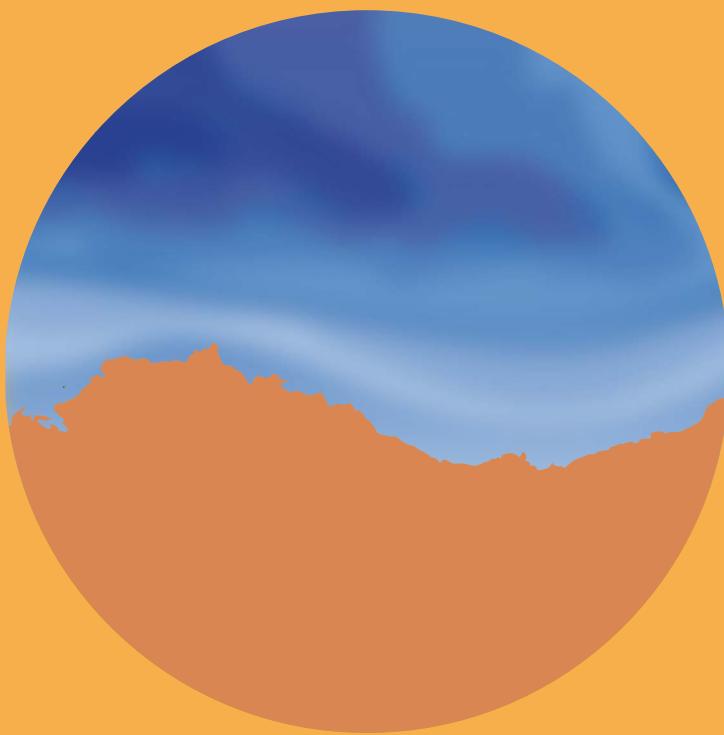


# PLAN ESPECIAL DE EMERGENCIAS DE EUSKADI ANTE LA CONTAMINACIÓN DE LA RIBERA DEL MAR

ITSASERTZA



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

SEGURTASUN SAILA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD

# **PLAN ESPECIAL DE EMERGENCIAS DE EUSKADI ANTE LA CONTAMINACIÓN DE LA RIBERA DEL MAR**

## **“ITSASERTZA”**

**EUSKO JAURLARITZA**

**SEGURTASUN SAILA**  
Herrizaingo Sailburuordetza  
*Larrialdiei Aurregiteko Zuzendaritza*



**GOBIERNO VASCO**

**DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD**  
Viceconsejería de Interior  
*Dirección de Atención de Emergencias*

**Eusko Jaurlartzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia**  
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2019

Un registro bibliográfico de esta obra puede consultarse en el catálogo de la red *Bibliotekak* del Gobierno Vasco: <http://www.bibliotekak.euskadi.eus/WebOpac>

Edición: 1<sup>a</sup>, octubre 2019  
Tirada: 400 ejemplares  
© Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco  
Departamento de Seguridad  
Edita: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia  
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco  
Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz  
Diseño  
y maquetación: EkipoPO  
Imprime: GZ Printek, S.A.L.  
ISBN: 978-84-457-3472-8  
Depósito Legal: VI 262-2019

**ACUERDO DEL CONSEJO DE GOBIERNO DE 9 DE ABRIL DE 2019, POR EL QUE SE APRUEBA EL PLAN ESPECIAL DE EMERGENCIAS ANTE LA CONTAMINACIÓN DE LA RIBERA DEL MAR (ITSASERTZA)<sup>1</sup>**

El Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, aprobó el Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina como instrumento preventivo y de lucha ante cualquier supuesto de contaminación marina accidental o deliberada con independencia de su origen o naturaleza, que afecte o pueda afectar tanto a las aguas marítimas sobre las que el Estado ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, como a las costas españolas.

El Sistema Nacional de Respuesta contempla dos subsistemas, que corresponden con sus dos ámbitos de actuación, el marítimo y el costero. En el ámbito costero se engloba el Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar, los planes territoriales y los planes locales. El presente Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar (Itsasertza) se enmarca en este subsistema costero.

De acuerdo con el artículo 4 del Sistema Nacional de Respuesta, la elaboración y aprobación de los planes territoriales corresponde a las autoridades competentes de cada una de las comunidades autónomas litorales y deberá ser informado por el Consejo Nacional de Protección Civil, a los efectos de su adecuación al Sistema Nacional de Protección Civil. Ello también de conformidad con lo dispuesto en el artículo 14 de la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil.

Conforme al artículo 11 del Decreto Legislativo 1/2017, de 27 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Gestión de Emergencias, «el departamento del Gobierno Vasco competente en materia de seguridad pública, de conformidad con los objetivos generales establecidos por el Gobierno, es el órgano responsable de la política de protección civil de la Comunidad Autónoma».

El Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina prevé, en su disposición adicional quinta, que «los planes de contingencia que integran el subsistema costero del Sistema Nacional de Respuesta se integrarán, en su caso, en el sistema de respuesta de protección civil, en el nivel territorial que en cada caso corresponda, en aquellos supuestos de contaminación costera que puedan afectar a la seguridad de las personas y de los bienes». Así, el Plan Especial tiene una clara vocación orientada a la gestión de las graves crisis por contaminación marina donde la seguridad de la ciudadanía y sus bienes estén en riesgo; por lo tanto, la gestión de la emergencia tiene una clara prioridad. Además, también está encaminado a su integración en la respuesta a prestar como parte del subsistema costero del Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina. Al menos mientras no exista un plan territorial específico para la Comunidad Autónoma de Euskadi que forme parte expresa del Plan Ribera Estatal.

El Plan ha sido sometido al trámite de información pública, no habiéndose realizado alegaciones.

Se solicitó informe al Consejo Nacional de Protección Civil, y, habiendo atendido las alegaciones recibidas, se ha recabado conformidad de dicho órgano para con el texto definitivo, por lo que procede su aprobación por el órgano competente de esta Comunidad Autónoma.

Por todo ello, a propuesta de la Consejera de Seguridad, y previa la correspondiente deliberación, el Consejo de Gobierno adopta el siguiente:

**ACUERDO**

«Primero.– Aprobar el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar (Itsasertza).

Segundo.– Por la Secretaría del Gobierno y de Relaciones con el Parlamento se ordenará la publicación del presente Acuerdo en el Boletín Oficial del País Vasco».

---

<sup>1</sup>Acuerdo publicado en el BOPV del martes 23 de abril de 2019.



# Índice

<b>CAPÍTULO PRELIMINAR.....</b>	<b>9</b>
1. Objeto .....	11
2. Alcance .....	16
2.1 Alcance territorial.....	16
2.2 Alcance corporativo.....	17
<b>CAPÍTULO I. ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>19</b>
1. Introducción .....	21
2. Determinación de fuentes de contaminación marina .....	22
2.1 Fuentes de origen terrestres.....	22
2.1.1 Vertidos tierra-mar	23
2.1.2 Instalaciones portuarias	24
2.1.3 Instalaciones industriales	26
2.2 Fuentes de origen marino.....	28
2.2.1 Tráfico marítimo	29
3. Escenarios accidentales .....	30
3.1 Sustancias contaminantes .....	30
3.1.1 Hidrocarburos	30
3.1.2 Otras sustancias nocivas y potencialmente peligrosas	31
3.2 Análisis histórico de accidentes .....	32
3.3 Escenarios accidentales posibles .....	38
4. Alcance de los escenarios accidentales .....	41
4.1 Modelado de la dispersión de los contaminantes.....	41
4.2 Caracterización océano-meteorológica .....	44
4.3 Mapas de la probabilidad de afección .....	48

5. Estimación de la probabilidad de ocurrencia .....	57
6. Mapas de peligrosidad/accesibilidad .....	58
7. Estudio de la vulnerabilidad .....	83
7.1 Áreas con alguna figura de protección.....	84
7.2 Mapas de vulnerabilidad .....	85
8. Mapas de índice de riesgo .....	89
<b>CAPÍTULO II. OPERATIVIDAD .....</b>	<b>115</b>
1. Introducción .....	117
2. Circunstancias de activación del plan .....	117
2.1 Fases del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar .....	117
2.1.1 Fase de Alerta	117
2.1.2 Fase de Emergencia	118
2.2 Situaciones de Emergencia del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar .....	118
2.2.1 Situación 0	118
2.2.2 Situación 1	119
2.2.3 Situación 2	120
2.2.4 Situación 3	121
2.3 Estructura de Dirección del Plan .....	122
2.3.1 Director o directora de la Emergencia	122
2.3.2 Consejo Asesor	123
2.3.3 Gabinete de Información	125
2.3.4 CECOP/CECOPI	125
2.4 Estructura Operativa.....	126
2.4.1 Mando Único Operativo y Puestos de Mando Avanzado (PMA)	126
2.4.2 Grupos de Intervención	127
2.4.3 Grupo Logístico	127

4.	Protocolo de comunicación de activación del plan .....	128
5.	Sistema de coordinación con otros planes del sistema nacional de respuesta .....	129
5.1	Coordinación entre planes interiores marítimos, planes locales y el Plan Territorial Ribera de la CAPV .....	129
5.2	Coordinación entre planes del subsistema marítimo y del subsistema costero, cuando está activado el Plan Marítimo Nacional .....	130
6.	Procedimiento de actuación .....	130
6.1	Evaluación inicial de la situación .....	130
6.2	Establecimiento de la Procedimiento Operativo del Plan .....	132
6.3	Activación de medios materiales y humanos .....	135
6.4	Difusión de las operaciones a los medios de comunicación .....	136
7.	Circunstancias en las que se declara el fin de la contingencia .....	136
8.	Programa de adiestramiento y ejercicios periódicos de simulación de activación del plan .....	137
9.	Procedimiento de revisión del plan .....	137
	<b>ANEXOS .....</b>	139
	Anexo A – Listado de vertidos industriales .....	141
	Anexo B – Fichas de comportamiento específico .....	144
	Introducción al uso de las fichas .....	144
	Petróleo crudo .....	159
	Fueloil 160 .....	160
	Gasóleo.....	165
	Gasolina.....	168
	Oleum (ácido sulfúrico) .....	172
	Anilina .....	175
	Acrilonitrilo.....	178
	Anexo C – Incidentes históricos .....	182

Anexo D – Protocolo Polrep Costa .....	187
Anexo e – Clima atmosférico y marítimo en la costa vasca .....	191
1.    Objetivos .....	192
2.    Material y métodos.....	192
3.    Condiciones atmosféricas .....	194
3.1      Clima atmosférico	194
3.2.    Viento.....	204
4.    Condiciones oceanográficas.....	218
4.1      Hidrografía	218
4.2      Corrientes marinas	225
4.3      Oleaje	240
<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>245</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>251</b>

# **CAPÍTULO PRELIMINAR**



## **1. OBJETO**

El Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, aprobó el Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina, como instrumento preventivo y de lucha ante cualquier supuesto de contaminación marina accidental o deliberada con independencia de su origen o naturaleza, que afecte o pueda afectar tanto a las aguas marítimas sobre las que el Estado ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, como a las costas españolas.

El Sistema Nacional de Respuesta contempla dos subsistemas, que corresponden con sus dos ámbitos de actuación, el marítimo y el costero. En el ámbito costero se engloba el Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar, los planes territoriales y los planes locales. El presente Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar se enmarca en este subsistema costero.

De acuerdo con el artículo 4 del Sistema Nacional de Respuesta, la elaboración y aprobación de los planes territoriales corresponde a las autoridades competentes de cada una de las comunidades autónomas litorales y deberá ser informado por el Consejo Nacional de Protección Civil, a los efectos de su adecuación al Sistema Nacional de Protección Civil. (*Art.14, Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil. BOE 164 de 10 de julio de 2015*).

Por otro lado la normativa vasca de emergencias, *Decreto Legislativo 1/2017, de 27 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de*

*la Ley de Gestión de Emergencias*, indica en su artículo 1 que dicha ley tiene por objeto ordenar y coordinar las actuaciones de las administraciones públicas de la Comunidad Autónoma del País Vasco en la prevención y gestión de emergencias, destinadas a la protección de las personas, los bienes y el patrimonio colectivo ante situaciones de riesgos colectivos graves, catástrofe y calamidad pública, así como en otros casos de urgencia o emergencias que pudieran requerir de la participación o coordinación de distintos servicios y operativos.

Así mismo en el artículo 11 de dicho Decreto Legislativo se indica que «el departamento del Gobierno Vasco competente en materia de seguridad pública, de conformidad con los objetivos generales establecidos por el Gobierno, es el órgano responsable de la política de protección civil de la Comunidad Autónoma».

El artículo 28 del precitado Decreto Legislativo define cómo se articulan las clases de planes de protección civil de la forma siguiente:

- «Los planes de protección civil podrán ser territoriales o especiales.
- »Los planes territoriales se elaboran para hacer frente a las emergencias generales que se puedan presentar en cada ámbito territorial.
- »Los planes especiales se elaboran, de acuerdo con las directrices básicas que puedan existir, para hacer frente a riesgos concretos cuya naturaleza requiera una metodología técnico-científica específica, bien por sectores de actividad, bien por tipos de emergencia, o bien para actividades concretas.»

Si bien el Plan Especial de Euskadi ante la contaminación de la Riberia del Mar “Itsasertza” tiene una clara vocación orientada a la gestión

de las graves crisis por contaminación marina donde la seguridad de los ciudadano/as y sus bienes están en riesgo y por lo tanto la gestión de la emergencia tiene una clara prioridad. Este mismo documento también puede ser útil para su integración en la respuesta a prestar como parte del subsistema costero del Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina Al menos en tanto en cuanto no exista un plan territorial específico para esta Comunidad Autónoma que forme parte expresa del Plan Ribera Estatal.

No hay que olvidar que el Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina, expresa en su disposición adicional quinta, lo siguiente : «los planes de contingencia que integran el subsistema costero del Sistema Nacional de Respuesta se integrarán, en su caso, en el sistema de respuesta de protección civil, en el nivel territorial que en cada caso corresponda, en aquellos supuestos de contaminación costera que puedan afectar a la seguridad de las personas y de los bienes».

Por tanto este Plan se articula como la respuesta del Sistema Vasco de Atención de Emergencias para hacer frente a situaciones en las que un supuesto de Contaminación Marina provoque una Emergencia de protección civil en las que la seguridad de las personas y de los bienes estén en riesgo. Pero a su vez, presenta un carácter dual, Integrable en el Sistema Vasco de Atención de Emergencias y por lo tanto en el Sistemas Estatal de Protección Civil y por otro lado se integra en el Sistema Nacional de Respuesta ante la Contaminación Marina, cuando la emergencia presente condiciones propias de la Protección Civil

El artículo 5 del Sistema Nacional de Respuesta procede a regular minuciosamente el contenido mínimo que han de incorporar los distintos planes de contingencias, por tanto el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar, de acuerdo con las recomendaciones de la Organización Marítima Internacional y, al objeto de contar con una terminología e indicadores homogéneos en todos los

planes de contingencias del Sistema Nacional de Respuesta, tiene el siguiente contenido:

1. Ámbito de aplicación del Plan.
2. Análisis de riesgos, en el que se hace una evaluación de los posibles riesgos de contaminación en función de las condiciones meteorológicas, oceanográficas y ambientales, así como de las características y condiciones de operación de las instalaciones, identificando, en su caso, las áreas más vulnerables mediante los correspondientes mapas de sensibilidad de la zona incluida en su ámbito de aplicación, con el fin de protegerlas en las situaciones de activación del Plan. En los análisis de riesgos, se ha considerado la posible peligrosidad para las personas de los distintos supuestos y tipos de contaminación marina, susceptibles de afectar al área de la costa de que se trate.
3. Determinación de las circunstancias de activación del Plan, según las fases y situaciones que puedan presentarse, en función de la gravedad del suceso y los medios materiales y humanos que es preciso movilizar.
4. Composición y funciones de los órganos de dirección y respuesta del Plan, donde se identifican los cargos directivos responsables de dirigir las operaciones, así como los equipos de respuesta incluidos en el Plan, y los cometidos de cada uno de ellos.
5. Procedimiento de notificación de incidencias, donde se describe el sistema de comunicación a las autoridades competentes, el contenido de las comunicaciones, así como la persona o departamento responsable de tal notificación.
6. Sistema de coordinación con otros planes, en el que se determina el procedimiento de integración o coordinación del plan con otros de igual o superior rango, de acuerdo

con los criterios establecidos en el Sistema Nacional de Respuesta.

7. Procedimiento de actuación, que define los protocolos que deben ponerse en práctica en caso de contingencia, así como las medidas de respuesta inmediata que tienen por objetivo la prevención y evitación de nuevos daños y la reparación de los ya producidos.
8. Circunstancias en las que se declara el fin de la contingencia, cuando pueda considerarse terminado el episodio de contaminación que la originó.
9. Inventario de medios disponibles bajo su ámbito de competencia, donde se describen los medios materiales disponibles para la contención y recuperación de un derrame contaminante (equipos de protección personal, material de contención y recogida del derrame, equipos de limpieza y descontaminación, o depósitos y estaciones de gestión de residuos tóxicos y peligrosos, entre otros), incluyendo la identificación del lugar o lugares de depósito y los responsables de su custodia, mantenimiento y operación.
10. Programa de mantenimiento de los medios materiales disponibles, especificando los períodos de revisión y las operaciones de mantenimiento, de acuerdo con la experiencia previa y las indicaciones del fabricante de cada equipo.
11. Programa de adiestramiento y ejercicios periódicos de simulación de activación del Plan, donde se establecen tanto los cursos teóricos de formación del personal adscrito a la lucha contra la contaminación, como los distintos niveles de ejercicios prácticos a realizar y su periodicidad.
12. Procedimiento de revisión del Plan, en el que se definen las condiciones y plazos para realizar revisiones periódicas del mismo, así como la constitución de una comisión encargada de los trabajos de revisión y del seguimiento de resultados en la aplicación práctica del Plan.

## **2. ALCANCE**

En este punto se define el alcance territorial y corporativo.

### **2.1 Alcance territorial**

El ámbito territorial del Plan abarca toda la costa correspondiente a la Comunidad Autónoma del País Vasco (en adelante CAPV). A efectos operativos se divide la costa vasca en dos áreas de operación correspondiente a la división provincial: Bizkaia y Gipuzkoa. En la Tabla 1 se describen estas áreas.

Tabla 1. Descripción de las áreas de aplicación del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar

Área	Ámbito	Límites
Área de Bizkaia	Municipios costeros de: Muskiz, Zierbena, Getxo, Sopelana, Barrika, Plentzia, Gorliz, Lemoiz, Bakio, Bermeo, Mundaka, Sukarrieta, Busturia, Ibarrañuelo, Elantxobe, Ea, Ispaster, Lekeitio, Mendexa, Berriatua, Ondarroa.	Límite costero de los municipios de la provincia de Bizkaia. Línea marítima imaginaria que divide las provincias de Bizkaia y Cantabria en dirección norte. Línea marítima imaginaria que divide las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa en dirección norte. Límite exterior del Mar Territorial del Estado español.
Área de Gipuzkoa	Municipios costeros de: Mutriku, Deba, Zumaia, Getaria, Zarautz, Orio, Donostia-San Sebastián, Pasaia, Hondarribia.	Límite costero de los municipios de la provincia de Gipuzkoa. Línea marítima imaginaria que divide las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa en dirección norte. Límite del Mar Territorial entre España y Francia.* Límite exterior del Mar Territorial del Estado español.

\*Según el Convenio entre España y Francia sobre la delimitación del Mar Territorial y de la Zona Contigua en el Golfo de Vizcaya (Golfo de Gascuña), hecho en París el 29 de enero de 1974 (B.O.E. 04- 07-1975).

El presente plan no incluye el ámbito territorial de aplicación de los planes locales y los planes interiores marítimos.

## **2.2 Alcance corporativo**

Los principales organismos y entidades implicadas en la operatividad del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar son en principio:

- Gobierno Vasco:
  - Dirección competente en materia de Protección Civil y Atención de Emergencias.
  - Dirección competente en materia de Medio Ambiente.
  - Dirección competente en materia de Puertos y Asuntos Marítimos.
  - Dirección de la Ertzaintza.
  - Dirección competente en materia de Salud Pública.
  - Dirección competente en materia de Emergencias de Osa-kidetza.
  - Dirección competente en materia de Pesca y Acuicultura.
  - Dirección competente en materia de Coordinación de Seguridad.
  - Ur Agentzia – Agencia Vasca del Agua.
- Diputaciones y Ayuntamientos de la CAPV.
- Autoridades Portuarias de Bilbao y de Pasaia.
- Organismos Estatales de conformidad con el Real Decreto 1695/2012.
  - Delegación del Gobierno en Euskadi.

- Dirección General competente en asuntos de la Marina Mercante:
  - Capitanía Marítima de Bilbao.
  - Capitanía Marítima de Pasaia.
- Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASE-MAR).
- Dirección General competente en asuntos de Protección de la Costa y el Mar.
- Dirección General competente en asuntos de Protección Civil y Emergencias.

# **CAPÍTULO I**

# **ANÁLISIS DE RIESGOS**



## **1. INTRODUCCION**

El análisis de riesgo conlleva el estudio de dos factores: la peligrosidad y la vulnerabilidad. El primer factor determina la probabilidad de que se vea afectada la zona objeto de estudio (caracterizando los incidentes por su probabilidad de suceso y el alcance de la contaminación). El estudio de vulnerabilidad en cambio valora el impacto puntual que la contaminación pudiera tener sobre el mar y la costa, lo que implica un análisis territorial del medio natural y las actividades de carácter socioeconómico que se desarrollan en éste.

El objetivo que guía este análisis es diagnosticar el riesgo y establecer las acciones a llevar a cabo en caso de vertido.

Como objetivos operativos se plantean los siguientes:

- En cuanto a la peligrosidad, determinar las zonas marítimas de mayor probabilidad de riesgo, relativamente cercanas a la costa vasca, según las posibles rutas de buques y la localización de focos fijos de contaminación potencial. Una vez hecho esto, determinar las zonas de mayor probabilidad de impacto de un vertido.
- En cuanto a la vulnerabilidad, analizar y valorar el impacto que puede tener la contaminación en el medio ambiente y las actividades humanas: turismo, pesca, etc.
- Proporcionar una base operacional para diseñar las estrategias que deberán llevarse a cabo en caso de accidente

(elaboración de metodologías y selección de medios de lucha contra la contaminación marina).

El ámbito geográfico para el estudio de la peligrosidad ha sido toda la costa vasca hasta el límite exterior del mar territorial del Estado español correspondiente a la Comunidad Autónoma del País Vasco. Se ha considerado esta área ya que, bien por el tránsito de buques o bien por las actividades industriales que en ella se desarrollan, es la zona que, de producirse un derrame, mayores probabilidades existen de que el vertido afectara a la costa vasca.

En cuanto a las sustancias contaminantes consideradas, el análisis de riesgo se ha limitado a sustancias que floten (cuya deriva se debería fundamentalmente al efecto del viento y de las corrientes superficiales) y sustancias que se disuelven en el agua (cuyo movimiento se debería, en una primera aproximación, al efecto de las corrientes promediadas verticalmente en la columna de agua). Esta consideración se explica detalladamente en el presente documento.

## **2. DETERMINACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN MARINA**

Las fuentes de contaminación según su origen pueden ser de dos tipos: las fuentes de origen terrestres, localizadas en un punto determinado de la costa, y las fuentes de origen marino, representadas por buques que navegan próximos a la costa y zonas donde se desarrolla una actividad en la que accidentalmente, se pueda verter una sustancia contaminante al mar.

### **2.1 Fuentes de origen terrestres**

La contaminación marina originada por focos terrestres se deriva de tres tipos de fuentes: emisarios submarinos, instalaciones portuarias

e instalaciones industriales que pueden sufrir un accidente que origine un vertido de sustancias contaminantes al mar.

### 2.1.1 *Vertidos tierra-mar*

En Euskadi, están registrados 70 vertidos al mar, de los cuales 18 son urbanos y 52 industriales como se muestra en la 0.

Los vertidos urbanos al mar a través de emisarios submarinos liberan mayoritariamente carga orgánica y no contienen sustancias peligrosas, por lo cual no constituyen un riesgo de contaminación marina a nivel de activación de este Plan.

De los 52 vertidos industriales 5 contienen sustancias peligrosas. Estos vertidos, salvo excepciones, son de pequeñas dimensiones (ver ANEXO A).

Tabla 2. Origen de los vertidos tierra-mar en la CAPV (informe 2015)

Naturaleza del vertido	Nº	Volumen (m <sup>3</sup> /año)
<2.000 h.e.	11	176.470
2.000 – 10.000 h.e.	1	567.648
<i>Urbanos</i>		
>10.000 h.e.	6	141.676.610
Total urbanos	18	142.420.728
Sin sustancias peligrosas	36	10.054.777
Con sustancias peligrosas	5	660.605
Subtotal	41	10.715.382
<i>Industriales</i>		
Refrigeración	9	2.468.071.640
Piscifactorías	2	22.776.308
Total industriales	52	2.501.563.330
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>2.643.984.058</b>

## **2.1.2 Instalaciones portuarias**

Las operaciones portuarias de entrada, salida, embarque, desembarque y manipulación de mercancías son una de las principales fuentes de contaminación marina accidental. Estas operaciones tienen lugar en los puertos asociados a las Autoridades Portuarias y en los puertos gestionados por el Gobierno Vasco.

En la CAPV los puertos de Interés General son: el puerto de Bilbao y el puerto de Pasajes. En la Tabla 3 y Tabla 4 se resumen las estadísticas de tráfico de estos puertos en los dos últimos años. El puerto de Bilbao tiene una peligrosidad potencial mucho mayor que el de Pasajes, dado que el número de buques es muy superior (2.816 buques frente a menos de 90). El puerto de Bilbao, opera con gran cantidad de graneles líquidos (Tabla 5), especialmente crudo de petróleo. Por otro lado, en el puerto de Pasajes no se transportan graneles líquidos en general, con lo que los incidentes de vertido que puedan ocurrir se reducen en gran medida. La mercancía principal del puerto de Pasajes son los productos siderúrgicos.

Tabla 3. Estadística de tráfico del puerto de Bilbao (2014-2015).

		2015	2014
Buques	Número	2.816	2.862
	G.T. (Gross Tonnage)	42.766.934	42.543.289
Mercancías*	Cargadas	11.935.572	11.399.165
	Descargadas	20.464.252	19.421.165
Graneles líquidos*	Productos petrolíferos	15.319.084	14.026.604
	Otros graneles líquidos	1.179.323	1.111.975
Graneles sólidos*	Mercancía general en contenedores	6.462.608	6.608.054
	Otra mercancía general	3.209.188	3.273.401
Mercancía general*		9.671.797	9.881.454

\*Datos en toneladas

Tabla 4. Estadística de tráfico del puerto de Pasajes (2014-2015)

		2015	2014
Buques	Número	89	85
	G.T. (Gross Tonnage)	624.394	565.640
Mercancías*	Cargadas	131.223	148.956
	Descargadas	220.590	178.834
Graneles líquidos*	Por instalación especial		
	Sin instalación especial		
Graneles sólidos*	Por instalación especial		
	Sin instalación especial	152.227	144.703
Mercancía general*		199.586	183.088

\*Datos en toneladas

Tabla 5. Principales graneles líquidos y sólidos en el puerto de Bilbao (2014-2015)

	2015	2014
Crudo de petróleo	9.958.625	8.271.854
Fueloil	1.195.930	2.288.051
Gasoil	1.755.085	1.429.612
Gasolina	1.538.141	1.241.574
Gas natural	1.701.400	1.206.321
Habas de soja	1.001.064	960.266
Productos químicos	958.820	932.462
Otros productos petrolíferos	871.302	797.229
Chatarra de hierro	687.991	745.827

\*Datos en toneladas

En el resto de los puertos considerados, en su mayoría puertos pesqueros y deportivos, se puede asumir un peligro menor, causado por una inadecuada manipulación de las aguas de sentina y de los puntos de abastecimiento de combustible, o bien por un accidente de una embarcación que realiza operaciones en el puerto. Estos puertos son: Plentzia,

Armintza, Bermeo; Mundaka, Elantxobe, Ea, Lekeitio, Ondarroa, Mutriku, Deba, Zumaia, Getaria, Orio, Donostia, Hondarribia.

Cabe mencionar la consideración que recibe el puerto de Bermeo como puerto marítimo comercial además de puerto pesquero, <<http://www.euskadi.eus/informacion/puerto-de-bermeo-vizcaya/web01-a2garrai/es/>> con volumen de 263.293 toneladas de transporte marítimo en 2015.

El Real Decreto 253/2004, del 13 de febrero, por el que se establecen medidas de prevención y lucha contra la contaminación en las operaciones de carga, descarga y manipulación de hidrocarburos en el ámbito marítimo y portuario y, posterior actualización en el Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina, obligan a que todos los puertos marítimos tengan un Plan Interior de contingencias por contaminación marina accidental. Estos planes interiores tienen como objetivo establecer los medios humanos y materiales, así como el protocolo de actuación para combatir cualquier vertido que se produzca en el ámbito de responsabilidad portuaria. No obstante, a pesar de adoptar estrictos procedimientos de buenas prácticas operacionales, los derrames de hidrocarburos y otras sustancias potencialmente peligrosas pueden suceder y, dependiendo de su tamaño y su localización, pueden causar daños tanto materiales como ambientales fuera del ámbito de responsabilidad del puerto. Es por esta razón que en el presente análisis se consideran como focos de peligro los 15 puertos gestionados por Gobierno Vasco y los 2 puertos de interés general.

### *2.1.3 Instalaciones industriales*

Las instalaciones industriales consideradas en este análisis son aquellas relacionadas con el transporte, almacenamiento y tratamiento de productos hidrocarburos y sustancias nocivas y potencialmente peli-

grosas. Estas instalaciones son susceptibles de generar accidentalmente una contaminación marina.

El Real Decreto 840/215, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, obliga a que las empresas que manipulan este tipo de sustancias elaboren un Plan de Emergencia Exterior (PEE). Los PEE sirven para prevenir y mitigar las consecuencias de accidentes graves de carácter químico que puedan suceder en las empresas. Se establecen las funciones y el esquema de coordinación de las autoridades y los servicios de intervención, así como los recursos humanos y materiales necesarios para aplicarlo y las medidas de protección idóneas. No obstante, en caso de vertido al mar de gran envergadura, la emergencia puede tener alguna repercusión fuera de los límites de las empresas. Es por esta razón que en este análisis se han tenido en cuenta estas empresas como eventual foco de contaminación al mar. En la Figura 1 se muestra la localización de estas empresas que se sitúan, en su mayoría, dentro de las aguas portuarias del puerto de Bilbao. Las instalaciones y sustancias que podrían dar lugar a un derrame accidental grave al medio marino son:

- ACIDEKA, S.A. – Anilina y acrilonitrilo.
- INEOS SULPHUR CHEMICALS SPAIN S.A. – Óleum.
- ESERGUI, S.A: Gasolina y gasóleo.
- TERMINALES PORTUARIAS S.A. TEPSA – Acrilonitrilo, gasóleo y gasolina.
- PETRÓLEOS DEL NORTE, S.A. (Petronor) – Crudo.
- COMPAÑÍA LOGISTICA DE HIDROCARBUROS CLH: Gasolina, gasóleo y queroseno.
- DBA BILBAO PORT S.L.: Gasóleo y gasolina.

La Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología del Gobierno Vasco ha desarrollado un PEE específico para los accidentes en la Zona Portuaria de Bilbao, en el que se articula la organización y los recursos necesarios para hacer frente las situaciones de emergencia que puedan tener alguna repercusión fuera de los límites de la propia planta, afectando al entorno de esta.

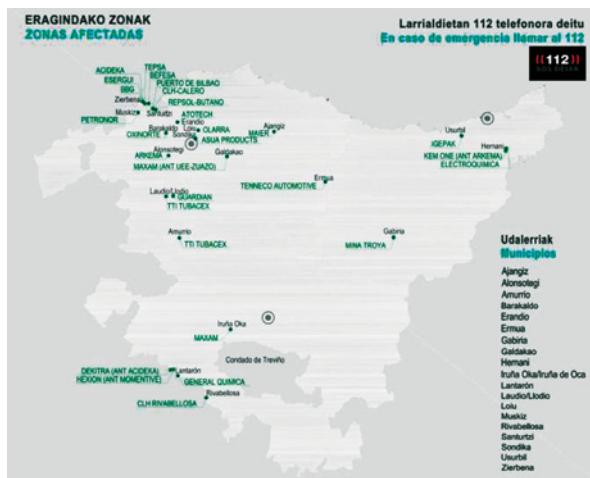


Figura 1. Mapa de empresas y zonas afectadas por los Planes Exteriores de Emergencias (PEE) de Euskadi (última actualización 13/02/1015). Fuente: <[http://www.euskadi.eus/gobierno-asco/contenidos/informacion/planes\\_pee/es\\_doc/pee.html](http://www.euskadi.eus/gobierno-asco/contenidos/informacion/planes_pee/es_doc/pee.html)>.

Además, en la costa vasca se encuentra la Plataforma de la Gaviota situada a 6 millas náuticas de Urdaibai, que en 1994 comenzó su actividad como almacenamiento de gas natural. Esta actividad puede generar un vertido accidental de hidrocarburos y, por ello, tienen un plan de contingencias específico. Las sustancias vertidas al mar accidentalmente podrían ser gasóleo, Baker Petrolite, condensado y lubricantes.

## 2.2 Fuentes de origen marino

Los focos de contaminación potencial situados en el mar se dividen en dos grupos; por una parte, están las áreas marinas objeto de

concesión para la explotación, prospección y explotación petrolífera, cuya localización es muy concreta, y por otro, los corredores marítimos por los cuales discurre el tráfico marítimo de productos potencialmente contaminantes.

### 2.2.1 Tráfico marítimo

Los focos móviles de contaminación son principalmente buques petroleros y cualquier buque mercante que transporte mercancías potencialmente contaminantes. Por otro lado, es importante tener en cuenta además la posible contaminación que supone un vertido desde los tanques de combustible de los buques, tanto mercantes como pesqueros.

En la Figura 2 se ha representado la densidad de tráfico marítimo en el año 2013 dentro de nuestro ámbito de aplicación. Esta información ha sido extraída del repositorio KNB (<https://knb.ecoinformatics.org>). Se ha dividido la intensidad de tráfico en cuatro categorías. Desde la categoría 1 que indica las zonas con menor intensidad de tráfico a la categoría 4 que denota las zonas con mayor intensidad de tráfico. La ruta marítima del puerto de Bilbao es la que mayor densidad de tráfico tiene (categoría 4, representa el 89% de las toneladas de tráfico por vía marítima según los datos de 2015) seguida de la del puerto de Pasajes (categoría 3, que supuso el 10% del tráfico marítimo de mercancías) y el resto corresponde al puerto de Bermeo.

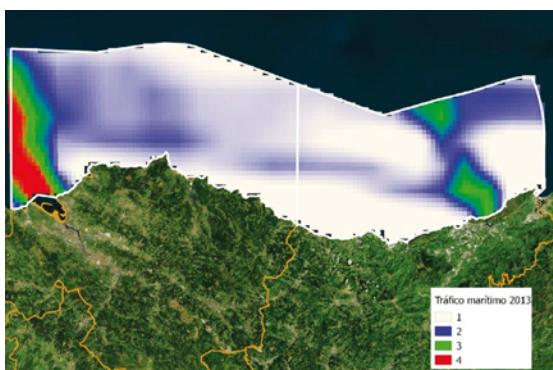


Figura 2. Intensidad de tráfico marítimo durante 2013 en el ámbito de aplicación del Plan.

### **3. ESCENARIOS ACCIDENTALES**

#### **3.1 Sustancias contaminantes**

En este apartado se describen las principales sustancias contaminantes identificadas que pueden ser vertidas al mar, señalando su comportamiento en el medio marino, el tipo de peligrosidad que representa, y los protocolos a seguir en caso de producirse un derrame. En el ANEXO B se incluyen “Fichas de Comportamiento Específico” de estas sustancias. Dichas sustancias se clasifican según el comportamiento genérico (volátil, precipitante, soluble, flotante): y los diferentes subtipos, siguiendo la terminología del Convenio de Bonn.

El objeto de esta recopilación de “Fichas de Comportamiento Específico” es poder disponer, de modo más directo, de la información más relevante sobre la sustancia, combinando aspectos recogidos en hojas de producto, fichas de seguridad, etc., y resaltando los aspectos que puedan ayudar a tomar una decisión sobre las medidas iniciales de intervención, a mantener los objetivos principales de la actuación en caso de vertido y a establecer un plan de seguimiento.

##### **3.1.1 Hidrocarburos**

- *Petróleo crudo:* Líquido de color pardo a negro con irisciones, viscoso, de olor característico, con frecuente olor a huevos podridos debido al desprendimiento de sulfuro de hidrógeno. La sustancia flota sobre el agua y puede desprender gases tóxicos (SH<sub>2</sub>) e inflamables (metano y otros). La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Puede causar cáncer. La sustancia es nociva para los organismos acuáticos y sus efectos pueden ser duraderos.

- *Fueloil*: Líquido negro, viscoso, de olor característico. Al igual que el crudo se trata de una sustancia que flota sobre el agua y puede desprender gases tóxicos e inflamables. Las características de un vertido de fueloil son muy parecidas a un vertido de petróleo crudo.
- *Gasóleo*: Líquido marrón, ligeramente viscoso, de olor característico. Una vez en el agua el gasóleo flota mientras se va evaporando (más lentamente que la gasolina). La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química. El líquido desengrasa la piel. La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.
- *Gasolina*: Líquido ligero y muy volátil, de olor característico. El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central. Tóxico en caso de inhalación. Confusión mental. Tos. Vértigo. Somnolencia. Embotamiento. Dolor de cabeza. Tóxico en contacto con la piel y en caso de ingestión. Irritante nocivo por inhalación de vapores. Tóxico para los organismos acuáticos. El producto puede contener aditivos que pueden modificar los efectos sobre la salud y el medio ambiente.

Cuando se produce un vertido de cualquier hidrocarburo en el mar, lo primero que se debe hacer, es valorar las posibilidades de intervención tras haber descartado el riesgo de incendio o explosión.

### 3.1.2 Otras sustancias nocivas y potencialmente peligrosas

- *Oleum (ácido sulfúrico)*: Líquido higroscópico incoloro, aceitoso y denso e inodoro. Es soluble y más denso que

el agua. Corrosivo para los metales. Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. Muy tóxico para los organismos acuáticos. Una vez en el agua ya no es posible recoger o retener el ácido.

- **Anilina:** Líquido incoloro, aceitoso, de olor característico. Por exposición al aire o a la luz, vira a marrón. Líquido con densidad similar a la del agua de mar, puede flotar o hundirse dependiendo de las condiciones. Poco volátil. Tóxico en caso de inhalación, en contacto con la piel y en caso de ingestión. Provoca lesiones oculares graves. Líquidos y vapores inflamables. Tóxico para los organismos acuáticos. Una vez en el agua intentar recuperar la mayor parte posible ya que si se hunde, a medio plazo, acabará disuelta en el agua.
- **Acrilonitrilo:** Líquido entre incoloro o amarillo pálido, de olor acre. Líquido parcialmente soluble en agua, puede formar películas flotantes y es bastante volátil. Líquidos y vapores inflamables. La sustancia y el vapor irritan los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Provoca lesiones oculares graves. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central. La exposición muy prolongada puede producir la muerte. Tóxico en caso de inhalación, en contacto con la piel y en caso de ingestión. Tóxico para los organismos acuáticos. Una vez en el agua, si la sustancia no se recupera, acabará disuelta en el agua. Tener en cuenta que el vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del agua, produciéndose una ignición en un punto distante.

### **3.2 Análisis histórico de accidentes**

Se ha consultado a Salvamento Marítimo (SASEMAR) sobre los incidentes ocurridos en los últimos 50 años con resultado de una con-

taminación marina en el SE del Golfo de Bizkaia (en el entorno de la costa vasca). En el ANEXO C se incluye el listado de incidentes de contaminación marina en los que SASEMAR ha coordinado las operaciones o ha prestado colaboración a las autoridades portuarias u otros organismos. Los datos incluidos se remontan al 2005, fecha desde la que se dispone de un registro informático de los datos, y proporcionan la siguiente información:

- Fecha del suceso.
- Posición.
- Si se trató o no de una falsa alerta.
- El tipo de buque o instalación afectado y su nombre (Draga, Mercante, Pesquero, otros o desconocido).
- Tipo de contaminante (sólo en los casos que se haya identificado).
- Causa de la contaminación, en los casos en los que se haya identificado (operacional o accidente).

En la Figura 3 se muestra la localización de estos incidentes.



Figura 3. Localización geográfica de los incidentes registrados por SASEMAR entre el año 2005 y mediados de 2016.

Concretamente, para este análisis se han considerado los incidentes ocurridos en los puertos de la CAPV y en el ámbito de aplicación de este Plan. De los 51 incidentes registrados en los últimos 10 años: 21 ocurrieron dentro de recintos portuarios (Tabla 6) y 30 incidentes ocurrieron dentro del ámbito de aplicación de este Plan. Con estos datos se extrae la siguiente conclusión sobre la probabilidad de incidente:

- La probabilidad de que un día ocurra un incidente dentro de alguno de los recintos portuarios es de 0,006 (21 días con incidentes/3650 días).
- La probabilidad de que un día ocurra un incidente dentro del ámbito de aplicación del Plan es de 0,008 (30 días con incidentes/3650 días).

Tabla 6. Incidentes ocurridos en puertos de la CAPV entre 2005 y 2015 (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Puerto de Bilbao	8
Bahía de Plentzia	3
Puerto de Bermeo	2
Puerto de Lekeitio	1
Puerto de Ondarroa	3
Puerto de Getaria	3
Puerto de Pasaia	1

En la Figura 4 se muestra la evolución del número de incidentes ocurridos anualmente. La probabilidad de que ocurra un incidente al año es mayor de 0.9, es decir, es muy probable, casi seguro de que ocurrirá un incidente al año.

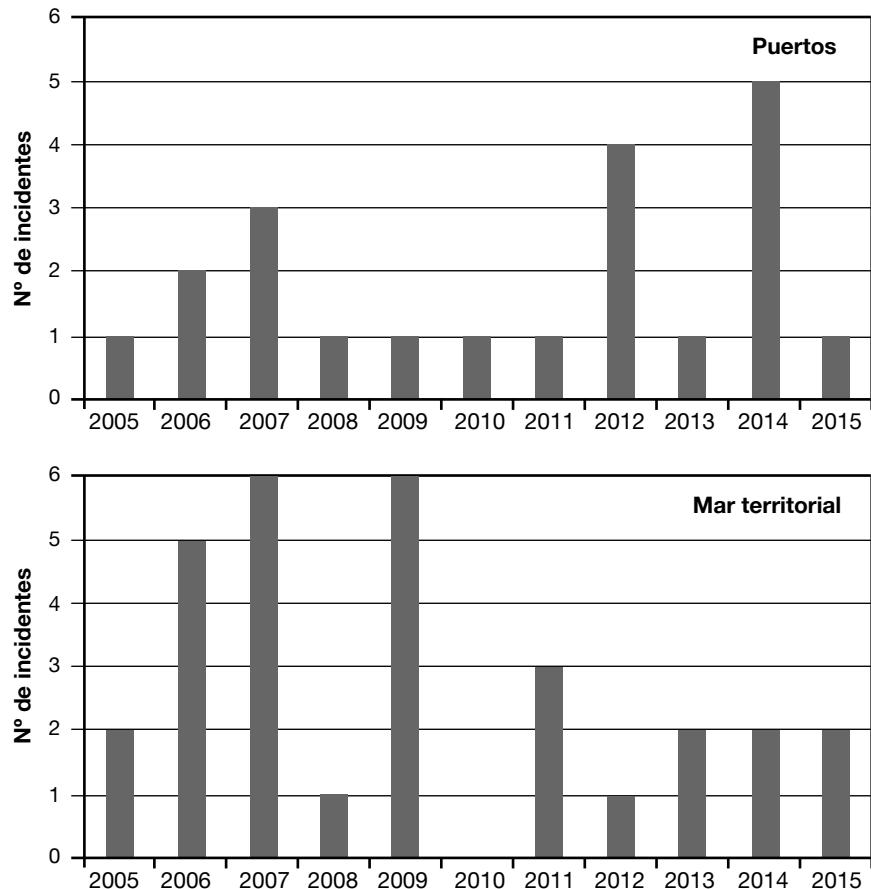


Figura 4. Evolución anual del número de incidentes atendidos por SASEMAR en la zona de estudio. Figura superior: Puertos de la costa vasca. Figura inferior: Mar Territorial hasta el límite provincial con Cantabria).

En la Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, se describen los 21 incidentes ocurridos dentro de recintos portuarios. De estos datos se puede extraer las siguientes conclusiones:

- La probabilidad de que el origen de la contaminación sea desconocido es de 0,714.

- La probabilidad de que el tipo de buque desde el cual se produjo la contaminación sea desconocido es de 0,762.
- La probabilidad de que el tipo de contaminante sea desconocido es de 0,476.
- La probabilidad de que el contaminante sea un hidrocarburo es de 0,429.

Tabla 7. Incidentes ocurridos entre 2005 y 2015 en función del origen de la contaminación.  
Incidentes ocurridos dentro de recintos portuarios de la CAPV (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Desde buque atracado	4
Desde buque hundido	1
Desde instalación en tierra	1
Origen desconocido	15

Tabla 8. Incidentes ocurridos entre 2005 y 2015 en función del tipo de buque desde donde se originó la contaminación. Incidentes ocurridos dentro de recintos portuarios de la CAPV (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Pesquero	2
Otros	3
Desconocido	16

Tabla 9. Incidentes ocurridos entre 2005 y 2015 en función del tipo de contaminante.  
Incidentes ocurridos dentro de recintos portuarios de la CAPV (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Aceite y espuma	1
Peces muertos	1
Hidrocarburos	9
Desconocido	10

Tabla 10. Incidentes ocurridos entre los años 2005 y 2015 en función de la causa de la contaminación. Incidentes ocurridos dentro de recintos portuarios de la CAPV (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Operacional	4
Accidente	1
Desconocida	16

Asimismo, en la Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13 se describen los 30 incidentes que han ocurrido dentro del ámbito de aplicación de este Plan. De estos datos se puede extraer las siguientes conclusiones:

- La probabilidad de que el origen de la contaminación sea desconocido es 0,9.
- La probabilidad de que el tipo de buque desde el cual se produjo la contaminación sea desconocido es de 0,933.
- La probabilidad de que el tipo de contaminante sea desconocido es de 0,567.
- La probabilidad de que el contaminante sea un hidrocarburo es de 0,333.

Tabla 11. Incidentes ocurridos entre 2005 y 2015 en función del origen de la contaminación. Incidentes ocurridos dentro del ámbito territorial de aplicación del Plan (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Desde buque atracado	1
Desde buque en navegación	1
Desde instalación en tierra	1
Origen desconocido	27

Tabla 12. Incidentes ocurridos entre 2005 y 2015 en función del tipo de buque desde donde se originó la contaminación. Incidentes ocurridos dentro del ámbito territorial de aplicación del Plan (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Draga	1
Otros	1
Desconocido	28

Tabla 13. Incidentes ocurridos entre 2005 y 2015 en función del tipo de contaminante. Incidentes ocurridos dentro del ámbito territorial de aplicación del Plan (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Algas y restos orgánicos	1
Hierba y espuma	1
Rebose de red saneamiento	1
Hidrocarburos	10
Desconocido	17

Tabla 14. Incidentes ocurridos entre 2005 y 2015 en función de la causa de la contaminación. Incidentes ocurridos dentro del ámbito territorial de aplicación del Plan (fuente: SASEMAR)

	Nº incidentes
Operacional	2
Desconocida	28

### 3.3 Escenarios accidentales posibles

A partir de la identificación de las fuentes terrestres y marinas de contaminación y el análisis de incidentes históricos se han definido unos escenarios genéricos que pudieran producir, en el caso concreto de la costa vasca, la activación del Plan Especial de Emergencias de Euskadi

ante la Contaminación de la Ribera del Mar. En la Tabla 14 se resumen estos escenarios.

En estudios de riesgos de referencia, generalmente el volumen vertido, si procede de una instalación de almacenamiento, no supera las 10 toneladas de producto contaminante, pero puede incrementarse si se produce en terminales marítimas. Se ha considerado como escenario crítico un derrame de 100 toneladas desde cualquier terminal marítimo, plataforma industrial fija o puerto de la CAPV.

Según las estimaciones de IPIECA en *A guide to contingency planning for oil spills on water*, <<http://www.ipieca.org/publication/oil-spill-contingency-planning>>, a partir del análisis de numerosos accidentes de petroleros con resultado de derrame de hidrocarburos al mar, se puede considerar que un petrolero de tonelaje medio de unas 100.000 t puede llegar a originar un vertido en el mar, en el espacio de 1 a 2 días de unas 20.000 t de hidrocarburo. Esta cantidad al extenderse en superficie puede afectar a toda la costa vasca. El grado de afección será en general, menor cuanto más lejos del litoral se haya producido el vertido. En cambio, la extensión de la contaminación será mayor. No obstante, no se ha considerado este escenario ya que en caso de darse un vertido de esta envergadura, se activarán otros planes e incluso Planes de cooperación internacional.

En este plan se han considerado vertidos al mar, desde las zonas de mayor tráfico marítimo, de 1.000 t de producto. Esta consideración deriva de la estima en el consumo de gasoil de diferentes tipos de buques que transitan por la zona de estudio. Un buque mercante de tonelaje medio consume del orden de 70 t/día de gasoil y, en el caso de un buque de tonelaje grande, el consumo es del orden de 90 t/día. En cambio un buque atunero consume del orden de 10 t/día. La cantidad de combustible que lleven a bordo estos buques dependerá de los días que estén en la mar. El número de días en la mar de un mercante o un atunero puede rondar entre 20 y 40, por lo que la cantidad de gasoil

que estos buques pueden contener en sus tanques de combustible está entre 300 y 4.000 t.

Los buques que transportan productos químicos suelen ser de menor envergadura que los petroleros, y por tanto, el vertido que éstos puedan producir será de menores dimensiones.

Tabla 15. Posibles escenarios accidentales contemplados en el este Plan

Localización	Posibles causas	Productos	Magnitud de la Cantidad derramada
Vertidos tierra-mar (industriales)	Fisuras en conducciones terrestres	Hidrocarburos	100 t
Instalaciones portuarias (puertos), Instalaciones industriales y plataformas industriales	Fallo mecánico y/o humano en las operaciones de: • carga y descarga • entrada/salida de puerto • atraque/desatraque  Explosión y/o incendio	Sustancias químicas peligrosas	
Tráfico marítimo	Fallo mecánico y/o humano en la navegación  Fractura del casco  Desplazamiento de la carga y escora del buque por un golpe de mar  Explosión y/o incendio a bordo  Vía de agua	Hidrocarburos  Sustancias químicas peligrosas	1.000 t

## **4. ALCANCE DE LOS ESCENARIOS ACCIDENTALES**

La estima del alcance espacial de posibles accidentes producidos desde los focos anteriormente descritos se ha realizado a través de un análisis de alcance o afección de las manchas, abordándolo desde la modelización numérica de la evolución de la contaminación diferentes situaciones océano-meteorológicas.

### **4.1 Modelado de la dispersión de los contaminantes**

En este estudio se ha utilizado el modelo TRIMODENA que está constituido por modelos numéricos de desarrollo propio tanto para la resolución del problema hidrodinámico como para la resolución del problema de dispersión, mediante aproximaciones lagrangianas y eulerianas. A continuación, se presenta una breve descripción de este software. El modelo tridimensional de Elementos Finitos TRIMODENA® es el resultado del trabajo desarrollado conjuntamente por el Laboratorio de Ingeniería Marítima (LIM) de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cataluña y el Instituto Tecnológico para la Pesca y Alimentación (AZTI), en el seno del proyecto PACOS del programa ESPRIT de la Unión Europea (UE), para la optimización y paralelización de un modelo hidrodinámico en el medio marino.

La simulación de las corrientes y la superficie libre se efectúa con:

- ECADIS, calcula las corrientes y variaciones del nivel medio del mar producidas por el viento.
- MAREAS, propaga la marea astronómica y evalúa las corrientes y los niveles del mar.

Desde el punto de vista numérico, ECADIS y MAREAS son dos códigos de Elementos Finitos para la resolución numérica de las ecua-

ciones de aguas someras. Las ecuaciones de aguas someras son una descripción físicomatemática adecuada para la representación de los procesos oceanográficos que aquí nos ocupan. Estas equivalen a la expresión matemática en términos diferenciales de los principios de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento o segunda ley de Newton.

Para el estudio numérico de la dispersión se ha utilizado un conjunto amplio de modelos numéricos en Elementos Finitos mediante técnicas eulerianas y modelos numéricos de simulación lagrangiana que permiten estudiar estos procesos desde diferentes ópticas adaptadas a la complejidad matemática del problema. En el caso de los hidrocarburos se dispone del paquete de programas RECODE que incluye en sus ecuaciones constitutivas una metodología para contemplar el conjunto de procesos que, conocidos por el término de envejecimiento, afectan a los hidrocarburos en el medio marino (Gyssels *et al.*, 2005).

Para las simulaciones de los vertidos que se disuelven en la columna de agua, se ha utilizado el esquema de Corrección de Flujo en el Transporte en Elementos Finitos (FEM-FCT) (John y Schmeyer, 2008; Kuzmin, 2009). La implementación de esta técnica sobre un modelo para la ecuación de convección-difusión, su validación con soluciones analíticas y su aplicación a un ámbito portuario puede verse en González *et al.* (2012).

*La probabilidad de afección* se calcula una vez producido el vertido en uno de los puntos de riesgo definidos, fijando una tipología de sustancia (bien un vertido que flote y se desplace por la superficie, bien un vertido que se disuelva en la columna de agua) y teniendo en cuenta las condiciones océano-meteorológicas del instante en que se ha producido el vertido.

Se considera como estima de la probabilidad de afección la frecuencia de aparición de cada condición océano-meteorológica (combi-

nación de la situación de marea astronómica, intensidad y dirección del viento). Mediante modelado numérico se determinan las zonas que, en esas condiciones de simulación y durante un plazo representativo, se ven afectadas por el vertido. Los puntos de la malla computacional que en algún momento de la simulación tienen concentración de la sustancia no nula tendrán, en esas condiciones, un índice de afección igual a 1, mientras que los puntos que no se ven afectados (concentración nula) tendrán, en esas condiciones, un índice de afección de 0. Multiplicando la frecuencia de ocurrencia de la situación océano-meteorológica por el campo de índice de afección obtenido por este método (un mapa de 1 y 0) se obtiene un mapa de probabilidad de afección por el vertido en dichas condiciones.

El proceso anteriormente descrito se repite en tantas condiciones océano-meteorológicas como se hayan considerado necesarias para describir el clima de la zona de estudio (984 casos en este trabajo). Por último, sumándolas, se obtiene un mapa de probabilidad de afección por vertidos del tipo de sustancia fijado que tengan lugar desde el punto de riesgo que se haya considerado.

En todos los casos de estudio de la dispersión, no se ha contemplado ningún efecto de decaimiento (sedimentación, evaporación, etc.) con el fin de simplificar en lo posible el amplísimo espectro de sustancias que son susceptibles de ser vertidas accidentalmente al mar, y obtener una aproximación conservadora de la máxima extensión que el vertido puede alcanzar.

Se ha discretizado el dominio de estudio (Figura 1) mediante una malla de Elementos Finitos sobre la cual se han realizado las simulaciones numéricas y la hidrodinámica y la dispersión. Esta malla tiene 14.901 nodos y 14.436 elementos, el tamaño medio de los elementos es de 567 m, el lado mayor mide 2.146 m (situado en la zona del contorno de mar abierto) y el menor 24 m (en las zonas portuarias).

Teniendo en consideración la información climática de base (descrita en el siguiente apartado) y las dimensiones de la zona de estudio se ha fijado un plazo de 96 horas de simulación en la dispersión de sustancias vertidas al medio marino. Este plazo es sustancialmente mayor que el tiempo de respuesta a un evento de este tipo en el ámbito geográfico de una comunidad autónoma, el cual sería de 48 horas. Por otro lado, 48 horas de plazo puede considerarse, asimismo, como un plazo de tiempo en el cual las previsiones meteorológicas hoy en día disponibles son altamente fiables, por lo que la elección del escenario de viento más adecuado en esa situación de emergencia podría realizarse con un alto grado de confianza. No obstante, se han extraído los resultados de dispersión en los plazos de 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas como ayuda a las labores de actuación ante un vertido que se produjese desde los puntos de riesgo definidos.

Por último, es necesario fijar una condición inicial del vertido para poder realizar la simulación de su comportamiento. En este estudio se ha fijado una extensión inicial de la mancha como la parte que queda sobre la superficie marina de un círculo de radio de 100 m (es decir excluyendo la parte que queda en tierra), considerando el centro del círculo el propio punto de vertido.

## 4.2 Caracterización océano-meteorológica

A continuación, se describen las conclusiones del *Estudio de Clima Atmosférico y Marítimo en la Costa Vasca* (Rubio *et al.*, 2015) llevado a cabo para el presente análisis de riesgos. Este estudio se adjunta como anexo al presente documento (ANEXO E).

En el País Vasco la circulación atmosférica está influida por dos centros de actividad: la baja presión de Islandia y el anticiclón de las Azores. Entre ambos centros de presión suelen predominar los vientos de componente oeste a sudoeste, más fuertes en invierno y suaves e irregulares en verano. En invierno, el anticiclón de las Azores se desplaza hacia

el sudeste causando un predominio de vientos de componente sudoeste en la costa vasca; en verano, el anticiclón se desplaza hacia el noroeste propiciando vientos del norte y del noroeste en la costa cantábrica.

El efecto de la topografía terrestre y del clima sobre los vientos de la zona costera es notable en la zona y origina la variabilidad espacial que caracteriza los mismos. Si bien las diferencias del régimen de vientos en las estaciones analizadas pueden ser debidas a la diferente duración de los registros, a partir de datos de modelo, similares diferencias se observan en resultados de modelos numéricos atmosféricos. En los registros más cercanos a la costa, obtenidos a partir de las estaciones de Punta Lucero y Pasaia, se observa como el régimen está muy influenciado por la orografía a escala muy local. La variabilidad estacional en la dirección del viento se observa igualmente en todos los registros analizados y de forma muy marcada, por lo que es también un elemento clave a la hora de plantear escenarios de simulación de la deriva de vertidos contaminantes. Desde el punto de vista de posible afección de eventuales vertidos a la costa vasca, los vientos con componente norte (desde oeste-noroeste a nordeste) son los que suponen mayor riesgo de arribada de vertidos a la costa.

En cuanto a intensidades, en los registros analizados, al menos el 85% de las medidas tienen velocidades de viento (medidas horarias, velocidad media del viento) inferiores a  $35 \text{ km.h}^{-1}$  y entre 5 y  $25 \text{ km.h}^{-1}$  se encuentra del 65 al 70% de las medidas. Los vientos superiores a  $45 \text{ km.h}^{-1}$  se han registrado en torno a un 2-3% de los casos y situaciones de más de  $75 \text{ km.h}^{-1}$ , se encuentran ya casi en el rango de clima extremo.

Las corrientes en la zona de plataforma y talud están bajo la influencia de diferentes procesos. Se ha señalado el papel que la circulación estacional de talud, ligada a la corriente IPC, puede llegar a tener en el transporte oceánico en las capas superficiales del mar. Los valores típicos asociados a esta corriente varían estacionalmente, pudiendo alcanzar valores de hasta  $70 \text{ cm.s}^{-1}$ . Por ello, a pesar de que el viento

es el elemento que modula, principalmente, las corrientes en la zona, la inclusión del efecto de la corriente en el talud en las simulaciones como forzamiento en las condiciones de contorno es otro de los elementos que se ha considerado para este estudio de riesgo de contaminación marina.

