-05	<b>10,4740731</b>
E.1.f.2/E.1.r.5	27.109,14	2,36E-05	<b>0,6410338</b>
E.1.f.3/E.1.r.1	181.441,66	3,10E-07	<b>0,0561595</b>
E.1.f.3/E.1.r.3	188.506,94	1,28E-05	<b>2,4116128</b>
E.1.f.3/E.1.r.5	28.144,84	1,06E-07	<b>0,0029722</b>
E.1.f.4/E.1.r.1	151.439,46	8,41E-07	<b>0,1274190</b>
E.1.f.4/E.1.r.3	186.546,49	5,28E-05	<b>9,8507674</b>
E.1.f.4/E.1.r.5	24.223,94	7,50E-06	<b>0,1817624</b>
E.1.f.5/E.1.r.1	179.333,03	2,43E-07	<b>0,0436659</b>
E.1.f.5/E.1.r.3	186.398,31	1,70E-06	<b>0,3164270</b>
E.1.f.5/E.1.r.5	25.072,63	4,98E-07	<b>0,0124769</b>
E.1.f.6/E.1.r.1	149.049,85	3,16E-07	<b>0,0471259</b>
E.1.f.6/E.1.r.3	184.156,89	2,42E-05	<b>4,4552518</b>
E.1.f.6/E.1.r.5	20.589,78	1,41E-05	<b>0,2904206</b>
E.1.f.9/E.1.r.1	165.416,93	1,42E-06	<b>0,2343554</b>
E.1.f.9/E.1.r.3	172.482,22	1,88E-05	<b>3,2465672</b>
E.1.f.9/E.1.r.5	8.690,96	3,28E-07	<b>0,0028480</b>
E.1.f.10/E.1.r.1	137.375,18	8,49E-06	<b>1,1663466</b>
E.1.f.10/E.1.r.3	172.482,22	4,73E-04	<b>81,5918279</b>
E.1.f.10/E.1.r.5	8.690,96	4,47E-05	<b>0,3887694</b>
E.1.f.11/E.1.r.1	360.579,95	1,67E-06	<b>0,6019030</b>
E.1.f.11/E.1.r.3	367.645,23	2,96E-05	<b>10,8768374</b>
E.1.f.11/E.1.r.5	203.853,97	2,00E-06	<b>0,4069476</b>
E.1.f.12/E.1.r.1	223.483,07	2,30E-06	<b>0,5134655</b>
E.1.f.12/E.1.r.3	258.590,10	5,55E-05	<b>14,3421871</b>
E.1.f.12/E.1.r.5	94.798,85	2,36E-05	<b>2,2416527</b>
E.1.f.13/E.1.r.1	282.570,22	3,10E-07	<b>0,0874606</b>
E.1.f.13/E.1.r.3	289.635,51	1,28E-05	<b>3,7053738</b>
E.1.f.13/E.1.r.5	125.844,25	1,06E-07	<b>0,0132895</b>
E.1.f.14/E.1.r.1	192.279,05	8,41E-07	<b>0,1617808</b>
E.1.f.14/E.1.r.3	227.386,08	5,28E-05	<b>12,0073415</b>
E.1.f.14/E.1.r.5	63.594,83	7,50E-06	<b>0,4771788</b>

**Tabla 37.** Valores de riesgo de cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

<b>Código</b>	<b>IDM</b>	<b>Probabilidad (veces/año)</b>	<b>Riesgo</b>
E.1.f.15/E.1.r.1	281.425,17	2,43E-07	<b>0,0685243</b>
E.1.f.15/E.1.r.3	288.490,46	1,70E-06	<b>0,4897372</b>
E.1.f.15/E.1.r.5	124.699,20	4,98E-07	<b>0,0620543</b>
E.1.f.16/E.1.r.1	177.429,89	3,16E-07	<b>0,0560990</b>
E.1.f.16/E.1.r.3	212.536,92	2,42E-05	<b>5,1418414</b>
E.1.f.16/E.1.r.5	48.745,67	1,41E-05	<b>0,6875617</b>
E.1.f.19/E.1.r.1	219.008,15	1,42E-06	<b>0,3102811</b>
E.1.f.19/E.1.r.3	226.073,44	1,88E-05	<b>4,2552944</b>
E.1.f.19/E.1.r.5	62.282,18	3,28E-07	<b>0,0204096</b>
E.1.f.20/E.1.r.1	163.466,37	8,49E-06	<b>1,3878667</b>
E.1.f.20/E.1.r.3	198.573,40	4,73E-04	<b>93,9341304</b>
E.1.f.20/E.1.r.5	34.782,15	4,47E-05	<b>1,5558967</b>
E.2.f.1/E.2.r.1	185.445,17	2,62E-06	<b>0,4864354</b>
E.2.f.1/E.2.r.3	192.510,46	4,65E-05	<b>8,9497866</b>
E.2.f.1/E.2.r.5	34.434,30	3,14E-06	<b>0,1080178</b>
E.2.f.2/E.2.r.1	153.740,84	3,61E-06	<b>0,5550608</b>
E.2.f.2/E.2.r.3	188.847,88	8,72E-05	<b>16,4588790</b>
E.2.f.2/E.2.r.5	27.109,14	3,72E-05	<b>1,0073157</b>
E.2.f.3/E.2.r.1	181.441,66	4,86E-07	<b>0,0882486</b>
E.2.f.3/E.2.r.3	188.506,94	2,01E-05	<b>3,7895900</b>
E.2.f.3/E.2.r.5	28.144,84	1,66E-07	<b>0,0046705</b>
E.2.f.4/E.2.r.1	151.439,46	1,32E-06	<b>0,2002252</b>
E.2.f.4/E.2.r.3	186.546,49	8,30E-05	<b>15,4794213</b>
E.2.f.4/E.2.r.5	24.223,94	1,18E-05	<b>0,2856201</b>
E.2.f.5/E.2.r.1	179.333,03	3,40E-07	<b>0,0610355</b>
E.2.f.5/E.2.r.3	186.398,31	2,37E-06	<b>0,4422966</b>
E.2.f.5/E.2.r.5	25.072,63	6,96E-07	<b>0,0174401</b>
E.2.f.6/E.2.r.1	149.049,85	5,00E-07	<b>0,0745700</b>
E.2.f.6/E.2.r.3	184.156,89	3,83E-05	<b>7,0497983</b>
E.2.f.6/E.2.r.5	20.589,78	2,23E-05	<b>0,4595490</b>
E.2.f.9/E.2.r.1	165.416,93	2,23E-06	<b>0,3682643</b>
E.2.f.9/E.2.r.3	172.482,22	2,96E-05	<b>5,1016311</b>
E.2.f.9/E.2.r.5	8.690,96	5,15E-07	<b>0,0044753</b>
E.2.f.10/E.2.r.1	137.375,18	1,33E-05	<b>1,8327882</b>
E.2.f.10/E.2.r.3	172.482,22	7,43E-04	<b>128,2127798</b>
E.2.f.10/E.2.r.5	8.690,96	7,03E-05	<b>0,6109094</b>

**Tabla 37 (cont).** Valores de riesgo de cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

<b>Código</b>	<b>IDM</b>	<b>Probabilidad (veces/año)</b>	<b>Riesgo</b>
E.2.f.11/E.2.r.1	360.579,95	2,62E-06	<b>0,9458258</b>
E.2.f.11/E.2.r.3	367.645,23	4,65E-05	<b>17,0917797</b>
E.2.f.11/E.2.r.5	203.853,97	3,14E-06	<b>0,6394744</b>
E.2.f.12/E.2.r.1	223.483,07	3,61E-06	<b>0,8068558</b>
E.2.f.12/E.2.r.3	258.590,10	8,72E-05	<b>22,5372041</b>
E.2.f.12/E.2.r.5	94.798,85	3,72E-05	<b>3,5225161</b>
E.2.f.13/E.2.r.1	282.570,22	4,86E-07	<b>0,1374349</b>
E.2.f.13/E.2.r.3	289.635,51	2,01E-05	<b>5,8225964</b>
E.2.f.13/E.2.r.5	125.844,25	1,66E-07	<b>0,0208831</b>
E.2.f.14/E.2.r.1	192.279,05	1,32E-06	<b>0,2542212</b>
E.2.f.14/E.2.r.3	227.386,08	8,30E-05	<b>18,8682454</b>
E.2.f.14/E.2.r.5	63.594,83	1,18E-05	<b>0,7498351</b>
E.2.f.15/E.2.r.1	281.425,17	3,40E-07	<b>0,0957822</b>
E.2.f.15/E.2.r.3	288.490,46	2,37E-06	<b>0,6845467</b>
E.2.f.15/E.2.r.5	124.699,20	6,96E-07	<b>0,0867386</b>
E.2.f.16/E.2.r.1	177.429,89	5,00E-07	<b>0,0887686</b>
E.2.f.16/E.2.r.3	212.536,92	3,83E-05	<b>8,1362280</b>
E.2.f.16/E.2.r.5	48.745,67	2,23E-05	<b>1,0879679</b>
E.2.f.19/E.2.r.1	219.008,15	2,23E-06	<b>0,4875734</b>
E.2.f.19/E.2.r.3	226.073,44	2,96E-05	<b>6,6867374</b>
E.2.f.19/E.2.r.5	62.282,18	5,15E-07	<b>0,0320714</b>
E.2.f.20/E.2.r.1	163.466,37	1,33E-05	<b>2,1808832</b>
E.2.f.20/E.2.r.3	198.573,40	7,43E-04	<b>147,6073803</b>
E.2.f.20/E.2.r.5	34.782,15	7,03E-05	<b>2,4449243</b>
E.3.f.11/E.3.r.1	146.738,07	2,04E-05	<b>2,9959908</b>
E.3.f.11/E.3.r.3	184.859,94	3,62E-04	<b>66,8943172</b>
E.3.f.11/E.3.r.5	21.835,00	2,44E-05	<b>0,5331449</b>
E.3.f.12/E.3.r.1	135.929,78	2,81E-05	<b>3,8199173</b>
E.3.f.12/E.3.r.3	183.611,33	6,78E-04	<b>124,5591656</b>
E.3.f.12/E.3.r.5	19.337,79	2,89E-04	<b>5,5929989</b>
E.3.f.13/E.3.r.1	144.241,19	3,79E-06	<b>0,5460698</b>
E.3.f.13/E.3.r.3	182.363,06	1,56E-04	<b>28,5357851</b>
E.3.f.13/E.3.r.5	18.558,83	1,29E-06	<b>0,0239717</b>
E.3.f.14/E.3.r.1	134.013,17	1,03E-05	<b>1,3791621</b>
E.3.f.14/E.3.r.3	181.694,73	6,46E-04	<b>117,3540356</b>
E.3.f.14/E.3.r.5	17.222,15	9,18E-05	<b>1,5805911</b>

