



MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD  
Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

# **Modelo de Informe de Riesgos Ambientales Tipo (MIRAT) para el sector porcino**

## **Apéndice: Ejercicio práctico**

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS  
MEDIOAMBIENTALES



## **Índice**

<b>I. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DE SU ENTORNO.....</b>	<b>1</b>
<b>II. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES .....</b>	<b>7</b>
II.1. Fuentes de peligro .....	7
II.2. Causas de peligro y sucesos iniciadores .....	10
II.3. Identificación de los escenarios accidentales .....	13
II.4. Cantidad de agente asociada al suceso iniciador .....	15
II.5. Cantidad de agente asociada al escenario accidental .....	18
<b>III. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO .....</b>	<b>26</b>
III.1. Probabilidad del suceso iniciador .....	26
III.2. Probabilidad del escenario accidental .....	28
<b>IV. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO.....</b>	<b>35</b>
<b>V. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO .....</b>	<b>44</b>
<b>VI. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA .....</b>	<b>45</b>
<b>VII. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA.....</b>	<b>46</b>
VII.1. Extensión del daño medioambiental.....	48
VII.2. Intensidad del daño medioambiental.....	50
VII.3. Escala temporal del daño medioambiental .....	51
VII.4. Significatividad del daño medioambiental .....	51
<b>VIII. MONETIZACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA .....</b>	<b>52</b>
<b>IX. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA .....</b>	<b>53</b>
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>

## **Anexos**

ANEXO A.I: Esquemas de la instalación

ANEXO A.II: Posibles causas asociadas a cada suceso iniciador

ANEXO A.III: Árboles de sucesos

ANEXO A.IV: Parámetros introducidos en la ecuación del IDM para cada escenario

ANEXO A.V: Informe de salida de la aplicación informática MORA

ANEXO A.VI: Ejemplo ilustrativo de afección a las aguas subterráneas por un vertido masivo de purines

ANEXO A.VII: Resumen del caso práctico

## I. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DE SU ENTORNO

En este apéndice se procede a aplicar el MIRAT para el sector porcino a una instalación ficticia, con el fin de ilustrar el procedimiento de análisis de riesgos medioambientales y de cálculo de la cuantía de la garantía financiera a partir de un MIRAT. El diseño de la instalación ficticia tiene vocación realista con la intención de que la aplicación práctica del MIRAT a la misma permita ilustrar a los operadores la realización de análisis de riesgos medioambientales a partir del MIRAT para el sector porcino a sus instalaciones reales.

La instalación de ganadería porcina sobre la que se realizará el análisis de riesgos medioambientales siguiendo lo establecido en el MIRAT para el sector porcino es una granja para la explotación de cerdas reproductoras, con una capacidad de 2 000 plazas. La instalación se ubica en un entorno rural, rodeada de vegetación natural arbustiva (matorral), próxima a un cauce que discurre por el este y atravesada por un pequeño barranco en el extremo sur de la granja. La Figura 1 muestra un esquema de la instalación objeto de estudio.

Por necesidades del modo de producción, las instalaciones se dividen en naves en las que se alojan las cerdas en los distintos momentos del ciclo de reproducción. En primer lugar, a la entrada de la instalación se ubica una nave de cuarentena, en la que se alojan las cerdas de reposición para su aclimatamiento a las condiciones sanitarias de la granja. El ciclo de reproducción comienza en las naves de cubrición, donde conviven cerdos y cerdas para incentivar el celo; una vez cubiertas, las cerdas pasan a las naves de gestación, donde los animales pasan unas 16 o 17 semanas. Finalmente, las cerdas pasan a las naves de maternidad, en las que se alojan entre 3 o 4 semanas, período comprendido entre el parto y el destete; una semana después del destete, las cerdas pasan de nuevo a las naves de cubrición para iniciar un nuevo ciclo de reproducción. La producción de la granja (lechones destetados) se destina a una granja de transición y cebo ajena a estas instalaciones.

La temperatura de las naves, especialmente de las naves de maternidad, se mantiene mediante una caldera de biomasa, que proporciona calefacción al suelo para los lechones. El suministro eléctrico de la instalación se obtiene de la red, existiendo en el límite norte de la granja un transformador seco que convierte la energía de la red al bajo voltaje necesario para el funcionamiento de diversos equipos de la granja. En caso de fallo en el suministro, la explotación dispone de un generador eléctrico alimentado por gasóleo, combustible que se almacena al norte de la instalación en un depósito de 1,5 m<sup>3</sup> de capacidad.

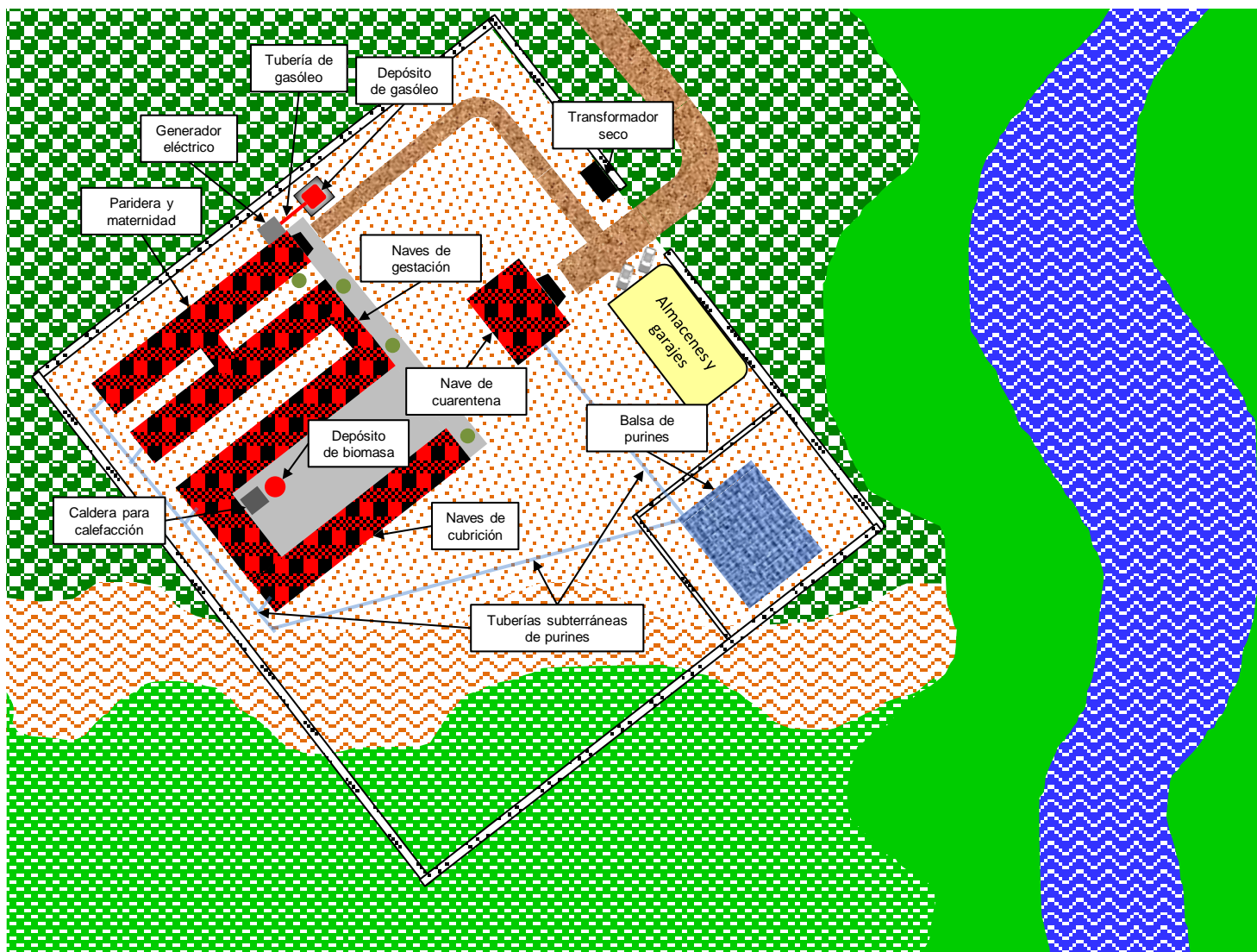


Figura 1. Representación esquemática de la granja porcina diseñada para el presente caso práctico. Fuente: Elaboración propia

Todas las naves (desde la de cuarentena hasta las de maternidad) recogen el purín en sus respectivas fosas, canalizándose posteriormente mediante tuberías subterráneas hasta la balsa de purines; las tuberías subterráneas de purines tienen un diámetro de 700 mm y una longitud total de 300 metros. La balsa de purines tiene una capacidad de 4 000 m<sup>3</sup>, encontrándose semiexcavada en el terreno y hormigonada en sus paredes laterales y fondo; por razones de distribución de la granja, la balsa de purines se localiza en el extremo este de la instalación, próxima al pequeño barranco que cruza el extremo sur de la granja de oeste a este. La balsa de purines recoge a través del sistema de tuberías subterráneas todas las deyecciones de los animales de las distintas naves de producción, además de acumular las aguas de lavado que se producen cuando se procede a limpiar las naves.

Una vez realizada esta descripción general de la instalación y su entorno, a continuación se procede a comentar ciertas características de la granja especialmente relevantes en términos de riesgo medioambiental.

### **Alojamiento de cerdas**

Como se ha comentado anteriormente, la granja dispone de 2 000 plazas de cerdas reproductoras, que se distribuyen en las distintas naves de cubrición, gestación y maternidad. El ciclo reproductivo ronda las 22 semanas o 154 días: unas 2 semanas para la cubrición, 16 semanas de gestación y 4 semanas entre parto y destete. Cada fase del ciclo de producción se realiza en la correspondiente nave de la instalación, diseñada y equipada de acuerdo a las necesidades de cada etapa.

De forma adicional, todas las naves disponen de ventilación y de calefacción, aunque el uso de esta última es esporádico en las naves de cubrición y gestación; la nave de maternidad es en la que más uso se hace de la calefacción, debido a las necesidades térmicas de los lechones con pocas semanas de vida.

Finalmente, las naves disponen de fosas que ocupan todo el suelo del alojamiento y que almacenan las deyecciones durante algunas semanas. Estos fosos desaguan periódicamente hacia la balsa de purines a través de una red de tuberías subterráneas.

### **Almacenamiento de purines**

Las deyecciones de los animales se almacenan en una balsa hormigonada con una capacidad aproximada de 4 000 m<sup>3</sup>. La balsa se sitúa al este de la instalación y está perimetrada por una valla, tal y como lo exige la legislación; la balsa tiene unas dimensiones de 40x30 y se encuentra semiexcavada en el terreno.

Las dimensiones de la balsa de purines permiten almacenar la producción de purines de 4 meses, incluidas las aguas de lavado generadas durante la limpieza de los alojamientos. Esta capacidad, junto con la disponible en los fosos de las naves, permite asegurar que la gestión de los purines no conllevará unos niveles de los mismos en la balsa que pudieran originar un sobrellenado.

Por necesidades de distribución de las instalaciones en el terreno disponible para la granja, la balsa de purines se localiza próxima a un pequeño barranco que, en caso de rotura de la balsa, podría encauzar el vertido hacia el cauce próximo. Con esta disposición, la balsa de purines es susceptible de generar un daño medioambiental importante.

### **Actividades auxiliares**

Además de estos equipamientos, característicos de las granjas de ganado porcino, la explotación dispone de equipos adicionales necesarios para su funcionamiento:

**Ventilación y calefacción.** La explotación dispone de un sistema de ventilación de los alojamientos para garantizar la regulación de la temperatura y la renovación del aire; el suministro eléctrico del que dispone la explotación garantiza el funcionamiento de la ventilación de los alojamientos.

La calefacción es proporcionada por una caldera alimentada por biomasa; la naturaleza de este combustible hace irrelevante este equipamiento en términos de riesgos medioambientales.

**Almacén de productos químicos y de residuos.** La instalación dispone una edificación de almacenes y garajes, situada al este de la explotación y próxima a su entrada. En este edificio se almacenan, en pequeñas cantidades, productos químicos de utilización común, como desinfectantes, herbicidas para el tratamiento de algunas zonas de la instalación o productos biosanitarios como vacunas o medicamentos, además de residuos generados por la operación de la granja (desde tubos fluorescentes hasta cadáveres de animales).

**Almacenamiento de combustibles.** En el extremo norte de la instalación, próximo a las naves de maternidad, se localiza un depósito de gasóleo de 1,5 m<sup>3</sup>, que proporciona combustible a un generador eléctrico. El depósito de gasóleo y el generador eléctrico se encuentran conectados por una tubería aérea de 4 metros de longitud.

**Transformador eléctrico.** El suministro ordinario de energía eléctrica de la instalación proviene de un transformador eléctrico de tipo seco, situado en el límite oriental de la instalación, próximo a la entrada de la explotación.

**Generador eléctrico.** Situado al norte de la instalación, contiguo a las naves de maternidad, proporciona energía eléctrica a toda la instalación en caso de fallo en el suministro ordinario de electricidad.



## **Sistemas de detección y extinción de incendios**

La detección y extinción de incendios de la explotación tiene carácter exclusivamente manual: serían los operarios, en la medida de sus posibilidades, los que detectarían un posible incendio y, recurriendo a extintores manuales distribuidos por la instalación, procederían a la extinción del fuego.

Para la extinción de incendios de grandes proporciones, la instalación debería recurrir a la lucha externa (bomberos).

## **Características de los sistemas de contención de derrames disponibles en la instalación**

El depósito de gasóleo dispone de un cubeto de contención que, en caso de rotura del equipo, permitiría retener el vertido. La explotación no dispone de mantas absorbentes para la retención manual de posibles vertidos.

El volumen de otras sustancias (desinfectantes, herbicidas, biosanitarios, etc.) presentes en la instalación y su disposición en el almacén no hace necesaria la existencia de sistemas adicionales de contención de derrames.

Por último, la balsa de purines y las tuberías subterráneas no disponen de un sistema de detección de fugas; la naturaleza de la balsa (hormigonada y semiexcavada en el terreno) y la capacidad selladora del purín en caso de fallo de la impermeabilización indujeron a los propietarios de la instalación a prescindir de este tipo de equipo en esta explotación.

## **Características de los sistemas de detección de derrames y parada de emergencia**

La carga del depósito de gasóleo se realiza periódicamente ante la vigilancia de un operario, disponiendo éste de un sistema manual de parada de emergencia. De esta forma, esta operación cumple con los requisitos de Flemish Government (2009) para considerarlo como un sistema manual con un tiempo de parada de 2 minutos.

Atendiendo a lo regulado por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 03 «Instalaciones petrolíferas para uso propio», el caudal de carga del depósito de gasóleo es de 10 m<sup>3</sup>/h (0,17 m<sup>3</sup>/min o 2,8 l/s), por lo que el tiempo de llenado del depósito, en caso de encontrarse completamente vacío, es de unos 10 minutos.

La detección de una posible rotura de la tubería aérea que conecta el depósito de gasóleo con el generador eléctrico sería detectada por un operario, que procedería al corte del suministro en caso de localizar un fallo en el equipo. Atendiendo a la bibliografía disponible, el tiempo de detección en este caso sería de 10 minutos.

Los purines generados por la explotación y almacenados en la balsa de purines se destinan a la valorización agrícola, mediante su aplicación como abono a cultivos de los alrededores. La

instalación dispone de un Plan de Gestión de Purines, en el que se especifica un calendario de retirada de purines de la balsa para su aplicación a los cultivos; la operación de carga del purín, que ha debido ser previamente homogeneizado mediante un batidor, se realiza mediante una manguera.

Por último, la balsa de purines no dispone de un cubeto de contención, por lo que en caso de rotura catastrófica o de rebosamiento se dirigiría directamente hacia los recursos naturales que rodean la instalación, pudiendo generar un daño medioambiental.

### **Entorno de la instalación**

La explotación se ubica en un ambiente rural, apartada de poblaciones, edificaciones e industrias. La zona tiene clima mediterráneo semiárido, con una precipitación anual que no llega a los 400 mm (unos 350 mm); los veranos son secos y calurosos y los inviernos fríos y secos, concentrándose las lluvias en los meses de primavera y otoño.

La granja se encuentra en un terreno llano, exceptuando el barranco que discurre por el sur de la instalación; el desnivel entre la cota donde se encuentran las naves y demás equipamientos de la granja y el fondo del barranco es considerable, de unos 25 metros. El límite sureste de la granja, próximo a la balsa de purines y el barranco, se encuentra a unos 100 metros del cauce del río R: entre el fondo del barranco en esta zona y el cauce existe un desnivel de 15 metros. La orografía del terreno circundante de la granja y, en concreto, la disposición de la balsa de purines respecto al barranco y el río R hace que una posible rotura de la balsa pudiera provocar la llegada de los purines al río R y, con ello, provocar un daño medioambiental susceptible de ser importante.

La granja se sitúa sobre un suelo franco arcilloso arenoso con cobertura forestal no arbórea (pastizal y matorral) que rodea la instalación. En el barranco, el suelo es de tipo regosolháplico, de escaso desarrollo y caracterizado por una elevada erosión, lo que dificulta la existencia de vegetación en el mismo. Por último, el suelo alrededor del cauce del río R, sobre el que se desarrolla un bosque ribereño formado por chopo blanco (*Populus alba*), sauce gris o sarga (*Salix elaeagnos*) y aliso común (*Alnus glutinosa*), se trata de un fluvisolháplico, también de escaso desarrollo y frecuentemente inundado por las crecidas del río R.

El nivel freático se encuentra al mismo nivel que el río R sobre el que descarga. De esta forma, el nivel piezométrico en la zona donde se ubica la granja ronda los 40 m; sin embargo, el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas aparece por la naturaleza del suelo (franco arcilloso arenoso, con una permeabilidad media y por la orografía, que hace que el nivel freático sea bastante somero en el barranco y más aún en las proximidades del río R.

El bosque ribereño pertenece al LIC Bosque de ribera del río R y afluentes, que se desarrolla a lo largo de unos 20 km del río R y de otros 15 km de afluentes del mismo. El río R, según los datos proporcionados por una estación SAIH situada unos kilómetros aguas arriba del emplazamiento de la explotación, tiene un caudal muy variable, con un caudal mínimo anual de 3 m<sup>3</sup>/s y uno máximo de casi 60 m<sup>3</sup>/s; el caudal medio anual es de unos 11 m<sup>3</sup>/s. Se ha

estimado una velocidad aproximada de 0,8 m/s; su profundidad media es de 20 cm, suele tener una temperatura de unos 15°C y una DBO5 de 2,0 mg/l.

### Sistemas de gestión medioambiental implantados en la instalación

La explotación no dispone de ningún certificado ambiental para evaluar o monitorear el comportamiento ambiental de la instalación.

## II. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES

### II.1. FUENTES DE PELIGRO

A partir de la identificación de fuentes de peligro que el MIRAT para el sector porcino realiza, en la Tabla 1 se recogen las fuentes de peligro que aplican a la granja porcina sobre la que se realiza el presente análisis de riesgos medioambientales. Se sigue la nomenclatura propuesta en el MIRAT para el sector porcino, lo que permite la trazabilidad del análisis y su coherencia con la citada herramienta sectorial: cada fuente de peligro se codifica mediante las siglas F.X.Y, donde X es el código de la zona de peligro donde se encuentra la fuente e Y es el número de fuente de peligro dentro de dicha zona.

Zona	Código	Fuente de peligro	Agentes causantes del daño
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósitos de almacenamiento de purines	Purines
			Agua con purines
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de sustancias líquidas MIC	Gasóleo
			Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Incendio
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Sin riesgo medioambiental relevante
	F.CD.2	Carga y descarga de depósitos con sustancias líquidas MIC	Gasóleo
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de sustancias líquidas MIC	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)
			Gasóleo
	F.TB.3	Tuberías subterráneas de purines	Purines

**Tabla 1.** Zonas y fuentes de peligro identificadas en la explotación porcina del presente caso práctico.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se procede a explicar cada una de las fuentes de peligro identificadas en la Tabla 1 y su relación con el riesgo medioambiental, refiriéndose a las circunstancias que se manifiestan (sustancias, ubicación relativa respecto a recursos naturales, recursos naturales potencialmente afectados, etc.) en función de las características de la instalación que se analiza en el presente caso práctico. Por su parte, en la Figura 3 del Anexo A.I. del presente

caso práctico se proporciona la ubicación de cada fuente de peligro identificada para la instalación objeto de análisis.

### **Zona de almacenamiento de purines**

En el extremo este de la explotación se ubica la balsa de almacenamiento de purines, con unas dimensiones de 40x30 metros, 4 000 m<sup>3</sup> de capacidad máxima de hormigón y semiexcavada en el terreno; el volumen de purín que suele situarse por encima de la cota del terreno puede estimarse en un 10% de la capacidad total de la balsa.

#### **F.P.1: Depósitos de almacenamiento de purines**

Los riesgos asociados a esta fuente de peligro derivan de un vertido asociado a una rotura catastrófica de la balsa de purines: la gestión de la balsa permite afirmar que no se produciría un sobrellenado de la balsa en caso de lluvia torrencial (el nivel de la balsa siempre se encuentra más bajo que los niveles de lluvia recogidos en la Tabla 6 del Anexo III del MIRAT para el sector porcino). Sin embargo, la naturaleza de la balsa de purines y su disposición en las proximidades del barranco que discurre por el sur de la explotación inducen a considerar la rotura catastrófica de la balsa de purines como un riesgo medioambiental relevante en la instalación.

### **Zona de almacenamiento de combustibles**

La explotación dispone de un depósito de 1,5 m<sup>3</sup> de gasóleo para el suministro de combustible del generador eléctrico de emergencia, necesario para mantener el suministro eléctrico de la granja en caso de fallo de la red. El funcionamiento esporádico del generador hace que el porcentaje de llenado del depósito de gasóleo sea elevado, considerándose que dicho porcentaje medio de llenado podría alcanzar el 80%.

#### **F.C.1: Depósitos/recipientes fijos aéreos de sustancias líquidas MIC.**

Esta fuente de peligro se traduce en términos de riesgo medioambiental en la posibilidad de que se produzca un vertido del contenido del depósito por rotura del mismo o, debido a las características combustibles del gasóleo, a la generación de un incendio con potencial afectación a recursos naturales próximos (pastizal y matorral contiguo a la instalación) y/o la producción de aguas de extinción contaminadas por gasóleo por la extinción del citado incendio.

### **Zona de transformadores eléctricos**

El suministro eléctrico de la explotación, necesario para el mantenimiento de unas condiciones óptimas para el desarrollo de los animales (ventilación, etc.), se obtiene de la red a partir de un transformador eléctrico.

#### **F.TR.2: Transformadores secos.**

En este caso, la granja tiene instalado un transformador seco, no existiendo de esta forma aceites susceptibles de generar un daño medioambiental por su vertido. Sin embargo, este equipo sí que es susceptible de producir un incendio y la disposición del mismo en los márgenes de la explotación y la proximidad a la misma de vegetación natural de naturaleza no arbórea obligan a considerar el incendio de estos recursos naturales en el presente análisis de riesgos medioambientales.

### **Zona de generadores eléctricos**

El suministro eléctrico de la granja se encuentra garantizado incluso en el caso de interrupción del servicio de la red gracias a un generador eléctrico alimentado por gasóleo.

#### **F.GE.1: Generadores eléctricos**

La naturaleza del equipo y del combustible que lo alimenta lo hace susceptible de generar un incendio, con la posibilidad de extenderse al pastizal y matorral que rodean a la instalación. De forma adicional, las labores de extinción del incendio podrían generar aguas de extinción contaminadas por gasóleo, debido a la proximidad al generador eléctrico del depósito que lo almacena.

### **Zona de carga y descarga**

La operación de la granja exige de la carga y descarga de distintos equipos, tales como el depósito de gasóleo o la balsa de purines.

#### **F.CD.1: Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines**

#### **F.CD.2: Carga y descarga de depósitos de sustancias líquidas MIC**

Tal y como se comentó en páginas anteriores, la operación de carga del depósito de gasóleo se realiza con presencia de personal y con un caudal de 10 m<sup>3</sup>/h; ante un error en el procedimiento que pudiera generar un derrame de gasóleo (y, con ello, además de un episodio de contaminación, un posible incendio y la correspondiente generación de aguas de extinción contaminadas), la presencia continua de personal durante la operación permite estimar un

tiempo de respuesta de 2 minutos, lo que permitiría minimizar la cantidad de contaminante liberado.

Por su parte, la carga y descarga de purines, desde la balsa de almacenamiento hacia una cuba móvil para su posterior valorización agrícola, es una operación susceptible de generar, al menos, daños medioambientales al suelo.

### **Sistemas de tuberías**

El suministro de combustible al generador eléctrico y el transporte de los purines desde las naves de producción hasta la balsa de purines se realiza mediante tuberías.

#### **F.TB.2:** Tuberías aéreas de sustancias líquidas MIC

#### **F.TB.3:** Tuberías subterráneas de purines

La tubería a través de la cual se suministra combustible al generador eléctrico tiene una longitud de 4 metros y se encuentra al aire libre: su rotura produciría un derrame de gasóleo, con el consiguiente episodio de contaminación por hidrocarburos y la posibilidad de que se generara un incendio y, con ello, aguas de extinción contaminadas.

Por su parte, la rotura de las tuberías subterráneas de purines podrían generar un daño medioambiental: la naturaleza del purín, su comportamiento en el suelo (ver Anexo VI del MIRAT) y la edafología del terreno sobre el que se ubica la granja (suelo franco arcilloso arenoso bastante permeable) inducen a evaluar los probables daños medioambientales asociados a la rotura de las tuberías subterráneas de purines.

## **II.2. CAUSAS DE PELIGRO Y SUCESOS INICIADORES**

Como se ha desarrollado en el anterior capítulo del presente apéndice relativo a la identificación de fuentes de peligro, la presencia de una fuente de peligro no debe suponer la consideración inmediata y automática en el análisis de riesgos medioambientales de los sucesos iniciadores que de ella se derivan. Las fuentes de peligro han de contextualizarse en la instalación y en su entorno. De la identificación y descripción de las fuentes de peligro presentes en la explotación porcina realizada en el epígrafe anterior, es posible reconocer dos tipos de sucesos iniciadores que pueden tener lugar en la granja:

- Derrame o vertido de sustancias químicas contaminantes (en concreto, gasóleo y purines).
- Incendio/explosión y/o arrastre o contaminación por sustancia contaminante de las aguas de extinción.

En caso de derrame o vertido de sustancias, resulta necesario caracterizar la naturaleza del agente químico que actuará como agente causante del daño:

- **Purines.** Deyecciones de los animales de la granja que son almacenados en la instalación en la balsa de purines para su posterior valorización agrícola. Presentan un alto contenido en materia orgánica y en nitrógeno que pueden suponer una amenaza a los recursos naturales presentes en el entorno de la explotación.
- **Gasóleo.** Combustible almacenado y empleado en el generador eléctrico para el suministro de electricidad en caso de fallo de la red.
- **Aguas de extinción de incendio.** Las aguas de extinción de incendio son generadas durante las labores de extinción de un fuego y, en el caso de la explotación objeto de análisis de riesgos medioambientales, actúan como vector de contaminación al arrastrar al gasóleo hacia los recursos naturales presentes en el entorno de la granja.

En caso de incendio o explosión, es necesario evaluar si dichos elementos trascienden los límites de la instalación y, con ello, son susceptibles de generar un daño medioambiental. En el caso de la explotación objeto de análisis de riesgos medioambientales, la proximidad del transformador, del depósito y tuberías de gasóleo y del generador a los límites de la instalación y la presencia de vegetación natural no arbórea más allá de los límites de la misma supone la necesaria consideración del incendio como agente causante del daño. De forma adicional, en caso de incendio o explosión, será necesario considerar como vertido o derrame la generación de aguas de extinción contaminadas.

En el Anexo A.II del presente caso práctico se muestra la identificación de fuentes de peligro y sucesos iniciadores asociada a la explotación objeto de análisis de riesgos medioambientales. Esta identificación de fuentes de peligro y sucesos iniciadores sigue la nomenclatura y la arquitectura de la tabla sectorial de elementos del modelo que se recoge en el Anexo I del MIRAT para el sector porcino.

Por otra parte, la Figura 4 del Anexo A.I ilustra la distribución espacial en la explotación de los sucesos iniciadores derivados de las fuentes de peligro identificadas; de nuevo, en este esquema, y con el fin de garantizar la trazabilidad del análisis, la nomenclatura de los sucesos iniciadores identificados es la misma que la propuesta en el Anexo I del MIRAT para el sector porcino.

De forma adicional, en el citado Anexo I del MIRAT para el sector porcino se identifican las causas que pueden ocasionar que una fuente de peligro se convierta en un suceso iniciador. La identificación de causas para cada fuente de peligro identificada como relevante para la instalación objeto de análisis en el presente caso práctico se realiza en el Anexo A.II del mismo.

Tal y como se recoge en la página 40 del MIRAT para el sector porcino, a continuación se describen las causas mencionadas en el Anexo A.II del presente caso práctico identificadas bajo criterio experto y adicionales a las causas señaladas por la bibliografía:

a) Ausencia de revisiones y controles.

La omisión del plan de revisiones y controles de los distintos elementos de las instalaciones —maquinaria, depósitos, tanques, red de tuberías, etc.— puede provocar un funcionamiento anómalo del equipo y la generación de un accidente con repercusiones sobre el medioambiente.

b) Corrosión/ Desgaste.

El deterioro de depósitos, tuberías y otros elementos por la acción de la meteorología (agua, frío, etc.) o por las propias sustancias que contienen y transportan puede derivar en la liberación de dichas sustancias al medioambiente y la generación de un daño medioambiental.

c) Fallo del equipo.

Un mal funcionamiento de determinados equipos por circunstancias aleatorias y/o desconocidas también puede ser la causa de la generación de un daño medioambiental.

d) Error humano.

A pesar de la creciente automatización de procesos, la presencia del ser humano en muchas operaciones (carga y descarga, por ejemplo) sigue siendo necesaria y, con ello, existe la posibilidad de equivocaciones o imprecisiones del operario deriven en un accidente con repercusiones sobre el medioambiente.

e) Foco de ignición.

La existencia de focos de ignición en las instalaciones puede derivar en un incendio, si además aparecen de forma simultánea un combustible y un comburente (generalmente, el oxígeno atmosférico). A modo de ejemplo, podrían citarse los siguientes focos de ignición más comunes:

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.

f) Señalización y/o visibilidad defectuosa

El tráfico necesario para la operación de las instalaciones (carretillas, vehículos de carga de animales o de combustibles, etc.) puede ocasionar accidentes (colisión del vehículo con tuberías o depósitos, etc.), especialmente en situaciones de baja visibilidad y/o señalización defectuosa.



g) Diseño inadecuado.

Especialmente en el caso de la construcción de las balsas o depósitos de almacenamiento de purines, la inestabilidad de los taludes u otras infraestructuras necesarias debido a errores de cálculo durante el proceso de diseño o la no consideración de determinados aspectos (pluviometría normal de la zona, etc.) podrían constituirse como el origen de la liberación al medioambiente de contaminantes.

### II.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS ESCENARIOS ACCIDENTALES

Tal y como exige la normativa sobre responsabilidad medioambiental, la identificación de escenarios accidentales se realiza empleando los árboles de sucesos, en este caso práctico los propuestos en el Anexo II del MIRAT para el sector porcino. En el presente caso práctico, derivado de los sucesos iniciadores identificados como relevantes, han de aplicarse los árboles de sucesos del citado MIRAT correspondientes a derrame e incendio (árboles de tipo 1 y 2, respectivamente).

En el Anexo A.III del presente caso práctico se recopilan los árboles de sucesos desarrollados para cada uno de los sucesos iniciadores identificados como relevantes para la explotación porcina objeto de análisis.

Tal y como se recoge en la página 46 del MIRAT para el sector porcino, el suceso iniciador S.P.1, relativo a la rotura catastrófica de la balsa de purines, no se ha asociado a ningún árbol de sucesos: la naturaleza del evento (liberación de varios centenares de metros cúbicos de purines) explica la ausencia de factores condicionantes asociados a ese suceso iniciador.

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

El árbol de sucesos tipo 1 se aplica a los sucesos iniciadores cuya naturaleza es la liberación de un agente causante del daño de naturaleza líquida, en este caso combustible (gasóleo y purines); en estos sucesos iniciadores se produce un vertido o derrame de la sustancia contaminante.

Atendiendo a lo especificado en el Anexo II del MIRAT para el sector porcino, en los árboles de sucesos de tipo 1 pueden intervenir los siguientes factores condicionantes:

- **Contención automática.** Tras un derrame o vertido accidental desde el depósito de gasóleo, el contenido del depósito podría quedar retenido en el correspondiente cubeto que, atendiendo a la normativa, tiene la misma capacidad que el depósito al que sirve (en este caso, 1,5 m<sup>3</sup>). La operación de carga y descarga del depósito de gasóleo, gracias a que el orificio de carga del mismo se dispone sobre el mismo cubeto, también se vería beneficiada por la existencia de esta estructura.

Por su parte, tanto las tuberías aéreas que alimentan el generador de emergencia desde el depósito de combustible como las tuberías subterráneas de purines no disponen de un sistema de contención de un posible vertido provocado por la rotura de las mismas.

- **Contención manual.** En la instalación no se dispone de equipos de contención de derrames manuales (sepiolita, mantas absorbentes, etc.).
- **Gestión de aguas y derrames.** La instalación no cuenta con una red de drenaje propia; gran parte de la superficie de la explotación, y en concreto en las zonas donde pueden producirse vertidos de gasóleo, no se encuentra asfaltada ni se dispone de canalizaciones de los posibles vertidos que pudieran tener lugar.

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

La explotación porcina precisa, para su normal operación, de equipos susceptibles de generar un incendio (generador y transformador eléctricos) y de sustancias inflamables como el gasóleo, por lo que el análisis de riesgos medioambientales ha de considerar la posibilidad de que se genere un fuego con repercusiones sobre el medioambiente.

El árbol de sucesos tipo 2 del MIRAT para el sector porcino considera como factores condicionantes la extinción temprana del incendio y la existencia de un sistema de gestión de aguas y derrames en la instalación:

- **Detección y extinción temprana de incendios.** La detección y extinción temprana del incendio supondría la ausencia de daños medioambientales. Por el contrario, un fallo de este factor condicionante implicaría la generación de un incendio que, en virtud del entorno en el que se ubica la instalación, sí que tendría repercusiones en términos de responsabilidad medioambiental y, en determinados casos, la generación de aguas de extinción contaminadas por sustancias presentes en la explotación (en este caso, gasóleo).

La explotación porcina del presente caso práctico dispone de sistemas de detección y extinción de incendio manuales y el combustible empleado (gasóleo) ha de considerarse como una sustancia de tipo 3 atendiendo a la clasificación del Anexo IV del MIRAT para el sector porcino.

- **Gestión de aguas y derrames.** Tal y como se ha recogido en la explicación de los árboles de sucesos tipo 1, la instalación no dispone de ningún sistema propio de drenaje o canalización.

## II.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 el caso de la explotación porcina objeto de análisis en el presente caso práctico, derrame de sustancias líquidas e incendio.

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

Tal y como propone el MIRAT para el sector porcino, la cantidad de agente causante del daño asociada a sucesos iniciadores de tipo derrame que no produzcan un incendio ha de estimarse de dos formas, en función de la naturaleza del suceso iniciador:

- 1) Si el suceso iniciador se corresponde con la rotura de un depósito, el volumen de vertido se estima a partir del producto del volumen del mismo por el porcentaje medio de llenado en el que suele encontrarse el equipo. En la explotación porcina objeto de análisis, este criterio se aplica al suceso iniciador S.C.1o2. En el caso del suceso iniciador S.P.1, se tiene en cuenta el porcentaje del volumen de purines almacenado en la balsa semiexcavada que se encuentra por encima de la cota del terreno.
- 2) En el caso de sucesos iniciadores asociados a operaciones de carga y descarga o de trasiego de sustancias líquidas mediante tuberías, el procedimiento para el cálculo de la cantidad de agente causante del daño derramada en el suceso iniciador tiene en cuenta el caudal de las tuberías o mangueras y el tiempo de reacción entre que se produce la fuga y ésta se detiene. Este criterio se aplica en el presente caso práctico para los sucesos iniciadores S.CD.1, S.CD.2, S.TB.3o4 y S.TB.7.

En la siguiente Tabla 2 se recogen los parámetros de cálculo y, finalmente, la cantidad de agente causante del daño asociada a cada uno de los sucesos iniciadores de tipo “derrame” relevantes para el análisis de riesgos de la instalación a la que hace referencia el presente caso práctico.

En el caso de la rotura de tuberías subterráneas de purines, se ha supuesto, bajo criterio experto, una superficie de infiltración de 1 m<sup>2</sup> (unas grietas extensas a lo largo de las tuberías pero sin la suficiente entidad como para que pudiera detectarse la fuga por una menor llegada de purines a la balsa) y un tiempo de detección del vertido de 10 años.

Entre los sucesos iniciadores de tipo derrame se incluye el suceso iniciador S.P.1, relativo a la rotura catastrófica del depósito o balsa de purines; aunque la naturaleza de este suceso iniciador ha hecho que no se asocie a ningún tipo de árboles de sucesos propuestos en el MIRAT para el sector porcino, la estimación del daño medioambiental que pudiera ocasionar este suceso iniciador exige de conocer la cantidad de agente causante del daño liberada.

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Agente causante del daño	Datos	Cantidad de agente asociada al S.I. (m <sup>3</sup> )
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	Purines	Volúmen del depósito: 4 000 m <sup>3</sup> Porcentaje sobre cota: 10%	400
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	S.C.1o2	Gasóleo	Volúmen del depósito: 1,5 m <sup>3</sup> Porcentaje medio de llenado: 80%	1,20
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	Purines	Caudal del dispositivo: 0,8 m <sup>3</sup> /min Tiempo de respuesta: 2 minutos	1,60
	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	S.CD.2	Gasóleo	Caudal del dispositivo: 0,17 m <sup>3</sup> /min Tiempo de respuesta: 2 minutos	0,33
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Fuga/derrame desde tuberías aéreas con gasóleo	S.TB.3o4	Gasóleo	Caudal del dispositivo: 0,10 m <sup>3</sup> /min Tiempo de respuesta: 10 minutos	1,00
	F.TB.3	Tuberías subterráneas de purines	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	Purines	Tasa de infiltración: 8,64E-05 m/día Superficie de infiltración: 1 m <sup>2</sup> Tiempo de detección de la fuga: 10 años	0,32

**Tabla 2.** Cantidad de agente causante del daño asociada a cada suceso iniciador tipo derrame. Fuente: Elaboración propia

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

En caso de incendio, el agente causante del daño puede ser el propio fuego (que no llevaría asociada ninguna cantidad de agente causante del daño) y/o las aguas de extinción generadas, en concreto si éstas entran en contacto con alguna sustancia contaminante presente en la explotación. Por otra parte, ambos agentes causantes del daño han de entrar en contacto con los recursos naturales para que tengan que ser considerados en un análisis de riesgos medioambientales: el incendio únicamente tendrá relevancia en términos de responsabilidad medioambiental si trasciende los límites de la instalación y afecta a recursos naturales próximos.

En la explotación porcina objeto de análisis en el presente caso práctico, existen sucesos iniciadores cuyo efecto sería únicamente la generación de un incendio (S.TR.3) y otros en los que, además del fuego, se generarían aguas de extinción contaminadas (S.C.3o4, S.GE.1, S.CD.3 y S.TB.5o6); la sustancia contaminante que entra en contacto con las aguas de extinción es el gasóleo, pues es la sustancia almacenada en el depósito origen del suceso S.C.3o4, se transporta por la tubería vinculada al suceso S.TB.5o6, se consume por el generador que origina el suceso S.GE.1 y es la sustancia que se trasiega en el suceso iniciador S.CD.3.

Para el cálculo de la cantidad de agente causante del daño cuando el incendio genera aguas de extinción potencialmente contaminadas, se ha seguido el criterio "III. Inexistencia de naves o edificios y de datos de caudales y capacidades de las medidas de extinción" del "Procedimiento para estimar la cantidad de agente causante del daño asociada a incendios" expuestos en el MIRAT del sector porcino (páginas 67 y 68):

- Se ha tomado un caudal de referencia de  $12 \text{ l min}^{-1} \text{ m}^{-2}$  (promedio de los valores propuestos en la NTP 420: Instalaciones de abastecimiento de agua contra incendios).
- Se ha tomado una duración del incendio de 60 minutos.
- Se ha asimilado la superficie del bloque de incendio a la superficie ocupada por el depósito de combustible, siendo igual a  $50 \text{ m}^2$ .
- Como se ha indicado, como sustancia de referencia se ha establecido el gasóleo, cuya solubilidad según su ficha de seguridad es de  $0,000005 \text{ g/ml}$  y su densidad de  $0,91 \text{ g/cm}^3$ . Tal y como se recoge en el MIRAT, el coeficiente  $F_m$  hace referencia a la miscibilidad de la sustancia en las aguas de extinción; para el caso del gasóleo, del que se dispone de datos sobre solubilidad y de densidad, dicho porcentaje se ha estimado como el cociente entre ambos datos resultando un factor  $F_m$  de  $5,5 \times 10^{-6}$  (miscibilidad prácticamente despreciable).
- El volumen total de la sustancia tóxica existente en la zona de incendio es de  $1,2 \text{ m}^3$  (el depósito de gasóleo tiene una capacidad de  $1,5 \text{ m}^3$  y se encuentra habitualmente al 80% de su capacidad).

De esta forma, se generarían un total de  $36 \text{ m}^3$  de aguas de extinción que arrastrarían 240 litros de gasóleo (el 20% del volumen de gasóleo que generalmente contiene el depósito). La

naturaleza insoluble del gasóleo hace que las aguas de extinción actúen en este caso como elemento de arrastre de la sustancia contaminante, no aumentando por disolución la cantidad de agente causante del daño liberada.

La Tabla 3 recopila todos los datos relativos a la cantidad de agente causante del daño liberada en caso de incendio. Como puede apreciarse, en la columna de “Agente causante del daño” se identifica si la naturaleza y contexto de determinado suceso iniciador generaría únicamente un incendio (S.TR.3) o un incendio con aguas de extinción contaminadas (S.C.3o4, S.GE.1, S.CD.3 y S.TB.5o6); en el primer caso, no procede estimar la cantidad de agente causante del daño involucrada en el suceso iniciador, mientras que para todos los escenarios que tienen asociado además la generación de aguas de extinción contaminadas se ha estimado una cantidad de agente causante del daño igual al 20% del volumen de gasóleo generalmente almacenado, esto es, 240 litros.

## **II.5. CANTIDAD DE AGENTE ASOCIADA AL ESCENARIO ACCIDENTAL**

La cantidad de agente causante del daño liberada por el suceso iniciador puede verse modificada por la actuación de los distintos factores condicionantes que se suceden después de un incidente.

Los factores condicionantes dependen del tipo de suceso iniciador (en este caso, derrame o incendio) y de los equipos de los que disponga la explotación para actuar en caso de que determinado suceso iniciador se produzca.

En las páginas siguientes se exponen los criterios aplicados para estimar la evolución de la cantidad de agente causante del daño con la participación de los distintos factores condicionantes, ya sea en el caso de que éstos tengan éxito o supongan un fracaso. Para ello, se han seguido los criterios y recomendaciones recogidas en el capítulo VIII.5.2 del MIRAT para el sector porcino (“Cantidad de agente causante del daño asociada a los escenarios accidentales”).

Finalmente, en el Anexo A.III del presente caso práctico se recogen los árboles de sucesos asociados a cada suceso iniciador identificado como relevante en el presente análisis de riesgos medioambientales. En estos árboles de sucesos pueden identificarse tanto los factores condicionantes que intervienen tras cada suceso iniciador como los efectos que éstos tienen sobre la cantidad de agente causante del daño.

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Agente causante del daño	Fm	V <sub>sust</sub> (m <sup>3</sup> )	Datos	Cantidad de agente asociada al S.I. (m <sup>3</sup> )
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósito/recipiente fijo aéreo de gasóleo	Incendio/explosión por fuga/derrame de depósito aéreo con gasóleo + Derrame de aguas de extinción	S.C.3o4	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	5,49E-06	1,20	Caudal de referencia: 12 l/min.m <sup>2</sup> Duración del incendio: 1 hora Superficie bloque incendio: 50 m <sup>2</sup>	0,24
Transformadores eléctricos	F.TR.1	Transformador seco	Incendio/explosión del transformador + Derrame de aguas de extinción	S.TR.3	Incendio	—	—	—	—
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio/explosión de generador + Derrame de aguas de extinción	S.GE.1	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	5,49E-06	1,20	Caudal de referencia: 12 l/min.m <sup>2</sup> Duración del incendio: 1 hora Superficie bloque incendio: 50 m <sup>2</sup>	0,24
Carga y descarga	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame de aguas de extinción	S.CD.3	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	5,49E-06	1,20	Caudal de referencia: 12 l/min.m <sup>2</sup> Duración del incendio: 1 hora Superficie bloque incendio: 50 m <sup>2</sup>	0,24
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Incendio/explosión por fuga/derrame de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame de aguas de extinción	S.TB.5o6	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	5,49E-06	1,20	Caudal de referencia: 12 l/min.m <sup>2</sup> Duración del incendio: 1 hora Superficie bloque incendio: 50 m <sup>2</sup>	0,24

**Tabla 3.** Cantidad de agente causante del daño asociada a cada suceso iniciador tipo incendio. Fuente: Elaboración propia

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

En el caso de los sucesos iniciadores que suponen un vertido o derrame de una sustancia contaminante (S.P.1, S.C.1o2, S.CD.1, S.CD.2 y S.TB.3o4), los factores condicionantes asociados hacen referencia a los distintos sistemas de contención que la explotación tenga disponibles. En el presente caso práctico, estos sistemas de contención se refieren únicamente al cubeto que, atendiendo a la normativa, se dispone bajo el depósito de gasóleo para retener los posibles vertidos que desde este equipo pudieran ocasionarse.

### **a) Contención automática.**

La explotación porcina objeto de análisis en el presente caso práctico dispone, como sistema de contención automática, de un cubeto de retención bajo el depósito de combustible; este cubeto de contención interviene en los árboles de sucesos asociados a los sucesos iniciadores S.C.1o2 (derrame de gasóleo por rotura del depósito) y S.CD.2 (derrame de gasóleo durante la operación de carga del depósito).

El cubeto tiene una capacidad de contención igual a la capacidad nominal del depósito de gasóleo (1,5 m<sup>3</sup>): en caso de que este sistema de contención automática actuara correctamente, sería capaz de retener 1,5 m<sup>3</sup> de gasóleo. En caso de que el cubeto se encontrara en malas condiciones y/o no actuase según lo previsto, se ha determinado por aplicar un porcentaje de la capacidad de cubeto como cantidad de vertido que sería capaz de retener. Siguiendo el criterio establecido en el MIRAT para el sector porcino (que esta capacidad de retención en caso de fracaso sea siempre inferior al 10%), y aplicando adicionalmente un criterio conservador, se ha supuesto que el cubeto es capaz de retener un 1% de su capacidad en caso de un mal funcionamiento del mismo.

### **b) Contención manual.**

La instalación objeto de estudio no dispone de dispositivos de contención manual (sepiolita, mantas absorbentes, etc.).

### **c) Gestión de aguas y derrames**

Gran parte de la superficie ocupada por la explotación y, en concreto, la zona donde se ubica el depósito de combustible, no se encuentra asfaltada. La granja tampoco dispone de una red de drenaje que permita contener cualquier vertido que en su superficie pudiera ocasionarse.

La Tabla 4 recopila los datos relativos a la capacidad de contención de los distintos factores condicionantes disponibles en la explotación asociados a sucesos iniciadores de vertidos o derrames.



Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	Capacidad de retención (m <sup>3</sup> )	
						Éxito	Fracaso
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósito de almacenamiento de purines	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	No existen	No existe	
						No existe	
						No existe	
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósito/recipiente fijo aéreo de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito aéreo de almacenaje	S.C.1o2	Contención automática de derrames	1,50	0,015
					Contención manual	No existe	
					Gestión de aguas y derrames	No existe	
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	Contención automática de derrames	No existe	
					Contención manual	No existe	
					Gestión de aguas y derrames	No existe	
	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	S.CD.2	Contención automática de derrames	1,50	0,015
					Contención manual	No existe	
					Gestión de aguas y derrames	No existe	
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo	S.TB.3o4	Contención automática de derrames	No existe	
					Contención manual	No existe	
					Gestión de aguas y derrames	No existe	
	F.TB.3	Tuberías subterráneas de purines	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	Contención automática de derrames	No existe	
					Contención manual	No existe	
					Gestión de aguas y derrames	No existe	

**Tabla 4.** Cantidad retenida por los factores condicionantes disponibles en la explotación porcina asociados a vertidos o derrames. Fuente: Elaboración propia

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

La explotación porcina sobre la que se realiza el presente caso práctico cuenta con sistemas de detección y extinción de incendios manuales y no dispone de ningún sistema de gestión de aguas y derrames que pudiera contener las aguas de extinción generadas en caso de incendio y que pudieran verse contaminados por sustancias presentes en la instalación.

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

En coherencia con lo indicado en el MIRAT para el sector porcino, la detección y extinción temprana de un incendio permite asumir la ausencia de daños medioambientales, ya sea por el propio fuego o por la generación de aguas de extinción contaminadas.

En caso de que la detección y extinción del incendio no sea temprana, es necesario considerar los posibles daños que el episodio pudiera ocasionar, que, en el caso de la granja objeto de estudio, se asocian tanto al fuego (vegetación no arbórea próxima a la instalación) como a las aguas de extinción contaminadas (en este caso práctico, la sustancia contaminante es el gasóleo). Únicamente en el caso de fracaso de la detección y extinción temprana del fuego se incorporarán las aguas de extinción a los árboles de sucesos, y siempre que existan sustancias contaminantes susceptibles de ser arrastradas o disueltas.

En definitiva, el éxito de la detección y extinción del incendio genera escenarios accidentales irrelevantes en términos de riesgo medioambiental. Por su parte, el fracaso de este factor condicionante supone la generación de aguas de extinción contaminadas; el volumen de estas aguas de extinción contaminadas en el presente caso práctico es de 240 litros, como se corresponde con el 20% del volumen de gasóleo almacenado en el depósito y a la naturaleza insoluble de esta sustancia.

Este factor condicionante resulta relevante para los sucesos iniciadores S.C.3o4, S.TR.3, S.GE.1, S.CD.3 y S.TB.5o6; en el caso del suceso iniciador S.TR.3 no resulta relevante la generación de aguas de extinción contaminadas, al no existir en las proximidades del transformador sustancias contaminantes susceptibles de mezclarse o ser arrastradas por las aguas de extinción.

### **b) Gestión de aguas y derrames**

Como se ha comentado anteriormente, gran parte de la superficie de la instalación no se encuentra asfaltada y la granja no dispone de ninguna red de drenaje que pudiera actuar como un sistema de gestión de aguas y derrames.

La Tabla 5 recoge los datos relativos a cantidad de agente causante del daño derivados del fracaso o éxito de los factores condicionantes asociados a escenarios de incendio.

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	Generación de aguas de extinción (m <sup>3</sup> )		Capacidad de retención (m <sup>3</sup> )	
						Éxito	Fracaso	Éxito	Fracaso
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo	Incendio/explosión por fuga/derrame depósito fijo aéreo congasóleo + Derrame aguas de extinción	S.C.3o4	Detección y extinción temprana	0,00	0,24	—	—
					Gestión de aguas y derrames automática	—	—	No existe	
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Incendio/explosión de transformador + Derrame de aguas de extinción	S.TR.3	Detección y extinción temprana	0,00	0,00	—	—
					Gestión de aguas y derrames automática	—	—	No existe	
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio/explosión de generador + Derrame aguas de extinción	S.GE.1	Detección y extinción temprana	0,00	0,24	—	—
					Gestión de aguas y derrames automática	—	—	No existe	
Carga y descarga	F.CD.2	Carga y descarga de depósitos de gasóleo	Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame aguas de extinción	S.CD.3	Gestión de aguas y derrames automática	0,00	0,24	—	—
					Gestión de aguas y derrames automática	—	—	No existe	
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.TB.5o6	Gestión de aguas y derrames automática	0,00	0,24	—	—
					Gestión de aguas y derrames automática	—	—	No existe	

**Tabla 5.** Efectos sobre la cantidad de agente causante del daño de los factores condicionantes disponibles en la explotación porcina asociados incendio. Fuente:

Elaboración propia

A modo de conclusión, en la Tabla 6 se recopilan todos los datos obtenidos relativos a cantidad de agente causante del daño de cada uno de los escenarios accidentales derivados de cada uno de los sucesos iniciadores considerados como relevantes en el presente análisis de riesgos medioambientales. Los árboles de sucesos de los que se derivan cada uno de estos escenarios accidentales se recogen en el Anexo A.III.

Todos aquellos escenarios accidentales cuya cantidad de agente causante del daño sea nula (y el agente causante del daño no sea el incendio) han de considerarse no relevantes en términos de riesgos medioambientales, al no existir consecuencias medioambientales asociados a los mismos; en estos casos, puede afirmarse que las medidas de prevención disponibles en la granja permitirían evitar la generación de daños medioambientales.

En concreto, los escenarios S.C.1o2/E.1.1, S.C.1o2/E.1.2, S.C.1o2/E.1.3, S.C.1o2/E.1.4, S.C.3o4/E.2.1, S.TR.3/E.2.1, S.GE.1/E.2.1, S.CD.2/E.1.1, S.CD.2/E.1.2, S.CD.2/E.1.3, S.CD.2/E.1.4, S.CD.3/E.2.1 y S.TB.5o6/E.2.1 no tienen asociada ninguna cantidad de agente causante del daño y, por tanto, han de considerarse escenarios accidentales no relevantes en términos de riesgos medioambientales.

Los escenarios S.TR.3/E.2.2 y S.TR.3/E.2.3, a pesar de no tener asociada ninguna cantidad de agente causante del daño, han de considerarse como relevantes (al menos desde el punto de vista de las consecuencias), pues el agente causante del daño es el incendio.

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Agente causante del daño	Cantidad de agente asociada al escenario accidental	Unidad
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósito de almacenamiento de purines	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	S.P.1-E.1	Purines	3 200	m <sup>3</sup>
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	S.C.1o2	S.C.1o2-E.1.1	Gasóleo	0,00	m <sup>3</sup>
					S.C.1o2-E.1.2		0,00	m <sup>3</sup>
					S.C.1o2-E.1.3		0,00	m <sup>3</sup>
					S.C.1o2-E.1.4		0,00	m <sup>3</sup>
					S.C.1o2-E.1.5		1,19	m <sup>3</sup>
					S.C.1o2-E.1.6		1,19	m <sup>3</sup>
					S.C.1o2-E.1.7		1,19	m <sup>3</sup>
					S.C.1o2-E.1.8		1,19	m <sup>3</sup>
			Incendio/explosión por fuga/derrame depósito fijo aéreo congasóleo + Derrame aguas de extinción	S.C.3o4	S.C.3o4-E.2.1	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	0,00	m <sup>3</sup>
					S.C.3o4-E.2.2		0,24	m <sup>3</sup>
S.C.3o4-E.2.3	0,24	m <sup>3</sup>						
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Incendio/explosión de transformador + Derrame aguas de extinción	S.TR.3	S.TR.3-E.2.1	Incendio	0,00	m <sup>3</sup>
					S.TR.3-E.2.2		0,00	m <sup>3</sup>
					S.TR.3-E.2.3		0,00	m <sup>3</sup>
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio/explosión de generador + Derrame aguas de extinción	S.GE.1	S.GE.1-E.2.1	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	0,00	m <sup>3</sup>
					S.GE.1-E.2.2		0,24	m <sup>3</sup>
					S.GE.1-E.2.3		0,24	m <sup>3</sup>

**Tabla 6.** Cantidad de agente causante del daño de cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Agente causante del daño	Cantidad de agente asociada al escenario accidental	Unidad
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	S.CD.1-E.1.1	Purines	1,60	m <sup>3</sup>
					S.CD.1-E.1.2		1,60	m <sup>3</sup>
					S.CD.1-E.1.3		1,60	m <sup>3</sup>
					S.CD.1-E.1.4		1,60	m <sup>3</sup>
					S.CD.1-E.1.5		1,60	m <sup>3</sup>
					S.CD.1-E.1.6		1,60	m <sup>3</sup>
					S.CD.1-E.1.7		1,60	m <sup>3</sup>
					S.CD.1-E.1.8		1,60	m <sup>3</sup>
	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	S.CD.2	S.CD.2-E.1.1	Gasóleo	0,00	m <sup>3</sup>
					S.CD.2-E.1.2		0,00	m <sup>3</sup>
					S.CD.2-E.1.3		0,00	m <sup>3</sup>
					S.CD.2-E.1.4		0,00	m <sup>3</sup>
					S.CD.2-E.1.5		0,32	m <sup>3</sup>
					S.CD.2-E.1.6		0,32	m <sup>3</sup>
					S.CD.2-E.1.7		0,32	m <sup>3</sup>
					S.CD.2-E.1.8		0,32	m <sup>3</sup>
			Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame de aguas de extinción	S.CD.3	S.CD.3-E.2.1	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	0,00	m <sup>3</sup>
					S.CD.3-E.2.2		0,24	m <sup>3</sup>
S.CD.3-E.2.3	0,24	m <sup>3</sup>						
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo	S.TB.3o4	S.TB.3o4-E.1.1	Gasóleo	1,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.3o4-E.1.2		1,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.3o4-E.1.3		1,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.3o4-E.1.4		1,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.3o4-E.1.5		1,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.3o4-E.1.6		1,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.3o4-E.1.7		1,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.3o4-E.1.8		1,00	m <sup>3</sup>
			Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.TB.5o6	S.TB.5o6-E.2.1	Incendio + Aguas de extinción (gasóleo)	0,00	m <sup>3</sup>
					S.TB.5o6-E.2.2		0,24	m <sup>3</sup>
	S.TB.5o6-E.2.3	0,24	m <sup>3</sup>					
	F.TB.3	Tuberías subterráneas de purines	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	S.TB.7-E.1.1	Purines	0,32	m <sup>3</sup>
					S.TB.7-E.1.2		0,32	m <sup>3</sup>
					S.TB.7-E.1.3		0,32	m <sup>3</sup>
					S.TB.7-E.1.4		0,32	m <sup>3</sup>
					S.TB.7-E.1.5		0,32	m <sup>3</sup>
					S.TB.7-E.1.6		0,32	m <sup>3</sup>
					S.TB.7-E.1.7		0,32	m <sup>3</sup>
S.TB.7-E.1.8					0,32		m <sup>3</sup>	

Tabla 6 (continuación). Cantidad de agente causante del daño de cada escenario accidental. Fuente:

Elaboración propia

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

En coherencia con lo indicado en el MIRAT para el sector porcino, la probabilidad de ocurrencia de los sucesos iniciadores y de los factores condicionantes ha sido estimada de forma cuantitativa a partir de bibliografía especializada sobre tasas de fallo de equipos presentes en la explotación.

#### **III.1. PROBABILIDAD DEL SUCESO INICIADOR**

El Anexo IV del MIRAT para el sector porcino recopila las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los sucesos iniciadores identificados como relevantes para las explotaciones porcinas. La Tabla 7 muestra las probabilidades de ocurrencia de los sucesos iniciadores relevantes atendiendo a las características de la instalación sobre la que se realiza el presente análisis de riesgos medioambientales, seleccionando de entre las recopiladas en el Anexo IV del MIRAT las que aplican al presente caso práctico; en la misma Tabla 7 se recogen los parámetros necesarios para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los sucesos iniciadores relevantes.

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Datos	Probabilidad (veces/año)
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósito de almacenamiento de purines	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	Número de depósitos de almacenamiento de purines: 1 Tanque atmosférico subterráneo	1,00E-08
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	S.C.1o2	Número de depósitos aéreos: 1 Tanque aéreo atmosférico de almacenaje Tipo 1 (fuga completa en 10 minutos o rotura) Sustancia líquida inflamable	4,91E-06
			Incendio/explosión por fuga/derrame depósito fijo aéreo con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.C.3o4	Número de depósitos aéreos: 1 Tanque aéreo atmosférico de almacenaje Tipo 1 (fuga completa en 10 minutos o rotura) Sustancia líquida inflamable	1,00E-07
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Incendio/explosión de transformador + Derrame aguas de extinción	S.TR.3	Número de transformadores: 1	9,00E-04
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio/explosión de generador + Derrame aguas de extinción	S.GE.1	Número de generadores: 1	9,00E-04
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	Manguera Número anual de horas de operación: 100 horas Purines	4,00E-04
	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	S.CD.2	Manguera Número anual de horas de operación: 0,17 horas Sustancia inflamable	6,66E-07
			Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame de aguas de extinción	S.CD.3	Manguera Número anual de horas de operación: 0,17 horas Sustancia inflamable	1,36E-08
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo	S.TB.3o4	Longitud de las tuberías: 4 000 mm Diámetro interior de las tuberías: 10 mm Sustancia líquida inflamable	8,63E-06
			Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.TB.5o6	Longitud de las tuberías: 4 000 mm Diámetro interior de las tuberías: 10 mm Sustancia líquida inflamable	1,76E-07
	F.TB.7	Tuberías subterráneas de purines	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	Longitud de las tuberías: 300 m	8,40E-06

Tabla 7. Probabilidad de ocurrencia de los sucesos iniciadores identificados como relevantes en el presente caso práctico. Fuente: Elaboración propia

### III.2. PROBABILIDAD DEL ESCENARIO ACCIDENTAL

La intervención de los denominados factores condicionantes (equipos de contención de derrames, sistemas de detección y extinción de incendios, etc.) hace que, generalmente, la probabilidad de ocurrencia de los sucesos iniciadores no sea igual que la probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales; no obstante, y debido a las especiales características de algunos equipamientos y sustancias, en el presente caso práctico existe un suceso iniciador (S.P.1 – Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica) tras el que no participa ningún factor condicionante, por lo que en este caso las probabilidades de ocurrencia de suceso iniciador y escenario accidental coinciden.

En definitiva, la probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales se estima a partir de la probabilidad de ocurrencia del correspondiente suceso iniciador y de la probabilidad de ocurrencia (ya sea éxito o fracaso) de los factores condicionantes que intervienen tras el mismo. Los árboles de sucesos recopilados en el Anexo A.III del presente caso práctico identifican los factores condicionantes que intervienen tras cada suceso iniciador.

En el anexo IV del MIRAT para el sector porcino se recogen las probabilidades de fallo de los factores condicionantes más relevantes para el sector. De entre todos estos, la Tabla 8 escoge los que intervienen en la instalación objeto de análisis en coherencia con los sistemas instalados en la misma.

Factor condicionante	Probabilidad	Unidad
Sistemas de contención		
Contención automática	1,00E-01	fallos/demanda
Sistema de detección y extinción de incendios		
Detección y extinción manual. Combustible tipo 3	8,80E-01	fallos/demanda

**Tabla 8.** Probabilidad de fallo de los factores condicionantes que operan en los distintos sucesos iniciadores identificados en el presente caso práctico. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 9 se recoge la relación entre los factores condicionantes y los sucesos iniciadores tras los que intervienen; el Anexo A.III del caso práctico se nutre de estos datos para construir los árboles de sucesos. En esta Tabla 9, la ausencia de determinado factor condicionante, debido a inexistencia de ese equipo en la explotación (por ejemplo, la gestión de aguas y derrames), se refleja mediante una probabilidad de fallo de 1 (1,00E+00).



Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Factor condicionante	Probabilidad (fallos/demanda)
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósito de almacenamiento de purines	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	No tiene	1,00E+00
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	S.C.1o2	Contención automática	1,00E-01
					Contención manual	1,00E+00
			Incendio/explosión por fuga/derrame depósito fijo aéreo con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.C.3o4	Sistema manual de detección y extinción de incendios	8,80E-01
					Gestión de aguas y derrames	1,00E+00
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Incendio/explosión de transformador + Derrame aguas de extinción	S.TR.3	Sistema manual de detección y extinción de incendios	8,80E-01
					Gestión de aguas y derrames	1,00E+00
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio/explosión de generador + Derrame aguas de extinción	S.GE.1	Sistema manual de detección y extinción de incendios	8,80E-01
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	Contención automática	1,00E+00
					Contención manual	1,00E+00
					Gestión de aguas y derrames	1,00E+00
	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	S.CD.2	Contención automática	1,00E-01
					Contención manual	1,00E+00
					Gestión de aguas y derrames	1,00E+00
S.CD.3	Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame de aguas de extinción	S.CD.3	Sistema manual de detección y extinción de incendios	8,80E-01		
			Gestión de aguas y derrames	1,00E+00		
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo	S.TB.3o4	Contención automática	1,00E+00
					Contención manual	1,00E+00
					Gestión de aguas y derrames	1,00E+00
	S.TB.5o6	Incendio/explosión por rotura de tuberías subterráneas con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.TB.5o6	Sistema manual de detección y extinción de incendios	8,80E-01	
				Gestión de aguas y derrames	1,00E+00	
				Gestión de aguas y derrames	1,00E+00	
F.TB.7	Tuberías subterráneas de purines	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	Contención automática	1,00E+00	
				Contención manual	1,00E+00	
				Gestión de aguas y derrames	1,00E+00	

**Tabla 9.** Factores condicionantes que participan en cada uno de los sucesos iniciadores identificados en el presente caso práctico y probabilidad de fallo de los mismos. Fuente: Elaboración propia

A partir de la información recogida en la Tabla 7—relativa a probabilidad de ocurrencia de cada suceso iniciador— y en la Tabla 9—probabilidad de fallo de los factores condicionantes—, se procede a estimar la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental.

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental se obtiene mediante el operador “Y” o intersección de las probabilidades del suceso iniciador y de los factores condicionantes que desembocan en el escenario a evaluar. La expresión matemática de esta intersección de probabilidades es la siguiente:

$$P_E = prob_{S.I} \times P_1 \times P_2 \dots \times P_n \quad \text{[Ec.1]}$$

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”. Esta probabilidad se encuentra indicada en la Tabla 7.

$P_i$ , es la probabilidad de fallo de cada factor condicionante. Estas probabilidades se recogen en la Tabla 9, asociadas a cada suceso iniciador.

En definitiva, la probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental resulta del producto de la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador correspondiente por la probabilidad de éxito (o de fallo) de cada uno de los factores condicionantes que le afectan.

La Tabla 10 recoge la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los escenarios accidentales que pueden tener lugar en la explotación objeto de análisis. De forma similar a lo indicado en el caso de las cantidades de agente causante del daño asociadas a cada escenario accidental (ver Tabla 6), los escenarios accidentales que cuenten con una probabilidad de ocurrencia nula serán declarados como no relevantes desde el punto de vista del riesgo medioambiental. En definitiva, únicamente los escenarios que tienen una probabilidad de ocurrencia y una cantidad de agente causante del daño liberada superior a cero (excepto en el caso de los escenarios de incendio que puedan afectar a la vegetación adyacente a la instalación) serán relevantes a efectos de análisis de riesgos medioambientales.

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Probabilidad de ocurrencia del escenario accidental (veces/año)
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	S.P.1-E.1	1,00E-08
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	S.C.1o2	S.C.1o2-E.1.1	0,00E+00
					S.C.1o2-E.1.2	0,00E+00
					S.C.1o2-E.1.3	0,00E+00
					S.C.1o2-E.1.4	4,42E-06
					S.C.1o2-E.1.5	0,00E+00
					S.C.1o2-E.1.6	0,00E+00
					S.C.1o2-E.1.7	0,00E+00
					S.C.1o2-E.1.8	4,91E-07
	S.C.3o4	S.C.3o4-E.2.1	1,20E-08			
		S.C.3o4-E.2.2	0,00E+00			
			S.C.3o4-E.2.3	8,82E-08		
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Incendio/explosión de transformador eléctrico	S.TR.3	S.TR.3-E.2.1	1,08E-04
					S.TR.3-E.2.2	0,00E+00
					S.TR.3-E.2.3	7,92E-04
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio/explosión de generador + Derrame aguas de extinción	S.GE.1	S.GE.1-E.2.1	1,08E-04
					S.GE.1-E.2.2	0,00E+00
					S.GE.1-E.2.3	7,92E-04
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	S.CD.1-E.1.1	0,00E+00
					S.CD.1-E.1.2	0,00E+00
					S.CD.1-E.1.3	0,00E+00
					S.CD.1-E.1.4	0,00E+00
					S.CD.1-E.1.5	0,00E+00
					S.CD.1-E.1.6	0,00E+00
					S.CD.1-E.1.7	0,00E+00
					S.CD.1-E.1.8	4,00E-04
	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	S.CD.2	S.CD.2-E.1.1	0,00E+00
					S.CD.2-E.1.2	0,00E+00
					S.CD.2-E.1.3	0,00E+00
					S.CD.2-E.1.4	6,00E-07
					S.CD.2-E.1.5	0,00E+00
					S.CD.2-E.1.6	0,00E+00
					S.CD.2-E.1.7	0,00E+00
					S.CD.2-E.1.8	6,66E-08
				S.CD.3	S.CD.3-E.2.1	1,63E-09
					S.CD.3-E.2.2	0,00E+00
		S.CD.3-E.2.3	1,20E-08			

Tabla 10. Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales. Fuente: Elaboración propia

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Probabilidad de ocurrencia del escenario accidental (veces/año)
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo	S.TB.3o4	S.TB.3o4-E.1.1	0,00E+00
					S.TB.3o4-E.1.2	0,00E+00
					S.TB.3o4-E.1.3	0,00E+00
					S.TB.3o4-E.1.4	0,00E+00
					S.TB.3o4-E.1.5	0,00E+00
					S.TB.3o4-E.1.6	0,00E+00
					S.TB.3o4-E.1.7	0,00E+00
					S.TB.3o4-E.1.8	8,63E-06
	S.TB.5o6	Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.TB.5o6-E.2.1	2,11E-08		
			S.TB.5o6-E.2.2	0,00E+00		
			S.TB.5o6-E.2.3	1,55E-07		
	F.TB.7	Tuberías subterráneas de purines	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	S.TB.7-E.1.1	0,00E+00
					S.TB.7-E.1.2	0,00E+00
					S.TB.7-E.1.3	0,00E+00
S.TB.7-E.1.4					0,00E+00	
S.TB.7-E.1.5					0,00E+00	
S.TB.7-E.1.6					0,00E+00	
S.TB.7-E.1.7					0,00E+00	
S.TB.7-E.1.8					8,40E-06	

**Tabla 10 (continuación).** Probabilidad de ocurrencia de los escenarios accidentales. Fuente: Elaboración propia

El Anexo A.III del presente caso práctico recoge los árboles de sucesos a partir de los cuales se obtienen los datos tanto de la Tabla 6 (cantidad de agente causante del daño asociada a cada escenario accidental) como de la Tabla 10 (probabilidad de ocurrencia de cada escenario accidental); para ello, en estos árboles de sucesos se parte de la probabilidad de ocurrencia del suceso iniciador y de la cantidad de agente causante del daño que se libera y, posteriormente, se incluye la probabilidad de éxito y fallo de los distintos factores condicionantes que intervienen en el desarrollo del incidente.

Para el análisis de riesgos medioambientales del presente caso práctico, se han generado un total de 10 árboles de sucesos, cinco de tipo 1 (derrame) y cinco del tipo 2 (incendio). De forma adicional, existe un suceso iniciador (S.P.1) que, debido a sus características, no lleva asociado ningún árbol de sucesos.

A partir de los datos proporcionados por la Tabla 6 y por la Tabla 10, que se obtienen de los árboles de sucesos del Anexo A.III del presente caso práctico, es posible identificar los escenarios accidentales relevantes, es decir, aquellos cuya probabilidad de ocurrencia y consecuencias (generalmente, cantidad de agente causante del daño liberada) sean superior a

0. El hecho de que la probabilidad de ocurrencia de un escenario accidental sea 0 significa que es imposible que ese escenario pudiera tener lugar, mientras que un escenario accidental con una cantidad de agente liberada al medio igual a 0 significaría la ausencia total de consecuencias; en ambos casos, o cuando se combinan ambos, dichos escenarios accidentales no resultan relevantes en términos de riesgo medioambiental.

La Tabla 11 recopila la probabilidad de ocurrencia y la cantidad de agente causante del daño de todos los escenarios accidentales que se generan en el análisis de riesgos medioambientales de la instalación; en esta tabla, se destacan en negro los escenarios accidentales relevantes y se identifican en gris aquellos escenarios accidentales que no son relevantes (cuya cantidad de agente causante del daño y/o probabilidad es igual a cero)

De los 48 escenarios accidentales generados en el análisis de riesgos medioambientales, únicamente 11 han de considerarse relevantes: 6 asociados a sucesos iniciadores de derrame y 5 asociados a circunstancias de incendio o explosión.

Zona	Código	Fuente de peligro instalación	Suceso iniciador	Código S.I.	Código escenario accidental	Probabilidad de ocurrencia del escenario accidental (veces/año)	Cantidad de agente asociada al escenario accidental	Unidad		
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	S.P.1-E.1	1,00E-08	400,00	m <sup>3</sup>		
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	S.C.1o2	S.C.1o2-E.1.1	0,00E+00	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.C.1o2-E.1.2	0,00E+00	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.C.1o2-E.1.3	0,00E+00	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.C.1o2-E.1.4	4,42E-06	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.C.1o2-E.1.5	0,00E+00	1,19	m <sup>3</sup>		
					S.C.1o2-E.1.6	0,00E+00	1,19	m <sup>3</sup>		
					S.C.1o2-E.1.7	0,00E+00	1,19	m <sup>3</sup>		
					S.C.1o2-E.1.8	4,91E-07	1,19	m <sup>3</sup>		
			Incendio/explosión por fuga/derrame de depósito fijo aéreo con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.C.3o4	S.C.3o4-E.2.1	1,20E-08	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.C.3o4-E.2.2	0,00E+00	0,24	m <sup>3</sup>		
S.C.3o4-E.2.3	8,82E-08	0,24			m <sup>3</sup>					
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Incendio/explosión de transformador	S.TR.3	S.TR.3-E.2.1	1,08E-04	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.TR.3-E.2.2	0,00E+00	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.TR.3-E.2.3	7,92E-04	0,00	m <sup>3</sup>		
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Incendio/explosión de generador + Derrame aguas de extinción	S.GE.1	S.GE.1-E.2.1	1,08E-04	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.GE.1-E.2.2	0,00E+00	0,24	m <sup>3</sup>		
					S.GE.1-E.2.3	7,92E-04	0,24	m <sup>3</sup>		
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	S.CD.1-E.1.1	0,00E+00	1,60	m <sup>3</sup>		
					S.CD.1-E.1.2	0,00E+00	1,60	m <sup>3</sup>		
					S.CD.1-E.1.3	0,00E+00	1,60	m <sup>3</sup>		
					S.CD.1-E.1.4	0,00E+00	1,60	m <sup>3</sup>		
					S.CD.1-E.1.5	0,00E+00	1,60	m <sup>3</sup>		
					S.CD.1-E.1.6	0,00E+00	1,60	m <sup>3</sup>		
					S.CD.1-E.1.7	0,00E+00	1,60	m <sup>3</sup>		
					S.CD.1-E.1.8	4,00E-04	1,60	m <sup>3</sup>		
	F.CD.2	Carga y descarga de depósito de gasóleo	Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	S.CD.2	S.CD.2-E.1.1	0,00E+00	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.CD.2-E.1.2	0,00E+00	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.CD.2-E.1.3	0,00E+00	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.CD.2-E.1.4	6,00E-07	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.CD.2-E.1.5	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.CD.2-E.1.6	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.CD.2-E.1.7	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.CD.2-E.1.8	6,66E-08	0,32	m <sup>3</sup>		
			Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame de aguas de extinción	S.CD.3	S.CD.3-E.2.1	1,63E-09	0,00	m <sup>3</sup>		
					S.CD.3-E.2.2	0,00E+00	0,24	m <sup>3</sup>		
		S.CD.3-E.2.3	1,20E-08	0,24	m <sup>3</sup>					
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de gasóleo	Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo	S.TB.3o4	S.TB.3o4-E.1.1	0,00E+00	1,00	m <sup>3</sup>		
					S.TB.3o4-E.1.2	0,00E+00	1,00	m <sup>3</sup>		
					S.TB.3o4-E.1.3	0,00E+00	1,00	m <sup>3</sup>		
					S.TB.3o4-E.1.4	0,00E+00	1,00	m <sup>3</sup>		
					S.TB.3o4-E.1.5	0,00E+00	1,00	m <sup>3</sup>		
					S.TB.3o4-E.1.6	0,00E+00	1,00	m <sup>3</sup>		
					S.TB.3o4-E.1.7	0,00E+00	1,00	m <sup>3</sup>		
					S.TB.3o4-E.1.8	8,63E-06	1,00	m <sup>3</sup>		
					Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame aguas de extinción	S.TB.5o6	S.TB.5o6-E.2.1	2,11E-08	0,00	m <sup>3</sup>
							S.TB.5o6-E.2.2	0,00E+00	0,24	m <sup>3</sup>
			S.TB.5o6-E.2.3	1,55E-07	0,24	m <sup>3</sup>				
	F.TB.7	Tuberías subterráneas de purines	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	S.TB.7-E.1.1	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.TB.7-E.1.2	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.TB.7-E.1.3	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.TB.7-E.1.4	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.TB.7-E.1.5	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.TB.7-E.1.6	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.TB.7-E.1.7	0,00E+00	0,32	m <sup>3</sup>		
					S.TB.7-E.1.8	8,63E-06	0,32	m <sup>3</sup>		

**Tabla 11.** Probabilidad de ocurrencia y cantidad de agente causante del daño de cada escenario accidental e identificación de escenarios accidentales relevantes. Fuente: Elaboración propia

#### IV. CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO

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, establece un procedimiento para el cálculo de la cuantía de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental que pasa por una estimación de las consecuencias de cada escenario accidental relevante a partir del denominado Índice de Daño Medioambiental (IDM).

Tal y como establece el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, el IDM es una medida semicuantitativa de las consecuencias medioambientales, obligatoria para proceder a seleccionar el escenario de referencia sobre el que se calculará la cuantía de la garantía financiera.

El IDM expresa de forma semicuantitativa el daño medioambiental de todos los escenarios accidentales relevantes a partir de una serie de coeficientes que dependen de las características del agente causante del daño, del tipo de recurso natural afectado y de las características del entorno en el que se produce el hipotético daño medioambiental.

Los escenarios accidentales relevantes del presente caso práctico atienden a agentes causantes del daño de tipo químico (purines y gasóleo) e incendio.

La caracterización de las sustancias involucradas en los escenarios accidentales asociados al vertido de sustancias químicas se ha basado, por una parte, en la ficha de seguridad del gasóleo empleado como combustible en la explotación y, por otro, en las características del purín producido en la granja; en el presente caso práctico, el carácter hipotético de la instalación supone recurrir a las Fichas Internacionales de Seguridad Química para el caso del gasóleo<sup>1</sup> y a caracterizaciones genéricas del purín disponibles en la bibliografía. La Tabla 12 traduce las propiedades de las sustancias involucradas en los escenarios accidentales relevantes del presente análisis de riesgos a los parámetros correspondientes para el cálculo del IDM.

Sustancia	Agente IDM	Biodegradabilidad	Solubilidad	Tipo de fuga	Toxicidad	Viscosidad	Volatilidad
		M <sub>B1</sub>	M <sub>B12</sub>	M <sub>B14</sub>	M <sub>B15</sub>	M <sub>B17</sub>	M <sub>B18</sub>
Purines	Fueles y CONV	Alta (0,80)	Muy soluble (0,80)	Fuga continua (1,25)	Alta (2,00)	Poco viscosa (1,25)	Baja (1,00)
	Sustancias inorgánicas						
Gasóleo	Fueles y CONV	Media (0,90)	Poco soluble (0,90)	Fuga continua (1,25)	—	Poco viscosa (1,25)	Baja (1,00)

**Tabla 12.** Valores de los modificadores del IDM según la sustancia química. Fuente: Elaboración propia

Una vez caracterizadas las sustancias involucradas en los escenarios accidentales identificados como relevantes en el análisis de riesgos medioambientales, el cálculo del IDM

<sup>1</sup><http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/401a500/1561.pdf>

exige del analista la contextualización, respecto a los recursos naturales próximos a la instalación, de los equipos cuyo hipotético mal funcionamiento generan los escenarios accidentales. El objetivo de esta contextualización es identificar las combinaciones agente causante del daño – recurso natural afectado a partir de las cuales se procede a calcular el Índice de Daño Medioambiental; el analista ha de identificar, para cada escenario accidental relevante, al agente causante del daño y a los recursos naturales que podrían llegar a verse afectados. El Cuadro 1 recoge este análisis previo necesario para el cálculo del IDM.

Escenario accidental	Agente causante del daño	Agente causante del daño - Tipología IDM	Recursos naturales potencialmente afectados	Grupo IDM
S.P.1-E.1	Purines	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua superficial	Grupo 2
		Químico - Sustancias inorgánicas	Agua subterránea	Grupo 5
		Químico - Fuegos y CONV	Especies animales	Grupo 16
S.C.1o2-E.1.8	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	Grupo 5
S.C.3o4-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	Grupo 5
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	Grupo 14
S.TR.3-E.2.3	Incendio	Incendio	Especies vegetales	Grupo 14
S.GE.1-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	Grupo 5
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	Grupo 14
S.CD.1-E.1.8	Purines	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Sustancias inorgánicas	Agua subterránea	Grupo 5
S.CD.2-E.1.8	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	Grupo 5
S.CD.3-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	Grupo 5
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	Grupo 14
S.TB.3o4-E.1.8	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	Grupo 5
S.TB.5o6-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	Grupo 9
		Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	Grupo 5
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	Grupo 14
S.TB.7-E.1.8	Purines	Químico - Sustancias inorgánicas	Agua subterránea	Grupo 5

**Cuadro 1.** Identificación de grupo de agente causante del daño-recurso natural afectado para el cálculo del Índice de Daño Medioambiental (IDM). Fuente: Elaboración propia a partir del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre



Una vez identificados los grupos de agente causante del daño-recurso natural afectado para el cálculo del IDM tal y como se recopilan en el Cuadro 1, a continuación se procede a argumentar dicha identificación:

- **Grupo 2. Agua superficial – químicos.** En el presente caso práctico, se ha considerado que únicamente la rotura catastrófica de la balsa de purines (escenario accidental S.P.1-E.1) podría suponer la llegada de una sustancia química (en este caso, purines) a una masa de agua superficial (el río que discurre al este de la instalación). En el caso de otros vertidos como los de gasóleo, la escasa cantidad de sustancia liberada en estos escenarios accidentales y la distancia entre origen del vertido y cauce sugieren que el vertido no alcanzaría el cauce.
- **Grupo 5. Agua subterránea – químicos.** En el presente caso práctico, se ha considerado que los vertidos al suelo, tanto de gasóleo como de purines, podrían llegar a alcanzar al agua subterránea; la permeabilidad del suelo donde se ubica la granja y la proximidad del nivel freático (alrededor de 40 m) exigen la consideración del agua subterránea como posible recurso afectado.
- **Grupo 9. Suelo – químicos.** Este grupo interviene en cualquier escenario en el que exista un vertido de cualquier sustancia (en este caso, de gasóleo o de purines) al suelo. Este grupo aparece en todos los escenarios accidentales relevantes excepto en el escenario S.TR.3-E.2.3, ya sea en combinación con el agua subterránea (S.P.1-E.1, S.C.1o2-E.1.8, S.CD.1-E.1.8, S.CD.2-E.1.8 y S.TB.3o4-E.1.8) o, además del agua subterránea, en combinación con un incendio y, con ello, relacionado con la generación de aguas de extinción contaminadas (S.C.3o4-E.2.3, S.GE.1-E.2.3, S.CD.3-E.2.3 y S.TB.5o6-E.2.3).
- **Grupo 14. Incendio – especies vegetales.** La proximidad de la masa forestal no arbórea que rodea a la instalación a distintos equipos susceptibles de generar un incendio (transformador eléctrico y generador de emergencia y equipos auxiliares) obligan a considerar un posible incendio que trasciende los límites de la instalación y supone la afección a especies vegetales. Esta combinación agente-recurso es la única relevante para el escenario S.TR.3-E.2.3, mientras que aparece de forma conjunta con la combinación Químico-Suelo y Químico-Agua subterránea en los escenarios S.C.3o4-E.2.3, S.GE.1-E.2.3, S.CD.3-E.2.3 y S.TB.5o6-E.2.3.
- **Grupo 16. Especies animales – químicos.** La posible llegada de los purines al cauce del río, además de contaminar el agua del mismo, afectaría a la ictiofauna presente en él. De esta forma, esta combinación agente-recurso resulta relevante exclusivamente para el escenario accidental S.P.1-E.1, en combinación con la contaminación del agua superficial, del agua subterránea y del suelo por el vertido de los purines.

No se ha considerado relevante el efecto del incendio sobre las especies animales; el motivo principal es la presencia de especies en la zona con movilidad suficiente ante un evento como un incendio para considerar que saldrían huyendo y no se verían afectados.

Para los Grupos 2, 5, 9 y 16 del IDM, resulta necesario introducir en la fórmula para el cálculo del mismo el parámetro de cantidad de agente causante del daño, esto es, el parámetro  $\alpha$  de la ecuación del IDM. En el caso de los escenarios de vertido de gasóleo, esta cantidad de agente causante del daño se corresponde con las cantidades de cada escenario accidental relevante, tal y como se ha recogido de forma previa en la Tabla 11. En el caso del vertido de purines por rotura catastrófica de la balsa, es necesario distribuir de alguna forma el volumen total vertido ( $400 \text{ m}^3$ ) entre suelo, agua subterránea y agua superficial; a partir de esta distribución será posible estimar el parámetro  $\alpha$  para el caso de la contaminación del agua superficial (volumen vertido que escurre), del agua subterránea (volumen de vertido que se infiltra) y para la combinación químico-especies animales (que en este caso adopta el valor de 250 si el vertido es superior a  $125 \text{ m}^3$  y afecta a peces amenazados y otras especies de fauna no amenazada).

El criterio de reparto del vertido de  $400 \text{ m}^3$  de purines se ha construido a partir de la consideración de las fracciones sólidas y líquidas de las deyecciones y de la metodología propuesta en el capítulo III.1 del Anexo VI del MIRAT para el sector porcino: la fracción sólida acabaría precipitando y contaminando únicamente el suelo del barranco, mientras que una proporción de la fracción líquida fluiría por el mismo hacia el cauce del río y otra acabaría percolando hacia el subsuelo.

Según Antezana *et al.* (2006), la materia seca de los purines de las cerdas gestantes alcanza los  $56,45 \text{ kg/m}^3$ ; de esta forma, el vertido de  $400 \text{ m}^3$  de purín supone la liberación de 22,58 toneladas de materia seca. Por otra parte, atendiendo a la densidad de los sólidos propuesta por Merino y Berano (2006) ( $408,3 \text{ kg/m}^3$ ), el volumen de la fracción sólida resulta de  $55,30 \text{ m}^3$ . Finalmente, el resto hasta 400 correspondería con el volumen de la fracción líquida:  $344,70 \text{ m}^3$ .

Para estimar el reparto entre suelo (aguas subterráneas) y agua superficial de la fracción líquida, se ha procedido a aplicar la metodología propuesta en el apartado III.1 del Anexo VI del MIRAT para el sector porcino.

Para ello, se han empleado los parámetros recogidos en el Cuadro 2. La pendiente se ha estimado teniendo en cuenta la altura del fondo del barranco respecto al cauce (15 m) y la distancia a recorrer hacia el propio cauce (100 m). El coeficiente de rugosidad se ha empleado el relativo a canales sin vegetación con pequeñas variaciones de la sección transversal, alineación bastante regular, pocas piedras, hierba fina en las orillas, en suelos arenosos y arcillosos, y también en canales recién limpiados y rastrillados (ver Cuadro 2 del Anexo VI del MIRAT para el sector porcino). La anchura media del barranco es de unos 25 m y para el cálculo del caudal de vertido se ha escogido un tiempo de fuga de 10 minutos, en coherencia con los datos sobre probabilidad de rotura catastrófica de la balsa de purines.

Con estos parámetros, la velocidad media del vertido ronda los 1,22 m/s, por lo que el vertido tarda unos 82 segundos entre que se libera de la balsa y alcanza el cauce. El suelo, de naturaleza franco arenosa, presenta una capacidad de infiltración de unos 6 mm/h. De esta forma, teniendo en cuenta una superficie de infiltración de 2.500 m<sup>2</sup> (25 x 100), unos 340 litros de purín se infiltra en el suelo, mientras que 344,36 m<sup>3</sup> alcanzan el cauce del río R.

Variable	Unidad	Valor
Pendiente	m/m	0,15
Coefficiente de rugosidad (n)	-	0,0225
Anchura media	m	25
Volumen de vertido	m <sup>3</sup>	344,70
Tiempo de fuga	minutos	10
Caudal de fuga	m <sup>3</sup> /s	0,57450
Altura media	m	0,01886
<b>Velocidad</b>	<b>m/s</b>	<b>1,21842</b>

**Cuadro 2.** Parámetros empleados para el cálculo de la velocidad media del flujo del vertido. Fuente: Elaboración propia

Por su parte, La Tabla 13 recoge los valores del parámetro  $\alpha$  a aplicar en cada escenario accidental para el cálculo del Índice de Daño Medioambiental (IDM).

En el escenario S.P.1-E.1, el parámetro  $\alpha$  para el suelo se corresponde con el volumen de la fracción sólida (55,30 m<sup>3</sup>); para el cálculo del IDM, en este caso, se indicará que no existe afección a las aguas subterráneas, debido a que esta fracción sólida no alcanzaría la masa de agua subterránea. En cambio, el parámetro  $\alpha$  para las aguas subterráneas se verá modificado por la profundidad del nivel freático: en este caso, se considera que el nivel freático es somero, por lo que de los 340 litros de purín que se infiltran únicamente el 67% alcanzarán la masa de agua subterránea ( $\alpha = 0,22$ ). Finalmente, el parámetro  $\alpha$  para las especies animales es de 250, pues el vertido por el que se ven afectadas supera los 125 m<sup>3</sup>.

Para el resto de escenarios accidentales de vertido (gasóleo o purines) y de vertido e incendio (gasóleo), la cantidad de agente causante del daño liberada, para el cálculo del IDM, se distribuye entre suelo y aguas subterráneas atendiendo a los coeficientes correspondientes a un nivel freático medio (entre 10 y 50 m): 50% para el suelo y 50% para las aguas subterráneas.

Escenario accidental	Agente causante del daño	Agente causante del daño - Tipología IDM	Recursos naturales potencialmente afectados	Parámetro $\alpha$
S.P.1-E.1	Purines	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	55,30
		Químico - Fuegos y CONV	Agua superficial	344,37
		Químico - Sustancias inorgánicas	Agua subterránea	0,22
		Químico - Fuegos y CONV	Especies animales	250,00
S.C.1o2-E.1.8	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,60
		Químico - Fuegos y CONV	Aguas subterráneas	0,60
S.C.3o4-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,12
		Químico - Fuegos y CONV	Aguas subterráneas	0,12
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	1,00
S.TR.3-E.2.3	Incendio	Incendio	Especies vegetales	1,00
S.GE.1-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,12
		Químico - Fuegos y CONV	Aguas subterráneas	0,12
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	1,00
S.CD.1-E.1.8	Purines	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,22
		Químico - Sustancias inorgánicas	Aguas subterráneas	0,69
S.CD.2-E.1.8	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,16
		Químico - Fuegos y CONV	Aguas subterráneas	0,16
S.CD.3-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,12
		Químico - Fuegos y CONV	Aguas subterráneas	0,12
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	1,00
S.TB.3o4-E.1.8	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,50
		Químico - Fuegos y CONV	Aguas subterráneas	0,50
S.TB.5o6-E.2.3	Gasóleo	Químico - Fuegos y CONV	Suelo	0,12
		Químico - Fuegos y CONV	Aguas subterráneas	0,12
	Incendio	Incendio	Especies vegetales	1,00
S.TB.7-E.1.8	Purines	Químico - Fuegos y CONV	Agua subterránea	0,16

**Tabla 13.** Valores del parámetro  $\alpha$  para el cálculo del Índice de Daño Medioambiental. Fuente:

Elaboración propia

El Índice de Daño Medioambiental necesita, además de los parámetros hasta ahora expuestos relativos a características de los agentes causantes del daño, combinaciones agente-recurso y cantidades de agente causante del daño, parámetros relacionados con las características del medio ambiente en el que se sitúa la explotación. Para el cálculo del IDM no se exige aún el empleo de modelos de dispersión de la contaminación en el medio, siendo necesarias únicamente estimaciones aplicando criterios preliminares básicos que posteriormente se afinarán para el cálculo del daño medioambiental asociado al escenario accidental de referencia para el cálculo de la cuantía de la garantía financiera.

En la ecuación para el cálculo del IDM, los parámetros relativos al medio ambiente en el que se ubica la instalación se agrupan en los multiplicadores A, B y C; en cada combinación agente-recurso intervienen distintos modificadores de cada uno de estos multiplicadores.

En la Tabla 14 se recopilan los modificadores del multiplicador A, escogidos a partir de determinados parámetros del entorno de la instalación con efectos sobre el coste del proyecto de reparación: la vegetación no arbórea (matorral) que rodea la instalación tiene una densidad media, el suelo es pedregoso y la pendiente es menor al 30% (10%). Por su parte, el cauce pertenece al LIC Bosque de ribera del río R y afluentes.

Parámetro	Modificador	Grupos IDM	Descripción	Valor
Densidad de la vegetación	M <sub>A1</sub>	Grupo 14	Media (densidad de pies entre 500-700 pies/ha, matorral o herbazal de densidad media)	1,00
Afección a un Espacio Natural Protegido (ENP)	M <sub>A2</sub>	Grupo 16	Posible afección a un ENP	1,25
		Grupo 14	Sin afección a ENP	1,00
Pedregosidad	M <sub>A3</sub>	Grupo 14	Suelo pedregoso	1,10
Pendiente	M <sub>A4</sub>	Grupo 14	Baja (<30%)	1,00

**Tabla 14.** Valores de los modificadores del IDM que aplican sobre el multiplicador A, que afectan al coste unitario del proyecto de reparación. Fuente: Elaboración propia

Por su parte, en la Tabla 15 se recogen los modificadores del multiplicador B que influye sobre la cantidad de receptor afectado.

Finalmente, la Tabla 16 muestra los modificadores del multiplicador C, que afectan al estimador del coste de revisión y control del proyecto de reparación y que dependen tanto de la combinación agente-recurso como de la duración estimada de los daños.

Como se ha comentado anteriormente en la identificación de las combinaciones agente-recurso relevantes para el presente análisis de riesgos medioambientales, únicamente se considera, a efectos de los recursos naturales hábitats y especies, la afección del fuego al matorral y del vertido de purines a la ictiofauna del río. En caso de incendio, se considera que otro tipo de especies (mamíferos, aves y reptiles) tienen la suficiente movilidad como para no verse afectados por las llamas; en el caso del vertido de purines al río, la anoxia no afectaría a taxones distintos al de la ictiofauna (anfibios) ante la capacidad de los mismos de superar las condiciones de anoxia del río trasladándose a tierra firme. Finalmente, para algunos de estos taxones (reptiles y anfibios) y para otros (invertebrados, vegetación no vascular) puede considerarse que la reparación del hábitat (suelo y agua) permitiría su recuperación, no precisándose de acciones de reparación para los mismos.

Parámetro	Modificador	Descripción	Valor
Densidad de población	M <sub>B2</sub>	La instalación se encuentra en un espacio protegido Red Natura 2000 en el que se encuentra documentada la presencia de una amplia variedad de especies silvestres por lo que siguiendo el criterio de precaución se adopta el valor más conservador [1]	2,00
Densidad de la vegetación	M <sub>B3</sub>	La vegetación que rodea la instalación es de tipo no arbóreo, predominantemente matorral y, debido a la edafología de la zona, presenta una densidad media	1,00
Lago o embalse	M <sub>B5</sub>	No existe afección prevista a lagos o embalses [2]	1,00
Pendiente media del terreno	M <sub>B7</sub>	Baja (<5%)	0,50
Permeabilidad 1	M <sub>B8</sub>	Media (arenas limosas o arcillosas, limos)	1,50
Permeabilidad 2	M <sub>B9</sub>	Media (arenas limosas o arcillosas, limos)	2,00
Precipitación	M <sub>B10</sub>	Zona seca (<400 mm)	2,50
Río	M <sub>B11</sub>	Caudal medio anual 11 m <sup>3</sup> /s [3]	1,50
Temperatura	M <sub>B13</sub>	Temperatura media anual de 15°C	1,00
Viento	M <sub>B16</sub>	Velocidad media del viento de 13 km/h (3,6 m/s)	1,00

[1] Fuente: MAPAMA-Red Natura 2000 ([https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/rn\\_espana.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-prottegidos/red-natura-2000/rn_espana.aspx))

[2] Fuente: MAPAMA-Visor MORA (<https://servicio.mapama.gob.es/mora/login.action>)

[3]MAPAMA-Anuario de aforos (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/index.html?herramienta=Aforos>)

**Tabla 15.** Valores de los modificadores del IDM que aplican sobre el multiplicador B, que afectan al estimador de la cantidad de receptor afectado. Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Modificador	Descripción	Valor
Duración estimada del daño por agentes químicos al agua superficial	M <sub>C1</sub>	Se ha estimado la duración de los daños al agua superficial en unos pocos días	1,00
Duración estimada del daño por agentes químicos al agua subterránea	M <sub>C2</sub>	Se ha estimado la duración de los daños al agua subterránea por sustancias inorgánicas en 10 años acudiendo a MORA [1]	1,10
		Se ha estimado la duración de los daños al agua subterránea por fueles y CONV en 18 meses acudiendo a MORA [1]	1,00
Duración estimada del daño por agentes químicos al suelo	M <sub>C3</sub>	Para los daños asociados al gasóleo, se ha estimado la duración de los daños en 15 meses acudiendo a MORA [1]	1,10
		Para los daños asociados a los purines, se ha estimado la duración de los daños menor a 6 meses acudiendo a MORA [1]	1,00
Duración estimada del daño por fuego a la vegetación	M <sub>C4</sub>	Media-baja (matorral)	1,05
Duración estimada del daño por agentes químicos a especies animales	M <sub>C5</sub>	Dado que los escenarios relevantes se corresponden con vertidos de purines al cauce, que producen la eliminación del oxígeno en el agua, se considera que únicamente se vería afectada la ictiofauna	1,00

[1] Fuente: Selección de técnicas de reparación de MORA (<https://servicio.mapama.gob.es/mora/login.action>)

**Tabla 16.** Valores de los modificadores del IDM que aplican sobre el multiplicador C, que afectan al estimador del coste de revisión y control del proyecto de reparación. Fuente: Elaboración propia

La Tabla 17 recoge las especies nativas de peces presentes en el río. Ante la ausencia de inventarios piscícolas del río potencialmente afectado por un vertido desde la instalación objeto

de análisis en el presente caso práctico, se ha recurrido a inventarios de ríos próximos y de similares características: en el río R potencialmente afectado existen especies de peces amenazados y no amenazados, por lo que para el cálculo del IDM será necesario diferenciar entre ambos tipos de especies. Por último, y ante la dificultad de caracterizar las densidades indicadas en la Tabla 17 como elevadas, medias o escasas tal y como requiere el IDM, se ha optado por escoger bajo un criterio de prudencia el modificador relativo a elevada densidad de individuos.

Especie (peces continentales)	Nombre común	Amenaza (UICN mundial) <sup>1</sup>	Amenaza (UICN España) <sup>1</sup>	Densidad (individuos/ha)	Tipo de escenario al que se aplican
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguila	CR	VU	97,78	Vertido al río de sustancias químicas
<i>Barbatula quignardi</i>	Lobo de río	LC	VU	424,28	
<i>Barbus haasi</i>	Barbo colirrojo	VU	VU	1 338,06	
<i>Cobitis paludica</i>	Colmilleja	VU	VU	123,90	
<i>Gobio lozanoi</i>	Gobio ibérico	LC	NT	1 627,82	
<i>Luciobarbus graellsii</i>	Barbo de Graells	LC	NT	1 191,15	
<i>Parachondrostoma miegi</i>	Madrilla	LC	NT	1 291,34	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Piscardo	LC	VU	1 209,99	
<i>Squalius laietanus</i>	Bagra	LC	VU	585,47	

<sup>1</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/Eidos.aspx>

**Tabla 17.** Especies de peces continentales potencialmente afectados por un episodio accidental en la instalación del presente caso práctico. Fuente: Elaboración propia a partir de Sostoa *et al.* (2011)

Con la información recopilada en el presente capítulo es posible estimar el valor del Índice de Daño Medioambiental de cada escenario accidental relevante.

En el Anexo A.IV del presente caso práctico se detalla el cálculo del IDM para cada escenario accidental relevante, indicando para cada uno de ellos la combinación o combinaciones agente-recurso que aplica/n y el valor de cada uno de los parámetros empleado para el cálculo.

La Tabla 18 recopila el valor del Índice de Daño Medioambiental de cada uno de los escenarios accidentales relevantes. El valor del IDM de estos escenarios accidentales puede considerarse escaso excepto en el caso del vertido de purines por rotura catastrófica de la balsa con posible afección al río y a la ictiofauna.

Código escenario accidental	Tipo de accidente	Índice de Daño Medioambiental (IDM)
S.P.1-E.1	Vertido de purines por rotura catastrófica de la balsa con potencial afección al suelo, al agua superficial (río) y a ictiofauna	1 804 328,73
S.C.1o2-E.1.8	Vertido de gasóleo por rotura del depósito de almacenaje con potencial afección al suelo	161 287,90
S.C.3o4-E.2.3	Incendio por rotura del depósito de gasóleo, con generación de aguas de extinción contaminadas (gasóleo) y posible afección al suelo y a especies vegetales (matorral)	189 217,82
S.TR.3-E.2.3	Incendio por mal funcionamiento del transformador, con posible afección a especies vegetales (matorral)	28 240,15
S.GE.1-E.2.3	Incendio por mal funcionamiento del generador eléctrico, con generación de aguas de extinción contaminadas (gasóleo) y posible afección al suelo y a especies vegetales (matorral)	189 217,82
S.CD.1-E.1.8	Vertido de purines durante la operación de carga y descarga de los depósitos de almacenamiento de purines con potencial afección al suelo y las aguas subterráneas	166 609,72
S.CD.2-E.1.8	Vertido de gasóleo durante la operación de carga del depósito con potencial afección al suelo	161 003,52
S.CD.3-E.2.3	Incendio por vertido de gasóleo durante la operación de carga del depósito, con generación de aguas de extinción contaminadas (gasóleo) y posible afección al suelo y a especies vegetales (matorral)	189 217,82
S.TB.3o4-E.1.8	Vertido de gasóleo por rotura de las tuberías aéreas con potencial afección al suelo	161 223,27
S.TB.5o6-E.2.3	Incendio por rotura de las tuberías aéreas de gasóleo, con generación de aguas de extinción contaminadas (gasóleo) y posible afección al suelo y a especies vegetales (matorral)	189 217,82
S.TB.7-E.1.8	Vertido de purines por rotura de las tuberías subterráneas de purines con potencial afección a las aguas subterráneas	165 590,59

**Tabla 18.** Índice de Daño Ambiental (IDM) de cada escenario accidental relevante. Fuente: Elaboración propia

## V. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO

Dentro del procedimiento para el cálculo de la cuantía de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental, desarrollado en el artículo 33 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, es necesario estimar el riesgo asociado a cada escenario accidental relevante. Tal y como se indica en este mismo artículo 33 del Reglamento, el riesgo es el producto de la probabilidad de ocurrencia del escenario en cuestión por el Índice de Daño Medioambiental asociado al mismo.

La Tabla 19 muestra el procedimiento de cálculo del riesgo medioambiental de cada escenario accidental identificado como relevante en el presente análisis de riesgos medioambientales. Como puede apreciarse, un único escenario accidental concentra gran parte del riesgo medioambiental de la instalación: el incendio originado desde el generador eléctrico. Este escenario, a pesar de que tiene unas consecuencias medioambientales en términos de IDM similares a muchos de los escenarios identificados, presenta una probabilidad de ocurrencia bastante elevada.



Código escenario accidental	Índice de Daño Medioambiental (IDM)	Probabilidad de ocurrencia del escenario accidental (veces/año)	Riesgo
S.P.1-E.1	1 804 328,73	1,00E-08	0,0180433
S.C.1o2-E.1.8	161 287,90	4,91E-07	0,0791891
S.C.3o4-E.2.3	189 217,82	8,82E-08	0,0166845
S.TR.3-E.2.3	28 240,15	7,92E-04	22,3661988
S.GE.1-E.2.3	189 217,82	7,92E-04	149,8605134
S.CD.1-E.1.8	166 609,72	4,00E-04	66,6438880
S.CD.2-E.1.8	161 003,52	6,66E-08	0,0107293
S.CD.3-E.2.3	189 217,82	1,20E-08	0,0022646
S.TB.3o4-E.1.8	161 223,27	8,63E-06	1,3919695
S.TB.5o6-E.2.3	189 217,82	1,55E-07	0,0293394
S.TB.7-E.1.8	165 590,59	8,63E-06	1,4296760

**Tabla 19.** Valores del riesgo para cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia

## VI. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

El Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, estableció en su artículo 33 un procedimiento para seleccionar un escenario accidental de referencia a partir del cual se procedería a la cuantificación del daño y al establecimiento de la cuantía de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental.

Este procedimiento, una vez estimado el riesgo medioambiental de cada uno de los escenarios accidentales relevantes, termina con la selección del escenario con el Índice de Daño Medioambiental más alto de entre los que concentren el 95% del riesgo medioambiental total de la instalación. Para ello, se procede a ordenar los escenarios accidentales en sentido decreciente de IDM, se calcula el riesgo relativo de cada uno y el riesgo relativo acumulado hasta el mismo y se selecciona aquel a partir del cual el riesgo relativo acumulado resulta superior al 95%.

La Tabla 20 ilustra este procedimiento e identifica el escenario accidental de referencia para el presente caso práctico: el incendio originado por un mal funcionamiento del generador eléctrico, que ocasiona un vertido de 240 litros de gasóleo arrastrado por las aguas de extinción y la afección por el fuego de la zona de matorral que rodea a la explotación porcina.

El escenario accidental de referencia S.GE.1-E.2.3 será el escenario sobre el que se procederá a la cuantificación y monetización del daño medioambiental con el fin de obtener la cuantía de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental.

Código escenario accidental	Probabilidad de ocurrencia del escenario accidental (veces/año)	Índice de Daño Medioambiental (IDM)	Riesgo	Riesgo relativo (%)	Riesgo relativo acumulado (%)
S.P.1-E.1	1,00E-08	1 804 328,73	0,0180433	0,01%	100,00%
<b>S.GE.1-E.2.3</b>	<b>7,92E-04</b>	<b>189 217,82</b>	<b>149,8605134</b>	<b>61,96%</b>	<b>99,99%</b>
S.TB.5o6-E.2.3	1,55E-07	189 217,82	0,0293394	0,01%	38,03%
S.C.3o4-E.2.3	8,82E-08	189 217,82	0,0166845	0,01%	38,02%
S.CD.3-E.2.3	1,20E-08	189 217,82	0,0022646	0,00%	38,01%
S.CD.1-E.1.8	4,00E-04	166 609,72	66,6438880	27,56%	38,01%
S.TB.7-E.1.8	8,63E-06	165 590,59	1,4296760	0,59%	10,45%
S.C.1o2-E.1.8	4,91E-07	161 287,90	0,0791891	0,03%	9,86%
S.TB.3o4-E.1.8	8,63E-06	161 223,27	1,3919695	0,58%	9,83%
S.CD.2-E.1.8	6,66E-08	161 003,52	0,0107293	0,00%	9,25%
S.TR.3-E.2.3	7,92E-04	28 240,15	22,3661988	9,25%	9,25%

**Tabla 20.** Selección del escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia

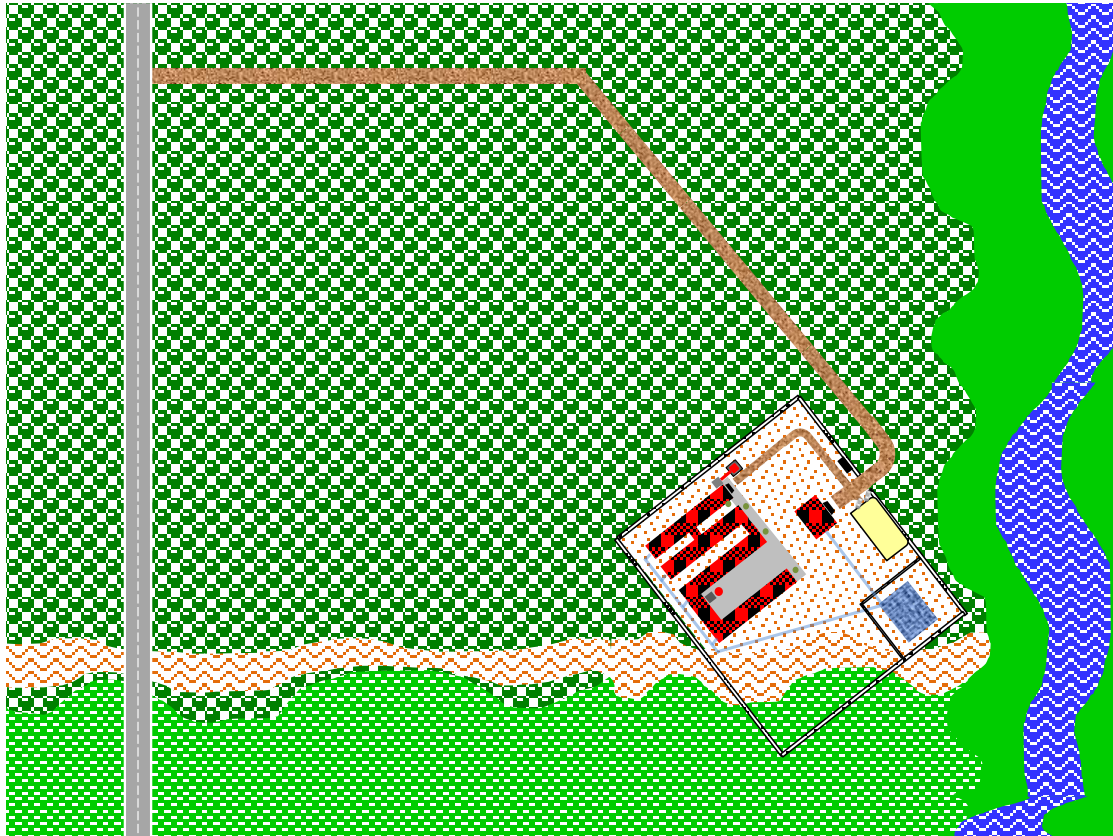
## VII. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

El escenario accidental de referencia S.GE.1-E.2.3 genera, *a priori*, varios tipos de daños: el incendio del matorral y la contaminación del suelo y del agua subterránea por el vertido de 240 litros de gasóleo. Tal y como establece el artículo 11 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, cada uno de ellos ha de describirse en términos de extensión, intensidad y escala temporal del daño. En el presente capítulo se procede, mediante la estimación de cada uno de estos parámetros, a la cuantificación del daño asociado al escenario accidental de referencia.

Con el fin de contextualizar en mayor medida la explotación porcina objeto de análisis en el entorno que la rodea, la Figura 2 muestra, empleando una escala más pequeña, la ubicación de la explotación respecto a los recursos naturales más cercanos: el matorral que rodea la instalación se extiende hacia el norte y el oeste, mientras que el barranco se alarga hacia el oeste. En esta misma dirección, hacia el oeste, discurre una carretera, principal vía de comunicación de la zona y de la cual parte el camino que sirve de acceso a la granja porcina.

El hábitat afectado por el incendio, el matorral que rodea a la instalación, se corresponde, atendiendo al Inventario Español de Hábitats Terrestres, a un matorral termomediterráneo y pre-estépico y, en concreto, a la alianza *Rhamnolycoïdis-Quercioncocciferae*: formación dominada por la coscoja (*Quercus coccifera*) con ejemplares de canadillo o efedra (*Ephedrane brodensis*), hiniestas (*Genista cinereasubsp. valentina* y *Telinepatens*) y espinos (*Rhamnus fontqueri*).

Atendiendo a Serrada (2000), para repoblaciones protectoras para avance de la sucesión y de mejora de la biodiversidad, se sugiere una densidad comprendida entre los 1 111 pies/ha y los 625 pies/ha: para el presente caso práctico se propone una densidad de 860 pies/ha y una fracción de cabida cubierta del 85%.



**Figura 2.** Esquema del entorno en el que se ubica la explotación porcina. Fuente: Elaboración propia

Por último, el suelo que se vería afectado por el vertido de aguas de extinción contaminadas por gasóleo es un suelo de permeabilidad media, como se corresponde con la edafología de la zona. De forma adicional, también podría verse afectada la masa de agua subterránea que se localiza en el subsuelo de la granja, a unos 40 metros de profundidad.

La Tabla 21 recopila todos los datos relevantes para la cuantificación del daño asociado al escenario accidental de referencia.

En los epígrafes siguientes se procede a la cuantificación propiamente dicha, evaluando los parámetros de extensión, intensidad y escala temporal del daño que exige el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre.

Parámetro	Valor	Unidad
<b>Incendio de matorral</b>		
Densidad [1]	860,00	pies/ha
Fracción de cabida cubierta (FCC) [2]	85	%
<b>Vertido de gasóleo al suelo</b>		
Permeabilidad (k) [3]	1,00E-12	m <sup>2</sup>
Capacidad de retención (R) [4]	0,015	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Densidad del suelo [5]	1,44	t/m <sup>3</sup>

[1] Serrada (2000)

[2] GeoPortal del Ministerio para la Transición Ecológica (<https://sig.mapama.gob.es/geoportall/>)

[3] Fuente: Establecido mediante criterio de experto a partir del rango de permeabilidad de la zona consultado en el visor de MORA (<https://servicio.mapama.gob.es/mora/login.action>).

[4] Fuente: Valor seleccionado en Grimazet *al.* (2007) y Grimazet *al.* (2008) a partir del valor de permeabilidad del suelo.

[5] Fuente: Estimado a partir de EPA (1996) y Yuet *al.*, (1993).

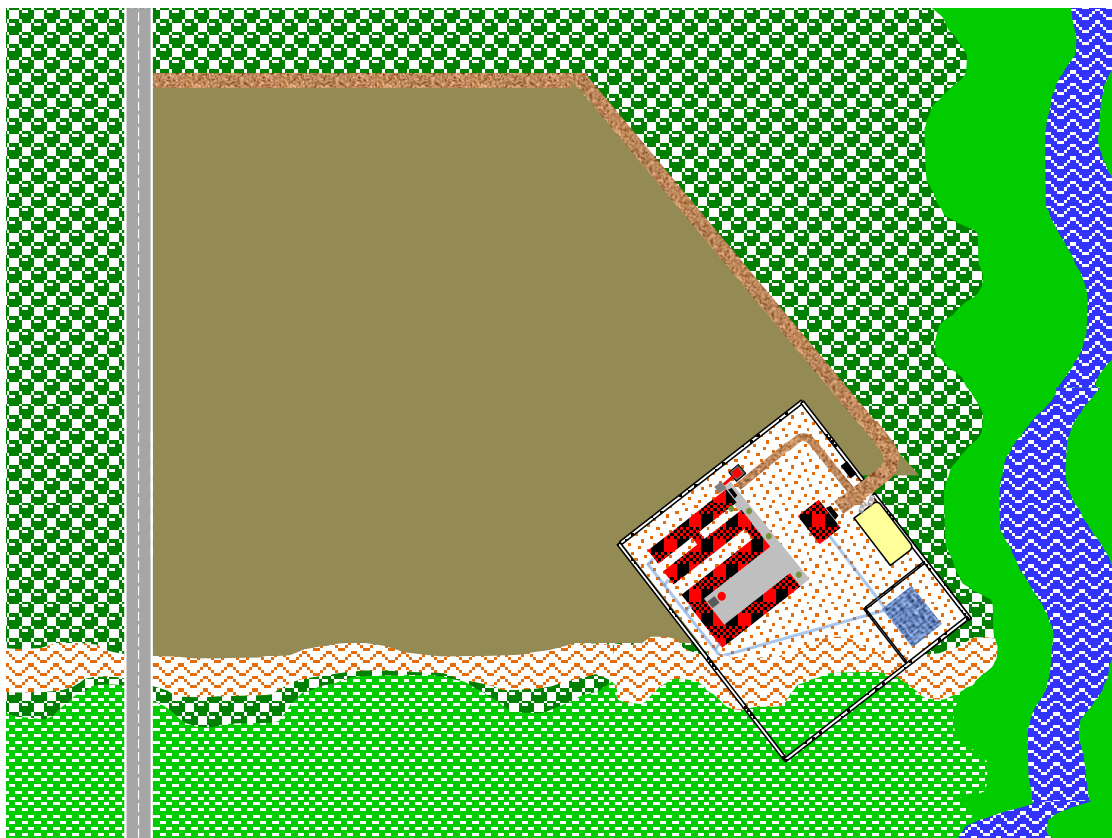
**Tabla 21.** Parámetros relevantes de los recursos naturales afectados (matorral y suelo) necesarios para la cuantificación del daño asociado al escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes arriba indicadas

## VII.1. EXTENSIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

El artículo 12 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, define extensión del daño como la cantidad de recurso o de servicio afectado. Ha de medirse en unidades biofísicas del recurso (superficie de bosque afectado, volumen de suelo contaminado, etc.) y para su obtención puede recurrirse a modelos de simulación o de difusión del agente causante del daño en el medio.

En el caso del incendio del matorral, y atendiendo a la naturaleza de la formación afectada (matorral de escasa altura) y a los elementos naturales y antrópicos presentes en la zona que pudieran dificultar el avance del fuego, se ha optado por identificar la superficie de matorral que se vería afectada por el incendio en el caso de que los servicios de extinción tuvieran dificultades en la misma. En definitiva, se han identificado elementos como caminos, carreteras o zonas de escasa vegetación que impedirían el avance del incendio y que, por lo tanto, permitirían contener el incendio.

En la Figura 3 se identifica en marrón la superficie que se ha estimado que podría verse afectada por el incendio. Esta superficie está contenida al este y al norte por el camino de acceso a la explotación, al oeste por la carretera y al sur por el barranco, que presenta una vegetación muy escasa. El limitado porte de la vegetación arbustiva afectada permite suponer que el incendio quedaría contenido por estos elementos, afectando a una extensión de unas 25 hectáreas de matorral.



**Figura 3.** Representación esquemática de la superficie potencialmente afectada por el incendio del matorral. Fuente: Elaboración propia

Además del incendio del matorral, el escenario accidental de referencia supone el vertido de 240 litros de gasóleo arrastrado por las aguas de extinción. Para cuantificar el daño del vertido de esta sustancia al suelo, el presente trabajo recurre al modelo propuesto por Grimazet *al.*(2007 y 2008) que, además de algunos datos recogidos en la Tabla 21, precisa de los siguientes datos adicionales:

- **Volumen de vertido.** Como se ha comentado anteriormente, el escenario accidental de referencia (S.GE.1-E.2.3) implica el vertido de 240 litros ( $0,24 \text{ m}^3$ ) de gasóleo. Esta sustancia resulta arrastrada por las aguas de extinción asociadas al incendio del generador eléctrico pero la insolubilidad del gasóleo no supone un aumento del volumen de vertido; por otra parte, y ante la dificultad de estimar el volumen de gasóleo que podría ser consumido en el incendio, se estima que toda la cantidad de gasóleo susceptible de verse involucrada en el incendio (un 20% de la cantidad de gasóleo presente normalmente en el depósito) es susceptible de contaminar el suelo.
- **Tiempo de vertido.** El modelo de Grimaz exige al analista un caudal de vertido expresado en metros cúbicos por segundo ( $\text{m}^3/\text{s}$ ). Conocido el volumen vertido, el caudal puede obtenerse estimando un tiempo a lo largo del cual se produce el derrame. En coherencia con el tiempo estimado de incendio empleado en el análisis de riesgos medioambientales, en el presente trabajo se ha estimado un tiempo de vertido de 1 hora.

- **Viscosidad cinemática.** De nuevo empleando un criterio conservador, se ha empleado una viscosidad cinemática de  $1,00E-06 \text{ m}^2/\text{s}$ , correspondiente a una sustancia poco viscosa.
- **Parámetro del modelo de Grimazξ'.** Este parámetro, que resulta función de la viscosidad de la sustancia, se ha establecido en 0,5, como corresponde con una sustancia poco viscosa.

La aplicación del modelo de Grimaz a los datos arriba indicados arroja un resultado de  $6,8 \text{ m}^2$  de superficie de suelo contaminada y una profundidad de infiltración de 4,70 m. De esta forma, el escenario accidental de referencia supone la contaminación de  $32 \text{ m}^3$  de suelo que, aplicando una densidad de  $1,44 \text{ t/m}^3$  como la que se recoge en la Tabla 21, se traduce en 46,08 toneladas de suelo contaminado.

Por otra parte, debido a que la masa de agua subterránea subyacente se encuentra a unos 40 metros, el escenario de referencia no supone la afectación al agua subterránea, pues la infiltración del vertido no llega siquiera a los 5 metros.

## VII.2. INTENSIDAD DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

El artículo 13 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, define intensidad del daño como grado de severidad de los efectos ocasionados por el agente causante del daño a los recursos naturales o servicios afectados.

En el caso del incendio (agente de tipo físico), el Anexo I del citado Reglamento establece que se utilizarán índices o indicadores de calidad ambiental para establecer la intensidad del daño. El carácter apriorístico de cualquier análisis de riesgos medioambientales induce a situar dicho análisis del lado de la prudencia y, a falta de información más precisa, asumir la completa destrucción de la vegetación afectada (muerte del 100% de la vegetación presente en las 25 ha afectadas).

En el caso del vertido de aguas de extinción contaminadas por gasóleo, el modelo de dispersión aplicado no arroja resultados en términos de concentración del contaminante en el suelo. En cualquier caso, y atendiendo a la naturaleza apriorística de los análisis de riesgos medioambientales y a la vocación conservadora del presente estudio (principio de precaución), se ha determinado un nivel de intensidad letal, lo que supone que se producen efectos adversos claros y a corto plazo en el 100% de los individuos situados en los  $32 \text{ m}^3$  de suelo contaminado.

### VII.3. ESCALA TEMPORAL DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

Por su parte, el artículo 14 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, establece que la escala temporal del daño se definiría atendiendo a los parámetros de duración, frecuencia y reversibilidad de los efectos del agente causante del daño sobre los recursos naturales afectados.

Para estimar la duración del daño, se ha recurrido al Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (MORA), puesto a disposición en la web del Ministerio para la Transición Ecológica<sup>2</sup>; en concreto, la duración del daño resulta de la suma del tiempo de espera (entre que se produce el daño y se inicia la reparación) y del tiempo de recuperación (entre que se inicia la reparación y el recurso natural recupera el estado básico).

Por su parte, la frecuencia del daño es igual a la probabilidad de ocurrencia del escenario accidental que ocasiona el daño.

Finalmente, se ha considerado que los daños ocasionados por el escenario accidental de referencia son reversibles, atendiendo a la existencia de técnicas de reparación para los mismos que permiten la recuperación de los recursos naturales afectados en un tiempo y coste razonables.

La Tabla 22 recopila el valor de cada uno de los parámetros relativos a la escala temporal del daño asociado al escenario accidental de referencia.

Agente causante del daño	Recurso natural afectado	Escala temporal del daño		
		Duración	Frecuencia (veces/año)	Reversibilidad
Incendio	Matorral	6 años	7,92E-04	Reversible
Aguas de extinción (gasóleo)	Suelo	15 meses	7,92E-04	Reversible

**Tabla 22.** Parámetros relativos a la escala temporal del daño asociado al escenario accidental de referencia. Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de Oferta de Responsabilidad Medioambiental (MORA)

### VII.4. SIGNIFICATIVIDAD DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

Al igual que en el caso de la intensidad del daño, en el que siguiendo un criterio conservador se estableció un nivel de intensidad letal debido al carácter apriorístico de los análisis de riesgos medioambientales, en el presente estudio se ha optado por determinar que los daños asociados al escenario accidental de referencia (incendio y vertido al suelo de aguas de

<sup>2</sup><https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/modelo-de-oferta-de-responsabilidad-ambiental/>

extinción contaminadas con gasóleo) tienen carácter significativo y, por ello, entran dentro del ámbito de actuación de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

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

El procedimiento para el cálculo de la cuantía de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental, tal y como se establece en el artículo 33 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, exige la monetización del daño, que será igual al coste del proyecto de reparación primaria.

De esta forma, a continuación se procede a estimar el valor del daño asociado al escenario accidental de referencia S.GE.1-E.2.3, que supone el incendio de 25 hectáreas de matorral y 32 m<sup>3</sup> (o 46,08 toneladas) de suelo contaminado por gasóleo.

Para ello, se ha recurrido al Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (MORA) disponible en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica. Los parámetros introducidos y los resultados obtenidos por esta herramienta se detallan en el Anexo A.V, mientras que en la Tabla 23 se recopilan los principales resultados.

Medida reparadora	Tipo de daño	Valor (€)
Reparación primaria	Incendio en matorral	92 512,16
	Fueles y CONV biodegradables en suelo	15 568,42
<b>Total Primaria</b>		<b>108 080,58</b>
Reparación compensatoria	Incendio en matorral	31 577,65
	Fueles y CONV biodegradables en suelo	12 173,38
<b>Total Compensatoria</b>		<b>43 751,03</b>
<b>Total medidas reparadoras</b>		<b>151 831,61</b>

**Tabla 23.** Resultado de la aplicación MORA para el escenario accidental de referencia. Fuente:  
Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA

De esta forma, la reparación primaria asociada al escenario accidental de referencia ascendería a 108 080,58 €, mientras que la reparación compensatoria (destinada a compensar las pérdidas provisionales de recursos naturales durante la recuperación) supondría 43 751,03 euros; en total, la reparación superaría los 150 000 € (151 831,61 €).



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

De acuerdo al artículo 37 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, únicamente los operadores de las siguientes actividades del anexo III de la ley tienen la obligación de constituir una garantía financiera por responsabilidad medioambiental:

- 1) Actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación del 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 (SEVESO).
- 2) Actividades e instalaciones sujetas al ámbito de aplicación del Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley 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 instalación objeto de análisis en el presente estudio se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación: la explotación dispone de 2 000 plazas de cerdas reproductoras y el Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, establece un umbral de 750 de estos animales.

De forma adicional, y atendiendo a la Orden APM/1040/2017, de 23 de octubre, por la que se establece la fecha a partir de la cual será exigible la constitución de la garantía financiera obligatoria para las actividades del anexo III de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, clasificadas como nivel de prioridad 1 y 2, mediante Orden ARM/1783/2011, de 22 de junio, y por la que se modifica su anexo, estas instalaciones se encuentran catalogadas como de prioridad 3; en la actualidad, y atendiendo de nuevo a la Orden APM/1040/2017, de 23 de octubre, no existe fecha a partir de la cual estas instalaciones deberán contar con una garantía financiera por responsabilidad medioambiental.

En resumen, la explotación porcina objeto de estudio en el presente análisis de riesgos medioambientales se encuentra entre las instalaciones que se verían obligadas a constituir una garantía financiera obligatoria, aunque en la actualidad no se haya establecido normativamente la fecha en la que se hará efectiva dicha obligación.

No obstante, el artículo 28 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental establece una serie de exenciones para aquellas actividades que, aunque incluidas dentro de las actividades sujetas a garantía financiera obligatoria, pudieran ocasionar

daños cuya reparación se evalúe (atendiendo a lo establecido en el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre) por una cantidad inferior a 300 000 euros.

Por otra parte, el artículo 33 del citado Reglamento indica que al valor del coste de la reparación primaria se añadirán los costes de prevención y evitación del daño para establecer la cuantía de la garantía financiera obligatoria; estos costes de prevención y evitación del daño no deberán ser nunca inferiores al 10% del coste de la reparación primaria.

De esta forma, la cuantía de la garantía financiera obligatoria de la explotación porcina objeto de estudio en el presente informe debería ascender a 118 888,64 euros; la Tabla 24 recopila y desgrega los costes asociados a la reparación primaria y a la prevención y evitación del daño. En definitiva, y atendiendo a la exención establecida en el apartado a) del artículo 28 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, el operador de la explotación porcina del presente caso práctico no se encontraría ante la obligación de constituir una garantía financiera por responsabilidad medioambiental.

<b>Concepto</b>	<b>Valor (€)</b>
Prevención y evitación	10 808,06
Reparación primaria	108 080,58
<b>Garantía financiera</b>	<b>118 888,64</b>
Reparación compensatoria	43 751,03
<b>Valor total del daño</b>	<b>162 639,67</b>

**Tabla 24.** Importe de la garantía financiera y del valor total del daño. Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA

En cualquier caso, y aunque la explotación porcina planteada en el presente caso práctico resulte exenta de constituir una garantía financiera obligatoria, su inclusión dentro de las actividades del Anexo III de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (al estar considerada entre las instalaciones sujetas al Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre) supone la responsabilidad objetiva del operador de la misma ante la concurrencia de un daño medioambiental; es decir, independientemente de que exista o no dolo, culpa o negligencia, el operador ha de poner en conocimiento ante la autoridad competente los daños medioambientales ocurridos y adoptar las medidas de reparación que procedan. Es decir, independientemente de que el operador disponga o no de una garantía financiera por responsabilidad medioambiental, en caso de daño medioambiental el operador deberá proceder a realizar las actuaciones necesarias para la reparación, incluyendo tanto la reparación primaria como la reparación compensatoria.

Ante estas obligaciones de reparación de los daños medioambientales, independientes de la exención de constitución de la garantía financiera, el operador de la explotación porcina puede

constituir una garantía financiera por valor de 162 639,67 euros, que permitiría responder a los daños medioambientales asociados al escenario accidental de referencia; esta garantía financiera voluntaria incluiría tanto los costes de reparación primaria (118 888,64 €) como los de reparación compensatoria (43 751,03 €).

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTEZANA, W., DE BLAS, C., GARCÍA-REBOLLAR, P., RODRÍGUEZ, C., BECCACCIA, A., FERRER, P., CERISUELO, A., MOSET, V., ESTELLÉS, F., CAMBRA-LÓPEZ, M. y CALVET, S. (2016) Composition, potential emissions and agricultural value of pig slurry from Spanish commercial farms. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 104(2), 159-173.

EPA (1996). *Office of Emergency and Remedial Response*. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC 20460. Soil Screening Guidance: User's Guide. Second edition.

FLEMISH GOVERNMENT (2009) *Handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report*. Flemish Government. LNE Department. Environment, Nature and Energy Policy Unit. Safety Reporting Division.

GRIMAZ S., ALLEN S., STEWART J. y DOLCETTI G. (2007) *Predictive Evaluation of the extent of the surface spreading for the case of accidental spillage of oil on ground*. Selected paper IcheaP8, AIDIC Conference Series, Vol. 8, 2007, pp. 151 – 160.

GRIMAZ S., ALLEN S., STEWART J., DOLCETTI G. (2008) *Fast prediction of the evolution of oil penetration into the soil immediately after an accidental spillage for rapid-response purposes*, Proceeding of 3rd International Conference on Safety & Environment in Process Industry, CISAP – 3, Rome (I) 11 – 14 May 2008, Chemical Engineering Transactions, Vol. 13, 2008. Ed. AIDIC Servizi.r.l.

MERINO, D. y BERANO, N. (2006) *Cuantificación y caracterización de los residuos ganaderos de Gipuzkoa*. Departamento para el Desarrollo del Medio Rural. Diputación Foral de Gipuzkoa.

SERRADA, R. (2000) *Apuntes de repoblaciones forestales*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal.

SOSTOA, A., MACEDA, A., FIGUEROLA, B., CANYELLES, A., CARDOSO, C., MONROY, M. y CAIOLA, N. (2011) *Desarrollo y aplicación de un índice de integridad biótica para la cuenca del Ebro basado en el uso de peces como indicadores biológicos*. Universitat de Barcelona. Confederación Hidrográfica del Ebro.

YU, C., LOUREIRO, C., CHENG, J.-J., JONES, L.G., WANG, Y.Y., CHIA, Y.P. y FAILLACE, E. (1993) *Data Collection handbook to support modelling impacts of radioactive material in soil*. Environmental Assessment and Information Sciences Division Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois. Office of Environmental Restoration. U.S. Department of Energy.

## Páginas web

Metodología y coberturas del modelo SIMPA

- [https://servicio.mapama.gob.es/sia/visualizacion/lda/pdfs/SIMPA\\_resumen.pdf](https://servicio.mapama.gob.es/sia/visualizacion/lda/pdfs/SIMPA_resumen.pdf)
- <http://sig.mapama.es/geoportal/>

Módulo de cálculo del IDM y Guía de usuario

- <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/modelo-de-oferta-de-responsabilidad-ambiental/>

Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (MORA):

- <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/responsabilidad-mediambiental/modelo-de-oferta-de-responsabilidad-ambiental/>

# **ANEXO A.I: ESQUEMAS DE LA INSTALACIÓN**



**Índice**

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ESQUEMAS DE LA INSTALACIÓN.....	2





## I. INTRODUCCIÓN

En este Anexo A.I. del caso práctico del MIRAT para el sector porcino se recogen distintas figuras en las que se representan de forma esquemática distintos aspectos de la explotación porcina ficticia sobre la que se realiza el análisis de riesgos medioambientales. Siguiendo la arquitectura de análisis propuesta en el MIRAT para el sector porcino, estos esquemas pretenden ilustrar distintos elementos de la explotación con relevancia en términos de riesgos medioambientales y su relación con los recursos naturales del entorno.

En concreto, se han elaborado cuatro esquemas:

- Uno general de la instalación, en el que se recogen los distintos elementos de la explotación con potenciales repercusiones en términos de riesgo medioambiental.
- En el segundo esquema se recogen los volúmenes de depósitos y recipientes existentes en la instalación con relevancia en términos de riesgos medioambientales y sus volúmenes medios de llenado.
- El tercer esquema muestra las distintas fuentes de peligro identificadas como relevantes en términos de riesgo medioambiental. Además, se identifican en gris las fuentes de peligro que, aun existiendo en la explotación objeto de análisis, su evaluación detallada permite concluir su no relevancia en términos de riesgos medioambientales.
- Finalmente, el cuarto esquema localiza los distintos sucesos iniciadores que, derivados de las fuentes de peligro presentes en la granja e identificadas en la fase anterior, podrían llegar a producirse. Igualmente, se identifican en gris aquellos sucesos iniciadores que, aunque asociados a fuentes de peligro existentes en la instalación, pueden considerarse como no relevantes desde el punto de vista del riesgo medioambiental en el contexto de la instalación objeto de estudio.

## II. ESQUEMAS DE LA INSTALACIÓN

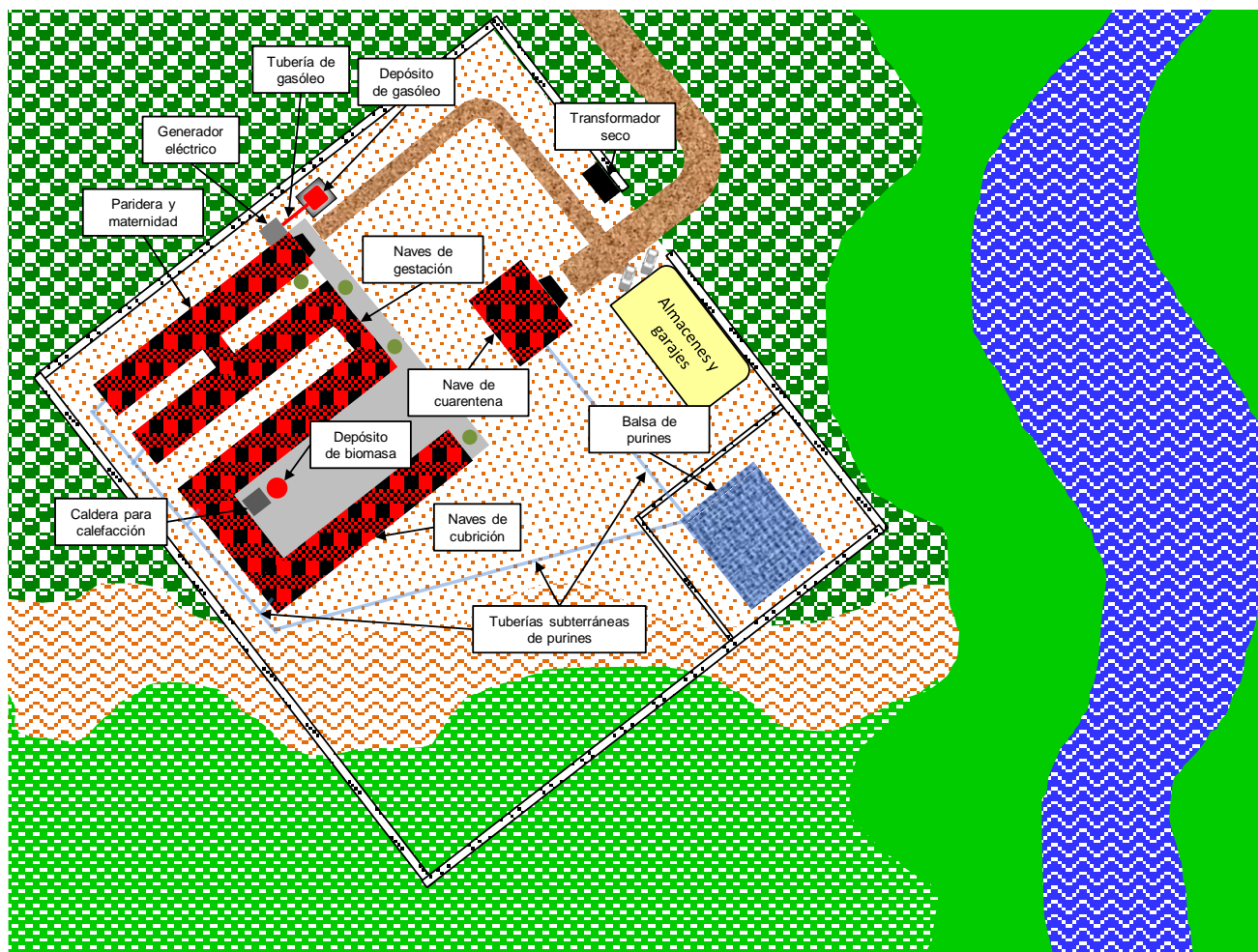
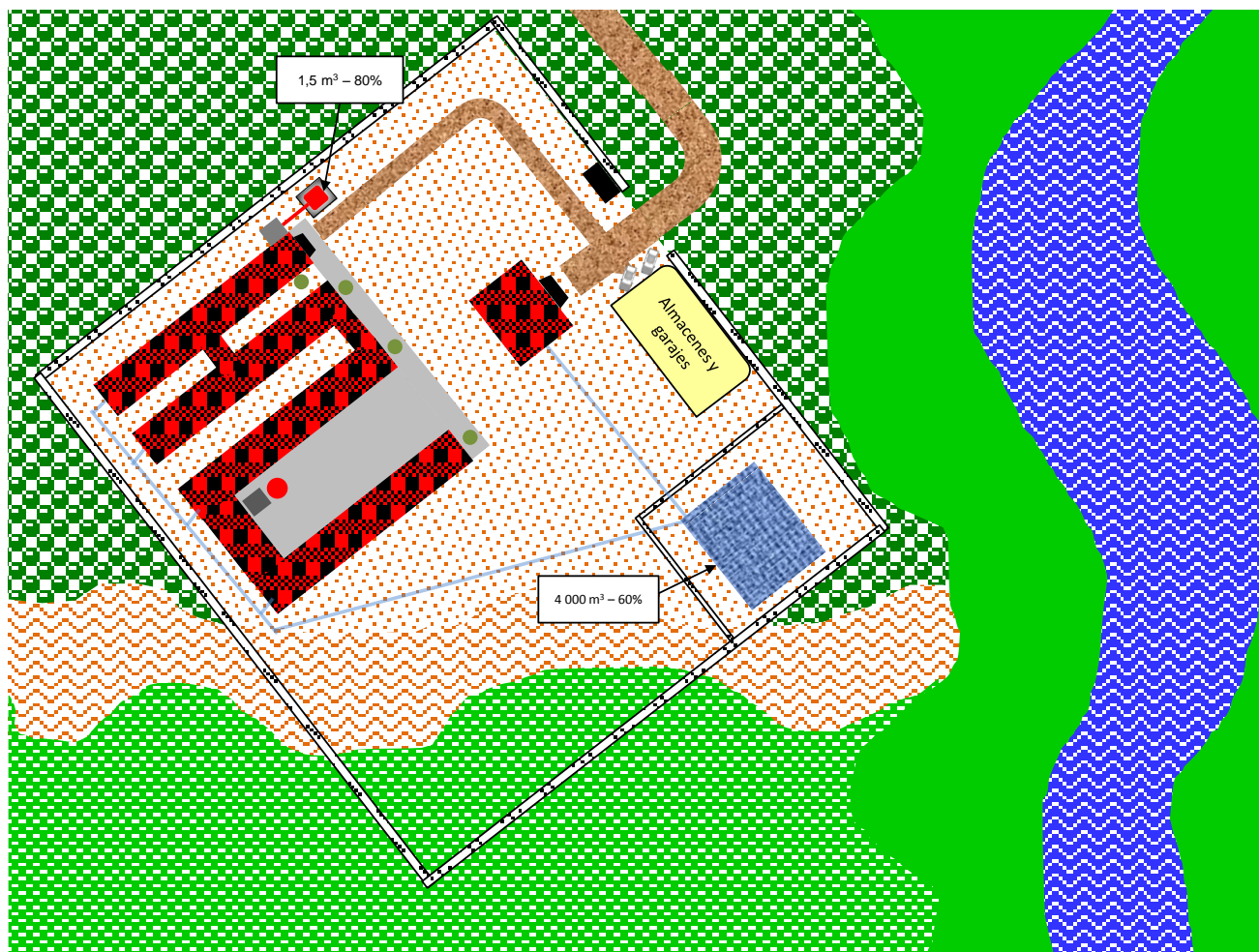
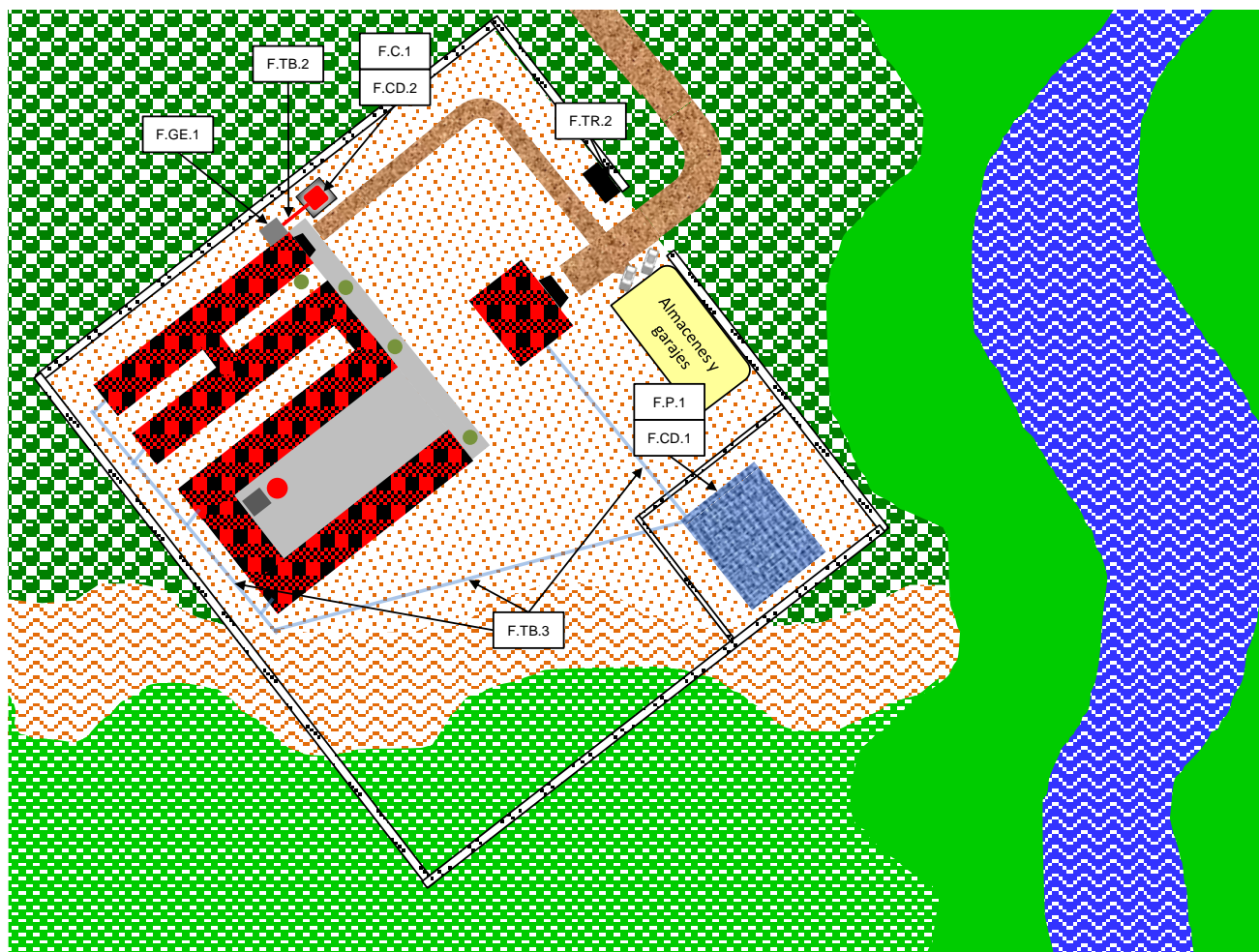


Figura 1. Representación esquemática de la explotación porcina diseñada para el presente caso práctico. Fuente: Elaboración propia

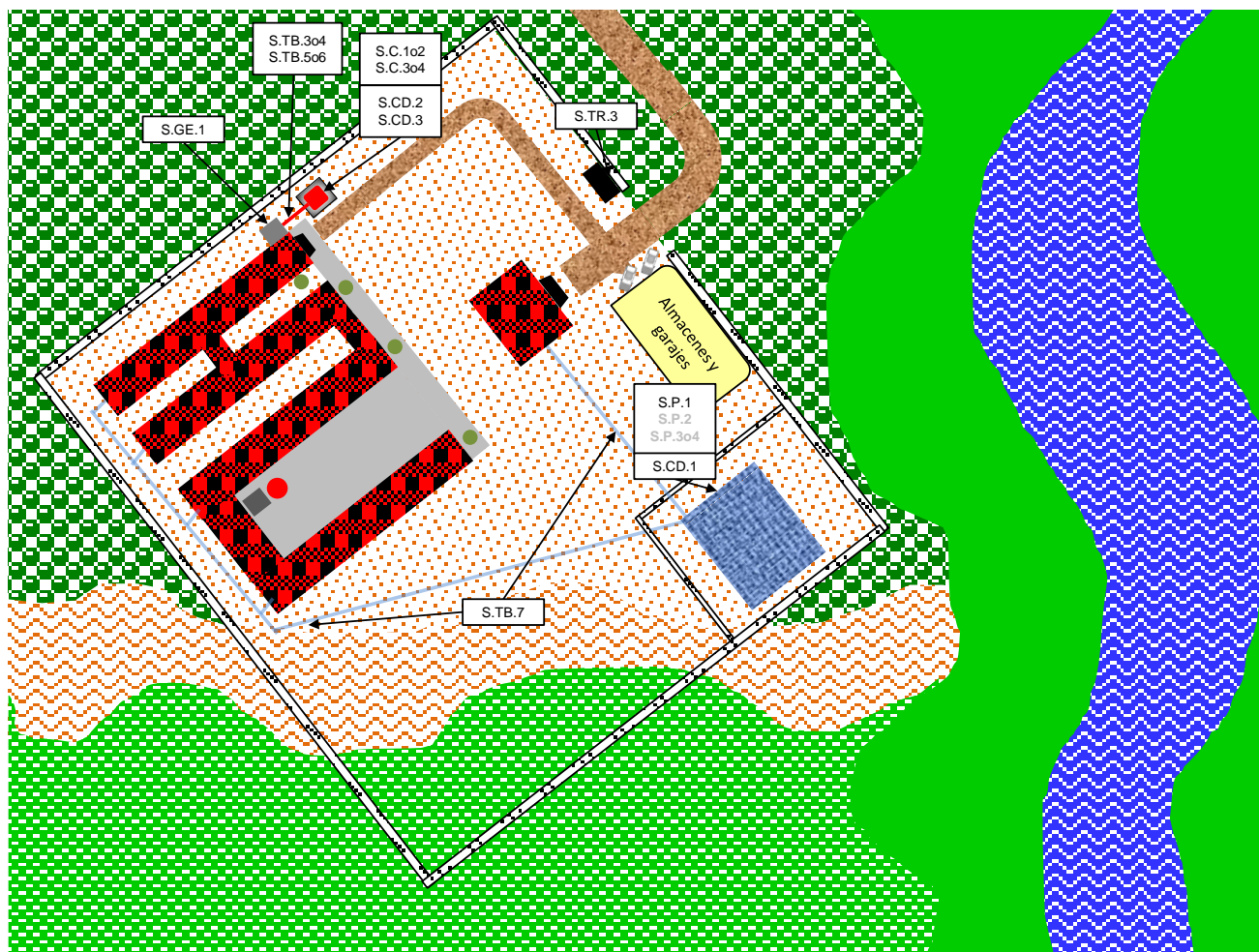


**Figura2.** Representación esquemática de la ubicación de los distintos depósitos y recipientes (y de sus capacidades y porcentajes medios de llenado) presentes en explotación porcina diseñada para el presente caso práctico. Fuente: Elaboración propia



**Figura3.** Representación esquemática de la ubicación de las distintas fuentes de peligro identificadas en la explotación porcina diseñada para el presente caso práctico.

Fuente: Elaboración propia



**Figura4.** Representación esquemática de la ubicación de los distintos sucesos iniciadores identificados en la explotación porcina diseñada para el presente caso práctico.

Fuente: Elaboración propia



**ANEXO A.II: POSIBLES CAUSAS ASOCIADAS A CADA  
SUCESO INICIADOR**





## **Índice**

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. ELEMENTOS DEL MODELO RELEVANTES EN LA INSTALACIÓN OBJETO DE ESTUDIO.....</b>	<b>2</b>



## I. INTRODUCCIÓN

En la Tabla 1 del presente Anexo A.II del caso práctico del MIRAT para el sector porcino se han seleccionado los elementos del modelo del MIRAT relevantes para la instalación ficticia objeto de análisis.

La estructura de la Tabla 1 del presente Anexo A.II es la misma que la de la Tabla 6 del Anexo I del MIRAT para el sector porcino: se han seleccionado aquellos elementos que resultan relevantes a tenor de los equipos y distribución de la granja objeto de estudio.

## II. ELEMENTOS DEL MODELO RELEVANTES EN LA INSTALACIÓN OBJETO DE ESTUDIO

Zona	Código	Fuente de peligro	Causas	Suceso básico	Código suceso básico	Código suceso iniciador	Agente causante del daño	Árbol de sucesos tipo
Almacenamiento de purines	F.P.1	Depósitos de almacenamiento de purines	Ver Tabla 1 del Anexo I del MIRAT	Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica	S.P.1	S.P.1	Purines	—
			Diseño inadecuado					
Almacenamiento de combustibles	F.C.1	Depósitos/recipientes fijos aéreos de sustancias líquidas MIC	Ver Tabla 1 del Anexo I del MIRA	Fuga/derrame de sustancias líquidas MIC por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	S.C.1	S.C.1o2	Sustancias MIC	Tipo 1
			Ausencia de revisiones y controles	Fuga/derrame de sustancias líquidas MIC por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje por colisión de vehículo	S.C.2			
			Error humano					
			Señalización y/o visibilidad defectuosa					
			Foco de ignición			Incendio/explosión por fuga/derrame depósito fijo aéreo con líquidos MIC + Derrame aguas de extinción	S.C.3	S.C.3o4
			Derrame por rotura (S.C.1)					
Foco de ignición	Incendio/explosión por colisión de vehículo en un depósito fijo aéreo con líquidos MIC + Derrame aguas de extinción	S.C.4						
Derrame por rotura (S.C.2)								
Transformadores eléctricos	F.TR.2	Transformadores secos	Ausencia de revisiones y controles	Incendio/explosión de transformador + Derrame aguas de extinción	S.TR.3	S.TR.3	Incendio + aguas de extinción	Tipo 2
			Desgaste/corrosión					
			Error humano					
			Fallo del equipo					
Generadores eléctricos	F.GE.1	Generadores eléctricos	Ausencia de revisiones y controles	Incendio/explosión de generador + Derrame aguas de extinción	S.GE.1	S.GE.1	Incendio + aguas de extinción	Tipo 2
			Desgaste/corrosión					
			Error humano					
			Fallo del equipo					

Tabla 1. Elementos relevantes del MIRAT para la instalación objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia

Zona	Código	Fuente de peligro	Causas	Suceso básico	Código suceso básico	Código suceso iniciador	Agente causante del daño	Árbol de sucesos tipo
Carga y descarga	F.CD.1	Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines	Ausencia de revisiones y controles	Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga	S.CD.1	S.CD.1	Purines	Tipo 1
			Desgaste/corrosión					
			Error humano					
	F.CD.2	Carga y descarga de depósitos con sustancias líquidas MIC	Ausencia de revisiones y controles	Fuga/derrame de sustancias líquidas MIC en operación de carga y descarga	S.CD.2	S.CD.2	Sustancias MIC	Tipo 1
			Desgaste/corrosión					
			Error humano					
Foco de ignición			Incendio/explosión por fuga/derrame de líquidos MIC en operación de carga y descarga + Derrame aguas de extinción	S.CD.3	S.CD.3	Incendio + aguas de extinción	Tipo 2	
Derrame de sustancia (S.CD.2)								
Sistemas de tuberías	F.TB.2	Tuberías aéreas de sustancias líquidas MIC	Ver Tabla 4 del Anexo I del MIRAT	Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con sustancias líquidas MIC	S.TB.3	S.TB.3o4	Sustancias líquidas MIC	Tipo 1
			Ausencia de revisiones y controles	Fuga/derrame de sustancias líquidas MIC por rotura de tuberías aéreas por colisión de vehículo	S.TB.4			
			Error humano					
			Señalización y/o visibilidad defectuosa					
			Foco de ignición			Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con líquidos MIC + Derrame aguas de extinción	S.TB.5	S.TB.5o6
			Derrame de líquidos MIC (S.TB.3)					
	Foco de ignición	Incendio/explosión por colisión de un vehículo en el sistema de tuberías de líquido MIC + Derrame aguas de extinción	S.TB.6					
Derrame de líquidos MIC (S.TB.4)								
F.TB.3	Tuberías subterráneas de purines	Ver Tabla 5 del Anexo I del MIRAT	Fuga/derrame por rotura de tuberías subterráneas de purines	S.TB.7	S.TB.7	Purines	Tipo 1	

Tabla 1 (continuación). Elementos relevantes del MIRAT para la instalación objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia



## **ANEXO A.III: ÁRBOLES DE SUCESOS**





## **Índice**

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ÁRBOLES DE SUCESOS DE LA INSTALACIÓN ANALIZADA .....	2



## I. INTRODUCCIÓN

En este Anexo A.III del caso práctico del MIRAT para el sector porcino se recogen los árboles de sucesos cumplimentados atendiendo a los datos de la instalación ficticia sobre la que se realiza el análisis de riesgos.

Estos árboles de sucesos se han basado en el esquema propuesto en el Anexo II del MIRAT para el sector porcino.

Debido a sus características, y tal y como se contempla en el MIRAT para el sector porcino, el suceso iniciador S.P.1 – Fuga/derrame del depósito o balsa de purines por rotura catastrófica no se asigna a ningún tipo de árbol de sucesos debido a que en su desarrollo no intervienen factores condicionantes.

## II. ÁRBOLES DE SUCESOS DE LA INSTALACIÓN ANALIZADA

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret. (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
																A	S	H	E
Fuga/derrame de gasóleo por rotura de depósito fijo aéreo de almacenaje	4,91E-06	1,20	Sí	9,00E-01	1,50	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	0,00	No				
																No	1,00E+00	0,00	Sí
						No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.4	4,42E-06	0,00	No				
																No	1,00E-01	0,02	Sí
			No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	1,19	No							
													No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7
			No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.8	4,91E-07	1,19	Sí							

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

Figura 1. Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.C.1o2 – Fuga/derrame de gasóleo por rotura del depósito fijo aéreo de almacenaje. Fuente: Elaboración propia.

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret. (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
Incendio/explosión por fuga/derrame de depósito fijo aéreo con gasóleo + Derrame de aguas de extinción	1,00E-07	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,20E-08	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	8,82E-08	0,24	Sí	Q	Q	Q/I	Q/I

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

I: posible afección por incendio

**Figura2.** Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.C.3o4 – Incendio/explosión por fuga/derrame de depósito fijo aéreo con gasóleo + Derrame de aguas de extinción.

Fuente: Elaboración propia.

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret. (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
Incendio/explosión de transformador eléctrico	9,00E-04	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,08E-04	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,00	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	7,92E-04	0,00	Sí			I	I

Q: posible afección por vertido de agentes químicos  
I: posible afección por incendio

**Figura3.** Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.TR.3 – Incendio/explosión de transformador eléctrico. Fuente: Elaboración propia.

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret. (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
Incendio/explosión de generador + Derrame de aguas de extinción	9,00E-04	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,08E-04	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	7,92E-04	0,24	Sí	Q	Q	Q/I	Q/I

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

I: posible afección por incendio

**Figura4.** Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.GE.1 – Incendio/explosión de generador + Derrame de aguas de extinción. Fuente: Elaboración propia.

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m³)	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m³)	Relevante	Recursos afectados							
																A	S	H	E				
Fuga/derrame de sustancias químicas líquidas	4,00E-04	1,60	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E. 1.1	0,00E+00	1,60	No								
										No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E. 1.3	0,00E+00	1,60	No				
										No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E. 1.5	0,00E+00	1,60	No				
										No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E. 1.7	0,00E+00	1,60	No				

Figura5. Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.CD.1 – Fuga/derrame de purines en operación de carga y descarga. Fuente: Elaboración propia.



Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados						
																A	S	H	E			
Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga	6,66E-07	0,33	Sí	9,00E-01	1,50	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	0,00	No							
						No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.2	0,00E+00	0,00	No							
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.3	0,00E+00	0,00	No							
						No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.4	6,00E-07	0,00	No							
			No	1,00E-01	0,02	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.5	0,00E+00	0,32	No				
						No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	0,32	No							
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7	0,00E+00	0,32	No							
						No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.8	6,66E-08	0,32	Sí	Q	Q	Q	Q			

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

**Figura6.** Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.CD.2 – Fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga. Fuente: Elaboración propia.

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret. (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame de aguas de extinción	1,36E-08	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,63E-09	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No			1,00E+00	0,00	E.2.3	1,20E-08	0,24	Sí	Q	Q

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

I: posible afección por incendio

**Figura7.** Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.CD.3 – Incendio/explosión por fuga/derrame de gasóleo en operación de carga y descarga + Derrame de aguas de extinción. Fuente: Elaboración propia.

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados						
																A	S	H	E			
Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo	8,63E-06	1,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	1,00	No							
									No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.2	0,00E+00	1,00	No				
			No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.3	0,00E+00	1,00	No							
									No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.4	0,00E+00	1,00	No				
			No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.5	0,00E+00	1,00	No							
									No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	1,00	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7	0,00E+00	1,00	No				
												No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.8	8,63E-06	1,00	Sí	Q

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

**Figura8.** Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.TB.3o4 – Fuga/derrame por rotura de tuberías aéreas con gasóleo. Fuente: Elaboración propia.

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame de aguas de extinción	1,76E-07	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	2,11E-08	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No			1,00E+00	0,00	E.2.3	1,55E-07	0,24	Sí	Q	Q

Q: posible afección por vertido de agentes químicos  
I: posible afección por incendio

**Figura9.** Árbol de sucesos para el suceso iniciador S.TB.5o6 – Incendio/explosión por rotura de tuberías aéreas con gasóleo + Derrame de aguas de extinción. Fuente: Elaboración propia.





**ANEXO A.IV: PARÁMETROS INTRODUCIDOS EN LA  
ECUACIÓN DEL IDM PARA CADA ESCENARIO**





## ***Índice***

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. PARÁMETROS NECESARIOS Y CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO RELEVANTE.....</b>	<b>2</b>



## I. INTRODUCCIÓN

En este Anexo A.IV del caso práctico del MIRAT para el sector porcino se recogen los valores asignados a cada uno de los parámetros necesarios para el cálculo del IDM correspondiente a cada uno de los escenarios accidentales relevantes. Merece la pena recordar que se considera escenario relevante aquél cuya probabilidad de ocurrencia y cuya cantidad de agente causante de daño liberada al medio sea superior a cero.

El Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental considerando las modificaciones introducidas por 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 muestra La metodología de cálculo del IDM. Dicha metodología puede consultarse además en la Memoria del presente MIRAT.

II. PARÁMETROS NECESARIOS Y CÁLCULO DEL IDM DE CADA ESCENARIO RELEVANTE

Escenario	Agente causante del daño	Agente IDM	Recurso IDM	Grupo IDM	Parámetros IDM					Modificadores M <sub>A</sub>				Modificadores M <sub>B</sub>										Modificadores M <sub>C</sub>					IDM Combinación	IDM Escenario							
					Ecf	Ecu	α	Ec	Ecr	Ecc	M <sub>A1</sub>	M <sub>A2</sub>	M <sub>A3</sub>	M <sub>A4</sub>	M <sub>B1</sub>	M <sub>B2</sub>	M <sub>B3</sub>	M <sub>B5</sub>	M <sub>B7</sub>	M <sub>B8</sub>	M <sub>B9</sub>	M <sub>B10</sub>	M <sub>B11</sub>	M <sub>B12</sub>	M <sub>B13</sub>	M <sub>B14</sub>	M <sub>B15</sub>	M <sub>B16</sub>			M <sub>B17</sub>	M <sub>B18</sub>	M <sub>C1</sub>	M <sub>C2</sub>	M <sub>C3</sub>	M <sub>C4</sub>	M <sub>C5</sub>
S.P.1-E.1	Purines	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	55,30	1	887	0,03	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,00	—	—	22 380,03	1 804 328,73
		Fueles y CONV	Agua superficial	2	100 000	8	344,37	2	1.934	0,03	—	—	—	—	0,80	—	—	1,00	—	—	—	—	—	1,50	0,80	—	—	—	—	—	1,00	1,00	—	—	—	110 440,23	
		Sustancias inorgánicas	Agua subterránea	5	100 000	15	0,22	1,5	55 238	0,03	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,10	—	—	—	165 592,85	
		Fueles y CONV	Peces continentales no amenazados	16	0	5	250,00	100	6 027	0,03	—	1,25	—	—	—	0,80	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	521 207,81	
		Fueles y CONV	Peces continentales amenazados	16	0	190	250,00	5	6 027	0,03	—	1,25	—	—	—	0,80	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	984 707,81	
S.C.1o2-E.1.8	Gasóleo	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	0,60	1	887	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,10	—	—	1 266,99	161 287,90
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	67	0,60	2	55 238	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,00	—	—	—	160 020,91	
S.C.3o4-E.2.3	Gasóleo Incendio	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	0,12	1	887	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,10	—	—	1 057,38	189 217,82
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	67	0,12	2	55 238	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,00	—	—	—	159 920,29	
		Incendio	Especies vegetales (matorral)	14	0	1 865	1,00	6,2	11 226	0,02	1,00	1,00	1,10	1,00	—	—	1,00	—	0,50	—	—	2,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	—	
S.TR.3-E.2.3	Incendio	Incendio	Especies vegetales (matorral)	14	0	1 865	1,00	6,2	11 226	0,02	1,00	1,00	1,10	1,00	—	—	1,00	—	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	—	28 240,15	
S.GE.1-E.2.3	Gasóleo Incendio	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	0,12	1	887	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,10	—	—	1 057,38	189 217,82
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	67	0,12	2	55 238	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,00	—	—	—	159 920,29	
		Incendio	Especies vegetales (matorral)	14	0	1 865	1,00	6,2	11 226	0,02	1,00	1,00	1,10	1,00	—	—	1,00	—	0,50	—	—	2,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	—	
S.CD.1-E.1.8	Purines	Sustancias inorgánicas	Suelo	9	0	201	0,22	1	887	0,03	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,00	—	—	999,48	166 609,72
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	15	0,69	1,5	55 238	0,03	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,10	—	—	—	165 610,24	
S.CD.2-E.1.8	Gasóleo	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	0,16	1	887	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,10	—	—	1 074,84	161 003,52
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	67	0,16	2	55 238	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,00	—	—	—	159 928,68	
S.CD.3-E.2.3	Gasóleo Incendio	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	0,12	1	887	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,10	—	—	1 057,38	189 217,82
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	67	0,12	2	55 238	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,00	—	—	—	159 920,29	
		Incendio	Especies vegetales (matorral)	14	0	1 865	1,00	6,2	11 226	0,02	1,00	1,00	1,10	1,00	—	—	1,00	—	0,50	—	—	2,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	—	
S.TB.3o4-E.1.8	Gasóleo	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	0,50	1	887	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,10	—	—	1 223,32	161 223,27
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	67	0,50	2	55 238	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,00	—	—	—	159 999,95	
S.TB.5o6-E.2.3	Gasóleo Incendio	Fueles y CONV	Suelo	9	0	201	0,12	1	887	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,25	—	—	1,25	1,00	—	—	1,10	—	—	1 057,38	189 217,82
		Fueles y CONV	Agua subterránea	5	100 000	67	0,12	2	55 238	0,03	—	—	—	—	0,90	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,00	—	—	—	159 920,29	
		Incendio	Especies vegetales (matorral)	14	0	1 865	1,00	6,2	11 226	0,02	1,00	1,00	1,10	1,00	—	—	1,00	—	0,50	—	—	2,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,05	
S.TB.7-E.1.8	Purines	Sustancias inorgánicas	Agua subterránea	5	100 000	15	0,16	1,5	55 238	0,03	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	1,25	1,00	—	1,10	—	—	—	165 590,59	165 590,59

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

Tabla 1. Parámetros necesarios y cálculo del IDM de cada escenario relevante. Fuente: Elaboración propia

**ANEXO A.V: INFORME DE SALIDA DE LA  
APLICACIÓN INFORMÁTICA MORA**



## ***Índice***

I. INTRODUCCIÓN .....	1
-----------------------	---





## I. INTRODUCCIÓN

En este Anexo A.V del caso práctico del MIRAT para el sector porcino se recoge el informe sobre costes de reparación de daños medioambientales obtenido a partir de la aplicación informática del Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental (MORA), disponible en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica.

Esta valoración económica de daños medioambientales se refiere, tal y como establece el Reglamento para el desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, al escenario accidental de referencia identificado en el análisis de riesgos medioambientales. Este escenario accidental de referencia es el S.GE.1-E.2.3, asociado a un incendio/explosión en el generador eléctrico presente en la instalación y que produce un incendio de 25 ha sobre el matorral que rodea la explotación y la contaminación por gasóleo de 32 m<sup>3</sup> (o 46,08 toneladas) de suelo.



## INFORME DE COSTES DE REPARACIÓN

### Datos generales

<u>Nombre</u>	Caso Practico Porcino_1537197588506		
<u>Fecha de realización</u>	17/09/2018	<u>Versión</u>	v2011/1
<u>Operador</u>			

### Datos de localización

<u>Coordenada X</u>		<u>Coordenada Y</u>		<u>SRS</u>	UTM-ETRS 1989-
---------------------	--	---------------------	--	------------	----------------

### Parámetros

Concepto	Valor	Valor original
Accesibilidad	Sí	
Distancia vía	0	1200
Rango de pendiente	Muy baja	
Permeabilidad	Media	Alta
Espacio protegido	No	

### Daño

Agente	Recurso	Cantidad dañada	Reversibilidad
Incendio	Matorral	25,00 ha	Sí

### Reparaciones

#### Reparación

<u>Nº de unidades físicas a reparar</u>	25,00pies o ha*
-----------------------------------------	-----------------

\* Pies para daños a latizal o fustal y ha para daños al herbazal, matorral, repoblado o monte bravo

<u>Tiempo de espera</u>	1 Años
-------------------------	--------

Técnica de reparación

Plantación de matorral Total Mecanizada pendiente muy baja suelo pedregoso densidad alta FCC alta

Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Plantación de matorral Total Mecanizada pendiente muy baja suelo pedregoso densidad alta FCC alta	Plantación de matorral Total Mecanizada pendiente muy baja suelo pedregoso densidad alta FCC alta
Coste Unitario	1.881,88	
Coste fijo	0,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	5	
Unidad de tiempo	Años	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación primaria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
PEC Aplicación Técnica		47.047,00		47.047,00
%Seguridad por contingencia	20,00	9.409,40	20,00	9.409,40
% IVA	21,00	11.855,84	21,00	11.855,84
Total Aplicación Técnica		68.312,24		68.312,24
PEC Consultoría		4.839,61		4.839,61
%Seguridad por contingencia	20,00	967,92	20,00	967,92
%IVA	21,00	1.219,58	21,00	1.219,58
Total Consultoría		7.027,11		7.027,11
PEC Revisión y Control		11.827,00		11.827,00
%Seguridad por contingencia	20,00	2.365,40	20,00	2.365,40
%IVA	21,00	2.980,40	21,00	2.980,40

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
Total Revisión y Control		17.172,80		17.172,80
Total Reparación		92.512,16		92.512,16

Reparación compensatoria

Nº de unidades físicas a reparar 2,70pies o ha\*

\* Pies para daños a latizal o fustal y ha para daños al herbazal, matorral, repoblado o monte bravo

Tiempo de espera

1 Años

Tasa de descuento

3,00

Técnica de reparación

Plantación de matorral Total Mecanizada pendiente muy baja suelo

Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Plantación de matorral Total Mecanizada pendiente muy baja suelo pedregoso densidad alta FCC alta	Plantación de matorral Total Mecanizada pendiente muy baja suelo pedregoso densidad alta FCC alta
Coste Unitario	1.881,88	
Coste fijo	0,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	5	
Unidad de tiempo	Años	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación compensatoria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
PEC Aplicación Técnica		5.081,08		5.081,08
%Seguridad por contingencia	20,00	1.016,22	20,00	1.016,22
% IVA	21,00	1.280,43	21,00	1.280,43
Total Aplicación Técnica		7.377,73		7.377,73
PEC Consultoría		4.839,61		4.839,61
%Seguridad por contingencia	20,00	967,92	20,00	967,92
%IVA	21,00	1.219,58	21,00	1.219,58
Total Consultoría		7.027,11		7.027,11
PEC Revisión y Control		11.827,00		11.827,00
%Seguridad por contingencia	20,00	2.365,40	20,00	2.365,40
%IVA	21,00	2.980,40	21,00	2.980,40
Total Revisión y Control		17.172,80		17.172,80
Total Reparación		31.577,65		31.577,65

### Daño

Agente	Recurso	Cantidad dañada	Reversibilidad
Fueles y CONV biodegradables	Suelo	46,08 t	Sí

### Reparaciones

#### Reparación

Nº de unidades físicas a reparar	46,08t
----------------------------------	--------

Tiempo de espera

Técnica de reparación

#### Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Landfarming	Landfarming
Coste Unitario	52,11	
Coste fijo	0,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	9	
Unidad de tiempo	Meses	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación primaria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
PEC Aplicación Técnica		2.401,23		2.401,23
%Seguridad por contingencia	20,00	480,25	20,00	480,25
% IVA	21,00	605,11	21,00	605,11
Total Aplicación Técnica		3.486,59		3.486,59
PEC Consultoría		6.452,82		6.452,82
%Seguridad por contingencia	20,00	1.290,56	20,00	1.290,56
%IVA	21,00	1.626,11	21,00	1.626,11
Total Consultoría		9.369,49		9.369,49
PEC Revisión y Control		1.868,00		1.868,00
%Seguridad por contingencia	20,00	373,60	20,00	373,60
%IVA	21,00	470,74	21,00	470,74
Total Revisión y Control		2.712,34		2.712,34
Total Reparación		15.568,42		15.568,42

Reparación compensatoria

Nº de unidades físicas a reparar	1,21 t
----------------------------------	--------

Tiempo de espera

6 Meses

Tasa de descuento

3,00

Técnica de reparación

Landfarming

Datos relacionados con la técnica de reparación

Concepto	Valor	Valor original
Técnica seleccionada	Landfarming	Landfarming
Coste Unitario	52,11	
Coste fijo	0,00	
Multiplicador	0,00	
Exponente	0,00	
Tiempo de recuperación	9	
Unidad de tiempo	Meses	
Tipo de eficacia	Demostrada	

Presupuesto de la reparación compensatoria

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
PEC Aplicación Técnica		63,05		63,05
%Seguridad por contingencia	20,00	12,61	20,00	12,61
% IVA	21,00	15,89	21,00	15,89
Total Aplicación Técnica		91,55		91,55
PEC Consultoría		6.452,82		6.452,82
%Seguridad por contingencia	20,00	1.290,56	20,00	1.290,56
%IVA	21,00	1.626,11	21,00	1.626,11



Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
Total Consultoría		9.369,49		9.369,49
PEC Revisión y Control		1.868,00		1.868,00
%Seguridad por contingencia	20,00	373,60	20,00	373,60
%IVA	21,00	470,74	21,00	470,74
Total Revisión y Control		2.712,34		2.712,34
Total Reparación		12.173,38		12.173,38

### Presupuesto camino

Nombre	%	Importe (€)	% Original	Imp. Original (€)
PEC Construcción del Camino		0,00		0,00
%Seguridad por Contingencia	20,00	0,00	20,00	0,00
%IVA	21,00	0,00	21,00	0,00
Total Ejecución Camino		0,00		0,00
PEC Consultoría		0,00		0,00
%Seguridad por Contingencia	20,00	0,00	20,00	0,00
%IVA	21,00	0,00	21,00	0,00
Total Consultoría		0,00		0,00
Total Construcción del Camino		0,00		0,00

### Resumen reparaciones

Combinaciones agente-recurso del escenario	Tipo de medida	Importe (€)
Incendio en Matorral	Reparación primaria	92.512,16
	Reparación compensatoria	31.577,65
	Reparación complementaria	0,00
	Subtotal	124.089,81

Combinaciones agente-recurso del escenario	Tipo de medida	Importe (€)
Fueles y CONV biodegradables en Suelo	Reparación primaria	15.568,42
	Reparación compensatoria	12.173,38
	Reparación complementaria	0,00
	Subtotal	27.741,80
Presupuesto Construcción Camino		0,00
Total reparación primaria (incluyendo construcción de camino)		108.080,58
Total reparación compensatoria (sin incluir construcción de camino)		43.751,03
Total reparación complementaria (sin incluir construcción de camino)		0,00
Total reparación		151.831,61

BORRADOR

**ANEXO A.VI: EJEMPLO ILUSTRATIVO DE AFECCIÓN  
A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS POR UN VERTIDO  
MASIVO DE PURINES**



## **Índice**

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO .....	1
III. MONETIZACIÓN DEL DAÑO .....	2
IV. EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA .....	3
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	4



## I. INTRODUCCIÓN

El caso práctico del MIRAT para el sector porcino se diseñó planteando una instalación próxima al cauce de un río, que podría verse afectado por la rotura catastrófica de la balsa de purines; este escenario es, presumiblemente, el de mayores consecuencias medioambientales (junto, quizás, a incendios en determinadas condiciones) que podrían derivarse de las granjas porcinas. Sin embargo, también puede afirmarse que no es una situación especialmente común.

En el presente anexo al caso práctico del MIRAT para el sector porcino se desarrolla el proceso de evaluación del escenario de rotura catastrófica de la balsa de purines que, debido a la orografía plana de la ubicación de la granja y/o la ausencia de masas de agua superficiales próximas, acaba contaminando el suelo y las aguas subterráneas. Se presume que estas condiciones pueden ser más comunes en el sector y que su desarrollo específico, más allá de lo ya expuesto en el Anexo VI del MIRAT para el sector porcino, puede resultar de especial utilidad para los operadores que se planteen aplicar el MIRAT a su instalación.

Por otra parte, no se ha planteado un caso práctico alternativo porque el procedimiento de selección del escenario de referencia exigido por el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental no garantiza que el escenario de rotura catastrófica de la balsa de purines sea el seleccionado como escenario de referencia. De esta forma, a continuación únicamente se ilustra el procedimiento de cuantificación y monetización de un escenario de rotura catastrófica de una balsa de purines cuya afección se limitara al suelo y a las aguas subterráneas, estableciendo el supuesto de que dicho escenario fuera seleccionado como escenario de referencia.

El escenario planteado es similar al expuesto en el caso práctico del MIRAT para el sector porcino: en caso de rotura catastrófica de la balsa, se produciría un vertido de 400 m<sup>3</sup> de purín. El contenido en materia seca de los purines es de 56,45 kg/m<sup>3</sup> (Antezana *et al.*, 2006) y su densidad es de 408,3 kg/m<sup>3</sup> (Merino y Berano, 2006).

## II. CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO

De forma idéntica a lo planteado en el caso práctico, el vertido de 400 m<sup>3</sup> de purín supone un volumen de 55,30 m<sup>3</sup> de sólidos (o 22,58 toneladas) y 344,70 m<sup>3</sup> de fracción líquida.

Tal y como se ha comentado en el Anexo VI del MIRAT para el sector porcino, el vertido de purines al suelo no supone la contaminación del mismo aunque, a cambio, sí sería necesario retirar el volumen de sólidos (en este caso, 55,30 m<sup>3</sup> o 22,58 toneladas) producido por el vertido, ante posibles riesgos sobre la salud humana. La cuantificación del daño al suelo resulta, pues, 55,30 m<sup>3</sup> o 22,58 toneladas de sólidos del purín que habría que retirar.

En el caso de las aguas subterráneas, la cuantificación consiste en el cálculo del volumen de aguas subterráneas contaminada por nitratos. En el epígrafe IV.2.1 del Anexo VI del MIRAT

para el sector porcino se proponen distintas alternativas para estimar el volumen de agua subterránea contaminada por nitratos a partir de datos sobre volumen de purines vertido, contenido en nitrógeno amoniacal, porcentaje de nitratos lixiviados atendiendo al tipo de suelo en el que se produce el vertido y otros parámetros relativos a las características del suelo.

Una de las alternativas propuestas en el epígrafe IV.2.1 del Anexo VI del MIRAT para el sector porcino es la utilización del modelo de difusión de la contaminación en el suelo desarrollado por Grimazet *al.* (2007 y 2008) para estimar la profundidad que alcanzaría el vertido y, con ello, el volumen de agua subterránea contaminada.

Finalmente, aunque sin efectos en términos de cuantificación ni de cálculo de la cuantía de la garantía financiera, a través de la Ecuación 20 del Anexo VI del MIRAT es posible estimar el tiempo que los nitratos tardarían en alcanzar la masa de agua subterránea, situada en este caso a 40 metros de profundidad. Estimando una conductividad hidráulica de  $1E-04$  cm/s y una porosidad eficaz del 30%, los nitratos tardarían más de 4 meses (unos 140 días) en alcanzar la masa de agua subterránea.

### III. MONETIZACIÓN DEL DAÑO

Una vez cuantificado los daños al suelo y a las aguas subterráneas asociados al vertido de  $400 \text{ m}^3$  de purín por la rotura catastrófica de la balsa, el procedimiento de cálculo de la cuantía de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental exige la monetización del daño, es decir, calcular el coste asociado a las medidas de reparación primaria necesarias para restituir los recursos naturales dañados a su estado básico.

Para ello, y tal y como propone el MIRAT para el sector porcino, en el presente anexo se recurre al Modelo de Oferta de Responsabilidad ambiental (MORA) para la monetización del daño.

MORA escoge la técnica de reparación en función de la naturaleza del agente causante del daño y del recurso natural afectado. El modelo permite al usuario escoger otra técnica de reparación o, incluso, editar una propia.

La naturaleza de la fase sólida del purín que queda depositada en el suelo induce a considerar que su retirada podría consistir en la recogida mecánica de la misma y su destino a vertedero, sin necesitarse tratamiento *in situ* alguno, de forma similar a como se haría si el vertido fuera de una sustancia inerte. Sin embargo, esta fase sólida del purín habría de considerarse, atendiendo a las categorías de agente consideradas por MORA, como un fuel o compuesto orgánico no volátil (CONV) biodegradable, para la cual el modelo escoge como técnica de reparación el *landfarming*.

Ante esta circunstancia, en el presente anexo se realiza la monetización del daño al suelo mediante MORA mediante estas dos alternativas: (1) considerar la fase sólida del purín como un vertido de inertes y proceder a su recogida y posterior destino a vertedero; y (2) considerarla



como un CONV biodegradable y recurrir al *landfarming* para su tratamiento. La Tabla 1 recoge los resultados de ambas alternativas.

Tipo de agente causante del daño	Técnica de reparación primaria	Monetización (€)
Inerte	Recogida de inertes y traslado a vertedero	13 364,24
CONV biodegradable	<i>Landfarming</i>	13 790,31

**Tabla 1.** Alternativas de monetización del daño al suelo por la fase sólida del purín. Fuente: Elaboración propia a partir de la aplicación informática MORA

Como puede apreciarse, las diferencias entre ambas alternativas son mínimas (alrededor de un 3% mayor la alternativa más desfavorable), por lo que la elección del analista respecto al tratamiento de la fracción sólida tendrá poca influencia en el coste de la reparación primaria de este daño al suelo.

Por su parte, la reparación primaria del daño a las aguas subterráneas por contaminación por nitratos consistirá, atendiendo a lo indicado en MORA, en la aplicación de la técnica de intercambio iónico. Nótese que, en este caso, el purín ha de considerarse como una sustancia inorgánica biodegradable, como se corresponde por considerar que el elemento contaminante de las aguas subterráneas son los nitratos.

En este caso, tal y como se ha reflejado en el apartado de cuantificación del daño debido a la incertidumbre respecto a la lixiviación de los nitratos, se ha procedido a la monetización del daño asociado a la contaminación de las aguas subterráneas a partir del cálculo del agua subterránea contaminada a partir de la estimación de la profundidad que alcanzaría el vertido empleando el modelo de difusión de la contaminación en el suelo de Grimaz *et al.* (2007 y 2008). Según los resultados proporcionados por MORA, el coste de la medida de reparación primaria asociada al daño a las aguas subterráneas ascendería a 232 182,93 €.

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

Atendiendo a lo establecido en el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, la cuantía de la garantía financiera añadirá al coste de reparación primaria del escenario de referencia los costes de prevención y evitación, que nunca podrán ser inferiores al 10% del coste de la reparación primaria.

Por otra parte, las actividades del anexo III de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, sujetas al ámbito de aplicación del Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control de la contaminación (como las explotaciones de porcino de determinado tamaño) deberán constituir garantía financiera obligatoria si la cuantía de la misma supera los 300 000 euros, o los 2 000 000 euros si la

instalación está adherida al sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS) o al sistema de gestión medioambiental UNE-EN-ISO 14001.

Atendiendo a lo indicado en las páginas anteriores, los costes de reparación primaria, en el escenario menos favorable, ascenderían a 245 973,24 €, por lo que la cuantía de la garantía financiera, añadiendo el 10% de los costes de prevención y evitación, ascendería hasta los 270 570,56 €.

Como puede apreciarse, ni siquiera en el caso de la alternativa más desfavorable el operador estaría obligado a constituir una garantía financiera obligatoria por responsabilidad medioambiental, al no superar la cuantía de la misma los 300 000 euros.

Por su parte, los costes de reparación compensatoria, de nuevo en su opción menos favorable, ascenderían a 244 973,62 €.

De esta forma, y debido al régimen de responsabilidad objetiva al que están sujetas estas instalaciones por su inclusión en el anexo III de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, que les obliga a reparar el daño medioambiental que pudieran ocasionar independientemente de la existencia de dolo, culpa y negligencia, la constitución de una garantía financiera (aunque en estos términos la instalación quedaría exenta de su constitución obligatoria) por valor de menosde 520 000 euros (515 544,18 €) permitiría al operador de la instalación estar cubierto por los daños asociados a este escenario accidental.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTEZANA, W., DE BLAS, C., GARCÍA-REBOLLAR, P., RODRÍGUEZ, C., BECCACCIA, A., FERRER, P., CERISUELO, A., MOSET, V., ESTELLÉS, F., CAMBRA-LÓPEZ, M. y CALVET, S. (2016) Composition, potential emissions and agricultural value of pig slurry from Spanish commercial farms. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 104(2), 159-173.

MERINO, D. y BERANO, N. (2006) *Cuantificación y caracterización de los residuos ganaderos de Gipuzkoa*. Departamento para el Desarrollo del Medio Rural. Diputación Foral de Gipuzkoa.

## **ANEXO A.VII: RESUMEN DEL CASO PRÁCTICO**



## **Índice**

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. RESUMEN DEL CASO PRÁCTICO.....	1



## I. INTRODUCCIÓN

A continuación se ofrece un resumen del caso práctico que acompaña al MIRAT para el sector porcino.

## II. RESUMEN DEL CASO PRÁCTICO

El caso práctico del MIRAT-Porcino se realiza por un lado con la finalidad de ilustrar la aplicación de la metodología descrita en dicho instrumento sectorial y por otro, de dar cumplimiento a los requerimientos que especifica el Anexo I del documento “Estructura y contenidos generales de los instrumentos sectoriales para el análisis del riesgo medioambiental. Versión actualizada conforme a la 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” para los MIRAT. Este documento, disponible en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), concreta en su Anexo I los contenidos mínimos que debe tener el ejercicio práctico:

- a. Descripción de la actividad y caracterización del entorno donde ésta se realiza.
- b. Identificación de escenarios accidentales relevantes teniendo en cuenta aspectos tales como el tipo de operación, el agente causante del daño, las medidas de prevención y/o evitación adoptadas, y el medio receptor afectado.
- c. Estimación de la probabilidad asociada a cada escenario.
- d. Cálculo del índice de daño medioambiental (IDM) de cada escenario accidental.
- e. Estimación del riesgo asociado a cada escenario accidental como resultado de multiplicar la probabilidad de ocurrencia y el valor del IDM de cada escenario.
- f. Selección del escenario accidental de referencia siguiendo los pasos que se establecen el artículo 33 del Reglamento.
- g. Determinación y cuantificación del daño asociado al escenario accidental de referencia.
- h. Monetización del daño asociado al escenario accidental de referencia.
- i. Evaluación de la necesidad de constituir, en su caso, una garantía financiera para esa actividad.

La Tabla 1 muestra el epígrafe del caso práctico del MIRAT-Porcino en el que se localiza cada uno de los contenidos mínimos del mismo.

Análisis de riesgos medioambientales		Caso práctico del MIRAT para el sector porcino
a	Descripción de la actividad y caracterización del entorno donde ésta se realiza.	I. Descripción de la actividad y caracterización de su entorno Anexo A.I. Esquemas de la instalación
b	Identificación de escenarios accidentales relevantes teniendo en cuenta aspectos tales como el tipo de operación, el agente causante del daño, las medidas de prevención y/o evitación adoptadas, y el medio receptor afectado.	II. Identificación de escenarios accidentales relevantes II.1. Fuentes de peligro II.2. Causas de peligro y sucesos iniciadores II.3. Identificación de los escenarios accidentales II.4. Cantidad de agente asociada al suceso iniciador II.5. Cantidad de agente asociada al escenario accidental Anexo A.II. Posibles causas asociadas a cada suceso iniciador
c	Estimación de la probabilidad asociada a cada escenario.	III.1. Probabilidad del suceso iniciador III.2. Probabilidad del escenario accidental Anexo A.III. Árboles de sucesos
d	Cálculo del índice de daño medioambiental (IDM) de cada escenario accidental.	IV. Cálculo del IDM de cada escenario Anexo A.IV. Parámetros introducidos en la ecuación del IDM para cada escenario
e	Estimación del riesgo asociado a cada escenario accidental como resultado de multiplicar la probabilidad de ocurrencia y el valor del IDM de cada escenario.	V. Estimación del riesgo asociado a cada escenario
f	Selección del escenario accidental de referencia siguiendo los pasos que se establecen el artículo 33 del Reglamento.	VI. Selección del escenario accidental de referencia
g	Determinación y cuantificación del daño asociado al escenario accidental de referencia.	VII. Determinación y cuantificación del daño asociado al escenario accidental de referencia VII.1. Extensión del daño medioambiental VII.2. Intensidad del daño medioambiental VII.3. Escala temporal del daño medioambiental VII.4. Significatividad del daño medioambiental
h	Monetización del daño asociado al escenario accidental de referencia.	VIII. Monetización del daño asociado al escenario accidental de referencia. Anexo A.V. Informe de salida de la aplicación informática MORA
i	Evaluación de la necesidad de constituir, en su caso, una garantía financiera para esa actividad.	IX. Evaluación de la necesidad de constituir una garantía financiera

**Tabla 1.** Epígrafes del caso práctico del MIRAT-Porcino correspondientes a cada epígrafe a cumplimentar en los análisis de riesgos medioambientales. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se recopilan a modo de resumen los valores tomados de referencia en la instalación del caso práctico para el cálculo de su garantía financiera según las disposiciones metodológicas del MIRAT para el sector porcino y las especificaciones que se muestran en el caso práctico. Concretamente, se especifican los datos necesarios para el cálculo de la garantía financiera que se han reunido en tablas relativas a los siguientes campos:

- Descripción de la actividad y caracterización del entorno donde se realiza la misma.
- Identificación de escenarios accidentales relevantes, estimación de la probabilidad asociada a cada escenario y estimación de la cantidad de agente causante del daño liberada (árboles de sucesos).
- Cálculo del índice de daño medioambiental (IDM) de cada escenario accidental.
- Estimación del riesgo asociado a cada escenario accidental como resultado de multiplicar la probabilidad de ocurrencia y el valor del IDM de cada escenario y selección del escenario accidental de referencia.
- Determinación y cuantificación del daño asociado al escenario accidental de referencia.



- Monetización del daño asociado al escenario accidental de referencia y evaluación de la necesidad de constituir, en su caso, una garantía financiera para esa actividad.

A continuación, se adjuntan las tablas de datos utilizados para el cálculo de la garantía financiera de la instalación ficticia del caso práctico del MIRAT para el sector porcino.

## II.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD Y CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO DONDE ÉSTA SE REALIZA

Nombre de la instalación	Caso práctico MIRAT-Porcino
Actividad realizada	Granja de cría dentro del sector porcino
Zonas con peligro asociado	Depósitos de almacenamiento de purines, Depósitos/recipientes fijos aéreos de gasóleo, Transformadores secos, Generadores eléctricos, Carga y descarga de depósitos de almacenamiento de purines, Carga y descarga de depósitos de gasóleo, Tuberías aéreas de gasóleo, Tuberías subterráneas de purines
Sucesos iniciadores relevantes	S.P.1, S.C.1o2, S.C.3o4, S.TR.3, S.GE.1, S.CD.1, S.CD.2, S.CD.3, S.TB.3o4, S.TB.5o6, S.TB.7
Distancia al río más cercano (m)	100
Permeabilidad del suelo	Media
Nivel promedio del piezómetro más cercano (m)	40
Rango de pendiente	<10
Espacio natural protegido	No

## II.2. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS ACCIDENTALES RELEVANTES Y ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD ASOCIADA A CADA ESCENARIO

Suceso iniciador	S.P.1
Probabilidad del SI (incidentes/año)	1,00E-08
Cantidad liberada SI (m <sup>3</sup> )	3 200

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados									
																A	S	H	E						
S.C.1o2	4,91E-06	1,20	Sí	9,00E-01	1,50	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	0,00	No										
									No	1,00E+00	0,00	E.1.2	0,00E+00	0,00	No										
									No	1,00E+00	0,00	E.1.3	0,00E+00	0,00	No										
									No	1,00E+00	0,00	E.1.4	4,42E-06	0,00	No										
									No	1,00E-01	0,02	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.5	0,00E+00	1,19	No				
									No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	1,19	No							
									No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7	0,00E+00	1,19	No							
									No	1,00E+00	0,00	No	1,00E+00	0,00	E.1.8	4,91E-07	1,19	Sí	Q	Q	Q	Q			

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
S.C.3o4	1,00E-07	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,20E-08	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	8,82E-08	0,24	Sí	Q	Q	Q/I	Q/I

Q: posible afección por vertido de agentes químicos  
I: posible afección por incendio

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
S.TR.3	9,00E-04	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,08E-04	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,00	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	7,92E-04	0,00	SI			I	I

I: posible afección por incendio

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
S.GE.1	9,00E-04	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,08E-04	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	7,92E-04	0,24	Sí	Q	Q	Q/I	Q/I

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

I: posible afección por incendio

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
																A	S	H	E
S.CD.1	4,00E-04	1,60	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	1,60	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.2	0,00E+00	1,60	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.3	0,00E+00	1,60	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.4	0,00E+00	1,60	No				
			No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.5	0,00E+00	1,60	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	1,60	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7	0,00E+00	1,60	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.8	4,00E-04	1,60	Sí	Q	Q		

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m³)	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m³)	Relevante	Recursos afectados			
																A	S	H	E
<b>S.CD.2</b>	6,66E-07	0,33	Sí	9,00E-01	1,50	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	0,00	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.2	0,00E+00	0,00	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.3	0,00E+00	0,00	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.4	6,00E-07	0,00	No				
			No	1,00E-01	0,02	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.5	0,00E+00	0,32	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	0,32	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7	0,00E+00	0,32	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.8	6,66E-08	0,32	Sí	Q	Q	Q	Q

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
S.CD.3	1,36E-08	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	1,63E-09	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	1,20E-08	0,24	Sí	Q	Q	Q/I	Q/I

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

I: posible afección por incendio



Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m³)	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m³)	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m³)	Relevante	Recursos afectados			
																A	S	H	E
<b>S.TB.3o4</b>	8,63E-06	1,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	1,00	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.2	0,00E+00	1,00	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.3	0,00E+00	1,00	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.4	0,00E+00	1,00	No				
			No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.5	0,00E+00	1,00	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	1,00	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7	0,00E+00	1,00	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.8	8,63E-06	1,00	Sí	Q	Q	Q	Q

Q: posible afección por vertido de agentes químicos

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la detección y extinción temprana de incendios?	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
													A	S	H	E
S.TB.5o6	1,76E-07	0,00	Sí	1,20E-01	0,00				E.2.1	2,11E-08	0,00	No				
			No	8,80E-01	0,24	Sí	0,00E+00	0,00	E.2.2	0,00E+00	0,24	No				
						No	1,00E+00	0,00	E.2.3	1,55E-07	0,24	Sí	Q	Q	Q/I	Q/I

Q: posible afección por vertido de agentes químicos  
I: posible afección por incendio

Suceso iniciador	Prob. (veces/año)	Vol. Lib. (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención automática?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la contención manual?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	¿Actúa eficazmente la gestión de aguas y derrames?	Prob. (veces/año)	Vol. Ret (m <sup>3</sup> )	Código	Prob. Esc. (veces/año)	Vol. Esc. (m <sup>3</sup> )	Relevante	Recursos afectados			
																A	S	H	E
<b>S.TB.7</b>	8,40E-06	0,32	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.1	0,00E+00	0,32	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.2	0,00E+00	0,32	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.3	0,00E+00	0,32	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.4	0,00E+00	0,32	No				
			No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.5	0,00E+00	0,32	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.6	0,00E+00	0,32	No				
						No	1,00E+00	0,00	Sí	0,00E+00	0,00	E.1.7	0,00E+00	0,32	No				
									No	1,00E+00	0,00	E.1.8	8,40E-06	0,32	Sí	Q	Q	Q	Q

Q: posible afección por vertido de agentes químicos



## II.4. ESTIMACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A CADA ESCENARIO Y SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

Escenario accidental	IDM	Probabilidad (veces/año)	Riesgo
S.P.1-E.1	1 804 328,73	1,00E-08	0,018
S.GE.1-E.2.3	189 217,82	7,92E-04	149,861
S.TB.5o6-E.2.3	189 217,82	1,55E-07	0,029
S.C.3o4-E.2.3	189 217,82	8,82E-08	0,017
S.CD.3-E.2.3	189 217,82	1,20E-08	0,002
S.CD.1-E.1.8	166 609,72	4,00E-04	66,644
S.TB.7-E.1.8	165 590,59	8,40E-06	1,391
S.C.1o2-E.1.8	161 287,90	4,91E-07	0,079
S.TB.3o4-E.1.8	161 223,27	8,63E-06	1,392
S.CD.2-E.1.8	161 003,52	6,66E-08	0,011
S.TR.3-E.2.3	28 240,15	7,92E-04	22,366

Escenario accidental	IDM	Probabilidad (veces/año)	Riesgo	Riesgo relativo	Riesgo relativo acumulado
S.P.1-E.1	1 804 328,73	1,00E-08	0,018	241,810	100,00%
S.GE.1-E.2.3	189 217,82	7,92E-04	149,861	241,792	99,99%
S.TB.5o6-E.2.3	189 217,82	1,55E-07	0,029	91,931	38,02%
S.C.3o4-E.2.3	189 217,82	8,82E-08	0,017	91,902	38,01%
S.CD.3-E.2.3	189 217,82	1,20E-08	0,002	91,885	38,00%
S.CD.1-E.1.8	166 609,72	4,00E-04	66,644	91,883	38,00%
S.TB.7-E.1.8	165 590,59	8,40E-06	1,391	25,239	10,44%
S.C.1o2-E.1.8	161 287,90	4,91E-07	0,079	23,848	9,86%
S.TB.3o4-E.1.8	161 223,27	8,63E-06	1,392	23,769	9,83%
S.CD.2-E.1.8	161 003,52	6,66E-08	0,011	22,377	9,25%
S.TR.3-E.2.3	28 240,15	7,92E-04	22,366	22,366	9,25%

## II.5. CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO ASOCIADO AL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA, MONETIZACIÓN DEL DAÑO Y EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE CONSTITUIR UNA GARANTÍA FINANCIERA

Volumen vertido (m3)	0,24
Tiempo de vertido (h)	1
Densidad (Kg/m3)	-
Viscosidad dinámica (cp)	-
Viscosidad dinámica (Kg/m.s)	-
Viscosidad cinemática (m2/s)	1,00E-06
k (m2)	1E-12
R. Capacidad retención (m3/m3)	0,015
$\xi'$	0,5
Nivel del acuífero (m)	40
Porosidad del suelo $\eta$	0,398

		Extensión	Unidades	Rep. Primaria (€)
Recursos naturales afectados:	Suelo	46,1	t	15 568,42
	Hábitat	25,0	ha	92 512,16
<b>Frecuencia:</b> 0,000792 veces/año				
<b>Duración:</b> 6 años				
<b>Reversibilidad:</b>	Reversible	La contaminación del suelo por el vertido de agua de extinción con gasóleo es reversible aplicando la correspondiente técnica de reparación primaria: landfarming. El incendio en matorral es también reversible con la técnica de reparación primaria: plantación de matorral.		
<b>Intensidad:</b>	Se asume una intensidad de tipo letal siguiendo un principio de precaución.			
<b>Significatividad:</b>	Siguiendo un criterio conservador y asumiendo un principio de precaución se asume que el daño causado es significativo.			
<b>Importe de la garantía financiera</b>				
Valor total de la reparación primaria				108 080,58
Valor prevención y evitación				10 808,06
<b>Valor garantía financiera</b>				<b>118 888,64</b>
<b>Evaluación de la necesidad de constituir, en su caso, una garantía financiera</b>				
Conforme con el artículo 28 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental no sería necesario constituir la garantía financiera ya que el importe estimado se encuentra por debajo de 300 000 €.				



**SECRETARÍA DE ESTADO  
DE MEDIO AMBIENTE**

**DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD  
Y EVALUACIÓN AMBIENTAL**

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