

ANEXO III

Metodología para evaluar los riesgos a la seguridad de la navegación marítima y a la respuesta ante emergencias

INDICE: ANEXO III

1 ALCANCE	1
2 INTRODUCCIÓN	2
2.1 Desarrollo de la metodología	2
2.2 Control de riesgos	2
2.3 Estructura	2
2.3.1 Metodología	3
2.3.2 Orientaciones generales	3
3 USO Y COBERTURA DE LA METODOLOGÍA	3
3.1 Uso por los promotores	3
3.2 Cobertura de la metodología - Áreas físicas	3
3.3 Impactos acumulados	3
3.4 Relación con la documentación de Seguridad Marítima	3
4 ALCANCE Y PROFUNDIDAD DE LA EVALUACIÓN	4
4.1 Proporcionalidad	4
4.2 Ejemplos de proporcionalidad	4
4.2.1 Desarrollo de alto riesgo o a gran escala	4
4.2.2 Desarrollo de bajo riesgo o a pequeña escala	4
4.3 Evaluación o visión general preliminar de las operaciones de búsqueda y salvamento	5
4.4 Evaluación o visión general preliminar de la respuesta a emergencias requerida para los vertidos de sustancias peligrosas y contaminantes	6
4.5 Requisitos para evaluaciones más detalladas de operaciones SAR o de respuesta a emergencias por contaminación	6
5 OBJETIVO DE SEGURIDAD DE LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA	7
5.1 Principios propuestos para la seguridad de la navegación	7
5.2 Implicaciones del enfoque de navegación propuesto	7
6 VISIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	8
6.1 Principales características de la metodología para alcanzar los objetivos de seguridad en la navegación marítima	8
6.2 Técnicas adecuadas de evaluación de riesgos	8
6.3 Integridad de la evaluación de riesgos	9
6.4 Desarrollo progresivo de la ERSN	9
7 MECANISMO DE EVALUACIÓN DE LA TOLERABILIDAD DEL RIESGO PARA LA SEGURIDAD DE LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y LA RESPUESTA A EMERGENCIAS	11
7.1 Tolerabilidad de los riesgos individuales	11

7.1.1 Riesgo.....	11
7.1.2 Pruebas.....	11
7.1.3 Controles de riesgo	11
7.2 Tolerabilidad de las repercusiones sociales	11
8 FORMATO ESTÁNDAR DE UNA PRESENTACIÓN.....	13
8.1 Contenido de una evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta a emergencias (ERSN): Presentación de resultados	13
8.2 Anexos explicativos	16
8.3 Distribución electrónica.....	17
9 PROCESO SEGUIDO POR LA ADMINISTRACIÓN MARÍTIMA PARA EVALUAR LA ERSN PRESENTADA POR EL PROMOTOR.....	17
9.1 Introducción	17
9.2 Objeto de la ERSN.....	17
9.3 Evaluación de la información presentada.....	18
9.4 Evaluación de las limitaciones de la información presentada	18
10 ORIENTACIÓN A LOS PROMOTORES EN LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	18
10.1 Apéndice A: Antecedentes	18
10.2 Apéndice B: Estudio de Tráfico Marítimo.....	18
10.3 Apéndice C: Identificación de peligros y evaluación de riesgos.....	19
10.4 Apéndice D: Técnicas e instrumentos de evaluación adecuados	19
10.5 Apéndice E: Controles de riesgo	19
10.6 Apéndice F: Ejemplo de lista de identificación de peligros	19
10.7 Apéndice G: Ejemplo de lista de comprobación para el control de riesgos.....	19
10.8 Apéndice H: Categorías, términos y referencias	19
11 APÉNDICE A: INFORMACIÓN GENERAL.....	20
11.1 A1: Resumen de la evaluación formal de la seguridad.....	20
11.2 A2: Fuentes de referencia	20
12 APÉNDICE B: ESTUDIO DE TRÁFICO MARÍTIMO	23
12.1 B1: Comprensión de las densidades y tipos de tráfico del caso base	23
12.1.1 Área de análisis	23
12.1.2 Requisitos de los datos de tráfico	23
12.1.3 Extraer información de los datos.....	23
12.1.4 Diseño de densidades y tipos de tráfico.....	23
12.1.5 El elemento humano.....	24
12.2 B2: Previsión de futuras densidades y tipos de tráfico	24
12.2.1 Previsión del tráfico	24

12.2.2	Herramientas de previsión del tráfico.....	25
12.2.2.1	Tipos de buques, rutas y zonas operativas.....	25
12.2.3	Previsión estocástica.....	25
13	APÉNDICE C: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	27
13.1	C1: Descripción del entorno marino.....	27
13.1.1	Descripción de un análisis técnico y operativo.....	27
13.1.2	Posibles accidentes derivados de las actividades marítimas- Ejemplos.....	27
13.1.3	Posibles actividades marítimas afectadas por una IRM- Ejemplos.....	28
13.1.4	Estructuras de las IRM que podrían afectar a las actividades de buques y embarcaciones- Ejemplos.....	29
13.1.5	Fases de desarrollo de la IRM que podrían afectar a las actividades de buques y embarcaciones- Ejemplos.....	30
13.1.6	Otras estructuras y características que podrían afectar a las actividades marítimas- Ejemplos.....	30
13.1.7	Tipos de buques que participan en actividades marítimas – Ejemplos.....	31
13.1.8	Condiciones que afectan a las actividades marítimas- Ejemplos.....	32
13.2	C2: Identificación de peligros en el entorno marino.....	33
13.2.1	Cadenas causales.....	33
13.2.2	Elemento humano.....	33
13.2.3	Cumplimiento del Reglamento para Prevenir los Abordajes en el Mar (RIPA/ COLREG).....	34
13.2.4	Efecto del incumplimiento del COLREG.....	34
13.3	C3: Evaluación de riesgos en el entorno marino.....	34
13.4	C4: Influencia en el nivel de riesgo.....	35
13.4.1	Análisis de las influencias en el nivel de riesgo.....	35
13.4.2	Factores de riesgo – Ejemplos.....	35
13.4.3	Influencias sobre las causas– Ejemplos.....	36
13.4.4	Periodo de caracterización de las densidades y tipos de tráfico – Ejemplos.....	37
13.4.5	Circunstancias de navegación- Ejemplos.....	37
13.4.6	Influencias sobre las consecuencias – Ejemplos.....	38
13.5	C5: Tolerabilidad del riesgo.....	38
13.5.1	Pregunta (a): ¿Está el riesgo por debajo de cualquier límite inaceptable?.....	39
13.5.2	Pregunta (b): ¿Se ha reducido el riesgo al nivel más bajo razonablemente posible (ALARP)?.....	40
13.5.3	Consideraciones generales.....	40
13.6	C6: Matriz de riesgos.....	40
13.6.1	Ejemplo OMI de índice de probabilidad/frecuencia.....	41

13.6.2	Ejemplo OMI de índice de gravedad/consecuencias.....	41
13.6.3	Ejemplo de matriz de riesgos de la OMI	41
13.6.4	Ejemplo de matriz de tolerabilidad para el HSE británico.....	42
14	APÉNDICE D: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN APROPIADOS	43
14.1	D1: Visión general de la evaluación de riesgos	43
14.1.1	Introducción	43
14.1.2	Finalidad de una técnica de evaluación en la ERSN.....	43
14.1.3	Uso de la técnica de evaluación en el registro de peligros y control de riesgos	43
14.1.4	Tipos de evaluación apropiados	44
14.1.5	Concepto de escenario para controlar el alcance y el detalle del tipo de evaluación.....	44
14.1.6	Jerarquía de las técnicas de evaluación apropiadas en apoyo de la ERSN.....	44
14.1.7	Definición 1 – Evaluación del tráfico en la zona	45
14.1.8	Definición 2 - Evaluación específica del tráfico	45
14.1.9	Definición 3 - Simulación en tiempo real para tráfico específico	46
14.1.10	Definición 4 - Evaluación de emplazamientos específicos	46
14.2	D2: Selección de herramientas aceptables para la Administración Marítima	48
14.2.1	Proceso de selección de herramientas e instrumentos de evaluación	49
14.2.2	Herramientas marítimas certificadas para la evaluación de las IRM (tipo D1) ..	49
14.2.3	Otras herramientas de evaluación	49
14.2.3.4	Herramientas marítimas de evaluación de uso generalizado (Tipo D2)	49
14.2.3.5	Herramientas de evaluación no marítimas (Tipo D3)	49
14.2.3.6	Nuevas herramientas de modelización y evaluación (tipo D4)	49
14.2.4	Justificación de idoneidad de las herramientas.....	49
14.2.4.1	Declaración de idoneidad de la herramienta	50
14.2.4.2	Explicación del modelo conceptual	50
14.2.4.3	Documentación del modelo / Código comentado	50
14.2.4.4	Demostración de capacidades de la herramienta	50
14.2.4.5	Revisión por expertos	50
14.2.4.6	Comparación con la datos empíricos	50
14.2.4.7	Necesidad de justificación de idoneidad	50
14.2.4.8	Detalle de la información.....	51
14.2.5	Información específica requerida al describir las herramientas y técnicas de evaluación utilizadas	52
14.2.6	Información específica requerida al describir los métodos utilizados	52

14.3 D3: Demostración de que los resultados de las herramientas empleadas son aceptables para la Administración Marítima	52
14.3.1 Proceso de demostración de resultados validados	53
14.3.2 Actividades necesarias para la validación.....	53
14.3.2.1 Ajuste de parámetros.....	53
14.3.2.2 Comprobaciones de coherencia	54
14.3.2.3 Comportamiento lógico	54
14.3.2.4 Análisis de sensibilidad	54
14.3.2.5 Comparación con datos empíricos.....	54
14.4 D4: Fuentes de datos empíricos	55
14.4.1 Empresas suministradoras de datos AIS	55
14.4.2 La Administración Marítima	55
14.4.3 La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Salvamento Marítimo)	55
14.4.4 Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM)	55
14.4.5 Puertos del Estado y Autoridades portuarias	56
14.4.6 IHS	57
14.4.7 Otras fuentes de datos empíricos	57
14.5 D5: Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación - Técnicas de evaluación del tráfico en la zona	57
14.5.1 Utilización de técnicas de evaluación del tráfico en la zona	57
14.5.1.1 Requisitos fundamentales de la evaluación del tráfico en la zona.....	57
14.5.2 Cómo seleccionar las situaciones que requieren una evaluación del tráfico de la zona	58
14.5.2.1 Origen de las situaciones.....	58
14.5.2.2 Área de estudio	58
14.5.3 Cómo definir escenarios para la evaluación	59
14.5.4 Requisitos para evaluar un escenario.....	59
14.5.4.1 Viabilidad.....	59
14.5.4.2 Riesgo	60
14.5.4.3 Sensibilidad	61
14.5.4.4 Eficacia de los controles de riesgo.....	62
14.5.5 Análisis y presentación de resultados.....	62
14.5.6 Parámetros críticos de la evaluación	62
14.5.6.1 Tabla de parámetros críticos- Ejemplos	63
14.5.7 Limitaciones de las técnicas y herramientas de evaluación	63
14.5.7.1 Tabla de limitaciones- Ejemplos	63

14.5.8	Verificación de las herramientas de modelización o de evaluación utilizadas ..	64
14.5.8.1	Orientaciones generales	64
14.5.9	Orientación sobre cómo validar los resultados de la evaluación	64
14.5.9.1	Orientaciones generales	64
14.5.9.2	Orientaciones específicas	64
14.5.10	Tabla de normas de rendimiento de las herramientas de modelización o técnicas de evaluación	64
14.5.11	Ejemplo ilustrativo de un proceso de Evaluación del tráfico en la zona.....	67
14.5.11.1	Punto de partida	67
14.5.11.2	Condiciones meteorológicas y oceanográficas de referencia	68
14.5.11.3	Modelización del tráfico marítimo	70
14.5.11.4	Paso 1 - Construcción del modelo	70
14.5.11.5	Paso 2 - Evaluación y validación de la herramienta para el caso base	73
14.5.11.6	Paso 3 - Previsión mediante el modelo u otra técnica adecuada	75
14.6 D6:	Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación - Técnicas para evaluaciones específicas del tráfico	78
14.6.1	Utilización de técnicas para una evaluación específica del tráfico	78
14.6.2	Cómo seleccionar las situaciones que requieren una evaluación específica del tráfico	78
14.6.2.1	Otros factores para requerir una evaluación específica del tráfico	78
14.6.2.2	Necesidad de evaluación	79
14.6.2.3	Tipo de evaluación	79
14.6.3	Zonas de seguridad durante operaciones	79
14.6.4	Cómo definir escenarios para la evaluación	80
14.6.4.1	Planificación de escenarios	81
14.6.4.2	Distancias mínimas de separación entre los límites IRM y las rutas marítimas	81
14.6.5	Especificaciones del simulador de maniobra para evaluar un escenario determinado o para el entrenamiento de marinos que operan en las inmediaciones de IRM	82
14.6.5.1	Implementación del escenario en una herramienta de modelización	82
15 APÉNDICE E: CONTROLES DE RIESGO	84
15.1 E1:	Creación de un registro de control de riesgos	84
15.1.1	Objetivo	84
15.1.2	Control y mitigación de riesgos	84
15.1.3	Activos de apoyo a las actividades marítimas	84
15.1.4	Proceso sugerido para crear un registro de control de riesgos	85
15.1.4.1	Descripción del control de riesgos- Ejemplo	85

15.1.4.2 Consulta, aprobación y aplicación- Ejemplo	85
15.1.4.3 Fases de aplicación- Ejemplo	86
15.1.4.4 Plan de implementación- Ejemplo.....	86
15.2 E2: Partes interesadas en la ERSN	86
16 APÉNDICE F: EJEMPLO DE LISTA DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	88
17 APÉNDICE G: EJEMPLO DE LISTA DE COMPROBACIÓN DE CONTROL DE RIESGOS.....	91
18 APÉNDICE H: CATEGORÍAS, TÉRMINOS Y REFERENCIAS	95
18.1 H1: Categorías de accidentes marítimos	95
18.2 H2: Terminología clave	96
18.3 H3: Referencias	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de la metodología de la ERSN	8
Tabla 2. Contenido de una presentación de evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y la respuesta a emergencias	13
Tabla 3. Anexos de una presentación de evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta a emergencias	16
Tabla 4. Algunos informes, ensayos y documentos en los que se basa la metodología	21
Tabla 5. Accidentes potenciales derivados de las actividades marítimas	27
Tabla 6. Actividades marítimas afectadas por una IRM.....	28
Tabla 7. Estructuras de las IRM que podrían afectar a las actividades de navegación	29
Tabla 8. Fases de desarrollo de la IRM que podrían afectar a las actividades de navegación.....	30
Tabla 9. Otras estructuras y elementos que podrían afectar a las actividades de navegación.....	30
Tabla 10. Tipos de buques que participan en actividades marítimas	31
Tabla 11. Condiciones que afectan a las actividades marítimas	32
Tabla 12. Factores de riesgo.....	35
Tabla 13. Influencias sobre las causas	36
Tabla 14. Periodo de caracterización del nivel de tráfico.....	37
Tabla 15. Circunstancias de navegación	37
Tabla 16. Influencias sobre las consecuencias	38
Tabla 17. Ejemplo de índice de probabilidad/frecuencia	41
Tabla 18. Ejemplo de índice de gravedad/consecuencias	41
Tabla 19. Ejemplo de matriz de riesgos de la OMI	41
Tabla 20. Ejemplo de matriz de tolerabilidad (HSE británico).....	42

Tabla 21. Posible jerarquía de evaluaciones y ensayos para la ERSN	44
Tabla 22. Justificación de la idoneidad de la herramienta por el promotor	51
Tabla 23. Ejemplo de descripción de una herramienta	52
Tabla 24. Ejemplo de formato de una declaración de validación	53
Tabla 25. Escenarios que requieren una evaluación del tráfico en la zona	59
Tabla 26. Evaluación del tráfico en la zona - Parámetros críticos	63
Tabla 27. Evaluación del tráfico en la zona - Limitaciones de la evaluación	63
Tabla 28. Evaluación del tráfico en la zona - Normas de rendimiento de herramientas	65
Tabla 29. Corrientes de marea con potencial para imponer una restricción a la navegación	69
Tabla 30. Ejemplo de registro de control de riesgos: Descripción del control de riesgos	85
Tabla 31. Ejemplo de registro de control de riesgos: Consulta, aprobación y aplicación	85
Tabla 32. Ejemplo de registro de control de riesgos: Fases de aplicación	86
Tabla 33. Ejemplo de registro de control de riesgos: Plan de implementación	86
Tabla 34. Ejemplo de partes interesadas y organismos públicos	87
Tabla 35. Ejemplo de lista de identificación de peligros	88
Tabla 36. Ejemplo de lista de comprobación de control de riesgos	91
Tabla 37. Ejemplo de categorías de accidentes marítimos	95
Tabla 38. Terminología clave en la evaluación de riesgos	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología FSA	20
Figura 2. Método de previsión estadística	26
Figura 3. Resumen de las cadenas causales	33
Figura 4. Visión general del elemento humano	34
Figura 5. Definición clásica del riesgo	34
Figura 6. Diagrama de flujo de la revisión del tráfico y el desarrollo	71
Figura 7. Diagrama de flujo para la evaluación y validación de la referencia	74
Figura 8. Diagrama de flujo de previsión mediante modelado u otra técnica de evaluación	75
Figura 9. Tratamiento de la visibilidad limitada	77
Figura 10. Ejemplo de carta náutica electrónica modificada con un parque eólico	81

1 ALCANCE

Este Anexo es una adaptación del documento elaborado por la Agencia Marítima y de Guardacostas (MCA) del Reino Unido, cuya versión original se publicó en diciembre de 2005 y fue modificado posteriormente en septiembre de 2013. En 2021, este documento se incorporó al MGN 654 como Anexo 1. El documento de la MCA ha sido usado como guía para la evaluación de riesgos de seguridad en la navegación por varios países, incluido Estados Unidos.

El objetivo de este Anexo servir como guía a los promotores en la preparación de las evaluaciones de riesgos de seguridad en la navegación (ERSN) e incluye un ejemplo de plantilla en la que se podrían basar para elaborar su presentación. Este documento se centra en los controles de riesgos y en la retroalimentación de dichos controles hacia el resultado de la evaluación.

La Administración Marítima requiere que los promotores entreguen una ERSN que demuestre que existen o existirán controles de riesgo adecuados y apropiados para que el riesgo evaluado se considere aceptable o tolerable en términos generales. Aunque las características específicas de esta guía no son obligatorias, se recomienda encarecidamente su uso en la realización de evaluaciones de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y la respuesta ante emergencias. Las características clave de la Metodología recomiendan a los desarrolladores:

1. Presentar una propuesta proporcionada a la escala del proyecto y a la magnitud de los riesgos.
2. Elaborar una propuesta basada en la evaluación del riesgo mediante una evaluación formal de la seguridad (FSA) utilizando modelos numéricos y otras técnicas o herramientas de evaluación aceptables para la Administración Marítima capaces de producir resultados que también sean aceptables.
3. Estimar el nivel de riesgo del "caso base" basándose en las densidades y tipos de tráfico existentes y en el entorno marino existente.
4. Predecir el nivel de riesgo del "caso futuro" basándose en el crecimiento previsto de las densidades y tipos de tráfico futuros y en los cambios razonablemente previsibles en el entorno marino.
5. Elaborar un "registro de peligros" en el que se enumeren los peligros causados o modificados por la introducción de la IRM, el riesgo asociado a cada peligro, los controles establecidos y la tolerabilidad del riesgo residual.
6. Definir los controles de riesgo que se van a implantar y crear un Registro de Control de Riesgos.
7. Predecir el nivel de riesgo del "Caso Base con IRM" basándose en las densidades y tipos de tráfico existentes y el entorno marino existente con la IRM implantada.
8. Predecir el "Caso futuro con IRM" basándose en las futuras densidades y tipos de tráfico y el futuro entorno marino con la IRM implantada.
9. Procesar esta información en una presentación que incluya una afirmación de que los riesgos asociados a la IRM son Tolerables sobre la base de las declaraciones "Tan bajos como sea razonablemente posible" (ALARP).

La Administración Marítima basará su decisión teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Si las herramientas y técnicas utilizadas en las evaluaciones están certificadas para el uso concreto que se les ha dado.
2. Si la presentación del promotor demuestra que la IRM cumplirá con el nivel de seguridad de la navegación marítima y respuesta ante emergencias buscado.
3. Si la ERSN contiene información suficiente para confiar en ella.
4. Si la presentación contiene información suficiente para confiar en que se han establecido o se establecerán controles de riesgos adecuados.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Desarrollo de la metodología

El proyecto de desarrollo de una metodología para evaluar los riesgos para la seguridad de la navegación marítima de los parques eólicos marinos y otros tipos de IRM fue realizado originalmente, en 2005, por el Departamento de Comercio e Industria de la Administración Marítima británica en colaboración con British Maritime Technology Renewables Ltd. Este proyecto ha ido evolucionado en Reino Unido con la estrecha colaboración de los promotores, la Administración Marítima, sus agencias y otras partes interesadas. Se llevaron a cabo por parte de la Administración Marítima británica amplias consultas e investigaciones para garantizar que la metodología fuera sólida, verificable, auditable y responsable en un contexto local, nacional e internacional. Estas características se fueron confirmando en los años transcurridos y se ampliaron en 2013 para abarcar cuestiones relativas a la respuesta ante emergencias, revisándose posteriormente en consulta con las principales partes interesadas.

2.2 Control de riesgos

La Metodología se centra en los controles de riesgo y en la preparación de una presentación o informe que demuestre que existen los controles de riesgo necesarios para que el riesgo evaluado se considere "tolerable".

El principal objetivo de estos controles es reducir el riesgo en la medida de lo razonablemente posible. Para la mayoría de los propósitos, esto es sinónimo de reducirlo al nivel más bajo razonablemente practicable (ALARP) utilizado en la guía de Evaluación Formal de la Seguridad (FSA) de la OMI, en la que se basa esta metodología de análisis de riesgo. El mero hecho de que un riesgo se sitúe en una banda "tolerable" o "ampliamente aceptable" en una Matriz de Riesgos (véase el Apéndice C), o esté por debajo de algún límite numérico, no prueba que se haya reducido a ALARP. Todavía puede ser razonablemente viable una mayor reducción, por pequeño que sea el riesgo.

2.3 Estructura

Este documento consta de dos partes:

- Metodología recomendada (descrita en el texto principal);
- Orientaciones generales y técnicas sugeridas (descritas en los Apéndices);

2.3.1 Metodología

Se recomienda a los promotores que lleven a cabo evaluaciones de los riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta ante emergencias, de acuerdo con la metodología descrita en este Anexo 3 y, en general, con las recomendaciones del Anexo 1 y las guías de los Anexos 4 y 5. También se les recomienda que presenten sus resultados de acuerdo con el formato estándar de presentación.

Al llevar a cabo estas evaluaciones, los promotores deben abordar las dos fases de la vida de la IRM relativas a la construcción y al posterior funcionamiento y mantenimiento. La evaluación de los riesgos durante la fase de desmantelamiento se abordará por separado a través del Plan de Retirada y Desguace (ver Anexo 1), y se hará según los criterios de esta metodología.

2.3.2 Orientaciones generales

Se facilitan orientaciones a los promotores para la aplicación de la metodología, en forma de apéndices que ilustran diversos métodos. Aunque los aspectos específicos de estas orientaciones no son obligatorios, se recomienda a los promotores que lleven a cabo las evaluaciones de riesgo con una de las metodologías indicadas.

3 USO Y COBERTURA DE LA METODOLOGÍA

3.1 Uso por los promotores

Esta Metodología se ha elaborado para ayudar a los promotores a preparar sus evaluaciones de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y la respuesta a emergencias para todos los tipos de IRM, y para identificar el tipo y el nivel de información que debe proporcionar el promotor de la IRM en una solicitud. En este anexo se incluye una plantilla que los promotores pueden seguir para preparar su presentación.

3.2 Cobertura de la metodología - Áreas físicas

Las principales áreas de riesgo que debe cubrir la metodología son:

- Riesgos asociados a un desarrollo de IRM
- Los riesgos acumulativos asociados a una IRM debido a la presencia de otras IRM en su zona estratégica.
- Efectos combinados sobre el riesgo del desarrollo con otras actividades económicas a lo largo de la vida operativa de la IRM.

3.3 Impactos acumulados

Deben tenerse en cuenta los efectos acumulativos y combinados, adoptando un enfoque zonal para los grandes proyectos, lo que requerirá un examen detallado del "peor de los casos".

3.4 Relación con la documentación de Seguridad Marítima

La Evaluación de Riesgos para la Seguridad de la Navegación (ERSN), elaborada mediante la aplicación de esta Metodología, sirve de base para la documentación de Seguridad Marítima necesaria para tomar una decisión sobre la autorización de un proyecto. La documentación de Seguridad Marítima debe confirmar qué recomendaciones de la ERSN se proponen, justificando

la aceptación o el rechazo de cada una de ellas. Se recomienda utilizar la misma terminología en toda la documentación para garantizar una comprensión clara de las propuestas en la fase de solicitud.

Los aspectos relativos a la seguridad de la navegación marítima y a los riesgos en la respuesta a emergencias de la Evaluación de Riesgos para Seguridad de la Navegación se basan en gran medida en las recomendaciones recogidas en el Anexo 1. En dicho Anexo se da orientación sobre los aspectos técnicos de navegación y búsqueda y salvamento (SAR) que deben tenerse en cuenta en todas las fases de desarrollo, no sólo en la fase previa a la autorización. En el Anexo 4, se profundiza en estas recomendaciones en materia de respuesta a emergencias y búsqueda y salvamento.

4 ALCANCE Y PROFUNDIDAD DE LA EVALUACIÓN

4.1 Proporcionalidad

El alcance y la profundidad de la evaluación del promotor, junto con las herramientas y técnicas necesarias para llevarla a cabo, deben ser proporcionales a la escala del proyecto y a la magnitud de los riesgos. La Administración Marítima estudiará cada evaluación caso por caso. Se aconseja a los promotores que, antes de presentar una propuesta, lleven a cabo las siguientes acciones:

- Realicen un análisis preliminar de riesgos
- Definan un programa de trabajo adecuado
- Definan las herramientas y técnicas que se utilizarán
- Estén preparados para modificar el alcance, la profundidad, las herramientas y las técnicas resultantes del riesgo evaluado a medida que avance la evaluación de riesgos.

4.2 Ejemplos de proporcionalidad

4.2.1 Desarrollo de alto riesgo o a gran escala

Un desarrollo en una zona donde los riesgos potenciales son altos, o un desarrollo a gran escala, requerirá una presentación que incluya:

- Un registro exhaustivo de peligros
- Una evaluación detallada y cuantificada del riesgo para la navegación
- Una evaluación preliminar de la búsqueda y el salvamento o una visión general de los requisitos acordados con la Administración Marítima
- Una evaluación preliminar de la respuesta a emergencias o una visión general de los requisitos acordados con la Administración Marítima
- Un registro exhaustivo de control de riesgos.

4.2.2 Desarrollo de bajo riesgo o a pequeña escala

Un desarrollo en una zona donde los riesgos potenciales son menores, o un desarrollo a pequeña escala, podría requerir una presentación basada en una:

- Lista de peligros
- Evaluación del riesgo de navegación basada en técnicas cualitativas como el "juicio de expertos".
- Visión general de la búsqueda y el salvamento, según los requisitos acordados con la

Administración Marítima

- Visión general de la respuesta en caso de emergencia, según los requisitos acordados con la Administración Marítima
- Lista de control de riesgos.

4.3 Evaluación o visión general preliminar de las operaciones de búsqueda y salvamento

La IRM puede presentar riesgos para la seguridad marítima que generen la necesidad de operaciones de búsqueda y salvamento o pueden dificultar operaciones de búsqueda y salvamento no relacionadas con el propio desarrollo.

Por lo tanto, la evaluación preliminar debe considerar en primer lugar todas aquellas características de la propuesta que puedan plantear problemas a los servicios de emergencias.

Estas consideraciones a tener en cuenta incluirán, entre otras, la detección, localización y rescate de personas, buques o aeronaves en situación de peligro o emergencia y, el funcionamiento seguro de los medios de rescate dentro y cerca de la IRM por parte de: otros buques, Centros de Coordinación de Salvamento (CCS), helicópteros y aeronaves SAR, buques y remolcadores de salvamento, embarcaciones “salvamares” y “guardamares” de Salvamento Marítimo y otros medios de rescate.

Posteriormente, junto con los detalles sobre el cumplimiento del tipo de turbina propuesta se incorporarán los aspectos relativos al Plan de Actuación ante Emergencias que aborden la señalización individual de la turbina, la iluminación, el control del rotor y la góndola, el refugio de emergencia y los enlaces de comunicaciones. Esta información deberá vincularse al Plan de Autoprotección de las instalaciones y al Sistema de Gestión de la Seguridad propio del promotor. Se recomienda discutir y acordar con la Administración Marítima los aspectos de seguridad marítima de dicho plan. En particular, debe tomarse nota de las recomendaciones que formule Salvamento Marítimo con respecto a las operaciones de aeronaves y helicópteros dentro y en las inmediaciones de la IRM, así como de los requisitos de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Debido a que no existen instalaciones de IRM en España, los riesgos de seguridad de las estructuras IRM para el rescate de personas, no forma parte en la actualidad de la formación del personal de Salvamento Marítimo. Para garantizar el rescate rápido y eficaz de personas heridas o enfermas desde el interior de las IRM, se recomienda que los promotores y operadores creen equipos humanos con capacidad técnica de rescate sobre el terreno. Dichos equipos podrían estar formados por técnicos u otros empleados que hayan recibido la formación y cualificación pertinentes en técnicas y procedimientos de rescate y ayuda médica inmediata. Estos equipos constituirían la respuesta primaria para extraer a una persona herida o enferma del interior de una IRM y llevarla a una zona accesible para su posterior evacuación por una unidad SAR. Lo más probable es que la evacuación se realice desde una zona de cabrestante de helicóptero o desde un buque o embarcación.

La experiencia en otros países como UK es que la realización de ejercicios y simulacros en la zona, incluso antes de que comience la construcción de la IRM son muy valiosos para evaluar y normalizar procedimientos operativos y garantizar que las operaciones SAR dentro y en las proximidades de las IRM se comprenden plenamente.

La evaluación debe dar detalles de los medios de Salvamento Marítimo más cercanos al emplazamiento, como: CCS, helicópteros y aeronaves, buques, remolcadores, “salvamares”, “guardamares” y otras embarcaciones con capacidad para el rescate de personas como las operadas por Cruz Roja. En algunas circunstancias, los buques y embarcaciones de superficie serán el medio de salvamento más adecuado desde el interior de las IRM.

Posteriormente, la evaluación definitiva podrá incluir, si la Administración Marítima lo considera oportuno:

- Evaluación de la planificación de recursos
- Evaluación de la planificación de la respuesta ante emergencias

La Administración Marítima informará a los promotores de sus requisitos específicos a este respecto.

4.4 Evaluación o visión general preliminar de la respuesta a emergencias requerida para los vertidos de sustancias peligrosas y contaminantes

Los promotores deben familiarizarse con el “Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina” (SRN), aprobado en el Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre. Dicha contaminación, que incluye petróleo y diversas sustancias peligrosas, puede ser el resultado de incidentes ocurridos dentro o cerca de una IRM.

La evaluación preliminar debe determinar la probabilidad de que se produzca un incidente de este tipo, basándose en la evaluación general de los riesgos para la navegación y en los tipos de buques que se espera encontrar en las proximidades. Deben considerarse las consecuencias potenciales de un incidente de este tipo para la gente de mar, el medio ambiente y la población costera.

Deberá especificarse cualquier circunstancia creada por el desarrollo de la IRM que pueda afectar negativamente a las operaciones de lucha contra la contaminación emprendidas por las autoridades competentes. Estas circunstancias deben incluir las operaciones de lucha contra la contaminación relacionadas con incidentes no causados por el desarrollo en sí, pero hacia cuya zona puede derivarse la contaminación resultante.

Al igual que para las operaciones de búsqueda y rescate, la evaluación definitiva podrá incluir:

- Evaluación de la planificación de recursos para la lucha contra la contaminación
- Evaluación de la planificación de la respuesta a emergencias por contaminación

La Administración Marítima informará a los promotores de sus requisitos específicos a este respecto.

4.5 Requisitos para evaluaciones más detalladas de operaciones SAR o de respuesta a emergencias por contaminación

En función de la evaluación preliminar, la Administración Marítima puede exigir que se lleve a cabo posteriormente una evaluación más detallada de las operaciones SAR o de la respuesta a emergencias por contaminación como condición para la autorización. Además, cuando los resultados de la evaluación preliminar indiquen que es posible una alta frecuencia de incidentes

o que estos puedan tener unas consecuencias muy graves, se exigirá una evaluación completa antes de conceder la autorización.

5 OBJETIVO DE SEGURIDAD DE LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA

5.1 Principios propuestos para la seguridad de la navegación

El principio general será el de reducir el riesgo a "tan bajo como sea razonablemente posible" (ALARP).

5.2 Implicaciones del enfoque de navegación propuesto

La seguridad de la navegación tendrá que monitorizarse y gestionarse durante toda la vida útil de una IRM. La gestión de la seguridad a lo largo de la vida incluirá:

- Mantener al día la evaluación de los riesgos para la seguridad de la navegación marítima y la respuesta a emergencias
- Actualización de otras evaluaciones de riesgos
- Actualización de la mitigación de riesgos y los controles de riesgo (incluida la provisión de activos)
- Disponer de una política de seguridad
- Comprometerse a cumplir las orientaciones más recientes de la Administración Marítima.
- Cumplir los requisitos de iluminación y señalización de conformidad con el Anexo 1 y con la norma O-139 de la IALA.
- Ejecutar un Plan de Actuación ante Emergencias eficaz, como parte del Plan de Autoprotección
- Disponer de un Plan Interior Marítimo
- Mantener al día todos los planes del Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS), incluido el Plan de seguridad en las operaciones
- Mantener una cultura de la seguridad y que esto se refleje en el SGS
- Disponer de un proceso de revisión continua del SGS a lo largo de la vida de la IRM.

Dado que las obras se realizarán después de que se haya concedido la autorización, en la fase de solicitud de autorización el promotor deberá comprometerse a realizar una evaluación de los riesgos para la seguridad de la navegación y para la respuesta en caso de emergencia:

- Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación marítima (ERSN)
- Aplicar las medidas de reducción de riesgos y los controles de riesgos (incluida la provisión de activos) enumerados en la solicitud.
- Llevar a cabo revisiones periódicas de las evaluaciones de riesgos para mantener los niveles de riesgo al mínimo posible.
- Llevar a cabo las evaluaciones de riesgos para la búsqueda y rescate y para la respuesta a emergencias necesarias tras la autorización.
- Poner en marcha, operar y ejercitar el Plan de Autoprotección de la IRM, y en especial el Plan de Actuación ante Emergencias como parte del anterior
- Establecer y revisar periódicamente el Plan Interior Marítimo de la IRM
- Operar de acuerdo con un Plan de Seguridad en las Operaciones, como parte del SGS
- Definir una política de seguridad y poner en marcha un Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS) con respecto a la IRM.
- Adoptar medidas que creen una cultura de la seguridad y, en general, cumplir con las

recomendaciones para el SGS incluidas en el Anexo 1.

6 VISIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

6.1 Principales características de la metodología para alcanzar los objetivos de seguridad en la navegación marítima

Las características clave de la metodología para realizar una Evaluación de Riesgos para la Seguridad de la Navegación (ERSN) son: la evaluación de riesgos (con el apoyo de técnicas y herramientas adecuadas), la creación de un registro de peligros, la definición de un registro con los controles de riesgos necesarios para alcanzar un nivel de riesgo tolerable y la preparación de una argumentación razonada que justifique un consentimiento positivo.

Tabla 1. Objetivos de la metodología de la ERSN

Objetivos de la ERSN basada en una evaluación formal de la seguridad	
1	Definir un alcance y una profundidad de la ERSN proporcionales a la escala del desarrollo y a la magnitud de los riesgos.
2	Estimar el nivel de riesgo del "caso base", situación actual de la zona.
3	Predecir el nivel de riesgo del "caso futuro", situación futura de la zona.
4	Crear un registro de peligros
5	Definir los controles de riesgo y crear un registro de control de riesgos
6	Predecir el nivel de riesgo del "caso base" con la IRM
7	Predecir el nivel de riesgo del "caso futuro" con la IRM
8	Presentación de los resultados

6.2 Técnicas adecuadas de evaluación de riesgos

Existe una amplia gama de técnicas de evaluación de riesgos y la selección de las técnicas debe ser:

- Proporcional a la escala del desarrollo y a la magnitud del riesgo
- Aceptable para la Administración Marítima.

Entre las técnicas y herramientas apropiadas para aspectos de desarrollos específicos se incluyen:

- Dictamen de expertos
- Evaluación cualitativa
- Cálculos cuantitativos
- Simulaciones
- Ensayos
- Análisis de la situación real.

Se pueden utilizar varios enfoques para la evaluación del riesgo, utilizando las técnicas y herramientas mencionadas. Las técnicas seleccionadas deberán justificarse en la presentación de la ERSN (véase el Apéndice D2).

6.3 Integridad de la evaluación de riesgos

Es importante que la evaluación de riesgos tenga un alto grado de integridad y no se limite a citar una cifra de riesgo. La evaluación de riesgos debe utilizarse para:

- Demostrar que las actividades (es decir, navegación, búsqueda y salvamento, lucha contra la contaminación y respuesta a emergencias) seguirán siendo viables durante la construcción y el funcionamiento de la IRM.
- Producir un valor comparativo del cambio en el riesgo asociado a la actividad causado por el desarrollo.
- Evaluar la sensibilidad del riesgo a los cambios
- Identificar, evaluar y decidir los controles de riesgo apropiados.

Además, la disciplina de la evaluación de riesgos debe utilizarse para identificar las cuestiones que deben tenerse en cuenta para:

- Realizar el registro de peligros
- Seleccionar las diferentes opciones de control de riesgos.

6.4 Desarrollo progresivo de la ERSN

Se recomienda que la ERSN se desarrolle por etapas, ya que el alcance y la profundidad de cada etapa dependen de los resultados de la etapa anterior. Las etapas sugeridas son:

Etapas 1: Preliminar

- Análisis preliminar de riesgos
- Definir un programa de trabajo adecuado
- Especificar las herramientas y técnicas que se utilizarán
- Consulta preliminar a las partes interesadas en la navegación

Etapas 2: Estudio de Tráfico Marítimo (Ver Anexo 1)

- Comprender las densidades y tipos de tráfico del caso base
- Comprender las futuras densidades y tipos de tráfico

Etapas 3: Evaluación del Riesgo para la Navegación

- Estudio del clima marítimo
- Incorporación de datos de otros estudios a la evaluación
- Evaluación del tráfico en la zona
- Evaluación específica del tráfico (si procede)

Etapas 4: Evaluación formal de la seguridad

- Identificación de riesgos

- Evaluación de riesgos
- Registro de peligros
- Registro de control de riesgos
- Análisis coste-beneficio, si procede.

Etapas 5: Otras evaluaciones

- Evaluación o visión general de la búsqueda y rescate
- Evaluación o visión general de la respuesta a emergencias por contaminación
- Evaluación de riesgos específicos durante la fase de construcción
- Evaluación de riesgos específicos durante la fase de desmantelamiento

Etapas 6: Antes de la construcción. Presentación de la ERSN inicial a la Administración Marítima

- Presentación de la ERSN inicial
- Análisis y estudio de las deficiencias encontradas por la Administración (si las hubiere)
- Consulta a las partes interesadas en la navegación, informando de los resultados de la ERSN inicial
- Incorporación de cambios a la ERSN
- Nueva presentación a la Administración Marítima de la ERSN inicial (si fuera necesario)

Etapas 7: Después de la construcción. Presentación de la ERSN definitiva a la Administración Marítima

- Incorporación de estudios posteriores a la construcción, como el Estudio de Recepción Radioeléctrica
- Presentación de la ERSN definitiva
- Análisis y estudio de las deficiencias encontradas por la Administración (si las hubiere)
- Consulta a las partes interesadas en la navegación, informando de los resultados de la ERSN definitiva
- Incorporación de cambios a la ERSN
- Nueva presentación ante la Administración Marítima de la ERSN definitiva (si fuera necesario)

Etapas 8: Durante la explotación. Actualización de la ERSN

- Por cambios en el desarrollo que afecten a la ERSN
- Por cambios normativos que afecten a la ERSN
- Presentación ante la Administración de la ERSN actualizada

Etapas 9: Antes del desmantelamiento. Actualización de la ERSN

- Evaluación de riesgos específicos durante la fase de desmantelamiento
- Presentación ante la Administración la ERSN actualizada

7 MECANISMO DE EVALUACIÓN DE LA TOLERABILIDAD DEL RIESGO PARA LA SEGURIDAD DE LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y LA RESPUESTA A EMERGENCIAS

7.1 Tolerabilidad de los riesgos individuales

Los promotores deben tratar de llegar a un acuerdo con las partes interesadas para que los riesgos del registro de peligros se reduzcan a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP). La falta de acuerdo puede dar lugar a retrasos u objeciones de las partes interesadas en el proceso de concesión de licencias y autorizaciones.

7.1.1 Riesgo

Para cada entrada del registro de peligros, el riesgo se evaluará en función de una matriz de riesgos que tiene en cuenta la probabilidad/frecuencia así como la gravedad/consecuencia tal y como se describe en el Apéndice C. En este Apéndice se muestran ejemplos de puntuación de riesgos de la OMI. Los promotores pueden utilizar otros sistemas de puntuación de riesgos si así lo desean.

- No habrá riesgos inaceptables
- Todos los riesgos evaluados como tolerables se someterán a una evaluación del cumplimiento de las normas y de los controles de riesgo propuestos. Deben considerarse otras opciones de control del riesgo hasta el punto en que un mayor control del riesgo sea manifiestamente desproporcionado (es decir, el principio ALARP). Deberá realizarse una justificación de que no se puede aumentar el control del riesgo y una declaración ALARP.

7.1.2 Pruebas

Para cada entrada del registro de peligros se enumerarán las pruebas en las que se basa dicha evaluación del riesgo como, por ejemplo, la opinión de expertos o cálculos cuantitativos.

7.1.3 Controles de riesgo

Para cada entrada del registro de peligros se enumerarán los controles de riesgos que se proponen.

7.2 Tolerabilidad de las repercusiones sociales

Es poco probable que la reducción de todos los riesgos del registro de peligros a un nivel ALARP sea suficiente para garantizar que se eliminen las posibles repercusiones sociales de un accidente. Esto se debe a que muchos de los riesgos están interrelacionados tanto en causa como en consecuencia y a que las partes afectadas pueden tener diferentes percepciones de las consecuencias de un accidente. Por lo tanto, como mínimo, será necesario realizar una evaluación global de las repercusiones sociales del riesgo para los riesgos importantes como los de colisión, abordaje y varada. El resultado de dichas evaluaciones se agregará en una columna del registro de peligros.

El nivel de riesgo puede determinarse en la curva FN, donde se visualiza la frecuencia acumulada (F) de un accidente frente al número (N) de víctimas mortales, analizando los siguientes casos en la zona prevista para la IRM:

- 1) Caso base

- Con el tráfico actual, el entorno marino existente sin la IRM
- El riesgo de este caso se debe suponer tolerable

2) Caso base con IRM

- Con el tráfico actual, el entorno marino existente añadiendo la IRM
- El cambio con respecto al caso base anterior debe evaluarse y juzgarse con arreglo a los criterios ALARP.

3) Caso futuro

- Con el futuro tráfico, el futuro entorno marino sin la IRM
- El riesgo de este caso se debe suponer tolerable

4) Caso futuro con IRM

- Con el futuro tráfico, el futuro entorno marino añadiendo la IRM
- El cambio con respecto al caso futuro anterior debe evaluarse y juzgarse con arreglo a los criterios ALARP.

Tanto estos cálculos como sus resultados se basarán en el uso de herramientas y técnicas aceptables para la Administración Marítima.

Es probable que estos valores de cambio y su tolerabilidad dependan de una serie de variables utilizadas en la evaluación de un IRM. Entre ellas se incluirán el tamaño de la zona marítima y su batimetría y, por tanto, el espacio marítimo disponible para maniobrar, así como las variaciones en las operaciones marítimas que tengan lugar en dicha zona. Cuanto mayor sea el espacio marítimo disponible, menor será la relación entre el IRM y el riesgo del caso base.

8 FORMATO ESTÁNDAR DE UNA PRESENTACIÓN

8.1 Contenido de una evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta a emergencias (ERSN): Presentación de resultados

Se invita a los promotores a presentar sus evaluaciones en el siguiente formato:

Tabla 2. Contenido de una presentación de evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y la respuesta a emergencias

Sección	Contenido	Comentario del contenido	Información complementaria
1	Resumen		
2	Declaración del nivel de riesgo para la navegación respaldada por un argumento razonado y pruebas	<p>Debe redactarse de forma que, si se lee por separado del resto del documento, el lector pueda entender lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el promotor afirma que la IRM alcanzará el nivel deseado de seguridad de la navegación marítima • El razonamiento y las pruebas en que se basa dicha afirmación <p>Debe incluir:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Declaración del nivel de riesgo para la seguridad de la navegación b. Argumento razonado en el que se apoya dicha declaración c. Resumen de las pruebas realizadas y sus resultados 	
3	Descripción de las herramientas y técnicas utilizadas	Incluirá una descripción detallada de las herramientas y técnicas utilizadas, así como su justificación. Esto será necesario para lograr la "aceptación" de las herramientas y técnicas por parte de la Administración.	Apéndice D1, D2 y D3
4	Descripción del entorno marino	<p>Esta descripción debe incluir:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. El entorno marino actual b. El futuro entorno marino 	Apéndice C1

5	Descripción del desarrollo de la IRM y su influencia en el entorno marino	Esta descripción debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> a. La IRM propuesta b. Cualquier otra opción de desarrollo c. El futuro entorno marino 	Apéndice C1
6	Estudio del tráfico marítimo	Este estudio debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> a. Densidades y tipos de tráfico actuales b. Densidades y tipos de tráfico previstos c. El efecto de la IRM en las densidades y tipos de tráfico actuales d. El efecto de la IRM en las densidades y tipos de tráfico futuros 	<ul style="list-style-type: none"> • Anexo 1 (3.4) • Apéndices B1 y B2
7	Evaluación del tráfico en la zona	Esta evaluación debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> a. La evaluación de todo el tráfico tanto en la zona adyacente de la IRM como en la propia zona IRM (con los datos obtenidos del ETM) b. La evaluación del movimiento de los buques en navegación c. La evaluación del comportamiento real de los buques ante el COLREG 	<ul style="list-style-type: none"> • Anexo 1 (3.5) • Apéndices D1 y D4
8	Evaluación específica del tráfico (si es necesaria)	Esta evaluación debe incluir: <ul style="list-style-type: none"> a. Identificación de los buques que requieren zonas de navegación y maniobra más amplias. b. Composición de la guardia en el puente c. Maniobrabilidad de los buques d. Efecto de las interferencias en los radares marítimos. e. Casos de averías en los buques 	<ul style="list-style-type: none"> • Anexo 1 (3.6) • Apéndice D1 y D5
9	Evaluación del riesgo para la navegación	La evaluación de riesgos debe incluir los resultados de las evaluaciones anteriores aplicados al: <ul style="list-style-type: none"> a. Caso base b. Caso futuro c. Caso base con IRM d. Caso futuro con IRM 	Apéndice D1

		<p>e. Opciones de futuro</p> <p>f. Un resumen de los riesgos para la seguridad de la navegación que figuran en el registro de peligros y los controles de riesgos establecidos para gestionarlos.</p>	
10	Evaluación o visión general de la búsqueda y el salvamento	<p>La evaluación depende del nivel acordado con la Administración Marítima. En los proyectos de alto riesgo, puede incluirse antes o después de la autorización inicial previa a la construcción. Debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificación de recursos • Estrategia de prevención • Evaluación del Plan de Actuación ante emergencias 	Apartado 4.3
11	Evaluación o visión general de la respuesta a emergencias por contaminación	<p>Evaluación dependiente del nivel acordado con la Administración Marítima. En los proyectos de alto riesgo, puede incluirse antes o después de la autorización inicial previa a la construcción. Debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del Plan interior Marítimo 	Apartados 3.4 y 3.5
12	Resumen de los principales peligros	<p>Un resumen de los principales peligros, cómo se han evaluado, cómo se controlarán y qué ensayos se han realizado para desarrollar la evaluación o los controles. Los "Peligros Principales" más probables que deben resumirse son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colisión y abordaje con otros buques y con estructuras de la IRM • Varada • Contacto con los cables o los elementos de fondeo • Interferencias con las comunicaciones, radares, etc. 	Apéndices F1 y F2
13	Registro de peligros	<p>El registro debe incluir:</p> <p>a. Resumen de los riesgos tolerables, ALARP e intolerables</p> <p>b. Representación gráfica de todos los riesgos en una matriz</p>	Apéndices C4, C5 y C6
14	Registro de control de riesgos	Una visión general de los controles de riesgo para cada uno de los riesgos del Registro de Peligros.	Apéndice E1

15	Sistema de Gestión de la Seguridad	<p>Un compromiso con lo planeado a través de un Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS) incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualización de las evaluaciones de riesgos • Completar las carencias que pudiera haber en las evaluaciones • Una política de seguridad • Plan de Mantenimiento • Plan de seguridad en las operaciones • Plan de Autoprotección, que incluye el Plan de Actuación ante Emergencias • Plan Interior Marítimo • Otros planes previstos en el SGS (Anexo 1, apartado 7.2) • Programa de seguimiento y revisión del SGS 	
----	------------------------------------	---	--

8.2 Anexos explicativos

Si procede, pueden incluirse anexos explicativos para ampliar la información facilitada en la presentación:

Tabla 3. Anexos de una presentación de evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta a emergencias

	Anexo	Comentario del anexo
A	Información general	
B	Escenario	<p>Debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Densidades y tipos de tráfico del caso base b. Nivel de tráfico previsto c. Entorno marino: elaboración de un análisis técnico y operativo específico
C	Identificación de peligros y evaluación de riesgos	<p>Debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Exposición de influencias específicas que afectan al nivel de riesgo b. Registro de peligros, como tabla o base de datos

D	Técnicas e instrumentos de evaluación adecuados	<p>Debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Evaluación del riesgo en la seguridad de la navegación b. Evaluación o visión general de las operaciones de búsqueda y salvamento c. Evaluación o visión general de la respuesta a emergencias por contaminación d. Selección de técnicas aceptables para la Administración Marítima e. Demostración de que los resultados de dichas técnicas son aceptables para la Administración Marítima
E	Determinar los controles de riesgo	<p>Debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Registro de controles de riesgos, como tabla o base de datos

8.3 Distribución electrónica

La presentación y sus anexos deberán poder entregarse electrónicamente, por ejemplo, en formato PDF, como archivos disponibles en servidores de descarga, por correo electrónico, etc., o por otros medios acordados con la Administración Marítima.

9 PROCESO SEGUIDO POR LA ADMINISTRACIÓN MARÍTIMA PARA EVALUAR LA ERSN PRESENTADA POR EL PROMOTOR

9.1 Introducción

Esta sección indica el proceso que seguirá la Administración Marítima para evaluar las propuestas.

9.2 Objeto de la ERSN

La Administración Marítima buscará lo siguiente en la ERSN presentada por un promotor:

1. Una afirmación respaldada de que, si se aplican y mantienen los controles de riesgo previstos, la IRM propuesta alcanzará el nivel de seguridad en la navegación marítima buscado.
2. Información suficiente para que la Administración Marítima, Salvamento Marítimo y otras partes interesadas confíen en la evaluación.
3. Una declaración de que se aplicarán los controles de riesgo propuestos.

9.3 Evaluación de la información presentada

La Administración Marítima evaluará si la documentación presentada incluye información que demuestre que:

1. Los requisitos de seguridad en la navegación marítima se han identificado correctamente sobre la base de la evaluación formal de la seguridad
2. La presentación hace una exposición sobre los requisitos de seguridad que indiquen:
 - a. Se ha cumplido la normativa de aplicación
 - b. Se han establecido controles de riesgo
 - c. Los riesgos son aceptables en términos generales, o son:
 - I. Tolerables con modificaciones
 - II. Tolerables con controles adicionales
 - III. Tolerables con vigilancia
 - d. Que un mayor control del riesgo es manifiestamente desproporcionado
3. La exposición anterior está respaldada por un argumento razonado
4. El argumento razonado se basa en pruebas obtenidas mediante herramientas y técnicas adecuadas para la evaluación de riesgos.
5. Se ha comprobado la calidad de las pruebas
6. Las herramientas y técnicas seleccionadas son aceptables para la Administración Marítima
7. Los resultados de la aplicación de las herramientas y técnicas son aceptables para la Administración Marítima, como la calibración con datos conocidos.
8. Se ha completado la lista de comprobación del Anexo 2.

9.4 Evaluación de las limitaciones de la información presentada

La Administración Marítima evaluará si la documentación presentada incluye información que demuestre que:

- Se exponen y comprenden la naturaleza, los supuestos y las limitaciones de la propia evaluación.
- La "ausencia de pruebas de un riesgo determinado" no se toma como una "prueba de ausencia de ese riesgo".

10 ORIENTACIÓN A LOS PROMOTORES EN LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Las orientaciones figuran en los apéndices siguientes:

10.1 Apéndice A: Antecedentes

A1: Resumen de la evaluación formal de la seguridad

A2: Fuentes de referencia

10.2 Apéndice B: Estudio de Tráfico Marítimo

B1: Comprensión de las densidades y tipos de tráfico del caso base

B2: Previsión de las densidades y tipos de tráfico futuros

10.3 Apéndice C: Identificación de peligros y evaluación de riesgos

- C1: Descripción del entorno marino
- C2: Identificación del peligro en el entorno marino
- C3: Evaluación del riesgo en el entorno marino
- C4: Influencias sobre el nivel de riesgo
- C5: Tolerabilidad del riesgo
- C6: Matriz de riesgos

10.4 Apéndice D: Técnicas e instrumentos de evaluación adecuados

- D1: Resumen de las técnicas de evaluación apropiadas
- D2: La selección de técnicas aceptables para la Administración Marítima
- D3: Demostración de que los resultados de las técnicas son aceptables para la Administración Marítima
- D4: Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación - técnicas de evaluación del tráfico en la zona
- D5: Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación - técnica específica de evaluación del tráfico

10.5 Apéndice E: Controles de riesgo

- E1: Creación de un registro de control de riesgos
- E2: Partes interesadas

10.6 Apéndice F: Ejemplo de lista de identificación de peligros

10.7 Apéndice G: Ejemplo de lista de comprobación para el control de riesgos

10.8 Apéndice H: Categorías, términos y referencias

- H1: Categorías de accidentes marítimos
- H2: Terminología clave
- H3: Referencias

11 APÉNDICE A: INFORMACIÓN GENERAL

11.1 A1: Resumen de la evaluación formal de la seguridad

Se espera que los promotores basen sus propuestas en una evaluación formal de la seguridad ("Formal Safety Assessment" o FSA) y aborden los problemas de navegación indicados en las recomendaciones del Anexo 1.

La metodología de la OMI se desarrolló para su uso en el proceso de elaboración de sus normas para buques implicados en el comercio internacional, pero desde su desarrollo, ha demostrado su éxito en aplicaciones marinas más generales, incluida la evaluación de riesgos de navegación en los entornos portuarios. La evaluación formal de la seguridad es un proceso de cinco pasos destinado a producir recomendaciones para la toma de decisiones.

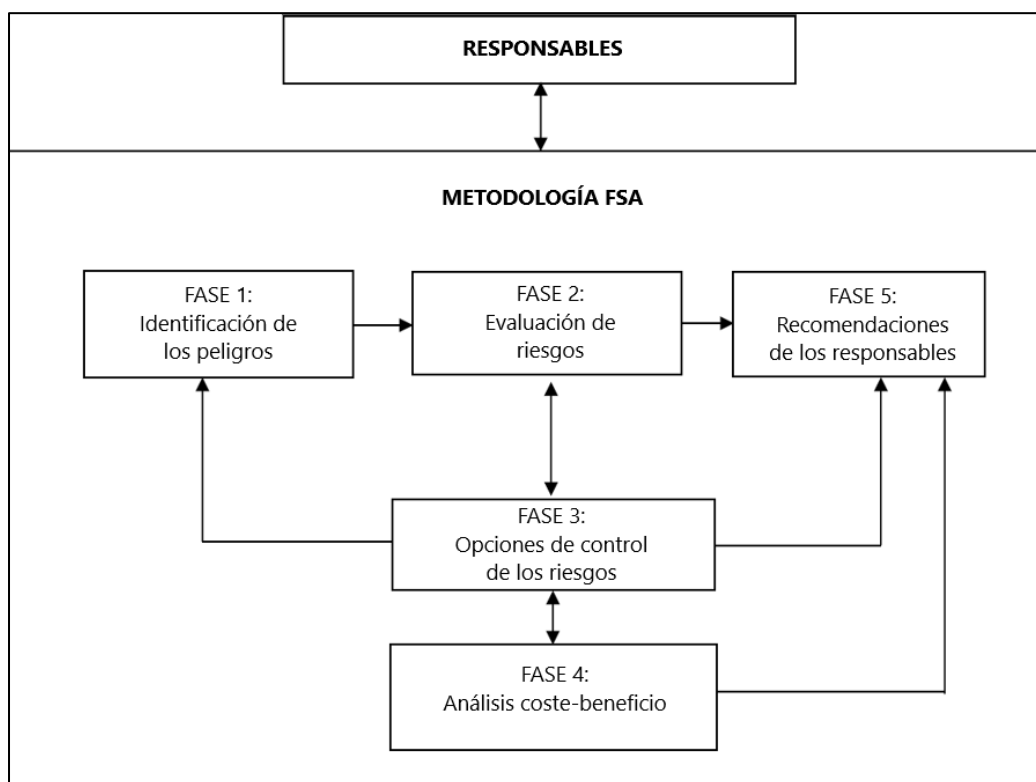


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología FSA

11.2 A2: Fuentes de referencia

Antes y durante el desarrollo por parte de la MCA de la metodología en la que se basa el presente Anexo, que abarcó de enero a agosto de 2005 y las actualizaciones de 2013 y 2021, se llevaron a cabo una serie de investigaciones de gabinete y laboratorio y, cuando fue posible, ensayos de campo en los primeros desarrollos de parques eólicos en el Reino Unido.

A continuación, se enumeran algunos de estos ensayos, informes y otros documentos en los que la MCA ha basado esta metodología.

Tabla 4. Algunos informes, ensayos y documentos en los que se basa la metodología

	Título	Fecha
1	Evaluación del impacto en la navegación de los parques eólicos marinos propuestos en el Reino Unido - Guía para promotores Agencia Marítima y de Guardacostas (MCA) Proyecto MSA 10/6/200, mayo de 2002	2002
2	Energía eólica y cuestiones de aviación - Orientaciones provisionales Grupo de trabajo sobre energía eólica, defensa e intereses de la aviación civil. ETSU W/14/00626/REP	2002
3	<u>Atlas de la navegación de recreo en el Reino Unido</u> Recopilación de las rutas de crucero y las zonas generales de navegación y regatas utilizadas por las embarcaciones de recreo en la costa del Reino Unido. Royal Yachting Association (RYA)	2008
4	Resultados de las investigaciones y evaluaciones electromagnéticas de los sistemas marinos de radar, comunicaciones y posicionamiento realizadas en el parque eólico de North Hoyle por QinetiQ y la Agencia Marítima y de Guardacostas. QINETIQ/03/00297/1.1.MCA MNA 53/10/366	2004
5	<u>Directrices sobre salud y seguridad en el sector de la energía eólica</u> Asociación Británica de Energía Eólica	2005
6	Pruebas de búsqueda y salvamento en helicóptero en el parque eólico marino de North Hoyle Informe de las pruebas SAR en helicóptero realizadas con el escuadrón 22 del vuelo "C" de la Royal Air Force Valley el 22 de marzo de 2005 MCA Proyecto MSA 10/6/239, mayo de 2005	2005
7	Interferencias de los parques eólicos marinos en las imágenes de radar Informe elaborado por la Autoridad Portuaria de Londres a partir de la experiencia del parque eólico de Kentish Flats. 2 nd NOREL WP4	2005

8	<p><u>Investigación de los efectos técnicos y operativos sobre el radar marino cerca del parque eólico marino de Kentish Flats</u></p> <p>Investigación de los efectos técnicos y operativos del cierre del radar marino to Kentish Flats Offshore Wind Farm –</p> <p>Informe de la BWEA (Asociación Británica de Energía Eólica) Abril de 2007</p>	2007
9	<p>Informe de la MCA tras los ensayos y ejercicios de aviación en relación con los parques eólicos marinos</p> <p>Resumen de las conclusiones, lecciones aprendidas y corroboración de las orientaciones publicadas sobre MCA tras los ejercicios SAR con helicópteros, ensayos y debates llevados a cabo entre 2015 y 2019.</p> <p>MCA, enero de 2019</p>	2019
10	<p>Informe de la MCA tras las pruebas de aviación en el parque eólico Hornsea Project 1</p> <p>Un informe sobre las pruebas SAR de helicópteros realizadas en un gran parque eólico para probar los distintos sistemas de la aeronave.</p> <p>MCA, noviembre de 2019</p>	2019
11	<p><u>Expectativas normativas para los dispositivos de respuesta de emergencia en el sector de las energías renovables mar adentro</u></p> <p>Documento que establece los principios que deben adoptarse para garantizar el cumplimiento de la legislación pertinente.</p> <p>Health and Safety Executive & MCA, Agosto de 2019</p>	2019

12 APÉNDICE B: ESTUDIO DE TRÁFICO MARÍTIMO

12.1 B1: Comprensión de las densidades y tipos de tráfico del caso base

Este Apéndice debe tenerse en cuenta conjuntamente con las recomendaciones del Anexo 1, apartado 3.4, sobre los Estudios de Tráfico Marítimo (ETM).

La evaluación del riesgo debe basarse en un conocimiento sólido de las densidades y tipos de tráfico en la zona. Este es uno de los elementos clave para evaluar el alcance del estudio.

12.1.1 Área de análisis

El límite de la zona de análisis debe fijarse de tal manera que una mayor extensión de dicho límite no afecte de forma apreciable a los resultados de la evaluación, es decir, que los efectos del límite del área de análisis se reduzcan al mínimo. Podría aplicarse una directriz general según la cual la zona de interés adyacente a la IRM o a los grupos de IRM debería situarse entre 1/4 y 1/3 del centro de la zona de análisis. No obstante, es responsabilidad del analista demostrar que la zona elegida es adecuada.

12.1.2 Requisitos de los datos de tráfico

Los problemas de seguridad en la navegación marítima dentro y cerca de las IRM se pueden dar en muchas situaciones, y en particular cuando hay una combinación de altos niveles de tráfico, diferentes operaciones de buques, espacios marítimos limitados y condiciones meteorológicas adversas, siendo clave considerar los impactos acumulativos en la seguridad. El riesgo también depende del tipo, tamaño y naturaleza de los buques así como de sus operaciones en la zona de estudio. Por lo tanto, la clasificación de la densidad del tráfico marítimo y las operaciones de los buques así como sus tipos, tamaños, calados, velocidades y rutas es fundamental para representar con precisión el régimen de seguridad actual y los impactos futuros.

12.1.3 Extraer información de los datos

Los resultados del estudio del tráfico deben proporcionar información sobre el tráfico en su conjunto y sobre cada clase de buque en particular con los datos disponibles. Los datos AIS por sí solos no proporcionan datos sobre todos los tamaños y tipos de buques (como por ejemplo, embarcaciones de recreo y pesqueros pequeños), por lo que deberán recopilarse datos de fuentes adicionales adecuadas, como el radar y observaciones presenciales. El tipo de datos requeridos puede variar según el tipo de modelización u otra técnica apropiada utilizada en la evaluación del riesgo, pero puede incluir parámetros como, por ejemplo:

- Las líneas de derrota y los límites de excursión de las rutas y operaciones representativas a través y dentro de la zona de estudio
- El volumen medio de tráfico de los buques que transitan por las rutas más representativas
- Las principales variaciones estacionales de la actividad del tráfico.

12.1.4 Diseño de densidades y tipos de tráfico

Una cuestión clave tras la recogida y cotejo de datos es la representación exacta de las "densidades y tipos de tráfico del caso base" en la evaluación de riesgos. Esto plantea la cuestión de si deben utilizarse valores medios, máximos o intermedios como caso base y de cuáles serían

los límites de tráfico apropiados para la evaluación. En algunos casos, podría ser apropiado identificar una media de las densidades y tipos de tráfico diarios para estas rutas u operaciones y para el área de estudio en su conjunto.

Deben identificarse las rutas y zonas operativas asociadas y utilizadas por embarcaciones de recreo, buques pesqueros, dragado de áridos y otras actividades marinas. Deberá examinarse detenidamente la variación estacional de dicho tráfico y deberán utilizarse los datos para evaluar los riesgos específicos pertinentes para estos tipos de embarcaciones, junto con su interacción con embarcaciones más grandes que puedan navegar por las rutas principales.

Los promotores deben ser conscientes de que los requisitos de reconocimiento y evaluación del tráfico abarcan todos los tipos y tamaños de buques y embarcaciones. Como se ha dicho anteriormente, muchas embarcaciones más pequeñas no estarán equipadas con el Sistema de Identificación Automática (AIS) y, por lo tanto, no se detectarán utilizando únicamente ese sistema. Del mismo modo, si las inspecciones por radar se realizan desde la costa, debe tenerse en cuenta el alcance operativo de dichos radares en función de la altura de la antena y del tamaño del buque objetivo. Cuando los buques pequeños no puedan detectarse visualmente ni por ninguno de estos dos métodos, deberán tomarse medidas alternativas para evaluar de forma equitativa los tipos de tráfico, las rutas y las operaciones en toda la zona objeto de reconocimiento. La consulta con las organizaciones que representan a estos buques o embarcaciones puede ser útil para establecer cómo se pueden obtener los datos y establecer la información sobre el nivel de confianza en la detección de buques y embarcaciones no AIS.

Además, hay que tener en cuenta que, entre las distintas categorías de buques y embarcaciones, existen diferencias en los niveles de formación de su tripulación, equipamiento a bordo y maniobrabilidad.

12.1.5 El elemento humano

Para las evaluaciones de riesgo en las que el tamaño del desarrollo o la magnitud del riesgo han requerido una evaluación del riesgo apoyada en modelos de simulación, el comportamiento típico de los buques en el cumplimiento del Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes (COLREG) debe extraerse de los datos disponibles en el ETM e incluirse en los algoritmos de evaluación. Cuando proceda, los algoritmos deberán incluir los resultados de las infracciones voluntarias de las reglas, así como de los errores de interpretación o faltas de vigilancia.

12.2 B2: Previsión de futuras densidades y tipos de tráfico

La metodología requiere que se evalúen los niveles de riesgo del "caso futuro" con y sin la IRM. Por lo tanto, en el ETM es necesario hacer una predicción de las futuras densidades y tipos de tráfico.

12.2.1 Previsión del tráfico

Deberá realizarse una previsión de la actividad futura del tráfico a intervalos de 10 años a lo largo de la vida prevista de la IRM, en función de:

- Indicadores de desarrollo del sector (previsiones de crecimiento marítimo

nacional/regional) y previsiones de desarrollo local (desarrollos razonablemente previsibles, es decir, planes de crecimiento portuario y marítimo, etc.)

- Cambios en el tamaño de los buques previstos durante el periodo de la previsión. Por ejemplo, si se prevé que un puerto de contenedores local mejore su capacidad en un 50% en los próximos 20 años, pero los buques que prestan servicio a esta instalación crecen a un ritmo similar, los volúmenes de tráfico se mantendrán invariables, aunque aumentarán el tamaño, el desplazamiento y el calado de los buques.
- Cambios futuros en todas las actividades marinas, como la pesca, la navegación de recreo, la explotación en alta mar, otras IRM, etc.

12.2.2 Herramientas de previsión del tráfico

Se pueden utilizar varias técnicas y herramientas para prever el volumen de tráfico futuro, las rutas y los tipos de buques. Estas técnicas y herramientas han de ser adecuadas para la Administración Marítima.

12.2.2.1 Tipos de buques, rutas y zonas operativas

Se pueden utilizar diversas técnicas para evaluar diversas consideraciones como por ejemplo, si el aumento de las densidades de tráfico, o de los tipos de buques, tamaños, calados, etc., y la construcción de otras IRM, podrían conducir a la inviabilidad de uso de las principales rutas u operaciones de buques debido a la ubicación de la IRM.

Los conocimientos de los usos locales junto con información sobre el comercio internacional, las operaciones pesqueras y todas las demás actividades que puedan afectar a la zona marítima serán de vital importancia en la previsión del tráfico.

También podrán usarse las evaluaciones por muestreo que utilizan crecimientos escalonados del tráfico del 20%, 40%, etc., para determinar si la inviabilidad de las principales rutas de tráfico puede llegar a ocurrir o no y con qué porcentaje de aumento de tráfico. Hay que tener en cuenta que el tráfico en una zona determinada puede reducirse o aumentar debido a diversas circunstancias.

12.2.3 Previsión estocástica

Además de las técnicas de previsión del cambio mencionadas anteriormente, algunas técnicas pueden utilizar un enfoque estocástico o probabilístico. Este método, que puede ser adecuado para algunas zonas en desarrollo, seguirá el procedimiento de revisar las tendencias históricas previas del tráfico durante los diez años anteriores o más e identificar la variabilidad de los factores relevantes. A continuación, el modelo de previsión creará varios escenarios futuros viables.

Las técnicas de previsión estocástica revisan las tendencias históricas de crecimiento anteriores (preferiblemente para un periodo de 10 años o más) desde un momento específico en relación con los principales factores económicos y de transporte, e identifican la variabilidad de estos factores. Esta variabilidad se introduce en el modelo de previsión para crear una serie de escenarios futuros viables. La previsión estocástica debe tener en cuenta las limitaciones de los datos de tráfico obtenidos del Sistema de Identificación Automática (AIS).

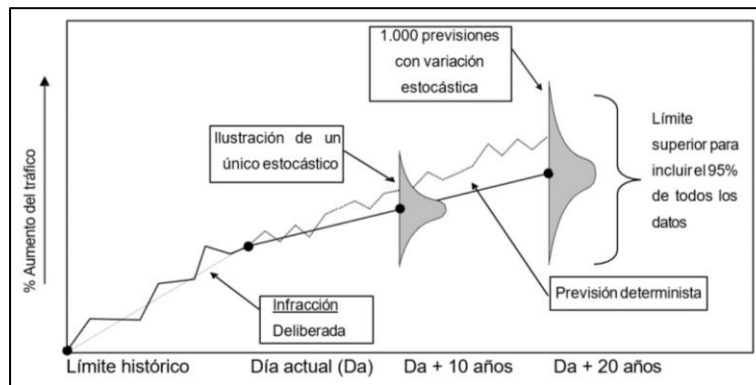


Figura 2. Método de predicción estadística

Si se utilizan previsiones estadísticas, se sugiere la adopción de un nivel de tráfico con el 95% de confianza, es decir, que sólo el 5% de los escenarios de crecimiento futuro desarrollen un tráfico superior al previsto. Este ejercicio puede realizarse combinando cada tipo de buque y nivel de tráfico.

13 APÉNDICE C: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

13.1 C1: Descripción del entorno marino

Los promotores deben utilizar el siguiente análisis como punto de partida para un análisis técnico y operativo específico del emplazamiento, incluyendo cualquier información adicional específica del emplazamiento y excluyendo (con una justificación) la información que no sea aplicable.

13.1.1 Descripción de un análisis técnico y operativo

Se espera que el análisis del promotor cubra los riesgos para la navegación, que incluirán una descripción general adecuada de la búsqueda y salvamento y de la respuesta a emergencias, así como la forma en que se evaluarán y gestionarán en todas las fases del desarrollo de la IRM.

Se espera que el análisis del promotor incluya una identificación sistemática de las actividades de buques y embarcaciones de la zona, como por ejemplo la navegación, el fondeo, la pesca, el dragado de áridos, las actividades recreativas, actividades militares, etc. De ahora en adelante a estas actividades se las denominará “actividades marítimas”. El análisis deberá incluir también:

- Posibles accidentes en la IRM derivados de las actividades marítimas
- Actividades marítimas afectadas por la IRM
- Estructuras de la IRM que podrían afectar a las actividades marítimas
- Fases de desarrollo de la IRM que podrían afectar a las actividades marítimas
- Otras estructuras y características que podrían afectar a las actividades marítimas
- Tipos de buques y embarcaciones que actúan en la zona
- Condiciones que afectan a las actividades marítimas
- Acciones humanas relacionadas con las actividades de marítimas que pudieran servir en la identificación de peligros.

Las tablas que se muestran en los siguientes apartados dan ejemplos sobre el contenido que podría tener el análisis del promotor sobre las actividades marítimas de la zona. A la hora de elaborar un análisis específico del emplazamiento, los promotores deberán utilizarlas como guía y añadir o eliminar elementos específicos del emplazamiento en cuestión, según proceda y con las justificaciones oportunas.

13.1.2 Posibles accidentes derivados de las actividades marítimas- Ejemplos

Tabla 5. Accidentes potenciales derivados de las actividades marítimas

H1	Categoría de accidente
1	Riesgos generales para la seguridad de la navegación
	a. Colisión/Contacto
	b. Abordaje
	c. Embarrancamiento y varada
2	Otros riesgos para la seguridad de la navegación
	a. Zozobrar
	b. Volcar
	c. Incendio
	d. Explosión
	e. Pérdida de integridad del casco

	f. Inundación
	g. Accidentes relacionados con la maquinaria del buque
	h. Accidentes relacionados con la carga del buque
	i. Accidentes con sustancias peligrosas
	j. Accidentes del personal
	k. Accidentes del público en general y de las poblaciones costeras
	l. Electrocución
3	Riesgos para la seguridad aérea
	a. Accidentes de aviación
4	Otros riesgos para la seguridad
	a. Sucesos de alta probabilidad
	b. Resultados de alta gravedad
	c. Eventos de baja confianza / alta incertidumbre
5	Búsqueda y salvamento (véase Anexo F Tabla 28 Ejemplo de identificación de peligros)
	a. En general
	b. De externo a interno
	c. De interno a interno
	d. De interno a externo
	e. De externo a externo
	f. Peor caso
6	Respuesta a emergencias
	a. En general
	b. De externo a interno
	c. De interno a interno
	d. De interno a externo
	e. De externo a externo
	f. Peor caso

13.1.3 Posibles actividades marítimas afectadas por una IRM- Ejemplos

Tabla 6. Actividades marítimas afectadas por una IRM

H2	Actividades marítimas
1	Todas
2	Navegación
	Navegar u operar cerca, alrededor o a través de una IRM
	Navegar u operar dentro de una IRM
	Tráfico internacional
	Tráfico nacional
	Tráfico de cabotaje
	Tráfico marítimo de corta distancia
	Buques pesqueros
	Embarcaciones de recreo
	El resto del tráfico marítimo

3	Operaciones pesqueras
	Buques individuales
	Buques en flota y otros que pescan muy cerca
	Pesca estática (como pesca con nasas, palangres, etc.)
	Móvil (como pesca de arrastre)
	Redes de enmalle de deriva
4	Actividades recreativas
	Navegación recreativa a vela y a motor
	Uso de artefactos flotantes unipersonales (por ejemplo, motos náuticas, piragüismo, kayak, tablas de surf)
	Windsurf
	Kitesurf
	Buceo recreativo o deportivo
5	Fondeo
	Fondeo normal
	Fondeo de emergencia
6	Otras operaciones marítimas cerca o dentro de una IRM
	Dragado de áridos, dragado o vertido de escombros
	Buceo comercial
	Operaciones de construcción
	Operaciones de mantenimiento
	Operaciones de desmantelamiento
	Operaciones de petróleo y gas
	Operaciones de salvamento
	Tendido de cables
	Instalación de tuberías
	Embarque y desembarque de pilotos
7	Actos colectivos náuticos y pruebas náutico-deportivas
	Regatas y competiciones
	Procesiones náuticas

13.1.4 Estructuras de las IRM que podrían afectar a las actividades de buques y embarcaciones- Ejemplos

Tabla 7. Estructuras de las IRM que podrían afectar a las actividades de navegación

H3	Estructuras
1	Aerogeneradores (flotantes o fijos)
	a. Tipo de cimentación o sistema de fondeo
	b. Pieza de transición
	c. Torre
	d. Góndola
	e. Palas
	f. Plataformas y accesorios de superestructura
2	Dispositivos de energía de las olas fijos y flotantes
	a. Montaje en el fondo marino

	b. Flotante horizontal o vertical
	c. Tipo de cimentación
3	Dispositivos de energía mareomotriz flotantes y fijos
	a. Montaje en el fondo marino
	b. En suspensión a media agua
	c. Flotante horizontal o vertical
	d. Tipo de cimentación
	e. Cuchillas expuestas o cerradas
4	Instalaciones en alta mar
	a. Subestación
	b. Habilitación
5	Cable
	a. Cable de exportación
	b. Cableado entre generadores
	c. Cableado de la subestación
6	Instalaciones submarinas, incluido el material antiincrustante
7	Sujeción
	a. Cimentación
	b. Sistema de fondeo

13.1.5 Fases de desarrollo de la IRM que podrían afectar a las actividades de buques y embarcaciones- Ejemplos

Tabla 8. Fases de desarrollo de la IRM que podrían afectar a las actividades de navegación

H4	Fase de desarrollo
1	Todas las fases
2	Antes de la construcción
3	Construcción
4	Explotación
5	Mantenimiento
6	Desmantelamiento

13.1.6 Otras estructuras y características que podrían afectar a las actividades marítimas- Ejemplos

Tabla 9. Otras estructuras y elementos que podrían afectar a las actividades de navegación

H5	Otras estructuras y características
1	Pecios
2	Instalaciones de petróleo y gas (existentes y previstas)
3	Otros IRM (existentes y previstos)
4	Otras zonas de exclusión o seguridad
5	Caladeros
6	Zonas de dragado y vertido
7	Zonas de inmersión

13.1.7 Tipos de buques que participan en actividades marítimas – Ejemplos

Tabla 10. Tipos de buques que participan en actividades marítimas

H6	Tipos de buques
1	Todos
2a	Buques de carga
	a. Carga general
	b. Cargas especiales
	c. Graneleros
	d. OBO
	e. Quimiqueros
	f. Petroleros o de productos
	g. Gaseros (LPG, LNG)
	h. Buques portacontenedores
	i. Ro-Ro
2b	Buques de pasaje
	a. Cruceros
	b. Ferries
2c	Naves de alta velocidad (HSC)
	a. Ferries de alta velocidad
	b. Otras embarcaciones comerciales de alta velocidad
3	Buques pesqueros
	a. Procesado de pescado
	b. Buques y embarcaciones pesqueras (varios tipos y operaciones)
4	Embarcaciones de recreo
	a. Veleros y yates
	b. Lanchas a motor
	c. Pequeñas motos acuáticas
	d. Barcas a remo
	e. Pesca deportiva
	f. Windsurf
	g. Kitesurf
	h. Grandes buques de recreo
	i. Submarinos de recreo y embarcaciones de apoyo al buceo
5	Buques fondeados
	a. Todos
6	Otros buques operativos
	a. Barcazas
	b. Barcaza de carga seca
	c. Barcazas cisterna
	d. Buques de producción y apoyo offshore
	e. Buques y embarcaciones de salvamento

	f. Dragas
	g. Remolcadores de puerto y de altura
7	Buques militares
	a. Buques de guerra de superficie
	b. Submarinos
	c. Patrulleras
8	Otros buques
	a. Hidroaviones
	b. Embarcación de ala fija (WIG)
	c. Hovercraft

13.1.8 Condiciones que afectan a las actividades marítimas- Ejemplos

Tabla 11. Condiciones que afectan a las actividades marítimas

H7	Condiciones
1	Todas
2	Clima
	a. Visibilidad limitada (niebla, bruma, neblina, precipitaciones)
	b. Fuerza y dirección del viento
	c. Estado de la mar
	d. Heladas
	e. Condiciones de luminosidad
3	Mareas y corrientes locales
	a. Corrientes locales
	b. Alturas de las mareas y corrientes de marea
4	Hora del día
	a. Noche
	b. Amanecer
	c. Día
	d. Atardecer
5	Circunstancias
	a. Navegación buscando refugio
	b. Buque limitado por su calado
	c. Buque dedicado a la pesca
	d. Buque sin gobierno
	e. Buque con capacidad de maniobra restringida
	f. Buques remolcados
6	Electrónica
	a. Buques en navegación sin AIS (que no tienen obligatoriedad de llevarlo) o con el AIS desactivado
	b. Interferencias en los radares marinos, la navegación y las comunicaciones
7	Otros
	a. Remolinos y otras condiciones locales

13.2 C2: Identificación de peligros en el entorno marino

Los accidentes marítimos suelen ser el resultado de una cadena de acontecimientos más que de una única causa y a menudo implican errores humanos, ya sea en la causa del accidente o en la respuesta al mismo.

La creación del Registro de Peligros dependerá de las complejidades de la IRM en relación con los riesgos para la navegación y para las respuestas ante emergencias. Debería incluir un conjunto adecuado de escenarios de incidentes o accidentes, con sus causas y resultados potenciales, para formular pruebas objetivas que sean empíricamente reproducibles en la medida de lo posible.

Por lo tanto, el registro de peligros debe contener elementos que puedan:

- Producir escenarios de accidentes verificables cuantitativa y cualitativamente
- Proporcionar datos suficientemente detallados para poder evaluar los factores de riesgo de dichos peligros, que sería el siguiente paso a dar en la ERSN.

13.2.1 Cadenas causales

La FSA de la OMI fomenta el uso de cadenas causales en la evaluación de riesgos, ya que reconoce que muchos accidentes serán el resultado de cadenas complejas de acontecimientos, con una diversidad de causas y una serie de consecuencias.

La cadena causal utilizada aquí es:

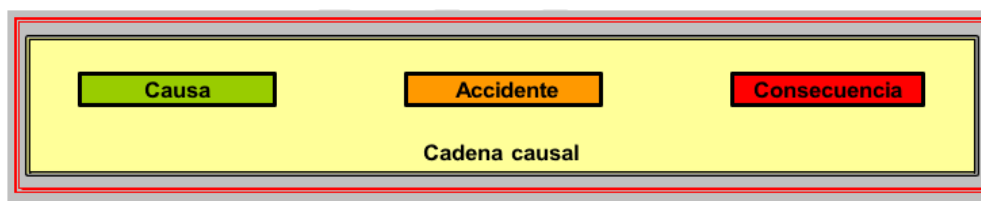


Figura 3. Resumen de las cadenas causales

13.2.2 Elemento humano

La FSA subraya la importancia del elemento humano. Afirma que *"el elemento humano es uno de los aspectos que más contribuyen a causar y evitar accidentes. Las cuestiones relacionadas con el elemento humano deben tratarse sistemáticamente en el marco de la FSA"*. El siguiente diagrama enumera las principales causas de "error humano", aquí definidas como causas directas de una acción insegura, reconociendo que algunos actos son intencionados mientras que otros no lo son.



Figura 4. Visión general del elemento humano

13.2.3 Cumplimiento del Reglamento para Prevenir los Abordajes en el Mar (RIPA/ COLREG)

La Identificación de peligros debe investigar y determinar claramente en qué zonas de la IRM hay más probabilidad que los buques se desvíen, ya sea como acción intencionada o no intencionada, del Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en el Mar de 1972, enmendado (conocido como COLREG o RIPA en castellano).

Esto puede incluir cualquier efecto que la IRM pueda en la navegación de los buques, como por ejemplo, interferencias en: la visibilidad de sus luces de navegación, en las marcas de navegación en tierra y en el mar, en las señales luminosas y acústicas emitidas por los buques y en las ayudas a la navegación.

13.2.4 Efecto del incumplimiento del COLREG

Los buques no siempre cumplen el COLREG. La Identificación de Peligros debe contener cualquier posible incumplimiento razonablemente previsible del reglamento por parte de los buques. En el cuadro 27 del Apéndice F figura una lista de ejemplos de identificación de peligros.

13.3 C3: Evaluación de riesgos en el entorno marino

La FSA utiliza la definición clásica de riesgo como combinación de probabilidad y consecuencia.

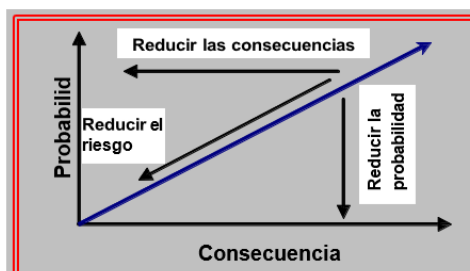


Figura 5. Definición clásica del riesgo

Por lo tanto, la identificación de peligros requiere una evaluación de la:

- Probabilidad de la causa
- Magnitud de la consecuencia.

La FSA recomienda tener en cuenta las influencias en la cadena causal de un accidente, así como las causas y consecuencias directas. En la secuencia de acontecimientos de un accidente marítimo estas influencias no sólo afectan a la probabilidad de la causa, sino también a la magnitud de la consecuencia.

La meteorología es un factor típico que afecta tanto a las causas como a las consecuencias. Suele ser un factor importante, al igual que el error humano.

13.4 C4: Influencia en el nivel de riesgo

Se entiende como influencia, cualquier factor, elemento o situación que pueda modificar el nivel de riesgo. Esta influencia puede afectar tanto a la cadena causal del accidente como a la sus consecuencias.

13.4.1 Análisis de las influencias en el nivel de riesgo

Las siguientes secciones describen una identificación genérica de las influencias sobre el nivel de riesgo. A la hora de elaborar un análisis específico del emplazamiento, los promotores deben utilizarlo como guía para:

- Añadir influencias específicas del lugar
- Eliminar (con justificaciones) las influencias que no sean aplicables

Las tablas de los siguientes apartados se etiquetan como R1, R2, etc., ya que el objetivo del Análisis de influencias es la evaluación del riesgo.

13.4.2 Factores de riesgo – Ejemplos

Tabla 12. Factores de riesgo

R1	Factores de riesgo
1	Emplazamiento
	a. Ubicación de la IRM.
	b. Tipo de IRM
	c. Orientación de la IRM.
	d. Trazado de la IRM. (por ejemplo, cuadrícula, dispersa u otras disposiciones)
	e. Proximidad de otras IRM
2	Tráfico
	a. Vías, densidad, tipo y operaciones de tráfico.
	b. Crecimiento o disminución potencial del tráfico.
	c. Variación estacional del tráfico.
	d. Tráfico especial, por ejemplo, mercancías peligrosas, etc.
3	Interrelaciones entre buques
	a. Bloqueo de vías de evacuación o refugios en caso de mal tiempo
	b. Concentración de buques

	c. Aumento de los encuentros “de cruce” entre buques
	d. Aumento de los encuentros “de vuelta encontrada” entre buques
	e. Aumento de los “adelantamientos” entre buques
	f. Aumento del volumen de tráfico
	g. Pérdida de rutas de navegación recreativa
	h. Pinchar (navegación a vela)
	i. Reducción del espacio marítimo para maniobrar
	j. Reducción de la profundidad de agua para maniobrar
	k. Bloqueo de rutas a puertos seguros y fondeaderos abrigados
	l. Desvío de embarcaciones de recreo y de pesca hacia rutas utilizadas por buques mercantes.
4	Comportamiento del marino
	a. Si las rutas de navegación para las embarcaciones de recreo son más largas, aumenta la fatiga del navegante (y, por tanto, los errores) e incrementa la importancia de las ventanas meteorológicas.
	b. La mayor complejidad de la navegación y la necesidad de estar alerta aumentan la fatiga (y, por tanto, los errores).
5	Otros factores que afectan a un solo buque
	a. Colisión con estructuras IRM
	b. Contacto o enganche con cables
	c. Varada o embarrancamiento

13.4.3 Influencias sobre las causas– Ejemplos

Tabla 13. Influencias sobre las causas

R2	Influencia en las causas
1	Gestión del tráfico marítimo
	1. Disponibilidad de servicios de control de tráfico marítimo (VTS).
	2. Disponibilidad de servicios de practicaaje.
2	Ayudas a la navegación
	3. Cumplimiento de los requisitos en materia de ayudas a la navegación (emplazamiento y buque)
	4. Fallo (o no disponibilidad) de las ayudas a la navegación y otros sistemas.
	5. Efectos específicos del emplazamiento sobre las ayudas a la navegación, por ejemplo, enmascaramiento por contaminación lumínica, enmascaramiento por estructuras y efectos de las aspas giratorias, efecto sobre las sirenas antiniebla, etc.).
	6. Fallo del AIS o no está instalado (no es requerido).
	7. Marcado en las cartas de las estructuras IRM y de las ayudas a la navegación asociadas.
3	Batimetría
	1. Exactitud de la batimetría y cambios en la misma (por ejemplo, canales navegables, bancos de arena cambiantes, elementos submarinos, movilidad del lecho marino, etc.).

4	Interferencias
	1. Interferencia con las comunicaciones instaladas en buques.
	2. Interferencias con las comunicaciones instaladas en tierra.
	3. Interferencias con equipos de navegación instalados en el buque. (por ejemplo, GPS, compás magnético, giroscópica, etc.).
	4. Interferencias en los radares instalados en el buque, como por ejemplo, sombras, sectores ciegos y falsos ecos.
	5. Interferencias con la navegación en tierra. (por ejemplo, servicios VTS, EECC, CCS, etc.)
	6. Interferencias en los radares costeros, por ejemplo, sombras, sectores ciegos y falsos ecos.
	7. Interferencias similares a los radares de helicópteros y aeronaves de ala fija utilizados en SAR y respuesta a emergencias.
	8. Interferencias electromagnéticas procedentes de turbogeneradores, transformadores, otras estructuras o cables.
	9. Interferencias acústicas en el sonar, las comunicaciones entre buceadores, las ecosondas, los localizadores de peces, los sistemas de disuasión acústica, etc.
	10. Eco de radar de helicóptero en un parque eólico u otro IRM interpretado como el eco de buque.
5	Futuros cambios técnicos
	1. Aplicación de materiales absorbentes de radiación (RAM) a estructuras.

13.4.4 Periodo de caracterización de las densidades y tipos de tráfico – Ejemplos

Tabla 14. Periodo de caracterización del nivel de tráfico

R3	Periodo de caracterización del nivel de tráfico
1	Retrospectiva – ½ periodo autorización (por ejemplo, 10 años atrás).
2	Actual.
3	Previsión - ½ periodo autorización (por ejemplo, 10 años en el futuro).
4	Previsión - Periodo de autorización completo (por ejemplo, 25 años en el futuro).

13.4.5 Circunstancias de navegación- Ejemplos

Tabla 15. Circunstancias de navegación

R4	Circunstancias de navegación
1	Navegación intencionada
	a. Navegar intencionadamente dentro del emplazamiento IRM o su zona de exclusión, ya sea para realizar actividades o siguiendo una derrota.
2	Navegación accidental
	a. Navegar involuntariamente dentro del emplazamiento IRM o su zona de exclusión estando a la deriva, arrastrado por las corrientes, etc. o estar obligado a hacerlo para evitar la colisión con otro buque.
3	Navegación de emergencia
	a. IRM que bloquee acceso a puerto, refugio seguro o fondeadero abrigado

	b. IRM que limite el fondeo.
4	Navegación forzada
	a. IRM que obligue a pasar por aguas más peligrosas.
	b. IRM que obligue el paso a aguas más congestionadas de tráfico.

13.4.6 Influencias sobre las consecuencias – Ejemplos

Tabla 16. Influencias sobre las consecuencias

R5	Influencia en las consecuencias
1	Diseño IRM
	a. Resistencia y robustez de las turbinas u otra estructura IRM.
	b. Comportamiento de las turbinas u otras estructuras IRM dañadas tras el contacto/colisión
	c. Diseño de turbinas u otras estructuras IRM para minimizar el aprisionamiento de buques, embarcaciones o personas en el agua.
2	Buques
	a. Tamaño del buque.
	b. Carga del buque. (cargas contaminantes, cargas peligrosas, etc.)
3	Búsqueda y salvamento (SAR)
	a. Adecuación de los medios de búsqueda y salvamento (equipo, ubicación del equipo, comunicaciones, etc.).
	b. Disponibilidad de los medios de búsqueda y salvamento (actualmente en uso comercial, múltiples operaciones SAR, etc.).
	c. Capacidad para desplegar los medios de búsqueda y salvamento (como operaciones de helicóptero limitadas por la rotación de las palas, operaciones de aeronaves limitadas por restricciones de altura de búsqueda, etc.).
4	Respuesta a emergencias
	a. Adecuación de los medios de Respuesta a emergencias (embarcaciones, remolcadores, helicópteros, equipos de lucha contra la contaminación, comunicaciones, etc.).
	b. Disponibilidad de los medios de respuesta a emergencias (actualmente en uso comercial, múltiples operaciones de emergencia, etc.).
	c. Capacidad para desplegar los medios de respuesta a emergencias (por ejemplo, emergencia no contemplada en el PAU).

13.5 C5: Tolerabilidad del riesgo

Para determinar si el nivel de riesgo previsto para un desarrollo IRM es tolerable o no, en primer lugar habría que plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Está el riesgo por debajo de cualquier límite inaceptable que se haya establecido?
- En caso afirmativo, ¿Se ha reducido dicho riesgo al nivel más bajo razonablemente posible (ALARP)?

El riesgo sólo es tolerable si se puede demostrar que la respuesta a estas dos preguntas es "Sí". A continuación, se ofrece un ejemplo para responder a estas dos preguntas.

13.5.1 Pregunta (a): ¿Está el riesgo por debajo de cualquier límite inaceptable?

En general, los estudios de seguridad y salud en el trabajo sugieren que, como indicación muy general, un riesgo individual de muerte de 1 cada 1.000 años debería representar la línea divisoria entre lo que podría ser tolerable y lo que es inaceptable para cualquier grupo de trabajadores durante una su vida laboral, exceptuando profesiones excepcionales con un mayor riesgo. Para los riesgos de accidentes que pueden afectar al interés general de la sociedad, se puede considerar que su tolerabilidad estaría en un orden de magnitud inferior a 1 cada 10.000 al años.

Es muy importante señalar que el anterior límite se refiere a la tolerabilidad de los riesgos de las instalaciones peligrosas en tierra, como las centrales nucleares o químicas. En el caso de este tipo de instalaciones, está relativamente claro que los grupos de personas más expuestos son los trabajadores del emplazamiento y las personas que viven o pasan gran parte de su tiempo en las proximidades de este. En el caso de un proyecto IRM, no es fácil identificar a los grupos más expuestos. En general, las personas a bordo de embarcaciones de paso no relacionadas con la IRM sólo estarán expuestas durante una pequeña proporción de tiempo. Incluso las personas más implicadas en el desarrollo, por ejemplo, los técnicos de servicio que viven en alta mar entre las visitas de mantenimiento o inspecciones a la(s) IRM(s), sólo estarán expuestos a los riesgos relativos a la navegación durante periodos relativamente cortos. Esto podría sugerir que los límites anteriormente expuestos podrían relajarse.

Por otra parte, estos grupos ya están expuestos a varios riesgos debido al trabajo que realizan. Por ejemplo, los técnicos de parques eólicos también están expuestos a riesgos derivados del trabajo en altura, la electricidad, riesgos a bordo de los buques y muchos otros. No se puede permitir que los riesgos relativos a la navegación asociados a las IRM "agoten" todo el "margen" de riesgo laboral tolerable de estas personas. Por lo tanto, los promotores deben considerar muy detenidamente la cuestión de quién está expuesto al riesgo y, por lo tanto, qué límites pueden ser apropiados.

También es esencial tener en cuenta que los límites anteriormente expuestos están destinados a aplicarse al riesgo total para un trabajador como resultado de su trabajo, o para un miembro de la sociedad civil que se pueda ver afectado por una instalación peligrosa. El riesgo para la navegación es en sí mismo sólo un componente del riesgo para las personas, y los límites anteriores no pueden aplicarse a él, ni a ninguna otra subdivisión en componentes del riesgo para la navegación (como los abordajes, colisiones, las varadas, el enganche con los cables, etc.). La OMI (Ref. MSC- MEPC.2/Circ.12/Rev.2) así lo reconoce, afirmando: "... los criterios de aceptación del riesgo se refieren siempre al riesgo total para el individuo o grupo de personas. Por riesgo total se entiende la suma de todos los riesgos a los que está expuesta, por ejemplo, una persona a bordo de un buque. Por tanto, el riesgo total incluiría los riesgos derivados de peligros como incendios, colisiones, etc. No se dispone de ningún criterio para determinar la aceptabilidad de peligros específicos...". En el contexto de la evaluación del riesgo de un IRM, el riesgo total significa la suma de todos los riesgos derivados de la presencia de la IRM.

El Ministerio de salud y seguridad del Reino Unido o HSE (“Health and Safety Executive”), advierte que los límites cuantitativos “inaceptables” deben utilizarse con gran precaución. Los conceptos utilizados para establecerlos son complejos y las predicciones cuantitativas que podrían compararse con ellos están plagadas de incertidumbre. Puede que no sea útil intentar definir límites cuantitativos, y los desarrolladores deben considerar si hay otras formas de definir lo que es inaceptable. El documento de orientación del HSE *Reducing Risks Protecting People* (R2P2) señala que lo que es inaceptable “...a menudo se detalla o está implícito en la legislación, los ACOP, las orientaciones, etc., o se refleja en lo que constituye una buena práctica”, de modo que puede no ser necesario establecer un límite cuantitativo explícito. Por lo tanto, los promotores deben justificar cuidadosamente cualquier límite inaceptable que propongan.

13.5.2 Pregunta (b): ¿Se ha reducido el riesgo al nivel más bajo razonablemente posible (ALARP)?

Una de las principales obligaciones de los empresarios es reducir los riesgos “en la medida en que sea razonablemente factible” (SFAIRP). Para la mayoría de los fines, esto es sinónimo de que se ha reducido ALARP. Establecer lo que es razonablemente viable implica considerar si se requieren medidas adicionales de control del riesgo. Esto debe considerarse en términos de:

- Si el coste de otras medidas sería manifiestamente desproporcionado en relación con el valor del beneficio obtenido y,
- Si se han seguido las buenas prácticas pertinentes.

Lo que es una buena práctica para un parque eólico puede no serlo para un conjunto mareomotriz, y lo que es una buena práctica para la navegación comercial puede no serlo para las embarcaciones de recreo o las motos acuáticas. En el caso de las IRM de tipo o tamaño novedosos, es posible que no existan buenas prácticas establecidas.

13.5.3 Consideraciones generales

Analizando estas dos preguntas de seguridad, en la pregunta (a), el riesgo se considera en relación con lo que se ha tolerado en otros contextos y en la pregunta (b), se sopesa con el coste de reducirlo aún más. Es probable que se tengan en cuenta otras consideraciones en la decisión final sobre si, teniendo en cuenta el riesgo, debe autorizarse o no una IRM. El riesgo se sopesará junto con otros efectos, positivos y negativos, del desarrollo propuesto. No obstante, las dos preguntas proporcionan un marco útil para examinar el riesgo.

13.6 C6: Matriz de riesgos

No existe una norma generalmente aceptada para realizar una matriz de riesgos, por lo que se espera que los desarrolladores definan los siguientes aspectos según corresponda al desarrollo de la IRM:

- Probabilidad/frecuencia de escenarios de incidentes
- Gravedad/consecuencias de los incidentes
- Matriz de riesgos
- Puntuaciones de la matriz de tolerabilidad

Los siguientes ejemplos de la OMI se basan en situaciones a bordo de buques y requerirán una adaptación para el riesgo de navegación que plantean las instalaciones de energía renovable mar adentro. Se sugiere que la evaluación se base en una matriz que los promotores consideren adecuada para las necesidades de su proyecto.

13.6.1 Ejemplo OMI de índice de probabilidad/frecuencia

Tabla 17. Ejemplo de índice de probabilidad/frecuencia

Índice de frecuencia			
Frecuencia	7	Frecuente	Una vez al mes en un buque
	5	Razonablemente probable	Una vez al año en una flota de 10 barcos
	3	Remoto	Una vez al año en una flota de 1000 barcos
	1	Extremadamente remoto	Una vez en 20 años de una flota de 5000 barcos

13.6.2 Ejemplo OMI de índice de gravedad/consecuencias

(Nota: este ejemplo no tiene en cuenta la gravedad/consecuencias para la propiedad)

Tabla 18. Ejemplo de índice de gravedad/consecuencias

Índice de gravedad			
Gravedad	4	Catastrófica	Múltiples víctimas mortales
	3	Alta	Una sola víctima mortal de múltiples heridos graves
	2	Considerable	Múltiples heridos graves
	1	Menor	Un único herido leve

13.6.3 Ejemplo de matriz de riesgos de la OMI

Tabla 19. Ejemplo de matriz de riesgos de la OMI

Matriz de riesgos (frecuencia+gravedad)					
FRECUENCIA		GRAVEDAD			
		1	2	3	4
		Menor	Considerable	Alta	Catastrófica
7	Frecuente	8	9	10	11
6		7	8	9	10
5	Razonablemente probable	6	7	8	9
4		5	6	7	8
3	Remoto	4	5	6	7

2		3	4	5	6
1	Extremadamente remoto	2	3	4	5

13.6.4 Ejemplo de matriz de tolerabilidad para el HSE británico

Tabla 20. Ejemplo de matriz de tolerabilidad (HSE británico)

Puntuación de la matriz de riesgos	Tolerabilidad	Explicación
7	Inaceptable	El riesgo debe mitigarse mediante la modificación del diseño y/o el control técnico hasta una clase de riesgo 5 o inferior antes de la autorización.
6	Inaceptable	El riesgo debe mitigarse mediante la modificación del diseño y/o el control técnico hasta una clase de riesgo 5 o inferior antes de la autorización.
5	Tolerable con modificaciones	El riesgo debe mitigarse modificando el diseño, el control técnico y/o administrativo a una clase de riesgo de 4 o inferior antes de la construcción.
4	Tolerable con controles adicionales	El riesgo debe mitigarse modificando el diseño, control técnico y/o administrativo a una clase de riesgo 3 o inferior antes de su puesta en marcha.
3	Tolerable con vigilancia	El riesgo debe mitigarse con controles técnicos y/o administrativos. Se debe verificar que los procedimientos y controles citados están implantados y se comprueban periódicamente.
2	Generalmente aceptable	Se requiere una revisión técnica para confirmar que la evaluación de riesgos es razonable. No es necesario adoptar ninguna otra medida.
1	Generalmente aceptable	Se requiere una revisión técnica para confirmar que la evaluación de riesgos es razonable. No es necesario adoptar ninguna otra medida.

14 APÉNDICE D: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN APROPIADOS

14.1 D1: Visión general de la evaluación de riesgos

14.1.1 Introducción

En su propuesta, los promotores deberán llevar a cabo un estudio sobre la idoneidad de las técnicas empleadas para respaldar su evaluación del riesgos en la seguridad de la navegación. El estudio cubrirá también algunos aspectos de la búsqueda y salvamento (SAR) y la respuesta a emergencias.

Este apéndice ofrece una visión general de:

- La finalidad del estudio sobre idoneidad en las técnicas de evaluación elegidas por el promotor en la ERSN
- Los tipos de evaluación adecuados para la ERSN
- La jerarquía de las técnicas de evaluación apropiadas para la ERSN
- El concepto de escenario que define el alcance y la profundidad del tipo de evaluación correspondiente.

El apéndice incluye:

- Orientaciones sobre la ERSN
- Evaluación del tráfico en la zona
- Evaluación específica del tráfico

14.1.2 Finalidad de una técnica de evaluación en la ERSN

El objetivo de la técnica de evaluación elegida es:

- Demostrar la viabilidad
Demostrar que las actividades marítimas (incluidas las de búsqueda y salvamento y respuesta a emergencias) son viables, una vez desarrollada la IRM, para unos tipos de buques y con unas condiciones que se determinen
- Cuantificar el riesgo
Determinar un valor cuantitativo o cualitativo, aceptable para la Administración Marítima, del cambio en el riesgo que supone la instalación de una IRM sobre el riesgo base asociado con la actividad y cómo este riesgo varía según los tipos de buques.
- Evaluar la sensibilidad
Determinar la sensibilidad del riesgo a las influencias y a los factores que le afecten.
- Decidir los controles de riesgo
Identificar, evaluar y decidir los controles de riesgo apropiados para reducir el riesgo a ALARP.

14.1.3 Uso de la técnica de evaluación en el registro de peligros y control de riesgos

Además, se utilizará la técnica de evaluación seleccionada para:

- Crear el registro de peligros
- Elaborar el registro de control de riesgos.

14.1.4 Tipos de evaluación apropiados

En función del alcance y detalle de la ERSN y su presentación (basados en el principio de proporcionalidad), pueden ser necesarios otros tipos de evaluación apropiados.

Por ejemplo, la modelización numérica sería necesaria para:

- Apoyar la evaluación del riesgo a la seguridad de la navegación
- Completar la evaluación del tráfico en la zona
- Completar la evaluación específica del tráfico
- Para las evaluaciones de búsqueda y rescate y respuestas de emergencia.

14.1.5 Concepto de escenario para controlar el alcance y el detalle del tipo de evaluación

Todas las identificaciones de los peligros generarán un gran número de situaciones que requerirán una mayor investigación.

El concepto de escenario consiste en establecer un modelo que, si bien no es necesariamente una representación exacta de la realidad, permite determinar si la situación concreta que se está evaluando es lo suficientemente:

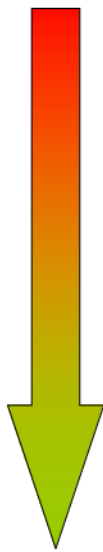
- Amplia, como para abarcar diversas situaciones de riesgo en un mismo escenario
- Pertinente, como para generar estimaciones razonables de la viabilidad, el riesgo, la sensibilidad y el efecto de los controles de riesgo.

14.1.6 Jerarquía de las técnicas de evaluación apropiadas en apoyo de la ERSN

La base de la metodología es el de una jerarquía de evaluación, incluida la modelización numérica, que comienza a evaluando el tráfico en una zona amplia, y cuyos resultados se utilizan para definir, en caso necesario, cuestiones más específicas que deben investigarse. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo del proceso seguido para respaldar la ERSN.

Tabla 21. Posible jerarquía de evaluaciones y ensayos para la ERSN

1a	Evaluación del tráfico
	que conduce a:
1b	Evaluación del tráfico en la zona IERM
	que conduce, en su caso:
2a	Evaluación específica del tráfico en la zona IERM y sus alrededores
	que conduce a (cuando sea necesario y adecuado):
2b	Simulación específica del tráfico en la zona IERM y sus alrededores
	que conduce a (cuando sea necesario y adecuado):
3	Simulación específica de tráfico en la zona IERM y sus alrededores en puente de navegación. Con fines de investigación y formación
	que conduce a (cuando sea necesario y adecuado):
4	Ensayos específicos



14.1.7 Definición 1 – Evaluación del tráfico en la zona

Se basará en el Estudio del Tráfico Marítimo realizado previamente para evaluar el entorno marino, el tráfico existente en la zona y en la IRM con el fin de predecir el riesgo, actual y futuro, de abordaje, colisión, contacto, embarrancamiento y varada.

Esta evaluación, si procede, puede ser de naturaleza estadística y estará basada en el tráfico de buques y en el comportamiento de éstos en relación con el COLREG, los cambios de velocidad, la ruta que desean seguir, etc., y en las múltiples interrelaciones entre buques de diferentes tipos con diferentes actividades, que naveguen en el mismo entorno durante mucho tiempo.

14.1.8 Definición 2 - Evaluación específica del tráfico

La evaluación específica del tráfico podría utilizarse para evaluar en detalle el riesgo que presentan problemas de navegación más específicos, y sus controles de riesgo propuestos, que podrían requerir una evaluación y una representación de mayor calidad:

- La capacidad de maniobra de determinados buques, incluyendo parámetros como la distancia de frenado y el radio de giro
- Cambios que pueden producirse en la capacidad de respuesta de los navegantes al reducirse el espacio marítimo de maniobra (afectando al “área de domino” del buque).
- Detalles de la batimetría.
- Otros problemas detectados que no puedan evaluarse de otra manera.

También podrían realizarse evaluaciones, con un marino cualificado pilotando el buque en tiempo real en un simulador de maniobra de buques, junto con otros buques controlados por otros marinos, buscándose situaciones de encuentro para evaluar la viabilidad y el nivel de riesgo de la maniobra. Esto podría incluir el riesgo de abordaje, colisión con otros buques y estructuras dentro de la zona IRM o en canales navegables de aguas restringidas cercanos. Dicha evaluación también debería incluir la capacidad de los navegantes para navegar en todas las circunstancias utilizando pantallas simuladas de ECDIS y ARPA, según corresponda a los tipos de buques, integradas en el puente de simulación, así como otros sistemas simulados de navegación y comunicación.

Los simuladores utilizados para evaluar el riesgo para la navegación en parques eólicos marinos u otras IRM, o en sus proximidades, deben ser capaces de simular todos los efectos y fenómenos relacionados con la navegación o los propios de esas estructuras IRM específicas. Esto incluye, por ejemplo, los efectos de dichas estructuras en los buques y en los sistemas de radar en tierra.

Todos los simuladores utilizados deben cumplir con la Sección A- I/12 ("*Normas que rigen el uso de simuladores*") del Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar, 1978, enmendado en 1995 y 2010 ("Convenio STCW", OMI). Los instructores y evaluadores que operen los simuladores deben estar cualificados y contar con la experiencia especificada en la Sección A-I/12 Parte 2 subsección 9 de dicho Convenio ("*Cualificaciones de los instructores y evaluadores*"). Los marinos que piloten los buques durante las simulaciones deberán tener la titulación profesional adecuada para ello, dependiendo de las características del buque simulado, siendo la mínima aceptable la de Piloto de segunda clase de la Marina Mercante.

Los simuladores de navegación en tiempo real pueden utilizarse como medida de control de uno o varios riesgos específicos, como por ejemplo, la formación a los marinos en la navegación y manejo de sus embarcaciones dentro y cerca de parques eólicos u otras IRM.

14.1.9 Definición 3 - Simulación en tiempo real para tráfico específico

Para riesgos críticos o decisiones significativas sobre opciones de control de riesgos podría ser necesario llevar a cabo la evaluación mediante simuladores en tiempo real en un puente completo (Clase A o “Full Mission Bridge”). Este tipo de sistemas se encuentran disponibles en dos instalaciones públicas. Una en el Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX y otra en el Centro Jovellanos de Salvamento Marítimo.

14.1.10 Definición 4 - Evaluación de emplazamientos específicos

Cualquier modelización numérica, simulación de navegación u otra técnica de evaluación utilizada en la ERSN de una IRM deberá, ya se utilice por separado o en combinación con otras herramientas y técnicas, cumplir plenamente lo siguiente:

- a. Incluir datos batimétricos y otras características del emplazamiento de la zona utilizando un mapa base de carta náutica electrónica (ENC) o según determine un estudio específico del emplazamiento. En particular, deben tenerse en cuenta los contornos de profundidad y los canales de navegación pertinentes para buques de distintos tipos, tamaños y operativas en relación con el peligro de abordaje o colisión con otros buques o estructuras o con el peligro de embarrancar debido a las limitaciones del fondo o al maniobrar para evitar una colisión.
- b. Modelar o evaluar los efectos de las mareas y corrientes de marea en la zona de la IRM, además de cualquier corriente local, a fin de determinar sus efectos en las maniobras y operaciones normales así como en los buques sin gobierno, buques y embarcaciones SAR, etc. Cuando las corrientes de marea puedan verse afectadas significativamente por una IRM, como las turbinas mareomotrices, los efectos deberán modelarse o evaluarse, abarcando la propia IRM y, en caso necesario, la zona circundante.
- c. Modelar o evaluar los efectos sobre la navegación y las operaciones marítimas de diversas condiciones de clima marítimo como el viento y el estado de la mar, y especialmente las condiciones que afecten a la visibilidad.
- d. Utilizar los datos del Estudio de Tráfico Marítimo, obtenidos a partir de una combinación de sondeos por radar, datos del Sistema de Identificación Automática (AIS), registros de observaciones visuales y registros históricos.
- e. Modelar o evaluar las actividades pesqueras y recreativas típicas dentro y cerca de la zona IRM, (como en el punto (d) y su interacción con otros tipos de embarcaciones que navegan cerca y dentro de esa zona.
- f. Modelar o evaluar cada tipo de buque con sus calados, dinámicas y características correspondientes (o parámetros equivalentes).

- g. Establecer la base de referencia de una actividad marítima sin IRM.
- h. Examinar los efectos de la IRM sobre esta actividad y sobre el tráfico marítimo si no se recomienda una ruta alternativa.
- i. Modelar o evaluar la cadena de sucesos en la navegación que ocurre cuando los buques pasan dentro o cerca de la IRM (es decir, cuando una alteración del rumbo o de la velocidad realizada en un encuentro con una turbina u otro buque produce otro encuentro o encuentros, incluidas maniobras de para evitar los efectos de las aguas poco profundas o embarrancar en canales angostos).
- j. Modelar o evaluar el efecto de la IRM sobre el cumplimiento del COLREG por diferentes tipos de buques que se encuentran (por ejemplo, buque de propulsión mecánica con embarcación a vela, embarcación a vela con buque pesquero, adelantamiento de buques, etc.). Se tendrá en cuenta la existencia de normativa local sobre navegación específica en la zona del emplazamiento.
- k. Examinar los efectos acumulativos de todos los parques eólicos y otras IRM, dragado de áridos, otras instalaciones en alta mar, etc., en las proximidades del emplazamiento dado.
- l. Recomendar rutas óptimas basadas en las evaluaciones anteriores si se considera necesario.
- m. Determinar, si es necesario, el aumento de las distancias de paso a causa del desvío de determinados buques.
- n. Tener en cuenta las posibles averías en la propulsión y/o en el gobierno de los buques dentro y cerca de la IRM, junto con las previsiones de errores humanos y los efectos de las condiciones meteorológicas y oceánicas. Hay que considerar que algunos buques y embarcaciones (como las de vela), en determinadas condiciones, puede que no sean capaces de maniobrar para evitar las estructuras IRM.
- o. Incluir los efectos que produce la IRM en la detección de otros buques que se encuentren en su interior o en su extremo más alejado. Estos efectos serían, a nivel visual, las zonas tapadas por las estructuras existentes en la IRM y, con respecto al radar, los sectores de sombra y ciegos, ecos espurios y otros efectos (utilizando las anchuras de haz, longitudes de pulso y potencias típicas de los radares del tipo de buque de que se trate).
- p. Aplicar los efectos del punto anterior a los emplazamientos de radar costeros, portuarios y de los Centros de Control de Salvamento (CCS) que se pudieran ver afectados.

- q. Modelar el cumplimiento de todos los tipos de buques con la Regla 19 del COLREG (*“todos los buques deberán navegar a una velocidad de seguridad adaptada a las circunstancias y condiciones de visibilidad reducida del momento”*) en relación con el punto o) anterior.
- r. Si así lo exige la Administración Marítima, investigar los efectos de la IRM en las operaciones de helicópteros SAR y aviones de ala fija, en particular cualquier efecto sobre las imágenes de radar o térmicas.
- s. Examinar los peligros y las consecuencias de incidentes importantes que hayan ocurrido dentro o cerca de la IRM, como naufragios, abordajes, accidentes que hayan producido contaminación del medio marino, etc.
- t. Incluir datos y una visión general de las consecuencias de los vertidos de petróleo y otros contaminantes y de las medidas de control para estos incidentes.
- u. Recomendar las distancias mínimas de separación del límite de la IRM con las rutas de navegación establecidas, vías de acceso a los puertos, caladeros, áreas recreativas, fondeaderos, otras IRM y, en general, con las operaciones marítimas que hubiera en la zona.
- v. Formular recomendaciones sobre los riesgos para la navegación en las fases de construcción y explotación del proyecto.
- w. incluir una visión general de las posibles operaciones SAR dentro y cerca de la IRM y de las dificultades que pueden conllevar.

En la fase posterior a la construcción, los operadores de IRM deben supervisar y revisar el impacto de sus actividades en la seguridad de la navegación. En la medida de lo posible, también se debería obtener información de las navieras, patrones de pesqueros y usuarios de recreo que naveguen regularmente en la zona de la IRM para obtener información realista sobre sus experiencias en las diferentes condiciones.

14.2 D2: Selección de herramientas aceptables para la Administración Marítima

El objetivo de este apéndice es orientar sobre cómo seleccionar herramientas de modelado u otros instrumentos de evaluación que sean, o vayan a ser, aceptables para la Administración Marítima.

Este anexo describe:

- El proceso de selección de las herramientas de evaluación
- Herramientas adecuadas para la Administración Marítima
- El método de descripción en la ERSN de las herramientas utilizadas.

14.2.1 Proceso de selección de herramientas e instrumentos de evaluación

Las herramientas de evaluación utilizadas deberán estar certificadas de tal manera que la Administración Marítima las considere aceptables.

14.2.2 Herramientas marítimas certificadas para la evaluación de las IRM (tipo D1)

Las herramientas marítimas de evaluación IRM certificadas son aquellas diseñadas o modificadas específicamente para evaluar el riesgo para la navegación dentro y cerca de las IRM. Estas herramientas deben tener una certificación de una entidad externa al propio fabricante, como por ejemplo una sociedad de clasificación, que sea aceptable para la Administración Marítima.

14.2.3 Otras herramientas de evaluación

Son herramientas que se usan para muchos otros fines pero que pueden ser adecuadas para su uso en la ERSN de una IRM. Estas herramientas deberán tener su certificación correspondiente que acredite que es adecuada para los usos que ha sido diseñada. Entre ellas podemos diferenciar entre:

14.2.3.4 Herramientas marítimas de evaluación de uso generalizado (Tipo D2)

Serán herramientas de modelización marítima o instrumentos de evaluación disponibles en el mercado, de calidad controlada, con un historial probado y una amplia base de usuarios, pero no necesariamente con referencia a las IRM marítimas u otras estructuras marítimas. Estarán certificadas y requerirán de una declaración de idoneidad por parte del promotor.

14.2.3.5 Herramientas de evaluación no marítimas (Tipo D3)

Serán herramientas de modelización o instrumentos de evaluación disponibles en el mercado y de calidad controlada no diseñados originalmente para uso marítimo pero susceptibles de ser utilizadas de una forma o en un ámbito nuevos. Estos nuevos usos de las herramientas requerirán de certificación adicional y deberán ser justificados por el promotor.

14.2.3.6 Nuevas herramientas de modelización y evaluación (tipo D4)

Hay que fomentar el desarrollo de nuevas herramientas de modelización y técnicas de evaluación, aunque, por su naturaleza, requerirán más pruebas de verificación por parte de la organización certificadora.

14.2.4 Justificación de idoneidad de las herramientas

Todas las herramientas deberán tener una certificación de una organización aceptable para la Administración Marítima. Esta certificación se complementará, si es necesario con una justificación de la idoneidad de la herramienta por parte del promotor, que podrá incluir:

- Declaración de idoneidad de la herramienta
- Explicación del modelo conceptual
- Documentación del modelo / Código comentado
- Demostración de capacidades de la herramienta
- Revisión por expertos
- Comparación con la datos empíricos.

14.2.4.1 *Declaración de idoneidad de la herramienta*

Se justificará la idoneidad de la herramienta en la tarea específica de evaluación de la IRM. indicándose cómo contribuyen las distintas características de la herramienta a la tarea de evaluación de la IRM.

14.2.4.2 *Explicación del modelo conceptual*

Se documentará el modelo conceptual. Esta documentación debe incluir:

- Objetivos
- Estructura/configuración del sistema
- Descripción detallada de la herramienta y, si utiliza técnicas numéricas, de sus algoritmos.
- Reglas lógicas y diagramas de flujo
- Fuentes de datos de entrada.

14.2.4.3 *Documentación del modelo / Código comentado*

Se aportarán pruebas de que el código de la herramienta de modelización informática está suficientemente documentado para que otra persona competente pueda ver cómo se corresponde con el modelo conceptual.

14.2.4.4 *Demostración de capacidades de la herramienta*

En caso necesario, se deberán demostrar las capacidades de la herramienta de modelización u otra técnica de evaluación.

14.2.4.5 *Revisión por expertos*

Se aportarán pruebas de que las herramientas de modelización u otras técnicas de evaluación han sido revisadas por expertos acreditados o personas autorizadas por la Administración Marítima.

14.2.4.6 *Comparación con la datos empíricos*

Se aportarán pruebas de que las herramientas de modelización u otras técnicas de evaluación se han comparado con datos empíricos en aplicaciones similares.

14.2.4.7 *Necesidad de justificación de idoneidad*

Partiendo de la base de que todas las herramientas deberán estar certificadas por una organización aceptable para la Administración Marítima, algunas herramientas requerirán por parte del promotor de una justificación de idoneidad para su uso en la ERSN, según la siguiente tabla.

Tabla 22. Justificación de la idoneidad de la herramienta por el promotor

	ESCENARIO	Certificación por terceros	Declaración de idoneidad	Explicación del modelo conceptual	Documentación Modelo / Código	Revisión por expertos	Comparación la datos empíricos
D1	Herramientas marítimas certificadas para su aplicación a las IRM	✓	✓	-	-	-	-
D2	Herramientas marítimas de evaluación de uso generalizado	✓	✓	-	-	✓	-
D3	Herramientas no marinas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
D4	Nuevas herramientas de modelización y evaluación	✓	✓	✓	✓	✓	✓

14.2.4.8 Detalle de la información

El detalle de la información requerida depende de:

- El nivel de riesgo que evalúa la herramienta o técnica.
- El nivel de control (si lo hay) que la herramienta o técnica tiene sobre el riesgo evaluado.
- Si es probable que, cambiando a una herramienta con otro nivel de detalle, el nivel de riesgo evaluado varíe de muy alto o alto a medio o bajo.

Las herramientas adecuadas según el nivel de riesgo podrían ser:

- Riesgo muy alto: Herramientas marítimas utilizadas en la supervisión y gestión de la navegación en tiempo real (también, si procede, herramientas SAR utilizadas en la gestión de la búsqueda en tiempo real).
- Riesgo alto: Herramientas específicas para determinadas operaciones marítimas (incluidas diferentes fases de navegación o maniobra) utilizadas para evaluar las condiciones de alto riesgo y asesorar sobre controles del riesgo importantes (también, si procede, herramientas SAR utilizadas en la planificación anticipada de la búsqueda).
- Riesgo medio: Herramientas de evaluación del tráfico marítimo utilizadas para evaluar el riesgo en la navegación.
- Riesgo bajo: Herramientas de evaluación del tráfico marítimo utilizadas para valorar el impacto económico de la modificación de las rutas marítimas.

Corresponde al usuario de la herramienta evaluar el nivel de riesgo y el nivel de control y proporcionar un nivel de información adecuado. Puede utilizarse como guía la norma IEC61508 ("*Seguridad funcional de sistemas eléctricos / electrónicos / electrónicos programables relacionados con la seguridad (E/E/PES)*" Comisión Electrotécnica Internacional) .

14.2.5 Información específica requerida al describir las herramientas y técnicas de evaluación utilizadas

La descripción de las herramientas de modelización y otros instrumentos de evaluación utilizados (o que se vayan a utilizar) debe incluir:

- El nombre de la herramienta de modelización, incluido el número de versión del software
- La aplicación a la que se destina la herramienta o técnica de evaluación, por ejemplo, la evaluación del tráfico marítimo, la evaluación de situaciones de navegación u operaciones marítimas específicas, la planificación de recursos SAR, la planificación de la respuesta SAR, la evaluación de vertidos de petróleo, la determinación de deriva de elementos flotantes, la caracterización del clima y la agitación del oleaje, etc.
- IRM que se pretende evaluar y su zona
- Descripción conceptual de la herramienta de modelización
- Descripción del uso previo de la herramienta en aplicaciones IRM, marinas y de otro tipo
- Cualquier software de pre o post procesado
- El hardware en el que se ejecutará la herramienta de modelización
- Las características de su certificación por una organización aceptable por la Administración.
- El estado de homologación, si la hubiere, incluida la referencia al certificado anterior

14.2.6 Información específica requerida al describir los métodos utilizados

A continuación, figura un ejemplo de formulario de descripción para una herramienta de evaluación.

Tabla 23. Ejemplo de descripción de una herramienta

Método de evaluación	Descripción
Nombre de herramienta	
Utilización de herramienta	
Tipo de herramienta (D1 a D4)	
Concepto de herramienta	
Uso anterior de herramienta	
Tratamiento previo o posterior	
Otra información pertinente	

14.3 D3: Demostración de que los resultados de las herramientas empleadas son aceptables para la Administración Marítima

El objetivo de este apartado es orientar sobre cómo demostrar que el resultado de aplicar las herramientas seleccionadas para la ERSN será aceptable para la Administración Marítima.

Este apartado describe el proceso de demostración de que los resultados han sido validados. La validación consistirá en confirmación o ratificación mediante la aportación de pruebas objetivas de que se han cumplido los requisitos para un uso o aplicación específicos previstos.

14.3.1 Proceso de demostración de resultados validados

La presentación de la ERSN incluirá una demostración de que los resultados han sido validados.

Para cada actividad de validación de los resultados, debe hacerse una declaración en la que se presenten los resultados y las conclusiones de forma clara. A continuación se ofrece un ejemplo de formato de declaración de validación. Se puede hacer una declaración para cubrir un conjunto de resultados.

Tabla 24. Ejemplo de formato de una declaración de validación

Título	Descripción
Actividad de validación	
Resultados elaborados por (<i>autor</i>)	
Resultados producidos en (<i>fecha</i>)	
Tratamiento previo o posterior	
Configuración de los parámetros de simulación (si procede)	
Datos de comparación (si procede) descripción y fuente	
Conclusión de la validación	

14.3.2 Actividades necesarias para la validación

Para todos los resultados presentados, la demostración de validación de resultados incluirá argumentos razonados y pruebas de lo siguiente:

- Ajuste de parámetros
- Comprobaciones de coherencia
- Comportamiento razonable
- Análisis de sensibilidad
- Comparación con la experiencia del mundo real.

14.3.2.1 Ajuste de parámetros

La propuesta debe demostrar que la modelización u otra forma de evaluación se ha llevado a cabo adecuadamente. Los distintos métodos tienen parámetros diferentes, por lo que el ajuste requerido variará. Sin embargo, hay tres componentes clave, aplicables en la mayoría de los modelos:

- Elección de rutinas matemáticas: elección de algoritmos de integración y estimadores estadísticos adecuados
- Convergencia: aumentar la resolución en una dimensión de control hasta que los cambios de los resultados estén dentro de una magnitud satisfactoria.

- Las fórmulas matemáticas ajustadas a los datos deben tener calculada alguna medida de bondad de ajuste.

14.3.2.2 *Comprobaciones de coherencia*

La presentación de la ERSN deberá proporcionar pruebas de coherencia en los puntos clave de la evaluación (normalmente al final). Los valores de todos los parámetros serán de salida y se demostrará que son correctos / coherentes con los de entrada. De esta forma se comprobará que no se han producido cambios involuntarios en la codificación o en la ejecución. Del mismo modo, deben comprobarse las distribuciones de variables utilizadas.

14.3.2.3 *Comportamiento lógico*

La presentación de la ERSN debe aportar pruebas de que la evaluación se ha ejercido en una serie de condiciones y demostrar que los resultados son lógicos.

- Se trata principalmente de un ejercicio cualitativo, pero debe comprobarse que las variables se mantienen dentro de sus límites. Por ejemplo, los valores clave de variables como la velocidad del buque simulado deben compararse con los datos de entrada que afectan a dicha velocidad (características del modelo numérico del buque, condiciones de clima introducidas, etc.)
- Las condiciones simuladas deben incluir algunos sucesos extremos más graves que los sucesos que se simularán en la realidad. Un comportamiento razonable en condiciones extremas da una buena confianza en los resultados para condiciones menos severas.

14.3.2.4 *Análisis de sensibilidad*

La presentación de la ERSN debe demostrar que los parámetros clave de entrada se han variado en pequeños incrementos para determinar la sensibilidad de los resultados a los cambios, y que la sensibilidad se ha examinado para ver si es razonable.

Este análisis de sensibilidad es especialmente importante para los parámetros de entrada en los que existe incertidumbre en torno al valor correcto a utilizar.

14.3.2.5 *Comparación con datos empíricos*

El informe de la ERSN debe aportar pruebas de que los resultados se han comparado con datos empíricos.

- Los datos empíricos pueden proceder de experimentos controlados (por ejemplo, pruebas de maniobra de un buque) o de datos procedentes de sucesos reales (por ejemplo, estadísticas sobre accidentes marítimos).
- Siempre que se presenten datos empíricos se incluirán estimaciones de la incertidumbre de dichos datos (validez de los datos)
- Hay que tener cuidado al calibrar los modelos para ajustar sus resultados a los datos empíricos, aunque la calibración puede mejorar la comparación con un caso concreto, puede reducir la generalidad
- Se indicarán todas las calibraciones aplicadas al modelo durante la validación.
- La validación con respecto a los datos empíricos debe ser específica de la situación modelizada.

Si no es posible la comparación con datos empíricos, el promotor deberá justificar el motivo. Y deberá realizar una validación de modelo a modelo, que no es tan exhaustiva como la validación de modelo a datos empíricos (ambos modelos pueden estar equivocados). Cuanto mayor sea la diferencia entre los dos tipos de modelos comparados, mayor será la confianza en el resultado si coinciden. Un buen ejemplo sería la comparación entre una simulación por ordenador y un modelo físico (canal de pruebas).

14.4 D4: Fuentes de datos empíricos

14.4.1 Empresas suministradoras de datos AIS

En el sector privado existen numerosas empresas suministradoras de datos provenientes del Sistema de Identificación Automática de los buques. Estos datos incluyen, para cada momento de registro (con fecha y hora), la posición, el rumbo y la velocidad de los buques como mínimo. Dependiendo del tipo de buque, también se pueden obtener otros datos como el tipo de carga, puerto de origen y destino, etc.

Esta información será la base para el ETM y deberá complementarse con observaciones de campo y otra información necesaria para caracterizar el tráfico en la zona que no dispone de AIS.

14.4.2 La Administración Marítima

La Administración Marítima posee información sobre el despacho de buques y embarcaciones de recreo, mercantes y de pesca, esta información puede ser útil para el ETM.

También posee información técnica sobre buques que puede ayudar a caracterizar buques tipo en la evaluaciones del tráfico en la zona o a la modelización de determinados tipos de buques para evaluaciones específicas del tráfico.

14.4.3 La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (Salvamento Marítimo)

La Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, Salvamento Marítimo, es una Entidad Pública Empresarial adscrita al Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, a través de la Dirección General de la Marina Mercante. Creada en 1992 por la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, entró en funcionamiento en 1993 y su razón de ser es la protección de la vida en la mar en el área de responsabilidad de salvamento española.

En los informes anuales que publica Salvamento Marítimo se encuentra información sobre las actuaciones de salvamento y lucha contra la contaminación que se han llevado a cabo ese año en las aguas españolas. Se pueden descargar en:

[Informe anual | Salvamento Marítimo \(salvamentomaritimo.es\)](https://www.salvamentomaritimo.es/informe-anual)

14.4.4 Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM)

La Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), es un órgano colegiado adscrito al Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, encargado de realizar la investigación de los accidentes e incidentes marítimos producidos en o por buques

civiles españoles y en o por buques civiles extranjeros cuando se produzcan dentro de las aguas interiores, en el mar territorial español o fuera del mar territorial español cuando España tenga intereses de consideración.

Los resultados de la investigación se plasman en un informe que contempla la información factual en relación con el accidente o incidente, un análisis de la misma, unas conclusiones y unas recomendaciones en materia de seguridad. Estas recomendaciones constituyen el medio que se considera más adecuado para proponer medidas que permitan aumentar la seguridad marítima.

La CIAIM investigará:

- Los accidentes marítimos muy graves; entendiéndose por tales aquellos que entrañan la pérdida total de un buque, la pérdida de vidas humanas o daños graves al medio ambiente.
- Otros accidentes e incidentes marítimos, cuando de la investigación puedan obtenerse enseñanzas para la seguridad marítima.

La CIAIM está regulada por el Artículo 265 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2011, y por el Real Decreto 800/2011.

La CIAIM emite una memoria anual en la que se incluyen estadísticas sobre accidentes marítimos, estas memorias y los informes sobre los accidentes marítimos se pueden descargar en:

[Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana \(mitma.gob.es\)](http://mitma.gob.es/comision-permanente-investigacion-accidentes-incidentes-maritimos)

14.4.5 Puertos del Estado y Autoridades portuarias

Puertos del Estado ha desarrollado y mantiene sistemas de medida y previsión del medio marino con el objetivo fundamental de proporcionar al Sistema Portuario Español los datos océano-meteorológicos imprescindibles para su diseño y explotación, lo que permite reducir los costes y aumentar la eficiencia, sostenibilidad y seguridad de las operaciones portuarias.

Los beneficios de esta actividad no se circunscriben únicamente al entorno portuario, sino que también busca ser un servicio abierto a la sociedad y a otras instituciones. Este se presta fundamentalmente a través de la web de Puertos del Estado. ([Prediccion de oleaje, nivel del mar ; Boyas y mareografos | puertos.es](http://puertos.es)).

El sistema consta de redes de medida (boyas, mareógrafos y radares de alta frecuencia), servicios de predicción (oleaje, nivel del mar, corrientes y temperatura del agua) y de conjuntos climáticos, que describen tanto el clima marítimo en la actualidad como sus escenarios de cambio en el siglo XXI.

Las Autoridades Portuarias llevan un registro del tráfico de buques dentro de sus límites y pueden ser una fuente de información del tráfico para el área cercana al puerto (útil para el ETM).

Los puertos de gestión autonómica y local también pueden facilitar información sobre el tráfico en la zona de la IRM

14.4.6 IHS

IHS Markit puede proporcionar, comercialmente, información sobre todos los accidentes marítimos mundiales en los que estén implicados buques de 100 TRB o más, incluido el tipo de buque, el tipo de accidente y la ubicación.

Además posee una base de datos donde se encuentra la información de clase de todos los buques obligados a llevar número IMO. Esta información puede ser fundamental para caracterizar el tipo de tráfico en los ETM. Información de contacto en:

<http://www.fairplay.co.uk/>

14.4.7 Otras fuentes de datos empíricos

Otras fuentes de información serán las universidades, organismos y entidades del Sector Público español, como la AEMET, el CSIC, el IEO, el IHM, etc.; además de organismos y asociaciones internacionales como la EMSA, la OMI, Paris MOU, etc.

Tanto para el ETM como para evaluaciones posteriores, una fuente de información podrá provenir de las asociaciones de armadores, asociaciones y clubs de usuarios recreativos, marinas recreativas, cofradías de pescadores y otras asociaciones o entidades privadas que puedan facilitar información sobre las tendencias actuales y futuras del tráfico de buques y embarcaciones, su manejo y operativa.

Todas las mediciones, análisis, experimentos y estudios de campo realizados por el promotor proporcionarán una fuente de datos empíricos de gran importancia.

En algunos casos, algunos datos provenientes de estudios realizados en desarrollos similares podrán aportar información empírica adicional, aunque solo sea válida para realizar comparativas y estimaciones.

14.5 D5: Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación - Técnicas de evaluación del tráfico en la zona

14.5.1 Utilización de técnicas de evaluación del tráfico en la zona

La evaluación del tráfico en la zona será necesaria cuando exista incertidumbre sobre el efecto de la IRM en la capacidad de determinados buques para navegar y operar en la IRM o en aguas adyacentes sin sufrir un aumento del riesgo. Dicho riesgo incluirá, entre otros, los riesgos de abordaje, contacto, colisión, embarrancamiento y varada.

14.5.1.1 *Requisitos fundamentales de la evaluación del tráfico en la zona*

Entre los requisitos fundamentales de la evaluación del tráfico en la zona figuran los siguientes:

- Que evalúe todo el tráfico tanto en la zona circundante como en la propia IRM.
- Que evalúe los movimientos de los buques en navegación y realizando otras operaciones.
- Que evalúe el comportamiento real de los buques ante el COLREG, incluyendo:
 - El efecto de la reducción de la visibilidad en el cumplimiento del COLREG, junto con los efectos previstos en los radares de los buques y de tierra.
 - Un índice representativo de error humano en la aplicación del COLREG.

- Un índice representativo de incumplimiento deliberado del COLREG.
- Que evalúe el efecto de las maniobras en vías navegables restringidas (definidas a partir de datos batimétricos elaborados a partir de cartas náuticas electrónicas o de estudios específicos de emplazamientos), incluidas las maniobras de los buques para evitar aguas poco profundas.
- Que evalúe el efecto de condiciones meteorológicas severas en el comportamiento de los buques en navegación.
- Que se utilice para calcular:
 - Como mínimo, la frecuencia y el tipo de interacción entre los buques, entre los buques y las aguas poco profundas, y entre los buques y las estructuras IRM, para obtener información estadísticamente significativa que permita evaluar el posible efecto de las opciones de control de riesgos en materia de localización, alineación, tamaño y disposición de la IRM.
 - La probabilidad de colisión, abordaje, contacto y varada.
 - Para tipos específicos de buques, el riesgo y la tolerabilidad del riesgo.

14.5.2 Cómo seleccionar las situaciones que requieren una evaluación del tráfico de la zona

14.5.2.1 Origen de las situaciones

Las situaciones que requieran evaluación del tráfico procederán de:

- La necesidad de evaluar el efecto general de la IRM sobre el tráfico marítimo y los riesgos para la navegación asociados a ese desarrollo.
- Los riesgos acumulativos para la navegación asociados al desarrollo y a los demás desarrollos de IRM y otros tipos de actividad marina en la zona estratégica de la IRM
- Los efectos combinados sobre el riesgo para la navegación de la IRM con otros desarrollos distintos en la zona (por ejemplo, de extracción de recursos naturales del lecho marino) a lo largo de la vida operativa de la IRM.
- La necesidad de evaluar el impacto específico de la IRM debido a la presencia de una actividad específica de tráfico marítimo que puede estar presente, o está prevista que lo esté, en sus proximidades.
- El registro de peligros.
- El registro de control de riesgos.

14.5.2.2 Área de estudio

Se prevé que serán necesarias al menos dos zonas de estudio.

- La zona de estudio 1 debe ser representativa de una zona marítima adecuada que podría ser toda la zona estratégica (por ejemplo, el polígono POEM) y utilizarse para evaluar los efectos acumulativos y combinados.
- La zona de estudio 2 debe ser representativa de la zona IRM y utilizarse para evaluar los efectos potenciales, como la introducción de sistemas de separación, zonas de exclusión o de seguridad, etc., cerca y dentro de la IRM.

En el apartado 13.1 (B1 - "Comprensión de las densidades y tipos de tráfico del caso base") se ofrece orientación sobre el tamaño de la zona de estudio IRM. Una vez delimitada una zona

adecuada, es necesario determinar la importancia de los parámetros meteorológicos y oceanográficos clave, así como la naturaleza y distribución del tráfico marítimo que circula por la zona de estudio.

14.5.3 Cómo definir escenarios para la evaluación

La evaluación debería incluir, como mínimo, los siguientes escenarios para evaluar el impacto acumulativo, pero garantizando que se puedan aislar e identificar los factores clave del aumento del tráfico marítimo y de las limitaciones para la navegación.

Tabla 25. Escenarios que requieren una evaluación del tráfico en la zona

	Escenario	Objetivo
1	Caso base actual	Proporcionar una evaluación del nivel de riesgo actual para su validación con datos históricos.
2	Caso futuro basado en: <ul style="list-style-type: none"> Tipos y densidades de tráfico a mitad del periodo de autorización (por ejemplo, 10 años) Tipos y densidades de tráfico al final del periodo de autorización (por ejemplo, 25 años) 	Evaluación futura de los riesgos de la zona de estudio sin presencia de IRM
3	Caso base con IRM	Analizar las repercusiones de las IRM únicamente, sin relación con aumentos o reducciones de tráfico
4	Caso futuro con IRM basado en: <ul style="list-style-type: none"> Tipos y densidades de tráfico a mitad del periodo de autorización (por ejemplo, 10 años) Tipos y densidades de tráfico al final del periodo de autorización (por ejemplo, 25 años) 	

14.5.4 Requisitos para evaluar un escenario

Cada uno de los anteriores escenarios debe ser evaluado para determinar:

- Viabilidad
- Riesgo
- Sensibilidad
- Controles

14.5.4.1 Viabilidad

La viabilidad de las operaciones de transporte marítimo a través de una determinada zona marítima o canal, adyacente o cercano a los desarrollos de IRM, se determinará siempre teniendo en cuenta los datos meteorológicos y oceanográficos y, los requisitos de navegación de los buques que se hayan obtenido.

Algunos aspectos de la viabilidad y conveniencia de la navegación dentro de canales también podrían identificarse gracias a los resultados gráficos desarrollados por modelos de simulación que tienen la capacidad de situar al piloto (y a su evaluador) dentro de una simulación de tráfico zonal. Estas herramientas pueden utilizarse para ayudar a revisar el espacio marítimo disponible y las interacciones de navegación dentro de la zona de estudio.

14.5.4.2 *Riesgo*

El riesgo asociado a la navegación dentro o cerca de parques eólicos y otras IRM debe relacionarse con la frecuencia y las consecuencias de dicho riesgo. Los resultados del análisis deben informar de los cambios clave en el riesgo de colisión, abordaje y varada o embarrancamiento como resultado del desarrollo de la IRM, con consecuencias que se introducen en la evaluación SAR y de lucha contra la contaminación. El resultado de la evaluación debe adaptarse para identificar:

- El nivel de riesgo cuantitativo.
- Si el escenario "Caso Futuro con IRM" desarrolla un riesgo aceptable o ALARP cuando se juzga en comparación con el entorno de tráfico actual y el "Caso Futuro sin IRM", o es:
 - Tolerable con modificaciones.
 - Tolerable con controles adicionales.
 - Tolerable con vigilancia.
- Que un mayor control del riesgo es manifiestamente desproporcionado.

Se deberán seleccionar los incidentes clave de la evaluación de riesgos. La selección e identificación de incidentes clave dependerá del lugar, aunque se recomienda el siguiente umbral:

Todos los lugares en los que los tipos de buques o sus rutas registren un aumento del riesgo superior al 50% deberán revisarse de forma independiente para identificar otros posibles impactos derivados de factores meteorológicos y oceanográficos, o la aplicabilidad de medidas de mitigación del riesgo.

El resultado de la evaluación del riesgo debe proporcionar datos específicos sobre la probabilidad de abordaje entre los diferentes tipos de buques, teniendo en cuenta las distintas rutas y operaciones dentro de la zona de estudio. El resultado debe tener un formato que permita plantear y responder a las siguientes preguntas clave:

- ¿Dónde están las zonas de mayor riesgo?
- ¿En qué medida incrementa el riesgo de colisión, abordaje, varada y otros peligros?
- ¿Qué tipo de rutas y operaciones de los buques se verían más afectadas y dónde se producirían estos incidentes?
- ¿La evaluación del tráfico marítimo abarca todos los aspectos de la navegación y de otras actividades marítimas, asociándolos a incidentes clave, o deben abordarse específicamente algunos escenarios? Las simulaciones de navegación abarcarían tanto los factores meteorológicos, oceanográficos y de navegación como el factor humano. También podrían reproducirse operaciones específicas como el fondeo, el dragado de áridos, diferentes artes de pesca, etc.
- ¿Qué datos generales SAR y de lucha contra la contaminación pueden generarse a partir de los incidentes clave?

14.5.4.3 Sensibilidad

Cada uno de los principales escenarios definidos anteriormente puede someterse a pruebas de sensibilidad para examinar el impacto de los principales factores. Las sensibilidades a examinar deben determinarse a partir del Análisis de Influencias. Véase el punto 14.3 (C4 - Influencias en el nivel de riesgo).

Entre ellas se incluyen:

- Parques eólicos adyacentes y otras IRM. Estos escenarios pueden requerir uno o más análisis para cada año futuro y así abordar el impacto de los desarrollos de IRM adyacentes.
- Variación de la densidad y/o tipo de tráfico. Es posible que se hayan hecho suposiciones clave sobre el desarrollo de puertos/terminales/marinas y otros tipos de actividad marítima que generan tráfico dentro de la zona de estudio. Puede ser conveniente realizar pruebas de sensibilidad sobre la presencia o ausencia de este tráfico asociado para evaluar su impacto en el perfil de riesgo.
- Variación de las vías y rutas del tráfico: Se pueden ensayar variaciones en las rutas del tráfico fuera y dentro de la IRM para revisar las medidas de control del riesgo disponibles, y/o la sensibilidad del riesgo a los cambios en estas cuestiones. Esto puede incluir la separación/exclusión mínima de la IRM.
- Variación del nivel de la marea y de la intensidad de las corrientes. La anchura de los canales y el espacio marítimo disponible pueden verse afectados significativamente por los cambios en el nivel de la marea. La navegación y diversas operaciones marítimas también pueden verse afectadas por la velocidad y dirección de las corrientes existentes. Si se trata de cuestiones clave para la zona de estudio, su impacto deberá tenerse en cuenta en las pruebas de sensibilidad.
- Variación de los parámetros de evaluación. En caso de que las técnicas y herramientas adoptadas sean especialmente sensibles a las variaciones de sus parámetros, estas características deberán someterse a pruebas de sensibilidad. Algunos ejemplos son la percepción de las distancias adoptadas en la simulación y la evaluación de las "áreas de dominio" de los buques ("Ship domain").
- Trazado de rutas en función de las condiciones meteorológicas. En el caso de mal tiempo en las travesías marítimas de corta distancia, existe la posibilidad de trazado de rutas en función de las condiciones meteorológicas, tratando de capear para minimizar los movimientos violentos.
- Visibilidad y detección de buques o estructuras. Los principales escenarios pueden haberse realizado en base a hipótesis sobre el cambio en el riesgo en función de limitaciones tales como la pérdida de visibilidad o de detección por radar debido a la presencia de un IRM, o la falta de datos AIS. En particular, se considera que el riesgo de abordaje entre buques aumenta cuando dos buques (que podrían considerarse completamente ciegos a la presencia del otro) se van aproximando, cerca o dentro de una IRM. La disposición del parque eólico contribuirá a modificar este perfil de base. Los supuestos clave asociados a esta cuestión, y los asociados a otros tipos de IRM, pueden ponerse a prueba en una serie de análisis de sensibilidad.

Las simulaciones de tráfico zonal suelen estar sujetas a variaciones en los resultados entre días determinados debido a la generación aleatoria de tráfico dentro del modelo. Si se opta por la simulación, los modelos deberán funcionar durante el tiempo suficiente para obtener resultados medios estables. En caso de que sea necesario realizar comparaciones entre escenarios, éstas deberán basarse en resultados de escenarios estables.

14.5.4.4 *Eficacia de los controles de riesgo*

Cuando sea factible, deberá identificarse el impacto cuantitativo de las modificaciones en el diseño de la IRM y de los controles de riesgo propuestos (como zonas de exclusión). Pueden incluir, aunque no necesariamente:

- Reajuste de los límites del área y/o de las configuraciones de las turbinas/plataformas u otras estructuras.
- Posibles zonas de seguridad/exclusión.
- Distancias mínimas de separación recomendadas a los límites de la IRM.
- Rutas de navegación establecidas.
- Rutas de navegación obligatorias.

14.5.5 *Análisis y presentación de resultados*

La presentación de los resultados debe ser clara y concisa, de forma que pueda ser entendida tanto por expertos como por no expertos. Puede consistir en una presentación gráfica acompañada de texto y datos numéricos. Cuando se utilicen grandes conjuntos de datos que se requieran para la presentación, será mejor referenciarlos en un anexo del texto principal. La presentación debe incluir:

- La técnica de evaluación utilizada, por ejemplo, antecedentes, validación, referencias y metodología.
- Entrada de datos.
- Los resultados.
- Todas las hipótesis y desviaciones de la metodología general utilizada en los cálculos.
- Conclusiones sobre el impacto de los resultados de la evaluación en el desarrollo de la IRM.

Los resultados obtenidos deberán informar al promotor y a la Administración de los cambios cuantitativos y/o cualitativos en el riesgo marino como resultado de la IRM, y de la actividad futura. Esta información debe compararse con la zona marítima cartografiada para el estudio. Como mínimo, la evaluación deberá:

- Predecir los encuentros entre buques y entre buques y estructuras y el potencial de embarrancamiento/varada.
- Predecir la distribución de frecuencias de abordaje/colisión/varada.
- Vincular los tipos de buques para predecir el riesgo de abordaje y colisión.
- Ayudar en la evaluación de la eficacia de los controles del riesgo.

14.5.6 *Parámetros críticos de la evaluación*

En los siguientes apartados se identifican los parámetros críticos dentro de la evaluación del tráfico de la zona.

14.5.6.1 Tabla de parámetros críticos- Ejemplos

Tabla 26. Evaluación del tráfico en la zona - Parámetros críticos

Parámetro crítico	Explicación
Distribución del tráfico	Ubicación y anchura de las rutas y/o zonas de operación de los buques
Densidad y tipo de tráfico	Densidades totales y por tipos de tráfico en la evaluación. Potencial de interacción entre buques
Ubicación de IRM	Posición y área de la IRM, así como orientación con respecto a las corrientes de tráfico y zonas de operaciones de los buques.
Reubicación de rutas	Supuestos adoptados sobre el impacto en la distribución original del tráfico marítimo
Visibilidad	Supuestos adoptados con respecto a la visibilidad a través y cerca del IRM y sobre otros medios de detección y seguimiento de buques.

14.5.7 Limitaciones de las técnicas y herramientas de evaluación

Todas las técnicas y herramientas de evaluación tendrán limitaciones, y la medida en que éstas afecten a los resultados dependerá del escenario, los datos utilizados y, en el caso de la simulación, los algoritmos empleados. Será necesario identificar las limitaciones de estas técnicas y herramientas antes de completar el trabajo de evaluación.

A partir de evaluaciones de riesgos llevadas a cabo por promotores en el Reino Unido, la MCA identificó varias limitaciones en las técnicas y herramientas de evaluación del tráfico en la zona. Estas limitaciones se muestran en el siguiente apartado a modo de ejemplo.

14.5.7.1 Tabla de limitaciones- Ejemplos

Tabla 27. Evaluación del tráfico en la zona - Limitaciones de la evaluación

Limitación	Explicación
Validación por tipos de buques	La calidad de la validación es una cuestión clave y, cuando existan datos, la validación debe realizarse buque por buque.
Cuestiones de percepción	La validación respalda la adopción de los supuestos sobre el “área de dominio” de los buques y sobre el COLREG adoptados en el caso base. Sin embargo, la compresión de rutas navegables y el aumento del tráfico pueden provocar situaciones que superen el alcance de la validación original y obliguen a reevaluarla.
Percepción de campo	En la actualidad, muchas técnicas de evaluación evitan los abordajes, colisiones o varadas a corta distancia (teniendo en cuenta el concepto de “área de dominio” o percepción de campo del piloto), y siguen la ruta de los buques en distancias medias y largas. Es posible que los límites de la percepción de campo del piloto no sean tan nítidos entre las distancias cortas, medias y largas y que las técnicas de evaluación con mayor control y autonomía para "buscar objetivos concretos" podrían mejorar la veracidad de la evaluación.

Modelo 2D	Muchas técnicas de evaluación del tráfico de la zona se basan en modelos 2D. Si el usuario/piloto fuera capaz de entrar en el modelo y revisar la simulación desde la perspectiva del modelo de barco habría una mayor consideración de las cuestiones de riesgo y una mejor percepción de los desafíos durante la navegación.
-----------	--

Las principales limitaciones que se identifiquen y su importancia deben explicarse dentro de cualquier informe de una ERSN.

14.5.8 Verificación de las herramientas de modelización o de evaluación utilizadas

14.5.8.1 Orientaciones generales

En el punto 14.2 (D2 - Selección de herramientas aceptables para la Administración Marítima) se ofrecen orientaciones generales.

14.5.8.1.1 Orientaciones específicas

Para la evaluación basada en la modelización, la verificación de las herramientas de modelización utilizadas para los escenarios puede incluir:

- Copias de los archivos electrónicos de ejecución del modelo
- Copias de los datos utilizados
- Copias de los resultados en forma de gráficos y texto
- Descripción funcional del modelo
- Descripción técnica del modelo.

Se recomienda que los procedimientos de garantía de calidad acompañen el funcionamiento y la gestión del proceso de modelización.

14.5.9 Orientación sobre cómo validar los resultados de la evaluación

14.5.9.1 Orientaciones generales

En el apartado 14.3 (D3 - Demostración de que los resultados de las técnicas son aceptables para la Administración Marítima), se ofrecen orientaciones generales.

14.5.9.2 Orientaciones específicas

La validación de los resultados puede lograrse con la adquisición de datos de referencia que tengan resultados conocidos, teniéndose en cuenta el escenario de referencia.

14.5.10 Tabla de normas de rendimiento de las herramientas de modelización o técnicas de evaluación

En la tabla siguiente se indica el nivel de rendimiento exigido a las herramientas de evaluación utilizadas.

Tabla 28. Evaluación del tráfico en la zona - Normas de rendimiento de herramientas

Referencia	Norma de rendimiento	Comentario	Importancia Alta/Media/ Baja
1	Requisitos de la Administración Marítima		
1.1	Simulación	Se sugiere la utilización de técnicas de simulación informática, cuando proceda, en relación con el desplazamiento del tráfico y, en particular, la creación de "puntos de estrangulamiento" en zonas de gran densidad de tráfico.	A
2	Parámetros meteorológicos y oceanográficos		
2.1	Batimetría	Parámetro crítico para los límites de la navegación segura, y la creación de rutas.	A
2.2	Visibilidad (sectores ciegos y de sombra de los radares en torno a las IRM)	Impacto clave en la interacción de los buques dentro o cerca de la IRM.	A
2.3	Mareas y corrientes	Clave para comprender los efectos de los dispositivos de energía undimotriz y mareomotriz sobre la navegación	A
3	Navegación marítima / Tráfico marítimo		
3.1	Geometría de la ruta (si procede)	Elemento clave de la simulación	A
3.2	Distribución del tráfico en las rutas (cuando proceda)	La distribución del tráfico en las rutas tiene un impacto significativo.	A
3.3	Variación de los tipos de buques	Factor clave para determinar el riesgo y evaluar el espacio de navegación disponible.	A
3.4	Variación del tráfico en 24 horas	Impacto significativo, en particular para el tráfico regular, la pesca y la navegación o las operaciones afectadas por las mareas.	A
3.5	Velocidad del buque	Principal factor de riesgo para el tiempo de respuesta	A
3.6	Eslora del buque	Debe ser coherente con el tipo de buque representado.	A
3.7	Variación de la eslora del buque	Coherente con el tipo de buque representado y los datos del estudio.	A
3.7	"Área de dominio" del buque	Coherente con el tipo de buque representado.	A

3.9	Calados del buque	Coherentes con el tipo de buque representado y el estado de carga.	A
4	Navegación marítima / Actividades marítimas - Reglas para simular los movimientos de los buques		
4.1	Tipos de buques	Capaz de modelizar todos los tipos de buques previstos en y cerca de la IRM.	A
4.2	Dinámica de los buques: Operaciones buque-buque y buque-estructura	Coherente con el tipo de buque representado	M
4.3	Aceleración / deceleración del buque	De importancia media si se aplica una validación coherente.	M
4.4	Dinámica de los buques: Giros, maniobras, etc.	Depende de la disponibilidad de aguas navegables, etc.	M
5	Navegación marítima / Actividades marítimas - Reglas para simular el comportamiento de los marinos		
5.1	Reglamento sobre colisiones (COLREG)	Respuestas de los buques de conformidad con el COLREG incluidas las relativas a la visibilidad reducida.	A
5.2	Reglamento sobre colisiones: Error humano	Respuestas del buque no conformes con el COLREG.	A
5.3	Reglamento sobre colisiones: Infracción	Respuestas del buque en violación del COLREG.	A
6	Navegación marítima / Actividades marítimas - Reglas para simular maniobras en vías navegables restringidas		
6.1	Identificación desde los buques	Identificación de estructuras, aguas poco profundas y otros obstáculos.	A
6.2	Tipo de buque	Normas diferentes para buques de distintos tipos.	A
6.3	Mareas y corrientes	De acuerdo con los datos y predicciones de la zona, modificadas por la IRM (si procede).	M
7	Flexibilidad de escenarios		
7.1	Escenarios de crecimiento o reducción del tráfico	Se tendrán en cuenta datos del crecimiento del PIB y del desarrollo de los puertos, la pesca y otras actividades.	A
7.2	Simulaciones múltiples	Los modelos con actividad diaria y variación estadística del tráfico generalmente requieren múltiples ejecuciones para obtener un resultado estable.	A
7.3	IRM múltiple	Capacidad crítica para las evaluaciones de impacto	A

		acumulativo para un polígono ZAPER con varios desarrollos.	
7.4	Opciones de rutas para buques y medidas de control (zona de exclusión / seguridad)	Desarrollo de rutas alternativas.	A
8	Evaluación de resultados		
8.1	Visualización	Posibilidad de situar al piloto / evaluador dentro de la simulación.	A
8.2	Visualización: Rutas y actividades marítimas	Posibilidad de mostrar los contornos de las rutas y las actividades marítimas en un mapa GIS o una carta ENC.	A
8.3	Visualización: Detalles de las ruta y actividades marítimas	Posibilidad de mostrar los detalles de cada ruta y actividad (por ejemplo velocidad instantánea y promedio, variaciones de rumbo, etc.).	A
8.4	Visualización: Mapa de riesgos	Posibilidad de mostrar el Riesgo como zonas coloreadas en un mapa GIS o una carta ENC.	A
8.5	Visualización: Incidentes históricos	Posibilidad de superponer incidentes históricos en el mapa de riesgos.	A
8.6	Frecuencia de encuentros buque-buque o buque-estructura	Capacidad de calcular y visualizar la frecuencia de encuentros entre buques o entre buques y estructuras.	A
8.7	Probabilidad de abordaje entre buques	Derivada de la frecuencia de encuentros validados	A
8.8	Probabilidad de colisión con estructuras	Derivado de la frecuencia de encuentros validados.	A
8.9	Probabilidad de varada	Derivado de la frecuencia de encuentros validados.	A
8.10	Análisis de tipos de buques y rutas	Capacidad para desglosar por tipos de buques y rutas: la frecuencia de encuentros, las probabilidades de incidentes y los riesgos en general.	A
8.11	Controles de riesgo específicos para los buques	Centrarse e identificar los factores clave en el aumento del riesgo para realizar una evaluación detallada y mejorar el control de riesgos.	A

14.5.11 Ejemplo ilustrativo de un proceso de Evaluación del tráfico en la zona

14.5.11.1 Punto de partida

El punto de partida del proceso de evaluación del tráfico marítimo es:

- Obtención de datos del tráfico en la zona IRM a partir del Estudio de Tráfico Marítimo actualizado (requisito de la Administración), así como datos del tráfico en una zona estratégica más amplia que la de la IRM.
- Definir las condiciones meteorológicas y oceanográficas de referencia.

14.5.11.2 *Condiciones meteorológicas y oceanográficas de referencia*

Las técnicas utilizadas deben evaluar las características significativas identificadas por el Análisis Técnico y Operativo. Véase el apartado 13.1 (C1 – Descripción del entorno marino).

La batimetría de la zona de estudio debe identificarse utilizando datos procedentes de cartas náuticas electrónicas (ENC) o de estudios específicos del lugar. Deben identificarse las zonas clave de aguas poco profundas y los tipos de buques potencialmente afectados por estas zonas (en la bajamar escorada). Esta restricción debe tenerse en cuenta al examinar la ruta potencial y las operaciones de los buques dentro, alrededor y a través de la IRM. Deberá prestarse especial atención a la identificación de las zonas de aguas poco profundas que, debido a la desviación del tráfico en torno a una IRM, puedan constituir un peligro potencial de varada o embarrancamiento.

Las corrientes de marea pueden afectar a la seguridad de la navegación y, en determinadas zonas, las corrientes locales también pueden hacerlo. Deben cartografiarse las regiones dentro de la zona de estudio que posean velocidades de corrientes de marea o de corrientes superficiales superiores a un nudo, diferenciando en valores de 1 en 1 nudo. Deberán identificarse las regiones con velocidades especialmente elevadas y destacarse sus posibles repercusiones en la navegación de los buques. En los casos en que la IRM pueda modificar las velocidades y direcciones de las corrientes o los horarios o niveles de las mareas, deberá tenerse en cuenta la incertidumbre de los efectos previstos, por ejemplo, mediante estudios de sensibilidad.

En general, los límites que se muestran en la siguiente tabla, que pueden restringir la navegación a un área de mar reducida, podrían aumentar el riesgo de varada o de una mala respuesta del buque para evitar una colisión o abordaje.

Tabla 29. Corrientes de marea con potencial para imponer una restricción a la navegación

ESLORA (m)	TONELAJE BRUTO (GT)	MANGA (m)	CALADO (m)	TIPOS DE BUQUES	Corriente de marea o local	
					Velocidades (nudos)	
					Dirección proa / popa	Dirección de través
>300	80.000 - 300.000	40 - 60	16 - 25	Buques de navegación oceánica: tanques, graneleros, carga general y portacontenedores	3	2
240-300	30.000 - 100.000	30 - 50	8 - 20	Buques de navegación oceánica: tanques, graneleros, carga general y portacontenedores	3	2
190 - 240	10.000 - 60.000	18 - 43	6 - 16	Petroleros, graneleros, carga general y portacontenedores	7	3
165 - 190	8.000 - 30.000	17 - 32	6 - 13	Petroleros, graneleros, carga general y portacontenedores	7	3
90 - 170	2.500 - 20.000	13 - 32	5 - 10	Petroleros, graneleros, carga general y portacontenedores	7	3
90 - 180	2.500 - 13.000	17 - 27	4 - 6	Ro-Ro y cocheros	7	3
60 - 90	10 - 1.500	4 - 20	1 - 3	Ro-Ro y cocheros	6	4
60 - 90	2.000 - 3.500	7 - 20	3 - 6	Tanque, Granelero, frigorífico, pesquero factoría	7	3
60 - 75	2.000 - 3.000	9 - 15	1 - 2	Pequeño buque tanque, carga general, pesca	6	3
45 - 60	1.500 - 2.500	3 - 15	2 - 5	Pequeño buque tanque, carga general, pesca	6	2
4 - 6	200 - 800	3 - 15	1 - 5	Pequeño buque tanque, carga general, pesca (arrastrero, palangrero)	4	2
20 - 30	40 - 250	4 - 9	2 - 5	Remolcadores, pequeños pesqueros arrastreros y palangreros, embarcaciones de recreo	4	2
14 - 20	20 - 160	3 - 5	1 - 5	Remolcadores, embarcaciones de trabajo, golondrinas, pequeños pesqueros de arrastre y palangreros, embarcaciones de recreo	4	2
10 - 15	8 - 50	1 - 4	1 - 3	Remolcadores, embarcaciones de trabajo, golondrinas, pequeños pesqueros de arrastre y palangreros, embarcaciones de recreo	4	3
7 - 10	4 - 20	1 - 3	1 - 2	Remolcadores, embarcaciones de trabajo, golondrinas, pequeños pesqueros, embarcaciones de recreo	5	4
3 - 8	1 - 7	1 - 3	1 - 2	Remolcadores, embarcaciones de trabajo, pequeños pesqueros de bajura, embarcaciones de recreo	5	5
4 - 6	< 1	<1	< 1	Canoas, Kayaks, motos de agua, etc.	2	2

Después del trazado de las rutas del tráfico, deberían identificarse las zonas en las que los buques están sometidos a corrientes de marea o a corrientes locales que superen sus límites potenciales, según la tabla anterior. Esta identificación se llevaría a cabo durante la revisión de los resultados con el objeto de determinar si las zonas de alto riesgo de tráfico marítimo también coinciden con zonas de intensidades de corriente significativas que podrían aumentar aún más el perfil de riesgo local. Estas zonas de riesgo debido a las corrientes deberían revisarse de nuevo al examinar la distribución del potencial de colisión, abordaje o varada que se obtenga a partir de un modelo de tráfico marítimo, para determinar si se requiere una evaluación más detallada de la navegación en esas zonas.

Deberían identificarse y ensayarse los vientos predominantes en la zona de estudio. Se destacarán las zonas marítimas situadas a barlovento de las IRM y se revisará el volumen de tráfico que pasa por ellas. También se identificará y ensayará la altura de ola significativa asociada a esos vientos y la agitación provocada por la IRM.

Deberá identificarse y ensayarse la visibilidad dentro de la zona de estudio. Deberá prestarse especial atención en el estudio a los periodos de visibilidad reducida.

Nota: Cuando la visibilidad es inferior a 1.000 metros se utiliza el término "niebla" y cuando está comprendida entre 1.000 y 2.000 metros se utilizan los términos "bruma" o "neblina".

14.5.11.3 Modelización del tráfico marítimo

La modelización del tráfico marítimo consiste en un proceso de tres etapas:

- Construir el modelo de tráfico con una herramienta de simulación adecuada.
- Evaluación del caso de referencia y validación del modelo.
- Previsión utilizando el modelo.

14.5.11.4 Paso 1 - Construcción del modelo

Las principales etapas de la construcción del modelo dependerán de la herramienta de modelización utilizada, pero es probable que sean las siguientes:

- Revisión y desarrollo futuro del tráfico (en base al ETM)
- Establecer reglas de simulación para los movimientos de los buques
- Establecer reglas de simulación para el comportamiento de los pilotos o navegantes
- Establecer Reglas de Simulación para maniobrar en vías navegables restringidas.

Los elementos clave asociados a la revisión y caracterización del tráfico se ilustran a continuación:

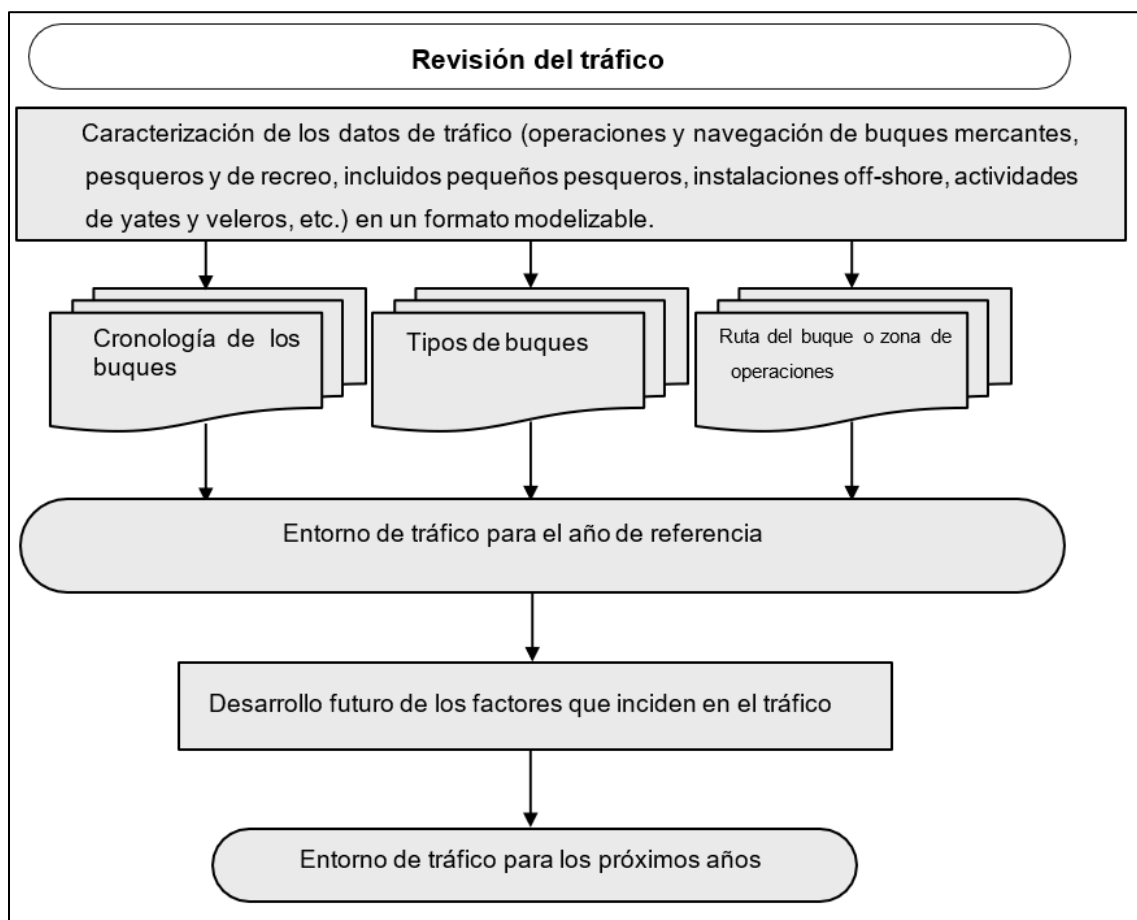


Figura 6. Diagrama de flujo de la revisión del tráfico y el desarrollo

1) Paso 1.1 - Revisión del y caracterización del tráfico

El objetivo de la revisión y caracterización del tráfico es elaborar una representación exhaustiva del tráfico marítimo actual y futuro en aguas mar adentro, en las proximidades del IRM. Deben identificarse las rutas, tipos y tiempos de los buques para desarrollar una muestra estadísticamente representativa de la actividad. Estos datos permitirán el seguimiento de las derrotas de los buques sobre las principales rutas para cartografiar la actividad actual.

Esta representación del tráfico deberá incluir:

- Caracterización de los datos de tráfico en un formato evaluable
- Análisis y representación de los horarios de los buques, tipos de buques, rutas y zonas operativas. La ruta o zona de operaciones debe identificarse mediante límites geométricos coherentes con los identificados en los estudios de campo (Estudio de Tráfico Marítimo) y directamente relacionadas con la distribución del tráfico cartografiada en los estudios de campo. Se sugiere que, cuando proceda, las anchuras de las rutas abarquen la desviación lateral asociada a ± 2 desviaciones estándar del desplazamiento del tráfico asociado al movimiento entre dos lugares. Como mínimo, la anchura de la ruta debe permitir el paso del 90% del tráfico que transita por ella. Cabe señalar que este proceso dará lugar a anchuras de ruta variables (en función de la actividad del tráfico muestreado).

Nota: En este contexto, se entiende por "ruta" una vía a lo largo de la cual puede demostrarse que navega un número significativo de buques con rumbos en gran medida paralelos. "Zonas de operaciones" son aquellas en las que tienen lugar operaciones de pesca, navegación de recreo y otras actividades marinas y en las que los rumbos y velocidades pueden variar considerable y frecuentemente. Las interacciones entre los buques en las rutas y los buques que realizan actividades en las zonas operativas deben evaluarse en su totalidad, al igual que las de todos los buques con estructuras IRM.

- Definición de actividades u operaciones de buques no basadas en rutas. Cuando se identifique cualquier actividad del tráfico que no se corresponda con una ruta de punto a punto (por ejemplo, navegación o pesca de recreo de un día), deberá identificarse el volumen de este tráfico y elaborarse las distribuciones que mejor se ajusten a los datos disponibles.
- Reconocimiento de la complejidad del tráfico. Conviene subrayar que la definición de rutas a partir de los datos recogidos de los estudios de tráfico debe reflejar la distribución de toda la gama de buques activos en la zona de estudio. Por ejemplo, si hay una variedad de buques (mercantes de navegación oceánica o de cabotaje, ferries o HSV con rutas entre puertos, pesqueros, etc.) asociados al tráfico marítimo en la zona de estudio, todos ellos pueden tener características diferentes, así como distintas distribuciones de tráfico e historiales temporales. Todos estos elementos y la complejidad asociada deben muestrearse y representarse con el mayor grado de fidelidad posible.
- Trazar itinerarios y zonas de operaciones en un mapa geoespacial extraído de cartas ENC o de estudios específicos del lugar.
- Definir el tráfico en el año de referencia (para más información, véase el apartado 13.1 (B1 – Comprensión de las densidades y tipos de tráfico del caso base). La variación del tráfico a lo largo de las rutas y en las zonas de operaciones debe ser representativa de la identificada a partir de los estudios de campo y debe imitar la variación horaria de la actividad identificada para las condiciones diarias "típicas" del área de estudio.
- Definir el tráfico en los años futuros. Para más información, véase el apartado 13.2 (B2 - Predicción de densidades y tipos de tráfico futuros).

2) Paso 1.2 - Establecer reglas para simular el movimiento de los buques.

El objetivo de definir las reglas para simular el movimiento de los buques es establecer un comportamiento creíble de los buques; sin embargo, se reconoce que la complejidad de modelizar este comportamiento para múltiples buques dentro de una simulación de tráfico puede requerir una simplificación de las características de navegación y, por lo tanto, la modelización numérica puede no ser la técnica adecuada para escenarios particulares.

Se deberán determinar:

- Las características de maniobra de los buques
- Rutas realistas con volúmenes de tráfico, anchuras de ruta y parámetros de velocidad adecuados. La velocidad de los buques que circulan por una ruta debe ser representativa de los datos identificados en los estudios de campo. El Estudio de Tráfico Marítimo debería haber identificado las velocidades de los buques, incluidas sus velocidades

medias, y también los cambios de velocidad que se produzcan a medida que los buques, siguiendo una ruta de navegación, atraviesen la zona de estudio. (Se aplican normas similares a los buques y embarcaciones que realicen actividades marítimas distintas a la navegación en una “zona de operaciones”).

3) Paso 1.3 - Establecer reglas para simular el comportamiento de los marinos.

El objetivo de definir las reglas para simular el comportamiento de los marinos es reproducir un comportamiento creíble de los navegantes. Una parte fundamental de la representación de las interacciones entre buques consistirá también en determinar cómo pueden interactuar los buques tras acciones de uno o más buques que se desvíen de las exigidas por el COLREG. El análisis de los datos de los estudios de tráfico puede proporcionar esta información. En su defecto, deberá realizarse una estimación creíble.

Se deberán determinar:

- Cómo responden los navegantes al COLREG (tanto en situaciones con un solo encuentro entre buques como en situaciones de múltiples encuentros) y en todas las condiciones de visibilidad.
- Error humano y violación deliberada en la aplicación del COLREG.

4) Paso 1.4 - Establecer reglas para simular maniobras en vías navegables restringidas.

El objetivo de determinar las reglas para simulaciones en vías navegables restringidas es establecer un comportamiento creíble de los buques y de los marinos conforme a los peligros potenciales.

Se deberán definir:

- Diferencia de comportamiento según la clase de buque
- Diferencia de comportamiento según las mareas
- Diferencia de comportamiento para las distintas corrientes de marea

14.5.11.5 Paso 2 - Evaluación y validación de la herramienta para el caso base

Este paso es crucial; si la técnica o herramienta no puede ser validada para el año del caso base, entonces no puede ser utilizada para predecir años futuros. Los datos de incidentes marítimos para la zona de la IRM y su zona estratégica circundante deben buscarse, analizarse y mapearse tanto para las frecuencias de posibles encuentros como para las probabilidades y densidades de probabilidad de colisión, abordaje, varada y embarrancamiento.

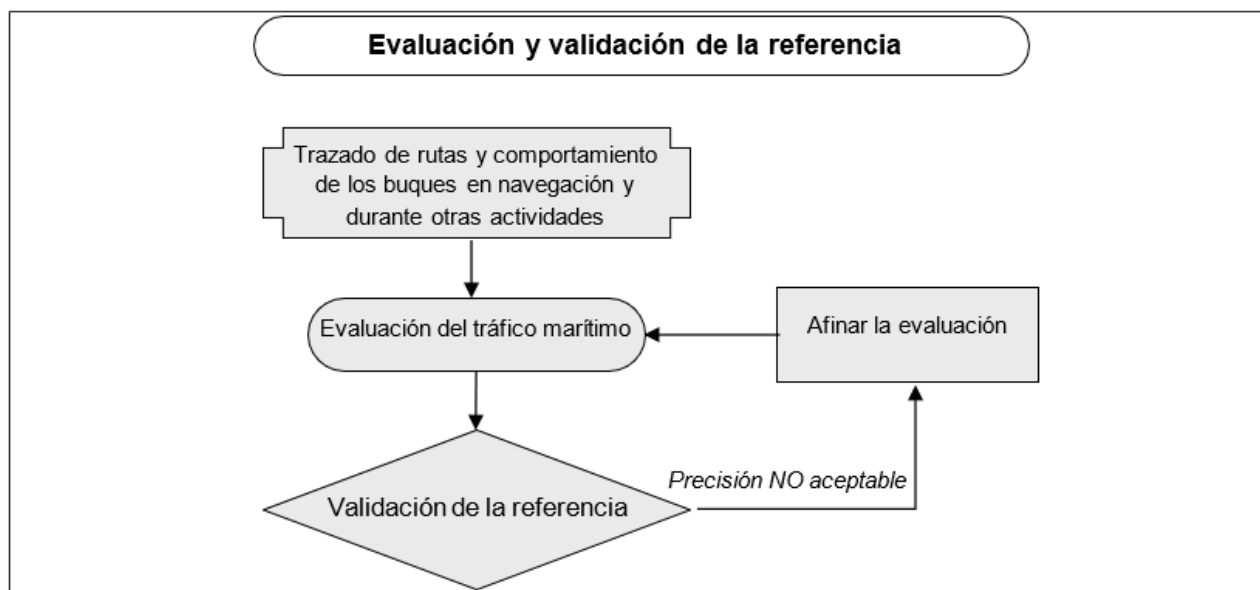


Figura 7. Diagrama de flujo para la evaluación y validación de la referencia

Los principales pasos de la construcción de un modelo numérico abarcarían:

- Ejecución del modelo de referencia.
- Interpretación de los resultados.
- Definición de factores causales.
- Aceptación/refinamiento del modelo.

1) Paso 2.1 - Ejecución del modelo de referencia:

- Múltiples simulaciones de la actividad diaria característica (para los casos en que la simulación genera buques aleatorios a frecuencias fijadas).
- Revisión de las simulaciones para garantizar que se presenta una actividad media estable.

2) Paso 2.2 – Interpretación de los resultados:

- Revisión de las condiciones límite y evaluación de la zona de estudio para su validación.
- Mapeado espacial de los resultados del modelo ("encuentros" o "violaciones de área de dominio de los buques"), esto puede hacerse de forma global o con mayor detalle para los distintos tipos de buques.

3) Paso 2.3 – Definición de factores causales:

- Mapeado de los datos históricos de incidentes en la zona de estudio.
- Identificación del factor de causalidad de los incidentes a partir de registros históricos/resultados de modelos, para abordajes, colisiones y varadas. Cuando no se disponga de datos específicos del emplazamiento, podrá adoptarse, si procede, el análisis de Fuji adoptado en el Programa de Evaluación de Riesgos en Vías Navegables de la IALA, programa concebido en gran medida para su uso en vías navegables de límites cerrados, como ríos y canales.

4) Paso 2.4 - Aceptación y perfeccionamiento del modelo

- Revisión de la precisión del modelo de distribución de incidentes.
- Adopción del modelo si la distribución de incidentes se representa con exactitud, si no, investigación de los parámetros clave del modelo y reevaluación.

La validación del modelo permite realizar una evaluación cuantitativa del riesgo de abordaje, colisión y varada, en lugar de limitarse a representar los riesgos como aumentos cualitativos de la peligrosidad respecto a los valores base.

14.5.11.6 Paso 3 - Previsión mediante el modelo u otra técnica adecuada

Este paso utiliza el modelo u otra técnica para evaluar:

- Caso futuro sin IERM.
- Caso base con IERM.
- Caso futuro con IERM.

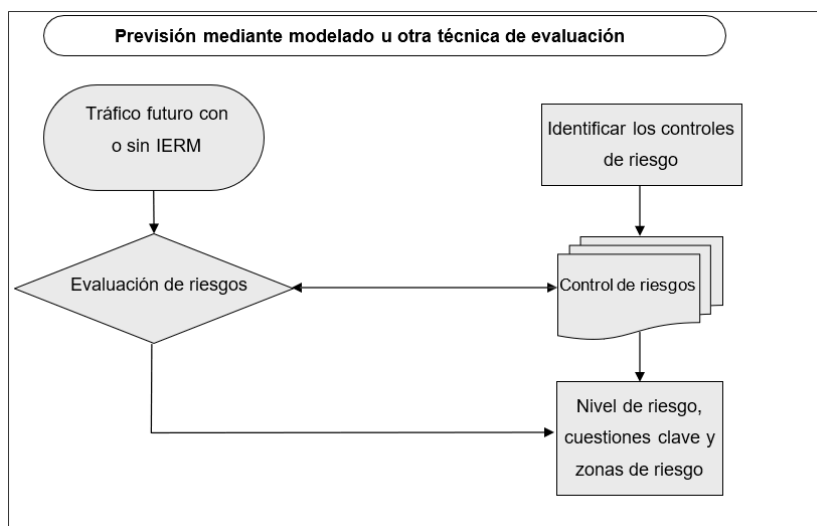


Figura 8. Diagrama de flujo de previsión mediante modelado u otra técnica de evaluación

1) Paso 3.1 - Caso futuro sin IERM

- Examinar las previsiones de tráfico
- Identificar los aumentos de las distribuciones de tráfico de los distintos tipos de buques, operaciones o rutas.
- Implementar los aumentos de las distribuciones de tráfico por tipo de buque, operación o ruta
- Representar los futuros aumentos de tamaño de los buques cuando proceda según las previsiones
- Cuando proceda, ejecutar el modelo, para crear la distribución de abordajes, colisiones, varadas y embarrancamientos.
- Evaluar la distribución de colisiones, abordajes, varadas y embarrancamientos, para

todos los buques, y para las zonas, buques, rutas y operaciones específicas identificadas como las que tienen aumentos significativos del riesgo de colisión, abordaje, varada y embarrancamiento.

- Identificar el entorno en el que se presenta el riesgo. En general, la seguridad de las operaciones marítimas está mejorando. Aunque las magnitudes y distribuciones previstas de los incidentes pueden tenerse en cuenta para explicar esta mejora (si se apoyan en una revisión de la frecuencia histórica de los incidentes), debe tenerse en cuenta la salvedad de que los peligros que suponen los parques eólicos flotantes y otras IRM no se han tenido en cuenta hasta ahora, ya que no existen IRM en España.

Este caso debe ser revisado con respecto al caso base para determinar, por sí solo, el impacto del cambio y aumento del tráfico en el entorno de riesgo local.

2) Paso 3.2 - Caso base con IRM

- Examinar las rutas afectadas por la IRM
- Indicar, o juzgar si es necesario, la reubicación y redistribución de las rutas. En los casos en que, por ejemplo, una ruta atravesase un parque eólico, habrá que decidir si se pasa a través del parque, lo que solo podrían hacer los buques más pequeños, o, en el caso de los buques más grandes, si se pasa dejando el parque a babor o a estribor con un margen de seguridad. Estas decisiones deben revisarse teniendo en cuenta el origen y el destino del tráfico, el área navegable y la presencia de otros obstáculos.
- Determinar una distancia mínima prevista para los buques, para todos los tipos de buques previstos, a su paso por un límite de IRM. En este elemento se pueden tomar como referencia las recomendaciones del Anexo 1 sobre las distancias de separación de las rutas marítimas.
- Debe determinarse la anchura de la ruta original en el punto de aproximación más cercano a la IRM. Como primera orientación, podría adoptarse una distancia del 50% de la anchura de la ruta original en este punto para imitar la compresión del tráfico esperada a medida que se acerca al perímetro de la IRM. Una vez más, deben tenerse en cuenta las orientaciones del Anexo 1 sobre las distancias de separación de los límites de las rutas de navegación.
- Evaluar la distribución de colisiones, abordajes, varadas y embarrancamientos, para todos los tipos de buques, y para las zonas, buques, rutas y zonas operativas específicas que se hayan identificado con aumentos significativos del riesgo de abordaje, colisión, embarrancamiento y varada.
- Impacto de la visibilidad limitada. Un aspecto clave del caso de los parques eólicos es la inclusión de la pérdida de visibilidad y de capacidad de detección de buques debido a la presencia de parques eólicos. Un enfoque sería identificar el aumento del riesgo de colisión como resultado de la visibilidad limitada y aplicar este aumento del riesgo a todos los encuentros de tráfico entre dos o más buques (potencialmente incapaces de detectarse mutuamente debido al parque eólico).

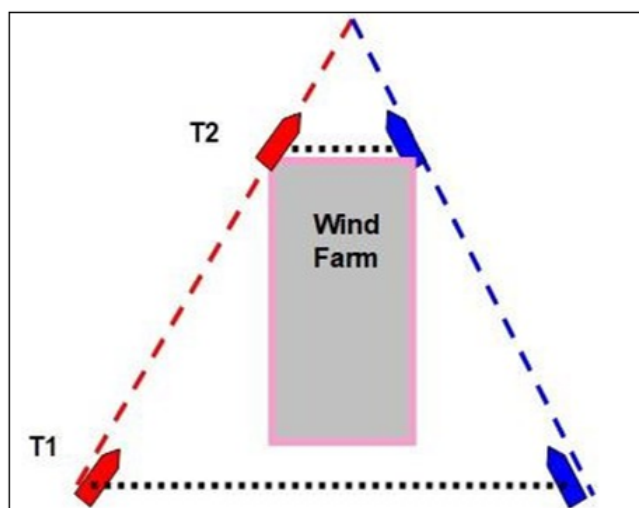
Este caso debe ser revisado con respecto al caso base para determinar, por sí solo, el impacto de la IRM en el entorno de riesgo local.

3) Paso 3.3 - Caso futuro con IRM

Adoptándose la densidad de tráfico y la asignación de tipos según el paso 3.1:

- Adoptar las configuraciones de las rutas y zonas de operaciones según el paso 3.2.
- Evaluar la distribución de colisiones, abordajes, varadas y embarrancamientos, para todos los tipos de buques, y para las zonas, buques, rutas y zonas operativas específicas que se hayan identificado con aumentos significativos del riesgo de abordaje, colisión, embarrancamiento y varada.
- Este caso debe revisarse con respecto al caso base para determinar el impacto de los futuros cambios y aumentos en el tráfico y de las IRM en el entorno de riesgo local.
- Esto identificará el impacto acumulativo de los cambios en las densidades de tráfico y de la colocación de la IRM. Debe utilizarse como base para la evaluación de riesgos y la planificación de contingencias.
- El nivel de aceptabilidad puede, si procede, trazarse en una curva F-N de los riesgos dentro de la zona de estudio a examinar.

Las áreas de riesgo clave identificadas en la simulación de tráfico marítimo deben ser examinadas y revisadas con respecto al entorno marítimo local y a las simulaciones de navegación específicas.



Para este ejemplo se supone que, en condiciones normales, la posición en la que un buque habría avistado al otro buque y comenzado a realizar la maniobra evasiva se produce en T1. En este caso, esto coincide con el límite del parque eólico; sin embargo, no siempre es así. Suponiendo que ninguno de los dos buques sea consciente del otro al pasar por el parque eólico, es posible que finalmente los buques tengan una visibilidad clara el uno del otro en T2. Se podría aplicar, para todos los encuentros entre buques, un multiplicador del riesgo de abordaje (de un valor determinado) para las reducciones en la distancia a la que se realiza la percepción del otro buque.

Figura 9. Tratamiento de la visibilidad limitada

14.6 D6: Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación - Técnicas para evaluaciones específicas del tráfico

14.6.1 Utilización de técnicas para una evaluación específica del tráfico

Puede ser necesaria una evaluación específica del tráfico para responder a preguntas detalladas sobre la viabilidad y el riesgo asociados a actividades marítimas específicas en una IRM o alrededor de ella. Normalmente, dicha evaluación podría realizarse en respuesta a:

- Zonas de "alto riesgo" identificadas por la evaluación del tráfico en la zona
- La necesidad de una "declaración ALARP" en el registro de peligros
- La necesidad de evaluar la eficacia de un control de riesgos en el registro de control de riesgos
- Una solicitud para evaluar la capacidad de las operaciones SAR y de los buques de respuesta ante emergencias (por ejemplo, remolcadores de emergencia) para prestar asistencia a los buques en una IRM o alrededor de ella.

14.6.2 Cómo seleccionar las situaciones que requieren una evaluación específica del tráfico

Las situaciones que pueden requerir una Evaluación Específica del Tráfico podrían proceder de:

- Problemas identificados en los resultados de la evaluación del tráfico en la zona que no pueden evaluarse con este método, como:
 - Determinar los posibles parámetros que influyen en la creación de "puntos de estrangulamiento" del tráfico, incluida la identificación de los tipos de buques afectados.
 - Estudio de comportamiento de buques específicos que puedan requerir zonas de navegación y maniobra más amplias
 - Otros problemas encontrados que no se puedan evaluar con métodos más generales
- El registro de peligros
- El registro de control de riesgos
- Necesidad de dar una visión general de las Operaciones de Respuesta a Emergencias
- Necesidad de evaluar la trayectoria de un buque sin gobierno o con una avería (de motor o de otro tipo)

14.6.2.1 Otros factores para requerir una evaluación específica del tráfico

Debido a que el resultado de la ERSN es fundamental para obtener la autorización, se deberían tener en cuenta los siguientes factores a la hora de decidir sobre la necesidad de realizar una evaluación más específica del tráfico, independientemente de la estimación del riesgo realizada:

- Los conocimientos locales, por ejemplo, socavaciones en mareas vivas que afectan a la batimetría
- Las preocupaciones de las partes interesadas, por ejemplo, la obstrucción visual y los efectos sobre los radares causados por el desarrollo
- Algunas de las preocupaciones específicas de las características técnicas del desarrollo

14.6.2.2 Necesidad de evaluación

La necesidad de evaluar estas situaciones procede de las orientaciones de la Administración Marítima. Se requerirá una evaluación de todas las posibilidades de navegación que podrían ser razonablemente previsibles, por las cuales el emplazamiento, la construcción, el funcionamiento y el desmantelamiento de una IRM podrían causar o contribuir a una obstrucción o peligro para dicha navegación o para los servicios marítimos de emergencia.

Por lo tanto, puede ser necesaria una evaluación específica del tráfico para evaluar el riesgo de problemas de navegación más concretos que impliquen la capacidad real de maniobra de buques concretos en relación con:

- La batimetría y las condiciones medioambientales
- Acción, inacción y error humanos
- Las estructuras de la IRM
- Interferencias en la capacidad de adquisición de blancos de los radares
- Interacciones con otros buques

El resultado de estas evaluaciones puede ser fundamental para determinar la capacidad de los buques a cumplir con el COLREG y evitar incidentes.

14.6.2.3 Tipo de evaluación

Una vez identificadas, estas situaciones o peligros pueden convertirse en escenarios susceptibles de ser examinados y evaluados en función del riesgo, utilizando las herramientas adecuadas. Entre estas herramientas se encuentran los simuladores de maniobra de buques en tiempo real y en tiempo acelerado. Mediante ellos, el escenario básico puede someterse a variaciones paramétricas para investigar el peligro, el riesgo asociado al peligro y la eficacia de cualquier medida de control del riesgo.

La retroalimentación de los resultados puede utilizarse para impulsar la variación paramétrica o modificar el escenario en función de los hallazgos emergentes y probar así la idoneidad de cualquier control de riesgo. De esta forma, pueden identificarse otras situaciones que deban evaluarse, así como otros controles de riesgo a evaluar.

14.6.3 Zonas de seguridad durante operaciones

Las zonas de seguridad o excusión durante la construcción o el desmantelamiento y durante las operaciones de mantenimiento se solicitarán a la autoridad competente.

La Administración Marítima determinará las zonas de seguridad o exclusión operativa para las IRM según los argumentos de las evaluaciones de riesgos realizadas. Estas evaluaciones podrán requerir una zona de seguridad que excluya a todos los buques de la zona IRM.

La zona de seguridad OMI/UNCLOS a 500 metros con respecto a operaciones en estructuras en alta mar aplicarán a las IRM. Aun así, deberá validarse con la evaluación de riesgos correspondiente.

14.6.4 Cómo definir escenarios para la evaluación

Una vez seleccionada una situación que estudiar, puede ser necesario definir uno o varios escenarios para explorarla a fondo. Es importante que la definición del escenario sea sólida, es decir, que pueda interpretarse en sentido amplio y no se limite a una única situación. Cada escenario requiere un punto de partida base que incluirá:

- Las cartas electrónicas (ENC) de la ubicación de la IRM o los estudios batimétricos específicos del lugar.
- Modificaciones de la carta electrónica con detalles de las configuraciones IRM.
- Las características del buque o buques en cuestión.

El análisis basado en el apartado 13.1 (C1 – Descripción del entorno marino) y en el apartado 13.4 (C4 - Influencia en el nivel de riesgo) debe utilizarse como fuente de información para su uso en el escenario. Los detalles de la IRM que deben añadirse a la carta ENC incluyen:

1. Forma y configuración

- Tamaño (número y tipo de estructura)
- Ubicación
- Orientación

2. Estructuras asociadas

- Plataformas auxiliares
- Estructuras flotantes
- Transformadores
- Torres meteorológicas

3. Estado de desarrollo

- Diseño (antes de la construcción)
- Parte construida (durante la construcción o desmantelamiento)
- Completado y operativo

4. Marcado

- Luces de navegación
- Luces de aviación
- Marcas AIS

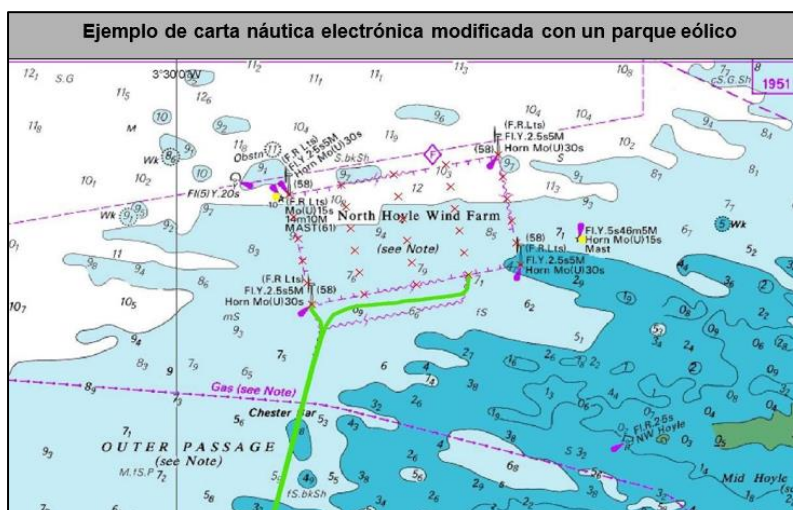


Figura 10. Ejemplo de carta náutica electrónica modificada con un parque eólico

14.6.4.1 Planificación de escenarios

El escenario concreto que se haya definido determinará los parámetros específicos del lugar que deben investigarse e implementarse.

Cada escenario debe estar definido por el caso base más los parámetros relevantes seleccionados para la variación paramétrica del resto de casos.

Esto puede ampliarse según sea necesario para incluir todos los parámetros relevantes y niveles de variación paramétrica. Las medidas de control pueden formar parte del escenario original o derivarse de los resultados, en cuyo caso pueden utilizarse nuevas medidas de control para redefinir los escenarios iniciales.

14.6.4.2 Distancias mínimas de separación entre los límites IRM y las rutas marítimas

En el Anexo 1, la Administración Marítima ofrece a los promotores orientaciones preliminares en forma de plantilla para establecer la distancia entre el límite de un parque eólico y una ruta marítima reconocida. La plantilla combina los resultados de la teoría del “área de dominio del buque” con los de las pruebas de radar y detección realizadas en los emplazamientos de los parques eólicos, para indicar la interrelación entre las rutas marítimas, los parques eólicos marinos (u otras IRM) y la capacidad de maniobra de los buques para evitar abordajes con otros buques y colisiones con las estructuras de los parques eólicos. El modelo indica el proceso por el que la Administración Marítima puede estudiar las solicitudes de autorización.

La plantilla requiere de una interpretación y aplicación inteligente. Por ejemplo, puede haber situaciones en que los límites interactivos sean flexibles cuando los buques puedan establecer mayores distancias de separación con las turbinas, proporcionando más seguridad sin penalización significativa y, a la inversa, en los puntos nodales de las rutas marítimas puede ser necesario establecer mayores distancias de separación con las turbinas. Sin embargo, la plantilla no tiene en cuenta la batimetría de la zona marítima ni otros peligros para la navegación.

El posicionamiento de un límite interactivo específico para cada lugar debe basarse en pruebas. La información de los Estudios de Tráfico Marítimo servirá de base para dichos límites. Los

estudios de tráfico deben establecer cualquier sesgo de tráfico en ruta en el que los navegantes puedan desplazarse naturalmente a estribor para facilitar los encuentros de cruce de acuerdo con el Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en el Mar (COLREG). Además, los estudios de tráfico marítimo deben identificar el tipo de buque o la categoría u operación que, en consecuencia, puede requerir zonas de navegación o maniobra más grandes (en relación a su “área de dominio”). En las aproximaciones a los puertos esto es particularmente relevante. Las cartas náuticas del IHM y/o los estudios específicos del lugar proporcionarán los datos batimétricos necesarios. Toda esta información adicional influirá en la determinación de los límites.

14.6.5 Especificaciones del simulador de maniobra para evaluar un escenario determinado o para el entrenamiento de marinos que operan en las inmediaciones de IRM

Si se va a utilizar un simulador de navegación y maniobra de buques para formar a los patrones, pilotos, capitanes o prácticos que vayan a navegar dentro o cerca de desarrollos IRM o para evaluar un escenario determinado utilizando personal con la titulación apropiada, será necesaria una herramienta que pueda aplicar con precisión los diversos parámetros al caso base.

Dicha herramienta puede variar desde una que permita hacer una simulación en un ordenador en tiempo real (microsimulador) o acelerado, hasta un sistema de simulación de maniobras en tiempo real con puente completo (simulador clase B o A). La elección de la herramienta y sus parámetros se discutirán con la Administración Marítima dependiendo del tipo de evaluación que se vaya a realizar.

Para llevar a cabo las simulaciones y evaluar sus resultados se requerirán instructores, evaluadores y marinos experimentados y cualificados. Respecto a la formación que debe tener el marino, deberá poseer una titulación de marina mercante acorde al mando del buque simulado. Las cualificaciones requeridas de los instructores y para los evaluadores (en el caso de actividades formadoras) son las detalladas en la Sección A-I/12 subsección 9 del Convenio STCW de la OMI.

En los casos en los que la ubicación de la IRM afecte al acceso a los puertos o al embarque o desembarque de los prácticos, será obligatorio su participación en las simulaciones de maniobra.

El control y la estrategia de maniobra del marino a la hora de navegar cerca de cualquier estructura IRM estarán directamente relacionados con el tema en cuestión, su destreza y experiencia para el tamaño y el tipo de buque serán cruciales para la pertinencia de los resultados.

14.6.5.1 Implementación del escenario en una herramienta de modelización

Si se elige la simulación como técnica de evaluación, la herramienta de modelización deberá incluir los siguientes atributos:

- Las características de maniobra del Buque.
- Interfaz de uso para los pilotos y capitanes (como la del gobierno del buque, por ejemplo).
- Información sobre el entorno, por ejemplo:
 - Información derivada de la Carta ENC.
 - Condiciones meteorológicas y marítimas.
 - Tráfico interactivo.

- Información mostrada a los pilotos y capitanes, por ejemplo:
 - Vistas tridimensionales, por ejemplo, desde el puente, alerón, etc.
 - Simulación de radar integrada y otra información de navegación.
 - Información sobre dimensiones, calado, tipo y carga del buque .
 - Información sobre los movimientos del buque.
 - Información sobre la velocidad y dirección del viento.
- Los parámetros del escenario.

15 APÉNDICE E: CONTROLES DE RIESGO

15.1 E1: Creación de un registro de control de riesgos

Se espera que los promotores gestionen el riesgo mediante la identificación, aplicación y eficacia demostrada de controles de riesgo.

En el apéndice G (Tabla 36), figura una lista de ejemplos de controles de riesgos.

15.1.1 Objetivo

Las IRM se encuentran en un entorno en el que ya existen considerables controles y acciones preventivas (que comprenden normas, controles de riesgo, mitigaciones de riesgo y planes de emergencia) para gestionar el riesgo. El promotor es responsable de:

- Interconectar estos controles y acciones preventivas existentes, cuando sea posible
- Implantar nuevos controles y acciones preventivas para mitigar los nuevos riesgos (o para cambiar el nivel de los riesgos existentes).

15.1.2 Control y mitigación de riesgos

Los controles del riesgo serán imprescindibles para garantizar la seguridad de la navegación marítima. Para poder crear y aplicar bien dichos controles será necesario:

- Identificar los activos de apoyo, para lo que se podrá consultar a organismos y partes interesadas, y, finalmente, se llegará a un acuerdo con el organismo competente para la aprobación. El promotor indicará la empresa o empresas responsables de suministrarlos, gestionarlos y mantenerlos operativos.
- Determinar las normas aplicables, para lo que se podrá consultar a organismos y partes interesadas, y, finalmente, se llegará a un acuerdo con el organismo competente para la aprobación. El promotor indicará la empresa o empresas responsables de aplicarlas.
- Identificar los controles de riesgo basados en buenas prácticas, para lo que se podrá que se podrá consultar a organismos y partes interesadas, y, finalmente, se llegará a un acuerdo con el organismo competente para la aprobación. El promotor indicará la empresa o empresas responsables de aplicar estos controles de riesgo.
- Elegir entre las opciones de control del riesgo posibles, para lo que se podrá consultar a los organismos y partes interesadas. En dicha consulta se presentarán los datos obtenidos de las técnicas y herramientas de evaluación del riesgo, donde se indicará el efecto del control sobre cada riesgo. Finalmente, se determinarán los controles del riesgo capaces de reducir cada riesgo al nivel más bajo que sea razonablemente factible.
- Finalmente, las medidas de control y mitigación de los riesgos, deben establecerse y aplicarse en los planes de actuación ante emergencias y otros planes del promotor.

15.1.3 Activos de apoyo a las actividades marítimas

Los activos tienen tres funciones principales:

- Reducir la probabilidad de que se produzca un accidente (normalmente denominados activos de prevención de riesgos)
- Reducir las consecuencias de un accidente (normalmente denominados activos de mitigación de riesgos)

- Respuesta a emergencias.

Cualquier activo u otro tipo de control (como la definición de normas o buenas prácticas) puede estar implicado en esas tres funciones.

15.1.4 Proceso sugerido para crear un registro de control de riesgos

El proceso sugerido para crear un registro de control de riesgos es el siguiente:

15.1.4.1 Descripción del control de riesgos- Ejemplo

- Identificar todos los controles de riesgo
- Definir el tipo de control (activo, norma, buena práctica u otra opción)
- Definir el efecto de control (prevención, mitigación y/o respuesta a emergencias).

Tabla 30. Ejemplo de registro de control de riesgos: Descripción del control de riesgos

DESCRIPCIÓN		TIPO DE CONTROL DE RIESGOS				EFECTO DE CONTROL DEL RIESGO		
C1		Activo	Regla	Buenas prácticas	Opción	Prevención	Mitigación	Respuesta a emergencias
1		Todos						
2		Activos del buque						
	1	Buque de respuesta a emergencias requerido	✓					✓

15.1.4.2 Consulta, aprobación y aplicación- Ejemplo

- Identificar los organismos e interesados adecuados para la consulta
- Identificar el organismo competente para la autorización
- Identificar al responsable de la aplicación.

Tabla 31. Ejemplo de registro de control de riesgos: Consulta, aprobación y aplicación

DESCRIPCIÓN		CONSULTA, APROBACIÓN Y APLICACIÓN		
C1		Consulta a órganos y partes interesadas	Organismo competente para la aprobación	Responsable de la aplicación
1		Todos		
2		Activos del buque		
	1	Buque de respuesta a emergencias requerido		

15.1.4.3 Fases de aplicación- Ejemplo

- Identificar las posibles fases del proyecto en las que se podrían aplicar controles del riesgo (por ejemplo, durante las fases de pre-construcción, construcción, explotación y mantenimiento)
- Identificar la mejor fase para la aplicación (por ejemplo, O = Óptima, P = Posible, C = Costosa, N = No factible).

Tabla 32. Ejemplo de registro de control de riesgos: Fases de aplicación

DESCRIPCIÓN		FASES DE APLICACIÓN				
		Pre construcción	Construcción	Explotación	Mantenimiento	Desmantelamiento
C1						
1		Todos				
2		Activos del buque				
	1	Buque de respuesta a emergencias requerido		O		

15.1.4.4 Plan de implementación- Ejemplo

- Describir el plan de implementación del control de riesgos
- Destacar los controles sobre los principales riesgos que no están siendo aplicados por el promotor.

Tabla 33. Ejemplo de registro de control de riesgos: Plan de implementación

DESCRIPCIÓN		PLAN DE IMPLEMENTACIÓN
C1		
1		Todos
2		Activos del buque
	1	Buque de respuesta a emergencias requerido

15.2 E2: Partes interesadas en la ERSN

Hay un gran número de organismos públicos y partes interesadas que querrán conocer el efecto de la IRM sobre la navegación y las operaciones SAR y es importante que se conozcan sus puntos de vista y se les consulte a través de las organizaciones, asociaciones o entidades que las representen.

Los resultados de estas consultas formarán parte de la documentación de Seguridad Marítima a entregar a la Administración. Se realizarán al menos dos consultas, una con la ERSN inicial antes de la construcción y otra con la ERSN definitiva después de la construcción.

En esta sección se ofrece una lista indicativa, de los organismos públicos y partes interesadas en los resultados de la ERSN.

Tabla 34. Ejemplo de partes interesadas y organismos públicos

Navegación: Partes interesadas
Armadores, operadores y asociaciones de transporte marítimo comercial
Industria pesquera: particulares, grupos y asociaciones
Navegantes de recreo, grupos y organizaciones
Industria del petróleo y gas en alta mar
Corporaciones de prácticos
Colegios de Ingenieros y de Oficiales de la marina mercante
Partes interesadas en la búsqueda y el salvamento
Salvamento Marítimo
Partes interesadas en las IRM
Desarrollador
Propietario
Operador
Organismos públicos reguladores e interesados
Puertos del Estado, Autoridades portuarias y puertos de administración autonómica o local
CIAIM
Comisión de faros
Dirección General de Marina Mercante (Administración Marítima)
Dirección General de Aviación Civil
Secretaría de Estado de Pesca y Secretaría de Estado de Medio Ambiente
Ministerio de Defensa y Ministerio del Interior
Comunidades Autónomas y Ayuntamientos
Otras partes interesadas
Estados de abanderamiento de los países vecinos
Servicios jurídicos
Consultores marítimos
Autoridades competentes en materia de licencias marítimas

16 APÉNDICE F: EJEMPLO DE LISTA DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Tabla 35. Ejemplo de lista de identificación de peligros

Referencia				Descripción de la cadena causal (Secuencia de eventos / Secuencia del accidente)
1				Seguridad de la navegación (general)
1.2				Abordaje
1	2	01	a	Buque mercante [desglosado por tipo] que navega cerca o alrededor de un IRM aborda a otro buque que navega cerca o alrededor de un IRM
1	2	01	e	Buque mercante [desglosado por tipo] que navega por un IRM aborda a otro buque que navega por un IRM.
1	2	02	a	Buque pesquero aborda a otro buque que navega cerca, alrededor o a través de un IRM
1	2	02	b	La presencia de buques pesqueros provoca abordajes entre otros buques que navegan.
1	2	03	a	Embarcación de recreo aborda a otra embarcación que navega cerca, alrededor o a través de un IRM
1	2	03	b	La presencia de embarcaciones de recreo provoca abordajes entre otras embarcaciones que navegan.
1	2	04	a	Buque fondeado aborda a otro buque que navega cerca, alrededor o a través de un IRM
1	2	04	b	La presencia de buques fondeados provoca abordajes entre otros buques que navegan.
1	2	05	a	Buque dedicado al servicio de un IRM aborda a otro buque que navega cerca, alrededor o a través de un IRM
1	2	05	b	La presencia de buques dedicados al servicio de un IRM provoca abordajes entre otros buques que navegan.
1	2	06	a	Varios buques que prestan servicio a un IRM (por ejemplo, una formación de buque principal y secundario) tienen un abordaje.
1	2	06	b	Varios buques que prestan servicio a un IRM (por ejemplo, una formación de buque principal y secundario) abordan a otro buque que navega cerca, alrededor o a través de un IRM.
1	2	06	c	La presencia de buques dedicados al servicio de un IRM (por ejemplo, una formación de buque principal y secundario) provoca abordajes con otros buques en navegación
1.3				Colisión
1	3	01	a	Buque [desglosado por tipo, incluidas las motos acuáticas] entra en contacto con una estructura IRM flotante o fija, por ejemplo, con los cimientos, la plataforma, las palas, la subestación, etc.
1	3	01	b	Buque que presta servicio a una estructura IRM entra en contacto con una estructura IRM
1	3	01	c	Buque sin gobierno entra en contacto con una estructura IRM
1	3	02	a	Estructura a la deriva (por suelta del dispositivo de amarre y fondeo) entra en contacto con un buque navegando o realizando otra actividad.
1.8				Embarrancamiento/encalladura y varada
1	8	01	a	El buque embarranca o queda varado en una estructura IRM, por ejemplo, cimientos, pieza de transición, aerogenerador colapsado.
1	8	01	b	Buque que da servicio a una estructura IRM encalla o queda varado en una estructura IRM
1	8	03	a	Buque sin gobierno encalla o queda varado en una estructura IRM
1	8	04	a	Debido a las restricciones de maniobra, un buque que navegue cerca, alrededor o a través de un IRM embarranca o queda varado.

1	8	07	a	Debido al desplazamiento natural de los bancos de arena, un buque que navegue cerca, alrededor o a través de un IRM embarranca o queda varado.
1	8	08	a	Debido al efecto de la socavación, un buque que navegue cerca, alrededor o a través de un IRM embarranca o queda varado.
2				Seguridad de la navegación (otros)
2.1				Vuelco y hundimiento
2	1	02	a	Un obstáculo submarino, por ejemplo un cable o una estructura caída, engancha el ancla y hace zozobrar al buque.
2.4				Incendio
2	4	01	a	Incendio de aerogenerador u otra estructura de IRM que requiera el rescate de emergencia del personal de mantenimiento que se encuentra allí
2	4	03	a	Liberación de gases para la extinción de incendios (mediante disparadores locales o remotos) llena de gases inertes en las tomas de aire de los helicópteros de apoyo
3				SAR: Seguridad aérea
3.17				Accidentes de aviación
3	17	01		Helicóptero que vuela hacia una turbina, una estructura IRM, una subestación, una base de servicio o una base de alojamiento choca contra las palas o la torre y se estrella.
3	17	02		Helicóptero que vuela a una instalación cercana o en tránsito choca contra palas, torre u otra estructura de IRM y se estrella.
4				Otra seguridad
4.20				Eventos de alta probabilidad
4	20	01		Contacto entre un buque de servicio y una estructura IRM durante el traslado de personal
4	20	02		Lesiones del personal de servicio al trasladarse a/desde una estructura IRM
4	20	03		Hombre al agua del personal de servicio al trasladarse a/desde una estructura IRM
4	20	04		Navegación en zonas de exclusión/seguridad permanentes o temporales
4.21				Resultados de alta gravedad
4	21	01		Un incidente grave con un gran crucero o ferry de pasajeros que dé lugar a una operación de búsqueda y salvamento de gran envergadura.
4	21	02		Operaciones de respuesta a emergencias tras un grave incidente con un gran petrolero que ha provocado una contaminación a gran escala.
4	21	03		Operaciones de respuesta a emergencias tras un grave incidente con un buque cisterna de gas licuado cerca de un importante centro de población que ha provocado un riesgo de explosión a gran escala.
4.22				Confianza baja/Incertidumbre alta
4	22	01		No se han identificado riesgos en los que exista una incertidumbre significativa en la evaluación, la probabilidad o el resultado.
5				SAR: Búsqueda y rescate
5.30				En general
5	30	01		La presencia de una IRM aumenta el riesgo de accidente (por ejemplo, abordaje, colisión, varada o embarrancamiento) y también dificulta la búsqueda y el salvamento.
5.31				De externo a interno
5	31	01		Persona o embarcación que requiere búsqueda y rescate deriva hacia una IRM y la presencia de la IRM restringe la búsqueda y el rescate.
5.32				De interno a interno
5	32	01		Las actividades dentro de una IRM generan una mayor necesidad de búsqueda y rescate y la presencia de la IRM inhibe la búsqueda y el rescate.
5.33				De interno a externo
5	33	01		Las actividades dentro de una IRM generan una mayor necesidad de búsqueda y rescate en las zonas circundantes a la IRM.
5.34				De externo a externo

5	35	01	Persona o embarcación que requiere búsqueda y rescate deriva o pasa a través de una IRM y la presencia de la IRM inhibe la búsqueda y rescate durante la etapa de tránsito.
5.35			El peor caso
5	35	01	Operaciones de búsqueda y salvamento tras un accidente grave con un gran crucero o ferry de pasajeros
6			Respuesta a emergencias
6.30			En general
6	30	01	La presencia de un IRM aumenta la necesidad de una respuesta a emergencias en caso de hundimiento, embarrancamiento, varada, colisión o abordaje.
6.31			De externo a interno
6	31	01	La contaminación fuera de una IRM llega a la IRM y la presencia de la IRM impide la limpieza
6.32			De interno a interno
6	32	01	Las actividades dentro de una IRM generan un mayor riesgo de contaminación y la presencia de la IRM inhibe la limpieza.
6.33			De interno a externo
6	33	01	Las actividades dentro de una IRM generan un mayor riesgo de contaminación en las zonas circundantes a la IRM
6.34			De externo a externo
6	34	01	La contaminación procedente del exterior de un IRM deriva a través del IRM y la presencia del IRM inhibe la limpieza durante la etapa de tránsito.
6	34	02	El desvío de los buques (o tras un abordaje, colisión o varada) provoca que las cargas peligrosas estén más cerca de las zonas de población
6.35			El peor caso
6	35	01	Operaciones de respuesta a emergencias tras un accidente grave con un gran petrolero
6	35	02	Operaciones de respuesta a emergencias tras un accidente grave con un buque cisterna de gas licuado cerca de un importante centro de población.

17 APÉNDICE G: EJEMPLO DE LISTA DE COMPROBACIÓN DE CONTROL DE RIESGOS

Tabla 36. Ejemplo de lista de comprobación de control de riesgos

DESCRIPCIÓN		TIPO DE CONTROL DE RIESGOS				EFECTO DEL CONTROL DE RIESGOS		
		Activo	Norma	Buenas prácticas	Opción	Prevención	Mitigación	Respuesta a emergencias
1 - Activos: Buques y embarcaciones								
1	Respuesta a emergencias: Buques requeridos	✓						✓
2	Búsqueda y salvamento: Embarcaciones costeras	✓						✓
3	Búsqueda y salvamento: Botes salvavidas	✓						✓
4	Búsqueda y salvamento: Buques requeridos	✓						✓
5	Remolcadores (especialmente para sucesos de suelta y entrada en deriva de los dispositivos).	✓						✓
6	Buque de mantenimiento de señalizaciones y balizamientos marítimos	✓						✓
7	Buques de apoyo a la IERM	✓						✓
2 - Activos: Medios de aviación								
1	Búsqueda y salvamento: Helicópteros	✓						✓
2	Lucha contra la contaminación: Aviones con dispersantes	✓						
3 - Activos IERM								
1	Antena GPS en estructuras	✓				✓		✓
2	Antena AIS en estructuras	✓				✓		✓
3	Sistemas que permitan determinar la posición de los dispositivos con precisión	✓				✓		✓
4	Sistemas de control de la integridad de los elementos de amarre y fondeo de las estructuras	✓				✓	✓	
5	Radar VTS en IERM	✓				✓		✓
6	Marcas y luces	✓				✓		
7	Señales sonoras	✓				✓		
8	CCTV	✓				✓		
9	Sistema para remolque de emergencia en los dispositivos	✓					✓	✓
10	Especificaciones de diseño (por ejemplo, para ayudar a operaciones SAR)	✓					✓	✓

DESCRIPCIÓN	TIPO DE CONTROL DE RIESGOS				EFECTO DEL CONTROL DE RIESGOS		
	Activo	Norma	Buenas prácticas	Opción	Prevención	Mitigación	Respuesta a emergencias
4 - Activos del Centro de Control de Operaciones de la IERM							
1 Vigilancia 24 horas 365 días al año	✓				✓		
2 Alarmas del 80% y 95% del movimiento previsto para los dispositivos flotantes	✓				✓		
3 Alarmas y avisos sobre la integridad de los dispositivos de amarre y fondeo	✓				✓	✓	
4 Parada de emergencia de los dispositivos	✓					✓	✓
5 - Activos en tierra							
1 Sistemas marinos de radar, navegación y comunicaciones	✓				✓		
2 Centros de Coordinación de Salvamento Marítimo	✓						✓
3 Servicios de Tráfico Marítimo	✓				✓		
4 Radar de estaciones costeras	✓				✓		
6 - Otros activos							
1 Servicios de practica	✓				✓		
2 Cartas nauticas	✓				✓		
7 - Autorización							
1 Denegar la Autorización a la IERM				✓	✓		
8 - Configuración y diseño de la IERM							
1 Optimizar la ubicación, la alineación, el tamaño y la disposición			✓		✓		
2 Distancias mínimas de seguridad (al aire)		✓			✓		
3 Distancias mínimas de seguridad (con elementos sumergidos)		✓			✓		
9 - Zonas de seguridad							
1 Zona de exclusión de configuración y extensión adecuadas durante las fases de construcción, explotación y desmantelamiento.		✓			✓		
2 Distancias de seguridad o zonas de exclusión temporales durante operaciones concretas en la construcción, mantenimiento o desmantelamiento		✓			✓		

DESCRIPCIÓN		TIPO DE CONTROL DE RIESGOS				EFECTO DEL CONTROL DE RIESGOS		
		Activo	Norma	Buenas prácticas	Opción	Prevención	Mitigación	Respuesta a emergencias
10 - Planificación y gestión de rutas de navegación								
1	Aplicación de medidas de trazado de la OMI en el interior o en las proximidades de la IERM, por ejemplo, un VTS, una ruta recomendada o zona que deba evitarse				✓	✓		
2a	Gestionar el tráfico del VTS desde el Centro de Control de Operaciones de la IERM				✓	✓		
2b	Gestionar el tráfico del VTS desde un CCS de Salvamento Marítimo				✓	✓		
3	Vigilancia continua por VHF multicanal, incluyendo Llamada Selectiva Digital (DSC) desde el Centro de Control de Operaciones de la IERM			✓		✓		
4	Vigilancia por radar, AIS y/o circuito cerrado de televisión (CCTV) desde el Centro de Control de Operaciones de la IERM.				✓	✓		
5	Limitaciones de velocidad a los buques			✓		✓		
11 - Señalización, balizamiento y ayudas a la navegación								
1	Marcado externo de IERM. Requisitos basados en las recomendaciones de la IALA		✓			✓		
2	Marcado interno de IERM conforme a los requisitos de la Comisión de Faros y Puertos el Estado		✓			✓		
3	Balizamiento AIS del perímetro de la IERM	✓				✓		
4	Balizamiento AIS de la zona de exclusión de la IERM	✓				✓		
5	Marcado de estructuras individuales		✓			✓		
6	Ayudas a la navegación según los requisitos de la Comisión de Faros y Puertos del Estado		✓			✓		
12 - Comunicación y formación								
1	Difusión de información y advertencias a través de avisos a los navegantes y otros medios adecuados.		✓	✓		✓		
2	Marcado en las cartas náuticas		✓			✓		
3	Formación específica para el manejo de embarcaciones dentro o cerca de la IERM				✓	✓		

DESCRIPCIÓN		TIPO DE CONTROL DE RIESGOS				EFECTO DEL CONTROL DE RIESGOS		
		Activo	Norma	Buenas prácticas	Opción	Prevención	Mitigación	Respuesta a emergencias
13 - Gestión de la seguridad								
1	Sistema de gestión de la seguridad (SGS) del operador		✓				✓	
2	Plan de Autoprotección de las instalaciones		✓				✓	
3	Plan Interior Marítimo		✓				✓	
4	Plan de Actuación ante Emergencias		✓				✓	
5	Plan de Seguridad en las Operaciones de los operadores		✓				✓	
6	Plan de contingencia en caso de desconexión o fallo en la monitorización, seguimiento y control remotos del Centro de Control de Operaciones del promotor			✓			✓	
14 - Normativa								
1	Aplicación de la normativa de seguridad y salud en el trabajo		✓			✓		
2	Cumplimiento del convenio AFS		✓			✓		
15 - Búsqueda y rescate								
1	Planificación de la respuesta SAR			✓				✓
2	Planificación de la provisión de activos SAR			✓				✓
3	Diseño del mástil de la turbina (por ejemplo, incluyendo un refugio seguro).		✓				✓	
4	Normas y procedimientos para la parada de aerogeneradores (local y remota)		✓			✓		
6	Iluminación para aviación (guía de la ASESA) y señalización de estructuras externas e internas		✓			✓		✓
8	Apartado sobre la cooperación en la respuesta a emergencias (PAU)		✓					✓
16 - Planes de emergencia								
1	Planificación de la respuesta de salvamento (PAU)			✓			✓	
2	Planificación de la provisión de activos de salvamento (PAU)			✓			✓	
3	Planificación de la respuesta ante vertidos de sustancias contaminantes (PIM)			✓			✓	
4	Planificación de la provisión de activos en vertidos de sustancias contaminantes (PIM)			✓			✓	

18 APÉNDICE H: CATEGORÍAS, TÉRMINOS Y REFERENCIAS

18.1 H1: Categorías de accidentes marítimos

Tabla 37. Ejemplo de categorías de accidentes marítimos

	Categoría	Descripción
1	Hundimiento	Hundirse bajo la superficie del agua.
2	Abordaje	Se define como un buque que golpea o es golpeado por otro buque, independientemente de si el buque está navegando, fondeado o amarrado; pero excluye el golpear a pecios submarinos.
3	Colisión	Se define como un contacto violento entre un buque y una estructura fija.
4	Contacto	Se define como el hecho de que un buque golpee o sea golpeado por un objeto externo, que no sea otro buque, estructura fija ni el fondo del mar.
5	Incendio	Se define como el proceso incontrolado de combustión caracterizado por calor o humo o llamas o cualquier combinación de éstos.
6	Explosión	Se define como una liberación incontrolada de energía que provoca una discontinuidad de presión u onda expansiva.
7	Pérdida de integridad del casco	Se define como la consecuencia de determinados sucesos iniciadores que provocan daños en el casco externo, o en la estructura y compartimentos internos, de tal forma que quedan espacios internos expuestos al mar.
8	Inundación	Se define como la entrada de agua de mar, o de agua de lastre, en un espacio, del que debería estar excluida, en tal cantidad que existe la posibilidad de pérdida de estabilidad que podría provocar el vuelco o hundimiento de la embarcación.
9	Vuelco	El vuelco de un buque tras alcanzar la estabilidad negativa.
10	Embarrancamiento o encalladura	Se define como el hecho de que el buque se apoye o atraviese elementos en superficie, objetos submarinos o el fondo marino, siempre y cuando el buque pueda liberarse de la obstrucción mediante aligeramiento, flotando en la siguiente marea y/o la ayuda de otro buque (por ejemplo, un remolcador).
11	Varada	Es un peligro mayor que el embarrancamiento y se define como el hecho de que el buque quede fijado a un elemento u objeto submarino de tal forma que el buque no pueda liberarse fácilmente aligerándose, flotando o con ayuda de otros buques (por ejemplo, remolcadores).
12	Accidentes relacionados con maquinaria	Los accidentes relacionados con las máquinas se definen como cualquier fallo del equipo, las instalaciones y los sistemas asociados que impida, o pudiera impedir, si las circunstancias lo exigen, que el buque pueda gobernar,

		maniobrar propulsarse o controlar su estabilidad.
13	Accidentes relacionados con la carga	Estos accidentes incluyen la pérdida de estabilidad debida al desplazamiento de la carga y los daños a la estructura del buque resultantes del método empleado para cargar o descargar la carga. Esta categoría no incluye incidentes que puedan clasificarse como accidentes con sustancias peligrosas, incendios, explosiones, pérdida de Integridad del casco, inundaciones, etc.
14	Accidentes con sustancias peligrosas	Estos accidentes implican la participación de cualquier sustancia que, si se genera como resultado de un incendio, una liberación accidental, un error humano, un fallo del equipo de proceso, la pérdida de contención o el sobrecalentamiento del equipo eléctrico; puede causar daños a la salud y/o al funcionamiento de las personas o daños al buque. Estos materiales pueden ser gases tóxicos o inflamables, vapores, líquidos, polvos o sustancias sólidas.
15	Accidentes de las personas	Los accidentes del personal se definen como aquellos accidentes que causan daños a cualquier persona a bordo del buque, por ejemplo, tripulación, pasajeros, estibadores; que no se producen como resultado de una de las otras categorías de accidentes. Esencialmente, se refiere a los accidentes sufridos por personas, aunque esto no impide que se produzcan múltiples víctimas humanas como resultado del mismo peligro, y normalmente incluye los daños causados por el movimiento del buque cuando está en marcha, resbalones, tropiezos, caídas, electrocución y accidentes en espacios confinados, incidentes de intoxicación alimentaria, etc.
16	Accidentes del público en general	Los accidentes que afectan al público en general se definen como aquellos accidentes que provocan lesiones, muerte o pérdida de bienes entre la población en tierra como consecuencia de una de las categorías de accidentes anteriores.

18.2 H2: Terminología clave

Tabla 38. Terminología clave en la evaluación de riesgos

Término	Descripción
Herramientas aceptables	Herramientas que son aceptables para la Administración Marítima en la evaluación de los riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta a emergencias con respecto a los parques eólicos marinos y otros tipos de IRM.

Resultados aceptables	Resultado de la aplicación de las técnicas que son aceptables para la Administración Marítima. Un "resultado aceptable" es un resultado en el que el riesgo se ha evaluado con precisión. No significa necesariamente que el riesgo sea aceptable.
Accidente	Suceso imprevisto que provoca víctimas mortales o heridos, pérdidas o daños materiales o daños medioambientales.
Categoría de accidente	Designación de los accidentes notificados en función de su naturaleza.
Consecuencia	El resultado de un accidente.
Frecuencia	Número de incidencias y/o accidentes por unidad de tiempo (por ejemplo, por año).
Curva FN	La frecuencia acumulada (F) de un accidente frente al número (N) de víctimas mortales.
Evaluación general de los riesgos para la seguridad de la navegación	Parte de la ERSN centrada en la evaluación del riesgo de colisión, abordaje y varada de buques. Esta evaluación incluirá un Registro de Peligros y se llevará a cabo mediante técnicas de evaluación y herramientas apropiadas, que pueden incluir la modelización numérica y la simulación.
Evaluación del tráfico marítimo (ETM) en la zona	La parte de la ERSN que evalúa una zona marítima amplia, su entorno marino, el tráfico y el desarrollo de la IRM para permitir la predicción del riesgo de colisión, abordaje y varada.
Evaluación específica del tráfico	La parte de la ERSN que puede utilizarse, en caso necesario, para evaluar en detalle riesgos de navegación más específicos y/o los controles de riesgo propuestos.
Evaluación formal de la seguridad	Proceso racional y sistemático de evaluación del riesgo asociado a una actividad y de evaluación de los costes y beneficios de las opciones para reducir esos riesgos. La FSA es recomendada por la OMI en su proceso de elaboración de normas.
Evaluación de otros riesgos para la seguridad de la navegación	La parte de la ERSN relativa a la gama más amplia de riesgos de seguridad marítima, pero excluyendo la colisión, el abordaje y la varada. Esta evaluación puede centrarse en un registro de peligros.
Orientación	Orientación sobre las técnicas y herramientas que pueden utilizarse en la aplicación de la Metodología.

Peligro	Un potencial de amenaza para la vida humana, la salud, la propiedad o el medio ambiente.
Riesgo individual	Medida directa de la frecuencia de lesiones y muertes de individuos en un lugar determinado, por ejemplo, miembros de la tripulación, pasajeros y terceros.
Metodología	El proceso recomendado, tal y como se describe en este documento, para realizar y presentar a la Administración Marítima una evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y la respuesta a emergencias (ERSN), como parte del Informe de Impacto Ambiental del promotor.
Riesgo	La combinación de la frecuencia y la gravedad de la consecuencia en un incidente.
Medida de control de riesgos	Medio de controlar un único elemento de riesgo. Suele expresarse como: <ul style="list-style-type: none"> a. Integradas: medidas de control estándar o de buenas prácticas ya utilizadas o implantadas. b. Adicional: otras medidas además de las ya integradas para reducir el riesgo a ALARP
Opción de control de riesgos	Agrupación de medidas de control de riesgos en una opción normativa práctica.
Riesgo social	Medida indirecta de la magnitud del suceso que tiene en cuenta la aversión de la población a los grandes accidentes. Es el riesgo medio experimentado por un grupo de personas expuestas a un escenario de accidente.
Acontecimiento iniciador	El primero de una secuencia de acontecimientos que conducen a una situación peligrosa o a un accidente.
Evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta en caso de emergencia (ERSN)	El conjunto de información que se utiliza como base de la evaluación de riesgos para la seguridad de la navegación marítima y para la respuesta a emergencias, llevada a cabo por el promotor que comprende: <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación formal de la seguridad (FSA) apoyada por: • Evaluación del riesgo para la seguridad de la navegación que comprende: <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación del tráfico marítimo (ETM) en la zona ○ Evaluación específica del tráfico ○ Evaluación general de los riesgos para la seguridad de la navegación

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación de otros riesgos para la seguridad de la navegación • Detalles sobre las implicaciones para la seguridad de las operaciones de búsqueda y el salvamento (SAR).
Área de dominio del buque	<p>El concepto de área de dominio del buque (“ship domain”) fue definido en 1975 por Goodwin como un área efectiva alrededor del buque que el navegante desearía mantener libre de otros buques y objetos fijos. Según Goodwin, los factores que afectan a la forma y el tamaño del dominio incluyen aspectos psicológicos, como la experiencia del navegante, las propiedades físicas del propio barco, la velocidad media y factores generales que afectan a todos los barcos de una zona, como la densidad del tráfico o las condiciones meteorológicas.</p> <p>El área de dominio del buque es un concepto comúnmente propuesto como criterio de evaluación de la seguridad en la planificación de las maniobras para evitar abordajes o de las derrotas en zonas de alta densidad de tráfico.</p>

18.3 H3: Referencias

- 1) *"Methodology for Assessing Marine Navigational Safety & Emergency Response Risks of Offshore Renewable Energy Installations (OREI)"*. Agencia Marítima y de Guardacostas de Reino Unido, abril de 2021. Puede descargarse en:
[Download methodology for assessing the marine navigational safety risks of offshore renewable energy](#)
- 2) Marine Guidance Note 654 (M+F) *"Safety of Navigation: Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) - Guidance on UK Navigational Practice, Safety and Emergency Response"*. Agencia Marítima y de Guardacostas de Reino Unido, abril de 2021.
El Anexo 1 de recomendaciones, adapta parte de su contenido. Puede consultarse en:
[MGN 654 \(M+F\) Offshore Renewable Energy Installations \(OREI\) safety response - GOV.UK \(www.gov.uk\)](#)
- 3) Asociación Británica de Energía Eólica, *"Investigation of Technical and Operational Effects on Marine Radar close to Kentish Flats Offshore Wind Farm"*. BWEA, abril de 2007. Puede consultarse en www.dft.gov.uk/mca/kentish_flats_radar.pdf
- 4) OMI (2018) MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2. *"Directrices revisadas para la evaluación formal de la seguridad (FSA) para su uso en el proceso de elaboración de reglas de la OMI"*.
- 5) *Guía TickIT ISO 9000:2000* revisada en 2007
- 6) Merchant Shipping Notice 1781 (M + F) *"The Merchant Shipping (Distress Signals and Prevention of Collisions) Regulations 1996"*. Agencia Marítima y de Guardacostas de Reino Unido, mayo de 2004.
- 7) Marine Guidance Note 372 (M+F) *"Offshore Renewable Energy Installations (IRMs): Guidance to Mariners Operating in the Vicinity of UK IRMs"*. Agencia Marítima y de Guardacostas de Reino Unido, agosto de 2008.
- 8) QinetiQ y la Agencia Marítima y de Guardacostas de Reino Unido, *"Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm"*.
- 9) *"Reducir los riesgos y proteger a las personas"* (RRPP o R2P2).
Disponible en: www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.htm
- 10) *"Effective ship domain – Impact of ship size and speed"*. Zbigniew Pietrzykowski, Mirosław Wielgosz. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108423>