**Tabla 37 (cont).** Valores de riesgo de cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

<b>Código</b>	<b>IDM</b>	<b>Probabilidad (veces/año)</b>	<b>Riesgo</b>
E.3.f.15/E.3.r.1	142.767,65	2,98E-06	<b>0,4251914</b>
E.3.f.15/E.3.r.3	180.889,52	2,08E-05	<b>3,7559321</b>
E.3.f.15/E.3.r.5	16.756,79	6,09E-06	<b>0,1019934</b>
E.3.f.16/E.3.r.1	132.443,84	3,87E-06	<b>0,5121919</b>
E.3.f.16/E.3.r.3	180.125,40	2,96E-04	<b>53,3005833</b>
E.3.f.16/E.3.r.5	15.228,55	1,73E-04	<b>2,6272826</b>
E.3.f.19/E.3.r.1	130.476,59	1,73E-05	<b>2,2609990</b>
E.3.f.19/E.3.r.3	168.598,46	2,30E-04	<b>38,8156090</b>
E.3.f.19/E.3.r.5	3.625,19	4,01E-06	<b>0,0145303</b>
E.3.f.20/E.3.r.1	120.916,90	1,04E-04	<b>12,5568031</b>
E.3.f.20/E.3.r.3	168.598,46	5,79E-03	<b>975,5031333</b>
E.3.f.20/E.3.r.5	3.625,19	5,47E-04	<b>1,9834827</b>
E.3.f.31/E.3.r.1	185.445,17	2,39E-05	<b>4,4281016</b>
E.3.f.31/E.3.r.3	192.510,46	4,23E-04	<b>81,4713869</b>
E.3.f.31/E.3.r.5	34.434,30	2,86E-05	<b>0,9833036</b>
E.3.f.32/E.3.r.1	153.740,84	3,29E-05	<b>5,0528102</b>
E.3.f.32/E.3.r.3	188.847,88	7,93E-04	<b>149,8278958</b>
E.3.f.32/E.3.r.5	27.109,14	3,38E-04	<b>9,1697615</b>
E.3.f.33/E.3.r.1	181.441,66	4,43E-06	<b>0,8033415</b>
E.3.f.33/E.3.r.3	188.506,94	1,83E-04	<b>34,4972642</b>
E.3.f.33/E.3.r.5	28.144,84	1,51E-06	<b>0,0425160</b>
E.3.f.34/E.3.r.1	151.439,46	1,20E-05	<b>1,8226833</b>
E.3.f.34/E.3.r.3	186.546,49	7,55E-04	<b>140,9117299</b>
E.3.f.34/E.3.r.5	24.223,94	1,07E-04	<b>2,6000466</b>
E.3.f.35/E.3.r.1	179.333,03	3,48E-06	<b>0,6246249</b>
E.3.f.35/E.3.r.3	186.398,31	2,43E-05	<b>4,5263763</b>
E.3.f.35/E.3.r.5	25.072,63	7,12E-06	<b>0,1784783</b>
E.3.f.36/E.3.r.1	149.049,85	4,52E-06	<b>0,6741194</b>
E.3.f.36/E.3.r.3	184.156,89	3,46E-04	<b>63,7307952</b>
E.3.f.36/E.3.r.5	20.589,78	2,02E-04	<b>4,1543637</b>
E.3.f.39/E.3.r.1	165.416,93	2,03E-05	<b>3,3523711</b>
E.3.f.39/E.3.r.3	172.482,22	2,69E-04	<b>46,4409911</b>
E.3.f.39/E.3.r.5	8.690,96	4,69E-06	<b>0,0407394</b>
E.3.f.40/E.3.r.1	137.375,18	1,21E-04	<b>16,6841737</b>
E.3.f.40/E.3.r.3	172.482,22	6,77E-03	<b>1.167,1421236</b>
E.3.f.40/E.3.r.5	8.690,96	6,40E-04	<b>5,5612088</b>

**Tabla 37 (cont).** Valores de riesgo de cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

## VI. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

### VI.1. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS ESTÁTICOS

El procedimiento mediante el cual se determina la cuantía de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental se encuentra especificado en el Real Decreto 183/2015, por el que se modifica el Reglamento de Desarrollo Parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre. Este procedimiento comprende las siguientes fases:

- 1) Identificación de los escenarios accidentales y establecimiento de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario.

En el presente caso práctico la identificación de los escenarios accidentales y la imputación de probabilidades de ocurrencia a los mismos se aborda en los epígrafes II.1 y III.1 del documento.

- 2) Estimación de un Índice de Daño Medioambiental asociado a cada escenario accidental siguiendo los pasos que se establecen en el anexo III del Real Decreto 183/2015, por el que se modifica el Reglamento de Desarrollo Parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre.

El cálculo del Índice de Daño Medioambiental (IDM) para cada uno de los escenarios identificados se realiza en el epígrafe IV.1 del presente informe. Este índice permite disponer de una estimación de la magnitud de las consecuencias medioambientales asociadas a cada escenario.

- 3) Cálculo del riesgo asociado a cada escenario accidental como el producto entre la probabilidad de ocurrencia del escenario y el Índice de Daño Medioambiental —este cálculo se recoge en el epígrafe V.1 de este informe—.
- 4) Selección de los escenarios con menor Índice de Daño Medioambiental asociado que agrupen el 95 por ciento del riesgo total.

Esta fase requiere, en un primer momento, ordenar los escenarios relevantes en un sentido decreciente del IDM para, posteriormente, seleccionar exclusivamente aquéllos que representen el 95 por ciento del riesgo total de la instalación (como se recoge en la siguiente tabla).

Código	IDM	Probabilidad	Riesgo	Riesgo relativo	Riesgo acumulado
S.A.3_E.8	7.108	1,83E-08	0,0001303	0,08%	100,00%
S.A.3_E.6	6.823	2,20E-08	0,0001498	0,10%	99,92%
<b>S.A.4_E.3</b>	<b>6.593</b>	<b>1,36E-05</b>	<b>0,0894804</b>	<b>57,05%</b>	<b>99,82%</b>
S.A.6_E.3	4.924	6,14E-08	0,0003022	0,19%	42,77%
S.E.9_E.3	4.892	1,37E-05	0,0667826	42,58%	42,58%
<b>Total</b>			<b>0,16</b>		

**Tabla 38.** Selección de escenarios accidentales. Fuente: Elaboración propia

- 5) Establecimiento de la cuantía de la garantía financiera, como el valor del daño medioambiental del escenario con el Índice de Daño Medioambiental más alto entre los escenarios accidentales seleccionados. Dicho escenario se denomina generalmente “escenario de referencia” y es el único al que se atiende con objeto de realizar las fases posteriores indicadas en el artículo 33 del Real Decreto.

En la siguiente tabla se muestra el escenario que resulta seleccionado como escenario de referencia en la instalación objeto de estudio (sombreado en gris claro), resultando ser el S.A.4\_E.3, correspondiente con un incendio con vertido de aguas de extinción al suelo por fallo del depósito de combustible aéreo.

Código	IDM	Probabilidad	Riesgo	Riesgo relativo	Riesgo acumulado
S.A.3_E.8	7.108	1,83E-08	0,0001303	0,08%	100,00%
S.A.3_E.6	6.823	2,20E-08	0,0001498	0,10%	99,92%
<b>S.A.4_E.3</b>	<b>6.593</b>	<b>1,36E-05</b>	<b>0,0894804</b>	<b>57,05%</b>	<b>99,82%</b>
S.A.6_E.3	4.924	6,14E-08	0,0003022	0,19%	42,77%
S.E.9_E.3	4.892	1,37E-05	0,0667826	42,58%	42,58%
<b>Total</b>			<b>0,16</b>		

**Tabla 39.** Selección del escenario de referencia. Fuente: Elaboración propia

## VI.2.SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS MÓVILES

Al igual que se ha indicado para el caso de los elementos estáticos, el procedimiento de selección del escenario accidental de referencia es el siguiente:

- 1) Identificación de los escenarios accidentales y establecimiento de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario.

En el presente caso práctico la identificación de los escenarios accidentales y la imputación de probabilidades de ocurrencia a los mismos se aborda en los epígrafes II.2 y III.2 del documento.



- 2) Estimación de un Índice de Daño Medioambiental asociado a cada escenario accidental siguiendo los pasos que se establecen en el anexo III del Real Decreto 183/2015, por el que se modifica el Reglamento de Desarrollo Parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre.

El cálculo del Índice de Daño Medioambiental (IDM) para cada uno de los escenarios identificados se realiza en el epígrafe IV.2 del presente informe.

- 3) Cálculo del riesgo asociado a cada escenario accidental como el producto entre la probabilidad de ocurrencia del escenario y el Índice de Daño Medioambiental —este cálculo se recoge en el epígrafe V.2 de este informe—.
- 4) Seleccionar los escenarios con menor Índice de Daño Medioambiental asociado que agrupen el 95 por ciento del riesgo total.
- 5) Establecer la cuantía de la garantía financiera, como el valor del daño medioambiental del escenario con el Índice de Daño Medioambiental más alto entre los escenarios accidentales seleccionados. Para ello se seguirán los siguientes pasos:
  - i. En primer lugar, se cuantificará el daño medioambiental generado en el escenario seleccionado.
  - ii. En segundo lugar, se monetizará el daño medioambiental generado en el escenario de referencia, cuyo valor será igual al coste del proyecto de reparación primaria. En caso de que la reparación primaria diseñada deba consistir exclusivamente en una recuperación natural, se desestimará dicho escenario para calcular la garantía financiera y se seleccionará el siguiente escenario con mayor valor de IDM; repitiéndose la secuencia hasta que se seleccione un escenario cuya reparación no se base exclusivamente en la recuperación natural. Este escenario sería el de referencia para el cálculo de la garantía financiera obligatoria.

