



LA PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO QUÍMICO: EXPERIENCIA Y PERSPECTIVA DE FUTURO.

RIESGO MEDIOAMBIENTAL: ANÁLISIS Y CONSECUENCIAS

Pastora Fernández Zamora
Jefe de Área de Análisis de Riesgos
División de Seguridad Industrial
pfernandez@inerco.com

Madrid, 22 y 23 de mayo de 2013



OBJETIVOS PONENCIA

**ACCIDENTES CON CONSECUENCIAS AMBIENTALES
DENTRO DE LA LEGISLACIÓN DE ACCIDENTES GRAVES .**

SINERGIAS CON OTRAS LEGISLACIONES AMBIENTALES.

**DETERMINAR LAS POSIBLES ZONAS DE AFECCIÓN
AMBIENTAL.**







➤ **Artículo 1 R.D.1254/1999: Objeto**

El presente Real Decreto tiene por objeto la prevención de accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la limitación de sus consecuencias con la finalidad de proteger a las personas, los bienes y el **medio ambiente**.



➤ **Artículo 2.2 Directriz básica: Naturaleza del daño**

De tipo mecánico: ondas de presión y proyectiles.

De tipo térmico: radiación térmica.

De tipo químico: nube tóxica o **contaminación del medio ambiente** provocada por la fuga o vertido incontrolado de sustancias peligrosas.

➤ **Artículo 2.3 Directriz Básica: Análisis de la vulnerabilidad de personas y bienes**

Variables peligrosas para las personas y bienes.

Análisis de consecuencias.

Definición de las zonas objeto de planificación: valores umbrales.

Valores umbrales

ZONA DE ALERTA

ZONA DE INTERVENCIÓN

EFECTO

	ZONA DE ALERTA	ZONA DE INTERVENCIÓN
TOXICIDAD	AEGL-1	AEGL-2
RADIACIÓN TÉRMICA	115 (kW/m ²)-S	250 (kW/m ²)-S
SOBREPRESIÓN	50 mbar	125 mbar
MEDIO AMBIENTE	¿?	¿?

Análisis de la vulnerabilidad



MEDIOS POTENCIALMENTE AFECTADOS



- AMÓSFERA
- AGUAS SUPERFICIALES
- SUELO Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

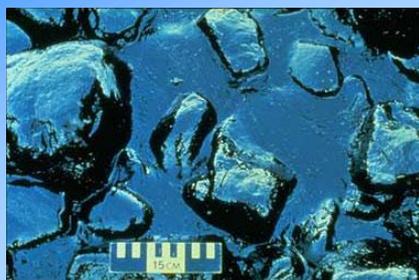


SISTEMA DE CONTROL PRIMARIO

SISTEMA DE TRANSPORTE

RECEPTORES

PELIGROSIDAD DE LA SUSTANCIA



COMPORTAMIENTO AMBIENTAL

CANTIDAD INVOLUCRADA





Análisis de la vulnerabilidad



FUENTE DE RIESGO

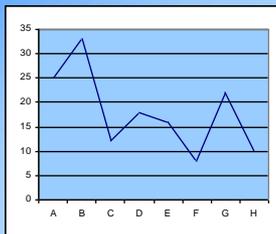
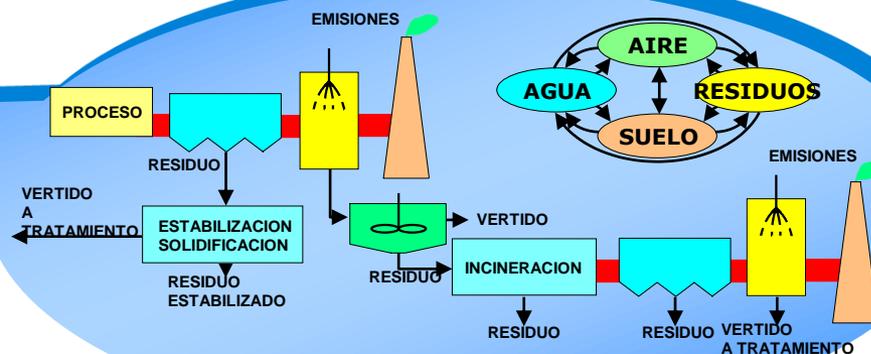


