 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

1. ANTECEDENTES

Á hora de estruturar a resposta ante un episodio de contaminación mariña accidental é fundamental coñecer, na medida do posible, os perigos que ameazan á costa, a vulnerabilidade da mesma ante os devanditos perigos e establecer así o risco ao que esta se enfronta. Un mellor coñecemento do risco soportado facilita unha mellor avaliación dos recursos necesarios para facer fronte a este tipo de episodios e a priorización das medidas para adoptar.

Neste sentido, o Sistema Nacional de Resposta ante a contaminación mariña accidental recollido no Real Decreto 1695/2012, do 21 de decembro, de acordo coas recomendacións da Organización Marítima Internacional e co obxecto de contar cunha terminoloxía e indicadores homoxéneos en todos os plans de continxencia, inclúe no seu artigo 5 a obrigatoriedade destes de contar cunha análise de riscos e áreas vulnerables. Este debe de conter unha avaliación dos posibles riscos de contaminación en función das condicións meteorolóxicas, oceanográficas e ambientais, identificando as áreas máis vulnerables a protexer mediante os correspondentes mapas de sensibilidade da zona incluída no seu ámbito de aplicación. Así mesmo, debe terse en consideración, en todo caso, o posible perigo para as persoas dos distintos supostos e tipos de contaminación mariña susceptibles de afectar a área da costa que se trate.

Como parte do Sistema Nacional de Resposta, o Plan Camgal conta cunha detallada análise de riscos que permite por unha banda, coñecer cales son os principais perigos que ameazan á costa galega e por outro, avaliar can vulnerable é esta respecto a devanditos perigos. Esta análise de risco favorece o establecemento de medidas preventivas e correctivas viables que axudan a incrementar o nivel de seguridade fronte a episodios de contaminación mariña accidental.


Cabe destacar que o Parque Nacional Marítimo Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia, debido a contar coa máxima figura de protección ambiental da costa galega, conta cun plan de continxencias propio adscrito ao Plan Camgal denominado Plan Illas Atlánticas, o cal contén unha análise de risco específico que recolle as peculiaridades que presenta esta costa protexida de Galicia.

2. ANÁLISE DE ESCENARIOS

O obxectivo principal desta análise de riscos é coñecer cales son os posibles escenarios que poden ter lugar durante un episodio de contaminación mariña accidental. Para iso, é necesario coñecer: a) cales son os principais focos que poden orixinar unha vertedura accidental, b) as substancias que potencialmente poden ser vertidas e o seu comportamento no espazo e no tempo, e c) facer unha zonificación coherente das áreas potencialmente afectadas.

2.1. Focos de perigo

O litoral galego alberga, por unha banda, numerosas actividades antropolóxicas cunha relevante importancia socioeconómica e doutra banda, soporta un intenso

 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

tráfico marítimo tanto fronte ás súas costas, como aquel que navega cara a ou desde o litoral galego. Estímase que preto de 40.000 buques transitan anualmente a través do dispositivo de separación de tráfico, dos cales aproximadamente un 35% transporta nas súas adegas ou tanques substancias ou mercadorías consideradas perigosas susceptibles de ser vertidas. Na presente análise, considerouse o tráfico marítimo a través da posición das embarcacións rexistradas polo sistema de identificación automática (coñecido polas súas siglas en inglés AIS) que permite coñecer tanto a posición como outra información relevante dos buques que navegan nas nosas costas.

Doutra banda, ao longo da franxa costeira establécese unha intensa actividade socioeconómica que pode ser tamén orixe de verteduras accidentais. Neste sentido, esta análise ten en conta as instalacións, condutos ou actividades situadas na costa galega que poidan ser susceptibles de orixinar unha vertedura accidental de substancias nocivas ao medio mariño. Sendo estas:


- Os portos, tanto os de interese xeral do estado (Vigo, Marín, Vilagarcía de Arousa, A Coruña, Ferrol- San Cibrao), como os de titularidade autonómica xestionados polo ente público “Portos de Galicia”. Todos eles, a pesar dos estritos procedementos e boas prácticas que establecen, abordan operacións que poden provocar verteduras accidentais de substancias nocivas ao mar.
- Os emisarios, ríos e regachos. Estes condutos son puntos de comunicación directa ao mar que poden chegar verteduras producidas en lugares distantes á costa.
- As instalacións industriais afectadas polo Real Decreto 840/2015, do 21 de setembro, polo que se aproban medidas de control dos riscos inherentes aos accidentes graves nos que interveñan substancias perigosas. Estas instalacións, debido á natureza dos produtos que manexan, poden ser orixe de verteduras de substancias contaminantes ao mar.

2.2. Tipos de substancias

Á hora de abordar as continxencias por contaminación mariña accidental, as substancias vertidas adoitan habitualmente agruparse en dous grandes grupos, os hidrocarburos (HC) que son os máis abundantes, e as substancias nocivas potencialmente perigosas (SNPP).

Todas estas substancias unha vez vertidas ao medio ambiente, reaccionan con este e sofren co tempo, un proceso de degradación e envellecemento, coñecido como meteorización. Ao longo deste proceso e en función das características intrínsecas das substancias, estas sofren unha serie de cambios físico-químicos e/ou biolóxicos (dispersión, evaporación, disolución, degradación bacteriana, etc.) que condicionan a súa persistencia no tempo e o seu comportamento no mar.

Co obxecto de abarcar o comportamento do maior número de substancias posible que se transportan por mar, na presente análise de risco consideráronse tres escenarios en función da substancia vertida:

 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

Escenario 1: Substancias de persistencia alta, que sofren poucos procesos de meteorización e por tanto, non decaen co paso do tempo manténdose durante longos períodos. Un exemplo deste comportamento sería o dos fueis pesados.

Escenario 2: Substancias de persistencia baixa, que sofren procesos de meteorización moi agudos polo cal, unha vez vertidas desaparecen rapidamente da masa de auga. Este é o caso de numerosas SNPP que se evaporan rapidamente ou de hidrocarburos moi lixeiros como a gasolina.

Escenario 3: Substancias de persistencia media, que sofren unha meteorización intermedia respecto a os dous casos anteriores e que como consecuencia diso, teñen unha persistencia na masa de auga dun tempo medio. Este é o caso do comportamento que presentan diversos tipos de fueloil.

Para aquelas substancias que son vertidas desde os focos de perigo situados en costa, considerouse un único escenario no que se asume unha meteorización gradual asimilable ao escenario 3.


2.3. Zonificación

O litoral de Galicia presenta unha morfoloxía e litoloxía diversas, con alternancia de beiras costeiras rochosas e beiras costeiras de materiais non consolidados. A vulnerabilidade da costa e a posibilidade de dar resposta aos posibles casos de verteduras accidentais, depende en gran medida destas variables. Esta diversidade fai que, á hora de abordar o efecto das verteduras nos distintos tramos de costa, débense ter en conta as diferentes sensibilidades ambientais que esta presenta. Co obxecto de caracterizar esta sensibilidade ambiental, tomouse como base o mapa desenvolvido pola Consellería do Mar do índice de sensibilidade ambiental asignado a cada tramo da costa de Galicia, baseado na adaptación da guía da Administración Nacional Oceánica e Atmosférica estadounidense, (Environmental Sensitive Index, v4.0, NOAA, 2019). A liña ESI resultante que divide a costa de Galicia en 3.486 tramos con 17 valores do índice de sensibilidade ambiental diferentes, é a que foi utilizada na presente análise para a zonificación da costa. O mapa coa liña ESI está contido na Infraestrutura de Datos Espaciais (IDE) do Plan Camgal.

3. DETERMINACIÓN DO ÍNDICE DE PERIGO (I_p)

3.1. Ámbito de estudo

Tal e como se especifica no apartado 2, os focos de perigo poden ter a súa posición no mar ou na costa. Para o caso dos focos provenientes do tráfico marítimo, considerouse como localización posible calquera punto comprendido dentro da zona situada entre os paralelos 40°15' N e 44°55' N e os meridianos 12°40' W e 7°05' W (Figura 1), por ser esta a zona onde se asume que poden ter lugar os accidentes que poidan afectar o litoral galego. Este ámbito xeográfico se ha dividido

 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

para a súa análise en celas de 0.06° de latitude e de lonxitude. En cada cela integráronse as posicións dos buques obtidas a partir dos datos de AIS, correspondentes a un ano cunha frecuencia de 2 horas. Estes datos de posición, carga e velocidade das embarcacións foron previamente filtrados por tipo de embarcación, de maneira que a análise baséase só naquelas cuxa mercadoría puidese dar lugar a unha vertedura accidental.

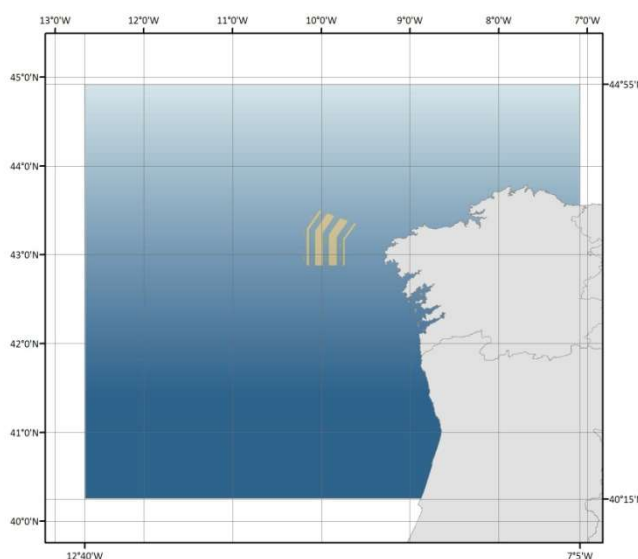



Figura 1. Alcance da análise de risco para o perigo proveniente do tráfico marítimo.

No caso dos posibles focos de derrame situados na liña de costa, utilizouse a posición destes focos ao longo do litoral galego, recollida na IDE do Plan Camgal, integrándose, para a súa análise, nunha malla con celas de 1km² de resolución.

3.2. Estudo probabilista do derrame

Para o caso das verteduras provenientes do tráfico marítimo, en cada unha das celas establecidas analizouse o número de buques presente nun ano, multiplicado pola taxa media de accidente calculada en base aos datos ofrecidos pola Sociedade “Lloyd's Register of Shipping”. Como resultado obtívose a frecuencia de ocorrencia de accidentes, con posible vertido de substancias ao mar, ao longo do ano en cada unha das celas. Así mesmo, tivéronse en conta as condicións océano-meteorolóxicas nas que tivo lugar o suposto vertido para asociarlle unha probabilidade de ocorrencia específica en base ao lugar onde se inicia e á data e hora en que sucede.

A probabilidade de ocorrencia dunha vertedura con orixe en costa para cada cela asignouse en función do número e tipo de foco presente en cada unha delas, tendo

 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

en conta a información rexional de verteduras rexistrada pola Sala de operacións do Servizo de Gardacostas de Galicia.


3.3. Determinación do índice de perigo en función do tramo de costa afectado

Unha vez establecida a probabilidade de que tivese lugar unha vertedura determinada proveniente do tráfico marítimo, simulouse a súa deriva utilizando modelos numéricos para cada un dos escenarios propostos no apartado 2.2. En concreto, para a simulación da vertedura utilizáronse partículas lagrangianas cuxa traxectoria se estableceu mediante o modelo MOHID Particle Tracking. Pola súa banda, as variables que inflúen en a deriva (velocidade e dirección de corrente, velocidade e dirección de vento, altura significativa de onda, así como o seu período e dirección media) calculáronse empregando os modelos numéricos operacionais MM5 como modelo meteorolóxico, WAVEWATCH III como modelo de ondada, e MOHID para simular a hidrodinámica. Con todas as simulacións obtidas calculouse a cantidade de partículas que alcanzan cada un dos tramos de costa. A análise estatística destes resultados, tendo en conta a probabilidade de ocorrencia de cada unha das verteduras, permitiu establecer para cada tramo de costa un Índice de Perigo de orixe marítima para cada escenario (I_{PM1} , I_{PM2} , I_{PM3}) que reflicte a frecuencia e intensidade das verteduras aos que está exposto cada un deles. O valor deste índice, de 1 (moi baixo) a 5 (moi alto), móstrase nos mapas de perigo de orixe marítima integrados na IDE do Plan Camgal.

No caso dos focos de perigo situados en costa, simulouse unha vertedura desde cada unha das celas da malla de estudo de 1Km^2 cun volume dependente da probabilidade de ocorrencia calculada segundo o apartado 3.2. A traxectoria da vertedura calculouse asumindo un decaemento lineal en función da distancia, ata un máximo de 6 Km. As traxectorias de todas as verteduras simuladas permitiron establecer para cada tramo de costa un Índice de Perigo de orixe terrestre (I_{PT}) que reflicte a frecuencia e intensidade das verteduras aos que está exposto cada un deles. O valor deste índice, de 1 (moi baixo) a 5 (moi alto), móstrase nos mapas de perigo de orixe terrestre integrados na IDE do Plan Camgal.

4. DETERMINACIÓN DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE (I_V)

O impacto que as verteduras producen na franxa costeira, está directamente relacionado coa vulnerabilidade da mesma. Faise por tanto imprescindible coñecer aqueles elementos e/ou actividades no litoral que son máis susceptibles ante os danos producidos por un episodio de contaminación mariña accidental. Na presente análise de risco, a caracterización da vulnerabilidade levouse a cabo tendo en conta dous criterios principais: o criterio ambiental e o criterio socioeconómico.

 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

4.1. Caracterización da vulnerabilidade ambiental

O estudo da vulnerabilidade da costa galega abordouse tendo en conta dous aspectos: por unha banda, caracterizouse a sensibilidade ambiental dos diferentes hábitats costeiros e doutra banda, a existencia dalgunha figura legal de protección ambiental a nivel internacional, nacional e/ou autonómico sobre a zona.

A sensibilidade ambiental da costa foi categorizada utilizando a adaptación da guía da NOAA Environmental Sensitive Index, versión 4.0 NOAA, 2019; https://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ESI_Guidelines.pdf) e a clasificación de sensibilidade dos diferentes ecosistemas proposto pola Comisión Europea (Impact Reference System, Effects of Oil in the Marine Environment: Impact of Hydrocarbons on Fauna and Flora. Internet edition 2001). Estes índices teñen en conta diversos factores como a exposición relativa á ondada, a pendente da liña de costa, o tipo de substrato ou a produción biolóxica.

Por outra banda, tívose en conta que máis do 12% da superficie de Galicia conta con algunha figura legal de protección ambiental en virtude das distintas normativas (https://www.turismo.gal/que-visitar/espazos-naturais?langId=é_É).


Esta porcentaxe abarca gran parte dos ecosistemas costeiros entre os que se atopan o *Parque Nacional Marítimo Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia*; a Reserva da Biosfera *As Mariñas Coruñesas e Terras do Mandeo*; o parque natural *Complexo Dunar de Corrubedo e as lagoas de Carregal e Vixán*, numerosos espazos encadrados na Rede Natura 2000 e numerosas Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPA) repartidas por todo o litoral galego.

En base a estes criterios ambientais asígnase a cada tramo de costa un valor de Índice de vulnerabilidade ambiental (I_{VAM}) que está normalizado entre valores de 1 (Pouco vulnerable) e 5 (Moi vulnerable). A representación gráfica deste índice reflíctese no mapa de sensibilidade ambiental recollido na IDE do Plan Camgal.

4.2. Caracterización da vulnerabilidade socioeconómica

A caracterización da vulnerabilidade socioeconómica da costa galega abordouse tendo en conta tres aspectos: por unha banda, o criterio demográfico, posto que a poboación que habita na zona costeira vese afectada socialmente ante unha continxencia deste tipo; doutra banda, o criterio turístico, por ser este motor de moitas das zonas costeiras galegas; e en terceiro lugar, o criterio de explotación dos recursos pesqueiros, marisqueiros e de acuicultura, por ser un dos alicerces da economía da zona costeira, ademais de ser unha dos sinais de identidade de Galicia.

Para categorizar estes factores empregáronse os últimos datos publicados polo Instituto Galego de Estatística (IGE; www.ige.eu). Para o factor demográfico tivéronse en conta os datos de densidade de poboación dos municipios costeiros, para a determinación da vulnerabilidade turística empregouse a porcentaxe de empresas con actividade no sector turístico respecto ao total de actividades

 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

registradas no municipio. Finalmente, para valorar a vulnerabilidade do sector de recursos tívoise en conta a achega ao Produto Interior Bruto municipal das actividades de pesca e acuicultura (CNAE 03) e Procesado e conservación de peixe, crustáceos e moluscos (CNAE 102).

En base aos criterios analizados, asígnouse a cada tramo de costa un valor do Índice de vulnerabilidade socioeconómica (I_{VS}) que está normalizado entre valores de 1 (pouco vulnerable) e 5 (moi vulnerable). A representación gráfica deste índice reflíctese no mapa de vulnerabilidade socioeconómica recollido na IDE do Plan Camgal.

Coa integración do Índice de vulnerabilidade ambiental (I_{VAM}) e do Índice de vulnerabilidade socioeconómica (I_{VS}) para cada tramo de costa obtívose o Índice de vulnerabilidade total (I_V) que está normalizado entre valores de 1 (pouco vulnerable) e 5 (moi vulnerable). A representación gráfica deste índice reflíctese no mapa de vulnerabilidade total recollido na IDE do Plan Camgal.


5. DETERMINACIÓN E CARTOGRAFADO DO RISCO

Os índices obtidos tanto da caracterización do perigo, como da vulnerabilidade da costa galega utilizáronse para determinar o Índice de risco (I_R) ao que se enfrenta cada tramo de costa de sufrir un episodio de contaminación mariña accidental. Esta determinación levouse a cabo mediante a integración en matrices de risco de cada un dos catro índices de perigo obtidos (I_{PM1} , I_{PM2} , I_{PM3} e I_{PT}) enfrontados ao índice de vulnerabilidade total da costa (I_V). A matriz empregada en cada un dos casos foi:

Risco		Perigosidade				
		Moi baixa	Baixa	Moderada	Alta	Moi alta
Vulnerabilidade	Moi baixa	Moi baixo	Moi baixo	Baixo	Baixo	Moderado
	Baixa	Moi baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado
	Moderada	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Alto
	Alta	Baixo	Moderado	Moderado	Alto	Alto
	Moi alta	Moderado	Moderado	Alto	Alto	Moi alto

Matriz de cálculo de risco

En base aos resultados da análise de risco, asígnouse a cada tramo de costa un valor do Índice de risco (I_R) que está normalizado entre valores de 1 (moi baixo) e 5 (moi

 XUNTA DE GALICIA	PLAN CAMGAL	Capítulo II
	Análise de risco	Anexo

alto). A representación gráfica deste índice reflíctese nos mapas de risco recollidos na IDE do Plan Camgal.

Os resultados da presente análise están recollidos graficamente na IDE do Plan Camgal segundo a seguinte clasificación:

Perigo con orixe en terra.

Perigo con orixe en mar

Perigo de substancias persistentes

Perigo de substancias non persistentes

Perigo de substancias con persistencia media

Vulnerabilidade ambiental

Vulnerabilidade socioeconómica

Vulnerabilidade total

Risco:

Risco con orixe en terra

Risco con orixe en mar

Risco de substancias con persistencia alta

Risco de substancias con persistencia baixa

Risco de substancias con persistencia media

A visualización e descarga de cada un dos mapas pode facerse a través do visor do Plan Camgal <http://www.plancamgal.gal/visor-plan-camgal>.