Este procedimiento requiere ordenar los escenarios relevantes en sentido decreciente de IDM para, posteriormente, seleccionar exclusivamente aquéllos que representan el 95% del riesgo total de la instalación, tal y como se desarrolla en la Tabla 40.

El escenario de referencia es el E.2.f.20/E.2.r.3, escenario configurado a partir de un accidente de tráfico en el que se produce el incendio del vehículo en un entorno de suelo artificial o suelo natural sin vegetación forestal (un cultivo, por ejemplo); la extinción del incendio genera unas aguas contaminantes que afectan al suelo y a las aguas subterráneas.

Arbol Tipo a	Arbol Tipo b	Escenario	Probabilidad escenario accidental (veces/año)	IDM	Riesgo	Riesgo relativo (%)	Riesgo relativo acumulado (%)
E.2.f.11	E.2.r.3	E.2.f.11/E.2.r.3	4,65E-05	367.645,23	17,09178	0,44%	100,00%
E.1.f.11	E.1.r.3	E.1.f.11/E.1.r.3	2,96E-05	367.645,23	10,87684	0,28%	99,56%
E.2.f.11	E.2.r.1	E.2.f.11/E.2.r.1	2,62E-06	360.579,95	0,94583	0,02%	99,28%
E.1.f.11	E.1.r.1	E.1.f.11/E.1.r.1	1,67E-06	360.579,95	0,60190	0,02%	99,26%
E.2.f.13	E.2.r.3	E.2.f.13/E.2.r.3	2,01E-05	289.635,51	5,82260	0,15%	99,24%
E.1.f.13	E.1.r.3	E.1.f.13/E.1.r.3	1,28E-05	289.635,51	3,70537	0,10%	99,09%
E.2.f.15	E.2.r.3	E.2.f.15/E.2.r.3	2,37E-06	288.490,46	0,68455	0,02%	99,00%
E.1.f.15	E.1.r.3	E.1.f.15/E.1.r.3	1,70E-06	288.490,46	0,48974	0,01%	98,98%
E.2.f.13	E.2.r.1	E.2.f.13/E.2.r.1	4,86E-07	282.570,22	0,13743	0,00%	98,97%
E.1.f.13	E.1.r.1	E.1.f.13/E.1.r.1	3,10E-07	282.570,22	0,08746	0,00%	98,96%
E.2.f.15	E.2.r.1	E.2.f.15/E.2.r.1	3,40E-07	281.425,17	0,09578	0,00%	98,96%
E.1.f.15	E.1.r.1	E.1.f.15/E.1.r.1	2,43E-07	281.425,17	0,06852	0,00%	98,96%
E.2.f.12	E.2.r.3	E.2.f.12/E.2.r.3	8,72E-05	258.590,10	22,53720	0,58%	98,96%
E.1.f.12	E.1.r.3	E.1.f.12/E.1.r.3	5,55E-05	258.590,10	14,34219	0,37%	98,38%
E.2.f.14	E.2.r.3	E.2.f.14/E.2.r.3	8,30E-05	227.386,08	18,86825	0,48%	98,01%
E.1.f.14	E.1.r.3	E.1.f.14/E.1.r.3	5,28E-05	227.386,08	12,00734	0,31%	97,53%
E.2.f.19	E.2.r.3	E.2.f.19/E.2.r.3	2,96E-05	226.073,44	6,68674	0,17%	97,22%
E.1.f.19	E.1.r.3	E.1.f.19/E.1.r.3	1,88E-05	226.073,44	4,25529	0,11%	97,05%
E.2.f.12	E.2.r.1	E.2.f.12/E.2.r.1	3,61E-06	223.483,07	0,80686	0,02%	96,94%
E.1.f.12	E.1.r.1	E.1.f.12/E.1.r.1	2,30E-06	223.483,07	0,51347	0,01%	96,92%
E.2.f.19	E.2.r.1	E.2.f.19/E.2.r.1	2,23E-06	219.008,15	0,48757	0,01%	96,91%
E.1.f.19	E.1.r.1	E.1.f.19/E.1.r.1	1,42E-06	219.008,15	0,31028	0,01%	96,89%
E.2.f.16	E.2.r.3	E.2.f.16/E.2.r.3	3,83E-05	212.536,92	8,13623	0,21%	96,89%
E.1.f.16	E.1.r.3	E.1.f.16/E.1.r.3	2,42E-05	212.536,92	5,14184	0,13%	96,68%
E.2.f.11	E.2.r.5	E.2.f.11/E.2.r.5	3,14E-06	203.853,97	0,63947	0,02%	96,54%
E.1.f.11	E.1.r.5	E.1.f.11/E.1.r.5	2,00E-06	203.853,97	0,40695	0,01%	96,53%
<b>E.2.f.20</b>	<b>E.2.r.3</b>	<b>E.2.f.20/E.2.r.3</b>	<b>7,43E-04</b>	<b>198.573,40</b>	<b>147,60738</b>	<b>3,79%</b>	<b>96,52%</b>
E.1.f.20	E.1.r.3	E.1.f.20/E.1.r.3	4,73E-04	198.573,40	93,93413	2,41%	92,73%
E.3.f.31	E.3.r.3	E.3.f.31/E.3.r.3	4,23E-04	192.510,46	81,47139	2,09%	90,32%
E.2.f.1	E.2.r.3	E.2.f.1/E.2.r.3	4,65E-05	192.510,46	8,94979	0,23%	88,23%
E.1.f.1	E.1.r.3	E.1.f.1/E.1.r.3	2,96E-05	192.510,46	5,69545	0,15%	88,00%
E.2.f.14	E.2.r.1	E.2.f.14/E.2.r.1	1,32E-06	192.279,05	0,25422	0,01%	87,86%
E.1.f.14	E.1.r.1	E.1.f.14/E.1.r.1	8,41E-07	192.279,05	0,16178	0,00%	87,85%
E.3.f.32	E.3.r.3	E.3.f.32/E.3.r.3	7,93E-04	188.847,88	149,82790	3,84%	87,85%
E.2.f.2	E.2.r.3	E.2.f.2/E.2.r.3	8,72E-05	188.847,88	16,45888	0,42%	84,00%
E.1.f.2	E.1.r.3	E.1.f.2/E.1.r.3	5,55E-05	188.847,88	10,47407	0,27%	83,58%

Tabla 40. Selección del escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia

Arbol Tipo a	Arbol Tipo b	Escenario	Probabilidad escenario accidental (veces/año)	IDM	Riesgo	Riesgo relativo (%)	Riesgo relativo acumulado (%)
E.3.f.33	E.3.r.3	E.3.f.33/E.3.r.3	1,83E-04	188.506,94	34,49726	0,88%	83,31%
E.2.f.3	E.2.r.3	E.2.f.3/E.2.r.3	2,01E-05	188.506,94	3,78959	0,10%	82,43%
E.1.f.3	E.1.r.3	E.1.f.3/E.1.r.3	1,28E-05	188.506,94	2,41161	0,06%	82,33%
E.3.f.34	E.3.r.3	E.3.f.34/E.3.r.3	7,55E-04	186.546,49	140,91173	3,61%	82,27%
E.2.f.4	E.2.r.3	E.2.f.4/E.2.r.3	8,30E-05	186.546,49	15,47942	0,40%	78,65%
E.1.f.4	E.1.r.3	E.1.f.4/E.1.r.3	5,28E-05	186.546,49	9,85077	0,25%	78,26%
E.3.f.35	E.3.r.3	E.3.f.35/E.3.r.3	2,43E-05	186.398,31	4,52638	0,12%	78,00%
E.2.f.5	E.2.r.3	E.2.f.5/E.2.r.3	2,37E-06	186.398,31	0,44230	0,01%	77,89%
E.1.f.5	E.1.r.3	E.1.f.5/E.1.r.3	1,70E-06	186.398,31	0,31643	0,01%	77,88%
E.3.f.31	E.3.r.1	E.3.f.31/E.3.r.1	2,39E-05	185.445,17	4,42810	0,11%	77,87%
E.2.f.1	E.2.r.1	E.2.f.1/E.2.r.1	2,62E-06	185.445,17	0,48644	0,01%	77,75%
E.1.f.1	E.1.r.1	E.1.f.1/E.1.r.1	1,67E-06	185.445,17	0,30956	0,01%	77,74%
E.3.f.11	E.3.r.3	E.3.f.11/E.3.r.3	3,62E-04	184.859,94	66,89432	1,72%	77,73%
E.3.f.36	E.3.r.3	E.3.f.36/E.3.r.3	3,46E-04	184.156,89	63,73080	1,63%	76,02%
E.2.f.6	E.2.r.3	E.2.f.6/E.2.r.3	3,83E-05	184.156,89	7,04980	0,18%	74,38%
E.1.f.6	E.1.r.3	E.1.f.6/E.1.r.3	2,42E-05	184.156,89	4,45525	0,11%	74,20%
E.3.f.12	E.3.r.3	E.3.f.12/E.3.r.3	6,78E-04	183.611,33	124,55917	3,20%	74,09%
E.3.f.13	E.3.r.3	E.3.f.13/E.3.r.3	1,56E-04	182.363,06	28,53579	0,73%	70,89%
E.3.f.14	E.3.r.3	E.3.f.14/E.3.r.3	6,46E-04	181.694,73	117,35404	3,01%	70,16%
E.3.f.33	E.3.r.1	E.3.f.33/E.3.r.1	4,43E-06	181.441,66	0,80334	0,02%	67,15%
E.2.f.3	E.2.r.1	E.2.f.3/E.2.r.1	4,86E-07	181.441,66	0,08825	0,00%	67,13%
E.1.f.3	E.1.r.1	E.1.f.3/E.1.r.1	3,10E-07	181.441,66	0,05616	0,00%	67,13%
E.3.f.15	E.3.r.3	E.3.f.15/E.3.r.3	2,08E-05	180.889,52	3,75593	0,10%	67,13%
E.3.f.16	E.3.r.3	E.3.f.16/E.3.r.3	2,96E-04	180.125,40	53,30058	1,37%	67,03%
E.3.f.35	E.3.r.1	E.3.f.35/E.3.r.1	3,48E-06	179.333,03	0,62462	0,02%	65,66%
E.2.f.5	E.2.r.1	E.2.f.5/E.2.r.1	3,40E-07	179.333,03	0,06104	0,00%	65,65%
E.1.f.5	E.1.r.1	E.1.f.5/E.1.r.1	2,43E-07	179.333,03	0,04367	0,00%	65,65%
E.2.f.16	E.2.r.1	E.2.f.16/E.2.r.1	5,00E-07	177.429,89	0,08877	0,00%	65,64%
E.1.f.16	E.1.r.1	E.1.f.16/E.1.r.1	3,16E-07	177.429,89	0,05610	0,00%	65,64%
E.3.f.40	E.3.r.3	E.3.f.40/E.3.r.3	6,77E-03	172.482,22	1.167,14212	29,94%	65,64%
E.2.f.10	E.2.r.3	E.2.f.10/E.2.r.3	7,43E-04	172.482,22	128,21278	3,29%	35,70%
E.1.f.10	E.1.r.3	E.1.f.10/E.1.r.3	4,73E-04	172.482,22	81,59183	2,09%	32,41%
E.3.f.39	E.3.r.3	E.3.f.39/E.3.r.3	2,69E-04	172.482,22	46,44099	1,19%	30,32%
E.2.f.9	E.2.r.3	E.2.f.9/E.2.r.3	2,96E-05	172.482,22	5,10163	0,13%	29,13%
E.1.f.9	E.1.r.3	E.1.f.9/E.1.r.3	1,88E-05	172.482,22	3,24657	0,08%	29,00%
E.3.f.20	E.3.r.3	E.3.f.20/E.3.r.3	5,79E-03	168.598,46	975,50313	25,02%	28,91%