Sistema Control Primario

SISTEMA DE TRANSPORTE

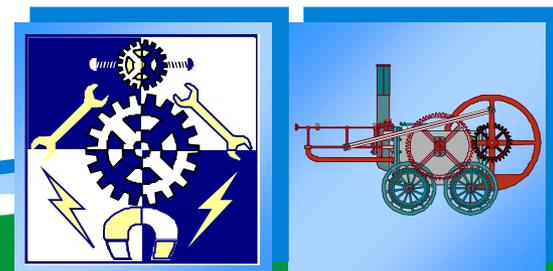
RECEPTORES

TECNOLOGÍA



EFICACIA

FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN



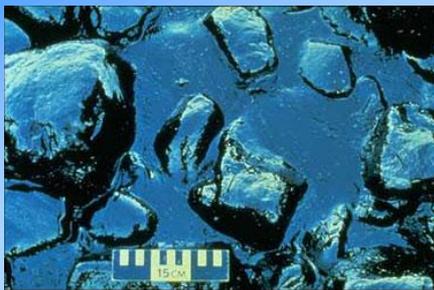
FUENTE
DE
RIESGO

SISTEMA
DE CONTROL
PRIMARIO



Sistema
Transporte

RECEPTORES



MEDIO AFECTADO

EXTENSIÓN



Análisis de la vulnerabilidad

FUENTE DE RIESGO

SISTEMA DE CONTROL PRIMARIO

SISTEMA DE TRANSPORTE

Receptor



ENTORNO HUMANO

ENTORNO NATURAL



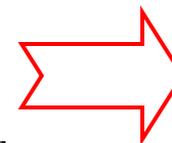
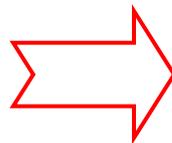
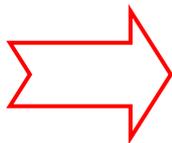
ENTORNO SOCIOECONÓMICO

FUENTE DE RIESGO

SISTEMA DE CONTROL PRIMARIO

SISTEMA DE TRANSPORTE

RECEPTORES

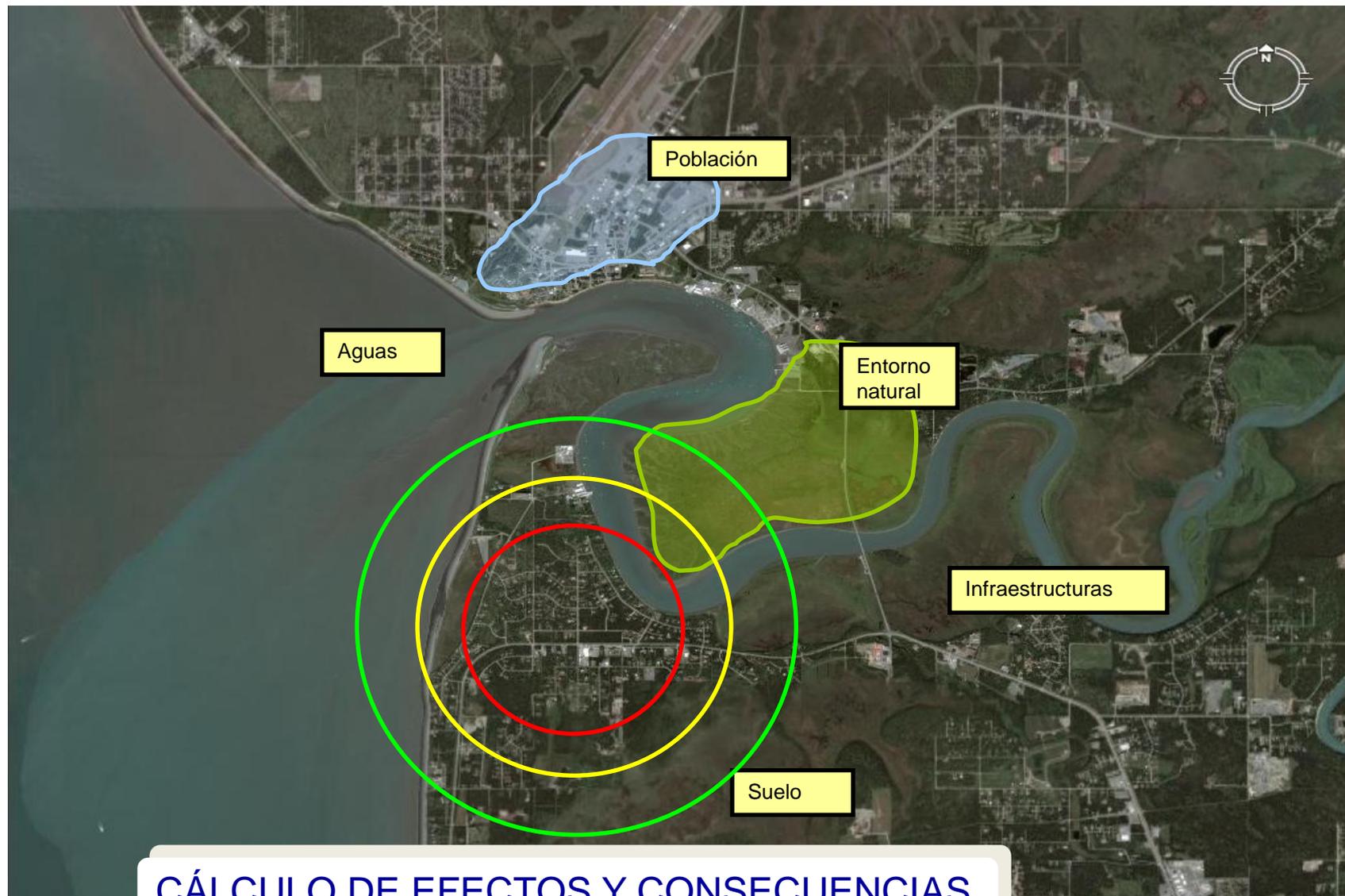


IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN SISTEMÁTICA

INFORMACIÓN SITUACIONES DE RIESGO MEDIOAMBIENTAL

VALOR DEL RIESGO (METODOLOGÍA DE ÍNDICES)

PLANIFICACIÓN DE EMERGENCIAS



CÁLCULO DE EFECTOS Y CONSECUENCIAS



**LEGISLACIÓN DE
ACCIDENTES
GRAVES**

**LEY DE
RESPONSABILIDAD
MEDIOAMBIENTAL
(Ley 26/2007 y
RD 2090/2008)**

**SUELOS
CONTAMINADOS
(RD 9/2005)**

**CONTAMINACIÓN
MARINA ACCIDENTAL
(RD 1695/2012)**

RIESGOS AMBIENTALES

CARACTERIZACIÓN
DEL ENTORNO



IDENTIFICACIÓN
PELIGROS



ANÁLISIS DE
CONSECUENCIAS

RIESGOS AMBIENTALES

CARACTERIZACIÓN
DEL ENTORNO



IDENTIFICACIÓN
PELIGROS



ANÁLISIS DE
CONSECUENCIAS

CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

Medio físico

- Aguas superficiales (río)
- Aguas subterráneas (acuífero bajo la instalación)
- Subsuelo: suelo arenoso
- Características climáticas y meteorológicas:
 - Temperatura media anual: 18,3 °C
 - Viento medio: 4,7 m/s
 - Estabilidad atmosférica: E (42%)
- Características oceanográficas y fluviales:
 - Caudal del río: 10 m³/s
- Características hidrogeológicas:
 - Nivel freático: 1,5 m
 - Gradiente hidráulico: 0,01
 - Permeabilidad media: 6,9 m/día

CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO

Medio biótico

- Especies silvestres destacadas del entorno:
 - Mamíferos: nutria
 - Anfibios y reptiles: galápago europeo, camaleón común, tritón jaspeado
 - Peces: anguila
 - Aves: cerceta común, ánade rabudo, focha moruna
- Hábitats:
 - 92D0 Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos

Medio humano y socioeconómico

- Salud humana
 - Trabajadores de la instalación
 - No hay núcleos de población cercanos (> 4 km)
- Usos del suelo:
 - Instalación: industrial
 - Rack: áreas cultivadas, pastizales
- Usos del agua: sin aprovechamiento
- Presa en el río, aguas abajo de la instalación

CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO



RIESGOS AMBIENTALES

CARACTERIZACIÓN
DEL ENTORNO



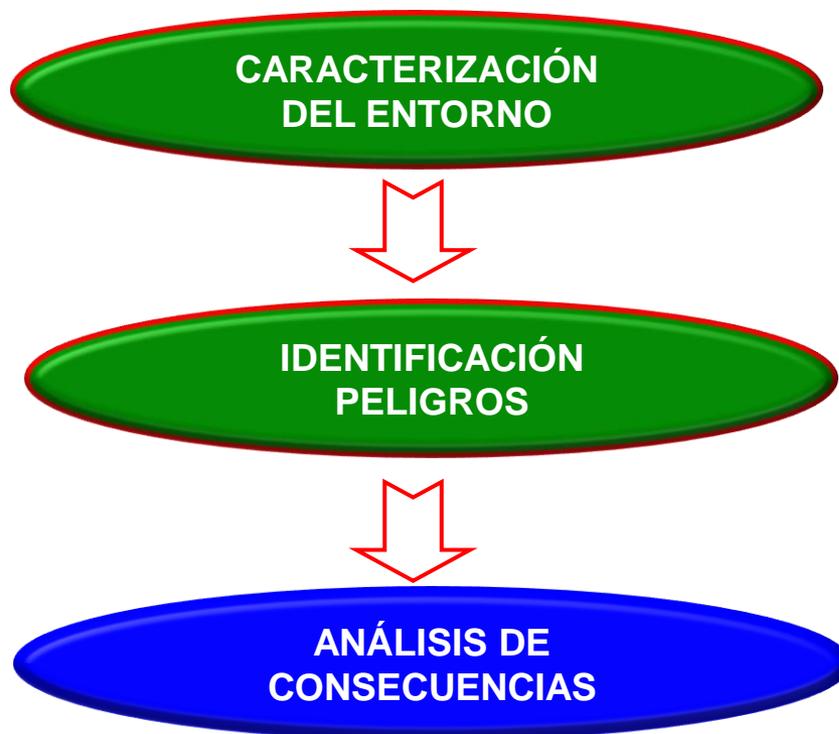
IDENTIFICACIÓN
PELIGROS



ANÁLISIS DE
CONSECUENCIAS

Identificación
del Informe
de Seguridad

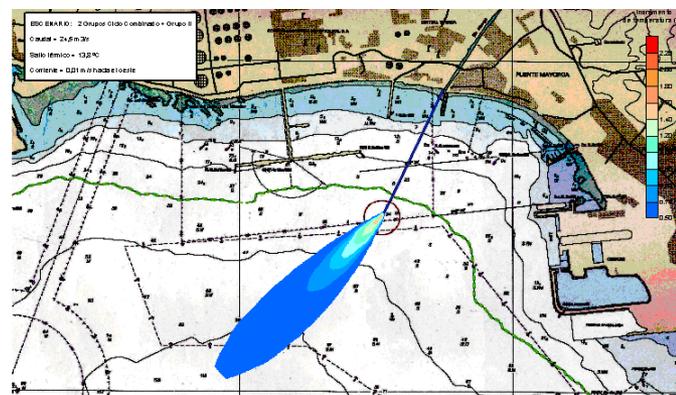
RIESGOS AMBIENTALES



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS - PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

- **Cuantificación del daño medioambiental generado en cada escenario (consecuencias físicas)**

Herramientas



- **Modelos de simulación del comportamiento del agente causante del daño**
- **Bases de datos**



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS – PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

AFECCIÓN AL ENTORNO VÍA ATMOSFÉRICA

**Sustancias con
características
inflamables**

**Nube Inflamable
Alcance LII**

**Posibilidad de
incendio forestal**

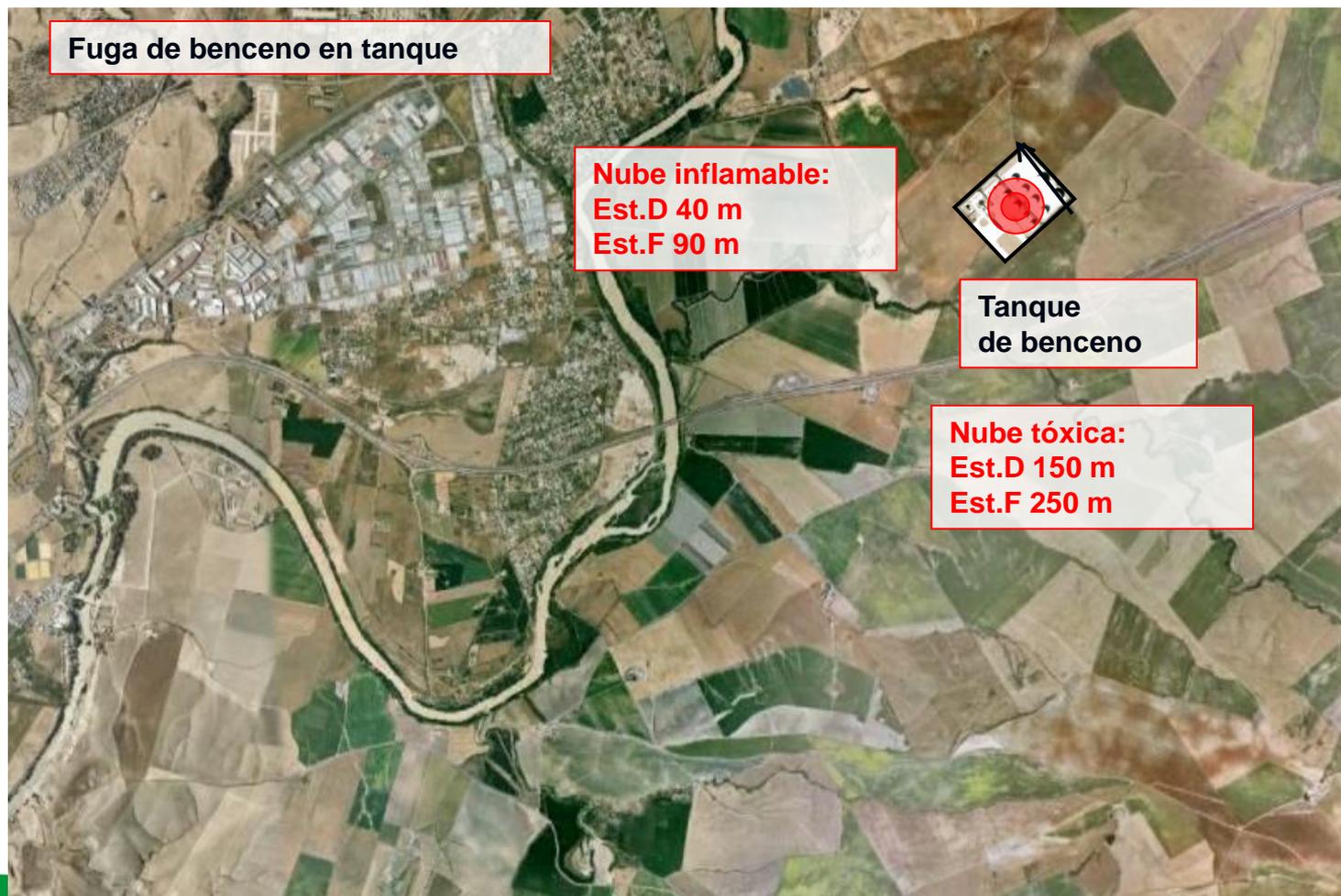
**Sustancias con
características
tóxicas**

Nube tóxica

**Posibilidad
afectar habitat
(espacio natural)**

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS – PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

AFECCIÓN AL ENTORNO VÍA ATMOSFÉRICA





ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS - PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

CONTAMINACIÓN DE SUELO Y/O AGUAS SUBTERRÁNEAS

Formación de mancha superficial

➤ Cantidad fugada: caudal de fuga x duración de la fuga

- Difícil en accidentes graves afectar suelo y/o aguas subterráneas
- Recogida del vertido y tratamiento adecuado como residuo.
- Buenas prácticas medioambientales por parte de la instalación.

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

CONTAMINACIÓN DE SUELO Y/O AGUAS SUBTERRÁNEAS

Daño significativo si existe riesgo para la salud humana (trabajadores) y sobre los ecosistemas según criterios del RD 9/2005

$$\text{Cociente de riesgo} = \frac{\text{Concentración en el medio}}{\text{Umbral de toxicidad}} > 1$$

Caracterización del agente causante del daño: sustancia fugada

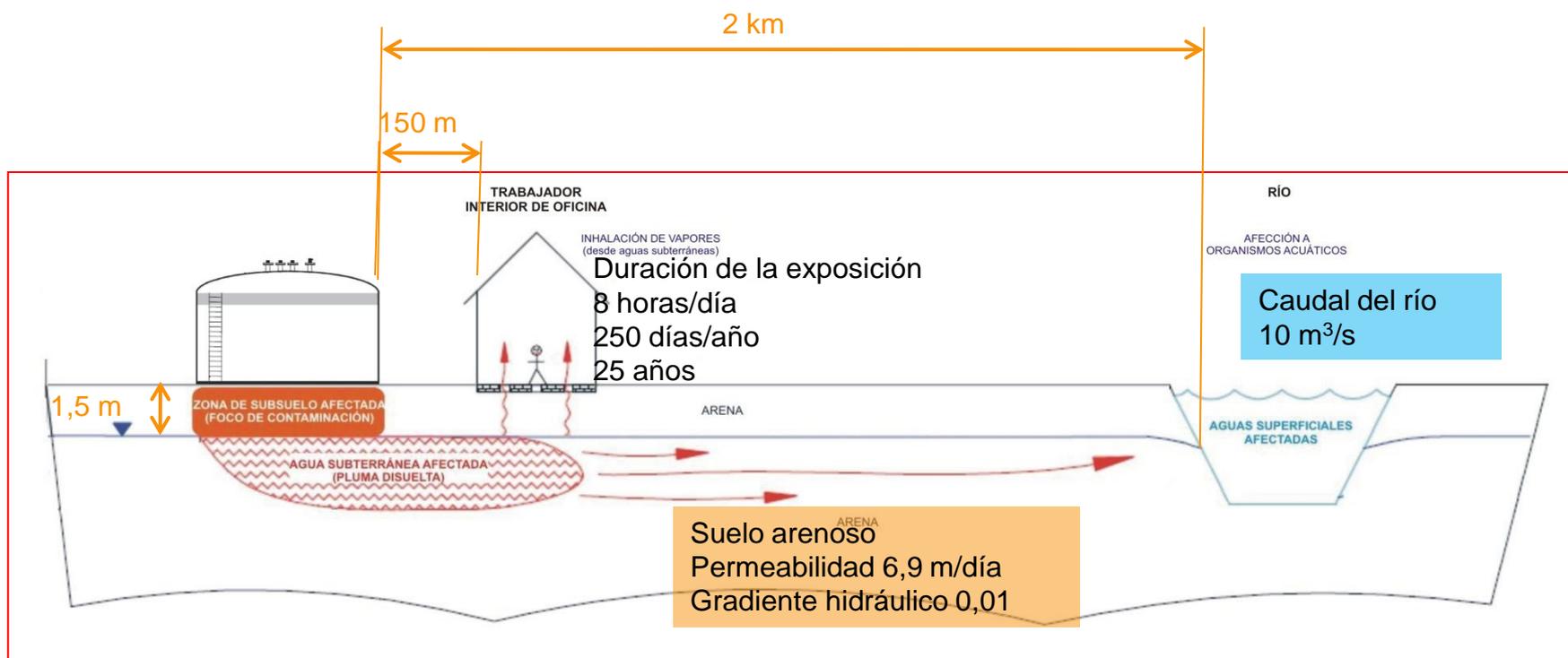
- **Cantidad fugada**
- **Zona afectada: charco formado, zona bajo tanque, punto de fuga,**

