MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y
EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y
EVALUACIÓN AMBIENTAL

GUÍA DE USUARIO

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

-SIRMA-

(ARM-IDM-MORA)

ANEXO I: Referencias bibliográficas - Probabilidades ARM

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

ÍNDICE

1. PROBABILIDADES BIBLIOGRAFICAS DE LOS SUCESOS BÁSICOS

A. HSE 2019 - *Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (02/02/19). Health and Safety Executive (HSE).* 5

B. FG 2009 - *Handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report. Flemish Government. LNE Department. Environment, Nature and Energy Policy Unit. Safety Reporting Division.* 18

C. VROM 2005 - *Guidelines for quantitative risk assessment. PUBLICATIEREEKS GEVAARLIJKE STOFFEN. Publication Series on Dangerous Substances* (PGS 3). *Ministerie van Verkeer en Waterstaat*. 23

2. PROBABILIDADES BIBLIOGRÁFICAS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

A. HSE 2003 - *Assessment of benefits of fire compartmentation in chemical warehouses. Prepared by WS Atkins Consultants Ltd for the Health and Safety Executive*..... 33

B. FG 2009 - *Handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report. Flemish Government. LNE Department. Environment, Nature and Energy Policy Unit. Safety Reporting Division.* 35

C. VROM 2005 - *Guidelines for quantitative risk assessment. PUBLICATIEREEKS GEVAARLIJKE STOFFEN. Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3). Ministerie van Verkeer en Waterstaat.* 36

1. PROBABILIDADES BIBLIOGRAFICAS DE LOS SUCESOS BÁSICOS

A. HSE 2019 - *Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments (02/02/19). Health and Safety Executive (HSE).*

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Recipientes grandes >12000 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes >12000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 1000 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes >12000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 300 mm)	2,50E-03	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes >12000 m3	Desbordamiento/ Desprendimiento de la tapa	2,00E-03	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 12000-4000 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 12000-4000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 750 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 12000-4000 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 225 mm)	2,50E-03	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 12000-4000 m3	Desbordamiento/ Desprendimiento de la tapa	2,00E-03	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 4000-450 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 4000-450 m3	Liberación grande (diámetro del poro 500 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 4000-450 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 150 mm)	2,50E-03	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Recipientes grandes 4000-450 m3	Desbordamiento/ Desprendimiento de la tapa	2,00E-03	año^{-1} recipiente^{-1}	7
Tanques atmosféricos pequeños y medianos. Contenido no inflamable	Liberación por rotura catastrófica	8,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	9

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Tanques atmosféricos pequeños y medianos. Contenido no inflamable	Liberación grande	5,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	9
Tanques atmosféricos pequeños y medianos. Contenido no inflamable	Liberación pequeña	5,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	9
Tanques atmosféricos pequeños y medianos. Contenido inflamable	Liberación por rotura catastrófica	1,60E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	9
Tanques atmosféricos pequeños y medianos. Contenido inflamable	Liberación grande	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	9
Tanques atmosféricos pequeños y medianos. Contenido inflamable	Liberación pequeña	1,00E-03	año^{-1} recipiente^{-1}	9
Depósitos de una capa >12000 m3	Liberación por rotura catastrófica	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa >12000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 1000 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa >12000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 300 mm)	8,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa >12000 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	2,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 12000-4000 m3	Liberación por rotura catastrófica	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 12000-4000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 750 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 12000-4000 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 225 mm)	8,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 12000-4000 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	2,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 4000-450 m3	Liberación por rotura catastrófica	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 4000-450 m3	Liberación grande (diámetro del poro 500 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 4000-450 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 150 mm)	8,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de una capa 4000-450 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	2,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Depósitos de doble capa >12000 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-07	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa >12000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 1000 mm)	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa >12000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 300 mm)	3,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa >12000 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	4,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-07	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 750 mm)	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 225 mm)	3,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	4,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-07	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Liberación grande (diámetro del poro 500 mm)	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 150 mm)	3,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	4,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	12
Depósitos de doble capa >12000 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-08	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa >12000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 1000 mm)	1,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa >12000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 300 mm)	3,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa >12000 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-08	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 750 mm)	1,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	15

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 225 mm)	3,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa 12000-4000 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Liberación por rotura catastrófica	5,00E-08	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Liberación grande (diámetro del poro 500 mm)	1,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Liberación pequeña (diámetro del poro 150 mm)	3,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de doble capa 4000-450 m3	Fallo con liberación de vapor únicamente	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	15
Depósitos de una capa 4000-2000 m3	Liberación por rotura catastrófica	2,20E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	16
Depósitos de una capa 4000-2000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 400 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	16
Depósitos de una capa 4000-2000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 120 mm)	8,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	16
Depósitos de una capa 200-2000 m3	Liberación por rotura catastrófica	2,20E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	16
Depósitos de una capa 200-2000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 250 mm)	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	16
Depósitos de una capa 200-2000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 75 mm)	8,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	16
Depósitos en grupo 4000-2000 m3	Fallo simultáneo por rotura catastrófica de todos los depósitos en grupo	1,00E-06	año^{-1}	16
Depósitos en grupo 4000-2000 m3	Fallo simultáneo por rotura catastrófica de un solo depósito del grupo	1,00E-06	año^{-1} tanque^{-1}	16
Depósitos en grupo 4000-2000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 400 mm)	1,00E-05	año^{-1} tanque^{-1}	16
Depósitos en grupo 4000-2000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 120 mm)	5,00E-05	año^{-1} tanque^{-1}	16

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Depósitos en grupo 200-2000 m3	Fallo simultáneo por rotura catastrófica de todos los depósitos en grupo	1,00E-06	año^{-1}	16
Depósitos en grupo 200-2000 m3	Fallo simultáneo por rotura catastrófica de un solo depósito del grupo	1,00E-06	año^{-1} tanque^{-1}	16
Depósitos en grupo 200-2000 m3	Liberación grande (diámetro del poro 250 mm)	1,00E-05	año^{-1} tanque^{-1}	16
Depósitos en grupo 200-2000 m3	Liberación pequeña(diámetro del poro 75 mm)	5,00E-05	año^{-1} tanque^{-1}	16
Recipientes a presión	Liberación por rotura catastrófica (fallos grandes)	6,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	18
Recipientes a presión	Liberación por rotura catastrófica (fallos medianos)	4,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	18
Recipientes a presión	Liberación por rotura catastrófica (fallos pequeños)	2,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	18
Recipientes a presión	Liberación por poro de 50 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	18
Recipientes a presión	Liberación por poro de 25 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	18
Recipientes a presión	Liberación por poro de 13 mm de diámetro	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	18
Recipientes a presión	Liberación por poro de 6 mm de diámetro	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	18
Recipientes de cloro a presión	Liberación por rotura catastrófica (usar donde los factores específicos del lugar incrementen la probabilidad de fallo)	4,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	23
Recipientes de cloro a presión	Liberación por rotura catastrófica (valor normal)	2,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	23
Recipientes de cloro a presión	Liberación por poro de 50 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	23
Recipientes de cloro a presión	Liberación por poro de 25 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	23
Recipientes de cloro a presión	Liberación por poro de 13 mm de diámetro	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	23
Recipientes de cloro a presión	Liberación por poro de 6 mm de diámetro	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	23

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Recipientes a presión de gas licuado de petróleo (GLP)	Liberación por rotura catastrófica (fallos en depósitos fríos)	2,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	25
Recipientes a presión de gas licuado de petróleo (GLP)	Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE)	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	25
Recipientes a presión de gas licuado de petróleo (GLP)	Liberación por poro de 50 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	25
Recipientes a presión de gas licuado de petróleo (GLP)	Liberación por poro de 25 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	25
Recipientes a presión de gas licuado de petróleo (GLP)	Liberación por poro de 13 mm de diámetro	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	25
Recipientes esféricos	Liberación por rotura catastrófica (fallos grandes)	6,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	28
Recipientes esféricos	Liberación por rotura catastrófica (fallos medianos)	4,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	28
Recipientes esféricos	Liberación por rotura catastrófica (fallos pequeños)	2,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	28
Recipientes esféricos	Liberación por poro de 50 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	28
Recipientes esféricos	Liberación por poro de 25 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	28
Recipientes esféricos	Liberación por poro de 13 mm de diámetro	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	28
Recipientes esféricos	Liberación por poro de 6 mm de diámetro	4,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	28
Reactores químicos	Liberación por rotura catastrófica	1,00E-05	año^{-1} reactor^{-1}	29
Reactores químicos	Liberación por poro de 50 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} reactor^{-1}	29
Reactores químicos	Liberación por poro de 25 mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} reactor^{-1}	29
Reactores químicos	Liberación por poro de 13 mm de diámetro	1,00E-05	año^{-1} reactor^{-1}	29
Reactores químicos	Liberación por poro de 6 mm de diámetro	4,00E-05	año^{-1} reactor^{-1}	29
Válvulas manuales (Excluido error humano)	Fallo en el cierre	1,00E-04	fallo^{-1} uso^{-1}	32
Válvulas de cierre operadas a control remoto (ROSOV) (Incluído error humano)	Fallo en el cierre	3,00E-02	fallo^{-1} uso^{-1}	32

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Valvulas de cerrado automático (ASOV)	Fallo en el cierre	1,00E-02	fallo^{-1} uso^{-1}	32
Válvulas de exceso de flujo o caudal (XSFV)	Fallo en la operación	1,30E-02	fallo^{-1} uso^{-1}	32
Válvulas	Liberación de gas	2,00E-04	año^{-1} válvula^{-1}	32
Bombas	Fallo en la cubierta	3,00E-05	año^{-1} bomba^{-1}	36
Bomba de un solo cierre	Liberación de gas	5,00E-04	año^{-1} bomba^{-1}	36
Bomba de doble cierre	Liberación de gas	5,00E-05	año^{-1} bomba^{-1}	36
Tubería e instalaciones básicas de acoplamiento	Fallo de la guillotina	4,00E-05	transferencias^{-1}	39
Tubería e instalaciones de acoplamiento promedio	Fallo de la guillotina	4,00E-06	transferencias^{-1}	39
Tubería y acoplamiento en sistemas de seguridad múltiple	Fallo de la guillotina	2,00E-07	transferencias^{-1}	39
Tubería e instalaciones básicas de acoplamiento	Poro de 15 mm de diámetro	1,00E-06	transferencias^{-1}	39
Tubería e instalaciones de acoplamiento promedio	Poro de 15 mm de diámetro	4,00E-07	transferencias^{-1}	39
Tubería y acoplamiento en sistemas de seguridad múltiple	Poro de 15 mm de diámetro	4,00E-07	transferencias^{-1}	39
Tubería e instalaciones básicas de acoplamiento	Poro de 5 mm de diámetro	1,30E-05	transferencias^{-1}	39
Tubería e instalaciones de acoplamiento promedio	Poro de 5 mm de diámetro	6,00E-06	transferencias^{-1}	39
Tubería y acoplamiento en sistemas de seguridad múltiple	Poro de 5 mm de diámetro	6,00E-06	transferencias^{-1}	39
Tuberías y acoplamientos	Liberación de gas	1,20E-07	transferencias^{-1}	39
Brazos rígidos	Fallo de la guillotina	2,00E-07	transferencias^{-1}	43
Brazos rígidos	Poro de 15 mm de diámetro	4,00E-07	transferencias^{-1}	43
Brazos rígidos	Poro de 5 mm de diámetro	6,00E-06	transferencias^{-1}	43
Bridas y juntas	Fallo de un segmento de una junta	5,00E-06	año^{-1} junta^{-1}	45
Bridas y juntas	Fallo por poro en la junta en espiral	1,00E-07	año^{-1} junta^{-1}	45
Brida de tubería fija	Liberación de gas	5,00E-06	año^{-1} junta^{-1}	45
Tuberías (diámetro 0-49mm)	Tamaño de poro de 3mm de diámetro	1,00E-05	año^{-1} metro^{-1}	48

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Tuberías (diámetro 50-149mm)	Tamaño de poro de 3mm de diámetro	2,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 150-299mm)	Tamaño de poro de 4mm de diámetro	1,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 300-499mm)	Tamaño de poro de 4mm de diámetro	8,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 500-1000mm)	Tamaño de poro de 4mm de diámetro	7,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 0-49mm)	Tamaño de poro de 25mm de diámetro	5,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 50-149mm)	Tamaño de poro de 25mm de diámetro	1,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 150-299mm)	Tamaño de poro de 25mm de diámetro	7,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 300-499mm)	Tamaño de poro de 25mm de diámetro	5,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 500-1000mm)	Tamaño de poro de 25mm de diámetro	4,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 150-299mm)	Tamaño de poro: 1/3 diámetro tubería	4,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 300-499mm)	Tamaño de poro: 1/3 diámetro tubería	2,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 500-1000mm)	Tamaño de poro: 1/3 diámetro tubería	1,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 0-49mm)	Tamaño de poro: guillotina	1,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 50-149mm)	Tamaño de poro: guillotina	5,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 150-299mm)	Tamaño de poro: guillotina	2,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 300-499mm)	Tamaño de poro: guillotina	7,00E-08	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías (diámetro 500-1000mm)	Tamaño de poro: guillotina	4,00E-08	año^{-1} metro^{-1}	48
Tuberías aéreas de gas	Rotura (>110mm diámetro)	6,50E-09	año^{-1} metro^{-1}	58
Tuberías aéreas de gas	Poro grande (>75 – ≤110mm diámetro)	3,30E-08	año^{-1} metro^{-1}	58
Tuberías aéreas de gas	Poro pequeño (>25 mm – ≤75 mm diámetro)	6,70E-08	año^{-1} metro^{-1}	58
Tuberías aéreas de gas	Poro diminuto (≤25 mm diámetro)	1,60E-07	año^{-1} metro^{-1}	58
Compresor centrífugo	Rotura (>110mm diámetro)	2,90E-06	año^{-1} compresor^{-1}	61
Compresor centrífugo	Poro grande (>75 – ≤110mm diámetro)	2,90E-06	año^{-1} compresor^{-1}	61
Compresor centrífugo	Poro pequeño (>25 mm – ≤75 mm diámetro)	2,70E-04	año^{-1} compresor^{-1}	61
Compresor centrífugo	Poro diminuto (≤25 mm diámetro)	1,20E-02	año^{-1} compresor^{-1}	61

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Compresor alternativo	Rotura (>110mm diámetro)	1,40E-05	año^{-1} compresor^{-1}	61
Compresor alternativo	Poro grande (>75 – ≤110mm diámetro)	1,40E-05	año^{-1} compresor^{-1}	61
Compresor alternativo	Poro pequeño (>25 mm – ≤75 mm diámetro)	3,30E-03	año^{-1} compresor^{-1}	61
Compresor alternativo	Poro diminuto (≤25 mm diámetro)	8,60E-02	año^{-1} compresor^{-1}	61
Depósitos tanque con sistema de descarga de presión	Fallo por rotura catastrófica	4,00E-06	año^{-1} recipiente $^{-1}$	63
Depósitos tanque sin sistema de descarga de presión	Fallo por rotura catastrófica	3,00E-06	año^{-1} recipiente $^{-1}$	63
Depósitos tanque	Poro de 50 mm de diámetro	3,00E-05	año^{-1} recipiente $^{-1}$	63
Depósitos tanque	Poro de 25 mm de diámetro	3,00E-05	año^{-1} recipiente $^{-1}$	63
Depósitos tanque	Poro de 13 mm de diámetro	6,00E-05	año^{-1} recipiente $^{-1}$	63
Depósitos tanque	Poro de 4 mm de diámetro	3,00E-04	año^{-1} recipiente $^{-1}$	63
Depósitos tanque	Liberación de vapor (poro de 50 mm de diámetro)	5,00E-04	año^{-1} recipiente $^{-1}$	63
Depósitos tanque	Poro de 50 mm de diámetro (Fallos por goteo en el depósito < 5 metros)	6,00E-07	año^{-1} elevación^{-1}	63
Depósitos tanque	Fallo por rotura catastrófica (Fallos por goteo en el depósito > 5 metres)	3,00E-08	año^{-1} elevación^{-1}	63
Depósitos tanque	Poro de 50 mm de diámetro (Fallos por goteo en el depósito > 5 metres)	6,00E-07	año^{-1} elevación^{-1}	63
Depósitos tanque	Poro de 50 mm de diámetro (Rotura por impacto de vehículo en el depósito)	9,00E-11	año^{-1} pasada^{-1}	63
Camiones cisterna	Fallo por accidente grave	2,20E-07	km^{-1}	65
Camión cisterna de GLP	BLEVE en camión cisterna de GLP (depósitos pequeños)	1,00E-07	año^{-1} reparto^{-1}	67
Camión cisterna de GLP	BLEVE en camión cisterna de GLP (depósitos grandes)	1,10E-08	año^{-1} reparto^{-1}	67

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Repartos incompatibles: debajo de la media	Repartos incompatibles: debajo de la media	6,00E-06	año^{-1} reparto^{-1}	69
Repartos incompatibles: promedio	Repartos incompatibles: promedio	1,00E-07	año^{-1} reparto^{-1}	69
Repartos incompatibles: encima de la media	Repartos incompatibles: encima de la media	5,00E-08	año^{-1} reparto^{-1}	69
Transferencia de gases licuados (con 1 brazo)	Rotura de guillotina	7,00E-06	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de gases licuados (con 1 brazo)	Poro=0,1 área de sección transversal de tubería	8,00E-06	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de gases licuados (con 2 brazos)	Rotura de guillotina	1,30E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de gases licuados (con 2 brazos)	Poro=0,1 área de sección transversal de tubería	1,60E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de gases licuados (con 2 brazos)	Roturas de guillotina simultáneas (para múltiples brazos)	1,00E-07	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de gases licuados (con 3 brazos)	Rotura de guillotina	1,90E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de gases licuados (con 3 brazos)	Poro=0,1 área de sección transversal de tubería	2,40E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de gases licuados (con 3 brazos)	Roturas de guillotina simultáneas (para múltiples brazos)	1,00E-07	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de carga líquida (con 1 brazo)	Rotura de guillotina	3,80E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de carga líquida (con 1 brazo)	Poro=0,1 área de sección transversal de tubería	3,30E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de carga líquida (con 2 brazos)	Rotura de guillotina	5,00E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Transferencia de carga líquida (con 2 brazos)	Poro=0,1 área de sección transversal de tubería	6,60E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de carga líquida (con 2 brazos)	Roturas de guillotina simultáneas (para múltiples brazos)	2,60E-06	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	73
Transferencia de carga líquida (con 3 brazos)	Rotura de guillotina	6,20E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	74
Transferencia de carga líquida (con 3 brazos)	Poro=0,1 área de sección transversal de tubería	9,90E-05	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	74
Transferencia de carga líquida (con 3 brazos)	Roturas de guillotina simultáneas (para múltiples brazos)	2,60E-06	año^{-1} operación de transferencia^{-1}	74
Bidones 1 t	Fallo espontáneo del bidón	2,00E-06	año^{-1} promedio de bidones almacenados de continuo en la zona	77
Bidones 1 t	Poro en el bidón (grande)	1,20E-06	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona . número de movimientos por bidón	77
Bidones 1 t	Poro en el bidón (pequeño)	5,00E-06	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona . número de movimientos por bidón	77
Bidones 1 t	Líquido en válvula de cizallamiento	4,50E-06	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona . número de movimientos por bidón	77

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Bidones 1 t	Vapor en válvula de cizallamiento	4,50E-06	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona . número de movimientos por bidón	77
Bidones 1 t	Fallo en acoplamiento (guillotina)	1,00E-05	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Bidones 1 t	Fallo en acoplamiento (fuga)	9,00E-05	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Bidones 1 t	Fallo en acoplamiento (líquido)(Plantas de extracción de líquidos x 10 para sitios con automático)	1,00E-06	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Bidones 1 t	Fallo en acoplamiento (líquido)(Plantas de extracción de gases)	1,00E-08	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Bidones 1 t	Fallo en acoplamiento (vapor)	1,00E-06	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Bidones 1 t	Fallo en desacoplamiento (líquido)	1,00E-05	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Bidones 1 t	Fallo en desacoplamiento (vapor)	1,00E-04	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Bidones 1 t	Sistema de tuberías	3,00E-06	año^{-1} número total de bidones utilizados en la zona	77
Factores humanos	Factores humanos	1,00E-01	año^{-1}	98

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad 1	Probabilidad 2	Unidad 1	Unidad 2	Pág.
IBCs (Contenedores intermedios a granel)	Rotura catastrófica	7,10E-05	1,40E-05	$año^{-1}n^{-1}$	$año^{-1}N^{-1}$	82
IBCs (Contenedores intermedios a granel)	Liberación grande (poro 10mm)	1,13E-04	1,30E-05	$año^{-1}n^{-1}$	$año^{-1}N^{-1}$	82
IBCs (Contenedores intermedios a granel)	Liberación pequeña (poro 5 mm)	5,20E-05	9,30E-04	$año^{-1}n^{-1}$	$año^{-1}N^{-1}$	82

* n (número de contenedores que atraviesan la zona)
** N (promedio de contenedores almacenados de continuo)

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Bidones 210 litros	Rotura catastrófica (liberación del contenido de 2 bidones)	0,000084*T/4	$año^{-1}$	79
Bidones 210 litros	Rotura catastrófica (liberación del contenido de 1 bidón)	0,000002*T/4	$año^{-1}$	79
Bidones 210 litros	Fallo grande de 2 bidones (poro 10 mm)	0,000036*T/4	$año^{-1}$	79
Bidones 210 litros	Fallo grande de 1 bidón (poro 10 mm)	0,000002*T/4	$año^{-1}$	79
Bidones 210 litros	Fallo pequeño de 1 bidón (poro 5 mm)	(6*10^-6 T/4) + (8*10^-5Q)	$año^{-1}$	79

* T (Caudal por año en litros)
** Q (máximo número de bidones almacenados en cualquier momento)

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Bidones móviles	Fallo por rotura catastrófica	2,00E-06	$año^{-1}$ N^{-1}	84
Bidones móviles	Poros en el bidón (grande - 10mm)	1,20E-06	$año^{-1}$ n^{-1}	84
Bidones móviles	Poros en el bidón (pequeño - 5mm)	5,00E-06	$año^{-1}$ n^{-1}	84

* N Número medio de bidones almacenados en la zona
** n Número de movimientos por bidón x Número total de bidones que pasan por la zona al año

B. FG 2009 - *Handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report. Flemish Government. LNE Department. Environment, Nature and Energy Policy Unit. Safety Reporting Division.*

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Depósitos a presión. Depósitos de almacenamiento en superficie, camiones cisterna y vagones cisterna.	Fuga pequeña (0,1 < d ≤ 10 mm (deq = 10 mm))	1,20E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Depósitos de almacenamiento en superficie, camiones cisterna y vagones cisterna.	fuga mediana (10 < d ≤ 50 mm (deq = 25 mm))	1,10E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Depósitos de almacenamiento en superficie, camiones cisterna y vagones cisterna.	Fuga grande (50 < d ≤ Dmax (deq = DL, max))	1,10E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Depósitos de almacenamiento en superficie, camiones cisterna y vagones cisterna.	Fuga completa (Fuga completa en 10 min)	3,20E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Depósitos de almacenamiento en superficie, camiones cisterna y vagones cisterna.	Rotura	3,20E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Subterráneos o apilados.	Fuga pequeña (0,1 < d ≤ 10 mm (deq = 10 mm))	1,20E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Subterráneos o apilados.	fuga mediana (10 < d ≤ 50 mm (deq = 25 mm))	1,10E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Subterráneos o apilados.	Fuga grande (50 < d ≤ Dmax (deq = DL, max))	1,10E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Subterráneos o apilados.	Fuga completa (Fuga completa en 10 min)	1,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Subterráneos o apilados.	Rotura	1,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Instalaciones de proceso y otras.	Fuga pequeña (0,1 < d ≤ 10 mm (deq = 10 mm))	1,20E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Instalaciones de proceso y otras.	fuga mediana (10 < d ≤ 50 mm (deq = 25 mm))	1,10E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	12

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Depósitos a presión. Instalaciones de proceso y otras.	Fuga grande (50 < d ≤ Dmax (deq = DL, max))	1,10E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Instalaciones de proceso y otras.	Fuga completa (Fuga completa en 10 min)	3,20E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Depósitos a presión. Instalaciones de proceso y otras.	Rotura	3,20E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	12
Recipientes móviles a presión. Bombona de gas.	Fuga (deq=Dmax)	-	año^{-1} bombona^{-1}	13
Recipientes móviles a presión. Bombona de gas.	Rotura	1,10E-06	año^{-1} bombona^{-1}	13
Recipientes móviles a presión. Recipiente a presión.	Fuga (deq=Dmax)	1,10E-05	año^{-1} bombona^{-1}	13
Recipientes móviles a presión. Recipiente a presión.	Rotura	1,10E-06	año^{-1} bombona^{-1}	13
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 1 (incl. Camiones cisterna y vagones cisterna), 2, 3, 4 y subterráneos o apilados.	Fuga pequeña (0,1 < d ≤ 10 mm; deq = 10 mm)	2,40E-03	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Instalaciones de proceso y otras.	Fuga pequeña (0,1 < d ≤ 10 mm; deq = 10 mm)	2,40E-02	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 1 (incl. Camiones cisterna y vagones cisterna), 2, 3, 4 y subterráneos o apilados.	Fuga mediana (10 < d ≤ 50 mm; deq = 25 mm)	2,20E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Instalaciones de proceso y otras.	Fuga mediana (10 < d ≤ 50 mm; deq = 25 mm)	2,20E-03	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 1 (incl. Camiones cisterna y vagones cisterna), 2, 3, 4 y subterráneos o apilados.	Fuga grande (50 < d ≤ Dmax; deq = DL,max)	2,20E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Instalaciones de proceso y otras.	Fuga grande (50 < d ≤ Dmax; deq = DL,max)	2,20E-03	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 1 .	Fuga completa en 10 min	5,00E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 2.	Fuga completa en 10 min	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 3.	Fuga completa en 10 min	1,20E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 4.	Fuga completa en 10 min	1,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	14

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Tanques atmosféricos. Tanques de almacenamiento subterráneos o apilados.	Fuga completa en 10 min	1,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Instalaciones de proceso y otras.	Fuga completa en 10 min	5,00E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 1 .	Rotura	5,00E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 2.	Rotura	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 3.	Rotura	1,20E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque de almacenamiento tipo 4.	Rotura	1,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanques de almacenamiento subterráneos o apilados.	Rotura	1,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Instalaciones de proceso y otras.	Rotura	5,00E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	14
Tanques atmosféricos. Tanque con techo externo flotante.	Incendio del tanque (líquido P1)	2,50E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo externo flotante.	Incendio del tanque (líquido P2)	7,60E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo externo flotante.	Incendio del tanque (líquidos P3 y P4)	2,30E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo fijo sin capa de nitrógeno.	Incendio del tanque (líquido P1)	6,90E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo fijo sin capa de nitrógeno.	Incendio del tanque (líquido P2)	2,10E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo fijo sin capa de nitrógeno.	Incendio del tanque (líquidos P3 y P4)	6,20E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo fijo con capa de nitrógeno.	Incendio del tanque (líquido P1)	2,50E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo fijo con capa de nitrógeno.	Incendio del tanque (líquido P2)	7,60E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Tanques atmosféricos. Tanque con techo fijo con capa de nitrógeno.	Fuga pequeña. 0 < d ≤ 25 mm (deq = 10 mm)	2,30E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	16
Intercambiadores de calor. Intercambiadores de calor (tuberías).	Fuga mediana. 25 < d ≤ 50 mm (deq = 35 mm)	6,00E-03	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	17

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Intercambiadores de calor. Intercambiadores de calor (tuberías).	Fuga grande. 50 < d ≤ 150 mm (deq = 100 mm)	3,90E-03	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	17
Intercambiadores de calor. Intercambiadores de calor (tuberías).	Rotura	1,60E-05	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	17
Intercambiadores de calor. Intercambiadores de calor (tuberías).	Rotura	1,30E-05	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	17
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) < 5 bar).	Fuga pequeña. 0 < d ≤ 25 mm (deq = 10 mm)	4,6E-03	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) < 5 bar).	Fuga mediana. 25 < d ≤ 50 mm (deq = 35 mm)	2,0E-03	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) < 5 bar).	Rotura	5,5E-06	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) >=5 - 8 bar).	Fuga pequeña. 0 < d ≤ 25 mm (deq = 10 mm)	7,0E-03	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) >=5 - 8 bar).	Fuga mediana. 25 < d ≤ 50 mm (deq = 35 mm)	3,0E-03	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) >=5 - 8 bar).	Rotura	8,3E-06	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) >= 8 bar).	Fuga pequeña. 0 < d ≤ 25 mm (deq = 10 mm)	3,6E+02	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) >= 8 bar).	Fuga mediana. 25 < d ≤ 50 mm (deq = 35 mm)	7,2E-03	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor de placas (Presión de trabajo (P) >= 8 bar).	Rotura	2,0E-05	año^{-1} intercambiador de calor de placas^{-1}	18
Bombas y compresores. Bombas centrífugas con juntas.	Fuga. deq = 0,1 Dmax	4,4E-03	año^{-1} bomba^{-1}	19
Bombas y compresores. Bombas alternativas.	Fuga. deq = 0,1 Dmax	4,4E-03	año^{-1} bomba^{-1}	19
Bombas y compresores. Compresores.	Fuga. deq = 0,1 Dmax	4,4E-03	año^{-1} compresor^{-1}	19
Bombas y compresores. Bombas centrífugas sin juntas.	Fuga. deq = 0,1 Dmax	1,00E-04	año^{-1} bomba^{-1}	19

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Bombas y compresores. Compresores.	Rotura	1,0E-04	año^{-1} compresor^{-1}	19
Bombas y compresores. Bombas alternativas.	Rotura	1,0E-04	año^{-1} bomba^{-1}	19
Sistema de tuberías. Sistema de tuberías aéreas.	Fuga pequeña. deq = 0,1 D	2,80E-07	L/D año^{-1}	20
Sistema de tuberías. Sistema de tuberías aéreas.	Fuga mediana. deq = 0,15 D	1,20E-07	L/D año^{-1}	20
Sistema de tuberías. Sistema de tuberías aéreas.	Fuga grande. deq = 0,36 D	5,00E-08	L/D año^{-1}	20
Sistema de tuberías. Sistema de tuberías aéreas.	Rotura	2,20E-08	L/D año^{-1}	20
Sistema de tuberías. Sistema de tuberías subterráneas.	Grieta. deq = 10 mm	7,90E-08	año^{-1} metro^{-1}	20
Sistema de tuberías. Sistema de tuberías subterráneas.	Orificio. deq = 0,5 D	6,90E-08	año^{-1} metro^{-1}	20
Sistema de tuberías. Sistema de tuberías subterráneas.	Rotura	2,80E-08	año^{-1} metro^{-1}	20
Operaciones de carga y descarga. Brazo de carga y descarga.	Fuga. deq=0,1 D(max. 50 mm)	3,00E-07	horas^{-1}	21
Operaciones de carga y descarga. Brazo de carga y descarga.	Rotura	3,00E-08	horas^{-1}	21
Operaciones de carga y descarga. Manguera.	Fuga. deq=0,1 D(max. 50 mm)	4,00E-05	horas^{-1}	21
Operaciones de carga y descarga. Manguera.	Rotura	4,00E-06	horas^{-1}	21
Operaciones de carga y descarga. Manguera para GLP.	Fuga. deq=0,1 D(max. 50 mm)	5,40E-06	horas^{-1}	21
Operaciones de carga y descarga. Manguera para GLP.	Rotura	5,40E-07	horas^{-1}	21
Almacén. Incendio en almacén sin sistema automático de lucha contra incendios .	Incendio	2,50E-03	año^{-1} compartimento de fuego^{-1}	22
Almacén. Incendio en almacén con sistema automático de lucha contra incendios .	Incendio	6,90E-04	año^{-1} compartimento de fuego^{-1}	22
Unidades de embalaje. Almacenamiento de la unidad de embalaje.	Falla una unidad de embalaje	2,50E-05	embalajes al año^{-1}	23
Unidades de embalaje. Manipulación de la unidad de embalaje.	Falla una unidad de embalaje	2,50E-05	manipulaciones del embalaje^{-1}	23
Unidades de embalaje. Manipulación de la unidad de embalaje.	Fallan todas las unidades de embalaje	2,50E-06	manipulaciones del embalaje^{-1}	23

C. VROM 2005 - *Guidelines for quantitative risk assessment. PUBLICATIEREEKS GEVAARLIJKE STOFFEN. Publication Series on Dangerous Substances* (PGS 3). *Ministerie van Verkeer en Waterstaat*.

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito presurizado.	Liberación instantánea del inventario completo	5,00E-07	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito presurizado.	Liberación continua del inventario completo en 10 minutos a un ritmo constante de liberación	5,00E-07	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito presurizado.	Liberación continua por poro de diámetro efectivo de 10 mm	1,00E-05	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito de proceso.	Liberación instantánea del inventario completo	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito de proceso.	Liberación continua del inventario completo en 10 minutos a un ritmo constante de liberación	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito de proceso.	Liberación continua por poro de diámetro efectivo de 10 mm	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito reactor.	Liberación instantánea del inventario completo	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito reactor.	Liberación continua del inventario completo en 10 minutos a un ritmo constante de liberación	5,00E-06	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Depósitos y buques estacionarios, presurizados . Depósito reactor.	Liberación continua por poro de diámetro efectivo de 10 mm	1,00E-04	año^{-1} recipiente^{-1}	3.3
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Un solo tanque de contención.	Liberación instantánea del inventario completo directamente a la atmósfera	5,00E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Un solo tanque de contención.	Liberación continua del inventario completo en 10 minutos a una tasa constante de liberación directamente a la atmósfera	5,00E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Un solo tanque de contención.	La liberación continua por poro de diámetro efectivo de 10 mm directamente a la atmósfera	1,00E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque con cubierta exterior protectora.	Liberación instantánea del inventario completo directamente a la atmósfera	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque con cubierta exterior protectora.	Liberación instantánea del inventario completo desde contenedor primario al contenedor secundario no deteriorado o a la cubierta exterior	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque con cubierta exterior protectora.	Liberación continua del inventario completo en 10 minutos a una tasa constante de liberación directamente a la atmósfera	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque con cubierta exterior protectora.	Liberación continua del inventario completo en 10 min con liberación constante desde contenedor primario al contenedor secundario no deteriorado o a la cubierta exterior	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque con cubierta exterior protectora.	Liberación continua por poro de diámetro efectivo 10 mm desde contenedor primario al contenedor secundario no deteriorado o la cubierta exterior	1,00E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque doble de contención.	Liberación instantánea del inventario completo directamente a la atmósfera	1,25E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque doble de contención.	Liberación instantánea del inventario completo desde contenedor primario al contenedor secundario no deteriorado o a la cubierta exterior	5,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque doble de contención.	Liberación continua del inventario completo en 10 minutos a una tasa constante de liberación directamente a la atmósfera	1,25E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque doble de contención.	Liberación continua del inventario completo en 10 min con liberación constante desde contenedor primario al contenedor secundario no deteriorado o a la cubierta exterior	5,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque doble de contención.	Liberación continua por poro de diámetro efectivo 10 mm desde contenedor primario al contenedor secundario no deteriorado o la cubierta exterior	1,00E-04	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque de contención lleno.	Liberación instantánea del inventario completo directamente a la atmósfera	1,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque en tierra.	Liberación instantánea del inventario completo desde contenedor primario al contenedor secundario no deteriorado o a la cubierta exterior	1,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
Tanques y depósitos estacionarios, atmosféricos. Tanque de montaje.	Liberación instantánea del inventario completo directamente a la atmósfera	1,00E-08	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.6
. .		1,00E-06	año^{-1} bombona^{-1}	3.4
Tuberías. Tubería, diámetro nominal < 75 mm.	Rotura de orificio completo	1,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	3.7
Tuberías. Tubería, diámetro nominal < 75 mm.	Fuga	5,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	3.7
Tuberías. Tebería, 75 mm ≤ diámetro nominal ≤ 150 mm.	Rotura de orificio completo	3,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	3.7
Tuberías. Tebería, 75 mm ≤ diámetro nominal ≤ 150 mm.	Fuga	2,00E-06	año^{-1} metro^{-1}	3.7
Tuberías. Tubería, diámetro nominal < 150 mm.	Rotura de orificio completo	1,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	3.7
Tuberías. Tubería, diámetro nominal < 150 mm.	Fuga	5,00E-07	año^{-1} metro^{-1}	3.7

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Bombas. Bombas sin suministros adicionales.	Fallo por rotura catastrófica	1,00E-04	año^{-1} bomba^{-1}	3.9
Bombas. Bombas sin suministros adicionales.	Fuga	5,00E-04	año^{-1} bomba^{-1}	3.9
Bombas. Bombas con contención de acero forjado.	Fallo por rotura catastrófica	5,00E-05	año^{-1} bomba^{-1}	3.9
Bombas. Bombas con contención de acero forjado.	Fuga	2,50E-04	año^{-1} bomba^{-1}	3.9
Bombas. Bombas envasadas.	Fallo por rotura catastrófica	1,00E-05	año^{-1} bomba^{-1}	3.9
Bombas. Bombas envasadas.	Fuga	5,00E-05	año^{-1} bomba^{-1}	3.9
Intercambiadores de calor. Intercambiadores de calor, sustancia peligrosa fuera de tuberías.	Liberación instantánea del inventario completo	5,00E-05	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	3.10
Intercambiadores de calor. Intercambiadores de calor, sustancia peligrosa fuera de tuberías.	Liberación continua del inventario completo en 10 min a ritmo constante de liberación	5,00E-05	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	3.10
Intercambiadores de calor. Intercambiadores de calor, sustancia peligrosa fuera de tuberías.	Liberación continua desde poro de diámetro efectivo de 10 mm	1,00E-03	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	3.10
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor, sustancia peligrosa dentro de tuberías, presión de diseño de cubierta exterior menor que presión de sustancia peligrosa.	Rotura de diez tuberías simultáneamente, flujo de salida desde ambos lados de la rotura	1,00E-05	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	3.10
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor, sustancia peligrosa dentro de tuberías, presión de diseño de cubierta exterior menor que presión de sustancia peligrosa.	Rotura completa de una tubería flujo de salida desde ambos lados de la rotura	1,00E-03	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	3.10

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor, sustancia peligrosa dentro de tuberías, presión de diseño de cubierta exterior menor que presión de sustancia peligrosa.	Fuga, flujo de salida desde una fuga con diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal, con máximo de 50 mm	1,00E-02	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	3.10
Intercambiadores de calor. Intercambiador de calor, sustancia peligrosa dentro de tuberías, presión de diseño de cubierta exterior menor que presión de sustancia peligrosa.	Rotura de diez tuberías simultáneamente, flujo de salida desde ambos lados de la rotura	1,00E-06	año^{-1} intercambiador de calor^{-1}	3.10
Dispositivo de descarga de presión. Dispositivo de descarga de presión.	Descarga de un dispositivo de descarga de presión con tasa máxima de descarga	2,00E-05	año^{-1} dispositivo^{-1}	3.11
Almacén. Almacenamiento de sustancias en almacenes con niveles de protección 1 y 2.	Manipulación de sólidos: dispersión de una fracción de la unidad de envasado como polvo respirable	1,00E-05	manipulaciones del embalaje^{-1}	3.11
Almacén. Almacenamiento de sustancias en almacenes con niveles de protección 1 y 3.	Manipulación de líquidos: derrame de la unidad de envasado completa (derrame de líquidos)	1,00E-05	manipulaciones del embalaje^{-1}	3.11
Almacén. Almacenamiento de sustancias en almacenes con niveles de protección 1 y 4.	Emisión de tóxicos no quemados y tóxicos producidos en el incendio (fuego)	8,80E-04	año^{-1}	3.11
Almacén. Almacenamiento de sustancias en almacenes con nivel de protección 3.	Manipulación de sólidos: dispersión de una fracción de la unidad de envasado como polvo respirable	1,00E-05	manipulaciones del embalaje^{-1}	3.11
Almacén. Almacenamiento de sustancias en almacenes con nivel de protección 4.	Manipulación de líquidos: derrame de la unidad de envasado completa (derrame de líquidos)	1,00E-05	manipulaciones del embalaje^{-1}	3.11
Almacén. Almacenamiento de sustancias en almacenes con nivel de protección 5.	Emisión de tóxicos no quemados y tóxicos producidos en el incendio (fuego)	1,80E-04	año^{-1}	3.11
Almacenamiento de explosivos. Almacenamiento de explosivos.	Detonación masiva	1,00E-05	año^{-1}	3.12

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, presurizado.	Liberación instantánea del inventario completo	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, presurizado.	La liberación continua desde un poro del tamaño de la conexión más grande. Si el tanque está (parcialmente) lleno de líquido, la liberación se modela a partir del derrame de la fase líquida desde la conexión de líquido más grande.	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, presurizado.	Rotura del diámetro completo de la manguera de carga y descarga. Flujo de salida desde ambos lados de la rotura del diámetro completo.	4,00E-06	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, presurizado.	Fuga de la manguera de carga y descarga. Fuga desde un diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm.	4,00E-05	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, presurizado.	Rotura de todo el diámetro del brazo de carga y descarga. Fuga desde ambos lados de la rotura del diámetro completo	3,00E-08	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, presurizado.	Fuga del brazo de carga y descarga. Fuga desde diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm	3,00E-07	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, presurizado.	Fuego bajo el tanque, debe ser modelizado como una liberación instantánea del inventario completo del tanque	1,00E-06	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, atmosférico.	Liberación instantánea del inventario completo	1,00E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, atmosférico.	La liberación continua desde un poro del tamaño de la conexión más grande. Si el tanque está (parcialmente) lleno de líquido, la liberación se modela a partir del derrame de la fase líquida desde la conexión de líquido más grande.	5,00E-07	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.14

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, atmosférico.	Rotura del diámetro completo de la manguera de carga y descarga. Flujo de salida desde ambos lados de la rotura del diámetro completo.	4,00E-06	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, atmosférico.	Fuga de la manguera de carga y descarga. Fuga desde un diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm.	4,00E-05	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, atmosférico.	Rotura de todo el diámetro del brazo de carga y descarga. Fuga desde ambos lados de la rotura del diámetro completo	3,00E-08	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, atmosférico.	Fuga del brazo de carga y descarga. Fuga desde diámetro efectivo del 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm	3,00E-07	horas^{-1}	3.14
Camiones y vagones cisterna en una instalación. Tanque, atmosférico.	Fuego bajo el tanque, debe ser modelizado como una liberación instantánea del inventario completo del tanque	1,00E-05	año^{-1} tanque $^{-1}$	3.14
Buques de una instalación. Buque de líquidos de una capa.	Rotura del diámetro completo del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde ambos lados de la rotura completa	6,00E-05	transbordos^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de líquidos de una capa.	Fuga del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde un diámetro efectivo igual al 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm	6,00E-04	transbordos^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de líquidos de una capa.	Impacto externo, gran derrame, liberación continua de 75 m3 en 1800 s	6,70E-12	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Buques de una instalación. Buque de líquidos de una capa.	Impacto externo, pequeño derrame, liberación continua de 30 m3 en 1800 s	1,34E-11	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de líquidos de doble capa.	Rotura del diámetro completo del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde ambos lados de la rotura completa	6,00E-05	transbordos^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de líquidos de doble capa.	Fuga del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde un diámetro efectivo igual al 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm	6,00E-04	transbordos^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de líquidos de doble capa.	Impacto externo, gran derrame, liberación continua de 75 m3 en 1800 s	4,02E-13	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de líquidos de doble capa.	Impacto externo, pequeño derrame, liberación continua de 20 m3 en 1800 s	1,01E-13	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de gas.	Rotura del diámetro completo del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde ambos lados de la rotura completa	6,00E-05	transbordos^{-1}	3.15

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Buques de una instalación. Buque de gas.	Fuga del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde un diámetro efectivo igual al 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm	6,00E-04	transbordos^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de gas.	Impacto externo, gran derrame, liberación continua de 180 m3 en 1800 s	1,68E-12	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de gas.	Impacto externo, pequeño derrame, liberación continua de 90 m3 en 1800 s	8,04E-15	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de semi-gas .	Rotura del diámetro completo del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde ambos lados de la rotura completa	6,00E-05	transbordos^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de semi-gas .	Fuga del brazo de carga/descarga con flujo de salida desde un diámetro efectivo igual al 10% del diámetro nominal, con un máximo de 50 mm	6,00E-04	transbordos^{-1}	3.15

Fuente de peligro	Suceso Básico	Probabilidad	Unidad	Pág.
Buques de una instalación. Buque de semi-gas .	Impacto externo, gran derrame, liberación continua de 126 m3 en 1800 s	1,68E-12	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15
Buques de una instalación. Buque de semi-gas .	Impacto externo, pequeño derrame, liberación continua de 32 m3 en 1800 s	8,04E-15	Número total de buques por año en la ruta de transporte o en el puerto^{-1} Duración media de la carga/descarga por buque (en horas)$^{-1}$ Número de transbordos por año^{-1}	3.15

2. PROBABILIDADES BIBLIOGRÁFICAS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

A. HSE 2003 - *Assessment of benefits of fire compartmentation in chemical warehouses. Prepared by WS Atkins Consultants Ltd for the Health and Safety Executive*.

Categoría	Tipo de sistema	Probabilidad	Unidad	Pág.
Detección	Manual (tipo de combustible 1)	9,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual (tipo de combustible 2)	8,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual (tipo de combustible 3)	7,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual (tipo de combustible 4)	9,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual (tipo de combustible 5)	8,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Automático (tipo de combustible 1)	2,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Automático (tipo de combustible 2)	2,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Automático (tipo de combustible 3)	2,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Automático (tipo de combustible 4)	2,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Automático (tipo de combustible 5)	2,00E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual y automático (tipo de combustible 1)	1,80E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual y automático (tipo de combustible 2)	1,60E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual y automático (tipo de combustible 3)	1,40E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual y automático (tipo de combustible 4)	1,80E-01	demanda^{-1}	26
Detección	Manual y automático (tipo de combustible 5)	1,60E-01	demanda^{-1}	26
Sistema de extinción	Rociadores de agua(tipo de combustible 1)	4,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua(tipo de combustible 2)	3,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua(tipo de combustible 3)	2,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua(tipo de combustible 4)	1,00E-01	demanda^{-1}	28

Categoría	Tipo de sistema	Probabilidad	Unidad	Pág.
Sistema de extinción	Rociadores de agua(tipo de combustible 5)	1,50E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua y espuma (tipo de combustible 1)	2,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua y espuma (tipo de combustible 2)	1,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua y espuma (tipo de combustible 3)	5,00E-02	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua y espuma (tipo de combustible 4)	5,00E-02	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Rociadores de agua y espuma (tipo de combustible 5)	1,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Extinción con gas (tipo de combustible 1)	2,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Extinción con gas (tipo de combustible 2)	1,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Extinción con gas (tipo de combustible 3)	5,00E-02	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Extinción con gas (tipo de combustible 4)	8,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Extinción con gas (tipo de combustible 5)	9,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Manual (tipo de combustible 1)	9,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Manual (tipo de combustible 2)	8,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Manual (tipo de combustible 3)	6,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Manual (tipo de combustible 4)	6,00E-01	demanda^{-1}	28
Sistema de extinción	Manual (tipo de combustible 5)	8,00E-01	demanda^{-1}	28

Donde:

Tipos de combustible	
Tipo de combustible 1	Líquidos altamente inflamables
Tipo de combustible 2	Líquidos inflamables
Tipo de combustible 3	Líquidos combustibles
Tipo de combustible 4	Componentes metálicos
Tipo de combustible 5	Agentes fuertemente oxidantes

B. FG 2009 - *Handbook failure frequencies 2009 for drawing a safety report. Flemish Government. LNE Department. Environment, Nature and Energy Policy Unit. Safety Reporting Division.*

Categoría	Tipo de sistema	Probabilidad	Unidad	Pág.
Sistema de bloqueo	Sistema automático simple	1,00E-01	demanda^{-1}	24
Sistema de bloqueo	Sistema redundante automático	1,00E-02	demanda^{-1}	24
Sistema de bloqueo	Sistema automático de redundancia diversa	1,00E-03	demanda^{-1}	24
Sistema de bloqueo	Semiautomático	[0,1-0,01]	demanda^{-1}	24
Válvula de exceso de flujo	Flujo de salida es menor o igual al valor fijado	1,00E+00	demanda^{-1}	24
Válvula de exceso de flujo	El flujo de salida es menos que 1,2 veces el valor fijado	1,20E-01	demanda^{-1}	24
Válvula de exceso de flujo	El flujo de salida es más que 1,2 veces el valor fijado	6,00E-02	demanda^{-1}	24
Válvula de no retorno probada regularmente	Válvula de no retorno probada regularmente	6,00E-02	demanda^{-1}	24
Intervención del operador durante la actividad de carga y descarga	Intervención del operador durante la actividad de carga y descarga	1,00E-01	demanda^{-1}	24
Sistemas de contención pasiva	Sistemas de contención pasiva	0,00E+00	demanda^{-1}	24
Otros sistemas de contención	Otros sistemas de contención	1,00E-01	demanda^{-1}	27

C. **VROM 2005 - *Guidelines for quantitative risk assessment. PUBLICATIEREEKS GEVAARLIJKE STOFFEN. Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3). Ministerie van Verkeer en Waterstaat*.**

Categoría	Probabilidad	Unidad	Pág.
Sistemas de bloqueo automático	1,00E-03	demanda^{-1}	4.5
Sistemas de bloqueo control remoto	1,00E-02	demanda^{-1}	4.5
Sistemas de bloqueo control manual	1,00E-02	demanda^{-1}	4.5
Otros sistemas de contención	5,00E-02	demanda^{-1}	4.6

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y
EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y
EVALUACIÓN AMBIENTAL

GUÍA DE USUARIO

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

-SIRMA-

(ARM-IDM-MORA)

ANEXO II: Aclaraciones sobre los grupos de agente causante de daño-recurso natural afectado en el módulo IDM

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se ofrecen una serie de indicaciones que presten asistencia a los operadores a la hora de interpretar y utilizar la tabla de combinaciones agente causante del daño – recurso natural afectado consideradas en el módulo del IDM. Dicha tabla, por su interés, se reproduce a continuación.

			Recurso								
			Agua			Lecho continental y marino	Suelo	Ribera del mar y de las rías	Especies	
			Marina	Continental					Vegetales	Animales
				Superficial	Subterránea					
Agente causante de daño	Químico	COV halogenados	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 5		Grupo 9	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 16
		COV no halogenados								
		COSV halogenados								
		COSV no halogenados								
		Fueles y CONV				Grupo 7				
		Sustancias inorgánicas								
		Explosivos								
	Físico	Extracción/Desaparición		Grupo 3	Grupo 6		Grupo 3		Grupo 12	Grupo 17
		Vertido de inertes				Grupo 8				
		Temperatura		Grupo 4			Grupo 4		Grupo 13	Grupo 18
	Incendio								Grupo 14	Grupo 19
	Biologico	OMG							Grupo 15	Grupo 20
		Especies exóticas invasoras								
		Virus y bacterias								
		Hongos e insectos							Grupo 15	

COV, compuestos orgánicos volátiles (punto de ebullición <100ºC). **COSV**, compuestos orgánicos semivolátiles (punto de ebullición entre 100-325ºC). **CONV**, compuestos orgánicos no volátiles (punto de ebullición>325ºC). **OMG**, organismos modificados genéticamente.

Figura AII.1.-1 Combinaciones agente-recurso en el módulo IDM. Fuente: Reglamento.

2. EXPOSICIÓN DE LAS ACLARACIONES

2.1. AGUA MARINA

Los daños al agua marina serán aquellos que afecten a sus propiedades químicas y/o su estado medioambiental.

Dentro del grupo de los contaminantes químicos, únicamente no están recogidas en la tabla; 1) las sustancias explosivas más densas que el agua, ya que se estima que producirán daños al lecho del mar y no al agua marina en sí misma; y 2) aquellas sustancias que previsiblemente se disolverían en el agua —sustancias inorgánicas y algunos explosivos— ya que al

considerarse el agua del mar un recurso muy abundante y tener gran capacidad de resiliencia, no se han localizado técnicas de reparación aplicables que conlleven el tratamiento del agua marina.

Este último argumento se aplica en el caso de daños físicos por extracción de agua de mar. En este caso se asume que, para que un daño de este tipo fuera relevante, sería necesario realizar una extracción de gran envergadura de agua salada, por ello esta combinación se ha desestimado con carácter general.

Existen algunas combinaciones, tales como el vertido de inertes en el medio marino, que realmente se encuentran recogidas mediante otras combinaciones de la tabla, en este caso, se trataría de un daño por inertes al lecho marino.

De nuevo, debido a la magnitud de este recurso, se considera que no existen afecciones relevantes por temperatura, ya que la dinámica marítima haría que estos daños tengan un efecto temporal generalmente muy bajo.

Los daños biológicos no quedan recogidas en la tabla ya que estarían únicamente relacionados con las especies marinas y no con el recurso “agua del mar” en sí mismo.

2.2. AGUA CONTINENTAL SUPERFICIAL

Como sucede en los daños al recurso agua marina, en el caso del agua superficial, sólo se consideran como tales aquellos que afectan a sus propiedades químicas y su estado medioambiental.

Análogamente al caso del agua marina, el vertido de inertes al agua superficial sería tratado como un daño al lecho continental.

Todos los tipos de daños biológicos, como en el agua marina, estarían ligados a las especies acuáticas que habitan en el agua superficial continental y no con el agua como recurso.

2.3. AGUA CONTINENTAL SUBTERRÁNEA

Así como sucede con el resto de recursos acuáticos, el daño al agua subterránea se considera exclusivamente cuando se alteran las propiedades fisicoquímicas de este recurso.

Dado que se encuentra en profundidad y se trata de un medio de difícil acceso, se considera que no puede ser afectado por daños como el vertido de inertes o las variaciones de temperatura.

Los daños biológicos, quedarían excluidos de este recurso por la razón mencionada en los casos del agua marina y el agua continental superficial.

2.4. LECHO CONTINENTAL Y MARINO

Se considera que únicamente se puede producir una afección al lecho de los ríos y del mar a través de sustancias más densas que el agua, por ello, quedan excluidos de dañar a los lechos los compuestos químicos volátiles y semivolátiles ya que se considera que en gran medida se evaporarían o quedarían superficialmente en flotación.

En este caso, la extracción de lecho podría ser asimilada en esta tabla como una extracción de suelo.

Los daños causados por el resto de agentes: temperatura, incendio y biológicos, no son considerados como susceptibles de causar daños a los lechos.

2.5. SUELO

La afección al suelo se considera como una modificación de las propiedades físico-químicas del recurso.

En concreto, los únicos agentes que no se estiman relevantes de cara a dañar a un suelo son el incendio y los agentes biológicos. Esto se debe a que se entiende que el incendio solamente afectaría a la capa más superficial del terreno, sin llegar a dañar una cantidad de recurso relevante y a que la reparación de dicho recurso iría aparejada a la reparación del daño por incendio a las especies vegetales (consideradas en una combinación específica). Por otro lado, los daños biológicos afectarían a las especies vegetales que existiesen en ese suelo o a las especies de fauna, sin afectar a la composición del recurso suelo.

2.6. RIBERA DEL MAR Y DE LAS RÍAS

Este recurso se considera íntimamente ligado al recurso agua marina, ya que los daños más comunes que pueden afectar a ambos recursos son los vertidos de hidrocarburos —fueles, COV y COSV en el marco del modelo—.

En el resto de opciones no valoradas —sustancias inorgánicas, explosivos y los daños de tipo físico—, el tratamiento de este recurso debería asimilarse al del recurso suelo o a una combinación de suelo y agua.

Como sucedía en los daños al suelo y al agua, el incendio y los agentes biológicos son considerados de impacto no relevante en este recurso.

2.7. ESPECIES VEGETALES

En los daños ocasionados a la flora, únicamente existen dos tipos de agentes que no se hayan calificado como susceptibles de provocar un daño:

- El vertido de inertes, ya que se estima que la superficie afectada por un vertido de inertes generalmente nunca va a alcanzar unidades de superficie tan elevadas como para dañar a la vegetación de manera relevante —generalmente se maneja la escala de hectáreas en cuanto a lo que reparación de las especies vegetales se refiere—. Por tanto, este caso sería tratado como un daño al suelo.

  Si sucede que el daño a las especies vegetales debido a un vertido de inertes fuese evaluado como relevante, podría ser tratado como una combinación de daño al suelo y daño a la vegetación por extracción, al ser la misma técnica de reparación la que debería llevarse a cabo —retirada del agente causante del daño y posterior reposición de la vegetación—.
- Virus y bacterias, ya que se parte de la premisa de que únicamente afectan a las especies animales. Aun así, en caso de que se produzca un daño a la vegetación originado por una bacteria o virus, éste podría ser tratado en el modelo como un daño por hongos o insectos ya que debería aplicarse una técnica de reparación similar.

2.8. ESPECIES ANIMALES

Como sucede en el caso de la flora, únicamente hay dos tipos de agentes que no se hayan tenido en cuenta como potenciales agentes causantes del daño a la fauna:

- En primer lugar el vertido de inertes. Esto se debe a que, por la movilidad de las especies de fauna, se considera poco probable que un inerte pueda llegar a afectar a una especie animal de manera relevante. De nuevo, este daño se podría tratar generalmente como un daño al suelo.

  En caso de que el daño a las especies animales debido a un vertido de inertes fuese considerado relevante por el analista, este sería tratado como una combinación de daño al suelo y daño a la fauna por extracción, por analogía en las técnicas de reparación a emplear.
- En segundo lugar los hongos e insectos. Se parte de que estos agentes afectan comúnmente a la flora. A pesar de ello, en caso de que sucediese este supuesto, se podría asimilar en el modelo como un daño por virus o bacterias.

Con el fin de determinar si una especie está amenazada o no se propone utilizar como fuente de información las categorías de la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN. De tal forma que se considerarán amenazadas las categorías en peligro crítico, en peligro y vulnerable; y no amenazadas el resto de categorías (Figura AII.2).

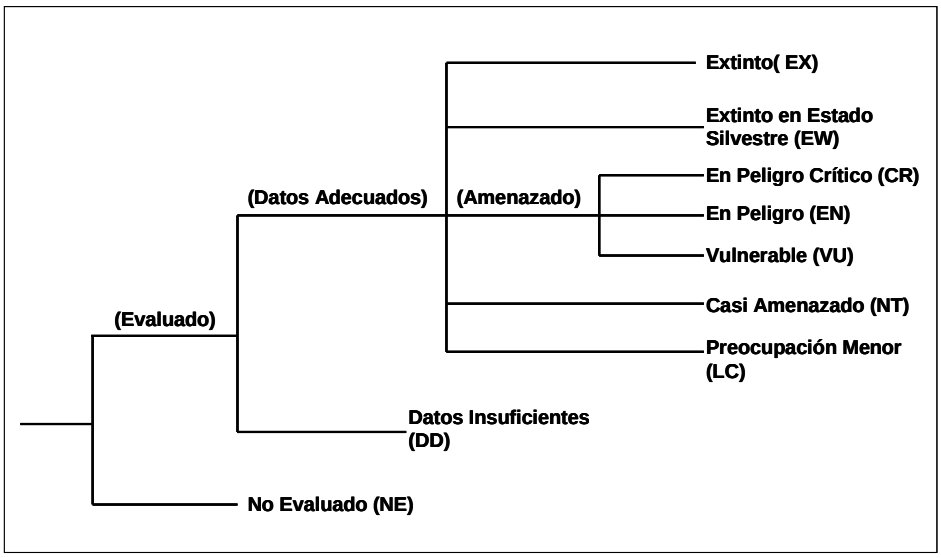


Figura AII.2.8-1 Categorías de amenaza del recurso natural especies. UICN.

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y
EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y
EVALUACIÓN AMBIENTAL

GUÍA DE USUARIO

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

-SIRMA-

(ARM-IDM-MORA)

ANEXO III: Descripción de los modificadores de la ecuación del IDM

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se ofrece una descripción de los modificadores que se emplean en la ecuación de cálculo del IDM ofreciéndose una serie de tablas tomadas del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MODIFICADORES

2.1. MODIFICADORES DEL ESTIMADOR DE LOS COSTES UNITARIOS (M_A)

2.1.1. DENSIDAD DE LA VEGETACIÓN

Como modificador de los costes unitarios —atendiendo al cuadro de Tarifas Tragsa 2007—, la densidad de la vegetación determina la técnica de reparación, siendo categorizada en función del número de pies por hectárea que sería necesario repoblar en el caso de masas arbóreas y de una densidad media cualitativa en el caso del matorral y el herbazal.

Categorías	Descripción	Valor
Muy densa	Densidad de pies superior a 700 pies/ha, matorral o herbazal muy denso	1,20
Media	Densidad de pies entre 50-700 pies/ha, matorral o herbazal de densidad media	1,00
Poco densa	Densidad de pies inferior a 50 pies/ha, matorral o herbazal poco denso	0,50

2.1.2. ESPACIO NATURAL PROTEGIDO (MODIFICADOR ENP)

La metodología de cálculo del IDM tiene en cuenta la posible afección a Espacios Naturales Protegidos como un incremento del coste del proyecto de reparación. Este incremento se fundamenta en que la reparación debería realizarse observando los instrumentos y normativas específicos del ENP —considerándose más exigentes que los establecidos para territorios sin especial protección—.

Categorías	Descripción	Valor
ENP	Posible afección a un ENP	1,25
No ENP	Sin afección a ENP	1,00

2.1.3. PEDREGOSIDAD

Para determinar la facilidad de acceso al lugar del daño se han descrito dos categorías de suelo de forma cualitativa. La diferencia de coste entre ambas categorías se basa en los costes de las repoblaciones forestales recogidos en las Tarifas Tragsa 2007.

Categorías	Descripción	Valor
Suelo pedregoso	Formado por rocas de todos los tamaños. Suelos irregulares.	1,10
Suelo no pedregoso	Formado por materiales compactados. Suelos fácilmente transitables.	1,00

2.1.4. PENDIENTE

La pendiente se considera un factor explicativo de los diferentes costes de las técnicas de reparación —atendiendo a los cuadros de precios establecidos en las Tarifas Tragsa 2007—.

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Pendiente media del terreno mayor del 50%	1,50
Media	Pendiente media del terreno entre 30 y 50%	1,25
Baja	Pendiente media del terreno inferior al 30%	1,00

2.2. MODIFICADORES DEL ESTIMADOR DE LA CANTIDAD DE RECEPTOR AFECTADO (M_B)

2.2.1. BIODEGRADABILIDAD

Existen diferentes expresiones que representan la acción que ejercen los procesos naturales de degradación biológica sobre los agentes causantes del daño. Un ejemplo muy generalizado es representar la biodegradabilidad de la sustancia a través del porcentaje de sustancia que se biodegrada durante un tiempo determinado (Ej. 75%, 14 días). Para la valoración de este modificador se recomienda acudir a las fichas de seguridad de las sustancias tales como las recopiladas por la Comisión Europea en su plataforma de información European Chemical Substances Information System (http://esis.jrc.ec.europa.eu/).

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Alta capacidad de biodegradación	1,00
Media	Capacidad media de biodegradación	0,90
Baja	Baja capacidad de biodegradación	0,80

2.2.2. DENSIDAD DE LA POBLACIÓN

La metodología del IDM propone una escala basada en criterios cualitativos con el fin de establecer la densidad de población en la zona que se vería afectada por el daño medioambiental:

Categorías	Descripción	Valor
Muy densa	Existen abundantes referencias sobre la presencia actual de la especie en la zona. La población cuenta con un elevado número de individuos por unidad de superficie en relación con otras poblaciones comparables de la misma especie.	2,00
Media	Existe un número elevado de referencias sobre la presencia actual de la especie en la zona. La población tiene un número medio de individuos por unidad de superficie en relación con otras poblaciones comparables de la misma especie.	1,50
Poco densa	Existen escasas referencias de la presencia actual de la especie en la zona. Las poblaciones tienen un número bajo de individuos por unidad de superficie en relación con otras poblaciones comparables de la misma especie.	1,00

2.2.3. DENSIDAD DE LA VEGETACIÓN

Como modificador de la cantidad de recurso afectado, la densidad de la vegetación se ha categorizado de nuevo en función del número de pies por hectárea que sería necesario repoblar en el caso de masas arbóreas y de una densidad media cualitativa en el caso del matorral y el herbazal. La introducción de este modificador en el IDM atiende a las exigencias de información de entrada requeridos por el modelo de incendios forestales BEHAVE (USDA).

Categorías	Descripción	Valor
Muy densa	Densidad de pies superior a 700 pies/ha, matorral o herbazal muy denso	2,50
Media	Densidad de pies entre 50-700 pies/ha, matorral o herbazal de densidad media	1,00
Poco densa	Densidad de pies inferior a 50 pies/ha, matorral o herbazal poco denso	0,50

2.2.4. DIFERENCIA DE TEMPERATURA

En el caso de daños físicos por temperatura, se ha considerado que la diferencia de temperatura entre el agente y el recurso determina la cantidad de recurso que pueda verse afectado. Las distintas categorías de la escala se han establecido en base a la diferencia entre la variación anual de temperatura media que puede experimentar el agua de un río en España (comprendida entre 5ºC y 25 ºC, aproximadamente) y el rango de temperatura de un vertido industrial tipo que va desde 5ºC a 100ºC. Estos datos se han obtenido a partir de criterio experto y de la información sobre calidad de las aguas facilitadas por los distintos Organismos de Cuenca.

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Diferencia de temperatura mayor de 50 ºC	2,00
Media	Diferencia de temperatura entre 20 y 50 ºC	1,50
Baja	Diferencia de temperatura menor de 20 ºC	1,00

2.2.5. LAGO O EMBALSE

Los datos sobre el tamaño de los lagos o embalses del territorio nacional han sido extraídos del Inventario de Presas y Embalses de España (MITERD), a partir del cual se han categorizado los embalses en función de su capacidad.

Categorías	Descripción	Valor
Grande	Volumen del lago o embalse superior a 100 hm^3	3,00
Mediano	Volumen del lago o embalse entre 5-100 hm^3	2,00
Pequeño	Volumen del lago o embalse inferior a 5 hm^3	1,50
Sin afección	Sin afección a lago o embalse	1,00

2.2.6. PELIGROSIDAD

La peligrosidad se tiene en cuenta únicamente en los daños causados por agentes biológicos —OMG, especies exóticas invasoras y microorganismos patógenos—. Cuanto mayor sea la peligrosidad del organismo mayores serán los daños que pueda originar. Los criterios técnicos tenidos en consideración para describir las diferentes categorías de peligrosidad se han basado en criterio experto y en lo establecido en la normativa sectorial sobre Organismos Modificados Genéticamente (OMG).

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Probabilidad muy alta de que cause enfermedad grave o desplace a otros organismos y probabilidad elevada de propagación al resto de colectivos. En el caso de OMG hace referencia a un grado de confinamiento moderado o alto (OMG de tipo 3 ó 4, respectivamente)	3,00
Media	Posibilidad de que cause enfermedades o desplace a otros organismos a nivel individual pero con baja probabilidad de propagación al resto de colectivos. En el caso de OMG hace referencia a un grado de confinamiento medio (OMG de tipo 2).	2,00
Baja	Probabilidad muy baja de que cause enfermedades o desplace a otros organismos. En el caso de OMG hace referencia a un grado de confinamiento bajo (OMG de tipo 1).	1,00

2.2.7. PENDIENTE

En este caso la categoría de pendiente se incluye como un factor explicativo de la magnitud de los incendios forestales —aspecto tenido en cuenta en modelos como BEHAVE (USDA)—.

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Pendiente media del terreno mayor de 10%	2,50
Media	Pendiente media del terreno entre el 5% y el 10%	1,00
Baja	Pendiente media del terreno inferior al 5%	0,50

2.2.8. PERMEABILIDAD 1

Modificador referente al suelo. En la metodología del IDM la permeabilidad del suelo se clasifica aplicando un criterio cualitativo basado en los materiales que lo constituyen. La inclusión de este modificador en la metodología del IDM se realiza con base en la revisión de modelos de difusión de sustancias químicas en el suelo y las aguas subterráneas (GRIMAZ, S., 2007 y 2008).

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Suelo de elevada permeabilidad formado por gravas, arena suelta, calizas fracturadas, etc.	2,00
Media	Suelo de permeabilidad intermedia formado por arenas limosas o arcillosas, limos, etc.	1,50
Baja	Suelo de baja permeabilidad formado por arcillas, margas, roca no fracturada, etc.	1,00

2.2.9. PERMEABILIDAD 2

Modificador referente a las aguas subterráneas. Al igual que en el caso anterior se emplea un criterio cualitativo con el fin de definir la mayor o menor permeabilidad de los suelos. No obstante, la escala de valores se diferencia con respecto al primero a fin de adecuarla a los potenciales daños que podrían sufrir las masas de agua subterráneas (GRIMAZ, S. ibid.).

Categorías	Descripción	Valor
Alta	Suelo de elevada permeabilidad formado por gravas, arena suelta, calizas fracturadas, etc.	3,00
Media	Suelo de permeabilidad intermedia formado por arenas limosas o arcillosas, limos, etc.	2,00
Baja	Suelo de baja permeabilidad formado por arcillas, margas, roca no fracturada, etc.	1,00

2.2.10. PRECIPITACIÓN

La precipitación media anual se ha introducido utilizando como referencia el modelo de simulación de incendios BEHAVE (USDA), donde uno de los principales datos de entrada es la humedad del combustible. Las categorías de este parámetro se han diferenciado utilizando como referencia la información publicada en el Atlas Climático Ibérico (MARM, 2011).

Categorías	Descripción	Valor
Zona seca	Precipitación media anual inferior a 400 mm	2,50
Zona media	Precipitación media anual entre 400 y 700 mm	1,00
Zona húmeda	Precipitación media anual superior a 700 mm	0,50

2.2.11. RÍO

La tipología de ríos —atendiendo a su caudal— donde se podría realizar un hipotético vertido, se ha establecido sobre la base del Perfil Ambiental de España 2010 (MARM, 2010).

Categoría	Descripción	Valor
Río muy caudaloso	Caudal medio superior a 100 m^3/s	2,00
Río medianamente caudaloso	Caudal medio entre 5 y 100 m^3/s	1,50
Río poco caudaloso	Caudal medio inferior a 5 m^3/s	1,25
Sin afección	Sin afección a río	1,00

2.2.12. SOLUBILIDAD

La solubilidad de una sustancia vertida al agua se introduce en el IDM atendiendo a la escala de valoración propuesta por FAO (2000).

Categoría	Descripción	Valor
Insoluble	Solubilidad inferior a 0,1 mg/l de agua a 20ºC	1,00
Poco soluble	Solubilidad entre 0,1 y 10 mg/l de agua a 20ºC	0,90
Muy soluble	Solubilidad superior a 10 mg/l de agua a 20ºC	0,80

2.2.13. TEMPERATURA

El parámetro de temperatura ambiental se ha introducido con fundamento en el modelo de simulación de incendios BEHAVE (USDA). Con objeto de establecer los rangos de este parámetro se ha empleado la información publicada en el Atlas Climático Ibérico (MARM, 2011).

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Temperatura del aire superior a 17,5 ºC	2,50
Media	Temperatura del aire entre 10 y 17,5 ºC	1,00
Baja	Temperatura del aire inferior a 10 ºC	0,50

2.2.14. TIPO DE FUGA

El tipo de fuga constituye un aspecto de gran relevancia conforme a lo establecido por modelos de difusión como el que propone GRIMAZ, S. (2007 y 2008).

Categoría	Descripción	Valor
Fuga creciente	El caudal liberado aumenta a lo largo del tiempo	1,50
Fuga continua	El caudal liberado se mantiene constante a lo largo del tiempo	1,25
Fuga instantánea	Volumen liberado en un tiempo despreciable	1,00

2.2.15. TOXICIDAD

La toxicidad de las sustancias químicas se describe a través de tres categorías en función de la intensidad de los efectos adversos que experimentan los organismos vivos expuestos a dichas sustancias durante un tiempo determinado. Los efectos adversos atienden a parámetros tales como la mortalidad, la inmovilidad, la inhibición del crecimiento, la mutagenicidad, la teratogenicidad y la carcinogenicidad (ECB, 2003).

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Sustancias con efectos adversos claros y a corto plazo sobre el receptor, con consecuencias evidentes sobre los ecosistemas y sus hábitats y especies. Afección prevista sobre al menos el 50% de la población expuesta al agente causante del daño.	2,00
Media	Sustancias con posibles efectos adversos a largo plazo para un porcentaje de la población expuesta al agente causante del daño comprendido entre el 10% y el 50%.	1,50
Baja	Sustancias que pueden afectar al menos al 1% de la población expuesta.	1,00

2.2.16. VIENTO

El parámetro de velocidad del viento se ha introducido en la metodología del IDM atendiendo al modelo de simulación de incendios BEHAVE (USDA). Con el fin de establecer los rangos se ha acudido a la cartografía y a los datos contenidos en el Atlas Nacional de España (ANE).

Categoría	Descripción	Valor
Fuerte	Velocidad media del viento superior a 5 m/s	2,50
Medio	Velocidad media del viento entre 1 y 5 m/s	1,00
Suave	Velocidad media del viento menor de 1 m/s	0,50

2.2.17. VISCOSIDAD

La viscosidad se ha considerado en el IDM atendiendo a la demanda que hacen de esta variable algunos modelos de difusión como GRIMAZ, S. (2007 y 2008). Su categorización se ha llevado a cabo a través de una escala cualitativa donde el usuario deberá seleccionar la categoría que mejor se ajuste al caso analizado.

Categoría	Descripción	Valor
Sustancia poco viscosa	Sustancias de baja viscosidad como agua, disolventes, etc.	1,25
Sustancia medianamente viscosa	Sustancias de viscosidad intermedia	1,10
Sustancia muy viscosa	Sustancias de elevada viscosidad como resinas, materiales bituminosos, etc.	1,00

2.2.18. VOLATILIDAD

Para categorizar la volatilidad se han utilizado los baremos de clasificación de sustancias químicas basados en el punto de ebullición (PE) que propone MORA.

Categoría	Descripción	Valor
Baja	P_E > 325 ºC	1,00
Media	P_E entre 100 y 325 ºC	0,90
Alta	P_E < 100 ºC	0,80

2.3. MODIFICADORES DEL ESTIMADOR DEL COSTE DE REVISIÓN Y CONTROL (M_C)

En la metodología del IDM se entiende por duración del daño el intervalo de tiempo que trascurre desde que éste acontece hasta que la reparación logra aproximar lo máximo posible los recursos naturales a su estado original (estado básico). Se considera que cuanto mayor es la duración de los daños, mayor será el coste de revisión y control asociado al proyecto de reparación.

Se han diferenciado cinco escalas de este parámetro con el fin de ajustar sus valores a las diferentes combinaciones agente-recurso:

2.3.1. MODIFICADOR DE DURACIÓN 1

Esta escala de valoración se fundamenta en la información sobre las técnicas de reparación de aguas superficiales y lechos provistas por el FRTR (desde 1990). Dicha escala es la que establece unos menores lapsos de tiempo desde que se produce el daño hasta que éste se repara.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	> 1 año	1,25
Media	6 meses - 1 año	1,10
Baja	< 6 meses	1,00

2.3.2. MODIFICADOR DE DURACIÓN 2

La segunda escala de valoración se destina a los daños ocasionados a las masas de aguas subterráneas donde, a partir de la información provista por el FRTR (desde 1990), se obtienen rangos sensiblemente superiores a los anteriores.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	> 10 años	1,25
Media	3 años – 10 años	1,10
Baja	< 3 años	1,00

2.3.3. MODIFICADOR DE DURACIÓN 3

Esta escala hace referencia al tiempo en que surten efecto las técnicas de reparación de suelos (FRTR, desde 1990). En esta escala se distinguen categorías de duración intermedias entre las recogidas en los modificadores de duración 1 y 2.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	> 2 año	1,25
Media	6 meses - 2 años	1,10
Baja	< 6 meses	1,00

2.3.4. MODIFICADOR DE DURACIÓN 4

Se ha definido una escala específica dirigida a las especies vegetales basada en el tiempo que sería necesario para obtener una masa de vegetación similar a la que se podría ver afectada por el daño.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Arbolado maduro, más de 30 años	1,25
Media-alta	Arbolado joven, menos de 30 años	1,10
Media-baja	Matorral	1,05
Baja	Herbazal	1,00

2.3.5. MODIFICADOR DE DURACIÓN 5

En el caso de las especies animales se ha utilizado la información suministrada por la metodología de MORA, la cual se fundamenta a su vez, en la información proporcionada por las comunidades autónomas representadas en el Grupo de Trabajo para el Cálculo del Valor de Reposición de la Comisión técnica de prevención y reparación de daños medioambientales.

Categoría	Descripción	Valor
Alta	Mamíferos	1,25
Baja	Resto de especies	1,00

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y
EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y
EVALUACIÓN AMBIENTAL

GUÍA DE USUARIO

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

-SIRMA-

(ARM-IDM-MORA)

ANEXO IV: CASO PRÁCTICO

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

ÍNDICE

1. OBJETIVO DEL CASO PRÁCTICO 1

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y LA ACTIVIDAD 2

2.1. SUSTANCIAS 2

2.2. RECURSOS NATURALES 3

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO 3

3. DESARROLLO DEL ARM A PARTIR DEL MÓDULO ARM 4

3.1. EJEMPLO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL MÓDULO ARM 5

3.2. EJEMPLO DE INTRODUCCIÓN DE UNA NUEVA FUENTE BIBLIOGRÁFICA 15

4. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIOAMBIENTAL 25

4.1. EJEMPLO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL MÓDULO IDM 26

5. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA 34

6. CUANTIFICACIÓN Y MONETIZACIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA 36

6.1. EXTENSIÓN DEL DAÑO 36

6.2. INTENSIDAD DEL DAÑO 37

6.3. ESCALA TEMPORAL 37

7. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA (MORA) 38

7.1. RECOPILACIÓN DE DATOS PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA 38

7.2. ACCESO AL MÓDULO MORA 39

7.3. DATOS GENERALES 39

7.4. LOCALIZACIÓN DEL DAÑO 40

7.5. SELECCIÓN DE AGENTES 41

7.6. RECURSOS AFECTADOS POR EL AGENTE 42

7.7. COMBINACIÓN AGENTE-RECURSO: DATOS DEL DAÑO. 43

7.8. VALORACIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL 43

7.9. PRESUPUESTO DEL COSTE DE ACCESO 48

7.10. CÁLCULO DE GARANTÍA FINANCIERA 48

7.11. INFORME FINAL 49

8. DETERMINACIÓN DE LA GARANTÍA FINANCIERA POR RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL 50

1. OBJETIVO DEL CASO PRÁCTICO

El objeto del presente caso práctico es ilustrar la forma en la que se utilizaría el Sistema de información de responsabilidad medioambiental (SIRMA) con el fin de identificar cada uno de los escenarios accidentales resultantes de los sucesos básicos o iniciadores, presentes en una instalación hipotética, y conocer sus características, así como estimar el IDM de cada uno de ellos para seleccionar el escenario accidental de referencia sobre el cual se realizará la monetización del daño medioambiental para fijar la cuantía de la garantía financiera.

Se parte de la hipótesis de que el ejemplo hace referencia a una instalación del Anexo III de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, si bien se trata de un ejemplo ficticio donde las sustancias y sus volúmenes, las probabilidades e incluso los escenarios accidentales han sido seleccionados aleatoriamente. Por tanto, no existe una instalación concreta que agrupe todos los escenarios identificados y que haya servido de base para la redacción de este caso práctico, dado que el único propósito de este ejemplo es ilustrar la forma en que debería determinarse la cuantía de la garantía financiera que tendría que constituir, en su caso, esta hipotética instalación con el objeto de dar cumplimiento a las obligaciones establecidas por el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre.

Con el objetivo simplificar el ejemplo se ha supuesto una instalación que maneja pocas sustancias y por tanto cuenta con pocos escenarios, y únicamente se ha entrado en detalle en el cálculo de la probabilidad asociada a un único escenario, dando, del resto de escenarios accidentales únicamente los valores finales que resultarían para cada uno de ellos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y LA ACTIVIDAD

En este apartado se detallan las sustancias que podrían ocasionar un daño a los recursos naturales que podrían verse afectados y las características del entorno que resultan determinantes para la estimación del IDM.

Es importante hacer mención a que, por norma general, este apartado debería aportar, además de los aspectos incluidos en el presente documento, un breve resumen de las características generales de la actividad desarrollada así como una descripción de las distintas fases que se realizan en el proceso productivo en esta instalación en particular. Esta información complementaria, que en todo caso deberá acompañar al análisis de riesgos medioambientales, se ha obviado en la elaboración del presente caso práctico a fin de centrar la atención específicamente en el uso del Sistema de información de responsabilidad medioambiental (SIRMA) para una instalación ficticia.

2.1. SUSTANCIAS

En el presente caso práctico se ha supuesto que, de entre el total de sustancias manejadas en la instalación objeto de estudio, las que podrían ocasionar un daño a los recursos naturales contemplados por la Ley 26/2007 son únicamente siete. El resto de sustancias se ha considerado que no serían peligrosas o no se manejarían en cantidades suficientes como para poder ocasionar un daño al medio ambiente. Es importante destacar que, tal y como se verá en los apartados siguientes, se han identificado también para este caso práctico algunos escenarios en los que no existe una sustancia química causante del mismo (incendios).

A continuación se adjunta una tabla con las propiedades físico-químicas relevantes, de cara a la estimación del IDM, de cada una de esas sustancias.

Sustancia	Propiedades físico-químicas				
	Biodegradabilidad	Solubilidad	Toxicidad	Viscosidad	Volatilidad
Sustancia A	Alta	Poco soluble	Alta	Media	Alta
Sustancia B	Media	Insoluble	Media	Alta	Media
Sustancia C	Baja	Muy soluble	Alta	Media	Media
Sustancia D	Media	Muy soluble	Alta	Baja	Alta
Sustancia E	Baja	Muy soluble	Media	Media	Media
Sustancia F	Baja	Insoluble	Baja	Baja	Media
Sustancia G	Media	Poco soluble	Alta	Baja	Baja

Tabla AIV.2.1-1. Propiedades fisicoquímicas de las sustancias susceptibles de causar daños al medio ambiente. Fuente: Elaboración propia a partir de fichas de seguridad.

2.2. RECURSOS NATURALES

Se ha partido de la premisa de que los terrenos adyacentes a la instalación no están pavimentados, por lo que el recurso suelo sería susceptible de ser dañado. Además, existe una zona ocupada por un pinar de 45 años, que también podría verse afectada por un hipotético daño.

Se supone que la instalación está situada en una zona de interior —por lo que la afección al agua marina no sería posible— y que los cursos de agua superficial más próximos se encuentran a una distancia considerable como para que puedan ser dañados. Por otro lado, se ha supuesto que existe un acuífero en la zona y que el terreno no es impermeable.

Por tanto, los recursos que podrían verse afectados son el suelo, las aguas subterráneas y el hábitat.

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO

En la tabla siguiente se indican algunas características del entorno relevantes de cara a la aplicación del IDM.

Característica	Valor
Nivel de profundidad del acuífero	Somero
Densidad de la vegetación	1.000 pies/ha
Espacio Natural Protegido	No
Pedregosidad	No
Pendiente	4%
Permeabilidad	Media (arenas limosas)
Precipitación media anual	1.000 mm
Temperatura media anual	12,5 ºC
Velocidad media del viento	4,5 - 5 m/s

Tabla AIV.2.3-1. Características del entorno de la instalación. Fuente: Elaboración propia.

3. DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES (ARM) A PARTIR DEL MÓDULO ARM

En primer lugar, se utiliza el módulo ARM como asistencia para la elaboración de los Análisis de Riesgos Medioambientales conforme a la metodología dispuesta en la Ley 26/2007, de 26 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental y su Reglamento de desarrollpo parcial. Más concretamente se lleva a cabo la elaboración del árbol de sucesos resultante de un suceso básico o iniciador, siguiendo el esquema pautado por la Norma UNE 150008:2008 de análisis y evaluación del riesgo medioambiental.

En este ejemplo práctico de aplicación (tanto para el módulo ARM como para el módulo IDM), se parte de la hipótesis de que la instalación objeto de estudio cuenta con las distintas fuentes de peligro distribuidas en distintas zonas de la instalación que se muestran en la tabla siguiente. Asimismo, se indican los sucesos iniciadores asociados a cada una de esas fuentes de peligro.

Zona	Fuentes de peligro	Suceso iniciador
Zona 1	Sustancia A	Derrame de la sustancia A desde equipo
	Sustancia B	Derrame de la sustancia B desde depósito
	Sustancia C	Derrame de la sustancia C desde depósito
	Sustancia D	Derrame de la sustancia D desde depósito
	Sustancia G	Derrame de la sustancia G desde tubería
Zona 2	Sustancia E	Derrame de la sustancia E desde equipo
	Chispa	Incendio en la zona 2
Zona 3	Sustancia F	Explosión/Incendio de la sustancia F

Tabla AIV.3-1. Fuentes de peligro y sucesos iniciadores identificados. Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que en el incendio de la zona 2 no existe una sustancia asociada al suceso iniciador, sino que este se generaría a consecuencia de una chispa, siendo esta la fuente de peligro que ocasionaría el daño.

Por otro lado, se ha supuesto que, en el caso de la sustancia D, las consecuencias de un eventual accidente variarían significativamente dependiendo de si la sustancia se vierte desde tubería o desde depósito, ya que el volumen vertido sería el doble en el segundo caso. No obstante, esto puede producirse por otras múltiples razones, por ejemplo, debido a que el almacén de la sustancia y el lugar en el que ésta entra en el proceso estén ubicados en diferentes zonas de la instalación; pudiendo tener cada una de ellas riesgos y medidas de prevención y evitación suficientemente distintas como para que lo sean también sus consecuencias ambientales, aunque el volumen de vertido al medio fuese el mismo en ambos casos.

3.1. EJEMPLO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL MÓDULO ARM

Para ilustrar el modo de utilización de la aplicación ARM y conocer así los escenarios accidentales que parten de una fuente de peligro, se reproduce a continuación cómo se introduciría la información en el módulo ARM aplicado a una fuente de peligro determinada. Concretamente se va a ilustrar la introducción de la fuente de peligro: Tubería subterránea - Sustancia G.

En la primera pantalla del módulo del ARM se cumplimentan los datos generales del informe; nombre, fecha de alta y usuario. El usuario rellenará el apartado de Nombre y pulsará el botón "Guardar" para continuar en la pantalla de Fuentes de peligro del informe ARM.

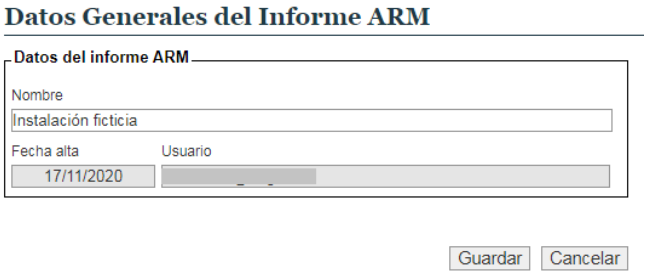


Figura AIV.3.1-1. Pantalla de datos generales del informe ARM. Fuente: SIRMA.

En la siguiente pantalla se pulsará sobre "Alta fuente de peligro" para introducir las fuentes de peligro de la instalación en el informe.

Figura AIV.3.1-2. Botón de "Alta de fuentes de peligro" del informe ARM. Fuente: SIRMA.

A continuación se cumplimentan/seleccionan los datos generales de la fuente de peligro; su nombre, la fuente bibliográfica que quiera seleccionarse para asignar la probabilidad de fallo a la fuente de peligro introducida, la categoría a la que pertenece la fuente de peligro, la fuente de peligro (que concreta la fuente de peligro tal y como se recoge en la bibliografía) y las observaciones que el operador considere oportunas.

Conforme a la información aportada en la tabla Tabla AIV.3-1, la fuente de peligro en cuestión es “tubería subterránea de sustancia G” y la categoría “tuberías subterráneas”. Además, se selecciona la fuente bibliográfica Flemish Government 2009. Así, esta pantalla se rellenaría como se indica en la figura siguiente.

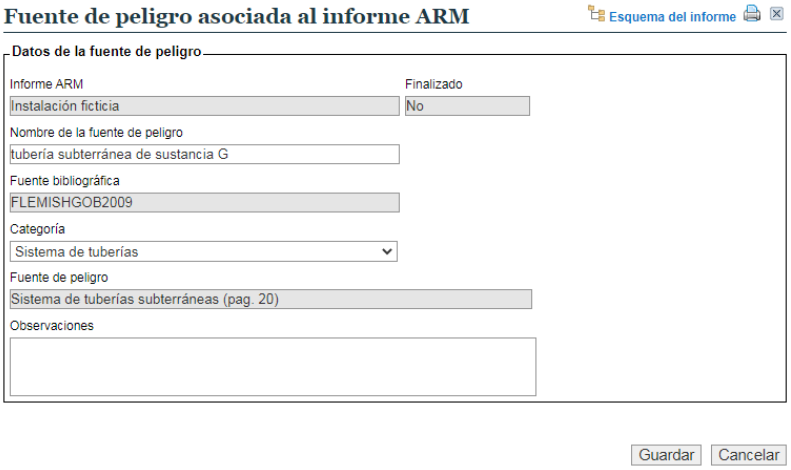


Figura AIV.3.1-3. Pantalla de cumplimentación de datos de la fuente de peligro asociada al informe ARM. Fuente: SIRMA.

Pulsando el botón “Guardar” aparece una pantalla que aporta un listado de las fuentes de peligro que el operador haya ido introduciendo en el informe. Para continuar con el desarrollo del informe, se procede a introducir los sucesos básicos dentro de esta fuente de peligro ya introducida. Para ello, se pulsa en el icono informe (🗋) que aparece bajo la columna “sucesos básicos” de la tabla.

Figura AIV.3.1-4. Botón informe (🗋) bajo la columna “Sucesos básicos” de la tabla Fuente: SIRMA.

Para continuar, se pulsa sobre “Alta de Suceso básico” para pasar a la siguiente pantalla.

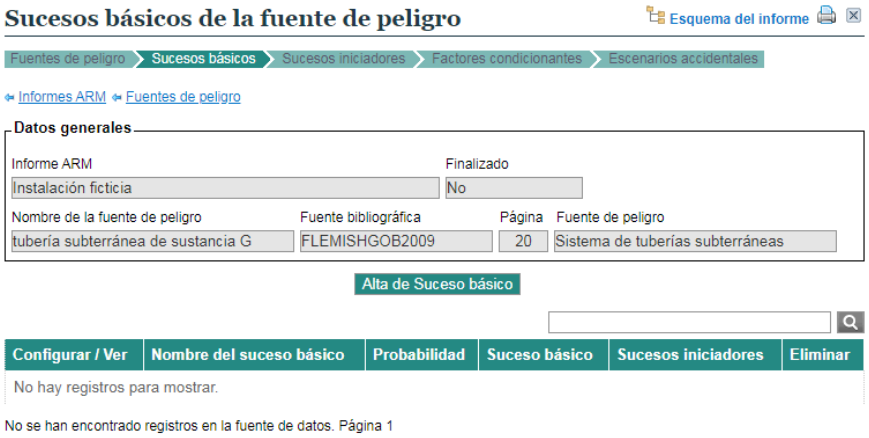


Figura AIV.3.1-5. Botón de “Alta de Suceso básico”. Fuente: SIRMA.

Esta pantalla incluye los datos generales del informe, los datos de la fuente de peligro y un desplegable con los sucesos básicos asociados a la fuente de peligro seleccionada, en este caso: rotura. Este suceso básico “rotura de la tubería subterránea de Sustancia G” lleva asociada una probabilidad de ocurrencia que se mostrará en la siguiente pantalla.

Figura AIV.3.1-6. Pantalla de cumplimentación de datos del suceso básico”. Fuente: SIRMA.

Además de la probabilidad de ocurrencia del suceso básico, en la siguiente pantalla la aplicación solicita información referente a las características de la fuente de peligro a la que está asociado el suceso básico: metros, tipo de sustancia, tipo de reactividad (cuando corresponda), tipo de vertido, nombre del suceso básico y observaciones sobre el suceso básico que el usuario considere oportunas (ver figura siguiente).

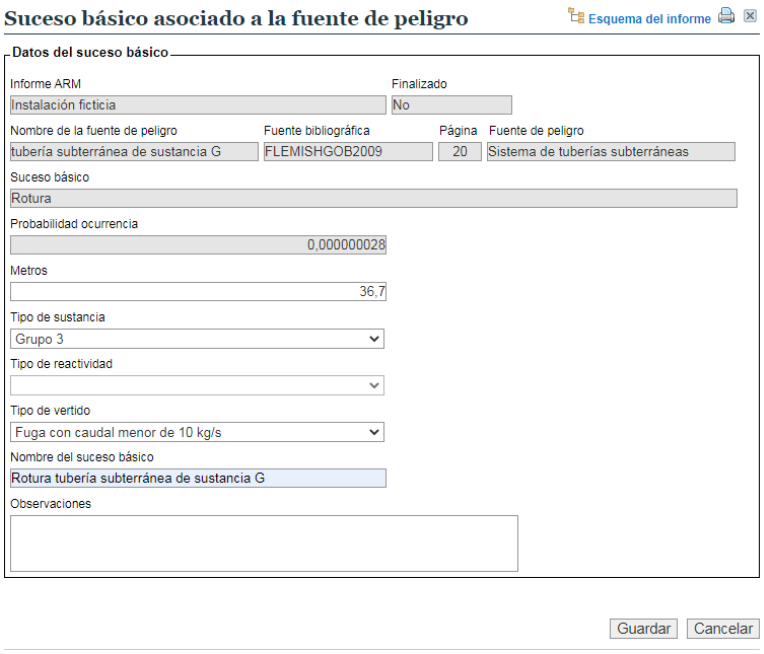


Figura AIV.3.1-7. Pantalla de cumplimentación de datos del suceso básico asociado a la fuente de peligro. Fuente: SIRMA.

Presionando el botón “Guardar” se regresará a la pantalla de sucesos básicos de la fuente de peligro, que ahora incluye en una tabla los datos del suceso básico introducido, tal y como se muestra en la figura siguiente. Si el usuario desea agregar nuevos sucesos básicos, deberá repetir el mismo proceso pulsando de nuevo el botón “Alta de suceso básico”.

Para continuar con el desarrollo del informe, se procede a introducir los sucesos iniciadores dentro del suceso básico ya introducido. Para ello, se pulsa en el icono informe (🗋) que aparece bajo la columna “sucesos iniciadores” de la tabla.

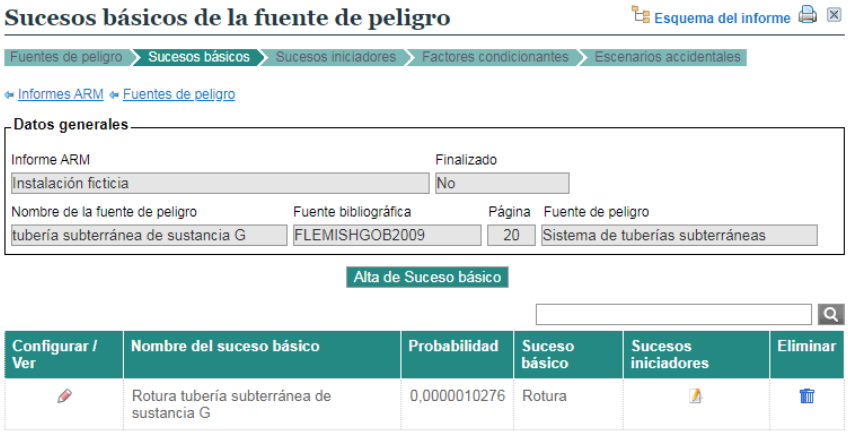


Figura AIV.3.1-8. Pantalla de listado de sucesos básicos de la fuente de peligro. Fuente: SIRMA.

La siguiente pantalla incluye en el cuadro superior los datos generales del informe, los datos de la fuente de peligro y los del suceso básico.

Clicando en el apartado de "Configurar/ver" de cada suceso iniciador (pulsando sobre el icono de "lápiz" ✎) se incluye, en primer lugar, el volumen de agente contaminante asociado a cada uno de los sucesos iniciadores generados. Esta acción, necesaria para continuar con el análisis y la incorporación de los factores condicionantes, viene indicada en dicha pantalla mediante el siguiente mensaje de advertencia:

"Para acceder a los factores condicionantes han de informarse los datos del suceso iniciador."

Figura AIV.3.1-9. Botón "Configurar/Ver" los sucesos iniciadores del suceso básico. Fuente: SIRMA.

Así, pulsando sobre el icono de "lápiz" (✎) de la columna "Configurar/ver" se accede a la pantalla de datos del suceso iniciador, denominada "Suceso iniciador generado por el suceso básico". En este ejemplo práctico, tal y como se describe al inicio del este epígrafe 3, la sustancia G origina el suceso iniciador derrame y por ello se selecciona el SI.2: Derrame/Nube tóxica.

Los nuevos apartados que el usuario debe cumplimentar en la siguiente pantalla son: el nombre del suceso iniciador en cuestión, el tipo de combustible, la descripción de la sustancia, el volumen vertido y las observaciones que el usuario estime oportunas.

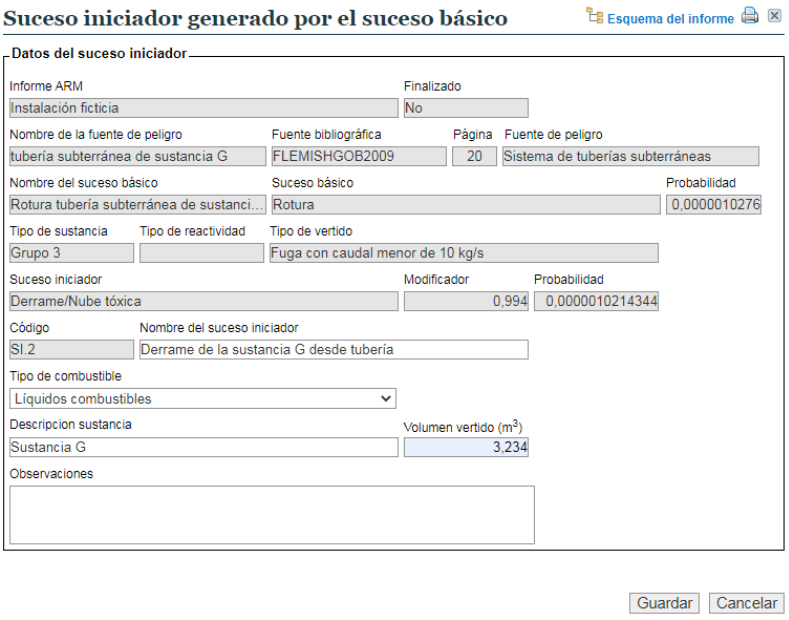


Figura AIV.3.1-10. Pantalla de cumplimentación de los datos del suceso iniciador generado por el suceso básico. Fuente: SIRMA.

Si se introduce la información solicitada y se pulsa el botón “Guardar”, la aplicación incorporará la cantidad liberada a la columna “Volumen vertido (m^3)” de la pantalla “Sucesos iniciadores del suceso básico” y se aparecerá el signo de Informe (🗋) bajo la columna denominada “Factores condicionantes” que permitirá continuar con la evaluación de riesgos medioambientales (Ver figura siguiente).

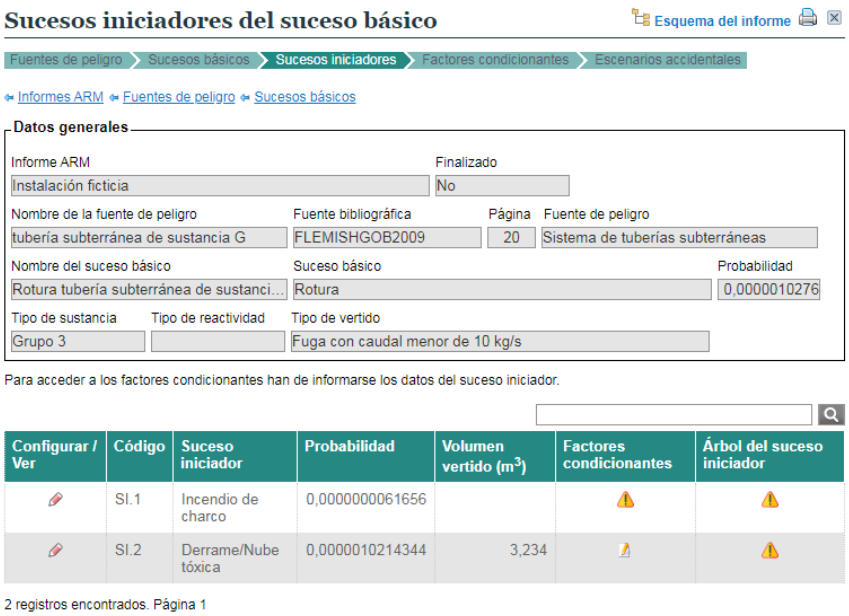


Figura AIV.3.1-1. Pantalla de listado de sucesos iniciadores del suceso básico. Fuente: SIRMA.

A continuación, se realiza la cumplimentación de los factores condicionantes que aplican a este suceso iniciador. Para ello, si se pulsa el signo de Informe (🗋) aparece un cuadro resumen de la información general introducida hasta el momento bajo la cual se encuentra el botón "Alta de Factor condicionante", tal y como se muestra en la figura que sigue.

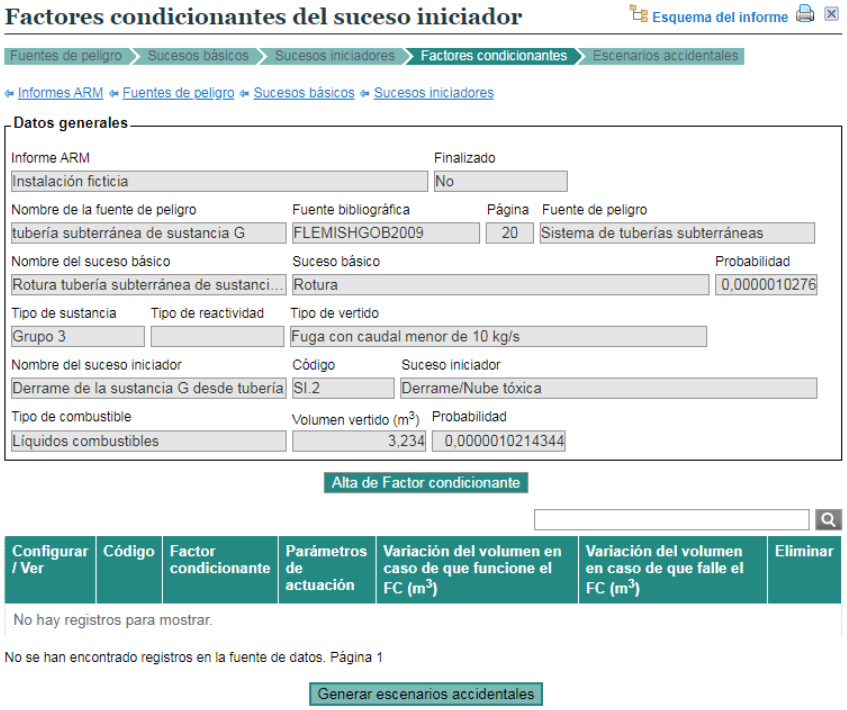


Figura AIV.3.1-12. Botón de "Alta de Factor condicionante". Fuente: SIRMA.

Una vez se haya pulsado sobre "Alta de Factor condicionante", se abre la nueva pantalla denominada "Factor condicionante asociado al informe ARM" que recoge, además de los datos introducidos hasta el momento en el informe ARM, un campo autocompletado de codificación del factor condicionante y una serie de campos que el usuario deberá rellenar. Estos son: Nombre del factor condicionante, fuente bibliográfica, categoría, factor condicionante, la celda "Variación del volumen en caso de que funciones el FC (m^3)" y "Variación del volumen en caso de que falle el FC (m^3)" (las pautas a seguir para cumplimentar estos cambios se describen en la memoria principal de la Guía de usuario del módulo ARM).

Como en este caso práctico, la tubería subterránea se encuentra dentro de un cubeto de contención de 0,1 m^3, se ha incluido este dato en la variación del volumen liberado (ver figura siguiente).

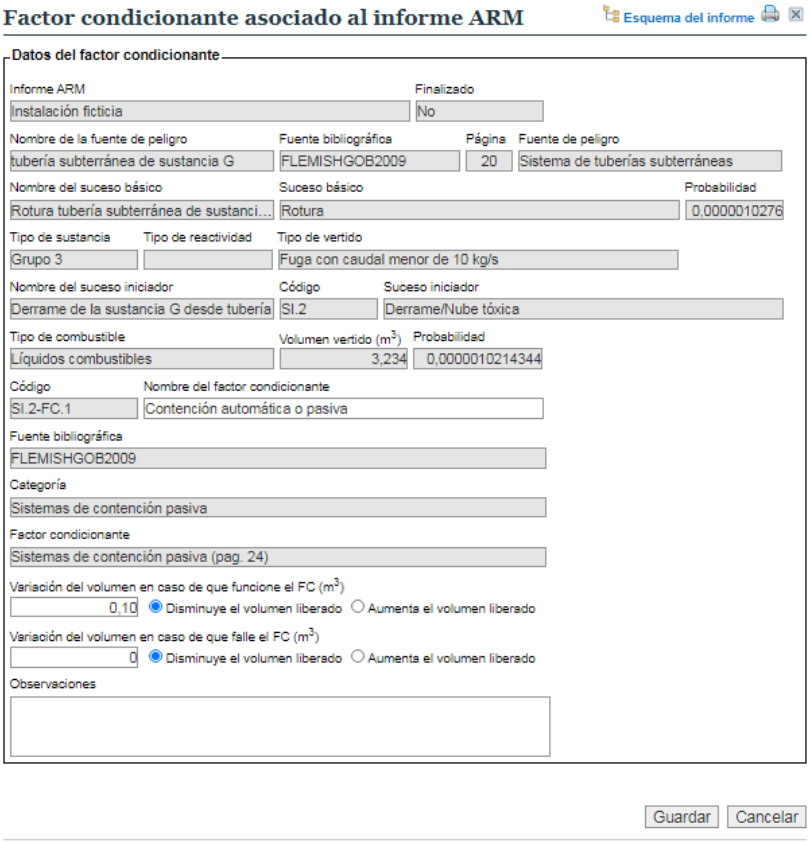


Figura AIV.3.1-13. Pantalla de cumplimentación de los datos del factor condicionante asociado al informe ARM. Fuente: SIRMA.

Presionando el botón “Guardar” se regresará a la pantalla de “Factores condicionantes del suceso iniciador”, que ahora incluye en una tabla resumen los datos factor condicionante introducido.

Una vez introducido el único factor condicionante que aplica sobre el suceso iniciador (contención pasiva) y establecidos sus parámetros de actuación, es posible generar el escenario accidental derivado del mismo pulsando el botón “Generar escenarios accidentales” que se muestra en la siguiente pantalla (figura a continuación).

Figura AIV.3.1-14. Listado de factores condicionantes asociados al informe ARM y botón "Generar escenarios accidentales". Fuente: SIRMA.

De esta forma, tras una pantalla de confirmación, la aplicación genera los escenarios accidentales derivados de aplicar las condiciones de los factores al suceso iniciador. Cada uno de ellos lleva aparejadas la probabilidad de ocurrencia y el volumen liberado en dicho escenario. Además aparece el botón "Árbol del suceso iniciador" a continuación.

Figura AIV.3.1-15. Botón "Árbol del suceso iniciador" y listado de escenarios accidentales del suceso iniciador. Fuente: SIRMA.

Si se pulsa sobre “Árbol del suceso iniciador” se construye el árbol de sucesos del suceso iniciador que podrá visualizarse en pantalla como se muestra en la figura siguiente.

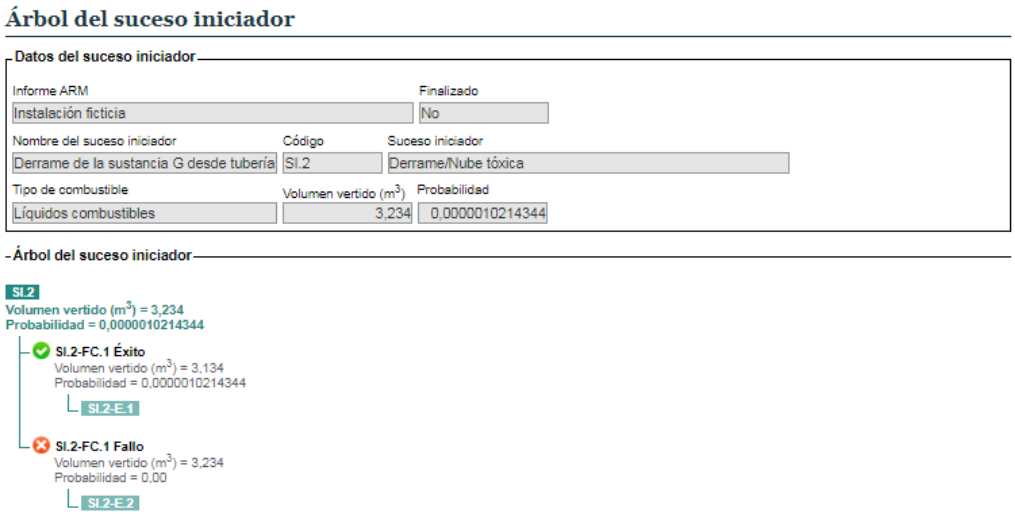


Figura AIV.3.1-15. Pantalla Árbol del suceso iniciador. Fuente: SIRMA.

Por último, en la parte inferior de la pantalla, aparece la siguiente información: “Una vez generados todos los escenarios accidentales, acceda a la pantalla principal para Finalizar el informe”. Tras este último paso se completa informe ARM resultante de utilizar el módulo ARM.

En este ejemplo práctico completo se ha obtenido como resultado el esquema árbol de sucesos del suceso iniciador “Derrame de la sustancia G desde tubería” (ver figura anterior). Gracias a la utilización del esquema árbol de sucesos se obtienen los escenarios accidentales resultantes, así como sus datos de probabilidad y volumen. El escenario “S.I.2 E.1” obtenido tras la aplicación del esquema árbol de sucesos tiene las siguientes características:

- Probabilidad de ocurrencia: 0,0000010214344
- Volumen vertido (m^3): 3,134

Será necesario replicar este proceso tantas veces como fuentes de peligro existan en la instalación objeto de Análisis de Riesgos Medioambientales. Así, en este caso práctico debería realizarse para cada una de las ocho fuentes de peligro descritas al inicio del epígrafe 3 de este documento (Tabla AIV.3-1). A continuación, se incluyen los posibles escenarios accidentales que podrían derivar de las ocho fuentes de peligro identificadas. La tabla siguiente muestra la probabilidad hipotética asociada a cada escenario accidental, incluida la probabilidad del escenario 4, cuyo cálculo ha sido realizado y descrito paso por paso en este caso práctico.

Escenario		
Código	Descripción	Probabilidad
E.1	Vertido sustancia A desde equipo. Afección: suelo y agua subterránea.	2,01E-02
E.2	Vertido sustancia B desde depósito. Afección: suelo y agua subterránea.	2,13E-02
E.3	Vertido sustancia C desde depósito. Afección: suelo y agua subterránea.	5,91E-04
E.4	Vertido sustancia G desde tubería. Afección: suelo y agua subterránea.	1,02E-06
E.5	Vertido sustancia D desde depósito. Afección: suelo y agua subterránea.	1,03E-03
E.6	Vertido sustancia E desde equipo. Afección: suelo y agua subterránea.	1,09E-03
E.7	Vertido de aguas de extinción de conato de incendio con sustancia E disuelta. Afección: suelo y agua subterránea.	3,11E-04
E.8	Incendio y vertido de aguas de extinción de incendio que afecta a toda la instalación y sale al exterior con sustancia C disuelta. Afección: suelo, hábitat y agua subterránea.	3,23E-06
E.9	Vertido de aguas de extinción de incendio contenido en el sector de origen con sustancia E disuelta. Afección: suelo y agua subterránea.	2,15E-05
E.10	Vertido de aguas de extinción que afecta a toda la instalación pero no sale al exterior con sustancia F. Afección: suelo y agua subterránea.	7,75E-04

Tabla AIV.3.1-16. Escenarios accidentales y probabilidad asignada a cada uno de ellos. Fuente: Elaboración propia.

Los valores de probabilidad obtenidos en el módulo ARM serán necesarios para el cálculo del riesgo asociado a cada escenario, a partir del cual se realiza el proceso de selección del escenario de referencia. Además del valor de probabilidad de ocurrencia, es necesario conocer el valor del IDM asociado a cada escenario accidental. El ejemplo práctico de la estimación del IDM asociado a cada escenario mediante el empleo del módulo IDM se desarrolla en el siguiente epígrafe.

3.2. EJEMPLO DE INTRODUCCIÓN DE UNA NUEVA FUENTE BIBLIOGRÁFICA

A través de la funcionalidad “Alta de fuentes bibliográficas” es posible introducir fuentes de peligro o factores condicionantes no recogidos en la bibliografía propia de la aplicación.

En este ejemplo se procede a describir la inclusión de una fuente bibliográfica con la fuente de peligro “Transformador eléctrico” con sus respectivos sucesos iniciadores generados.

El primer paso es crear mediante el enlace “Alta de fuente bibliográfica” una nueva fuente bibliográfica a la cual poder añadir posteriormente la información sobre la fuente de peligro.

En la pantalla “Datos generales de la fuente bibliográfica” se completarían los campos de: Código, Nombre completo y Observaciones, tal como se muestra en la siguiente imagen.

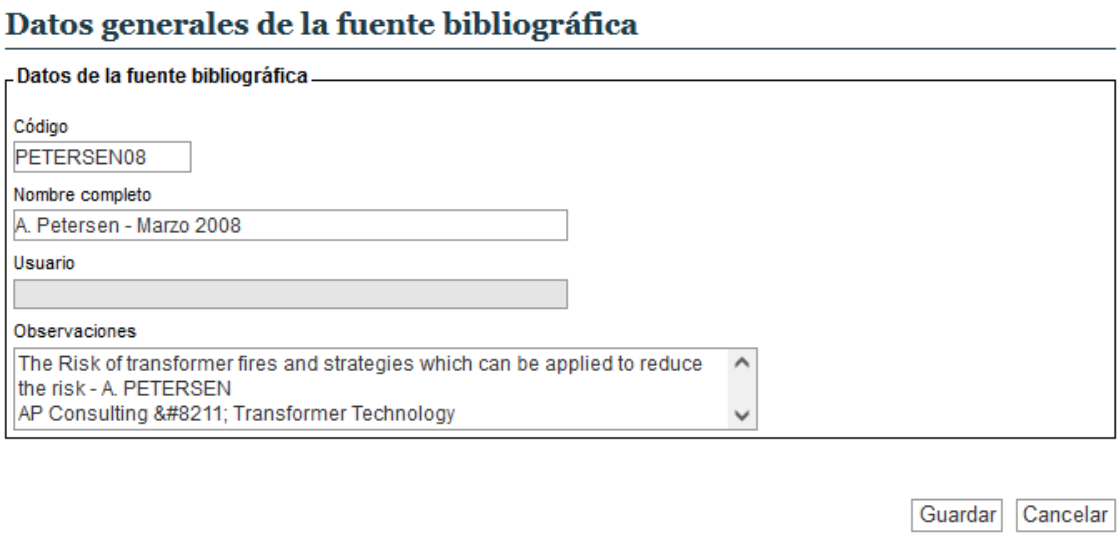


Figura AIV.3.2-1. Pantalla de datos generales de la fuente bibliográfica. Fuente: SIRMA.

Una vez dada de alta la fuente bibliográfica, es posible agregar la "Categoría de fuente de peligro" a la que pertenezca el elemento que queremos añadir.

En la ventana de "Categoría de la fuente de peligro" se introduciría la nueva categoría "Transformadores", que aparecería en este momento reflejada en la tabla de "Categorías de fuente de peligro" como puede observarse en las siguientes figuras.

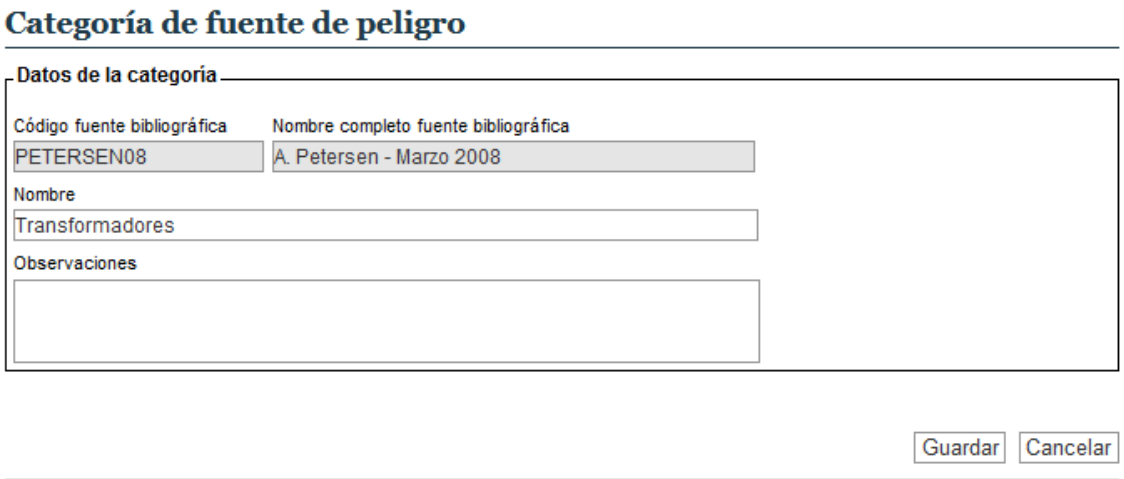


Figura AIV.3.2-2. Pantalla de Categoría de fuente de peligro (introducción de datos). Fuente: SIRMA.

Figura AIV.3.2-3. Pantalla de Categorías de la fuente de peligro. Fuente: SIRMA.

A través del icono "Informe" de la tabla, es posible acceder a la pantalla de fuentes de peligro dentro de dicha categoría y por medio del botón "Alta de fuente de peligro" se añadiría "Transformador eléctrico". Para ello, será necesario completar los campos: Nombre, Página y Descripción —opcionalmente también es posible agregar información en el apartado de Observaciones—.

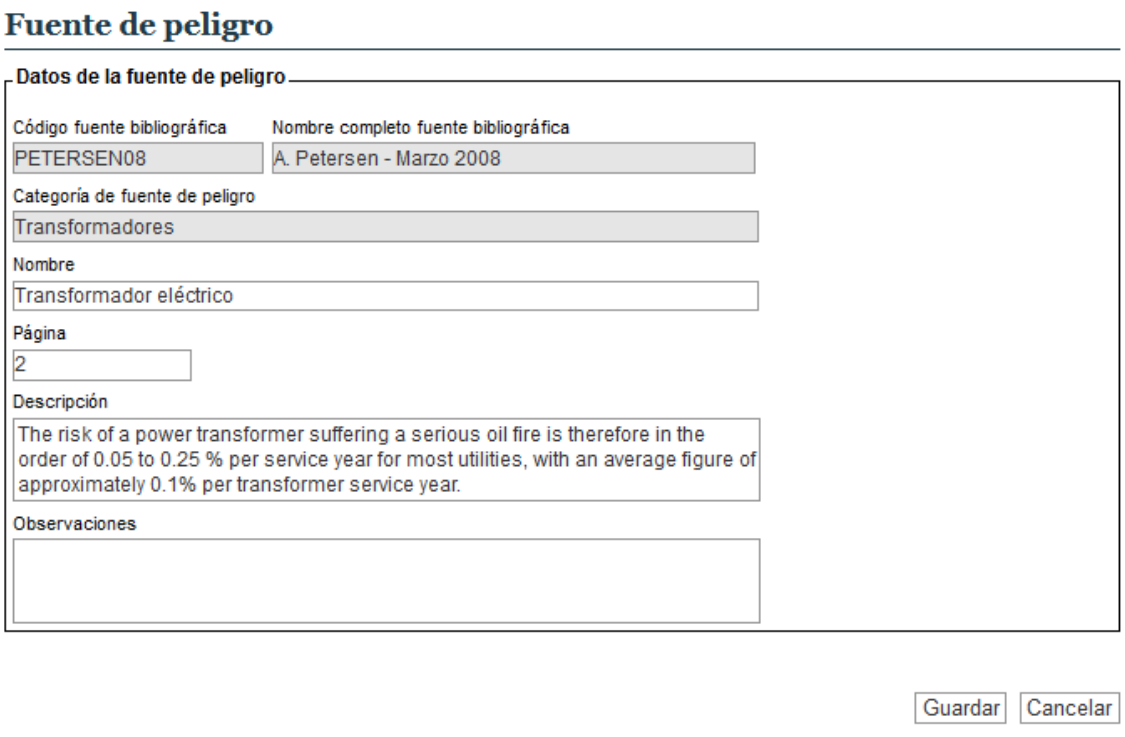


Figura AIV.3.2-4. Pantalla de Fuente de peligro (introducción de datos). Fuente: SIRMA.

Una vez dada de alta la fuente de peligro, esta aparece recogida en la tabla de fuentes de peligro y es posible añadirle los sucesos básicos correspondientes a través del icono "informe" de la columna "Sucesos básicos".

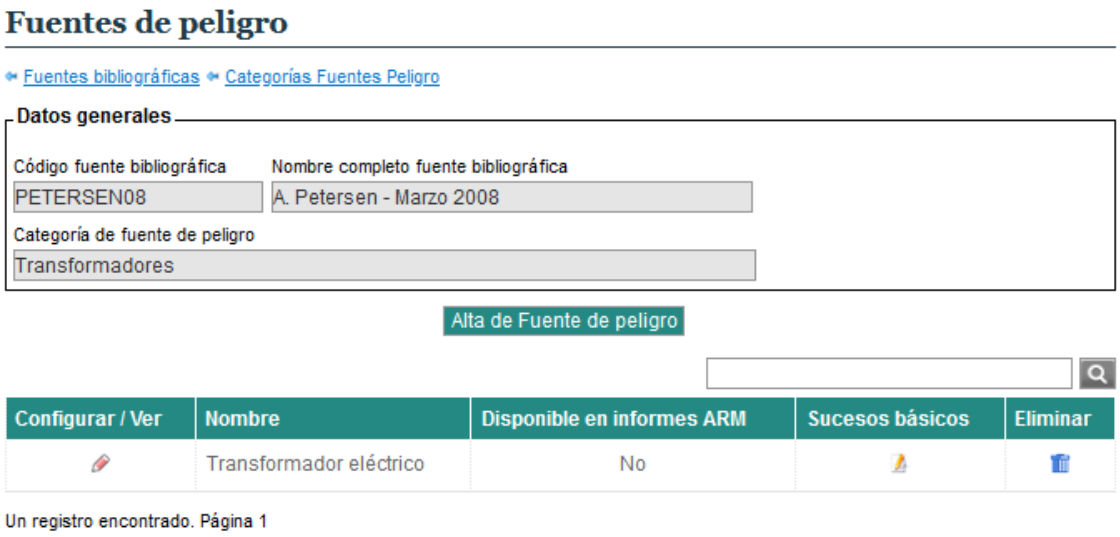


Figura AIV.3.2-5. Pantalla de Fuentes de peligro. Fuente: SIRMA.

A través del botón “Alta de Suceso básico” el usuario puede completar la información solicitada por la aplicación. Los datos que será necesario incorporar son: Nombre, Casillas de validación: Posible ignición con sustancia combustible asociada/ Posible ignición sin sustancia combustible asociada, Descripción y Observaciones (este último de cumplimentación no obligatoria).

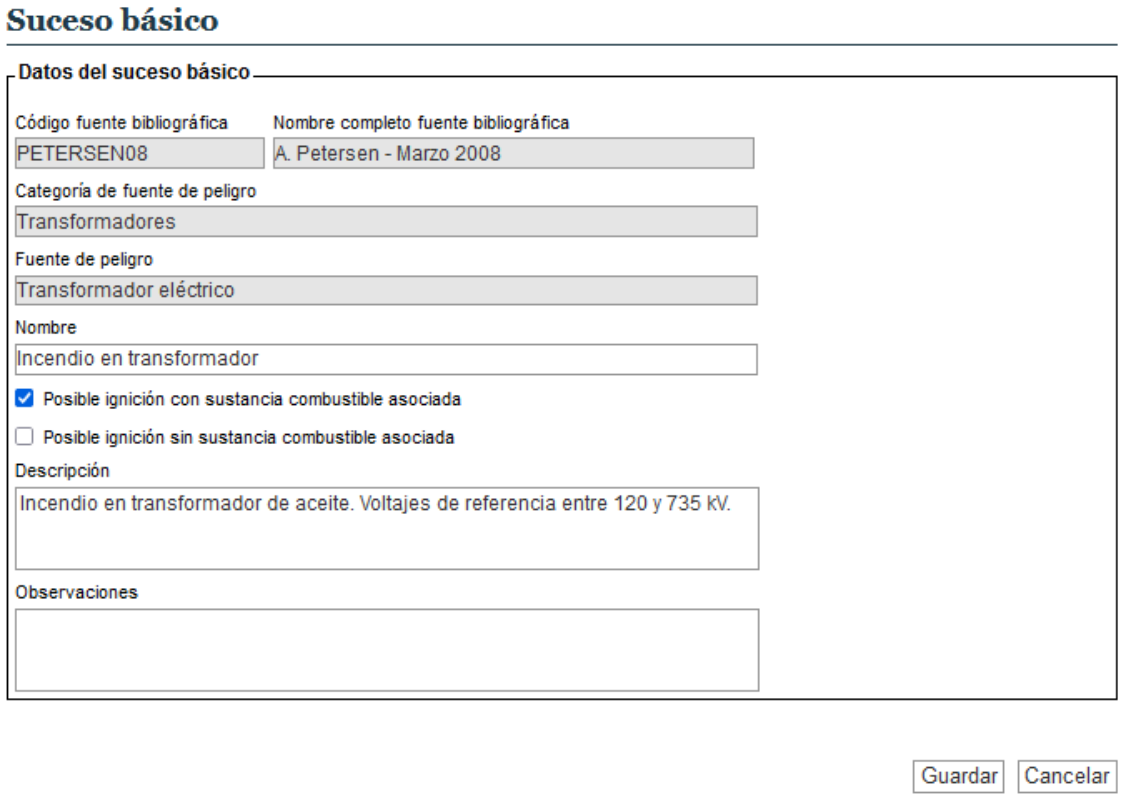


Figura AIV.3.2-6. Pantalla de Suceso básico (introducción de datos). Fuente: SIRMA.

Cuando un suceso básico ha sido dado de alta, es posible agregar la probabilidad de ocurrencia del mismo pulsando sobre el icono “informe” de la columna “Probabilidad”.

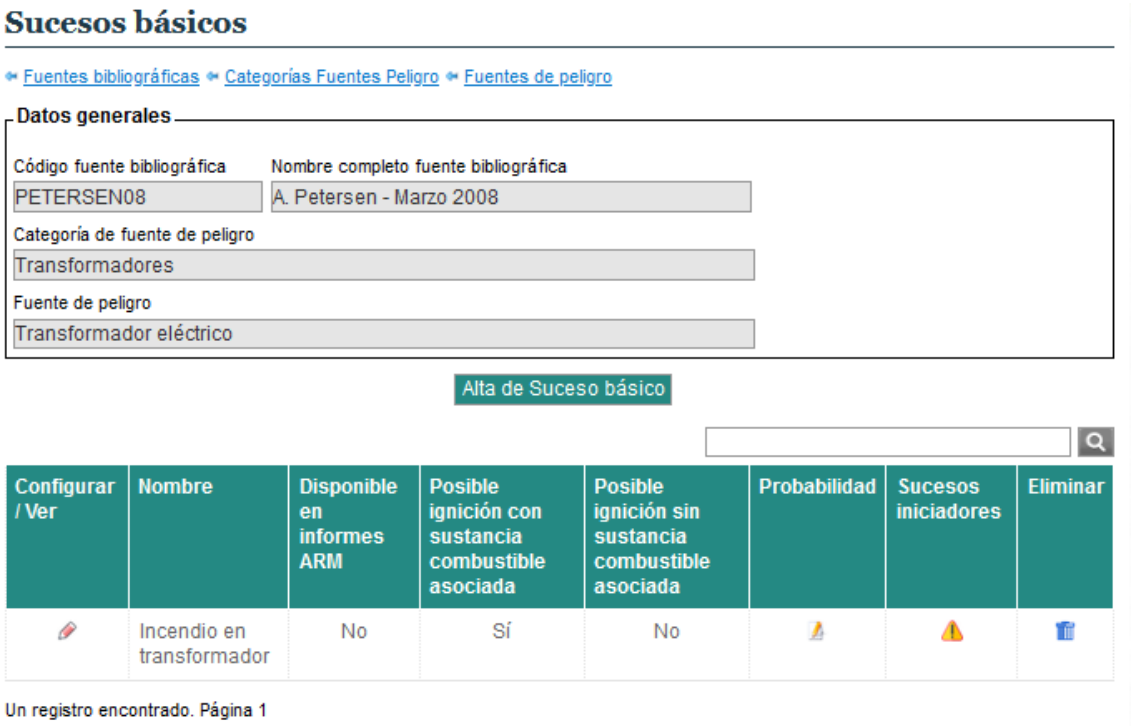


Figura AIV.3.2-7. Pantalla de Sucesos básicos. Fuente: SIRMA.

Los datos extraídos de la bibliografía de referencia que se esté empleando que será necesario introducir en la pantalla de "Probabilidad asociada al suceso básico" son: Unidades del suceso básico, Probabilidad (dato numérico), Descripción y Observaciones (de nuevo se trata de un campo de cumplimentación no obligatoria). En el ejemplo que se está desarrollando la probabilidad sería de 0,0001 fallos por transformador y por año como se muestra en la siguiente figura.

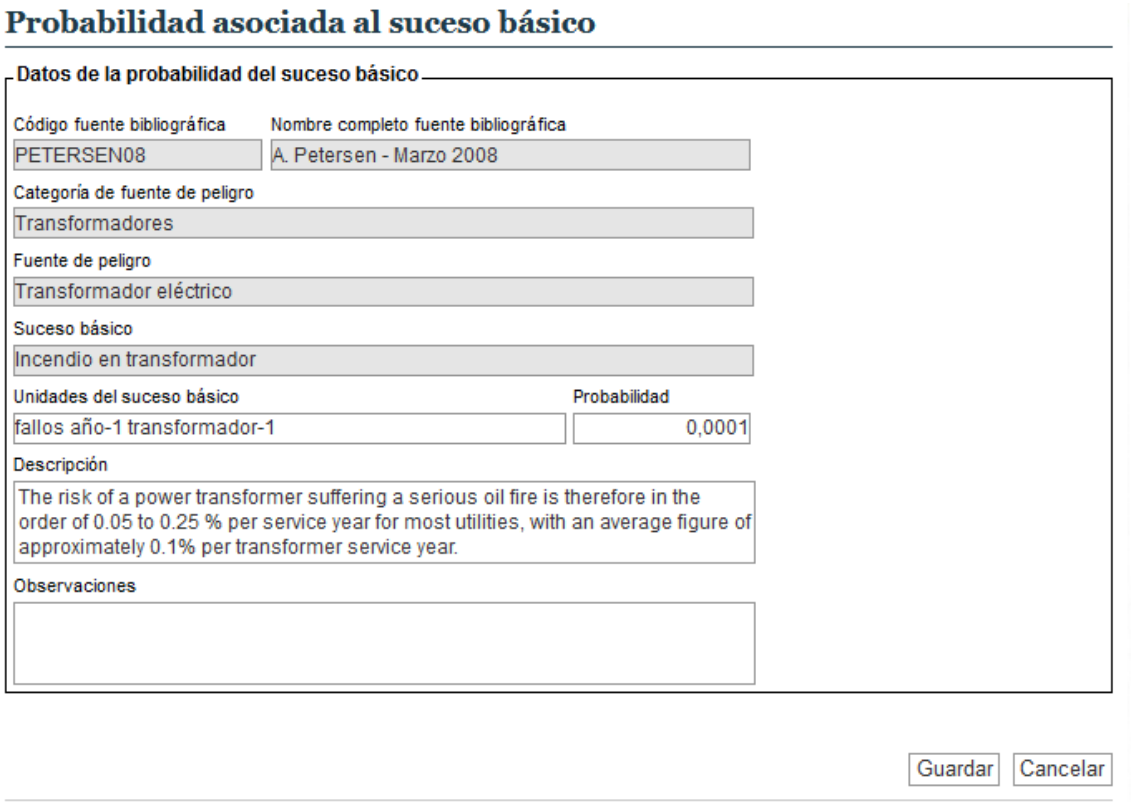


Figura AIV.3.2-8. Pantalla de Probabilidad asociada al suceso básico (introducción de datos). Fuente: SIRMA.

Una vez introducida la probabilidad de ocurrencia del suceso básico, se deben introducir los campos de los que vaya a depender dicha probabilidad —generalmente será necesario introducir aquellos conceptos que intervengan en las unidades en las que se mide la probabilidad—. Para dar de alta dichos campos será necesario acceder a través del icono “informe” de la columna “Campos” y dar de alta los que sean necesarios a través del botón “Alta de campo”.

Figura AIV.3.2-9. Pantalla de Probabilidad del suceso básico. Fuente: SIRMA.

La Aplicación ofrece un desplegable que permite elegir los campos necesarios para el cálculo de la probabilidad del suceso básico. En el ejemplo que se está desarrollando la unidad ofrecida en la bibliografía es de fallos por año por transformador, por lo que el campo a introducir será el número de transformadores. Para ello se elige el campo genérico: “Número de equipos” ofrecido por la herramienta.

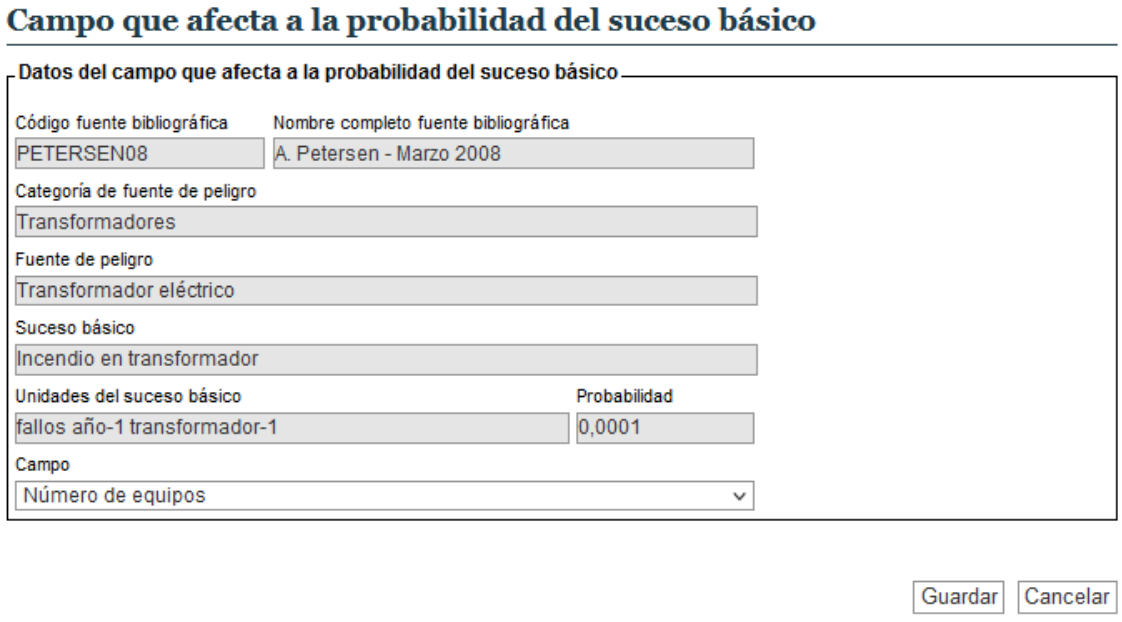


Figura AIV.3.2-10. Pantalla de Campo que afecta a la probabilidad del suceso básico (introducción de datos). Fuente: SIRMA.

Presionando en el botón “Guardar” el campo aparecerá disponible en la tabla de “Campos que afectan a la probabilidad del suceso básico” como se muestra en la siguiente figura.

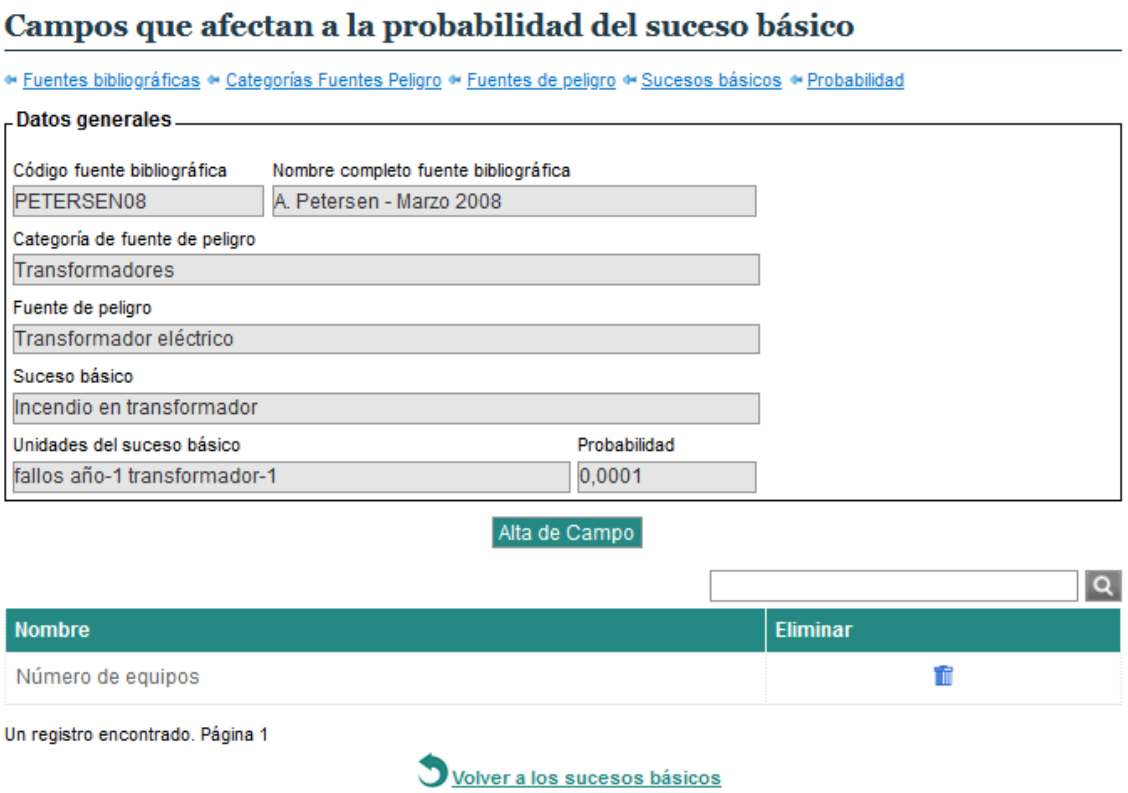


Figura AIV.3.2-11. Pantalla de Campos que afectan a la probabilidad del suceso básico. Fuente: SIRMA.

Como no es necesario incluir más campos. Pulsando en el enlace “Volver a los sucesos básicos” la herramienta nos devuelve a la pantalla de “Sucesos básicos” en la que se ha habilitado el icono de “informe” en la columna de sucesos iniciadores por lo que en este momento es posible completar esta información.

Los datos que se solicitan en la pantalla de “Suceso iniciador asociado al suceso básico” son: Suceso iniciador —se trata de una descripción general del tipo de suceso iniciador generado a elegir de una lista desplegable—, Modificador de la probabilidad del suceso básico y Observaciones (campo opcional). Es necesario recordar en este punto que la suma de los modificadores de los sucesos iniciadores que deriven de un mismo suceso básico deberá ser la unidad. En el ejemplo que se está desarrollando el suceso iniciador derivado del suceso básico “Incendio en transformador” será “Incendio” y, al tratarse de un solo suceso iniciador asociado al suceso básico, el valor del modificador de la probabilidad será 1.

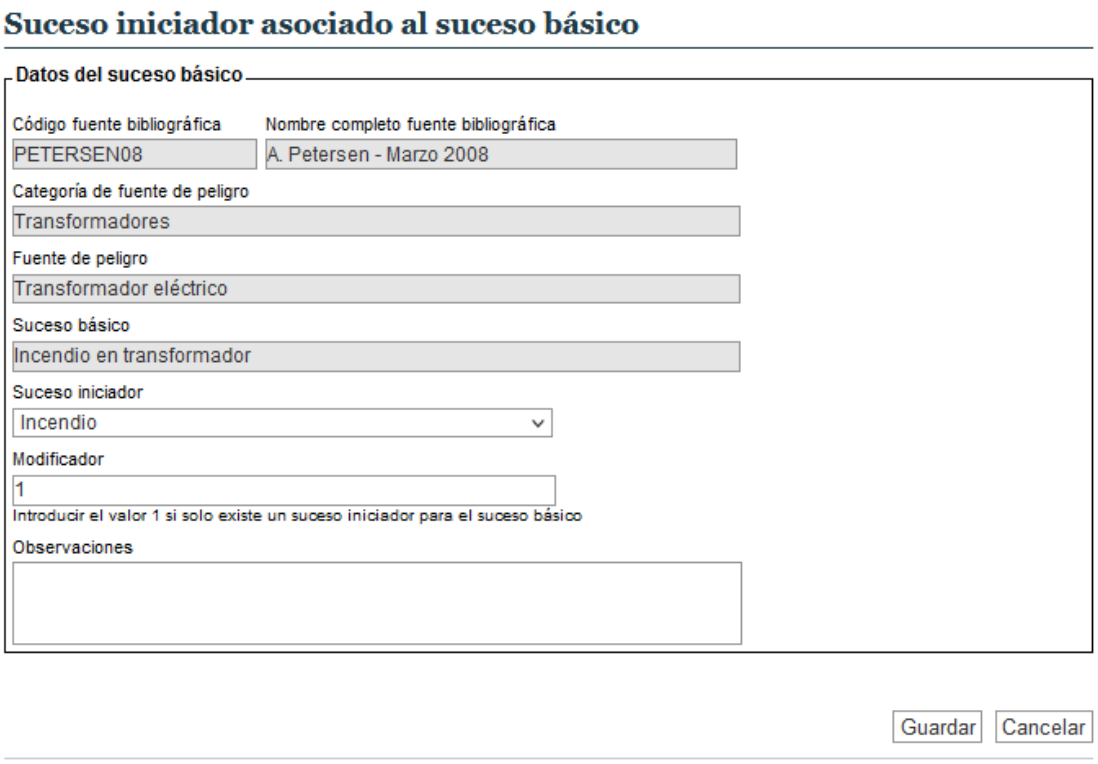


Figura AIV.3.2-12. Pantalla de Suceso iniciador asociado al suceso básico (introducción de datos). Fuente: SIRMA.

Con esta información completada, el suceso iniciador ya aparece recogido en la tabla de "Sucesos iniciadores generados por el suceso básico".

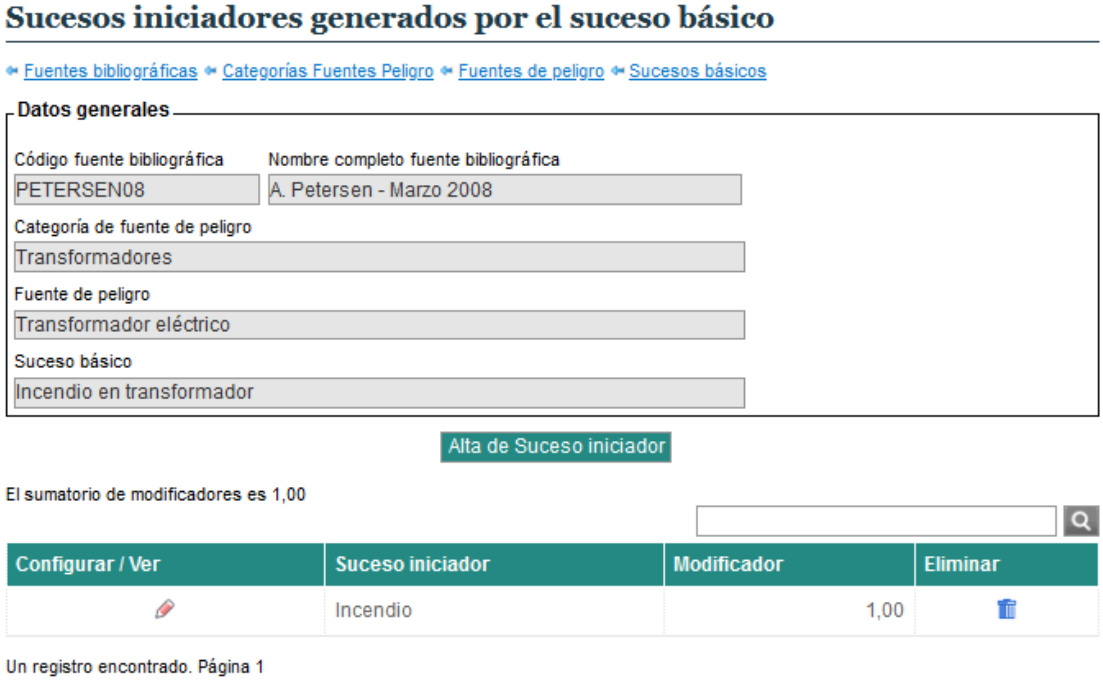


Figura AIV.3.2-13. Pantalla de Sucesos iniciadores generados por el suceso básico. Fuente: SIRMA.

De esta forma se finaliza con la introducción de datos para la Fuente de peligro: Transformador eléctrico, Suceso básico: Incendio en transformador y Suceso iniciador: Incendio, quedando recogido en la tabla de fuentes de peligro como “Disponible en informes ARM”.

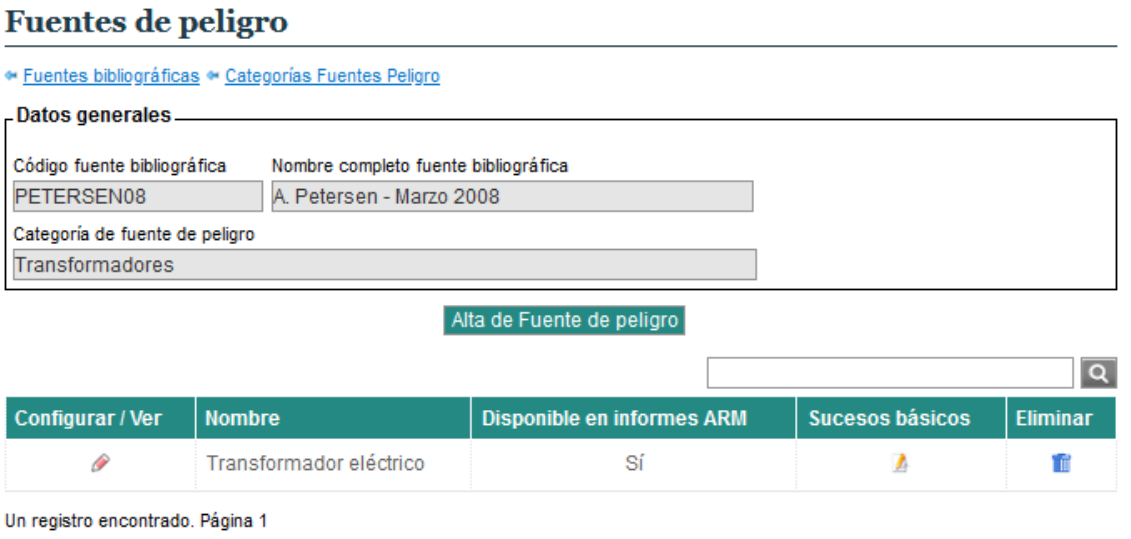


Figura AIV.3.2-14. Pantalla de Fuentes de peligro (completada). Fuente: SIRMA.

4. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO MEDIOAMBIENTAL

Una vez realizado el análisis de riesgos medioambientales y analizados los posibles recursos naturales que podrían verse afectados por cada escenario accidental, se procede a la estimación del IDM. Para ello, se extraen del ARM los distintos escenarios accidentales para los cuáles deberá calcularse el IDM.

En primer lugar, se han identificado los grupos agente-recurso que aplican en cada escenario accidental, así como el tipo de agente implicado. Como puede verse en la tabla siguiente, dado que en todos los casos los recursos naturales que podrían verse afectados por el daño son el suelo, las aguas subterráneas y el hábitat, los grupos agente-recurso de la tabla 1 del Anexo III del Reglamento que intervienen en los distintos escenarios accidentales planteados en el presente caso práctico son el 5 (daños al agua subterránea por químicos), el 9 (daños al suelo por químicos) y el 14 (daños a las especies vegetales por incendio).

Merece la pena destacar que, a excepción de la sustancia D, que es una sustancia inorgánica, se ha supuesto que el resto de sustancias que intervienen en los distintos escenarios accidentales son sustancias orgánicas (todas no halogenadas a excepción de la sustancia A), por lo que el agente causante del daño se clasificaría en el grupo de COV, COSV y CONV[1].

Por último, es importante tener en cuenta que en el caso del grupo 14 (daños por incendio al hábitat) ha sido necesario clasificar —conforme a las categorías establecidas en el Anexo III del Reglamento para este grupo— el tipo de recurso que se vería afectado. De esta forma y al tratarse de un pinar de 45 años sin especies vegetales protegidas se ha clasificado el recurso como hábitat de arbolado maduro con diámetro superior a 20 cm.

[1] COV: Compuestos orgánicos volátiles.
COSV: Compuestos orgánicos semivolátiles.
CONV: Compuestos orgánicos no volátiles.

Escenario		Tipo de agente	Tipo de recurso	Grupo Tabla 1
Código	Descripción			
E.1	Vertido sustancia A desde equipo. Afección: suelo y agua subterránea.	COV halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.2	Vertido sustancia B desde depósito. Afección: suelo y agua subterránea.	COSV no halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.3	Vertido sustancia C desde depósito. Afección: suelo y agua subterránea.	COV no halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.4	Vertido sustancia G desde tubería. Afección: suelo y agua subterránea.	Fueles y CONV	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.5	Vertido sustancia D desde depósito. Afección: suelo y agua subterránea.	Inorgánicos	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.6	Vertido sustancia E desde equipo. Afección: suelo y agua subterránea.	COV no halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.7	Vertido de aguas de extinción de conato de incendio con sustancia E disuelta. Afección: suelo y agua subterránea.	COSV no halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.8	Incendio y vertido de aguas de extinción de incendio que afecta a toda la instalación y sale al exterior con sustancia C disuelta. Afección: suelo, hábitat y agua subterránea.	COV no halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9
			Hábitat: Arbolado maduro	14
E.9	Vertido de aguas de extinción de incendio contenido en el sector de origen con sustancia E disuelta. Afección: suelo y agua subterránea.	COV no halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9
E.10	Vertido de aguas de extinción que afecta a toda la instalación pero no sale al exterior con sustancia F. Afección: suelo y agua subterránea.	COSV no halogenado	Agua subterránea	5
			Suelo	9

Tabla AIV.4-1. Grupos agente-recurso asignados a cada escenario accidental. Fuente: Elaboración propia.

Tras identificar las distintas combinaciones agente-recurso (grupos) que corresponden a cada escenario accidental, así como el tipo de agente causante del daño para cada grupo, se procede a utilizar el módulo de estimación del IDM para cada uno de los escenarios accidentales identificados.

4.1. EJEMPLO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL MÓDULO IDM

En la primera pantalla del módulo de estimación del IDM se cumplimentan los datos generales del informe; nombre, fecha de realización y usuario. El usuario rellenará el apartado de Nombre y pulsará el botón “Guardar” para continuar en la pantalla de consulta de escenarios recogidos en el informe IDM.

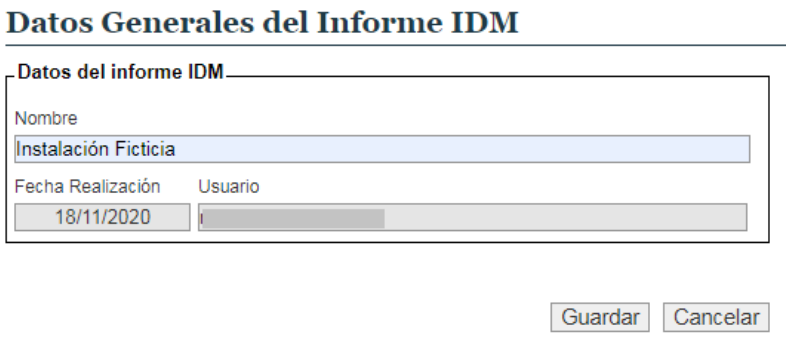


Figura AIV.4.1-1. Pantalla de datos generales del informe IDM. Fuente: SIRMA.

En la siguiente pantalla se pulsa sobre “Alta de escenario” para introducir los escenarios accidentales en el informe. En este caso, se realizará el proceso de estimación del IDM del escenario 1 (Vertido sustancia A desde equipo, afectando a los recursos naturales suelo y agua subterránea).

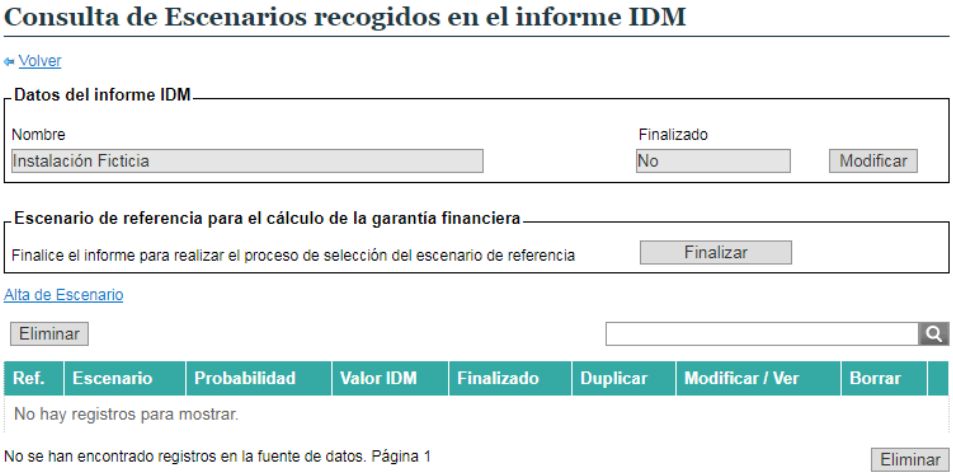


Figura AIV.4.1-2. Pantalla de escenarios recogidos en el informe IDM. Fuente: Fuente: SIRMA.

A continuación, se cumplimentan los datos generales del escenario, su nombre y probabilidad de ocurrencia y se pulsa el botón siguiente.

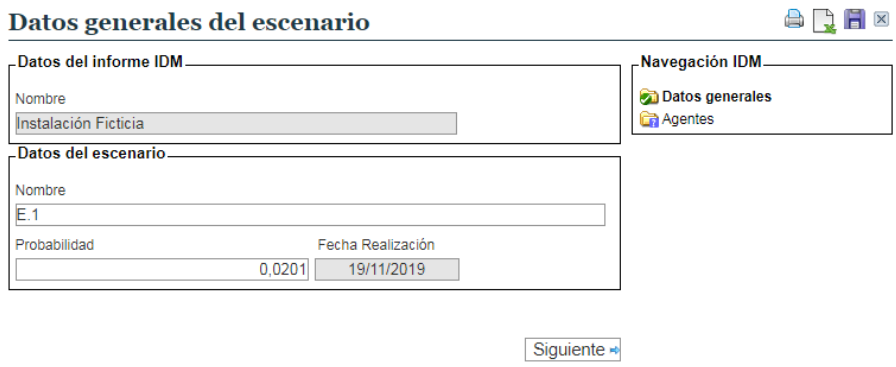


Figura AIV.4.1-3. Pantalla de datos generales del escenario. Fuente: Fuente: SIRMA.

Pulsando el botón “Siguiente”, aparece una pantalla que aporta un listado de diferentes agentes causantes del daño para que el usuario seleccione uno o varios de los elementos del modelo que podrían provocar una afección significativa sobre los recursos naturales. En este caso, se selecciona el agente “COV halogenado”.

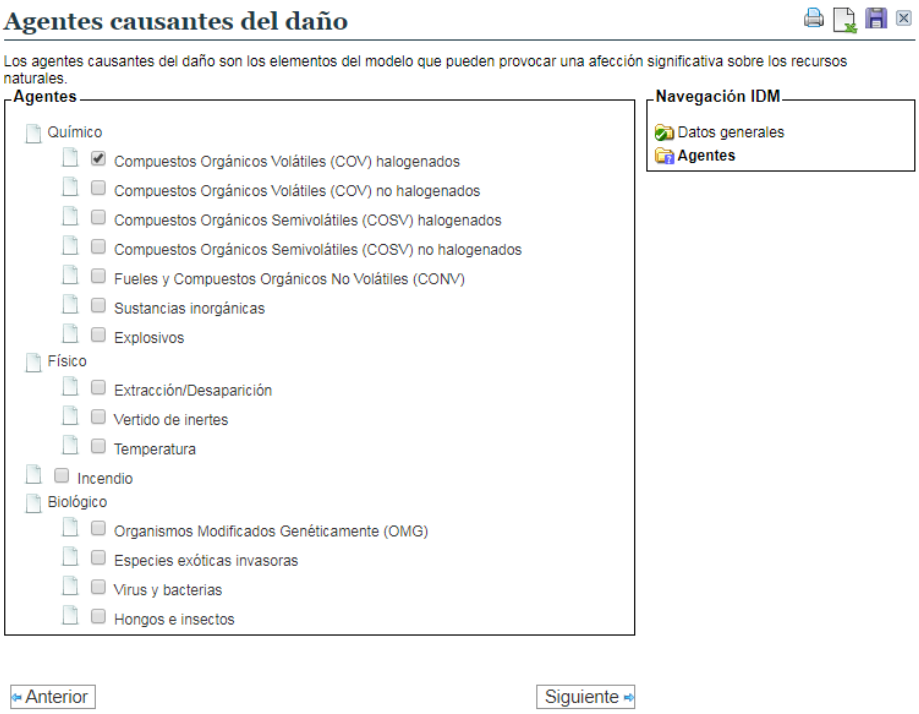


Figura AIV.4.1-4. Selección de gente causante del daño para el escenario E.1 “Vertido de sustancia A desde equipo”. Fuente: Fuente: SIRMA.

A continuación, el usuario pulsará el botón “siguiente” y pasará a la pantalla de selección de los recursos que podrían verse dañados por el accidente donde, para este primer escenario, conforme a lo indicado en la Tabla AIV.4-1, deberá señalar los recursos suelo y agua subterránea.

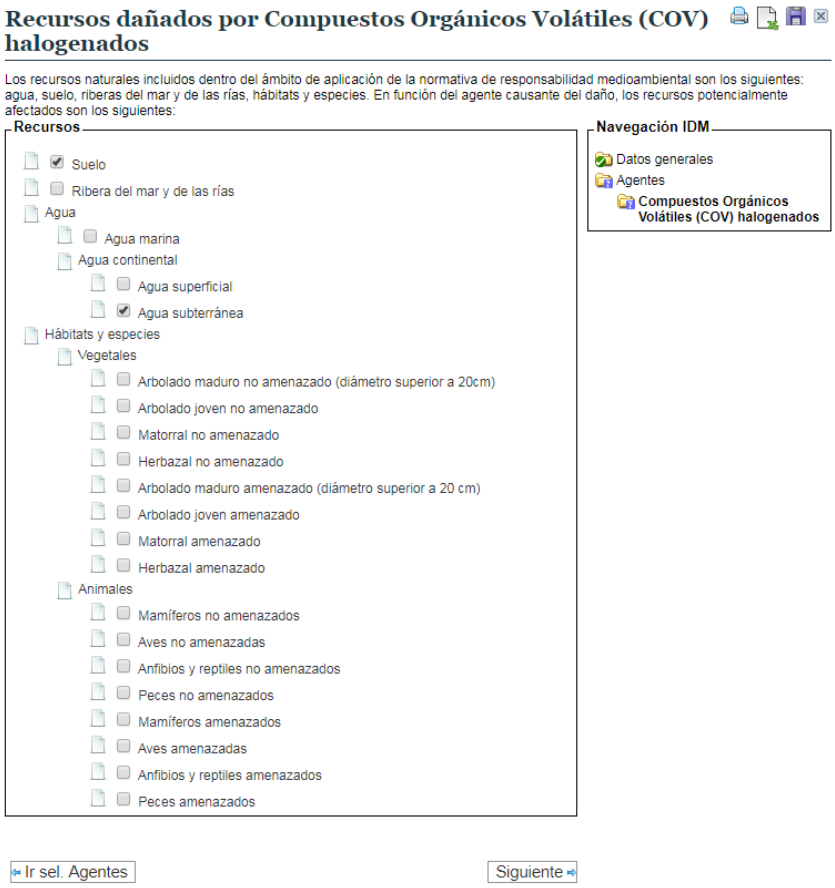


Figura AIV.4.1-5. Pantalla de selección de los recursos dañados para el escenario E.1 "Vertido de sustancia A desde equipo". Fuente: Fuente: SIRMA.

Las siguientes pantallas mostrarán para cada combinación agente-recurso (en este escenario concreto COV halogenados-suelo y COV halogenado-agua subterránea) los coeficientes y los modificadores que le aplicarían.

Como se ha explicado previamente, los coeficientes son fijos para cada combinación agente-recurso. Por tanto, el usuario tendrá que completar únicamente la categoría que corresponde a cada uno de los modificadores para este escenario, así como la información relativa al volumen total vertido al suelo y a la profundidad del nivel freático. Estos dos últimos datos el módulo de estimación del IDM los utiliza para, conforme a la ecuación indicada en el apartado III del Anexo III del reglamento, establecer el reparto del volumen vertido entre los recursos naturales suelo y agua subterránea.

En el citado apartado se indica que en el caso de daños combinados al suelo y al agua subterránea, el reparto del volumen que afecta a cada recurso se realizará en función de la profundidad del nivel freático del acuífero. De esta forma, del volumen total vertido al suelo, se considera que una parte permanecerá en el suelo, mientras que el resto se filtrará y acabará afectando al agua subterránea. La mayor o menor afección a cada uno de estos recursos dependerá de la profundidad del acuífero, de tal forma que en el caso de que el acuífero sea

somero, quedará más afectada el agua subterránea; por el contrario, en el caso de que sea profundo, el recurso más afectado será el suelo.

En el caso del escenario accidental que se está analizando se supone que la cantidad total vertida al suelo ha sido de 25 m^3 por lo que, partiendo de la base de que el nivel freático es somero (ver Tabla AIV. 2.3-1), la mayor parte del daño afectará a las aguas subterráneas.

Adicionalmente, conforme a los datos indicados en las tablas Tabla AIV. 2.1-1 (datos de la sustancia involucrada en el escenario accidental) y Tabla AIV. 2.3-1 (datos del entorno como, por ejemplo, la permeabilidad del suelo), y suponiendo que se trata de una fuga continua y que la duración estimada del daño es inferior a 6 meses, esta pantalla para el caso de daños al suelo se rellenaría como se indica en la figura siguiente.

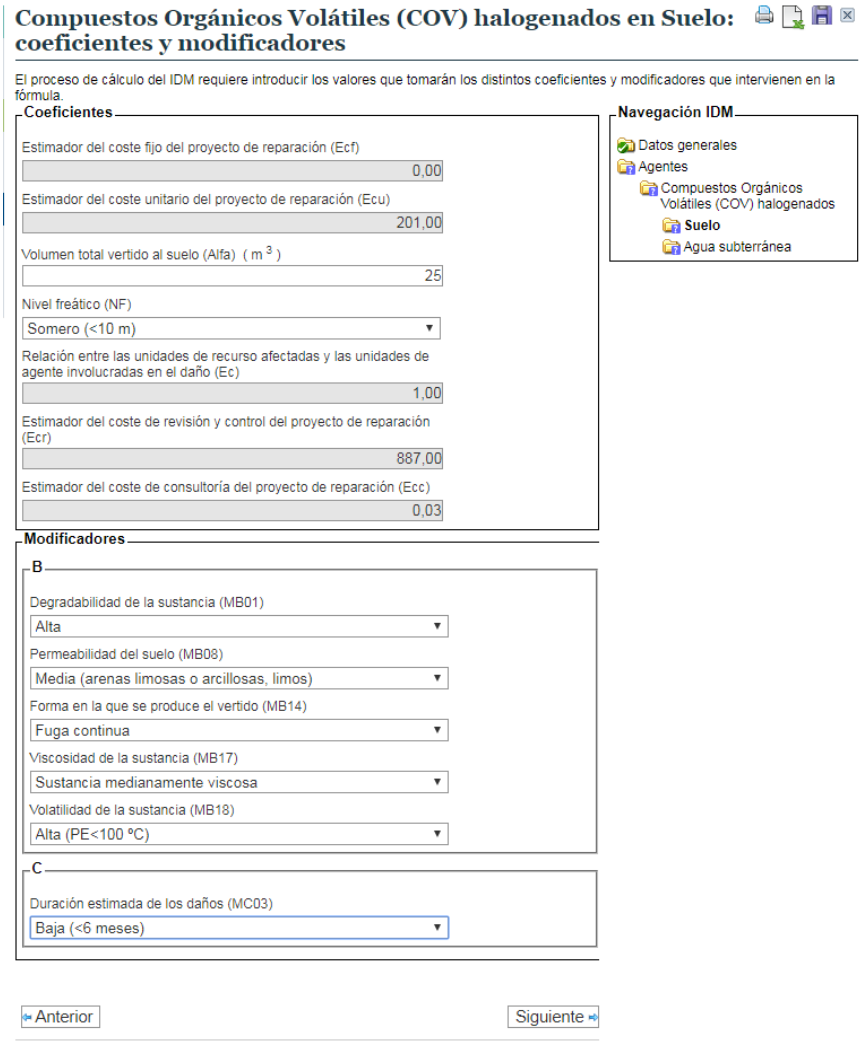


Figura AIV.4.1-6. Pantalla de coeficientes y modificadores en daños al suelo para el escenario E.1 “Vertido de sustancia A desde equipo”. Fuente: Fuente: SIRMA.

Del mismo modo, se completarían los datos para el caso de daños al agua subterránea. Para ello se han tomado igualmente los datos de las tablas AIV. 2.1-1 y AIV. 2.3-1 y se ha estimado que la duración del daño sería inferior a tres años.

Merece la pena incidir en que tanto en el caso de daños al suelo, como en el de daños al agua subterránea, el usuario debe introducir la cantidad total vertida al suelo (es decir, 25 m^3) ya que es el módulo de estimación del IDM el que internamente asignará la cantidad a ambos recursos en función de la parte que permanece en el suelo y la que percolaría en el terreno, afectando con ello a las aguas subterráneas.

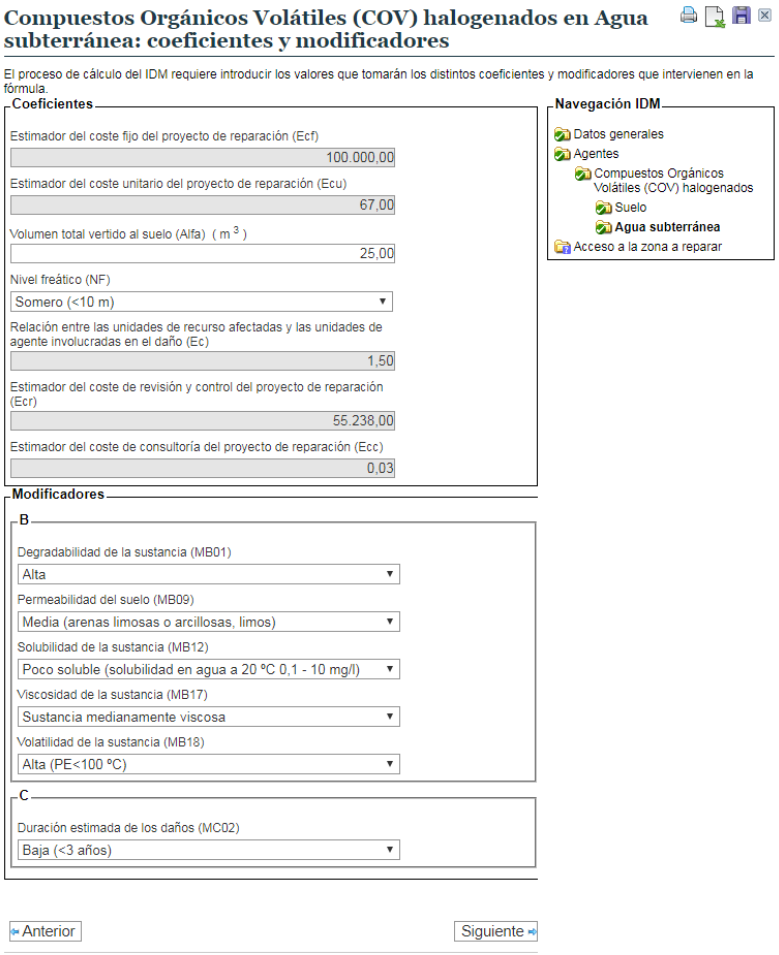


Figura AIV.4.1-7. Pantalla de coeficientes y modificadores en daños al aguas subterránea para el escenario E.1 “Vertido de sustancia A desde equipo”. Fuente: SIRMA.

Por último, el usuario deberá introducir la distancia a la vía más cercana para que el módulo de estimación del IDM pueda realizar la estimación del coste de acceso hasta el lugar dañado. Esto es debido a que en el caso de que no se pueda acceder por una vía hasta el lugar dañado, la estimación del coste de reparación deberá considerar el coste derivado de la construcción de un camino hasta el lugar afectado. En este caso se ha supuesto que no sería necesario construir ningún camino al llegar la vía más cercana hasta el lugar afectado por el daño, por lo que la pantalla correspondiente a esta estimación se completaría como se indica en la siguiente figura.

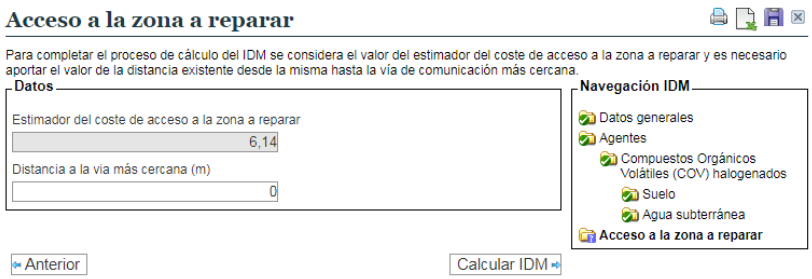


Figura AIV.4.1-8. Pantalla de estimación del coste de acceso para el escenario E.1 "Vertido de sustancia A desde equipo". Fuente: SIRMA.

Una vez introducidos todos los datos relativos a este primer escenario, el usuario obtendría el valor del IDM para el escenario analizado.

Figura AIV.4.1-9. Resultado de la estimación del IDM para el escenario E.1 "Vertido de sustancia A desde equipo". Fuente: SIRMA.

El botón "Finalizar" permite cerrar y finalizar el escenario de forma que pueda tenerse en cuenta a la hora de determinar el escenario accidental de referencia. Pulsando el mencionado botón, se conduce al usuario a la pantalla de "consulta de escenarios recogidos en el informe IDM" donde puede introducir todos los escenarios de su instalación repitiendo el proceso anterior tantas veces como escenarios accidentales tenga.

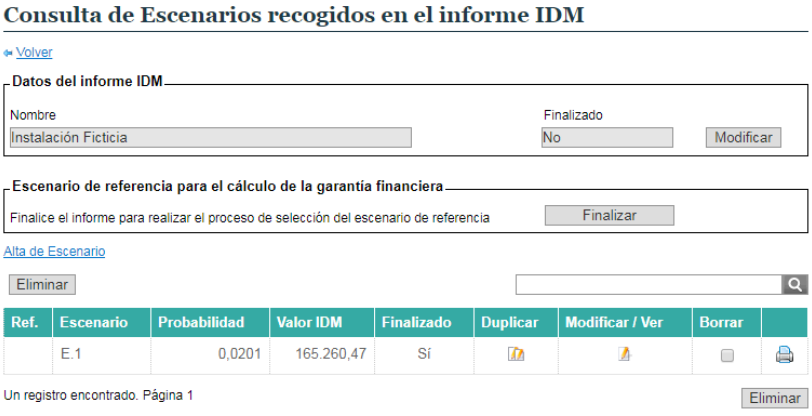


Figura AIV.4.1-10. Pantalla de consulta de escenarios recogidos en el informe IDM tras haber introducido el escenario E.1 "Vertido de sustancia A desde equipo" en el informe. Fuente: SIRMA.

Así, teniendo en cuenta los escenarios de este ejercicio práctico, la pantalla de escenarios recogidos en el informe es la que se muestra en la figura siguiente.

Consulta de Escenarios recogidos en el informe IDM

« Volver

Datos del informe IDM

Nombre: Instalación Ficticia_20-11-2020 | Finalizado: No | Modificar

Escenario de referencia para el cálculo de la garantía financiera

Finalice el informe para realizar el proceso de selección del escenario de referencia — Finalizar

Alta de Escenario

Eliminar

Ref.	Escenario	Probabilidad	Valor IDM	Finalizado	Duplicar	Modificar / Ver	Borrar	
	E.8	0,00000323	498.962,09	Sí				
	E.10	0,000775	343.419,57	Sí				
	E.9	0,0000215	264.330,51	Sí				
	E.3	0,000591	243.645,77	Sí				
	E.7	0,000311	188.026,63	Sí				
	E.6	0,00109	186.843,24	Sí				
	E.2	0,0213	182.798,33	Sí				
	E.5	0,00103	170.718,98	Sí				
	E.1	0,0201	165.260,47	Sí				
	E.4	0,0000010214344	161.401,22	Sí				

10 registros encontrados. Página 1

Eliminar

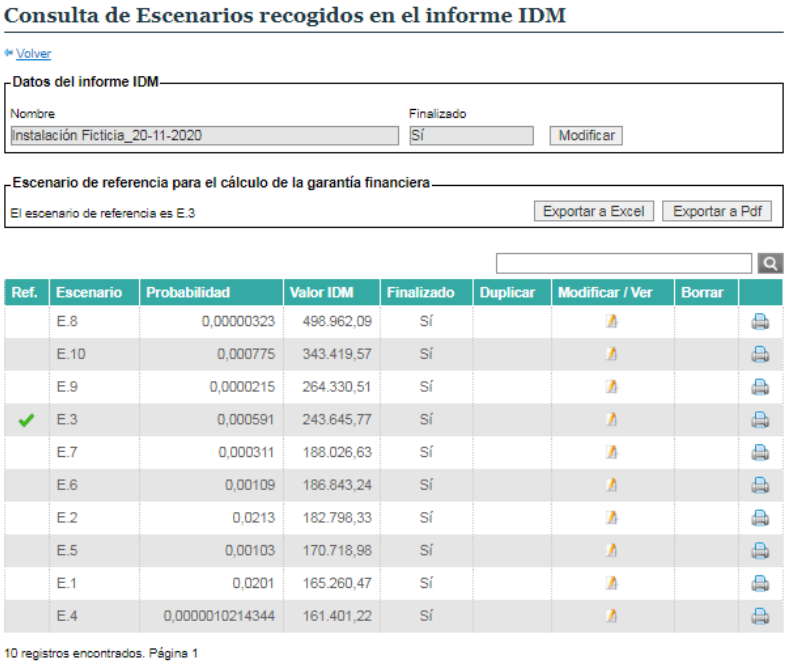
Figura AIV.4.1-11. Pantalla de consulta de escenarios recogidos en el informe IDM tras haber introducido todos los escenarios que forman parte del informe. Fuente: SIRMA.

5. SELECCIÓN DEL ESCENARIO ACCIDENTAL DE REFERENCIA

Una vez estimado el IDM para cada uno de los diez escenarios planteados para este ejercicio práctico, se procedería a la selección del escenario de referencia. La forma en que debe seleccionarse el escenario de referencia para establecer la cuantía de la garantía financiera es la que se indica en la redacción del artículo 33 Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre.

Para ello y una vez que el usuario haya introducido y finalizado la totalidad de sus escenarios relevantes en el módulo del IDM, pulsará “Finalizar” el informe y el botón “confirmar” que aparece seguidamente. Al confirmarse la finalización del informe, la pantalla “Consulta de Escenarios recogidos en el informe IDM” muestra el informe como finalizado y ofrece por defecto el escenario accidental de referencia seleccionado para el cálculo de la garantía financiera. Este escenario figura con una marca verde en la columna “Ref.” del listado de escenarios.

El escenario accidental de referencia en este caso práctico es el escenario 3 E.3 tal y como indica el módulo IDM en la pantalla siguiente. Dicho escenario hace referencia al vertido de la sustancia C generado por el derrame de dicha sustancia desde un depósito situado en la zona 1. El escenario accidental a valorar podría ocasionar un daño al suelo y a las aguas subterráneas.



Consulta de Escenarios recogidos en el informe IDM

Volver

Datos del informe IDM

Nombre: Instalación Ficticia_20-11-2020 | Finalizado: Sí | Modificar

Escenario de referencia para el cálculo de la garantía financiera

El escenario de referencia es E.3 | Exportar a Excel | Exportar a Pdf

Ref.	Escenario	Probabilidad	Valor IDM	Finalizado	Duplicar	Modificar / Ver	Borrar	
	E.8	0,00000323	498.962,09	Sí				
	E.10	0,000775	343.419,57	Sí				
	E.9	0,0000215	264.330,51	Sí				
✔	E.3	0,000591	243.645,77	Sí				
	E.7	0,000311	188.026,63	Sí				
	E.6	0,00109	186.843,24	Sí				
	E.2	0,0213	182.798,33	Sí				
	E.5	0,00103	170.718,98	Sí				
	E.1	0,0201	165.260,47	Sí				
	E.4	0,0000010214344	161.401,22	Sí				

10 registros encontrados. Página 1

Figura AIV.5-1. Pantalla de consulta de escenarios recogidos en el informe IDM tras haber finalizado el informe y seleccionado el escenario accidental de referencia. Fuente: SIRMA.

Adicionalmente, el Módulo IDM ofrece la opción de “Exportar a Excel” y “Exportar a Pdf” cuyo contenido se aporta a continuación.

- El Fichero Excel está compuesto de dos hojas de resultados que aportan los principales resultados del módulo IDM; en concreto un gráfico y una tabla. Nótese que las hojas de resultados obtenidas pueden ser manejadas y modificadas por el usuario como considere más adecuado a sus necesidades y circunstancias concretas. Los resultados obtenidos en este caso práctico son los siguientes:

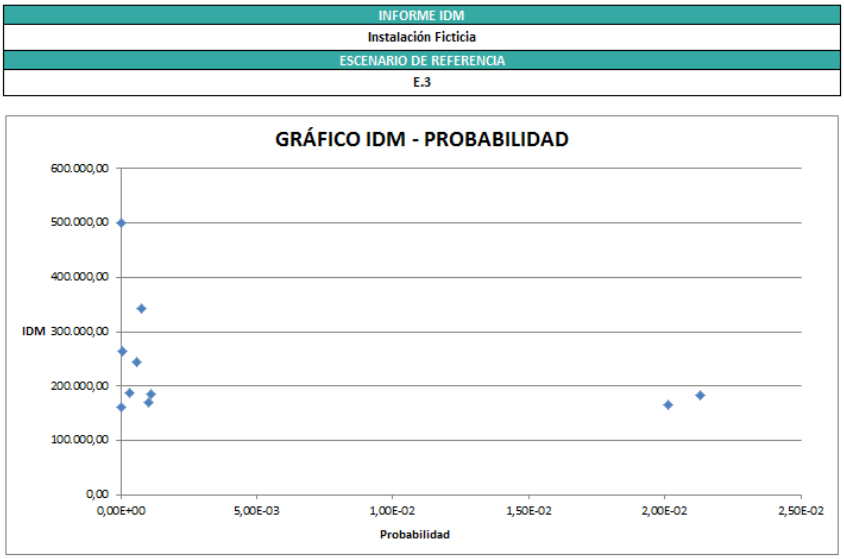


Figura AIV.5-2. Gráfico IDM-Probabilidad del Fichero Excel de la instalación ficticia. Fuente: SIRMA.

INFORME IDM					
Instalación Ficticia_20-11-2020					
ESCENARIO DE REFERENCIA					
E.3					
PROCESO DE SELECCIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA					
Escenario accidental	Probabilidad	IDM	Riesgo	Riesgo relativo (%)	Riesgo relativo acumulado (%)
E.8	3,23E-06	498.962,09	1,61	0,02	100,00
E.10	7,75E-04	343.419,57	266,15	3,30	99,98
E.9	2,15E-05	264.330,51	5,68	0,07	96,68
E.3	5,91E-04	243.645,77	143,99	1,78	96,61
E.7	3,11E-04	188.026,63	58,48	0,72	94,83
E.6	1,09E-03	186.843,24	203,66	2,52	94,10
E.2	2,13E-02	182.798,33	3.893,60	48,24	91,58
E.5	1,03E-03	170.718,98	175,84	2,18	43,34
E.1	2,01E-02	165.260,47	3.321,74	41,16	41,16
E.4	1,02E-06	161.401,22	0,16	0,00	0,00

Figura AIV.5-3. Datos para la selección del escenario de referencia del Fichero Excel de la instalación ficticia. Fuente: SIRMA.

- El Fichero Pdf plasma la tabla obtenida en el fichero Excel en formato protegido, por lo que, a diferencia del anterior, no puede ser modificado.

DETERMINACIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA PARA EL CÁLCULO DE LA GARANTÍA FINANCIERA POR RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

INFORME IDM
Instalación Ficticia_20-11-2020
ESCENARIO DE REFERENCIA
E.3

PROCESO DE SELECCIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA					
Escenario accidental	Probabilidad	IDM	Riesgo	Riesgo relativo (%)	Riesgo relativo acumulado (%)
E.8	0,000003230000000000000	498.962,09	1,611647550700000000000	0,02	100,00
E.10	0,000775000000000000000	343.419,57	266,150166750000000000000	3,30	99,98
E.9	0,000021500000000000000	264.330,51	5,683105965000000000000	0,07	96,68
E.3	0,000591000000000000000	243.645,77	143,994650070000000000000	1,78	96,61
E.7	0,000311000000000000000	188.026,63	58,476281930000000000000	0,72	94,83
E.6	0,001090000000000000000	186.843,24	203,659131600000000000000	2,52	94,10
E.2	0,021300000000000000000	182.798,33	3.893,604429000000000000000	48,24	91,58
E.5	0,001030000000000000000	170.718,98	175,840549400000000000000	2,18	43,34
E.1	0,020100000000000000000	165.260,47	3.321,735447000000000000000	41,16	41,16
E.4	0,000001021434400000000	161.401,22	0,164860758309968000000	0,00	0,00

Figura AIV.5-4. Datos para la selección del escenario de referencia del Fichero Pdf de la instalación ficticia. Fuente: SIRMA.

6. CUANTIFICACIÓN Y MONETIZACIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA

Una vez seleccionado el escenario de referencia para la determinación de la cuantía de la garantía financiera de la instalación objeto de análisis, es necesario cuantificar y monetizar posteriormente dicho escenario.

Los recursos naturales susceptibles de ser dañados en el escenario accidental de referencia (E.3) serían el suelo y las aguas subterráneas. En concreto, se produciría el vertido de 350 m^3 de la sustancia C con afección a dichos recursos naturales.

Al no ser el propósito de este ejercicio práctico la explicación de la forma en que debe cuantificarse el escenario de referencia, a continuación únicamente se ofrecen los resultados asumidos para el proceso de cuantificación de daños.

6.1. EXTENSIÓN DEL DAÑO

Como se ha indicado, se asume que los únicos recursos naturales potencialmente afectados por el daño medioambiental serían el suelo y el agua subterránea. Aplicando un modelo de dispersión de contaminantes se obtiene que el daño afectaría a 808,31 m^3 de suelo (aplicando su valor de densidad equivalen a 1.333,72 t) y a 27.191,78 m^3 de agua subterránea.

6.2. INTENSIDAD DEL DAÑO

Siguiendo el principio de precaución se asume que el daño tendría una intensidad de tipo letal que implicaría la pérdida completa de las poblaciones alcanzadas por el agente causante del daño.

6.3. ESCALA TEMPORAL

La escala temporal del daño se evalúa en término de duración, frecuencia y reversibilidad.

La duración del daño se estima realizando el informe de valoración de MORA ya que uno de los resultados del mismo es, precisamente, el tiempo que se estima que sería necesario para recuperar el estado básico de los recursos naturales. En concreto, conforme se expone en los apartados siguientes la duración se estima en:

- 6 meses de tiempo de espera y 9 meses de tiempo de recuperación para el suelo, lo que implica una duración total del daño al suelo de 15 meses.
- 6 meses de tiempo de espera y 18 meses de tiempo de recuperación para el agua subterránea, lo que implica una duración total del daño al agua subterránea de 24 meses.

Por lo tanto, la duración del daño ocasionado por el escenario accidental de referencia sería de 24 meses si ambas reparaciones pueden realizarse en paralelo y de, al menos, 39 meses si las actividades deben realizarse de forma secuencial.

La frecuencia estimada para el escenario de referencia coincide con la probabilidad asignada al mismo, siendo de $5{,}91\ 10^{-4}$.

Por último, atendiendo a las características del escenario accidental, se asume que el daño es reversible y que, por lo tanto, los recursos naturales afectados podrían retornar a su estado básico en un plazo de tiempo razonable.

7. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL ESCENARIO DE REFERENCIA (MORA)

7.1. RECOPILACIÓN DE DATOS PARA LA VALORACIÓN ECONÓMICA

En la siguiente tabla se recopilan los datos de interés para proceder a la valoración económica del daño medioambiental utilizando el módulo MORA. Se asume que dichos datos deben, o bien encontrarse recogidos en el análisis de riesgos medioambientales del operador, o bien consultarse en el visor cartográfico del módulo MORA.

Parámetro	Valor	Ud.	Fuente
Tipo de agente	COV no halogenado biodegradable	-	ARM
Coordenadas	-	-	ARM
Cantidad de suelo dañada	1.334	t	ARM
Cantidad de agua subterránea dañada	27.192	m^3	ARM
Accesibilidad	Sí	-	ARM/Visor MORA
Distancia a la vía más cercana	0	m	ARM/Visor MORA
Pendiente	Muy baja	-	ARM/Visor MORA
Permeabilidad	Media	-	ARM/Visor MORA
Espacio protegido	No	-	ARM/Visor MORA

ARM = Análisis de riesgos medioambientales del operador
Visor MORA = Visor cartográfico de MORA

Tabla AIV. 7.1-1. Recopilación de datos para la utilización del módulo MORA. Fuente: Elaboración propia.

- El tipo de agente seleccionado es un COV no halogenado biodegradable en coherencia con el tratamiento dado a la "Sustancia C" en el módulo IDM.
- Con respecto a la localización del daño, se han introducido unas coordenadas aleatorias en el visor cartográfico de MORA que responden a las características del entorno que se están asumiendo. Dichas coordenadas no se muestran en el documento ya que las mismas carecen de interés al tratarse de un caso ficticio.
- La cantidad de los recursos naturales dañados se ha redondeado al alza, siendo por lo tanto 1.334 t de suelo y 27.192 m^3 de agua subterránea.
- La zona se considera accesible con un camino adyacente y una pendiente muy baja, una permeabilidad media y sin ninguna figura específica de protección.

7.2. ACCESO AL MÓDULO MORA

El informe de MORA puede iniciarse pulsando en el botón “Realizar nuevo informe” dentro de la sección de MORA del menú de navegación de la herramienta.

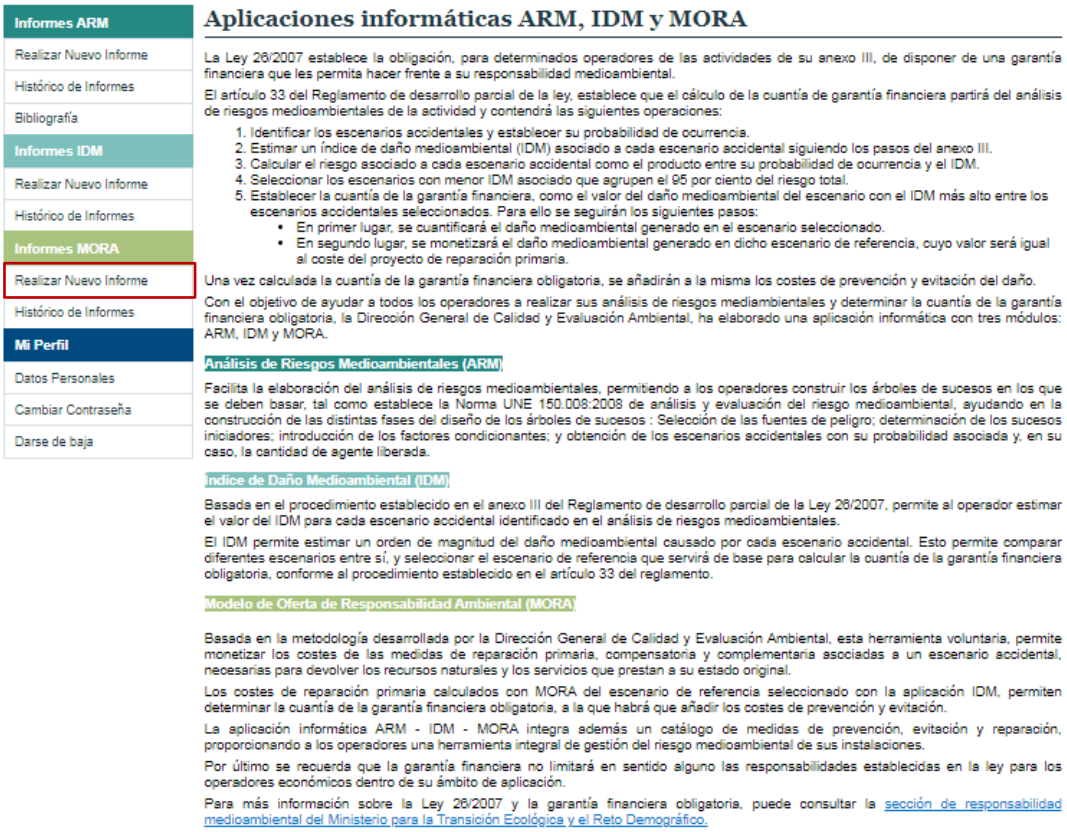


Figura AIV. 7.2-1. Acceso al módulo MORA. Fuente: SIRMA.

7.3. DATOS GENERALES

Una vez se pulsa en “Realizar nuevo informe” se accede a la pantalla de datos generales donde debe rellenarse el nombre del informe, el nombre o razón social del operador, el tipo de empresa y su código CNAE.

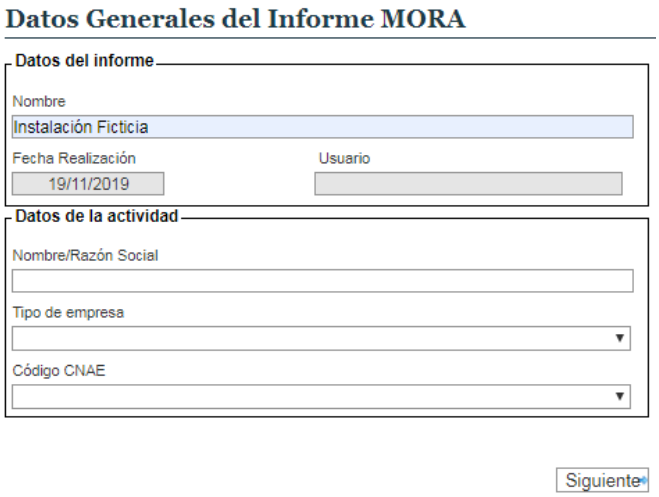


Figura AIV. 7.3-1. Datos generales del informe. Fuente: SIRMA.

Cuando se hayan cumplimentado estos datos se pulsará en el botón “Siguiente” para proceder a introducir la localización del daño medioambiental.

7.4. LOCALIZACIÓN DEL DAÑO

En la pantalla de localización del daño el operador puede o bien introducir directamente las coordenadas del lugar afectado o bien seleccionar el punto sobre el visor cartográfico de MORA pulsando en el botón “Localizar”. Como se ha indicado, en el presente documento no se explicitan estos datos dado que el caso práctico se ha dirigido a una instalación ficticia.

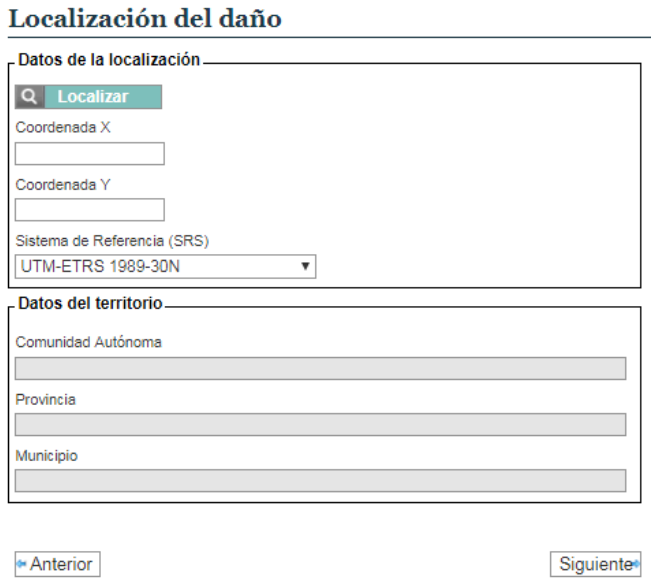


Figura AIV. 7.4-1. Localización del daño. Fuente: SIRMA.

A partir de la localización introducida por el usuario la herramienta MORA carga los parámetros del territorio predefinidos por sus mapas digitales.

Figura AIV. 7.4-2. Parámetros de localización del daño. Fuente: SIRMA.

En el presente caso práctico se han mantenido la totalidad de los valores dados por defecto salvo la distancia a la vía de comunicación más cercana que se ha establecido en cero considerando que la zona afectada por el daño cuenta con un camino adyacente.

7.5. SELECCIÓN DE AGENTES

En la pantalla de selección de los agentes causantes del daño se marca como agente un COV no halogenado biodegradable.

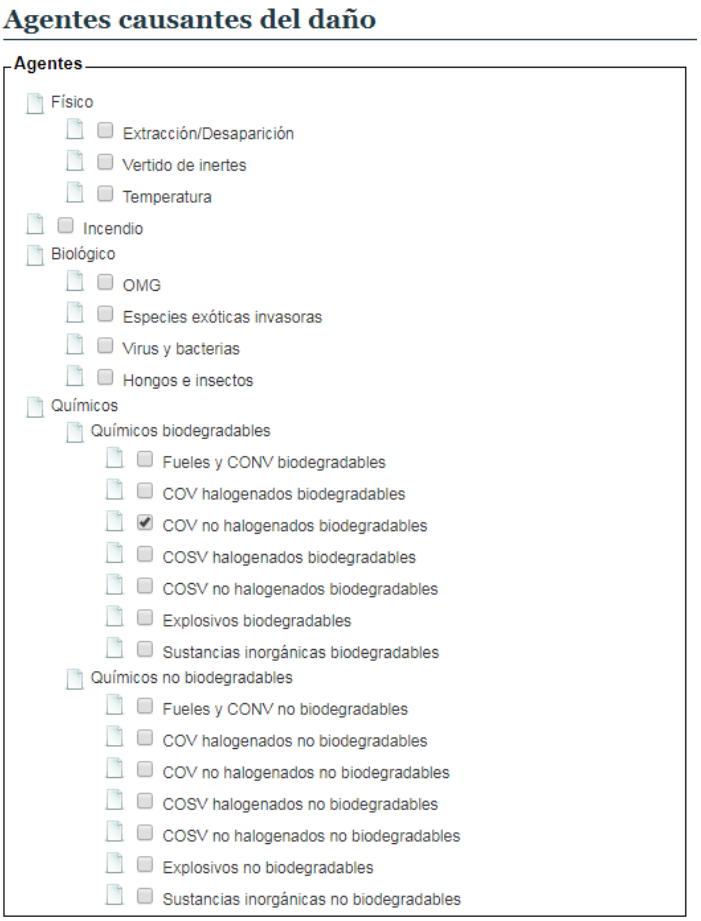


Figura AIV. 7.5-1. Selección de los agentes causantes del daño. Fuente: SIRMA.

Pulsando en “Siguiente” se accede a la pantalla de selección de los recursos naturales.

7.6. RECURSOS AFECTADOS POR EL AGENTE

El usuario seleccionaría como recursos dañados el suelo y el agua subterránea.

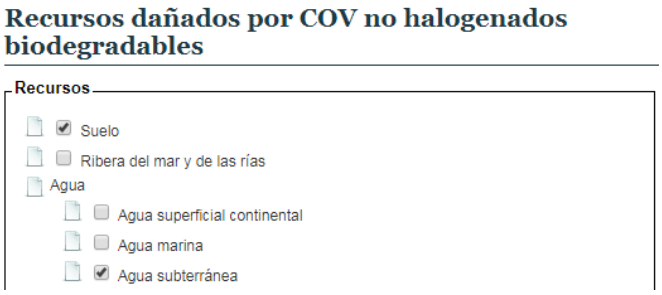


Figura AIV. 7.6-1. Selección de los recursos afectados por el agente. Fuente: SIRMA.

Pulsando en el botón “Siguiente” se inicia el proceso de valoración específico de cada combinación agente causante del daño-recurso natural afectado.

7.7. COMBINACIÓN AGENTE-RECURSO: DATOS DEL DAÑO.

Dado que el caso práctico presenta dos combinaciones agente-recurso (daños por COV al suelo y daños por COV al agua subterránea), el escenario de referencia se compone de estas dos combinaciones; es por ello que el módulo MORA cuestionará sobre cada una de estas dos combinaciones de forma separada.

En los epígrafes siguientes únicamente se muestran, a modo ilustrativo, las pantallas y el proceso seguido para la primera combinación (daños por COV no halogenados biodegradables al suelo) ya que el proceso para la otra combinación resulta similar.

La primera pantalla de cada combinación hace referencia a la cantidad de recurso que resultaría afectada por el daño y a la reversibilidad del daño. En las siguientes pantallas se procederá a la valoración económica del daño medioambiental.

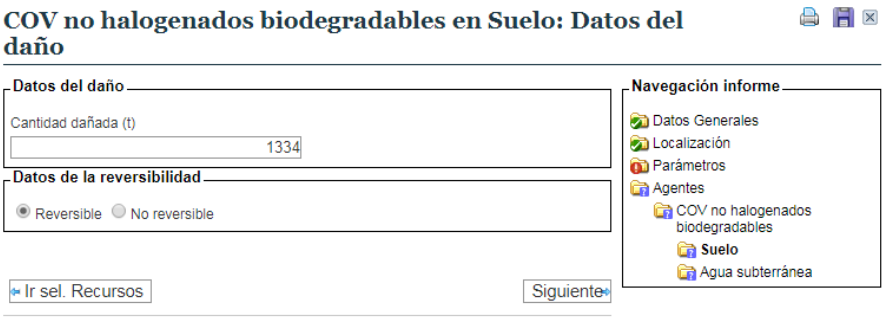


Figura AIV. 7.7-1. Solicitud de datos del daño. Fuente: SIRMA.

7.8. VALORACIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

El escenario simulado en el caso práctico se ha considerado como reversible por lo que en el módulo MORA se procede a calcular la reparación primaria y la reparación compensatoria. Se recuerda que si el daño se hubiera calificado como irreversible el módulo únicamente procedería a la valoración de la medida de reparación complementaria.

a) Combinación agente-recurso: Técnica de Reparación Primaria

El módulo MORA recomienda una única técnica para la reparación de cada combinación agente recurso. En este caso, la técnica seleccionada para la reparación primaria es biopilas. No obstante, aquellos operadores que deseen modificar esta selección dada por defecto pueden hacerlo seleccionando una de las técnicas listadas en el catálogo de “Técnicas recomendadas” o de “Técnicas disponibles”. Alternativamente, el operador podría introducir su propia técnica de reparación en el apartado “Técnica propia”.

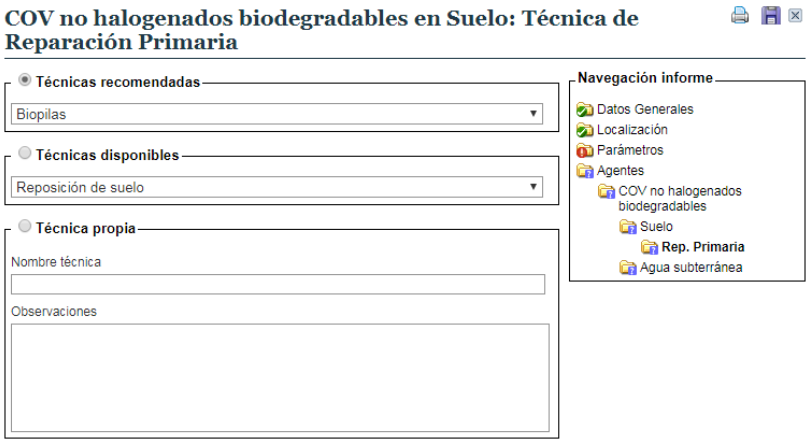


Figura AIV. 7.8-1. Pantalla de selección de la técnica de reparación primaria. Fuente: SIRMA.

b) Combinación agente-recurso: Datos de la Reparación Primaria

En la pantalla siguiente se muestran los datos de coste y de tiempo de recuperación de la reparación primaria.

En el caso de que el analista haya optado por una técnica de reparación propia deberá cumplimentar esta pantalla con la información sobre costes que corresponda.

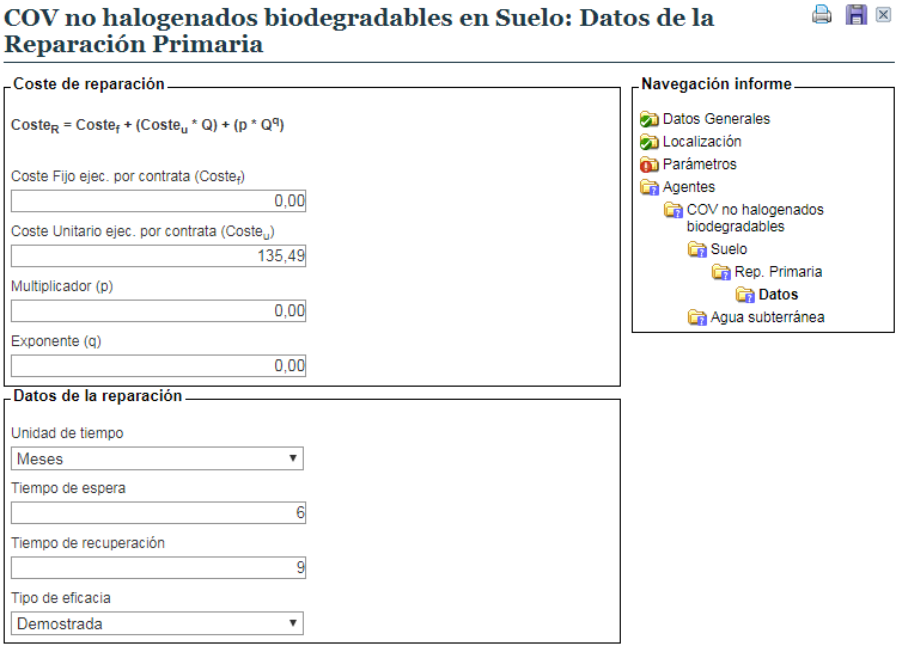


Figura AIV. 7.8-2. Pantalla de datos de la reparación primaria. Fuente: SIRMA.

c) Combinación agente-recurso: Presupuesto de la Reparación Primaria

Con los datos iniciales anteriores la aplicación construye el presupuesto de la reparación primaria de forma que se concluye la valoración de esta medida reparadora.

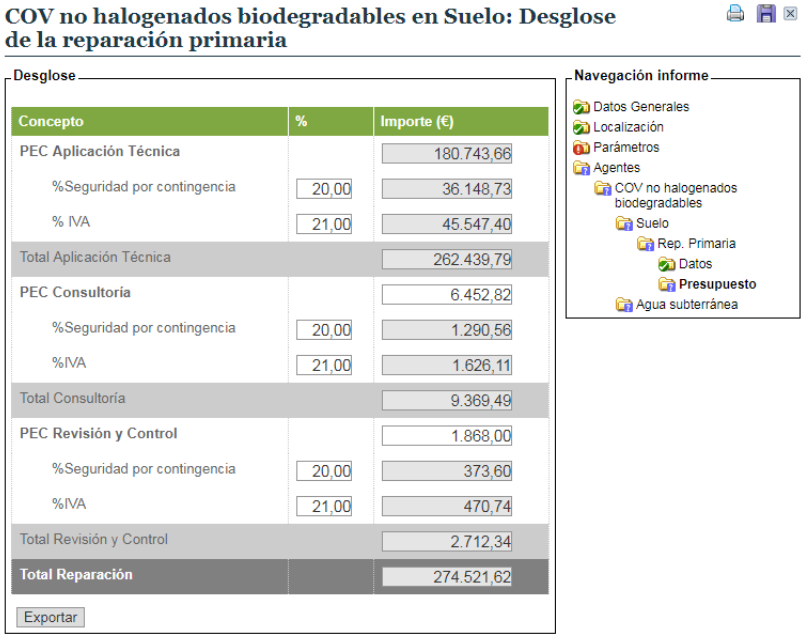


Figura AIV. 7.8-3. Presupuesto de la reparación primaria. Fuente: SIRMA.

d) Combinación agente-recurso: Técnica de Reparación Compensatoria

El procedimiento para la valoración de la medida de reparación compensatoria es similar al realizado para la valoración de la medida de reparación primaria. De esta forma se parte de la identificación de la técnica a aplicar.

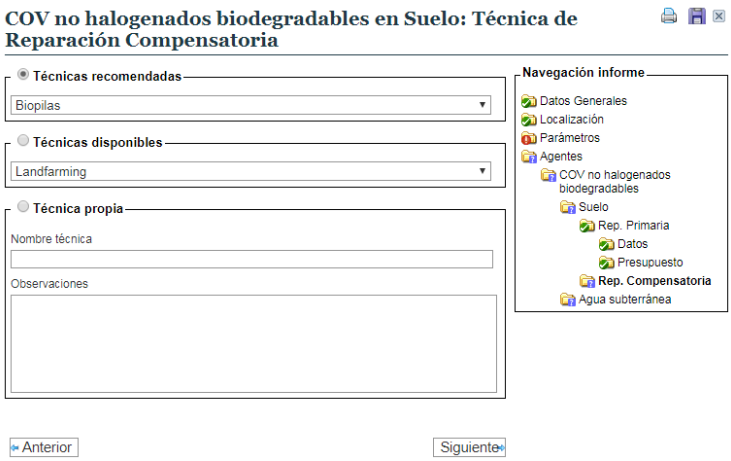


Figura AIV. 7.8-4. Pantalla de selección de la técnica de reparación compensatoria. Fuente: SIRMA.

e) Combinación agente-recurso: Datos de la Reparación Compensatoria

En la pantalla siguiente se muestran los datos de coste y de tiempo de recuperación, en este caso, de la reparación compensatoria.

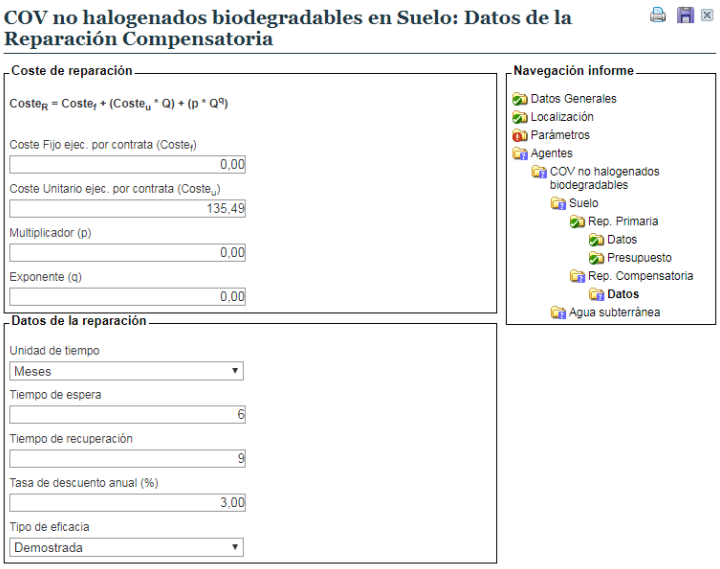
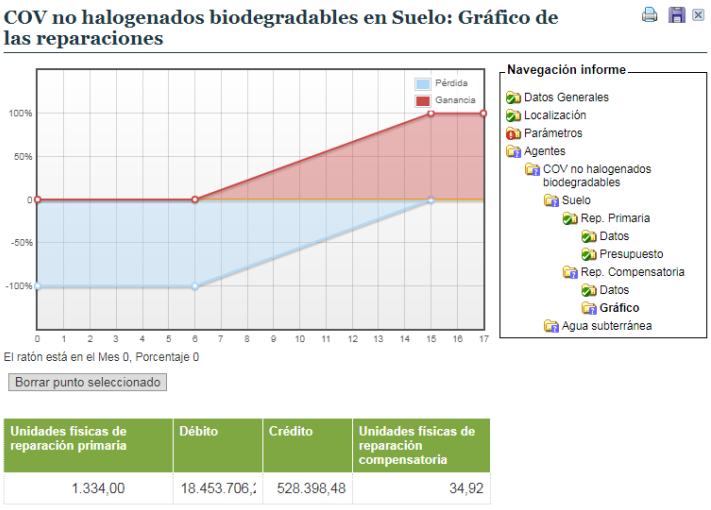


Figura AIV. 7.8-5. Pantalla de datos de la reparación compensatoria. Fuente: SIRMA.

f) Combinación agente-recurso: Gráfico de la Reparación Compensatoria

La siguiente pantalla supone una diferencia con respecto al procedimiento de diseño de la reparación primaria ya que en esta se muestra el gráfico del Análisis de Equivalencia de Recursos (AER) que se realiza con el fin de conocer las unidades adicionales de recurso que deberían repararse en concepto de medida compensatoria. Dicho de otra forma, el resultado del AER se expresa siempre en unidades de recurso natural afectado (débito medioambiental) y generado mediante la reparación (crédito medioambiental). Posteriormente dichas unidades son objeto de valoración económica utilizando la metodología y los datos recogidos en el módulo MORA.



Unidades físicas de reparación primaria	Débito	Crédito	Unidades físicas de reparación compensatoria
1.334,00	18.453.706,2	528.398,48	34,92

Figura AIV. 7.8-6. Gráfico del AER en la reparación compensatoria. Fuente: SIRMA.

En el caso utilizado en el presente supuesto práctico en el AER se obtendría un resultado de 34,92. Esto es, deberían repararse 34,92 t adicionales de suelo con el fin de compensar a la sociedad por el tiempo transcurrido desde que se produciría el daño hasta que éste sería reparado.

g) Combinación agente-recurso: Presupuesto de la Reparación Compensatoria

Conocidas las unidades a reparar se procede a la monetización de las mismas construyendo el presupuesto de la reparación compensatoria.

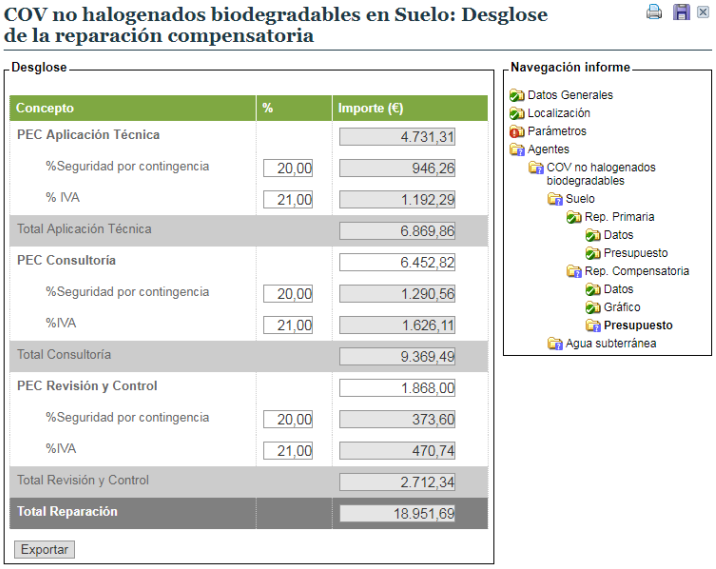


Figura AIV. 7.8-7. Presupuesto de la reparación compensatoria. Fuente: SIRMA.

h) Combinación agente-recurso: Desglose total del daño

Una vez que se ha concluido la valoración de las medidas reparadoras (primaria y compensatoria, en este caso) la aplicación retorna una tabla resumen con el valor total de daño asociado a la combinación agente-recurso que se ha introducido.

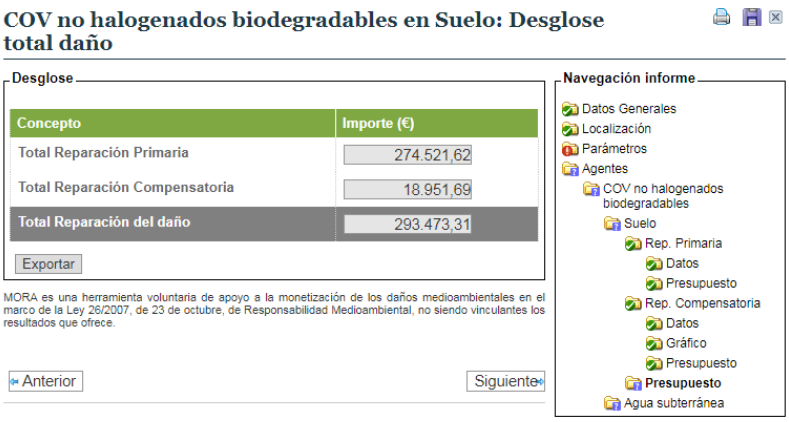


Figura AIV. 7.8-8. Desglose total del daño en medida primaria y compensatoria. Fuente: SIRMA.

Como se ha indicado, en el módulo MORA sería necesario repetir el procedimiento anterior tantas veces como combinaciones agente-recurso se hayan introducido en la herramienta. No obstante, con el fin de evitar esta repetición y ganar en claridad en el presente documento no se incluyen las pantallas relativas al daño causado por COV halogenados biodegradables al agua subterránea.

7.9. PRESUPUESTO DEL COSTE DE ACCESO

El último coste considerado previamente a calcular el valor total del daño medioambiental es el coste de acceso a la zona afectada. En el caso introducido dado que se asume la existencia de una vía de comunicación preexistente estos costes son nulos.

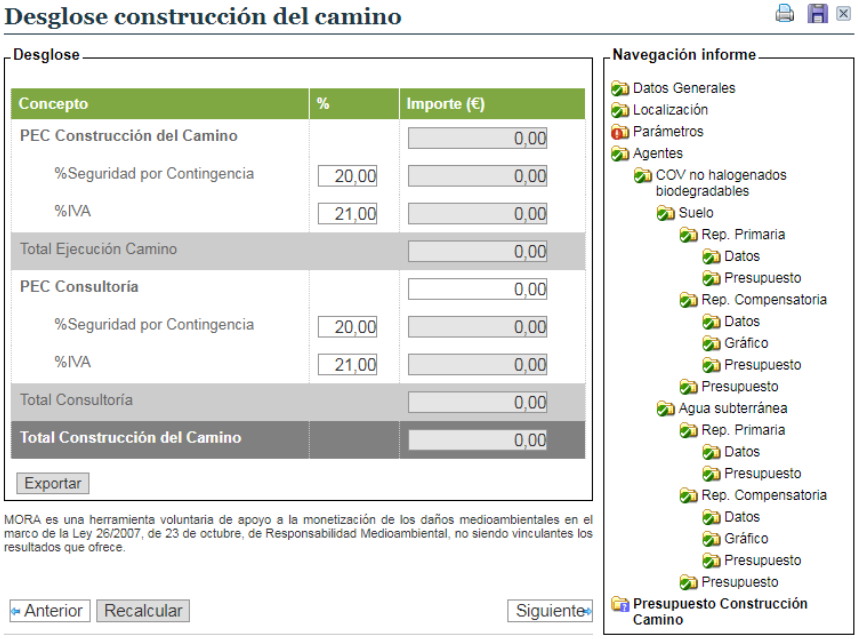
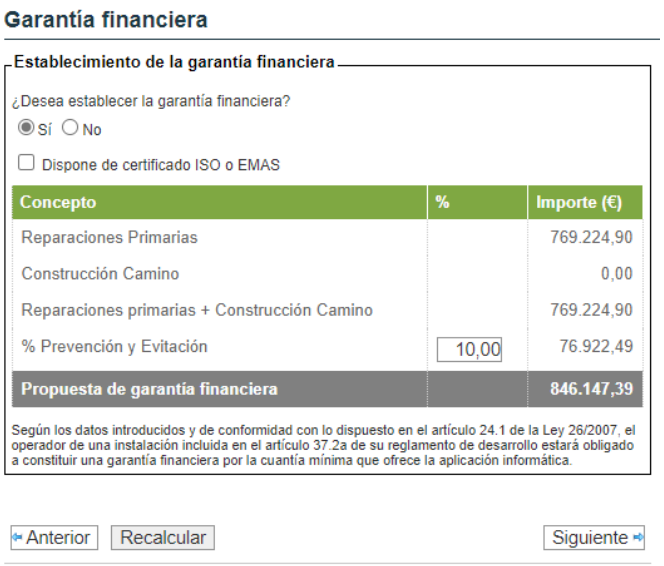


Figura AIV. 7.9-1. Presupuesto de construcción del camino. Fuente: SIRMA.

7.10. CÁLCULO DE GARANTÍA FINANCIERA

En esta pantalla, la herramienta ofrece la posibilidad de calcular el importe de garantía financiera (GF) por responsabilidad medioambiental. Esta funcionalidad voluntaria incluye, por un lado, la posibilidad de marcar la disponibilidad de certificado ISO o EMAS –en cuyo caso, modificaría el rango de obligatoriedad de la cuantía de GF– y, por otro lado, la posibilidad de modificar el porcentaje de los costes de prevención y evitación. Esto es, si bien la herramienta ofrece por defecto un 10% en concepto de prevención y evitación, el usuario podrá ampliar este dato si así lo estima oportuno. En este ejercicio práctico, la instalación no cuenta con certificado ISO o

EMAS y los costes de prevención y evitación se estiman en un 10%. Como resultado se obtiene que la cuantía de garantía financiera de la actividad es de 846.147,39€.



Garantía financiera

Establecimiento de la garantía financiera

¿Desea establecer la garantía financiera?

(•) Sí ( ) No

[ ] Dispone de certificado ISO o EMAS

Concepto	%	Importe (€)
Reparaciones Primarias		769.224,90
Construcción Camino		0,00
Reparaciones primarias + Construcción Camino		769.224,90
% Prevención y Evitación	10,00	76.922,49
Propuesta de garantía financiera		**846.147,39**

Según los datos introducidos y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 24.1 de la Ley 26/2007, el operador de una instalación incluida en el artículo 37.2a de su reglamento de desarrollo estará obligado a constituir una garantía financiera por la cuantía mínima que ofrece la aplicación informática.

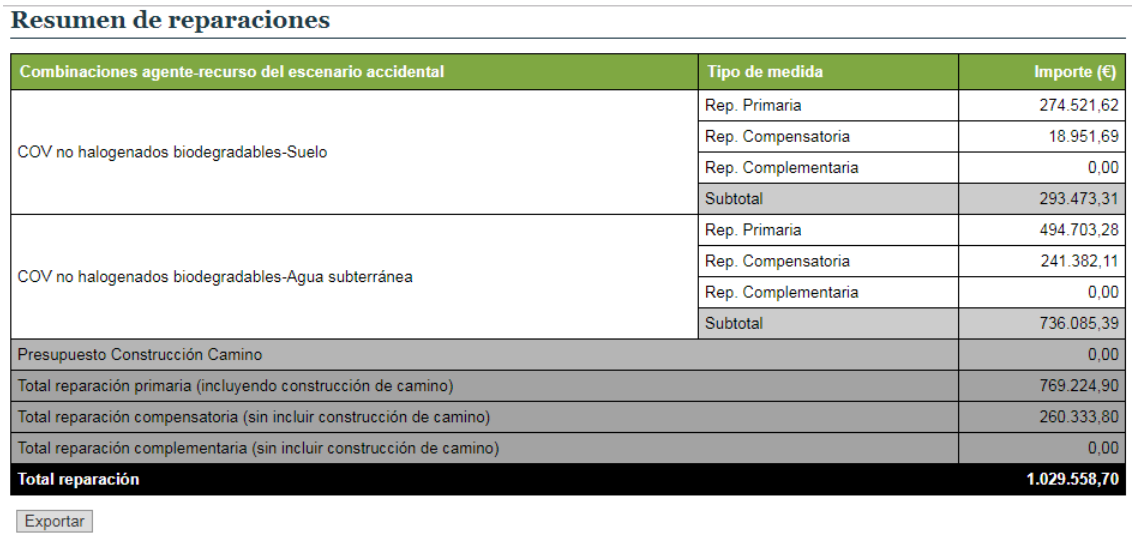
Anterior | Recalcular | Siguiente

Figura AIV. 7.10-1. Cuadro del presupuesto de garantía financiera. Fuente: SIRMA.

7.11. INFORME FINAL

Concluido este procedimiento el usuario dispone de la posibilidad de finalizar su informe de forma que su contenido quede bloqueado y, de esta forma, protegido frente a la edición. Los productos de salida ofrecidos por MORA serían:

- El informe en formato PDF en el que se recogen la totalidad de los datos introducidos.
- La tabla resumen con el importe de las reparaciones.



Resumen de reparaciones

Combinaciones agente-recurso del escenario accidental	Tipo de medida	Importe (€)
COV no halogenados biodegradables-Suelo	Rep. Primaria	274.521,62
	Rep. Compensatoria	18.951,69
	Rep. Complementaria	0,00
	Subtotal	293.473,31
COV no halogenados biodegradables-Agua subterránea	Rep. Primaria	494.703,28
	Rep. Compensatoria	241.382,11
	Rep. Complementaria	0,00
	Subtotal	736.085,39
Presupuesto Construcción Camino		0,00
Total reparación primaria (incluyendo construcción de camino)		769.224,90
Total reparación compensatoria (sin incluir construcción de camino)		260.333,80
Total reparación complementaria (sin incluir construcción de camino)		0,00
Total reparación		**1.029.558,70**

Exportar

Figura AIV. 7.11-1. Cuadro resumen del importe de las reparaciones. Fuente: SIRMA.

8. DETERMINACIÓN DE LA GARANTÍA FINANCIERA POR RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

Tal y como se describe en el apartado 7.10 Cálculo de garantía financiera, MORA ofrece la posibilidad de calcular el importe de garantía financiera por responsabilidad medioambiental de la actividad.

Éste incluye el importe de la medida de reparación primaria y el coste asociado a las medidas de prevención y evitación de nuevos daños, en consonancia con el artículo 33 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental que indica que, con el fin de incluir los costes de prevención y evitación, el operador podrá:

a) Aplicar un porcentaje sobre la cuantía total de la garantía obligatoria.
b) Estimar tales costes de prevención y evitación a través del análisis de riesgos medioambientales.

En todo caso la cuantía de los gastos de prevención y evitación del daño será, como mínimo, el diez por ciento del importe total de la garantía.

En el presente caso práctico la garantía financiera se calcula de forma ilustrativa tomando como base el importe total de la reparación primaria e incrementando dicho importe en un 10%. De esta forma, el operador obtendría un valor de 846.147,39 €.

Concepto	Importe (€)
Total reparación primaria (incluyendo construcción de camino)	769.224,90
Prevención y evitación de nuevos daños	76.922,49
Importe de la garantía financiera	**846.147,39**

Tabla AIV. 8-1. Cálculo de la garantía financiera por responsabilidad medioambiental. Fuente: Elaboración propia.

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y
EL RETO DEMOGRÁFICO

**SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE**

**DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y
EVALUACIÓN AMBIENTAL**

GUÍA DE USUARIO

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RESPONSABILIDAD MEDIOAMBIENTAL

-SIRMA-

(ARM-IDM-MORA)

ANEXO V: CASO PRÁCTICO DEL MÓDULO DE PROYECTOS DE REPARACIÓN

SIRMA
Sistema de Información de Responsabilidad Medioambiental

COMISIÓN TÉCNICA DE PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

ÍNDICE

1. OBJETIVO DEL CASO PRÁCTICO DEL MÓDULO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PROYECTOS DE REPARACIÓN 1

2. ANTECEDENTES Y RESUMEN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL 1

2.1. AGENTES CONTAMINANTES 2

2.2. GESTIÓN DEL ACCIDENTE Y CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL 4

3. CUMPLIMENTACIÓN DE LOS FORMULARIOS EN SIRMA 7

3.1. EXPEDIENTE 7

3.2. TITULAR, REPRESENTANTE Y DATOS PARA NOTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN 8

3.3. INFORMACIÓN RELATIVA AL ACCIDENTE 9

3.4. CARTOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL TERRENO 11

3.5. USO DEL TERRITORIO Y FUENTES DE INFORMACIÓN RELEVANTES PARA ELABORAR EL PROYECTO 13

3.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES CAUSANTES DEL DAÑO 15

3.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DAÑADOS 18

3.8. COMBINACIONES AGENTE RECURSO, CUANTIFICACIÓN Y SIGNIFICATIVIDAD DEL DAÑO 30

3.9. FACTORES DE PONDERACIÓN PARA VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN 40

3.10. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN PRIMARIA 41

3.11. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN COMPENSATORIA PARA REPARACIONES PRIMARIAS 54

3.12. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN COMPLEMENTARIA 60

3.13. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN COMPENSATORIA PARA REPARACIONES COMPLEMENTARIAS 61

3.14. TIPO Y CALIDAD DE RECURSOS/SERVICIOS GENERADOS MEDIANTE LAS MEDIDAS DE REPARACIÓN 62

3.15. CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE REPARACIÓN 64

3.16. RITMO Y GRADO DE RECUPERACIÓN DE LOS RECURSOS/SERVICIOS DAÑADOS 65

3.17. EFICACIA DEL PROYECTO DE REPARACIÓN 66

3.18. COSTE, VIABILIDAD Y OBSERVACIONES DEL PROYECTO DE REPARACIÓN 67

3.19. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO 70

4. CUMPLIMENTACIÓN DE LA MEMORIA DEL PROYECTO DE REPARACIÓN EN SIRMA 78

5. IMPRIMIR PROYECTO 93

6. FINALIZACIÓN DEL PROYECTO 94

1. OBJETIVO DEL CASO PRÁCTICO DEL MÓDULO PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PROYECTOS DE REPARACIÓN

En este documento se ilustra, mediante un ejemplo práctico, la utilización del módulo de Proyectos de reparación de daños medioambientales dentro del Sistema de información de responsabilidad medioambiental (SIRMA) –en adelante, módulo de Proyectos de Reparación– con el fin de representar la forma de cumplimentar un proyecto de reparación de daños medioambientales a través de esta herramienta informática y en consonancia con el documento "Estructura y contenidos de los proyectos de reparación", aprobado por la Comisión técnica de prevención y reparación de daños medioambientales.

Se trata de un proyecto de reparación ficticio que recoge los datos de un hipotético accidente con un planteamiento realista que pretende aproximar al máximo la forma de proceder en un caso real. Debido al carácter hipotético del caso práctico, para el desarrollo del mismo se ha recurrido a modelos (como, por ejemplo, el Modelo de Oferta de Responsabilidad Ambiental) o a ciertas decisiones, como la cantidad de recurso dañado, que en un caso real se obtendrían a través de los datos constatados mediante los correspondientes dictámenes periciales u otras fuentes de información. Asimismo, las sustancias y sus volúmenes, los datos numéricos, técnicas de reparación y otra información contenida en el mismo, tienen únicamente carácter ilustrativo.

Con el objetivo de simplificar el ejemplo aquí expuesto y que sea ilustrativo, únicamente se han utilizado parte de los datos que componen el caso práctico del documento de Estructura y Contenidos de los Proyectos de Reparación. Si bien esta simplificación conforma un caso práctico completo, se han seleccionado del documento original aquellos daños que pueden resultar más representativos dentro del funcionamiento de SIRMA.

A continuación, se recogen los apartados que conformarían el ejemplo práctico del módulo para la elaboración de los Proyectos de reparación.

2. ANTECEDENTES Y RESUMEN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

El presente caso práctico del módulo de Proyectos de reparación se desarrolla en el marco de la tramitación del expediente de exigencia de responsabilidad medioambiental de referencia RMA/001-2017 iniciado a solicitud de Empresa, S.L. a partir de la Comunicación de amenaza inminente de daños y/o daños y de las medidas de prevención y de evitación de nuevos daños adoptadas remitida a las autoridades competentes en fecha 1 de octubre de 2017.

"El día 1 de octubre de 2017 se produjo un incendio en los depósitos de tolueno de la planta de Empresa, S.L. El incendio alcanzó gran virulencia sobrepasando los límites de la instalación y propagándose por un pinar aledaño antes de que pudiera ser extinguido. Adicionalmente, durante los trabajos de extinción, se produjo, en un primer momento, un vertido de tolueno directo

al río R a través de la red de drenaje de Empresa, S.L. Se tiene constancia de la presencia de tolueno en el suelo próximo a la planta. Por efecto del vertido de esta sustancia al río R, resultan apreciables pequeñas manchas de hidrocarburos flotando en su superficie, así como impregnaciones en el suelo. Respecto a la afección a la fauna, debe destacarse que, desde el inicio de este episodio, en octubre de 2017, se encuentran en los márgenes del río R ejemplares muertos de bermejuela."

2.1. AGENTES CONTAMINANTES

En el presente caso práctico se ha supuesto que, de entre el total de sustancias manejadas en la instalación de la que parte el accidente medioambiental, la que presenta una amenaza inminente del daño a los recursos naturales protegidos por la Ley 26/2007 es el tolueno. El tolueno es un hidrocarburo insoluble y menos denso que el agua que, como se verá en el desarrollo del presente ejercicio práctico, provoca que la contaminación se disponga a modo de una película en la superficie del agua superficial.

El resto de sustancias se ha considerado que no serían peligrosas o no se manejarían en cantidades suficientes como para poder ocasionar un daño al medio ambiente. No obstante, existe la presencia de otro agente contaminante distinto a las sustancias químicas y que aplica en este caso práctico y este es el incendio.

A continuación, se incluye la caracterización del tolueno tal y como se describe en el *Anexo III. Características de las sustancias del caso práctico del Proyecto de reparación*. Estos datos serán necesarios más adelante en la cumplimentación de los formularios del Proyecto de Reparación de daños medioambientales dentro del Sistema de Información de Responsabilidad Medioambiental (SIRMA) para la instalación ficticia.

a. Identificación del agente químico

   – Nombre del producto: Tolueno
   – Sinónimos: Metilbenceno; toluol; fenilmetano
   – Nº CAS: 108-88-3
   – Nº CE / EINECS: 203-625-9
   – UN: 1294
   – Fórmula molecular: C7H8
   – Masa molar: 92,14 g/mol

b. Parámetros de control

Parámetro	Niveles umbrales	Compartimento ambiental	Tiempo de exposición
PNEC	0,68 mg/l	Agua dulce	Corto plazo (ocasión única)
PNEC	0,68 mg/l	Agua marina	Corto plazo (ocasión única)
PNEC	13,61 mg/l	Depuradora de aguas residuales (STP)	Corto plazo (ocasión única)
PNEC	16,39 mg/kg	Sedimentos de agua dulce	Corto plazo (ocasión única)
PNEC	16,39 mg/kg	Sedimentos marinos	Corto plazo (ocasión única)
PNEC	2,89 mg/kg	Suelo	Corto plazo (ocasión única)
PNEC	0,68 mg/l	Agua	Continuamente

Tabla AV.2.1-1. Parámetros de control. Valores medioambientales del tolueno. Fuente: Anexo III. Características de las sustancias del caso práctico de proyecto de reparación.

c. Propiedades físicas y químicas

- Estado físico Líquido (fluído)
- Punto de fusión/punto de congelación -95 ºC a 1.013 hPa
- Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición 110,6 ºC a 1.013 hPa
- Punto de inflamación 4,4 ºC a 1.013 hPa
- Tasa de evaporación No existen datos disponibles
- Densidad 0,87 g/cm3 a 20ºC
- Hidrosolubilidad Insoluble en agua
- Viscosidad cinemática 0,7 mm2/s a 20 ºC
- Viscosidad dinámica 0,6 mPa s a 20 ºC

d. Toxicidad

Parámetro	Valor	Especie	Tiempo de exposición
LC50	5,5 mg/l	Peces (*Oncorhynchus kisutch*)	96 horas
EC50	3,8 mg/l	Invertebrados acuáticos (*Ceriodaphnia dubia*)	48 horas
EC50	3,23 mg/l	Invertebrados acuáticos	7 días
EC50	134 mg/l	Plantas acuáticas (*Chlamydomonas angulosa*)	3 horas
LC50	150 – 280 mg/kg	Gusano (*Eisenia fetida*)	28 días

Tabla AV.2.1-2. Parámetros de toxicidad aguda. Fuente: Anexo III. Características de las sustancias del caso práctico de proyecto de reparación.

Parámetro	Valor	Especie	Tiempo de exposición
LOEC	2,77 mg/l	Pez	40 días
NOEC	1,39 mg/l	Peces (*Oncorhynchus kisutch*)	40 días
NOEC	0,74 mg/l	Invertebrados acuáticos (*Ceriodaphnia dubia*)	7 días

Tabla AV.2.1-3. Parámetros de toxicidad crónica. Fuente: Anexo III. Características de las sustancias del caso práctico de proyecto de reparación.

e. Procesos de degradación
   - Tiempo medio de vida en el aire: 2,59 días
   - Hidrólisis: El tolueno no se hidroliza
   - Biodegradación: Fácilmente biodegradable. 69% en 5 días.

2.2. GESTIÓN DEL ACCIDENTE Y CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO MEDIOAMBIENTAL

A continuación, se incluye la descripción de la forma en la que se gestionó el accidente según lo detallado en el Caso práctico del Proyecto de reparación. Esta información será de utilidad para la cumplimentación de los datos en el módulo de Proyectos de reparación dentro de SIRMA.

"Como primera respuesta al suceso ocurrido el día 1 de octubre del 2017, se activaron los sistemas de extinción propios de la instalación, logrando ralentizar la evolución del incendio, pero no se pudo evitar un vertido de tolueno al río R a través de la red de drenaje. Los operarios de Empresa, S.L., al percatarse de esta situación, procedieron a la colocación de unos obturadores de alcantarillas que permitieron contener el vertido directo de las aguas de extinción al río. En paralelo, se procedió a activar el Plan de Emergencia Exterior de la instalación que supuso, entre otras acciones, la movilización de las autoridades de protección civil y emergencias y la comunicación a la autoridad competente en materia de responsabilidad medioambiental (en primera instancia, la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma) de la generación del incidente —cumpliendo con lo establecido en los artículos 9.2 y 17.4 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental—. La instalación de los obturadores de alcantarillas se realizó en cumplimiento con lo establecido en los artículos 9.1, 17.1 y 17.2 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. Esta actuación, como se ha indicado, no logró evitar que determinado volumen de tolueno (alrededor de 1.200 litros, como se estimó posteriormente) contaminara el río.

Ante la afectación al dominio público hidráulico, Empresa, S.L. comunicó a la Confederación Hidrográfica del río R dicha circunstancia, en cumplimiento de nuevo de los artículos 9.2 y 17.4 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre; remitiendo a dicho organismo el Modelo Nº C1 del anexo I

del documento "Recomendaciones de actuación en caso de incidente en el contexto de la normativa de responsabilidad medioambiental". El vertido acabó por extenderse a todo el ancho del cauce del río R, generando una mancha de aspecto aceitoso y olor fuerte, que se desplazó solidaria con el río. Esta mancha, en virtud del artículo 23 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, fue contenida por la Confederación Hidrográfica del río R mediante barreras flotantes anticontaminación en un azud situado 16 kilómetros aguas abajo del punto de vertido. A lo largo de este recorrido tanto el suelo como la vegetación de ribera y la fauna del río sufrieron los efectos adversos derivados del vertido: el suelo y la vegetación quedaron impregnados con tolueno y la fauna estuvo expuesta a altos niveles de contaminación.

En el momento de la llegada de los equipos de extinción externos (equipos de protección civil y emergencias), el incendio afectaba a una gran superficie de la instalación y había rebasado el límite sur de ésta propagándose por un pinar aledaño. Los equipos de bomberos iniciaron las tareas de extinción del incendio, tanto de la instalación como de la masa forestal contigua, de nuevo en virtud de la normativa de protección civil. Ante la previsible generación de un gran volumen de aguas de extinción, la Confederación Hidrográfica procedió a levantar un dique de emergencia, compuesto de tierra compactada, entre la instalación siniestrada y el río R con objeto de reducir en la medida de lo posible el impacto sobre esta masa de agua. Conforme con las previsiones, según avanzaba la lucha contra el incendio, el dique comenzó a recibir agua con sustancias contaminantes procedente del almacén. La efectividad del dique resultó elevada ya que no se observaron nuevos flujos superficiales de contaminación desde la instalación hacia el río R.

En virtud del artículo 23 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, y ante la escasez de medios técnicos por parte del operador y de la gravedad y trascendencia del daño que podría ocasionarse, la Confederación Hidrográfica procedió en un primer momento a retirar el agua de extinción contenida en el dique de emergencia. Para ello, se emplearon bombas de succión y camiones cisterna que transportaron los residuos a un gestor autorizado. Una vez concluido este proceso y comprobada la ausencia de nuevos vertidos superficiales, se procedió a limpiar con agua a presión el suelo y la vegetación de las riberas del río R y, por último, se actuó sobre los hidrocarburos sobrenadantes que habían quedado retenidos en las barreras flotantes del río R. En concreto, se desplazaron al azud unos medios de succión, almacenamiento y transporte similares a los empleados en el dique, dando a estos residuos el mismo destino que los retenidos en el mismo.

A pesar de que el artículo 17 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, establece que será el operador el encargado de ejecutar las medidas de prevención y de evitación de nuevos daños necesarias, las medidas de prevención y de evitación de nuevos daños mencionadas en el párrafo anterior fueron realizadas por la autoridad competente debido a la situación de emergencia, tal y como contempla el artículo 23 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre. De forma adicional, el artículo 48 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, habilita a las autoridades competentes a exigir al operador

responsable la obligación de satisfacer los costes generados, tal y como se ilustra en las siguientes figuras recogidas del ejemplo 2 del documento "Recomendaciones de actuación en caso de incidente en el contexto de la normativa de responsabilidad medioambiental".

Tal y como se comunicó por parte de la Confederación Hidrográfica del río R a Empresa, S.L., las barreras anticontaminación lograron contener el vertido de tolueno en el río a través de la red de pluviales (ocasionado por las aguas de extinción contaminadas procedentes del sistema automático de detección y extinción de incendios de la planta) y del que se extrajo un volumen de 1,2 m³. Por otro lado, el dique de contención consiguió evitar que se produjeran nuevos vertidos superficiales al río. Por su parte, los bomberos lograron extinguir el incendio, tanto dentro como en los exteriores de la instalación.

Una vez concluida la gestión del incidente y consideradas suficientes, por parte de las respectivas autoridades competentes, las medidas de evitación de nuevos daños ejecutadas durante la misma, se procedió a comunicar por escrito, por parte de Empresa, S.L., la situación a las respectivas autoridades competentes. Mediante esta comunicación por escrito se solicitó el inicio de los correspondientes expedientes de exigencia de responsabilidad medioambiental, uno para los daños al suelo, a los hábitats y a las especies (para el cual resulta competente la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma) y otro para los daños a las aguas (competencia de la Confederación Hidrográfica del río R)."

Con el fin de llevar a cabo un ejemplo ilustrativo y a la vez sencillo que ilustre el funcionamiento del módulo de Proyectos de reparación dentro de SIRMA, atendiendo a cada uno de los daños descritos anteriormente, las combinaciones agente causante del daño-recurso natural afectado que se detallarán en el marco del presente proyecto de reparación son las siguientes:

- Químico (tolueno) – Agua continental superficial: 2 m³
- Químico (tolueno) – Especies silvestres Bermejuela (*Anchondrostoma arcasii*): 443 individuos
- Químico (tolueno) – Suelo (adyacente a la instalación – vaso del dique de contención de las aguas de extinción): 468 m³
- Incendio – Hábitats (Pinar de *Pinus pinea*): 4,00 ha

La hipotética instalación se encuentra situada en una zona de interior –por lo que no hay afección al agua marina– y no existe masa de agua subterránea bajo la misma que pueda ser dañada.

A continuación, se procede a describir la forma de cumplimentar los formularios del Proyecto de Reparación de daños medioambientales mediante la utilización del módulo de Proyectos de Reparación dentro de la herramienta SIRMA.

3. CUMPLIMENTACIÓN DE LOS FORMULARIOS EN SIRMA

Dentro de la herramienta SIRMA, en primer lugar, se cumplimentarán los formularios del documento de Estructura y contenidos generales de los proyectos de reparación –incluidos en los anexos del proyecto de reparación de daños medioambientales–, y en segundo lugar se cumplimentará la memoria del proyecto de reparación.

Tal y como se especifica en el epígrafe “Antecedentes y resumen del daño medioambiental”, el día 1 de octubre de 2017 se produjo un incendio en los depósitos de tolueno de la planta de Empresa, S.L. que alcanzó gran virulencia sobrepasando los límites de la instalación y propagándose por un pinar aledaño antes de que pudiera ser extinguido. Adicionalmente, se produjo un vertido de tolueno al suelo próximo a la planta y al río R a través de la red de drenaje de Empresa, S.L. Por efecto de estos vertidos al río R, tras el accidente resultaban apreciables pequeñas manchas de hidrocarburos flotando en su superficie. Respecto a la afección a la fauna, desde el inicio de este episodio se encontraron en los márgenes del río R ejemplares muertos de bermejuela.

En los próximos apartados se desarrolla la forma de proceder para cumplimentar todos los datos del accidente que contienen los formularios del proyecto de reparación a través módulo de Proyectos de reparación incluido en SIRMA.

3.1. EXPEDIENTE

En esta pantalla de la aplicación se solicita el número de procedimiento de exigencia de responsabilidad medioambiental. Se trata de un dato de obligatoria cumplimentación (indicado con asterisco) puesto que servirá más adelante a la autoridad competente/ al órgano revisor para identificar el Proyecto de Reparación en cuestión.

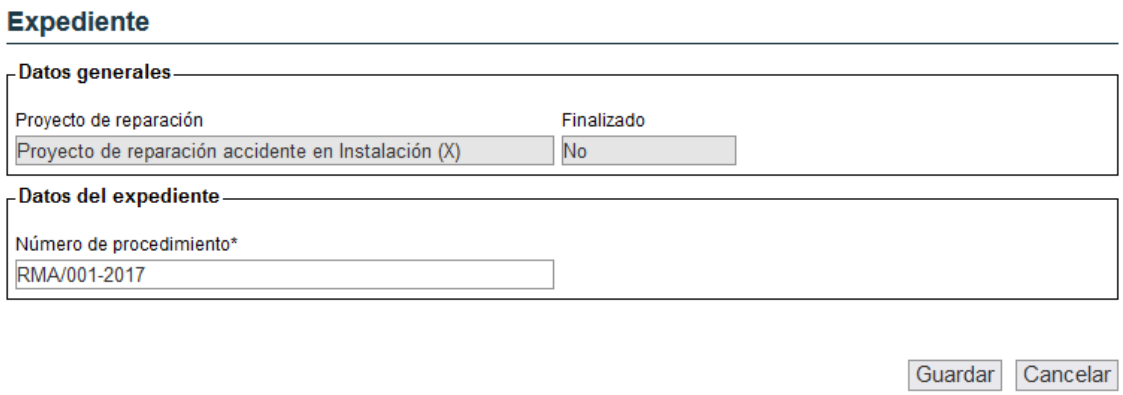


Figura AV.3.1-1. Pantalla de cumplimentación de datos del expediente. Fuente: SIRMA.

3.2. TITULAR, REPRESENTANTE Y DATOS PARA NOTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

En esta pantalla de la herramienta SIRMA se deberá cumplimentar los datos del titular y del representante de la instalación en la cual se ha producido el accidente. Se considera titular de la instalación a la persona física o jurídica, pública o privada, que desempeñe la actividad económica o profesional o que, en virtud de cualquier título, controle dicha actividad o tenga un poder económico determinante sobre el funcionamiento de la actividad que ha originado el daño o la amenaza inminente de daños.

En el apartado de domicilio se incluye el domicilio donde se practica la notificación. Salvo comunicación contraria por parte del titular de la instalación o de su representante, el domicilio a efectos de notificación y comunicación coincidirá con el del titular de la instalación.

En este caso práctico la actividad económica principal es un almacén de residuos peligrosos sujeta a autorización de la Ley 16/2002 (IPPC) bajo el epígrafe *5.6 Almacenamiento temporal de residuos peligrosos*.

Figura AV.3.2-1. Pantalla de Titular, representante y datos para notificación de la instalación. Fuente: SIRMA.

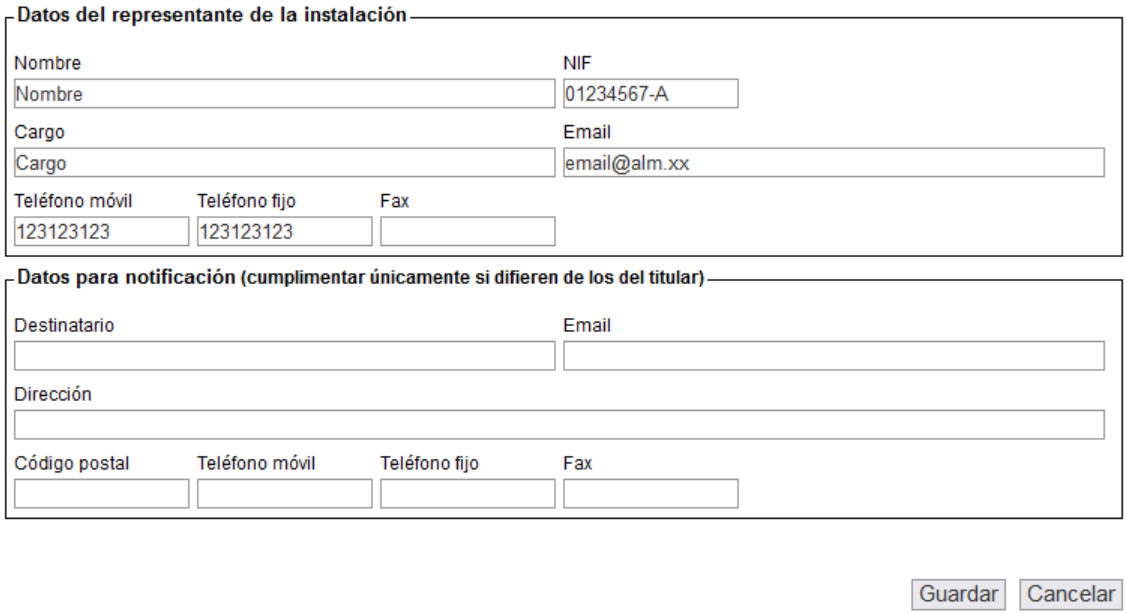


Figura AV.3.2-1 (continuación). Pantalla de Titular, representante y datos para notificación de la instalación. Fuente: SIRMA.

Tras pulsar sobre “guardar”, se guardará la información referente al titular, representante y datos para notificación de la instalación y la herramienta reconduce al usuario a la pantalla principal de Detalle del proyecto de reparación.

3.3. INFORMACIÓN RELATIVA AL ACCIDENTE

La siguiente pantalla a cumplimentar es la que recoge la Información general relativa al accidente.

En esta pantalla se indicará, en primer lugar, la fecha y hora en la que el incidente se inició (entendiendo como tal la fecha y hora en la que el operador conoció la situación) y la fecha y hora de finalización del incidente (entendiendo como tal la fecha y hora de recepción por parte del operador de la Resolución del fin de las medidas de prevención y/o de evitación y de la necesidad de iniciar procedimiento de exigencia de responsabilidad medioambiental emitida por la autoridad competente).

En segundo lugar, se indicará la ubicación del incidente, bien sea incluyendo las coordenadas de forma manual o bien utilizando el visor cartográfico que permite al usuario localizar el daño mediante las coberturas de MORA. En concreto, se indicarán las coordenadas geográficas del centro geográfico donde se ha producido el daño medioambiental.

Para ello, se pulsará sobre “seleccionar coordenadas” y se abrirá automáticamente el visor. Tras seleccionar el punto deseado, el usuario debe pulsar en “enviar a MORA” para que las coordenadas se auto rellenen en pantalla.

A continuación, se complementarán los datos de comunidad, provincia y municipio del accidente mediante los correspondientes desplegables y se incluirá la información necesaria sobre otra documentación adicional que se adjunte en el proyecto de reparación: fotografías, planos, mapas, etc.

Por último, en esta pantalla el operador hará una breve descripción del incidente que ocasionó los daños medioambientales objeto del proyecto de reparación como la naturaleza del incidente, o la evolución del mismo.

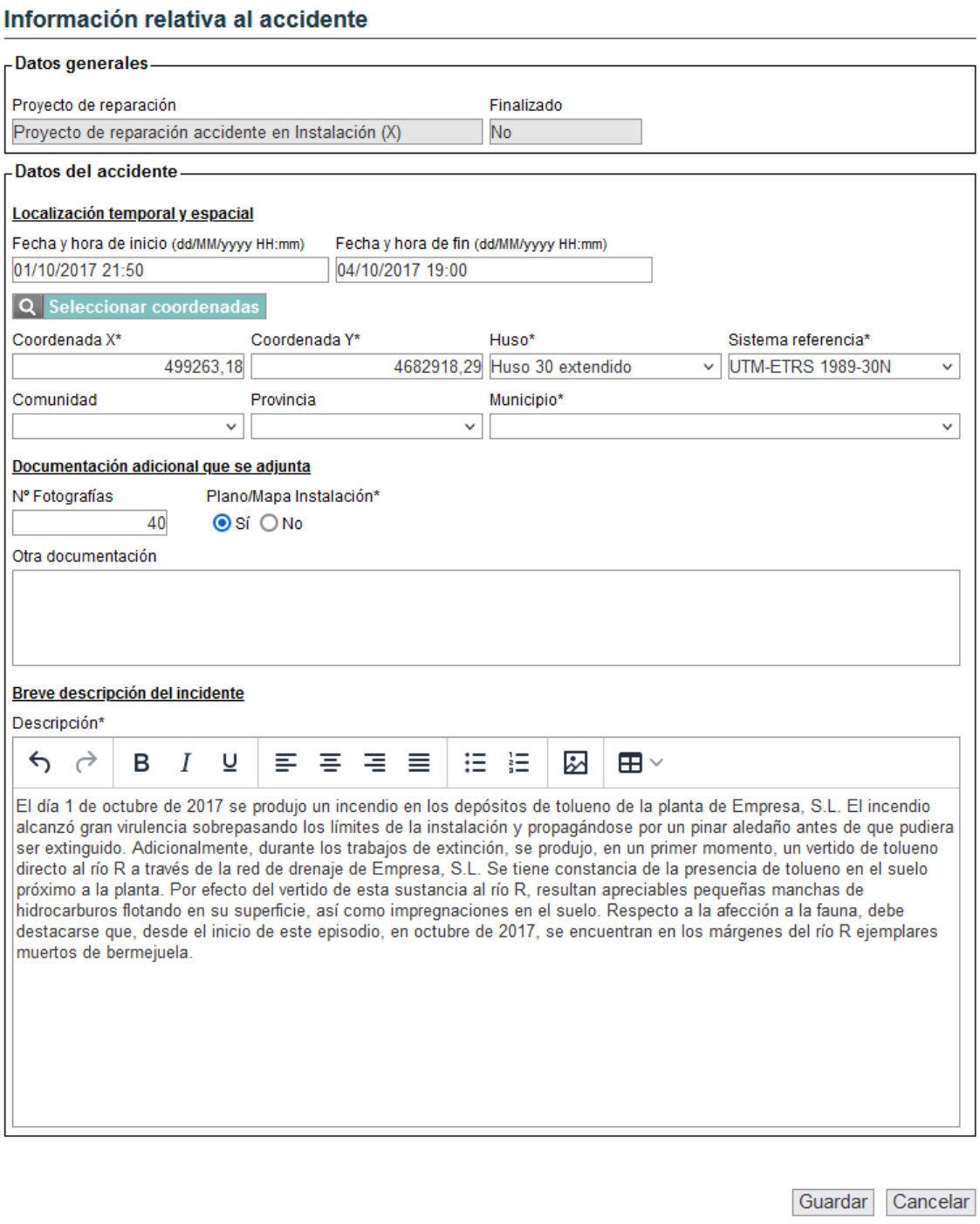


Figura AV.3.3-1. Pantalla de información relativa al accidente. Fuente: SIRMA.

Para continuar, se pulsa sobre “Guardar” para continuar cumplimentando los datos de cartografía y geología del terreno en el lugar del accidente.

3.4. CARTOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL TERRENO

El operador presentará la información cartográfica relativa a los daños producidos en el proyecto de reparación. Se indicará el tipo de información aportada para la descripción de la localización geográfica del daño medioambiental (mapas, planos, ortofotos, etc.) activando la casilla en forma de *check*. De esta forma, quedará indicada la relación detallada de los elementos cartográficos que se aportan. A modo de ejemplo: “Mapa 1. Mapa general de ubicación geográfica del daño medioambiental.” “Ortofoto 1. Ortofoto de ubicación geográfica del daño medioambiental.” Etc.

Una vez se selecciona el tipo de elemento cartográfico que corresponda, el campo observaciones de los elementos seleccionados deberá ser informado con la información que se considere relevante indicando si se incluye o no en el anexo cartográfico, aportando número/título del mapa en el anexo en caso de que así sea.

En la figura siguiente se incluye la pantalla de la herramienta cumplimentada para este ejemplo práctico concreto.

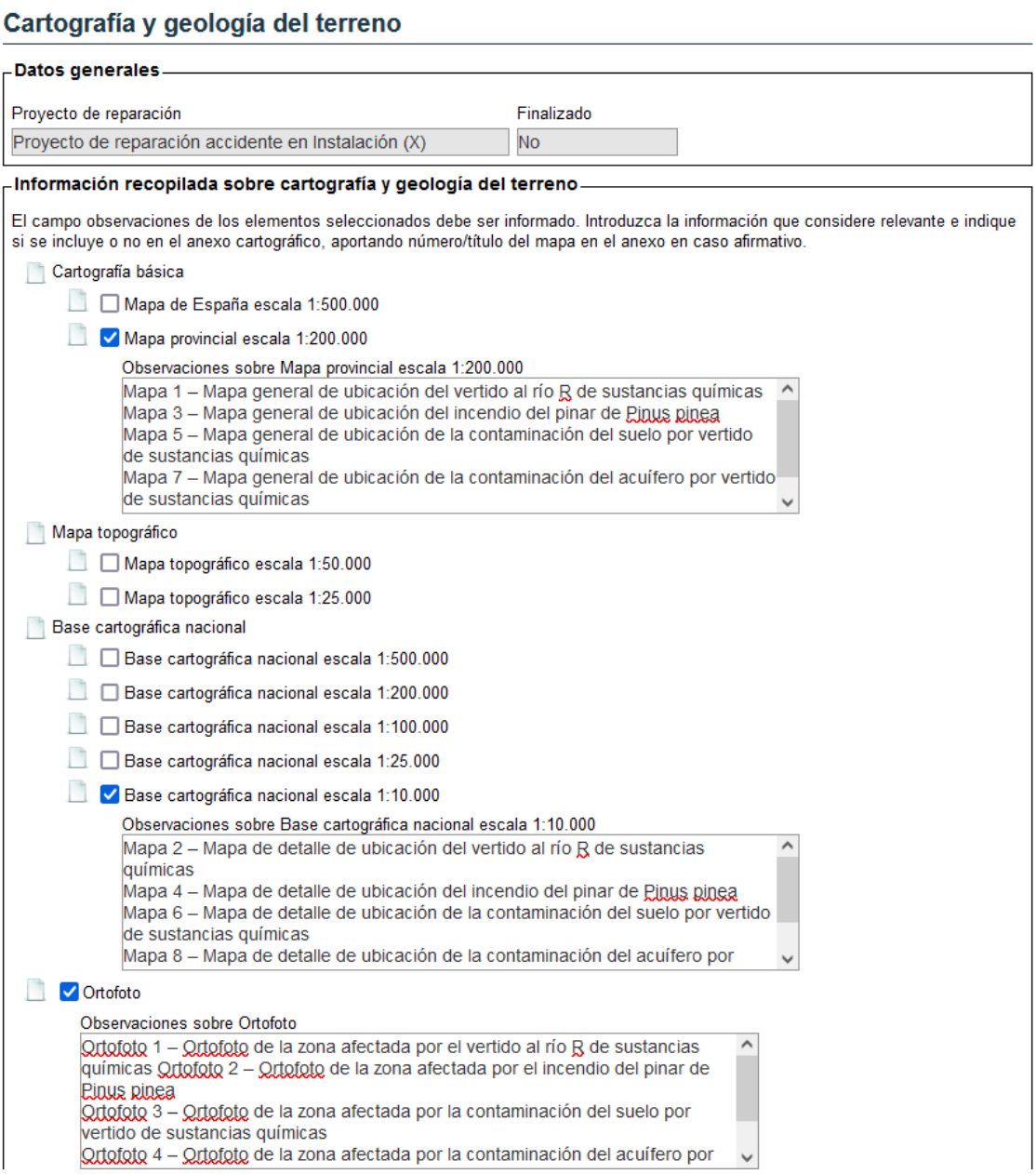


Figura AV.3.4-1. Pantalla de cartografía y geología del terreno. Fuente: SIRMA.

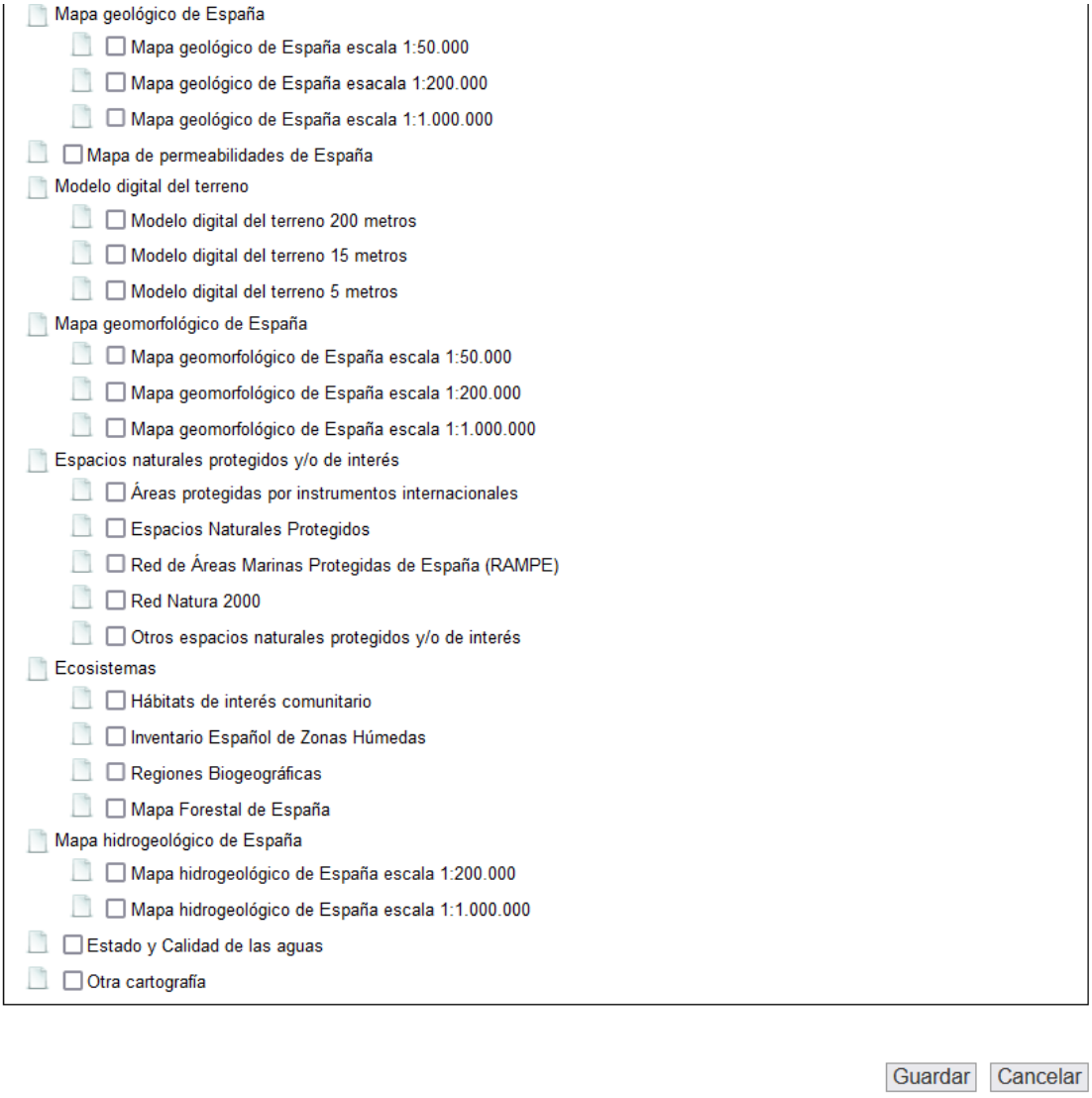


Figura AV.3.4-1 (continuación). Pantalla de cartografía y geología del terreno. Fuente: SIRMA.

3.5. USO DEL TERRITORIO Y FUENTES DE INFORMACIÓN RELEVANTES PARA ELABORAR EL PROYECTO

El operador identificará el uso del suelo en términos del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, relevante para establecer los niveles genéricos de referencia de la contaminación del suelo (uso industrial, uso urbano u otros usos).

De forma adicional, identificará la fuente de información empleada para la definición del uso del suelo del territorio afectado por el incidente. Cuando se selecciona una de las fuentes, el campo observaciones de los elementos seleccionados se habilitará y deberá ser informado. En este campo ha de incluirse la información que se considere relevante además de indicarse si esta

fuente se incluye o no en el anexo cartográfico e indicando en caso afirmativo el número/título del mapa en el anexo.

Por otro lado, en el apartado “Otras fuentes de información relevantes” se incluirán otras fuentes de información que se consideren relevantes que hayan sido utilizadas en el Proyecto de Reparación.

En la figura siguiente se incluye la pantalla de la herramienta cumplimentada para el presente ejemplo práctico.

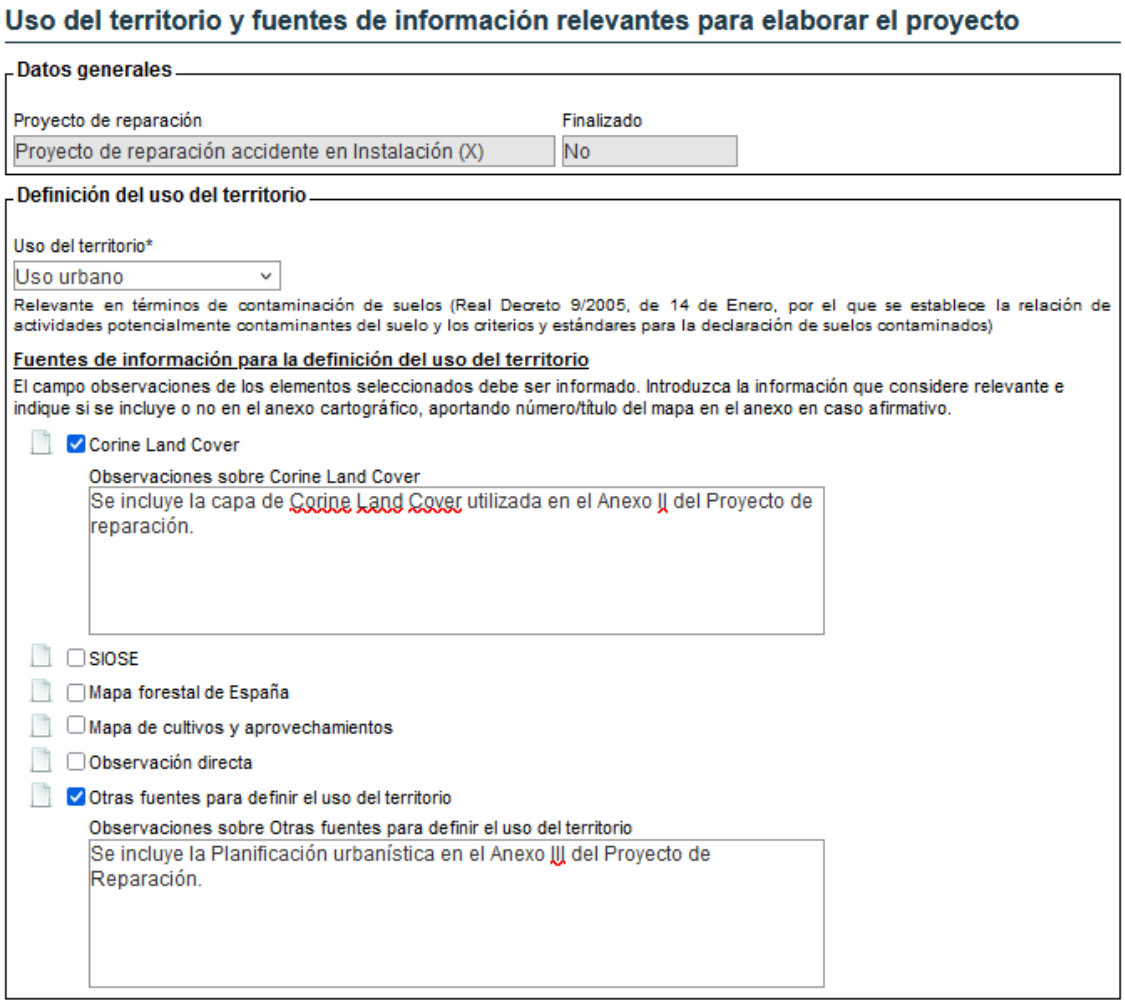


Figura AV.3.5-1. Pantalla de uso del territorio y fuentes de información relevantes para elaborar el proyecto. Fuente: SIRMA.

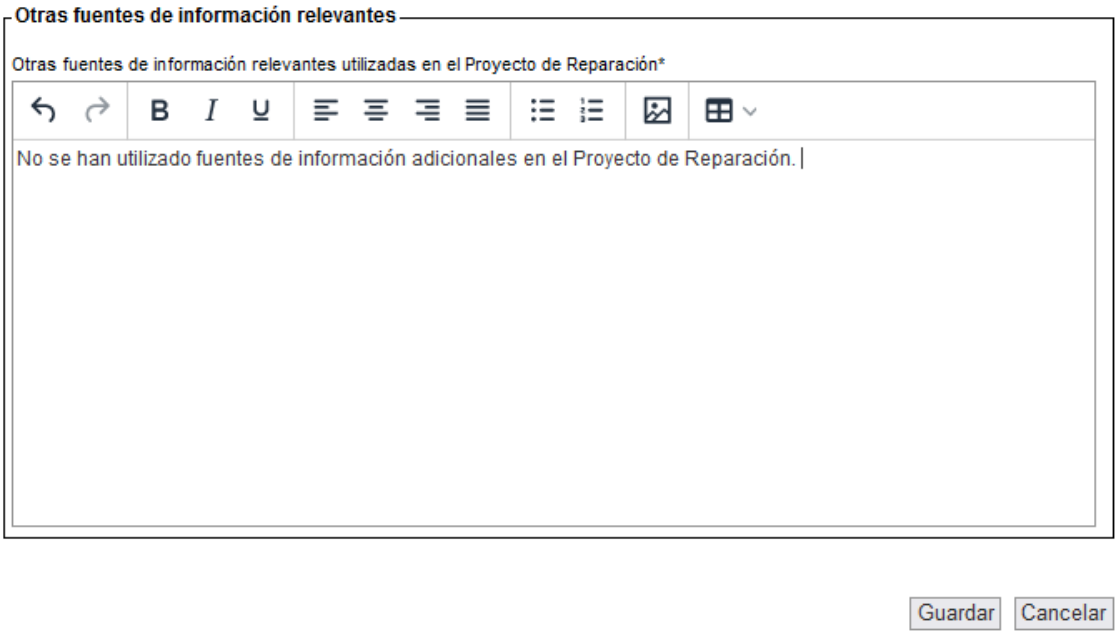


Figura AV.3.5-1 (continuación). Pantalla de uso del territorio y fuentes de información relevantes para elaborar el proyecto. Fuente: SIRMA.

3.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES CAUSANTES DEL DAÑO

A continuación, el usuario identificará e incluirá en el informe los agentes causantes del daño del accidente. Para ello, en la pantalla de "Identificación de los agentes causantes del daño" pulsará sobre "Crear" y repetirá el proceso para cada uno de los agentes causantes del daño relevantes del proyecto de reparación.

Figura AV.3.6-1. Pantalla de Identificación de los agentes causantes del daño. Fuente: SIRMA.

A continuación, se incluyen las pantallas de la herramienta cumplimentadas en función de los agentes causantes del daño del presente ejemplo práctico.

El tolueno es el agente químico que se libera en el accidente de la instalación ficticia del presente caso práctico. En concreto, se liberan 16,5 m^3 de tolueno al agua continental superficial y al suelo adyacente a la instalación.

En la pantalla de agentes químicos se solicitan una serie de parámetros relacionados con el agente contaminante en cuestión como la densidad, viscosidad, punto de inflación –en su mayoría aparecen indicados en la ficha de seguridad de la sustancia– con el objetivo de que se describan las propiedades del mismo de forma detallada. A continuación, se incluye a modo de ejemplo la pantalla de agentes químicos cumplimentada para el tolueno.

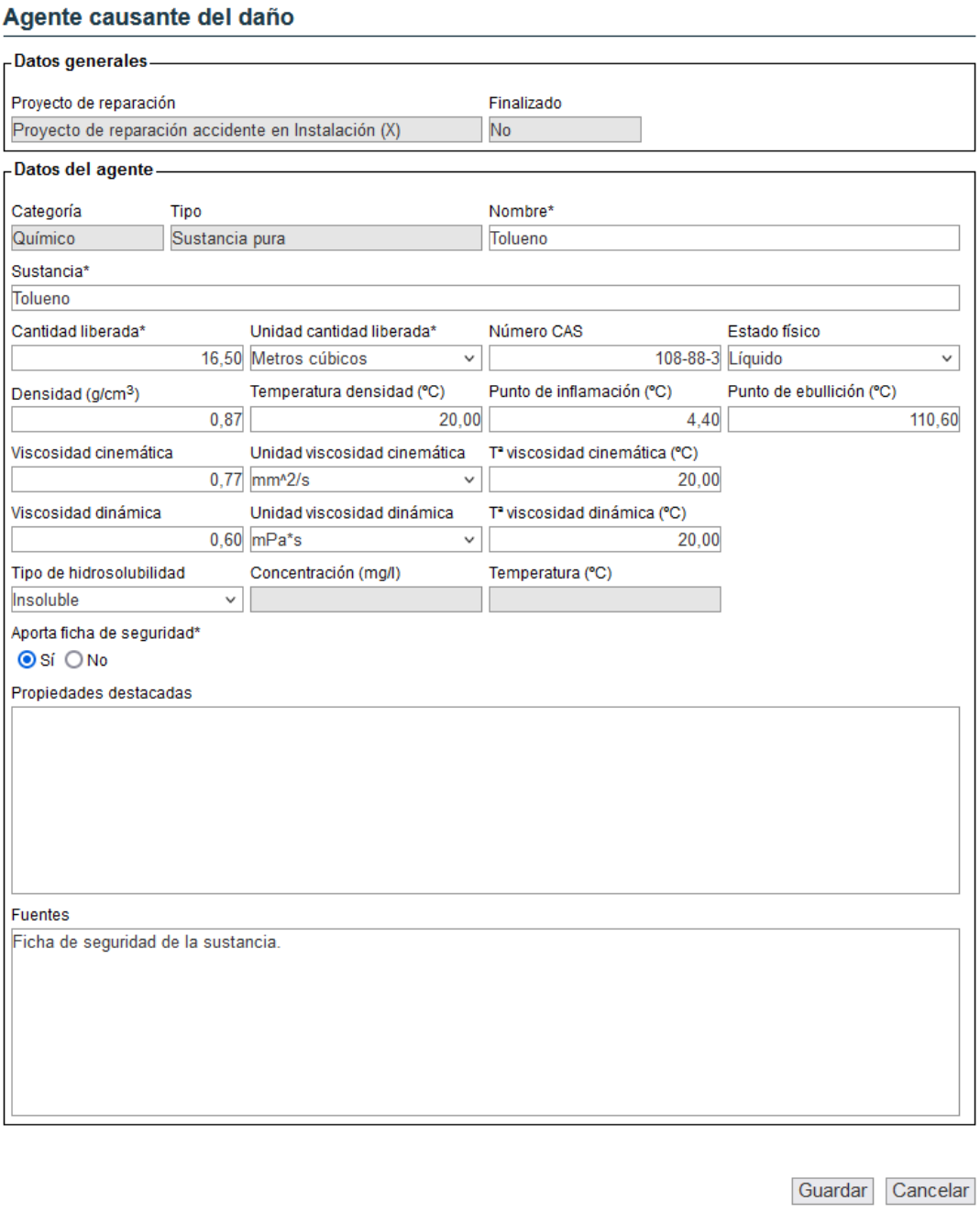


Figura AV.3.6-2. Pantalla agente causante del daño químico. Fuente: SIRMA.

Por otro lado, se origina un incendio en la instalación que alcanza el Pinar de *Pinus pinea* dañando 4,00 ha del mismo. Este se corresponde con el segundo agente causante del daño del presente caso práctico.

En la pantalla de agentes físicos de tipo incendio se solicita el nombre y las propiedades destacadas del incendio con el objetivo de que se describan los datos del mismo de forma detallada. A modo de ejemplo, se podría incluir:

"El incendio generado en las instalaciones de Almacén de residuos, S.L. se extendió a una masa forestal próxima formada por ejemplares de Pinus pinea. La intensidad del fuego en las instalaciones, fruto de la inflamabilidad de las sustancias almacenadas en el mismo, facilitó la propagación del incendio por radiación, generándose un fuego que combinó las características de incendio de superficie (consumiendo la vegetación herbácea) y de incendio de copas activo (la elevada densidad de pies facilitó la propagación del incendio a través de las copas de los árboles). Ambos medios de propagación del incendio provocaron una afección grave a la masa forestal.

En el momento de la llegada de los servicios de extinción, el perímetro del fuego fuera de las instalaciones de Almacén de residuos, S.L. era aún escaso, lo que facilitó el control y posterior extinción del incendio de la masa forestal. Los bomberos forestales lograron limitar la extensión del incendio a una superficie de 4 hectáreas con un perímetro de unos 800 metros."

A continuación, se incluye la forma de cumplimentar los agentes físicos de tipo incendio en el módulo de Proyectos de Reparación de SIRMA.

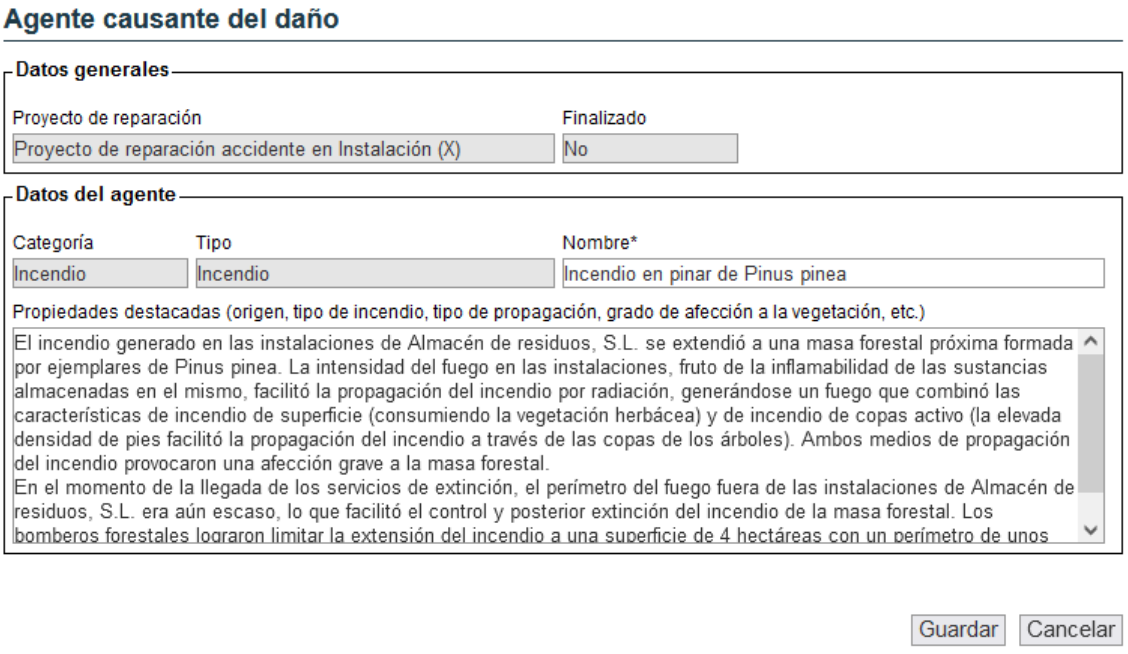


Figura AV.3.6-3. Pantalla agente causante del daño físico-incendio. Fuente: SIRMA.

Una vez se han cumplimentado la totalidad de los agentes causantes del daño relevantes del proyecto de reparación, pulsando sobre “Ir a definición de recursos” se accede a la pantalla de selección de los recursos naturales.

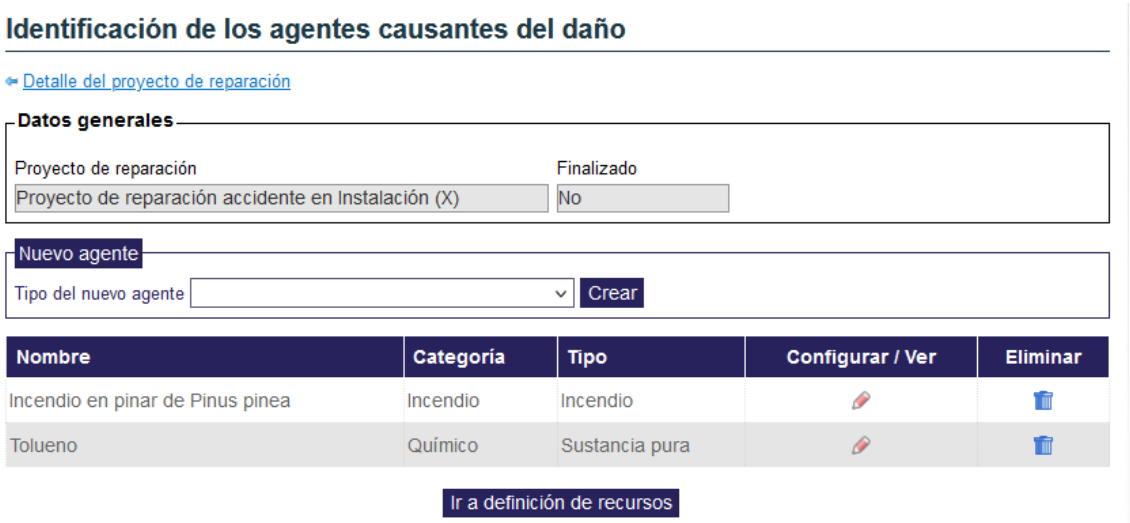


Figura AV.3.6-4. Pantalla agente causante del daño físico-incendio. Fuente: SIRMA.

3.7. IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES DAÑADOS

El operador identificará los recursos naturales afectados relevantes para el proyecto de reparación en el desplegable de la pantalla “Identificación de los recursos dañados” que aparece tras pulsar el botón descrito anteriormente “Ir a definición de recursos” tal y como se muestra a continuación.

Figura AV.3.7-1. Pantalla de Identificación de los recursos dañados. Fuente: SIRMA.

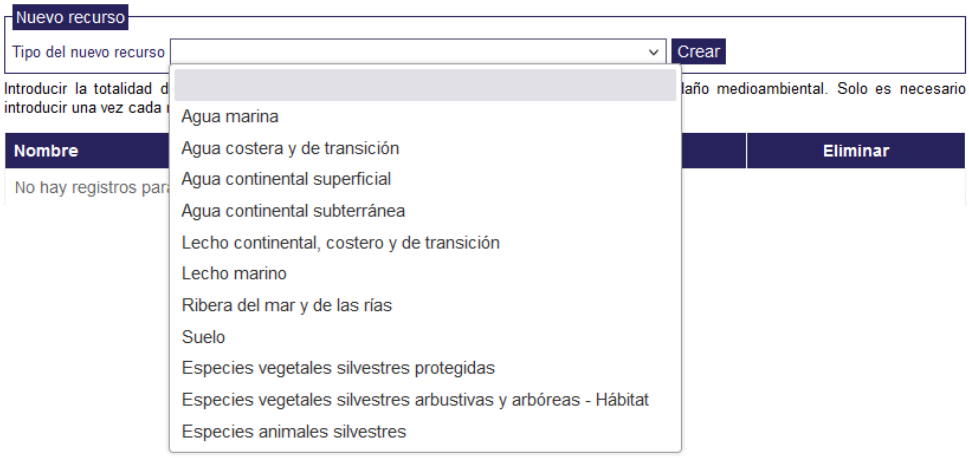


Figura AV.3.7-2. Desplegable de recursos dañados. Fuente: SIRMA.

Los recursos dañados del presente caso práctico, tal y como se describe en epígrafes anteriores son el agua continental superficial (2 m^3), la especie animal Bermejuela (*Anchondrostoma arcasii* 443 individuos), el suelo adyacente a la instalación (468 m^3) y el Pinar de *Pinus pinea* (4,00 ha). A continuación, se detalla la forma de incluirlos en el módulo de Proyectos de Reparación de SIRMA respectivamente.

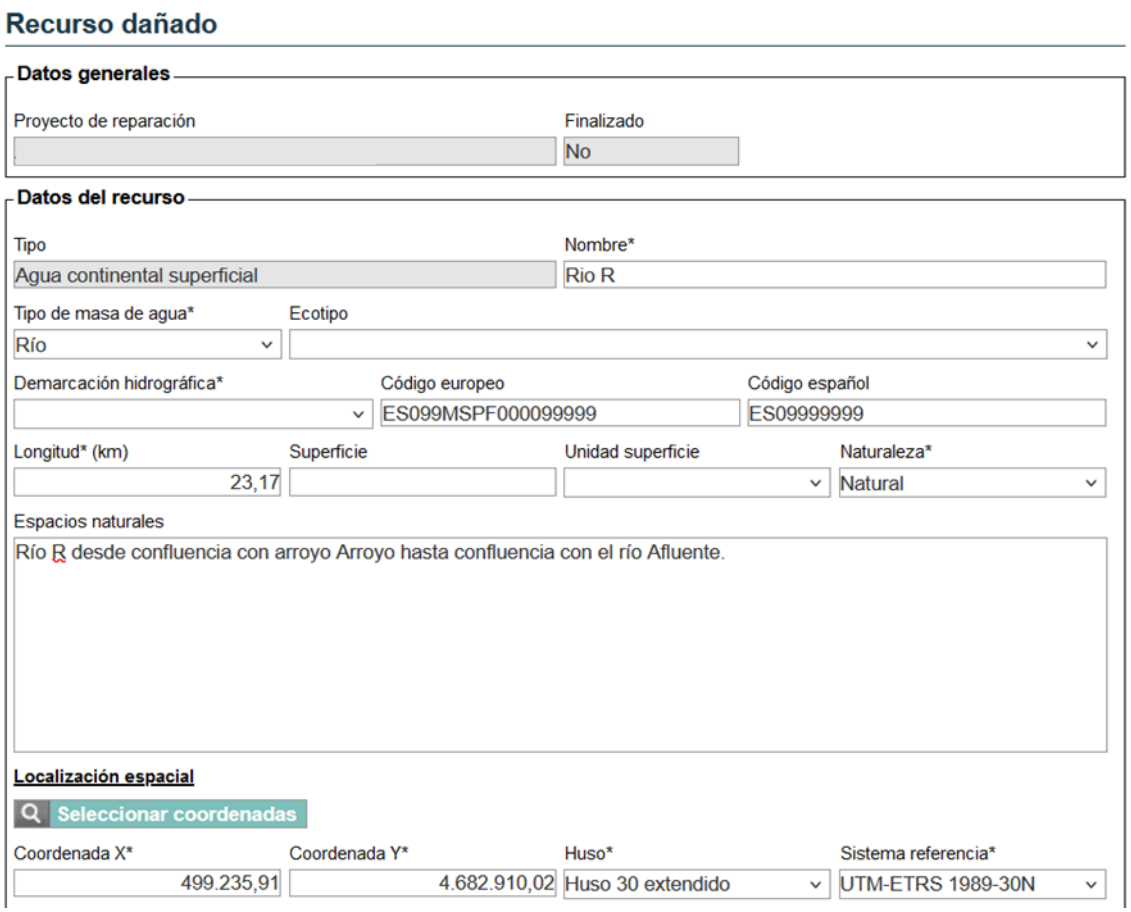
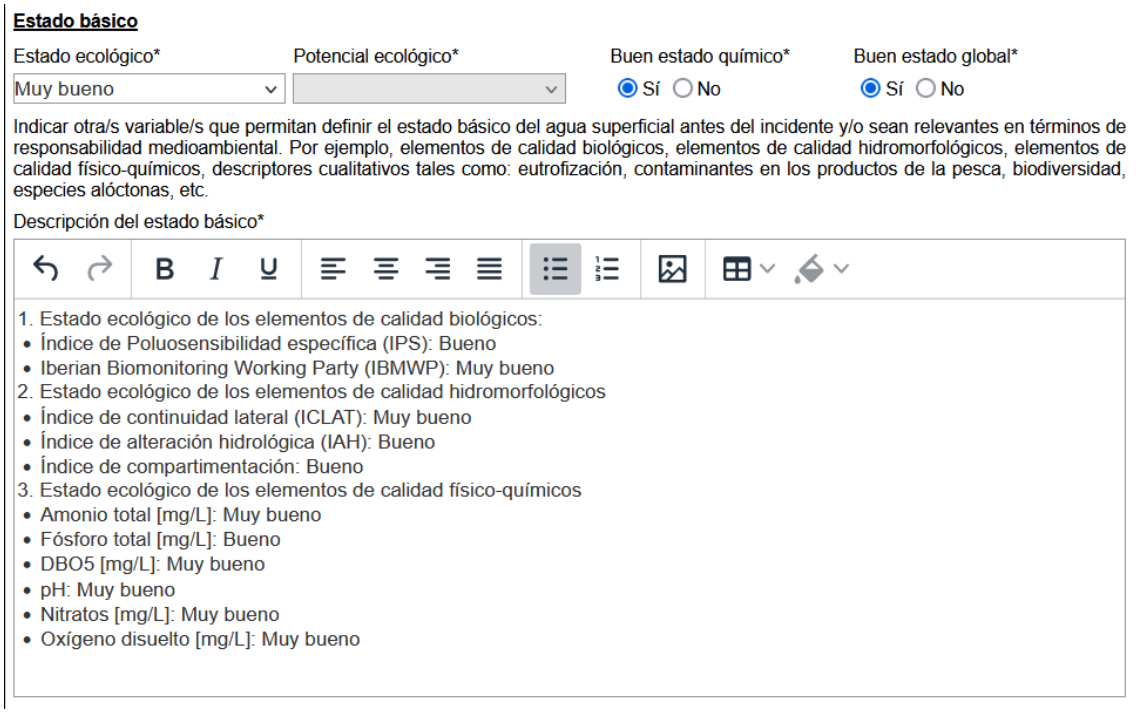


Figura AV.3.7-3. Pantalla de recurso dañado: Agua continental superficial. Fuente: SIRMA.



Estado básico

Estado ecológico* | Potencial ecológico* | Buen estado químico* | Buen estado global*

Muy bueno | | Sí / No | Sí / No

Indicar otra/s variable/s que permitan definir el estado básico del agua superficial antes del incidente y/o sean relevantes en términos de responsabilidad medioambiental. Por ejemplo, elementos de calidad biológicos, elementos de calidad hidromorfológicos, elementos de calidad físico-químicos, descriptores cualitativos tales como: eutrofización, contaminantes en los productos de la pesca, biodiversidad, especies alóctonas, etc.

Descripción del estado básico*

1. Estado ecológico de los elementos de calidad biológicos:
- Índice de Poluosensibilidad específica (IPS): Bueno
- Iberian Biomonitoring Working Party (IBMWP): Muy bueno

2. Estado ecológico de los elementos de calidad hidromorfológicos
- Índice de continuidad lateral (ICLAT): Muy bueno
- Índice de alteración hidrológica (IAH): Bueno
- Índice de compartimentación: Bueno

3. Estado ecológico de los elementos de calidad físico-químicos
- Amonio total [mg/L]: Muy bueno
- Fósforo total [mg/L]: Bueno
- DBO5 [mg/L]: Muy bueno
- pH: Muy bueno
- Nitratos [mg/L]: Muy bueno
- Oxígeno disuelto [mg/L]: Muy bueno

Figura AV.3.7-3 (continuación). Pantalla de recurso dañado: Agua continental superficial. Fuente: SIRMA.

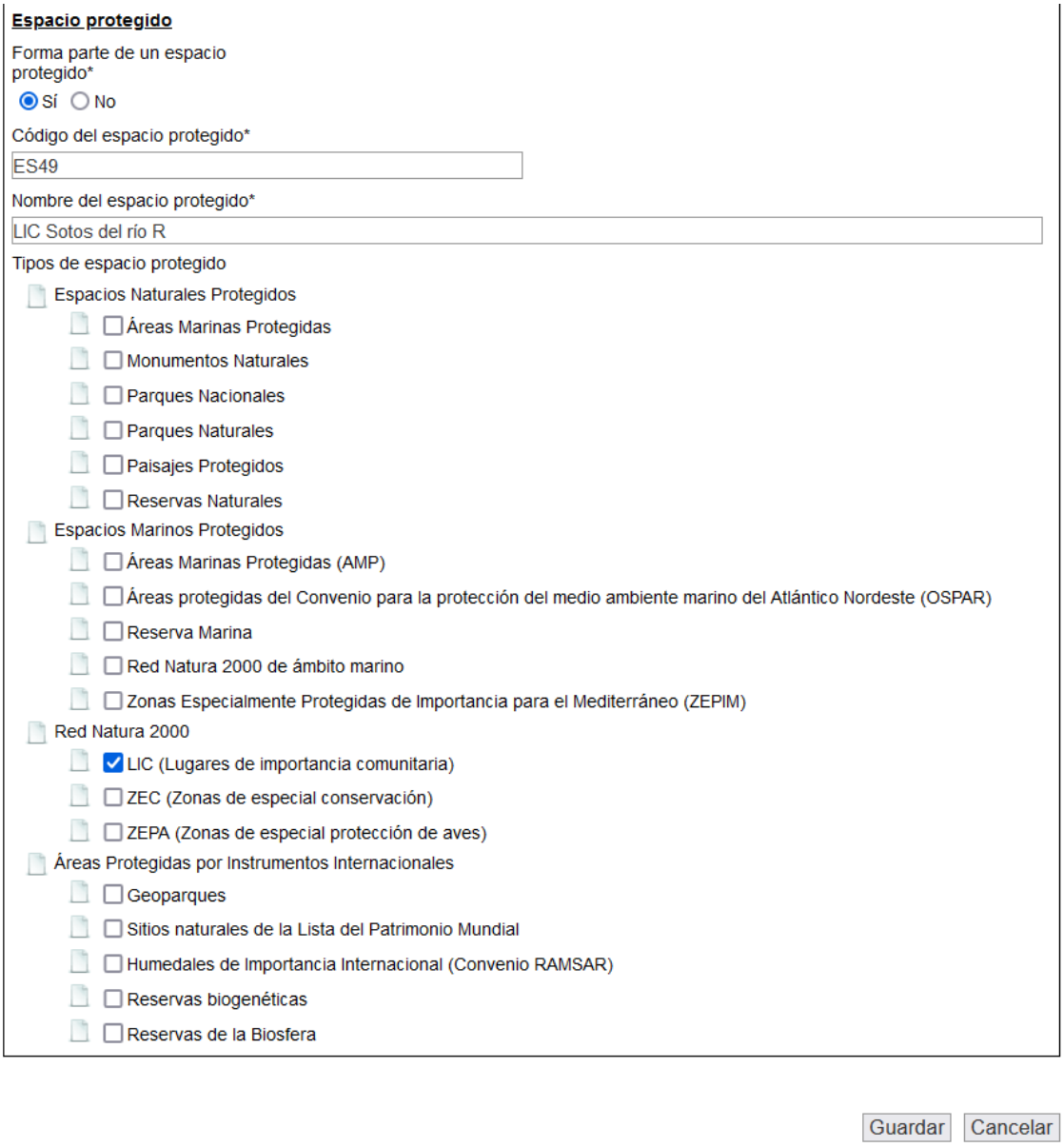


Figura AV.3.7-3 (continuación). Pantalla de recurso dañado: Agua continental superficial. Fuente: SIRMA.

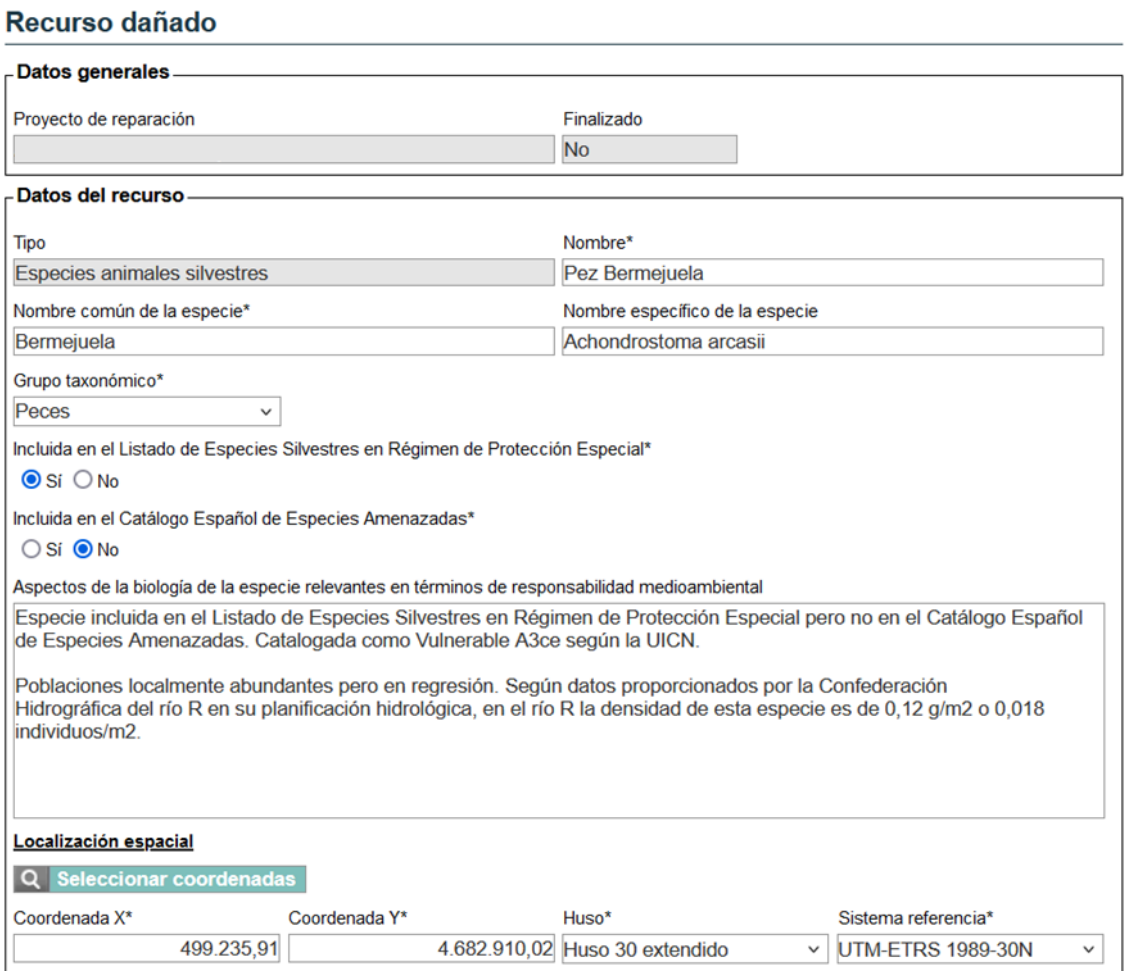


Figura AV.3.7-4. Pantalla de recurso dañado: Especies animales silvestres. Fuente: SIRMA.

Estado básico

Número de individuos de la población

2.954

Edad

-

Estructura de edades

-

Variación de la población por fluctuaciones naturales normales

No existe información respecto a las fluctuaciones naturales normales de la especie en este entorno ni sobre el plazo de recuperación natural, sin intervención, del estado básico.

Ante esta falta de información, se tomará este daño como significativo atendiendo al principio de precaución.

Tiempo para recuperar, sin intervención, el estado básico o superior al básico y unidad de tiempo

Indicar otra/s variable/s que permitan definir el estado básico de la especie animal antes del incidente y/o sean relevantes en términos de responsabilidad medioambiental. Por ejemplo, estado previo, dinámica de la población, etc.

Descripción del estado básico*

Variación negativa de la población ocasionada por el incidente: 443 individuos de bermejuela.

Figura AV.3.7-4 (continuación). Pantalla de recurso dañado: Especies animales silvestres. Fuente: SIRMA.

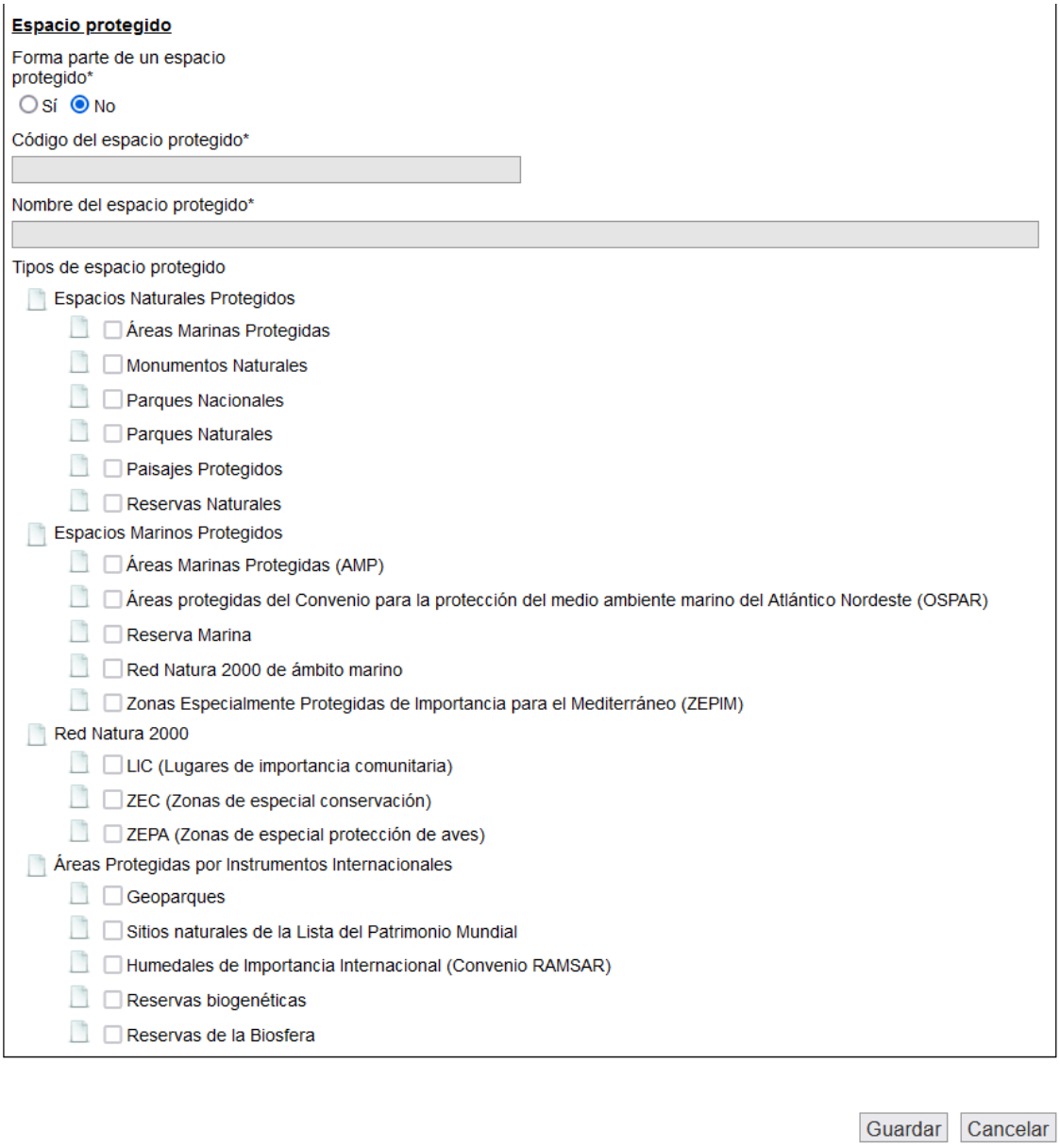


Figura AV.3.7-4 (continuación). Pantalla de recurso dañado: Especies animales silvestres. Fuente: SIRMA.

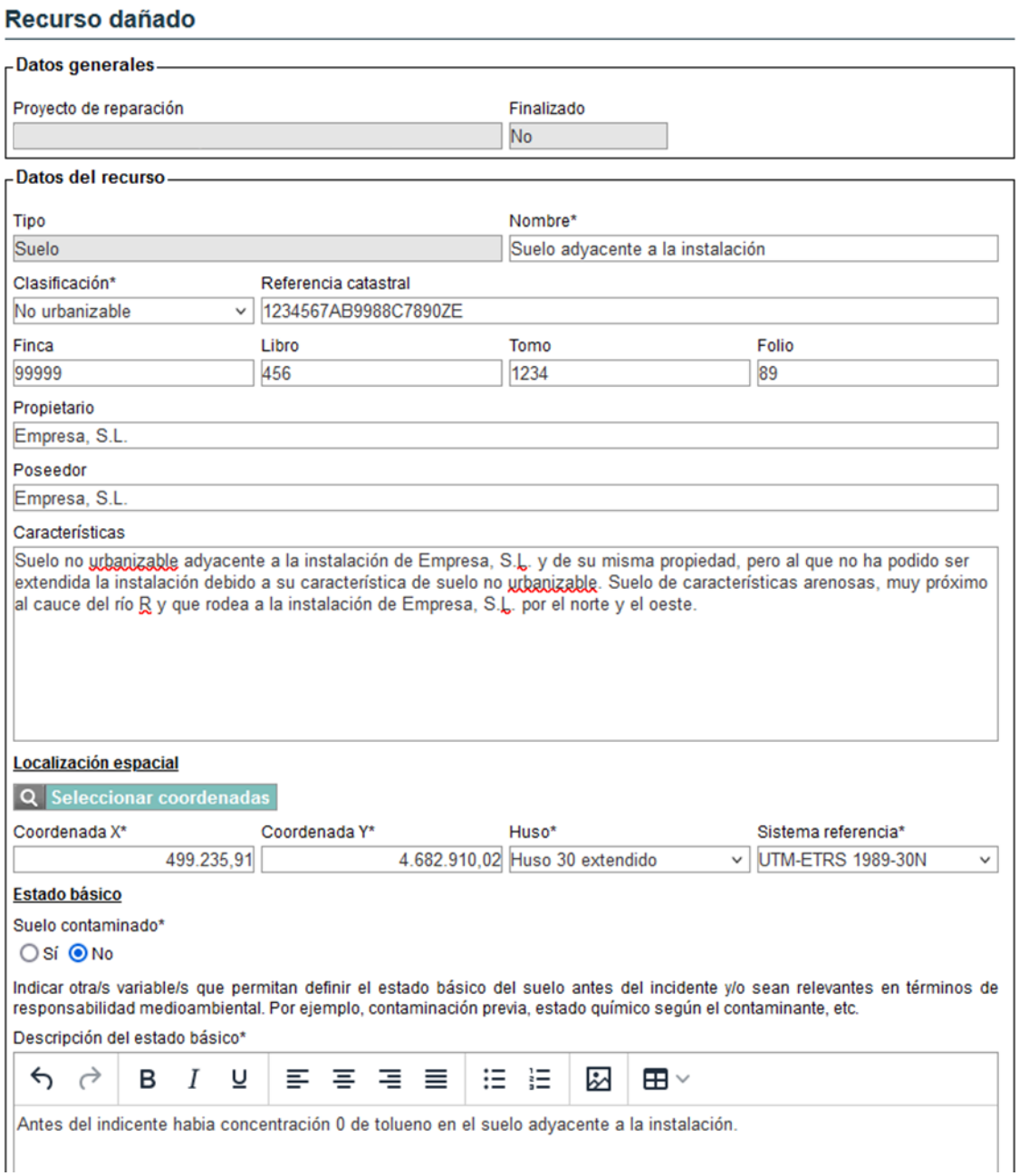


Figura AV.3.7-5. Pantalla de recurso dañado: Suelo. Fuente: SIRMA.

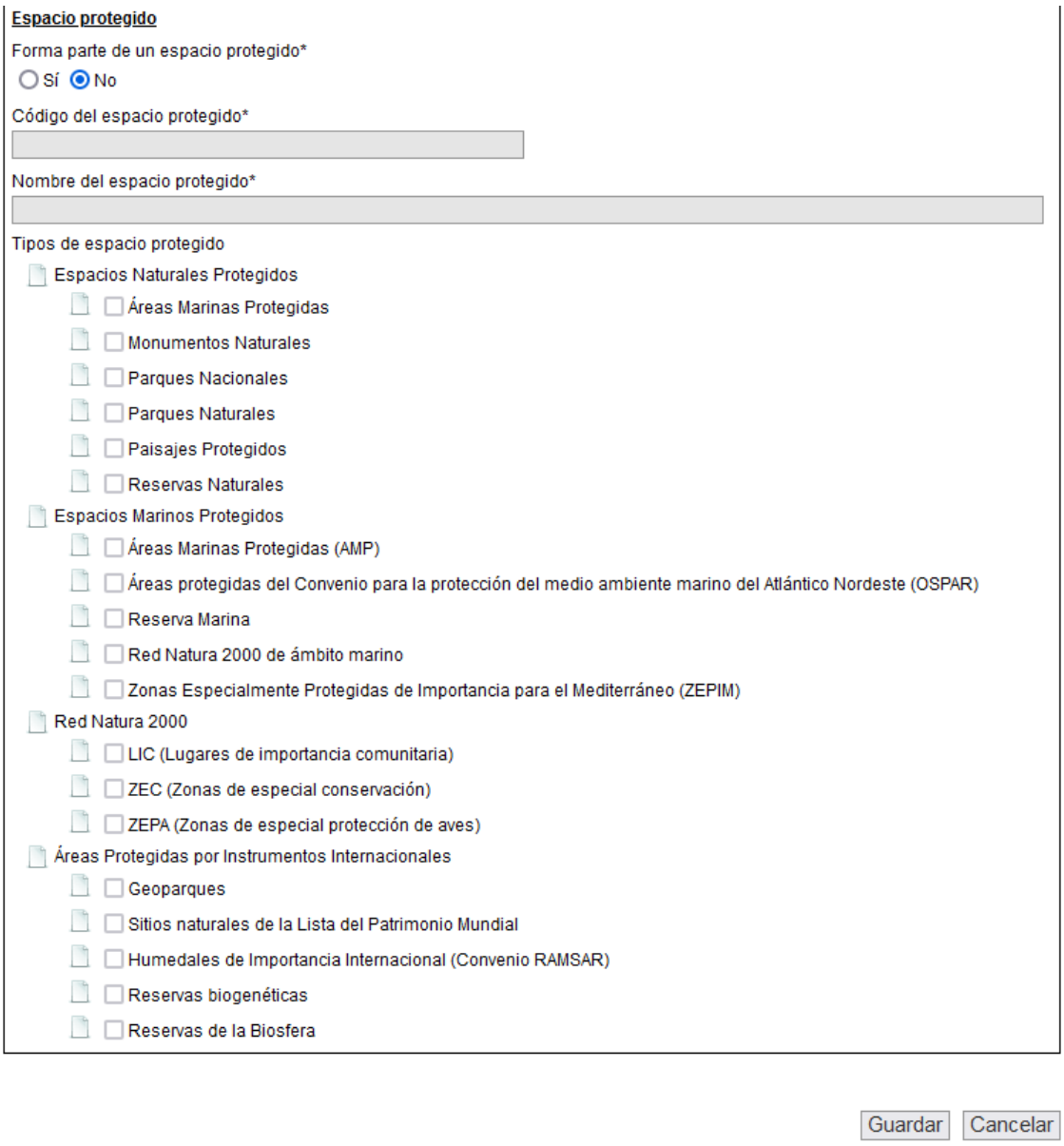


Figura AV.3.7-5 (continuación). Pantalla de recurso dañado: Suelo. Fuente: SIRMA.

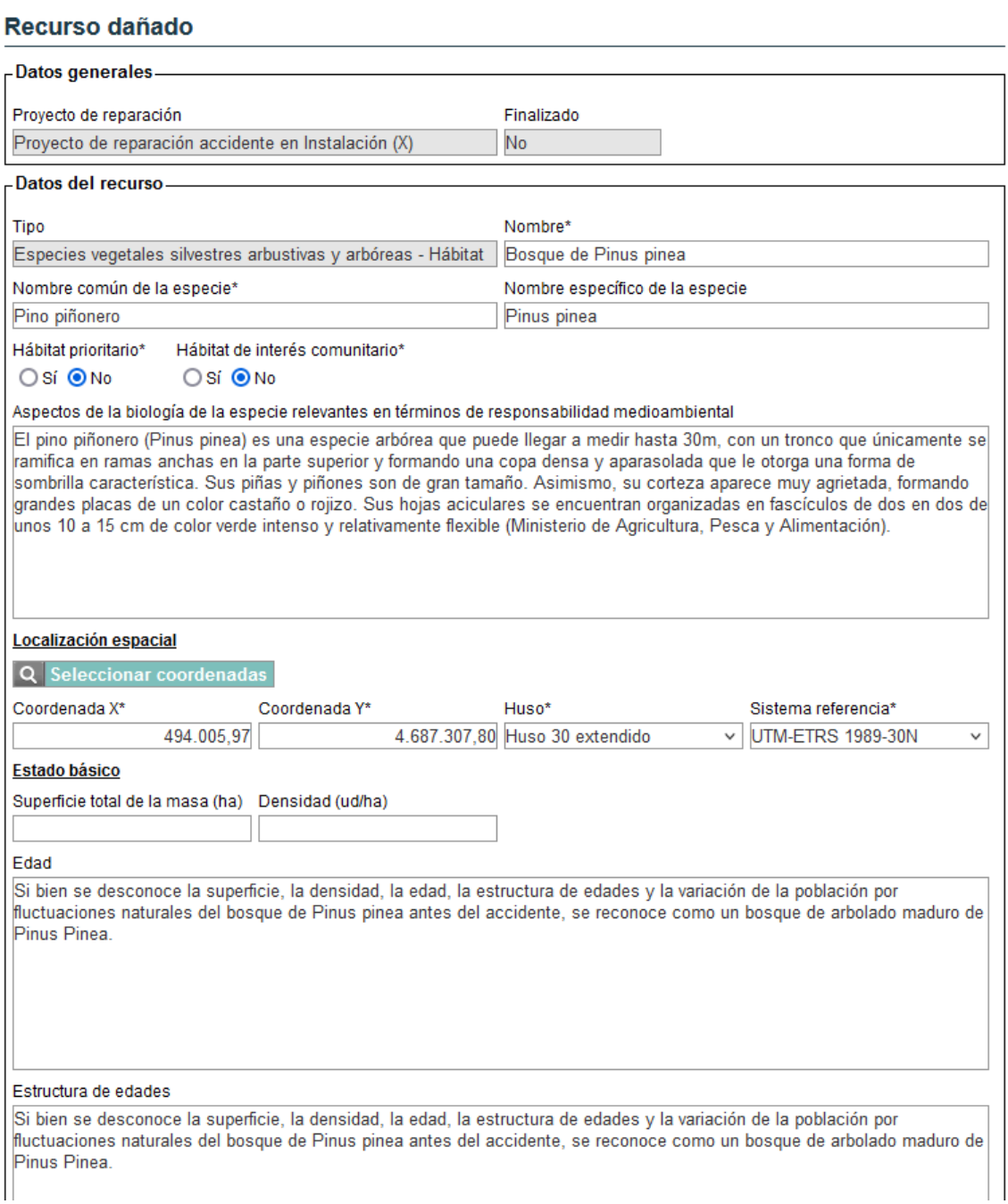


Figura AV.3.7-6. Pantalla de recurso dañado: Especies vegetales silvestres arbustivas y arbóreas - Hábitat. Fuente: SIRMA.

Variación de la población por fluctuaciones naturales normales

Si bien se desconoce la superficie, la densidad, la edad, la estructura de edades y la variación de la población por fluctuaciones naturales del bosque de Pinus pinea antes del accidente, se reconoce como un bosque de arbolado maduro de Pinus Pinea.

Tiempo para recuperar, sin intervención, el estado básico o superior al básico y unidad de tiempo

65 Años

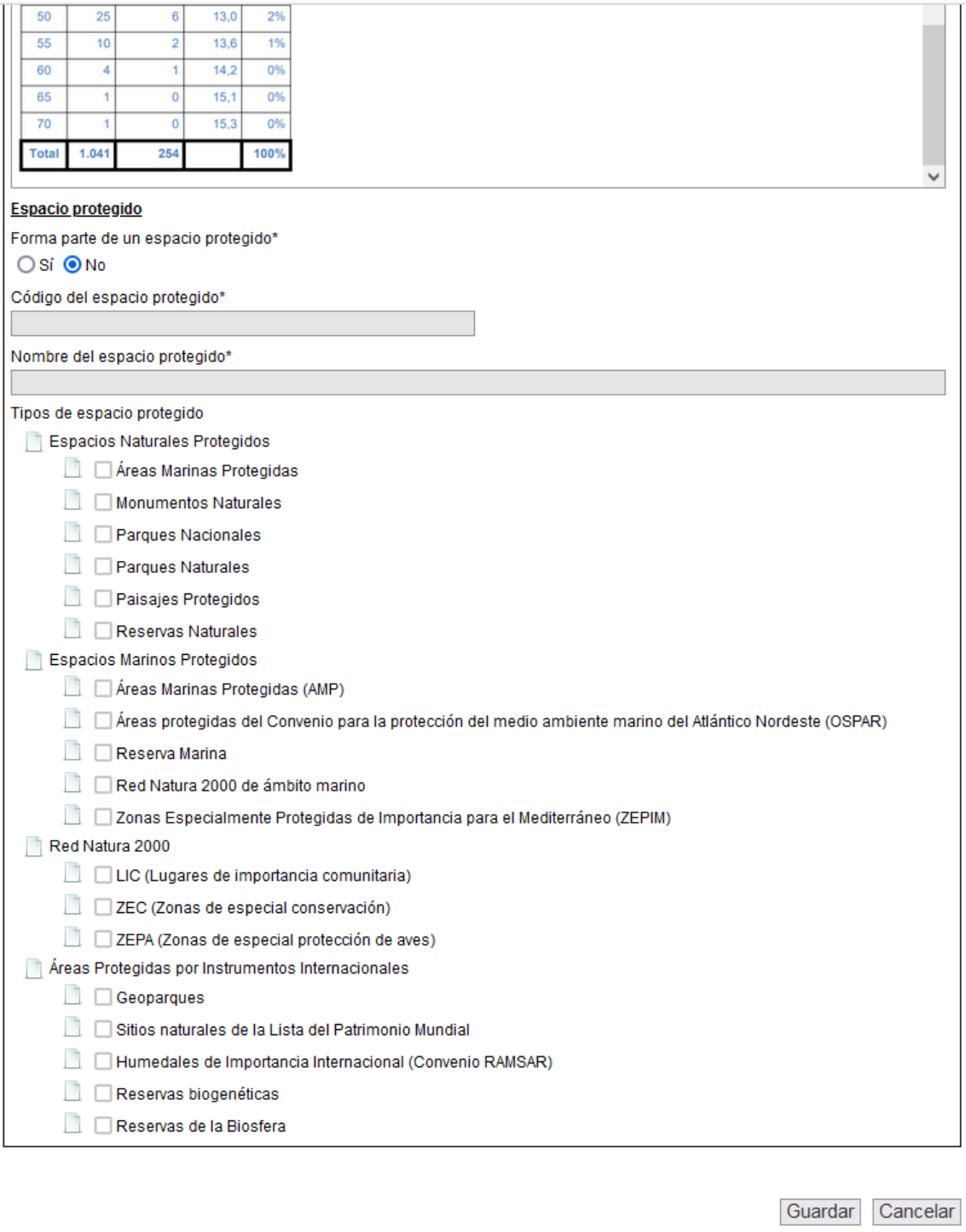
Indicar otra/s variable/s que permitan definir el estado básico del hábitat antes del incidente y/o sean relevantes en términos de responsabilidad medioambiental. Por ejemplo, altura, composición específica, estado previo de la masa forestal, etc.

Descripción del estado básico*

Se realizó un muestreo sistemático de la zona quemada empleando parcelas circulares, dentro de las cuales se procede a medir el número de pies existentes, su diámetro normal y su altura. Como resultado de este muestreo se determinó que en la zona dañada únicamente existían pies de Pinus pinea y que sus características dasométricas eran las recopiladas en la tabla siguiente, donde:
- CD, indica la clase diamétrica (en cm).
- Pies, es el número total de pies de Pinus pinea de cada clase.
- Pies/ha, densidad de pies por hectárea de cada clase.
- Altura, es la altura media de los pies pertenecientes a cada clase diamétrica (en m).
- %, es el porcentaje que representa cada clase diamétrica con respecto al total.

CD	Pies	Pies/ha	Altura	%
10	181	44	4,4	17%
15	163	40	5,8	16%
20	138	34	7,0	13%
25	127	31	8,2	12%

Figura AV.3.7-6 (continuación). Pantalla de recurso dañado: Especies vegetales silvestres arbustivas y arbóreas - Hábitat. Fuente: SIRMA.



50	25	6	13,0	2%
55	10	2	13,6	1%
60	4	1	14,2	0%
65	1	0	15,1	0%
70	1	0	15,3	0%
Total	1.041	254		100%

Figura AV.3.7-6 (continuación). Pantalla de recurso dañado: Especies vegetales silvestres arbustivas y arbóreas - Hábitat. Fuente: SIRMA.

3.8. COMBINACIONES AGENTE RECURSO, CUANTIFICACIÓN Y SIGNIFICATIVIDAD DEL DAÑO

La identificación de las combinaciones agente-recurso es el siguiente paso a llevar a cabo en el módulo de Proyectos de Reparación de SIRMA.

En este punto, el operador identificará, para cada daño medioambiental, las combinaciones agente causante del daño / recurso natural afectado relevantes para el proyecto de reparación. Nótese que, para un mismo daño medioambiental, (por ejemplo, "vertido de tolueno al río"), pueden resultar relevantes varias combinaciones agente causante del daño / recurso natural afectado; un vertido de tolueno a un río puede generar daños medioambientales al agua y a la fauna, generando de esta forma dos combinaciones de agente causante del daño / recurso natural afectado. Siguiendo con el ejemplo, bastaría con cumplimentar una vez el agente causante del daño en cuestión (tolueno).

En el marco del presente proyecto de reparación, las combinaciones agente causante del daño-recurso natural afectado identificadas son las siguientes atendiendo a cada uno de los daños generados:

- Químico (tolueno) – Agua continental superficial
- Químico (tolueno) – Especies animales silvestres Bermejuela (*Anchondrostoma arcasii*)
- Químico (tolueno) – Suelo (adyacente a la instalación)
- Incendio – Especies vegetales silvestres arbustivas y arbóreas - Hábitat (Pinar de *Pinus pinea*).

Para incluir las combinaciones se debe pulsar sobre los desplegables de agente y de recurso de la pantalla de "combinaciones agente recurso, cuantificación y significatividad del daño" que se muestra a continuación.

Figura AV.3.8-1. Pantalla de combinaciones agente recurso, cuantificación y significatividad del daño. Fuente: SIRMA.

En adelante, se muestran las pantallas de las combinaciones agente-recurso del presente caso práctico cumplimentadas con los datos de las combinaciones anteriormente citadas, respectivamente.

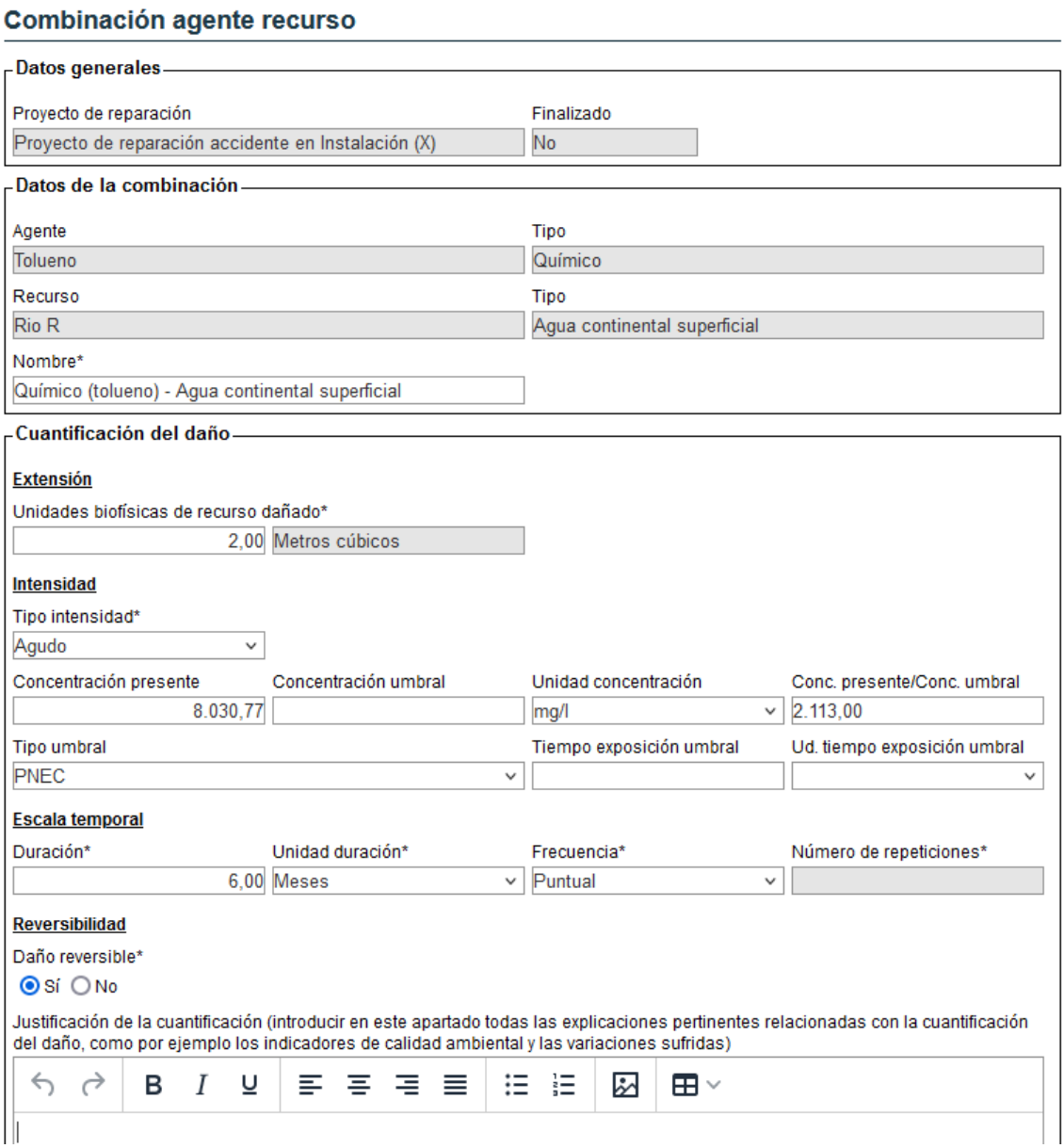


Figura AV.3.8-2. Pantalla de Combinación agente recurso: Químico (tolueno) - Agua continental superficial. Fuente: SIRMA.

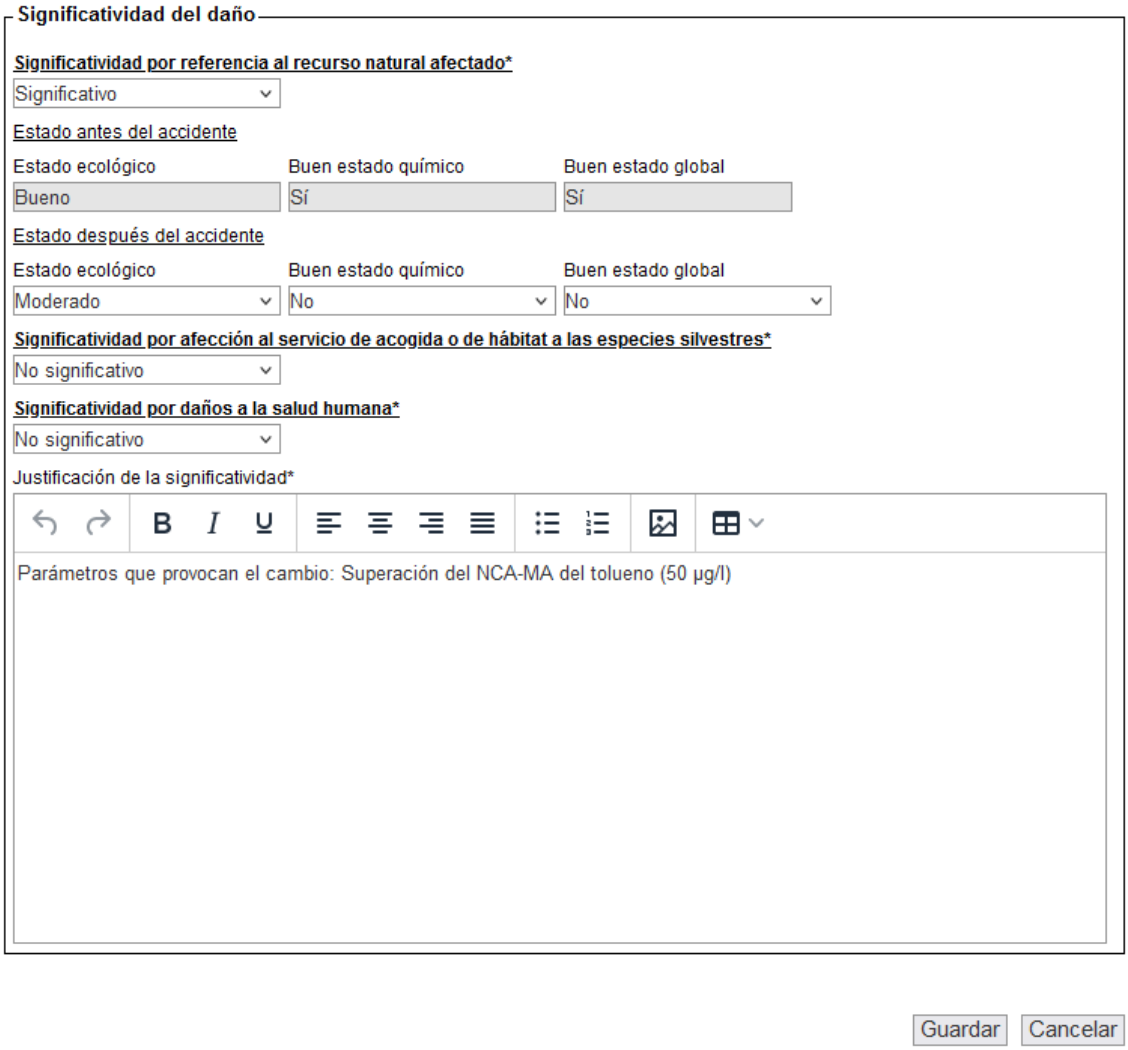


Figura AV.3.8-2 (continuación). Pantalla de Combinación agente recurso: Químico (tolueno) - Agua continental superficial. Fuente: SIRMA.

En la significatividad del daño por afección al servicio de acogida o de hábitat a las especies silvestres hay que considerar el artículo 18 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, que habilita un criterio adicional para determinar la significatividad del daño: *Cuando no resulte posible determinar la significatividad del daño [….] o cuando el suelo tuviera la calificación de contaminado, el carácter significativo de los daños ocasionados a las aguas y al suelo podrá establecerse analizando la afección que el daño haya ocasionado al servicio de acogida o de hábitat que tales recursos prestan a las especies silvestres. A tal efecto, se presumirá que los daños a las aguas y al suelo tienen carácter significativo cuando el daño que experimenten las especies silvestres que habitan en tales recursos como consecuencia de la acción del mismo agente puedan ser calificados de significativos. En este caso, el operador indicará en el Formulario si la significatividad de los daños al agua se debe a la generación de daños significativos a las especies y/o a los hábitats e indicará a qué especies y/o hábitats se hace referencia, utilizando para ello la*

nomenclatura empleada en el mismo Formulario más adelante (apartados V y VI) cuando se trata la significatividad de los daños a las especies y a los hábitats (especie 1, hábitat 2, etc.).

En el caso de la evaluación de la significatividad del daño por daños a la salud humana, tal y como se recoge en el anexo I.1 de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, los daños con efectos demostrados sobre la salud humana deberán clasificarse como daños significativos. El operador identificará si la significatividad de los daños se debe a efectos demostrados sobre la salud humana, indicando, al menos, en su caso la sustancia o agente que provoca dichos efectos, la concentración con la que aparece en el medio y el umbral de toxicidad para el ser humano que se aplica.

Una vez se cumplimenta la información de la primera combinación en la herramienta y se pulsa “guardar”, la combinación queda guardada en la tabla de combinaciones de la página principal como se muestra a continuación.

Figura AV.3.8-3. Pantalla de combinaciones agente recurso, cuantificación y significatividad del daño. Fuente: SIRMA.

Para continuar, se realiza el mismo proceso dentro del módulo de Proyectos de reparación explicado hasta ahora con los datos de las tres combinaciones agente-recurso restantes.

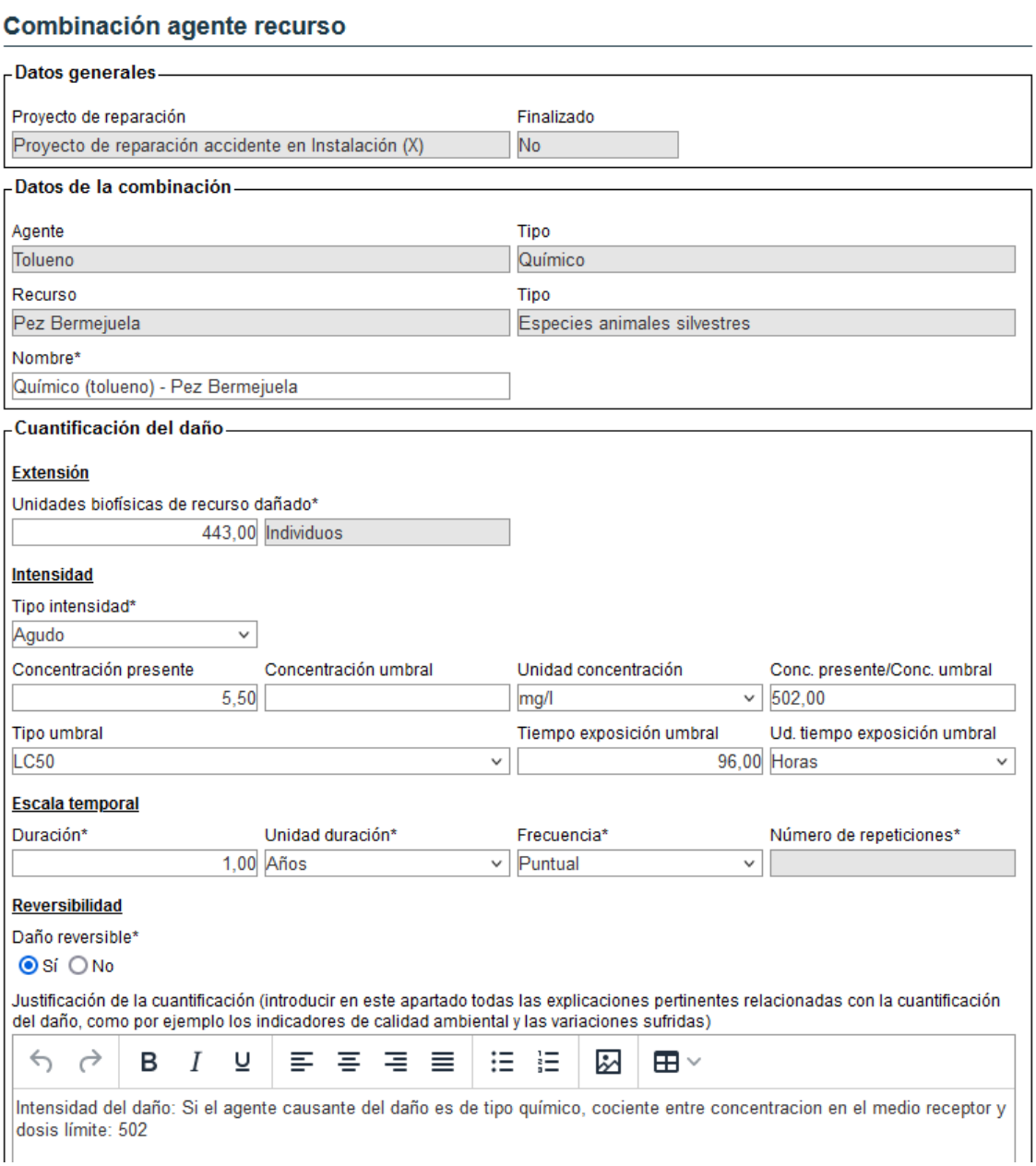


Figura AV.3.8-4. Pantalla de Combinación agente recurso: Químico (tolueno) - Especies animales silvestres. Fuente: SIRMA.

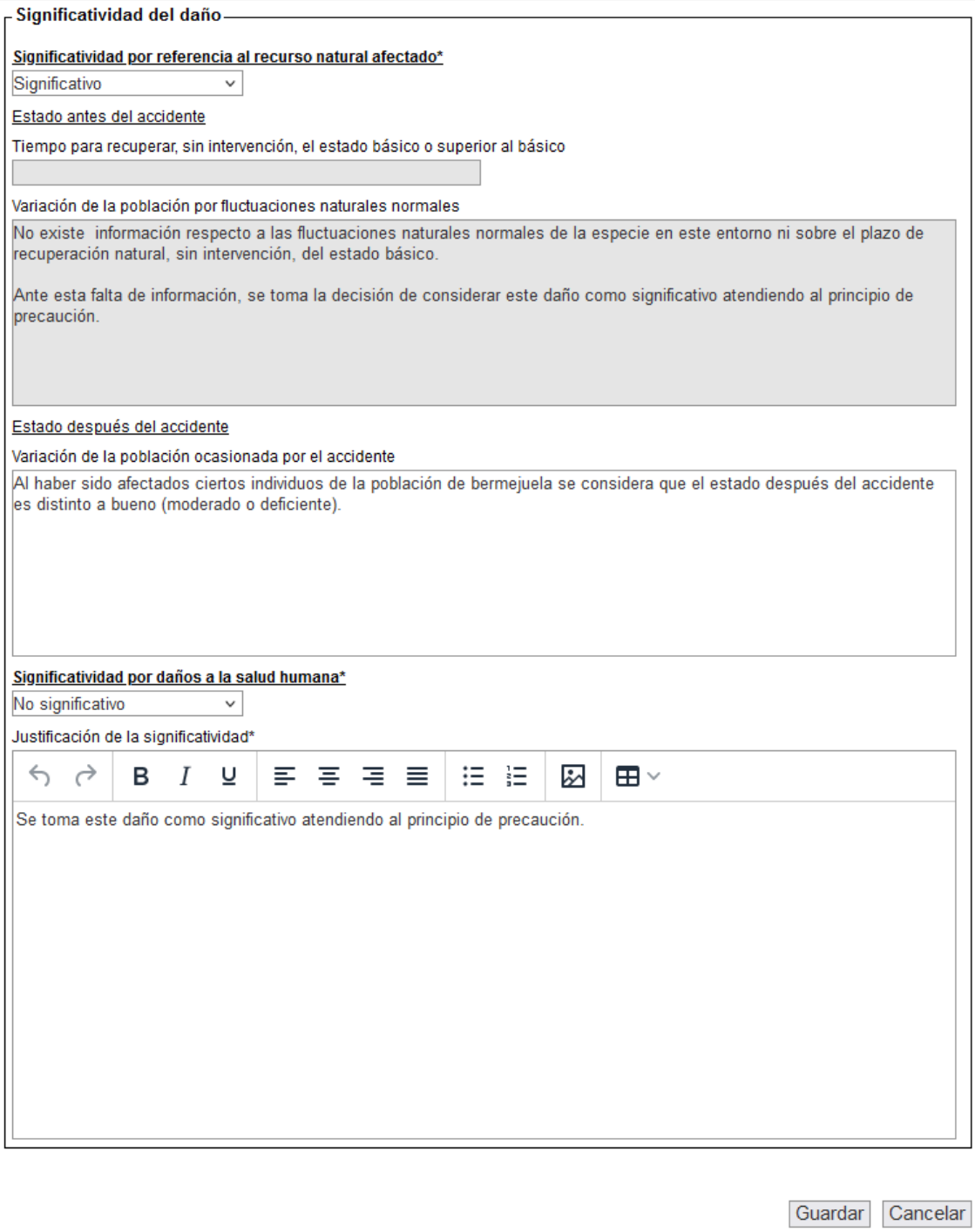


Figura AV.3.8-4 (continuación). Pantalla de Combinación agente recurso: Químico (tolueno) - Especies animales silvestres. Fuente: SIRMA.

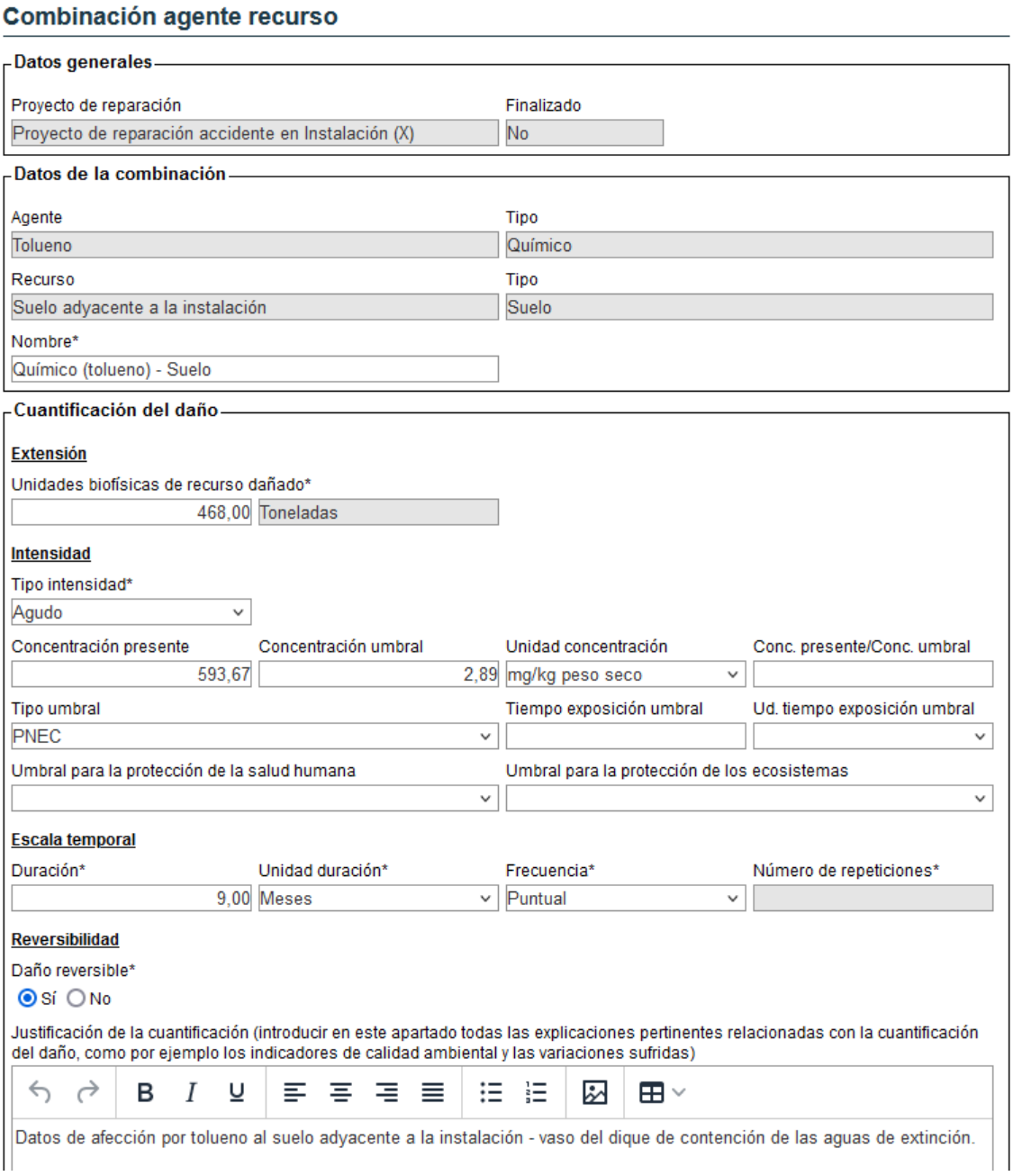


Figura AV.3.8-5. Pantalla de Combinación agente recurso: Químico (tolueno) - Suelo.

Fuente: SIRMA.

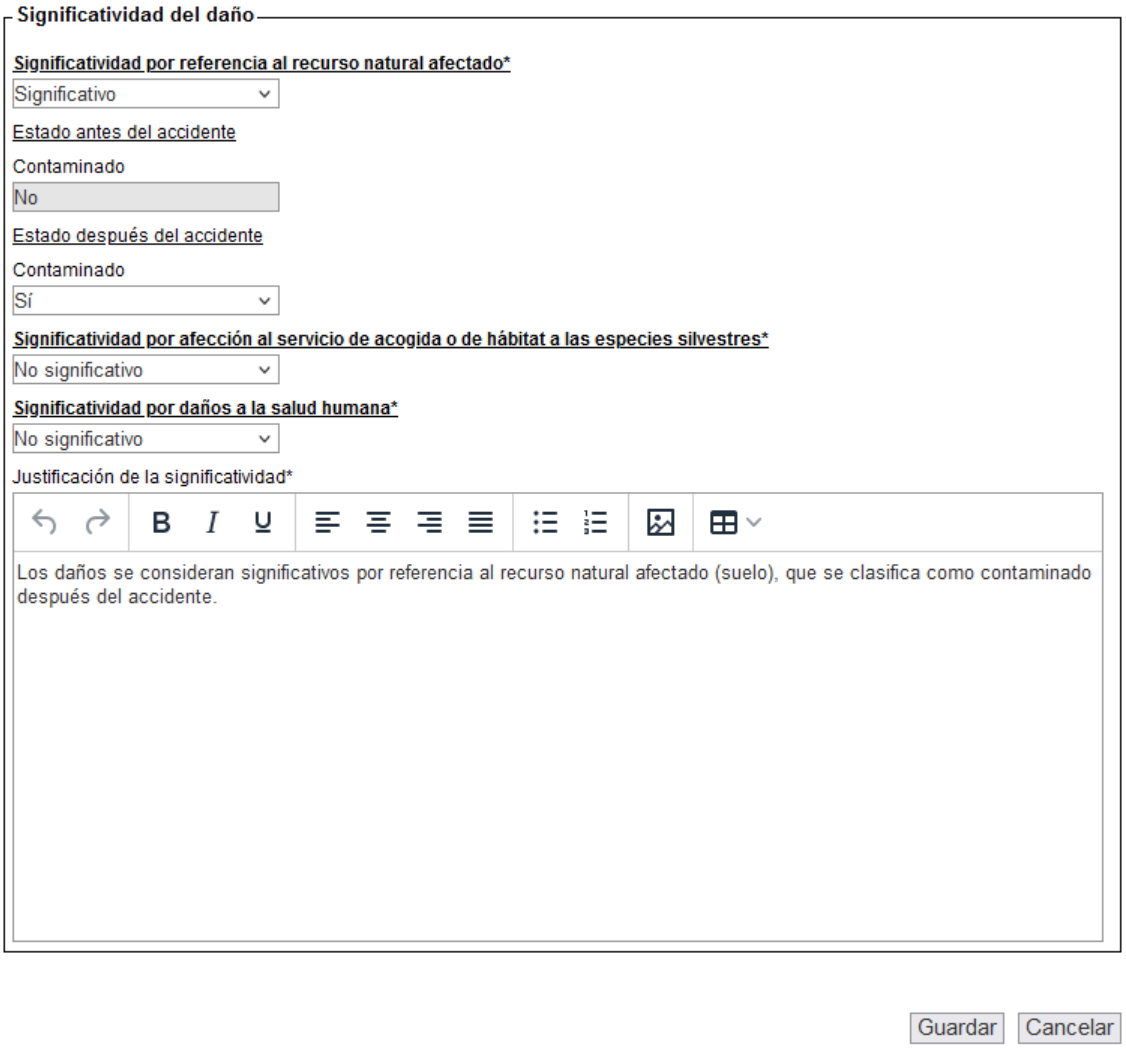


Figura AV.3.8-5 (continuación). Pantalla de Combinación agente recurso: Químico (tolueno) – Suelo. Fuente: SIRMA.

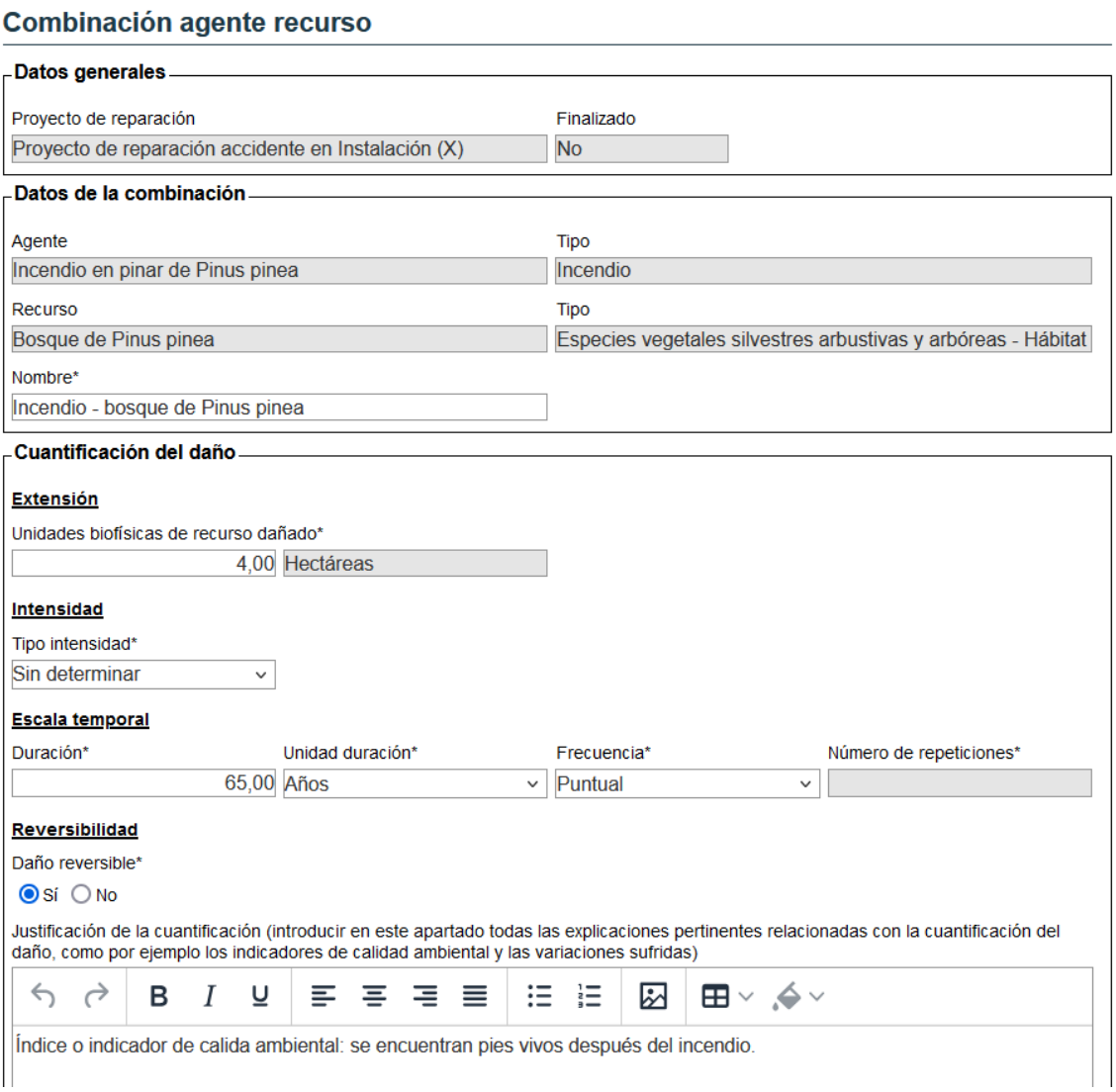


Figura AV.3.8-6. Pantalla de Combinación agente recurso: Físico (incendio) - Especies vegetales silvestres arbustivas y arbóreas - Hábitat. Fuente: SIRMA.

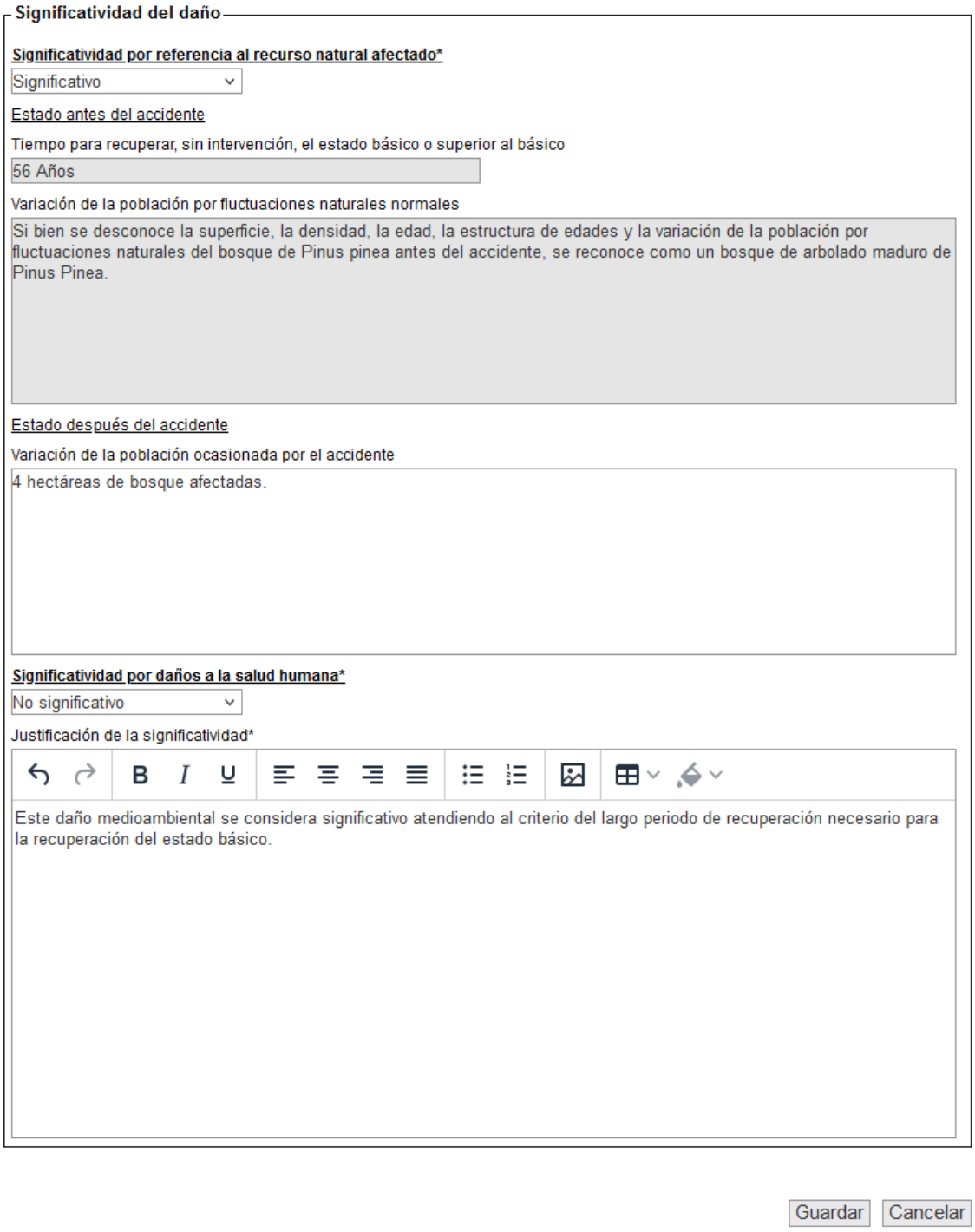


Figura AV.3.8-6 (continuación). Pantalla de Combinación agente recurso: Físico (incendio) - Especies vegetales silvestres arbustivas y arbóreas - Hábitat. Fuente: SIRMA.

Una vez se han cumplimentado la totalidad de las combinaciones agente-recurso relevantes del proyecto de reparación, pulsando sobre “guardar” la pantalla principal de combinaciones agente recurso, cuantificación y significatividad del daño quedaría completa de modo que esta recoge la totalidad de las combinaciones del proyecto de reparación. A continuación, se incluye esta pantalla con las combinaciones del presente ejemplo práctico.

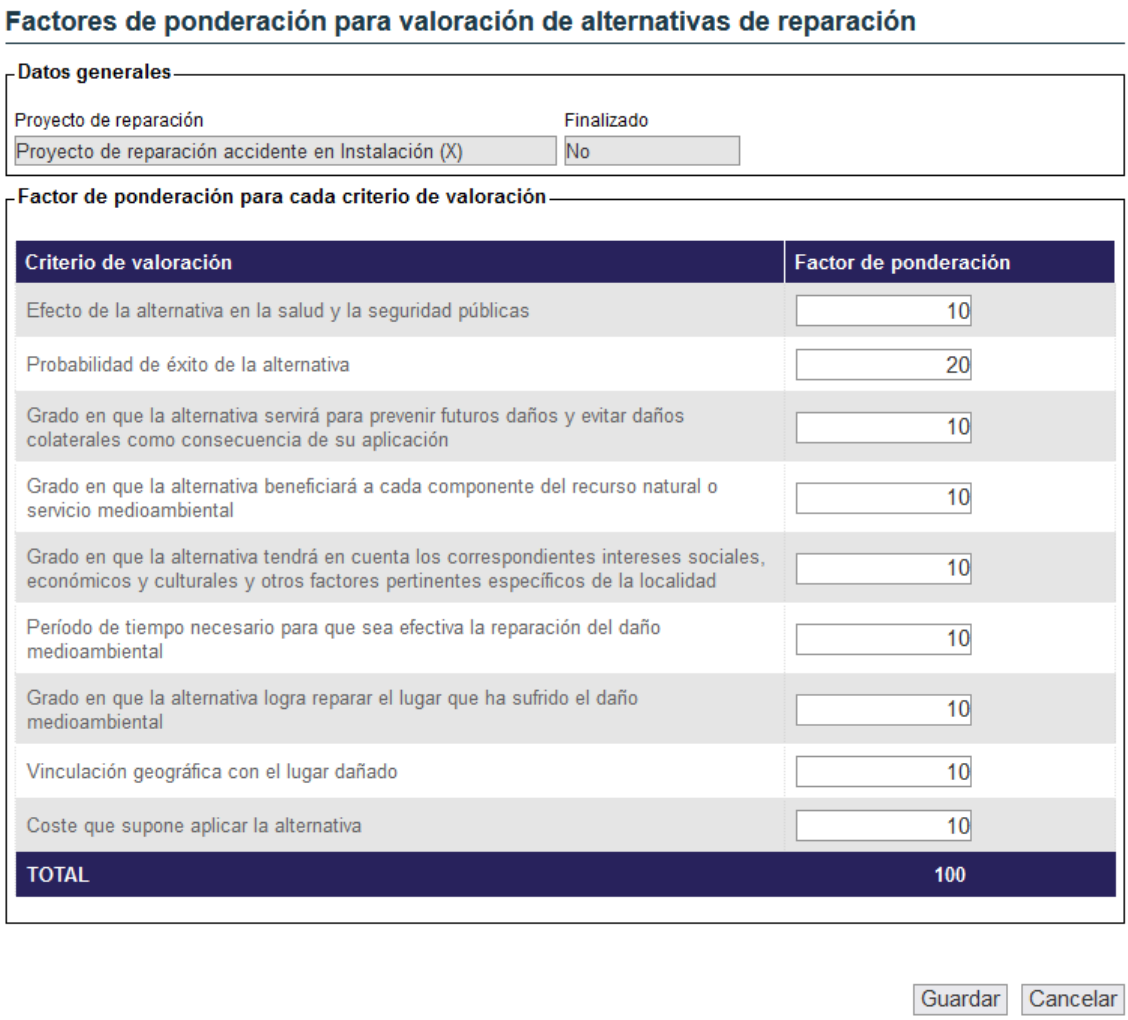
Figura AV.3.8-7. Pantalla de Combinaciones agente recurso, cuantificación y significatividad del daño. Fuente: SIRMA.

3.9. FACTORES DE PONDERACIÓN PARA VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN

En esta fase del proyecto de reparación ha de asignarse un factor de ponderación a cada criterio de valoración de alternativas de reparación, es decir, dar un peso relativo a cada criterio para asignarle una mayor o menor importancia relativa para la posterior selección de la alternativa de reparación. Para que el resultado de la valoración de las distintas alternativas de reparación sea comparable entre sí, el peso que se le asigne a cada uno de los criterios de valoración será el mismo para todas las alternativas. La suma total de los factores de ponderación debe ser 100 en la herramienta. En caso contrario, en la pantalla correspondiente se avisa de esto mediante una advertencia.

A modo de ejemplo, si el usuario quiere que el criterio: “Probabilidad de éxito de la alternativa” tenga el doble de peso en la valoración que el criterio de: “Grado en que la alternativa servirá para prevenir futuros daños y evitar daños colaterales” como consecuencia de su aplicación, podrá asignar un factor de ponderación de 20 al primero y de 10 al segundo.

En este ejemplo práctico se considera que todos los criterios de valoración tienen el mismo peso a excepción de la “probabilidad de éxito de la alternativa” que se le asigna el doble de peso que al resto tal y como se incluye a continuación.



Factores de ponderación para valoración de alternativas de reparación

Datos generales

Proyecto de reparación: Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)

Finalizado: No

Factor de ponderación para cada criterio de valoración

Criterio de valoración	Factor de ponderación
Efecto de la alternativa en la salud y la seguridad públicas	10
Probabilidad de éxito de la alternativa	20
Grado en que la alternativa servirá para prevenir futuros daños y evitar daños colaterales como consecuencia de su aplicación	10
Grado en que la alternativa beneficiará a cada componente del recurso natural o servicio medioambiental	10
Grado en que la alternativa tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales y otros factores pertinentes específicos de la localidad	10
Período de tiempo necesario para que sea efectiva la reparación del daño medioambiental	10
Grado en que la alternativa logra reparar el lugar que ha sufrido el daño medioambiental	10
Vinculación geográfica con el lugar dañado	10
Coste que supone aplicar la alternativa	10
TOTAL	100

Guardar Cancelar

Figura AV.3.9-1. Pantalla de Factores de ponderación para valoración de alternativas de reparación. Fuente: SIRMA.

En el epígrafe siguiente se detalla la valoración de los criterios de ponderación para cada alternativa de reparación teniendo en cuenta los factores de ponderación ya introducidos en la herramienta.

3.10. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN PRIMARIA

Para la selección de la técnica de reparación primaria que mejor aplique en cada combinación agente-recurso, el módulo de Proyectos de reparación incluye una funcionalidad que asiste en la aplicación de los criterios establecidos en el artículo 21 del Reglamento de desarrollo parcial de la Ley. La herramienta permite ponderar el peso relativo que el usuario quiera asignar a cada uno de los criterios. Una vez establecidos los pesos que se quieren otorgar a los criterios de ponderación, los usuarios podrán valorar los puntos que obtendría cada una de las alternativas de reparación primaria que quieran comparar en cada uno de éstos aspectos.

Para realizar este proceso, como se ha comentado en el epígrafe “Factores de ponderación para valoración de alternativas de reparación”, debe asignarse un factor de ponderación a cada criterio de valoración, es decir, dar un valor relativo a cada criterio para asignarle una mayor o menor importancia en relación al resto de criterios de cara a la posterior selección de la alternativa de reparación. Para que el resultado de la valoración de las distintas alternativas de reparación sea comparable entre sí, el peso que se le asigne a cada uno de los criterios de valoración será el mismo para todas las alternativas. La suma total de los factores de ponderación debe ser 100.

Una vez determinados estos factores de ponderación, el usuario pasará a puntuar cada una de las alternativas de reparación en cada uno de los aspectos considerados. Para realizar este proceso el operador valorará de 1 a 100 cada uno de los aspectos en función del grado de cumplimiento del criterio por parte de la alternativa (se aconseja emplear bloques de números estableciendo una escala del tipo: 1 (no cumple el criterio); 25 (bajo cumplimiento del criterio); 50 (cumplimiento intermedio del criterio); 75 (alto cumplimiento del criterio); 100 (cumplimiento total del criterio)).

Se recuerda que esta metodología pretende establecer la técnica de reparación más adecuada entre las consideradas por el usuario por lo que, para un criterio determinado se podría establecer el máximo de puntuación para la medida que mejor cumpliera con el mismo y asignar el valor para el resto de alternativas en función de dicho máximo. Así, si la técnica con mayor coste asociado es de 1000 €/uf y la de menor 50€/uf, se podría establecer una escala entre ambas otorgando el valor de 100 a la primera técnica y 1 a la segunda y ordenando el resto de técnicas en función de su coste entre ambos extremos de esta escala.

Por último, es necesario señalar que algunos de estos criterios se consideran positivos, por ejemplo, la probabilidad de éxito de la alternativa, mientras que otros se consideran negativos, por ejemplo, el coste que supone aplicar la alternativa. Es por ello que, para que el resultado de la evaluación de las distintas alternativas sea comparable entre sí, se ha establecido la ecuación siguiente:

a	Efecto de la alternativa en la salud y la seguridad públicas
b	Probabilidad de éxito de la alternativa
c	Grado en que la alternativa servirá para prevenir futuros daños y evitar daños colaterales como consecuencia de su aplicación
d	Grado en que la alternativa beneficiará a cada componente del recurso natural o servicio medioambiental
e	Grado en que la alternativa tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales y otros factores pertinentes específicos de la localidad
f	Período de tiempo necesario para que sea efectiva la reparación del daño medioambiental
g	Grado en que la alternativa logra reparar el lugar que ha sufrido el daño medioambiental
h	Vinculación geográfica con el lugar dañado
i	Coste que supone aplicar la alternativa
VALORACIÓN GLOBAL DE LA ALTERNATIVA (-a+b+c+d+e-f+g+h-i)	

Cuadro AV.3.10-1. Ecuación de valoración global de Alternativas de reparación primaria del proyecto de reparación. Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso que solicita el módulo de Proyectos de raparación es incluir las alternativas de reparación primaria para cada una de las cuatro combinaciones agente – recurso que han resultado relevantes. En la pantalla “Alternativas de reparación primaria del proyecto de reparación” se muestran la totalidad de combinaciones que haya incluido en la herramienta el operador. En la figura siguiente se muestra esta pantalla con los datos del presente caso práctico.

Figura AV.3.10-1. Pantalla de Alternativas de reparación primaria del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

Con el fin de ilustrar la forma de cumplimentar la información relativa a las distintas alternativas de cada combinación, se incluye en este documento práctico la selección de técnicas para la combinación de químico (tolueno) / suelo. Para ello, se pulsa sobre el icono de la columna “Gestionar alternativas” de la combinación “Químico (tolueno) – Suelo”.

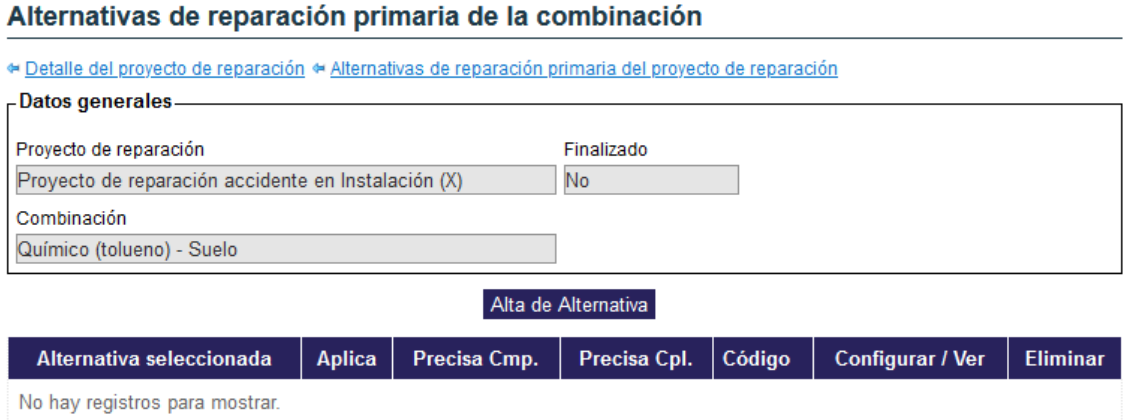
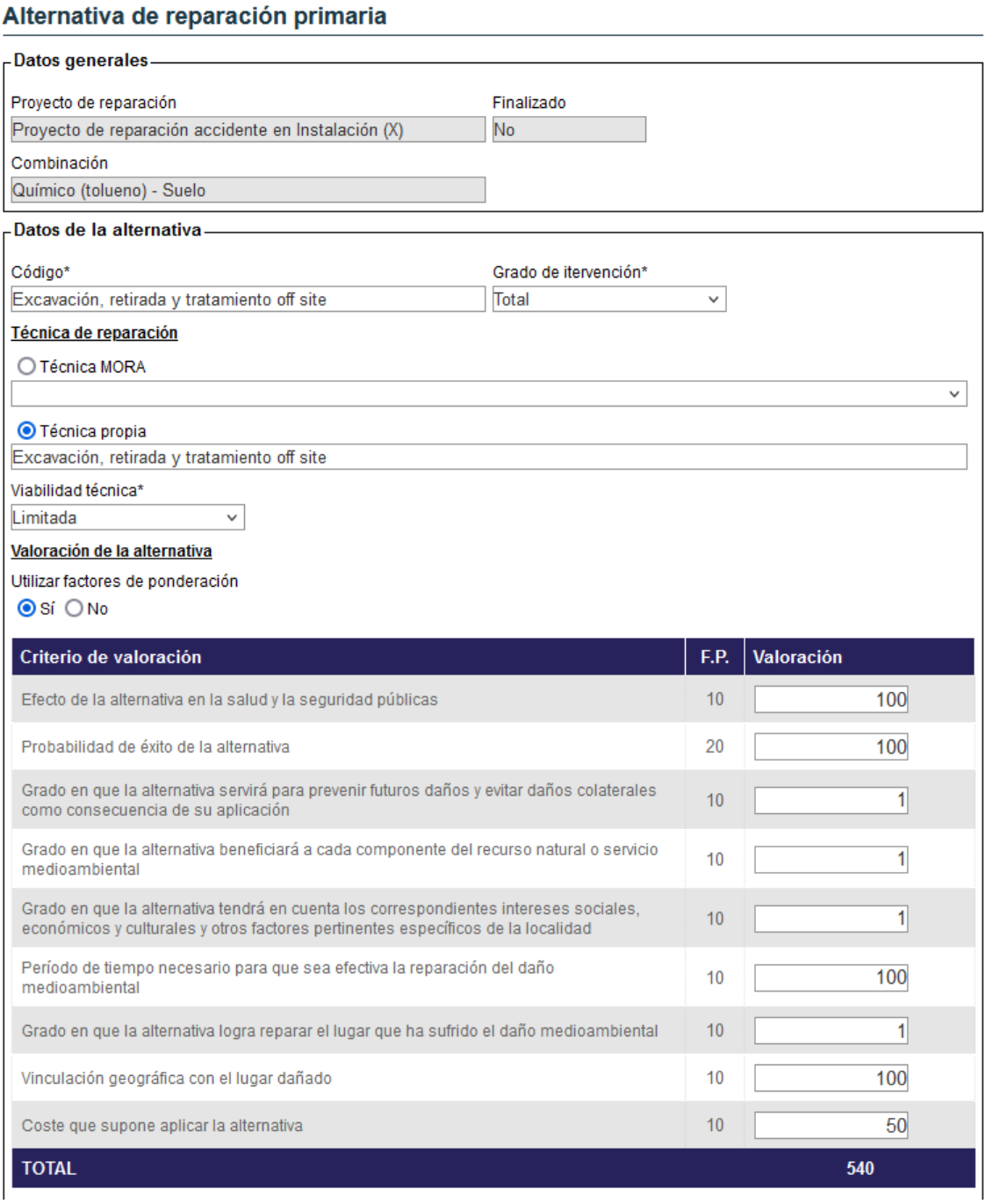


Figura AV.3.10-2. Pantalla de Alternativas de reparación primaria de la combinación. Fuente: SIRMA.

Pulsando en el botón “Alta de Alternativa”, la herramienta abre la pantalla de cumplimentación de datos sobre dicha alternativa como sigue a continuación.

Es necesario indicar que el peso dado a cada criterio de valoración para cada combinación del caso práctico ha sido asignado utilizando como fuente de información los datos para cada técnica recogidos en la FRTR (Federal Remediation Technologies Roundtable), disponible en: https://www.frtr.gov/matriX2/section3/table3_2.pdf.



Alternativa de reparación primaria

Datos generales

Proyecto de reparación: Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)
Finalizado: No
Combinación: Químico (tolueno) - Suelo

Datos de la alternativa

Código*: Excavación, retirada y tratamiento off site
Grado de itervención*: Total

Técnica de reparación

○ Técnica MORA

● Técnica propia: Excavación, retirada y tratamiento off site

Viabilidad técnica*: Limitada

Valoración de la alternativa

Utilizar factores de ponderación: ● Sí ○ No

Criterio de valoración	F.P.	Valoración
Efecto de la alternativa en la salud y la seguridad públicas	10	100
Probabilidad de éxito de la alternativa	20	100
Grado en que la alternativa servirá para prevenir futuros daños y evitar daños colaterales como consecuencia de su aplicación	10	1
Grado en que la alternativa beneficiará a cada componente del recurso natural o servicio medioambiental	10	1
Grado en que la alternativa tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales y otros factores pertinentes específicos de la localidad	10	1
Período de tiempo necesario para que sea efectiva la reparación del daño medioambiental	10	100
Grado en que la alternativa logra reparar el lugar que ha sufrido el daño medioambiental	10	1
Vinculación geográfica con el lugar dañado	10	100
Coste que supone aplicar la alternativa	10	50
TOTAL		540

Figura AV.3.10-3. Pantalla de Alternativa de reparación primaria: Excavación, retirada y tratamiento off site. Fuente: SIRMA.

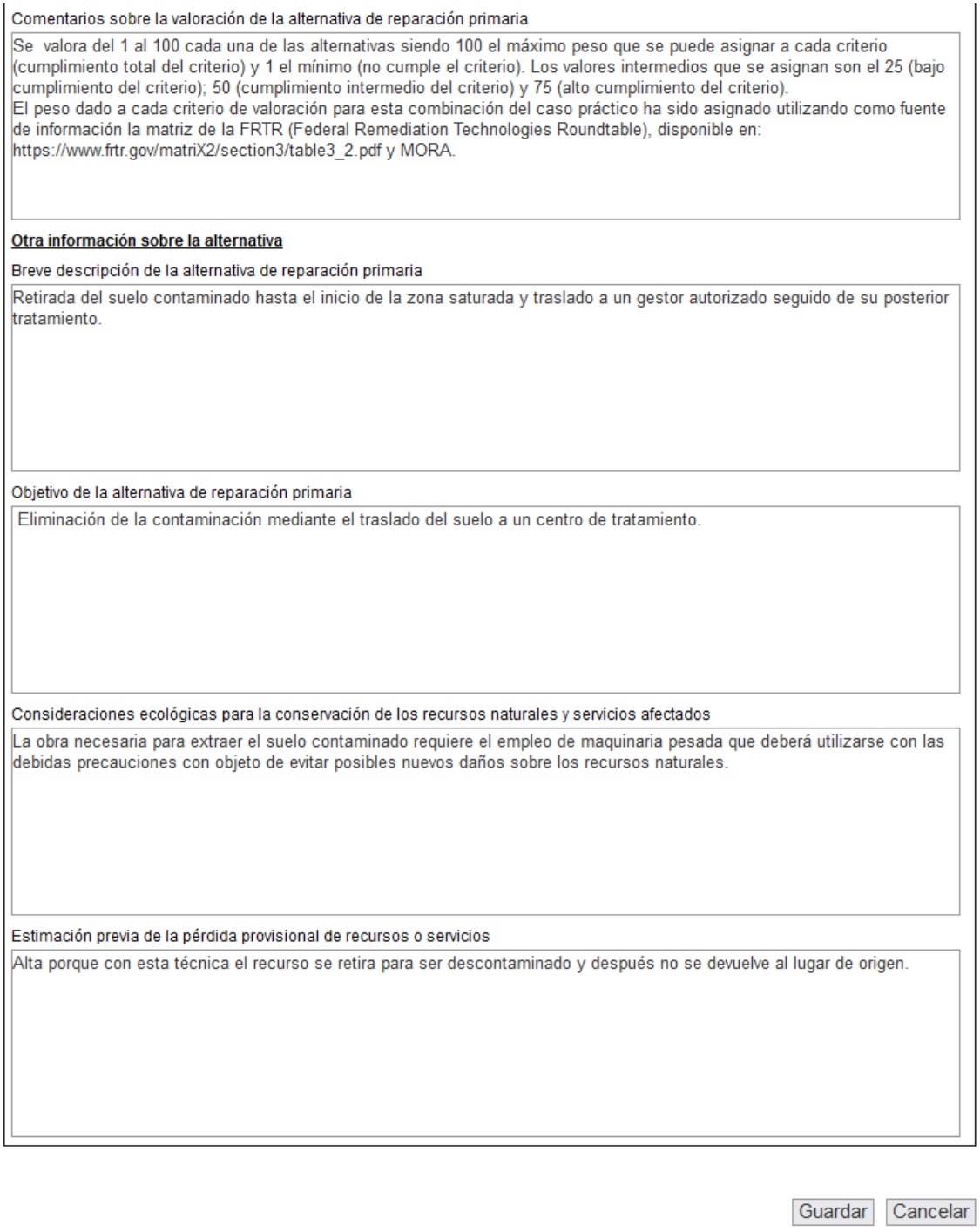


Figura AV.3.10-3 (continuación). Pantalla de Alternativa de reparación primaria Excavación, retirada y tratamiento off site. Fuente: SIRMA.

Se valora del 1 al 100 cada una de las alternativas siendo 100 el máximo peso que se puede asignar a cada criterio (cumplimiento total del criterio) y 1 el mínimo (no cumple el criterio). Los valores intermedios que se asignan son el 25 (bajo cumplimiento del criterio); 50 (cumplimiento intermedio del criterio) y 75 (alto cumplimiento del criterio).

En esta combinación de daños al suelo por tolueno, cuya primera alternativa valorada es la Excavación, retirada y tratamiento off site, se ha asignado un 100 al criterio "Efecto de la

alternativa en la salud y la seguridad públicas" ya que es una técnica que por la maquinaria y movimiento del terreno afecta en la salud y seguridad públicas del entorno de aplicación de la técnica. Los efectos sobre la salud pública se consideran mayores en la alternativa de extracción del suelo que en la biorremediación.

La probabilidad de éxito de la alternativa se estima con un peso de 100 ya que la excavación, retirada y tratamiento del terreno se realiza de forma exitosa y logrando retirar del suelo el tolueno (sustancia biodegradable) vertido.

Por otro lado, se asigna el mínimo peso (1) a los criterios de "Grado en que la alternativa servirá para prevenir futuros daños y evitar daños colaterales como consecuencia de su aplicación", "Grado en que la alternativa beneficiará a cada componente del recurso natural o servicio medioambiental" y "Grado en que la alternativa tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales y otros factores pertinentes específicos de la localidad" puesto que la técnica Excavación, retirada y tratamiento off site emplea maquinaria pesada invasiva para retirar el recurso y una vez tratado no lo devuelve a su ubicación original. Por esto último, se considera que la técnica no es exitosa ni previene futuros daños como consecuencia de su aplicación.

En consonancia con lo anterior, al criterio "Período de tiempo necesario para que sea efectiva la reparación del daño medioambiental" se le ha asignado un valor de 100 puesto que la reparación no llega a ser efectiva al no devolverse el recurso a su lugar inicial.

En cuanto al criterio de “Grado en que la alternativa logra reparar el lugar que ha sufrido el daño medioambiental”, se le asigna un nulo cumplimiento (1) debido a que con la técnica de “Excavación, retirada y tratamiento off site”, como se comentaba previamente, no se devuelve el recurso a su lugar inicial.

Al criterio de “Vinculación geográfica con el lugar dañado” se le ha dado la puntuación de 100 puesto que se considera que la alternativa de reparación actúa exactamente en el lugar donde se ha originado el daño medioambiental.

Por último, si bien la técnica de extracción y tratamiento implica unos costes de aplicación mayores que los derivados de la biorremediación mejorada, hay otras técnicas con costes más elevados que los aquí estipulados y por ello se ha valorado con un peso de 50 el criterio “Coste que supone aplicar la alternativa”.

Alternativa de reparación primaria

Datos generales

Proyecto de reparación: Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)

Finalizado: No

Combinación: Químico (tolueno) - Suelo

Datos de la alternativa

Código*: Biorremediación mejorada de suelos

Grado de itervención*: Total

Técnica de reparación

(●) Técnica MORA: Biorremediación mejorada de suelos

( ) Técnica propia

Viabilidad técnica*: Limitada

Valoración de la alternativa

Utilizar factores de ponderación

(●) Sí ( ) No

Criterio de valoración	F.P.	Valoración
Efecto de la alternativa en la salud y la seguridad públicas	10	25
Probabilidad de éxito de la alternativa	20	100
Grado en que la alternativa servirá para prevenir futuros daños y evitar daños colaterales como consecuencia de su aplicación	10	100
Grado en que la alternativa beneficiará a cada componente del recurso natural o servicio medioambiental	10	100
Grado en que la alternativa tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales y otros factores pertinentes específicos de la localidad	10	100
Período de tiempo necesario para que sea efectiva la reparación del daño medioambiental	10	75
Grado en que la alternativa logra reparar el lugar que ha sufrido el daño medioambiental	10	100
Vinculación geográfica con el lugar dañado	10	100
Coste que supone aplicar la alternativa	10	25
TOTAL		5750

Figura AV.3.10-4. Pantalla de Alternativa de reparación primaria: Biorremediación mejorada de suelos. Fuente: SIRMA.

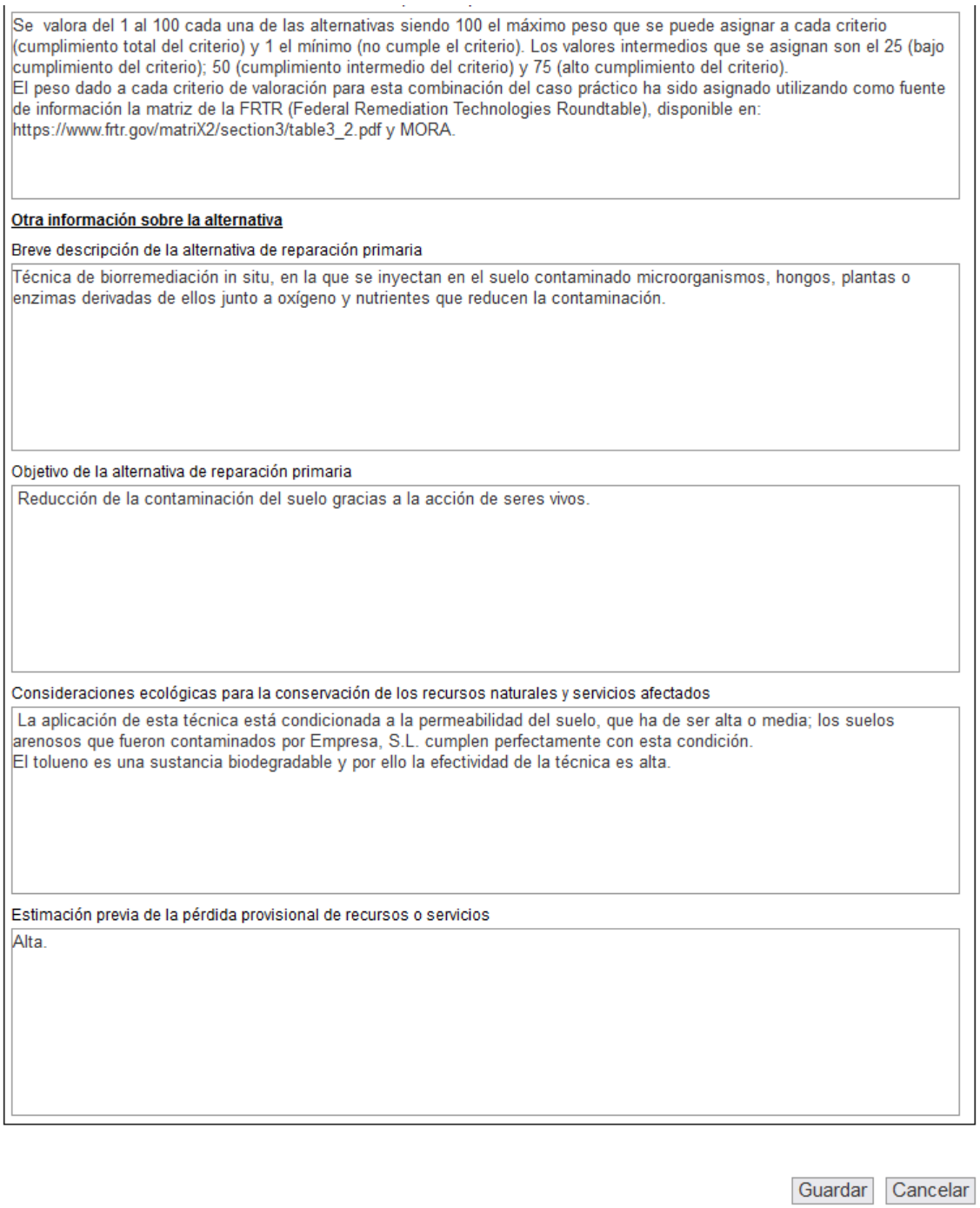


Figura AV.3.10-4 (continuación). Pantalla de Alternativa de reparación primaria: Biorremediación mejorada de suelos. Fuente: SIRMA.

En la alternativa de reparación “Biorremediacion mejorada de suelos” se ha asignado un 25 al criterio "Efecto de la alternativa en la salud y la seguridad públicas" ya que es una técnica que tiene poco efecto en la salud y seguridad públicas del entorno de aplicación de la técnica teniendo en cuenta que consiste en inyectar en el suelo contaminado microorganismos, hongos, plantas o enzimas derivadas de ellos junto a oxígeno y nutrientes que reducen la contaminación. Los

efectos sobre la salud pública se consideran mucho mayores en la alternativa de extracción del suelo –a la cual se le ha asignado un 100 en este criterio– que en la biorremediación.

La probabilidad de éxito de la alternativa se estima con un peso de 100 ya que la biorremediación logra retirar del suelo el tolueno derramado (sustancia biodegradable) con un 100% de éxito según la FRTR (Federal Remediation Technologies Roundtable).

En este caso, se asigna el máximo peso (100) a los criterios de "Grado en que la alternativa servirá para prevenir futuros daños y evitar daños colaterales como consecuencia de su aplicación", "Grado en que la alternativa beneficiará a cada componente del recurso natural o servicio medioambiental" y "Grado en que la alternativa tendrá en cuenta los correspondientes intereses sociales, económicos y culturales y otros factores pertinentes específicos de la localidad" puesto que la biorremediación logra eliminar el contaminante del suelo y lo devuelve a su estado original tras el tratamiento. Adicionalmente, se considera que la técnica es exitosa y previene futuros daños como consecuencia de su aplicación.

Por otro lado, al criterio "Período de tiempo necesario para que sea efectiva la reparación del daño medioambiental" se le ha asignado un valor de 75 puesto que la reparación no llega a ser efectiva hasta pasados dos años desde el comienzo de la aplicación. Se considera un largo periodo de tiempo, pero existen otras técnicas con un mayor periodo de tiempo para que sean efectivas a las que se les asignaría el 100.

En cuanto a los criterios de “Grado en que la alternativa logra reparar el lugar que ha sufrido el daño medioambiental” y “Vinculación geográfica con el lugar dañado” se considera el máximo cumplimiento de estos criterios y por ello se le asigna 100.

Por último, la biorremediación mejorada de suelos es una técnica más económica que la de extracción y tratamiento off site, que implica unos costes de aplicación más elevados. Por ello se ha valorado con un peso de 25 el criterio “Coste que supone aplicar la alternativa”. El hecho de que haya otras técnicas con costes aún más bajos hace que se haya valorado con un peso de 25 y no de 1 este criterio.

Una vez se ha cumplimentado toda la información de las alternativas que aplican en la combinación de tolueno en el suelo, se pulsa sobre “guardar”.

A continuación, se debe pulsar sobre el botón “Ir a selección de alternativa primaria” (como se indica en la figura siguiente), el cual permitirá seleccionar una alternativa de reparación primaria de entre las propuestas.

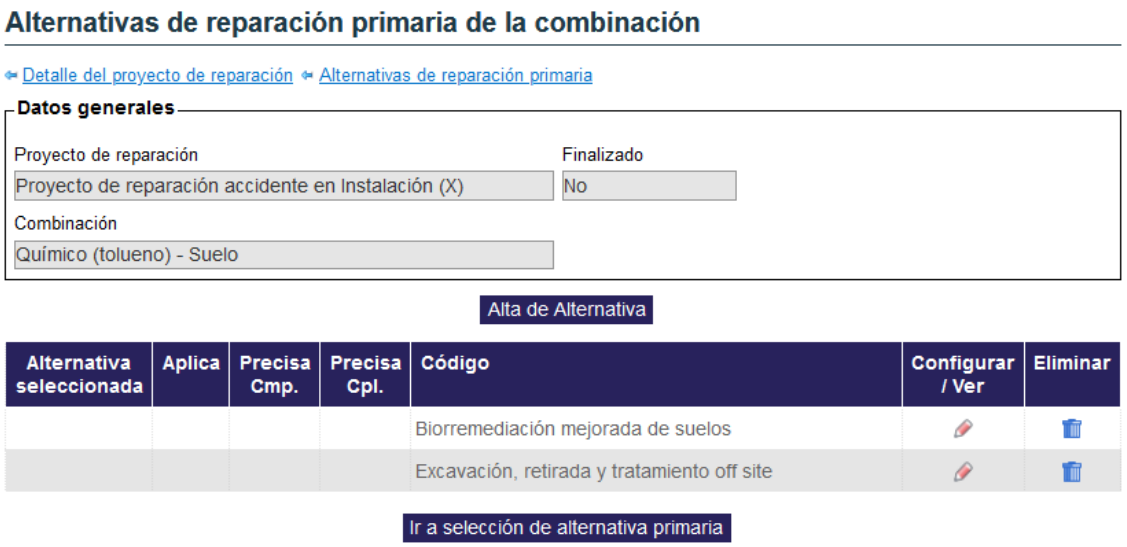


Figura AV.3.10-5. Botón “Ir a selección de alternativa primaria” de la pantalla de Alternativas de reparación primaria. Fuente: SIRMA.

Tras pulsar en este botón, se abre la pantalla de “Seleccionar alternativa de reparación primaria” que incluye un desplegable con la totalidad de técnicas que el usuario haya introducido en la herramienta para esta combinación y permite elegir la técnica seleccionada para esta combinación. En este caso concreto, se selecciona la técnica de biorremediacion mejorada de suelos por ser la técnica que mayor puntuación obtiene a partir de la ponderación de los criterios de valoración. En la figura siguiente, se incluye esta pantalla que muestra la información que solicita la aplicación al respecto.

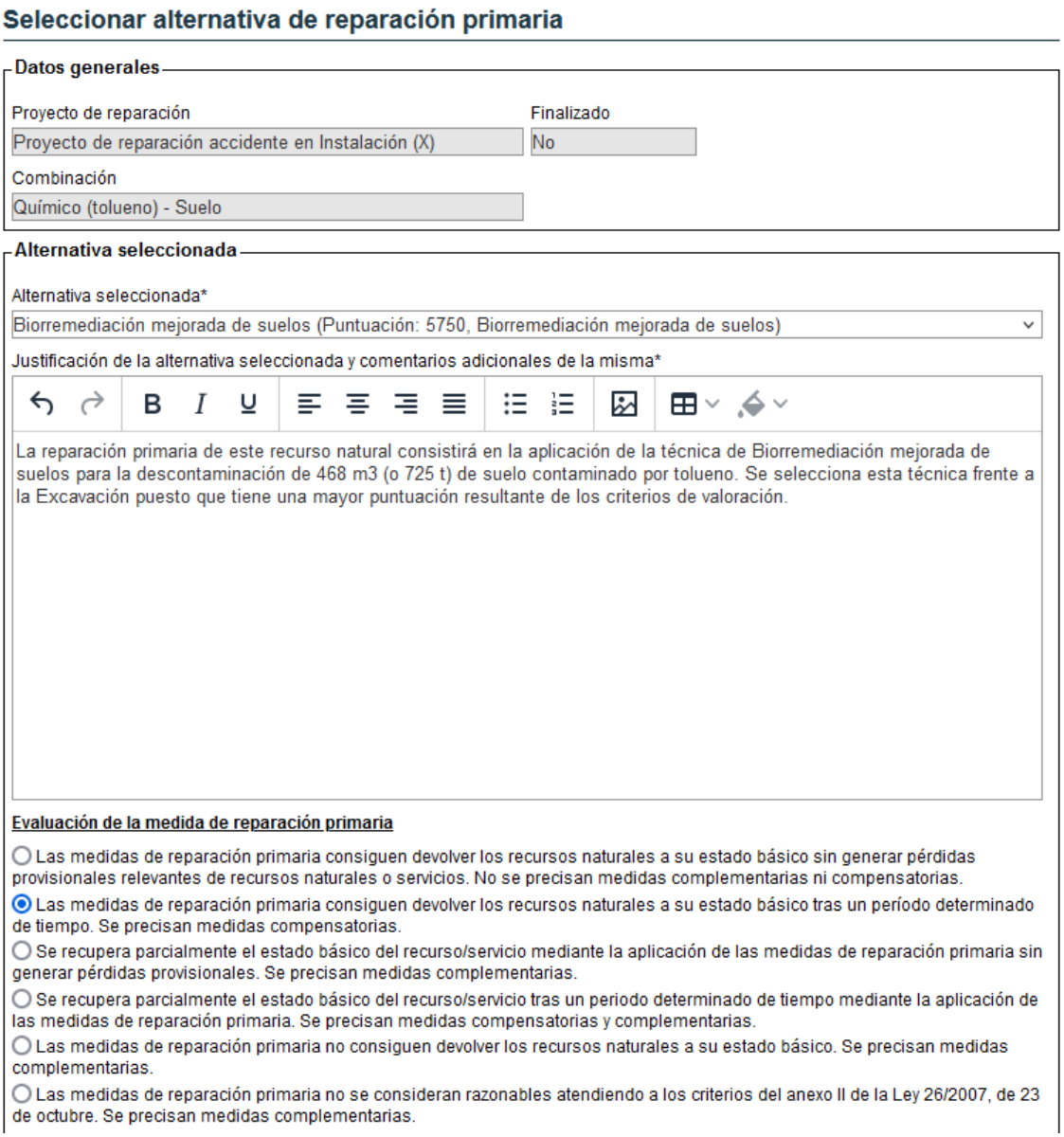


Figura AV.3.10-6. Pantalla “Seleccionar alternativa de reparación primaria”. Fuente: SIRMA.

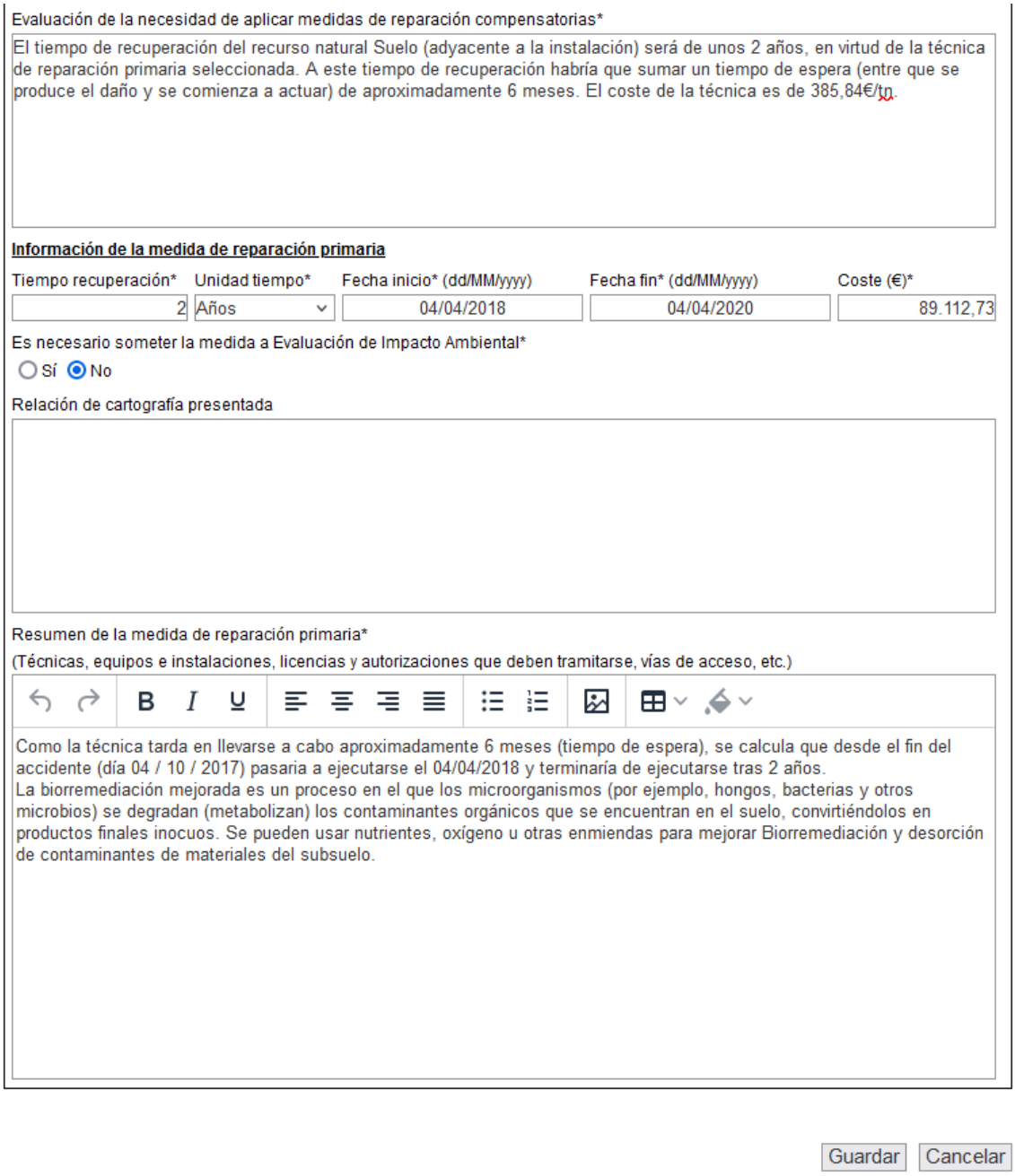


Figura AV.3.10-6 (continuación). Pantalla “Seleccionar alternativa de reparación primaria”. Fuente: SIRMA.

Tras cumplimentar todos los campos de información que se solicitan en la pantalla anterior, se pulsa sobre “Guardar” y la herramienta vuelve a la pantalla de “Alternativas de reparación primaria de la combinación”. En esta pantalla aparecerá marcada con una marca de verificación verde la técnica que haya sido seleccionada para esta combinación, como se muestra en la siguiente figura.

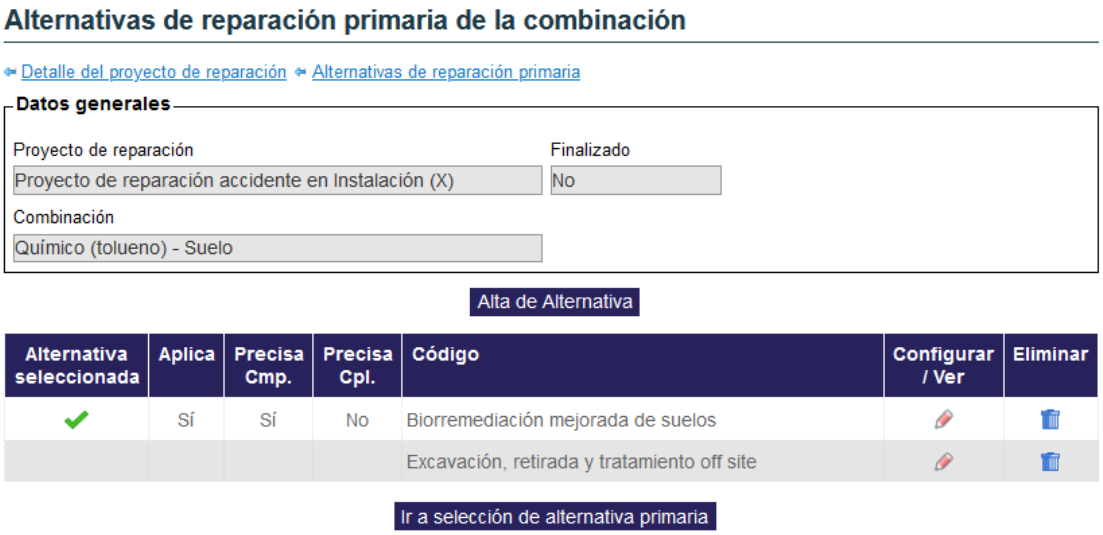


Figura AV.3.10-7. Botón “Ir a la selección de alternativa primaria”. Fuente: SIRMA.

A partir de los enlaces de navegación de color azul claro que aparecen en la parte superior de esta pantalla, se pulsará sobre “Alternativas de reparación primaria” para que la herramienta reconduzca al usuario a la pantalla en la que se encuentran la totalidad de combinaciones agente – recurso a partir del cual se cumplimentarán para todas ellas las alternativas del mismo modo que se ha ilustrado para la combinación “tolueno – suelo”.

Llegados a este punto, las siguientes pantallas a cumplimentar pueden ser tres (en función de los datos que se hayan introducido sobre los tipos de reparaciones que aplican): Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones primarias; Alternativas de reparación complementaria y Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones complementarias.

En este caso, las dos últimas alternativas de auto rellenan en la aplicación al haber indicado previamente que no son necesarias dichas medidas para la combinación de vertido de tolueno en el suelo. Es por ello que en el menú principal de “Información para cumplimentar los formularios” de la pantalla inicial del módulo aparecen con la marca de validación verde ambas alternativas (ver figura siguiente).

En este caso, únicamente ha de cumplimentarse por el usuario la pantalla de “Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones primarias”, la cual aparece en el índice con el icono “editar” como se muestra en la figura siguiente:

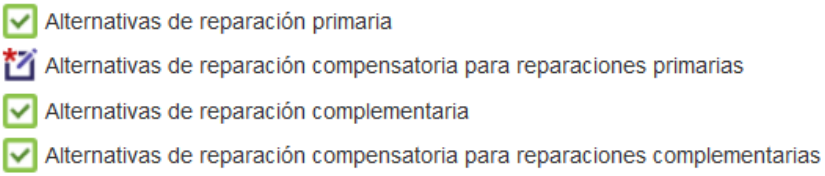


Figura AV.3.10-8. Estado de las alternativas en el menú principal de “Información para cumplimentar los formularios”. Fuente: SIRMA.

De este modo, la siguiente pantalla a cumplimentar es la de “Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones primarias”, que se describe en el siguiente apartado.

3.11. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN COMPENSATORIA PARA REPARACIONES PRIMARIAS

En el Módulo de Proyectos de reparación el siguiente paso es incluir las alternativas de reparación compensatoria para cada una de las combinaciones agente – recurso que requieran estas medidas (aquellas en las que el usuario ha indicado previamente este requerimiento). En la pantalla de “Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones primarias” se muestran la totalidad de combinaciones que se hayan incluido en el proyecto de Reparación, en este caso concreto, un total de cuatro.

Las medidas de reparación compensatoria son aquellas alternativas adoptadas para compensar las pérdidas provisionales de recursos naturales o servicios de recursos naturales que tengan lugar desde la fecha en que se produjo el daño hasta el momento en que la reparación primaria haya surtido todo su efecto.

Así, en esta pantalla deben cumplimentarse todos los datos relativos a las medidas de reparación compensatorias necesarias para compensar el tiempo comprendido entre que sucedió el daño medioambiental hasta que fue reparado el recurso por completo.

Para ello, se pulsa sobre “gestionar alternativas” y se abre la pantalla que se muestra a continuación. Pulsando sobre “Alta de Alternativa” podrá iniciarse el proceso de informar los datos de la alternativa de reparación compensatoria de la combinación tolueno - suelo.

Figura AV.3.11-1. Botón de Alta de Alternativa de reparación compensatoria. Fuente: SIRMA.

Las ganancias de recursos naturales o de servicios que se generen mediante la reparación complementaria o compensatoria deberán ser descontadas en el tiempo y estimadas en unidades de recurso o por unidad de volumen, de superficie o de hábitat creado, según el caso. Su estimación recibe el nombre de crédito medioambiental.

En este caso concreto, el débito y el crédito se ha calculado mediante la herramienta MORA, arrojando los resultados que se muestran a continuación.

El débito medioambiental es de **9.236.104,15** toneladas de suelo. La tasa de recuperación de los recursos naturales o de los servicios que éstos prestan hasta que surte efecto la reparación primaria (y en otros casos la recuperación natural o la reparación complementaria), es de **30,20 t** de suelo/mes. Este dato es resultado de dividir las unidades de recurso a reparar (725 t) entre el tiempo que tarda la técnica de recuperación en ser efectiva (sin considerar el tiempo de espera; 24 meses).

Por otro lado, el crédito medioambiental es de **281.951,77** toneladas de suelo. El tiempo de recuperación del recurso natural Suelo adyacente a la instalación será de unos **2 años**, en virtud de la técnica de reparación primaria seleccionada. A este tiempo de recuperación habría que sumar un tiempo de espera –entre que se produce el daño y se comienza a actuar– de aproximadamente **6 meses**.

El tiempo en el que se mantiene el nivel de recursos naturales o de servicios de los recursos naturales generados a través de la reparación compensatoria es indefinido (años).

La cuantía de la medida compensatoria estimada de forma previa empleando la herramienta informática MORA asciende a **32,76** toneladas de suelo, resultado del cociente entre el débito medioambiental y el crédito medioambiental, estimados de forma previa empleando la herramienta informática MORA.

De esta forma, la medida de reparación compensatoria deberá proceder a la recuperación de **32,76 t** adicionales del recurso natural Suelo (adyacente a la instalación – vaso del dique de contención de las aguas de extinción) o, en su defecto, una cantidad equivalente a calcular de un recurso natural alternativo.

En el módulo de Proyectos de Reparación ha de plasmarse toda esta información en la pantalla de “Alternativa de reparación compensatoria para reparación primaria” como se muestra a continuación.

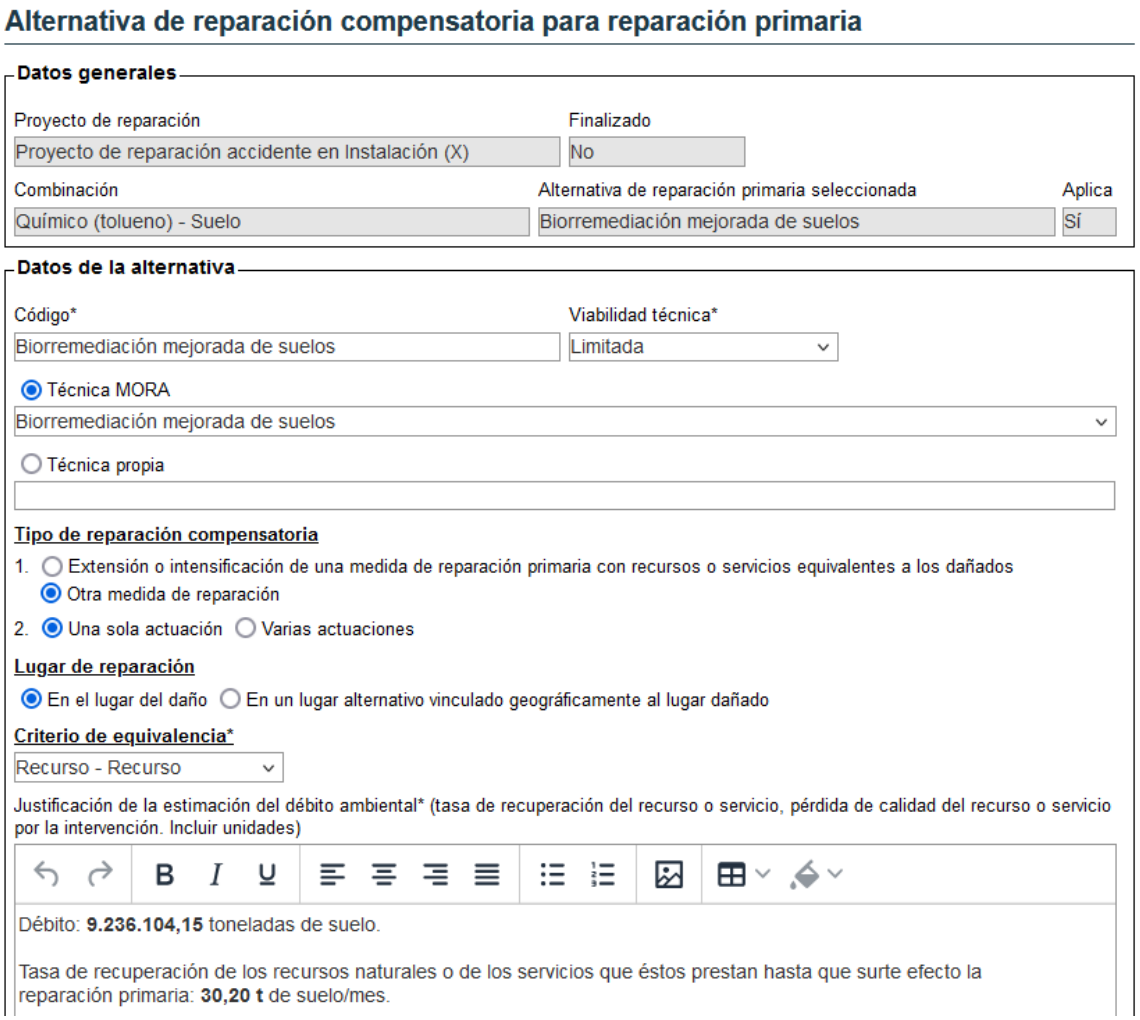


Figura AV.3.11-2. Pantalla de Alternativa de reparación compensatoria para la reparación primaria. Fuente: SIRMA.

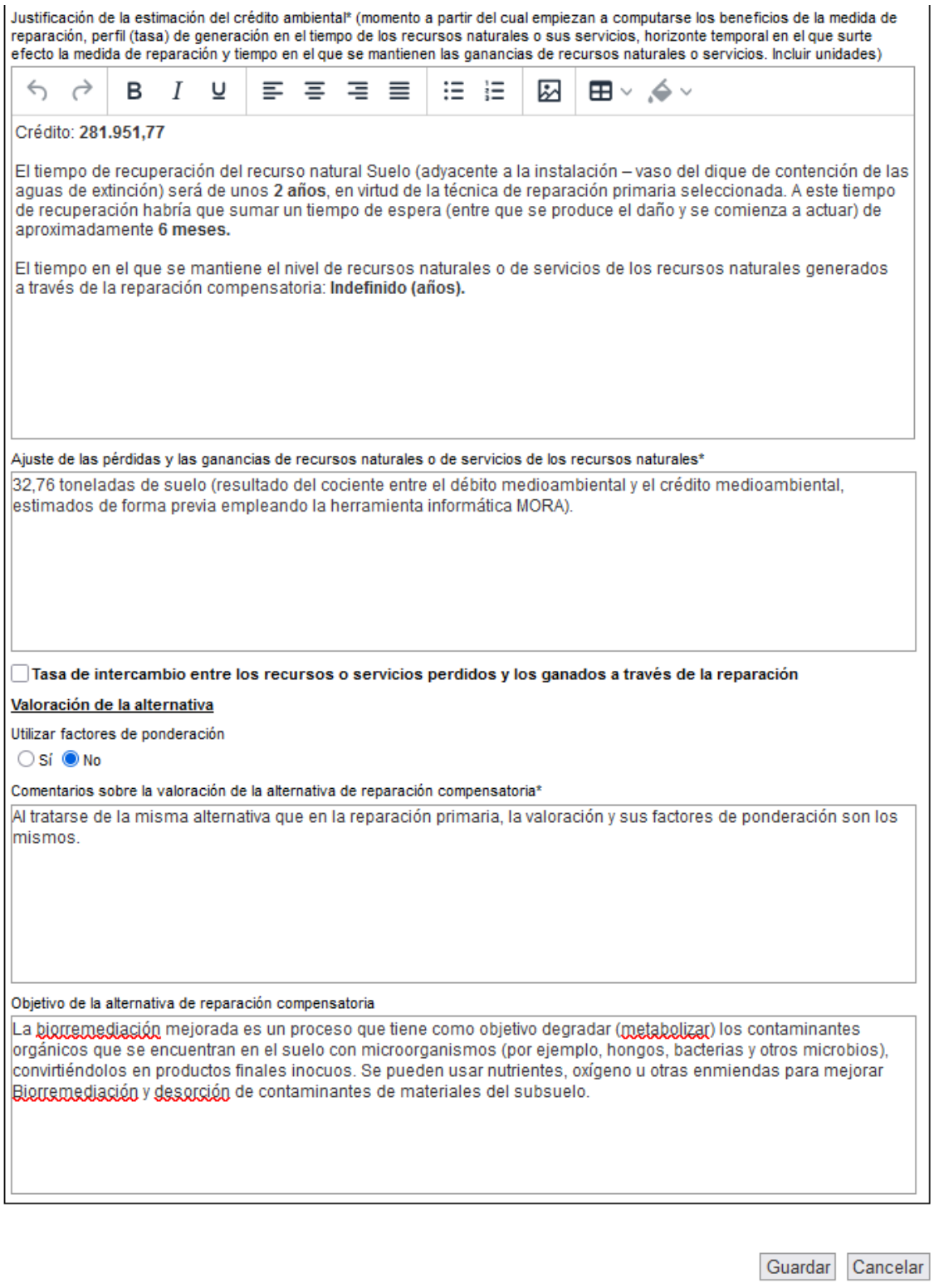


Figura AV.3.11-2 (continuación). Pantalla de Alternativa de reparación compensatoria para la reparación primaria. Fuente: SIRMA.

Una vez se pulsa sobre guardar, ya estará disponible la técnica de reparación compensatoria para seleccionarse como alternativa final a aplicar (en caso de que existan otras alternativas deberá repetirse este proceso tantas veces como alternativas haya).

A continuación, se pulsará sobre el botón “ir a selección de alternativa compensatoria”.

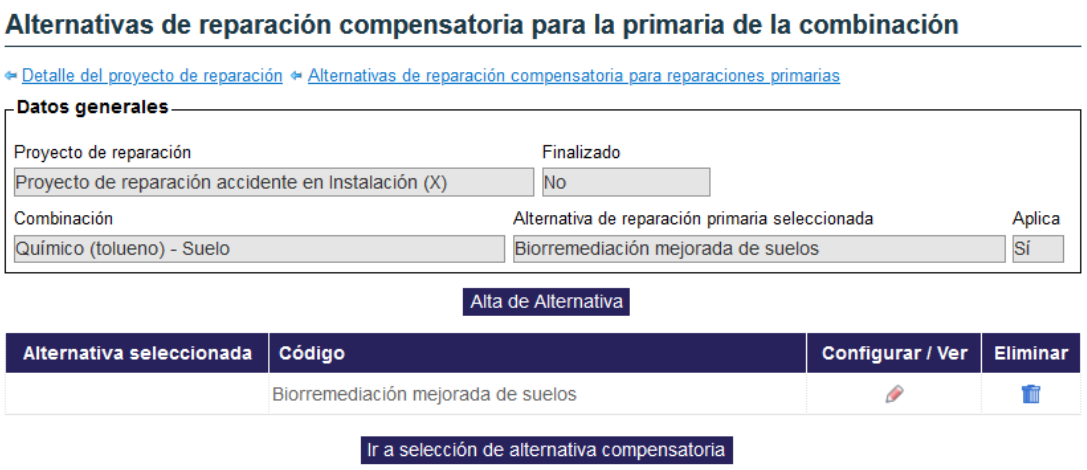


Figura AV.3.11-3. Botón “Ir a selección de alternativa compensatoria”. Fuente: SIRMA.

La pantalla a cumplimentar a continuación requiere la justificación de la alternativa seleccionada y comentarios y otros datos adicionales de la misma, tal y como se incluye a continuación.

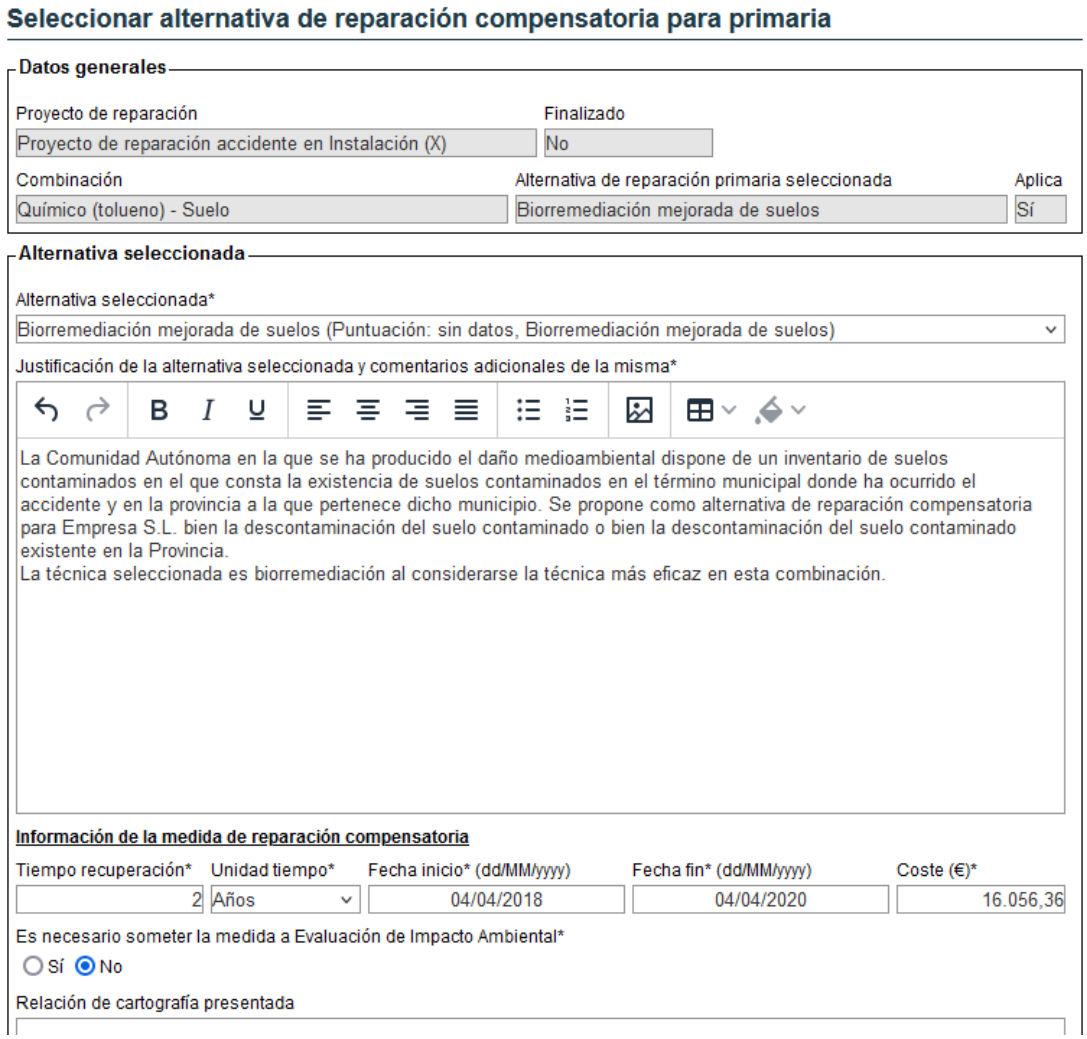


Figura AV.3.11-4. Pantalla “Seleccionar alternativa de reparación compensatoria para la reparación primaria”. Fuente: SIRMA.

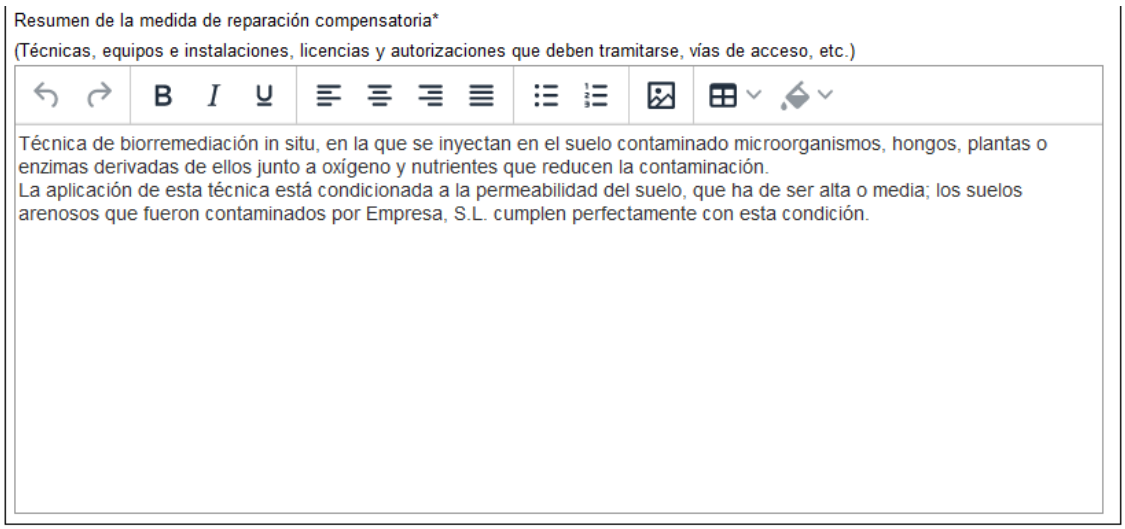


Figura AV.3.11-4 (continuación). Pantalla “Seleccionar alternativa de reparación compensatoria para la reparación primaria”. Fuente: SIRMA.

Del mismo modo que sucedía en las alternativas de reparación primaria, una vez seleccionada la mejor opción que aplica a cada caso concreto, la herramienta incluye un “check” verde para marcar la mejor de las alternativas.

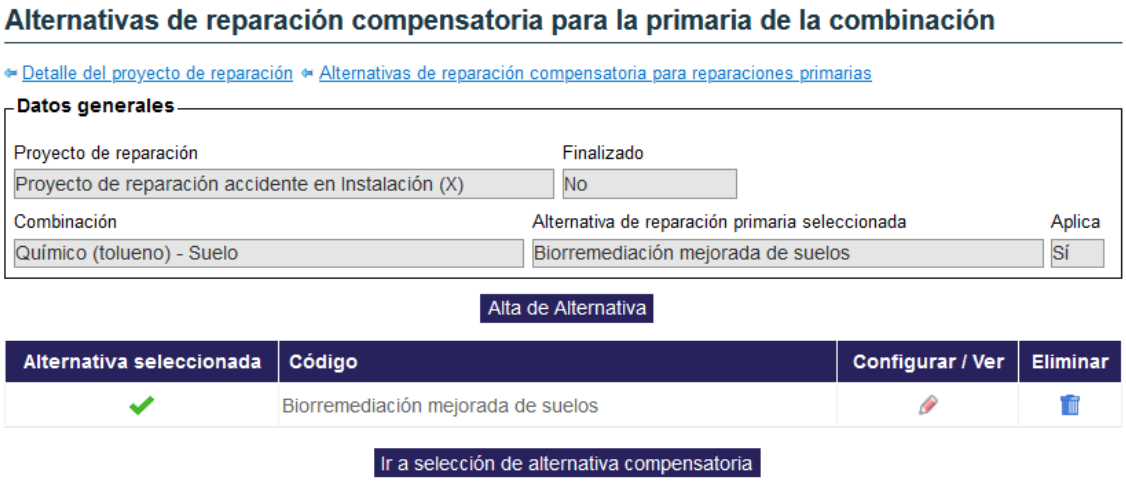


Figura AV.3.11-5. Pantalla “Alternativas de reparación compensatoria para la reparación primaria”. Fuente: SIRMA.

Para continuar con la cumplimentación del Proyecto de reparación se pulsará sobre “Detalle del proyecto de reparación” posicionado arriba a la izquierda, el cual dirige al usuario a la página principal.

3.12. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN COMPLEMENTARIA

La siguiente información a cumplimentar es la relativa a la reparación complementaria, tras pulsar en el apartado "Alternativas de reparación complementaria" del menú "Información para cumplimentar los formularios".

Las medidas de reparación complementaria son aquellas alternativas correctoras adoptadas en relación con los recursos naturales o los servicios de recursos naturales para compensar el hecho de que la reparación primaria no haya dado lugar a la plena restitución de los recursos naturales o servicios de recursos naturales dañados.

En este caso práctico, como las medidas de reparación primaria consiguen devolver los recursos naturales a su estado básico tras un período determinado de tiempo, no se precisan medidas complementarias y por ello esta pantalla aparece como completa (ver figura siguiente).

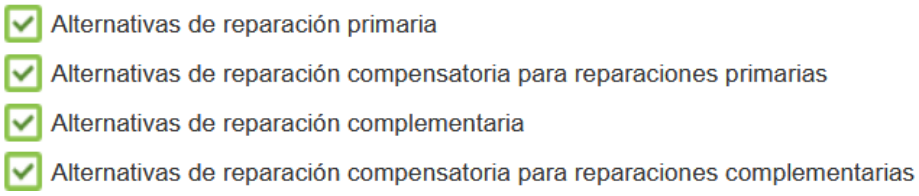


Figura AV.3.12-1. Estado de las alternativas en el menú principal de "Información para cumplimentar los formularios". Fuente: SIRMA.

Si se pulsa sobre la opción "Alternativas de reparación complementaria", se abre la pantalla que detalla la información de estas alternativas y la herramienta advierte al usuario según lo que previamente haya cumplimentado en la pantalla de "alternativas de reparación primaria". En este caso se indica que "El proyecto de reparación no precisa medidas complementarias", tal y como se muestra en la figura siguiente. En el presente caso práctico esta pantalla es así puesto que se ha indicado previamente que las medidas de reparación primaria logran devolver el recurso a su estado básico tras un período determinado de tiempo.

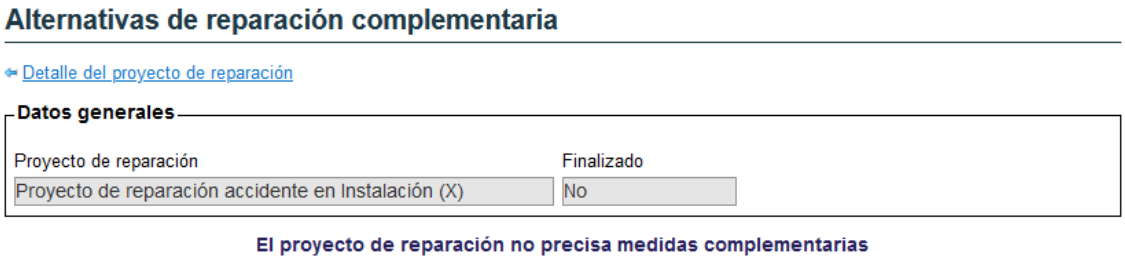


Figura AV.3.12-2. Pantalla "Alternativas de reparación complementaria". Fuente: SIRMA.

Pulsando sobre "Detalle del proyecto de reparación" la herramienta vuelve a mostrar la pantalla principal para continuar con el proyecto.

3.13. ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN COMPENSATORIA PARA REPARACIONES COMPLEMENTARIAS

Para finalizar el bloque de las alternativas de reparación, ha de cumplimentarse la pantalla de "Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones complementarias", en los casos en que se requieran este tipo de medidas.

En este caso práctico, al no ser necesarias las medidas complementarias, el proyecto de reparación tampoco requiere medidas de reparación compensatoria para las reparaciones complementarias y la herramienta lo marca con el check verde como "apartado completado" en el menú principal (ver figura siguiente).

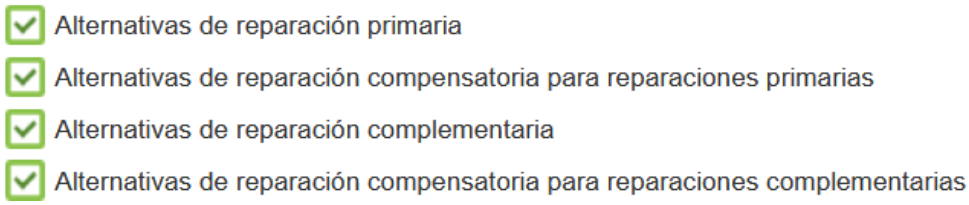


Figura AV.3.13-1. Estado de las alternativas en el menú principal de "Información para cumplimentar los formularios". Fuente: SIRMA.

Si se pulsa sobre "Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones complementarias" la herramienta abre esta pantalla y advierte que el proyecto no contiene este tipo de medidas (ver figura siguiente).

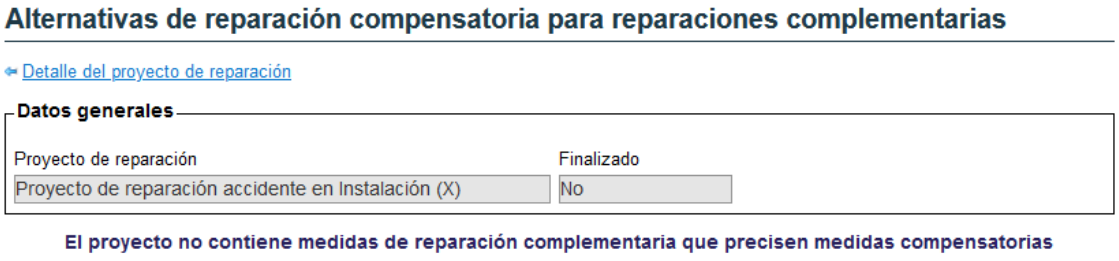


Figura AV.3.13-2. Pantalla "Alternativas de reparación compensatoria para reparaciones complementarias". Fuente: SIRMA.

Pulsando sobre "Detalle del proyecto de reparación" la herramienta vuelve a mostrar la pantalla principal para continuar con el proyecto.

En el menú principal del módulo de Proyecto de reparación se muestran las pantallas que han sido cumplimentadas hasta este momento por el usuario en color verde y las que restan por cumplimentar aparecen con un icono azul con lapicero, como se muestra en la figura a continuación.

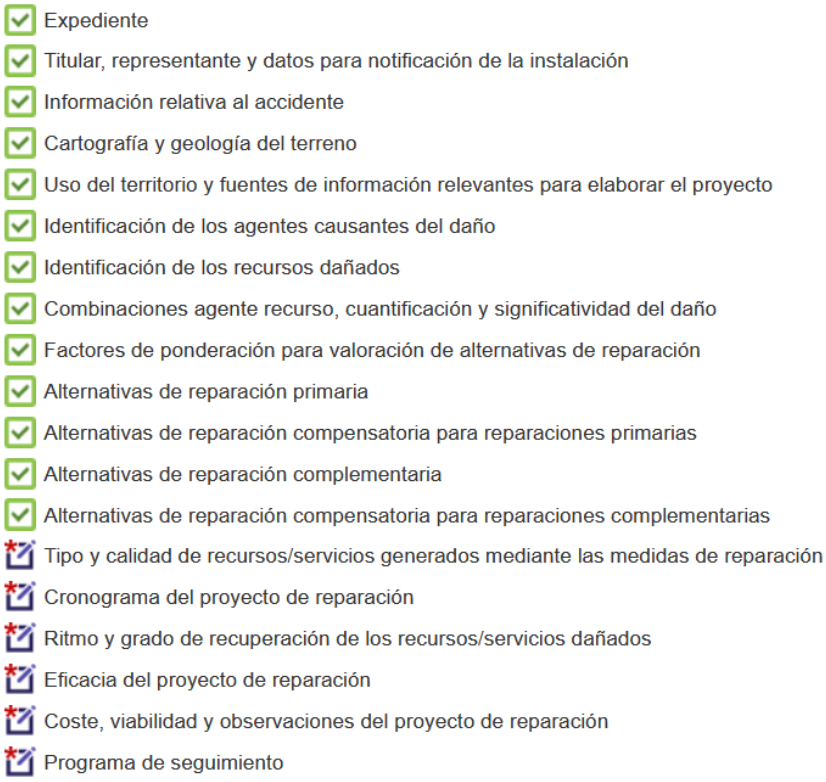


Figura AV.3.13-3. Menú principal de "Información para cumplimentar los formularios". Fuente: SIRMA.

A continuación, se desarrollan los apartados de los formularios del proyecto de reparación que restan por cumplimentar, los cuales, conforman la caracterización del proyecto de reparación. El operador proporcionará la siguiente información referida a los recursos naturales y servicios de recursos naturales generados por las medidas de reparación primaria, complementaria y compensatoria.

3.14. TIPO Y CALIDAD DE RECURSOS/SERVICIOS GENERADOS MEDIANTE LAS MEDIDAS DE REPARACIÓN

En la pantalla "Tipo y calidad de recursos/servicios generados mediante las medidas de reparación" han de definirse las características que se consideren oportunas para cada combinación agente-recurso del proyecto de reparación. Para cumplimentar estas características, pulsando el icono "Informe" se dará paso a la pantalla en la cual aparece un cuadro de texto donde se pueden incluir texto y archivos como tablas o imágenes.

Siguiendo el ejemplo, en el caso de contaminación del suelo adyacente a la instalación por tolueno, se debe introducir el tipo de recurso que se genera tras las medidas de reparación y si la calidad de este recurso es mejor, igual o peor respecto al estado básico del suelo antes del accidente.

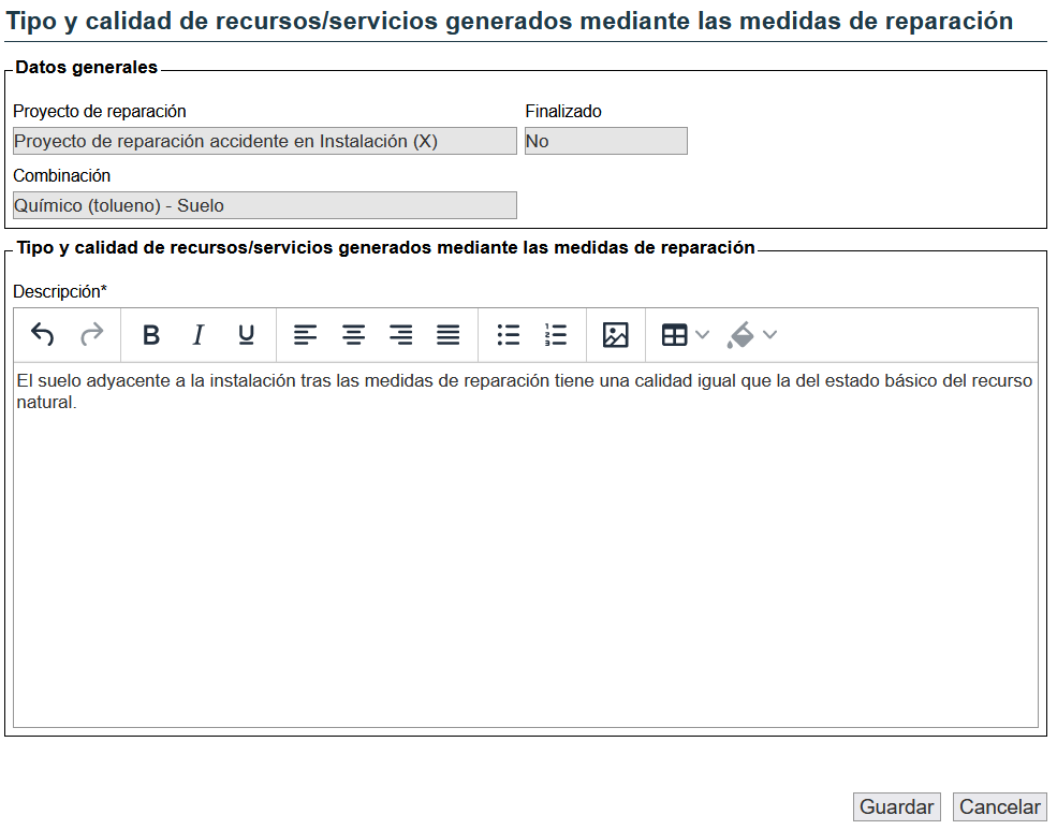


Figura AV.3.14-1. Pantalla “Tipo y calidad de recursos/servicios generados mediante las medidas de reparación”. Fuente: SIRMA.

Para finalizar la pantalla “Tipo y calidad de recursos/servicios generados mediante las medidas de reparación” se pulsa sobre “Guardar”.

El usuario realizará este proceso para cada una de las combinaciones agente – recurso que forman parte del proyecto de reparación. Se incluye a continuación la tabla resultante de Tipo y calidad de recursos/servicios una vez cumplimentadas todas las combinaciones.

Figura AV.3.14-2. Tabla de combinaciones de “Tipo y calidad de recursos/servicios generados mediante las medidas de reparación”. Fuente: SIRMA.

3.15. CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE REPARACIÓN

En este apartado se indicará a través de un diagrama el desarrollo temporal de cada una de las medidas de reparación primaria, complementaria y compensatoria que conforman el proyecto de reparación. Debe escogerse una escala temporal que permita expresar con suficiente detalle el desarrollo temporal de las distintas medidas.

En este caso práctico el cronograma muestra el desarrollo temporal de las alternativas de reparación expresado en meses, sin incluir en el mismo el tiempo de espera, como se incluye en la figura a continuación.

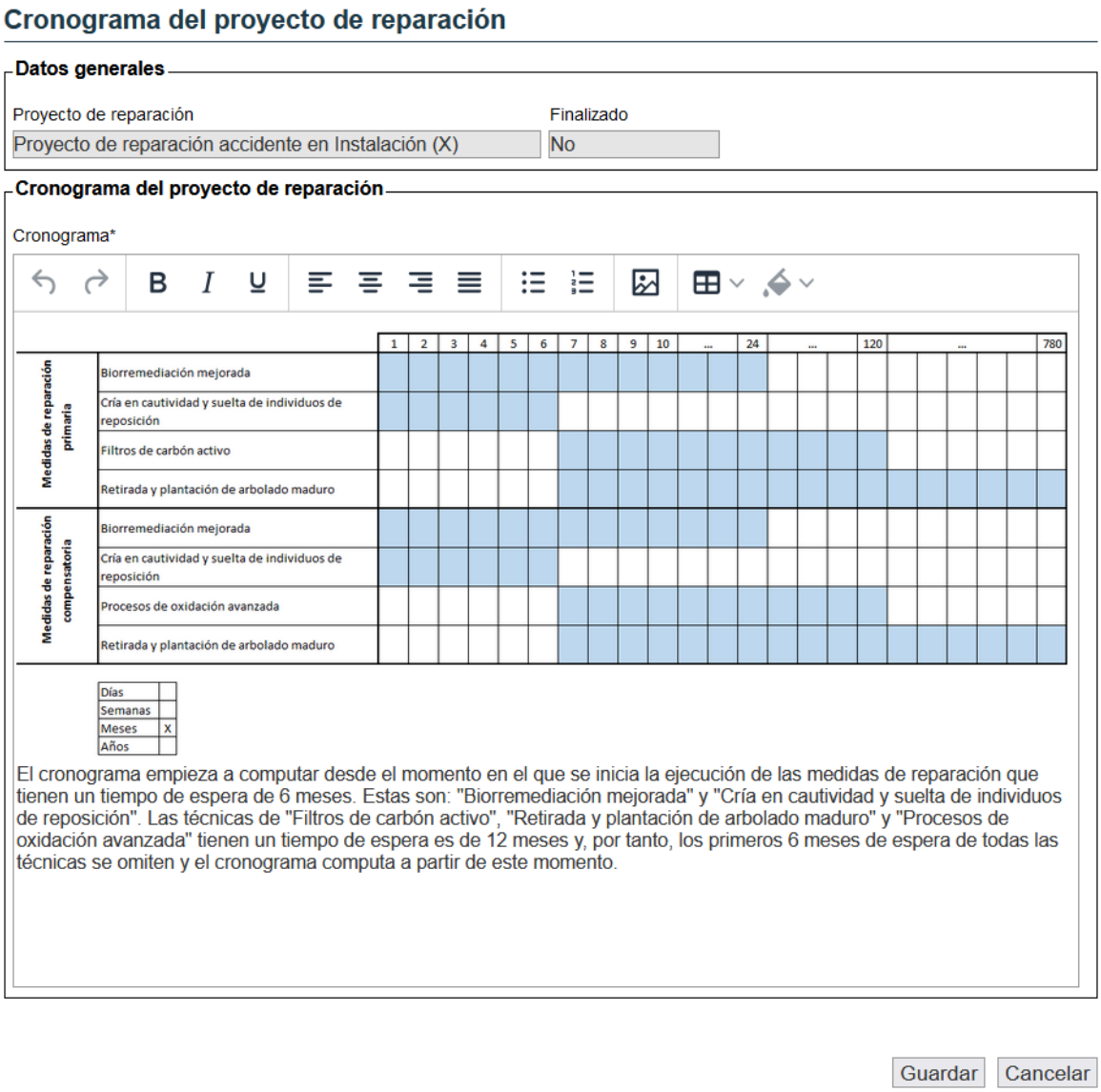


Figura AV.3.15-1. Cronograma del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

3.16. RITMO Y GRADO DE RECUPERACIÓN DE LOS RECURSOS/SERVICIOS DAÑADOS

En el ritmo y grado de recuperación de los recursos naturales o servicios de los recursos naturales dañados han de definirse las características que se consideren oportunas para cada combinación agente-recurso del proyecto de reparación. Para cumplimentar estas características, pulsando el icono “Informe” se dará paso a la pantalla en la cual aparece un cuadro de texto donde, preferentemente, se incluirá la información mediante diagramas propuestos en los Formularios del proyecto de Reparación, empleando un gráfico para cada recurso natural y/o servicio de recurso natural generado por las medidas de reparación.

A continuación, se incluye una figura con la pantalla de “Ritmo y grado de recuperación de los recursos/servicios dañados” que ha sido cumplimentada con el gráfico resultante del caso de contaminación del suelo adyacente a la instalación por tolueno.

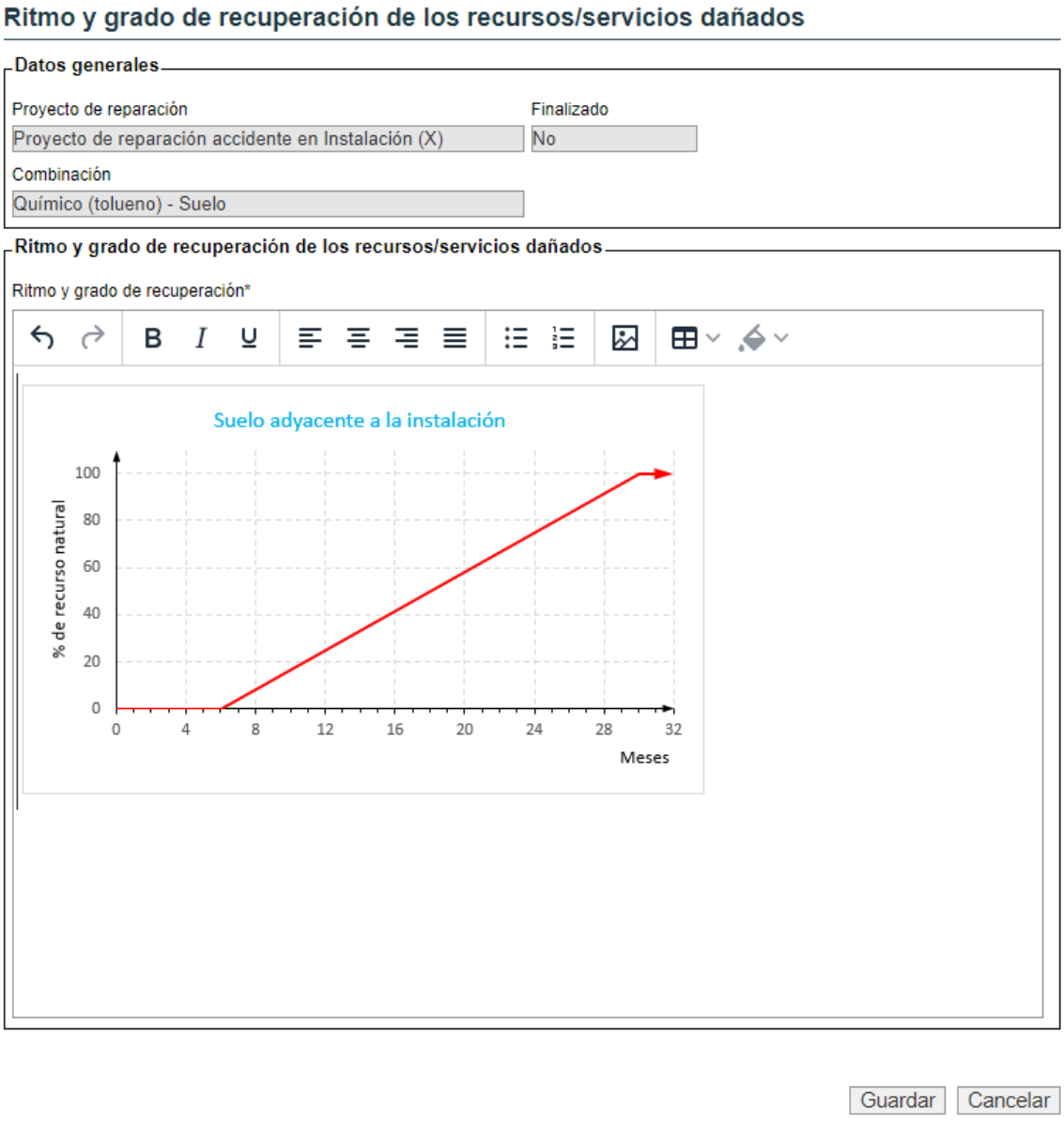


Figura AV.3.16-1. Pantalla de “Ritmo y grado de recuperación de los recursos/servicios dañados”. Fuente: SIRMA.

Una vez el operador proporciona esta información sobre cada recurso natural generado por las medidas de reparación primaria y compensatoria se pulsa sobre “Guardar” y se le reconduce a la pantalla general de “Ritmo y grado de recuperación de los recursos/servicios dañados”.

El siguiente aspecto a informar es la eficacia del proyecto de reparación en los recursos naturales.

3.17. EFICACIA DEL PROYECTO DE REPARACIÓN

El usuario realizará una evaluación de la eficacia que espera del proyecto de reparación en términos de porcentaje de cada recurso natural o servicio de recurso natural afectado por el incidente y sobre el que el proyecto de reparación ha actuado o esté actuando.

La recuperación esperada de los recursos naturales dañados en este caso práctico es la siguiente:

1. Agua superficial. Río R desde confluencia con arroyo Arroyo hasta confluencia con el río Afluente: 100 %.
2. Suelo (adyacente a la instalación): 100 %.
3. *Anchondrostoma arcasii* (bermejuela): 100 %
4. Pinar de *Pinus pinea*: 100 %

Esto es, se espera que la recuperación de los recursos naturales dañados sea total tras la ejecución de las correspondientes medidas de reparación primaria y, por tanto, no son necesarias medidas de reparación complementaria.

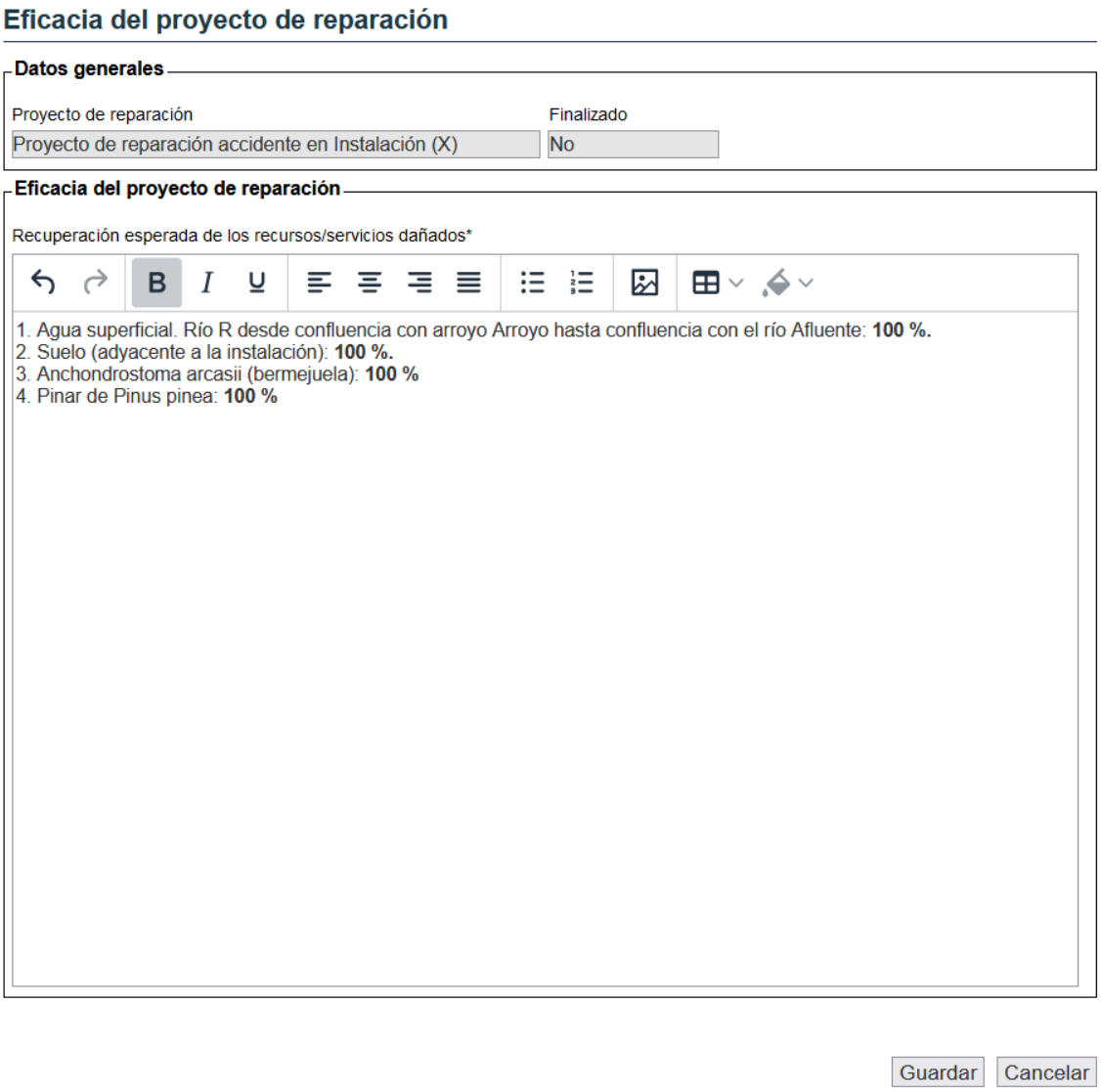


Figura AV.3.17-1. Pantalla de Eficacia del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

3.18. COSTE, VIABILIDAD Y OBSERVACIONES DEL PROYECTO DE REPARACIÓN

Las medidas de reparación compensatoria planteadas en el presente proyecto de reparación generalmente aplican las mismas técnicas que las empleadas en la reparación primaria, bien en el mismo recurso natural o en un recurso natural alternativo pero vinculado geográficamente, a excepción de las técnicas propuestas para el agua superficial.

En esta pantalla (figura siguiente), aparece precargada la información referente a los costes de las medidas de reparación y la viabilidad de las técnicas en función de lo que el usuario haya cumplimentado en anteriores pantallas y, además, deberá cumplimentar el apartado de "Comentarios sobre la viabilidad del proyecto de reparación*" y otras posibles observaciones del operador sobre el proyecto de reparación.

Coste, viabilidad y observaciones del proyecto de reparación

Datos generales

Proyecto de reparación	Finalizado
Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)	No

Coste del proyecto de reparación (€)

Combinación	Primaria	Compensatoria (primaria)	Complementaria	Compensatoria (complementaria)	Total
Incendio - bosque de Pinus pinea	75.306,19	84.558,79			159.864,98
Químico (tolueno) - Agua continental superficial	75.640,44	75.637,08			151.277,52
Químico (tolueno) - Pez Bermejuela	218.873,27	34.690,49			253.563,76
Químico (tolueno) - Suelo	89.112,73	16.056,36			105.169,09
				Total proyecto reparación	**669.875,35**

Figura AV.3.18-1. Pantalla de Coste, viabilidad y observaciones del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

En este proyecto de reparación las columnas “Complementaria” y “Compensatoria (complementaria)” aparecen vacías puesto que únicamente se requieren medidas de reparación primarias y compensatorias para subsanar los daños ocasionados tras el accidente.

Viabilidad del proyecto de reparación

Combinación y medida de reparación	Técnica empleada	Viabilidad
Incendio - bosque de Pinus pinea		
Primaria	Retirada masa dañada y plantación de arbolado maduro	Demostrada
Compensatoria (primaria)	Retirada masa dañada y plantación de arbolado maduro	Demostrada
Químico (tolueno) - Agua continental superficial		
Primaria	Filtros de carbón activo	Demostrada
Compensatoria (primaria)	Procesos de oxidación avanzada	Demostrada
Químico (tolueno) - Pez Bermejuela		
Primaria	Cría en cautividad y suelta de individuos de reposición	Limitada
Compensatoria (primaria)	Cría en cautividad y suelta de individuos de reposición	Limitada
Químico (tolueno) - Suelo		
Primaria	Biorremediación mejorada de suelos	Limitada
Compensatoria (primaria)	Biorremediación mejorada de suelos	Limitada

Comentarios sobre la viabilidad del proyecto de reparación*

Retirada mada dañada y plantación de arbolado maduro: demostrada en la reparacion primaria y demostrada en la compensatoria.
Filtros de carbón activo: demostrada en la reparacion primaria
Procesos de oxidación avanzada: demostrada en la reparación compensatoria
Cría en cautividad y suelta de individuos de reposición: limitada en la reparacion primaria y limitada en la compensatoria
Biorremediación mejorada de suelos: limitada en la reparacion primaria y limitada en la compensatoria

Figura AV.3.18-1 (continuación). Pantalla de Coste, viabilidad y observaciones del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

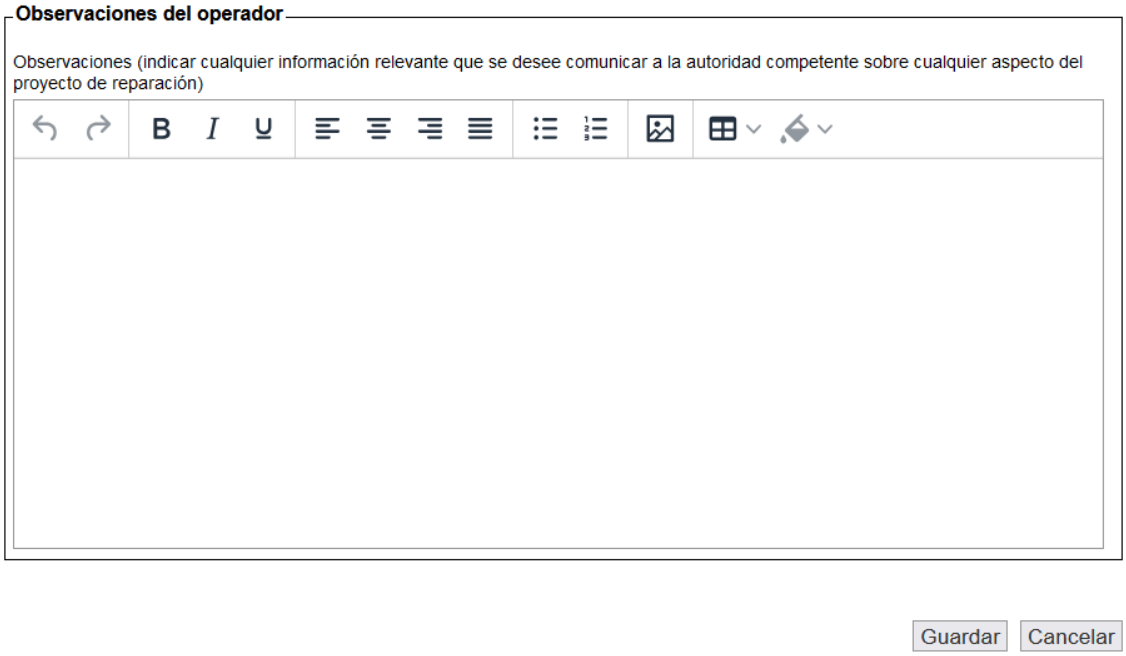


Figura AV.3.18-1 (continuación). Pantalla de Coste, viabilidad y observaciones del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

3.19. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

En este apartado del proyecto de reparación se indican todos los puntos donde se realizarán las distintas recogidas de muestras para la labor de seguimiento de cada recurso natural en concreto, en este caso independientemente de los indicadores o parámetros que se midan en cada punto de muestreo.

Se incluye también el indicador o parámetro que se medirá en cada uno de los puntos de muestreo geolocalizados. En el caso de que en un punto de muestreo se realice el seguimiento de varios parámetros relativos al mismo recurso natural, cada uno deberá recogerse en un registro diferente de este apartado.

Adicionalmente, se indica la frecuencia de muestreo para cada indicador o parámetro a determinado recurso natural y se elabora una plantilla en la que se recogerán los resultados del muestreo. Esta tabla/plantilla quedará preparada para que el usuario cumplimente en un futuro los valores de cada indicador o parámetro observados a lo largo del programa de seguimiento de cada recurso natural.

En la herramienta informática lo anteriormente descrito viene recogido en la pantalla de “programa de seguimiento” que se muestra a continuación. En esta pantalla se ha cumplimentado la información para todas las combinaciones excepto para la combinación tolueno - suelo con el fin de detallar en adelante la forma de proceder en esta última, siguiendo el ejemplo.

Figura AV.3.19-1. Pantalla de Programa de seguimiento. Fuente: SIRMA.

Se comienza cumplimentando la columna "Gestionar puntos" en la cual se incluyen las geolocalizaciones de los puntos de muestreo. Después se cumplimentará la columna "Gestionar parámetros" para seguir con "Gestionar muestreos" y terminar con los "Resultados del muestreo".

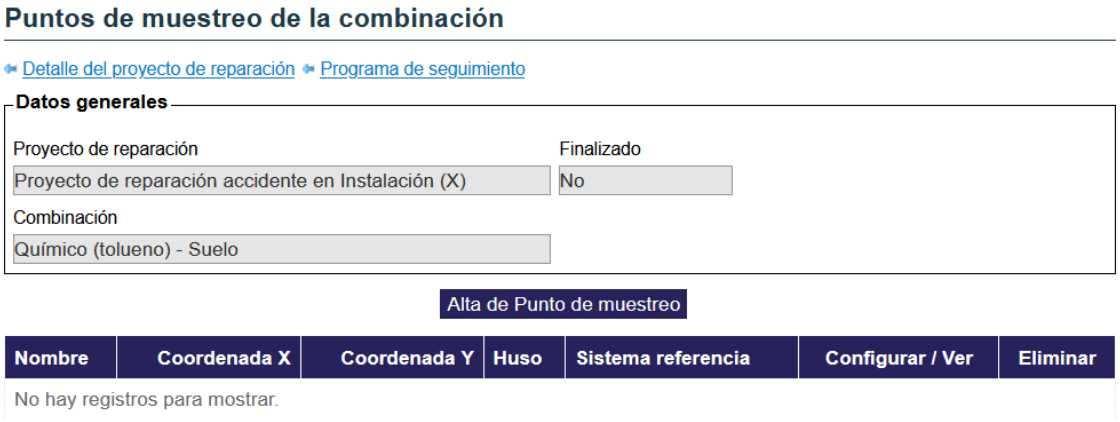


Figura AV.3.19-2. Pantalla de Puntos de muestreo de la combinación. Fuente: SIRMA.

Pulsando sobre "Alta de Punto de muestreo" se abre la pantalla de "punto de muestreo para la combinación" donde se incluirá la ubicación del mismo utilizando el visor en el botón "seleccionar coordenadas".

Figura AV.3.19-3. Visor localizador de coordenadas de los puntos de muestreo. Fuente: SIRMA.

Una vez se envían las coordenadas al módulo de reparación pulsando en “enviar a MORA” como se muestra en la pantalla incluida anteriormente, saldrán las coordenadas cargadas en el módulo de reparación (ver figura siguiente).

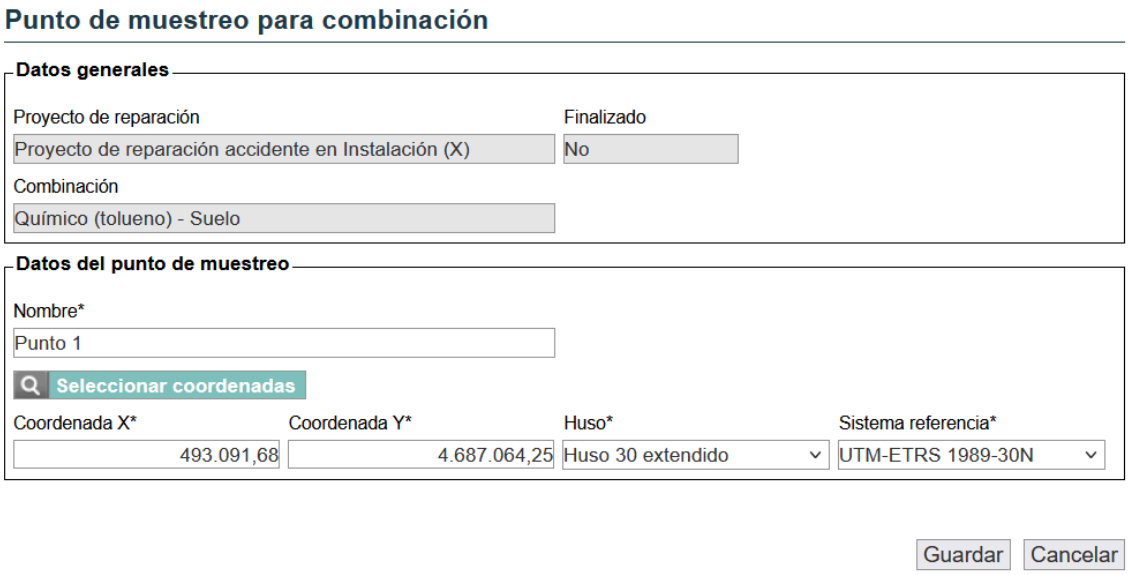


Figura AV.3.19-4. Pantalla de Punto de muestreo para combinación. Fuente: SIRMA.

Se pulsa sobre guardar para conservar la ubicación de este punto y se repite este proceso tantas veces como puntos de muestreo considere el usuario. En esta combinación agente – recurso se

considera que son necesarios 9 puntos de muestreo y, una vez incluidos en la herramienta, se recogen como se muestran a continuación.

Puntos de muestreo de la combinación

Detalle del proyecto de reparación | Programa de seguimiento

Datos generales

Proyecto de reparación: Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)
Finalizado: No
Combinación: Químico (tolueno) - Suelo

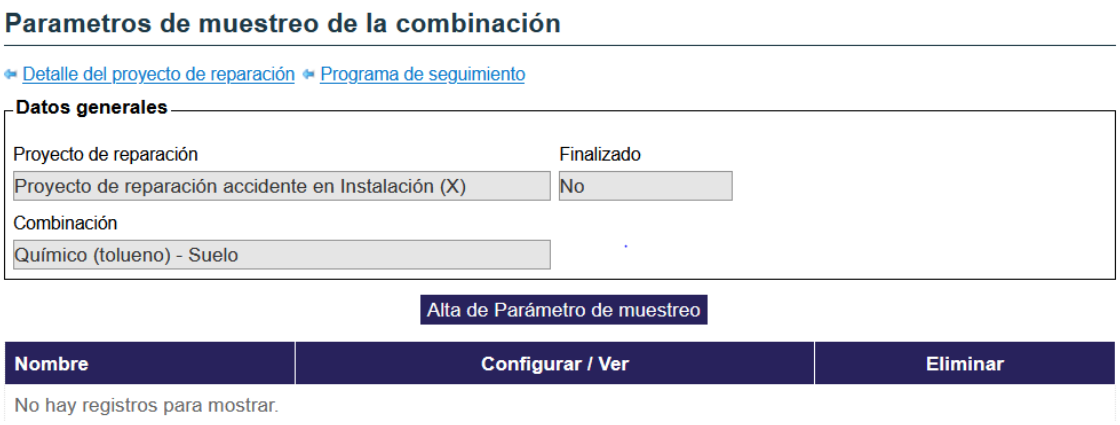
Alta de Punto de muestreo

Nombre	Coordenada X	Coordenada Y	Huso	Sistema referencia	Configurar / Ver	Eliminar
Punto 1	493.091,68	4.687.064,25	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 2	493.029,67	4.686.287,03	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 3	496.082,72	4.687.314,36	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 4	491.741,89	4.687.049,78	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 5	492.568,71	4.685.048,87	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 6	495.942,16	4.685.396,13	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 7	491.733,62	4.687.951,02	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 8	496.950,88	4.686.330,44	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		
Punto 9	490.526,46	4.688.934,94	Huso 30 extendido	UTM-ETRS 1989-30N		

Figura AV.3.19-5. Pantalla de Puntos de muestreo de la combinación. Fuente: SIRMA.

Para continuar con los datos del muestreo, se pulsa sobre “Programa de seguimiento” de la parte superior de la pantalla y se continua con el proceso.

El siguiente paso es cumplimentar la información sobre los parámetros. Para ello, se pulsa sobre el icono “Informe ( )” de la columna “Gestionar parámetros”, donde se abrirá la pantalla que se muestra a continuación.



Parametros de muestreo de la combinación

Detalle del proyecto de reparación | Programa de seguimiento

Datos generales

Proyecto de reparación: Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)
Finalizado: No
Combinación: Químico (tolueno) - Suelo

Alta de Parámetro de muestreo

Nombre	Configurar / Ver	Eliminar
No hay registros para mostrar.		

Figura AV.3.19-6. Pantalla de Parámetros de muestreo de la combinación. Fuente: SIRMA.

Pulsando sobre el botón “Alta de Parámetro de muestreo” se abre una pantalla en la que la herramienta permite incluir el nombre del parámetro y las observaciones que correspondan (ver figura siguiente).

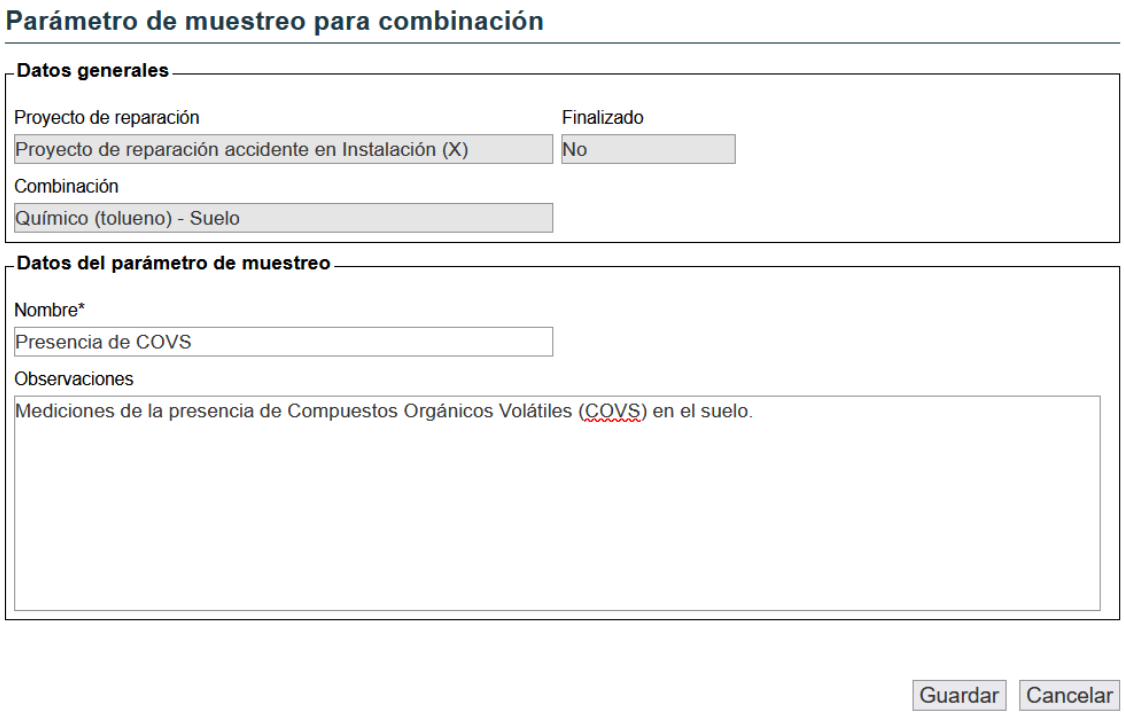


Figura AV.3.19-7. Pantalla de Parámetro de muestreo para combinación. Fuente: SIRMA.

A continuación, se pulsa sobre el icono “Informe” de la columna Gestionar muestreos y se abre la pantalla que se recoge a continuación.

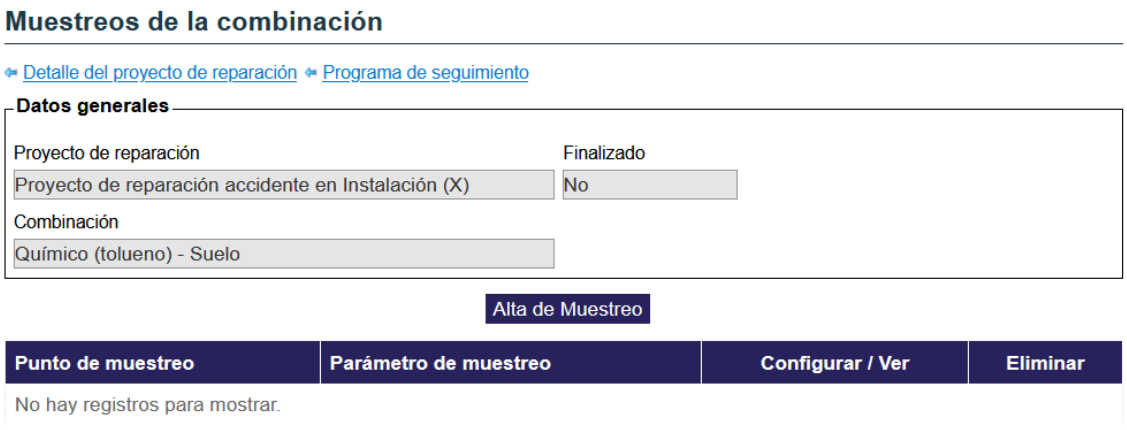


Figura AV.3.19-8. Pantalla de Muestreos de la combinación. Fuente: SIRMA.

Tras pulsar en “Alta de muestreo” se abre la pantalla de cumplimentación de la frecuencia de este parámetro de muestreo en un punto determinado.

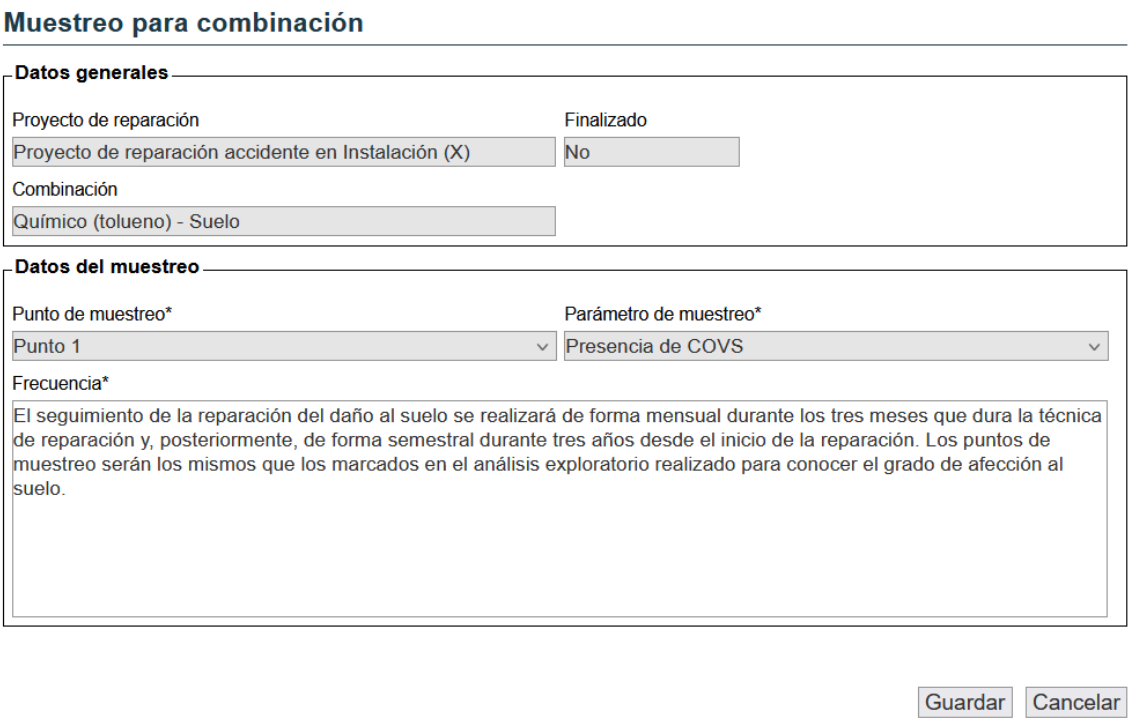
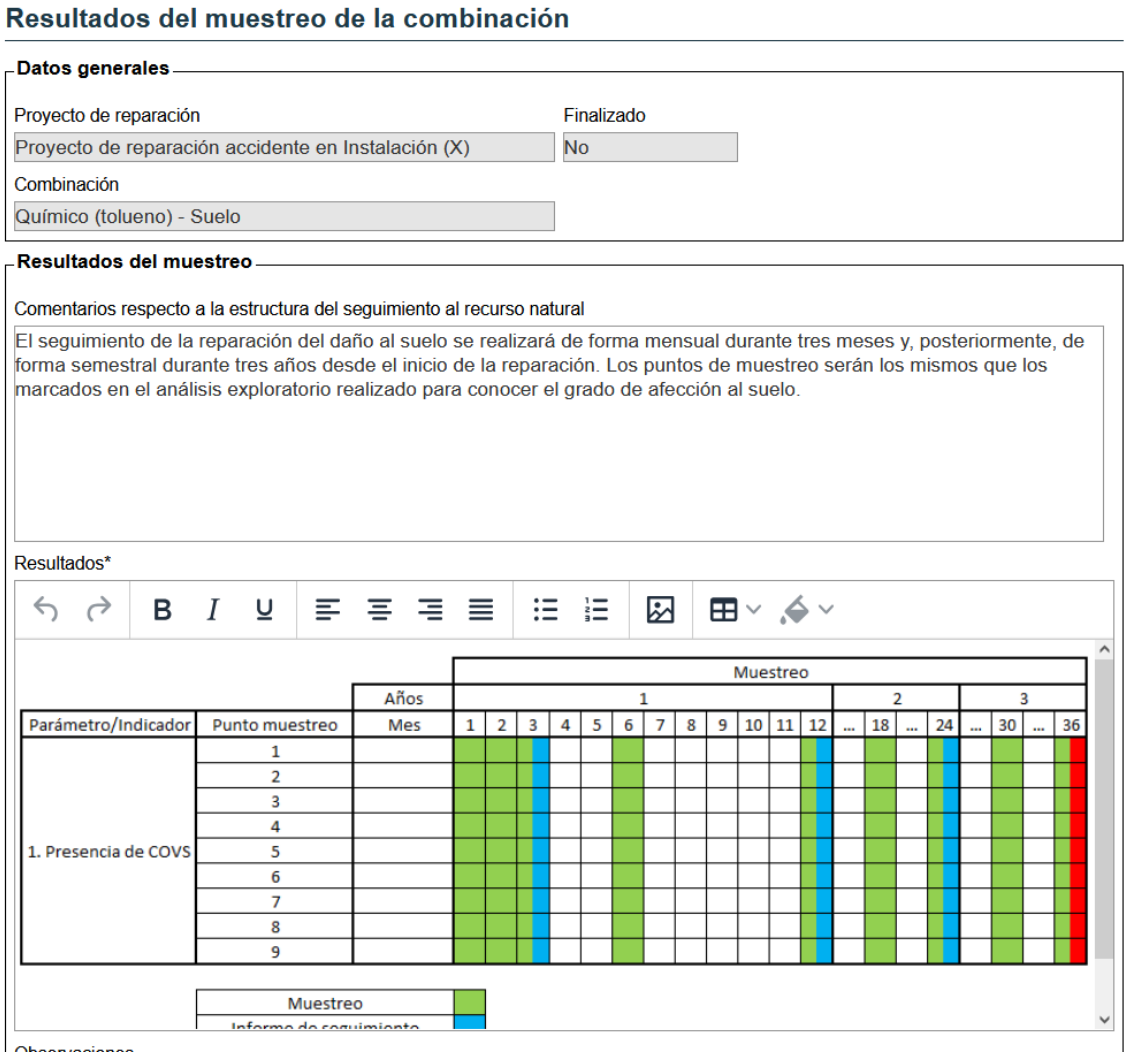


Figura AV.3.19-9. Pantalla de Muestreo para combinación. Fuente: SIRMA.

Se realizará este proceso con todos los puntos y parámetros de muestreo para indicar la frecuencia de cada uno de ellos. En este caso práctico, la recopilación de los muestreos de suelo tendrá la siguiente apariencia:

Figura AV.3.19-10. Pantalla de Muestreos de la combinación. Fuente: SIRMA.

Tras este proceso, y pulsando sobre “Programa de seguimiento” de la parte superior de la pantalla que reconduce a la página principal de programa de seguimiento, ya es posible pulsar sobre el icono “Informe( )” de la última columna del programa de seguimiento llamada “Resultados del muestreo”.



Resultados del muestreo de la combinación

Datos generales

Proyecto de reparación: Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)

Finalizado: No

Combinación: Químico (tolueno) - Suelo

Resultados del muestreo

Comentarios respecto a la estructura del seguimiento al recurso natural

El seguimiento de la reparación del daño al suelo se realizará de forma mensual durante tres meses y, posteriormente, de forma semestral durante tres años desde el inicio de la reparación. Los puntos de muestreo serán los mismos que los marcados en el análisis exploratorio realizado para conocer el grado de afección al suelo.

Resultados*

			Muestreo																					
		Años	1											2				3						
Parámetro/Indicador	Punto muestreo	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...	18	...	24	...	30	...	36
1. Presencia de COVS	1																					
	2																					
	3																					
	4																					
	5																					
	6																					
	7																					
	8																					
	9																					

Muestreo

Informe de seguimiento

Observaciones

Figura AV.3.19-11. Pantalla de Resultados del muestreo de la combinación. Fuente: SIRMA.

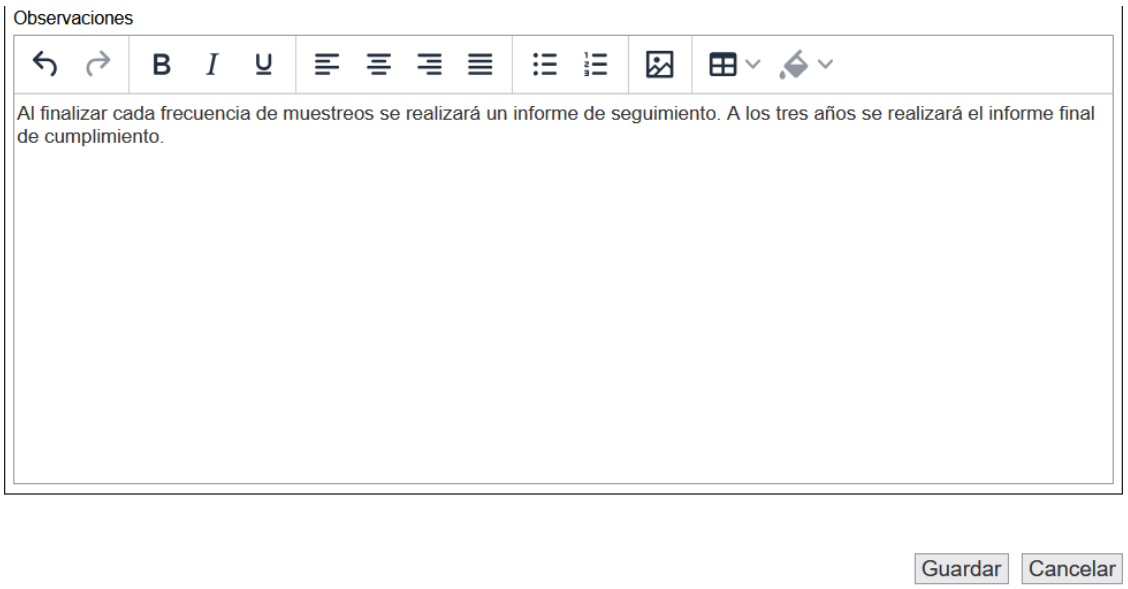


Figura AV.3.19-11(continuación). Pantalla de Resultados del muestreo de la combinación. Fuente: SIRMA.

Una vez se han cumplimentado todas las columnas de cada una de las combinaciones agente – recurso, los iconos de "Informe( )" aparecen marcados con la bombilla verde que indica que está cumplimentada la información de dentro de cada pantalla (ver figura a continuación). Esto indica que se da por concluido el apartado de programa de seguimiento del Proyecto de reparación.

Figura AV.3.19-12. Pantalla de Programa de seguimiento. Fuente: SIRMA.

Pulsando en "Detalle del proyecto de reparación" de la parte superior, la herramienta retrocede hasta el menú principal, donde la herramienta indica –marcado con iconos de cheks de color verde– que se han cumplimentado la totalidad de apartados que conforman los anexos del proyecto de reparación. A continuación, se incluye la apariencia de esta pantalla tras haber cumplimentado todos los apartados.

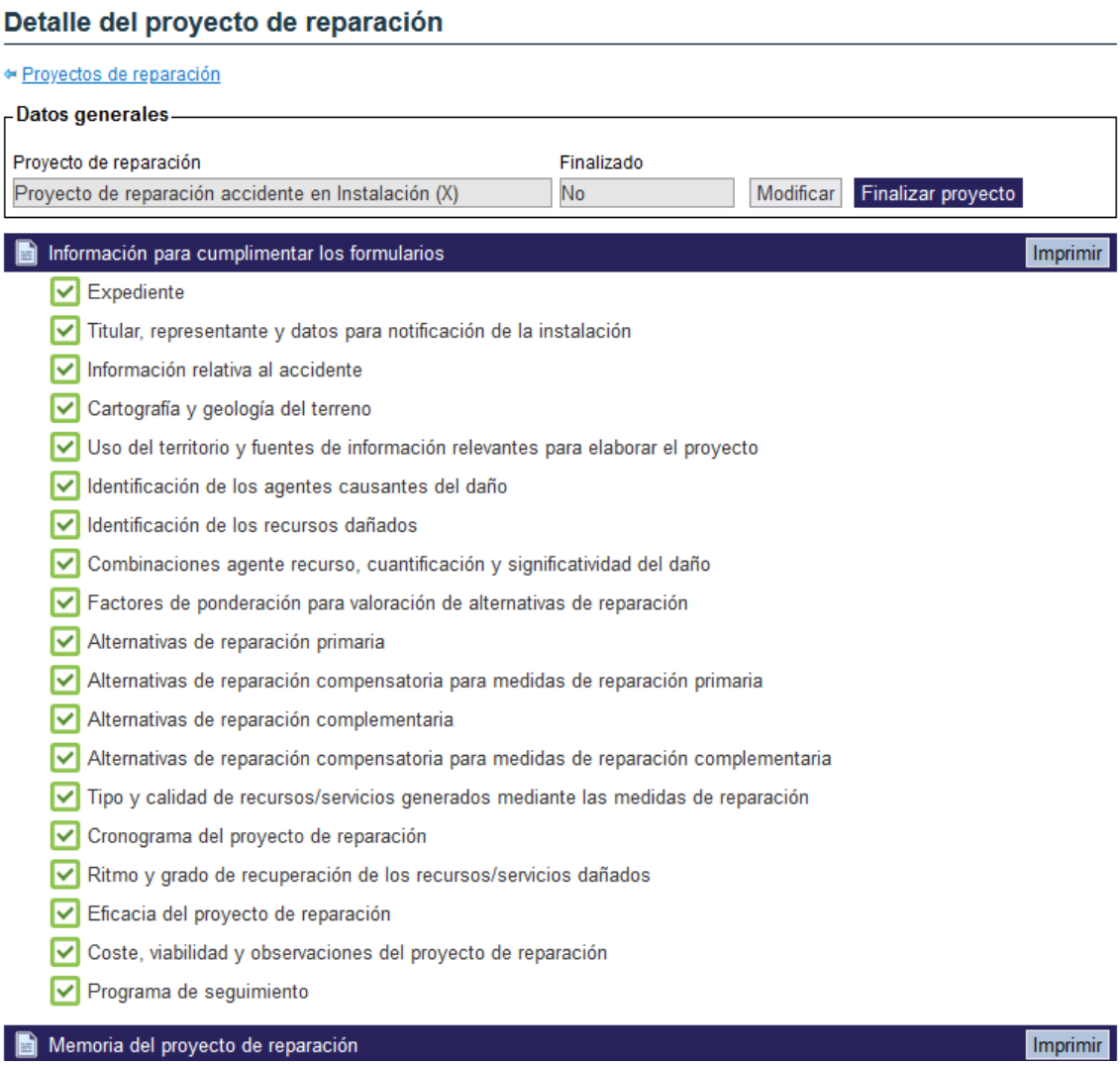


Figura AV.3.19-13. Pantalla del menú principal de Información para cumplimentar los formularios. Fuente: SIRMA.

Una vez rellena la información de los formularios, se puede pasar a cumplimentar la información requerida en la memoria del proyecto de reparación. En el epígrafe siguiente se desarrolla esta parte.

4. CUMPLIMENTACIÓN DE LA MEMORIA DEL PROYECTO DE REPARACIÓN EN SIRMA

La memoria del proyecto de reparación de daños medioambientales es el documento principal descriptivo del Proyecto de reparación e independiente a los anexos, los cuales son los formularios que ya han sido descritos y cumplimentados anteriormente en este caso práctico. Estos documentos en su conjunto constituyen los contenidos del proyecto y su objetivo principal es ayudar a sistematizar toda la información requerida al operador en los proyectos de reparación

de los daños que hayan acontecido al medioambiente en el marco de la normativa de responsabilidad medioambiental.

Según el documento de *Estructura y contenidos generales de los proyectos de reparación de daños medioambientales*, la memoria debe incluir como contenidos mínimos una serie de epígrafes que constituyen el índice del proyecto de reparación de daños medioambientales. Este es, el que se incluye en la pantalla principal del módulo de Proyectos de reparación, adjunta a continuación.

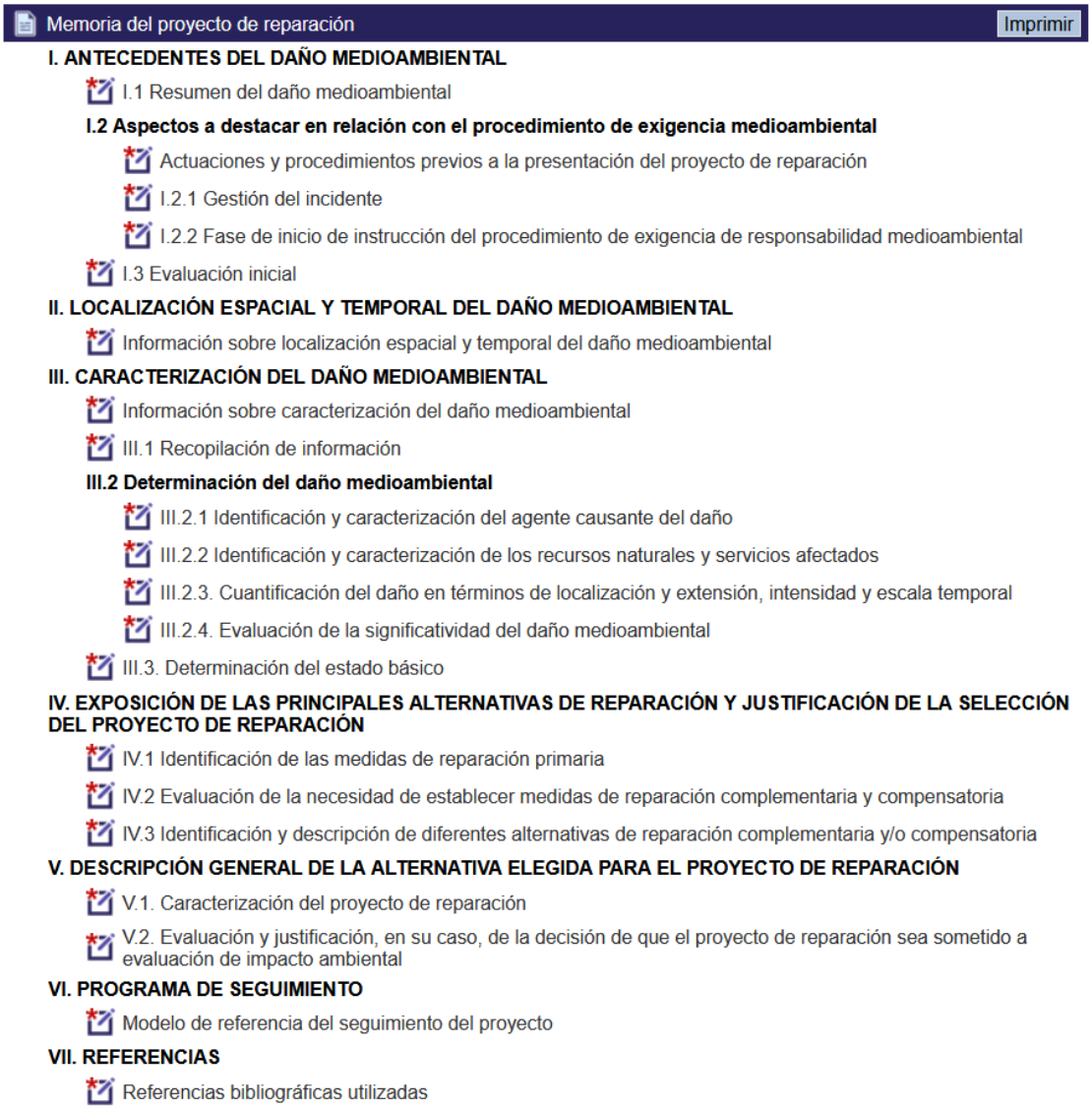


Figura AV.4-1. Pantalla del menú principal de la Memoria del proyecto de reparación.
Fuente: SIRMA.

En esta pantalla de menú principal se muestra, al igual que en el menú de los formularios, con un icono azul aquellos apartados que no han sido cumplimentados todavía y, con un icono de marca de validación verde, los apartados que ya hayan sido completados.

Si se pulsa sobre cada apartado del índice aparecerá un cuadro de texto para cada uno de ellos en el que se permite la introducción de textos, así como de imágenes y/o tablas para que los usuarios tengan la posibilidad de cumplimentar como deseen cada uno de los epígrafes presentados.

Además de esto, la herramienta incorpora una funcionalidad que precarga los datos introducidos en las pantallas precedentes –que equivalen a la información necesaria para la cumplimentación de los formularios del anexo II– en los apartados correspondientes. Así, para cada uno de los apartados, la aplicación mostrará precargados en el cuadro de texto los datos relacionados con el epígrafe que hayan sido introducidos por el usuario previamente. Dichos datos aparecerán con el formato que haya sido anteriormente grabado, permitiendo al usuario su edición. Es decir, el cuadro de texto libre presentará estos datos como una mera propuesta para facilitar la cumplimentación del apartado, pero pueden ser modificados y eliminados si se desea.

A continuación, se incluyen de forma ilustrativa algunos epígrafes de la memoria cumplimentados con la información y datos del presente caso práctico. El resto de epígrafes cumplimentados que conforman la memoria del proyecto de reparación realizado a través del módulo de Proyectos de reparación pueden consultarse en el informe ejemplo, situado en la pantalla de “Descripción” del módulo de Proyectos de Reparación de SIRMA (SIRMA (mapama.gob.es)).

El primer apartado de la memoria es el **I. Antecedentes del daño medioambiental**, cuyo subapartado a cumplimentar es “Resumen del daño medioambiental” y se realizará una vez que se ha concluido la parte de los o formularios.

Como se comentaba anteriormente, la aplicación muestra precargado el resumen del daño medioambiental que haya sido cumplimentado en la primera parte de “anexos del proyecto de reparación” y el usuario modificará lo que considere necesario. A modo de ejemplo, en esta pantalla del caso práctico se precarga la información que se muestra en la figura a continuación.

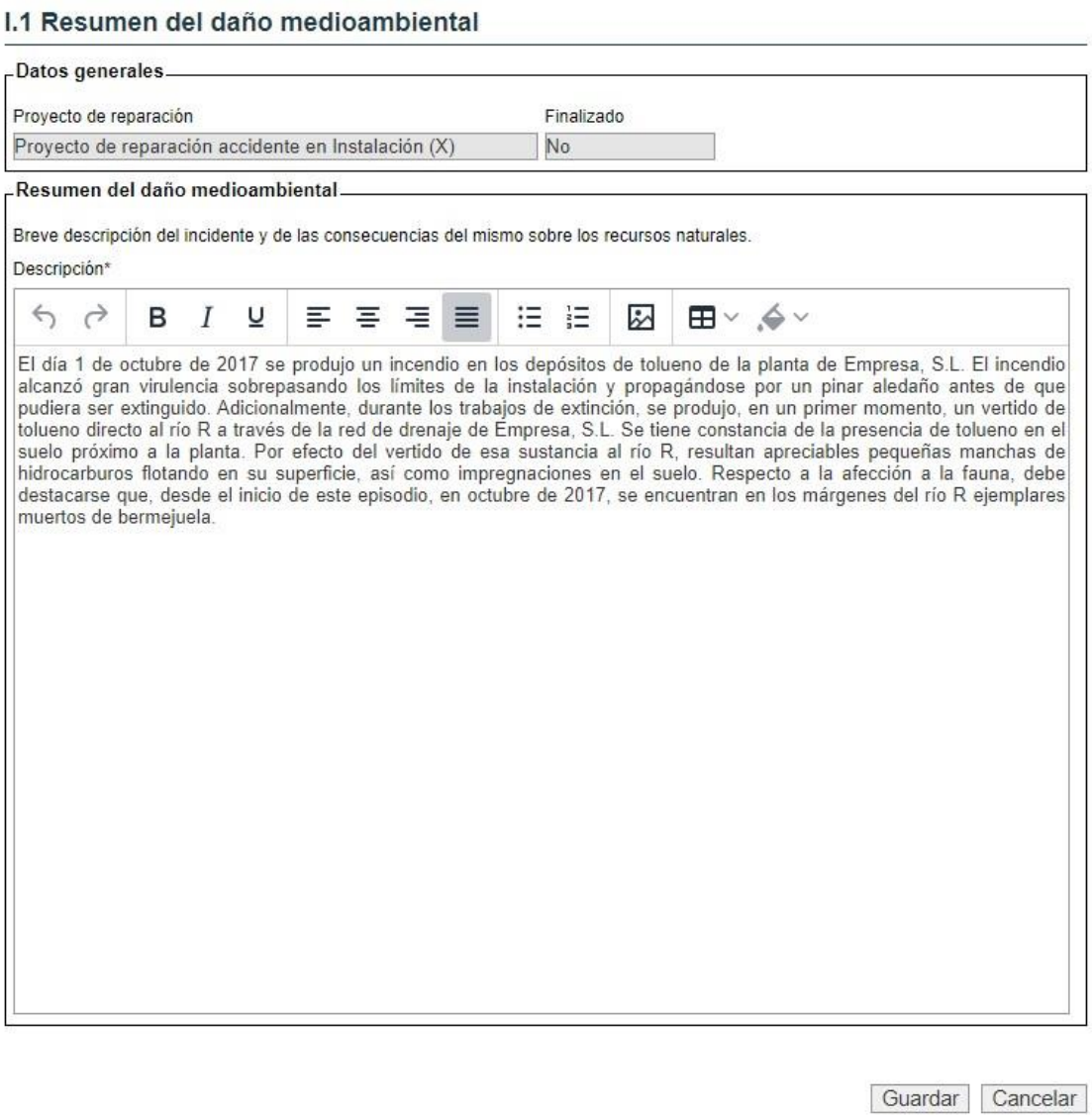


Figura AV.4-2. Pantalla del Resumen del daño medioambiental de la memoria del Proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

El epígrafe **I.2. Aspectos a destacar en relación con el procedimiento de exigencia medioambiental** de la memoria se divide en cuatro pantallas a cumplimentar. La primera de ellas es "Actuaciones y procedimientos previos a la presentación del proyecto de reparación". A continuación, se incluye cómo aparece la pantalla inicialmente.

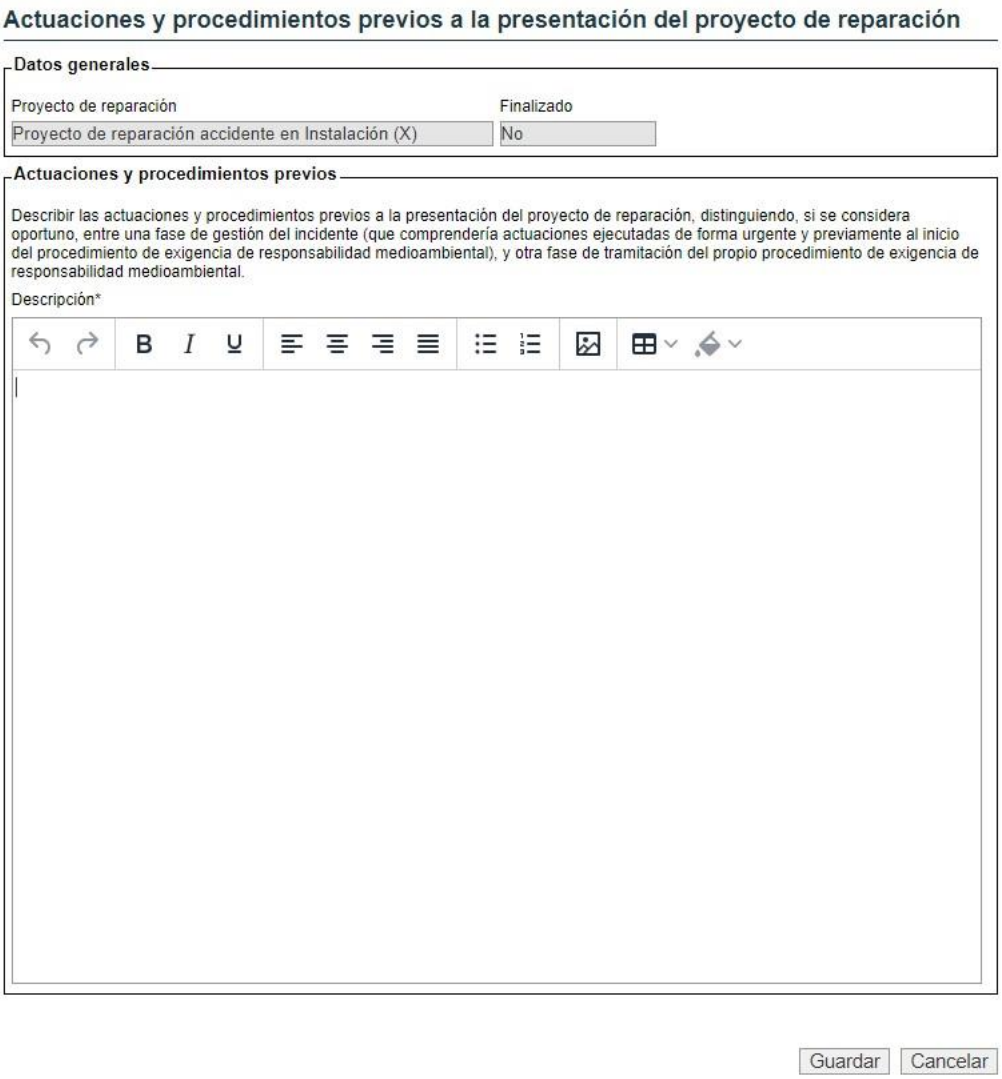


Figura AV.4-3. Pantalla de Actuaciones y procedimientos previos a la presentación del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA.

En casos como este donde, la información solicitada en la memoria no ha sido recopilada en los formularios de forma previa y, por tanto, es la primera vez que se solicita al usuario, la pantalla aparece vacía, sin datos precargados.

Esta pantalla de la memoria cumplimentada con los datos del caso práctico ficticio quedaría como sigue a continuación.

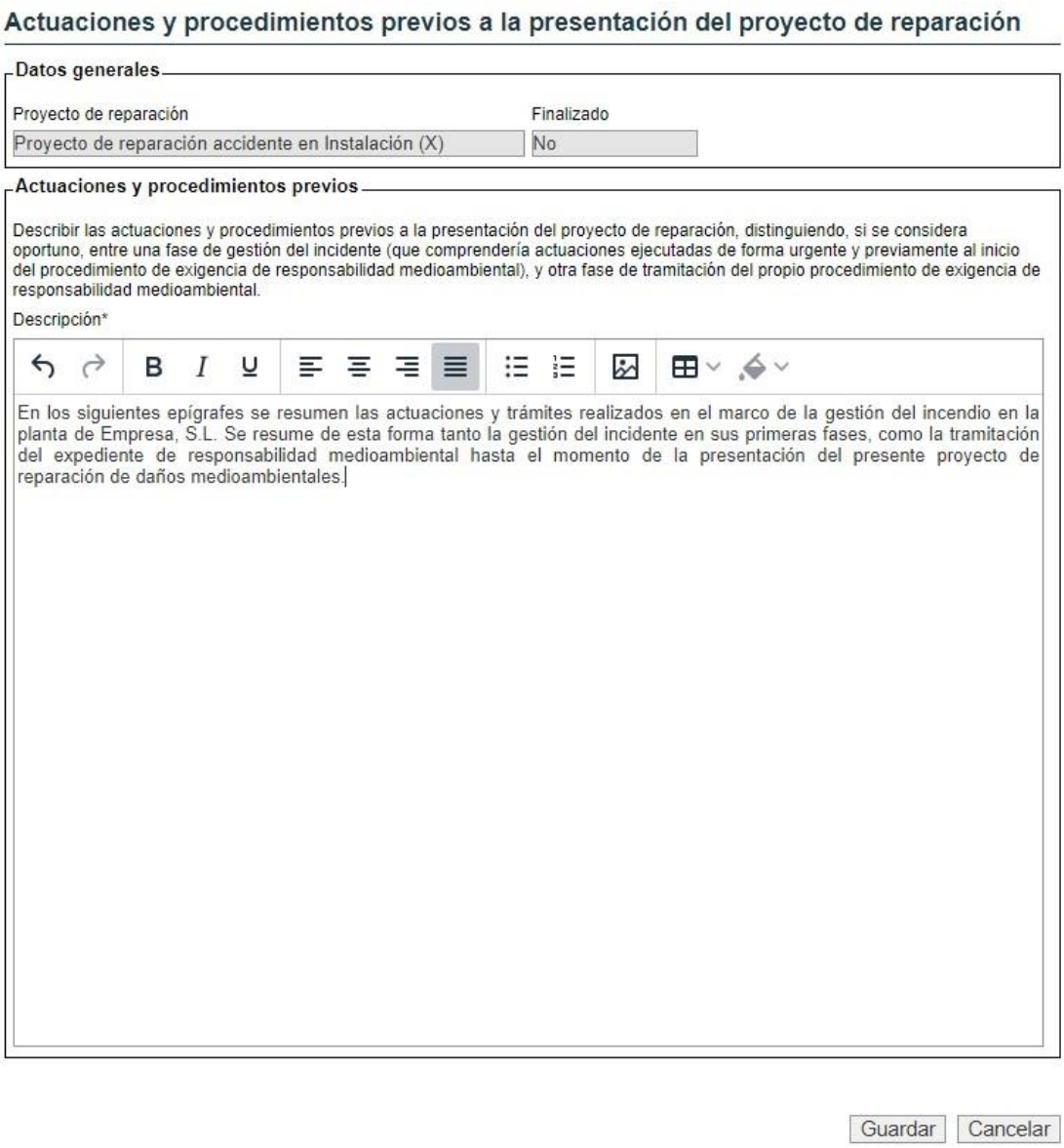


Figura AV.4-4. Pantalla de Actuaciones y procedimientos previos a la presentación del proyecto de reparación (editada). Fuente: SIRMA.

La segunda de las pantallas a cumplimentar es la de I.2.1 Gestión del incidente, la cual aparece igualmente sin información precargada y debe ser cumplimentada desde cero por el usuario. Se incluye a continuación esta pantalla.

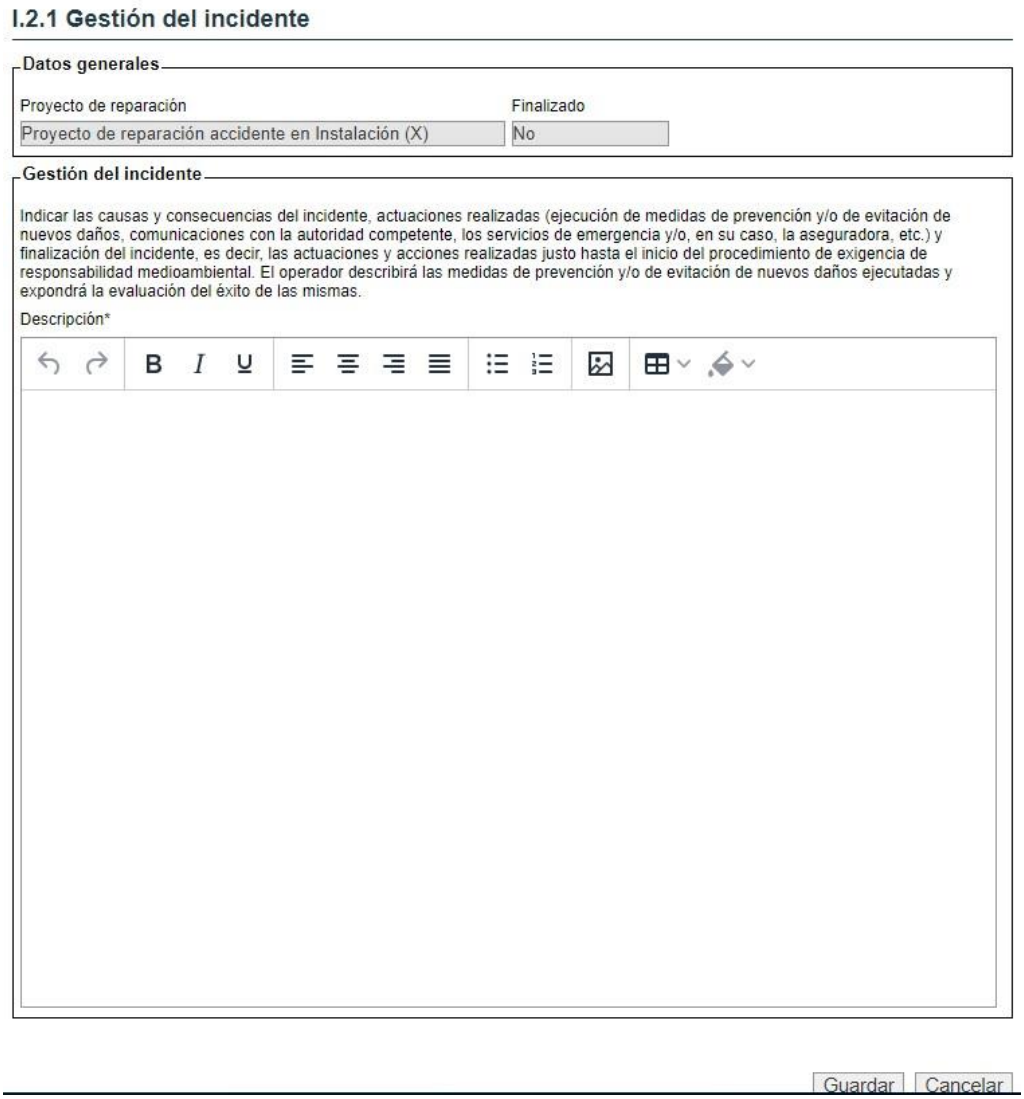


Figura AV.4-5. Pantalla de Gestión del incidente. Fuente: SIRMA.

Como se ha comentado, el usuario debe cumplimentar esta pantalla puesto que no se había cumplimentado esta información anteriormente. A continuación, se incluye la misma cumplimentada con los datos del ejemplo práctico.

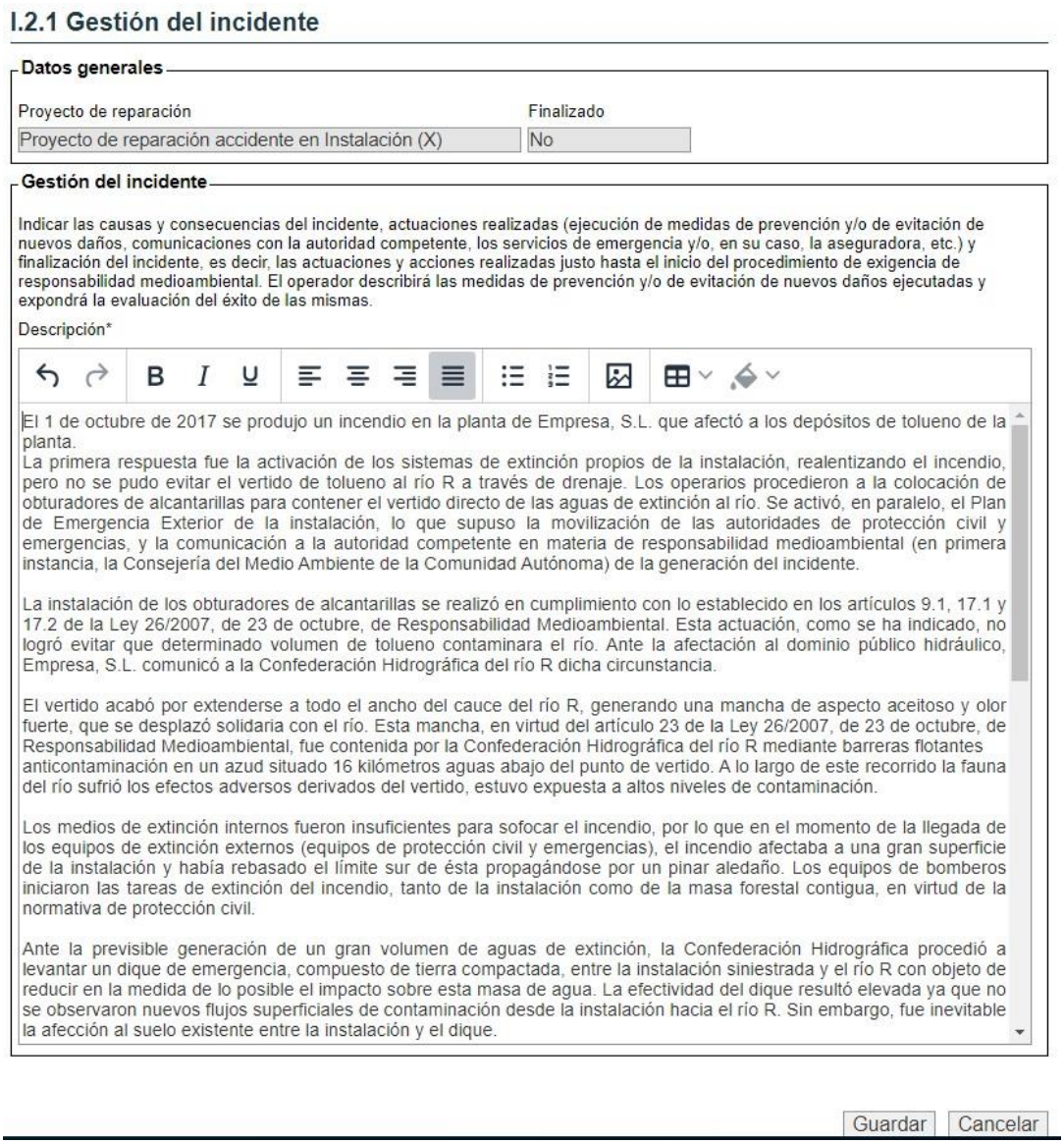


Figura AV.4-6. Pantalla de Gestión del incidente (editada). Fuente: SIRMA.

La tercera pantalla a cumplimentar bajo el epígrafe “Aspectos a destacar en relación con el procedimiento de exigencia medioambiental” es la I.2.2 Fase de inicio de instrucción del procedimiento de exigencia de responsabilidad medioambiental. Se incluye esta pantalla a continuación.

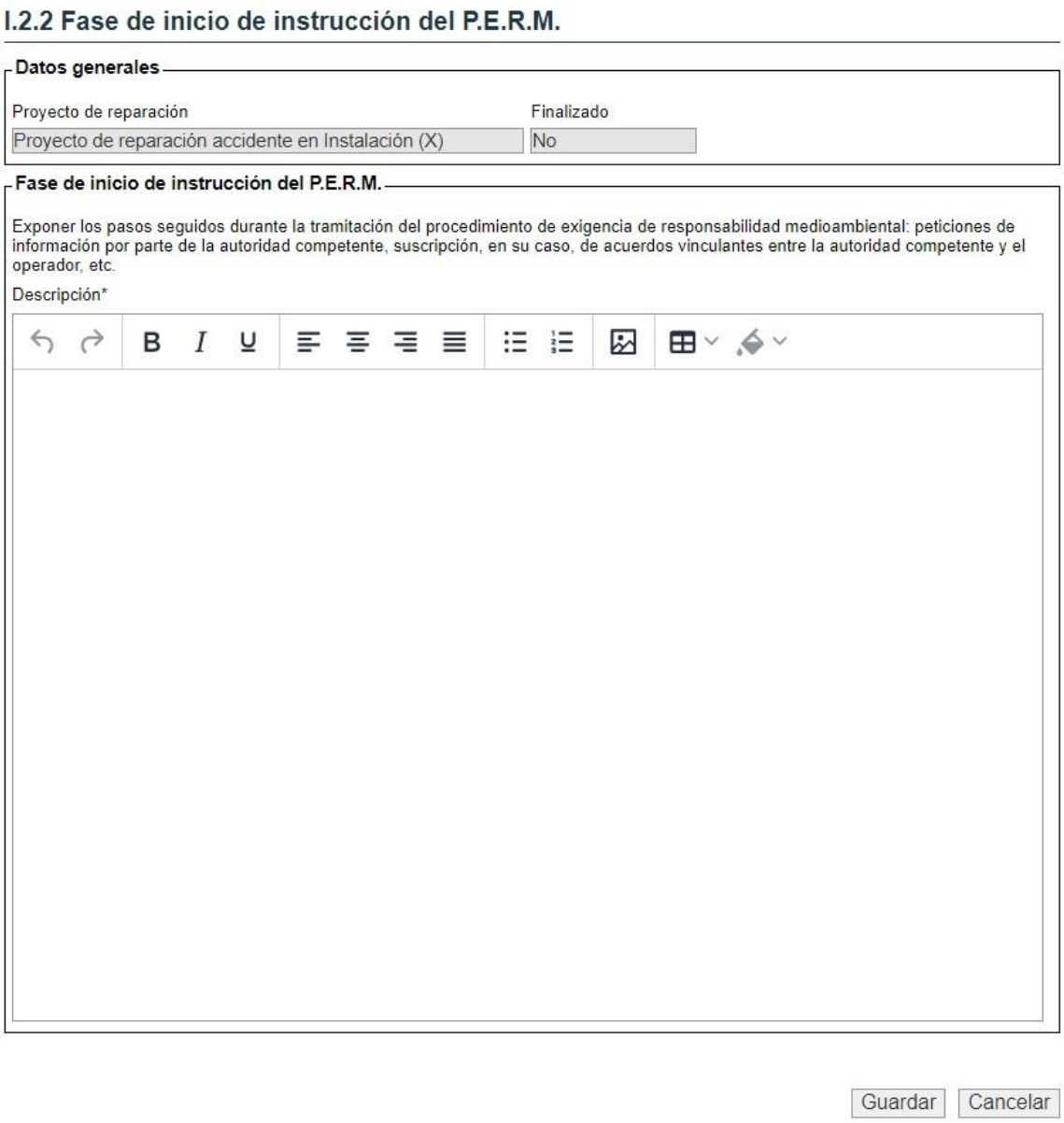


Figura AV.4-7. Pantalla de Fase de inicio de instrucción del P.E.R.M. Fuente: SIRMA.

El usuario debe redactar la información sobre el procedimiento de exigencia de responsabilidad medioambiental en esta pantalla puesto que hasta el momento no había datos al respecto. Seguidamente, se incluye esta pantalla cumplimentada con los datos del ejemplo práctico.

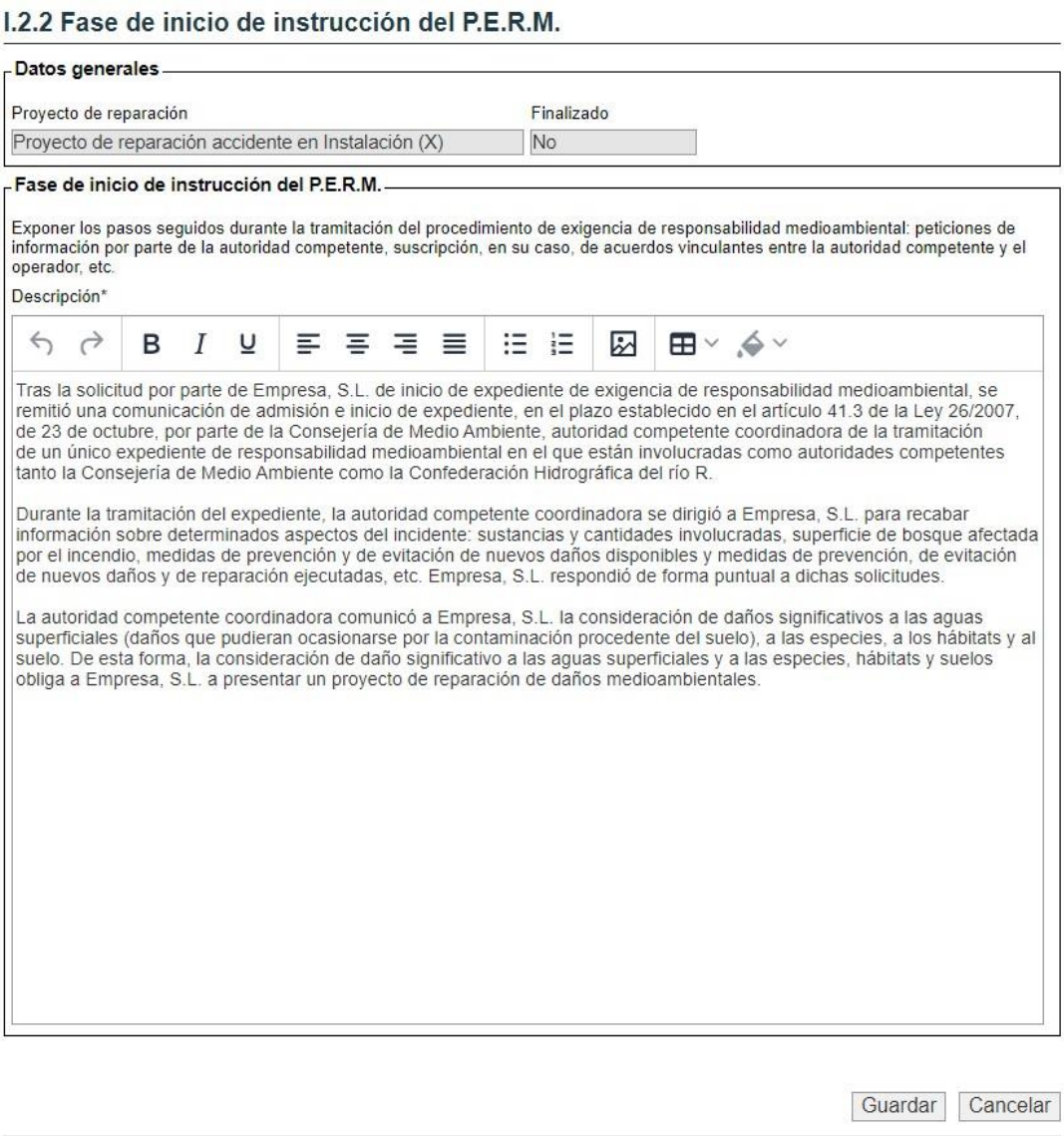


Figura AV.4-8. Pantalla de Fase de inicio de instrucción del P.E.R.M. (editada). Fuente: SIRMA.

Por último, la cuarta pantalla a cumplimentar de este epígrafe es la de I.3 Evaluación inicial que se incluye a continuación en dos figuras; la primera tal y como aparece, vacía, en primera instancia en el módulo de Proyectos de reparación y la segunda tras su cumplimentación con los datos del caso práctico, respectivamente.

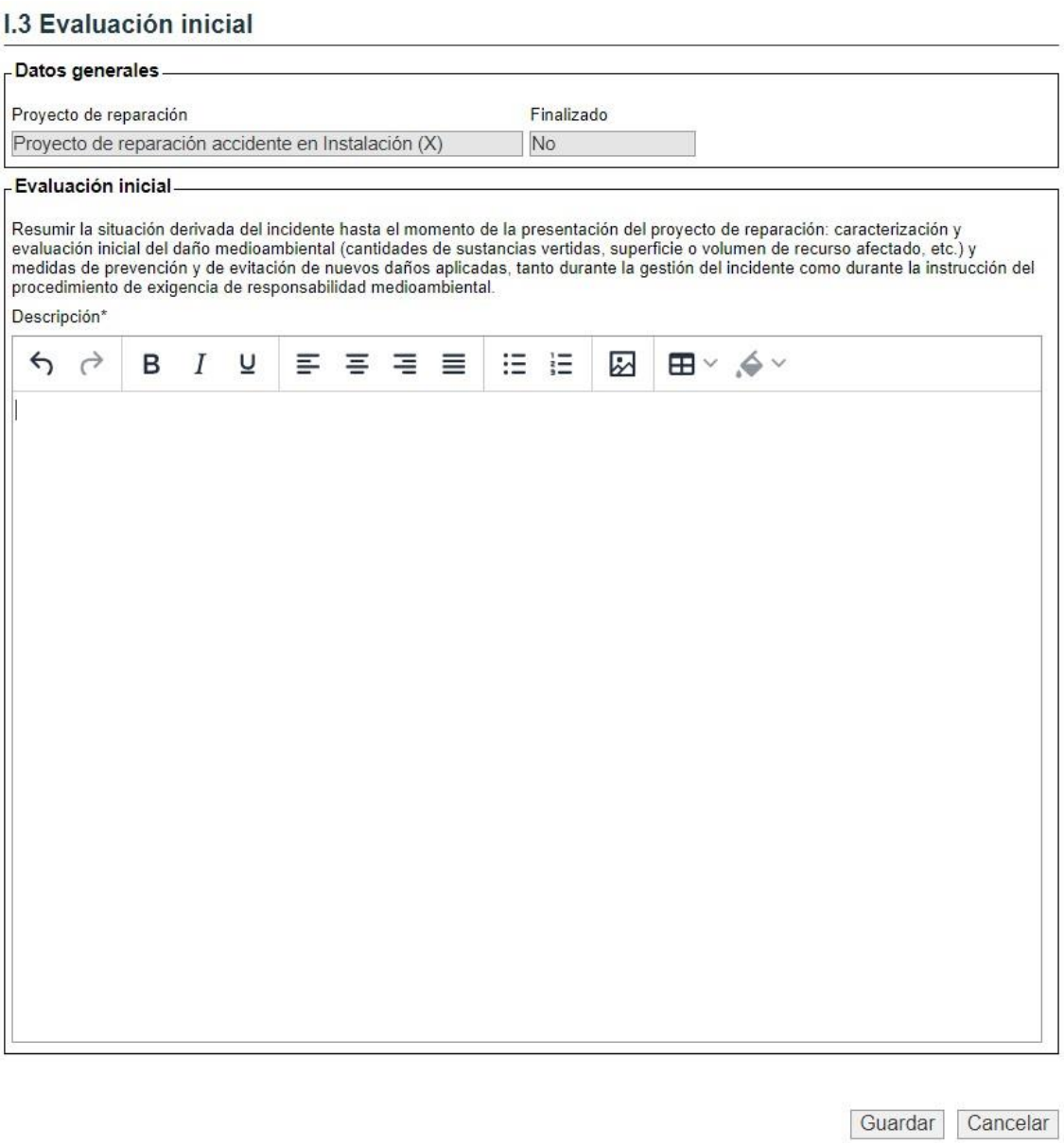
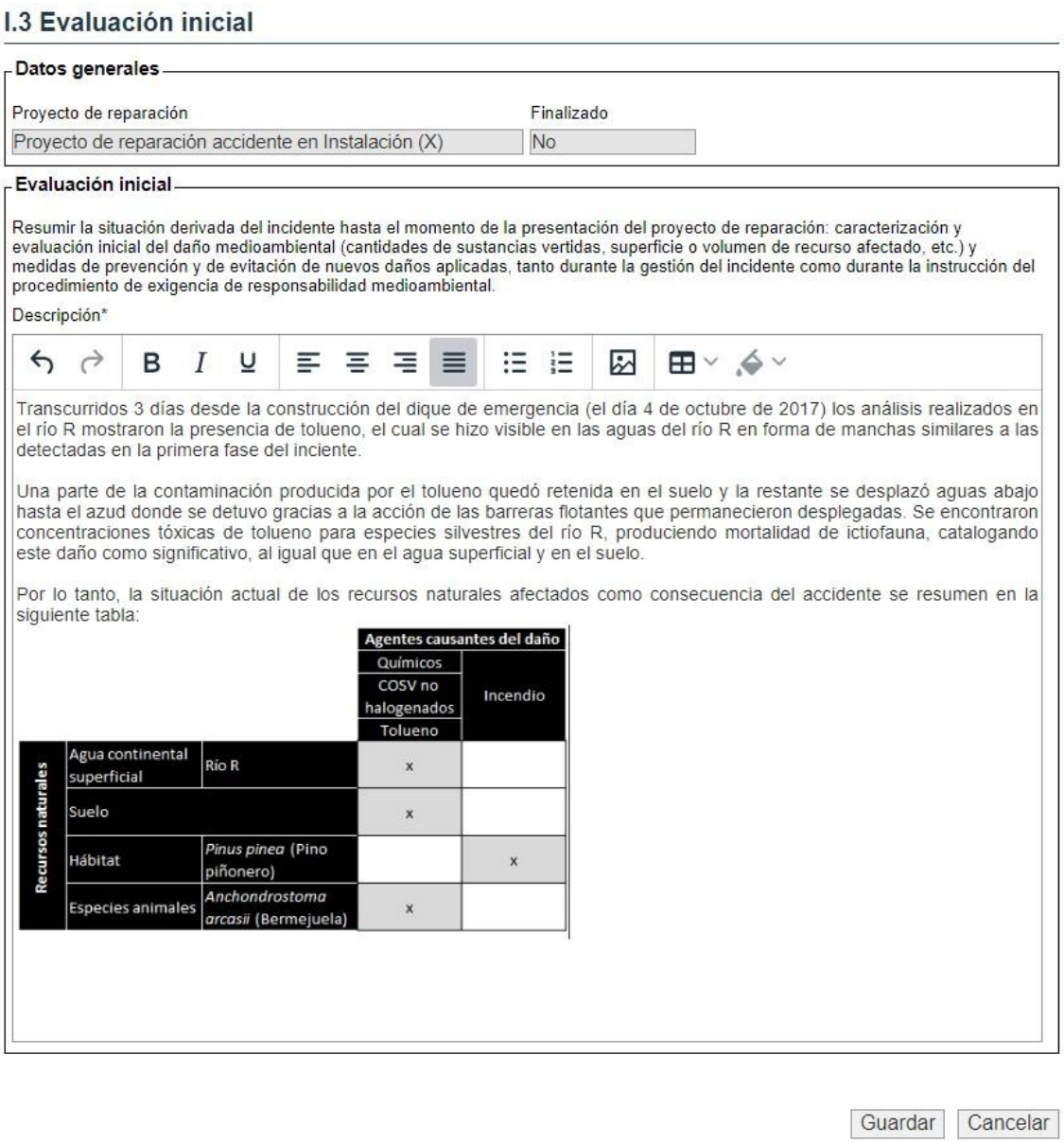


Figura AV.4-9. Pantalla de Evaluación inicial. Fuente: SIRMA.



I.3 Evaluación inicial

Datos generales

Proyecto de reparación: Proyecto de reparación accidente en Instalación (X)

Finalizado: No

Evaluación inicial

Resumir la situación derivada del incidente hasta el momento de la presentación del proyecto de reparación: caracterización y evaluación inicial del daño medioambiental (cantidades de sustancias vertidas, superficie o volumen de recurso afectado, etc.) y medidas de prevención y de evitación de nuevos daños aplicadas, tanto durante la gestión del incidente como durante la instrucción del procedimiento de exigencia de responsabilidad medioambiental.

Descripción*

Transcurridos 3 días desde la construcción del dique de emergencia (el día 4 de octubre de 2017) los análisis realizados en el río R mostraron la presencia de tolueno, el cual se hizo visible en las aguas del río R en forma de manchas similares a las detectadas en la primera fase del inciente.

Una parte de la contaminación producida por el tolueno quedó retenida en el suelo y la restante se desplazó aguas abajo hasta el azud donde se detuvo gracias a la acción de las barreras flotantes que permanecieron desplegadas. Se encontraron concentraciones tóxicas de tolueno para especies silvestres del río R, produciendo mortalidad de ictiofauna, catalogando este daño como significativo, al igual que en el agua superficial y en el suelo.

Por lo tanto, la situación actual de los recursos naturales afectados como consecuencia del accidente se resumen en la siguiente tabla:

			Agentes causantes del daño	
			Químicos	
			COSV no halogenados	Incendio
			Tolueno	
Recursos naturales	Agua continental superficial	Río R	x	
	Suelo		x	
	Hábitat	*Pinus pinea* (Pino piñonero)		x
	Especies animales	*Anchondrostoma arcasii* (Bermejuela)	x	

Guardar Cancelar

Figura AV.4-10. Pantalla de Evaluación inicial (editada). Fuente: SIRMA.

En el epígrafe **II. Localización espacial y temporal del daño medioambiental** de la memoria se cumplimenta la información relativa a la localización espacial y temporal del daño medioambiental. A continuación, se incluye cómo aparece la pantalla "información sobre localización espacial y temporal del daño medioambiental" inicialmente, con los datos que precarga la aplicación de forma automática.

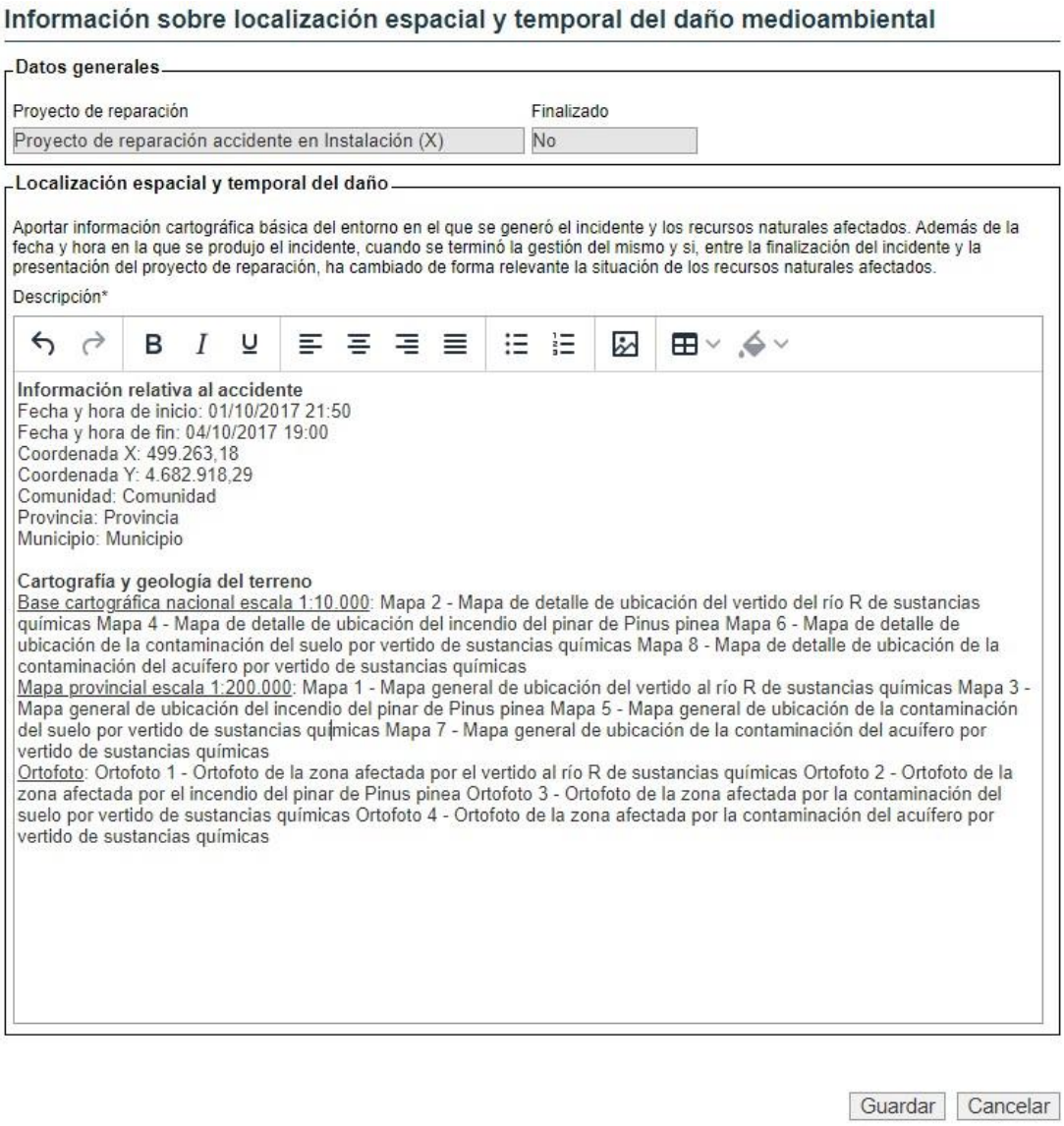


Figura AV.4-11. Pantalla de Información sobre localización espacial y temporal del daño medioambiental (información precargada). Fuente: SIRMA.

Si bien el usuario utilizará estos datos precargados por la aplicación, la pantalla debe ser editada de modo que quede correctamente redactado el apartado del proyecto de reparación. Se incluye en la figura siguiente un ejemplo de la edición de los datos precargados.

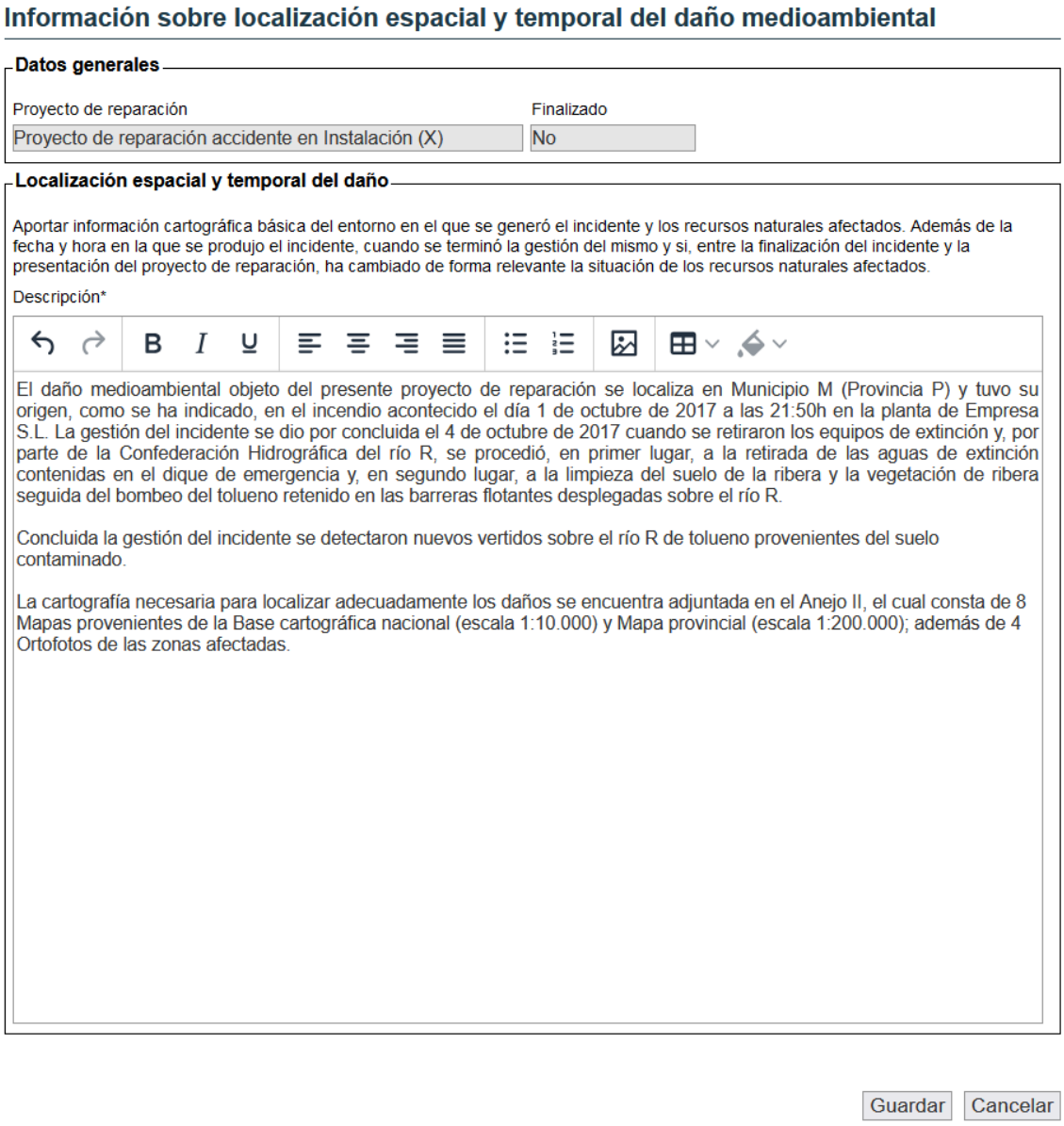


Figura AV.4-12. Pantalla de Información sobre localización espacial y temporal del daño medioambiental (editada). Fuente: SIRMA.

Tal y como se ha detallado anteriormente, dentro de cada apartado los datos precargados se deben modificar de forma que el texto final tenga aspecto de redacción formal –y no esquemática–, teniendo en cuenta que la información introducida en cada cuadro de texto será el formato final de la Memoria del Proyecto de Reparación. En la parte superior de cada apartado aparece un texto explicativo sobre la información que debe contener el mismo.

Cuando los datos procedentes de los formularios se cargan automáticamente en el apartado de la memoria y se editan, ya se puede pulsar el botón “Guardar” y el apartado de la memoria aparece cumplimentado. No obstante, este texto se puede volver a modificar las veces que se deseé.

Como se ha comentado previamente, el contenido del resto de epígrafes de la memoria del caso práctico pueden consultarse a través del caso práctico incluido en la aplicación SIRMA, situado en la pantalla de "Descripción" del módulo de Proyectos de Reparación (SIRMA (mapama.gob.es)) y no siendo recogidos en este documento que se considera meramente ilustrativo del uso del módulo.

Una vez se han cumplimentado todos los epígrafes de la memoria, el menú principal aparece como se muestra en la figura siguiente.

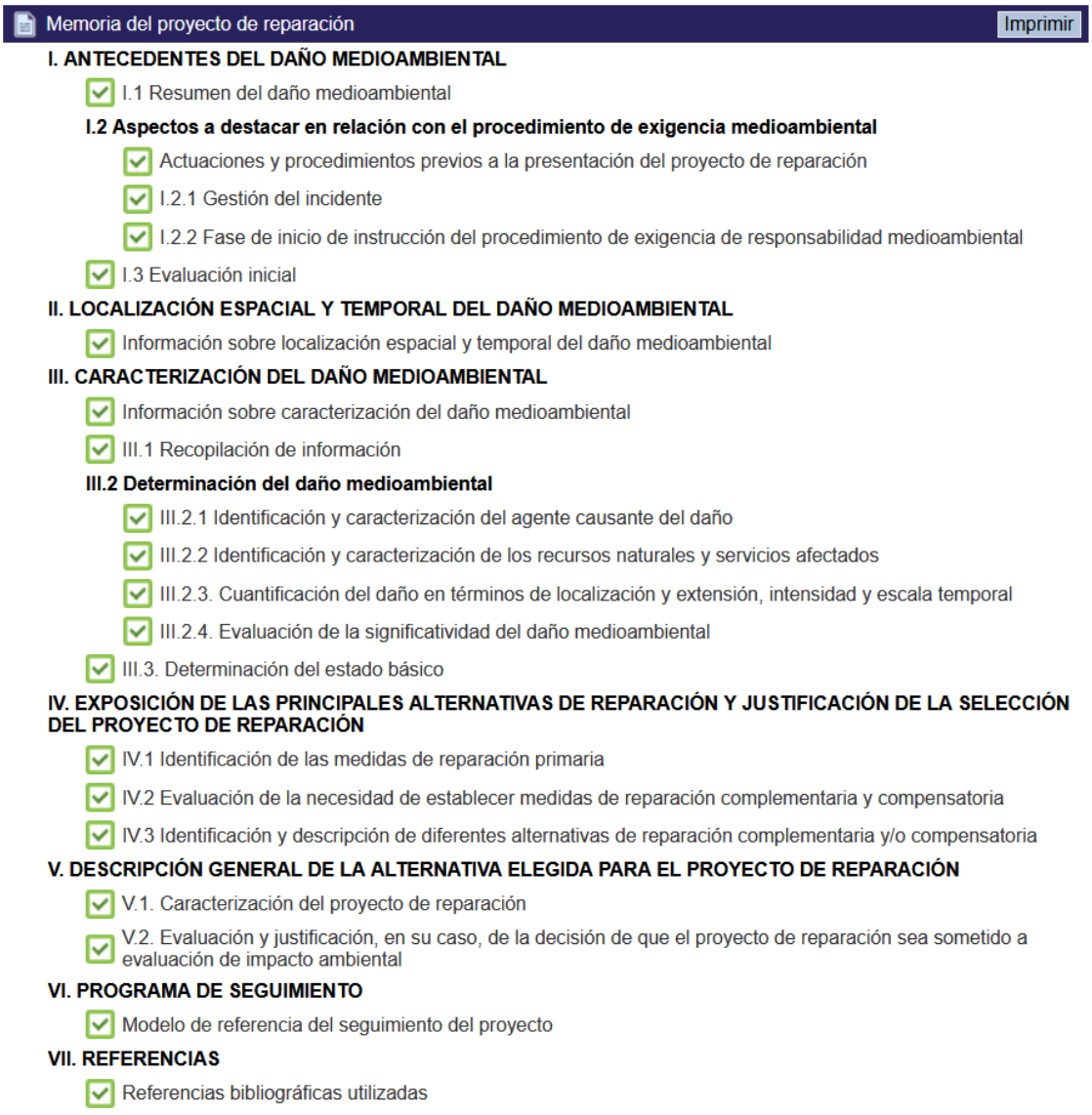


Figura AV.4-13. Pantalla del menú principal de la Memoria del proyecto de reparación.
Fuente: SIRMA

5. IMPRIMIR PROYECTO

Una vez se cumplimenta toda la información en cada apartado del proyecto de reparación, se habilitará la opción de imprimir el proyecto en formato PDF. Por un lado, los 15 formularios siguiendo los contenidos del anexo II del documento "Estructura y contenidos generales de los proyectos de reparación de daños medioambientales y, por otro lado, la memoria del proyecto de reparación. Si se imprime el proyecto antes de haberlo finalizado, se imprimirá con la marca de agua “Borrador”. Si se imprime una vez se haya finalizado, se imprimirá la versión definitiva sin marca de agua.

Para ello, deberá pulsarse sobre el botón “Imprimir” que aparece junto a los dos títulos principales de la pantalla del menú inicial del módulo de Proyectos de reparación.

Tras pulsar en imprimir los anexos, se accede a una pantalla con el listado de todos los formularios disponibles seguidos del icono “Impresora” en el cual hay que pulsar para poder “Imprimir” y “Guardar como PDF” el impreso. Se incluye a continuación esta pantalla del módulo.

Figura AV.5-1. Pantalla de Imprimir anexos. Fuente: SIRMA

Para imprimir o guardar en PDF estos documentos debe buscarse la opción “Imprimir” y “Guardar como PDF” en el navegador que se esté utilizando.

Por otro lado, tras pulsar en imprimir la memoria del proyecto de reparación, se accede a una pantalla que reúne en un único documento la totalidad de textos referentes a la memoria que han sido incluidos en el módulo. De nuevo, para imprimir o guardar en PDF este documento debe buscarse la opción “imprimir” y “Guardar como PDF” en el navegador que se esté utilizando.

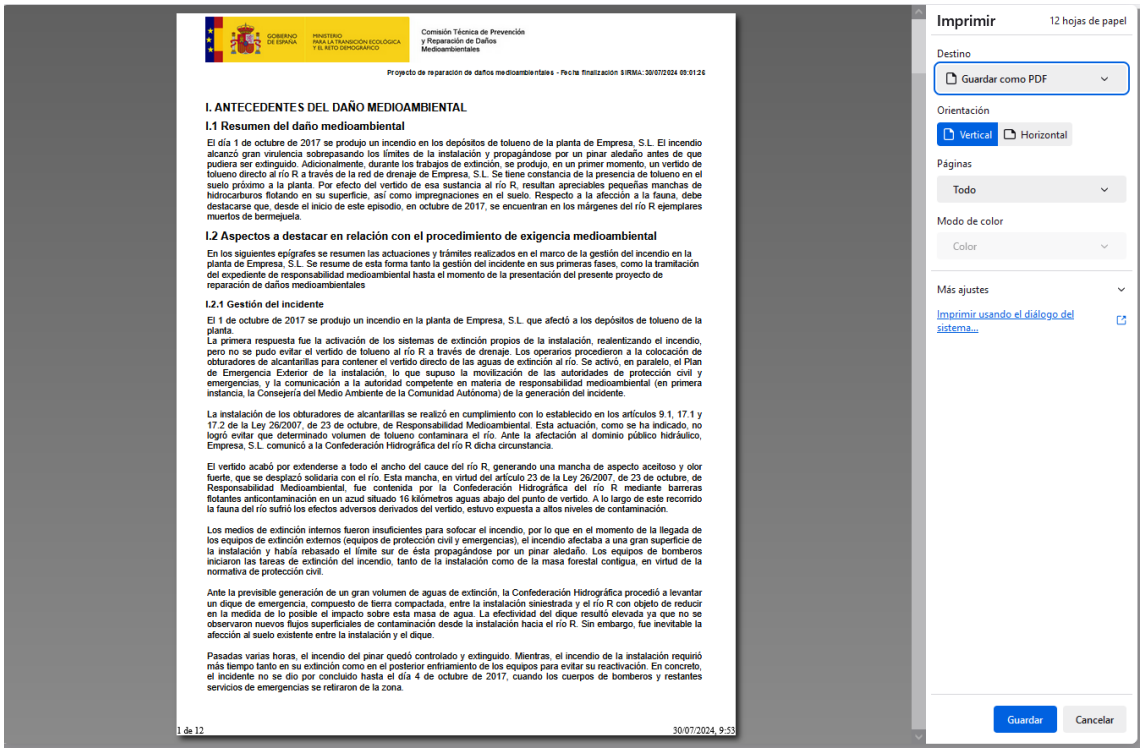


Figura AV.5-2. Pantalla de imprimir la Memoria del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA

6. FINALIZACIÓN DEL PROYECTO

Existe la posibilidad de finalizar el conjunto del proyecto –tanto los formularios como la memoria – pulsando el botón “Finalizar proyecto” de la pantalla principal “Detalle del proyecto de reparación”, como se incluye a continuación.

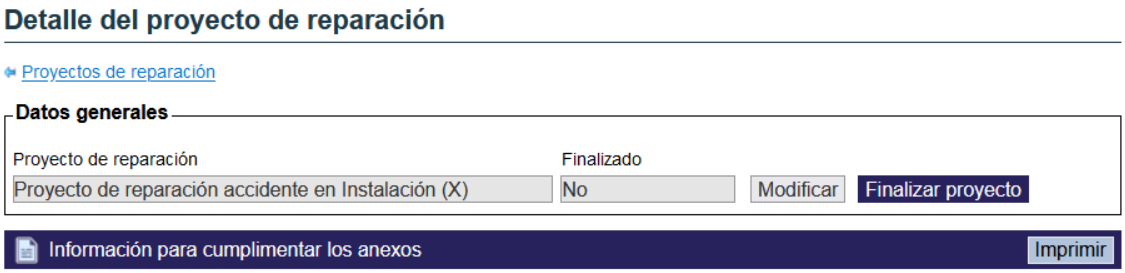


Figura AV.6-1. Botón Finalizar proyecto de reparación. Fuente: SIRMA

Al pulsar en “Finalizar proyecto”, se solicita al usuario confirmación para la finalización.

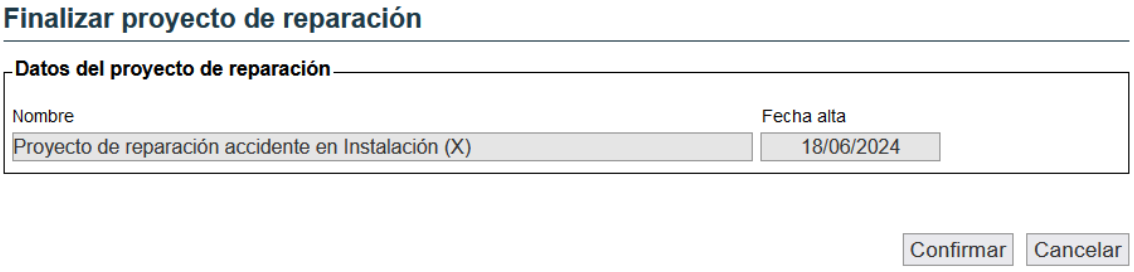


Figura AV.6-2. Confirmación de la finalización del proyecto de reparación. Fuente: SIRMA

Al confirmarse la finalización del informe se producen los siguientes cambios en el módulo:

- Se bloquean las pantallas de forma que no se pueden editar. El usuario puede consultar el proyecto de reparación, pero no editarlo.
- En el impreso tanto de los formularios como de la memoria aparece grabada la fecha de finalización de edición del informe bajo el epígrafe “Fecha de finalización SIRMA”.
- En el lugar donde aparecía el botón de finalizar ahora sale “Reabrir proyecto”, como se incluye en la figura siguiente.

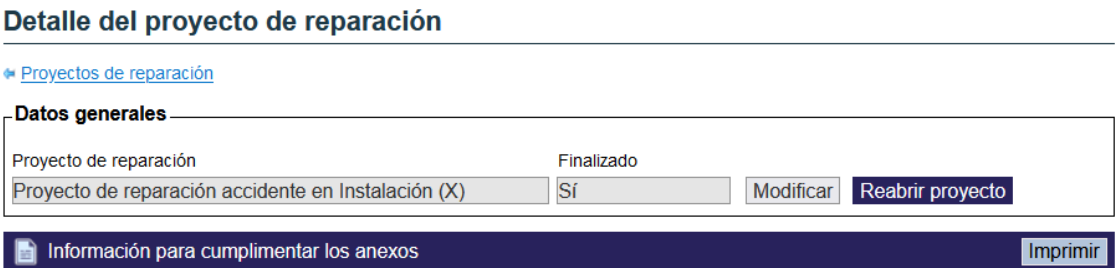


Figura AV.6-3. Botón Reabrir proyecto de reparación. Fuente: SIRMA

La funcionalidad de reabrir el proyecto desbloquea las pantallas del proyecto y permite que sea posible su edición de nuevo. No obstante, si de edita el proyecto de reparación después de este momento, se quedará grabada la nueva fecha de edición en los documentos imprimibles.