Tabla 40 (cont). Selección del escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia

Arbol Tipo a	Arbol Tipo b	Escenario	Probabilidad escenario accidental (veces/año)	IDM	Riesgo	Riesgo relativo (%)	Riesgo relativo acumulado (%)
E.3.f.19	E.3.r.3	E.3.f.19/E.3.r.3	2,30E-04	168.598,46	38,81561	1,00%	3,89%
E.3.f.39	E.3.r.1	E.3.f.39/E.3.r.1	2,03E-05	165.416,93	3,35237	0,09%	2,90%
E.2.f.9	E.2.r.1	E.2.f.9/E.2.r.1	2,23E-06	165.416,93	0,36826	0,01%	2,81%
E.1.f.9	E.1.r.1	E.1.f.9/E.1.r.1	1,42E-06	165.416,93	0,23436	0,01%	2,80%
E.2.f.20	E.2.r.1	E.2.f.20/E.2.r.1	1,33E-05	163.466,37	2,18088	0,06%	2,79%
E.1.f.20	E.1.r.1	E.1.f.20/E.1.r.1	8,49E-06	163.466,37	1,38787	0,04%	2,74%
E.3.f.32	E.3.r.1	E.3.f.32/E.3.r.1	3,29E-05	153.740,84	5,05281	0,13%	2,70%
E.2.f.2	E.2.r.1	E.2.f.2/E.2.r.1	3,61E-06	153.740,84	0,55506	0,01%	2,57%
E.1.f.2	E.1.r.1	E.1.f.2/E.1.r.1	2,30E-06	153.740,84	0,35323	0,01%	2,56%
E.3.f.34	E.3.r.1	E.3.f.34/E.3.r.1	1,20E-05	151.439,46	1,82268	0,05%	2,55%
E.2.f.4	E.2.r.1	E.2.f.4/E.2.r.1	1,32E-06	151.439,46	0,20023	0,01%	2,50%
E.1.f.4	E.1.r.1	E.1.f.4/E.1.r.1	8,41E-07	151.439,46	0,12742	0,00%	2,50%
E.3.f.36	E.3.r.1	E.3.f.36/E.3.r.1	4,52E-06	149.049,85	0,67412	0,02%	2,49%
E.2.f.6	E.2.r.1	E.2.f.6/E.2.r.1	5,00E-07	149.049,85	0,07457	0,00%	2,48%
E.1.f.6	E.1.r.1	E.1.f.6/E.1.r.1	3,16E-07	149.049,85	0,04713	0,00%	2,48%
E.3.f.11	E.3.r.1	E.3.f.11/E.3.r.1	2,04E-05	146.738,07	2,99599	0,08%	2,47%
E.3.f.13	E.3.r.1	E.3.f.13/E.3.r.1	3,79E-06	144.241,19	0,54607	0,01%	2,40%
E.3.f.15	E.3.r.1	E.3.f.15/E.3.r.1	2,98E-06	142.767,65	0,42519	0,01%	2,38%
E.3.f.40	E.3.r.1	E.3.f.40/E.3.r.1	1,21E-04	137.375,18	16,68417	0,43%	2,37%
E.2.f.10	E.2.r.1	E.2.f.10/E.2.r.1	1,33E-05	137.375,18	1,83279	0,05%	1,94%
E.1.f.10	E.1.r.1	E.1.f.10/E.1.r.1	8,49E-06	137.375,18	1,16635	0,03%	1,90%
E.3.f.12	E.3.r.1	E.3.f.12/E.3.r.1	2,81E-05	135.929,78	3,81992	0,10%	1,87%
E.3.f.14	E.3.r.1	E.3.f.14/E.3.r.1	1,03E-05	134.013,17	1,37916	0,04%	1,77%
E.3.f.16	E.3.r.1	E.3.f.16/E.3.r.1	3,87E-06	132.443,84	0,51219	0,01%	1,73%
E.3.f.19	E.3.r.1	E.3.f.19/E.3.r.1	1,73E-05	130.476,59	2,26100	0,06%	1,72%
E.2.f.13	E.2.r.5	E.2.f.13/E.2.r.5	1,66E-07	125.844,25	0,02088	0,00%	1,66%
E.1.f.13	E.1.r.5	E.1.f.13/E.1.r.5	1,06E-07	125.844,25	0,01329	0,00%	1,66%
E.2.f.15	E.2.r.5	E.2.f.15/E.2.r.5	6,96E-07	124.699,20	0,08674	0,00%	1,66%
E.1.f.15	E.1.r.5	E.1.f.15/E.1.r.5	4,98E-07	124.699,20	0,06205	0,00%	1,66%
E.3.f.20	E.3.r.1	E.3.f.20/E.3.r.1	1,04E-04	120.916,90	12,55680	0,32%	1,66%
E.2.f.12	E.2.r.5	E.2.f.12/E.2.r.5	3,72E-05	94.798,85	3,52252	0,09%	1,34%
E.1.f.12	E.1.r.5	E.1.f.12/E.1.r.5	2,36E-05	94.798,85	2,24165	0,06%	1,25%
E.2.f.14	E.2.r.5	E.2.f.14/E.2.r.5	1,18E-05	63.594,83	0,74984	0,02%	1,19%
E.1.f.14	E.1.r.5	E.1.f.14/E.1.r.5	7,50E-06	63.594,83	0,47718	0,01%	1,17%
E.2.f.19	E.2.r.5	E.2.f.19/E.2.r.5	5,15E-07	62.282,18	0,03207	0,00%	1,16%
E.1.f.19	E.1.r.5	E.1.f.19/E.1.r.5	3,28E-07	62.282,18	0,02041	0,00%	1,16%

Tabla 40 (cont). Selección del escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia

Arbol Tipo a	Arbol Tipo b	Escenario	Probabilidad escenario accidental (veces/año)	IDM	Riesgo	Riesgo relativo (%)	Riesgo relativo acumulado (%)
E.2.f.16	E.2.r.5	E.2.f.16/E.2.r.5	2,23E-05	48.745,67	1,08797	0,03%	1,16%
E.1.f.16	E.1.r.5	E.1.f.16/E.1.r.5	1,41E-05	48.745,67	0,68756	0,02%	1,13%
E.2.f.20	E.2.r.5	E.2.f.20/E.2.r.5	7,03E-05	34.782,15	2,44492	0,06%	1,11%
E.1.f.20	E.1.r.5	E.1.f.20/E.1.r.5	4,47E-05	34.782,15	1,55590	0,04%	1,05%
E.3.f.31	E.3.r.5	E.3.f.31/E.3.r.5	2,86E-05	34.434,30	0,98330	0,03%	1,01%
E.2.f.1	E.2.r.5	E.2.f.1/E.2.r.5	3,14E-06	34.434,30	0,10802	0,00%	0,98%
E.1.f.1	E.1.r.5	E.1.f.1/E.1.r.5	2,00E-06	34.434,30	0,06874	0,00%	0,98%
E.3.f.33	E.3.r.5	E.3.f.33/E.3.r.5	1,51E-06	28.144,84	0,04252	0,00%	0,98%
E.2.f.3	E.2.r.5	E.2.f.3/E.2.r.5	1,66E-07	28.144,84	0,00467	0,00%	0,98%
E.1.f.3	E.1.r.5	E.1.f.3/E.1.r.5	1,06E-07	28.144,84	0,00297	0,00%	0,98%
E.3.f.32	E.3.r.5	E.3.f.32/E.3.r.5	3,38E-04	27.109,14	9,16976	0,24%	0,98%
E.2.f.2	E.2.r.5	E.2.f.2/E.2.r.5	3,72E-05	27.109,14	1,00732	0,03%	0,74%
E.1.f.2	E.1.r.5	E.1.f.2/E.1.r.5	2,36E-05	27.109,14	0,64103	0,02%	0,72%
E.3.f.35	E.3.r.5	E.3.f.35/E.3.r.5	7,12E-06	25.072,63	0,17848	0,00%	0,70%
E.2.f.5	E.2.r.5	E.2.f.5/E.2.r.5	6,96E-07	25.072,63	0,01744	0,00%	0,69%
E.1.f.5	E.1.r.5	E.1.f.5/E.1.r.5	4,98E-07	25.072,63	0,01248	0,00%	0,69%
E.3.f.34	E.3.r.5	E.3.f.34/E.3.r.5	1,07E-04	24.223,94	2,60005	0,07%	0,69%
E.2.f.4	E.2.r.5	E.2.f.4/E.2.r.5	1,18E-05	24.223,94	0,28562	0,01%	0,63%
E.1.f.4	E.1.r.5	E.1.f.4/E.1.r.5	7,50E-06	24.223,94	0,18176	0,00%	0,62%
E.3.f.11	E.3.r.5	E.3.f.11/E.3.r.5	2,44E-05	21.835,00	0,53314	0,01%	0,61%
E.3.f.36	E.3.r.5	E.3.f.36/E.3.r.5	2,02E-04	20.589,78	4,15436	0,11%	0,60%
E.2.f.6	E.2.r.5	E.2.f.6/E.2.r.5	2,23E-05	20.589,78	0,45955	0,01%	0,49%
E.1.f.6	E.1.r.5	E.1.f.6/E.1.r.5	1,41E-05	20.589,78	0,29042	0,01%	0,48%
E.3.f.12	E.3.r.5	E.3.f.12/E.3.r.5	2,89E-04	19.337,79	5,59300	0,14%	0,48%
E.3.f.13	E.3.r.5	E.3.f.13/E.3.r.5	1,29E-06	18.558,83	0,02397	0,00%	0,33%
E.3.f.14	E.3.r.5	E.3.f.14/E.3.r.5	9,18E-05	17.222,15	1,58059	0,04%	0,33%
E.3.f.15	E.3.r.5	E.3.f.15/E.3.r.5	6,09E-06	16.756,79	0,10199	0,00%	0,29%
E.3.f.16	E.3.r.5	E.3.f.16/E.3.r.5	1,73E-04	15.228,55	2,62728	0,07%	0,29%
E.3.f.40	E.3.r.5	E.3.f.40/E.3.r.5	6,40E-04	8.690,96	5,56121	0,14%	0,22%
E.2.f.10	E.2.r.5	E.2.f.10/E.2.r.5	7,03E-05	8.690,96	0,61091	0,02%	0,08%
E.1.f.10	E.1.r.5	E.1.f.10/E.1.r.5	4,47E-05	8.690,96	0,38877	0,01%	0,06%
E.3.f.39	E.3.r.5	E.3.f.39/E.3.r.5	4,69E-06	8.690,96	0,04074	0,00%	0,05%
E.2.f.9	E.2.r.5	E.2.f.9/E.2.r.5	5,15E-07	8.690,96	0,00448	0,00%	0,05%
E.1.f.9	E.1.r.5	E.1.f.9/E.1.r.5	3,28E-07	8.690,96	0,00285	0,00%	0,05%
E.3.f.20	E.3.r.5	E.3.f.20/E.3.r.5	5,47E-04	3.625,19	1,98348	0,05%	0,05%
E.3.f.19	E.3.r.5	E.3.f.19/E.3.r.5	4,01E-06	3.625,19	0,01453	0,00%	0,00%

Tabla 40 (cont). Selección del escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia

## VII. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

### VII.1. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS ESTÁTICOS

Conforme con la normativa de responsabilidad medioambiental, artículo 33 del RD 2090/2008, el cálculo de la garantía financiera debe realizarse con base en la cuantificación y la monetización del escenario de referencia. En este caso, el escenario seleccionado es el S.A.4\_E.3 —vertido de aguas de extinción debido a un incendio originado en el depósito de combustible—. Bajo las hipótesis establecidas en este escenario se liberarían al medio un total de 17,28 m<sup>3</sup> de aguas de extinción mezcladas con gasóleo.

Atendiendo a las características de la instalación evaluada, este escenario se cuantificaría aplicando el criterio de cuantificación C5 —daño al suelo por agentes químicos— especificado en el MIRAT. En concreto, en el presente caso práctico se empleará el modelo descrito en Grimaz *et al.* (2007) y Grimaz *et al.* (2008).

La cuantificación del daño incluye el estudio de la extensión, la intensidad y la escala temporal del mismo, así como una determinación de su significatividad. A continuación se aborda cada uno de estos aspectos.

#### VII.1.1. Extensión del daño medioambiental

Como se ha indicado, para la cuantificación del daño se ha empleado el modelo desarrollado en Grimaz *et al.* (2007) y Grimaz *et al.* (2008). La descripción detallada del mismo —parámetros necesarios, ecuaciones, tablas de datos, etc.— puede encontrarse en el Anejo A.E.VI del presente Apéndice.

En dicho modelo se han introducido los parámetros de entrada que se recogen en el siguiente Cuadro.

Parámetro de entrada	Valor	Ud.	Justificación
$\alpha$	1	-	Se asume un vertido de flujo constante.
n	1	-	Se asume que la fuente del vertido es puntual.
g	10	m/s <sup>2</sup>	Valor de aceleración de la gravedad.
Volumen vertido ( $V_{spill}$ )	17,28	m <sup>3</sup>	Cantidad de agente liberada conforme con las hipótesis establecidas en el escenario de referencia.
Volumen evaporado ( $V_E$ )	0	m <sup>3</sup>	Siguiendo un criterio conservador se adopta un valor nulo.
Tiempo de vertido ( $t_v$ )	3	h	Se asume una duración del episodio igual a 3 horas mediante criterio de experto.
Viscosidad cinemática ( $\nu$ )	1,00E-06	m <sup>2</sup> /s	Fuente: <a href="http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Tablas/Aguas/PropiedadesFisicasAgua.htm">http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Tablas/Aguas/PropiedadesFisicasAgua.htm</a>
Permeabilidad del suelo (k)	1E-13	m <sup>2</sup>	Valor correspondiente a suelos poco permeables ( <a href="http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/ensayo_permeabilidad_del_suelo.pdf">http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/ensayo_permeabilidad_del_suelo.pdf</a> )
Capacidad retención del suelo (R)	0,04	m <sup>3</sup> <sub>sust</sub> /m <sup>3</sup> <sub>suelo</sub>	Valor correspondiente a suelos poco permeables. Grimaz <i>et al.</i> , 2008.
Coefficiente $\xi'$	0,5	-	Sustancias de baja viscosidad. Grimaz <i>et al.</i> , 2008.
Densidad del suelo	1,44	Kg/m <sup>3</sup>	Valor tomado de YU <i>et al</i> (1993).

**Cuadro 6.** Valores introducidos en el modelo de dispersión. Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los valores anteriores en el modelo y asumiendo que el entorno de la instalación es relativamente llano, se obtiene una estimación de la superficie afectada por el vertido igual a 1.632,52 m<sup>2</sup> (correspondiéndose con un círculo de unos 23 m de radio), y una profundidad de infiltración del mismo de 0,53 m. Por lo tanto, el volumen de suelo afectado por el agua con gasóleo ascendería a 864 m<sup>3</sup> (1.244,16 t).

### VII.1.2. Intensidad del daño medioambiental

Dada la elevada incertidumbre existente a la hora de determinar la concentración que alcanzarían las sustancias tóxicas en la zona afectada, las especies del suelo que podrían verse afectadas y los umbrales de toxicidad de las mismas ante una mezcla de agua con combustible, se ha optado por situar el estudio del lado de la prudencia asumiendo una gravedad de tipo letal. Esta decisión es acorde con el hecho de que en la ficha de seguridad del combustible no se recojan datos ecotoxicológicos como el PNEC, el NOEC o el LC50 que puedan ser tomadas como referencia para la determinación de la intensidad del daño. Ante esta situación, como se ha indicado, se plantea la posibilidad de que el vertido ocasionado pudiera causar los daños de la mayor intensidad posible sobre el suelo, causando la muerte del 100 por cien de los individuos que contacten con el vertido.

### VII.1.3. Escala temporal del daño medioambiental

El estudio de la escala temporal del daño incluye los siguientes aspectos:

- a) **Duración del daño.** Introduciendo en la aplicación informática MORA los datos del escenario de referencia se obtiene una duración prevista del daño igual a 9 meses.

- b) **Frecuencia del daño.** Conforme con las hipótesis establecidas en el presente análisis de riesgos, se prevé que el escenario de referencia ocurra con una probabilidad de  $1,36 \times 10^{-5}$  veces al año.
- c) **Reversibilidad del daño.** Atendiendo a las características del escenario evaluado, el daño puede considerarse como reversible. Esto es, se determina que si ocurriese un vertido de agua con gasóleo en las proximidades de la instalación el daño ocasionado podría repararse en un plazo de tiempo razonable y con un coste de reparación proporcionado.

#### **VII.1.4. Significatividad del daño medioambiental**

Atendiendo al estudio de cuantificación del daño medioambiental se considera que las consecuencias causadas en el escenario de referencia serían significativas. De esta forma, debería procederse a la reparación de las 1.244,16 t de suelo que podrían verse afectadas de forma letal durante un tiempo estimado en 9 meses.

### **VII.2. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS MÓVILES**

En el presente caso práctico el escenario de referencia de cara a la constitución de la garantía financiera es el E.2.f.20/E.2.r.3 que se corresponde con el hipotético incendio del vehículo causado por un accidente de tráfico. En este incendio se asume —atendiendo al árbol de consecuencias de Tipo 2a— que no existiría una extinción temprana por parte de la tripulación y de los servicios de emergencia externos. Por lo tanto, el primer agente causante de daño sería el propio incendio. Adicionalmente, como consecuencia del accidente, se plantea la liberación de una parte de la carga del vehículo. En este caso, se liberarían un total de  $17,60 \text{ m}^3$  de gasolina al medio.

Continuando con el árbol de consecuencias de Tipo 2a, se observa como el escenario seleccionado se localizaría en una zona no protegida (no ENP ni RN2000) y en un suelo artificial o en un suelo natural sin vegetación forestal.

Posteriormente, consultando el árbol de Tipo 2b, se concreta la caracterización de la zona determinando que (1) no existe una masa de agua superficial próxima, (2) existe una masa de agua subterránea y (3) el daño no se produciría en la costa. Dado que el daño ocurriría en un suelo artificial o en un suelo sin vegetación forestal se asume que la vegetación no sería objeto de protección por parte de la normativa de responsabilidad medioambiental. Esto es, el daño a la vegetación, en caso de existir, debería ser reparado atendiendo a la responsabilidad civil en la que se pudiera incurrir. Por este motivo, el daño quedaría definido, por un lado, como un daño por sustancias químicas al suelo y a las aguas subterráneas y, por otro, como un daño por incendio a las especies animales silvestres.