Herramienta informática de análisis de riesgos en suelos: RBCA



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

CONTAMINACIÓN DE SUELO Y/O AGUAS SUBTERRÁNEAS



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

Formación de mancha superficial en río (con afección a los márgenes) y/o mar

➤ Cantidad fugada: caudal de fuga x duración de la fuga

Fuga de líquidos a través de un orificio

$$\dot{m} = C_D \cdot A \cdot \rho_L \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P - P_a}{\rho_L} + 2 \cdot g \cdot h}$$

$$\dot{m} = 0,62 \cdot \left(\frac{\pi \cdot (0,1524 \text{ m})^2}{4} \right) \cdot 880 \text{ kg/m}^3 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 4,6 \text{ m}} = 94,6 \text{ kg/s}$$



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS – PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

**Sustancias
insolubles en
agua**

HIDROCARBUROS

**Estimación del
alcance y
comportamiento
de la sustancia**

**Informe de
seguridad**

**Contaminación
marina accidental**

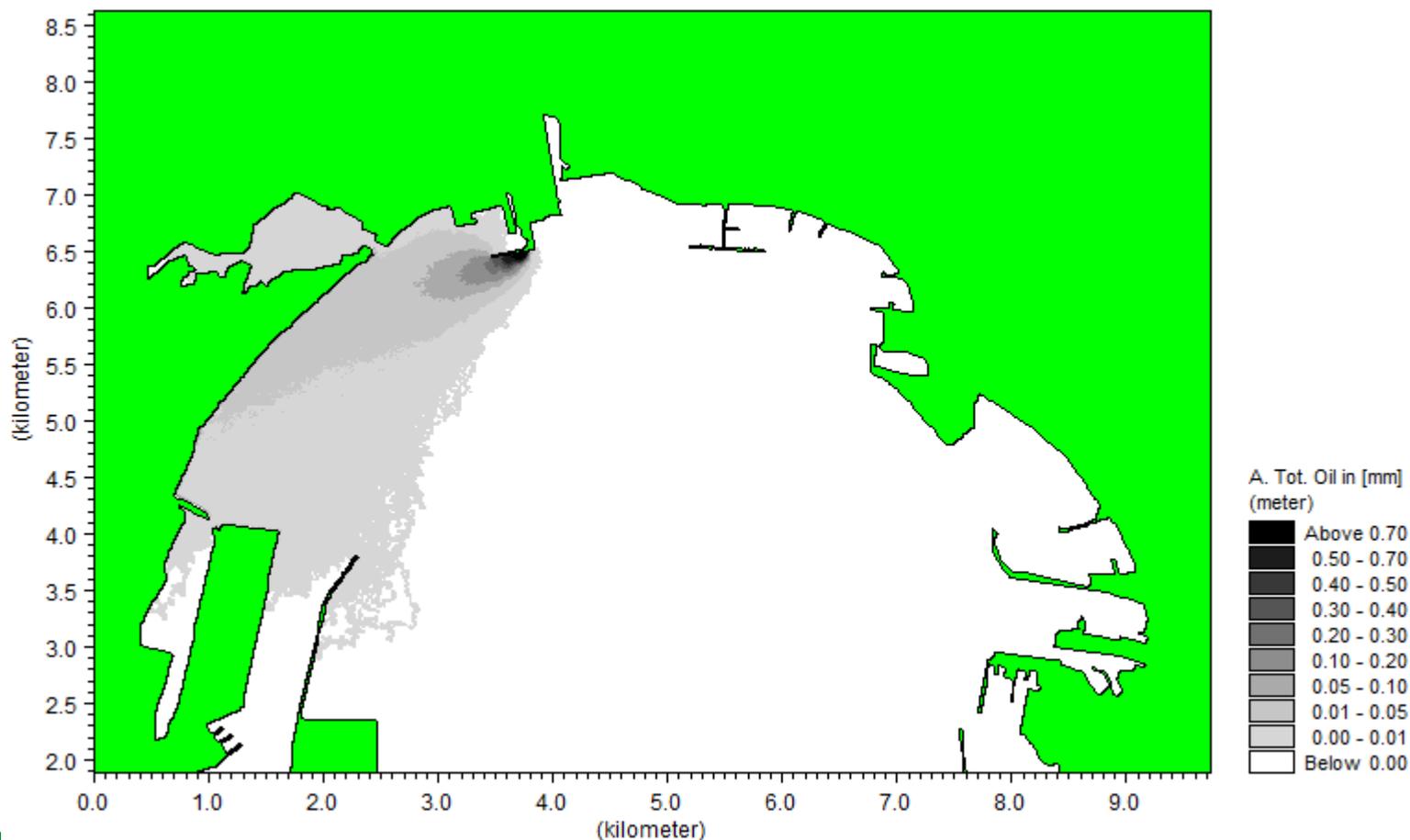
ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS - PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS - PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES





ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS – PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

**Sustancias
solubles en
agua**



ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS – PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

Daño significativo si produce efectos perjudiciales sobre los organismos acuáticos

Caracterización del agente causante del daño: sustancia

➤ **Cantidad fugada**

➤ **Umbrales de efectos:**

- **Efectos agudos**
- **Efectos crónicos**
- **Efectos potenciales**

Datos de ecotoxicidad de la sustancia

CL50 ó CE50

NOEC ó LOEC

PNEC

Modelo de dispersión en ríos de sustancias solubles, con decaimiento de primer orden

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS - PLANIFICACIÓN EMERGENCIA

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **IMPORTANTE IDENTIFICAR Y CONOCER LOS POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES.**
- **ANALIZAR LA AFECCIÓN A LOS DISTINTOS MEDIOS:**
 - Vía atmósfera
 - Suelo y Aguas subterráneas
 - Aguas superficiales
- **APROVECHAR SINERGIAS CON OTRAS LEGISLACIONES AMBIENTALES**
- **MEDIDAS PREVENTIVAS**
- **DAR IGUAL IMPORTANCIA A LA REDUCCIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL QUE A LA REDUCCIÓN DEL RIESGO SOBRE LA SALUD HUMANA**
- **MEJORAR LAS FUENTES DE INFORMACIÓN Y LAS METODOLOGÍAS**



¡¡GRACIAS!!



LA PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO QUÍMICO: EXPERIENCIA Y PERSPECTIVA DE FUTURO.

RIESGO MEDIOAMBIENTAL: ANÁLISIS Y CONSECUENCIAS

Pastora Fernández Zamora
Jefe de Área de Análisis de Riesgos
División de Seguridad Industrial
pfernandez@inerco.com

Madrid, 22 y 23 de mayo de 2013