Las corrientes en la costa vasca, especialmente las corrientes superficiales, son debidas sobre todo al esfuerzo tangencial del viento, siendo la contribución de la marea relativamente poco importante en situaciones de vientos medios y muy poco importante con vientos fuertes. Los valores característicos de las corrientes superficiales en la costa vasca se sitúan entre 5 y 35 cm.s<sup>-1</sup> con un valor medio típico de unos 20 cm.s<sup>-1</sup>. Considerando una relación del 3% entre la velocidad de la corriente superficial y la velocidad del viento incidente, 20 cm.s<sup>-1</sup> equivale a un viento de 24 km.h<sup>-1</sup>, es decir, dentro de los rangos más frecuentes medidos por las boyas situadas en la zona de estudio. En situaciones de fuerte viento pueden alcanzarse valores de hasta 100 cm.s<sup>-1</sup> o incluso algo mayores (producido por un viento de unos 120 km.h<sup>-1</sup>).

Desde el punto de vista del análisis de riesgo de la costa vasca ante un posible vertido contaminante, es necesario un conocimiento de las derivas asociadas a la circulación oceánica en un plazo de tiempo de 144 horas (7 días, dentro del intervalo en el que se consideran fiables las predicciones meteorológicas actuales).

Se han simulado las derivas de eventuales vertidos en los siguientes escenarios de corrientes producidas por el viento, marea y circulación en el talud:

- Escenarios de corriente inducida por el viento:
  - En la franja más costera (eventuales puntos de vertido a menos de 100 m de profundidad) se han considerado

las situaciones estacionales de viento (invierno y verano) registradas en las estaciones de Punta Lucero y Pasaia.

- En la franja de mar abierto (eventuales puntos de vertido a más de 100 m de profundidad) se han considerado la distribución de viento en la boya océano-meteorológica de Bilbao-Vizcaya.
- Escenarios de corriente inducida por la marea. Aunque en la costa vasca la corriente inducida por la marea astronómica no tiene un peso importante sobre las corrientes superficiales, cerca de costa su papel en corrientes verticalmente promediadas es mayor. En el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua dentro de la franja litoral el papel que juega la marea es importante, pero menos que el del viento. Por ello se ha considerado la corriente inducida por la marea astronómica en una situación de mareas de amplitud media (2,6 m), un ciclo representativo de las mareas muertas (1,6 m) y un ciclo de mareas vivas (3,75 m). Los instantes de inicio de la simulación en la evolución de la oscilación de la superficie libre se han tenido en cuenta mediante 8 fases de la marea (Figura 5).
- Circulación de talud con condiciones características de invierno y verano.

Se han considerado 41 casos posibles de direcciones e intensidades del viento. Una situación de calmas y 5 intensidades del viento procedentes de 8 sectores de dirección (por ejemplo, para el caso de la estación de Punta Lucero, véase la Tabla 16). Combinando los 41 casos de viento con las 24 combinaciones de marea (3 amplitudes de marea y 8 fases de marea) se obtienen 984 escenarios de simulación de la dispersión del vertido, durante 7 días, para cada uno de los puntos de riesgo que se definan.

Tabla 16. Distribución conjunta de intensidad y dirección de procedencia del viento (%) en la estación océano-meteorológica del dique de Punta Lucero en el puerto de Bilbao para el periodo 2003-2010

Velocidad/ Sector	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	TOTAL
Calmas< 2 km.h <sup>-1</sup>	--	--	--	--	--	--	--	--	2,28
2-8 km.h <sup>-1</sup>	3,94	1,22	1,60	2,44	1,62	1,00	2,75	3,37	17,94
8-12 km.h <sup>-1</sup>	2,91	1,00	0,95	2,91	1,16	0,61	2,27	2,55	14,34
12-28 km.h <sup>-1</sup>	5,74	3,76	1,15	13,81	6,13	1,45	7,17	8,15	47,36
28-32 km.h <sup>-1</sup>	0,55	0,34	0,02	0,90	1,11	0,30	1,23	1,42	5,87
>32 km.h <sup>-1</sup>	0,64	0,15	0,00	0,59	3,06	0,93	3,16	3,67	12,20
TOTAL	14,29	6,69	3,93	20,91	13,28	4,47	16,80	19,62	100,00

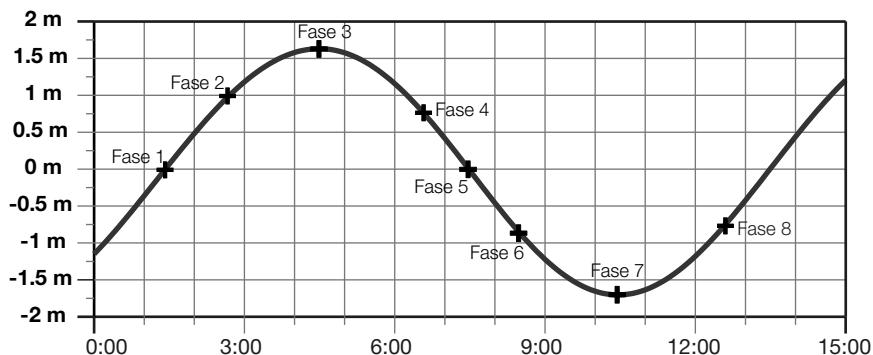


Figura 5. Las 8 fases de la marea astronómica consideradas para la definición de los escenarios de las condiciones océano-meteorológicas.

### 4.3 Mapas de la probabilidad de afección

Para cada uno de los 298 puntos de riesgo, o puntos considerados como fuentes de posible contaminación marina que se muestran en la Figura 6, se ha representado el alcance de la mancha contaminante in-

dicando la probabilidad de afección, es decir la probabilidad de que una zona se vea afectada (o alcanzada) en el caso de producirse un vertido en ese punto.

En la DAEM se dispone de los mapas de probabilidad de afección, tanto en formato imagen (gif) como en formato kml (para poder ser representados en Google Earth). A modo de ejemplo, de la Figura 7 a la Figura 12 se muestran los mapas obtenidos para el punto de riesgo 115. Punto que se sitúa frente al cabo Matxitxako (Figura 6). Se muestra la evolución de un vertido de 1.000 t en todas las condiciones océano-meteorológicas conocidas para nuestro ámbito de estudio (combinaciones lineales de los escenarios de corrientes superficiales de invierno, viento, dirección e intensidad, y situaciones de marea, amplitud y fase).

La evolución de las manchas es diferente en unos escenarios y en otros. En el escenario de invierno, por ejemplo, para una sustancia que flota, la probabilidad de que alcance la playa de Laida en menos de 6 horas sería alta ( $p>0,5$ ). En cambio, en el escenario de verano, la mancha no afectaría a esta playa hasta las 12 -24 horas del vertido ( $p>0,2$ ). Si se tratase de una sustancia que se disolviese en la columna de agua, la probabilidad de afección a la playa de Laida sería mucho menor ( $p<0,1$ ).

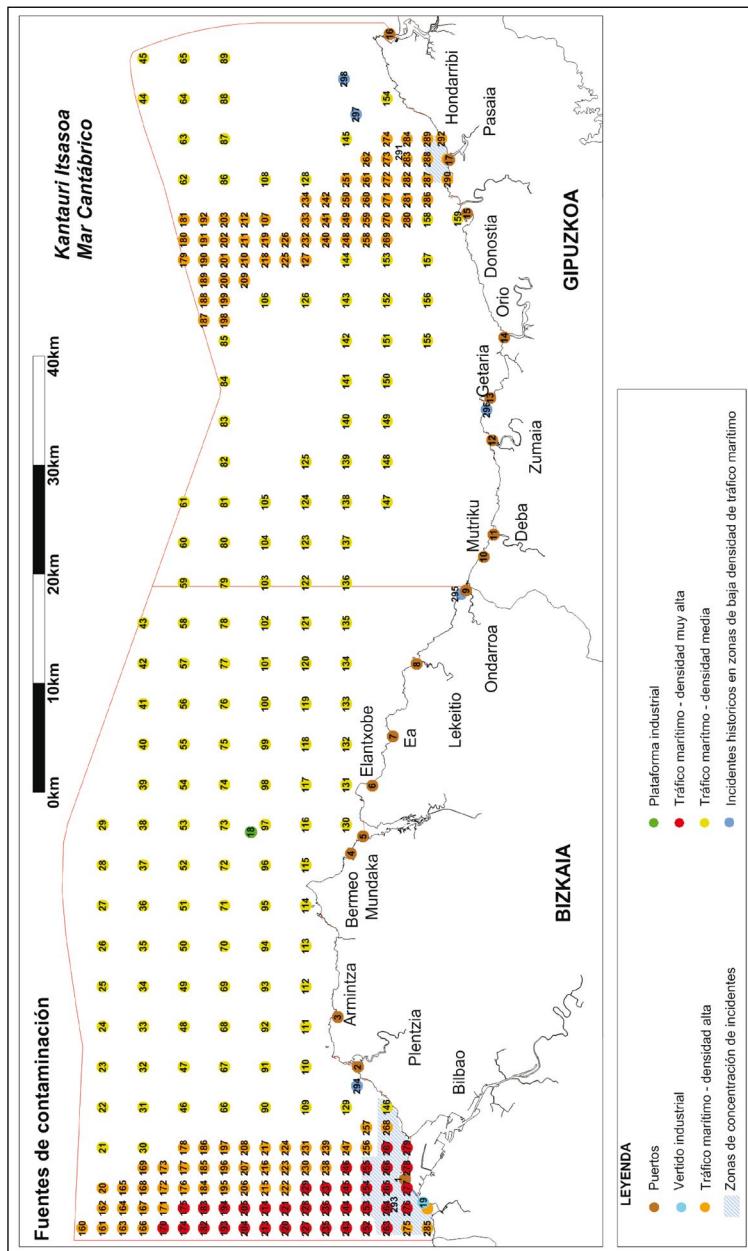


Figura 6. Mapa de puntos considerados como posibles fuentes de contaminación.

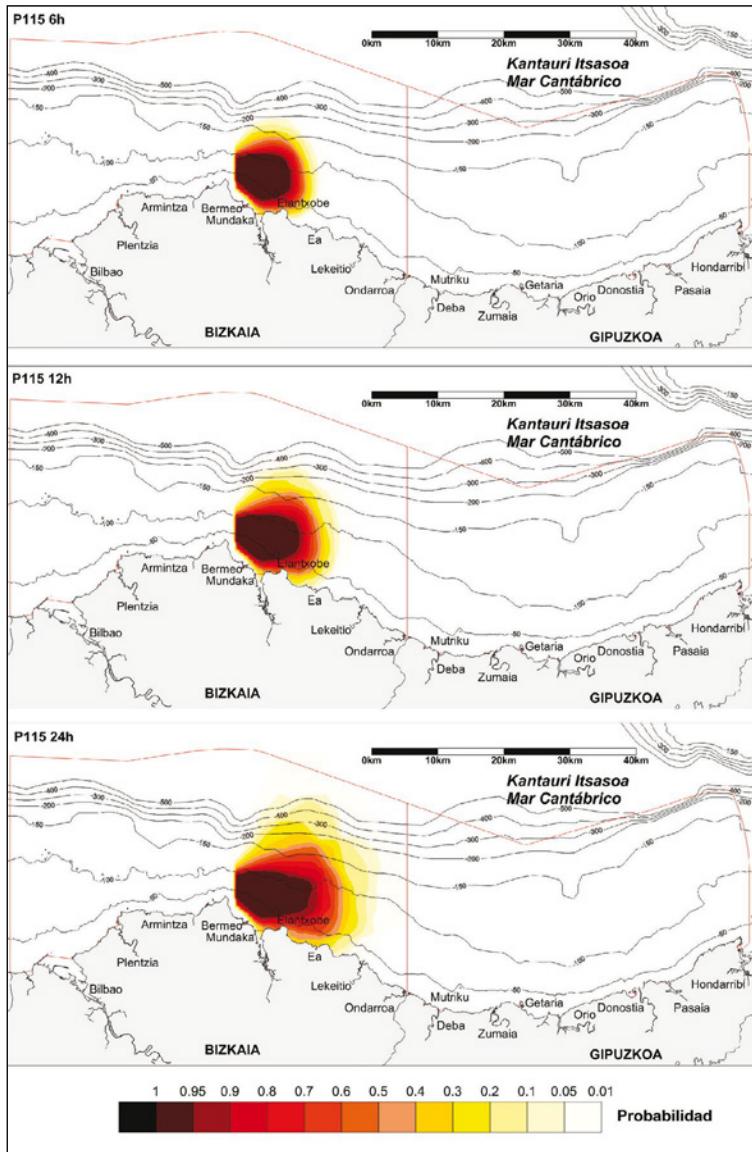


Figura 7. Probabilidad de afección de un vertido que flota procedente del punto de riesgo 115 (Figura 6) en condiciones océano-meteorológicas de invierno tras 6 h, 12 h y 24 h del vertido inicial.

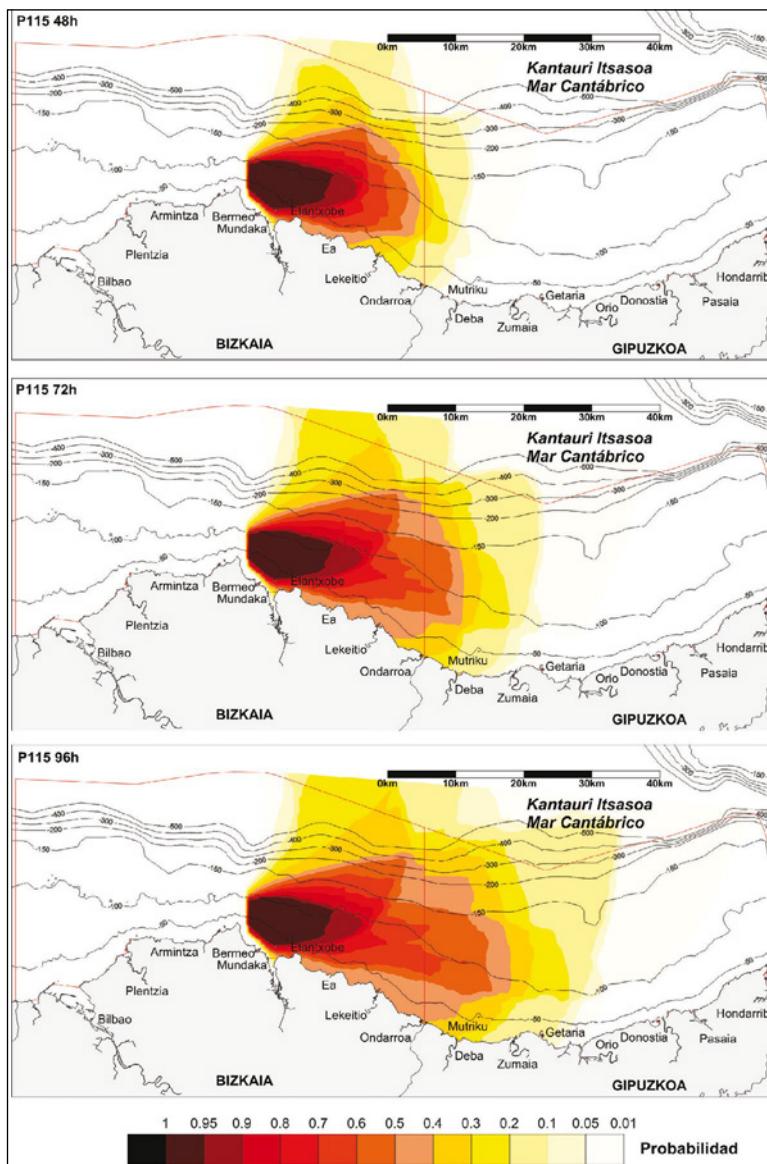


Figura 8. Probabilidad de afección de un vertido que flota procedente del punto de riesgo 115 (Figura 7) en condiciones océano-meteorológicas de invierno tras 48 h, 72 h y 96 h del vertido inicial.

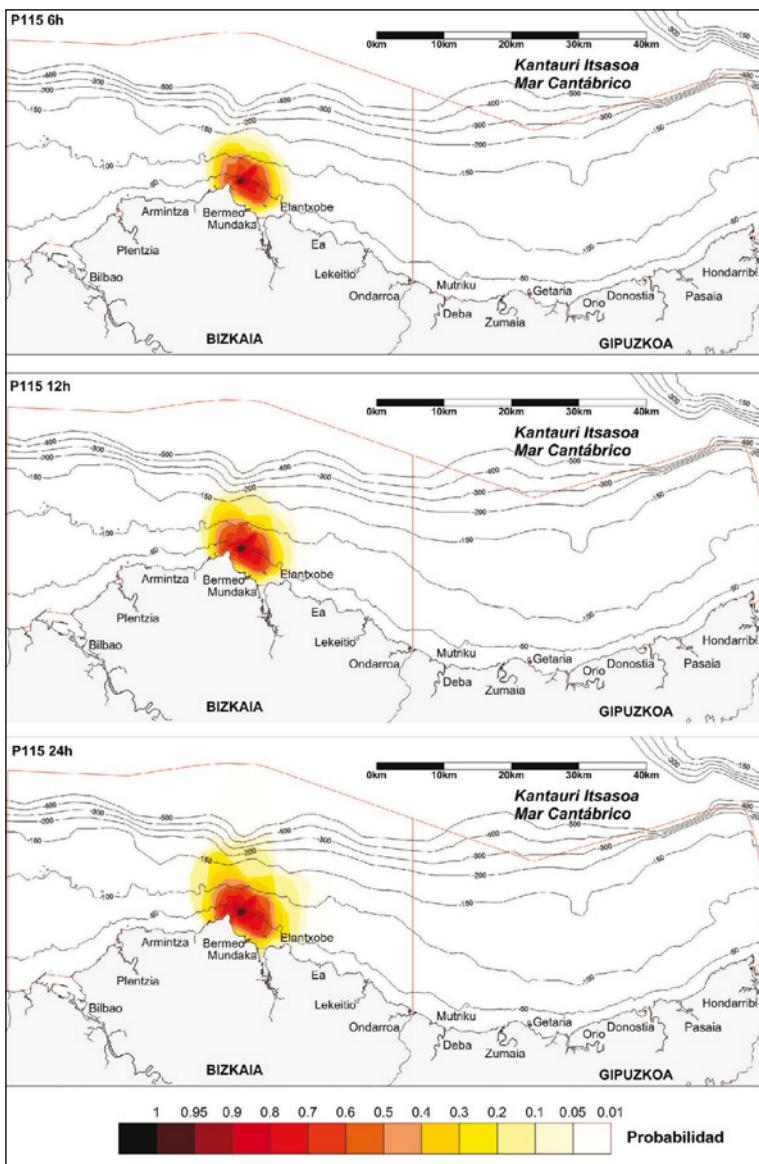


Figura 9. Probabilidad de afección de un vertido que flota procedente del punto de riesgo 115 (Figura 7) en condiciones océano-meteorológicas de verano tras 6 h, 12 h y 24 h del vertido inicial.

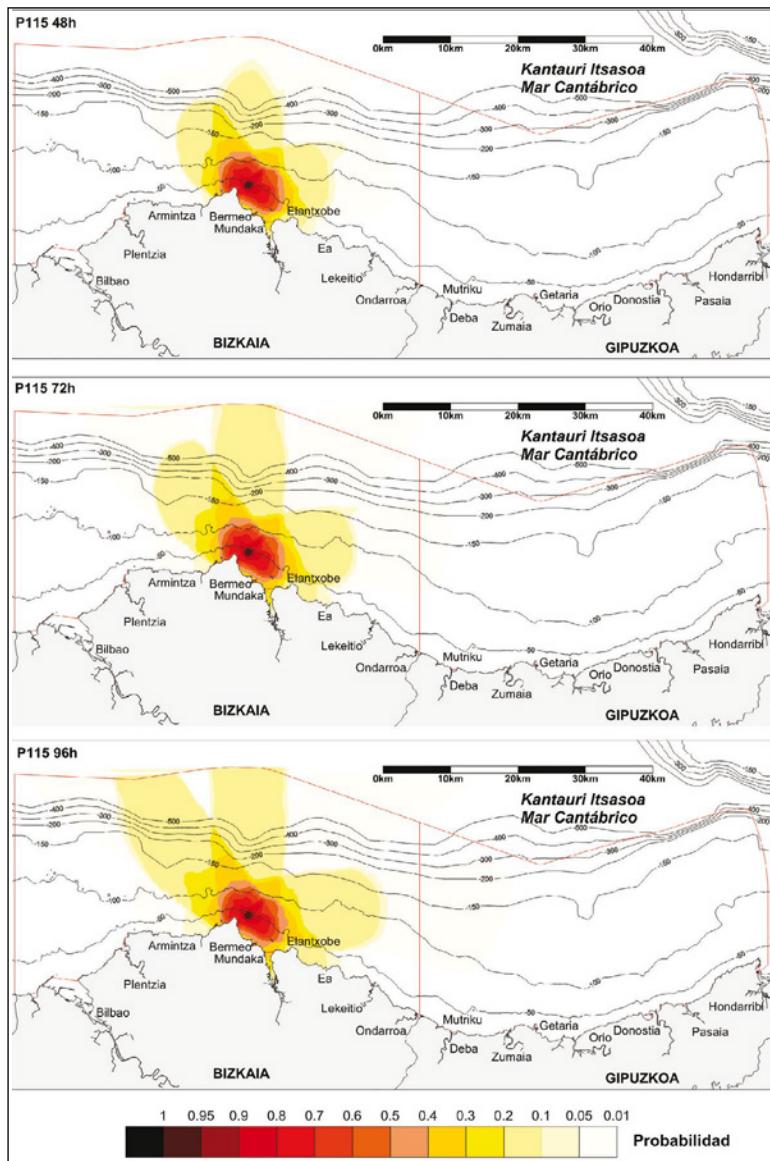


Figura 10. Probabilidad de afección de un vertido que flota procedente del punto de riesgo 115 (Figura 7) en condiciones océano-meteorológicas de verano tras 48 h, 72 h y 96 h del vertido inicial.

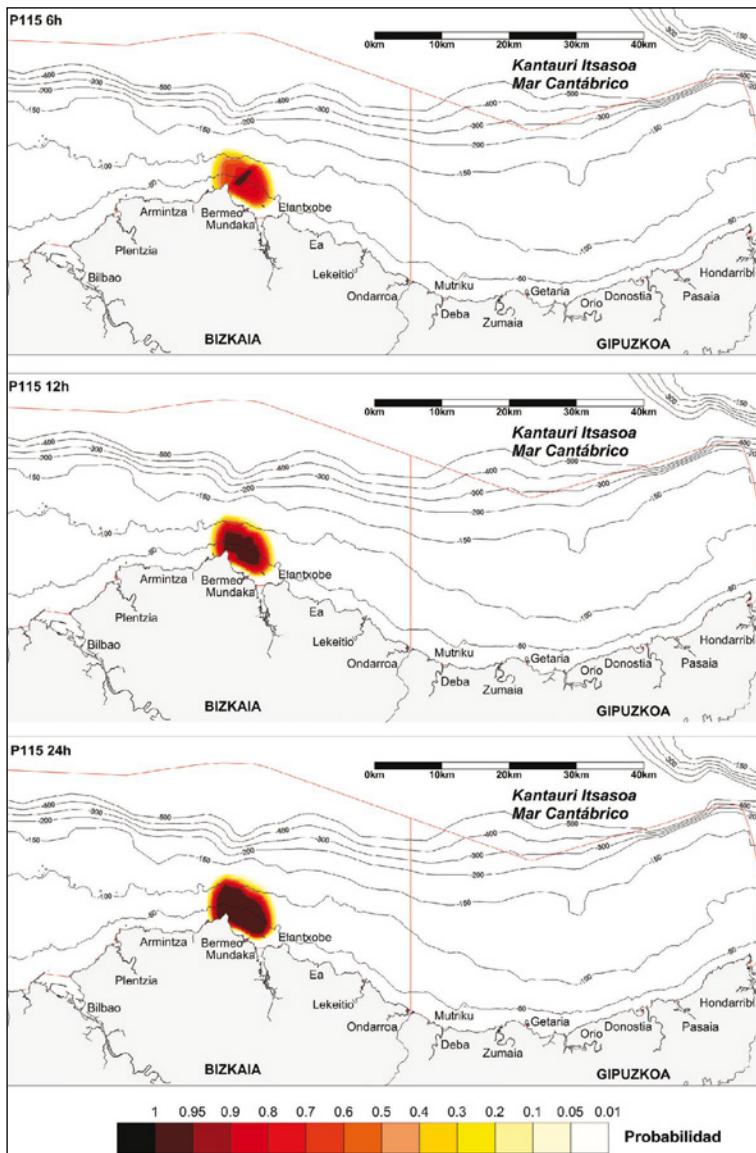


Figura 11. Probabilidad de afeción de un vertido que se disuelve en la columna de agua procedente del punto de riesgo 115 (Figura 7) tras 6 h, 12 h y 24 h del vertido inicial.

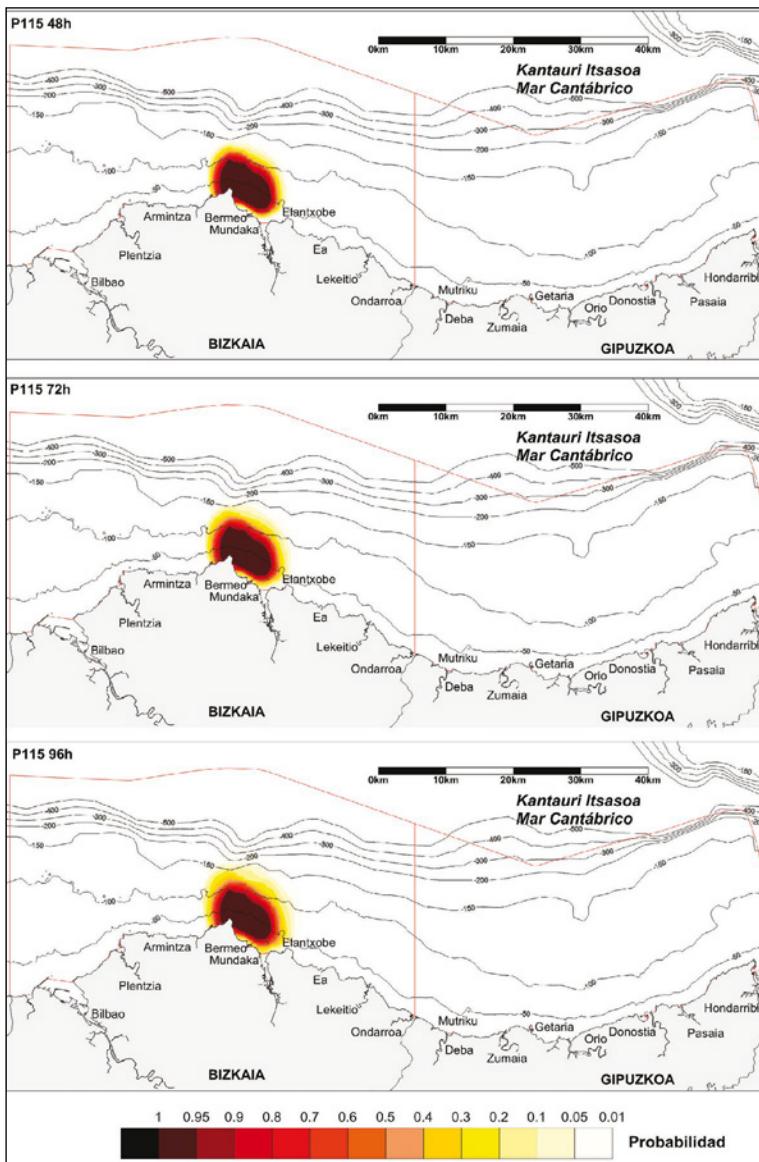


Figura 12. Probabilidad de afección de un vertido que se disuelve en la columna de agua procedente del punto de riesgo 115 (Figura 7) tras 48 h, 72 h y 96 h del vertido inicial.

## 5. ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Una vez conocidos los escenarios de posibles accidentes y su alcance es necesario conocer la probabilidad de que se produzcan (probabilidad de incidente o de ocurrencia). Para conocer esta probabilidad hace falta saber la frecuencia con la que se producen los accidentes en cada uno de los escenarios, para lo cual se debe recurrir a los datos históricos. Para ello contamos con la base de datos de incidentes históricos de SASEMAR (descritos en el apartado 3.2). No obstante, los incidentes registrados son escasos para llevar a cabo un análisis probabilístico espacial dentro de la zona de estudio. Si recurriésemos a este tipo de análisis la mayoría de puntos identificados como fuentes de contaminación por intenso tráfico marítimo tendrían riesgo cero; como alternativa, para tener en cuenta todos los puntos de riesgo identificados se ha recurrido a dar a cada punto un peso específico relacionado con su probabilidad de ocurrencia relativa. En la Tabla 17 se describen los pesos establecidos; así, por ejemplo, un punto que cae dentro de una zona de densidad de tráfico muy alta se le da un peso de 100. Si este mismo punto corresponde con una zona de concentración de incidentes se le suman otros 100 de peso, dando como resultado un peso total de 200. Una vez asignados los pesos a cada punto se estandarizan para que la suma de todos sea 1.

Tabla 17. Tabla de pesos para el cálculo de la probabilidad de incidente

	Peso
Puntos que corresponden con zonas de densidad de tráfico muy alta	100
Puntos que corresponden con zonas de densidad de tráfico alta	75
Puntos que corresponden con zonas de densidad de tráfico media	50
Puntos que corresponden con zonas de concentración de incidentes (áreas donde ha ocurrido más de 1 incidente)	100
Puntos definidos en la salida de los puertos	100
Puntos de vertidos industriales	100
Puntos plataformas industriales	100
Puntos donde ha ocurrido un incidente con anterioridad	25

## **6. MAPAS DE PELIGROSIDAD/ACCESIBILIDAD**

El índice de peligrosidad (o accesibilidad) se ha evaluado considerando la siguiente relación:

$$\text{Índice de peligrosidad / Accesibilidad} = \text{Pendiente} \bullet \text{Pafección}$$

La estimación de la probabilidad de incidente y de afección ha sido descrita en los apartados 4 y 5.

De la Figura 13 a la Figura 20 se incluyen los mapas de peligrosidad correspondientes al escenario océano-meteorológico de invierno para vertidos de sustancias que flotan y horizontes de predicción de 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h y 144 h. Existe una probabilidad relativamente alta (de entre 0,15 y 0,25) de que el tramo de costa comprendido entre Bilbao y cabo Matxitxako se vea afectado tras 24-48 h del vertido inicial. La siguiente zona con peligrosidad algo destacable ( $p > 0,1$ ) es el tramo de costa entre Donostia y Hondarribia tras 96 h del vertido.

De la Figura 21 a la Figura 28 se incluyen los mapas de peligrosidad correspondientes al escenario océano-meteorológico de verano para vertidos de sustancias que flotan para horizontes de predicción de 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h y 144 h. En los escenarios de verano la peligrosidad es mucho menor. La peligrosidad pasa a ser de  $p > 0,1$  al cabo de 120 -144 h y el tramo afectado en Bizkaia se reduce a las playas de Sopelana, mientras que en Gipuzkoa sigue abarcando desde Donosti a Hondarribi, aproximadamente.

De la Figura 29 a la Figura 36 se incluyen los mapas de peligrosidad para vertidos de sustancias que se disuelven para escenarios de predicción de 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h y 144 h. En estos escenarios la peligrosidad es menor que para las sustancias que flotan, ya que el tramo que puede ser afectado con probabilidad mayor de 0,1 es más reducido. Concretamente se reduce al tramo de costa entre Donosti y Pasajes cuando han transcurrido 48 – 72 h del vertido inicial.

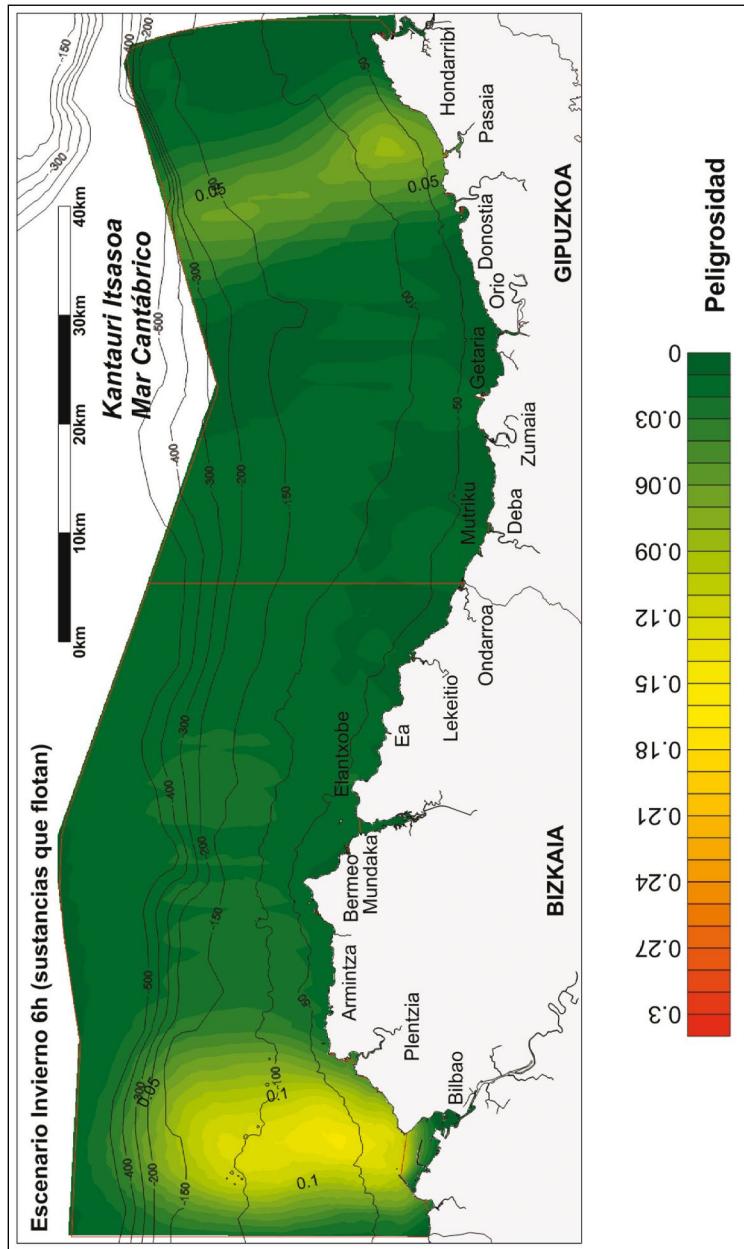


Figura 13. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 6 horas.

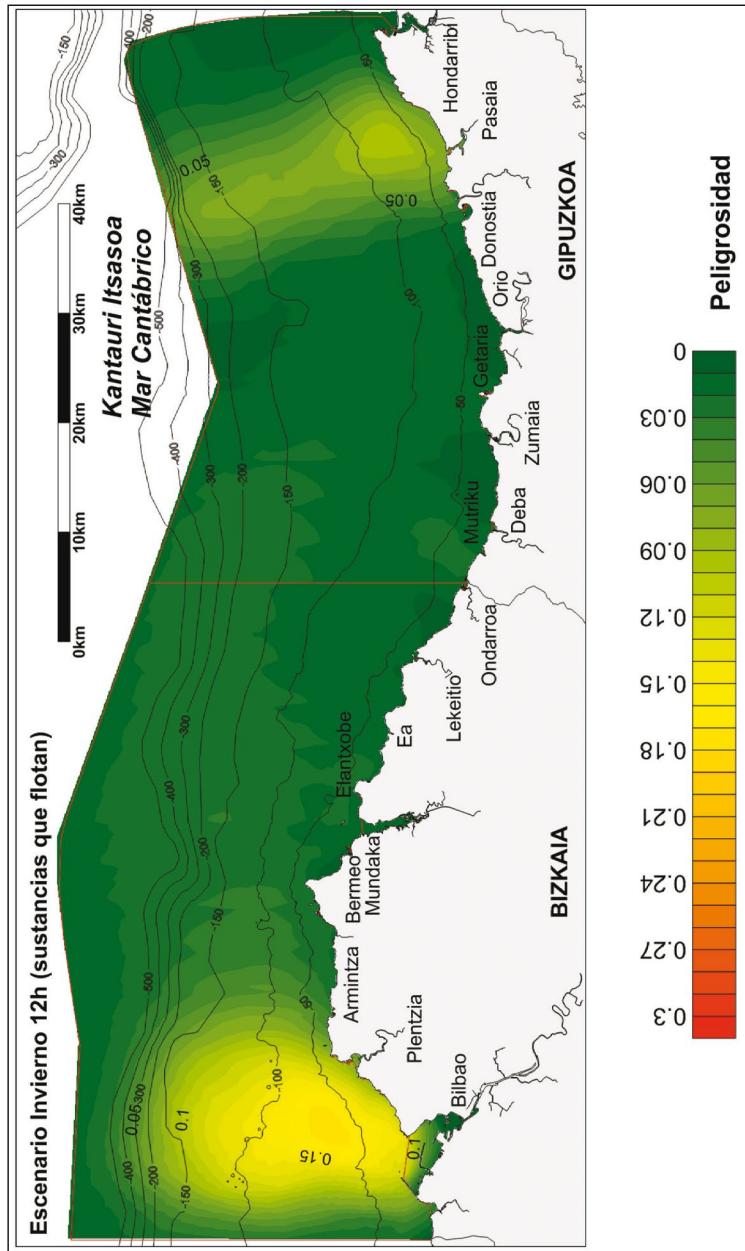


Figura 14. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 12 horas

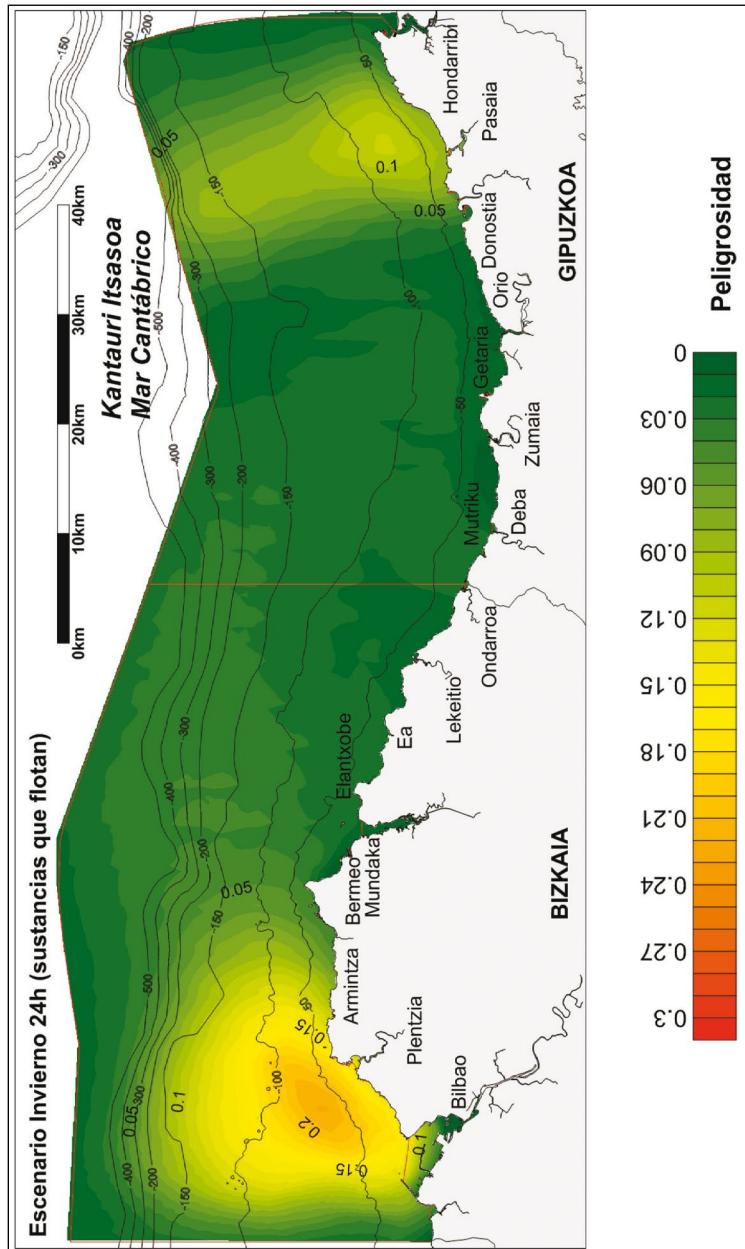


Figura 15. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 24 horas

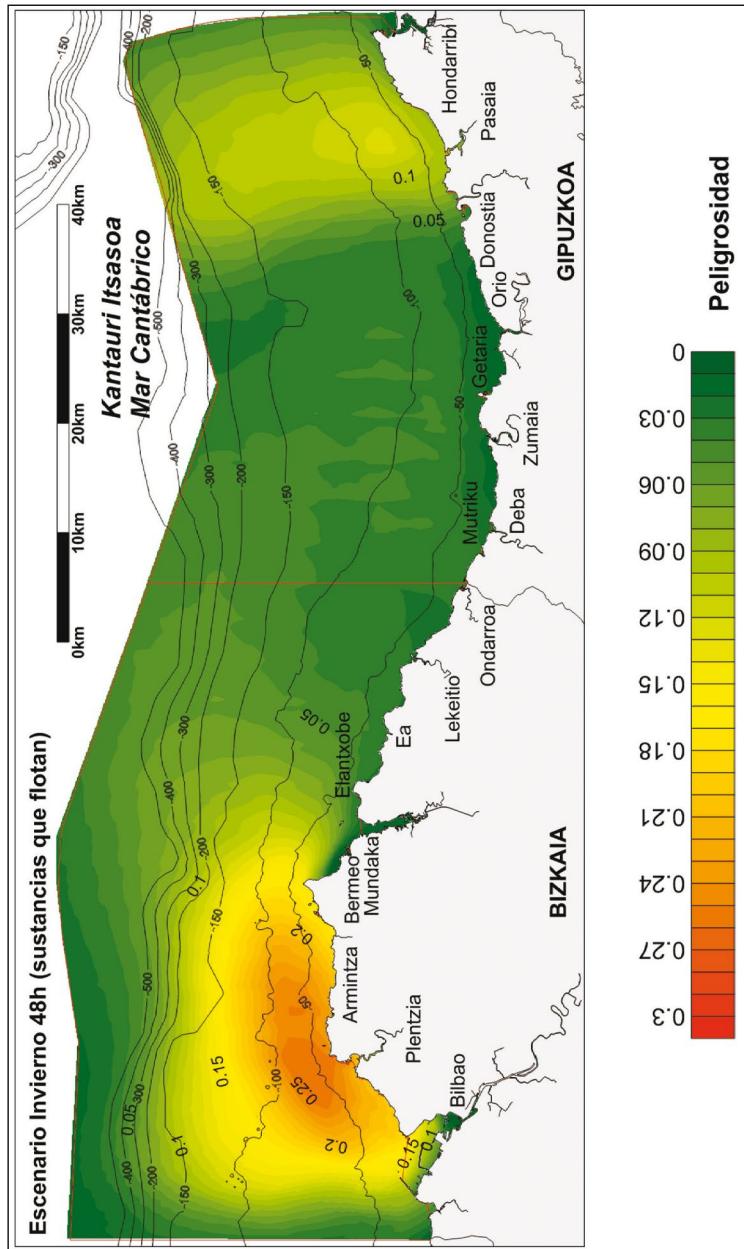


Figura 16. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 48 horas.

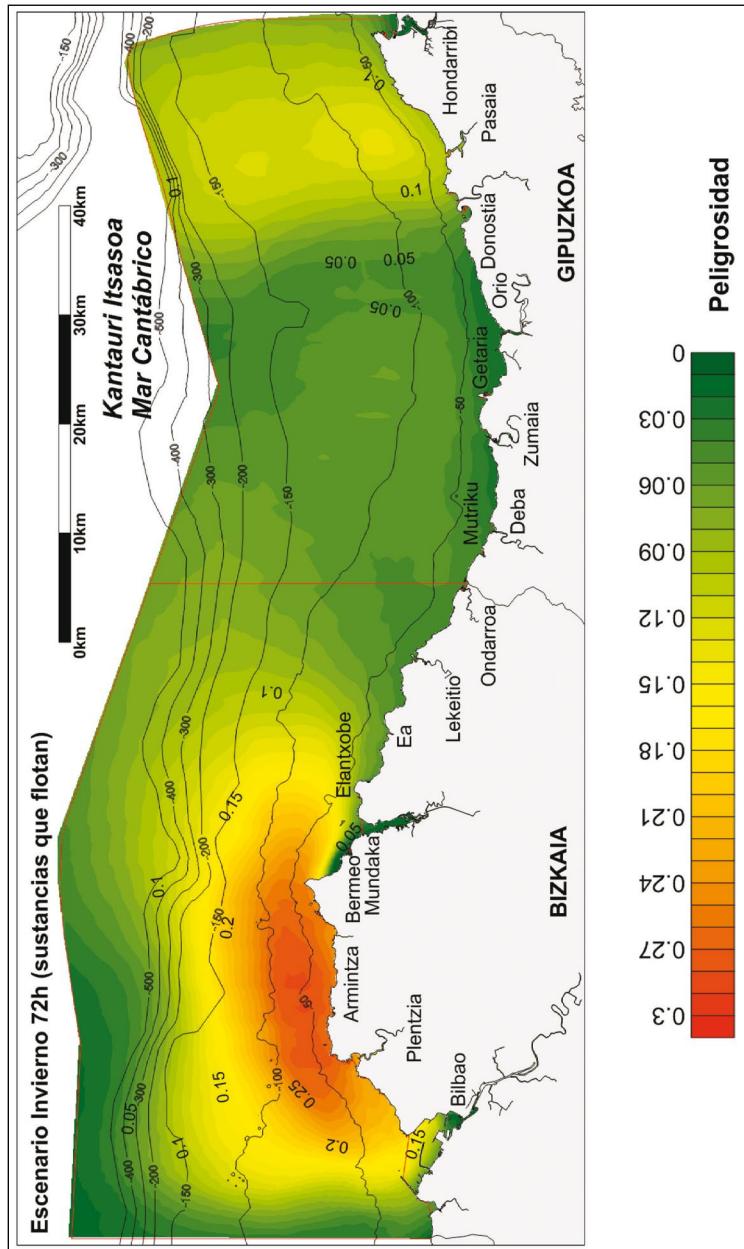


Figura 17. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones océano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 72 horas.

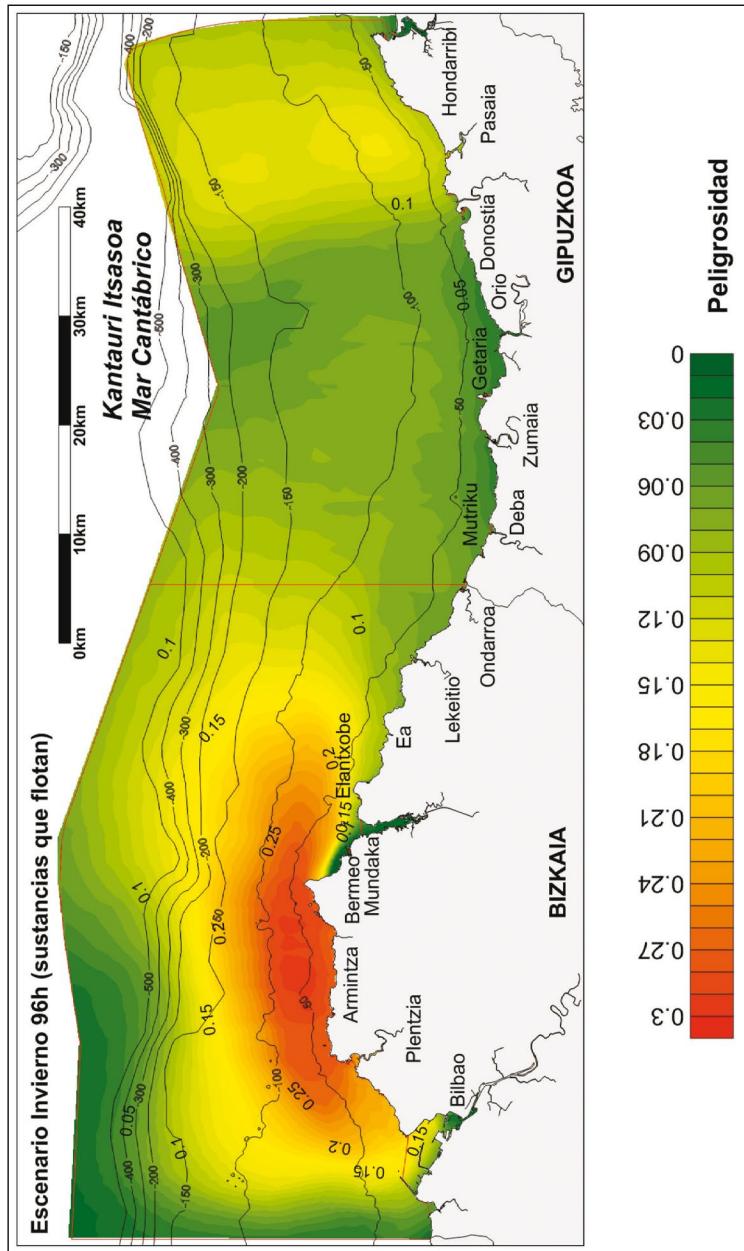


Figura 18. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 96 horas.

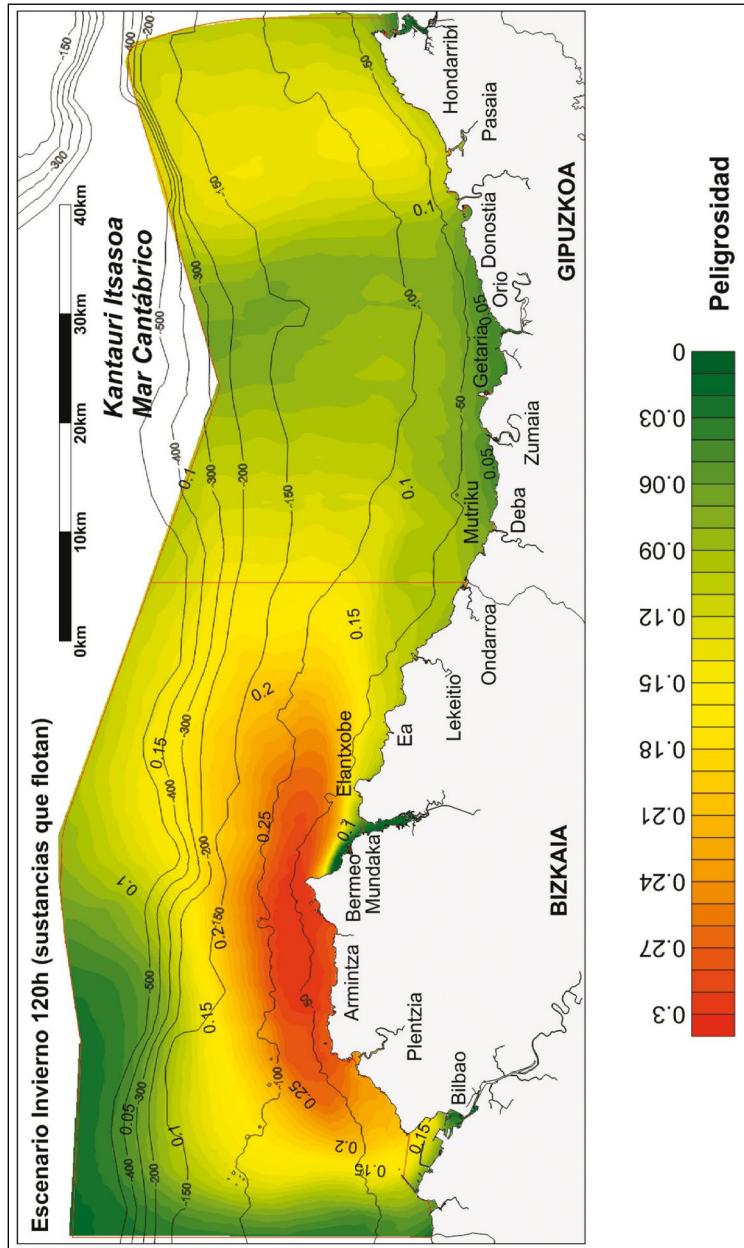


Figura 19. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 120 horas.

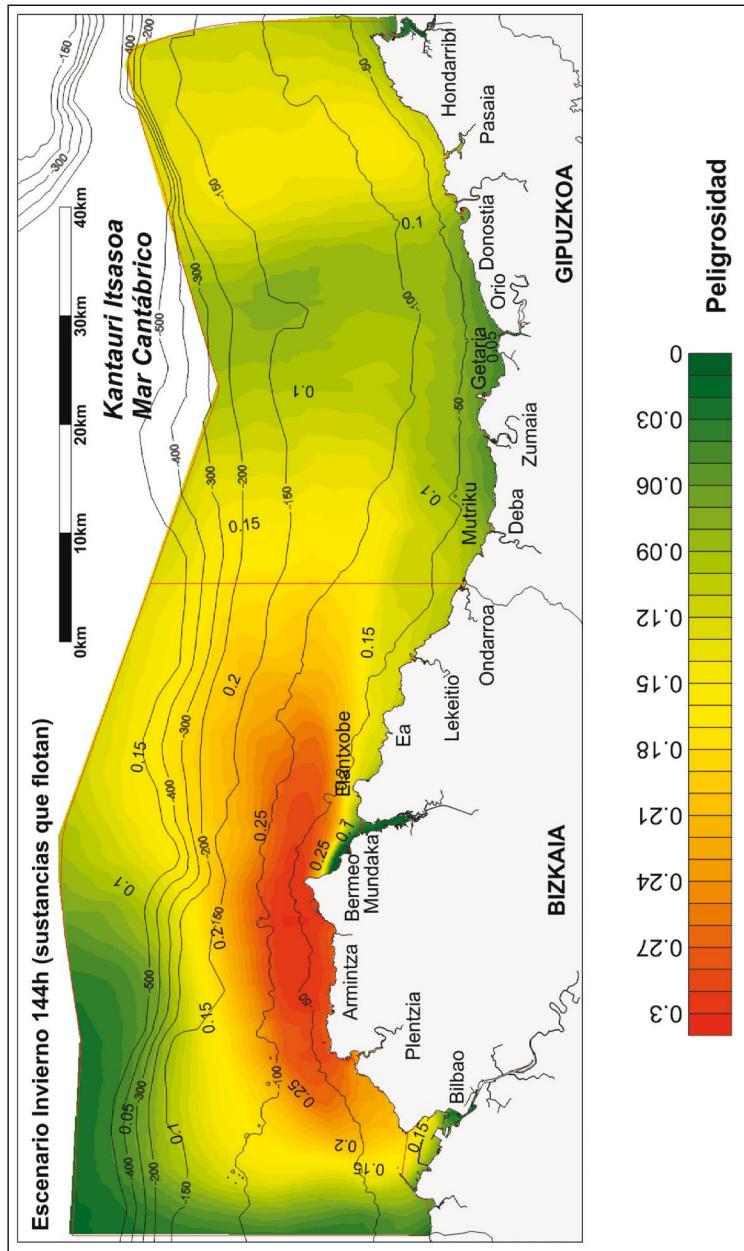


Figura 20. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceano-meteorológicas de invierno con un horizonte de predicción de 144 horas

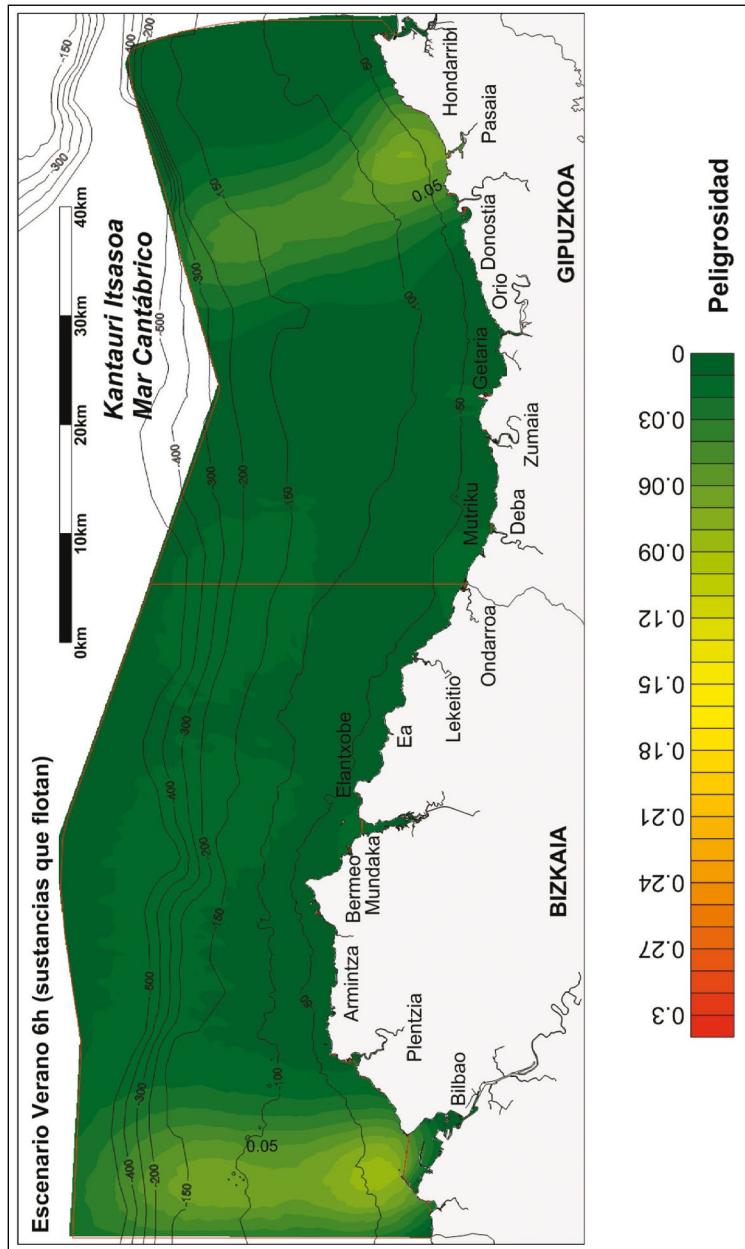


Figura 21. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceáno-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 6 horas.

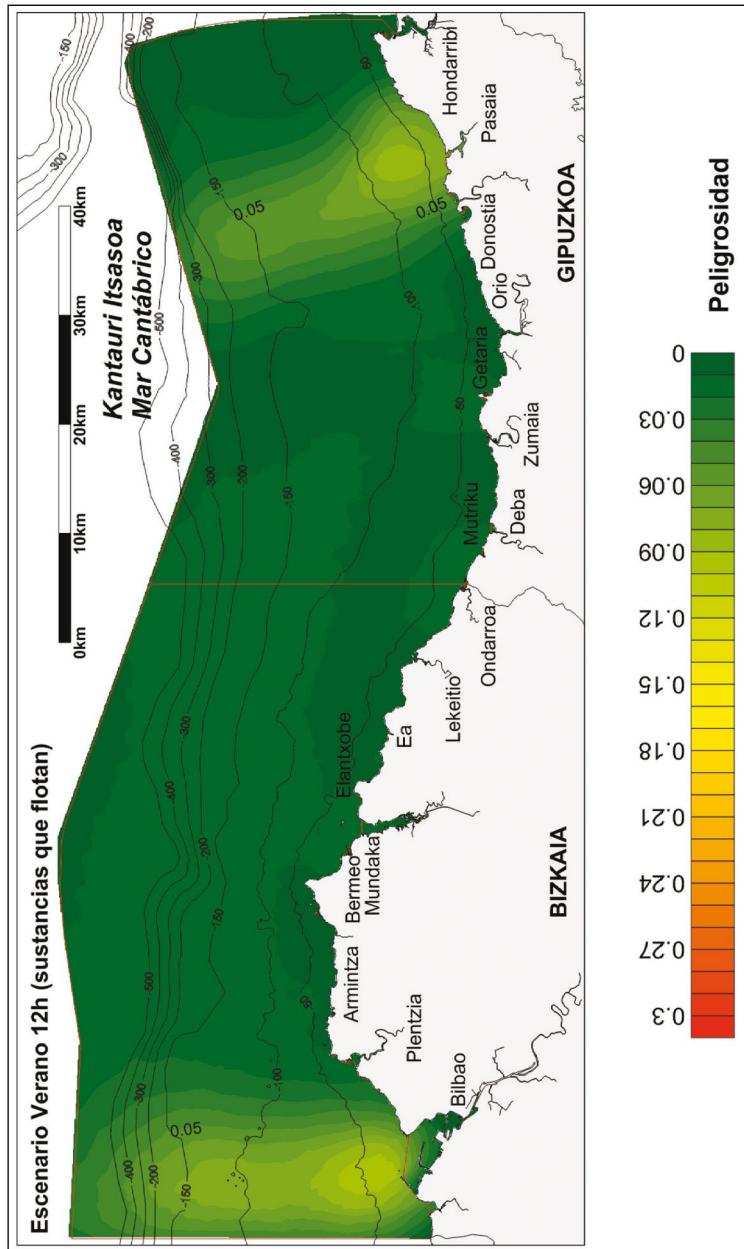


Figura 22. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceáno-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 12 horas.

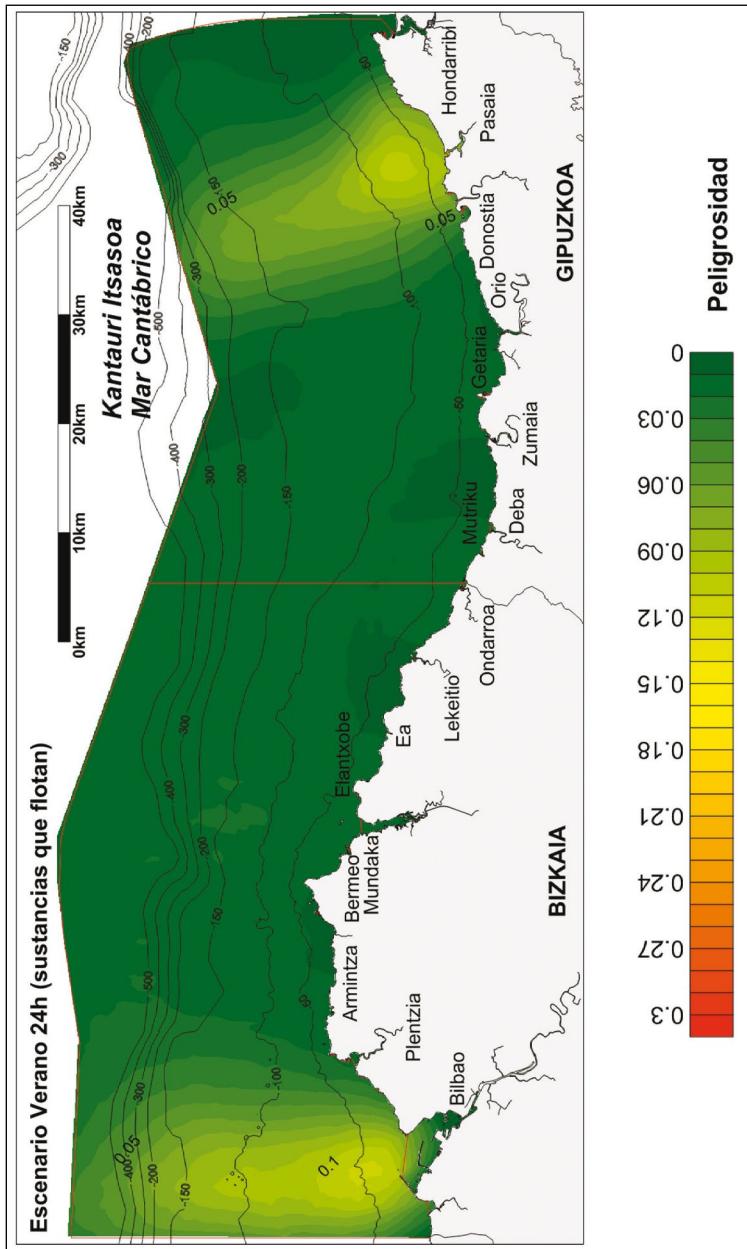


Figura 23. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceáno-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 24 horas.

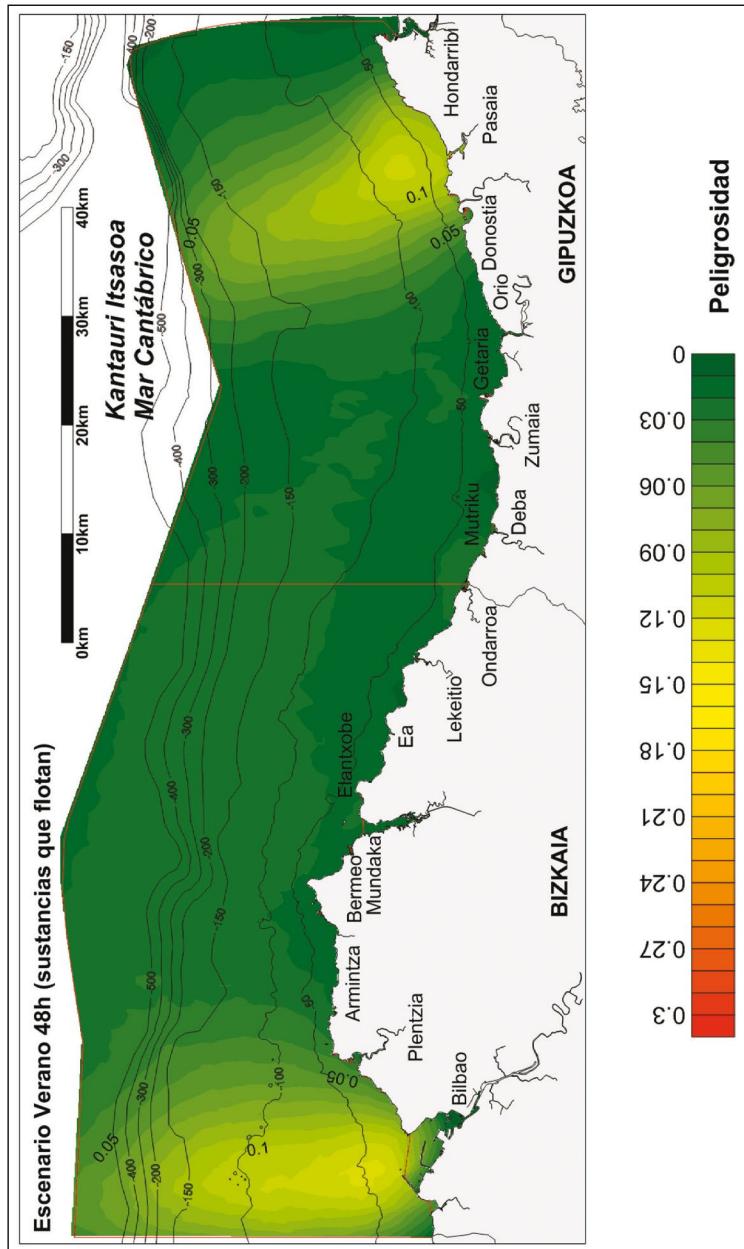


Figura 24. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceáno-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 48 horas.

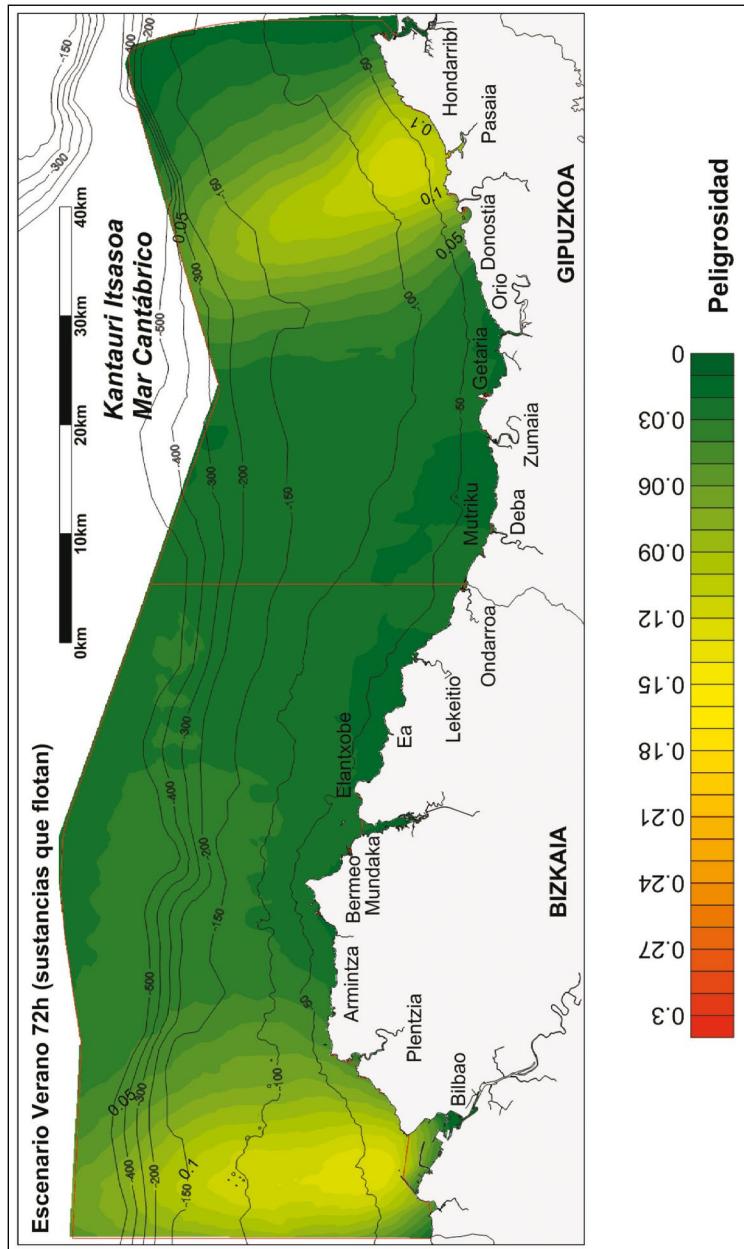
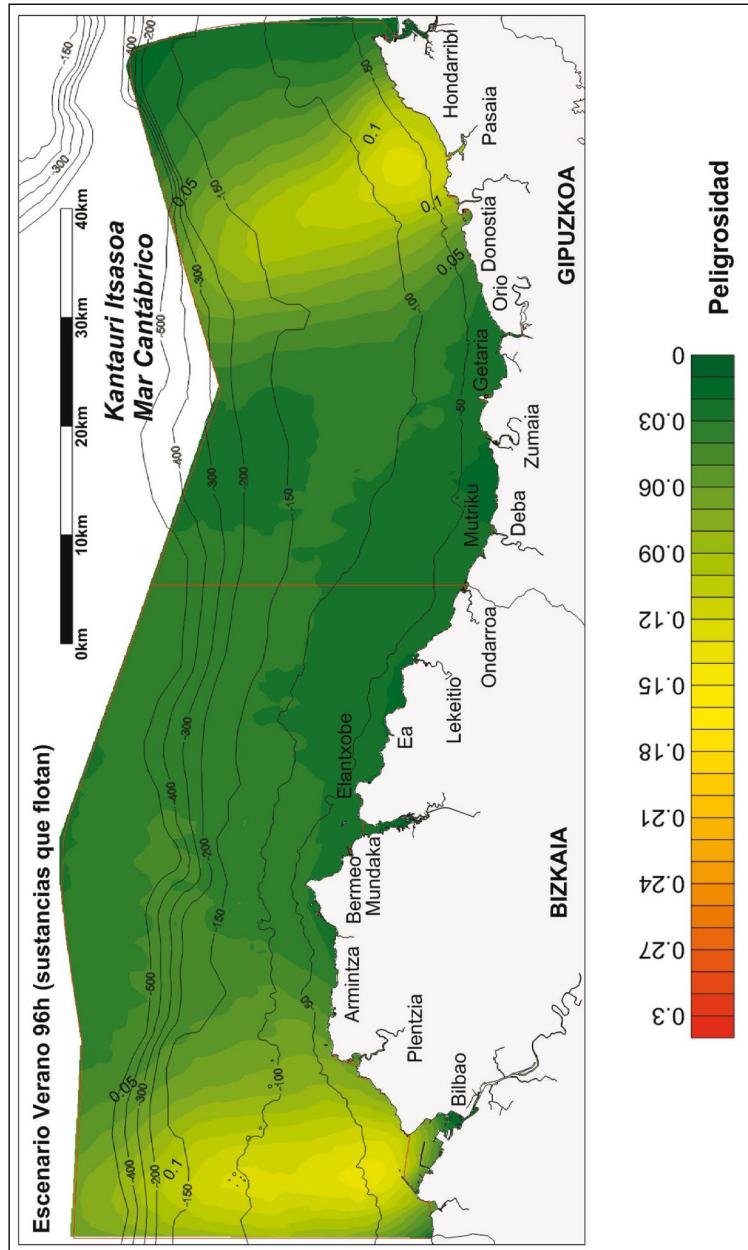


Figura 25. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceáno-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 72 horas



**Figura 26.** Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones océano-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 96 horas.

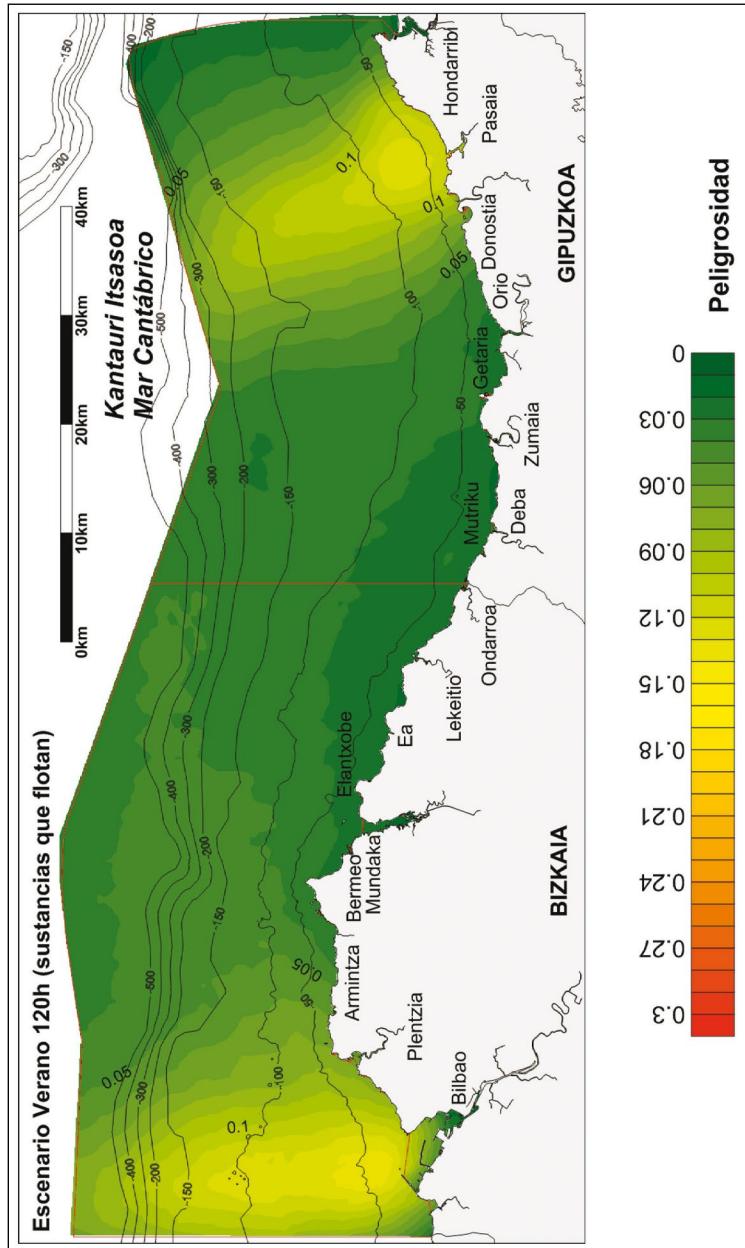


Figura 27. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceáno-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 120 horas.

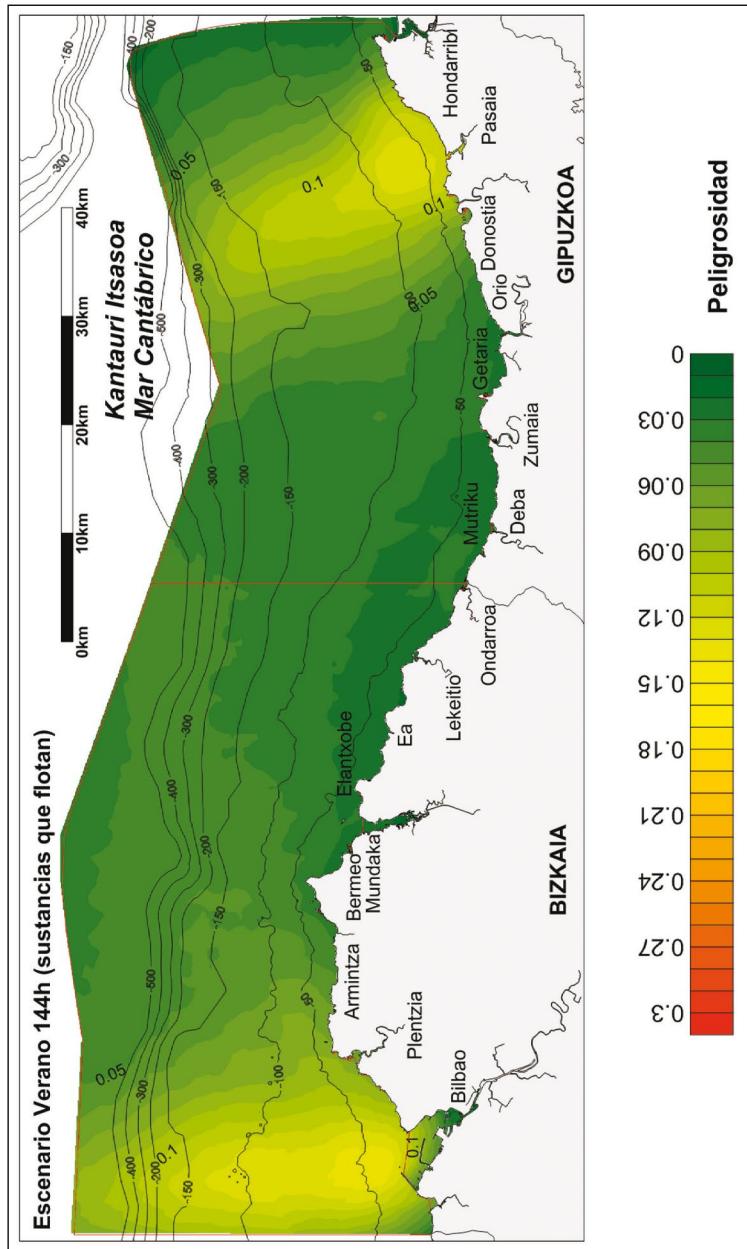


Figura 28. Mapa de peligrosidad de sustancias que flotan en condiciones oceáno-meteorológicas de verano con un horizonte de predicción de 144 horas.

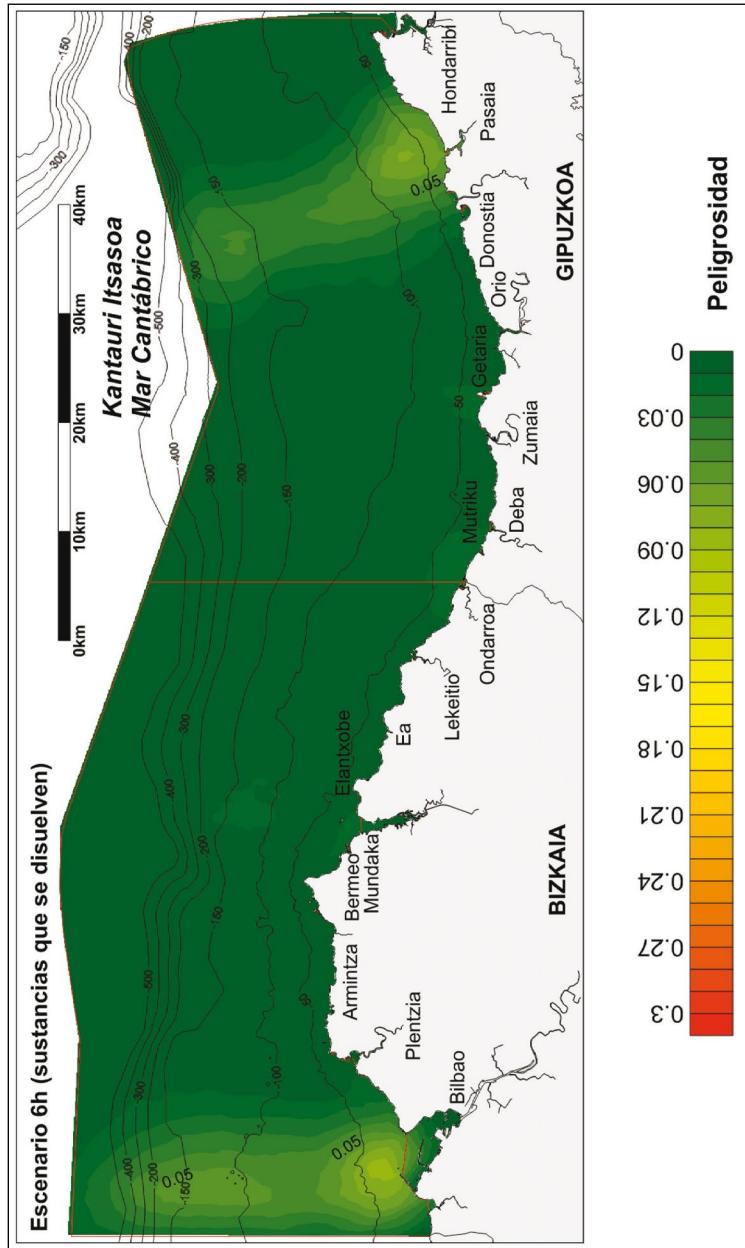


Figura 29. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 6 horas.

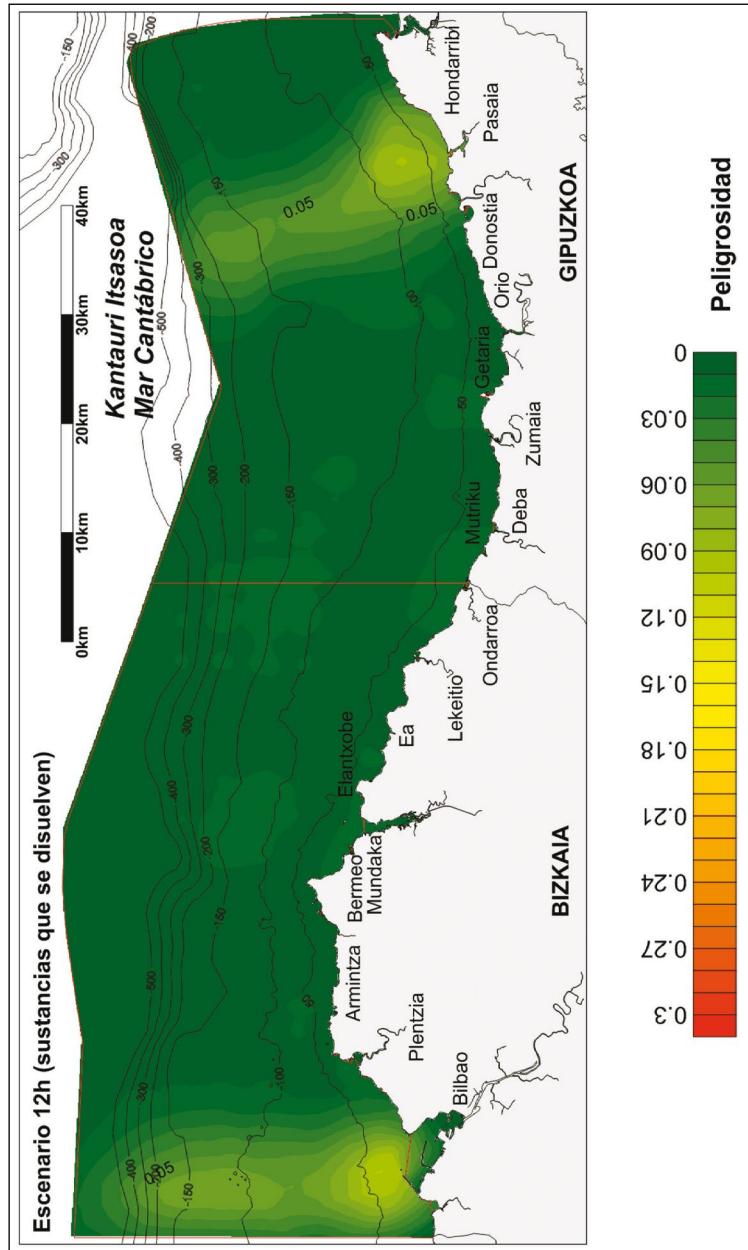


Figura 30. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 12 horas.

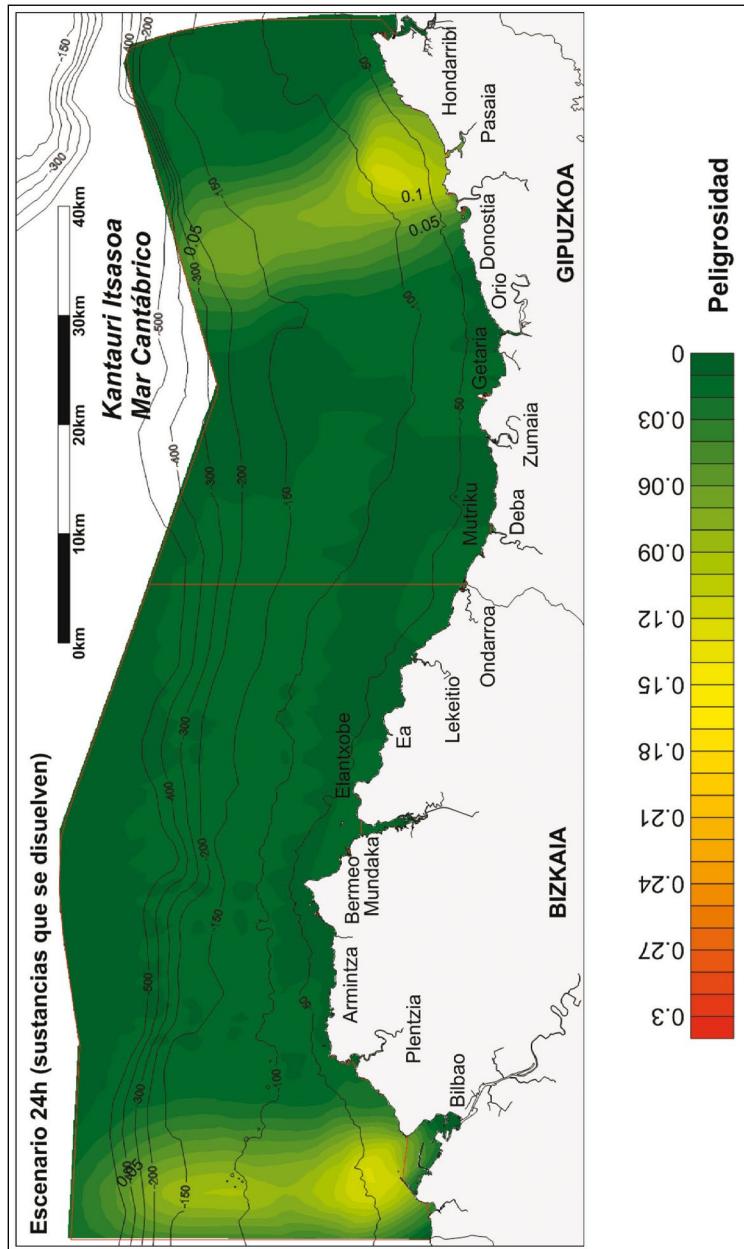


Figura 31. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 24 horas.

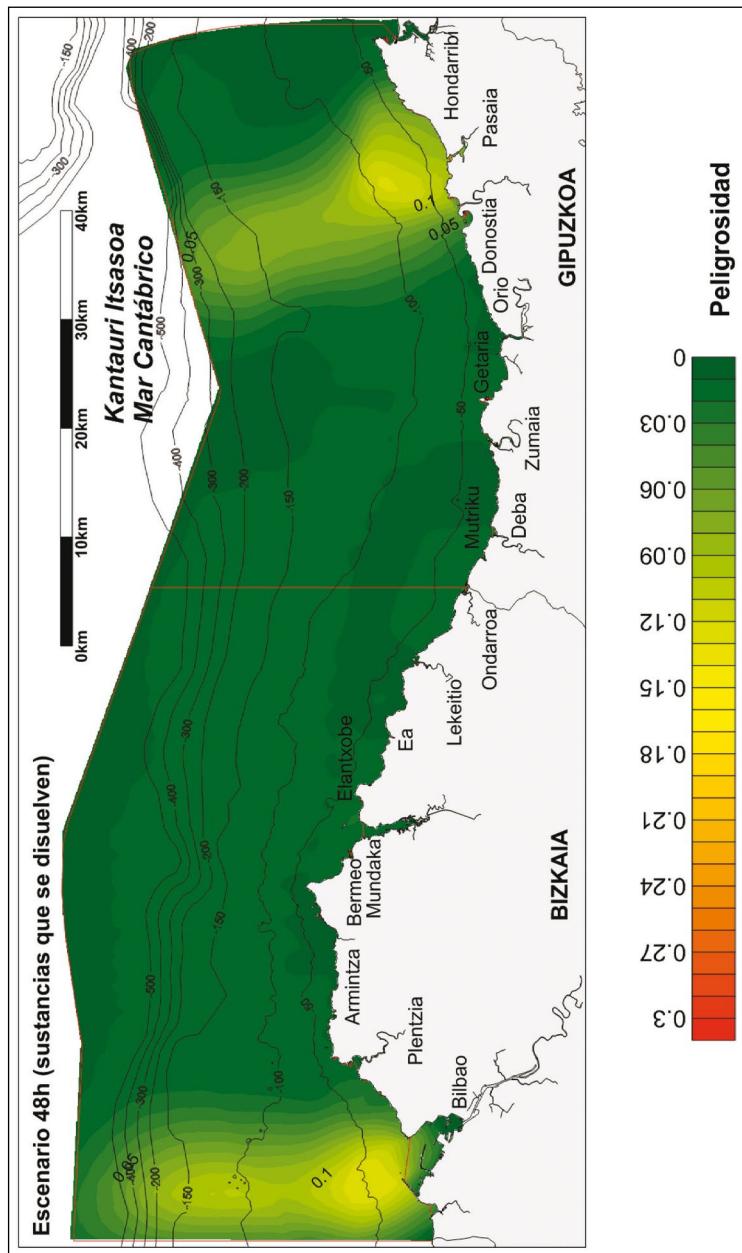


Figura 32. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 48 horas.

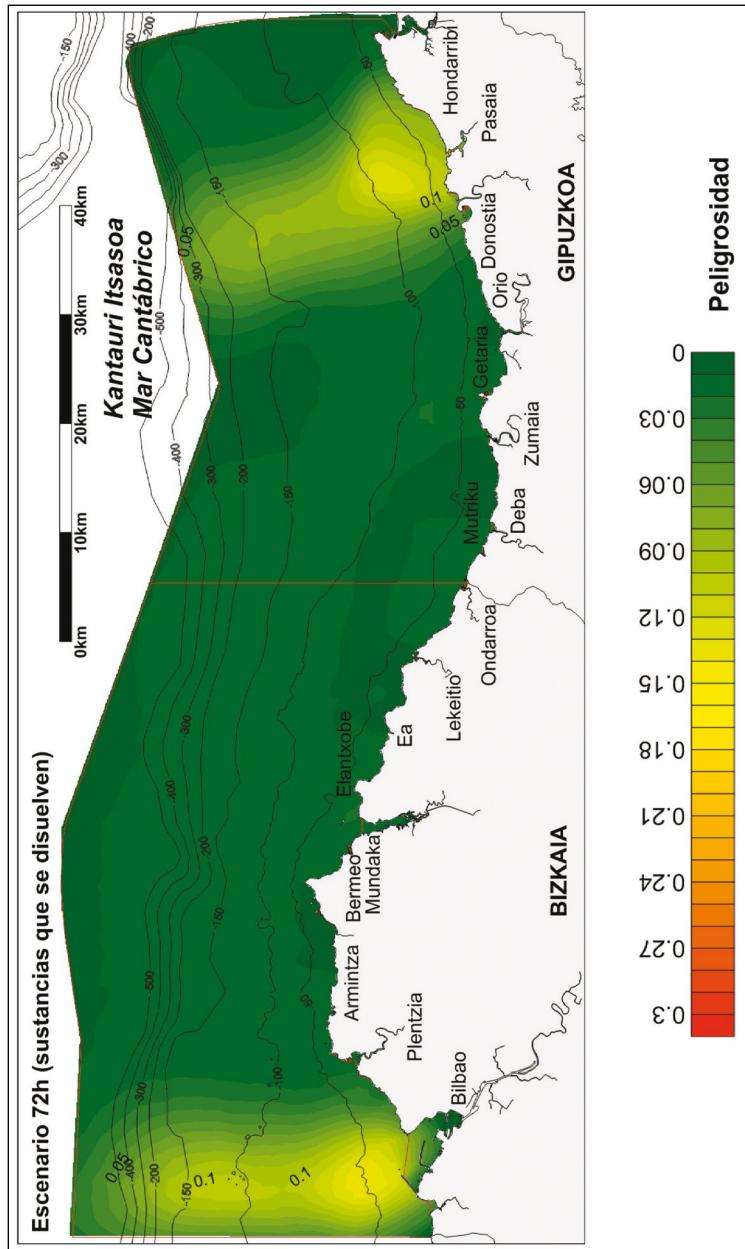


Figura 33. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 72 horas.

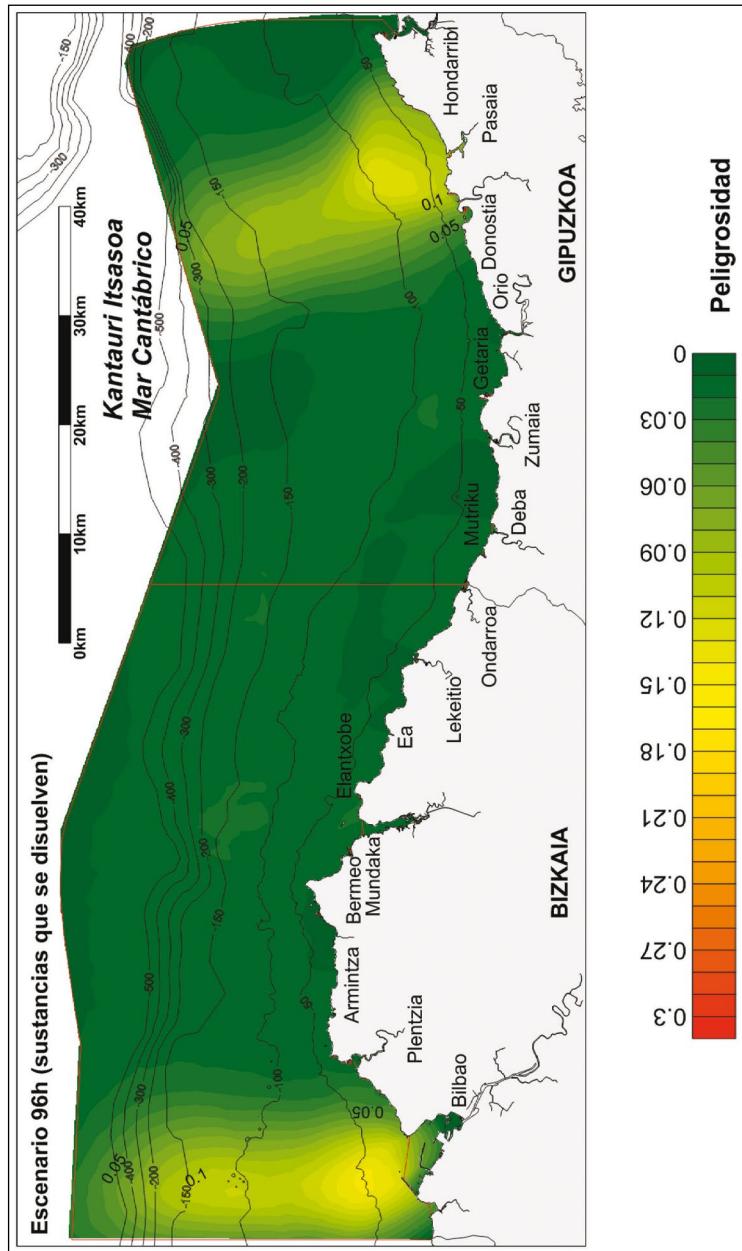


Figura 34. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 96 horas.

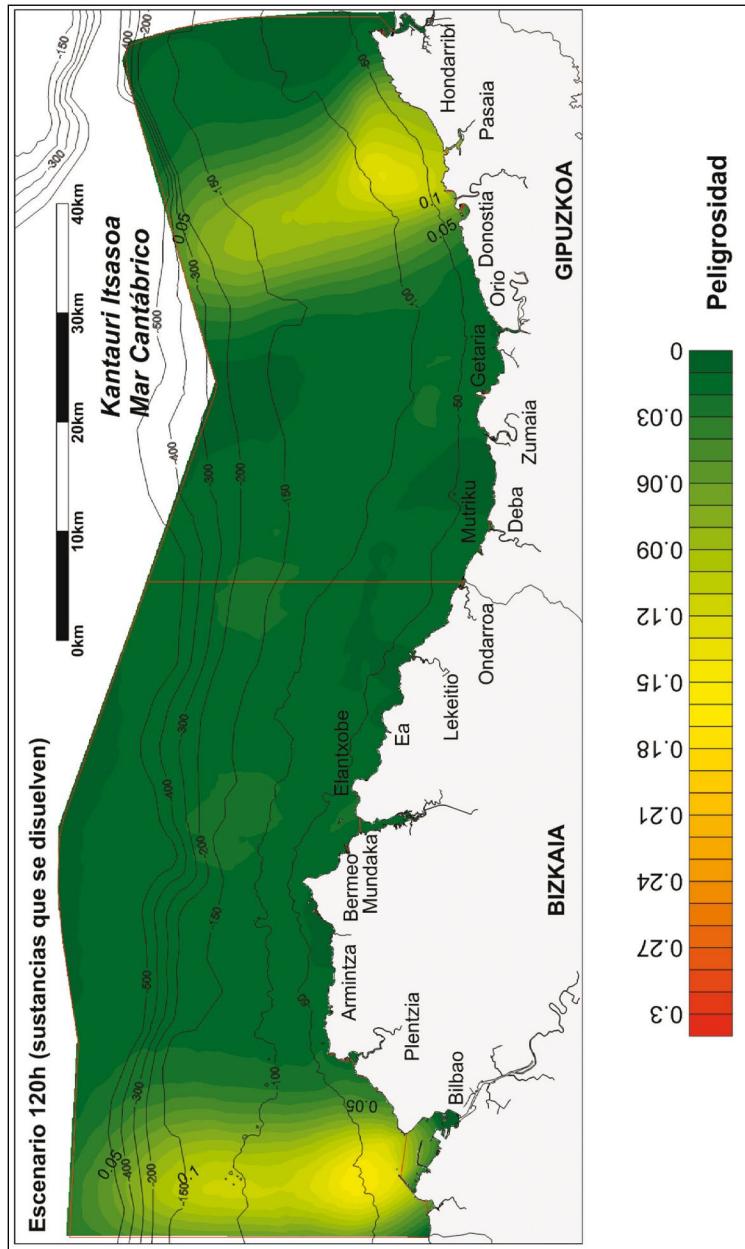


Figura 35. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 120 horas.

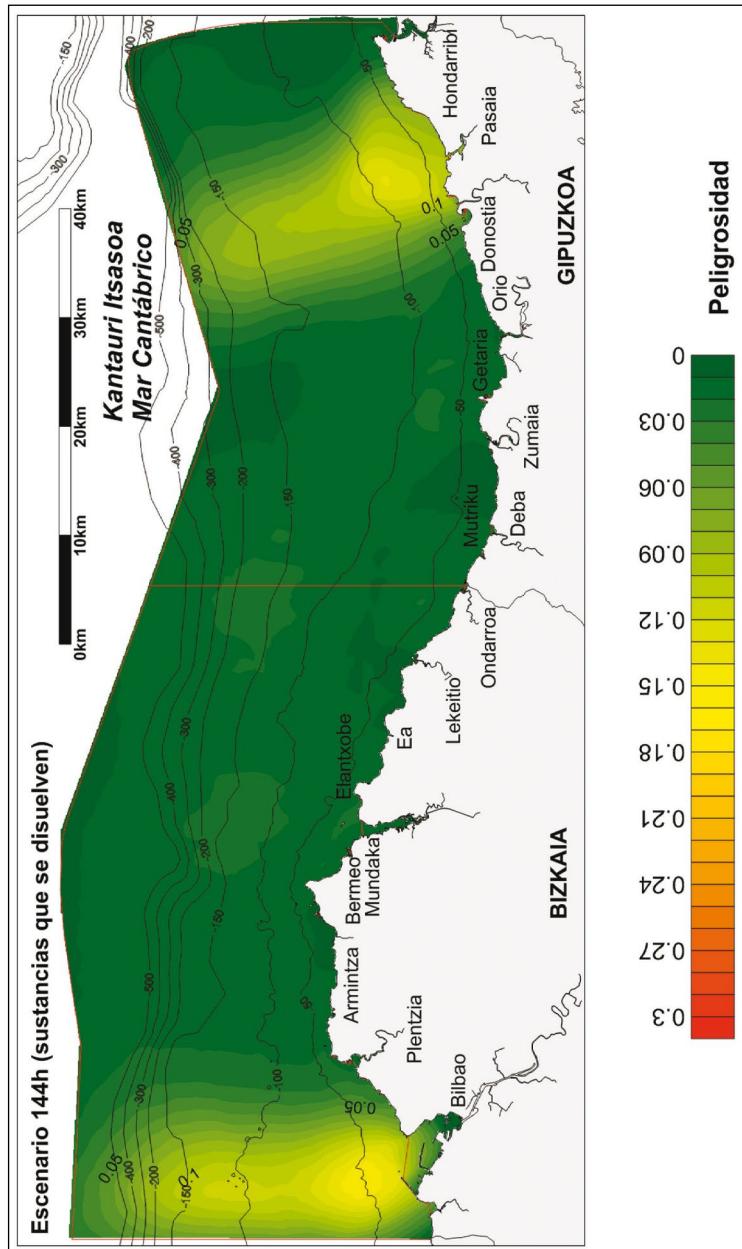


Figura 36. Mapa de peligrosidad de sustancias que se disuelven con un horizonte de predicción de 144 horas.

## **7. ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD**

Se ha empleado la información de vulnerabilidad disponible del Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar (en adelante Plan Ribera), Atlas de sensibilidad de la costa española<sup>1</sup>.

A través de la web de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar y también del geoportal del Ministerio se han obtenidos los datos relativos al análisis de vulnerabilidad del atlas de sensibilidad de la costa española que se ha realizado en el marco del Plan Ribera para cada tramo concreto del litoral (cada tramo corresponde a un municipio). En este trabajo se ha utilizado la información relativa a Vulnerabilidad de la costa, que se plasma en dos índices: Vulnerabilidad Ecológica y Vulnerabilidad Socioeconómica en la zona Noratlántica en capas de Sistema de Información Geográfico en formato shapefile<sup>2</sup>.

Esta información ha sido complementada con la información disponible de figuras de protección del litoral vasco: Humedales RAMSAR, Zonas de Especial Protección para la Aves (ZEPA), Lugares de Interés Comunitario (LIC), Reserva de la Biosfera de Urdaibai, etc., recopilada por AZTI en diversas aplicaciones de herramientas de Planificación Espacial Marina (e.g. Galparsoro *et al.*, 2008 y 2012; y Plan Estratégico de Pesca y Acuicultura Euskadi 2020<sup>3</sup>). A todas estas zonas se les ha asignado el valor máximo, de 1, del Índice de Vulnerabilidad Ecológica.

Asimismo, se ha completado el Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica del Plan Ribera incluyendo las playas, calas y núcleos de población de la costa del País Vasco. A las playas se les ha asignado el valor

<sup>1</sup><[www.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/plan-ribera/planribera-atlas.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/plan-ribera/planribera-atlas.aspx)>.

<sup>2</sup><[www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/costas-medio-marino/plan-ribera-descargas.aspx](http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/costas-medio-marino/plan-ribera-descargas.aspx)>.

<sup>3</sup><[www.nasdap.ejgv.euskadi.eus/contenidos/proyecto/plan\\_pesca\\_acuicultura2020/es\\_def/adjuntos/Plan\\_Estrategico\\_Pesca\\_%202020.pdf](http://www.nasdap.ejgv.euskadi.eus/contenidos/proyecto/plan_pesca_acuicultura2020/es_def/adjuntos/Plan_Estrategico_Pesca_%202020.pdf)>.

de 0.8 y, a las calas y núcleos de población el valor de 0.7 del Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica.

## 7.1 Áreas con alguna figura de protección

En la Figura 37 se muestran en color verde los LIC de la costa vasca y en la Figura 38 los Humedales RAMSAR. En la Figura 39, también en color verde, se indica la ZEPA Ría de Urdaibai y en la Figura 40 el Geoparque de la rasa mareal de Algorri.

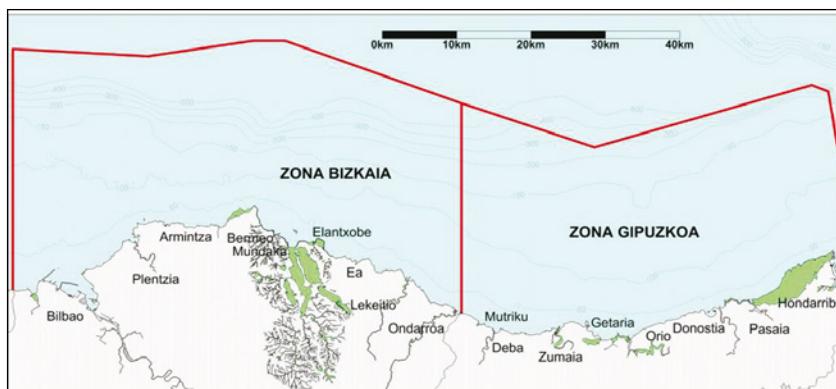


Figura 37. Lugares de Interés Comunitario en la costa vasca, LIC (áreas de color verde).

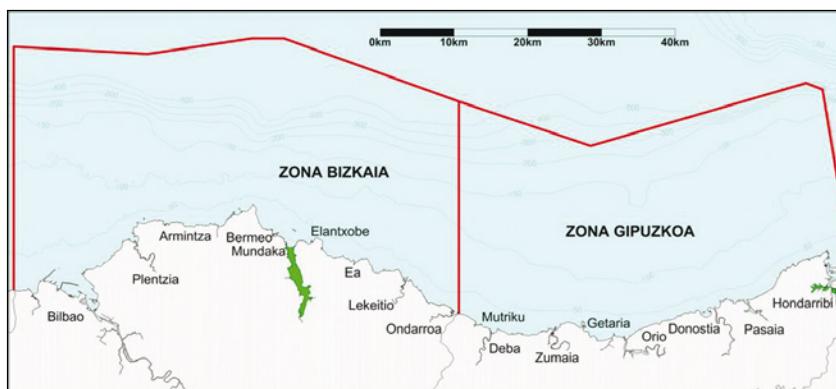


Figura 38. Humedales RAMSAR en la costa vasca (áreas de color verde).

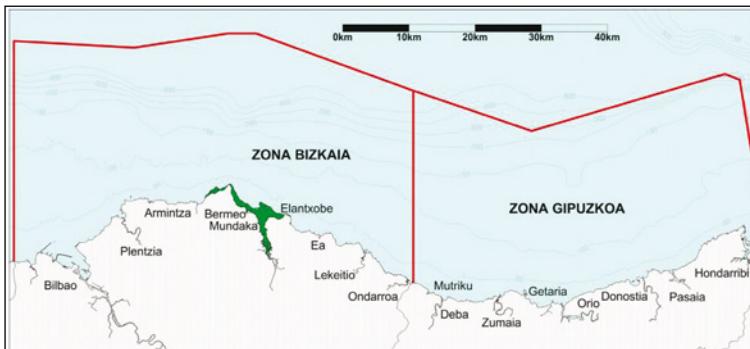


Figura 39. Zonas de Especial Protección para las aves, ZEPA, en la costa vasca (áreas de color verde).

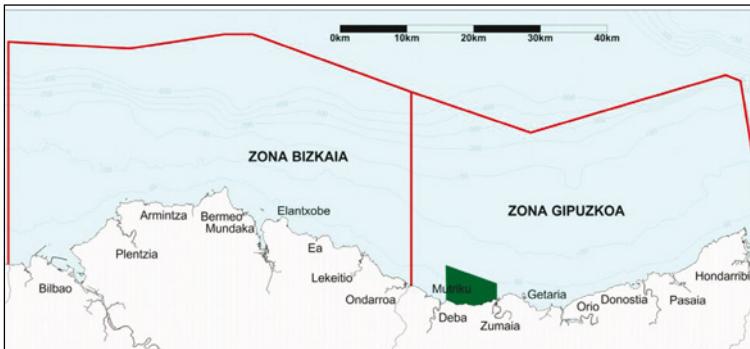


Figura 40. Geoparque de la rasa mareal de Algorri, entre Deba y Zumaia (área de color verde).

## 7.2 Mapas de vulnerabilidad

En la Figura 41 se ha representado el valor del Índice de Vulnerabilidad Ecológica que integra la información del Plan Ribera y las figuras de protección existentes en el litoral del País Vasco.

Asimismo, en la Figura 42 se ha representado el valor del Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica que integra la información del Plan Ribera con la valoración local de playas, calas y núcleos de población.

El Índice de Vulnerabilidad Total se ha calculado como el valor máximo de la Vulnerabilidad Socioeconómica y la Ecológica y se ha representado en la Figura 43.

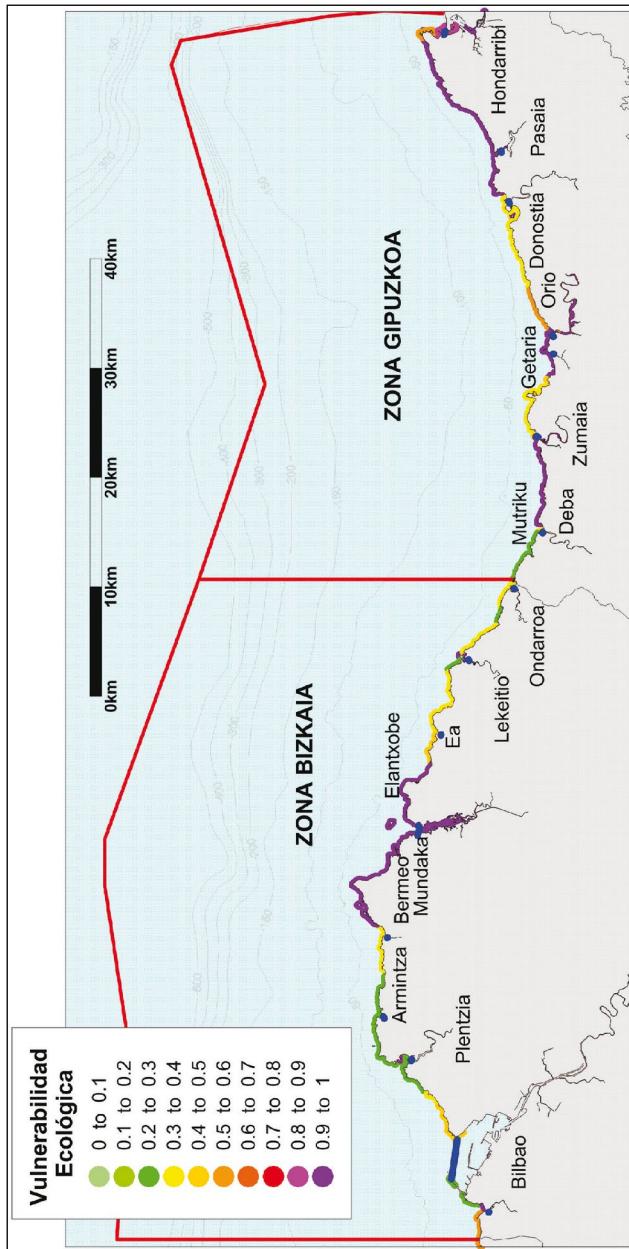


Figura 41. Mapa de Vulnerabilidad Ecológica en la costa del País Vasco (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

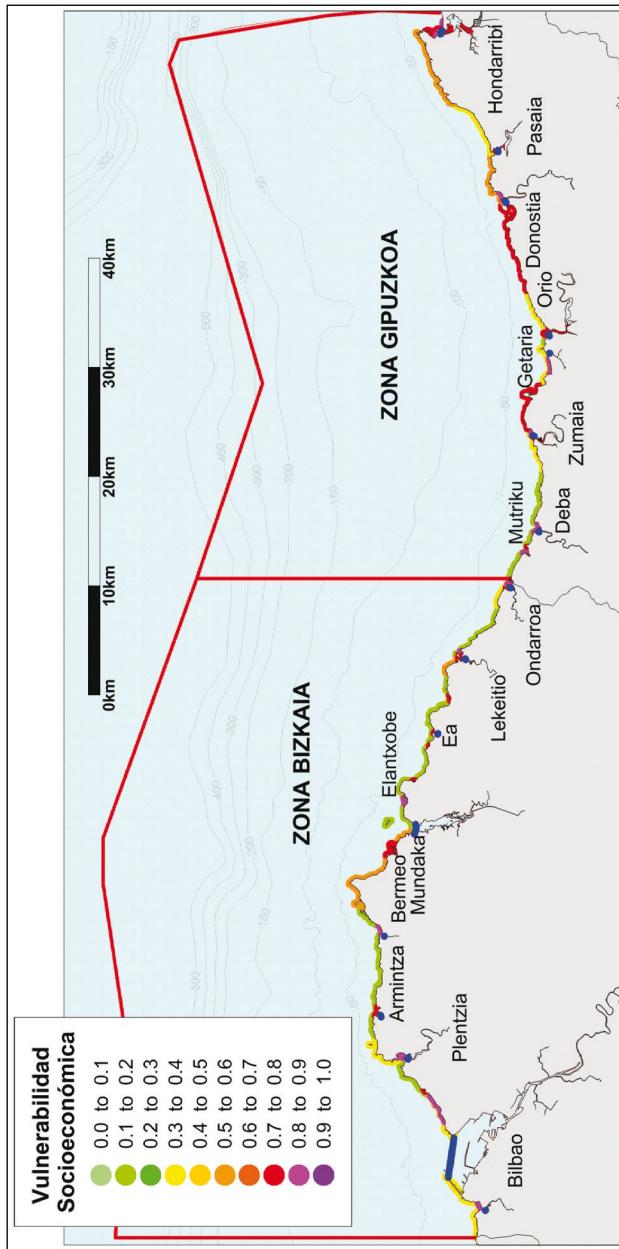


Figura 42. Mapa de Vulnerabilidad Socioeconómica en la costa del País Vasco (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

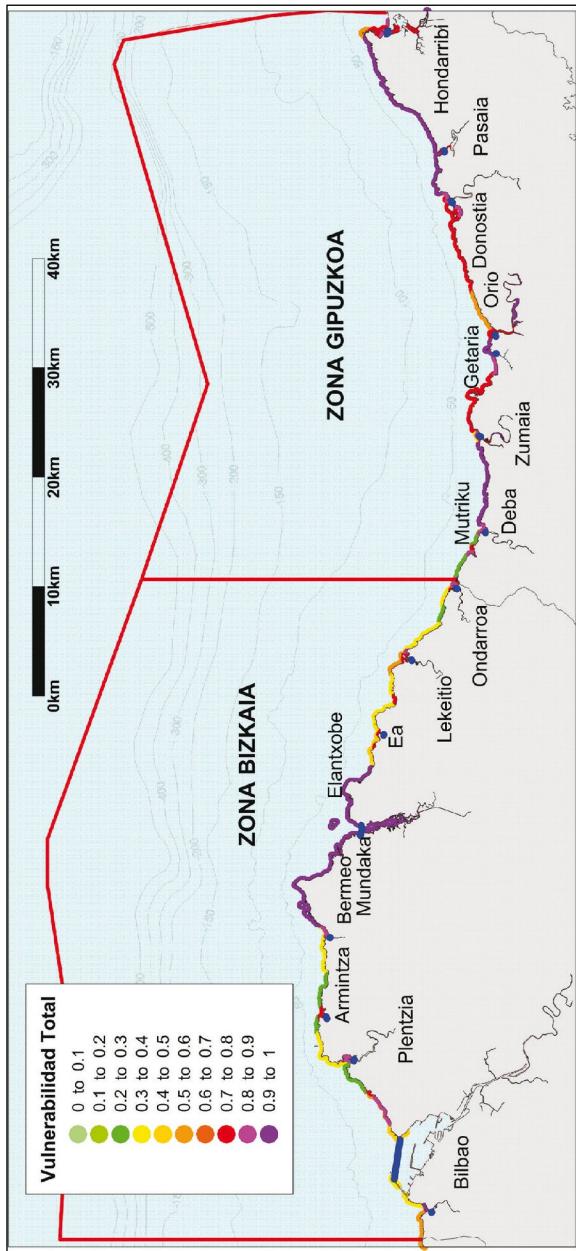


Figura 43. Mapa de Vulnerabilidad Total en la costa del País Vasco (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

## **8. MAPAS DE ÍNDICE DE RIESGO**

A partir de los mapas de vulnerabilidad mostrados anteriormente y la accesibilidad (probabilidad de que una vez producido un incidente de vertido de una sustancia al mar, que flote o que se disuelva, un punto de la costa pueda verse afectada por dicha contaminación transcurrido un cierto plazo tras el vertido: 12, 24, 48 horas y 3, 4, 5 y 6 días) se han elaborado los mapas de índice de riesgo.

Los mapas de índice de riesgo que se muestran a continuación dependen de las características de si la sustancia que haya sido vertida al mar flote o se disuelva y del escenario estacional de las condiciones océano-meteorológicas (situación de verano o situación de invierno).

En el caso de vertidos que floten, que se desplazan en gran parte debido al efecto del viento que muestra una clara estacionalidad (patrones generales marcadamente diferentes en verano que, en invierno, véase Anexo E) se han analizado por separado las condiciones de verano y de invierno. En el caso de vertidos que se disuelvan en la columna de agua; el efecto del viento, aun siendo importante, no es tan relevante como si la sustancia flota y se extiende debido a la corriente superficial, por lo que se ha optado por analizar un único patrón promedio de las corrientes.

En la Figura 44 se muestra el valor del Índice de Riesgo para vertidos que se disuelven para  $t=12$  h, en la Figura 46 el de  $t=24$  h, en la Figura 47 el de  $t=48$  h, en la Figura 48 el de  $t=72$  h, en la Figura 49 el de  $t=96$  h, en la Figura 50 el de  $t=120$  h y en la Figura 51 el de  $t=144$  h.

En la Figura 51 se muestra el valor del Índice de Riesgo para vertidos que flotan en situaciones de invierno para  $t=12$  h, en la Figura 53 el de  $t=24$  h, en la Figura 54 el de  $t=48$  h, en la Figura 55 el de  $t=72$  h, en la Figura 56 el de  $t=96$  h, en la Figura 57 el de  $t=120$  h y en la Figura 58 el de  $t=144$  h.

En la Figura 58 se muestra el valor del Índice de Riesgo vertidos que flotan en situaciones de verano para  $t=12$  h, en la Figura 60 el de  $t=24$  h, en la Figura 61 el de  $t=48$  h, en la Figura 62 el de  $t=72$  h, en la Figura 63 el de  $t=96$  h, en la Figura 64 el de  $t=120$  h y en la Figura 65 el de  $t=144$  h.

En la Figura 65 se muestra el mapa de Riesgo Global en la costa vasca, resultado de la combinación de los valores del Índice en todos los escenarios considerados para  $t=144$  h. En este mapa se han dibujado las zonas con un Índice de Riesgo mayor y menor a 0.5.

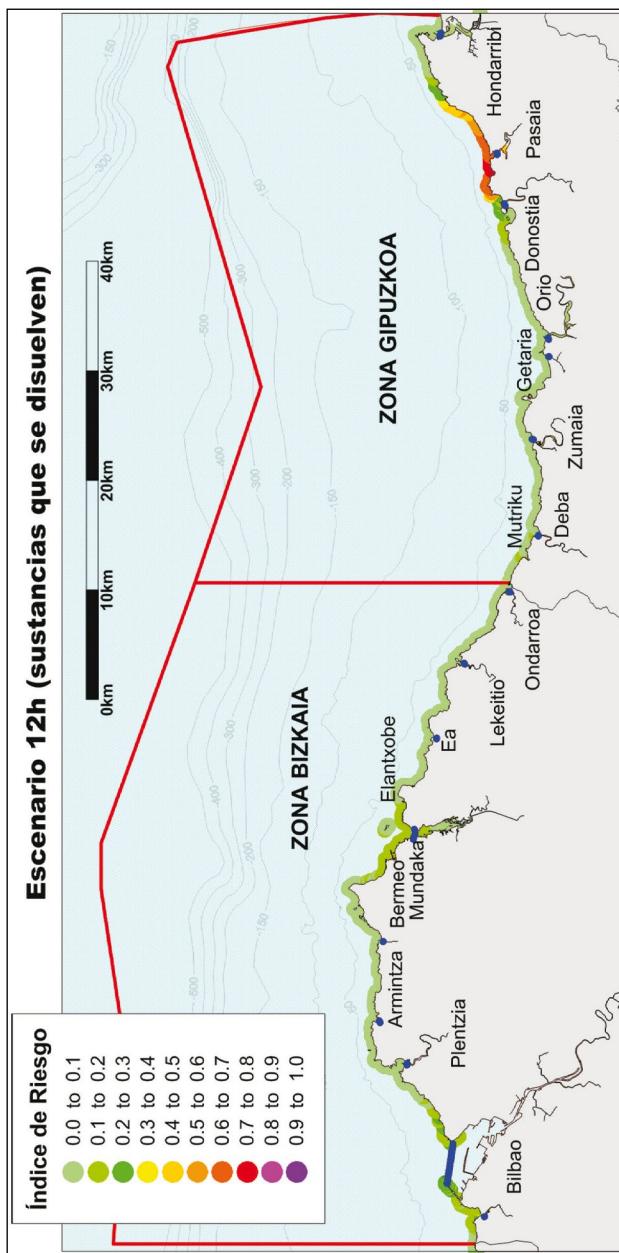


Figura 44. Mapa de Índice de Riesgo a las 12 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

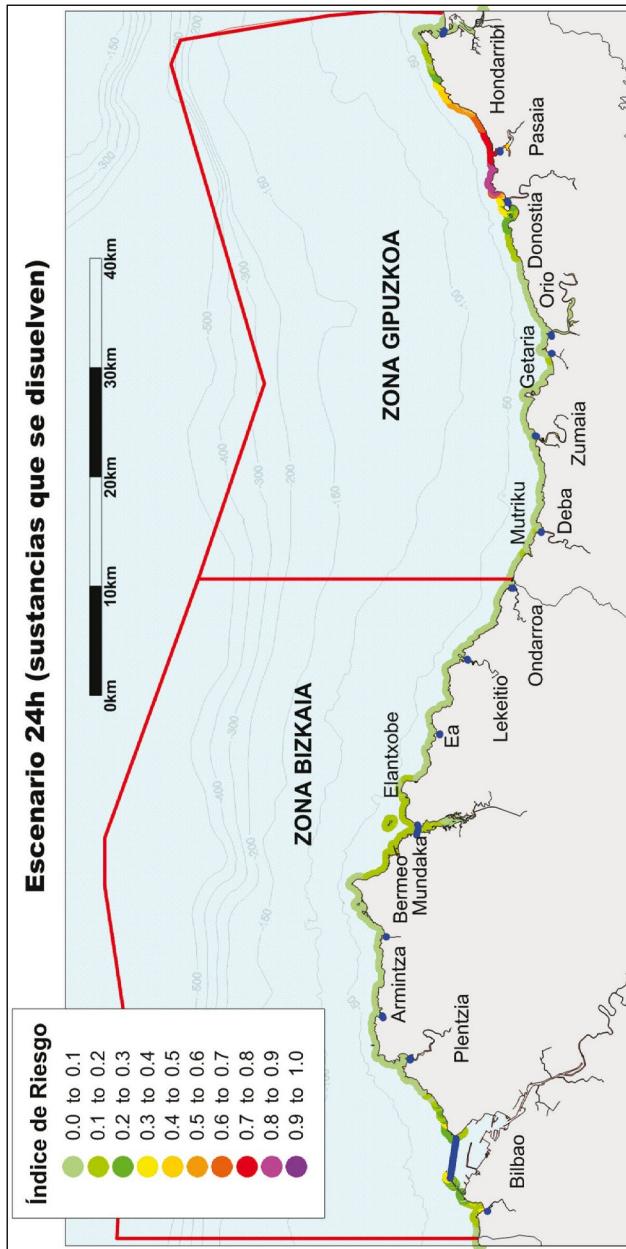


Figura 45. Mapa de Índice de Riesgo a las 24 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

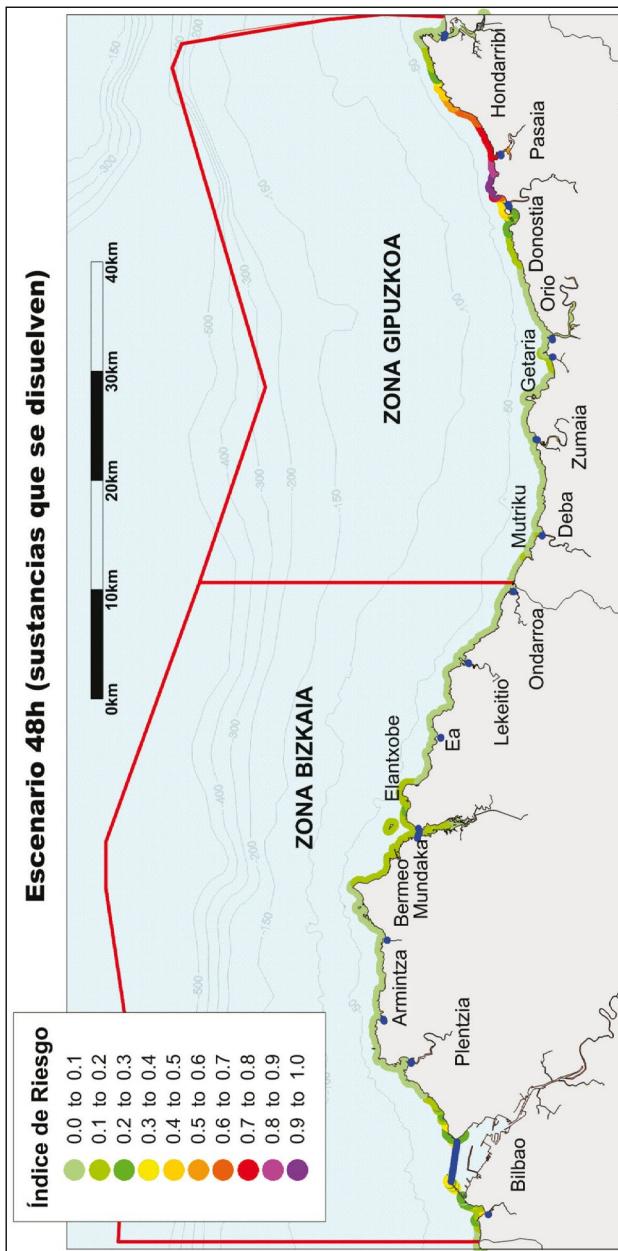


Figura 46. Mapa de Índice de Riesgo a las 48 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

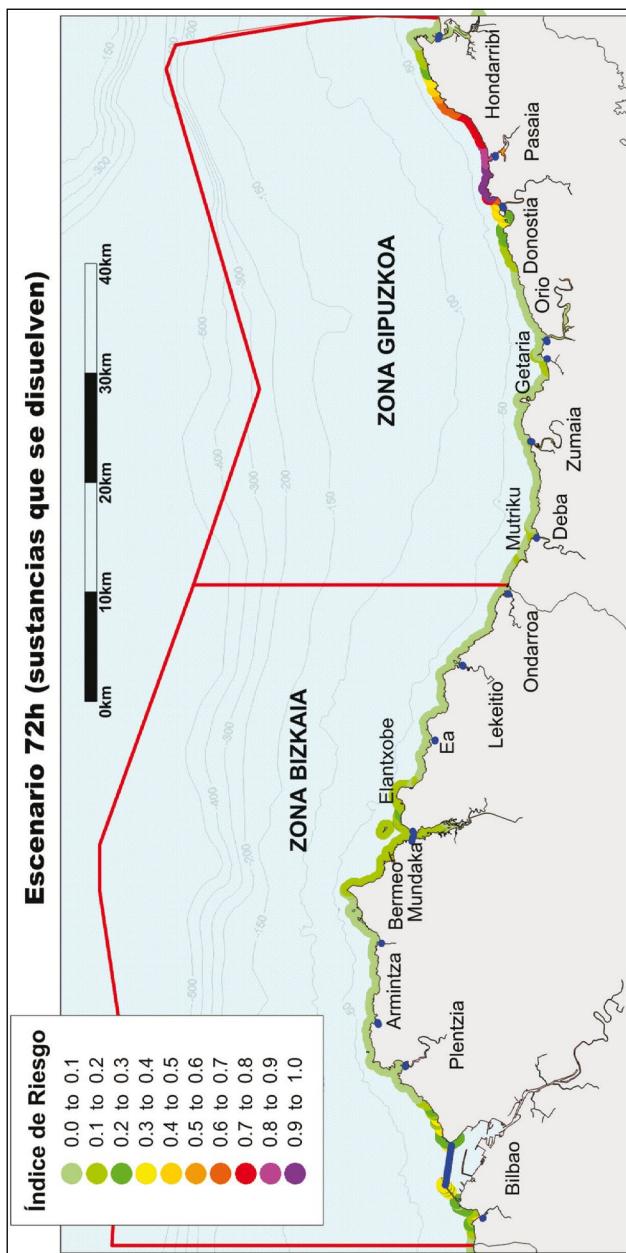


Figura 47. Mapa de Índice de Riesgo a las 72 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

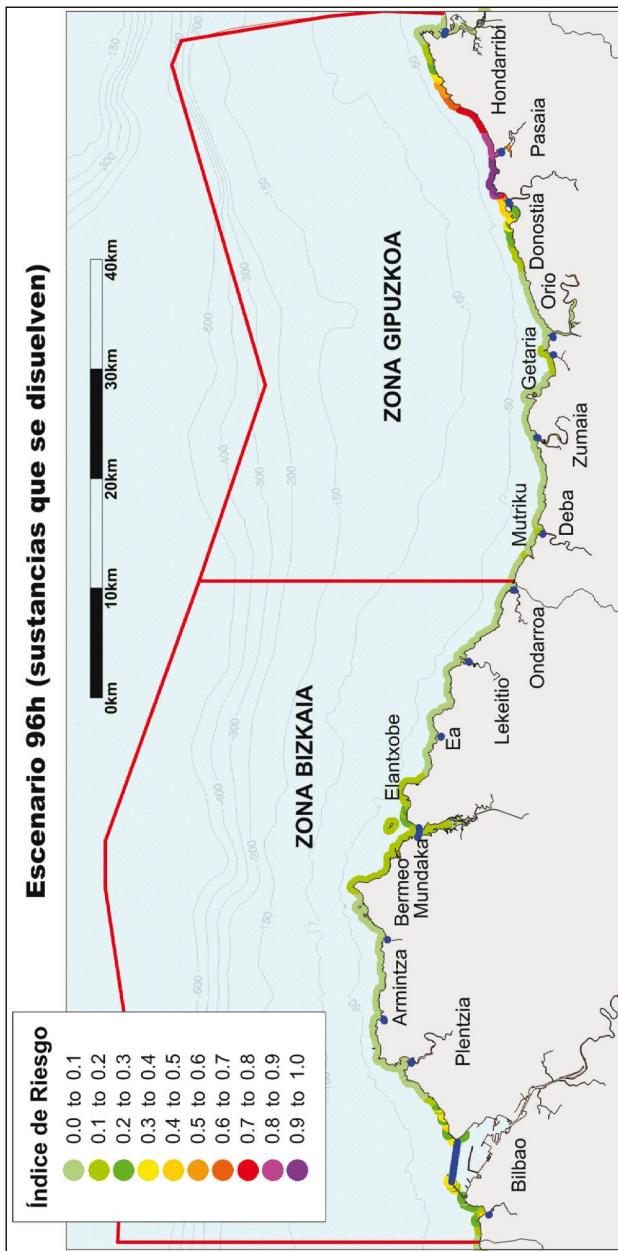


Figura 48. Mapa de Índice de Riesgo a las 96 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

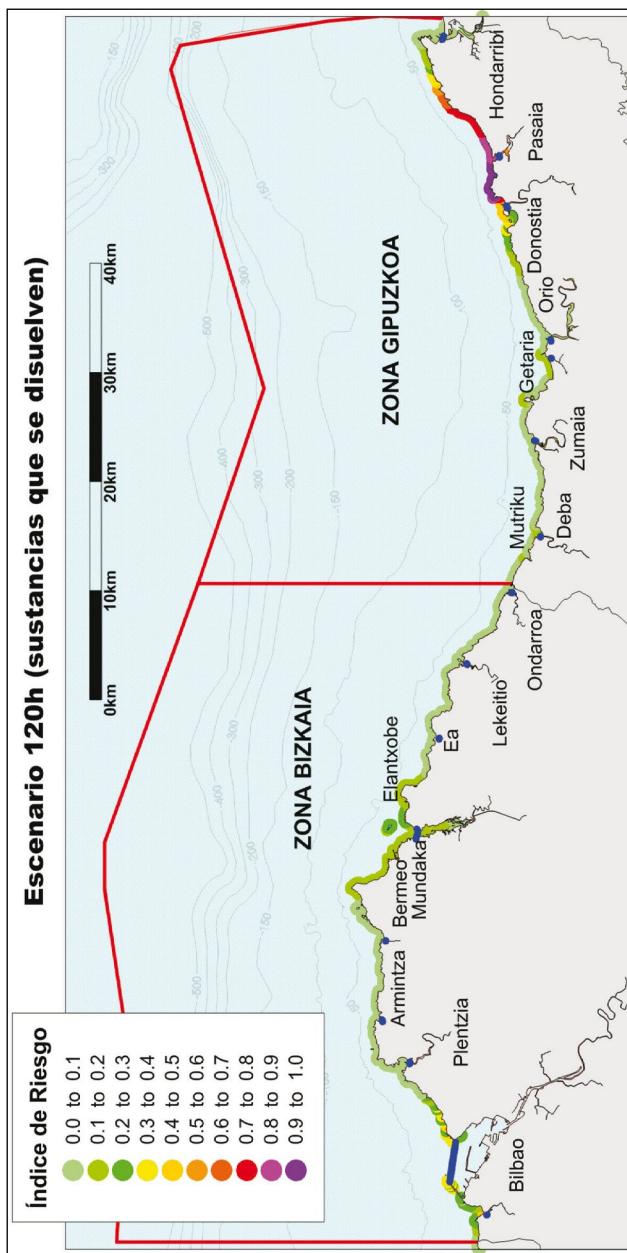


Figura 49: Mapa de Índice de Riesgo a las 120 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

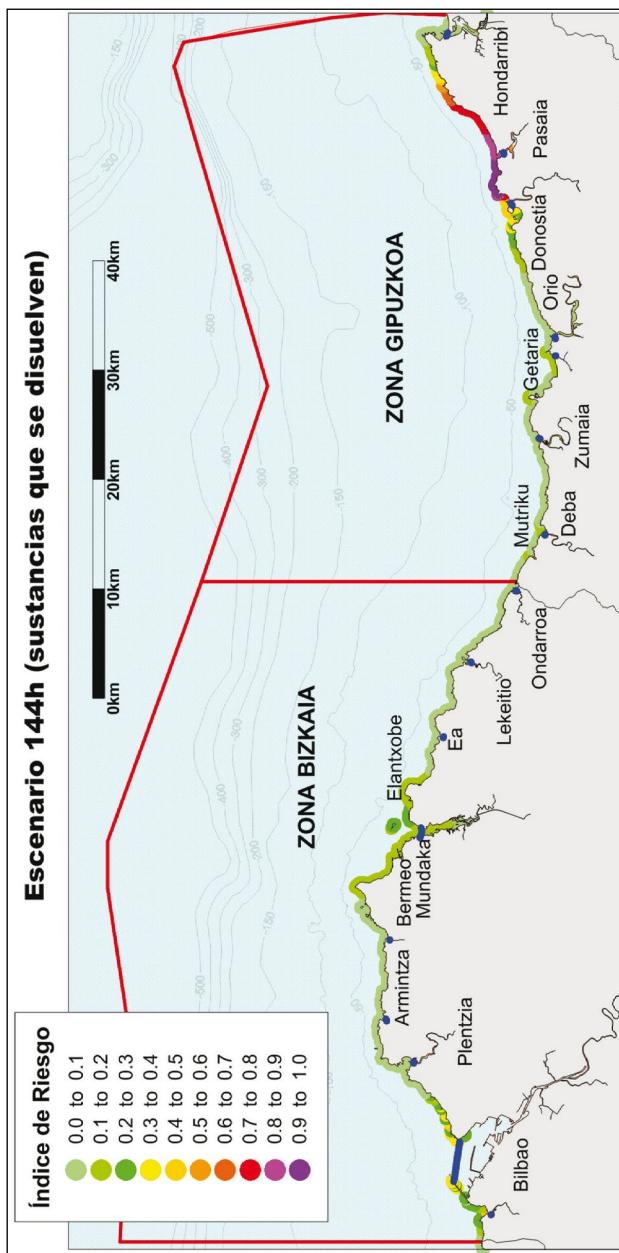


Figura 50. Mapa de Índice de Riesgo a las 144 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que se disuelven en la columna de agua (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

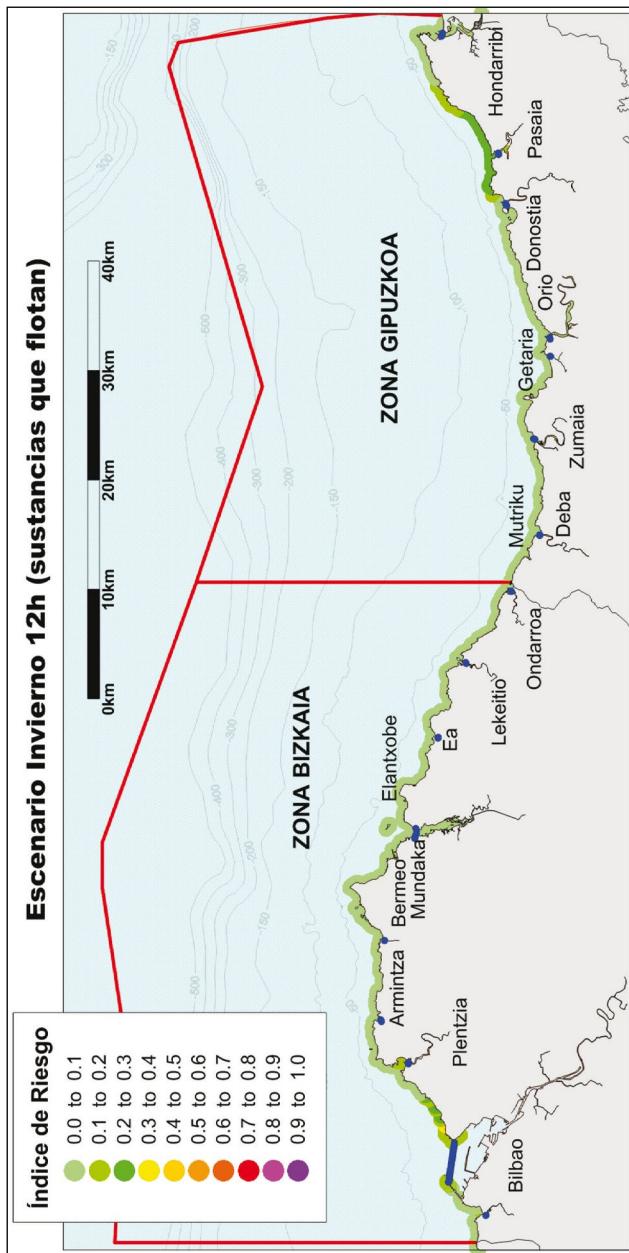


Figura 51. Mapa de Índice de Riesgo a las 12 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de invierno (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera)

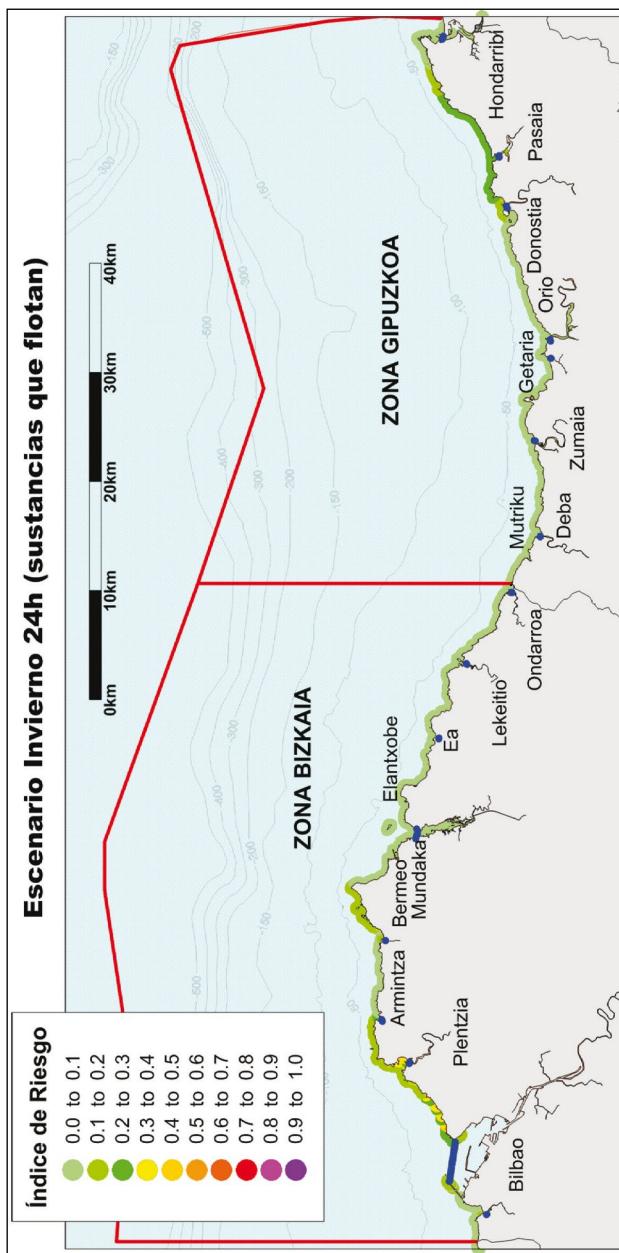


Figura 52. Mapa de Índice de Riesgo a las 24 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones océano-meteorológicas de invierno (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

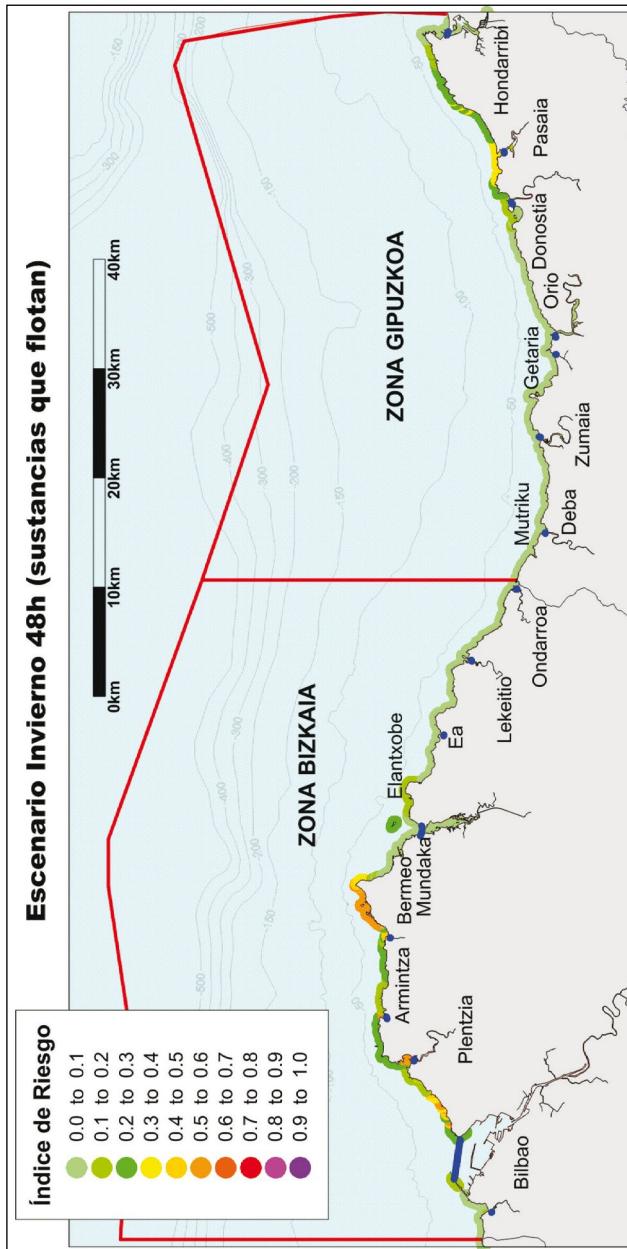


Figura 53. Mapa de Índice de Riesgo a las 48 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de invierno (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

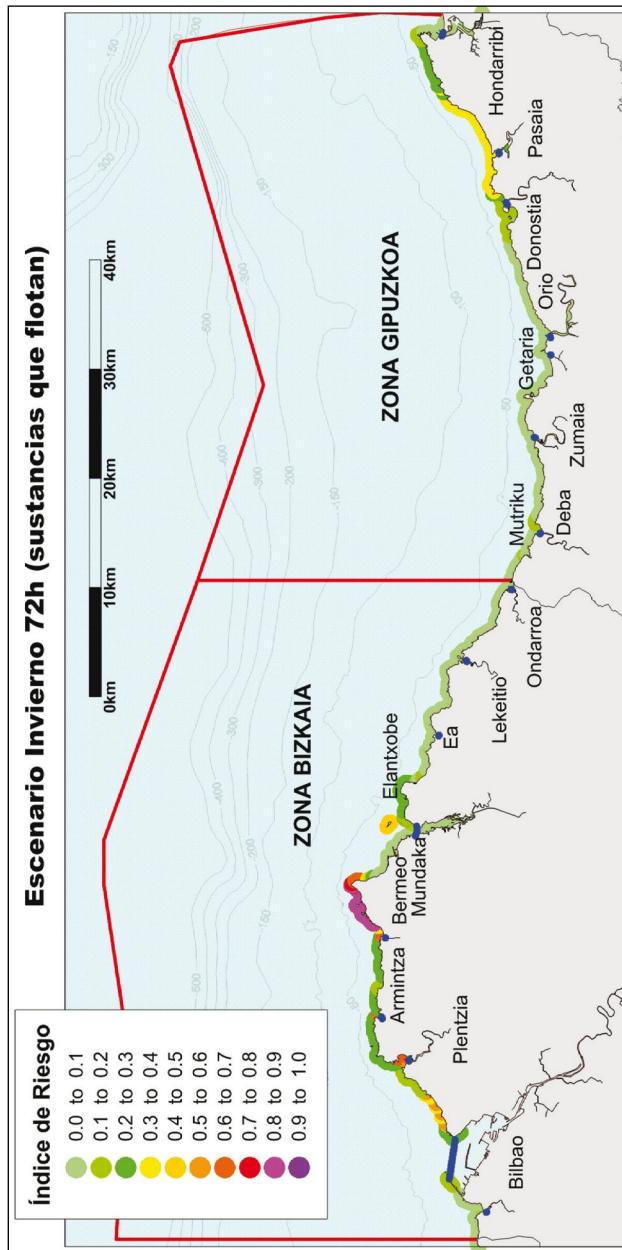


Figura 54. Mapa de Índice de Riesgo a las 72 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceánico-meteorológicas de invierno (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

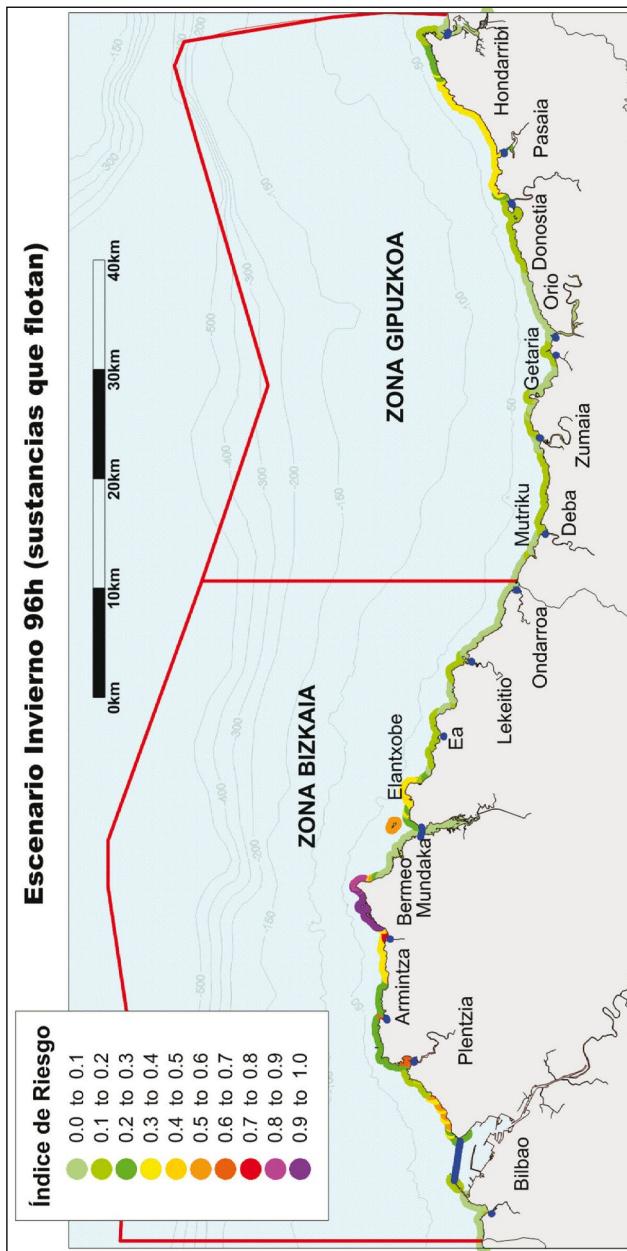


Figura 55. Mapa de Índice de Riesgo a las 96 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de invierno (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

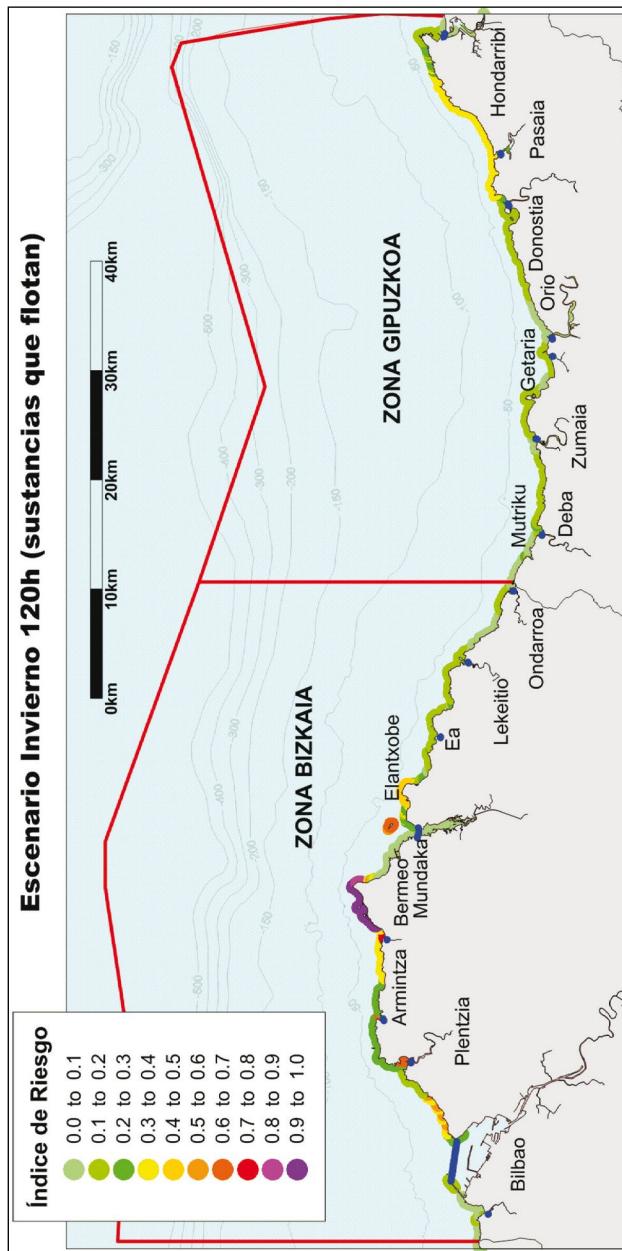


Figura 56. Mapa de Índice de Riesgo a las 120 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de invierno (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

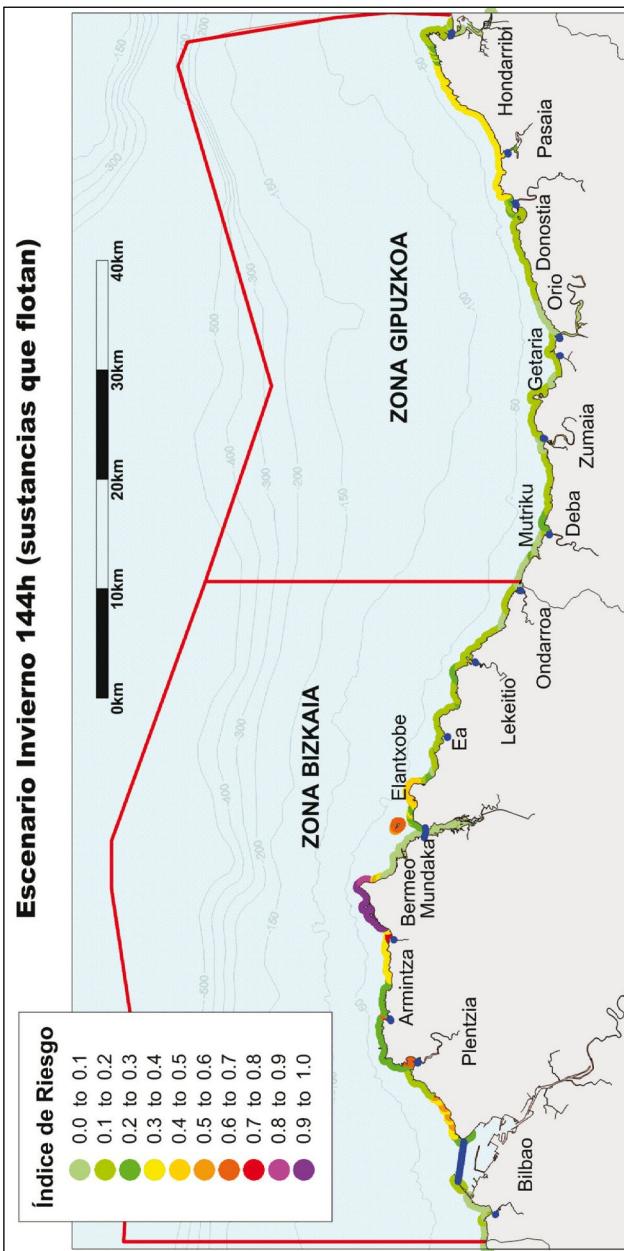


Figura 57. Mapa de Índice de Riesgo a las 144 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de invierno. (la linea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

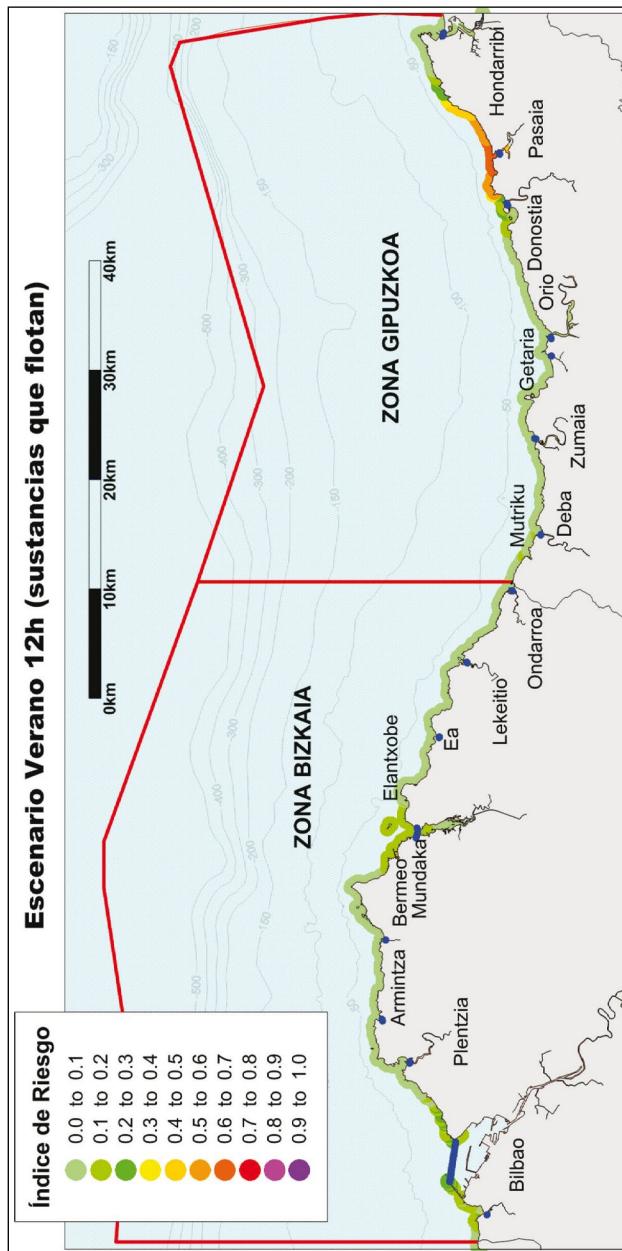


Figura 58. Mapa de Índice de Riesgo a las 12 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceánico-meteorológicas de verano (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

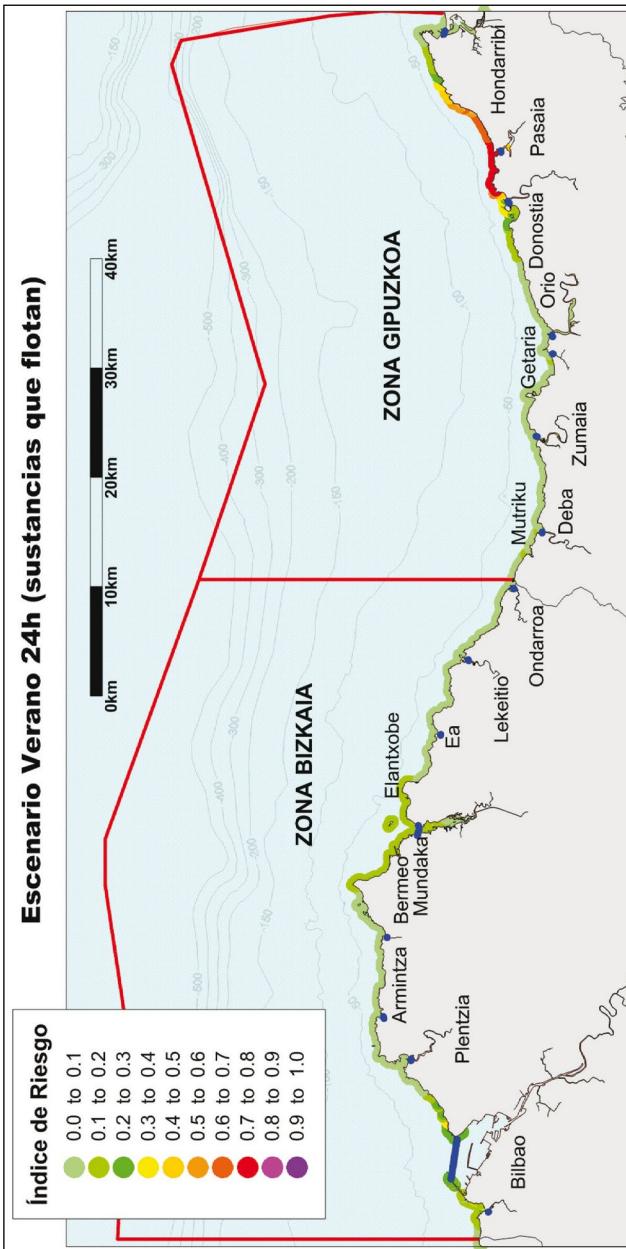


Figura 59. Mapa de Índice de Riesgo a las 24 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de verano (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

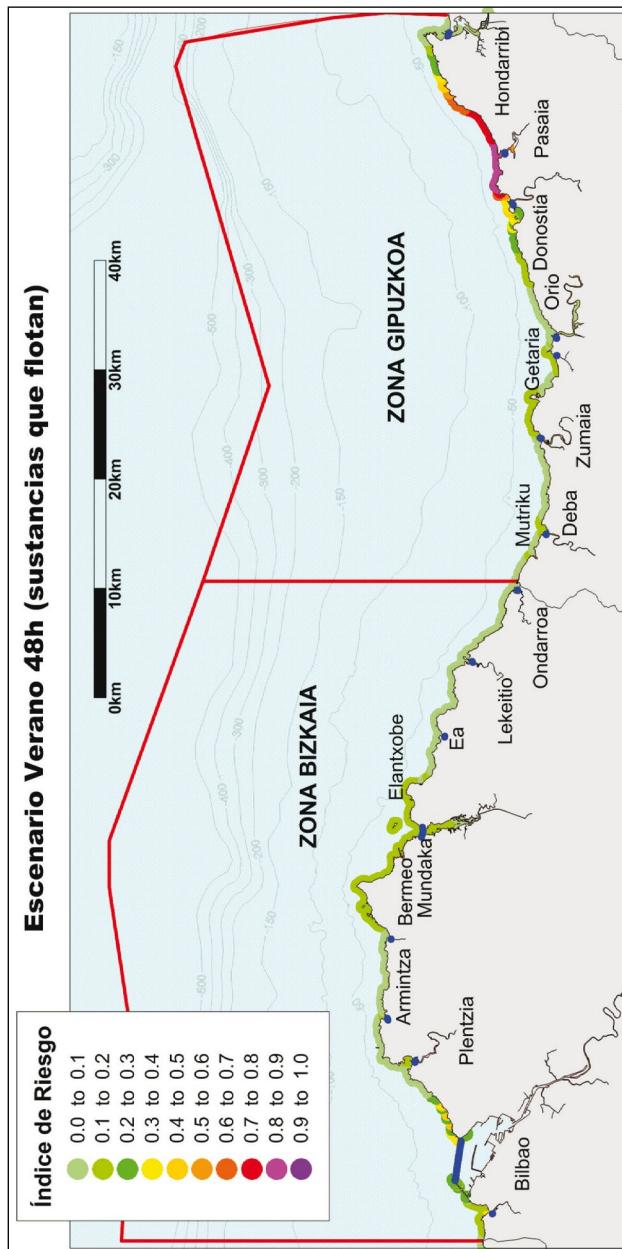


Figura 60. Mapa de Índice de Riesgo a las 48 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceánico-meteorológicas de verano. (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

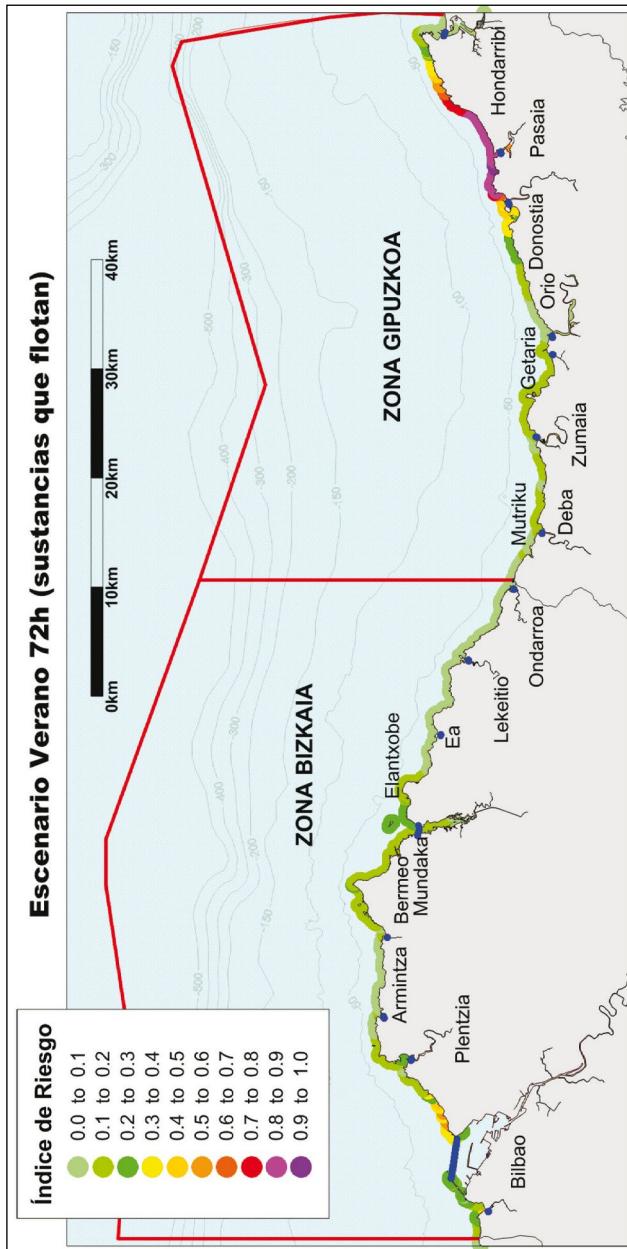


Figura 61 . Mapa de Índice de Riesgo a las 72 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de verano (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

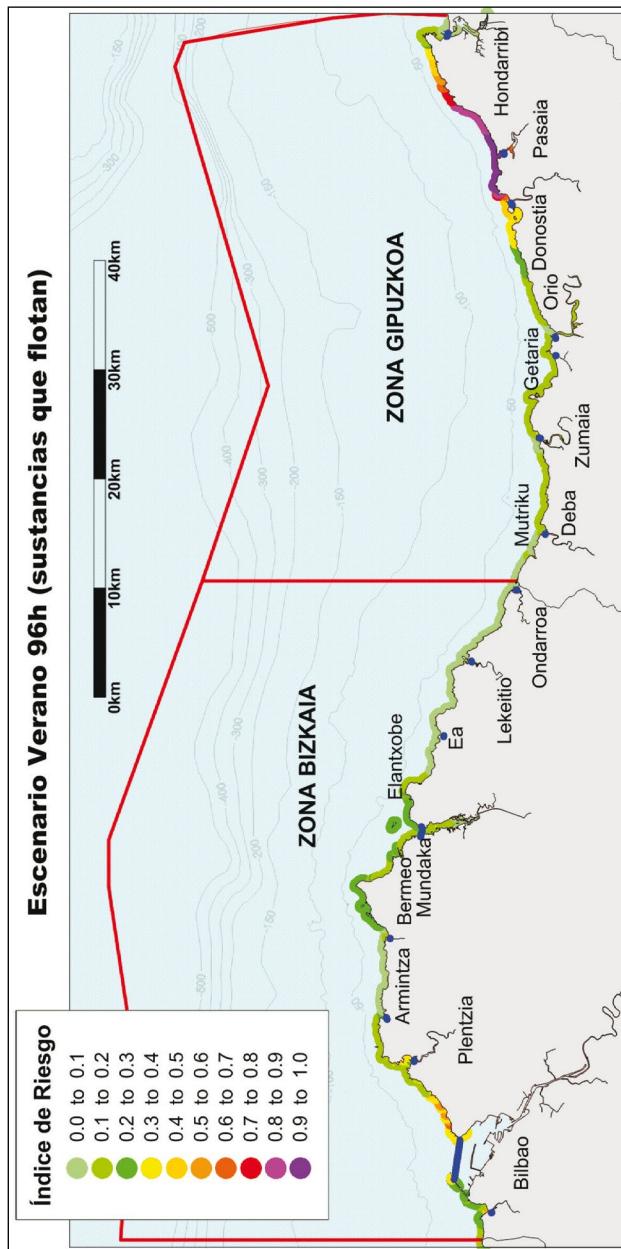


Figura 62. Mapa de Índice de Riesgo a las 96 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones ocáano-meteorológicas de verano (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

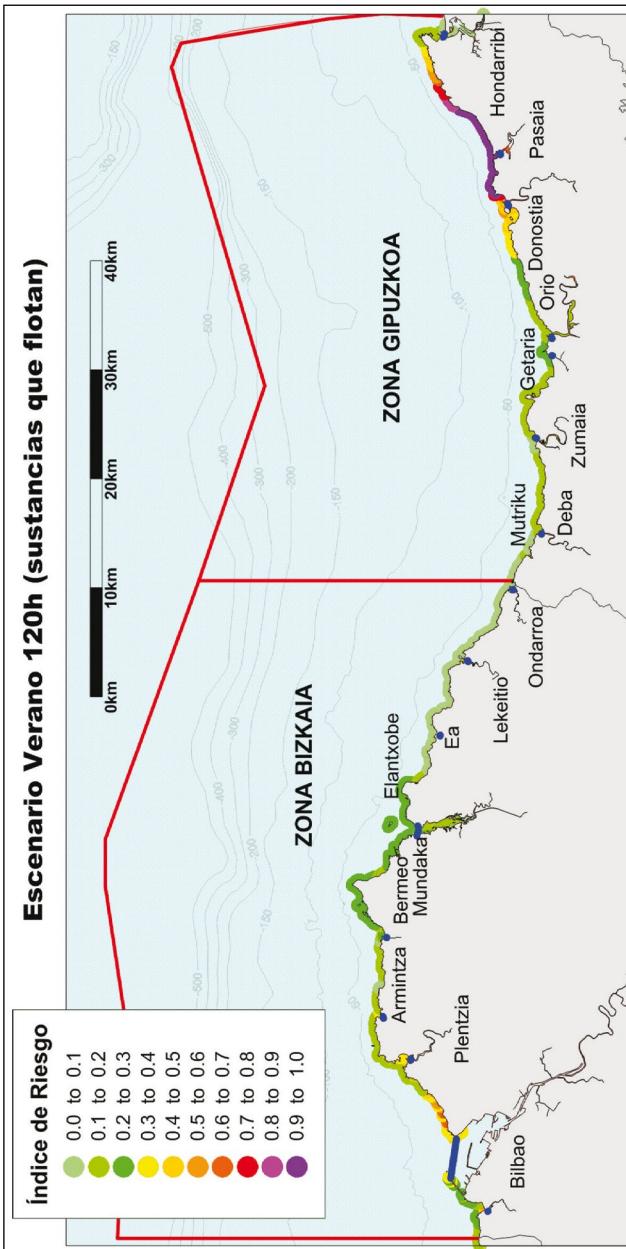


Figura 63 Mapa de Índice de Riesgo a las 120 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones oceáno-meteorológicas de verano (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

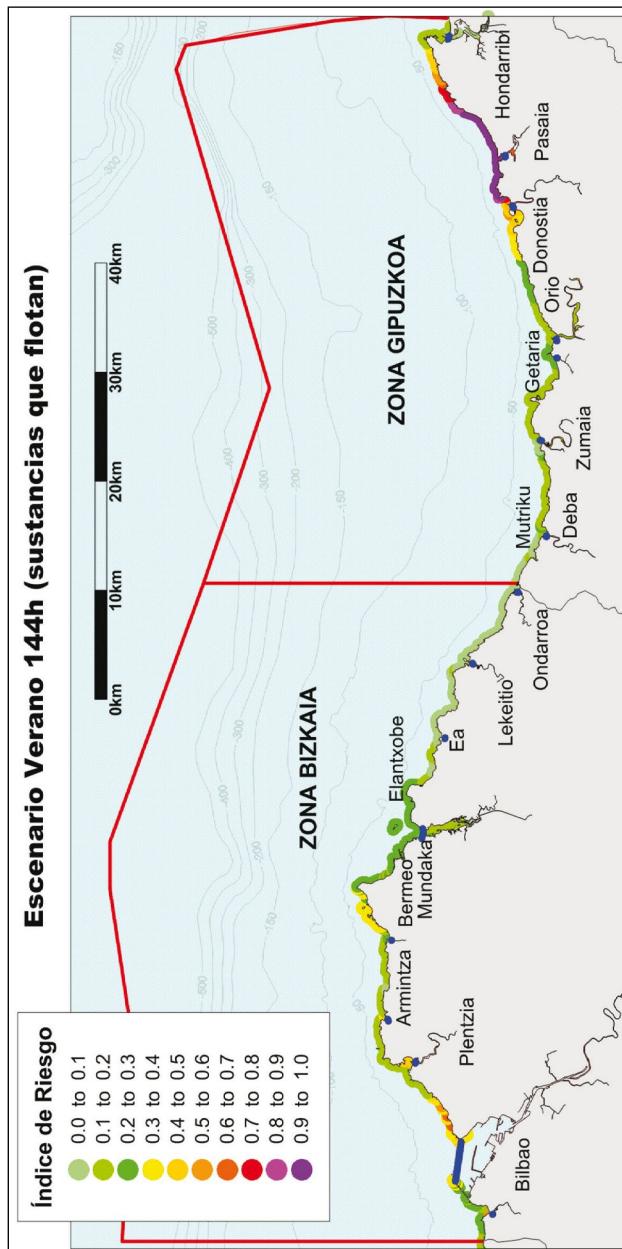


Figura 64. Mapa de Índice de Riesgo a las 144 h de haberse producido el vertido para el caso de vertidos que flotan y condiciones océano-meteorológicas de verano. (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

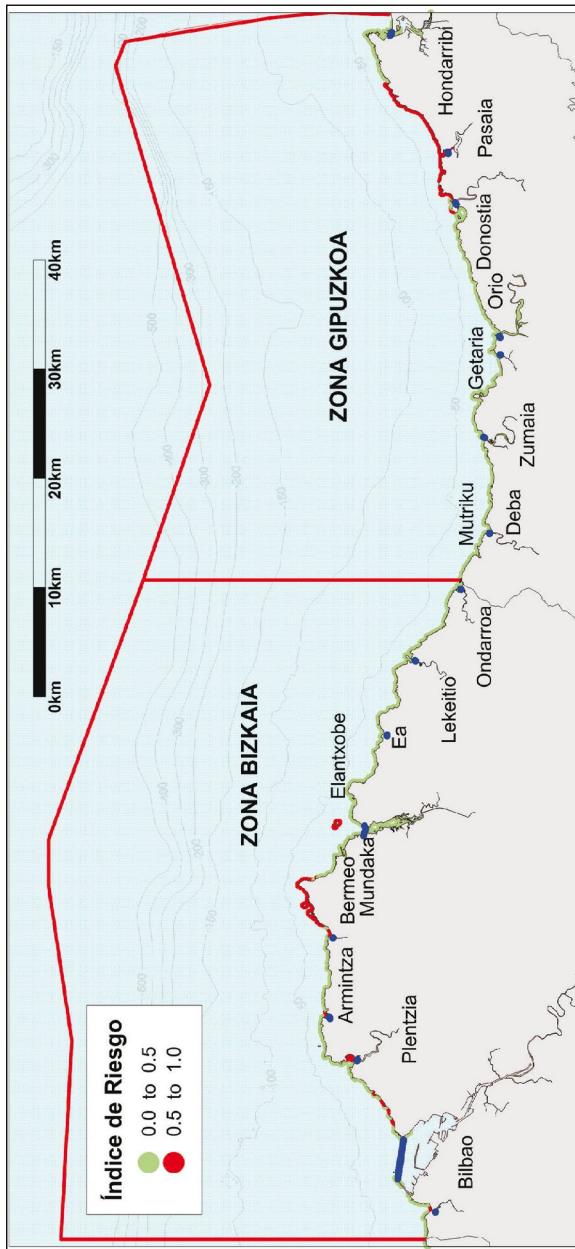


Figura 65. Mapa de Índice de Riesgo Global en la costa vasca (la línea azul indica el cierre de la información del Plan Ribera).

# **CAPÍTULO II**

# **OPERATIVIDAD**



## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente capítulo incluye la descripción de las circunstancias de activación del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar, estructura y funciones de los órganos de dirección y respuesta, procedimiento de notificación de incidencias, protocolo de comunicación de activación del Plan, coordinación con otros planes del Sistema Nacional de Respuesta, protocolo de actuación, circunstancias en las que se declara el fin de la contingencia, inventario de medios disponibles, programa de mantenimiento de los medios materiales, programa de adiestramiento y ejercicios periódicos de simulación de activación del Plan y procedimiento de revisión del mismo.

## **2. CIRCUNSTANCIAS DE ACTIVACIÓN DEL PLAN**

### **2.1 Fases del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar**

En correspondencia con lo previsto por los artículos 5.1.c) y 7.2 del Sistema Nacional de Respuesta, las fases de emergencia del Plan son las que a continuación se detallan.

#### ***2.1.1 Fase de Alerta***

La Fase de Alerta implica, ante un posible suceso de contaminación marina, la puesta en disposición de actuar de los medios y recursos movilizables, de acuerdo con el grado de respuesta necesario.

### **2.1.2 Fase de Emergencia**

La Fase de Emergencia tiene lugar cuando, habiéndose producido un suceso de contaminación marina, la prevención y reducción de los daños derivados o que pudieran derivarse del mismo exige la movilización de los medios y recursos del plan, de conformidad con las situaciones de emergencia definidas en el siguiente apartado (2.2).

## **2.2 Situaciones de Emergencia del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar**

Integradas en la Fase de Emergencia de contaminación del ámbito de aplicación del presente Plan, las situaciones de emergencia son las que a continuación se detallan.

### **2.2.1 Situación 0**

Se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de pequeña magnitud y peligrosidad, caracterizado por alguna de las siguientes circunstancias:

- i. La contaminación marina esté dentro del ámbito de aplicación de un plan interior marítimo (en adelante PIM) o/y un plan local (en adelante PL) incluido en el ámbito geográfico de la CAPV.
- ii. La contaminación afecte, o pueda afectar, exclusivamente y de forma limitada al frente costero de una entidad local de la CAPV.

En esta situación de emergencia, Situación 0, se activarán al menos, en el grado de respuesta adecuado, el PIM o/y el PL que corresponda. Del mismo modo la gestión de la emergencia en esta Situación

se articulará en torno a la correspondiente Táctica Operativa IGM (Contaminación mar/zona mareal) vigente en ese momento. En esta situación desde el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar se realizarán funciones de seguimiento y evaluación y se garantizará, en su caso, a las direcciones de los PIM y PL la prestación de los apoyos correspondientes.

## **2.2.2 Situación 1**

La Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar, podrá declarar la activación en Fase de Emergencia de Situación 1 cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de magnitud o peligrosidad media, caracterizado por alguna de las siguientes circunstancias:

- i. Los medios disponibles en torno a la Táctica Operativa IGM o en los planes activados PIM/PL en la Situación 0 resulten insuficientes para combatir la contaminación.
- ii. Debido a las circunstancias de vulnerabilidad de la zona afectada o amenazada, habiendo sido aplicada anteriormente la Situación 0, se considere necesario activar los planes correspondientes a la Situación 1 en el grado de respuesta que se estime oportuno.
- iii. La contaminación afecte o pueda afectar al tramo de costa correspondiente a varios municipios.
- iv. Las circunstancias del incidente, por ejemplo: tipo de sustancia o volumen vertido, indiquen la necesidad de adoptar esta situación de emergencia.
- v. Que la contaminación se hubiera producido fuera del ámbito de los P.I.M.

En esta situación de emergencia, Situación 1, desde el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar se realizan funciones de coordinación e intervención, para su control, asumiendo la dirección del presente plan la coordinación de todas las acciones. Si se tratara de situaciones en las que sólo un municipio resultara afectado, la Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar puede encomendar la coordinación de la respuesta sobre el lugar a la Dirección del Plan Local correspondiente. En este caso la Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar conservará el mando de los medios propios.

Si lo considerase oportuno, la Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar puede solicitar la activación del Plan Marítimo Nacional.

### **2.2.3 *Situación 2***

La Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar podrá declarar la activación en Fase de Emergencia de Situación 2 cuando tenga lugar alguna de las siguientes circunstancias:

- i. Los medios disponibles en los planes activados en la Situación 1 resulten insuficientes para combatir la contaminación.
- ii. La zona afectada o amenazada sea especialmente vulnerable (orientativamente se considera como zona especialmente vulnerable aquella que tenga un índice de vulnerabilidad superior a 0,7).
- iii. Las circunstancias del incidente, por ejemplo, tipo de sustancia o volumen vertido, indiquen la necesidad de adoptar esta situación de emergencia.

En esta situación de emergencia, Situación 2, se activarán, en el grado de respuesta oportuno, los PL del ámbito correspondiente, y en su caso, el PIM correspondiente.

La Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar podrá solicitar del Ministerio competente en asustos de la Marina Mercante el apoyo de medios marítimos y, en su caso, la activación del Plan Marítimo Nacional. Asimismo, la Dirección del presente Plan Especial podrá solicitar a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente la movilización de medios, tanto humanos (Grupos de Respuesta del artículo 4.4 del Plan Ribera) como materiales, de la Dirección General competente en Protección de la Costa y el Mar adscritos al Plan Ribera. Los medios citados se integrarán en el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar, bajo la coordinación de un representante del Jefe de la Demarcación de Costas del País Vasco o del funcionario de la Dirección General competente en Protección de la Costa y el Mar que se designe al efecto. Este coordinador se integrará en el CECOP del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar bajo la dirección de la Dirección de dicho Plan.

#### **2.2.4 Situación 3**

Se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de gran magnitud o peligrosidad, caracterizado por alguna de las siguientes circunstancias:

- i. La contaminación afecte o pueda afectar a la costa de varias comunidades autónomas.
- ii. La contaminación pueda afectar a las aguas o a la costa de Estados limítrofes.

- iii. La contaminación se produzca en aguas bajo soberanía de los Estados limítrofes, pero que pueda poner en peligro, por su peligrosidad, extensión y proximidad geográfica, las aguas marítimas sobre las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, o las costas españolas.
- iv. Estando en peligro la seguridad de personas y bienes, la emergencia sea declarada de interés nacional por el ministro del Interior, según lo establecido en la Ley 17/2015 del Sistema Nacional de Protección Civil.
- v. En Situación 3 la Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar designará la autoridad que, junto a la correspondiente por parte de la Administración del Estado, se integrarán en el CECOPI, recayendo en la persona representante estatal la dirección única del Plan salvo delegación expresa. Siendo el ministro competente en asuntos marítimos, o en su caso en medio ambiente, quién facilitará la comunicación y la coordinación general en la toma de decisiones conjuntas. La Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar, siguiendo las directrices de la Dirección única, conservará la coordinación de los medios propios o asignados.

## **2.3 Estructura de Dirección del Plan**

### ***2.3.1 Director o directora de la Emergencia***

El órgano de Dirección del Plan es la persona titular del Departamento con competencias sobre seguridad pública, y su director o directora será su consejero o consejera.

Las funciones del órgano de Dirección del Plan son:

- Convocar al Consejo Asesor y al Gabinete de Información.
- Activar o desactivar el Plan.
- Establecer las líneas generales de actuación y las directrices a seguir por los Grupos de Intervención mediante la oportuna toma de decisiones.
- Adoptar las decisiones de actuación en coordinación con los directores de los otros planes que puedan estar activados.
- Realizar el seguimiento de los resultados.
- Mantener las relaciones institucionales entre las administraciones públicas competentes.

### **2.3.2 Consejo Asesor**

La función de este Consejo es asesorar a la Dirección del Plan en materias científicas, técnicas, jurídicas o económicas que pudieran ser relevantes. Este Consejo está formado, en principio, por los titulares de los siguientes organismos:

- Director/a del órgano competente en gestión de emergencias del Gobierno Vasco.
- Director/a del órgano competente en meteorología del Gobierno Vasco.
- Director/a del órgano competente en gestión de puertos del Gobierno Vasco.

- Director/a de la Ertzaintza del Gobierno Vasco.
- Director/a del órgano competente en gestión ambiental del Gobierno Vasco.
- Director/a del órgano competente en gestión de la salud pública del Gobierno Vasco.
- Director/a del órgano competente en gestión de emergencias de Osakidetza.
- Director/a del órgano competente en gestión pesquera del Gobierno Vasco.
- Director/a del órgano competente en la coordinación administrativa del Dpto de Lehendakaritza del Gobierno Vasco.
- Representantes de la Diputación Foral que corresponda.
- Un representante de la Delegación del Gobierno.
- Un representante de la Dirección General competente en asuntos de Marina Mercante.
- Un representante de la Dirección de Operaciones de SASEMAR.
- El Jefe de la Demarcación de Costas del País Vasco o un funcionario de la Dirección General competente en Protección de la Costa y el Mar que se designe al efecto.
- Si se encuentra activado también algún Plan Interior Marítimo, deberá garantizarse asimismo la representación de las autoridades e instancias portuarias correspondientes.

Asimismo, formará parte de este Consejo un representante de cada uno de los otros planes que puedan estar activados; así como otros organismos cuya presencia se estime necesaria por la Dirección del Plan.

### ***2.3.3 Gabinete de Información***

El Gabinete de Información depende directamente de la Dirección del Plan, el cual se encargará de las relaciones con los medios de comunicación y de la difusión de los comunicados elaborados por la Dirección del Plan sobre la evolución de la situación.

Sus funciones son:

- Difundir las órdenes, consignas y recomendaciones dictadas por la Dirección del Plan, a través de los medios de comunicación social.
- Centralizar, coordinar y preparar la información general sobre la emergencia, de acuerdo con la Dirección del Plan, y facilitarla a los medios de comunicación social.
- Informar sobre la emergencia a cuantas personas y organismos lo soliciten.

Este gabinete estará formado por la Dirección de Comunicación del Departamento de Seguridad del Gobierno Vasco.

### ***2.3.4 CECOP/CECOPÍ***

El Centro de Coordinación Operativa (CECOP) es el centro o lugar donde se realizará la dirección y coordinación de todas las operaciones propias del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contami-

nación de la Ribera del Mar. Constituye el puesto de mando de la Dirección del Plan.

En caso necesario el CECOP se constituirá en CECOPI cuando se integren los mandos de la administración autonómica y estatal, tanto para la dirección y coordinación de la emergencia, como para la transferencia de responsabilidades en los casos en que se declare el interés supraautonómico.

El CECOP/CECOPI estará ubicado en los Centros de Coordinación de Emergencias (SOS-Deiak), utilizándose la infraestructura de los mismos para coordinar las emergencias que se puedan producir en la CAPV.

## **2.4 Estructura Operativa**

### ***2.4.1 Mando Único Operativo y Puestos de Mando Avanzado (PMA)***

Según la naturaleza y gravedad de la emergencia la Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar podrá establecer y designar uno o varios Puestos de Mando Avanzado (PMA) que constituyen el órgano de trabajo del Comité de Emergencias de Euskadi en el lugar de la emergencia, formado por los jefes o responsables de los Grupos de Acción y de aquellos organismos o entidades cuyas actuaciones sean decisivas para la consecución de los objetivos.

Los Puestos de Mando Avanzado (PMA) tienen como fin dirigir y coordinar las actuaciones de los medios y recursos intervintentes en el lugar de la emergencia conforme a las instrucciones de la Dirección del Plan, para lo cual remitirán a la Dirección, información exhaustiva sobre la evolución del riesgo.

Salvo disposición en contrario de la Dirección del Plan, la dirección de los PMA como Mando Único Operativo corresponde a la Dirección competente en materia de Protección Civil y Emergencias.

#### *2.4.2 Grupos de Intervención*

Los Grupos de Intervención están encargados de la respuesta inmediata y del manejo de los equipos de lucha contra la contaminación, de la recuperación de los productos derramados, de la adecuada gestión de los residuos recogidos, de la limpieza de áreas contaminadas y de la protección de la biodiversidad.

Los Grupos de Intervención estarán formados por personal y medios especializados. Se constituirá un Grupo de Intervención en Tierra.

El Grupo de Intervención en Tierra, a cargo de la prevención, limpieza, recuperación y evaluación de las áreas contaminadas en la costa, estará constituido por las siguientes unidades:

- Unidad de evaluación de las costa.
- Unidad de prevención de la contaminación en costa.
- Unidad de operaciones de limpieza en costa.
- Unidad de recuperación del medio costero.

#### *2.4.3 Grupo Logístico*

Este Grupo estará encargado de atender a las necesidades de los Grupos de Intervención. Estas funciones comprenden, entre otras, el suministro de material, el transporte del material y del personal y velar por la seguridad y salud de los Grupos de Intervención.

### **3. PROCEDIMIENTO DE NOTIFICACIÓN DE INCIDENCIAS**

El Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo y Lucha Contra la Contaminación de Bilbao (en adelante CCS-LCC) remitirá mediante el documento POLREP (anexo D) información sobre cualquier suceso de contaminación en el mar al Centro de Coordinación de Emergencias SOS DEIAK de la Dirección competente en materia de Protección Civil y Emergencias del Gobierno Vasco (en adelante DAEM) quien, una vez evaluada la emergencia, activará, si procede, la Táctica Operativa IGM (Contaminación mar/Zona mareal)

En el supuesto de que la fuente de la contaminación fuera de naturaleza nuclear, radiológica o química se procederá, por parte del Centro de Coordinación de emergencias SOS DEIAK, a poner en marcha las instrucciones del Táctica Operativa correspondientes al suceso concreto desencadenando las acciones establecidas en dicho Táctica.

Toda aquella persona que detecte un suceso relevante de contaminación en tierra lo comunicará al Centro de Coordinación de Emergencias SOS DEIAK, quien de conformidad con los procedimientos establecidos notificará a las autoridades, instituciones o servicios correspondientes a la tipología del vertido, entre los que siempre estará la CMAPT, según la Táctica Operativa adecuada. Si este vertido tuviera la posibilidad de llegar al mar, la DAEM, lo notificaría al CCS-LCC, en este caso la notificación incluirá los datos comprendidos en el protocolo de comunicación «POLREP Costa» facilitado por el Plan Ribera estatal, que figura en el ANEXO D del presente documento.

### **4. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN DE ACTIVACIÓN DEL PLAN**

Cuando el director o directora de la Emergencia active el presente Plan, el Centro de Coordinación de Emergencias SOS DEIAK lo comunicará a:

- El Consejo Asesor del Plan.
- La Delegación del Gobierno, que informará a la Dirección General competente en Protección de la Costa y el Mar.

## **5. SISTEMA DE COORDINACIÓN CON OTROS PLANES DEL SISTEMA NACIONAL DE RESPUESTA**

En este apartado se describe el procedimiento de integración o coordinación del Plan con otros de igual o superior rango, de acuerdo con los criterios establecidos en el Sistema Nacional de Respuesta.

### **5.1 Coordinación entre planes interiores marítimos, planes locales y el Plan Territorial Ribera de la CAPV**

El coordinador general de la emergencia será designado por la Consejería de Seguridad como Puesto de Mando Único, siempre que los únicos planes activados sean el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar y uno o varios PL y/o PIM, sin que esto suponga la alteración sustantiva en los esquemas básicos de organización o funcionamiento de los PIM.

En Situación 2 de Emergencia, cuando la Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar solicite a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente la movilización de medios del Ministerio adscritos al Plan Ribera, dichos medios se integrarán en el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar, bajo la coordinación de un representante del Ministerio. Este coordinador se integrará en el CECOP del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar bajo la dirección de la Dirección de dicho Plan.

## **5.2 Coordinación entre planes del subsistema marítimo y del subsistema costero, cuando está activado el Plan Marítimo Nacional**

El Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar deberá coordinarse de acuerdo a lo establecido en el Plan Nacional de Servicios Especiales de Salvamento de la Vida Humana en la Mar y de la Lucha contra la Contaminación del Medio Marino.

En caso de activación conjunta de del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar y del Plan Marítimo Nacional (Situaciones 1 o 2), los tres miembros de la CAPV que forman parte del *órgano de coordinación* serán:

- Representante del Dpto. con competencias en materia de Seguridad del Gobierno Vasco.
- Representante del Dpto. con competencias en materia de Medio Ambiente del Gobierno Vasco.
- Representante del Dpto. con competencias en materia de Puertos del Gobierno Vasco.

Además, formarán parte de este órgano de coordinación tres representantes del estado español: el Capitán Marítimo competente por razón del lugar donde se produzca el evento, el Jefe de Demarcación de Costas del País Vasco y un representante de la Delegación del Gobierno.

## **6. PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN**

### **6.1 Evaluación inicial de la situación**

En primer lugar, se requiere realizar la evaluación de la situación, analizando la primera información recibida, así como el resultado de las

medidas adoptadas por los planes que hayan sido activados con anterioridad. En la evaluación inicial de la situación se seguirán los modelos de comunicación POLREP (anexo D). La evaluación contemplará los siguientes puntos:

1. Identificación del agente contaminante. Si se considera necesario, toma de muestras y envío a laboratorio para análisis.
2. Determinación de los efectos potenciales sobre la vida y salud de las personas y sobre el ecosistema costero. Consulta de “Fichas de Comportamiento Específico” de las sustancias identificadas (que se incluyen como anexos) o consulta a la Base Nacional de Datos sobre Riesgo Químico (BARQUIM).
3. Lugar de la contaminación.
4. Magnitud de la contaminación:
  - Si el derrame ha cesado, estimación de la cantidad derramada.
  - Si el derrame continúa, estimación de la cantidad ya derramada y del caudal que se está derramando.
5. Si procede, Intercambio de información con las unidades correspondientes de los planes que hayan sido activados. Cuál es el resultado de las acciones emprendidas hasta el momento.
6. Información sobre el estado actual de las condiciones meteorológicas (viento, visibilidad, etc.) y marinas (oleaje, corrientes, marea, etc.).

7. Estimación inicial de la situación y extensión de la costa potencialmente afectada por la contaminación. Determinación de la posible trayectoria de la contaminación mediante la utilización de programas informáticos de predicción disponibles. Consulta de los mapas de probabilidad de afección que se incluyen en el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar.
8. Vulnerabilidad de la costa. Si existen o no zonas sensibles o recursos importantes amenazados por la contaminación. Consulta de los mapas de vulnerabilidad que se incluyen en el Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar.
9. Análisis inicial de riesgos de daños ecológicos y socioeconómicos cuyos resultados orientarán las primeras acciones a tomar. Determinación de las zonas críticas (con mayor riesgo).
10. Determinación de los sistemas más adecuados de protección, especialmente para las zonas críticas.
11. Si procede, inventarios de medios desplegados por otros planes activados y resultados de las acciones emprendidas hasta el momento.
12. Estimación de los medios necesarios.

## **6.2 Establecimiento de la Procedimiento Operativo del Plan**

Una vez evaluada la situación se ha de establecer y ejecutar un Procedimiento Operativo, el cual contendrá lo siguiente:

1. Establecimiento de los sistemas de comunicaciones:
  - Entre los órganos de dirección y respuesta del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar.
  - Con otros planes activados.
2. Adopción de medidas de prevención de la contaminación en la costa, particularmente en los tramos críticos. Acondicionamiento de zonas de operación y accesos. En caso de que haya otros planes activados, colaborar en la contención, retirada y neutralización si es posible.
3. Previsiones de las condiciones meteorológicas (viento, lluvia, visibilidad, etc.) y marinas (oleaje, corrientes, marea, etc.) y de la evaluación y trayectoria de la contaminación. Intercambio de información con las unidades correspondientes de los planes que hayan sido activados.
4. Establecimiento de un servicio de vigilancia, incluidos medios aéreos, para verificar las predicciones y obtener información complementaria. Colaboración con otros planes.
5. El establecimiento del procedimiento de revisión de la Procedimiento Operativo en base a los progresos de las operaciones y la información adicional obtenida de los observadores y de los propios Grupos de Intervención. Análisis dinámico (con cada actualización de datos) de riesgos de daños ecológicos y socioeconómicos y replanteamiento de las acciones de respuesta en caso necesario. Intercambio de información con las unidades correspondientes de los planes que hayan sido activados.

6. Movilización de los medios disponibles. Si el suceso requiere el empleo de medios ajenos, planificación temporal y espacial de su utilización.
7. Establecimiento y difusión de instrucciones complementarias relativas a:
  - Evaluación y prevención de riesgos laborales.
  - Medidas de seguridad y autoprotección del personal.
  - Procedimientos de limpieza y recuperación de las zonas de la costa afectadas.
  - Mantenimiento del control y registro diario de todas las operaciones, resultado de las mismas y equipo utilizado. En caso de contaminación por hidrocarburos, estimación y registro de la cantidad de residuo retirado cada día en cada tramo de costa y del porcentaje de éste constituido por hidrocarburo.
  - Confección y difusión de los correspondientes Partes de operaciones.
  - Evaluación de las operaciones y de la información proporcionada por los observadores y los grupos de respuesta.
  - Procedimientos para la limpieza, mantenimiento y reparación de los equipos y regreso del personal y material a sus lugares de origen.
8. Retirada y gestión adecuada de los residuos recogidos en coordinación con los otros planes activados.
9. Previsiones para el levantamiento de las operaciones, una vez finalizadas éstas.

El establecimiento del Procedimiento Operativo no ha de ser un motivo para que se puedan producir retrasos en las acciones más urgentes a emprender para tratar de luchar contra la contaminación, ya que el factor tiempo es muy importante a la hora de obtener resultados positivos de las operaciones. En consecuencia, hasta que se pueda poner en práctica dicho Procedimiento, se continuarán las acciones emprendidas si anteriormente estaba activado un PIM o un PL y en cualquier caso las actuaciones establecidas en la Táctica Operativa IGM.

### **6.3 Activación de medios materiales y humanos**

La activación de medios materiales y humanos adscritos al presente Plan se realizará de forma escalonada de acuerdo con la magnitud del suceso, utilizando en primer lugar aquellos medios más próximos geográficamente.

La incorporación de medios distintos a los adscritos al Plan, tanto de origen privado como de los medios adscritos al Plan Ribera del Ministerio, será decidida por la Dirección del Plan Especial de Emergencias de Euskadi ante la Contaminación de la Ribera del Mar.

Si la información recibida posteriormente de la progresión de la contaminación, del desarrollo de las operaciones de respuesta y del resultado de éstas, aconseja introducir modificaciones en la Procedimiento Operativo inicial, estas modificaciones serán adoptadas por:

- El Mando Único Operativo, siempre que estas modificaciones afecten exclusivamente a aspectos técnicos de las operaciones en curso, al objeto de evitar demoras. Posteriormente serán comunicadas a la Dirección de la Emergencia.
- La Dirección de la Emergencia, si estas modificaciones afectan a la introducción de variaciones en los criterios de prioridad para la protección de determinadas áreas marinas,

o implican la retirada de efectivos en una zona para su traslado a otra.

#### **6.4 Difusión de las operaciones a los medios de comunicación**

Desde el CECOP/CECOPI se confeccionarán “partes diarios de operaciones”, los cuales serán entregados a la Dirección de la Emergencia, que determinará su difusión a través del Gabinete de Información.

Todas las peticiones puntuales de información serán canalizadas a través del mencionado Gabinete de Información.

El acceso directo de los medios de comunicación a las zonas de operaciones requerirá la autorización expresa de la Dirección de la Emergencia.

#### **7. CIRCUNSTANCIAS EN LAS QUE SE DECLARA EL FIN DE LA CONTINGENCIA**

La Dirección de Plan podrá decretar el fin de la emergencia. En todo caso, la decisión deberá ser tomada a partir de los informes que, al efecto, le transmita el Consejo Asesor.

En el caso de que estén también activados otros planes del Sistema Nacional de Respuesta, será el órgano coordinador de éstos quien puede decretar el fin total de la emergencia. No obstante, La Dirección del presente Plan podrá comunicar al mencionado órgano coordinador el final de las operaciones en la costa vasca, cuando estime que la labor de descontaminación en este ámbito ha llegado a su fin.

La declaración de final de la emergencia supondrá la desactivación total o parcial de aquellos órganos de respuesta que, a juicio de la Dirección del Plan, no sean necesarios.

## **8. PROGRAMA DE ADiestramiento y ejercicios periódicos de simulación de activación del plan**

La formación se centrará en la explicación de la estructura del Plan, de los riesgos principales, el conocimiento de nuevas tecnologías de lucha contra la contaminación, optimización de las existentes, y de las técnicas de mantenimiento de equipos.

Se realizará un ejercicio práctico y un simulacro para que los integrantes de los Grupos de Intervención se familiaricen con el manejo de los equipos y de las técnicas de lucha contra la contaminación. La realización de los mismos se llevará a cabo, preferentemente, de forma bianual.

En cuanto a las alertas, se comprobará la eficacia de los modelos implantados para una determinada alerta, comprobando el cumplimiento de las comunicaciones y actuaciones previstas.

Todos los ejercicios, cualquiera que sea su naturaleza, finalizarán con una evaluación de los resultados que incluirá propuestas de modificación de los mismos, al objeto de mejorar el grado de respuesta ante una contaminación real.

## **9. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DEL PLAN**

El presente Plan será objeto de evaluación y seguimiento por una Comisión de Seguimiento y se modificará cuando concurra alguna de las siguientes circunstancias:

- La existencia de nuevos riesgos no contemplados en este Plan.
- Cuando de la experiencia y aplicación del Plan resulte conveniente introducir factores de corrección en el orden operativo y técnico.

- En virtud de avances técnicos que aconsejen la modificación del Plan.
- Cuando se produzcan modificaciones en la normativa internacional, comunitaria o estatal aplicables al ámbito del Plan.

En todo caso, el Plan deberá ser objeto de revisión, con independencia de que ésta dé lugar o no a modificaciones, cada tres años a partir del día siguiente al de su aprobación por el Consejo de Gobierno.

## **ANEXOS**



## ANEXO A – LISTADO DE VERTIDOS INDUSTRIALES

Empresa	Nº de Exp.	Municipio	Coor. X (ETRS89)	Coor. Y (ETRS89)	Medio receptor	Q (m³ año <sup>-1</sup> )	Situación administrativa	Observaciones	Tipo
AIR CONTROL, S.A.	6-04/V/G	Donostia-S/S	584749	4794465	ESTUARIO DEL URUMEA	252	Sin autorizar, a la espera de que conecten al colector del Urumea.	Vertido a cauce a la espera de que acometan. La obra la realizará Aguas del Afarbe.	Vertido tratado en fosa séptica.
AVÍCOLA DE OKINA, S.A.L.	1-02/V/G	Zumaia	561801	4792665	ESTUARIO DEL UROLA	7422	Autorizado. Rsl. 30/05/06	Comercialización de pollitos.	Vertido depurado mediante tratamiento biológico.
BALENCIAGA, S.A.	2-04/V/G	Zumaia	560654	4793876	ESTUARIO DEL UROLA	1400	Autorizado. Rsl. 1/06/05	V= 66 m³/año de industria y 1.400 m³/año de fecales.	Vertido tratado en una fosa séptica con filtro biológico.
BEHOBIA, S.L.	1-06/V/G	Irún	600963	4799520	ESTUARIO DEL BIDASOA	833	Autorizado. Rsl. 18/07/07	Pluviales con arrastres	Vertido tratado en un separador de hidrocarburos. Pluviales.
BURDINOLA, S.COOP.		Amoroto	540220	4799587	ESTUARIO DEL LEA	0	No autorizado	Las cargas contaminantes se han calculado en base a ratios teóricos.	Industrial y sanitarias.
EUSKADIKO KIROL PORTUA, S.A.	10-04/V/G	Hondarribia	597803	4803136	ESTUARIO DEL BIDASOA	7869	Autorizado. Rsl. 12/12/05		Vertido tratado en un decantador y separador de hidrocarburos. Industrial + pluviales.

Fuente de información: Agencia Vasca del Agua (UJA)

Empresa	Nº de Exp.	Municipio	Coor. X (ETRS89)	Coor. Y (ETRS89)	Medio receptor	Q (m³ año <sup>-1</sup> )	Situación administrativa	Observaciones	Tipo
GALVANIZADOS OLAIZOLA, S.A.	1-04/N/G	Zumaia	559841	4792611	RIÁ DEL NARRONDO	6600	Autorizado. Rsi. 9/01/06	Aqua de refrigeración. Las purgas son tratadas en un separador de aceites específico.	Aqua de refrigeración.
ORIO KONSERBAK, S.L.	4-01/N/G	Orio	570719	4791688	ESTUARIO DEL ORIA	0	Sin autorizar. Se han realizado gestiones para que conecte al saneamiento.	Vértido conserva.	Vértido tratado en un separador de grasas.
PETRÓLEOS DEL NORTE, S.A. (PETRONOR)	6-96/N/B	Zierbena	491056	4801094	MAR CANTÁBRICO	4200000	Autorizado	Vértido de Petronor (la foto corresponde a los arrededores)	Gas-petróleo
VINOS ATXEGA, S.L.	V200860	Orio	572319	4791875	REGATA ONDA LUTZ	3092	Autorizado. Rsi. 11/12/06	Aguas del lavado de botellas y uso higiénico.	Vértido depurado mediante tratamiento biológico de fangos activados.

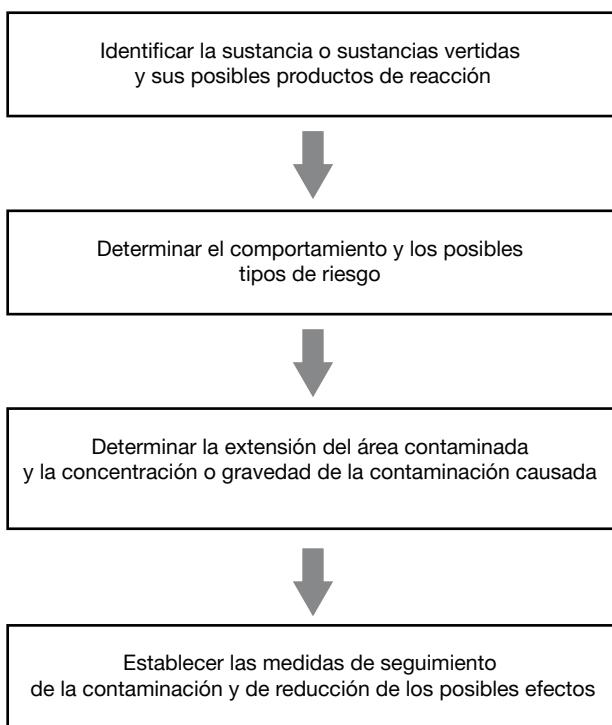
Empresa	Nº de Exp.	Municipio	Coor. X (ETRS89)	Coor. Y (ETRS89)	Medio receptor	Q (m³ año <sup>-1</sup> )	Situación administrativa	Observaciones	Tipo
XEY CORPORACIÓN EMPRESARIAL, S.L.	6-99/V/G	Zumaia	562909	4792518	ESTUARIO DEL UROLA	3108	Archivado y sustituido por nuevo expediente y titular ya que van a unificar los vertidos de todo el polígono en una EDAR.	Aguas industriales y fecales. Expediente archivado porque van a unificar el vertido de todo el polígono en una EDAR.	Vertido tratado en fosa séptica.
XEY CORPORACIÓN EMPRESARIAL, S.L.	6-99/V/G	Zumaia	562853	4792677	ESTUARIO DEL UROLA	27	Archivado y sustituido por nuevo expediente y titular ya que van a unificar los vertidos de todo el polígono en una EDAR.	Aguas industriales y fecales. Expediente archivado porque van a unificar el vertido de todo el polígono en una EDAR.	Vertido con tratamiento físico-químico.

Fuente de información: Agencia Vasca del Agua (URA)

## **ANEXO B – FICHAS DE COMPORTAMIENTO ESPECÍFICO**

### **Introducción al uso de las fichas**

El procedimiento para evaluar los riesgos producidos por un derrame o vertido de una sustancia química y para decidir el modo más apropiado para responder puede resumirse en el siguiente diagrama:



En la elaboración de estas fichas se ha procurado mantener la clasificación por grupos o categorías utilizada en los manuales de aplicación

del Convenio de Bonn (BONN AGREEMENT COUNTER-POLLUTION MANUAL) y particularmente la clasificación de la Figura 5 del Capítulo 26, así como la separación por grupos y subgrupos de las 4 fichas anexas a dicho capítulo (CONCEPTS & TECHNIQUES TO RESPOND TO CHEMICAL POLLUTION).

Este material bibliográfico contiene definiciones, conceptos y recomendaciones que deben ser conocidos por las personas implicadas en la gestión, general y operativa, de vertidos de sustancias nocivas y peligrosas en los entornos portuarios y en el medio marino en general. El Grupo de Intervención y las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes. De hecho, para afrontar el objetivo prioritario de proteger la seguridad y la salud de las personas, es de vital importancia que las personas que van a intervenir en áreas afectadas por derrames o vertidos de sustancias peligrosas sean conscientes de los riesgos directos o indirectos (por explosión, incendio, reacciones, etc.) asociados a cada sustancia.

Conviene tener en cuenta que los grupos y subgrupos no son totalmente disjuntos o cerrados y que muchas de las recomendaciones y alertas son aplicables a la mayoría de las sustancias consideradas. En este sentido, la clasificación del comportamiento genérico en cinco categorías y doce grupos que se recoge de la Figura 5 del Capítulo 26 no se corresponde exactamente con las categorías por grupos y subgrupos de las 4 fichas anexas a dicho capítulo (CONCEPTS & TECHNIQUES TO RESPOND TO CHEMICAL POLLUTION) que consideran fundamentalmente los riesgos (riesgos para la salud y los riesgos de incendio y explosión) para diferenciar y acotar las posibilidades de respuesta ante el accidente, los métodos de atajar el vertido y, en último término, los métodos de lucha contra la contaminación y de recuperación de las sustancias vertidas.

En este sentido, las Fichas de Intervención aparecen agrupadas en cuatro categorías y cinco subdivisiones adicionales:

- **F 1 Gases y volátiles**

- Formadores de nubes tóxicas y explosivas (F 1.1).
  - Formadores de nubes tóxicas (F 1.2).
  - Formadores de nubes explosivas (F 1.3).

- **F 2 Flotantes**

- Películas flotantes con riesgo de incendio (F 2.1).
  - Películas superficiales persistentes y generadoras de obstáculos o impedimentos de uso (F 2.2).

- **F 3 Sustancias que se disuelven** (con distintos grados de reactividad con el agua, distinta toxicidad y distinta agresividad química).

- **F 4 Sustancias que se hunden** (con distinta reactividad con el agua y distinta persistencia en el fondo del mar).

En la tabla siguiente se resumen además los distintos grupos de sustancias que se pueden encontrar, según definición del Convenio de Bonn, y sobre los que aplican las Fichas de Intervención.

	Grupo	Propiedades	Ejemplos
Gases, Gases licuados o sustancias que se evaporan inmediatamente.	G	Se evaporan inmediatamente.	Metano, propano, butano. Cloruro de vinilo.
	GD	Se evaporan inmediatamente. Se disuelven.	Amoniaco.
Se evaporan rápidamente.	E	Se evaporan rápidamente.	
	ED	Se evaporan rápidamente. Se disuelven.	
Flotan.	FE	Flotan. Se evaporan.	
	FED	Flotan. Se evaporan. Se disuelven.	
	F	Flotan.	
	FD	Flotan. Se disuelven.	
Se disuelven.	DE	Se disuelven rápidamente. Se evaporan.	
	D	Se disuelven rápidamente.	
Se hunden.	SD	Se hunden y se disuelven.	
	S	Se hunden.	

Las Fichas de Intervención F1 son aplicables a los Grupos G, GD, E, ED, FE, FED y DE y la categoría de la respuesta viene condicionada por la posibilidad de formación de nubes tóxicas y los riesgos de explosión e incendio.

En muchos de estos casos la capacidad de intervención directa es muy limitada y se limita al establecimiento de medidas de seguridad con márgenes amplios, especialmente cuando concurren riesgos de alta toxicidad, explosión, incendio y agresividad química (F 1.1). Este protocolo, el más restrictivo, debe aplicarse ante el desconocimiento o la duda sobre la naturaleza de la sustancia, aplicando el principio de que lo desconocido puede ser peligroso.

En la medida en que se reduce el riesgo de incendio y explosión, pueden plantearse acciones de intervención más directa, pero manteniendo los niveles adecuados de seguridad y protección personal, generalmente altos o muy altos, respecto a la toxicidad y a la agresividad química de las sustancias vertidas (F 1.2).

Recíprocamente, cuando predomina el riesgo de incendio y explosión respecto a la toxicidad y a la agresividad química (F 1.3) pueden plantearse medidas más directas, pero NO debe bajarse el nivel de protección personal al nivel D (al contrario de lo que indica la ficha F 1.3 de los Anexos del Capítulo 26) ya que hay que tener en cuenta que uno de los objetivos principales es evitar incendios y explosiones debido a:

- La gravedad de los daños potenciales
- El incremento de los riesgos. En la mayoría de los casos las sustancias producidas en los incendios son, tan o más peligrosas, que la propia sustancia. Además, incendios y explosiones aumentan la velocidad de las emisiones y, re-

cíprocamente, acortan el tiempo de reacción para la toma de medidas de protección. También aumentan los riesgos sobre instalaciones y sustancias adyacentes.

En este sentido y de modo general, algunos escenarios no contemplados en las categorías de respuesta y actuación, basadas en los riesgos derivados del comportamiento genérico son las situaciones en las que las sustancias reaccionan o las circunstancias en las que hay un riesgo potencial adicional asociado a la reactividad.

La polimerización, las reacciones entre diferentes sustancias, la reactividad con el agua o las reacciones causadas por calentamiento o fuentes de ignición son algunos ejemplos de incremento importante de los riesgos. En estos casos, a la peligrosidad de la sustancia, que puede ser relativamente baja, se suman los resultados de las reacciones (proyecciones, producción de calor que puede desencadenar otras reacciones, formación de humos y nieblas, formación de sustancias peligrosas o inflamables, etc.) lo que puede condicionar el protocolo de intervención.

Las Fichas de Intervención F 2 son aplicables a los Grupos F, FE, FED y FD y la categoría de la respuesta viene condicionada por los riesgos de explosión e incendio asociados a las sustancias más volátiles (F 2.1, que se solapa en muchos aspectos con las fichas F 1) frente a la persistencia de las sustancias menos volátiles y la mayor capacidad de recuperar estas sustancias del medio ambiente (F 2.2).

Además de la toxicidad y la agresividad química, el principal factor diferenciador entre las opciones o categorías de respuesta F 1 y F 2.1 frente a las F 2.2 es la presión de vapor. En este sentido, hay que tener en cuenta que una sustancia volátil que, por densidad y por ser inmiscible con el agua, forma una película flotante sigue evaporándose a la misma tasa que si estuviera en un recipiente abierto a la misma temperatura

Por tanto, también sobre el agua, puede llegar a darse riesgo de incendio y explosión así como concentraciones en el aire que alcancen niveles de toxicidad aguda y puedan provocar lesiones importantes.

Las Fichas de Intervención F 3 son aplicables a los Grupos GD, DE, FED, FD, DE, D y SD y la categoría de la respuesta viene condicionada por los riesgos de explosión e incendio asociados a las sustancias más volátiles, aunque sean reactivas o miscibles con el agua (por ejemplo, metanol, acetona) especialmente si el derrame o vertido es indirecto y hay una fase de derrame sobre tierra en la que los riesgos de inflamación de estas sustancias pueden condicionar las pautas de actuación.

Esto se refiere principalmente al hecho de que, al contrario de lo señalado para las sustancias flotantes e inmiscibles con el agua, para las sustancias rápidamente solubles o miscibles sí se da una reducción de la presión de vapor al mezclarse con el agua. No obstante, hay que tener en cuenta que algunas de esas sustancias tienen, de partida, una presión de vapor muy elevada y pueden llegar a alcanzar con rapidez una concentración en el aire que puede resultar peligrosa desde el punto de vista del riesgo de incendio o explosión, desde el punto de vista de la toxicidad o de ambos.

Por ejemplo, el benceno tiene una presión de vapor de 10 kPa a 20° C y aparece en el grupo E, pero el metil-terbutil éter, que aparece en el grupo ED, por ser parcialmente soluble en agua, tiene 26.8 kPa a la misma temperatura. El metanol, del grupo DE, tiene 12.3 kPa y el diclorometano y el sulfuro de carbono, ambos del grupo SD por ser más densos que el agua, superan el umbral de 40 kPa a 20° de temperatura.

Así pues, también para sustancias de los grupos de materiales solubles, la concentración en el aire (relacionada con la presión de vapor) y sus implicaciones en toxicidad y en riesgo de incendio son aspectos muy importantes y factores a tener en cuenta a la hora de planificar las alertas

de emergencia, las medidas de protección y las acciones de respuesta e intervención.

Por otra parte, para la mayoría de las sustancias miscibles o rápidamente solubles, una vez en el agua ya no es posible recoger o retener la sustancia. En estos casos es importante valorar la eficacia de las técnicas de neutralización (para ácidos y álcalis) o de recuperación de las sustancias mediante procedimientos de adsorción, intercambio iónico o floculación, con un enfoque similar a las técnicas de dispersión o emulsión para flotantes y volátiles, de modo que se asegure la posibilidad de recuperación real de los agentes y que la suma de los efectos de los agentes y la sustancia no recuperada no sean superiores a los de la sustancia diluida de modo natural.

Las Fichas de Intervención F 4 son aplicables a los Grupos S y SD y la categoría de la respuesta viene condicionada por las características físicoquímicas de la sustancia, tales como solubilidad o reactividad con el agua, que se traducen en el comportamiento de la sustancia en el fondo del mar (líquidos formadores de láminas, sólidos formadores de montones), su persistencia y las posibilidades de recuperación (aspiración, dragado, etc.).

Con estas consideraciones pueden establecerse las siguientes pautas generales de actuación:

1. En caso de derrame o vertido de cualquier sustancia,
  - Corregir o cortar lo antes posible la causa del vertido.
  - Tener en cuenta que el objetivo principal es evitar incendios y explosiones debido a:
    - La gravedad de los daños potenciales

- El incremento de los riesgos. En la mayoría de los casos las sustancias producidas en los incendios son tanto o más peligrosas que la propia sustancia. Además, incendios y explosiones aumentan la velocidad de las emisiones y, recíprocamente, acortan el tiempo de reacción para la toma de medidas de protección.
  - Eliminar cualquier punto de ignición en el área afectada y poner en marcha las medidas de prevención de incendios.
2. Si se ha producido incendio,
- Iniciar las tareas de extinción
  - Poner en marcha los sistemas de control de la propagación del incendio (cortinas de agua, enfriamiento de otras instalaciones o depósitos que puedan estar en riesgo, etc.).
  - Evacuar la zona en la dirección contraria al viento y asegurarse de que las personas no corren riesgos.
  - El Grupo de Intervención y las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.
  - El Grupo de Intervención debe equiparse con el EPI más adecuado. En los casos de mayor riesgo debe incluir:

- Traje de protección completa resistente a la acción de la sustancia vertida (benceno, ácido sulfúrico, acrilonitrilo,) incluyendo equipo autónomo de respiración.
  - Herramientas anti-chispas para limitar riesgos de incendio y explosión
  - Detectores de gases combustibles y medidores de riesgo de explosión.
- Evaluar la magnitud del accidente (estimar el volumen derramado, el área contaminada por el derrame y por la nube tóxica y/o inflamable).
- Controlar el acceso a personas no autorizadas. Es de vital importancia que las personas que van a intervenir en áreas afectadas por derrames o vertidos de sustancias peligrosas sea consciente de los riesgos directos o indirectos (por explosión, incendio, reacciones, etc.) asociados a cada sustancia.
3. Antes de actuar en caso de derrame o vertido de producto al mar,
- Aplicar las medidas de prevención y protección anteriores y hacer una evaluación o reevaluación (si el vertido no ha sido directo) de la magnitud del accidente en términos de extensión (estimar el volumen derramado, el área contaminada por el derrame y por la nube tóxica y/o inflamable) y también de la intensidad de los efectos.
  - Nuevamente, el Grupo de Intervención y las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, es-

pecialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.

- Hay que tener en cuenta que una sustancia volátil que, por densidad y por ser inmiscible con el agua, forma una película flotante sigue evaporándose a la misma tasa que si estuviera en un recipiente abierto a la misma temperatura
- Por tanto, también sobre el agua, puede llegar a darse riesgo de incendio y explosión, así como concentraciones en el aire que alcancen niveles de toxicidad aguda y puedan provocar lesiones importantes.
- Así pues, el Grupo de Intervención en el agua debe equiparse también con el EPI más adecuado.
- Las evidencias ayudan (olor, color o irisaciones en la superficie del agua,) pero es imperativo hacer mediciones adecuadas:
  - No intervenir hasta que haya mediciones fidedignas de demuestren que las concentraciones están muy por debajo de los umbrales de explosión, inflamabilidad y toxicidad.
  - *De modo general, priorizar las tareas de prevención y de lucha contra incendios a las tareas de lucha contra la contaminación, teniendo siempre en cuenta los riesgos derivados de las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de la sustancia vertida.*

#### 4. Actuación tras vertido de la sustancia al mar.

- Una vez se haya constatado que se dan las condiciones para una actuación segura, reevaluar las posibles medidas de actuación teniendo en cuenta que las líneas maestras son:
  - Proteger la seguridad y la salud de las personas.
  - Minimizar los impactos ambientales.
  - Restaurar, en la medida de lo posible, las condiciones previas al vertido.
- La forma más directa de minimizar el impacto ambiental es reducir el tamaño de la fuente o causa de la contaminación y reducir el tiempo de actuación. Esto supone que, idealmente, la recogida de la mayor cantidad de sustancia en el menor tiempo posible es la forma más neta de reducir el impacto ambiental.
- Sin embargo, la selección del método de respuesta depende fuertemente de la naturaleza y propiedades de las sustancias vertidas, de las circunstancias locales concretas, (morfología de la zona de vertido, condiciones climáticas...), de la disponibilidad del equipamiento y los medios humanos y materiales adecuados, así como de su operatividad o accesibilidad en las circunstancias locales mencionadas. Así pues, frecuentemente, es difícil evaluar qué tipo de respuesta técnica o qué plan de intervención en la zona son los más apropiados.
- Esto es particularmente aplicable a las sustancias muy volátiles y de alta toxicidad para las que puede ser difícil armonizar los objetivos prioritarios de asegurar la minimización de riesgos para las personas implicadas en el control del vertido y de recoger la mayor cantidad

posible de sustancia sin generar daños adicionales en el medio marino

- Si por las causas que pudieran converger, se considera y se asume que la retirada de una sustancia del medio receptor del vertido no es necesaria o posible, es imperativo mantener el sistema de avisos y alertas y establecer un dispositivo de vigilancia para el área potencialmente afectada.
- En la parte operativa de emergencia, el objetivo del programa de vigilancia es delimitar la zona de riesgo y los controles de acceso pertinentes
- En la parte ambiental, el objetivo del programa de vigilancia es aportar información sobre la extensión del vertido y del comportamiento de la sustancia y comenzar a evaluar el impacto en el área de vertido y las zonas adyacentes.

## 5. Condiciones del Programa de Vigilancia

- Para establecer un programa de vigilancia eficiente contar con el consejo de expertos,
  - Conocedores de la morfología y dinámica de la zona de vertido.
  - Conocedores de las características de las sustancias vertidas.
  - Capaces de diseñar un protocolo de muestreo y de aplicar los métodos de medición más adecuados.

- Dependiendo del tipo de sustancia y de las circunstancias particulares de cada caso hay que definir los medios o matrices (aire, agua, biota, sedimentos) más adecuadas para la evaluación y el seguimiento de la evolución de los impactos. También hay que acotar la distribución espacial y temporal de las muestras.
- Evitar la redundancia con las evidencias. Una muestra de agua superficial en el entorno más inmediato del punto de vertido puede ser relevante como evidencia, pero no necesita ser analizada cuantitativamente ni tiene valor a la hora de evaluar la expansión de la pluma contaminante. En ese entorno, especialmente para sustancias volátiles, puede ser más importante evaluar la concentración en el aire.
- El seguimiento y la evaluación de la extensión, intensidad y duración de los impactos de los vertidos en el medio marino es una de las partes más importantes de las actuaciones de respuesta a los accidentes relacionados con derrames de productos químicos.
- El monitoreo o la vigilancia ambiental se considera imperativo, no solo para determinar la gravedad del vertido (extensión, intensidad, duración) sino también para determinar cuando la situación vuelve a condiciones normales, tanto de seguridad para los usos habituales como en términos de amortiguación de los impactos ambientales producidos.
- Parte de la evaluación de la recuperación de las condiciones normales o seguras puede hacerse a través de evidencias (presencia/ausencia, olor, color o irisación)

nes, etc.) pero en la mayoría de los casos es necesario realizar medidas de concentración en el aire o, de forma más específica para el medio marino, en las aguas superficiales o en la columna de agua y, sobre todo en los casos de sustancias que se hunden, en el lecho marino o los sedimentos.

- La planificación del seguimiento debe incluir los métodos de muestreo y análisis más apropiados y, de acuerdo con la autoridades marítimas y ambientales, definir los valores de concentración de la sustancia, o de alguna variable asociada a sus efectos, que serán los que determinarán la finalización de las actuaciones de recuperación, la recuperación de usos y, en último término, la vuelta a condiciones ambientales generales asimilables a las previas al incidente.
- En las Fichas de Comportamiento Específico se hacen anotaciones sobre mediciones in situ, sobre la toma de muestras y sobre los métodos de análisis aplicables. Algunas son obvias (por ejemplo, mediciones de pH para ácidos y álcalis) y otras son simples y generales (aplicación de técnicas espectrofotométricas o de distintos tipos de cromatografía). De todos modos, a la hora de establecer el plan de vigilancia de cada caso específico, habrá que tener en cuenta factores logísticos y decidir de forma más concreta la distribución espacial y temporal de las muestras, la variable principal de seguimiento y las posibles variables complementarias que ayuden a hacer una mejor evaluación de los resultados.
- También deberá considerarse, en términos similares, el fin del programa de vigilancia y la vuelta a la situación

de normalidad que, de modo general, estará ligada a la constatación de la tendencia decreciente de la concentración de la sustancia vertida y a la estabilización de valores “normales y bajos” (comparables a posibles registros previos al vertido o a registros en zonas de referencia no afectadas) que indiquen dilución suficiente y, especialmente, que no se están registrando aportes importantes desde áreas de difícil acceso a operaciones de recuperación y limpieza o desde acúmulos residuales de sustancias hundidas.

- En estos aspectos, los proponentes y los ejecutores del plan de vigilancia deberán contar con la aprobación de las autoridades marítimas y ambientales.

## Petróleo crudo

---

### SUSTANCIA: PETRÓLEO (CRUDO)

---

IDENTIFICADORES	PROPIEDADES FÍSICAS
Nº CAS 8002-05-9	Líquido de color pardo a negro con irisaciones, viscoso, de olor característico, con frecuente olor a huevos podridos debido al desprendimiento de sulfuro de hidrógeno.
No es una sustancia pura ni una mezcla de sustancias en proporciones constantes, por lo que las propiedades físicas y químicas varían.	Intervalo de ebullición: desde 10°C hasta temperaturas superiores a 400°C
La composición es compleja y varía con el origen del petróleo crudo. De hecho, el número CAS 8002-05-9 es aplicable a tres tipos (ligero, medio y pesado) con más de 12 subtipos de petróleo, cuya denominación está relacionada con una zona determinada de extracción, como, por ejemplo, el North Sea Brent.	Densidad: aproximadamente 0,95 g/cm <sup>3</sup> a temperatura ambiente
Los distintos tipos de petróleo son mezclas complejas de hidrocarburos parafínicos (alifáticos), nafténicos (alíclicos) y aromáticos contenido desde 1 a más de 60 átomos de carbono.	Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: muy baja
Así pues, de forma parcial y con diferencias según los tipos, reúne todas propiedades y, por tanto, también los riesgos de todos sus componentes desde el metano hasta los asfaltenos.	Punto de inflamación: menor de 23°C c.c.
	Temperatura de autoignición: superior a 200°C
	Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 0.6 - 8 %.
	Densidad relativa (agua=1): próxima a 1. Flota, aunque puede llegar a hundirse por pérdida de los componentes más ligeros.
	Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2-6. (Depende de los tipos. A corto plazo puede considerarse prácticamente insoluble)

.../...

.../...

<p><b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b></p> <p>Combustible</p> <p>Inflamable como líquido y vapor.</p> <p>Por combustión incompleta y por descomposición térmica puede producir sustancias irritantes y tóxicas.</p> <p>Evitar contacto con oxidantes fuertes</p> <p>El vapor es más denso que el aire y puede desplazarse a ras de suelo con riesgo de ignición.</p> <p>Atención a la posible formación y acumulación de vapores de la fracción de hidrocarburos más ligera (aumenta el riesgo de ignición/explosión)</p>	<p><b>COMPORTAMIENTO GENERICO, CLASIFICACIÓN y ALERTAS</b></p> <p>Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva en el aire de algunos de sus componentes.</p> <p>La sustancia flota sobre el agua (GRUPO F*)</p> <p>El petróleo puede desprender gases tóxicos (<math>\text{SH}_2</math>) e inflamables (metano y otros).</p> <p>La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.</p> <p>Puede causar cáncer</p> <p>La sustancia es nociva para los organismos acuáticos. Los efectos pueden ser duraderos.</p> 
<p><b>TIPO DE PELIGRO</b></p> <p>INCENDIO. Inflamable. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.</p> <p>EXPLOSIÓN. Por encima de 60°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.</p> <p>Pueden producirse estallidos de depósitos por efecto del calor</p>	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>En caso de incendio evitar las llamas. Agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo, dióxido de carbono. NO utilizar nunca chorro de agua directo.</p> <p>En caso de explosión, por encima de 60°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.</p> <p>En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.</p>
<p><b>EXPOSICIÓN</b></p> <p>La sustancia produce enrojecimiento de la piel y los ojos, así como dolor en ojos y piel seca. La ingestión o inhalación puede dar lugar a vértigo, dolor de cabeza y náuseas.</p> <p>Atención al riesgo de quemaduras de las clases que se manejan en caliente.</p> 	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.</p> <p>Guantes protectores. Traje de protección.</p> <p>Gafas de protección de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.</p> <p>No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.</p>

.../...

<p><b>DERRAMES/VERTIDOS ACCIDENTALES</b></p> <p>Restringir el acceso a la zona y/o evacuar a las personas no implicadas en las operaciones de emergencia.</p> <p>Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas. (Protección personal complementaria: Como mínimo, filtro respiratorio para vapores orgánicos y gases. En derrames importantes o con riesgo de incendio, usar traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración</p> <p>Eliminar toda fuente de ignición.</p> <p>Evitar zonas bajas donde se pueden acumular vapores</p> <p>Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos.</p> <p>Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado ni conducirlo a las redes de saneamiento.</p> <p>Minimizar el uso del agua para dispersar los restos del derrame</p> <p>Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables</p> <p>Finalizar el incidente mediante limpieza y gestión de los materiales contaminados.</p>	<p><b>VERTIDO A MEDIO ACUÁTICO/MARINO</b></p> <p><b>FICHAS DE REFERENCIA F 2.1 y F 2.2</b></p> <p><b>(GRUPO F)</b></p> <p>Una vez en el agua, el crudo se evapora mucho más lentamente que el gasoil u otras mezclas de hidrocarburos. Valorar las posibilidades de intervención solamente tras haber descartado riesgo de incendio o explosión.</p> <p>Si se decide la intervención para atajar la mancha y recuperar el flotante, aplicar el procedimiento de F 2.2 con las máximas precauciones</p> <p>Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.</p> <p>En ese entorno usar traje de protección completa incluyendo, en los casos más graves, equipo autónomo de respiración.</p> <p>Evitar zonas bajas o poco aireadas donde se pueden acumular vapores.</p> <p>Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables</p> <p>Una vez detenido el vertido y amortiguados por dilución los efectos más evidentes preparar la monitorización de la pluma contaminante en la columna de agua.</p> <p>Monitorizar hidrocarburos en la columna de agua</p> <p>Utilizar Métodos cromatográficos (HPLC o CG/EM específicos para alifáticos)</p> <p>El fin de la respuesta vendrá dado por valores muy bajos y estables.</p> <p>Obtenidas estas condiciones, puede darse por finalizado el incidente y sus posibles efectos.</p>
--	--

(Grupo F)\*: Según la clasificación del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response) y el Acuerdo de Bonn.

## Fueloil

---

**SUSTANCIA:**  
**FUELOIL (Fuelóleo, Fuel oil)**

---

IDENTIFICADORES	PROPIEDADES FÍSICAS
<p>Nº CAS: 68476-33-5</p> <p>No es una sustancia pura ni una mezcla de sustancias en proporciones constantes, por lo que las propiedades físicas varían.</p> <p>Es una combinación compleja de hidrocarburos con números de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo C12-C50. La composición es compleja y varía con el origen del petróleo crudo.</p> <p>El fueloil se clasifica en seis clases, del 1 al 6, dependiendo de su punto de ebullición creciente (en función de la longitud de las cadenas de hidrocarburos). También aumenta la viscosidad y los más pesados necesitan ser calentados y/o mezclados con otros más ligeros para conseguir un flujo adecuado como líquidos.</p> <p>El producto puede contener aditivos que pueden modificar los efectos sobre la salud y el medio ambiente.</p>	<p>Líquido negro, viscoso, de olor característico.</p> <p>Punto de ebullición: superior a 300°C.</p> <p>Densidad: aproximadamente 0,95 g/cm<sup>3</sup> a temperatura ambiente.</p> <p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0,0005.</p> <p>Punto de inflamación: superior a 65°C c.c.</p> <p>Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1,3 - 6,0.</p> <p>Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: &gt; 4.</p>

.../...

.../...

<p><b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b></p> <p>Combustible Inflamable.</p> <p>Por combustión incompleta y por descomposición térmica puede producir sustancias irritantes y tóxicas.</p> <p>Evitar contacto con oxidantes fuertes</p> <p>El vapor es más denso que el aire y puede desplazarse a ras de suelo con riesgo de ignición.</p> <p>Atención a la posible formación y acumulación de vapores de la fracción de hidrocarburos más ligera (aumenta el riesgo de ignición/ explosión)</p>	<p><b>COMPORTAMIENTO GENERICO, CLASIFICACIÓN y ALERTAS</b></p> <p>Por evaporación de esta sustancia a 20°C no se alcanza, o se alcanza sólo muy lentamente, una concentración nociva en el aire.</p> <p>La sustancia flota sobre el agua (GRUPO F*)</p> <p>La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol.</p> <p>La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.</p> <p>Puede causar cáncer</p> <p>La sustancia puede afectar al sistema nervioso central.</p> <p>La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química.</p> <p>La sustancia es nociva para los organismos acuáticos. Los efectos pueden ser duraderos.</p>  
<p><b>TIPO DE PELIGRO</b></p> <p>INCENDIO. Inflamable. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.</p> <p>EXPLOSIÓN. Por encima de 60°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.</p> <p>Pueden producirse estallidos de depósitos por efecto del calor</p>	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>En caso de incendio evitar las llamas. Agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo, dióxido de carbono. NO utilizar nunca chorro de agua directo.</p> <p>En caso de explosión, por encima de 60°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.</p> <p>En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.</p>
<p><b>EXPOSICIÓN</b></p> <p>La sustancia produce enrojecimiento de la piel y los ojos así como dolor en ojos y piel seca.</p> <p>La ingestión o inhalación puede dar lugar a vértigo, dolor de cabeza y náuseas.</p> <p>Atención al riesgo de quemaduras de las clases que se manejan en caliente.</p> 	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.</p> <p>Guantes protectores. Traje de protección.</p> <p>Gafas de protección de seguridad, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.</p> <p>No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.</p>

.../...

.../...

<p><b>DERRAMES/VERTIDOS ACCIDENTALES</b></p> <p>Restringir el acceso a la zona y/o evacuar a las personas no implicadas en las operaciones de emergencia.</p> <p>Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas. (Protección personal complementaria: Como mínimo, filtro respiratorio para vapores orgánicos y gases). En derrames importantes o con riesgo de incendio, usar traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración</p> <p>Eliminar toda fuente de ignición.</p> <p>Evitar zonas bajas donde se pueden acumular vapores.</p> <p>Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos.</p> <p>Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado ni conducirlo a las redes de saneamiento.</p> <p>Minimizar el uso del agua para dispersar los restos del derrame.</p> <p>Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables.</p> <p>Finalizar el incidente mediante limpieza y gestión de los materiales contaminados.</p>	<p><b>VERTIDO A MEDIO ACUÁTICO/MARINO</b></p> <p><b>FICHAS DE REFERENCIA F 2.1 y F 2.2 (GRUPO F)</b></p> <p>Una vez en el agua, el fueloil se evapora más lentamente que el gasoil u otras mezclas de hidrocarburos. Valorar las posibilidades de intervención solamente tras haber descartado riesgo de incendio o explosión.</p> <p>Si se decide la intervención para atajar la mancha y recuperar el flotante, aplicar el procedimiento de F 2.2 con las máximas precauciones</p> <p>Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.</p> <p>En ese entorno usar traje de protección completa incluyendo, en los casos más graves, equipo autónomo de respiración.</p> <p>Evitar zonas bajas o poco aireadas donde se pueden acumular vapores.</p> <p>Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables</p> <p>Una vez detenido el vertido y amortiguados por dilución los efectos más evidentes preparar la monitorización de la pluma contaminante en la columna de agua.</p> <p>Monitorizar hidrocarburos en la columna de agua</p> <p>Utilizar Métodos cromatográficos (HPLC o CG/EM específicos para alifáticos)</p> <p>El fin de la respuesta vendrá dado por valores muy bajos y estables.</p> <p>Obtenidas estas condiciones, puede darse por finalizado el incidente y sus posibles efectos.</p>
--	--

(Grupo F)\*: Según la clasificación del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response) y el Acuerdo de Bonn.

## Gasóleo

**SUSTANCIA:**  
**GASÓLEO (Combustibles, Diésel, No. 2; Motor Diésel No. 2)**

<b>IDENTIFICADORES</b> Nº CAS 68476-34-6 Nº RTECS LS9142500 Nº ICSC 1561 Nº NU 1202 Nº CE 649-227-00-2  No es una sustancia pura ni una mezcla de sustancias en proporciones constantes, por lo que las propiedades físicas varían.  El producto puede contener aditivos que pueden modificar los efectos sobre la salud y el medio ambiente.	<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b> Líquido marrón, ligeramente viscoso, de olor característico. Punto de ebullición: 282-338°C Punto de fusión: -30 -- -18°C Densidad: 0,87 - 0,95 g/cm <sup>3</sup> Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 0,0005 Punto de inflamación: 52°C c.c. Temperatura de autoignición: 254-285°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 0,6 - 6,5 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: > 3,3
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b> Combustible Inflamable.	<b>COMPORTAMIENTO GENERICO, CLASIFICACIÓN y ALERTAS</b>  Por evaporación de esta sustancia a 20°C no se alcanza, o se alcanza sólo muy lentamente, una concentración nociva en el aire.  <b>GRUPO FE*</b>  La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol. La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química. El líquido desengrasa la piel. La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.   

.../...

.../...

<p><b>TIPO DE PELIGRO</b></p> <p><b>INCENDIO.</b> Inflamable. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.</p> <p><b>EXPLOSIÓN.</b> Por encima de 52°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.</p>	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>En caso de incendio evitar las llamas. Agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo, dióxido de carbono.</p> <p>En caso de explosión, por encima de 52°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.</p> <p>En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.</p>
<p><b>EXPOSICIÓN</b></p> <p>La sustancia produce enrojecimiento de la piel y los ojos así como dolor en ojos y piel seca. La ingestión o inhalación puede dar lugar a vértigo, dolor de cabeza y náuseas.</p> 	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.</p> <p>Guantes protectores. Traje de protección.</p> <p>Gafas de protección de seguridad, protección ocular combinada con la protección respiratoria.</p> <p>No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.</p>

.../...

.../...

DERRAMES/VERTIDOS ACCIDENTALES	VERTIDO A MEDIO ACUÁTICO/MARINO FICHA DE REFERENCIA F 1.2 (GRUPO FE)
Restringir el acceso a la zona y/o evacuar a las personas no implicadas en las operaciones de emergencia.	Una vez en el agua, el gasoil se evapora más lentamente que hidrocarburos más ligeros o que mezclas como la gasolina. Valorar las posibilidades de intervención solamente tras haber descartado riesgo de incendio o explosión.
Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas. (Protección personal complementaria: Como mínimo, filtro respiratorio para vapores orgánicos y gases). En derrames importantes o con riesgo de incendio, usar traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración	Si se decide la intervención para atajar la mancha y recuperar el flotante, aplicar el procedimiento de F 1.2 con las máximas precauciones
Eliminar toda fuente de ignición.	Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.
Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos.	En ese entorno usar traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración.
Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado ni conducirlo a las redes de saneamiento.	Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables
Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables	Finalizar el incidente mediante limpieza y gestión de los materiales contaminados.
	Una vez detenido el vertido y amortiguados por dilución los efectos más evidentes preparar la monitorización de la pluma contaminante en la columna de agua.
	Monitorizar hidrocarburos en la columna de agua
	Utilizar Métodos cromatográficos (HPLC o CG/EM específicos para alifáticos)
	El fin de la respuesta vendrá dado por valores muy bajos y estables.
	Obtenidas estas condiciones, puede darse por finalizado el incidente y sus posibles efectos.

(Grupo FE)\*: Según la clasificación del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response) y el Acuerdo de Bonn.

## Gasolina

### SUSTANCIA:

GASOLINA (Nafta de baja temperatura de ebullición, sin especificar)

IDENTIFICADORES	PROPIEDADES FÍSICAS
Nº CAS 86290-81-5	Líquido ligero y volátil, de olor característico.
Nº RTECS DE3550000	Punto de ebullición: 20-200°C
Nº ICSC 1400	Densidad relativa (agua = 1): 0.70 - 0.80
Nº NU 1203	Solubilidad en agua, g/100 ml: ninguna
Nº CE 649-378-00-4	Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3 - 4
No es una sustancia pura ni una mezcla de sustancias en proporciones constantes, por lo que las propiedades físicas varían.	Punto de inflamación: < -21°C
El producto puede contener aditivos que pueden modificar los efectos sobre la salud y el medio ambiente.	Temperatura de autoignición: alrededor de 250°C
	Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.3 - 7.1
	Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 2-7

.../...

.../...

#### PROPIEDADES QUÍMICAS

Combustible altamente inflamable.

El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.

#### COMPORTAMIENTO GENERICO, CLASIFICACIÓN y ALERTAS

Muy volátil. Tiene un intervalo de inflamación que requiere precauciones.

Grupo E\*

El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.

El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. Como resultado del flujo, agitación, etc., se pueden generar cargas electrostáticas.



La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central.

H331. Tóxico en caso de inhalación.  
Confusión mental. Tos. Vértigo. Somnolencia.  
Embotamiento. Dolor de cabeza.

H311. Tóxico en contacto con la piel. Piel seca. Enrojecimiento. Dolor.

H301 Tóxico en caso de ingestión. Dolor abdominal, náuseas, vómitos

H332 Irritante nocivo por inhalación de vapores

H226 Líquidos y vapores inflamables

H400: Tóxico para los organismos acuáticos.



El producto puede contener aditivos que pueden modificar los efectos sobre la salud y el medio ambiente.

.../...

.../...

<p><b>TIPO DE PELIGRO</b></p> <p><b>INCENDIO</b> Altamente inflamable.</p> <p><b>EXPLOSIÓN</b> Las mezclas vapor/aire son explosivas. Riesgo de incendio y explosión</p>	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.</p> <p>Polvo, AFFF, espuma, dióxido de carbono.</p> <p>Utilíicense herramientas manuales no generadoras de chispas.</p> <p>Evitar la generación de cargas electrostáticas (por ejemplo, mediante conexión a tierra).</p> <p>En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.</p>
<p><b>EXPOSICIÓN</b></p> <p><b>EVITAR TODO CONTACTO CON LA SUSTANCIA Y EVITAR RESPIRAR LOS VAPORES</b></p> <p>No confiar en el umbral del olor ni en el olor tolerable.</p> <p>Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y la consiguiente neumonitis química.</p>	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Usar pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. (Protección personal adicional: filtro respiratorio para vapores orgánicos de bajo punto de ebullición).</p> <p>Usar calzado, guantes y traje de protección de materiales homologados</p> <p>Aplicar primeros auxilios (ventilación, enjuague con agua abundante, quitar ropa contaminada...)</p> <p>En caso de ingestión enjuagar la boca. NO Provocar el vómito</p> <p>Proporcionar asistencia médica.</p>



.../...

.../...

#### DERRAMES/VERTIDOS ACCIDENTALES

Restringir el acceso a la zona y/o evacuar a las personas no implicadas en las operaciones de emergencia.

Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas. Usar traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración

Eliminar toda fuente de ignición.

Recoger, en la medida de lo posible, el líquido que se derrama y el ya derramado en recipientes herméticos.

Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro. NO verterlo al alcantarillado ni conducirlo a las redes de saneamiento.

Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables

Finalizar el incidente mediante limpieza y gestión de los materiales contaminados.

#### VERTIDO A MEDIO ACUÁTICO/MARINO

##### FICHA DE REFERENCIA F 1.2 (GRUPO E)

Una vez en el agua, la gasolina puede seguir evaporándose rápidamente. Valorar las posibilidades de intervención solamente tras haber descartado riesgo de incendio o explosión.

Si se decide la intervención para atajar la mancha y recuperar el flotante, aplicar el procedimiento de F 1.2 con las máximas precauciones

Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.

En ese entorno usar traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración.

Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables

Una vez detenido el vertido y amortiguados por dilución los efectos más evidentes preparar la monitorización de la pluma contaminante en la columna de agua.

Monitorizar hidrocarburos en la columna de agua

Utilizar Métodos cromatográficos (HPLC o CG/EM específicos para alifáticos ligeros)

El fin de la respuesta vendrá dado por valores muy bajos y estables.

Obtenidas estas condiciones, puede darse por finalizado el incidente y sus posibles efectos.

(Grupo E)\*: Según la clasificación del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response) y el Acuerdo de Bonn.

## Oleum (ácido sulfúrico)

### SUSTANCIA: ÁCIDO SULFÚRICO

<b>IDENTIFICADORES</b>  FÓRMULA: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Masa molecular = 98.1) CAS: 7664-93-9 RTECS: WS5600000 NU: 1830 CE Índice Anexo I: 016-020-00-8 CE / EINECS: 231-639-5	<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>  Líquido higroscópico incoloro, aceitoso y denso e inodoro. Punto de ebullición (se descompone): 340°C Punto de fusión: 10°C Densidad relativa (agua = 1): 1.8 Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 146°C: 0.13 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3.4
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>  El ácido sulfúrico es muy higroscópico y reacciona violentamente con el agua alcanzando elevadas temperaturas, lo que puede evaporar rápidamente el agua y generar proyecciones de agua y ácido y provocar la emisión de vapores ácidos.  Es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores como los compuestos orgánicos.  La sustancia es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases (atención a las operaciones de neutralización).  Como ácido, es corrosiva para la mayoría de los metales comunes, originando hidrógeno (gas inflamable y explosivo).  Todas las reacciones son fuertemente exotérmicas y el aumento de la temperatura genera vapores irritantes y tóxicos.	<b>COMPORTAMIENTO GENERICO, CLASIFICACIÓN y ALERTAS</b>  Soluble más denso que el agua (Grupo D)* H290: Corrosivo para los metales H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos   

.../...

.../...

TIPO DE PELIGRO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN
<b>INCENDIO</b>	<b>NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con combustibles.</b>
<b>EXPLOSIÓN</b>  Riesgo de incendio y explosión en contacto con sustancias de alta reactividad adicional (bases, sustancias combustibles, oxidantes, agentes reductores...)	<b>NO utilizar agua. En caso de incendio en el entorno: polvo, espuma, dióxido de carbono.</b>  <b>En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua, pero NO poner en contacto directo el agua con el ácido.</b>  <b>EXPOSICIÓN</b>  <b>¡EVITAR TODO CONTACTO CON EL ÁCIDO Y CON LOS VAPORES NIEBLAS O GASES QUE SE PUEDAN PRODUCIR!</b>  

.../...

.../...

#### DERRAMES/VERTIDOS ACCIDENTALES

Restringir el acceso a la zona y/o evacuar a las personas no implicadas en las operaciones de emergencia.

#### VERTIDO A MEDIO ACUÁTICO/MARINO FICHA DE REFERENCIA F3 (GRUPO D)

Una vez en el agua ya no es posible recoger o retener el ácido.

Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.

Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables

Una vez detenido el vertido y amortiguados por dilución los efectos más evidentes preparar la monitorización de la pluma contaminante en la columna de agua.

Debido a su alta densidad y a su reactividad con el agua los modelos de dispersión y dilución pueden no funcionar adecuadamente en vertidos de sulfúrico de alta concentración.

Monitorizar espacial y temporalmente con mediciones de pH. Si es posible, realizar perfiles en la columna de agua.

El fin de la respuesta vendrá dado por valores de pH similares a los de agua de mar (orientativamente valores algo superiores al pH neutro)

Obtenidas estas condiciones, puede darse por finalizado el incidente y sus posibles efectos ya que, neutralizada o diluida la acidez (que es el factor directo de afectación a los usos y de los efectos sobre la biota marina), el ion sulfato es un ion

(Grupo D)\*: según la clasificación del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response) y el Acuerdo de Bonn.

## Anilina

---

### SUSTANCIA:

#### **ANILINA (Bencenamina, Aminobenceno, Fenilamina)**

---

##### **IDENTIFICADORES**

FÓRMULA: C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>N / C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>

Masa molecular = 93.1

CAS: 62-53-3

RTECS: BW6650000

NU: 1547

CE Índice Anexo I: 612-008-00-7

CE / EINECS: 200-539-3

##### **PROPIEDADES FÍSICAS**

Líquido incoloro, aceitoso, de olor característico. Por exposición al aire o a la luz, vira a marrón.

Punto de ebullición: 184°C

Punto de fusión: -6°C

Densidad relativa (agua = 1): 1,02

Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 3,4

Presión de vapor, 40 Pa (0.040kPa) a 20°C

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3,2

Punto de inflamación: 70°C c.c.

Temperatura de autoignición: 615°C

Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 1.2-11

Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.94

---

.../...

.../...

<p><b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b></p> <p>Líquido parcialmente soluble en agua.</p> <p>Es una base débil.</p> <p>Poco volátil, pero se descompone al calentarla intensamente por encima de su punto de ebullición (<math>\approx 190^{\circ}\text{C}</math>), produciendo humos tóxicos y corrosivos (vapores amoniacales y óxidos de nitrógeno) y vapores inflamables.</p> <p>Reacciona violentamente con ácidos fuertes.</p> <p>Reacciona violentamente con oxidantes fuertes, originando peligro de incendio y explosión.</p> <p>Ataca al cobre y sus aleaciones.</p>	<p><b>COMPORTAMIENTO GENERICO, CLASIFICACIÓN y ALERTAS</b></p> <p>Líquido con densidad similar a la del agua de mar, puede flotar o hundirse dependiendo de las condiciones. (Grupo F o Grupo S)</p> <p>Poco volátil.</p>  <p>H332/331/317/311/301. Tóxico en caso de inhalación, en contacto con la piel y en caso de ingestión.</p> <p>H318 Provoca lesiones oculares graves.</p> <p>H226 Líquidos y vapores inflamables.</p> <p>H400: Tóxico para los organismos acuáticos.</p> 
<p><b>TIPO DE PELIGRO</b></p> <p><b>INCENDIO</b></p> <p>Combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.</p> <p><b>EXPLOSIÓN</b></p> <p>Por encima de <math>70^{\circ}\text{C}</math> pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.</p>	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. Polvo, agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono</p> <p>En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.</p>
<p><b>EXPOSICIÓN</b></p> <p><b>EVITAR TODO CONTACTO CON LA SUSTANCIA Y EVITAR RESPIRAR LOS VAPORES</b></p> <p>No confiar en el umbral del olor ni en el olor tolerable. Los síntomas por inhalación no son inmediatos, pero pueden ser graves: Labios o uñas azulados. Piel azulada. Dolor de cabeza. Vértigo. Dificultad respiratoria. Convulsiones. Incremento de la frecuencia cardíaca. Vómitos. Debilidad. Pérdida del conocimiento.</p> 	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Usar pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria.</p> <p>Usar calzado, guantes y traje de protección de materiales homologados</p> <p>Aplicar primeros auxilios (ventilación, enjuague con agua abundante, quitar ropa contaminada...)</p> <p>En caso de ingestión enjuagar la boca. Provocar el vómito (¡UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!).</p> <p>Proporcionar asistencia médica.</p>

.../...

.../...

#### DERRAMES/VERTIDOS ACCIDENTALES

Restringir el acceso a la zona y/o evacuar a las personas no implicadas en las operaciones de emergencia.

Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas.

Eliminar toda fuente de ignición.

NO permitir que este producto químico se incorpore al medio acuático. NO verterlo en el alcantarillado ni conducirlo a las redes de saneamiento.

Si es posible, recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes tapados y precintables.

Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro.

Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables

Finalizar el incidente mediante limpieza y gestión de los materiales contaminados.

#### VERTIDO A MEDIO ACUÁTICO/MARINO

FICHAS DE REFERENCIA F2.2 (GRUPO F) y F3 para la fracción hundida y parcialmente disuelta

Una vez en el agua usar los procedimientos F2.2 si la sustancia flota e intentar recuperar, con las precauciones adecuadas, la mayor cantidad posible de sustancia.

Si la sustancia se hunde no podrá recuperarse y, a medio plazo, acabará disuelta en el agua. En este caso aplicar los procedimientos F3.

Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.

En ese entorno usar traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración

Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables

Una vez detenido el vertido y amortiguados por dilución los efectos más evidentes preparar la monitorización de la pluma contaminante en la columna de agua.

Monitorizar Anilina en la columna de agua (procedente de la fracción flotante o liberada desde la fracción hundida).

Monitorizar Anilina en los sedimentos alrededor de la zona del hundimiento.

Utilizar Cromatografía de Gases. Detecto de ionización en llama o espectrometría de masas.

Tras las actuaciones de limpieza y recuperación, el fin de la respuesta vendrá dado por valores bajos y estables en la columna de agua (sin incrementos por nuevos procesos de liberación desde los residuos en el lecho)

Obtenidas estas condiciones, puede darse por finalizado el incidente y sus posibles efectos.

(Grupo F o S)\*: según la clasificación del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response) y el Acuerdo de Bonn.

## Acrilonitrilo

### SUSTANCIA:

**ACRILONITRILo (Cianoetileno, 2-Propenonitrilo, Cianuro de vinilo)**

IDENTIFICADORES	PROPIEDADES FÍSICAS
FÓRMULA: C3H3N / CH2=CH-CN	Líquido entre incoloro o amarillo pálido, de olor acre.
(Masa molecular = 53.1)	Punto de ebullición: 77°C
CAS: 107-13-1	Punto de fusión: -84°C
RTECS: AT5250000	Densidad relativa (agua = 1): 0,8
NU: 1093	Solubilidad en agua: parcialmente soluble
CE Índice Anexo I: 608-003-00-4	Presión de vapor, kPa a 20°C: 11,0
CE / EINECS: 203-466-5	Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1,8
	Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.05
	Punto de inflamación: -1 °C c.c.
	Temperatura de autoignición: 481°C
	Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 3,0-17,0
	Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0,25

.../...

.../...

<p><b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b></p> <p>Líquido parcialmente soluble en agua.</p> <p>Puede formar películas flotantes.</p> <p>El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.</p> <p>Polimeriza debido al calentamiento intenso o bajo la influencia de luz y bases, causando peligro de incendio o explosión.</p> <p>Se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos, incluyendo ácido cianhídrico, óxidos de nitrógeno.</p> <p>Reacciona violentamente con ácidos fuertes y oxidantes fuertes.</p> <p>Ataca plástico y caucho.</p>	<p><b>COMPORTAMIENTO GENERICO, CLASIFICACIÓN y ALERTAS</b></p> <p>Líquido parcialmente soluble en agua, puede formar películas flotantes y es bastante volátil (Grupo DE*)</p>  <p>H226 Líquidos y vapores inflamables H331/332/318. La sustancia y el vapor irritan los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Provoca lesiones oculares graves. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central. La exposición muy por encima del OEL puede producir la muerte. H331/311/301. Tóxico en caso de inhalación, en contacto con la piel y en caso de ingestión. H400: Tóxico para los organismos acuáticos.</p> 
<p><b>TIPO DE PELIGRO</b></p> <p><b>INCENDIO</b></p> <p>Altamente inflamable. El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante.</p> <p><b>EXPLOSIÓN</b></p> <p>Las mezclas vapor/aire son explosivas.</p>	<p><b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN</b></p> <p>Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.</p> <p>En caso de incendio usar polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada, dióxido de carbono.</p> <p>En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.</p>

.../...

.../...

EXPOSICIÓN	MEDIDAS DE PREVENCIÓN
<p><b>¡EVITAR TODO CONTACTO CON LA SUSTANCIA Y EVITAR LA FORMACIÓN DE NIEBLA Y RESPIRAR LOS VAPORES!</b></p>	<p>Usar pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria (equipo autónomo de respiración).</p>
<p>Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p>	<p>Usar calzado, guantes y traje de protección de materiales homologados. Tener en cuenta que ataca al caucho y a algunos plásticos.</p>
<p>No confiar en el umbral del olor ni en el olor tolerable.</p>	<p>Aplicar primeros auxilios (ventilación, enjuague con agua abundante, quitar ropa contaminada...)</p>
<p>Causa efectos graves por inhalación.</p>	<p>Enjuagar la boca. Dar a beber una papilla de carbón activado y agua. Provocar el vómito (<b>¡UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!</b>).</p>
	<p>Proporcionar asistencia médica. Se recomienda vigilancia médica a todas las personas que hayan podido verse afectadas, aunque sea indirectamente.</p>

.../...

.../...

#### DERRAMES/VERTIDOS ACCIDENTALES

Restringir el acceso a la zona y/o evacuar a las personas no implicadas en las operaciones de emergencia.

Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).

Eliminar toda fuente de ignición.

NO permitir que este producto químico se incorpore al medio acuático. NO verterlo en el alcantarillado ni conducirlo a las redes de saneamiento.

Si es posible, recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes tapados y precintables.

Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro.

Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables

Finalizar el incidente mediante limpieza y gestión de los materiales contaminados.

#### VERTIDO A MEDIO ACUÁTICO/MARINO

##### FICHA DE REFERENCIA F2.2 (GRUPO DE)

Una vez en el agua usar los procedimientos F2.2 e intentar recuperar, con las precauciones adecuadas, la mayor cantidad posible de sustancia. La sustancia no recuperada acabará disuelta en el agua.

Tener en cuenta que el vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del agua; posible ignición en punto distante.

Las personas implicadas deben actuar con prudencia tomando las precauciones y medidas de protección adecuadas, especialmente en el entorno más inmediato al punto de vertido y en la zona de efectos agudos más evidentes.

En ese entorno usar traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración

Informar alertando sobre el peligro y posibles usos afectados/vulnerables

Una vez detenido el vertido y amortiguados por dilución los efectos más evidentes preparar la monitorización de la pluma contaminante en la columna de agua.

Monitorizar concentraciones en columna de agua usando cromatografía de gases

El fin de la respuesta vendrá dado por valores normales (bajos y estables) en el orden de los Objetivos de Calidad o de la Concentración Máxima Admisible que señale la Autoridad Ambiental

Obtenidas estas condiciones, puede darse por finalizado el incidente y sus posibles efectos.

(Grupo DE)\*: según la clasificación del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response) y el Acuerdo de Bonn.

## **ANEXO C – INCIDENTES HISTÓRICOS**

Nombre	Fecha	Latitud	Longitud	SubTipo	Falsa Alarma	TipoRe/Buque	Nombre buque/Instalación	Contaminante	Causa
MANCHA BOCAÑA BILBAO	07/02/2005			ORIGEN DESCONOCIDO	NO			HC	
Contaminación por gas oil en la playa de Astondo (Plenaza)	02/08/2005			DESP DE BUQUE ATRACADO	NO	Otros	Miridian Fuenterrabia	HC restos orgánicos	Operacional
Mancha en Pobeña. Carpeta no.118/05	17/08/2005	43º21,3 N	003º07,4 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
contaminación por gasoil en el puerto de Getaria	16/06/2006	43º18,3 N	002º12,1 W	DESP DE BUQUE ATRACADO	NO	Pesquero	BET SAN LUIS	HC	Operacional
Mancha de Gas-Oil en Fuenterrabia	18/06/2006	43º23,0 N	001º47,6 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			HC	
Contaminación de gas oil puerto Bermeo	15/08/2006	43º30,2 N	003º07,3 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			HC	
CONTAMINACION ZONA "B" DE FONDO F.O. en Bermeo procedente de fábrica de pescado	13/09/2006	43º23,6 N	003º06,6 W	DESP DE BUQUE ATRACADO	NO	Otros	BSLE PERFORMER	HC	Operacional
	25/09/2006	43º25,12 N	002º43,36 W	DESP DE INSTALACION EN TIERRA	NO		FABRICA DE PESQUERO	HC	Operacional
CONTAMINACION EN GUIPUZCOA	02/10/2006	43º25,3 N	001º50,1 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			Hierba y espuma	
MANCHA REPORTADA POR M/TIMI Verrido Gasoil en Castro producido por un camión desde tierra	07/10/2006	43º22,2 N	003º07,4 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			CAMIÓN EN TIERRA	HC
	02/02/2007	43º22,8 N	003º12,47 W	DESP DE INSTALACION EN TIERRA	NO				Operacional
Mancha en la zona del fondo Avistamiento de mancha en la Playa de La Zurriola(San Sebastián)	12/04/2007	43º22,4 N	003º06,9 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Possible contaminación playas Azkorri-Salvaje	24/04/2007	43º20,5 N	001º58,3 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
CONTAMINACION EN EL MUELLE AMPLIACION Z PUERTO BILBAO	04/06/2007	43º23,3 N	003º01,2 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Contaminación en Térbera	18/06/2007	43º20,5 N	003º03,1 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Possible contaminación playa Santiago en Zumaya	14/07/2007	43º18,2 N	002º14,8 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			Aceite y espuma	
Mancha de Gasoil en la ría	16/07/2007	43º19,5 N	003º01,3 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				HC
Contaminacion en islares	18/07/2007	43º24,7 N	003º18,7 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				HC
Mancha en la playa de Saturráin	07/08/2007	43º19,5 N	002º24,5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				una arqueta de la red té

	Nombre	Fecha	Latitud	Longitud	Sueltipo	Falsa Alarma	TipoReBuque	Nombre buque/Instalación	Contaminante	Causa
MANCHA DE HIDROCARBURO	14/09/2007	43° 24,88 N	001° 52,45 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					HC
MANCHA FUEL EN MUELLE REINA VICTORIA	05/07/2008	43° 20,2 N	003° 02,2 W	DESDE BUQUE ATRACADO	SI	Otros				HC
Contaminación en Ondarrua	16/07/2008	43° 19,5 N	002° 25,4 W	DESDE BUQUE ATRACADO	NO	Otros	Ruth Theresa			HC
Mancha oleaginosa en la Playa de Hondarribia	26/07/2008	43° 23,0 N	001° 47,0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					HC
Mancha de aceite en el fondeadero de Bilbao	28/01/2009	43° 24,2 N	003° 04,4 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					HC
Contaminación Santona	27/03/2009	43° 26,6 N	003° 24,74 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					
Mancha EMSA Norte de Bilbao	01/04/2009	43° 29,1 N	003° 13,5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI					
Contaminación por Hidrocarburo zona Ampliación 3	14/04/2009	43° 21,2 N	003° 03,9 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					HC
Possible contaminación Draig "CRISTOBAL COLÓN" en pruebas.	13/05/2009	43° 22,8 N	003° 06,3 W	NAVIGACION	NO	Draig	CRISTOBAL COLÓN			
Mancha de contaminación en el fondeadero de Bilbao	11/06/2009	43° 22,5 N	003° 07,1 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					
Mancha de Gasoil Entrada a Pasajes	15/06/2009	43° 20,4 N	001° 55,5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					HC
Contaminación en la playa de Izuntza (Lekeitio)	09/07/2009	43° 21,85 N	002° 30,0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI					
Mancha contaminante en el puerto de Getaria	04/08/2009	43° 19,0 N	002° 13,0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					
Mancha en Pta. Lamera (Bermeo)	09/10/2009	43° 25,19 N	002° 42,5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					
MANCHAS DE ACEITE	12/10/2009	43° 21,4 N	003° 08,6 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI					
Possible contaminación en el fondeo de Bilbao	14/10/2009	43° 20,3 N	003° 08,2 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI					Operacional
LEIV ERIKSSON	27/05/2010	43° 21,4 N	003° 04,1 W	DESDE BUQUE ATRACADO	NO	Otros	LEIV ERIKSSON			
Possible contaminación en la playa de Ostende (Castro Urdiales)	09/08/2010	43° 23,3 N	003° 13,2 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					
Possible mancha de hidrocarburo en Ondarraga	15/09/2010	43° 9,0 N	002° 25,0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI					
Mancha de hidrocarburo en alta mar.	27/09/2010	43° 51,4 N	003° 14,8 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO					HC

Nombre	Fecha	Latitud	Longitud	SubTipo	Falsa Alarma	Tipo Rel/Buque	Nombre buque/Instalación	Contaminante	Causa
Contaminación en Mundaka	08/02/2011	43° 24.8 N	002° 41.7 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
PLAYA DE LA ARENA "OLOR AZUFRE" CONTAMINACIÓN EN EL PUERTO DE BERMEJO	25/02/2011	43° 21.4 N	003° 07.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
	28/07/2011	43° 25.0 N	002° 53.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Possible contaminación en Menákoz	30/07/2011	43° 23.8 N	002° 59.2 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Possible mancha contaminante en Cé. Higer.	29/08/2011	43° 24.2 N	001° 47.5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI				
Mancha en Punta Galera	08/11/2011	43° 22.5 N	003° 02.6 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI				
Possible mancha oleaginosa oeste de Ileido	01/03/2012	43° 21.0 N	001° 57.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI				
Contaminación de peces muertos y mancha en el astillero de Zamacaona	04/03/2012	43° 19.9 N	W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			Peces muertos	
Mancha zona de Barrika	10/03/2012	43° 24.4 N	002° 59.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI				
CONTAMINACION EN ARMINTZA	02/05/2012	43° 26.4 N	002° 54.2 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI				
Contaminación en la bocaña del puerto de Getaria	06/07/2012	43° 18.25 N	W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Contaminación en playa Arigorri y Saturaran	09/07/2012	43° 19.0 N	002° 25.4 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Possible mancha contaminante en Ondarroa	22/08/2012	43° 20.0 N	002° 25.2 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Mancha de gas oil en Getaria	11/09/2012	43° 18.2 N	002° 12.2 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Mancha de gas-oil al norte de Bilbao	06/01/2013	43° 23.3 N	003° 05.3 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Indicios de contaminación en Pobellá	10/10/2013	43° 21.4 N	003° 07.6 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				Accidente
Contaminación en Zierbana	25/12/2013	43° 21.2 N	W	DESDE BUQUE HUNDIDO	NO	Pesquero	Bengolea segundo		Operacional
LNG 'Galera"	10/02/2014	43° 43.0 N	003° 01.8 W	NAVEGACIÓN	NO	Mercante	GALERA	HC	
Mancha de Gas-Oil en Amiluze	05/05/2014	43° 20.0 N	003° 00.8 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Contaminación en la bocaña del Puerto de Pasajes	12/05/2014	43° 20.5 N	001° 56.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
MANCHA GAS-OIL LEKETIO	04/08/2014	43° 21.7 N	002° 29.9 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				HC

Nombre	Fecha	Latitud	Longitud	Su tipo	Falsa Alarma	Tipo Rel/Buque	Nombre buque/Instalación	Contaminante	Causa
Vertido de Gas oil en Ondárroa	08/08/2014	43° 19.5 N	002° 25.3 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			HC	
Mancha en Arminza	11/08/2014	43° 56.0 N	002° 54.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI				
Mancha de gasoil en Ondárroa	28/08/2014	43° 19.5 N	002° 24.8 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			HC	
Mancha Gasoil en Pasaiña	23/09/2014	43° 20.0 N	001° 55.5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Contaminación Ría de Puentzia	28/09/2014	43° 24.8 N	002° 57.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				Operacional
Possible vertido zona Zierbenia.	05/10/2014	43° 21.7 N	003° 04.6 W	NAVEGACION	SI	Draga	AMERIGO VESPUCCI	Lodo y arena	
MANCHA DE GAS OIL EN PLENCIA	02/02/2015	43° 24.6 N	002° 56.4 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
MANCHA DE CONTAMINACIÓN EN LA BAHIA DE TXINGUDI	09/05/2015	43° 23.2 N	001° 07.7 W	ORIGEN DESCONOCIDO	SI				
MANCHA DE GAS OIL EN LA RIA DE SANTORIA	08/08/2015	43° 26.1 N	003° 27.5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			HC	
Mancha a la altura de Oñati	24/09/2015	43° 22.5198	003° 24.67 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				Operacional
Vertido en Donostia	15/10/2015	43° 18.0 N	001° 59.9 W	DESDE INSTALACION EN TIERRA	NO		SURtidor EN PUERTO DONOSTI	HC	
Mancha IMSA 46 millas N Cabo Ajo	27/04/2016	44° 15.0 N	003° 35.0 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Posible mancha oleaginosa zona cabo Villano.	13/06/2016	43° 24.98 N	002° 58.77 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
Sais:295/14.- Contaminación reportada por EMSA.	14/12/2014	43° 46.8 N	003° 07.1 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO			HC	
SAFIS:120/15.- 2 MANCHAS EMSA A 40 MILLAS AL NORTE DE BILBAO	31/05/2015	44° 15.0 N	002° 54.5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
SAFIS:133/15.- Mancha detectada por EMSA a 26' NE Bilbao o	13/06/2015	43° 46.8 N	002° 51.5 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
SAFIS:196/15 - CONTAMINACION EMSA Sais 294/15 Contaminación reportada por EMSA al Norte del Cabo Mayor.	07/08/2015	44° 15.27 N	003° 29.13 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				
	30/10/2015	43° 40.04 N	003° 22.21 W	ORIGEN DESCONOCIDO	NO				

## **ANEXO D – PROTOCOLO POLREP COSTA**

### **POLREP**

**De/From:**

**Para/To:**

**DTG:**

**Identificación:**

**Número serie/ SERIAL NUMBER:**

#### **Parte I – POLWARN**

A- Fecha y hora de la observación/reporte de la contaminación e identidad del observador/informante / Date and time pollution observed/reported, and identity of observer/reporter.

B- Posición y extensión de la contaminación / Position and extent of pollution.

C- Derrame / OUTFLOW

D- Incidente / INCIDENT

E- Acuse de recibo / ACKNOWLEDGE

#### **Part II – POLINF**

F- Fecha y hora de la observación/reporte de la contaminación e identidad del observador/informante / Date and time pollution observed/reported, and identity of observer/reporter

G- Posición / POSITION

H- Características de la contaminación / Characteristics of pollution

I- Origen y causa / Source and cause of pollution

J- Dirección y velocidad del viento / Wind speed and direction

K- Corrientes y/o marea / Current or tide

L- Estado de la mar / SEA STATE

M- Deriva con horas estimadas y predicción de modelos matemáticos / Drift of pollution with estimated timing and forecast

N- Fotografías, video y datos de sensores

O- Buques en la zona / Details of vessels in the area

P- Acciones tomada / ACTIONS TAKEN

Q- Otra información relevante / Any other relevant information

R- Descripción / Pollution description

1. Naturaleza del producto:

2. Cantidad estimada (m<sup>3</sup>) / 2. Quantity estimated (m<sup>3</sup>)

3. Longitud (km) / 3. Length (km)::

4. Anchura (km) / 4. Width (km)::

5. Cobertura (%)/Coverage (%) :

6. Cobertura área contaminada (km<sup>2</sup>)/ Oiled area coverage (km<sup>2</sup>):

7. Porcentaje del área de cobertura según código apariencia (%) /Oiled area coverage percentage second appearance (%)

=Pelicula: Sheen %

=Irisacion: Rainbow: %

=Metalico: Metallic: %

=Color verdadero discontinuo: Discontinuous true oil colour: %

=Color verdadero continuo: Continuous true oil colour: %

=Otro: OTHER %

### **Part III – POLFACT**

S- Fecha y hora / Date and time

T- Solicitud de asistencia / Request for assistance

U- Coste/COST

V- Gestiones de entrega/ Pre-arrangement for delivery

W- Asistencia, dónde y cómo/ Assistance to where and how

X- Otros estados solicitados/ Other states requested

Y- Cambio de coordinación/ Change of command

Z- Intercambio de información/ Exchange of information

**POLREP Costa**

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>								Fecha (dd/mm/aa) de _____ a _____ Suelo/Nubes/Niebla/Lluvia/Viento	Hora de la inspección (local)													
Incidente:																						
ID del Segmento:																						
<b>2. EQUIPO INSPECCIÓN</b>								Organización			Número de teléfono											
<b>3. SEGMENTO</b>			Longitud total: _____ m.					Longitud inspeccionada: _____ m.														
Inicio GPS: LAT			LONG																			
Final GPS: LAT			LONG																			
<b>4. TIPO DE COSTA</b>								✓✓ = primaria (sólo una) ✓ = secundaria Rodee las casillas de los tipos de costa seleccionada y otras características														
<input type="checkbox"/> Acanalado rocoso <input type="checkbox"/> Plataforma/ladera rocosa <input type="checkbox"/> Estructura artificial no permeable <input type="checkbox"/> Estructura artificial permeable <input type="checkbox"/> Marisma de agua salobre								<input type="checkbox"/> Sedimentos fangosos <input type="checkbox"/> Sedimentos arenosos <input type="checkbox"/> Sedimentos mixtos <input type="checkbox"/> Guijarros/campos/grava <input type="checkbox"/> Rocas														
Otras (describir): _____								Exposición al oleaje (rodear una): <input type="checkbox"/> Muy expuesta/exposta/partialmente resguardada/muy resguardada														
<input type="checkbox"/> Desembocadura río/estuario <input type="checkbox"/> Área recreativa								<input type="checkbox"/> Artefacto/estructura histórica <input type="checkbox"/> Balsas					<input type="checkbox"/> Depósitos de algas muertas (Posidonia) <input type="checkbox"/> Grietas profundas o hendiduras									
<b>5. CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS</b>								<input type="checkbox"/> Restos? Sí/No <input type="checkbox"/> Contaminados? Sí/No <input type="checkbox"/> Cantidad: _____ bolsas/camiones														
<input type="checkbox"/> Acceso directo desde tierra? Sí / No <input type="checkbox"/> A través segmento contiguo? Sí / No <input type="checkbox"/> Acanalado costero? Sí / No Alt. _____ m.								<input type="checkbox"/> Restricciones de acceso <input type="checkbox"/> Área de depósito adecuada? Sí / No														
<input type="checkbox"/> Operaciones de limpieza en marcha? Sí / No																						
<b>6. HIDROCARBURO SUPERFICIAL</b>								MARCAR AQUÍ SI NO SE OBSERVA:														
Zona ID	Posición				Cobertura de hidrocarburo			Espesor del hidrocarburo					Apariencia del hidrocarburo									
	B	M	S	U	Longitud	Ancho	Distr.	BA	CU	CA	MA	PE	FR	MS	BA	GA	RS	PA				
B, M, S y U = Inferior, Media, Superior y Supra mareal BA=Balsa, CU=Cubierta, CA=Capa, MA=Mancha, PE=Película FR=Fresco, MS=Mousse, BA=Bolas alquilatrán, GA=Galletas alquilatrán, RS=Residuo superficial, PA=Pavimento astillado																						
<b>7. HIDROCARBURO BAJO SUPERFICIE</b>								MARCAR AQUÍ SI NO HAY INVESTIGACIÓN:														
ID Caja	Posición				Profundidad (cm)	Zona contaminada (cm - cm)	Apariencia del hidrocarburo bajo superficie								Nivel del agua (cm)							
	B	M	S	U			Poros llenos	Poros parcialmente llenos	Residuo	Película	Traza											

#### **8. OTRAS SUSTANCIAS CONTAMINANTES**

卷之三十一

D=Desarrollado, CH=Completo, CA=Completo, M=Menos, PE=Pequeño.

### **9. OBSERVACIONES GENERALES:**

Utilice el espacio de arriba para realizar observaciones sobre la localización que no están contempladas en la parte 1 del Formulario. Si no hay observaciones adicionales escribir 'NINGUNA'. Los comentarios pueden ser relativos a:

- la sensibilidad real o potencial observada o que se sabe que está presente de los recursos ecológicos, recreativos, culturales, comerciales y cualquier otro interés socioeconómico;
  - cualquier observación destacada sobre la fauna y flora, particularmente la muerte de individuos;
  - cálculos de volúmenes de contaminación en el segmento, basados en las dimensiones del hidrocarburo depositado que se ha observado y registrado;
  - oleajes de temporal que puedan haber depositado hidrocarburo por encima de la pleamar normal;
  - cualquier recomendación sobre la limpieza u otro tratamiento –se podría incluir una descripción de la técnica recomendada, nivel sugerido de operación y cualquier restricción práctica–; y
  - añadir recomendaciones sobre los objetivos finales apropiados para finalizar las operaciones de limpieza.

## **ANEXO E – CLIMA ATMOSFÉRICO Y MARÍTIMO EN LA COSTA VASCA**

### **Clima atmosférico y marítimo en la costa vasca\***

Informe Final para:

EUSKO JAURLARITZA - GOBIERNO VASCO,  
Segurtasun saila - Dpto. de Seguridad,  
Viceconsejería de Interior,  
Dirección Atención Emergencias y Meteorología

Pasaia, 29 de noviembre de 2016

Tipo documento	Informe Final
Título documento	Clima atmosférico y marítimo en la costa vasca
Fecha	01/07/2019
Proyecto	Tratamiento de la información océano-meteorológica necesaria para la elaboración del Plan de Contingencias frente a vertidos marinos del País Vasco
Código	IM15Contin
Cliente	EUSKO JAURLARITZA - GOBIERNO VASCO, Segurtasun saila - Dpto. de Seguridad, Viceconsejería de Interior, Dirección Atención Emergencias y Meteorología
Equipo de proyecto	Anna Rubio Andrea del Campo Luis Ferrer Manuel González
Responsable proyecto	Rubio Compañy, Anna (E-Mail: arubio@azti.es)
Revisado por	Julien Mader
Fecha	23/12/2015

\*Si procede, este documento deberá ser citado del siguiente modo:

Rubio, A, del Campo, A. Ferrer, L y González M, 2015. Clima atmosférico y marítimo en la costa vasca. Elaborado por AZTI-Tecnalia para la Dirección de Atención de Emergencias del GV.

## **1. OBJETIVOS**

El objeto de los trabajos es recopilar y trabajar la información océano-meteorológica de la costa del País Vasco con el fin de elaborar el Plan de Contingencias frente a vertidos marinos.

En concreto, en este documento se va a realizar la revisión general de las condiciones océano-meteorológicas de la región oceánica de sureste del golfo de Vizcaya y de las regiones oceánicas que incluyen la plataforma continental y la costa del País Vasco.

Los diferentes aspectos que se van a desarrollar incluyen:

- Condiciones meteorológicas. Información de la evolución media de la temperatura del aire y precipitación, patrones de viento característicos en el golfo de Vizcaya y condiciones de viento cuantitativas para diferentes puntos de la costa y zonas de mar abierto a partir de datos provenientes de diferentes fuentes.
- Condiciones oceanográficas. Información sobre las características hidrográficas generales (temperatura superficial del agua del mar, salinidad, aportes fluviales y ciclos estacionales), las corrientes marinas a diferentes escalas, mareas y otros procesos de alta frecuencia y oleaje.

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

Esta revisión se realiza a partir de la bibliografía existente en la zona y a partir de registros históricos de diferentes variables océano-meteorológicas disponibles en la zona. Éstas últimas incluyen tanto me-

didas rutinarias a partir de instrumentos in-situ, como medidas remotas y observaciones derivadas de campañas oceanográficas. Las principales estaciones de datos utilizadas se representan en la Figura 1. Las coordenadas de los puntos de medida utilizados se resumen en la Tabla 1.

A estas estaciones hay que añadir el sistema costero de radar de alta frecuencia (radar HF) del País Vasco (Figura 1). Se trata de un sistema CODAR compuesto de 2 antenas y que está operacional desde principios de 2009 emitiendo con una frecuencia de ~4,5 MHz. Este sistema de largo alcance permite obtener datos horarios sobre las corrientes superficiales con una resolución de ~5 km cubriendo un área de hasta 10.000 km<sup>2</sup>. Este conjunto de datos es una potente herramienta para el sistema operacional, permitiendo la validación y mejora de los sistemas numéricos y del seguimiento y previsión de las corrientes marinas y deriva de objetos o contaminantes.

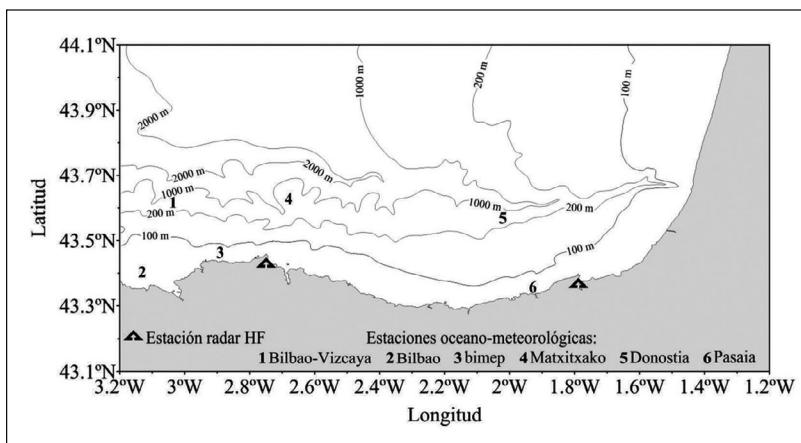


Figura 1. Localización de las principales estaciones oceano-meteorológicas utilizadas en el presente informe.

Tabla 1. Descripción de las estaciones océano-meteorológicas representadas en el SE del golfo de Vizcaya en la Figura 1

Estación	Coordenadas	Profundidad (m)	Inicio de las medidas (mes y año)	Frecuencia de medida (min)
Bilbao-Vizcaya	43° 37,8' N 3° 2,4' W	600	agosto 1990	60
Matxitxako	43° 37,9' N 2° 41,6' W	450	enero 2007	60
Donostia	43° 33,8' N 2° 1,4' W	550	enero 2007	60
bimep	43° 28,1' N 2° 53,1' W	80	marzo 2009	60
Punta Lucero	43° 23,9' N 3° 7,9' W	53	marzo 2004	60
Pasaia	43° 20,3' N 1° 55,5' W	24	agosto 2001	10

Las características de otros datos complementarios utilizados de forma más específica, para la descripción de determinados aspectos de las condiciones oceánicas o meteorológicas (p. e. los modelos numéricos), se detallan a lo largo del texto. Del mismo modo, las metodologías utilizadas para el análisis de los datos se describen junto a los resultados a lo largo del informe.

### 3. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

#### 3.1 Clima atmosférico

El País Vasco se sitúa en las latitudes medias del Océano Atlántico noreste y, en particular, en la franja climática de los vientos del oeste. El clima es templado y oceánico, con inviernos y veranos moderados, y con una marcada estacionalidad, siendo la temperatura media anual superior a

10 °C. Todos los meses presentan temperaturas medias inferiores a los 22 °C y los meses de invierno medias superiores a 3 °C (Usabiaga *et al.*, 2004).

El clima es lluvioso con una media de, aproximadamente, 1.200 mm de precipitación anuales para el periodo 1961-2013 en Bizkaia y entre 1.500 y 1.600 mm en Gipuzkoa. Las precipitaciones ocurren normalmente durante todo el año, presentando el mes más seco una tercera parte de las precipitaciones del mes más lluvioso. Las precipitaciones son más frecuentes en otoño e invierno (noviembre-enero), siendo noviembre el mes más lluvioso y observándose un máximo relativo en abril. Por el contrario, las lluvias son menos frecuentes durante los meses de junio a julio (Figura 2). Según la clasificación de Koppen, el área está asociada con un clima de tipo Cfb (marino costero occidental suave) (Usabiaga *et al.*, 2004).

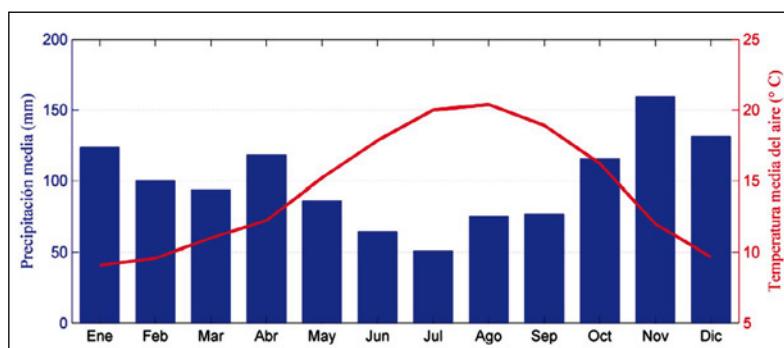
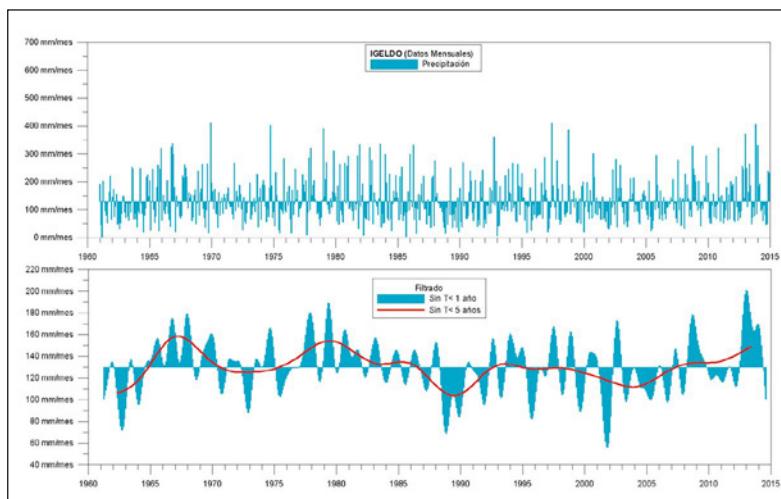


Figura 2. Evolución media de la temperatura del aire (°C) y de la precipitación (mm) a lo largo del año en la estación meteorológica de Sondika-Loiu para el periodo 1961-2013.

En la Figura 3 pueden verse los datos de precipitación mensual del Observatorio de Monte Igeldo (1960-2014) y los valores medios de la precipitación sin estacionalidad ( $T < 1$  año) y sin variabilidad de  $T < 5$  años. El valor medio de la precipitación mensual en este Observatorio entre 1960 y 2014 ha sido de 130 mm (1.560 mm de precipitación media anual). Puede observarse la punta de precipitación de 2012, 2013 y 2014.



**Figura 3.** Datos mensuales de precipitación en el Observatorio de Monte Igeldo (imagen superior) y Valores mensuales de precipitación sin variabilidad estacional ( $T < 1$  año) y sin  $T < 5$  años.

En la Figura 4 se han representado los datos de precipitación mensual del Observatorio del aeropuerto de Hondarribi (1971-2014) y los valores medios de la precipitación sin estacionalidad ( $T < 1$  año) y sin variabilidad de  $T < 5$  años. El valor medio de la precipitación mensual en este Observatorio entre 1970 y 2014 ha sido de 134 mm (1.600 mm de precipitación media anual). Asimismo, como en el caso de Igeldo, puede observarse la punta de precipitación de 2012, 2013 y 2014.

En la Figura 5 se han representado los datos de precipitación mensual del Observatorio del aeropuerto de Sondika-Loiu (1960-2014) y los valores medios de la precipitación sin estacionalidad ( $T < 1$  año) y sin variabilidad de  $T < 5$  años. El valor medio de la precipitación mensual en este Observatorio entre 1960 y 2014 ha sido de 100 mm (1.200 mm de precipitación media anual). También puede observarse la punta de precipitación de 2012, 2013 y 2014.

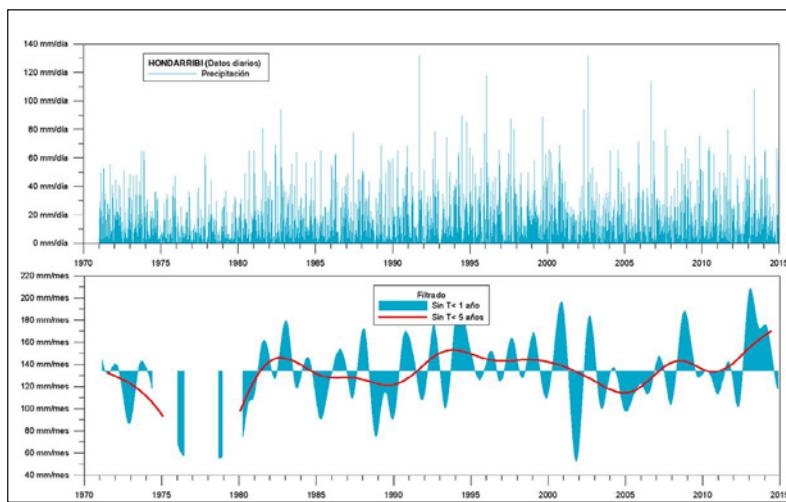


Figura 4. Datos mensuales de precipitación del Observatorio del aeropuerto de Hondarribi (imagen superior) y Valores mensuales de precipitación sin variabilidad estacional (sin  $T < 1$  año) y sin  $T < 5$  años.

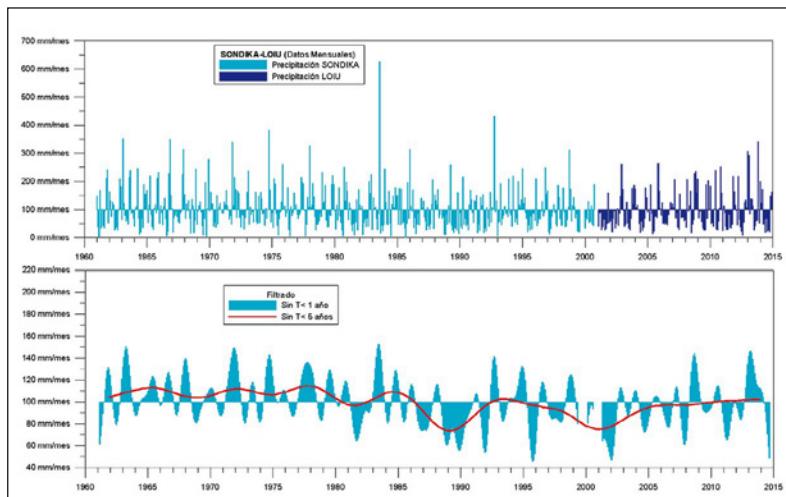


Figura 5. Datos mensuales de precipitación del Observatorio del aeropuerto de Sondika-Loiu (imagen superior) y Valores mensuales de precipitación sin variabilidad estacional (sin  $T < 1$  año) y sin  $T < 5$  años.

En la Figura 6 se muestra la evolución media de la temperatura atmosférica a lo largo del año en la estación meteorológica de Sondika-Loiu, en comparación con la media $\pm$ desviación estándar para el registro completo (1961-2013). Las temperaturas más bajas se registran entre diciembre y febrero, siendo enero el mes más frío, con temperaturas mensuales que oscilan entre aproximadamente 7,7 y 11,4 °C. Agosto es el mes más cálido, seguido del mes de julio, con temperaturas medias mensuales comprendidas entre 18,7 y 21,6 °C, aproximadamente.

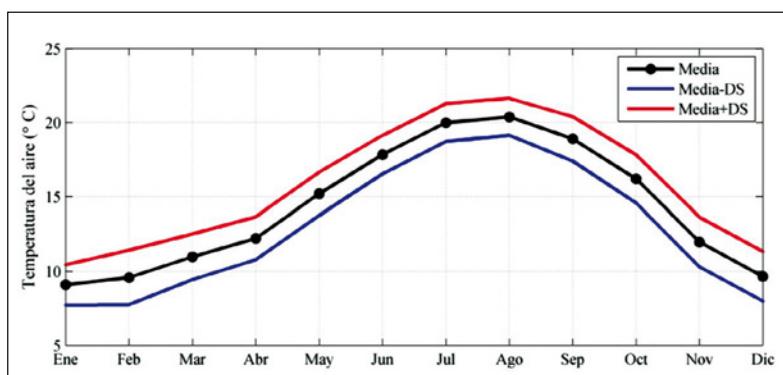


Figura 6. Media de la temperatura del aire (°C) a lo largo del año en la estación meteorológica de Sondika-Loiu en comparación con la media $\pm$ desviación estándar (DS) para el periodo 1961-2013

Una descripción general del clima atmosférico en la costa vasca usando datos del período 1928 a 2001 del Observatorio Meteorológico de Monte Igeldo (AEMET, Donostia-San Sebastián, 43° 18' 27" N, 02° 02' 22" W, 252 m), se encuentra en Usabiaga *et al.* (2004). La temperatura media anual se sitúa en unos 13°C, agosto es el mes más cálido (18,6°C de media) y enero el más frío (7,6°C de media).

En el País Vasco se dispone de la serie de temperaturas máximas y mínimas diarias del Observatorio de Monte Igeldo desde la década de los

años 20 del siglo pasado (Figura 7). Puede observarse como, las máximas diarias en algunos casos superan los 35°C y las mínimas han llegado a los 10°C en la década de los 10 y por debajo de los 5°C en 1985.

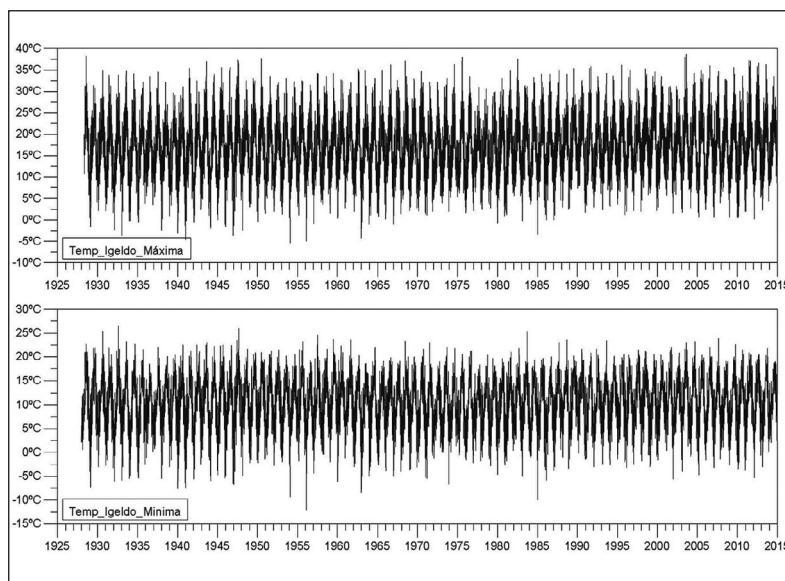


Figura 7. Datos de temperatura máxima y mínima diarias en el Observatorio de Monte Igeldo.

En González *et al.* (2008) se ha estudiado la evolución de los máximos y mínimos diarios de temperatura en Igeldo en el periodo 1928-2007. Hasta esa fecha el número de días con temperatura máxima igual o superior a 38°C fue de 4 días. También, sólo ha habido 4 días con temperaturas por debajo de -10 °C en el periodo 1928-2007.

Tabla 2. Valores medios mensuales de la temperatura máxima y mínima diaria  $\pm$  desviación estándar ( $\pm \sigma$ ) en el Observatorio Meteorológico de Monte Igeldo, (AEMET, Donostia-San Sebastián, 43° 18' 27" N, 02° 02' 22" W, 252 m), entre 1928 y 2007, (González *et al.*, 2008a)

Mes	T° Max. (°C)			T° Min. (°C)		
	$\bar{T} - \sigma$	$\bar{T}$	$\bar{T} + \sigma$	$\bar{T} - \sigma$	$\bar{T}$	$\bar{T} + \sigma$
Enero	6,5	10,6	14,7	1,6	5,4	9,2
Febrero	6,6	11,0	15,5	1,6	5,5	9,3
Marzo	9,0	13,3	17,7	3,8	7,0	10,3
Abril	10,2	14,4	18,7	5,3	8,1	10,9
Mayo	12,8	17,2	21,6	8,1	10,6	13,1
Junio	15,9	19,8	23,7	11,3	13,4	15,6
Julio	18,1	21,6	25,3	13,5	15,5	17,5
Agosto	18,7	22,2	25,8	13,9	16,0	18,1
Septiembre	17,37	21,1	25,0	12,1	14,7	17,2
Octubre	14,1	18,0	21,8	8,9	12,1	15,2
Noviembre	9,9	13,6	17,3	5,0	8,4	11,8
Diciembre	7,1	11,0	14,9	2,4	6,1	9,8

En la Figura 8 puede verse la temperatura media anual (máximas y mínimas) desestacionalizada (sin  $T < 1$  año) en el Observatorio de Monte Igeldo. El valor medio anual de las máximas se sitúa en 16,25 °C (el rango de variación de las medias anuales se sitúa entre 14,5°C y 20°C) y el de las mínimas en 10,25°C (con valores medios anuales entre 8,8°C y 12,5°C). Destacan claramente los años cálidos desde 1995 hasta la ac-

tualidad, tanto en cuanto a temperaturas máximas como a temperaturas mínimas.

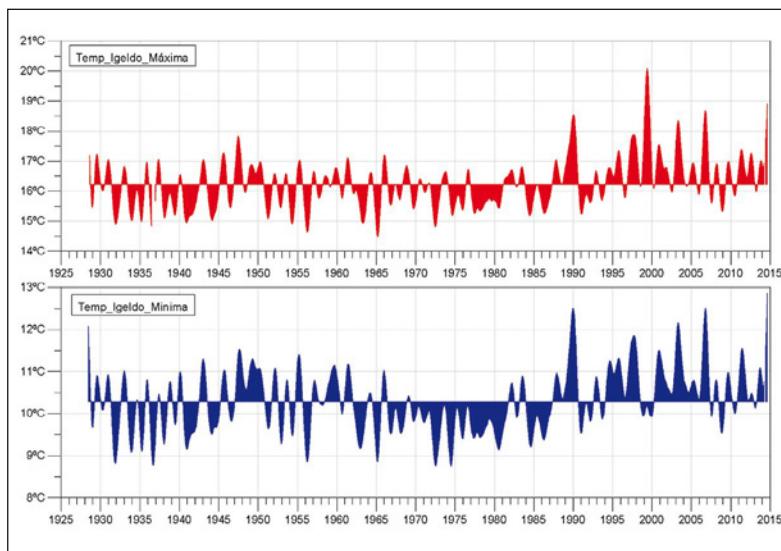


Figura 8. Media anual de las temperaturas máximas diarias (arriba) y mínimas diarias (debajo) en el Observatorio de Monte Igeldo.

En la Figura 9 se muestran los valores medios anuales desestacionalizados de las temperaturas máxima y mínimas diarias medidas en el aeropuerto de Hondarribi desde 1970. La temperatura máxima media en el año es de 18,8°C y la media anual de las mínimas 10,25°C.

Por último, en la Figura 10 pueden verse los mismos datos del aeropuerto de Sondika-Loiu, pero, en este caso solamente se dispone de la información entre 1996 y 2014.

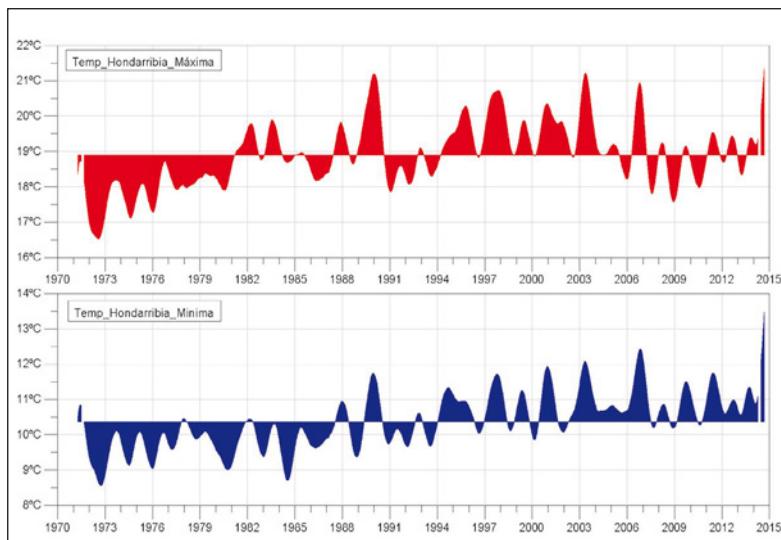


Figura 9. Media anual de las temperaturas máximas diarias (arriba) y mínimas diarias (debajo) en el Observatorio del aeropuerto de Hondarribia.

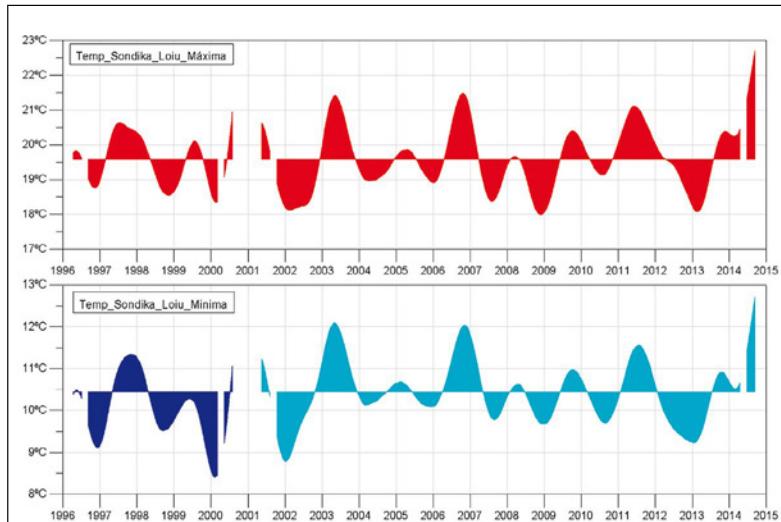


Figura 10. Media anual de las temperaturas máximas diarias (arriba) y mínimas diarias (debajo) en el Observatorio del aeropuerto de Sondika-Loiu.

Uno de los factores más importantes en el clima atmosférico es la insolación, que suele expresarse como horas de sol diarias. En la Figura 11 pueden verse la media anual de las horas de sol registradas en el Observatorio de Monte Igeldo desde 1945 hasta 2014. El promedio de horas de sol es de  $4,78 \text{ h.día}^{-1}$ .

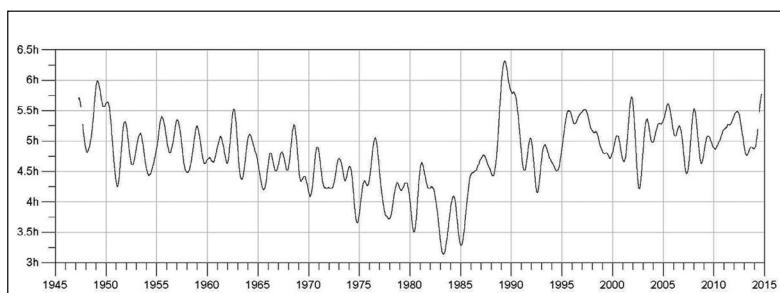


Figura 11. Media anual de la insolación (horas de sol por día) en el Observatorio Monte Igeldo.

En la Figura 12 se muestra la media anual de horas de sol medidas en el aeropuerto de Hondarribi desde 1971 hasta 2014. El valor medio de la insolación durante este registro es de  $4,76 \text{ h.día}^{-1}$ .

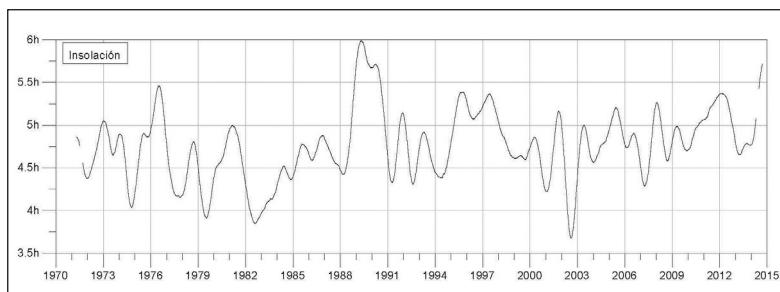


Figura 12. Media anual de la insolación (horas de sol por día) en el Observatorio del aeropuerto de Hondarribi.

### **3.2. Viento**

En latitudes medias del Atlántico norte, la circulación atmosférica está principalmente gobernada por dos centros de actividad, la baja presión de Islandia y el anticiclón de las Azores. En general, entre ambos centros de presión, predominan los vientos de componente oeste a sudoeste, siendo más fuertes en invierno y más suaves e irregulares en verano. Sin embargo, la posición de ambos centros de presión no es fija y varía estacionalmente. En invierno, el anticiclón de las Azores se desplaza hacia el sudeste dando lugar al predominio de vientos de componente sudoeste en el golfo de Vizcaya. Por el contrario, en verano, el anticiclón se desplaza hacia el noroeste, influenciando la costa cantábrica y propiciando vientos del noroeste. En primavera y otoño, el paso de anticiclones y borrascas móviles a través de la región cantábrica es muy frecuente (Medina, 1974; OSPAR, 2000).

El registro de viento más largo disponible en la zona es el del Observatorio de Monte Igueldo (situado a algo más de 200 m de altura sobre el mar), con información desde 1940 (Figura 13).

En Monte Igueldo, se han medido en diversas ocasiones vientos superiores a  $140 \text{ km.h}^{-1}$ . Todas las direcciones tienen una probabilidad significativa de ocurrencia con especial predominancia de las direcciones comprendidas entre el NW y el S. Los eventos más intensos se encuentran para las direcciones NW, WNW y WSW y están directamente relacionados con el patrón de paso de las borrascas invernales atravesando el golfo de Vizcaya. Se observan también una cierta predominancia de vientos del E y NE asociados a los regímenes de brisas propios de la temporada estival.

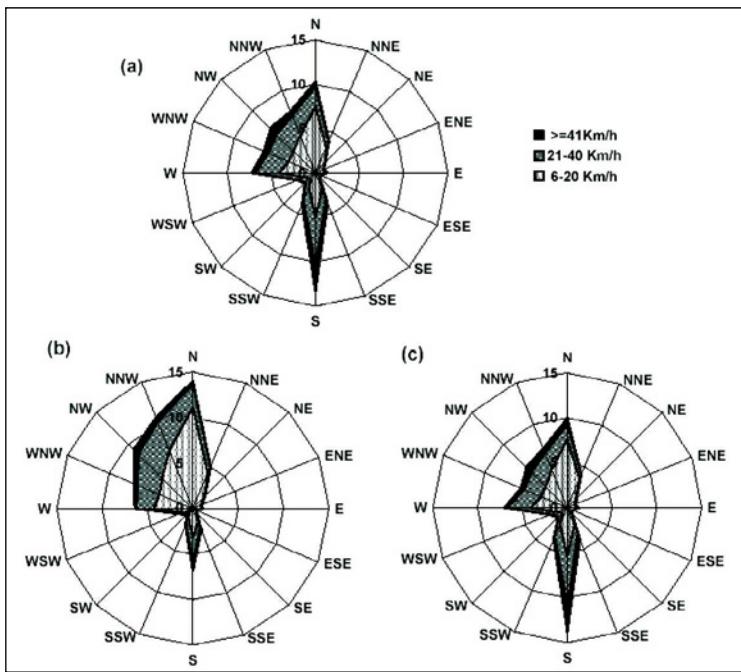


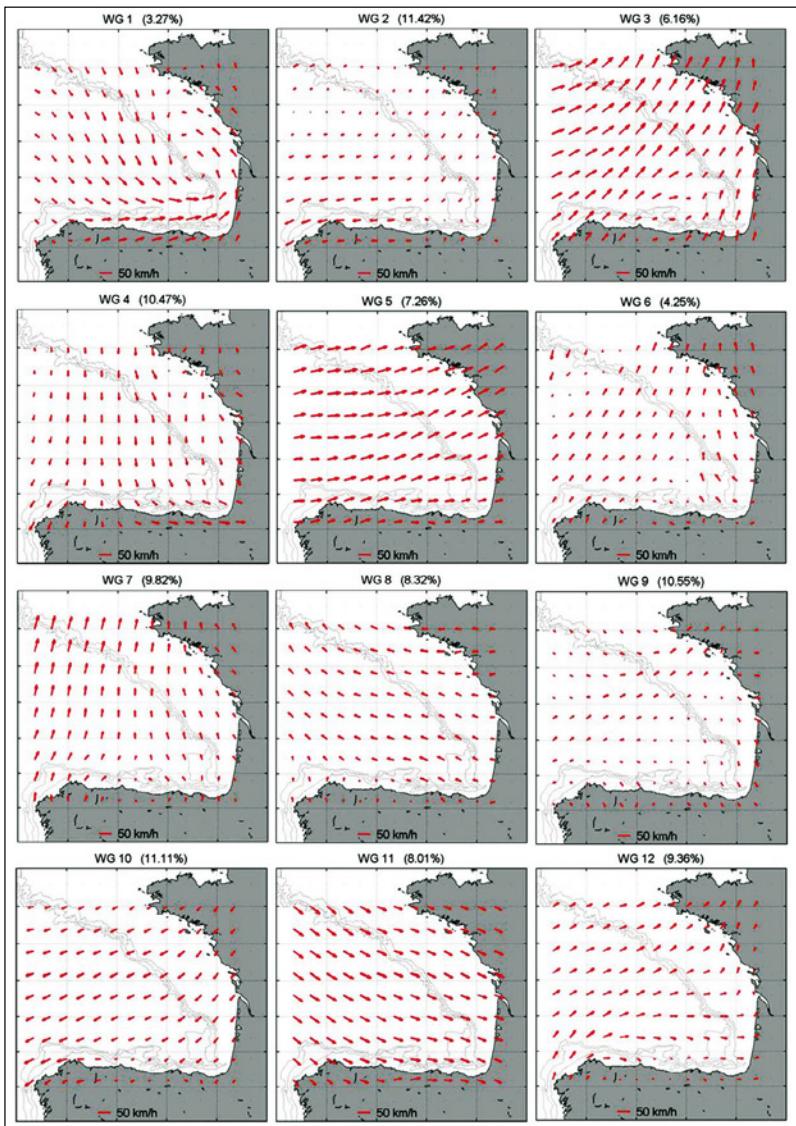
Figura 13. Rosas de frecuencia acumulada del viento (%) en Igeldo (1961-1990); (a) anual, (b) entre marzo y agosto, (c) entre julio y diciembre (tomado de Usabiaga *et al.*, 2004).

Una visión global de los patrones de viento en el golfo de Vizcaya se ha descrito recientemente por Solabarrieta *et al.* (2015), a partir de datos históricos de un modelo meteorológico. Previo al análisis, el modelo meteorológico MM5 (Fifth-Generation NCAR/Penn State Mesoscale Model), descrito en detalle en Grell *et al.*, 1994, fue validado mediante la comparación de las series de vientos simulados y los datos de vientos disponibles in-situ en las boyas de Donostia y Matxitxako. La comparación muestra que el modelo es capaz de representar, con buen ajuste, el régimen medio de viento y los pulsos más fuertes, así como, la variabilidad observada en las boyas. Las correlaciones entre las series de viento del modelo y las observadas muestran coeficientes de  $R>0,86$  para la boya de Matxitxako y  $R>0,90$  en Donostia (Rubio *et al.*, 2013a).

Con estos datos, Solabarrieta *et al.* (2015) realizan, mediante una técnica de clasificación estadística denominada k-medias (Hastie *et al.*, 2009) una cartografía de las situaciones más frecuentemente observadas en el periodo 2009-2013 (Figura 14). Los autores establecen doce grupos principales de situaciones, en los que se evidencia la predominancia de vientos intensos de componente SE-SW en invierno, en respuesta a diferentes patrones espaciales de distinta complejidad, a escala del Golfo. La probabilidad de ocurrencia de cada una de estas situaciones se resume en la Tabla 3.

Tabla 3. De izquierda a derecha: (i) Orientación principal del campo de viento, (ii) Grupo de viento en correspondencia la Figura 14 (iii) Estacionalidad (w: mayor ocurrencia en invierno; s: mayor ocurrencia en verano, no: sin estacionalidad \*: una ocurrencia en el periodo especificado por encima del 50%) (iv) Probabilidad de ocurrencia de cada grupo de la Figura 14 en el periodo estudiado. Velocidades (v) medias y (vi) máximas de cada grupo (tabla adaptada de Solabarrieta *et al.* 2015)

(i)	(ii)	(iii)	(iv)			(v)	(vi)
N	E	WG2	no	11,41	22,52	39,85	15,51
		WG10	no	11,11			46,15
	W	WG1	no	3,26	44,25	64,08	28,90
		WG4	no	10,46		43,92	24,30
S	E	WG11	w*	8,01		48,63	37,44
		WG8	w*	8,31	8,31	37,26	22,06
		WG6	w*	4,25	14,07	39,92	20,23
	W	WG7	w*	9,82		55,47	27,79
		WG3	w*	6,16	45,14	57,31	42,69
		WG5	w*	7,25		53,85	41,90
		W12	w	9,35		41,54	24,84
		WG9	s	10,55	10,55	10,55	26,13
							13,89



**Figura 14.** Grupos de viento característicos en el golfo de Vizcaya obtenidos a partir de la técnica de clasificación k-medias aplicada a los campos del modelo numérico MM5. Extraído de Solabarrieta *et al.*, 2015.

En la zona del SE del golfo de Vizcaya y a partir de los datos de intensidad y dirección de viento provenientes de cuatro puntos de medida (estaciones de Punta Lucero y Pasaia, boyas de Bilbao-Vizcaya y Matxitxako), se han construido las rosas de viento características para el periodo de datos disponible, así como las rosas de vientos estacionales. En la Figura 15 se muestran las rosas para las boyas de Bilbao-Vizcaya y Matxitxako. El análisis de los regímenes de viento se detalla a continuación, a partir de las tablas de distribuciones conjuntas de intensidad y dirección para cada uno de estos puntos.

La boyá de Matxitxako de Euskalmet comenzó a funcionar en enero de 2009 y se dispone de información hasta agosto de 2013 con una frecuencia de muestreo horaria. En este período se dispone del 50% de los datos posibles (Figura 16). En la Tabla 4 se muestra la distribución conjunta de intensidad y dirección de viento registrado en esta estación para el período indicado.

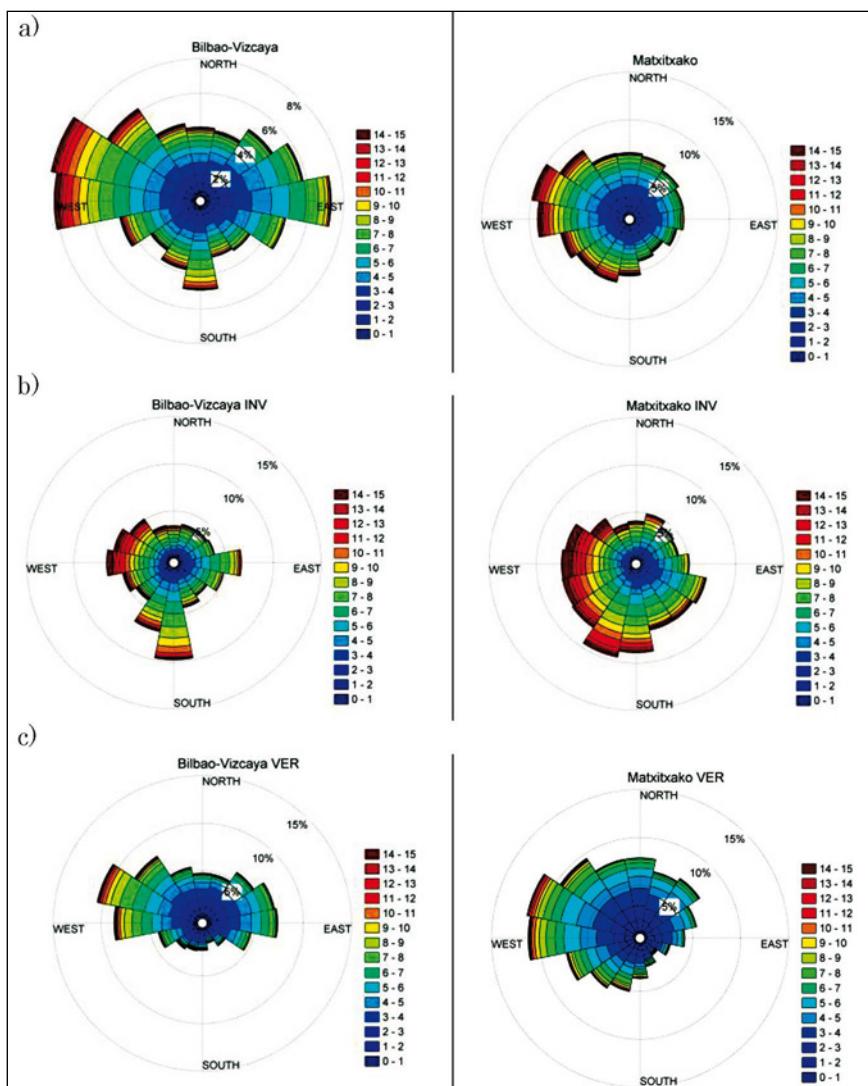


Figura 15. Rosas de viento obtenidas para el periodo de datos disponibles en las boyas de Bilbao-Vizcaya, periodo 1990-2013 (izquierda) y Matxitxako, periodo 2009-2013 (derecha). (a) Rosas de viento para todo el periodo analizado. (b) Rosas de viento usando sólo datos de invierno (julio a septiembre). (c) Rosas de viento usando sólo datos de invierno (diciembre a febrero).

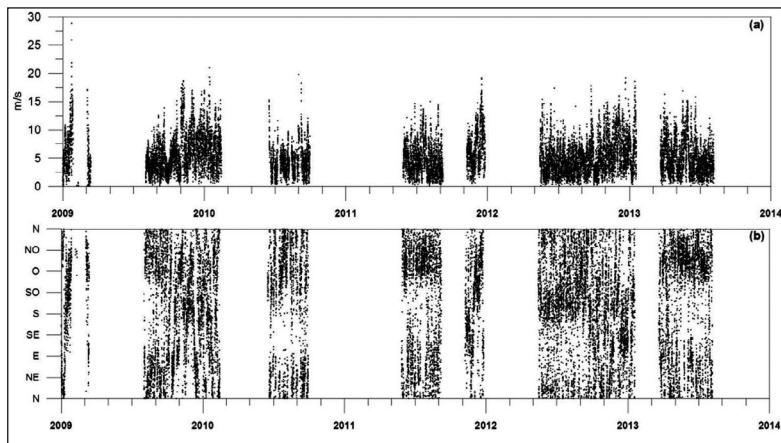


Figura 16. (a) Registro de velocidad media horaria del viento y (b) dirección del viento de la boyas océano-meteorológica de Matxitxako (Fuente: Euskalmet).

Tabla 4. Distribución conjunta de intensidad y dirección de procedencia del viento (%) en la boyas océano-meteorológica de Matxitxako para el periodo 2009-2013

Velocidad / Sector	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	TOTAL
Calmas < 2 km.h <sup>-1</sup>									0,52
2-5 km.h <sup>-1</sup>	0,74	0,67	0,63	0,49	0,55	0,48	0,52	0,71	4,80
5-15 km.h <sup>-1</sup>	5,64	5,37	4,72	3,60	3,61	3,39	4,79	5,44	36,57
15-25 km.h <sup>-1</sup>	4,19	3,97	3,29	2,21	2,98	3,85	5,58	5,32	31,39
25-35 km.h <sup>-1</sup>	1,64	1,20	1,13	1,24	2,12	2,67	3,43	2,81	16,25
35-45 km.h <sup>-1</sup>	0,48	0,27	0,15	0,34	0,98	1,44	2,07	1,46	7,19
45-75 km.h <sup>-1</sup>	0,09	0,02	0,01	0,08	0,32	0,60	1,39	0,74	3,26
>75 km.h <sup>-1</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03
TOTAL	12,78	11,51	9,94	7,97	10,55	12,44	17,81	16,49	100,00

En el caso de la boyas de Puertos del Estado de Bilbao-Vizcaya se ha empleado la información de viento medio horario desde el 7 de noviembre de 1990 hasta el 21 de junio de 2013. En este período la disponibilidad de datos válidos es del 54% y la distribución conjunta de intensidad y dirección del viento se encuentra en la Tabla 5.

En la costa vasca la variabilidad espacial del viento es notable, incluso entre estaciones bastante próximas. En González y Fontán, 2013, se comparan datos de viento de la estación costera de Matxitxako frente a los datos de viento medidos por una estación de medida de viento situada sobre una boyas flotante al norte de Armintza (boyas bimep del Ente Vasco de la Energía, <<http://bimep.com>>), los resultados indican una fuerte relación en la componente zonal (este-oeste) y algo menor en la componente meridional (norte-sur), mostrando una fuerte dependencia el viento de la topografía y del clima terrestres.

Tabla 5. Distribución conjunta de intensidad y dirección de procedencia del viento (%) en la boyas oceáno-meteorológica de Bilbao-Vizcaya (Puertos del Estado) para el período 1990-2013

Velocidad / Sector	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	TOTAL
Calmas < 2 km.h <sup>-1</sup>									2,66
2-5 km.h <sup>-1</sup>	0,67	0,65	0,65	0,50	0,52	0,55	0,58	0,60	4,73
5-15 km.h <sup>-1</sup>	4,20	5,13	5,56	3,03	2,90	3,29	4,23	4,54	32,86
15-25 km.h <sup>-1</sup>	2,96	4,09	6,72	2,98	3,28	2,47	6,09	5,07	33,66
25-35 km.h <sup>-1</sup>	1,37	1,24	2,54	1,25	2,49	1,23	4,41	3,22	17,75
35-45 km.h <sup>-1</sup>	0,44	0,20	0,34	0,24	0,93	0,45	2,26	1,37	6,23
45-75 km.h <sup>-1</sup>	0,10	0,05	0,02	0,01	0,16	0,13	1,09	0,53	2,09
>75 km.h <sup>-1</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>9,74</b>	<b>11,36</b>	<b>15,83</b>	<b>8,01</b>	<b>10,28</b>	<b>8,11</b>	<b>18,67</b>	<b>15,34</b>	<b>100,00</b>

En la zona del SE del golfo de Vizcaya y tras haber validado los resultados numéricos del modelo MM5 se pueden obtener las rosas en la posición de las boyas de Matxitxako y Donostia y su variación estacional (Figura 17). Los registros de datos observacionales de viento son escasos y no permiten un análisis del régimen de intensidad y direcciones, por lo que se utilizan datos de modelos). La comparación de las rosas correspondientes a Matxitxako para las observaciones y modelo (cabe recordar que corresponden a series de datos de diferente longitud y periodos) muestra un régimen de vientos muy similar, con predominio de vientos de componente del tercer cuadrante en invierno y del cuarto durante el verano. Esta comparación refuerza la confianza en el modelo y en la descripción que éste puede ofrecer del régimen de vientos en la boya de Donostia, con vientos predominantemente del oeste en invierno y de componente noroeste en verano.

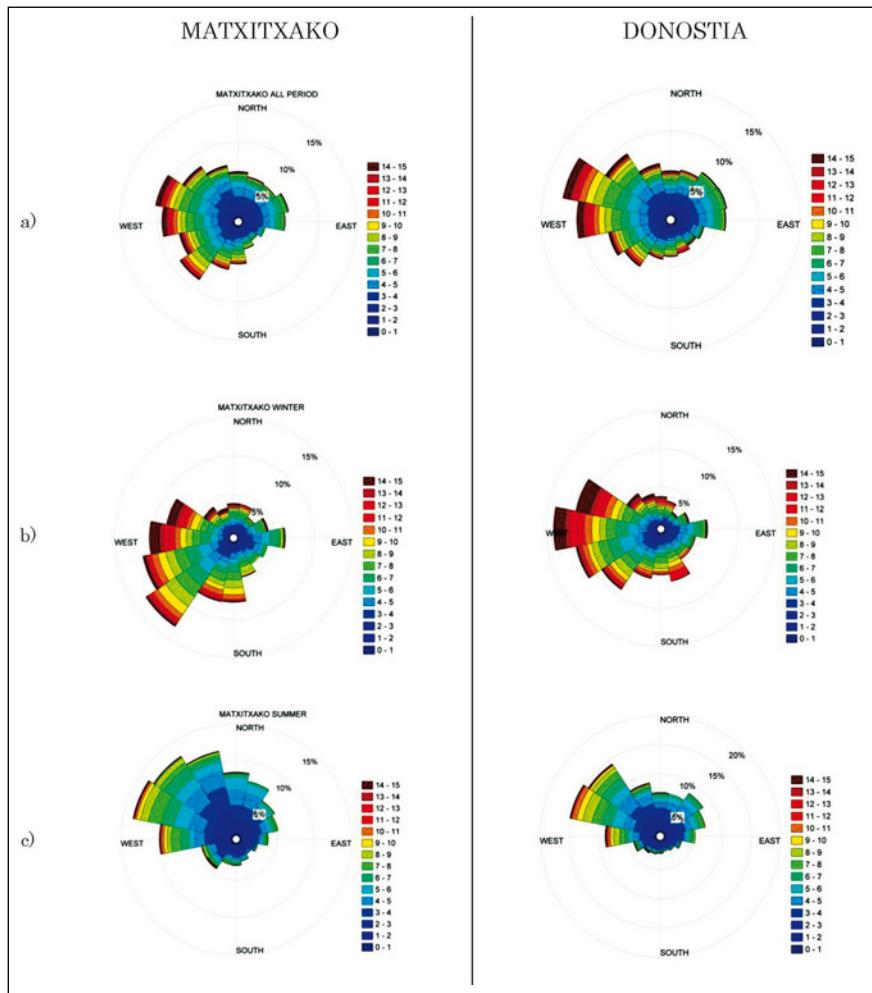


Figura 17. Rosas de viento obtenidas para el periodo 2007-2009 en la posición de las boyas de Matxitxako (izquierda) y Donostia (derecha) a partir del modelo MM5 validado para los periodos de datos disponibles con los vientos observados en dichos puntos. (a) Rosas de viento para todo el periodo analizado. (b) Rosas de viento usando sólo datos de invierno. (c) Rosas de viento usando sólo datos de verano.

Finalmente, cabe destacar el efecto de la topografía y del clima en tierra sobre el viento es notable en los estuarios vascos, en los que los vientos se alinean según la dirección principal de la cuenca (noroeste-sudeste, en general). La distribución conjunta de intensidad y dirección del viento en la estación costera de Punta Lucero en el Puerto de Bilbao ([www.euskalmet.net](http://www.euskalmet.net)) se muestra en la Tabla 6. Los vientos más frecuentes son de componente SE y NW con un porcentaje de ocurrencia de 20,91 % y 19,62 % respectivamente. Los vientos más fuertes soplan del cuarto cuadrante (NW y W, específicamente), con velocidades de hasta 100 km.h<sup>-1</sup>, seguidos por los vientos del sur.

Tabla 6. Distribución conjunta de intensidad y dirección de procedencia del viento (%) en la estación océano-meteorológica del dique de Punta Lucero en el puerto de Bilbao para el periodo 2003-2010

Velocidad / Sector	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	TOTAL
Calmas< 2 km.h <sup>-1</sup>	0,50	0,23	0,20	0,27	0,20	0,20	0,21	0,47	2,28
2-8 km.h <sup>-1</sup>	3,94	1,22	1,60	2,44	1,62	1,00	2,75	3,37	17,94
8-12 km.h <sup>-1</sup>	2,91	1,00	0,95	2,91	1,16	0,61	2,27	2,55	14,34
12-28 km.h <sup>-1</sup>	5,74	3,76	1,15	13,81	6,13	1,45	7,17	8,15	47,36
28-32 km.h <sup>-1</sup>	0,55	0,34	0,02	0,90	1,11	0,30	1,23	1,42	5,87
>32 km.h <sup>-1</sup>	0,64	0,15	0,00	0,59	3,06	0,93	3,16	3,67	12,20
TOTAL	14,29	6,69	3,93	20,91	13,28	4,47	16,80	19,62	100,00

En el litoral vasco se dispone de la información de viento de la estación océano-meteorológica de Pasaia, que dispone de registros de viento desde agosto de 2001, gracias a lo cual puede realizarse el estudio estadístico de la variabilidad estacional del viento en la costa.

La Tabla 7 y la Figura 18 muestran que existe un predominio absoluto de vientos de componente Sur durante el otoño e invierno en la bocana del puerto de Pasaia, con una frecuencia de aproximadamente el 45%. La primavera y el verano se caracterizan por una alternancia de vientos de componente Norte (NO, N y NE) y Sur puro, con una fre-

cuencia aproximada del 43% y 29%, respectivamente. Los vientos más intensos son de componente Noroeste, tanto en otoño e invierno, como en primavera y verano.

Tabla 7. Estadística del viento por sectores de dirección de la serie de viento de Pasaia en octubre-marzo y abril-septiembre. Media, Max. y Desv. son la velocidad media, máxima y la desviación estándar ( $m.s^{-1}$ )

SECTOR	Octubre-Marzo (93,6% datos)				Abril-Septiembre (98,5% datos)			
	%	Media	Máx.	Desv.	%	Media	Máx.	Desv.
N	6,32	5,34	18,49	3,53	13,04	3,15	13,18	1,99
NE	6,99	3,89	16,90	2,67	13,06	3,05	14,08	1,73
E	6,81	3,10	11,56	1,93	6,23	2,62	13,49	1,61
SE	6,21	2,74	8,76	1,36	3,87	2,34	8,48	1,23
S	45,58	4,57	17,93	2,03	29,37	3,55	13,66	1,38
SO	12,83	4,65	14,68	2,18	7,04	3,05	15,21	1,69
O	8,01	5,89	21,48	3,50	10,27	4,44	15,7	2,79
NO	7,25	6,54	25,48	4,05	17,12	4,57	17,61	2,76

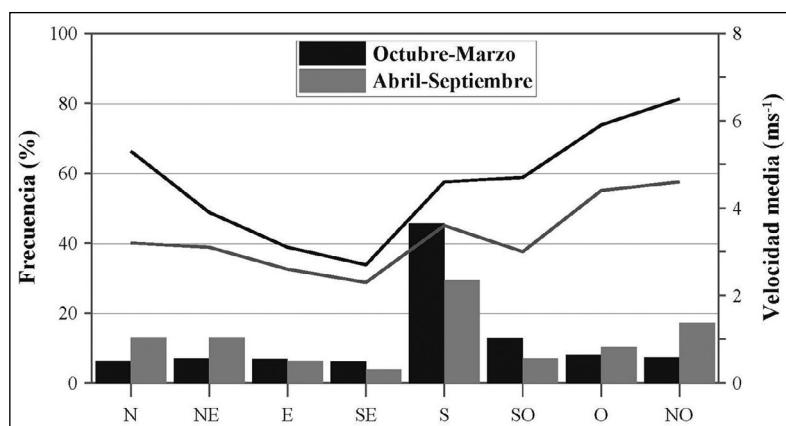
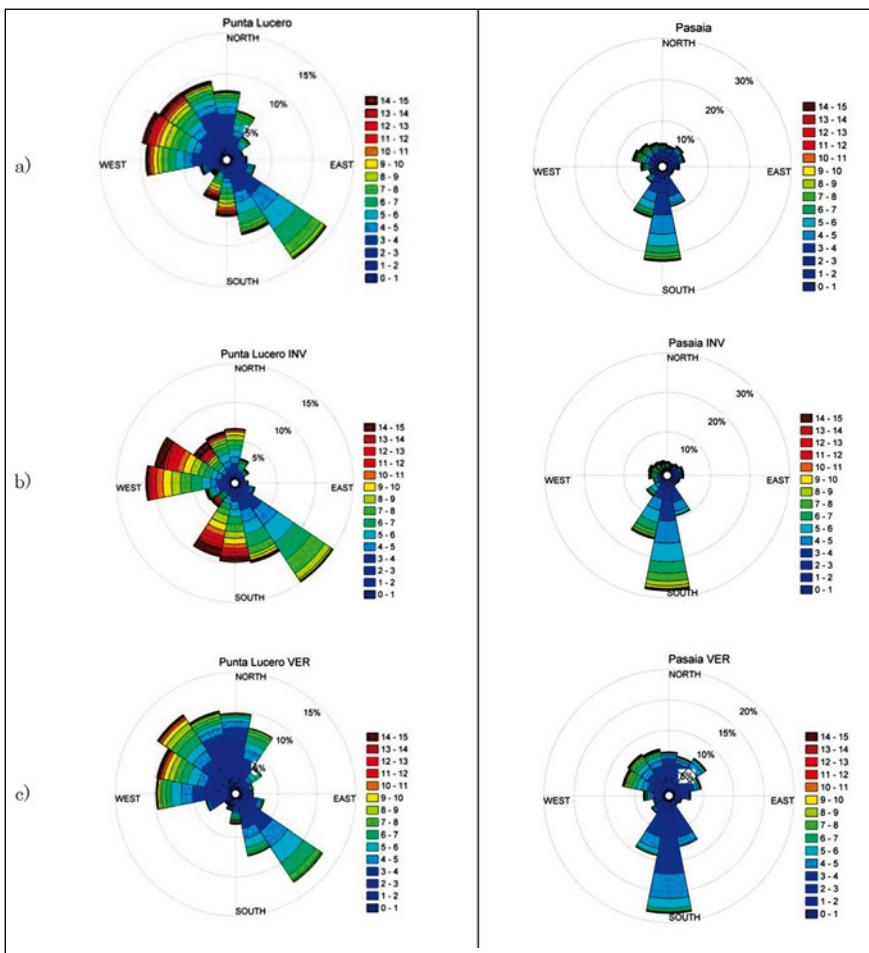


Figura 18. Distribución frecuencial del viento y velocidades medias por sectores, en otoño e invierno (Octubre a Marzo) y primavera y verano (Abril-Septiembre), en la estación de Pasaia.

Los registros de Punta Lucero y los de la estación de Pasaia se utilizan en la Figura 19 para elaborar las correspondientes rosas de viento y observar su variabilidad estacional. El registro de viento utilizado en la estación de Pasaia se compone de datos del 3 de agosto de 2001 hasta el 31 de diciembre de 2011. Se dispone de más de 482,000 datos diezminutarios (aproximadamente el 88% del registro total) en el período mencionado con calidad adecuada. Se observa que en este caso, predominan los vientos de componente sur, estando el régimen de vientos muy canalizado por la orografía de la zona. En invierno existe un predominio el viento de componente S, mientras que en verano se produce una alternancia de vientos de componente norte (NW, N y NE) y sur, siendo los vientos del norte más frecuentes.



**Figura 19.** Rosas de viento obtenidas en las estaciones de Punta Lucero, periodo 2003-2010 (izquierda) y Pasaia, periodo 2001-2011 (derecha). (a) Rosas de viento para todo el periodo analizado. (b) Rosas de viento usando sólo datos de invierno. (c) Rosas de viento usando sólo datos de verano.

## **4. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS**

La descripción de las condiciones oceanográficas se realiza a distintas escalas, englobando desde el golfo de Vizcaya y su esquina sudeste, hasta la plataforma continental a lo largo de la costa vasca.

La característica morfológica más importante de la esquina sudeste del golfo de Vizcaya es el cambio brusco de orientación de la costa, siendo ésta oeste-este en la costa española y norte-sur en la costa francesa. La plataforma continental española, llamada plataforma Cantábrica, es estrecha y uniforme (30-40 km) mientras que la anchura de la plataforma francesa aumenta hacia el norte (50-180 km). El cañón de Cap Bretón está situado entre ambas plataformas. La particular batimetría de la región afecta en gran medida a la circulación general, lo que resulta a nivel más local en una circulación de mayor complejidad.

### **4.1 *Hidrografía***

#### **4.1.1 *Masas de agua***

Las masas de agua que ocupan la parte superior de la columna de agua en el SE del golfo de Vizcaya (0-1000m) son la Eastern North Atlantic Central Water (ENACW) y la Mediterranean Water (MW) (Van Aken, 2000; Lavín *et al.*, 2006, Somavilla *et al.*, 2009). ENACW es la masa de agua modal que encontramos inmediatamente por debajo de la termoclina estacional y hasta unos 500 m de profundidad (por debajo encontramos la MW). El núcleo de la ENACW tiene una densidad potencial típica de 27,1-27,2 kg.m<sup>-3</sup> (Somavilla *et al.*, 2009) y se localiza alrededor de los 350 m de profundidad. Un diagrama TS típico de mar abierto y con perfiles hasta 1000 m de profundidad obtenidos durante una campaña oceanográfica alrededor del 4°W y 44°N se muestra en la Figura 20.

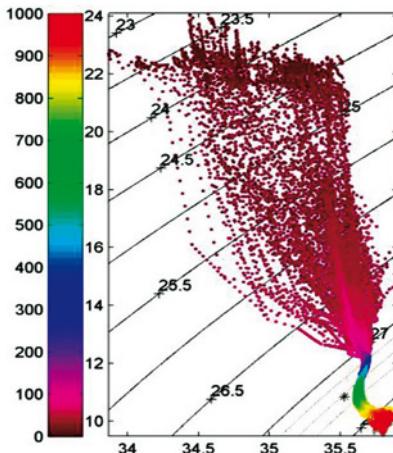


Figura 20. Diagrama TS (Temperatura potencial-Salinidad) obtenido durante la campaña glider GESSEB en el SE del golfo de Vizcaya durante el verano de 2013. La escala de color representa la profundidad en metros de los pares TS. El asterisco señala el valor TS que marca el límite inferior de la capa ENACW en el área de Cap Ferret ( $T = 10.85^{\circ}\text{C}$ ,  $S = 35.53$ ) según Valencia *et al.* (2004) y, las líneas de puntos indican los valores de las isopignas definidas en Somavilla *et al.* (2013), que delimitan el núcleo y límites de la ENACW (figura adaptada de Caballero *et al.*, accepted).

En la costa vasca las series instrumentales de datos de temperatura superficial del agua del mar (SST por sus siglas en inglés) son las procedentes del Aquarium de Donostia-San Sebastián (desde 1947) y de la estación D2 (desde 1986) donde muestrea AZTI-Tecnalia. La estación D2 está situada sobre fondos de 100 m al norte de la boca del puerto de Pasaia. La información de la estación D2 puede considerarse representativa de la variabilidad estacional y multianual de las condiciones medias de SST en la costa vasca (Revilla *et al.*, 2012). En la Tabla 8 pueden verse los valores medios de la SST y su desviación estándar mensuales en esta estación representativa de la evolución de la temperatura superficial del mar en la costa vasca.

En la Figura 21 se representa el ciclo estacional de la temperatura superficial obtenida utilizando los datos de la misma estación D2 actualizados al periodo 1986-2014.

Tabla 8. Valores de la SST en la estación D2 (Revilla *et al.*, 2012)

	SST media (°C)	Desviación estándar (°C)
Enero	12,95	1,00
Febrero	12,52	0,68
Marzo	12,60	0,77
Abril	13,08	0,85
Mayo	15,63	1,08
Junio	18,90	1,30
Julio	21,71	1,38
Agosto	22,72	1,25
Septiembre	21,25	0,89
Octubre	18,32	1,52
Noviembre	16,48	1,04
Diciembre	13,51	0,97

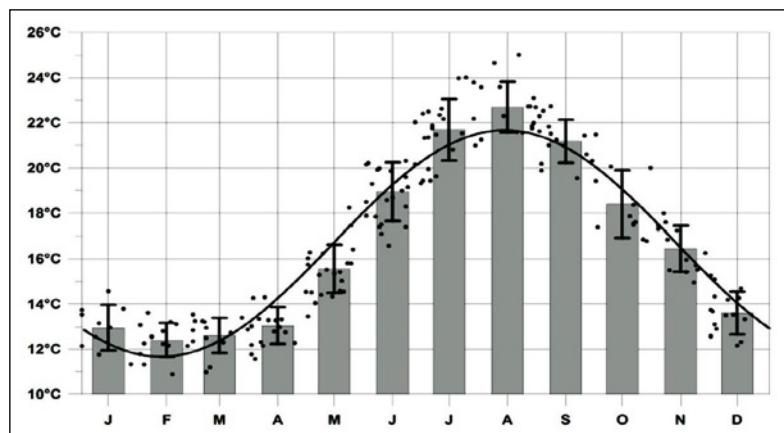


Figura 21. Evolución estacional de la temperatura superficial (SST) a partir de los datos de la estación D2 para el periodo 1986-2014. Las barras representan los valores medios mensuales y su desviación estándar. Los puntos son los valores medidos. La línea negra es la evolución obtenida utilizando un modelo de ajuste estadístico.

Las temperaturas mínimas se producen normalmente entre febrero y marzo con valores de 11 a 13 °C, aproximadamente. Las temperaturas máximas se producen normalmente en agosto, alcanzándose valores entre 21 y 24 °C.

La capa de mezcla en la zona describe un ciclo estacional, en respuesta a la variabilidad estacional de los flujos solares netos (Figura 22). El análisis de dos años de datos hidrográficos obtenidos a partir de las boyas de Donostia y Matxitxako (Rubio *et al.* 2013a) muestra que la temperatura del agua en las capas superficiales del SE del golfo de Vizcaya empieza a aumentar desde finales de abril y que sus valores máximos se alcanzan en julio y agosto (20-22°C). La temperatura cae de nuevo a finales de octubre y principios de noviembre cuando se empiezan a dar condiciones favorables a la mezcla y la termoclina se empieza a debilitar. Durante el verano la profundidad de la capa de mezcal se sitúa entre 30 m (Somavilla *et al.*, 2009) y 50 m de profundidad (Rubio *et al.*, 2013a).

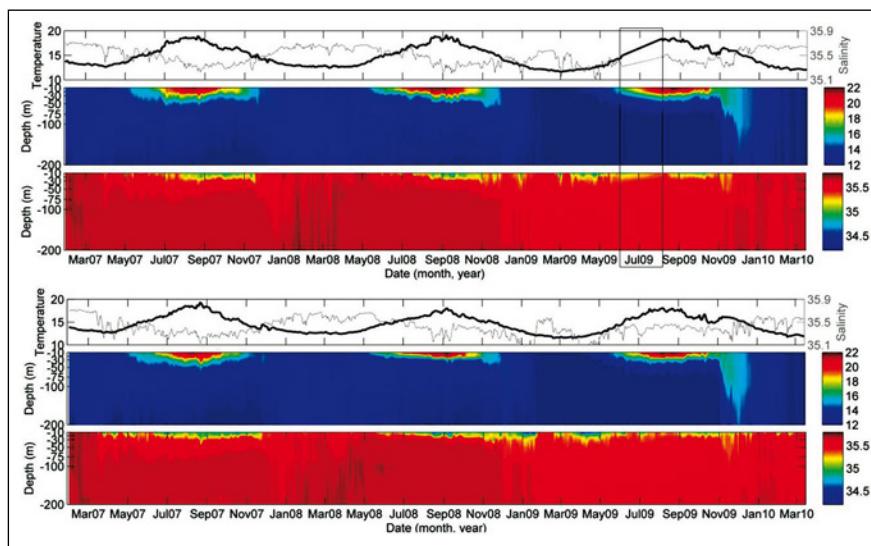


Figura 22. Evolución TS en los primeros 200m de columna de agua en las boyas de Matxitxako (figura superior) y Donostia (figura inferior) para el periodo 2007-2010

#### 4.1.2 Aportes Fluviales

En la Figura 23 se muestra, para 2007-2009, las descargas diarias de los principales ríos en el SE del golfo de Vizcaya. Estos datos han sido obtenidos de Banque Hydro para el Adour y el Garona- Gironde, de la Confederación Hidrográfica del Norte y Cantábrico para el Bidasoa y, la Diputación Foral Gipuzkoa y Bizkaia para Deba, Urola, Oria, Urumea y Nervión.

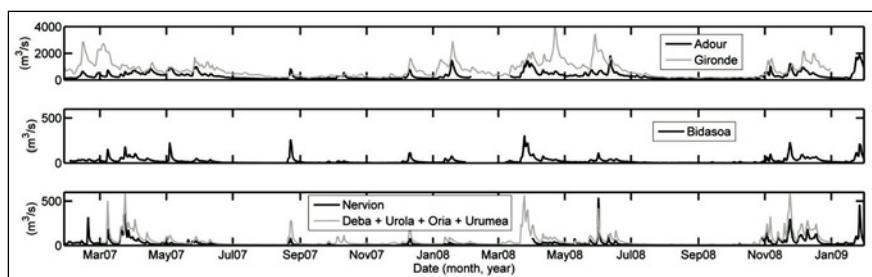
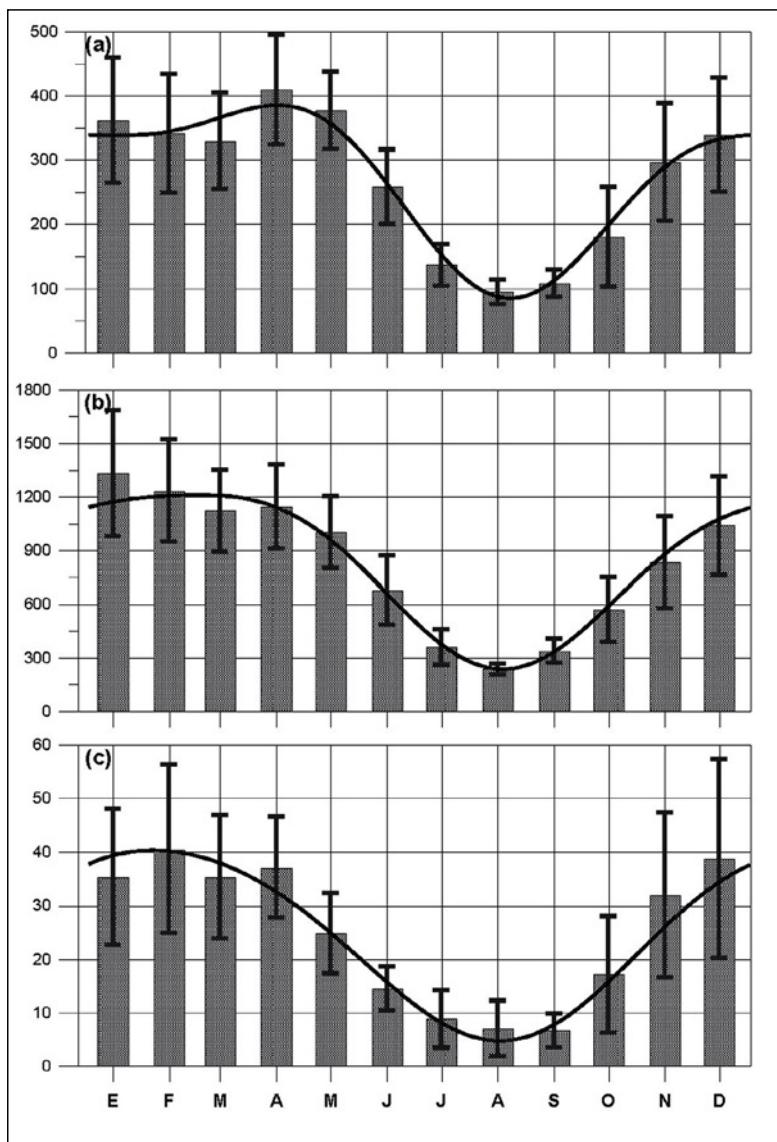


Figura 23. Descarga de los principales ríos del SE del golfo de Vizcaya y la costa vasca durante el periodo marzo 2007-febrero 2009.

A partir de series históricas de mayor duración sobre el caudal en las cuencas más importantes que vierten en el extremo sudeste del golfo de Vizcaya (los ríos franceses Adour y Gironde y el río Bidasoa) se ha podido caracterizar la variabilidad estacional de las descargas. Esta variabilidad se representa en la Figura 24.



**Figura 24.** Variabilidad anual del caudal en  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  para (a) el Adour (1986-2008), (b) el Gironde (1986-2010) y (c) el Bidasoa (1986-2009). Se muestra la media mensual  $\pm$  desviación estándar, así como la curva de ajuste estadístico. Extraído de Revilla *et al.*, 2012.

Los ríos franceses (Adour y Gironde) presentan un notable estiaje (Figura 24 a, b), tanto en lo que se refiere a los valores medios mensuales, como a la desviación estándar de los mismos (julio-septiembre). El Bidasoa muestra un comportamiento estacional muy similar al de los ríos franceses, si bien el estiaje es algo más prolongado y la desviación típica mensual es relativamente más alta (Figura 24 c). En los tres casos se observan los caudales medios más elevados en invierno y un repunte en abril, e incluso en mayo, debido al deshielo primaveral (Revilla *et al.*, 2012).

Durante el invierno, la plataforma continental frente a los estuarios/desembocaduras de los principales ríos (Loire, Gironde y Adour), se caracteriza por aguas frías y salinas. A menudo se observan inversiones térmicas sobre la plataforma, relacionadas con la estratificación salina. La contribución del flujo de los ríos se diluye a lo largo de la columna de agua, esto regula la salinidad y temperatura de la plataforma interna y ayuda a preservar el gradiente entre las aguas de plataforma, que equilibran la corriente de talud (Koutsikopoulos y Le Cann, 1996; Reverdin *et al.* 2013).

A lo largo de la costa vasca, las descargas de los ríos locales causan a finales del invierno y principios de la primavera marcados descensos de la salinidad cerca de la costa (Valencia *et al.*, 2004). Ferrer *et al.* (2009) demuestran además esta relación entre la descarga de los ríos locales y la presencia de aguas de baja salinidad en aguas abiertas (sobre el talud) durante marzo 2007. A partir de datos de descargas de los principales ríos en la zona de estudio, datos de las boyas de Donostia y Matxitxako y simulaciones numéricas se evidencia el efecto de las aguas de baja salinidad de origen continental en los primeros 50 m de la columna de agua sobre el talud, aunque la mayor variabilidad en salinidad ocurre en profundidades entre 10 y 20 metros. Se muestra igualmente que la dinámica de las plumas de los ríos está fuertemente controlada por el efecto del viento, por lo que el efecto de éstos sobre la hidrografía de la costa o de mar abierto dependerá de las condiciones meteorológicas.

Reverdin *et al.* (2013), evidencian, en un estudio posterior, el transporte progresivo de aguas de origen continental, concentradas inicialmente sobre la plataforma de Aquitania en invierno-primavera de 2009, hacia mar abierto. Su análisis de datos espaciales muestra como a mediados de julio una gran cantidad de agua de baja salinidad alcanza zonas de mar abierto, hasta la longitud 4°W, aunque este evento, para ese año en concreto, no afecta de manera especial a la costa vasca. En la Figura 25) se muestra la evolución de este evento.

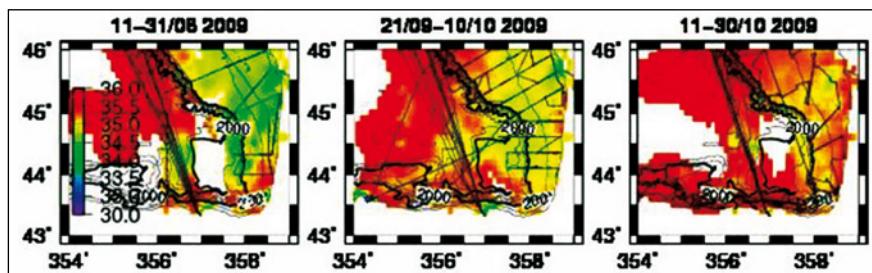


Figura 25. Evolución de las aguas de origen continental en 2009 a partir del análisis de datos disponibles para el periodo agosto-octubre de 2009. La escala de color muestra los valores de salinidad de los campos reconstruidos, mediante la metodología OSI – Optimal Statistical Interpolation (los trazos negros muestran los puntos de muestreo, en blanco las áreas en las que por falta de datos no es posible la reconstrucción espacial de los campos de salinidad). Extraido de Reverdin *et al.* (2013).

Finalmente, cabe destacar que en la costa vasca, el efecto de los ríos locales en la circulación es en general muy puntual y poco significativa; siendo el Adour la principal fuente de agua de origen continental en esta zona (Valencia *et al.*, 2004; Ferrer *et al.*, 2009).

## 4.2 Corrientes marinas

Para una completa descripción de las corrientes marinas en la costa vasca es necesario describir la circulación general a una escala global en la que podamos analizar los diferentes factores que actúan como forzamientos y que influyen directamente sobre la circulación local. Por ello la circulación se describe en tres regiones principales,

empezando por la región central del golfo de Vizcaya y llegando hasta la plataforma continental.

#### 4.2.1 Circulación General y corriente de talud

En la Figura 26 se muestra un esquema de la circulación estacional en el golfo de Vizcaya. En la parte central del golfo, la llanura abisal se caracteriza por profundidades desde 4000 hasta 5500 metros de profundidad. La circulación en esta zona es débil ( $1\text{--}2 \text{ cm.s}^{-1}$ ), variable y de carácter anticiclónico (Koutsikopoulos y Le Cann, 1996). Sin embargo también se ha destacado la presencia en el área de estructuras mesoescalares ciclónicas y anticiclónicas, originadas en la zona de talud y de las que hablaremos más adelante, que son capaces de inducir velocidades localmente mayores (Paillet, 1999).

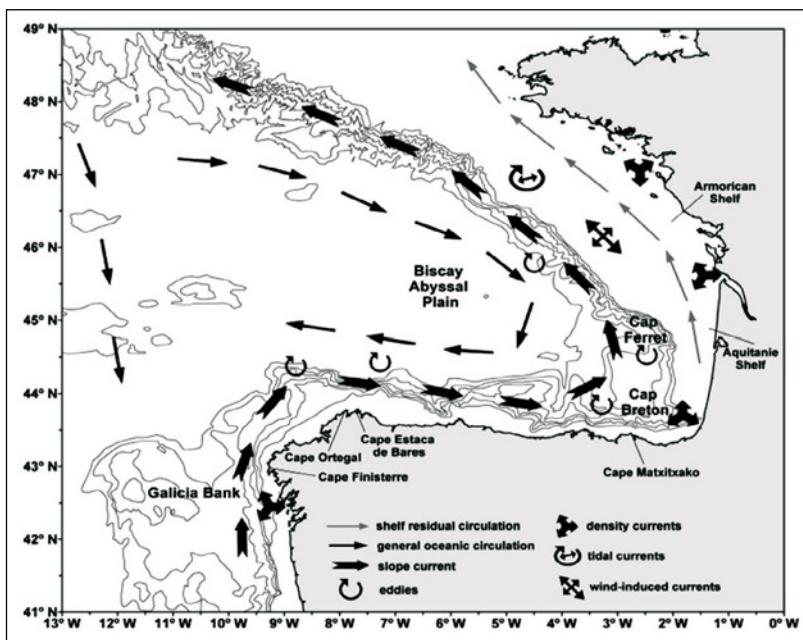


Figura 26. Circulación estacional en el golfo de Vizcaya (Ferrer et al., 2009)

En contraste con la circulación promedio en la zona más profunda, la circulación en el talud es de carácter predominantemente ciclónico y más intenso (Figura 26), aunque presenta una fuerte variabilidad. A partir de una base de datos de trayectorias de boyas de deriva (con velas entre 15 y 80 m de profundidad) recogidas en el periodo 1992-2009, Charria *et al.*, 2013 obtienen una climatología estacional de la circulación en el golfo, a partir de la cual esquematizan esta variabilidad tanto en mar abierto como en las zonas de talud y plataforma (Figura 27).

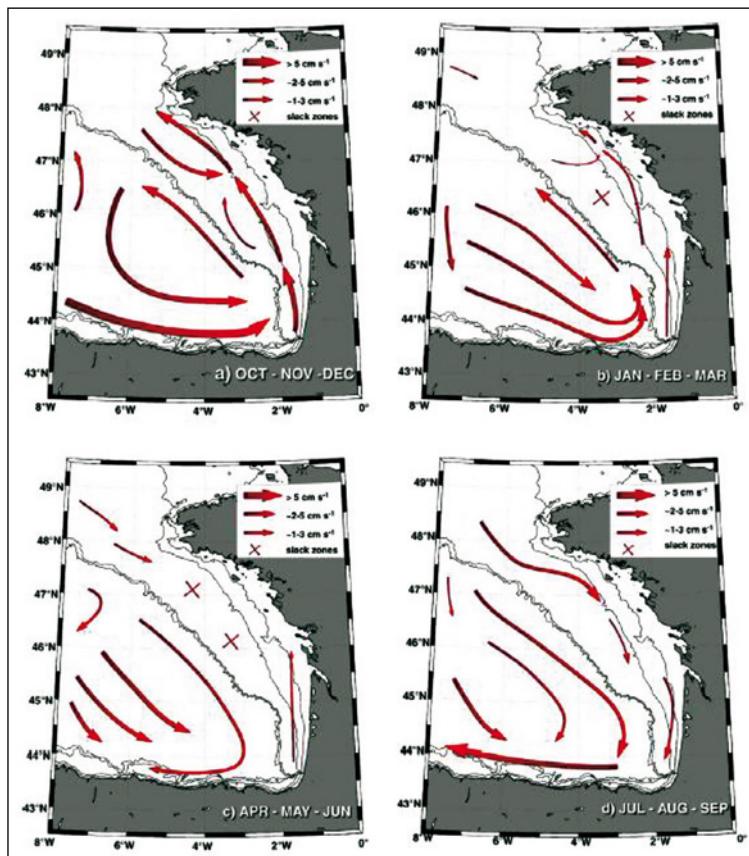
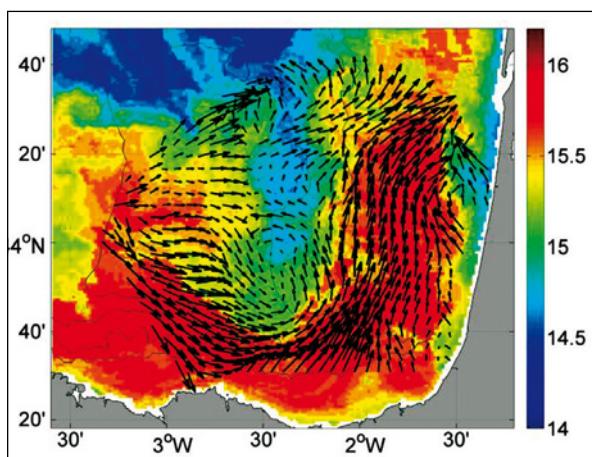


Figura 27. Visión esquemática de la circulación estacional en el Golfo, tomada de Charria *et al.*, 2013.

En el talud, (Figura 27), la presencia de una corriente intensa y de carácter estacional es una de las características principales de la circulación. Esta corriente, conocida como IPC (de sus siglas en inglés: Iberian Poleward Current) fluye hacia el este en invierno a lo largo del talud frente a la costa vasca y hacia el norte a lo largo del talud frente a la costa francesa. La corriente está caracterizada por una vena principal de unos 25-40 km de ancho y velocidades promedio entre 20 y 30 cms<sup>-1</sup> (Pingree y Le Cann 1989, 1992a, 1992b; Esnaola *et al.* 2013; Solabarrieta *et al.* 2014). La corriente IPC afecta a la parte superior de la columna de agua (y la masa de agua ENACW) desde superficie hasta 300 m (Le Cann y Serpette 2009). En invierno, la corriente IPC se relaciona con el transporte de aguas superficiales más cálidas que las aguas locales a lo largo de la cornisa Cantábrica (Pingree y Le Cann 1990, Esnaola *et al.* 2013, ver Figura 28).



**Figura 28.** Campo de temperatura superficial obtenida a partir de datos de satélite para el 06/02/2011 y corrientes del radar HF para la misma fecha. Ilustran una situación típica en invierno con una corriente superficial intensa hacia el este y norte sobre el talud frente a las costas vasca y francesa, respectivamente, asociada al transporte de aguas cálidas superficiales. Extraído de Solabarrieta *et al.* 2014.

Valores medios de corriente hacia el este asociados a la IPC frente a la costa vasca de 40–50 cm.s<sup>-1</sup> se han observado a 10 m en los registros a la boyera de Matxitxako durante los inviernos de 2008–2009 (Rubio *et*

al., 2013). Valores mayores, de hasta  $70 \text{ cm.s}^{-1}$ , se obtuvieron a partir de datos de campañas oceanográficas durante el otoño invierno de 2006 y 2007 (Le Cann y Serpette, 2009). Valores similares a éstos se observan en la costa vasca a partir de datos radar HF en relación a la corriente de talud (Solabarrieta *et al.* 2014). En la Figura 29a se observa la serie de datos de la componente EW de la corriente en el talud obtenidos en un transecto desde la costa hasta  $43,9^\circ \text{ N}$  en la longitud de la boyas de Matxitxako utilizando los datos radar. La misma componente de la velocidad y su variación en la vertical, desde superficie hasta 150 m, se ha representado en la Figura 29b, a partir de los datos del correntímetros ADCP de la boyas. Se observa la alternancia de corrientes hacia el este (en colores cálidos) y de corrientes hacia el oeste durante todo el periodo. Se destacan algunos eventos con fuertes corrientes hacia el este que se observan hasta  $43,7^\circ \text{ N}$  y afectan los primeros 150 metros de la columna de agua en enero- febrero y noviembre-diciembre de 2009 y enero-marzo de 2011 y que se relacionan con eventos de fuerte corriente IPC ( Solabarrieta *et al.*, 2014).

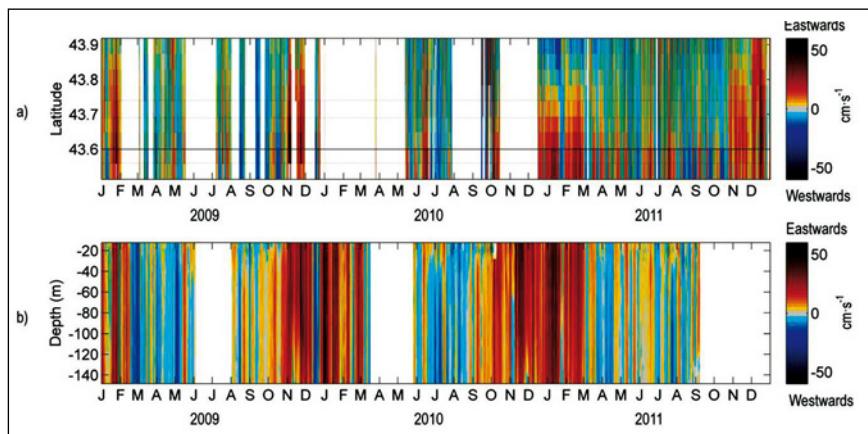


Figura 29. (a) Componente E-O de la velocidad de la corriente superficial obtenida en un transecto desde la costa hasta  $43,9^\circ \text{ N}$  en la longitud de la boyas de Matxitxako utilizando los datos radar. (b) Componente E-O de la velocidad de la corriente de talud (de 0 a 150 m) obtenida sobre el talud mediante el correntímetro perfilador instalado en la Boya de Matxitxako. La línea continua en a marca la latitud de la boyas de Matxitxako, las líneas discontinuas la posición de las batimétricas de 200, 1000 y 2000m. Extraido de Solabarrieta *et al.* 2014.

El papel de esta corriente, junto con el del viento, en el control de la deriva oceánica superficial ha sido puesto en evidencia en diferentes trabajos tras la Crisis del Prestige a lo largo de la costa norte de la península Ibérica (González *et al.* 2006, 2008; Castanedo *et al.* 2006; Abascal *et al.* 2010).

#### 4.2.2 Circulación de mesoescala

En el golfo de Vizcaya diversos autores han estudiado la generación de remolinos mesoescalares ligados a la corriente de talud. Estos remolinos llamados SWODDIES (Slope Water Oceanic EDDIES) se originan de forma estacional a partir de inestabilidades de la corriente IPC, fruto de su interacción con las irregularidades batimétricas (cañones). Estas estructuras tienen un núcleo de aguas calientes y salinas ( $12,95^{\circ}\text{C}$ ; 35,74 ups) centrado entre 70 y 280 m de profundidad (Pingree y Le Cann, 1992a). Los SWODDIES persisten durante varios meses en el golfo de Vizcaya y son capaces de modificar los patrones de transporte locales. Normalmente tras generarse, suelen migrar hacia el oeste, aunque también se ha observado la presencia de remolinos quasi-estacionarios alrededor de  $44^{\circ}\text{N}$  -  $4^{\circ}\text{W}$  (Pingree y Le Cann, 1992a, 1992b; Garcia-Soto *et al.*, 2002; Caballero *et al.*, 2008; Caballero *et al.*, 2013). En la esquina SE del golfo de Vizcaya también destaca una actividad de mesoescala intensa (Le Cann y Serpette 2009).

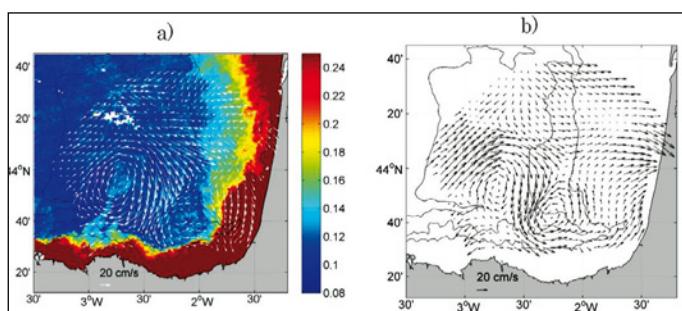


Figura 30. (a) Imagen de clorofila obtenida a partir de satélite (27/12/2011 12:50) y vectores superpuestos obtenidos a partir de los datos de radar HF donde se muestra la presencia de un remolino anticiclónico en el área y que días después (b) interacciona con otro pequeño ciclón (31/12/2011). Isobatas: 200, 1000, 2000m. Figura extraída de Solabarrieta *et al.* 2014.

Recientemente, Rubio *et al.* (2013b) han proporcionado evidencias de la presencia de estructuras coherentes de mesoescala en la zona cubierta por el radar HF y en su potencial para modificar los patrones de transporte. Patrones similares se han aislado para un periodo mayor a partir de diferentes técnicas de análisis en Solabarrieta *et al.* 2014 y 2015 (Figura 30). La presencia de estos patrones se observa con mayor frecuencia en los periodos en los que las condiciones favorecen corrientes IPC más intensas (Solabarrieta *et al.*, 2015).

#### 4.2.3 Corrientes debidas al viento

El viento es el forzamiento principal de las corrientes superficiales oceánicas, y su efecto se observa en un amplio rango de escaños, desde estacional hasta frecuencias de varias horas, como las brisas (Fontán *et al.* 2009, 2013, 2015, Solabarrieta *et al.* 2015, Kersalé *et al.* 2015). Las corrientes debidas al viento se superponen a las corrientes descritas anteriormente añadiendo variabilidad a los patrones de circulación tanto en mar abierto como en plataforma. Por ejemplo, la corriente residual está ligeramente orientada hacia el noroeste sobre la plataforma Armoricana (Pingree y Le Cann, 1989) y muestra un comportamiento estacional relacionado con los vientos dominantes en la plataforma de Aquitania: las corrientes residuales se orientan hacia el noroeste en invierno y hacia el sudeste el resto del año.

En la costa vasca y en términos generales, durante el otoño y el invierno, los vientos predominantes del sudoeste generan corrientes hacia el este y el norte en la plataforma, mientras que en primavera el viento cambia a nordeste y genera corrientes hacia el oeste y suroeste a lo largo de la costa vasca. La situación de verano es similar a la de primavera pero con vientos más flojos e inestables que se traducen en corrientes menos intensas y con mayor variabilidad (González *et al.* 2004; Lazure 1997; Solabarrieta *et al.* 2015).

En un trabajo reciente realizado aplicando una técnica de clasificación estadística en los datos de corrientes superficiales de radar

oceánico, Solabarrieta *et al.* 2015 presenta un catálogo de situaciones de corriente superficial típicas para la zona del sudeste del golfo de Vizcaya (Figura 31 y Tabla 9 ).

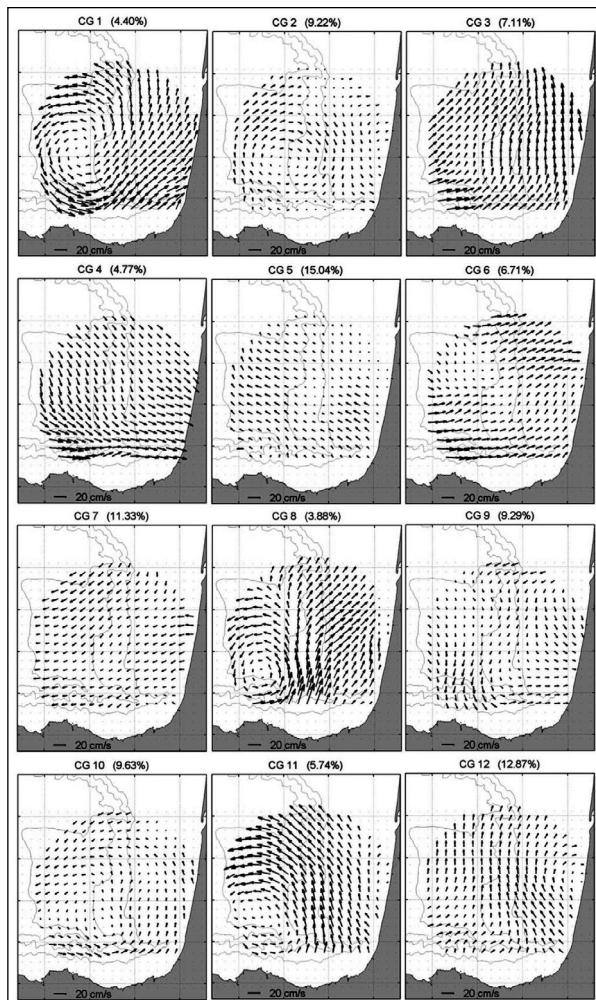


Figura 31. (a) Grupos de corriente superficial característicos en el golfo de Vizcaya obtenidos a partir de un análisis estadístico mediante la técnica de clasificación k-medias aplicada a los campos de corrientes del radar HF del País Vasco. Extraído de Solabarrieta *et al.* 2015.

Tabla 9. De izquierda a derecha: (i) Orientación principal del campo de corrientes, (ii) Grupo de corriente en correspondencia la Figura 31 (iii) Estacionalidad (w: mayor ocurrencia en invierno; s: mayor ocurrencia en verano, no: sin estacionalidad, \*: una ocurrencia en el periodo especificado por encima del 50%) (iv) Probabilidad de ocurrencia de cada grupo de la Figura 31 en el periodo estudiado. Velocidades (v) medias y (vi) máximas de cada grupo. Las filas sombreadas en gris corresponden a las corrientes que no tienen una clara relación con situaciones de viento concretas, según el análisis realizado (Tabla adaptada de Solabarrieta *et al.* 2015)

(i)	(ii)	(iii)	(iv)		(v)	(vi)
N	E	CG3	w*	7,10	13,80	24,26
		CG6	w*	6,70	41,7	35,44
	W	CG5	no	15,03	27,90	11,59
		CG12	w*	12,87		5,42
S	E	CG4	w*	4,77	14,05	13,90
		CG9	no	9,28	25,38	8,71
	W	CG7	no	11,33	11,33	13,10
Circulación cerrada ciclónica		CG1	w*	4,40		12,67
		CG8	w*	3,88		6,61
		CG10	no	9,63	32,85	16,02
		CG11	w*	5,73		14,19
Circulación cerrada anticiclónica	CG2	s*	9,22	9,22		5,81
						27,26
						13,58
						14,03
						5,47

Un 70% de los grupos obtenidos (y las situaciones similares a ellos representadas por los patrones de corriente de la Figura 31) están claramente relacionadas (mostrando altas probabilidades de ocurrencia conjunta) con los principales patrones de viento en la zona que observamos en la sección 3.2 (Figura 14), resultado que demuestra el papel del viento como factor determinante de las corrientes en la zona. Los resultados de Solabarrieta *et al.* 2015 están en acuerdo a lo que ya se ha descrito –te, 2009), pero ofrecen además una visión de la elevada variabilidad de

los patrones espaciales de corrientes y de su relación con los patrones espaciales del viento típicos en el golfo.

En la boyas de Matxitxako, perteneciente a Euskalmet, se registran corrientes superficiales (a 10m) con una frecuencia de medida horaria. De esta estación, al igual que se ha mostrado anteriormente sobre los datos de viento, se dispone de información desde 2009 hasta 2013, con una cobertura de aproximadamente el 50% del tiempo total. Con esta información se ha calculado la distribución conjunta de intensidad y dirección de las corrientes, cuyos resultados pueden verse en la Tabla 10.

Tabla 10. Distribución conjunta de intensidad y dirección de la corriente superficial (%) en la boyas oceáno-meteorológica de Matxitxako (Euskalmet) para el periodo 2009-2013

Velocidad / Sector	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	TOTAL
< 1 cm.s <sup>-1</sup>									0,63
1-5 cm.s <sup>-1</sup>	1,19	1,35	1,39	1,32	1,44	1,35	1,44	1,37	10,85
5-15 cm.s <sup>-1</sup>	4,34	5,17	6,19	5,73	5,18	5,52	4,64	4,18	40,95
15-25 cm.s <sup>-1</sup>	2,25	3,14	3,79	3,76	4,89	3,86	2,56	2,20	26,47
25-35 cm.s <sup>-1</sup>	0,72	0,96	2,09	1,62	3,56	1,96	0,93	0,62	12,46
35-55 cm.s <sup>-1</sup>	0,23	0,36	1,36	0,84	2,98	1,12	0,34	0,21	7,46
55-75 cm.s <sup>-1</sup>	0,02	0,01	0,05	0,08	0,54	0,22	0,07	0,01	1,00
75-100 cm.s <sup>-1</sup>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,07	0,03	0,02	0,00	0,17
>100 cm.s <sup>-1</sup>	0,000	0,000	0,000	0,012	0,004	0,000	0,004	0,004	0,02
TOTAL	8,75	10,99	14,88	13,39	18,67	14,07	10,00	8,60	100,00

Con ciertos matices, la distribución por direcciones en el registro de la boyas Bilbao-Vizcaya es similar a la de Matxitxako. No obstante, sí se observa en este registro una menor frecuencia del sudoeste (8,11% frente al 12,44% en Matxitxako) y mayor frecuencia del viento del este (15,83% en Bilbao-Vizcaya frente a 9,94% en Matxitxako). Estas di-

ferencias pueden ser debidas a la diferente duración de los registros, y también la variabilidad espacial del viento en la costa vasca que, en registros en tierra cercanos a la línea de costa ha sido constatada en trabajos anteriores.

La relación entre corrientes de plataforma y viento ha sido estudiada por Fontán y Cornuelle (2015) utilizando datos de radar y Kersalé et al. 2015 (accepted) a partir de datos de viento y correntímetros a lo largo de la costa vasca (boya bimep) y aquitana francesa. Kersalé et al. (2015) muestran que la dinámica registrada sobre la plataforma vasca está controlada por la componente paralela a la costa del estrés del viento a escalas de tiempo muy cortas (entre 1 y 2 días). La respuesta de las corrientes al viento en los fondeos más al norte (frente a la costa francesa) es similar, con corrientes siguiendo la orientación de la plataforma francesa en respuesta a la componente del viento en la misma dirección. Estos autores ofrecen una descripción y un marco teórico del efecto del viento sobre la circulación en la plataforma a escala del golfo de Vizcaya, en línea de lo recientemente demostrado para el SE del golfo usando datos radar HF y vientos de reanálisis por Fontán y Cornuelle (2015).

Finalmente, en la zona costera del fondo del Golfo, a partir de series intensivas de datos de corrientes, se ha comprobado que el factor más influyente en la dinámica superficial y subsuperficial es el efecto del viento, disminuyendo su importancia a mayor profundidad. En cuanto a los patrones generales de corrientes producidas por el viento se observa (Fontán et al., 2009):

- efecto de las brisas (con frecuencias muy similares a las ondas semidiurnas y terciadiurnas de la marea).
- la variabilidad sinóptica (2-10 días) asociada al paso de borrascas y anticiclones.
- periodicidad quincenal asociada a cambios en las condiciones meteológicas dominantes.
- variabilidad de escala estacional.

#### **4.2.4 Corrientes de alta frecuencia: marea e inercia**

##### **4.2.4.1 Marea**

La marea en el golfo de Vizcaya es de tipo semidiurno. La onda de marea penetra en el golfo por el oeste y se propaga hacia el este aumentando ligeramente su amplitud en este eje. El máximo rango anual en la costa vasca supera los 4,5 m. Según estos datos se define como mesomareal baja durante los períodos de mareas muertas, y de mesomareal alta durante las épocas de mareas vivas (González et al., 2004).

La marea está fuertemente dominada por la componente semidiurna lunar principal M2 y la semidiurna solar principal S2, tanto en oscilaciones de la superficie libre como en corrientes. Como información de base de mejor calidad en la zona se dispone de los datos cincominutarios de nivel de marea del mareógrafo 3110 de Puertos del Estado situado en el puerto de Bilbao.

En la Tabla 11 se encuentran las amplitudes y fases de las componentes de la marea astronómica más importantes calculadas mediante el análisis armónico del registro del mareógrafo de Bilbao. Las componentes semidiurnas (las que llevan en su nombre un 2) son las que tienen mayor amplitud. De hecho, la componente semidiurna lunar principal (M2 de 12,42 h de período) y la semidiurna solar principal (S2 de 12 h de período) representan 2/3 de la amplitud total de la marea. La componente Z0 es el nivel medio del mar durante el período registrado.

Tabla 11. Amplitudes y fases de las principales componentes armónicas de la altura de la superficie libre registrada por el mareógrafo 3110 de Puertos del Estado (1992-2012)

Componente	Frecuencia (°/h)	Amplitud (m)	Fase (°)
Z0	0,000	2,411	0,000
M2	28,984	1,320	181,600
S2	30,000	0,464	126,860
N2	28,440	0,280	309,100
K2	30,082	0,134	286,430
O1	13,943	0,072	237,540
K1	15,041	0,064	241,080
NU2	28,513	0,053	104,560
MU2	27,968	0,048	227,510

En la Figura 32 se muestra el histograma de frecuencias de ocurrencia de las carreras de marea en el Puerto de Bilbao obtenidas a partir de los datos del mareógrafo 3110. Como puede observarse en esta Figura las carreras de marea en la zona se sitúan entre 0,7 y 4,6 metros siendo las más frecuentes las amplitudes entre 2 y 3,2 m.

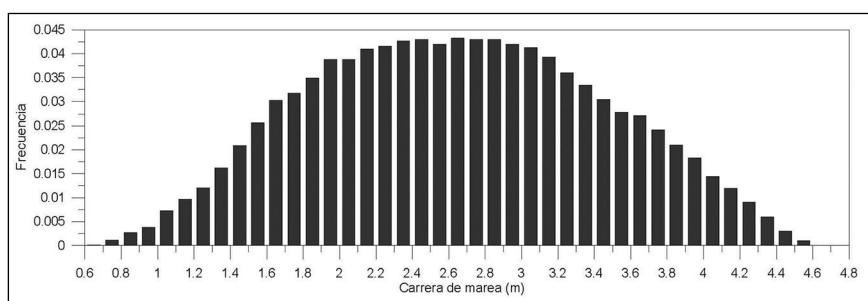


Figura 32. Frecuencia de las carreras de marea en el mareógrafo 3110 de Puertos del Estado.

En la Figura 33 puede verse la función de distribución de las carreras de marea en la zona de estudio obtenida a partir del registro de la marea en el Puerto de Bilbao. La mediana de la función de distribución de las carreras de marea se sitúa en 2,6 m, el percentil del 10% corresponde a una carrera de marea de 1,6 m y el percentil del 90% a una carrera de marea de 3,75 m de amplitud.

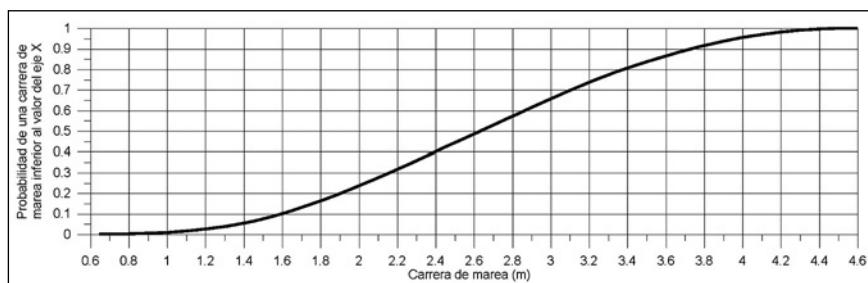


Figura 33. Función de distribución acumulada de las carreras de marea obtenidas a partir de los datos del mareógrafo 3110 de Puertos del Estado.

A pesar de su relevancia en cuanto a oscilaciones del nivel del mar la aportación de la marea astronómica a las corrientes es más modesta en la costa cantábrica. Las medidas y los resultados de diversos modelos numéricos indican, que los valores máximos de la corriente de origen mareal disminuyen al aumentar la profundidad de la columna de agua. Si nos referimos a la distribución espacial de la corriente de marea en zonas de mar abierto, a igual profundidad, cuanto más al norte nos encontramos mayor es la velocidad de la corriente de origen mareal (Álvarez, et al., 1998). Las corrientes de marea se amplifican por efecto de la topografía sobre la plataforma; de este modo, sobre la plataforma Armoricana las corrientes de marea son significativas, alrededor de  $30 \text{ cm.s}^{-1}$ . Sin embargo, en el sur del Golfo (al sur de  $45^\circ \text{ N}$ ) las corrientes de origen mareal se debilitan y son inferiores a  $15 \text{ cm.s}^{-1}$  (Le Cann, 1990) y la circulación está gobernada principalmente por el viento y la densidad (Puillat et al., 2006). En la zona costera del sudeste del golfo de Vizcaya

las corrientes de marea son aún menores no alcanzándose valores superiores a  $10 \text{ cms}^{-1}$  más que en las zonas de bajos y entradas a estuarios.

#### 4.2.4.2 Corrientes inerciales

Las corrientes inerciales en la superficie del océano responden principalmente a cambios bruscos en el viento, y sus características han descritas por diferentes autores (Gill, 1982; Lee y Niiler, 1998; Tintoré *et al.*, 1995). El impacto de estas corrientes oscilatorias en los procesos de mezcla vertical y en los transportes oceánicos ha sido evocada por diversos autores (van Haren *et al.*, 1999; Tintoré *et al.*, 1995). La instalación del radar HF en el SE del golfo de Vizcaya ha permitido caracterizar estas corrientes en la zona combinando estos datos con datos de las boyas de Donostia y Matxitxako y datos de boyas de deriva (Rubio *et al.*, 2011). Este trabajo muestra que las oscilaciones inerciales se intensifican en verano en la zona central de la cobertura del radar, mientras que en invierno son mucho menores y centradas en una zona más alejada de la costa.

En la columna de agua, la energía relacionada con las oscilaciones se confina a las capas por encima de la termoclina en verano, mientras que en invierno se propaga progresivamente hasta niveles más profundos a medida que la estratificación se debilita. La contribución cuantitativa de las corrientes de marea e inerciales al total de la variabilidad de las corrientes superficiales observadas en el área se presenta en la Figura 34, a partir de los datos de radar HF analizados en Solabarrieta *et al.*, 2014. Se observa que globalmente las corrientes inerciales pueden representar hasta el 40% de la variabilidad observada en mar abierto en verano, mientras que su contribución es menor en invierno y en otras zonas del talud y la plataforma. En la misma figura podemos observar cual es la contribución de la marea semidiurna y que ésta no supera el 15% del total de energía, aunque su contribución es mayor respecto a la de las oscilaciones inerciales sobre la plataforma (en las zonas de la plataforma donde se tienen medidas radar) en invierno.

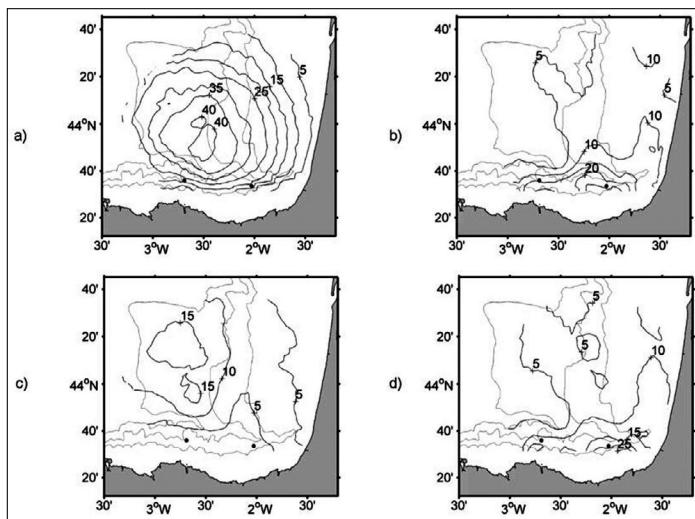


Figura 34. Contribución en porcentaje relativo al total de la energía derivada de las corrientes superficiales en la zona de cobertura del radar de las corrientes inerciales (a, c) y mareales (b, d) durante el verano (a, b) y el invierno (c, d). Isobatas en gris: 200, 1000 y 2000 m. Los dos puntos negros indican la localización de las boyas de Donostia y Matxitxako de Euskalmet.

### 4.3 Oleaje

El oleaje genera un empuje horizontal, conocido como deriva de Stokes, que se hace sentir sobre una parte superficial de la masa de agua de espesor típicamente proporcional a la altura de la ola (Comerma, 2004).

El clima de olas en la costa vasca está relacionado con su posición geográfica en el golfo de Vizcaya y el Atlántico nordeste. Por su orientación y posición, está expuesta a fuertes oleajes del cuarto cuadrante como consecuencia de las bajas presiones noratlánticas, que originan fuertes vientos sobre el Atlántico norte y este, y oleaje, mar de fondo del noroeste, es el dominante y más común en el área y persiste en situaciones de calma local, e incluso, con vientos fuertes y de direcciones netamente diferenciadas del noroeste. En el verano, con la extensión del anticiclón de las Azores, se relaja la secuencia de borrascas noratlánticas

y su intensidad y predomina en la costa cantábrica el régimen de brisas y la circulación de vientos del nordeste que puede formar mar de fondo u oleaje del nordeste que, en el caso de la costa vasca, por encontrarnos en la parte más oriental del Cantábrico es de escasa relevancia ya que el fetch asociado es muy reducido. El estudio estadístico de direcciones de ola pone de manifiesto una predominancia de olas (tipo swell) del sector noroeste (25%), coincidiendo éstas con las olas de mayor tamaño en la zona. El 77% de las olas proviene del cuarto cuadrante.

El régimen medio tiene períodos desde 4 hasta 22 s, siendo los más frecuentes de 10 a 12 s. Las alturas de ola significante ( $H_s$ ) más frecuentes se sitúan entre 0,5 y 1,5 m con periodos de pico asociados entre 8 y 14 s. Los períodos de pico superiores a 10 s representan más del 50% de los estados de mar, distribución que se presenta incluso en alturas de ola inferiores a 2 m de oleaje tipo swell (González, et al., 2004).

La mejor información sobre oleaje extremal en la costa vasca procede de Puertos del Estado, en el caso de la boyas Bilbao-Vizcaya los datos se encuentran disponibles en su página web para el período 1990-2011. Para el período 2005-2013 (en el que se ha observado un período de mayor energía en el clima del oleaje) en boyas bimep se dispone del análisis de régimen extremal de Liria, et. al., 2013. En la 0 se muestran los parámetros del régimen extremal del oleaje tanto en la boyas Bilbao-Vizcaya de Puertos del Estado como en la boyas bimep (<[www.bimep.com](http://www.bimep.com)>).

Tabla 12. Parámetros del ajuste estadístico a las distribuciones Weibull y altura de ola significante en la boyas Bilbao-Vizcaya de Puertos del Estado y en la boyas bimep (<[www.bimep.com](http://www.bimep.com)>)

	$\lambda$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$H_s$ Estima central (Tr = 50 años)	$H_s$ Estima central (Tr = 100 años)
Boya Bilbao-Vizcaya (1990-2011)	24,13	2,96	2,02	1,17	13,7 m	14,5 m
Boya Bilbao-Vizcaya (2005-2013)	28,15	2,97	1,95	1,02	16,6 m	17,8 m
Boya bimep (2005-2013)	23,62	3,01	1,64	1,07	13,8 m	14,3 m

En cuanto al régimen medio. Con los datos de la boyas Bilbao-Vizcaya de Puertos del Estado, la distribución de frecuencias del período de pico y alturas significantes y la tabla de altura-período es la que se muestra en la Figura 35.

En cuanto a la estimación de la Hs12 (altura significante que se supera de media 12 horas al año), la cual puede considerarse como un valor representativo de un temporal habitual (que se produce una vez al año), los valores esperados en la boyas de Bilbao-Vizcaya y la boyas bimep (de Liria, et al., 2013) son los que se muestran en la Tabla 13. En mar abierto el temporal medio anual esperado supera los 8 m de altura y, en la franja costera la altura de ola alcanzaría 7 m.

Tabla 13. Hs12 de la boyas Bilbao-Vizcaya de Puertos del Estado y de la boyas bimep

	Hs12
Boya Bilbao-Vizcaya (1990-2011)	8,3 m
Boya bimep (2005-2013)	7,1 m

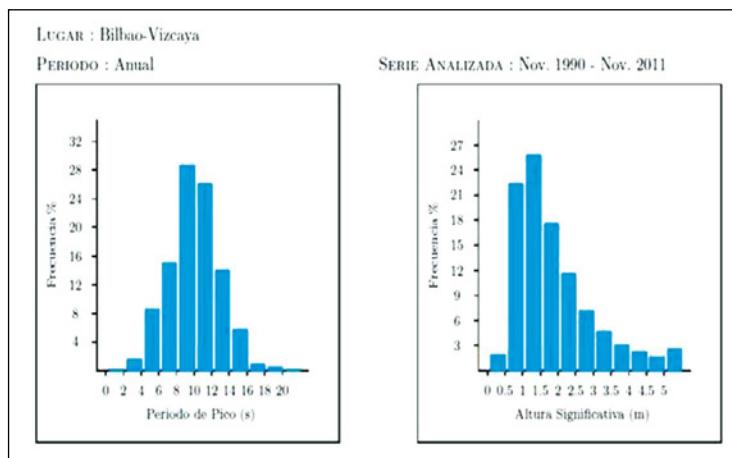
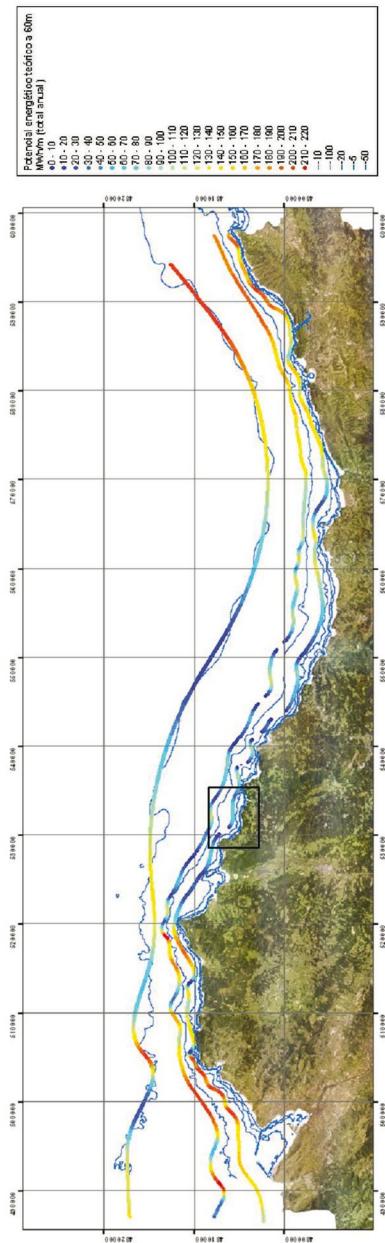


Figura 35. Distribución de frecuencias de períodos de pico y altura del oleaje en la boyas Bilbao-Vizcaya de Puertos del Estado.

Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %												
Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	0.155	0.279	0.981	0.644	0.200	0.054	0.032	0.011	0.002	-	1.759
1.0	-	0.993	3.769	4.751	8.524	3.246	0.746	0.311	0.025	0.009	0.002	22.375
1.5	-	0.189	3.422	3.998	9.114	6.449	1.994	0.482	0.056	0.043	0.002	25.749
2.0	-	-	0.930	2.892	4.534	5.917	2.467	0.626	0.070	0.018	0.005	17.460
2.5	-	-	0.178	1.687	2.325	4.010	2.431	0.784	0.079	0.020	0.002	11.515
3.0	-	-	0.023	0.791	1.259	2.370	1.800	0.734	0.068	0.027	-	7.071
3.5	-	-	-	0.327	0.804	1.457	1.430	0.583	0.074	0.020	0.002	4.699
4.0	-	-	0.002	0.117	0.534	0.899	1.047	0.478	0.079	0.016	-	3.172
4.5	-	-	-	0.054	0.363	0.592	0.730	0.385	0.056	0.014	-	2.194
5.0	-	-	-	0.007	0.205	0.376	0.462	0.342	0.068	0.007	0.002	1.469
> 5.0	-	-	-	0.007	0.178	0.516	0.791	0.842	0.146	0.059	-	2.539
Total	-	1.338	8.603	15.011	28.484	26.033	13.950	5.600	0.732	0.234	0.016	100%

Figura 35 bis. Tabla de encuentros Altura significante (Hs)-período de pico del oleaje (Tp).

Como puede observarse en la Figura 36, en la costa vasca existen notables diferencias en cuanto a la energía del oleaje incidente en función de los tramos costeros. Las diferencias son debidas sobre todo al efecto de abrigo que produce el accidente geográfico de cabo Matxitxako, especialmente en las situaciones de oleaje del oeste y oeste-noroeste. Por este motivo las zonas más expuestas son desde el abra de Bilbao hasta cabo Matxitxako y la zona de Pasaia hasta cabo Higer.



**Figura 36.** Resultados del estudio de energía del oleaje incidente en la costa vasca. (Galparsoro et al., 2008).



# **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**



El País Vasco se sitúa en las latitudes medias del Océano Atlántico nordeste y, en particular, en la franja climática de los vientos del oeste. El clima es templado y oceánico, con inviernos y veranos moderados, y con una marcada estacionalidad. El clima es lluvioso con una media de aproximadamente 1.200 mm de precipitación anual. Según la clasificación de Koppen, el área está asociada con un clima de tipo Cfb (marino costero occidental suave).

En el País Vasco la circulación atmosférica está principalmente gobernada por dos centros de actividad, la baja presión de Islandia y el anticiclón de las Azores. En general, entre ambos centros de presión, predominan los vientos de componente oeste a sudoeste, más fuertes en invierno y suaves e irregulares en verano. En invierno, el anticiclón de las Azores se desplaza hacia el sudeste causando un predominio de vientos de componente sudoeste en la costa vasca. Por el contrario, en verano, el anticiclón de las Azores se desplaza hacia el noroeste, influenciando a la costa cantábrica y propiciando vientos del norte y del noroeste.

El efecto de la topografía terrestre y del clima sobre los vientos de la zona costera es notable en la zona. Se han analizado los registros de viento sobre el mar en distintos puntos con observaciones disponibles y se ha podido observar la variabilidad espacial que caracteriza los mismos. Con ciertos matices, la distribución por direcciones en el registro de la boyas Bilbao-Vizcaya es similar a la de Matxitxako. No obstante, si se observa en este registro una menor frecuencia del sudoeste (8,11% frente al 12,44% en Matxitxako) y mayor frecuencia del viento del este (15,83% en Bilbao-Vizcaya frente a 9,94% en Matxitxako). Estas diferencias pueden ser debidas a la diferente duración de los registros, y también la variabilidad espacial del viento en la costa vasca que, en registros

en tierra cercanos a la línea de costa ha sido constatada en trabajos anteriores. A partir de datos de modelo, se observan diferencias espaciales en la distribución de direcciones e intensidades de viento en los puntos donde se localizan las boyas de Matxitxako y Donostia, con una componente de vientos de oeste más marcada en el segundo caso. En los registros más cercanos a la costa, obtenidos a parti de las estaciones de Punta Lucero y Pasaia, se observa como el régimen está muy influenciado por la orografía a escala muy local. Es importante tener en cuenta esta variabilidad espacial a la hora de elegir los régimenes característicos con los que realizar las simulaciones que alimentarán el estudio de riesgo de alcance de vertidos contaminantes a la costa vasca. La variabilidad estacional en la dirección del viento se observa igualmente en todos los registros analizados y de forma muy marcada, por lo que es también un elemento clave a la hora de plantear ejercicios de simulación de la deriva de vertidos contaminantes. Ejercicios que se realizarán para estudiar el riesgo de contaminación marina y así dotarse de un intrumento de planificación para la respuesta a una posible emergencia por vertido accidental en las aguas próximas a la costa de la CAPV.

Desde el punto de vista de posible afección de eventuales vertidos a la costa vasca, los vientos con componente norte (desde oeste-noroeste a nordeste) son los que suponen mayor riesgo de arribada de vertidos a la costa.

En cuanto a intensidades, en los registros analizados, al menos el 85% de las medidas tienen velocidades de viento (medidas horarias, velocidad media del viento) inferiores a  $35 \text{ km.h}^{-1}$  y entre 5 y  $25 \text{ km.h}^{-1}$  se encuentra del 65 al 70% de las medidas. Los vientos superiores a  $45 \text{ km.h}^{-1}$  se han registrado en torno a un 2-3% de los casos y situaciones de más de  $75 \text{ km.h}^{-1}$ , se encuentran ya casi en el rango de clima extremo.

Las corrientes en la zona de plataforma y talud están bajo la influencia de diferentes procesos. Se ha señalado el papel que la circulación estacional de talud, ligada a la corriente IPC, puede llegar a tener

en el transporte oceánico en las capas superficiales del mar. Los valores típicos asociados a esta corriente varían estacionalmente, pudiendo alcanzar valores de hasta  $70 \text{ cm.s}^{-1}$ . Por ello, a pesar de que el viento es el elemento que modula principalmente las corrientes en la zona, la inclusión del efecto de la corriente en el talud en las simulaciones como forzamiento en las condiciones de contorno es otro de los elementos que debe considerarse para el estudio de riesgo de contaminación marina. La disponibilidad en la zona de trabajo de datos radar HF facilitará esta tarea al poder proporcionar datos espaciales en el dominio del modelo que se va a utilizar.

Las corrientes en la costa vasca, especialmente las corrientes superficiales, son debidas sobre todo al esfuerzo tangencial del viento, siendo la contribución de la marea relativamente poco importante en situaciones de vientos medios y muy poco importante con vientos fuertes. Los valores característicos de las corrientes superficiales en la costa vasca se sitúan entre  $5$  y  $35 \text{ cm.s}^{-1}$  con un valor medio típico de unos  $20 \text{ cm.s}^{-1}$ . Considerando una relación del 3% entre la velocidad de la corriente superficial y la velocidad del viento incidente,  $20 \text{ cm.s}^{-1}$  equivale a un viento de  $24 \text{ km.h}^{-1}$ , es decir, dentro de los rangos más frecuentes medidos por las boyas situadas en la zona de estudio. En situaciones de fuerte viento pueden alcanzarse valores de hasta  $100 \text{ cm.s}^{-1}$  o incluso algo mayores (producido por un viento de unos  $120 \text{ km.h}^{-1}$ ).

Con todo ello y desde el punto de vista del análisis de riesgo de la costa vasca ante un posible vertido contaminante, es necesario un conocimiento de las derivas asociadas a la circulación oceánica en un plazo de tiempo de 120 horas (5 días, dentro del intervalo en el que se consideran fiables las predicciones meteorológicas actuales). Además se sugiere simular las derivas de eventuales vertidos en los siguientes escenarios de corrientes producidas por el viento, marea y circulación en el talud:

- Escenarios de corriente inducida por el viento:

- En la franja más costera (eventuales puntos de vertido a menos de 100 m de profundidad) se considerarán las situaciones estacionales de viento (invierno y verano) registradas en las estaciones de Punta Lucero y Pasaia.
- En la franja de mar abierto (eventuales puntos de vertido a más de 100 m de profundidad) se considerará la distribución de viento en la boya océano-meteorológica de Bilbao-Vizcaya.
- Escenarios de corriente inducida por la marea. Si bien en la costa vasca la corriente inducida por la marea astronómica no tiene un papel preponderante en cuanto a corrientes superficiales, en la cercanía de la costa su papel en corrientes verticalmente promediadas es mayor. Por tanto, en el caso de vertidos que se disuelvan en la columna de agua dentro de la franja litoral, el papel que juega la marea es más importante, aunque no tanto como el del viento. Por ello se considerará la corriente inducida por la marea astronómica en la franja más costera en una situación de mareas medias (amplitud de 2,6 m), pero comenzando las simulaciones en diferentes instantes de marea (paso por cero ascendente, tres horas después del paso por cero ascendente, seis horas después del paso por cero ascendente, etc.).
- Circulación de talud con condiciones características de invierno y verano.

Los resultados obtenidos para cada uno de estos escenarios permitirán, en una segunda etapa, establecer las áreas potencialmente en riesgo en cada una de las situaciones planteadas.

# **BIBLIOGRAFÍA**



- Abascal, A.J., Castanedo, S., Medina, R., Liste, M., 2010. «Analysis of the reliability of a statistical oil spill response model». *Marine Pollution Bulletin*, 60. 2099-2110.
- Álvarez, E., Pérez, B., Carretero, J.C., Rodríguez, I., 1998. «Tide and surge dynamics along the Iberian Atlantic coast». *Oceanologica Acta*, 21 (2): 131-143.
- Caballero, A., Pascual, A., Dibarboure, G., Espino, M., 2008. Sea level and Eddy Kinetic Energy variability in the Bay of Biscay, inferred from satellite altimeter data. *J. Mar. Syst.* 72 (1-4), 116-134.
- Caballero, A., Ferrer, L., Rubio, A., Charria, G., Taylor, B.H., Grima, N., 2013. «Monitoring of a quasi-stationary eddy in the Bay of Biscay by means of satellite, in-situ and model results. Deep Sea Res. Part II-Topical Studies» in *Oceanography*, 509 doi: 10.1016/J.DSR2.2013.09.029.
- Caballero, A., Rubio, A., Ruiz, S. Le Cann, B., Testor, P., Mader, J., Hernandez, C., accepted. «South-Eastern Bay of Biscay eddy-induced anomalies and their effect on 1 Chlorophyll distribution» (accepted in *Journal of Marine Systems*)
- Castanedo, S., Medina, R., Losada, I.J., Vidal, C., Méndez, F.J., Osorio, A., Juanes, J.A., Puente, A., 2006. T«he Prestige Oil Spill in Cantabria (Bay of Biscay). Part I: Operational Forecasting System for Quick Response, Risk Assessment, and Protection of Natural Resources». *Journal of Coastal Research*, 22(6): 1474-1489.

Charria, G., Lazure, P., Le Cann, B., Serpette, A., Reverdin, G., Louazel, S., Batifoulier, F., Dumas, F., Pichon, A., Morel, Y., 2013. Surface layer circulation derived from Lagrangian drifters in the Bay of Biscay. *J. Mar. Syst.* 109–110, S060–076 <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2011.09.015>>.

Comerma, E. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya. Modelado numérico de la deriva y envejecimiento de los hidrocarburos vertidos al mar. AplicaciÃ³n operacional en la lucha contra las mareas negras, 2004.

Esnaola, G., Sáenz, J., Zorita, E., Fontán, A., Valencia, V., Lazure, P., 2013. «Daily scale wintertime sea surface temperature and IPC-Navidad variability in the southern Bay of Biscay from 1981 to 2010». *Ocean Sci.*, 9, 655-679, doi:10.5194/os-9-655-2013.

Ferrer, L., Fontán, A., Mader, J., Chust, G., González, M., Valencia, V., Uriarte Ad, Collins, M., 2009. «Low-salinity plumes in the oceanic region of the Basque Country». *Continental Shelf Research*, 29 (8): 970-984.

Fontán, A., González, M., Wells, N., Collins, M., Mader, J., Ferrer, L., Esnaola, G., Uriarte, Ad., 2009. «Tidal and wind-induced circulation within the Southeastern limit of the Bay of Biscay: Pasaia Bay, Basque Coast». *Continental Shelf Research*, 29: 998–1007.

Fontán, A., Sáenz, J., González, M., Rubio, A., Esnaola, G., Liria, P., Ganzedo, U., Hernández, C., Collins, M., 2013. «Coastal water circulation response to radiational and gravitational tides within the southeastern Bay of Biscay». *Journal of Marine Systems*, 109-110: S95-S104.

Fontán, A., Cornuelle, B., 2015. «Anisotropic response of surface circulation to wind forcing, as inferred from high-frequency radar currents in the southeastern Bay of Biscay». *J. Geophys. Res. Oceans*, 120, 2945–2957, doi:10.1002/2014JC010671.

Galparsoro, I., Liria, P., Legorburu, I., Bald, J., Chust, G., Ruiz-Minguela, P., Pérez, G., Marqués, J., Torre-Enciso, Y., González, M., Borja, Á., 2012. «A Marine Spatial Planning approach to select suitable areas for installing wave energy converters on the Basque continental shelf (Bay of Biscay)». *Coastal Management Journal*.

García-Soto, C., Pingree, R.D., Valdés, L., 2002. «Navidad development in the southern Bay of Biscay: Climate change and swoddy structure from remote sensing and in situ measurements». *Journal of Geophysical Research*, 107(C8), 3118, doi: 10.1029/2001JC001012.

Gill, A.E., 1982. *Atmosphere-Ocean Dynamics* Academic Press, Inc., New York.

González, M., Uriarte, A., Fontán, A., Mader, J., Gyssels, P., 2004. Marine Dynamics. En: Borja, A. and Collins, M. (Eds.). «Oceanography and Marine Environment of the Basque Country», *Elsevier Oceanography Series*, 70: 133-157, Elsevier, Amsterdam.

González, M., Uriarte, Ad., Pozo, R., Collins, M., 2006. «The Prestige crisis: Operational oceanography applied to oil recovery, by the Basque fishing fleet». *Marine Pollution Bulletin*, 53 (5-7): 369-374.

González, M., Mader, J., Fontán, A., Uriarte, A., del Campo, A., Ferrer L., Revilla, M., 2008a. «Análisis de la tendencia de la temperatura atmosférica en Donostia-San Sebastián (SE del golfo de Vizcaya) a partir del estudio de la serie del Observatorio del Monte Igeldo (1928-2007)». *Revista de Investigación Marina*, nº7 (AZTI-Tecnalia).

González, M., Fontán, A., 2013. Requerimientos de información de oleaje, viento y corrientes para molinos de viento en aguas profundas. Informe inédito realizado para Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco, Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad, Viceconsejería de Industria y Energía, Dirección de Desarrollo Industrial.

Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., 2009. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Second edition, Springer, xxii+745 pp.

Instituto Hidrográfico de la Marina, 1992. *Anuario de Mareas*. Servicio de Publicaciones de la Armada. Talleres del Instituto Hidrográfico de la Marina, Cádiz – España.

Kersalé, M., Marié, L., Le Cann, B., Serpette, A., Lathuilière, C., Le Boyer, A., Rubio, A., Lazure, P., 2015, accepted. «Poleward along-shore current pulses on the inner shelf of the Bay of Biscay». *Coastal and Shelf Science*.

Koutsikopoulos, C., Le Cann, B., 1996. “Physical processes and hydrological structures related to the Bay of Biscay anchovy. *Scientia Marina*, 60(Suppl. 2): 9-19.

Lavín, A., Valdés, L., Sanchez, F., Abaunza, P., Forest, A., Boucher, B., Lazure, P., Jegou, A.M., 2006. «The Bay of Biscay: The encountering of the ocean and the shelf», in *The Sea*. Vol. 14, chap. 24, pp. 933– 1001, NOAA, Silver Spring, Md.

Lazure, P., 1997. «La circulation des eaux dans le Golfe de Gascogne». En: *10èmes Rencontres Interregionales de l'AGLIA*. Saint Jean de Luz, 83-88.

Le Cann, B., 1990. «Barotropic tidal dynamics of the Bay of Biscay shelf: observations, numerical modelling and physical interpretation». *Continental Shelf Research*, 10(8): 723-758.

Le Cann, B., Serpette, A., 2009. «Intense warm and saline upper ocean inflow in the southern Bay of Biscay in autumn-winter 2006-2007». *Cont. Shelf Res.*, 29 (8), 1014-1025.

- Lee, D.K., Niiler, P.P., 1998. «The inertial chimney: The near-inertial energy drainage from the ocean surface to the deep layer». *J. Geophys. Res.*, 103, 7579-7591.
- Liria, P., Colominas, M., González, M., 2013. Régimen extremal en la zona biemp. Elaborado por AZTI-Tecnalia para Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad, Viceconsejería de Tecnología, Innovación y Competitividad.
- Medina, M., 1974. *La mar y el tiempo. Meteorología náutica para aficionados, navegación deportiva y pescadores*. Editorial Juventud, 160 pp.
- OSPAR, 2000. OSPAR Quality Status Report 2000, Region IV. Bay of Biscay and Iberian Coast. OSPAR Commission, London, 134 pp.
- Paillet, J., Le Cann, B., Serpette, A., Morel, Y., Carton, X., 1999. «Real-time tracking of a northern meddy in 1997-98». *Geophys. Res. Lett.*, 26, 13, 1877-1880.
- Pingree, R.D., Le Cann, B., 1989. «Celtic and Armorican slope and shelf residual currents». *Progress in Oceanography*, 23: 303-338.
- Pingree, R.D., Le Cann, B., 1992a. «Three anticyclonic Slope Water Oceanic eDDIES (SWODDIES) in the southern Bay of Biscay in 1990». *Deep-Sea Res.* 39 (7/8), 1147-1175.
- Pingree, R.D., Le Cann, B., 1992b. «Anticyclonic eddy X91 in the southern Bay of Biscay, May 1991 to February 1992». *J. Geophys. Res.* 97 (C9), 14353-14367.
- Puillat, I., Lazure, P., Jegou, A.M., Lampert, L. Miller, P.I., 2006. «Mesoscale hydrological variability induced by north-westerly wind on the French continental shelf of the Bay of Biscay». *Scientia Marina*, 70 (Suppl. 1): 15-26.

Reverdin, G., Marié, L., Lazure, P., d'Ovidio, F., Boutin, J., Testor, P., Martin, N., Lourenco, A., Gaillard, F., Lavin, A., Somavilla, R., Mader, J., Rubio, A., Blouch, P., Rolland, J., Bozec, Y., Charria, G., Dumas, F., Louazel, S., Chanut, J., 2013. «Freshwater from the Bay of Biscay shelves in 2009». *Journal of Marine Systems*, 109/110, 134-143.

Revilla, M., Borja, Á., Chust, G., Fontán, A., Franco, J., González, M., Novoa, S., Sagarminaga, Y., Valencia, V. 2012. Estudio de la clorofila, elemento clave para la Estrategia Marina Europea y la Directiva Marco del Agua. Informe elaborado por AZTI-Tecnalia para la Agencia Vasca del Agua. 102 pp.

Rubio, A., Fontán, A., Lazure, P., González, M., Valencia, V., Ferrer, L., Mader, J., Hernández, C., 2013a. «Seasonal to tidal variability of currents and temperature in waters of the continental slope, southeastern Bay of Biscay». *Journal of Marine Systems*, 109-110: S121-S133.

Rubio, A., Solabarrieta, L., González, M., Mader, J., Castanedo, S., Medina, R., Charria, G., Aranda, J.A., 2013b. Surface circulation and Lagrangian transport in the SE Bay of Biscay from HF radar data. OCEANS - Bergen, 2013 MTS/IEEE. doi: 10.1109/OCEANS-Bergen.2013.6608039.

Rubio, A., Reverdin, G., Fontán, A., González, M., Mader, J., 2011. «Mapping near-inertial variability in the SE Bay of Biscay from HF radar data and two offshore moored buoys». *Geophys. Res. Lett.*, 38(19): L19607.

Solabarrieta, L, Rubio, A., Castanedo, S, Medina, R., Fontán, A., González, M., Fernández, V., Charria, G., Hernández, C., 2014. «Surface water circulation patterns in the southeastern Bay of Biscay: New evidences from HF radar data». *Continental Shelf Research*, 74, 60-76.

- Solabarrieta, L., Rubio, A., Cárdenas, M., Castanedo, S., Esnaola, G., Méndez, F.J., Medina, R., Ferrer, L., 2015. «Probabilistic relationships between wind and surface water circulation patterns in the SE Bay of Biscay». *Ocean Dynamics*, vol. 65, issue 9, pp. 1289-1303. DOI: 10.1007/s10236-015-0871-5.
- Somavilla, R., C. González-Pola, C. Rodriguez, S. A. Josey, R. F. Sánchez, Lavín, A., 2009. «Large changes in the hydrographic structure of the Bay of Biscay after the extreme mixing of winter 2005». *J. Geophys. Res.*, 114, C01001, doi: 10.1029/2008JC004974.
- Tintore, J., Wang, D.P., Garcia, E., Viudez, A., 1995. «Near-inertial motions in the coastal ocean». *J. Mar. Sys.*, 6, 301-312.
- Usabiaga, J.I., Sáenz, J., Valencia, V., Borja, Á., 2004. «Climate and Meteorology: variability and its influence on the Ocean». En: Borja, A. and Collins, M. (Eds.). *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country, Elsevier Oceanography Series* nº 70: 75-95, Elsevier, Amsterdam.
- Valencia, V., Franco, J., Borja, Á., Fontán, A., 2004. «Hydrography of the southeastern Bay of Biscay». En: Borja, A. and Collins, M. (Eds.). *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country, Elsevier Oceanography Series* nº 70: 159-194, Elsevier, Amsterdam.
- van Aken, H.M., 2000. «The hydrography of the mid-latitude Northeast Atlantic Ocean. II: The intermediate water masses». *Deep Sea Res. Part I*, 47(5), 789– 824, doi: 10.1016/S0967-0637(99)00112-0.
- van Haren, H., Maas, L., Zimmerman, J.T.F., Ridderinkhof, H., Malschaert H., 1999. «Strong inertial currents and marginal internal wave stability in the central North Sea». *Geophys. Res. Lett.*, 26, 2993-2996.