En el presente caso práctico, conforme se expone en el apartado XI.3 de la memoria del MIRAT, se seleccionará un único punto de referencia para proceder a la cuantificación y valoración del daño medioambiental ocasionado. Este punto debe encontrarse en un segmento de carretera que cumpla los dos condicionantes establecidos en la memoria del MIRAT y que se reproducen a continuación:



- i. El segmento de carretera debe encontrarse en el itinerario al que pertenezca el escenario de referencia. En el presente caso práctico existe un único itinerario (Huelva-Grañén) por lo que este condicionante se cumple para la totalidad de los tramos que se han incluido en el análisis.
- ii. El segmento de carretera debe atravesar la totalidad de recursos naturales que se hayan especificado en el árbol de consecuencias del escenario accidental de referencia y no atravesar aquellos recursos naturales que en los árboles de consecuencias figuran como no afectados. En el presente caso práctico, como se ha indicado, los únicos segmentos de vía que cumplen esta condición serán aquellos que estén en una zona no protegida (no ENP ni RN2000), en suelo artificial o en suelo natural sin vegetación forestal, en los que no exista una masa de agua superficial próxima pero sí una masa de agua subterránea y, por último, que no se encuentren en la costa.

Mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS) se ha procedido a identificar todos aquellos segmentos de carretera que cumplen simultáneamente las dos condiciones anteriores. Posteriormente, se ha seleccionado de manera aleatoria un único punto de referencia comprobándose que el mismo se adecuaba en gran medida a las premisas adoptadas a la hora de calcular el IDM. Este punto es el definido por las siguientes coordenadas UTM ETRS 89, X: 384.693,32 Y: 4.437.990,52. De esta forma, la cuantificación y la posterior valoración económica del hipotético daño se centran en dicha localización específica.

En la fase de cuantificación del daño se debe incluir el estudio de la extensión, la intensidad y la escala temporal, así como una determinación de la significatividad. A continuación se aborda cada uno de estos aspectos.

### **VII.2.1. Extensión del daño medioambiental**

El escenario de referencia (E.2.f.20/E.2.r.3) se correspondería con los criterios de cuantificación del daño C3 —daño a las aguas subterráneas por agentes químicos—, C5 —daño al suelo por agentes químicos— y C10 —daño a las especies animales por incendio— expuestos en el MIRAT. Adicionalmente, con objeto de evaluar el daño por incendio a las especies animales resulta necesario atender al criterio C8, relativo al daño por incendio sobre la vegetación.

En concreto, en el presente caso práctico se empleará el modelo descrito en Grimaz *et al.* (2007) y Grimaz *et al.* (2008) para la cuantificación de los daños ocasionados al suelo y a las aguas subterráneas por agentes químicos.

Respecto al daño a los animales por incendio, en primer lugar se estimará la superficie que resultaría afectada por el mismo si el incendio avanzara hasta que fuera detenido por las barreras físicas existentes en el terreno (en este caso caminos y carreteras). Posteriormente, se identificarán las especies potencialmente afectadas mediante MORA y se determinará la cantidad de individuos dañados aplicando un criterio de experto.

• **Extensión del daño medioambiental al suelo y al agua subterránea**

La extensión del daño ocasionado al suelo y al agua subterránea se evalúa de forma conjunta ya que los modelos de dispersión empleados son aplicables a ambos recursos. En este sentido, la descripción detallada de los modelos de Grimaz *et al.* (2007) y Grimaz *et al.* (2008) puede encontrarse en el Anejo A.E.VI del presente Apéndice.

En dicho modelo se han introducido los parámetros de entrada que se recogen en el siguiente Cuadro.

Parámetro de entrada (daños al suelo y al agua subterránea)	Valor	Ud.	Justificación
$\alpha$	1	-	Se asume un vertido de flujo constante.
n	1	-	Se asume que la fuente del vertido es puntual.
g	10	m/s <sup>2</sup>	Valor de aceleración de la gravedad.
Volumen vertido ( $V_{spill}$ )	17,6	m <sup>3</sup>	Cantidad de agente liberada conforme con las hipótesis establecidas en el escenario de referencia.
Volumen evaporado ( $V_E$ )	0	m <sup>3</sup>	Siguiendo un criterio conservador se adopta un valor nulo.
Tiempo de vertido ( $t_v$ )	0,5	h	Se asume una duración aproximada del episodio de 30 minutos, estimada tomando un caudal de la fuga igual a 10 l/s y una cantidad fugada de 17,6 m <sup>3</sup> (en coherencia con el valor de caudal adoptado en el apartado "Cantidad de agente asociada al escenario accidental")
Viscosidad cinemática ( $\nu$ )	1,00E-06	m <sup>2</sup> /s	Valor tomado de la ficha de seguridad de la sustancia
Densidad relativa	0,70-0,80	agua = 1	Se ha tomado como referencia el valor promedio del rango ofrecido en la ficha de seguridad (0,75).
Categoría de permeabilidad del suelo	Media	-	Dato extraído de la aplicación informática MORA.
Permeabilidad del suelo (k)	1E-11	m <sup>2</sup>	Valor correspondiente a suelos de permeabilidad media ( <a href="http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/ensayo_permeabilidad_del_suelo.pdf">http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/ensayo_permeabilidad_del_suelo.pdf</a> )
Porosidad del suelo	0,398	Tanto por uno	Valor correspondiente a suelos de permeabilidad media ( <a href="http://s266e49a526e022d1.jimcontent.com/download/version/1301257133/module/5253109469/name/cuenca%20y%20procesos%20hidrologicos.pdf">http://s266e49a526e022d1.jimcontent.com/download/version/1301257133/module/5253109469/name/cuenca%20y%20procesos%20hidrologicos.pdf</a> )
Capacidad retención del suelo (R)	0,015	m <sup>3</sup> <sub>sust</sub> /m <sup>3</sup> <sub>suelo</sub>	Valor correspondiente a suelos de permeabilidad media (Grimaz <i>et al.</i> , 2008).
Coefficiente $\xi'$	0,5	-	Sustancias de baja viscosidad (Grimaz <i>et al.</i> , 2008).
Densidad del suelo	1,44	Kg/m <sup>3</sup>	Valor tomado de YU <i>et al.</i> (1993).
Profundidad media del acuífero	4,5	m	Promedio de mediciones disponible en el piezómetro más cercano al punto de referencia. Visor cartográfico del Sistema de Información de Recursos Subterráneos ( <a href="http://sig.magrama.es/recursossub/visor.html?herramienta=Piezometros">http://sig.magrama.es/recursossub/visor.html?herramienta=Piezometros</a> ).

**Cuadro 7.** Valores introducidos en el modelo de dispersión. Fuente: Elaboración propia

Introduciendo los valores anteriores en el modelo y asumiendo una dispersión circular del vertido se obtiene una estimación de la superficie afectada igual a 99,77 m<sup>2</sup> (correspondiéndose con un círculo de unos 6 m de radio) y una profundidad de infiltración de 23,52 m. Por lo tanto, el volumen de suelo no saturado afectado por la gasolina ascendería a 448,94 m<sup>3</sup> (646,48 t), resultado de multiplicar el nivel promedio del acuífero (4,5 m) por el radio de afección (99,77 m<sup>2</sup>).

Por otra parte, el volumen de suelo saturado afectado sería el resultado de multiplicar el radio de afección (99,77 m<sup>2</sup>) por la profundidad de acuífero dañado (19,02 m), obtenida de restar la profundidad total que alcanza el vertido (23,52 m) del nivel medio del acuífero (4,5 m). Este volumen de suelo saturado afectado resulta igual a 1.897,72 m<sup>3</sup>, de los cuales, debido a la porosidad del suelo (0,398), únicamente 1.142,43 m<sup>3</sup> corresponderían a partículas sólidas, el resto del volumen corresponde al agua existente entre los poros, siendo igual a 755,29 m<sup>3</sup>.

Resumiendo las operaciones anteriores, la cantidad de suelo a reparar se estima en 2.291,58 t de suelo y la cantidad de agua subterránea a reparar en 755,29 m<sup>3</sup>.

- **Extensión del daño medioambiental a las especies silvestres**

La identificación de las especies presentes en la zona —amenazadas y no amenazadas— se realiza introduciendo en la aplicación informática MORA las coordenadas del punto de referencia. En concreto, la Tabla 41 recoge el listado de especies que, al menos potencialmente, podrían verse afectadas por el daño previsto en el escenario seleccionado.

Especies animales presentes en la zona objeto de estudio	
Especies amenazadas	
<i>Circus pygargus</i> (Aguilucho cenizo)	<i>Otis tarda</i> (Avutarda común)
<i>Falco naumanni</i> (Cernícalo primilla)	<i>Tyto alba</i> (Lechuza común)
Especies no amenazadas	
<i>Cervus elaphus</i> (Ciervo común)	<i>Ciconia ciconia</i> (Cigüeña blanca)
<i>Felis silvestris</i> (Gato montés)	<i>Falco tinnunculus</i> (Cernícalo vulgar)
<i>Lutra lutra</i> (Nutria europea)	Otros Mamíferos
<i>Ovies aries</i> (Oveja doméstica)	Otras Aves
<i>Athene noctua</i> (Muchuelo común)	Otros Peces continentales
<i>Buteo buteo</i> (Águla ratonera)	Otros Reptiles

**Tabla 41.** Especies presentes en la zona afectada. Fuente: Aplicación informática MORA.

El listado propuesto por MORA tiene su origen en el Inventario Nacional de Biodiversidad (INB), elaborado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, el cual identifica las especies en la totalidad del territorio nacional a través de una malla cuadrada de 10 x 10 km. Debido a la amplia extensión de la malla del INB puede que alguna o varias de las especies listadas no se encuentren en la zona concreta que se dañaría por el vertido o el incendio. Por lo tanto, tomando como base el listado del INB, debe realizarse una selección más concreta de las especies afectadas. En este sentido pueden considerarse dos aspectos:

- En primer lugar, las características concretas de la zona afectada ya que las mismas pueden determinar la existencia de una u otra especie. En este caso —atendiendo a las fotografías aéreas de la zona— se trataría de un daño a un cultivo de plantas herbáceas.
- En segundo lugar, para realizar la selección de especies también tendrán que considerarse las características de los daños evaluados, teniendo especial incidencia la extensión del daño ya que la misma determina el alcance del daño. En el caso objeto de estudio el vertido de

17,6 m<sup>3</sup> gasolina alcanzaría una superficie de 99,77 m<sup>2</sup> y el incendio generado eliminaría 3,65 ha de herbazal. En este momento merece la pena recordar que en el presente supuesto práctico el daño por incendio al cultivo no se considera un daño medioambiental ya que se prevé que el mismo pueda ser objeto de reparación por medio de la responsabilidad civil. No obstante, conocer la extensión del incendio es de utilidad en el estudio para, como se ha expuesto, analizar el daño a otros recursos como son las especies animales. En este caso, la extensión del incendio (3,65 ha) se ha determinado estableciendo como límites para la expansión del mismo las barreras físicas preexistentes en la zona (camino y carreteras).

Atendiendo a las características de la zona afectada (cultivo de plantas herbáceas) y a la relativamente reducida extensión de los daños (99,77 m<sup>2</sup> para el vertido y 3,65 ha para el incendio), se asume que ninguna de las aves identificadas por MORA y el INB en la zona se vería afectada de forma relevante dada su, al menos a priori, elevada capacidad de movimiento, igualmente sucedería con los grandes mamíferos identificados. Por otra parte, se descarta una afección a *Lutra lutra* dado que no existen masas de agua próximas y a *Ovis aries* dado que se trataría de un daño cuya reparación sería objeto de responsabilidad civil.

Si bien la exposición anterior justificaría la no consideración de un daño relevante a las especies animales, se considera oportuno situar el análisis del lado de la prudencia dada la elevada incertidumbre existente a la hora de localizar a los individuos de cada especie. Por ello, se ha asumido la ocurrencia de un daño a un número determinado de "otros mamíferos" con el objeto de prever la posible existencia en la zona de pequeños mamíferos que podrían ver afectada su zona de cobijo y alimento. En concreto, se ha adoptado un valor de 10 individuos aplicando un criterio de experto ya que no se han localizado inventarios de fauna en la zona que ofrezcan resultados cuantitativos.

### VII.2.2. Intensidad del daño medioambiental

A la hora de determinar el grado de intensidad del hipotético daño surgen diferentes fuentes de incertidumbre. En concreto, existe una elevada incertidumbre en la estimación de la concentración que alcanzaría el vertido tanto en el suelo como en las aguas subterráneas así como en la determinación de los organismos que podrían verse afectados y en sus correspondientes umbrales de toxicidad. Por lo que respecta al daño por incendio a las especies animales este grado de incertidumbre se hace incluso más patente al no disponerse de información estadística sobre las poblaciones existentes en la zona afectada. Por estos motivos se ha optado por situar de nuevo el estudio del lado de la prudencia asumiendo una gravedad de tipo letal. Esto es, se asume una pérdida del 100 por cien de las poblaciones alcanzadas por los agentes causantes de daño.

### VII.2.3. Escala temporal del daño medioambiental

El estudio de la escala temporal del daño incluye los siguientes aspectos:

- d) **Duración del daño.** Introduciendo en la aplicación informática MORA los datos del escenario de referencia se obtienen las siguientes duraciones previstas para los diferentes daños:

- Daño al suelo por vertido: 24 meses.
- Daño al agua subterránea por vertido: 10 años.
- Daño a las especies animales por incendio: 24 meses.

e) **Frecuencia del daño.** Conforme con las hipótesis establecidas en el presente análisis de riesgos, se prevé que el escenario de referencia ocurra con una frecuencia de  $7,43 \times 10^{-4}$  veces al año.

f) **Reversibilidad del daño.** Atendiendo a las características del escenario evaluado, el daño puede considerarse como reversible. Esto es, se plantea que el vertido de gasolina al suelo y al agua subterránea, así como el daño por incendio a las especies animales podría ser reparado en un plazo de tiempo razonable y con un coste de reparación proporcionado.

#### VII.2.4. Significatividad del daño medioambiental

Atendiendo al estudio de cuantificación del daño se considera que las consecuencias causadas en el escenario de referencia serían significativas. De esta forma, debería procederse a la reparación de las siguientes cantidades de cada recurso en concepto de reparación primaria:

- 2.291,58 t de suelo, cuya reparación se lograría al cabo de 24 meses.
- 755,29 m<sup>3</sup> de agua subterránea, cuya reparación se lograría al cabo de 10 años.
- 10 individuos pertenecientes al grupo de MORA “otros mamíferos” que serían reparados en un plazo de 24 meses.

### VIII. MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

#### VIII.1. MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS ESTÁTICOS

El daño medioambiental previsto en el escenario de referencia (S.A.4\_E.3, vertido de aguas de extinción debido a un incendio originado en el depósito de combustible) se ha valorado económicamente a través del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (MORA), cuya aplicación informática se encuentra accesible de forma pública y gratuita a través de la página web del MAGRAMA. El informe de valoración obtenido puede consultarse en el Anejo A.E.VII del presente Apéndice; si bien, a continuación, se ofrecen los principales resultados de salida.

Concepto	Valor (€)
Reparación primaria	106.219,61
Reparación compensatoria	13.129,01

**Tabla 42.** Resultado de la aplicación MORA para el escenario de referencia de los elementos estáticos. Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA.

Como puede apreciarse la realización de la reparación primaria se valora en 106.219,61 €, y la de la reparación compensatoria en 13.123,01 €.

## VIII.2. MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA: ELEMENTOS MÓVILES

Al igual que en el caso de los elementos estáticos, la valoración económica del escenario accidental de referencia (E.2.f.20/E.2.r.3) se ha realizado empleando el Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (MORA).

El cálculo se ha realizado manteniendo los valores preestablecidos en MORA salvo los relativos a los siguientes aspectos:

- a) Distancia a la vía de comunicación más cercana. MORA ofrece un valor por defecto para el punto seleccionado de 482 m. Sin embargo, dada la proximidad de la zona afectada tanto a la carretera como a diferentes caminos rurales se ha optado por asignar un valor nulo a este parámetro asumiendo que los equipos necesarios podrían acceder sin necesidad de abrir nuevas vías.
- b) Técnica de reparación a emplear. En este caso concreto, al tratarse de un daño combinado al suelo y a las aguas subterráneas causado por un compuesto orgánico biodegradable y que alcanzaría una profundidad significativa, se ha optado por sustituir las técnicas asignadas por defecto en MORA —*Landfarming*, en el caso del suelo, y Separación, en el caso de las aguas subterráneas—, por la técnica Biorremediación mejorada para ambos recursos —suelo y agua—, también recomendada en ambos casos en MORA. Esta decisión se fundamenta en que las técnicas ofrecidas por defecto requieren el traslado del recurso al lugar donde se realizaría la descontaminación, mientras que la Biorremediación mejorada es una técnica que se realizaría in situ, por lo que se considera que generaría un menor impacto en la zona, teniéndose en cuenta, la posible pérdida de estabilidad de la carretera colindante al extraer un volumen relativamente grande de suelo. Además de esto, la misma técnica seleccionada podría aplicarse en ambos recursos afectados (suelo y agua) de forma simultánea, siendo un aspecto que se considera que redundaría en un menor impacto negativo de las tareas reparadoras sobre el territorio.

La reparación diseñada con base en MORA consistiría en aplicar una biorremediación mejorada sobre la totalidad del suelo afectado (tanto saturado como no saturado) y sobre el agua subterránea existente en la zona saturada. Por otra parte, las especies animales serían reintroducidas conforme con las técnicas previstas en MORA.

El informe de valoración obtenido aplicando estos criterios puede consultarse en el Anejo A.M.VII del presente Apéndice; si bien, a continuación, se ofrecen los principales resultados de salida.

Medida reparadora	Tipo de daño	Valor (€)
Reparación primaria	Incendio en Otros Mamíferos (Muerte)	25.667,02
	COSV no halogenados biodegradables en Suelo	185.471,29
	COSV no halogenados biodegradables en Agua subterránea	336.081,01
<b>Total Primaria</b>		<b>547.219,32</b>
Reparación compensatoria	Incendio en Otros Mamíferos (Muerte)	25.470,68
	COSV no halogenados biodegradables en Suelo	17.257,22
	COSV no halogenados biodegradables en Agua subterránea	323.042,19
<b>Total Compensatoria</b>		<b>365.770,09</b>
<b>Total medidas reparadoras</b>		<b>912.989,41</b>

**Tabla 43.** Resultado de la aplicación MORA para el escenario de referencia de los elementos móviles. Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA.

Como puede apreciarse, la realización de la reparación primaria se valora en 547.219,32 €, y la de la reparación compensatoria en 365.770,09 €.

Como complemento a la labor de valoración realizada, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad con objeto de determinar el efecto derivado de haber sustituido las técnicas dadas por defecto en MORA —*Landfarming* para suelo y Separación para agua subterránea— por la técnica Biorremediación mejorada —también recomendada en MORA para este tipo de daños—. La Tabla siguiente resume los resultados obtenidos.

Medida reparadora	Tipo de daño	Valor adoptado(€)	Valor por defecto MORA (€)	Diferencia (€)
Reparación primaria	Incendio en Otros Mamíferos (Muerte)	25.667,02	25.667,02	0,00
	COSV no halogenados biodegradables en Suelo	185.471,29	185.471,29	0,00
	COSV no halogenados biodegradables en Agua subterránea	336.081,01	238.841,85	97.239,16
<b>Total Primaria</b>		<b>547.219,32</b>	<b>449.980,16</b>	<b>97.239,16</b>
Reparación compensatoria	Incendio en Otros Mamíferos (Muerte)	25.470,68	25.470,68	0,00
	COSV no halogenados biodegradables en Suelo	17.257,22	14.010,49	3.246,73
	COSV no halogenados biodegradables en Agua subterránea	323.042,19	231.786,85	91.255,34
<b>Total Compensatoria</b>		<b>365.770,09</b>	<b>271.268,02</b>	<b>94.502,07</b>
<b>Total medidas reparadoras</b>		<b>912.989,41</b>	<b>721.248,18</b>	<b>191.741,23</b>

**Tabla 44.** Sensibilidad del valor económico de los daños al cambio de la técnica dada por defecto en MORA. Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA.

La Tabla 44 muestra como, con las técnicas dadas por defecto en MORA, se obtendría un valor de la reparación primaria igual a 449.980,16 € y un valor estimado para la reparación compensatoria de 271.268,02 €. Mientras, seleccionando como técnica de reparación la Biorremediación mejorada se obtiene un valor de la reparación primaria igual a 547.219,32 € y de la reparación compensatoria igual a 365.770,09 €. Por lo tanto, puede afirmarse que la decisión adoptada sitúa el estudio del lado de la prudencia, fijando un valor de la reparación superior al dado por defecto en MORA. En todo caso, ambos resultados totales (721.248,18 € y 912.989,41 €) se encuentran dentro del mismo orden de magnitud; por lo tanto, se considera asumible la decisión adoptada atendiendo a los resultados obtenidos.

## **IX. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA**

### **IX.1.EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA: ELEMENTOS ESTÁTICOS**

Conforme con la nueva redacción del artículo 37 del RD 2090/2008 únicamente deberán constituir una garantía financiera obligatoria por responsabilidad medioambiental los operadores que se encuentren incluidos en los tres siguientes ámbitos:

- 1) Las actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, recientemente derogado por el Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- 2) Las actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- 3) Los operadores que cuenten con instalaciones de residuos mineros clasificadas como de categoría A de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

La fecha concreta a partir de la cual será exigible dicha garantía financiera se determinará a través de una serie de órdenes ministeriales conforme se prevé en la disposición adicional cuarta de la Ley 26/2007.

De esta forma, los operadores del sector objeto de estudio únicamente se encontrarán obligados a constituir una garantía financiera obligatoria si están sujetos a alguno de los tres supuestos anteriores y, adicionalmente, no se pueden acoger a las exenciones recogidas en el artículo 28 de la Ley 26/2007. Estas exenciones se dirigen a los operadores cuyos daños medioambientales potenciales no superen los 300.000 € y a los operadores que, pudiendo generar unos daños por valor comprendido entre 300.000 y 2.000.000 €, cuenten o bien con un sistema comunitario de gestión y



auditoría medioambientales (EMAS), o bien con un sistema de gestión medioambiental UNE-EN ISO 14001:1996. En todo caso, la cobertura de la garantía financiera obligatoria nunca será superior a 20.000.000 € según dispone el artículo 30 de la Ley 26/2007.

En el caso de la instalación a la que se dirige el presente supuesto práctico el coste de la reparación primaria ascendería a 106.219,61 €. De esta forma, el coste mínimo de las medidas de prevención y evitación que se debería afrontar sería de 10.621,96 € —artículo 33 del RD 2090/2008—. Siendo por lo tanto el importe total de la garantía financiera igual a 116.841,57 €. Si bien esta garantía no tendría en ningún caso la consideración de obligatoria, al situarse por debajo del mínimo establecido en la normativa (300.000 €), desde el análisis de riesgos realizado podría recomendarse al operador su constitución con objeto de cubrirle ante los posibles daños medioambientales que pudiera ocasionar en el ámbito de sus actividades. En este sentido, se recomendaría que en el importe a cubrir incluyera el valor total del daño —compuesto por los costes de prevención y evitación, los correspondientes a la reparación primaria y, adicionalmente, los de la reparación compensatoria—, no sólo el que la normativa establece como básico para el cálculo de la garantía financiera obligatoria —como se ha visto, compuesto por los costes de prevención y evitación y los costes de la reparación primaria—. Por lo tanto, se recomendaría al operador la constitución de una garantía que ascendiera a 129.970,58 € con objeto de poder responder el valor total del daño que podría causarse bajo las hipótesis establecidas en el escenario accidental de referencia.

Concepto	Valor (€)
Prevención y evitación	10.621,96
Reparación primaria	106.219,61
Garantía financiera	116.841,57
Reparación compensatoria	13.129,01
Valor total del daño	129.970,58

**Tabla 45.** Importe de la garantía financiera y del valor total del daño para los elementos estáticos.

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA.

## IX.2.EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA: ELEMENTOS MÓVILES

Como se ha indicado anteriormente, la actual redacción del Real Decreto 183/2015, de 13 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, aprobado por el Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre no obliga a las actividades de transporte de mercancías por carretera a la constitución de una garantía financiera por responsabilidad medioambiental. Por lo tanto, la decisión de constituir la o no será potestad de cada operador concreto y de su política de gestión del riesgo. No obstante, debe incidirse en que los operadores que realizan estas actividades se encuentran incluidos en el apartado 9 del Anexo III de la LRM y, por lo tanto, su responsabilidad ante los daños que pudieran ocasionar es

ilimitada y objetiva. Esto es, deberán responder por la totalidad del valor del daño ocasionado con independencia de que haya existido o no dolo, culpa o negligencia.

Esta situación hace recomendable que los operadores del sector, sin ser obligatoria, dispongan de la citada garantía.

En el caso del presente supuesto práctico el coste de la reparación primaria ascendería a 547.219,32 €. De esta forma, el coste mínimo de las medidas de prevención y evitación que se debería afrontar sería de 54.721,93 € —artículo 33 del RD 2090/2008—. Siendo por lo tanto el importe total de la garantía financiera igual a 601.941,25 €.

El importe anterior tendría la consideración de importe mínimo a cubrir por el operador. Sin embargo, igual que se exponía para el caso de los elementos estáticos, resultaría recomendable que la garantía cubriera adicionalmente los costes de la reparación compensatoria que se le podrían exigir al operador en caso de ocurrencia del accidente evaluado. Por lo tanto, el importe total de la garantía que se recomendaría establecer sería de 967.711,34 €.

Concepto	Valor (€)
Prevención y evitación	54.721,93
Reparación primaria	547.219,32
Garantía financiera	601.941,25
Reparación compensatoria	365.770,09
Valor total del daño	967.711,34

**Tabla 46.** Importe de la garantía financiera y del valor total del daño para los elementos móviles.

Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA.

### IX.3.EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA PARA EL CONJUNTO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL OPERADOR

Como se ha expuesto en los epígrafes anteriores, en el presente caso práctico se ha asumido que el operador desarrolla dos actividades principales: por un lado, realiza diferentes servicios de transporte de mercancías y, por otro, cuenta con una instalación en la que se da soporte a los vehículos de transporte —gestión de la flota, estacionamiento, repostaje, etc.—. Cada una de estas dos actividades ha sido objeto de un análisis específico, obteniéndose finalmente dos propuestas de garantía financiera por responsabilidad medioambiental. En este sentido, la cuantía mínima para la instalación sería de 116.841,57 € y para la actividad de transporte de 601.941,25 €: no obstante, debe recordarse que las cuantías recomendadas —teniendo en cuenta las medidas compensatorias— ascenderían a 129.970,58 € y 967.711,34 € respectivamente.

En todo caso, debe recordarse de nuevo que en la actualidad la actividad de transporte de mercancías por carretera no se encuentra sujeta a la obligación de constituir una garantía financiera

por responsabilidad medioambiental, por lo que la decisión de constituirla o no dependerá de la voluntad de cada operador y de su política de gestión del riesgo.

En cuanto a las actividades realizadas en las instalaciones fijas, el operador deberá atender al artículo 37 del RD 2090/2008 y al artículo 28 de la LRM con objeto de conocer si las mismas se encuentran exentas o no de disponer de una garantía financiera.

Atendiendo al artículo 37 del RD 2090/2008 únicamente deberán disponer de una garantía financiera las actividades (1) sujetas al ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, derogado por el Real Decreto 840/2015, (SEVESO), (2) sujetas al ámbito de aplicación de la Ley 16/2002 (IPPC) y (3) los operadores que cuenten con instalaciones de residuos mineros clasificadas como de categoría A de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 975/2009. Por otra parte, dentro de estas actividades, el artículo 28 de la LRM exime de la obligación de constituir una garantía financiera obligatoria a (1) los operadores de aquellas actividades susceptibles de ocasionar daños cuya reparación se evalúe por una cantidad inferior a 300.000 euros, (2) los operadores de actividades susceptibles de ocasionar daños cuya reparación se evalúe por una cantidad comprendida entre 300.000 y 2.000.000 de euros que acrediten mediante la presentación de certificados expedidos por organismos independientes, que están adheridos con carácter permanente y continuado, bien al sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), bien al sistema de gestión medioambiental UNE-EN ISO 14001:1996 y (3) la utilización de los productos fitosanitarios y biocidas a los que se refiere el apartado 8.c) y d) del anexo III de la LRM, con fines agropecuarios y forestales. En todo caso, el artículo 30 de la LRM fija un importe máximo de la garantía financiera obligatoria por responsabilidad medioambiental de 20.000.000 €.

Considerando que el operador al que se dirige el presente caso práctico no se encuentra en ninguno de los supuestos previstos en el artículo 37 del RD 2090/2008 y que, adicionalmente, el importe estimado para la garantía financiera correspondiente a la instalación (116.841,57 €) no supera los 300.000 €, tanto la constitución de la garantía financiera relativa a la actividad de transporte como la relativa a la instalación tendrían carácter voluntario. Por lo tanto, dicho operador, atendiendo a su política de gestión del riesgo podría adoptar la decisión que considere más adecuada a la hora de constituir una garantía financiera —asegurar sus actividades por el importe máximo, asegurar de forma separada cada una de las actividades, asegurar sólo una de las actividades, etc.—. No obstante, como se ha indicado en los epígrafes precedentes, desde el presente MIRAT se recomienda a los operadores que cuenten con un respaldo financiero suficiente para poder hacer frente a las consecuencias derivadas de su responsabilidad objetiva en caso de ocurrencia de un daño medioambiental. En concreto, en el presente caso práctico se recomendaría disponer de dos garantías financieras, una por importe de 129.970,58 € destinada a cubrir los hipotéticos accidentes ocasionados en la instalación y, otra, por un importe de 967.711,34 € dirigida a los posibles accidentes originados durante el transporte.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD  
Y EVALUACIÓN AMBIENTAL Y MEDIO NATURAL

**COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES**