

Solicitud de informe de Compatibilidad con la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica

Instalación del cable submarino de fibra óptica SOL

SubCom, LLC

Marzo 2026

Creando un mundo mejor

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

Solicitud de informe de Compatibilidad con la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica

Preparado por	Revisado por	Verificado por	Aprobado por
Marta Fernández Consultora Ambiental Marina de Francisco Consultora Ambiental	Maite Parrilla Jefa de Proyecto Verónica de Vega Jefa de Proyecto	Angélica García Directora de Proyectos	Mencia Martínez Directora Gestión Ambiental y Sostenibilidad

Historial de revisión

Revisión	Fecha de revisión	Detalles	Autorizado	Nombre	Posición
01	17/12/2025	Revisión	Si	Maite Parrilla	Jefa de Proyecto
01	17/12/2025	Verificación Aprobación	y Si	Angélica García	Directora de Proyectos
01	09/01/2026	Revisión	Si	SubCom	
02	26/02/2026	Inclusión comentarios SubCom	Si de	Maite Parrilla	Jefa de Proyecto
02	26/02/2026	Verificación Aprobación	y Si	Mencia Martínez	Directora Gestión Ambiental y Sostenibilidad

Lista de distribución

#Copias impresas	PDF requerido	Asociación/ Nombre de la compañía



Solicitud de informe de Compatibilidad con la
Estrategia Marina de la Demarcación
Noratlántica

Preparado para:

SubCom, LLC

Preparado por:

AECOM Spain DCS S.L.U
Alfonso XII Street
62 5th floor
28014 Madrid
Spain

T: + 34 915 487 790
[aecom.com](https://www.aecom.com)

© 2025 AECOM Spain DCS S.L.U. Todos los Derechos Reservados.

Este documento ha sido preparado por AECOM Spain DCS S.L.U (“AECOM”) para único uso del cliente (el “Cliente”) en relación con los principios de consultoría, aceptados de manera general; el presupuesto de tasas y los términos de referencia acordados entre AECOM y el Cliente. Cualquier información proporcionada por terceros y mencionada a los presentes que no ha sido verificada por AECOM, a excepción de que se declare lo contrario en el documento. Ningún tercero podrá apoyarse en el presente documento sin la autorización y un acuerdo escrito de AECOM.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

Contenidos

Acrónimos	1
1. Introducción y objeto del informe	2
2. Marco normativo	2
2.1.1 Estrategias marinas en España	4
3. Descripción del Proyecto	5
3.1 Localización del Proyecto	5
3.2 Fases y cronograma del proyecto	5
3.2.1 Estudios previos y diseño de la ruta del cable	5
3.2.2 Fase de instalación	6
3.2.3 Fase de operación	6
3.2.4 Fase de desmantelamiento	7
3.3 Componentes del Proyecto	7
3.3.1 Infraestructura Existente	7
3.3.2 Cable de fibra óptica	8
3.3.2.1 Generación de campos magnéticos y calor	9
3.3.2.2 Características medioambientales de los cables utilizados	9
3.3.3 Repetidores	9
3.3.4 Medias cañas	9
3.4 Embarcaciones	10
3.5 Descripción de las obras y actuaciones del Proyecto	10
3.5.1 Preparación previa a la instalación	10
3.5.1.1 Movilización de personal, equipos y embarcaciones de apoyo	10
3.5.1.2 Limpieza de la ruta	10
3.5.1.3 Inspección previa	10
3.5.1.4 Zonas de trabajo temporales	11
3.5.2 Instalación del cable en la playa y en aguas costeras (inshore)	11
3.5.2.1 Aterrizaje directo	11
3.5.2.2 Instalación de tuberías articuladas o medias cañas	12
3.5.2.3 Enterramiento del cable	12
3.5.2.4 Inspección final del cable inshore	12
3.5.2.5 Restauración del área de trabajo en la playa	12
3.5.3 Tendido principal del cable (aguas someras y profundas, offshore)	12
3.5.3.1 Buque cablero - tendido en la superficie del fondo marino	12
3.5.3.2 Arado - tendido y enterrado del cable	12
3.5.3.3 Inspección y enterramiento posterior al tendido (Enterramiento pos-tendido) (PLIB)	13
3.6 Actividades en la zona del trazado del cable	13
3.6.1 Vertidos de aguas residuales	13
3.6.2 Vertidos accidentales	14
3.6.3 Residuos sólidos	14
3.6.4 Ruido submarino	17
3.6.5 Dinámica litoral	17
3.7 Trabajos pasados y futuros en el ámbito de estudio	18
4. Estudio de línea base	18
4.1 Espacios naturales protegidos	19
4.2 Dominio bentónico	20
4.2.1 Fondos marinos y hábitats bentónicos	20
4.3 Dominio pelágico: mamíferos, reptiles y peces	23
4.3.1 Mamíferos marinos	24
4.3.2 Reptiles (tortugas marinas)	26
4.3.3 Ictiofauna	27

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

4.3.4	Elasmobranquios	28
4.4	Aves marinas	29
4.5	Especies invasoras	31
4.6	Presiones e impactos en la demarcación noratlántica	32
4.6.1	Vertidos sin tratamiento	32
4.6.2	Basuras	32
4.6.3	Ruido submarino	33
4.6.4	Contaminantes en sedimentos	34
4.6.5	Contaminación en organismos indicadores	37
4.6.6	Calidad del agua y vertidos accidentales	38
4.6.6.1	Calidad de las aguas	38
4.6.6.2	Vertidos accidentales	39
4.6.7	Acumulación de presiones	40
4.6.7.1	Modificación del perfil de fondo	40
4.6.7.2	Ruido submarino	41
5.	Objetivos de las estrategias marinas	42
5.1	Objetivos comunes a todas las estrategias marinas	43
5.2	Objetivos ambientales de la demarcación noratlántica	43
6.	Análisis de compatibilidad con los objetivos descritos	46
7.	Conclusiones	55
8.	Referencias	55
Anexo 1. Estudio de hábitats marinos con ROV		
Anexo 2. Estudio de Impacto Acústico Submarino		
Anexo 3. Dictamen sobre la dinámica litoral y efectos del cambio climático		

Figuras

Figura 1. Demarcación Marina Noratlántica. (Fuente: MITECO, 2025)	3
Figura 2. Ruta del cable y llegada del cable a la Playa de la Virgen del Mar (Fuente: SubCom, 2025)	5
Figura 3. Trazado del cable SOL hasta el BMH ya existente en la Playa de la Virgen del Mar (Fuente: SubCom, 2025)	8
Figura 4. Cables principales, el DA a la derecha entre las manos (Fuente: SubCom, 2025)	8
Figura 5. Zonas de trabajo temporales en el parking de la playa de la Virgen del Mar (Fuente: SubCom, 2025)	11
Figura 6. Esquema general de operación de arado (Fuente: SubCom, 2025)	13
Figura 7. Espacios protegidos cercanos al ámbito del Proyecto. (Fuente: AECOM a partir de datos del MITERD, 2025)	20
Figura 8. Cartografía binómica con imágenes de la zona de estudio. (Fuente: Oceansnell, 2025)	21
Figura 9. Hábitat EUNIS presentes en el ámbito de estudio. (Fuente: EMODnet, 2025)	23
Figura 10. Censo Nacional de Vertidos. (Fuente: MITERD, 2025)	32
Figura 11. Impacto por basuras en las aguas costeras y de transición del ámbito de estudio. (Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2015-2021)	33
Figura 12. Densidad de rutas marítimas en la Demarcación Noratlántica. (Fuente: EMODnet, 2019-2024)	34
Figura 13. Dragados y material dragado vertido en el ámbito de estudio. (Fuente: INFOMAR, 2016)	35
Figura 14. Concentración de metales pesados en los vertidos de dragados portuarios. (Fuente: Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte II. Fichas de Análisis de presiones e impactos, 2023)	36
Figura 15. Distribución de la concentración de contaminantes en mejillones (2013). (Fuente: Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Fichas por evaluación por descriptor, 2023)	38
Figura 16. Estado global de la masa de agua “Virgen del Mar”. (Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental, 2024)	39
Figura 17. Localización del vertido detectado en 2013. (Fuente: Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Evaluación del estado del medio marino y definición del Buen Estado Ambiental, 2023)	40



Figura 18. Zona de acumulación de presiones que pueden provocar una modificación significativa del perfil de fondo. (Fuente: Estrategia Marina Demarcación Marina Noratlántica – Evaluación Inicial Parte II: Análisis de presiones e impactos, 2012). 41

Figura 19. Zonas de acumulación de presiones que pueden provocar ruido submarino. (Fuente: Estrategia Marina Demarcación Marina Noratlántica – Evaluación Inicial Parte II: Análisis de presiones e impactos, 2012). 42

Tablas

Tabla 1. Cronograma de las actividades del Proyecto (Fuente: SubCom, 2025). 6

Tabla 2. Embarcaciones utilizadas para el Proyecto. Fuente: SubCom, 2025. 10

Tabla 3. Estimación de aguas residuales que se generarán en las embarcaciones. (Fuente: SubCom, 2025). ... 13

Tabla 4. Residuos sólidos que se generan durante el Proyecto. (Fuente: SubCom, 2025). 15

Tabla 5. Prescripciones en materia de descargas contempladas en el Anexo V del Convenio MARPOL. (Fuente: Organización Marítima Internacional, Anexo V del Convenio MARPOL, 2025). 16

Tabla 6. Espacios naturales protegidos presentes en los alrededores de la zona del Proyecto. (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2025). 19

Tabla 7. Biocenosis marinas presentes en el área de estudio. (Fuente: Oceansnell, 2025). 20

Tabla 8. Hábitats EUNIS marinos presentes en el ámbito de estudio. (Fuente: EMODnet, 2025). 22

Tabla 9. Relación de especies de mamíferos marinos con su estatus de protección y evaluación de BEA en la D.M. noratlántica. (Fuente: AECOM a partir de la estrategia marina de la D.M. noratlántica y la legislación consolidada, 2025). 25

Tabla 10. Especies de tortugas marinas que podrían encontrarse en la D.M. noratlántica. (Fuente: AECOM a partir de la estrategia marina de la D.M. noratlántica y la legislación consolidada, 2025). 26

Tabla 11. Especies evaluadas en el tercer ciclo para la D.M. noratlántica. (Fuente: Estrategias marinas, 2025). 27

Tabla 12. Especies de elasmobranchios en la D.M. noratlántica. (Fuente: Estrategias marinas, 2025). 28

Tabla 13. Relación de especies de aves marinas con su estatus de protección¹ (Fuente: AECOM a partir de la estrategia marina de la D.M. noratlántica y la legislación consolidada, 2025). 30

Tabla 14. Concentraciones de mercurio, plomo y cadmio en peces. 2013 (Fuente: Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Fichas por evaluación por descriptor, 2023). 38

Tabla 15. Objetivos aplicables a todas las estrategias marinas. (Fuente: Objetivos Ambientales. Estrategias marinas. Ministerio para la Transición Ecológica, 2025). 43

Tabla 16. Evaluación de los objetivos ambientales específicos de la D.M. noratlántica. (Fuente: Objetivos Ambientales. Tercer ciclo de estrategias marinas, 2025). 44

Tabla 17. Análisis de compatibilidad del Proyecto con los objetivos ambientales comunes del tercer ciclo de estrategias marinas. (Fuente: AECOM, 2025). 47



Acrónimos

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
AIS	Automatic Identification System (Sistema de Identificación Automática)
BEA	Buen Estado Ambiental
CEEA	Catálogo Español de Especies Amenazadas
CR	En peligro crítico
CSR	Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Hidrocarburos
DMEM	Directiva marco sobre la estrategia marina
DPMT	Dominio Público Marítimo-Terrestre
EN	En peligro
ENP	Espacio Natural Protegido
EW	Extinta en Estado Silvestre
EX	Extinta
HIC	Hábitat de Interés Comunitario
IBA	Important Bird Area (<i>Área Importante para la Conservación de las Aves</i>)
LC	Con preocupación menor
LERSPE	Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial
LPMM	Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino
NT	Casi amenazada
PCB	Policlorobifenilos
PRTR	Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes
ROV	Remotely Operated Vehicle (<i>Vehículo Operado Remotamente</i>)
RPE	Régimen de Protección Especial
VMS	Vessel Monitoring System (Sistema de Seguimiento de Buques)
VU	Vulnerable
ZEC	Zona Especial de Conservación
ZEPA	Zona de Especial Protección para las Aves
ZEE	Zona Económica Exclusiva



1. Introducción y objeto del informe

AECOM Spain DCS S.L.U. (en adelante AECOM) ha preparado este informe a petición de SubCom LLC (en adelante SubCom o el “Cliente”), como parte del proceso de solicitud de autorización de los trabajos para la instalación del cable submarino de fibra óptica SOL, que une los Estados Unidos, las islas Bermudas (Reino Unido), las islas Azores (Portugal) y España a través de un sistema de cable submarino en el Océano Atlántico.

El segmento del cable SOL, objeto de este informe, tendrá una longitud aproximada de 860 km en aguas españolas, es decir, desde su entrada en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) española hasta su punto de aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar (Santander).

Con el objetivo de evaluar la compatibilidad con el medio marino los trabajos de tendido del cable submarino de fibra óptica, y para dar cumplimiento a lo requerido por el artículo 3.3 de **la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (LPMM)**, AECOM ha preparado, a petición de SubCom, el presente **estudio de Solicitud de Informe de Compatibilidad del proyecto de tendido del cable submarino de fibra óptica SOL (En adelante el “Proyecto”) con el medio marino**, conforme de lo establecido en el **Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas**.

Este informe de compatibilidad se entrega como parte de la solicitud del correspondiente título de ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), tal y como establece el artículo 6.2 del **Real Decreto 79/2019**.

2. Marco normativo

La Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (**Directiva marco sobre la estrategia marina, DMEM**) establece que los Estados miembros deben adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un **buen estado ambiental (BEA)** del medio marino a más tardar en el año 2020. Para esto cada Estado miembro debe elaborar una estrategia marina para cada región o subregión marina.

La transposición de dicha directiva al sistema normativo español se recoge en la **LPMM**. La ley incluye, además, otros aspectos de protección del medio marino previamente no desarrollados en la legislación española, como la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE) y la regulación de los vertidos en el mar. Se establecen además 5 demarcaciones marinas (noratlántica, sudatlántica, Estrecho y Alborán, levantino-balear y canaria). Tal y como refleja la Figura 1 el Proyecto se ubica en la Demarcación Marina Noratlántica (**D.M. noratlántica**)

Conforme al art. 9 de la LPMM, el BEA del medio marino es aquel en el que éste da lugar a océanos y mares ecológicamente diversos y dinámicos, limpios, sanos y productivos en el contexto de sus condiciones intrínsecas, y en el que la utilización del medio marino sea sostenible, quedando así protegido su potencial de usos, actividades y recursos por parte de las generaciones actuales y futuras. El **BEA** de las demarcaciones ha sido definido en base a los descriptores¹ cualitativos definidos en el Anexo II de la LPMM, entre los que figuran la biodiversidad, las especies alóctonas introducidas, las poblaciones de especies marinas explotadas comercialmente, la integridad de los fondos marinos, las basuras marinas, el ruido submarino, etc. Por su parte, los **objetivos ambientales** son la expresión cualitativa o cuantitativa del estado deseado de los diversos componentes del medio marino con respecto a cada D.M., así como de las presiones y los impactos sobre dicho medio.

¹Criterios o Elementos cualitativos que ayudan a determinar el estado medioambiental de las demarcaciones. Se han definido 11 descriptores: D1: Biodiversidad, D2: Especies alóctonas, D3: Especies explotadas comercialmente, D4: Redes tróficas, D5: Eutrofización, D6: Integridad de los fondos marinos, D7: Alteraciones de las condiciones hidrográficas, D8: Contaminantes y sus efectos, D9: Contaminantes en los productos de la pesca, D10: Basuras marinas y D11: Energía.



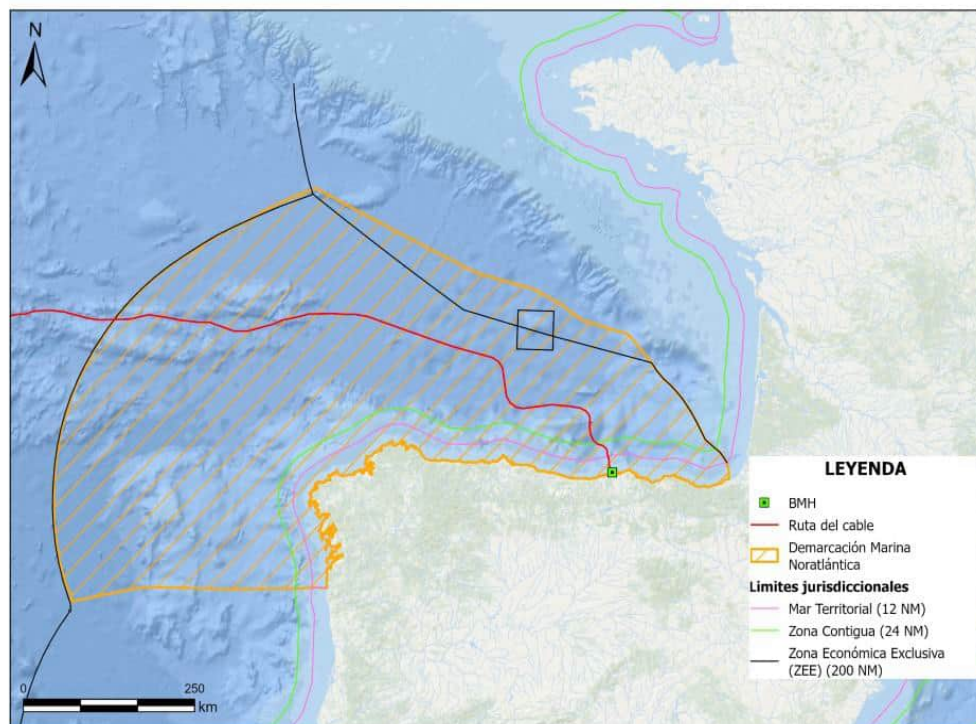


Figura 1. Demarcación Marina Noratlántica. (Fuente: MITECO, 2025).

Una de las principales medidas contenidas en la LPMM es la regulación de las estrategias marinas como instrumentos de planificación de cada una de las cinco demarcaciones marinas en que la Ley subdivide el medio marino español. Por otra parte, el artículo 3.3 de la LPMM establece que «la autorización de cualquier actividad que requiera, bien la ejecución de obras o instalaciones en las aguas marinas, su lecho o su subsuelo, bien la colocación o depósito de materias sobre el fondo marino, así como los vertidos regulados en el título IV de la presente ley, deberá contar con el informe favorable del MITECO respecto de la compatibilidad de la actividad o vertido con la estrategia marina correspondiente de conformidad con los criterios que se establezcan reglamentariamente»

En relación con lo anterior, el **Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas**, desarrolla el procedimiento de tramitación de los informes de compatibilidad que ha de emitir el MITECO y establece los criterios de compatibilidad de las actividades señaladas en el anexo I (modificado por el **Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas**). Cabe señalar que las actividades previstas por SubCom se encuentran incluidas expresamente en las actuaciones descritas en el anexo I del mencionado decreto (actuaciones que deben contar con informe de compatibilidad con las estrategias marinas):

D) Instalación de cables submarinos de telecomunicaciones o de electricidad, colocados sobre el lecho marino o enterrados bajo el mismo.

Asimismo, conforme al artículo 3.2 del Real Decreto 79/2019, el informe de compatibilidad se emitirá para las actuaciones citadas en el Anexo I de este decreto, con motivo de su aprobación o autorización, modificación, renovación o prórroga, conforme a la legislación sectorial aplicable.

Conforme al Real Decreto 79/2019, con el objetivo de que la Dirección General de la Costa y el Mar (perteneciente al Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico) emita este informe favorable de compatibilidad del Proyecto con la estrategia marina de la demarcación noratlántica, el solicitante deberá incluir en la solicitud la siguiente documentación:

- Proyecto o memoria de la actuación que se pretende realizar (ver sección 3.Descripción del Proyecto)



- Documentación técnica relativa a los hábitats y especies de la zona donde se requiere la actuación (ver 4. Estudio de línea base).
- Informe justificativo de la adecuación de la actuación a los criterios de compatibilidad y de su contribución a la consecución de los objetivos ambientales. En el caso de actuaciones que se desarrollen en espacios marinos protegidos, este informe deberá incluir además un análisis específico en relación a los valores protegidos presentes en estos espacios y una justificación de que la actuación es compatible con la conservación de estos valores (ver sección 5. Objetivos de las estrategias marinas y 6. Análisis de compatibilidad con los objetivos descritos).

2.1.1 Estrategias marinas en España

Con el objetivo de lograr o mantener el BEA del medio marino la **Decisión (UE) 2017/848** de la Comisión, de 17 de mayo de 2017, establece las siguientes tareas consecutivas, que deben ser abordadas por los Estados Miembros:

1. **Evaluación inicial de la compatibilidad del estado del medio marino, que incluye las características naturales, las presiones e impactos y un análisis económico y social de la utilización del medio marino y de los costes de su deterioro.**
2. **Determinación del BEA, que se debe basar en los once descriptores que se incluyen en el anexo II de la LPMM.**
3. **Establecimiento de una serie de objetivos ambientales, teniendo en cuenta la lista indicativa de características del anexo III de la LPMM, enfocados a lograr el BEA que previamente se ha definido. Simultáneamente, se deben definir una serie de indicadores para poder evaluar la consecución de los objetivos ambientales.**
4. **Establecimiento de un programa de seguimiento, de acuerdo con las orientaciones del anexo IV.**
5. **Por último, se debe elaborar y aplicar un programa de medidas para lograr el BEA.**

El **Primer ciclo de estrategias marinas en España (2012-2018)** comenzó con la publicación en 2012 de las tres primeras fases: evaluación inicial, definición del BEA y objetivos ambientales, para cada una de las 5 demarcaciones marinas españolas. Posteriormente se diseñaron los programas de seguimiento (2014) y los programas de medidas (2015). Las estrategias marinas, incluyendo su correspondiente programa de medidas, se aprobaron en 2018 por el *Real Decreto 1365/2018, de 2 de noviembre, por el que se aprueban las estrategias marinas*.

El **Segundo ciclo de las estrategias marinas en España (2018-2024)** comenzó en 2018, con la evaluación del medio marino, la definición de BEA y el establecimiento de los objetivos ambientales. En 2020 se diseñarán los programas de seguimiento y en 2021 los programas de medidas. De esta manera se publicaron una serie de documentos que actualizan el estado ambiental de las demarcaciones, las presiones e impactos y los objetivos ambientales anteriormente aprobados añadiendo más detalle, concreción y aplicabilidad de los objetivos y sus indicadores, y en menor medida, incluyendo nuevos objetivos ambientales. El segundo ciclo fue finalmente publicado a través del *Real Decreto 486/2025, de 17 de junio, por el que se aprueban las estrategias marinas de segundo ciclo*.

El **Tercer ciclo de estrategias marinas en España (2024-2030)** comenzó cuando el MITERD inició la elaboración de sus tres primeras fases: la evaluación inicial, la determinación del BEA y la definición de los objetivos ambientales. Estas fases han sido aprobadas de forma definitiva recientemente, mediante Acuerdo del Consejo de Ministros del 23 de septiembre de 2025. Sin embargo, los programas de seguimiento y de medidas asociados a este ciclo no se elaborarán ni publicarán hasta 2026 y 2027, respectivamente. Por este motivo, el tercer ciclo de estrategias marinas aún no ha sido aprobado por el Gobierno mediante real decreto, tal como exige el artículo 15 de la Ley 41/2010. En consecuencia, el marco de referencia aplicable en este documento sigue siendo el anexo II del Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, que establece los objetivos ambientales a considerar en el análisis de actuaciones en cada demarcación marina. Estos objetivos corresponden al segundo ciclo de las estrategias marinas, y aunque serán reemplazados en el futuro por los del tercer ciclo, continúan siendo los vigentes en la actualidad.



3. Descripción del Proyecto

En la presente sección se incluye la descripción del proyecto SOL, que consiste en el tendido del cable submarino de fibra óptica, a través de aguas españolas. La información aquí recogida se basa íntegramente en la documentación técnica proporcionada por SubCom y recogida en el Proyecto Básico Instalación del cable submarino de fibra óptica SOL.

3.1 Localización del Proyecto

El trazado del cable de fibra óptica del proyecto SOL conecta Estados Unidos, España, Portugal (Azores) y Bermudas. El alcance del presente documento se limita al segmento comprendido entre la entrada del cable en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) española y su punto de aterrizaje en la costa, concretamente en la playa de la Virgen del Mar, situada en San Román de la Llanilla, en el municipio de Santander, a aproximadamente 6 km al norte del centro urbano.

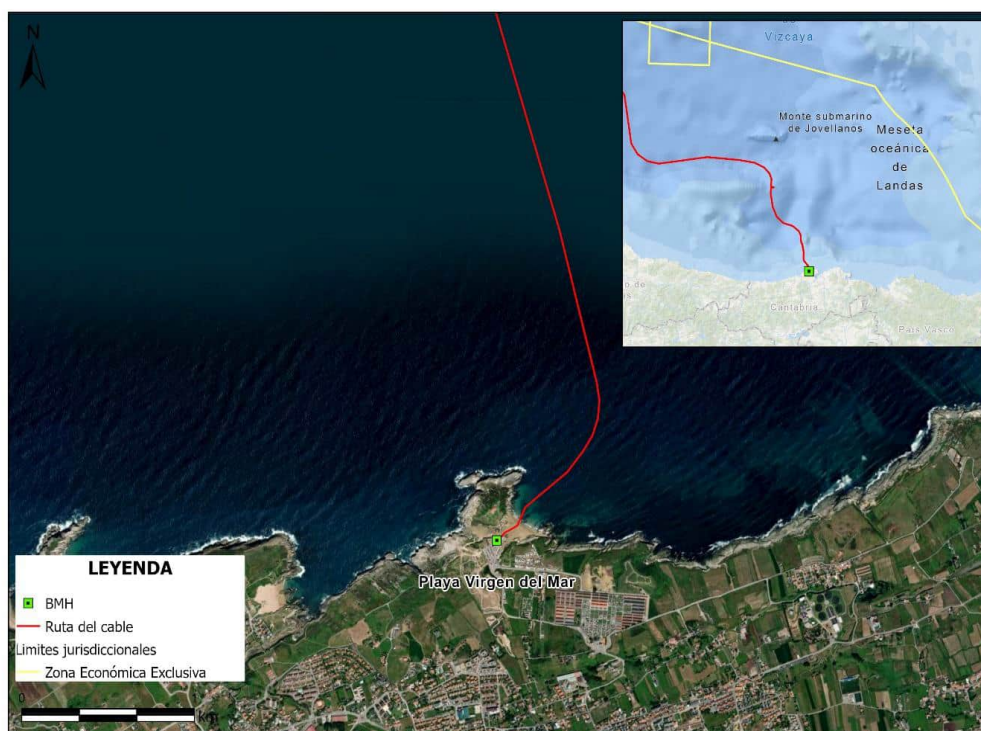


Figura 2. Ruta del cable y llegada del cable a la Playa de la Virgen del Mar (Fuente: SubCom, 2025).

3.2 Fases y cronograma del proyecto

3.2.1 Estudios previos y diseño de la ruta del cable

Previo a la instalación del cable submarino, se han realizado una serie de estudios bibliográficos, campañas e investigaciones de campo con el objetivo de recopilar información suficiente para caracterizar detalladamente el fondo marino y, de este modo, poder definir una ruta, diseño y método de instalación del cable segura y viable.

La planificación de la ruta se llevó a cabo en varios pasos:

- 1) **Estudio de gabinete:** revisión en gabinete sobre la propuesta de ruta del cable, el diseño del cable y su método de instalación, mediante consulta a las partes interesadas y una revisión de información bibliográfica disponible, en la cual se consideraron todos los factores que pudieran afectar al trazado del cable, incluyendo aspectos físicos, medioambientales, normativos, políticos y socioeconómicos. El



estudio de gabinete fue realizado por SubCom a lo largo del año 2023. La información obtenida en el estudio de gabinete se utiliza para crear una ruta preliminar.

- 2) **Inspección de la ruta del cable (CRS):** el buque de prospección inspecciona la ruta preliminar para encontrar dónde puede instalarse el cable; si durante la prospección se encuentra un área que no es adecuada para el cable, se inspecciona una alternativa adecuada. Para ello, se realizaron estudios geofísicos y geotécnicos a lo largo de todo el trazado del cable de fibra óptica, incluyendo las zonas costeras y marinas, para que los ingenieros de diseño de ruta puedan verificar, ajustar y optimizar la ruta planificada en gabinete para que sea segura, confiable y viable. Estos estudios se realizaron durante la campaña de inspección de la ruta del cable (CRS por sus siglas en inglés - Cable Route Survey) y fueron llevados a cabo por las empresas EGS y Esgemar en los meses de marzo y abril de 2025.
- 3) **Optimización:** la última fase se realiza utilizando la información adquirida durante el CRS y, si es necesario, con la coordinación con otros propietarios de cables existentes o planificados, para definir la ruta final donde se instalará el cable. Este proceso requiere múltiples iteraciones de la ruta. En este caso se requirieron hasta 8 iteraciones.

3.2.2 Fase de instalación

Las obras de instalación del cable en aguas españolas están previstas para el segundo trimestre de 2027, en función de la disponibilidad de los permisos y fechas autorizadas, así como de las condiciones meteorológicas. La puesta en servicio del sistema se prevé para el tercer trimestre de 2027. Las operaciones de limpieza de ruta, recorrido previo de aclarado del tendido, tendido principal y operaciones post-tendido se realizarán de forma simultánea utilizando la misma embarcación.

El cronograma detallado de actividades se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Cronograma de las actividades del Proyecto (Fuente: SubCom, 2025).

Actividad	Días																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Instalación del cable en ZEE España																							
Tendido en superficie																							
Empalme Final																							
Instalación del cable en la Playa de la Virgen del Mar, Santander																							
Trabajos de preparación																							
Aterrizaje y amarrado del BMH																							
Instalación de medias cañas y cierre de zanjas																							
Instalación en Mar Territorial																							
Limpieza de la ruta																							
Enterrado con arado																							
Inspección de la instalación en los trabajos de enterramiento del cable																							
Conexión con Estados Unidos, Portugal (Azores) y Bermudas prevista para el tercer trimestre de 2027																							

3.2.3 Fase de operación

Durante la fase de operación, el sistema de cableado submarino entra en funcionamiento conforme a las especificaciones técnicas del proyecto. Esta fase se extiende a lo largo de toda la vida útil del cable, durante la cual no se prevén impactos significativos si las operaciones se desarrollan conforme a los procedimientos previstos.

Vida útil del cable:



El cable ha sido diseñado para una vida útil mínima de 25 años, asegurando que el sistema conserve sus características funcionales y ofrezca un rendimiento óptimo durante todo este período.

Reparaciones del cable:

Una vez instalados, los cables submarinos no requieren mantenimiento ni inspección rutinaria. Además, el sistema puede ser monitoreado de forma remota para detectar fallos.

En el improbable caso de que el cable necesitase reparación, esta consistiría en recuperar el cable dañado con un Vehículo Operado Remotamente (ROV, por sus siglas en inglés – Remotely Operated Vehicle) o un rezón submarino, repararlo con una sección de cable de repuesto en una embarcación de apoyo y volver a posarlo en el fondo (enterrándolo con el ROV si la avería se ha producido en una zona donde el cable va enterrado). Estas operaciones de reparación son altamente localizadas, de corta duración y técnicamente controladas, por lo que no se prevén afecciones ambientales significativas.

3.2.4 Fase de desmantelamiento

Aunque el sistema de cable submarino tiene una vida útil de diseño de 25 años, puede seguir funcionando más allá de ese período. Al final de su vida comercial, también pueden reutilizarse para investigación y enseñanza.

No existe una posición definitiva sobre la retirada de los cables submarinos. El desmantelamiento debe evaluarse caso por caso, ya que la retirada puede generar impactos ambientales mayores que su permanencia, especialmente si el cable se ha integrado en el hábitat marino. Cuando el cable deje de operar, se estudiarán las opciones de abandono, retirada parcial o retirada total, según la normativa y la tecnología disponible.

En última instancia, la Administración General del Estado decidirá sobre el mantenimiento o levantamiento de las instalaciones en el Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT), decisión que se tomará al cumplir cuatro quintas partes del plazo concesional y, como mínimo, seis meses antes de su vencimiento.

3.3 Componentes del Proyecto

3.3.1 Infraestructura Existente

El Proyecto ha sido diseñado para emplear algunas de las infraestructuras existentes en la playa de la Virgen del Mar:

- **Arqueta de playa** (BMH, por sus siglas en inglés – Beach Manhole) que aloja en la actualidad al cable Anjana: se ubica en el parking de la playa de la Virgen del Mar, y fue instalado en el año 2024. Este proyecto aprovechará esta cámara subterránea, evitando obras mayores en la playa o en el parking. El BMH es una cámara de hormigón situada bajo tierra que contiene la infraestructura necesaria para conectar el cable submarino a la infraestructura en tierra existente.
- **Tubería de conexión al BMH con su cabecera (Headwall)**, la cual deberá exponerse para conectar el cable al BMH. Esta cabecera se encuentra ubicada a escasos metros de la rampa que da acceso a la playa desde el parking. Para conectar el cable al BMH se utilizará una tubería subterránea ya existente en la playa de la Virgen del Mar, cuya cabecera, también ya existente, deberá exponerse.



Solicitud de informe de Compatibilidad con la
Estrategia Marina de la Demarcación
Noratlántica

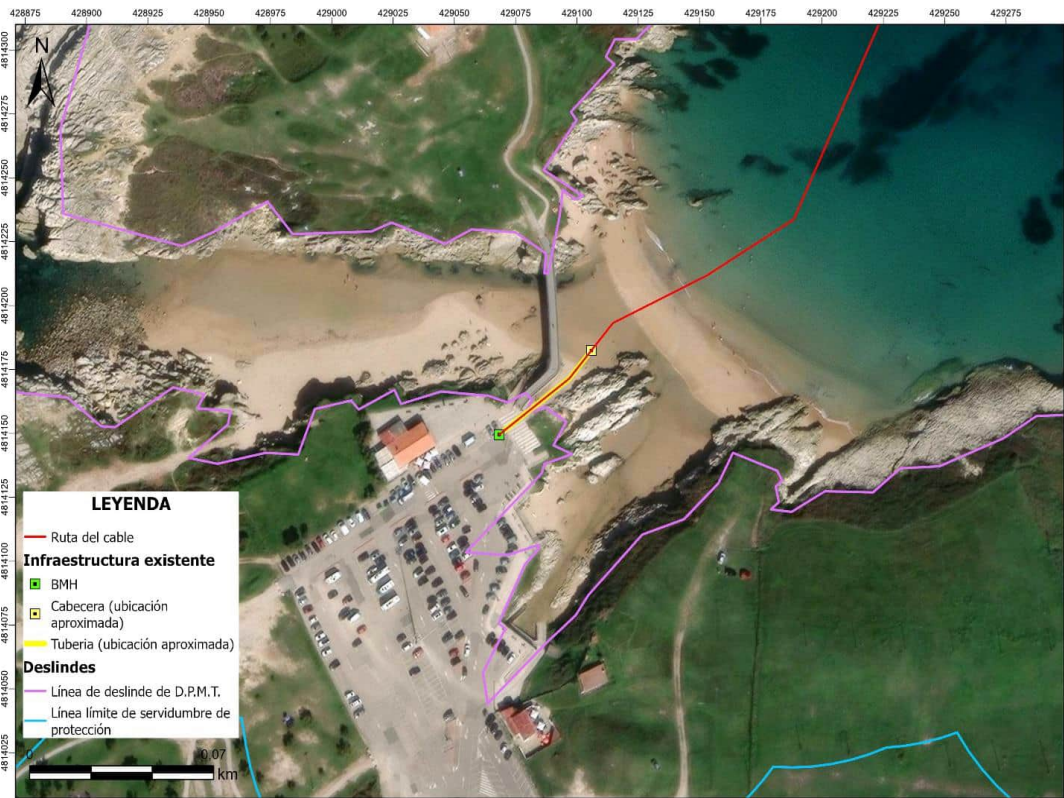


Figura 3. Trazado del cable SOL hasta el BMH ya existente en la Playa de la Virgen del Mar (Fuente: SubCom, 2025).

3.3.2 Cable de fibra óptica

El proyecto SOL utilizará el cable submarino de fibra óptica SL17, diseñado y construido por SubCom, e incorporará materiales para minimizar el impacto ambiental. En la Figura 4 se muestran las distintas tipologías de cable SL 17 que se utilizarán en el proyecto SOL.

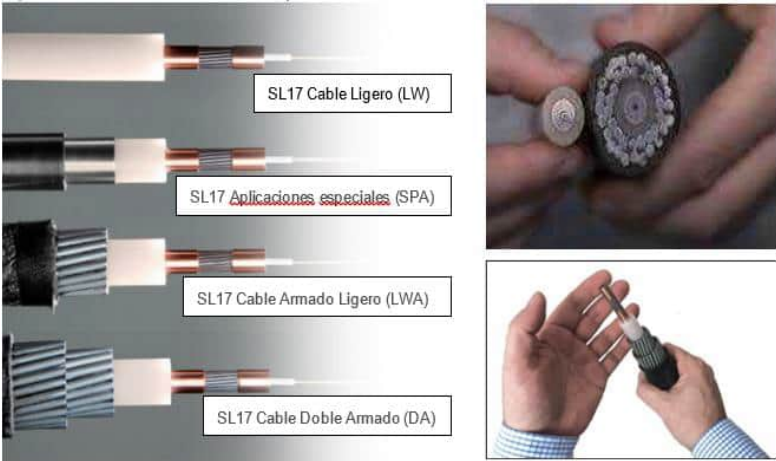


Figura 4. Cables principales, el DA a la derecha entre las manos (Fuente: SubCom, 2025).

- **SL17 cable ligero (LW – Light Weight):** Cable básico de 1,7 cm de diámetro, utilizado en aguas profundas donde el riesgo de agresiones externas es mínimo. No presenta armadura y combina ligereza con resistencia estructural, gracias a su núcleo de fibras ópticas protegido y su recubrimiento exterior de polietileno inerte y anticorrosivo.



- **SL17 cable con armadura plástica con fines especiales (SPA):** Cable de 2,25 cm de diámetro, con una armadura plástica que refuerza la protección mecánica frente a la abrasión o pequeños impactos. Se utiliza en zonas donde el fondo marino o las condiciones de instalación requieren una protección adicional sin aumentar significativamente el peso del cable.
- **SL17 cable de armadura ligera (LWA – Light Wire Armour):** Cable de 2,89 cm de diámetro, con una única capa de 18 alambres de acero galvanizado recubiertos de alquitrán y protegidos con hilo de nailon. Se emplea en zonas de aguas someras o donde el riesgo de interacción con anclas o artes de pesca es moderado.
- **SL17 cable doble armado (DA – Double Armour):** Cable de 3,7 cm de diámetro, con dos capas de alambres de acero galvanizado recubiertos de alquitrán, diseñado para resistir agresiones mecánicas elevadas. Se utiliza en las zonas más expuestas del trazado, como las proximidades a la playa o áreas con enterramiento superficial limitado.

3.3.2.1 Generación de campos magnéticos y calor

El cable SL17 puede generar un campo magnético en el exterior de la superficie del cable SOL durante su funcionamiento normal, aunque es extremadamente bajo. La intensidad máxima del campo magnético se encuentra en la superficie exterior del cable y disminuye inversamente con la distancia desde el cable. Los campos magnéticos inducidos por la alimentación del cable son del orden de 30 a 38 microteslas (μT) en la superficie del cable.

Los cables SL17 de SubCom muestran un aumento mínimo de la temperatura circundante por disipación de calor durante su funcionamiento con tasas de disipación de calor inferiores a 3 vatios por kilómetro de cable.

3.3.2.2 Características medioambientales de los cables utilizados

El cable SL17 está diseñado específicamente para su uso en entornos marinos y de alta presión. Este tipo de cable cuenta con una capa exterior de polietileno de media densidad (MDPE), material ampliamente empleado en cables submarinos debido a su alta resistencia mecánica, baja permeabilidad y excelente comportamiento frente a la corrosión y la abrasión.

El MDPE presenta una hidrosolubilidad extremadamente baja y se considera químicamente inerte en el medio marino, sin liberar sustancias tóxicas ni causar efectos adversos sobre la fauna o la flora marina. Esta capa proporciona una barrera física protectora, evitando la degradación del cable y asegurando su estabilidad y durabilidad en condiciones oceánicas.

El cable SL17 está diseñado para conducir corrientes eléctricas de hasta 10 amperios. Las propiedades de aislamiento de la capa externa de polietileno previenen de una posible fuga de corriente. Por tanto, los efectos medioambientales de una posible fuga de corriente son prácticamente despreciables.

3.3.3 Repetidores

El diseño del Proyecto contempla la instalación de repetidores ópticos (amplificadores de señal) a lo largo del trazado del cable submarino, cuya función principal es mantener la calidad y continuidad de la transmisión de datos entre las estaciones terminales. Estos equipos reciben alimentación eléctrica a través de los conductores de cobre integrados en el propio cable.

Los repetidores están fabricados con una carcasa sellada a presión hidrostática de aleación de cobre-berilio, material altamente resistente a la corrosión y a la presión del medio marino. Además, presentan una elevada estabilidad química y mecánica, sin liberar compuestos tóxicos ni generar efectos adversos sobre el entorno marino.

3.3.4 Medias cañas

Las medias cañas son piezas de hierro fundido atornilladas entre sí formando una estructura cilíndrica de diámetro 11,05 cm que añaden protección adicional al cable (resistencia a la abrasión y un excelente nivel de protección contra impactos para cables submarinos).

Las medias cañas se instalan alrededor del cable tanto en la playa como en las áreas de aguas poco profundas, especialmente en áreas con hábitats rocosos y/o alta actividad en la zona de oleaje, y se aplica (después del aterrizaje del cable) por el equipo de playa/buzos. Actualmente, se está considerando la protección del cable con hasta 900 m de tubería desde la salida de la BMH hasta los 17 m de profundidad, pero aún está por confirmar.



3.4 Embarcaciones

Para la ejecución de las operaciones marinas previstas en el marco del Proyecto, se empleará un conjunto de embarcaciones especializadas que permitirán realizar de forma segura y controlada las diferentes fases de instalación del cable submarino.

Tabla 2. Embarcaciones utilizadas para el Proyecto. Fuente: SubCom, 2025.

Embarcación	Uso	Aguas profundas o someras	Nº
Buque cablero (Barco principal)	-Limpieza por arrastre de rezón previa al enterramiento (PLGR) -Tendido del cable -Enterrado del cable con arado y ROV -Operaciones pos-tendido (inspección y enterrado)	Offshore (mínimo 29 m prof.)	1
Barco de apoyo inshore o auxiliar (support boat)	- Apoyo en operaciones en aguas poco profundas (tracción del cable)	Inshore (hasta 29 m prof.)	1
Barco de apoyo inshore o auxiliar (support boat) (Pequeña embarcación local)	-Apoyo para buzos	Inshore	1 - 2

3.5 Descripción de las obras y actuaciones del Proyecto

La instalación del cable se llevará a cabo en tres fases generales:

- 1) Preparación previa a la instalación.
- 2) Instalación del cable en la playa y en aguas costeras (por aterrizaje directo).
- 3) Tendido principal del cable.

3.5.1 Preparación previa a la instalación

3.5.1.1 Movilización de personal, equipos y embarcaciones de apoyo

Antes de que el aterrizaje (llegada) del cable a tierra (la línea de costa) tenga lugar, es necesaria la realización de una serie de actividades de preparación, como son la movilización del personal y equipos.

3.5.1.2 Limpieza de la ruta

Antes de la instalación del cable submarino, se realizará una limpieza del fondo marino limitada al ancho mínimo necesario para su colocación, con el objetivo de reducir al máximo la afección a la fauna y flora bentónica:

- Limpieza mediante arrastre de rezón (PLGR): Antes de proceder al tendido del cable de fibra óptica, se llevará a cabo la operación de limpieza previa con arrastre de rezón en la ruta de tendido para eliminar residuos como redes, anclas, chatarras, etc.) que podrían afectar la integridad del cable en todo su trazado o al equipo que se utiliza para enterrarlo. Este proceso **se realiza únicamente en aquellas zona donde se planea el enterrado del cable**. El área de contacto del rezón es de aproximadamente 0,75 m de ancho y una penetración típica del fondo de hasta 40 cm por cada pasada, dependiendo de la composición del fondo marino.
- Despeje de la ruta de los cables fuera de servicio (OOS): En las zonas donde se planifica el enterramiento del cable no se han identificado cables fuera de servicio (OOS). Por lo tanto, no será necesario despejar dichas infraestructuras de la ruta prevista.

3.5.1.3 Inspección previa

Antes del aterrizaje e instalación del cable se realizarán una grabación con videocámara con buzos de la ruta para verificar las condiciones antes del comienzo de las operaciones, y se establecerá una zona de exclusión en la playa (zona de seguridad y una zona destinada a la maquinaria de la playa).



3.5.1.4 Zonas de trabajo temporales

Las zonas de trabajo temporales se indican en la Figura 5. Se realizará un vallado perimetral de obra en el área temporal de trabajo señalada en azul.

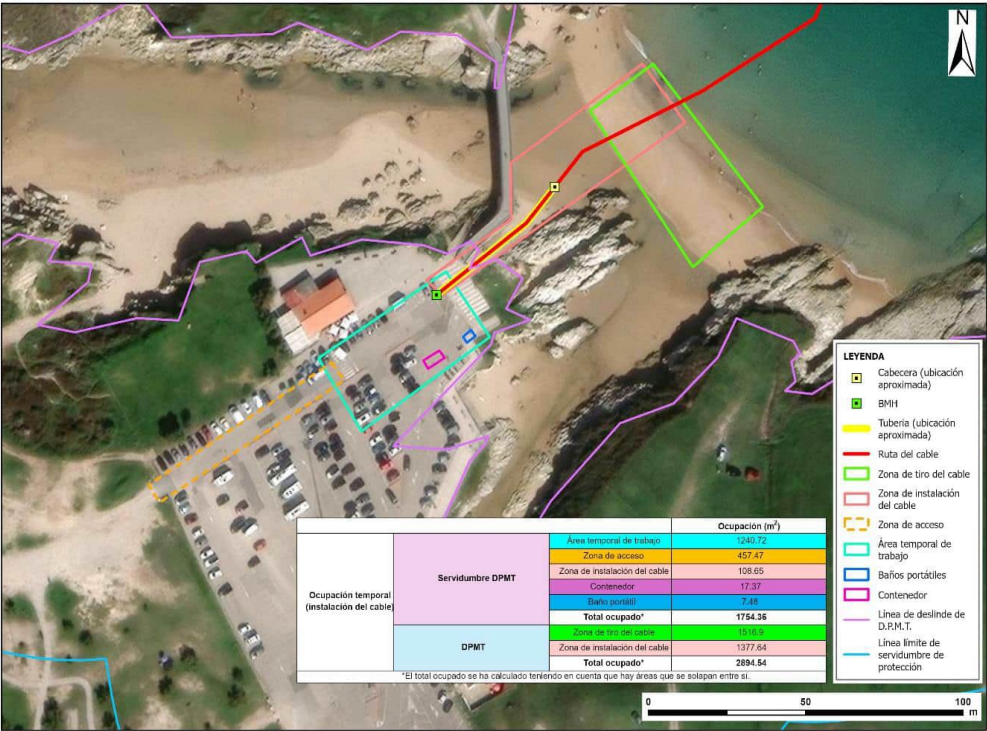


Figura 5. Zonas de trabajo temporales en el parking de la playa de la Virgen del Mar (Fuente: SubCom, 2025).

3.5.2 Instalación del cable en la playa y en aguas costeras (inshore)

3.5.2.1 Aterrizaje directo

Se llevará a cabo un aterrizaje directo (el cable se tiende directamente desde el barco cablero) debido a que las condiciones costeras del área de aterrizaje son favorables, y las profundidades del agua permiten que el barco cablero se coloque con seguridad lo suficientemente cerca de la costa. Está previsto que el barco cablero se posicione a unos 2 km de la costa a una profundidad de 29 m.

El procedimiento de aterrizaje del cable comienza con la preparación en la playa por parte del equipo técnico de SubCom y sus subcontratistas, mientras el buque se posiciona en alta mar mediante posicionamiento dinámico. Se establece una línea de arrastre conectada a la máquina de tracción o cabrestante en la playa, que se une al cable SL17 o a un cabo guía desde el buque. Una embarcación auxiliar transporta el cable hacia la costa, utilizando flotadores para evitar que toque el fondo marino. Una vez en tierra, buzos conectan las líneas de arrastre y se inicia el tiro del cable mediante maquinaria pesada, supervisando constantemente las tensiones para evitar sobrecargas. Durante esta fase, se retiran los flotadores y se fija el cable con una retenida de Kevlar a un ancla de sujeción.

Con el cable ya en tierra, se ajusta su posición siguiendo la ruta marcada, retirando flotadores y corrigiendo suspensiones o puntos de roce. Se instalan anclas de retención en el fondo marino para preparar el tendido definitivo. Una vez tendidos unos 5 km de cable, se introduce manualmente en el conducto apropiado del headwall a pie de playa que conduce al BMH, donde se almacena unos 35 m de cable sobrante (holgura) para futuros empalmes. El cable se fija mecánicamente con una abrazadera de armadura y se realiza el empalme de fibra óptica bajo condiciones controladas. Finalmente, un buzo inspecciona el cable en el fondo marino para asegurar su correcta colocación y se realizan los ajustes necesarios.



3.5.2.2 Instalación de tuberías articuladas o medias cañas

Tras confirmar que el cable está correctamente instalado, se instalarán a continuación las medias cañas (o AP-Articulated Pipes) de protección en el cable desde la playa hacia mar adentro, según sea necesario de acuerdo con el tipo de fondo. Se van encajando las secciones semicilíndricas de hierro dúctil alrededor del cable y atornillándolas para formar una "manga" continua. A medida que avanzan mar adentro, buzos toman el relevo instalando los tramos subsecuentes bajo el agua.

3.5.2.3 Enterramiento del cable

También está prevista la protección mediante enterramiento del cable donde exista sedimento:

- **Enterramiento en playa:** Mientras se completa la instalación de la tubería existente, la retroexcavadora y el equipo de playa comienzan a enterrar el cable en una zanja abierta previamente en la playa que se ajusta para acomodar el cable en su profundidad objetivo (~1 m siempre que el sustrato -arena- lo permita), desde la cabecera hasta el nivel de bajamar. Tras colocar el cable con sus medias cañas de protección, la zanja se rellenará.
- **Enterramiento cerca de la costa (*diver jetting*):** Los buzos entierran el cable submarino desde la línea de bajamar hasta ~0,31 km mar adentro (hasta ~10 m de profundidad, unos 166 m adicionales de cable), utilizando agua a presión (*jetting*) o equipos de succión (*airlift*) para fluidificar el sedimento y lograr una cobertura de ~1 m.

3.5.2.4 Inspección final del cable inshore

Tras la instalación y enterramiento del cable, se realiza una inspección final mediante grabación submarina para comparar las condiciones antes y después del tendido. Los buzos verifican visualmente y con sondas que el cable está correctamente enterrado y que las medias cañas están bien colocadas. Posteriormente se comprueba la integridad funcional del cable con pruebas eléctricas y ópticas, incluyendo reflectometría (OTDR) y medición de resistencia de aislamiento, para asegurar que no haya daños en las fibras ni infiltraciones en la cubierta.

3.5.2.5 Restauración del área de trabajo en la playa

Tras finalizar la instalación del cable, se realiza la restauración completa del área de trabajo, devolviendo la playa y el aparcamiento a su estado original. Se retiran vallas, casetas y residuos, se nivela la arena y se reabren las zonas acotadas, dejando únicamente el cable enterrado como infraestructura oculta. Además, se asegura el cierre correcto de las arquetas y se reparan posibles daños en estructuras existentes como bordillos o muros.

3.5.3 Tendido principal del cable (aguas someras y profundas, offshore)

A partir de profundidades superiores a 29 metros, se evalúa si el cable debe ser enterrado o simplemente tendido sobre el lecho marino, según criterios técnicos, ambientales y de seguridad. El cable se entierra en zonas vulnerables como áreas de pesca o fondeo, siempre que las condiciones del fondo lo permitan (entre 29 y 1.000 metros de profundidad), mientras que se tiende sobre el fondo en zonas donde el enterramiento no es viable, como cruces de cables, fondos rocosos, pendientes pronunciadas o profundidades superiores a 1.000 metros.

3.5.3.1 Buque cablero - tendido en la superficie del fondo marino

La instalación del cable se adapta al perfil del fondo marino y al tipo de cable, buscando siempre que se ajuste al lecho sin suspensiones. La velocidad de tendido varía según el tipo de cable y la operación (repetidores, enterramiento con arado, etc.), y se controla desde el buque cablero mediante software especializado que integra datos como la ruta, batimetría, velocidad y tensión del cable. Esto permite un monitoreo en tiempo real y asegura que el cable se coloque según el diseño previsto.

3.5.3.2 Arado - tendido y enterrado del cable

En zonas donde el cable puede ser enterrado, el buque cablero lo instala y entierra simultáneamente usando un arado tipo Sea Stallion 3 (o equivalente), que crea una zanja en el fondo marino para proteger el cable de actividades como pesca de arrastre o fondeo. Este método se aplica entre los 29 y 1000 metros de profundidad, siempre que las condiciones del lecho lo permitan. Si hay cruces con cables existentes, el arado se retira y el cable se tiende sobre el fondo, inspeccionándose luego con ROV para verificar su posición y realizar enterramiento posterior si es necesario.

El enterramiento busca alcanzar una profundidad de 1 metro, aunque factores como sedimentos móviles, pendientes o formaciones del fondo pueden afectar el resultado. El arado opera a velocidades inferiores a 1 nudo



y cuenta con sistemas hidráulicos que controlan su profundidad y estabilidad. El cable se coloca en la zanja y esta se rellena naturalmente con sedimentos del fondo marino.

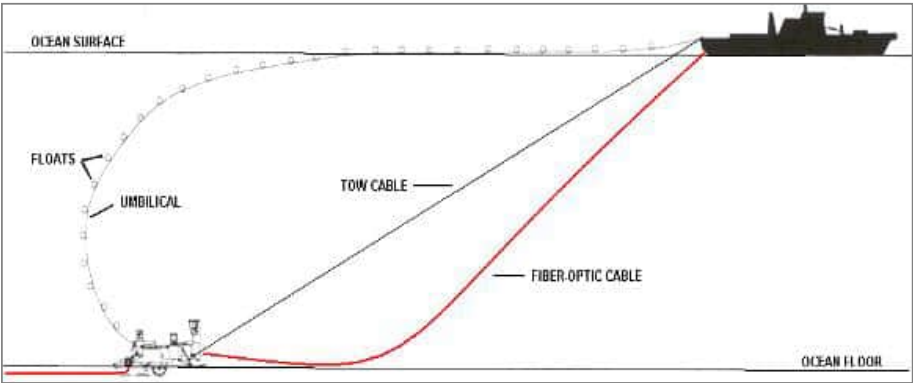


Figura 6. Esquema general de operación de arado (Fuente: SubCom, 2025).

3.5.3.3 Inspección y enterramiento posterior al tendido (Enterramiento post-tendido) (PLIB)

Cuando el enterramiento del cable con arado no es posible —por ejemplo, en cruces con otros cables, zonas de pendiente elevada o empalmes—, el cable se tiende sobre el fondo marino y se entierra posteriormente mediante el método PLIB (*Post-Lay Inspection and Burial*). Esta operación se realiza con un ROV (vehículo operado remotamente), que puede ser desplegado desde el buque cablero o desde un barco de apoyo, y utiliza la técnica de *diver jetting* para fluidificar el sedimento y permitir que el cable se hunda por su propio peso hasta una profundidad objetivo de 1 metro.

El ROV, crea una zanja de hasta 0,5 metros de ancho, ajustada al tamaño del cable, y puede ampliarse para enterramientos especiales como empalmes o repetidores. Este sistema no altera el fondo marino más allá del enterramiento y permite un posicionamiento preciso del cable, garantizando su protección en zonas donde el arado no puede operar.

3.6 Actividades en la zona del trazado del cable

3.6.1 Vertidos de aguas residuales

Los principales flujos de aguas residuales generadas, su volumen de generación diario, el tratamiento y destino final previsto y, en caso de que sean descargadas en alta mar, sus condiciones de descarga y justificación legal se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Estimación de aguas residuales que se generarán en las embarcaciones. (Fuente: SubCom, 2025).

Clasificación MARPOL	Tipo de agua residual / efluente	Volumen de generación (m³/día)	Tratamiento y destino final previsto¹	Condiciones de descarga y referencia legal² (en caso de descarga)
MARPOL Anexo I	Aguas de cubierta y de sentina	Variable	Separación de hidrocarburos y descarga al mar	Cumplirá con los límites dispuestos en el Convenio MARPOL, con una concentración máxima de hidrocarburos de 15 ppm
MARPOL Anexo II	Aguas de lastre (debidamente segregadas en tanques y no contendrán hidrocarburos)	Variable	Descarga al mar	En su gestión se tendrán en cuenta las recomendaciones de MARPOL 73/78 (Anexo II) y del Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques o Convenio BWM, por sus siglas en inglés



Clasificación MARPOL	Tipo de agua residual / efluente	Volumen de generación (m³/día)	Tratamiento y destino final previsto¹	Condiciones de descarga y referencia legal² (en caso de descarga)
MARPOL Anexo IV	Aguas negras. Aguas residuales sanitarias Aguas grises. Aguas residuales de lavandería, cocina y baño	0,2 m³/persona y día	Tratamiento y descarga al mar o gestión en tierra	Las aguas residuales serán o bien tratadas de acuerdo con MARPOL y descargadas al mar (a una velocidad mínima de 4 nudos y, además, si desinfectada y desmenuzada, a una distancia de más de 3 millas náuticas de la costa más cercana o, si está sin tratar, a más de 12 millas náuticas) o entregadas en las instalaciones portuarias de recepción.
OTROS	Aguas de refrigeración de equipos	Variable	Descarga al mar	Descarga directa al mar

1. El buque cablero contará con un separador de grasas diseñado para eliminar aceites y otras sustancias similares de las aguas residuales.

2. De acuerdo con el Convenio MARPOL 73/78.

Con el objetivo de reducir el aporte de nutrientes, organismos dañinos y contaminantes al medio marino el buque cablero contará con los siguientes certificados:

- **Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por aguas residuales MARPOL** y un plan de gestión de aguas residuales.
- **Certificado internacional de gestión del agua de lastre**, un Plan de gestión del agua de lastre y un Plan de gestión de bioincrustación y sedimento.
- **Certificado Internacional del Sistema Antiincrustante**.

3.6.2 Vertidos accidentales

Las principales situaciones accidentales generadoras de un derrame son las siguientes:

- Rotura del depósito de combustible del barco cablero.
- Derrame menor de sustancias peligrosas o lubricantes.

La **rotura del depósito de combustible** por accidente del barco cablero es muy poco probable ya que se establecerá un área de exclusión entorno al mismo en la cual las embarcaciones de apoyo evitarán el acceso de barcos o usuarios del mar ajenos al Proyecto. De esta manera también se evitarán las posibles colisiones accidentales con embarcaciones.

Por su parte, un **derrame menor** al mar tiene una probabilidad asociada baja ya que las sustancias peligrosas se almacenarán correctamente en el barco cablero, en pequeñas cantidades y en recipientes diseñados para tal efecto, de acuerdo con el Convenio MARPOL 73/78.

De manera preventiva, la ejecución de las actividades del Proyecto se llevará a cabo con la mar en calma y no se realizarán operaciones de repostaje mientras duren los trabajos en aguas españolas. Además, todos los materiales empleados y que se encuentren en contacto con el mar no resultarán contaminantes para el medio marino

En cualquier caso, cabe señalar que el barco contará con un **Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos** (CSRP – 103) y un **plan de Contingencia ante derrames de hidrocarburos** que establece las actuaciones a desarrollar a nivel operacional para los escenarios de emergencia identificados y define los roles y responsabilidades para la gestión táctica y estratégica de emergencias en caso de incidentes que requieran de apoyo extra.

Asimismo, se contará con un **manual de respuesta ante emergencias** y un **plan de seguridad**. Además, el barco cumplirá con el **Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar** (SOLAS), garantizando que todas las operaciones se realicen bajo estrictos estándares de seguridad marítima, con tripulación capacitada, equipos adecuados y procedimientos establecidos para la navegación segura y la gestión de emergencias.

3.6.3 Residuos sólidos

Residuos sólidos generados en las embarcaciones



Los residuos sólidos que se estima sean generados durante la ejecución del Proyecto, concretamente en las embarcaciones y los trabajos de instalación del cable, serán gestionados de acuerdo con lo establecido en el **Plan de Gestión de Residuos**.

En la siguiente tabla se incluye el listado de los residuos que se prevé generar teniendo en cuenta MARPOL y la clasificación contemplada en la Lista Europea de Residuos (LER):

Tabla 4. Residuos sólidos que se generan durante el Proyecto. (Fuente: SubCom, 2025).

Tipo de residuo	Nivel de segregación	Código LER
Residuos sólidos no peligrosos asimilables a urbanos	Residuos biodegradables de cocinas	20 01 08
	Papel y cartón	20 01 01
	Envases de papel y cartón	15 01 01
	Plásticos	17 02 03
	Envases de plástico	15 01 02
	Vidrio	17 02 02
	Envases de vidrio	15 01 07
Residuos sólidos no peligrosos de material de estiba	Madera	17 02 01
Residuos sólidos no peligrosos metálicos	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11
Residuos sólidos no peligrosos de material de carga	Arenas y arcillas	01 04 09
Residuos peligrosos	Aceites hidráulicos sintéticos	13 01 11*
	Aceite mineral no clorado de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	13 02 05*
	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	15 01 10*
	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	15 02 02*
	Filtros de aceite	16 01 07*

El objetivo del **Plan de Gestión de Residuos** es cumplir con los requerimientos de descargas al mar, las cuales de minimizarán siempre que sea posible y orientar sobre la adecuada minimización, recolección, procesamiento, almacenamiento y eliminación de residuos en cumplimiento con las regulaciones MARPOL:

1. Minimización de materiales

Se reducirá la cantidad de materiales llevados a bordo que finalmente tendrán que desecharse. Se fomentará la reutilización o el reaprovechamiento de artículos. Además, cualquier artículo que pueda enviarse a tierra para su reciclaje será recolectado y almacenado específicamente con ese propósito.

2. Procesamiento (tratamiento) a bordo

El procesamiento incluirá recolección, separación, transporte, procesamiento, almacenamiento y eliminación.

Respecto a la recolección, cabe decir que se dispondrá de recipientes adecuados para cada tipo de residuo en cada punto principal de recolección. Se diferenciarán por color, gráficos, forma, tamaño o ubicación para identificar qué tipo de basura debe colocarse en ellos. Estos recipientes serán vaciados periódicamente y el contenido se transportará al lugar de almacenamiento correspondiente para cada categoría de residuo. Las siguientes pautas se considerarán:

- **Sólo se puede descargar comida al mar:** cualquier plástico, papel u otros artículos no alimenticios se separarán del desperdicio de comida antes de descargarse al mar, cuando esté permitido.
- Se proporcionarán recipientes o bolsas separados para almacenar **vidrio, metal, plásticos, papel, aceite de cocina u otros artículos reciclables donde los puertos acepten tales elementos**.
- Los **trapos aceitados o contaminados** se mantendrán a bordo y se descargarán en instalaciones receptoras en puerto.

El procesamiento puede incluir el uso de equipos específicos como incineradores, triturador/macerador, compactadores u otros equipos instalados con el propósito de reducir o eliminar los requisitos de almacenamiento de desechos a bordo o disminuir el impacto de los desechos alimenticios que puedan descargarse al mar. De esta



manera, el uso de tales equipos permite descargar ciertos desechos al mar que de otro modo no estarían permitidos.

Toda basura procesada o no procesada que deba almacenarse estará en recipientes cerrados de forma segura debidamente etiquetados.

3. Descarga al mar

Los desechos alimenticios y ciertos desechos operacionales pueden descargarse al mar donde esté permitido de acuerdo con el Convenio MARPOL (ver Tabla 5), aunque el buque cablero retendrá toda la basura a bordo siempre que sea posible.

- Los desechos alimenticios no contaminados o mezclados con otros materiales pueden descargarse al mar conforme a MARPOL. Bajo la mayoría de las circunstancias, la descarga debe realizarse con el buque en navegación.
- Los agentes de limpieza y aditivos utilizados en la limpieza de superficies externas pueden descargarse conforme a MARPOL, siempre que no sean perjudiciales para el ambiente marino.

4. Descarga en instalaciones receptoras en puerto

Todos los artículos, excepto aquellos que puedan descargarse al mar en situaciones limitadas en cumplimiento con el Convenio MARPOL, se descargarán en instalaciones receptoras en puerto. Esta se llevará a cabo conforme a los requisitos específicos de las regulaciones locales y en cumplimiento con las regulaciones MARPOL, incluyendo los requisitos de registro establecidos en dichas regulaciones. No se realizará la descarga de residuos plásticos, aceites, artes de pesca al medio marino ni costero desde el barco cablero ni desde las embarcaciones auxiliares del Proyecto durante su ejecución.

Tabla 5. Prescripciones en materia de descargas contempladas en el Anexo V del Convenio MARPOL. (Fuente: Organización Marítima Internacional, Anexo V del Convenio MARPOL, 2025).

Tipo de desecho	Buques fuera de zonas especiales
Materias generadas durante la ejecución del Proyecto	
Alimentos triturados o molidos	Descarga permitida ≥3 millas náuticas de la tierra más cercana, en ruta
Alimentos no triturados ni molidos	Descarga permitida ≥12 millas náuticas de la tierra más cercana, en ruta
Agentes y aditivos de limpieza ⁽¹⁾ contenidos en agua de lavado de <u>bodegas de carga</u>	Descarga permitida
Agentes de limpieza y aditivos ⁽¹⁾ en agua de lavado de <u>cubierta y superficies externas</u>	
Cualquier otro tipo de basura incluidos plásticos, desechos domésticos, aceite de cocina, cenizas de incinerador, desechos operacionales y artes de pesca	Descarga prohibida
Desechos mezclados	Cuando los desechos estén mezclados o contaminados con otras sustancias cuya descarga esté prohibida o tengan diferentes requisitos de descarga, se aplicarán los requisitos más estrictos.
Otras materias contempladas en el Convenio, no generadas durante la ejecución del Proyecto	
Residuos de carga ⁽¹⁾ no contenidos en agua de lavado	Descarga permitida ≥12 millas náuticas de la tierra más cercana, en ruta
Residuos de carga ⁽¹⁾ contenidos en agua de lavado	
Cadáveres de animales transportados como carga y que murieron durante el viaje	Descarga permitida lo más lejos posible de la tierra más cercana y en ruta

1. Estas sustancias no deben ser perjudiciales para el medio marino.
2. De acuerdo con la regla 6.1.2 del Anexo V del Convenio MARPOL, la descarga solo se permitirá si:(a) tanto el puerto de partida como el siguiente puerto de destino se encuentran dentro de la zona especial, y el buque no va a salir de la zona especial entre esos dos puertos (regla 6.1.2.2); y (b) si no hay instalaciones de recepción adecuadas en esos puertos (regla 6.1.2.3)

Residuos sólidos generados en tierra

Tal y como se ha indicado en la sección 3.5.2.5, tras los trabajos de instalación del cable en la playa Virgen del Mar, esta se devolverá a su estado original, limpiando cualquier residuo o material sobrante (restos de medias cañas de sobra, cabos, boyas u otros materiales). Además, en ningún caso se depositarán colillas en la playa Virgen del Mar durante la ocupación temporal de la misma.



3.6.4 Ruido submarino

La modelización acústica realizada para las actividades de instalación del cable SOL en la Demarcación Marina Noratlántica ha permitido identificar las fuentes que generan mayor impacto potencial sobre los mamíferos marinos y tortugas (ver Anexo 2).

Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de aplicar medidas de mitigación en las zonas donde se entierra el cable para reducir el riesgo de posibles alteraciones auditivas en la fauna presente durante la fase de instalación:

- En aquellas zonas donde se supere el umbral auditivo (zona de enterrado con diver-jetting y con arado): **se recomienda la presencia de observadores de mamíferos marinos** (MMO, Marine Mammal Observers) durante las actividades de instalación del cable con el fin de detectar y registrar la presencia de cetáceos en la zona de influencia y aplicar los protocolos de espera y exclusión acústica establecidos.
- En la zona donde se supera por más de un kilómetro el radio de afección (puntos 4 y 5) se recomiendan medidas adicionales, entre las que podrían aplicarse las siguientes alternativas:
 - No superar el tiempo de uso de la maquinaria de arado por más de 8 horas de manera continuada, realizando una parada operacional de 8 horas tras haber transcurrido el límite de 8 horas continuadas de trabajo o bien,
 - Uso de drones o avionetas para un mejor avistamiento de cetáceos en la zona de exclusión.

Asimismo, siempre que sea técnicamente posible, deberá implementarse un procedimiento de “soft-start” o incremento progresivo del nivel de emisión sonora, de manera que se reduzca el riesgo de exposición súbita a niveles elevados de energía acústica.

Se han aplicado criterios conservadores en todas las fases de la modelización, incluyendo la selección de los puntos más desfavorables, uso del SELcum24h asumiendo exposición continua (pese a contar con especies y fuentes de ruido móviles) y adopción de niveles máximos de emisión con el fin de representar el peor escenario posible. Por ello, las medidas de mitigación propuestas deben entenderse como recomendaciones coherentes con el enfoque conservador adoptado.

Por otro lado, cabe destacar que el umbral TTS considerado hace referencia a una alteración auditiva que es siempre temporal y reversible, no provocando pérdida auditiva permanente cuando las exposiciones permanecen dentro de los límites establecidos.

Por tanto, el estudio concluye que, durante la fase de instalación del cable con enterramiento, se pueden producir riesgos auditivos temporales para la fauna marina, sin embargo, estos resultados responden a un enfoque conservador aplicado en toda la modelización, por lo que las medidas de mitigación propuestas han sido definidas para el peor escenario posible.

3.6.5 Dinámica litoral

Como parte de la evaluación de los posibles efectos del Proyecto sobre la costa de la playa Virgen del Mar, punto de aterrizaje del cable SOL, se ha realizado un estudio básico de dinámica litoral por parte del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria).

A continuación, se presenta un resumen de las principales conclusiones del estudio, el cual puede consultarse íntegramente en el Anexo 3.

La playa de la Virgen del Mar presenta una configuración estable y confinada, compuesta principalmente por arenas finas y medias, con presencia de afloramientos rocosos en la zona sumergida y un fondo predominantemente rocoso en aguas más profundas. Su forma en planta se mantiene prácticamente inalterada desde hace al menos setenta años, lo que confirma un estado de equilibrio estático condicionado por la geología local y la difracción del oleaje en torno a la isla.

En cuanto a la dinámica litoral, no se prevén pérdidas netas de sedimento por acción de temporales, ya que la arena existente se encuentra confinada entre formaciones rocosas. Sin embargo, se observa una variabilidad estacional en el perfil de la playa: durante el invierno se acumula sedimento en la zona sumergida, mientras que



en verano se produce una migración hacia la parte alta, con incrementos de hasta 1,6 metros junto al trasdós y reducciones de hasta 1 metro en la zona de rompientes.

Respecto a los efectos del cambio climático, las proyecciones indican que las variaciones en altura y dirección del oleaje serán despreciables en el muy largo plazo. Así pues, la principal afección será el ascenso del nivel medio del mar, estimado en 0,27 metros para 2050 y hasta 1,2 metros para 2100 en el escenario más pesimista. Este incremento podría generar una erosión vertical máxima en la parte alta del perfil de playa de 0,4 metros en 2050 y 1,2 metros en 2100.

Por todo ello, en el estudio de dinámica litoral se establece la recomendación de enterrar el cable submarino SOL hasta alcanzar el sustrato rocoso o, en su defecto, a profundidades de 2,8 metros en la zona alta y 1 metro en la playa sumergida para garantizar su estabilidad hasta el año 2100. Para el horizonte 2050, el estudio recomienda un enterramiento de 2 metros en la zona alta y 1 metro en la sumergida. Si estas profundidades no son practicable, se aconseja implementar un programa de monitorización y re-enterramiento progresivo. **El estudio concluye que, incluso en caso de exposición ocasional, el cable no supondrá una interrupción al transporte litoral ni supondrá una modificación en la morfodinámica local en modo alguno debido a su reducida sección.**

3.7 Trabajos pasados y futuros en el ámbito de estudio

En el entorno inmediato del punto de aterraje se localizan dos cables submarinos preexistentes: el cable Rioja-1, actualmente fuera de servicio, y el cable Anjana, en operación, ambos conectados al mismo BMH situado en la zona de aparcamiento junto a la playa de la Virgen del Mar. La presencia de estas infraestructuras no genera actividades de mantenimiento relevantes ni presiones adicionales sobre el medio, por lo que no se identifican efectos acumulativos asociados a su coexistencia. La existencia de ambos cables en el mismo punto de aterraje constituye, además, un elemento que refuerza la idoneidad técnica del emplazamiento, al tratarse de una localización con condiciones oceanográficas favorables y con un historial contrastado de funcionamiento seguro. Además, no se prevén otras infraestructuras similares en la zona que, en combinación con este cable, pudieran dar lugar a impactos acumulativos o sinérgicos de magnitud significativa.

Por otro lado, el trazado del cable SOL intercepta en algunos puntos con cables submarinos ya existentes en operación. Esta circunstancia es habitual en este tipo de proyectos, y no representa una incompatibilidad funcional ni técnica, habiéndose previsto las correspondientes medidas de cruce y señalización para garantizar la seguridad de ambas infraestructuras.

Cabe señalar que, en el momento de elaboración de este informe, no se tiene constancia de la existencia de otros proyectos, planes o programas en desarrollo o previstos en el entorno del Proyecto que pudieran generar impactos sinérgicos o acumulativos relevantes en relación con el Proyecto.

4. Estudio de línea base

En la presente sección se incluye un estudio de la línea base ambiental del ámbito de estudio que cubre el área de instalación del cable SOL en su tramo marino en aguas españolas.

El análisis comprende el área de instalación del cable, desde su llegada a la línea de costa hasta su recorrido a través de las aguas interiores, el mar territorial y la ZEE de España.

Para la realización del estudio de línea base se ha recopilado la información bibliográfica disponible (ver sección 8. Referencias) sobre hábitats, fondos marinos, fauna marina costera, espacios protegidos, características ecológicas y presiones antrópicas, conforme a los objetivos ambientales y descriptores de aplicación que definen el BEA de la estrategia marina para la D.M. noratlántica.

Asimismo, se han llevado a cabo los siguientes estudios en el marco del presente Proyecto:

- **Estudio de hábitats marinos:** estudio elaborado en septiembre de 2025 por la empresa Oceansnell, mediante inspección de los fondos marinos a través de filmaciones en remoto. Para ello, se utilizó un vehículo de operación en remoto (ROV), que permitió la observación directa desde la embarcación. Se diseñó una red de muestreo compuesta por 30 puntos de prospección distribuidos en una superficie aproximada de 2,57 km²,



INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsbzvymPyF

comprendida entre las isobatas de 10 y 50 metros de profundidad. Esta metodología facilitó la identificación de las distintas biocenosis marinas presentes en el área de estudio. El estudio completo se incluye en el Anexo 1.

- Estudio de ruido:** estudio elaborado en febrero de 2026 por la empresa Oceansnell. Mediante el empleo de modelos de propagación del ruido submarino y aproximaciones conservadoras basadas en las directrices de la NOAA, se determinan los buffers de protección y las medidas de prevención adecuadas para evitar alteraciones auditivas temporales en mamíferos marinos y tortugas, de acuerdo. El estudio completo se incluye en el Anexo 2.
- Dictamen sobre la dinámica litoral y efectos del cambio climático:** elaborado en julio de 2025 por el Instituto de Hidráulica del Cantábrico (IH Cantabria), este estudio analiza la dinámica litoral del área, incluyendo aspectos como la capacidad de transporte litoral, el balance sedimentario y la evolución de la línea de costa, entre otros factores relevantes. El estudio completo se incluye en el Anexo 3.
- Estudio de Impacto Arqueológico (ElArq):** realizado por la empresa Arqueocan en octubre de 2025. El estudio evalúa la proximidad del trazado del cable a restos arqueológicos, pecios y anomalías detectadas mediante análisis de imágenes geofísicas, así como información bibliográfica y datos proporcionados por la Consejería de Cultura de Cantabria. Se identifican contactos o anomalías cercanas al trazado que deben ser tenidas en cuenta en la planificación del Proyecto.

4.1 Espacios naturales protegidos

En el área de estudio se encuentran diversos espacios naturales protegidos. En las siguientes secciones se describen las características de los espacios protegidos más próximos a la zona del Proyecto.

Tabla 6. Espacios naturales protegidos presentes en los alrededores de la zona del Proyecto. (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2025).

Nombre	Código	Superficie (km²)	Figura de Protección	Coordenadas UTM	Distancia y dirección a la zona del Proyecto
Dunas de Liencres y Costa Quebrada	ES130002	17,5	ENP	X: 422776,8 Y: 4810971,9	440 m al oeste del BMH
Dunas de Liencres y Estuario del Pas	ES1300004	5,4	Red Natura 2000: ZEC ENP	X: 422504,9 Y: 4811100,6	440 m al oeste del BMH
Espacio marino de los Islotes de Portios-Isla Conejera-Isla de Mouro	ES0000492	15,1	Red Natura 2000: ZEPA	X: 424857,6	1,6 km al oeste del BHM
	ES0000492		RAMPE	Y: 4814245,5	
	555583113		OSPAR		
		25	7,4	IBA	X: 425030,4 Y: 4814208,8
Bahía de Santander	26	48,5	IBA	X: 437005,7 Y: 4809643,8	4,9 km al sureste del BMH
Espacio marino El cachucho	ES90ATL01	2.616,6	Red Natura 2000: ZEC	X: 347972,6	7,0 km al sureste
	ES90ATL01		RAMPE	Y: 4878414,3	
	555556982		OSPAR		
Dunas del Puntal y Estuario del Miera	ES1300005	6,75	Red Natura 2000: ZEC	X:434728,9 Y:4772945,6	8,3 km al este del BMH
Río Pas	ES1300010	9,57	Red Natura 2000: ZEC	X:433941,7 Y:4795156,2	8,5 km al suroeste del BMH
Río Miera	ES1300015	3,95	Red Natura 2000: ZEC	X: 433190,4 Y:4768970,9	13,9 km al sureste del BMH

A continuación, se incluye una figura en la que se muestra la localización de los espacios protegidos cercanos al ámbito del Proyecto.



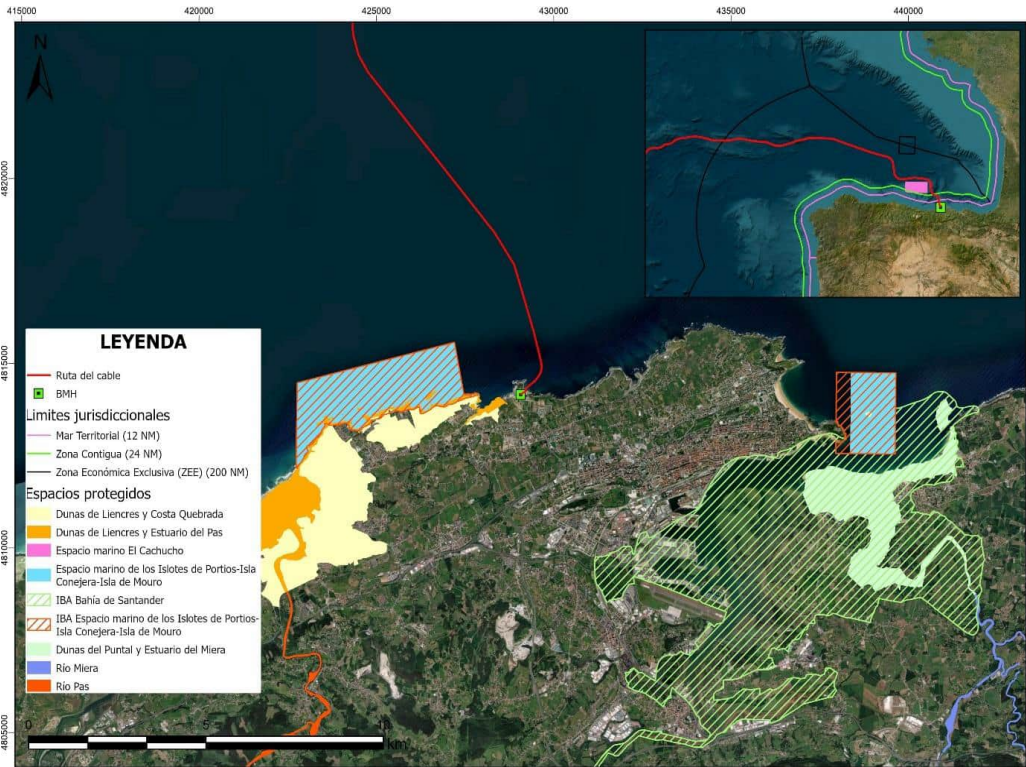


Figura 7. Espacios protegidos cercanos al ámbito del Proyecto. (Fuente: AECOM a partir de datos del MITERD, 2025).

El Proyecto no ocupa ninguno de los ENP en aguas españolas. El espacio marino más cercano al ámbito del Proyecto es el de los Islotes de Portios-Isla Conejera-Isla de Mouro, el cual forma parte de la RAMPE, creada mediante la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Asimismo, está incluido en la Red Natura 2000, una red ecológica europea de lugares que albergan especies y hábitats de interés comunitario, cuyo objetivo es garantizar su mantenimiento en un estado de conservación favorable. Además, este espacio ha sido designado como Área Marina Protegida por la Convención OSPAR desde el año 2014, en el marco de la protección del medio ambiente marino del Atlántico Nordeste, bajo la categoría de Reserva Natural Estricta (IUCN Ia).

4.2 Dominio bentónico

4.2.1 Fondos marinos y hábitats bentónicos

En esta sección se aborda el estudio de los hábitats presentes en la zona de estudio según los trabajos de campo con ROV y la caracterización y delimitación de los hábitats EUNIS según el modelo predictivo a gran escala EUSaMap de EMODnet² realizado en 2023, para identificar la composición de los fondos marinos europeos. La morfología de los fondos marinos presentes en el ámbito de estudio determina la caracterización de especies bentónicas presentes en los diferentes tipos de hábitats.

Durante los trabajos de campo que se realizaron el día 24 de septiembre de 2025 mediante filmaciones en remoto, se identificaron tres biocenosis en el área de estudio más cercana a la costa (ver Tabla 7 y Figura 8).

Tabla 7. Biocenosis marinas presentes en el área de estudio. (Fuente: Oceansnell, 2025).

Código ³	Denominación
030402	Arenas y fangos infralitorales y circalitorales

² *EUSaMap 2023 Broad-Scale Predictive Habitat Map for Europe. EMODnet Fondos Marinos <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/>

³ Lista Patrón de los Hábitats Marinos Presentes en España y su clasificación jerárquica. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (2021). Disponible en: [Lista Patron Anexo web tcm30-521434.pdf](https://www.miteco.es/contenidos/Lista_Patron_Anexo_web_tcm30-521434.pdf)



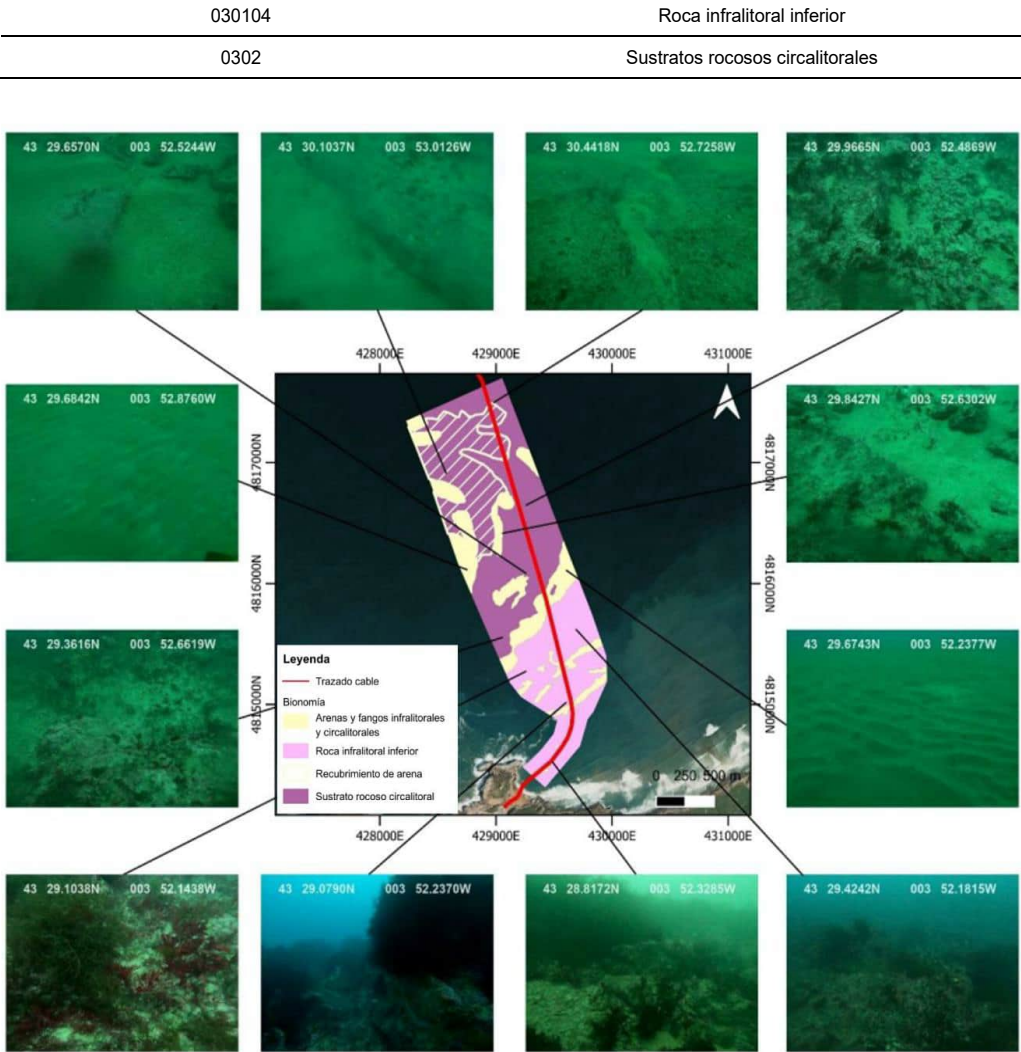


Figura 8. Cartografía binómica con imágenes de la zona de estudio. (Fuente: Oceansnell, 2025).

En la Tabla 8 se muestran los hábitats EUNIS identificados en el área atravesada por el cable, según la clasificación de 2019.

- MB12 - Roca infralitoral atlántica:** la roca infralitoral incluye hábitats de lecho rocoso, cantos rodados y guijarros que se encuentran en la zona submareal poco profunda y suelen albergar comunidades de algas. El límite superior está marcado por la parte superior de la zona de algas, mientras que el límite inferior está marcado por el límite inferior del crecimiento de algas o el límite inferior del crecimiento denso de algas. En condiciones expuestas, el alga es *Laminaria hyperborea*, mientras que en hábitats más protegidos suele ser *Laminaria saccharina*; en determinadas condiciones pueden dominar otras especies de algas. En el extremo inferior de la orilla y en el submareal muy somero (franja sublitoral) suele haber una estrecha franja de dabberlocks *Alaria esculenta* (costas expuestas) o los kelps *Laminaria digitata* (moderadamente expuestos) o *L. saccharina* (muy resguardados). Las zonas de suelo mixto, carentes de rocas estables, pueden carecer de kelps pero albergar comunidades de algas. En los estuarios y otras zonas de aguas turbias, el submareal poco profundo puede estar dominado por comunidades animales, con comunidades de algas poco desarrolladas.
- MC12 - Roca circalitoral atlántica:** este hábitat incluye fondos rocosos situados por debajo del límite inferior del crecimiento de algas fotófilas, en la zona circalitoral. Está dominado por comunidades animales sésiles como esponjas, briozoos, ascidias y cnidarios. En zonas expuestas, puede haber una cobertura significativa de esponjas incrustantes y corales blandos. La fauna asociada incluye también equinodermos, crustáceos y peces bentónicos. La estructura del hábitat depende de la rugosidad del sustrato y de la disponibilidad de nutrientes.



- **MC52 - Arena circalitoral atlántica:** incluye arenas finas limpias con menos de un 5% de limo/arcilla en aguas más profundas y se caracteriza por una amplia gama de equinodermos (en algunas zonas incluido el erizo *Echinocyamus pusillus*), poliquetos y bivalvos. Por lo general, este hábitat es más estable que las arenas infralitorales menos profundas y, en consecuencia, sustenta una comunidad más diversa. También las arenas fangosas no cohesivas del circalitoral, con un contenido de limo en el sustrato que suele oscilar entre el 5% y el 20%, sustentan comunidades dominadas por animales y caracterizadas por una gran variedad de poliquetos, bivalvos como *Abra alba* y *Nucula nitidosa*, y equinodermos como *Amphiura* spp. y *Ophiura* spp. y *Astropecten irregularis*. Estos hábitats circalitorales tienden a ser más estables que sus homólogos infralitorales y, como tales, sustentan una comunidad infaunal más rica.
- **MD52 - Arena circalitoral atlántica de alta mar:** hábitats circalitorales atlánticos de alta mar (profundos) con arenas finas o arenas fangosas no cohesivas. Se dispone de muy pocos datos sobre estos hábitats, pero es probable que sean más estables que sus homólogos menos profundos y que se caractericen por una gran variedad de poliquetos, anfípodos, bivalvos y equinodermos.
- **ME52 - Roca batial superior atlántica:** a pesar de que existen pocos datos ecológicos sobre estos hábitats, podemos decir que los sedimentos arenosos de aguas profundas presentan una comunidad infaunal diversa dominada por poliquetos. La epifauna tiende a ser escasa, especies móviles o fauna excavadora como anémonas y brittlestars visibles en la superficie.
- **ME62 - Fango batial superior atlántico:** se trata de hábitats profundos situados en el talud continental superior, caracterizados por sedimentos fangosos finos. Estos fondos suelen albergar comunidades infaunales dominadas por poliquetos, bivalvos y holoturias. La epifauna puede incluir ofiuroideos, anémonas y peces bentónicos. La biodiversidad tiende a ser alta, aunque la biomasa puede ser baja debido a la escasez de alimento.
- **MF62 – Fango batial inferior atlántico:** localizado en el talud continental inferior, este hábitat está compuesto por sedimentos fangosos más profundos. Las condiciones ambientales son más estables pero con menor disponibilidad de nutrientes. La fauna está adaptada a condiciones de baja energía y escasa luz, con predominancia de especies infaunales como poliquetos, bivalvos y holoturias, así como fauna epibentónica dispersa como ofiuroideos y peces demersales.
- **MG62 – Fango abisal atlántico:** este hábitat se encuentra en las llanuras abisales del océano Atlántico, a profundidades superiores a los 3.000 metros. Está compuesto por sedimentos muy finos, principalmente fango, con muy baja productividad. La fauna es escasa y especializada, incluyendo organismos infaunales como nematodos, poliquetos y pequeños crustáceos, así como fauna epibentónica ocasional como pepinos de mar, estrellas frágiles y peces adaptados a la oscuridad y presión extrema.

Tabla 8. Hábitats EUNIS marinos presentes en el ámbito de estudio. (Fuente: EMODnet, 2025).

Código EUNIS ¹	Hábitats Marinos (Clasificación EUNIS 2019)	Correspondencia con Hábitats de Interés Comunitario (HIC) ⁴	Superficie ocupada por el cable en el hábitat (m ²) ⁴	Área ocupada respecto al área total ocupada por el cable (%) ²
MB12	Roca infralitoral atlántica	1130 - Estuarios 1150* - Lagunas costeras 1160 - Grandes calas y bahías poco profundas 1170 - Arrecifes 1180 - Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases 8830 - Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas	862,40	0,10
MC12	Roca circalitoral atlántica	1130 – Estuarios 1160 - Grandes calas y bahías poco profundas 1170 – Arrecifes 1180 - Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases 8830 - Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas	3102,22	0,36
MC52	Arena circalitoral atlántica	1110 - Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda 1160 - Grandes calas y bahías poco profundas	3644,80	0,42

⁴ European Environment Agency (2022). *European Red List of Habitats*. Recuperado en agosto de 2025, de <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-red-list-of-habitats/european-red-list-of-habitats>



Código EUNIS ¹	Hábitats Marinos (Clasificación EUNIS 2019)	Correspondencia con Hábitats de Interés Comunitario (HIC) ⁴	Superficie ocupada por el cable en el hábitat (m ²) ⁴	Área ocupada respecto al área total ocupada por el cable (%) ²
MD52	Arena circalitoral de alta mar atlántica	-	4026,91	0,47
ME52	Arena batial superior atlántica	-	7813,67	0,91
ME62	Fango batial superior atlántico	-	7421,20	0,86
MF62	Fango batial inferior atlántico	-	36379,64	4,23
MG62	Fango abisal atlántico	-	566356,31	65,79

¹Se muestran los hábitats atravesados directamente por el cable considerando 1 m de pasillo de ocupación.
²El 26,86% faltante corresponde a fondo abisal. Se ha considerado únicamente la zona correspondiente a aguas españolas.
³De acuerdo con el tercer ciclo de las Estrategias marinas de España.
⁴Suponiendo 1 m de ancho de ocupación a lo largo del trazado del cable y considerando únicamente la zona de aguas españolas.

En vista al análisis anterior, **cabe señalar que el trazado del cable no atraviesa ningún HIC prioritario** (se descarta la presencia del HIC1150* - Lagunas costeras dada su naturaleza).

En la siguiente figura se observa la localización de los hábitats EUNIS en el ámbito del Proyecto:

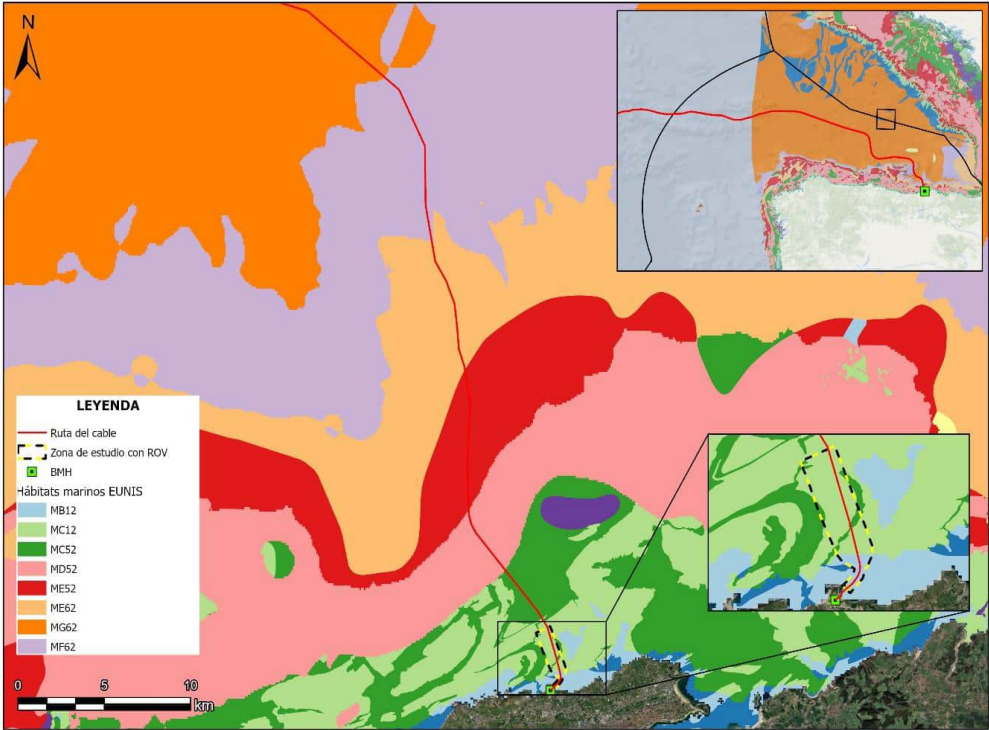


Figura 9. Hábitat EUNIS presentes en el ámbito de estudio. (Fuente: EMODnet, 2025).

De acuerdo con las estrategias marinas, las principales presiones antropogénicas que afectan a los hábitats del fondo marino de la D.M. noratlántica son las obras de infraestructuras y canalizaciones, cableados, etc, en el infralitoral e intermareal y las actividades pesqueras en el circalitoral y batial. Además, y de forma general, se menciona la contaminación, las basuras marinas y el cambio climático.

4.3 Dominio pelágico: mamíferos, reptiles y peces

Se presenta en las siguientes secciones en formato tabular las especies de mamíferos marinos, reptiles y peces identificados para la D.M. noratlántica y su presencia, debido al grado de amenaza y/o protección con el que cuentan, en los listados o catálogos que se describen a continuación, según el caso:



- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, es la norma europea relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva hábitats) que establece los criterios comunes para la protección de la biodiversidad y que los Estados miembros deben aplicar mediante la legislación nacional (en España, a través de la Ley 42/2007).
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley 42/2007): transpone a legislación española la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992 (Directiva hábitats). Incluye en su anexo II las especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación; y en el Anexo V un listado de las especies de interés comunitario que requieren una protección estricta.
- Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPRE) y Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA)⁵: aprobado a través del Real Decreto 139/2001, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas. En su único Anexo se puede encontrar un inventario de especies incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y en su caso, en el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Las categorías que utiliza dicho catálogo con las siguientes:
 - Extinguida (EX)
 - En peligro de extinción (EN)
 - Vulnerable (VU)
 - Régimen de Protección Especial (RPE)

Por otro lado, es necesario mencionar que este Real Decreto ha tenido a lo largo de los años una serie de actualizaciones posteriores, la última en marzo de 2023.

- Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria: aprobado por el *Decreto 120/2008, del 4 diciembre, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria*. Incluye en sus anexos el Catálogo regional de especies protegidas, el cual es un complemento a las especies catalogadas como amenazadas a nivel nacional. Las especies se clasifican acorde a alguna de las siguientes categorías:
 - Extinta
 - En peligro de extinción
 - Sensible a la alteración de su hábitat
 - Vulnerables

4.3.1 Mamíferos marinos

En relación con los mamíferos marinos, y en particular las especies de cetáceos, según la información recogida en el documento “Evaluación inicial y buen estado ambiental del grupo mamíferos marinos para las estrategias marinas” del primer ciclo (2012), se ha identificado la presencia potencial de hasta 18 especies de odontocetos y 6 de misticetos en la D.M. noratlántica. Dado que el Proyecto se desarrolla a lo largo de una amplia zona dentro de esta demarcación, se han considerado todas las especies con posible presencia en el área de estudio. La Estrategia marina (tercer ciclo, 2024), que recoge, de las 32 especies citadas en aguas españolas, 13 especies distintas para las diferentes demarcaciones, incluyendo 9 para la D.M. noratlántica.

A continuación, se presenta una tabla que recoge las especies de cetáceos con potencial presencia en el ámbito del Proyecto, junto con su grado de amenaza y/o nivel de protección, según los listados y catálogos legales previamente descritos, además de la evaluación de BEA para las especies seleccionadas en el tercer ciclo:

⁵ Real Decreto 139/2001, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas



Tabla 9. Relación de especies de mamíferos marinos con su estatus de protección y evaluación de BEA en la D.M. noratlántica. (Fuente: AECOM a partir de la estrategia marina de la D.M. noratlántica y la legislación consolidada, 2025).

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Ley 42/2007	LESPRE/C EEA	Catálogo regional de especies protegidas	Presencia en aguas noratlánticas ¹	Hábitat/ Distancia a costa	Clasificación según rango de audición ²
ESTRATEGIAS MARINAS, 2025								
PEQUEÑOS ODONTOCETOS								
Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	Delfínidos	IV	VU	*	Común	Aguas costeras y pelágicas. Preferencia relieve abrupto. Prof.: 200-500 m.	HF
Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>		IV	LESPRE	*	Común	Aguas pelágicas. Prof.: >200 m (ocasionalmente costa)	HF
Marsopa	<i>Phocoena phocoena</i>	Focénidos	II y IV	VU	*	Común	Aguas costeras (20-200 m)	VHF
ODONTOCETOS DE BUCEO PROFUNDO								
Calderón común / Calderón negro	<i>Globicephala melas</i>	Delfínidos	IV	VU	*	Común	Aguas costeras y pelágicas. Prof.: >500 m	HF
Zifio de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	Zífidos	IV	LESPRE	*	Ocasional	Aguas pelágicas de gran prof. (>600m)	HF
MISTICETOS								
Rorcual común	<i>Balaenoptera physalus</i>	Misticeto	IV	VU	VU	Común	Aguas pelágicas profundas	LF
ESTRATEGIAS MARINAS, 2012								
PEQUEÑOS ODONTOCETOS								
Delfín de flancos blancos	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	Delfínidos	IV	*	*	Rara	100-300 m (Ocasionalmente costa)	HF
Delfín de hocico blanco	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>		IV	*	*	Rara	50-1000 m	HF
Delfín mular	<i>Tursiops truncatus</i>		II y IV	VU	VU	Común	Aguas costeras hasta 1000 m.	HF
Falsa orca	<i>Pseudorca crassidens</i>		IV	LESPRE	*	Rara	Aguas pelágicas >500 m	HF
Orca	<i>Orcinus orca</i>		IV	LESPRE	*	Rara	Aguas costeras y pelágicas	HF
ODONTOCETOS DE BUCEO PROFUNDO								
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	Fisetéridos	IV	VU	VU	Común	Aguas profundas. Profundidad: 1500 - 2000 m	LF
Cachalote pigmeo	<i>Kogia breviceps</i>	Kogiído	IV	LESPRE	*	Ocasional	Aguas profundas >200 m	VHF
Calderón gris	<i>Grampus griseus</i>	Delfínidos	IV	LESPRE	*	Común	Aguas profundas >600 m	HF

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
25

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymypf>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Ley 42/2007	LESPRE/CEEa	Catálogo regional de especies protegidas	Presencia en aguas noratlánticas ¹	Habitat/ Distancia a costa	Clasificación según rango de audición ²
Calderón tropical	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Zífidos	IV	VU	*	Rara	Aguas profundas	HF
Zifio de Blainville	<i>Mesoplodon densirostris</i>		IV	LESPRE	*	Rara	500–1000 m	HF
Zifio de Sowerby	<i>Mesoplodon bidens</i>		IV	*	*	Rara	500-1000 m	HF
Zifio de True	<i>Mesoplodon mirus</i>		IV	LESPRE	*	Rara	Aguas profundas	HF
Zifio nariz de botella	<i>Hyperoodon ampullatus</i>		IV	LESPRE	*	Rara	>1000 m	HF
MISTICETOS								
Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	Misticetos	IV	VU	*	Rara	>1000 m	LF
Ballena franca boreal	<i>Eubalaena glacialis</i>		IV	EN	*	Rara	Aguas costeras de bahías poco profundas	LF
Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>		IV	VU	*	Ocasional	Aguas costeras y pelágicas.< 600 m	LF
Rorcual aliblanco	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>		IV	VU	VU	Ocasional	Aguas poco profundas de la plataforma continental	LF
Rorcual norteño	<i>Balaenoptera borealis</i>		IV	VU	*	Ocasional	Aguas pelágicas profundas >1000 m	LF

*Especie sin categoría de clasificación dentro de los catálogos indicados.
¹De acuerdo con el Primer ciclo de Estrategias marinas de España.
²De acuerdo con la clasificación NOAA (2024) de umbrales TTS: LF Cetáceos de baja frecuencia; HF Cetáceos de alta frecuencia; VHF Cetáceos de muy alta frecuencia.

Las principales amenazas antropogénicas a las que se enfrentan estas especies, según lo recogido en la Estrategia Marina de la D.M. noratlántica son las siguientes:

- Odontocetos pequeños: la presión que ha sido detectada como la mayor amenaza es la “Extracción o mortalidad/lesiones de especies silvestres”, seguido en importancia por “Pesca y marisqueo” y los “Aportes de sustancias, basuras y energías”.
- Odontocetos de buceo profundo: el “Aporte de sonido antropogénico” ha sido identificada como la presión más importante, seguida de “Generación de energías renovables y no renovables” y “Aportes de sustancias, basuras y energías”.
- Misticetos: las dos presiones que más importancia tienen son “Transporte marítimo” y “Aportes de sustancias, basuras y energías”.

4.3.2 Reptiles (tortugas marinas)

En las costas de Cantabria, la tortuga boba (*Caretta caretta*) es la especie de tortuga marina más comúnmente registrada. Aunque no es una residente habitual, su presencia se ha registrado a través de avistamientos y varamientos de ejemplares subadultos. Otras especies como la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*) pueden aparecer de forma muy esporádica, aunque no existen registros frecuentes en la zona.

En la siguiente tabla se recogen estas especies junto con su grado de amenaza y/o nivel de protección, tanto a nivel nacional como regional, según los listados y catálogos oficiales.

Tabla 10. Especies de tortugas marinas que podrían encontrarse en la D.M. noratlántica. (Fuente: AECOM a partir de la estrategia marina de la D.M. noratlántica y la legislación consolidada, 2025).

Nombre común	Nombre científico	Clasificación	Ley 42/2007	LESPRE/CEEA	Catálogo regional de	Presencia en aguas
--------------	-------------------	---------------	-------------	-------------	----------------------	--------------------



					especies protegidas	españolas ¹
Tortuga boba	<i>Caretta caretta</i>	Quelónidos	II y V	VU	*	Ocasional
Tortuga laúd	<i>Dermochelys coriacea</i>		V	LESPRE	*	Común
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>		II y V	LESPRE	*	Rara

* Especie sin categoría de clasificación dentro del Catálogo Regional de Especies Amenazadas.

¹ De acuerdo con el Tercer ciclo de Estrategias marinas de España.

Las principales amenazas antropogénicas para las tortugas, de acuerdo con la estrategia marina de la demarcación noratlántica son la captura en redes de enmalle y el enredo en cabos de aparejos de pesca.

4.3.3 Ictiofauna

En relación con la ictiofauna marina, para la representación de la presencia potencial en la zona de estudio, se han seleccionado aquellas especies evaluadas y representativas de los fondos estudiados en la D.M. noratlántica. Cabe señalar que ninguna de las especies incluidas en el listado se encuentra en régimen de protección. Las especies seleccionadas se enumeran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Especies evaluadas en el tercer ciclo para la D.M. noratlántica. (Fuente: Estrategias marinas, 2025).

Nombre común	Nombre científico
Boga	<i>Boops boops</i>
Cabrilla	<i>Serranus cabrilla</i>
Doncella	<i>Coris julis</i>
Gobio nadador	<i>Pomatoschistus flavesceus</i>
Maragota	<i>Labrus bergylta</i>
Moma	<i>Parablennius pilicornis</i>
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>
Sargo común	<i>Diplodus sargus</i>
Sargo mojarra	<i>Diplodus vulgaris</i>
Boquerón	<i>Engraulis encrasicolus</i>
Sardina común	<i>Sardina pilchardus</i>
-	<i>Gaidropsarus macrophthalmus</i>
Aligote	<i>Pagellus acarne</i>
Bacaladilla	<i>Micromesistius poutassou</i>
Bejel	<i>Chelidonichthys lucerna</i>
Bertorella	<i>Phycis blennoides</i>
Boga	<i>Boops boops</i>
Cabrilla	<i>Serranus cabrilla</i>
Cinta	<i>Cepola macrophthalma</i>
Congrio	<i>Conger conger</i>
Faneca	<i>Trisopterus luscus</i>
Faneca pequeña	<i>Trisopterus minutus</i>
Gadiculus	<i>Gadiculus argenteus</i>
Gallo de San Pedro	<i>Lepidorhombus boscii</i>
Gallo del norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>
Gobio de Fries	<i>Lesueurigobius friesii</i>



Nombre común	Nombre científico
Juel	<i>Trachurus trachurus</i>
Jurel real	<i>Capros aper</i>
Lenguado amarillo	<i>Buglossidium luteum</i>
Lenguado común	<i>Solea solea</i>
Lenguado imperial	<i>Arnoglossus imperialis</i>
Lenguado linterna	<i>Arnoglossus laterna</i>
Lenguado variegado	<i>Microchirus variegatus</i>
Merluza europea	<i>Merluccius merluccius</i>
Pez araña	<i>Trachinus draco</i>
Pez dragón	<i>Callionymus lyra</i>
Pez dragón moteado	<i>Callionymus maculatus</i>
Pez escorpión enano	<i>Scorpaena loppei</i>
Pez plata	<i>Argentina sphyraena</i>
Rape blanco	<i>Leucoraja naevus</i>
Rape blanco	<i>Lophius piscatorius</i>
Rape negro	<i>Lophius budegassa</i>
Rascacio rubio	<i>Helicolenus dactylopterus</i>
Rubio cuculus	<i>Chelidonichthys cuculus</i>
Rubio de tres espinas	<i>Eutrigla gurnardus</i>
Rubio oscuro	<i>Chelidonichthys obscurus</i>
Salmonete de roca	<i>Mullus surmuletus</i>
San Pedro	<i>Zeus faber</i>
Torillo	<i>Blennius ocellaris</i>

Las principales amenazas antropogénicas para la ictiofauna son la extracción y/o mortalidad por la presión pesquera. La mayoría de las especies están sujetas a captura accidental y/o descarte por parte de las flotas pesqueras, especialmente las de arrastre, sin ser objetivo directo de la pesca comercial.

4.3.4 Elasmobranquios

Los elasmobranquios representan un grupo singular dentro de la ictiofauna marina debido a sus características biológicas y ecológicas, e incluyen a los tiburones y las rayas. A diferencia de los peces óseos, poseen ciclos de vida más largos, baja fecundidad y tasas de crecimiento lentas, lo que los hace especialmente sensibles a presiones antropogénicas como la actividad pesquera o degradación del hábitat. Estas particularidades hacen que se diferencien del resto de ictiofauna descrita anteriormente.

Para la presencia potencial en la zona de estudio, se han seleccionado las especies evaluadas y representativas de los fondos estudiados en la D.M. noratlántica. Cabe señalar que ninguna de las especies incluidas en el listado se encuentra en régimen de protección. Las especies seleccionada se enumeran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Especies de elasmobrnaquios en la D.M. noratlántica. (Fuente: Estrategias marinas, 2025).

Nombre común	Nombre científico
Alitán	<i>Scyliorhinus stellaris</i>
Pintarroja	<i>Scyliorhinus canicula</i>
Pintarroja bocanegra	<i>Galeus melastomus</i>
Raya común	<i>Raja clavata</i>



De acuerdo con la estrategia marina de la D.M. noratlántica, las principales presiones antropogénicas que causan la mortalidad de los esasmobranquios son las capturas accidentales y la sobrepesca.

4.4 Aves marinas

Dado que el Proyecto se desarrolla a lo largo de una amplia zona dentro de la D.M. noratlántica, se han considerado todas las especies **de aves marinas** con posible presencia en el área de estudio. Según la información recogida en el documento "Evaluación inicial y buen estado ambiental del grupo aves marinas para las estrategias marinas" del primer ciclo (2012), se ha identificado la presencia potencial de hasta 35 especies en la D.M. noratlántica.

Se incluye su estatus de protección en base a la información contenida en los siguientes documentos:

- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres (Directiva Aves).
- Libro Rojo de las Aves de España⁶: presenta de manera sistemática el estado de conservación de cada una de las especies de aves, identificando sus posibles amenazas y sugiriendo medidas de conservación. Emplea las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza:
 - Extinta (EX)
 - Extinta en Estado Silvestre (EW)
 - En peligro crítico (CR)
 - En peligro (EN)
 - Vulnerable (VU)
 - Casi amenazada (NT)
 - Con preocupación menor (LC)
 - No evaluado (NE)
 - Datos insuficientes (DD)
- Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LERSPE) y CEEA⁷.
- Decreto 120/2008, del 4 diciembre, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria.

En la Tabla 13 se enumeran las principales especies de aves marinas presentes en este espacio natural protegido, junto con su clasificación según las distintas normativas de protección a nivel nacional y regional, y su evaluación de BEA recogido en el tercer ciclo.

Las aves marinas y costeras presentes en el ámbito de estudio se concentran principalmente en las zonas próximas al litoral, destacando la ZEPA Espacio Marino de los Islotes de Portios–Isla Conejera–Isla de Mouro, situada a tan solo 1,6 km al oeste del punto de entrada del cable en la Playa de la Virgen del Mar. Este espacio fue declarado Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) mediante la Orden AAA/1260/2014, de 9 de julio, por la que se designan ZEPAs en aguas marinas españolas.

De estas especies de aves marinas potencialmente presentes en el ámbito del estudio, dos se consideran taxones clave⁸ de conservación prioritaria en la ZEPA Espacio Marino de los Islotes de Portios–Isla Conejera–Isla de Mouro: el paíño europeo atlántico (*Hydrobates pelagicus pelagicus*) y el cormorán moñudo atlántico (*Gulosus aristotelis aristotelis*). Estas especies han sido identificadas como de especial interés por su vulnerabilidad y por el papel ecológico que desempeñan en los ecosistemas marinos de la zona.

⁶ SEO/BirdLife (López-Jiménez, N. Ed). 2021. Libro Rojo de las aves de España

⁷ Real Decreto 139/2001, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas

⁸ Taxones cuya conservación en la ZEPA resulta prioritaria debido a que sus valores poblacionales, estatus de amenaza o representatividad justifican la importancia ornitológica del área a nivel nacional e internacional.



Tabla 13. Relación de especies de aves marinas con su estatus de protección¹ (Fuente: AECOM a partir de la estrategia marina de la D.M. noratlántica y la legislación consolidada, 2025).

Nombre común	Nombre científico	Directiva Aves	Libro Rojo de las Aves de España	LERSPE/CEEa	Catálogo regional de especies protegidas	Estatus / Época en España ¹
ESTRATEGIAS MARINAS, 2025						
Arao común	<i>Uria aalge</i>	I	LC	LESPRE	*	De paso / Habitual / Invernante / Residente
Cormorán moñudo atlántico	<i>Gulosus aristotelis aristotelis</i>	*	LC	VU	*	Habitual / Residente
Charrán común	<i>Sterna hirundo</i>	I	LC	LESPRE	*	Habitual / De paso / Estival
Gaviota tridáctila	<i>Rissa tridactyla</i>	*	VU	LESPRE	*	Invernante / De paso
Paíño europeo atlántico	<i>Hydrobates pelagicus pelagicus</i>	I	NE	LESPRE	EN	Habitual / Invernante / Residente / De paso
Pardela balear	<i>Puffinus puffinus mauretanicus</i>	I	NE	EN	*	Habitual / Invernante / De paso / Estival
Pardela cenicienta atlántica	<i>Calonectris diomedea borealis</i>	*	NE	LESPRE	*	De paso / Estival
ESTRATEGIAS MARINAS, 2012						
Alca común	<i>Alca torda</i>	I	LC	LESRPE	*	De paso / Habitual / Residente
Alcatraz atlántico	<i>Morus bassanus</i>	-	LC	LESRPE	*	Habitual / Invernante / De paso
Colimbo ártico	<i>Gavia arctica</i>	I	LC	LESRPE	*	Habitual / Invernante
Colimbo chico	<i>Gavia stellata</i>	-	LC	--	*	Habitual / Invernante
Colimbo grande	<i>Gavia immer</i>	I	LC	VU	*	Habitual / Invernante
Cormorán grande	<i>Phalacrocorax carbo</i>	I	LC	LESRPE	*	Habitual / Invernante / Residente
Charrán ártico	<i>Sterna paradisaea</i>	I	LC	--	*	De paso / Habitual
Charrán patinegro	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	--	EN	LESRPE	*	Habitual / Invernante / Residente / De paso
Charrancito común	<i>Sternula albifrons</i>	--	LC	LESRPE	*	De paso / Estival / Habitual
Frailecillo atlántico	<i>Fratercula arctica</i>	--	--	--	*	De paso / Habitual / Invernante
Gavión atlántico	<i>Larus marinus</i>	--	LC	LESRPE	*	De paso / Habitual / Invernante
Gaviota cabecinegra	<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	--	LC	--	*	De paso / Habitual / Invernante / Residente
Gaviota cana	<i>Larus canus</i>	I	LC	--	*	De paso / Habitual / Invernante
Gaviota de Sabine	<i>Xema sabini</i>	--	LC	--	*	De paso / Habitual
Gaviota enana	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	--	LC	--	*	De paso / Habitual / Invernante
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis</i>	--	LC	--	*	Habitual / Residente
Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	--	VU	LESRPE	*	Habitual / Invernante /



Nombre común	Nombre científico	Directiva Aves	Libro Rojo de las Aves de España	LERSPE/CEEa	Catálogo regional de especies protegidas	Estatus / Época en España ¹
						Residente / De paso
Gaviota sombría	<i>Larus fuscus</i>	--	LC	--	*	Habitual / Invernante / Residente / De paso
Negrón común	<i>Melanitta nigra</i>	--	EN	LESRPE	*	Habitual / Invernante
Págalo grande	<i>Stercorarius skua</i>	--	LC	LESRPE	*	De paso / Habitual / Invernante
Págalo parásito	<i>Stercorarius parasiticus</i>	--	--	LESRPE	*	De paso / Habitual / Invernante
Págalo pomarino	<i>Stercorarius pomarinus</i>	--	--	VU	*	De paso / Habitual
Paiño boreal	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	I	LC	LESRPE	*	De paso / Habitual / Invernante
Paiño de Madeira	<i>Oceanodroma castro</i>	I	CR	EN	*	Habitual / Residente (Canarias)
Pardela capirotada	<i>Puffinus gravis</i>	--	LC	VU	*	De paso / Habitual
Pardela pichoneta	<i>Puffinus puffinus</i>	--	NT	--	*	De paso / Estival / Habitual
Pardela sombría	<i>Ardenna grisea</i>	I	LC	LESRPE	*	De paso / Habitual
Serreta mediana	<i>Mergus serrator</i>	I	LC	LESRPE	*	Habitual / Invernante

¹Especie sin categoría de clasificación dentro de los catálogos indicados.

¹De acuerdo con SEO BirdLife.

Las principales amenazas antropogénicas a las que se enfrentan estas especies, según lo recogido en la Estrategia Marina de la D.M. noratlántica son: la mortalidad accidental en artes de pesca, las especies alóctonas (depredadores introducidos) y los vertidos (por el riesgo de vertidos incontrolados o pequeños vertidos fuente de contaminación difusa pero permanente).

4.5 Especies invasoras

Las especies invasoras son un subconjunto de especies alóctonas (especies con clara evidencia de su origen no nativo y un vector de introducción antropogénico) que se han establecido, se han propagado, se están propagando, o han demostrado en otros lugares un potencial de propagación y tienen un efecto adverso sobre la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas, la economía o la salud humana en las regiones invadidas.

La D.M. noratlántica presenta especies alóctonas invasoras. Según los datos de la Evaluación del Medio Marino del tercer ciclo de Estrategias marinas, Descriptor 2, Especies alóctonas invasoras, se han identificado 163 especies alóctonas establecidas, de las cuales 61 ya estaban reportadas en el ciclo anterior y 102 se reportan por primera vez en este ciclo.

Entre estas especies destacan aquellas que generan mayor preocupación por su impacto ecológico y socioeconómico:

- Algas:** *Rugulopteryx okamurae*, *Sargassum muticum*, *Undaria pinnatifida*, *Codium fragile*.
- Moluscos:** *Magallana gigas* (ostra del Pacífico), *Crepidula fornicata*, *Xenostrobus securis*.
- Crustáceos:** *Callinectes sapidus* (cangrejo azul), *Eriocheir sinensis*.
- Poliquetos:** *Hydroides elegans*, *Ficopomatus enigmaticus*.

En concreto, destaca el alga *Rugulopteryx okamurae*, incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Real Decreto 216/2019) y en la lista de especies preocupantes para la UE (Reglamento de Ejecución (UE) 2022/1203).



4.6 Presiones e impactos en la demarcación noratlántica

En esta sección se describen las presiones e impactos identificados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) en la D.M. Noratlántica, en el marco de la definición del BEA de las Estrategias marinas (2º ciclo). En concreto, se describen aquellas presiones que pueden ser relevantes en relación con las acciones del Proyecto (ver Capítulo 3 “Descripción del Proyecto”).

4.6.1 Vertidos sin tratamiento

Los vertidos a mar de efluentes líquidos sin haber sido previamente tratados pueden afectar a las características naturales del medio marino y generar presiones sobre los ecosistemas marinos.

Entre los posibles tipos de vertido se encuentran vertidos de emisarios de colectores industriales o municipales, vertidos sin tratar, vertidos de salmuera, de desaladoras, vertidos de aguas residuales desde embarcaciones u otras instalaciones en el mar, vertidos de material de dragado, etc.

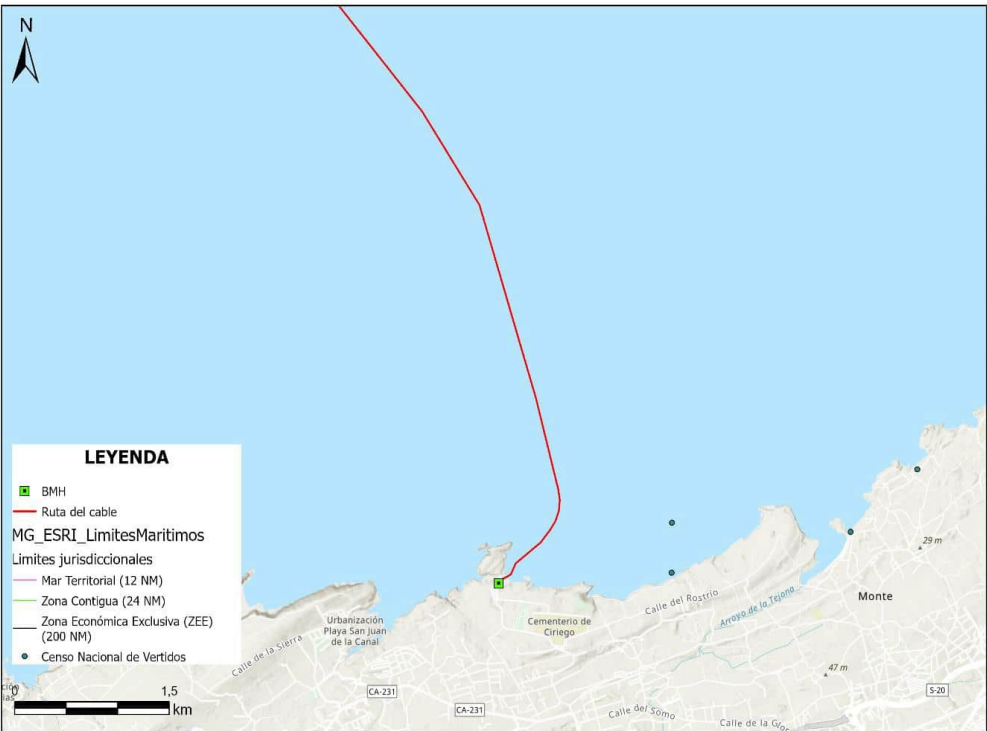


Figura 10. Censo Nacional de Vertidos. (Fuente: MITERD, 2025).

Como muestra la figura anterior, no se identifican vertidos en el ámbito del trazado del cable. El vertido más cercano se localiza a aproximadamente 1,65 km al E del landing.

4.6.2 Basuras

Las basuras marinas se definen como cualquier material sólido persistente, manufacturado o procesado que haya sido desechado, depositado o abandonado en ambientes marinos y costeros. Se diferencia entre macrobasuras marinas (tamaño superior a 5 mm) y microbasuras marinas o “microplásticos” (tamaño menos a 5 mm)

El aporte de basuras al medio marino desde diferentes fuentes, tanto terrestres como marítimas, constituye una presión extremadamente compleja. Para caracterizar la basura marina de origen terrestre como presión, se han identificado las siguientes fuentes: núcleos de población costera, puertos, zonas de baño, vertedero de residuos sólidos y urbanos, ríos e instalaciones industriales.



En el actual análisis, debido a las características del ámbito de estudio, interesa caracterizar la basura de origen marino de acuerdo con lo establecido en los estudios de análisis de presiones realizados en la *"Estrategia Marina Demarcación Noratlántica (2023). Parte II - Análisis de presiones e impactos"*.

Los objetos más frecuentes de basuras marinas encontrados en las playas de la Demarcación Noratlántica tienen un origen desconocido o preceden de más de una fuente (56%). Les siguen los objetos procedentes del transporte marítimo (17%), los usos urbanos (13%) y las actividades de turismo y ocio (12%). Asimismo, los residuos derivados de las actividades de pesca y/o marisqueo son los encontrados en menos medida (2%).

En cuanto a los microplásticos, las estimaciones realizadas en la Demarcación Noratlántica indican que estos residuos proceden en su mayoría de pellets de producción y neumáticos.

El segundo ciclo de la planificación Hidrológica ofrece información sobre las masas de agua costeras y de transición que presentaron impactos por basuras durante los años 2015-2021. En la siguiente figura se representa el impacto por basuras en las aguas costeras del ámbito de estudio:

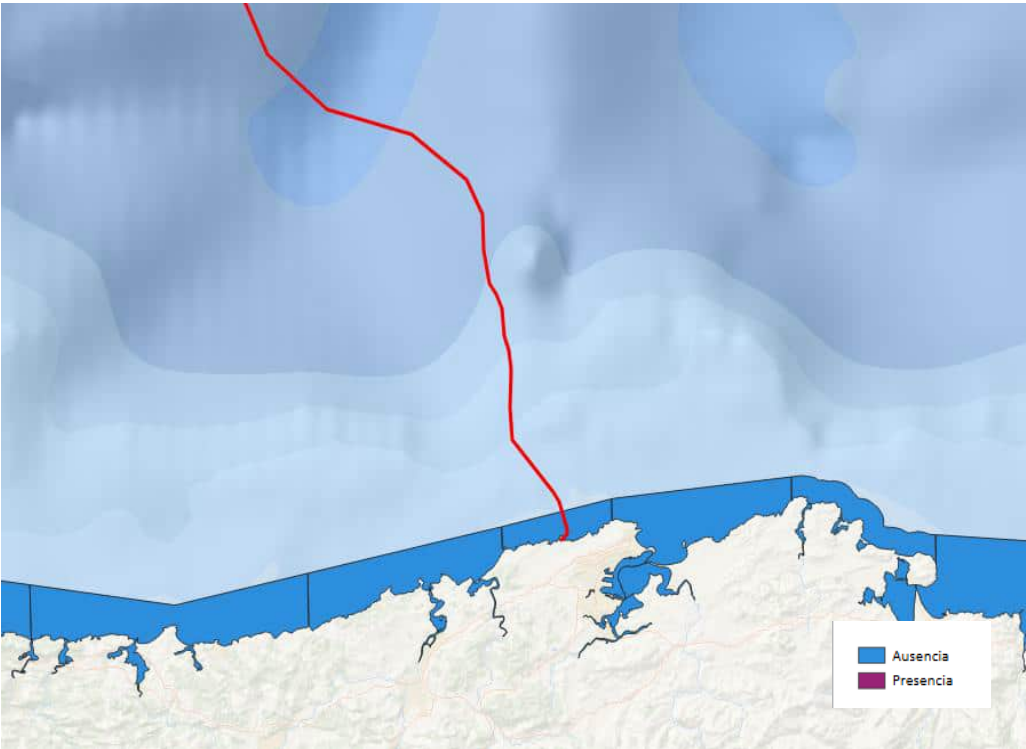


Figura 11. Impacto por basuras en las aguas costeras y de transición del ámbito de estudio. (Fuente: Plan Hidrológico Nacional, 2015-2021)

Como se puede observar en la Figura 11, no se identifica impacto por basuras en las aguas costeras o de transición en el ámbito de estudio.

4.6.3 Ruido submarino

Según la información facilitada por la *"Estrategia marina Demarcación Noratlántica (2023). Parte II - Análisis de presiones e impactos"*, el principal aporte de sonido antropogénico continuo en el medio marino está asociado a la navegación y al transporte marítimo tanto de buques de mercancías como pesqueros, cuyo indicador más representativo es la densidad de tráfico marítimo, con el que se encuentra directamente correlacionado.

La caracterización del nivel de ruido submarino en el ámbito de estudio se ha realizado a partir de la densidad de buques (cargueros, pesqueros, cruceros, etc), medidos en densidad de rutas/km², a partir de la información del visor *European Marine Observation and Data Network (EMODnet)* para los años 2019-2024.



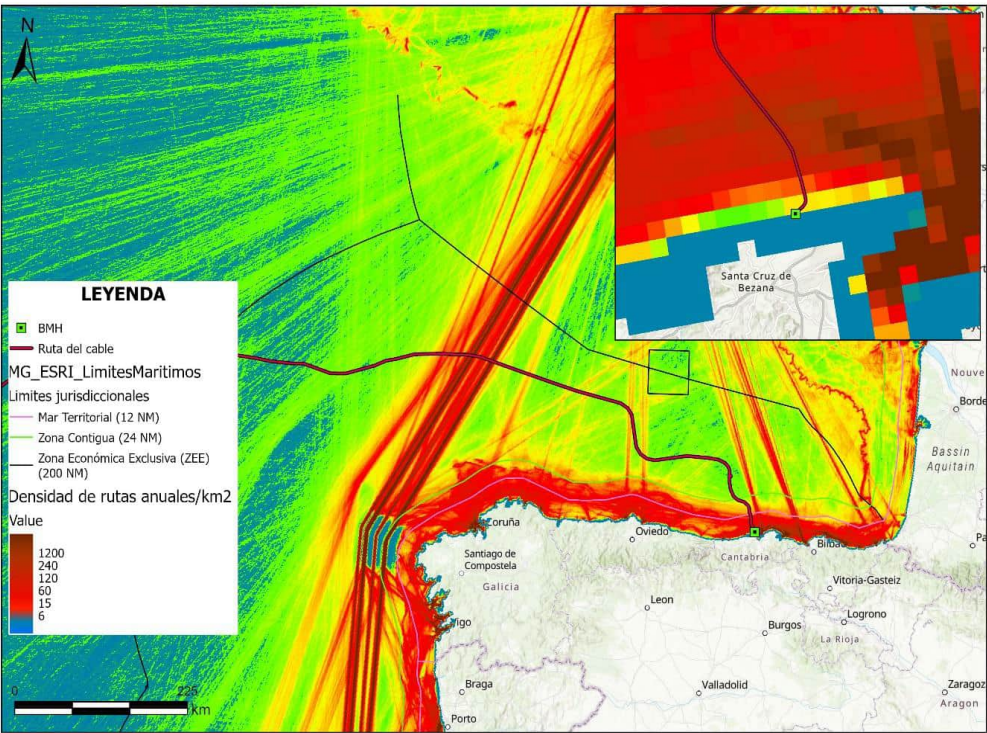


Figura 12. Densidad de rutas marítimas en la Demarcación Noratlántica. (Fuente: EMODnet, 2019-2024).

La densidad de rutas en las primeras millas náuticas desde la línea de costa presenta unos niveles altos, lo que implica mayores niveles de ruido subacuático. A medida que el trazado del cable se aleja de la costa, la densidad de rutas disminuye. Como se puede observar en la imagen, el trazado del cable cruza una zona donde la densidad de rutas en alta mar es elevada con respecto a los alrededores. Este espacio representa las rutas que siguen las diferentes rutas marítimas que unen el litoral español y portugués con el resto de Europa.

Acorde a la información incluida en la *Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica –Parte II. Análisis de presiones e impactos (2023)*, la ruta marítima que transita paralela a la costa de Finisterre presenta unos niveles de ruido subacuático de 160dB, así como la ruta que circula paralela a la costa y que conecta los diferentes puertos de la Demarcación. Por otro lado, los puertos presentan unos niveles medios de emisión sonora de 140 dB, mientras que en las zonas donde predomina la actividad pesquera, la emisión sonora alcanza los 120 dB.

4.6.4 Contaminantes en sedimentos

Conforme a los datos del inventario de dragados de Puertos del Estado recopilados en la “*Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte II. Fichas de Análisis de presiones e impactos (2023)*”, se han analizado los aportes de cadmio (Cd), mercurio (Hg), cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn) y policlorobifelinos (PCB's) contenidos en los sedimentos vertidos al mar procedentes de los dragados portuarios, no habiéndose localizado zona alguna de vertido de dragados en el ámbito de estudio.



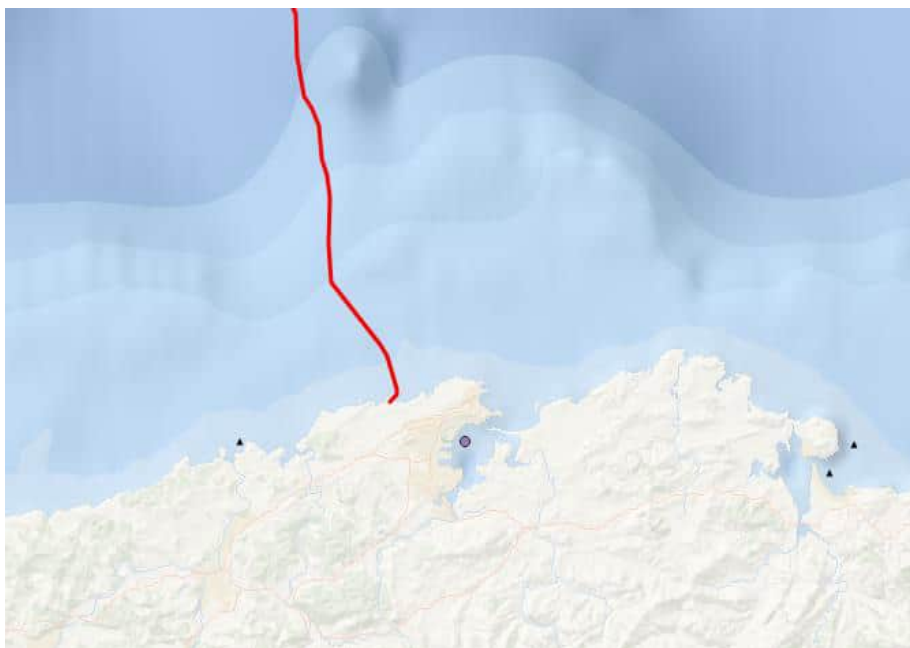


Figura 13. Dragados y material dragado vertido en el ámbito de estudio. (Fuente: INFOMAR, 2016).

Tal y como se representa en la figura anterior, el punto de dragado más cercano se localiza en el puerto de Santander a aproximadamente 7,8 km al SE del trazado del cable. En cuando a vertidos de material dragado, el punto más cercano identificado se localiza a 12,40 km al O del trazado del cable.

La información contenida en la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte II. Fichas de Análisis de presiones e impactos (2023) - NOR-PSBE-03, refiere que entre los años 2011 y 2016 los vertidos de material dragado portuario contienen sobre todo Zn (2.100 t) y en menor medida Pb (284 t), Cr (135 t) y Cu (92 t). Por su parte Cd (13 t), Hg (16 t), Ni (22 t) y As (34 t) están menos presentes en los sedimentos portuarios, aunque su toxicidad o peligrosidad puede ser mayor.

Las siguientes figuras representan los aportes de metales pesados contenidos en los sedimentos de los vertidos al mar procedentes de dragados portuarios identificados en los alrededores del ámbito de estudio (ver Figura 14).



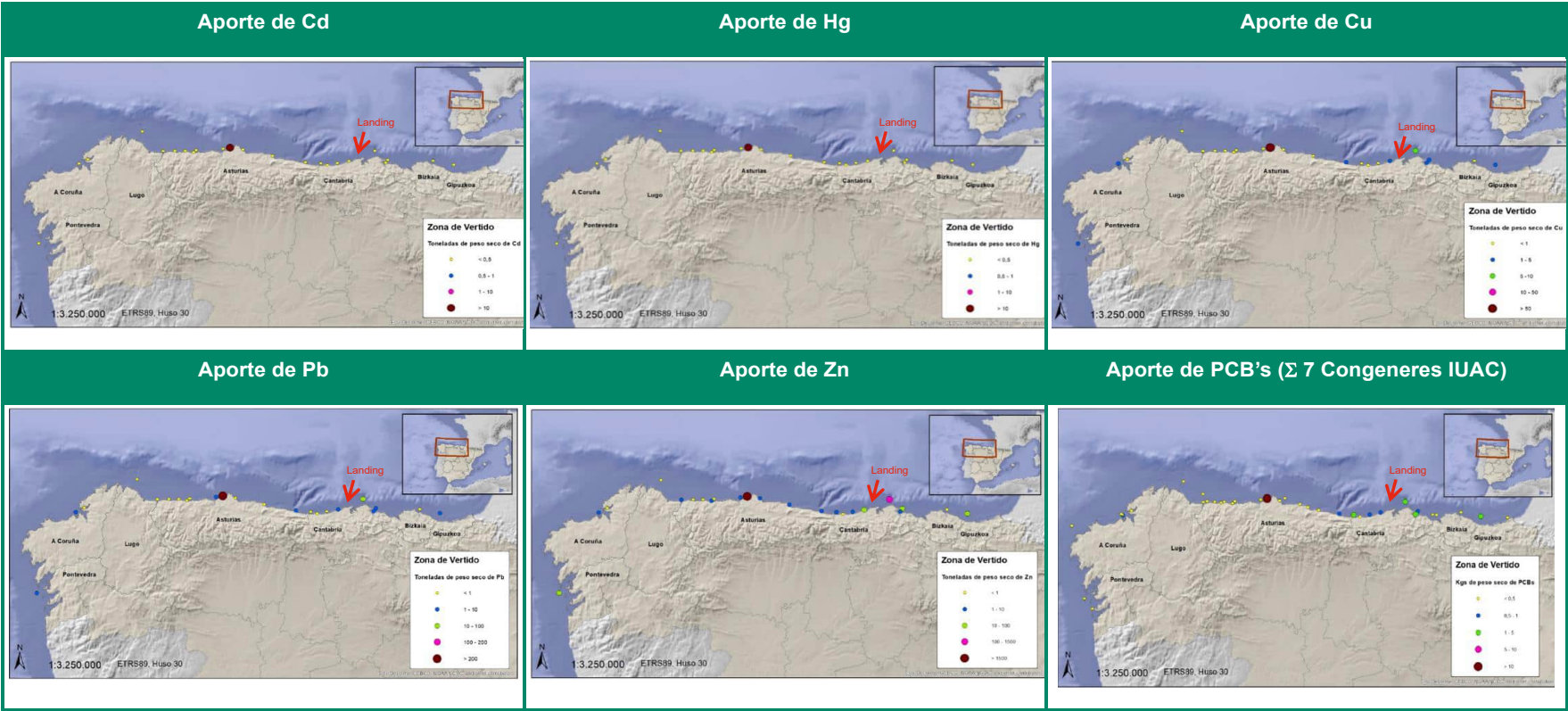


Figura 14. Concentración de metales pesados en los vertidos de dragados portuarios. (Fuente: Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte II. Fichas de Análisis de presiones e impactos, 2023).

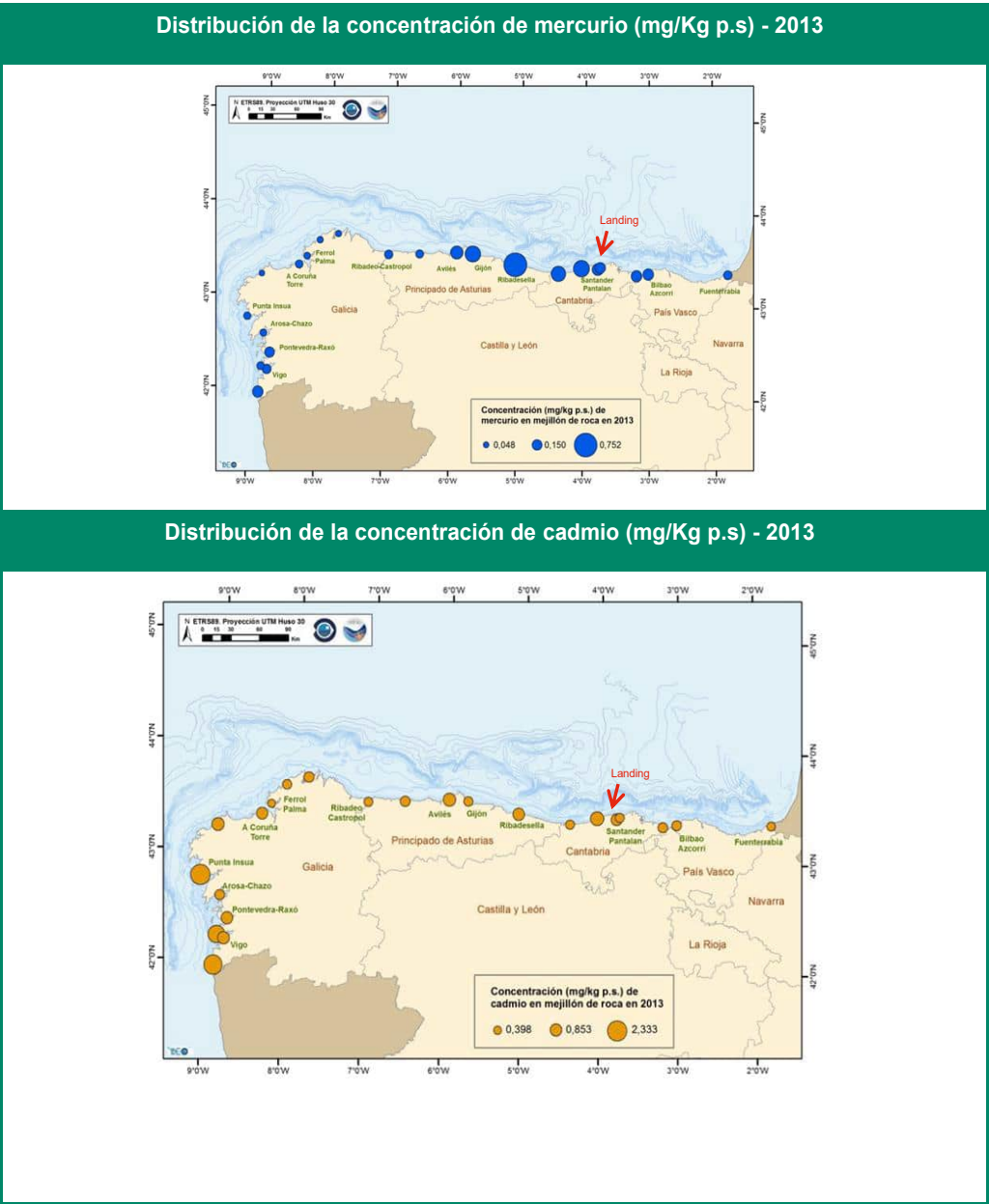


En el vertido de materiales dragados más cercano al trazado del cable, identificado en la Figura 14, el Cd y Hg representan la menor concentración, midiéndose unos valores de entre 0,5 – 1 toneladas de peso seco de metal. Por su parte, el Pb, Cr y PCBs presentan concentraciones de entre 1-10 toneladas de peso seco de metal. El compuesto más abundante es el Zn, coincidiendo con la tónica general para la demarcación mencionada anteriormente, presentando concentraciones de entre 10 – 100 toneladas de peso seco de Zn.

4.6.5 Contaminación en organismos indicadores

El aporte de contaminantes al medio marino constituye una presión, sobre todo, para los organismos que en él habitan. Los efectos que tiene sobre los mismos dependen, entre otros factores, del tipo de contaminante.

En la “Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Fichas por evaluación por descriptor” (2023), se incluyen datos históricos de campañas realizadas en 2012 y 2013, donde se analizan las concentraciones de distintos contaminantes (metales pesados, compuestos organoclorados, hidrocarburos aromáticos, etc.) en peces (merluza y pintarroja) y mejillones en las áreas de la D.M. Noratlántica.



INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: <https://run.gob.es/hsbzvympyF>

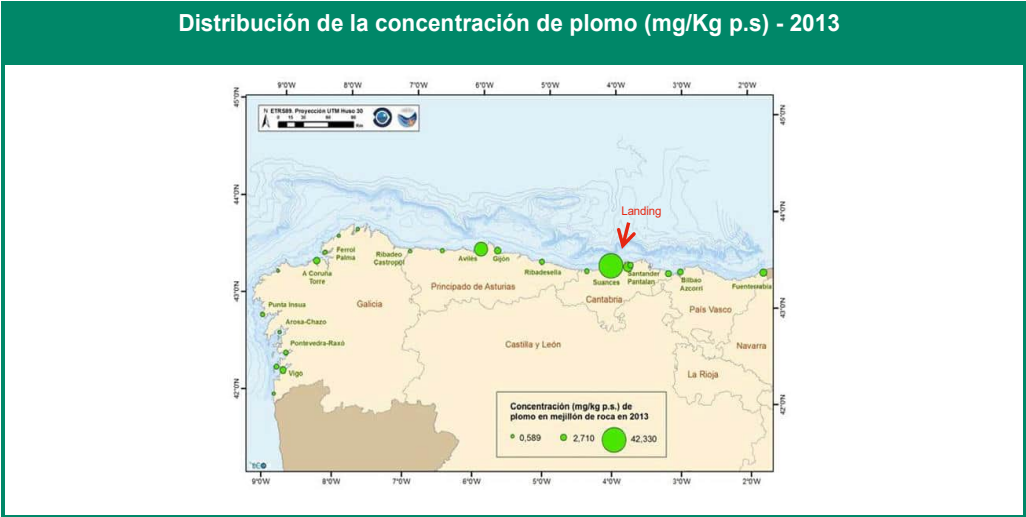


Figura 15. Distribución de la concentración de contaminantes en mejillones (2013). (Fuente: Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Fichas por evaluación por descriptor, 2023).

Tal como se muestra en la figura anterior, la concentración de mercurio en muestras tomadas en el ámbito de estudio es de aproximadamente 0,150 mg/Kg p.s. En cuanto al cadmio, la concentración en mejillones del ámbito de estudio oscila entre los 0,398 y 0,853 mg/Kg p.s. El plomo se confirma como a confirmarse como el elemento con mayores concentraciones, en concreto en la zona de Suances, localizada a aproximadamente 18 km al oeste del landing.

En cuanto a los análisis realizados en peces, se concluye que las concentraciones de mercurio, plomo y cadmio son superiores en las muestras procedentes del Cantábrico. En todo caso, los valores de los metales se encuentran por debajo de los valores establecidos como *EU Food Standards*, valores utilizados por OSPAR para la evaluación del contenido en metales en peces.

Tabla 14. Concentraciones de mercurio, plomo y cadmio en peces. 2013 (Fuente: Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Fichas por evaluación por descriptor, 2023).

Concentraciones (mg/Kg)	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)		Pintarroja (<i>Scyliorhinus canicula</i>)		EU Food Standards
	Galicia	Cantábrico	Galicia	Cantábrico	
Mercurio (Hg)	0,093	0,348	0,595	0,832	2,5
Cadmio (Cd)	0,099	0,103	0,229	0,626	1,0
Plomo (Pb)	<LD	<LD	<LD	<LD	0,5

Una evaluación más reciente de contaminación en organismos indicadores ha sido realizada en el marco del tercer ciclo de Estrategias marinas (MITERD, 2024) centrándose principalmente moluscos bivalvos (*Mytilus galloprovincialis* y *Ensis directus*) además de algunos crustáceos y peces. Los contaminantes evaluados incluyen metales (cadmio y plomo), compuestos organoclorados (dioxinas y PCBs) y contaminantes de proceso como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs). Los resultados indican que la mayoría de los contaminantes cumplen los criterios de Buen Estado Ambiental (BEA), excepto la suma de HAPs en mejillones, donde el 44 % de las muestras supera el límite legal, lo que representa la principal presión ambiental en la demarcación, asociada a zonas costeras y actividades humanas.

4.6.6 Calidad del agua y vertidos accidentales

4.6.6.1 Calidad de las aguas

Mantener una buena calidad de las aguas marinas es fundamental para mantener la biodiversidad, el dinamismo de los océanos y que los mares sean sanos, estén limpios y sean productivos.

Las Demarcaciones Hidrográficas incluyen en su ámbito las aguas costeras, definiéndose éstas como “las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una



milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea base que sirve para medir la anchura de las aguas territorial y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición”⁹.

Los Planes Hidrológicos por su parte tienen como objetivo conseguir el buen estado y la adecuada protección de las aguas de las diferentes Demarcaciones Hidrográficas.

La masa de agua “Virgen del Mar”, sección de las aguas costeras por las que discurre el trazado del cable, corresponden a la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental por lo que el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (2022 -2027) es la herramienta de gestión destinada a mantener la buena calidad de las aguas. En este sentido, se han identificado en dicha masa de agua dos estaciones pertenecientes al Subprograma de Seguimiento del Estado General de las Aguas (SSGE): ESAB-AC08, a 0,85 km al O del cable 0,92 millas náuticas mar adentro y ESR2_2 localizado a 0,7 km al E del trazado del cable a 0,27 millas náuticas de la costa.

De acuerdo con el último informe disponible¹⁰ de seguimiento del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (año 2024) la masa de agua “Virgen del Mar” presentan un estado químico y ecológico bueno, lo que indica una buena calidad de las aguas.

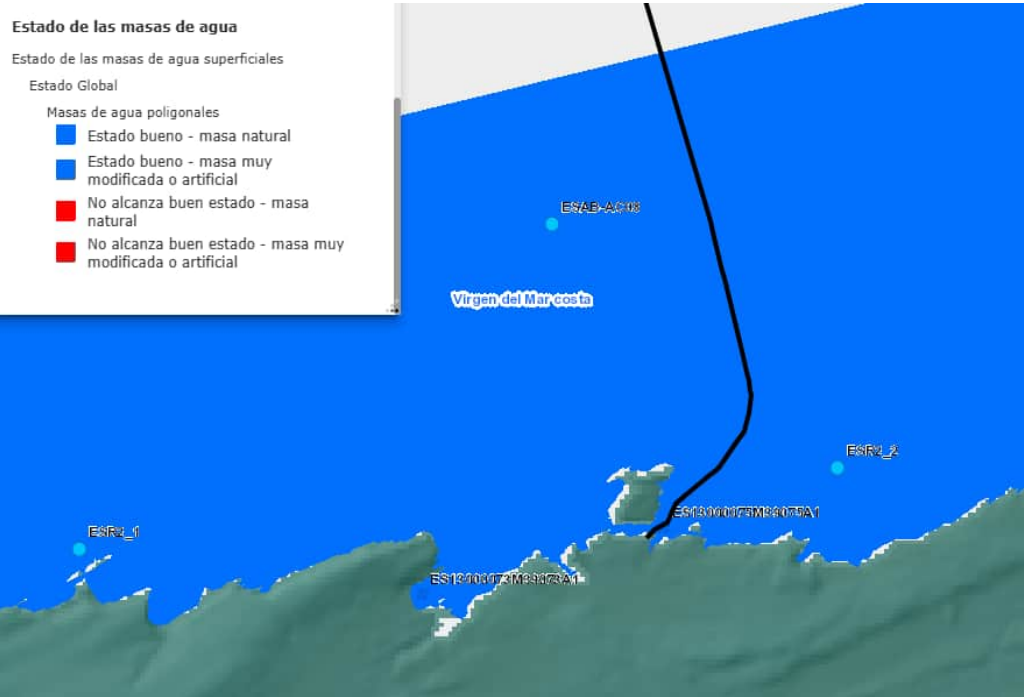


Figura 16. Estado global de la masa de agua “Virgen del Mar”. (Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental, 2024)

4.6.6.2 Vertidos accidentales

Entre los posibles tipos de vertidos accidentales, se encuentran aquellos que son consecuencia de accidentes y cuyo volumen y composición no siempre se puede determinar; además de aquellos que no se realizan directamente al mar, sino que llegan hasta él a través de otros medios (cauces superficiales, aguas subterráneas y atmósfera) y que pueden ser o no controlados en origen.

La Estrategia Marina Noratlántica considera incidentes de contaminación aquellos que dan lugar a manchas con una superficie mayor a 1 km². Según lo recogido en la “Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Evaluación del estado del medio marino y definición del Buen Estado Ambiental (2023)”, entre los años 2013 y 2016 hay constancia de 1 posible incidente de contaminación en el año 2013, correspondiente al vertido de aceite vegetal desde un buque en navegación, produciéndose el vertido en alta mar. La mancha generada

⁹ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Artículo 16bis.
¹⁰ Informe de seguimiento del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental. Año 2024



afectó a una superficie total de 10 km². Dicho incidente ocurrió en las costas de Galicia, alejado del trazado del cable.

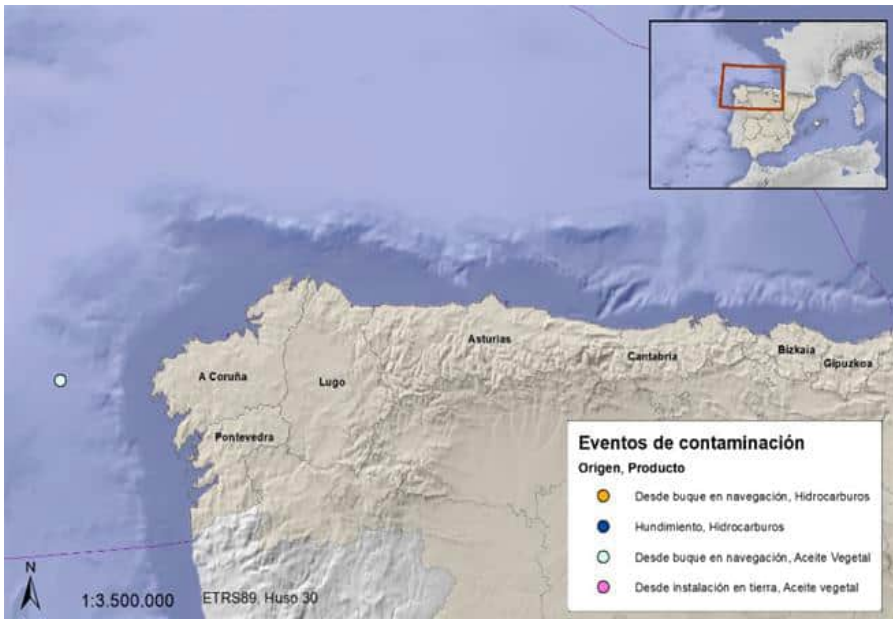


Figura 17. Localización del vertido detectado en 2013. (Fuente: Estrategia marina de la Demarcación Noratlántica – Anexo Parte IV. Evaluación del estado del medio marino y definición del Buen Estado Ambiental, 2023).

La Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos¹¹ proporciona información más actual sobre accidentes marítimos que implican vertidos de hidrocarburos al mar. En los últimos 5 años en la D.M. noratlántica se han registrado 23 accidentes marítimos. De ellos, 10 implicaron vertidos de hidrocarburos al mar, incluyendo dos incidentes ocurridos en la costa de Cantabria: uno en las proximidades del Puerto de Santander y otro cerca del puerto de Suances.

4.6.7 Acumulación de presiones

A continuación, se presentan los resultados del análisis acumulativo de las presiones provocadas por el tendido de cables que son de aplicación al proyecto, realizado por el MAPAMA y el CEDEX (*“Estrategia Marina Demarcación Marina Noratlántica – Evaluación Inicial Parte II: Análisis de presiones e impactos”* (2012)).

Este análisis se ha realizado utilizando un mallado que cubre todo el dominio de aplicación de la Estrategia Marina para la Demarcación Noratlántica, con celdas de 5 por 5 minutos de lado. Sobre dichas celdas se ha calculado el sumatorio de presiones correspondientes al Proyecto en evaluación.

4.6.7.1 Modificación del perfil de fondo

La extracción de sólidos mediante la explotación de yacimientos submarinos y dragados portuarios, el vertido del material dragado, la regeneración o creación de playas artificiales, la instalación de cables y tuberías y los arrecifes artificiales y hundimiento controlado de pecios son presiones que pueden modificar el perfil del fondo.

Para identificar las zonas afectadas en la Demarcación por la modificación del perfil de fondo se ha tenido en cuenta la superficie ocupada por las presiones mencionadas y qué porcentaje ocupan en cada celda de la malla mencionada, obteniendo la siguiente figura:

¹¹ Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (2025). *Publicaciones de la CIAIM*. Recuperado en julio de 2025, de <https://www.transportes.gob.es/organos-colegiados/ciaim/publicaciones>



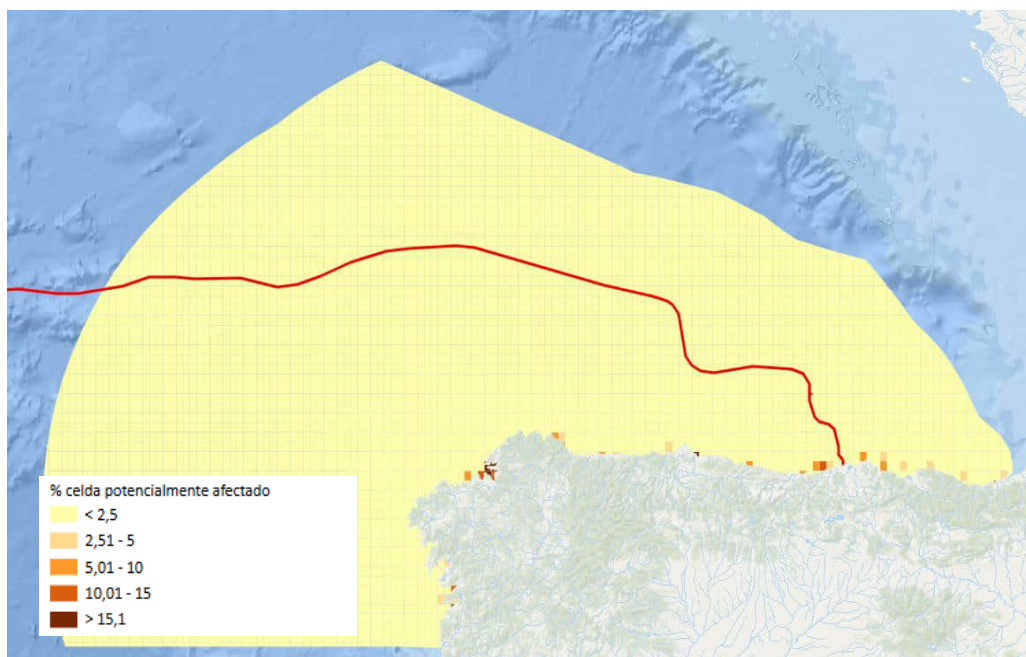


Figura 18. Zona de acumulación de presiones que pueden provocar una modificación significativa del perfil de fondo. (Fuente: Estrategia Marina Demarcación Marina Noratlántica – Evaluación Inicial Parte II: Análisis de presiones e impactos, 2012).

En la Demarcación Noratlántica se han identificado 3 zonas con potencial alto de modificación y 2 zonas con potencial moderado. El trazado del cable discurre por zonas con una baja probabilidad (< 2,5%) de generar modificación significativa del fondo.

4.6.7.2 Ruido submarino

El tendido de cables submarinos genera ruidos subacuáticos temporalmente durante las tareas de preparación del terreno y colocación del propio cable. Además, el fondeo de cualquier buque también dará lugar a un aumento de vibraciones y ruido.

La aproximación a la afección del ruido submarino en la Demarcación se ha realizado a partir de las fuentes de ruido continuo, esto es, la navegación. Para ello se ha elaborado un índice semi-cuantitativo que integra los datos de navegación de buques mercantes y barcos pesqueros, seleccionando las celdas del mallado en función de la intensidad de tráfico marítimo.

En la Demarcación Noratlántica se han identificado 2 zonas con niveles de ruido submarino potencialmente alto y 5 zonas con niveles de ruido potencialmente moderados



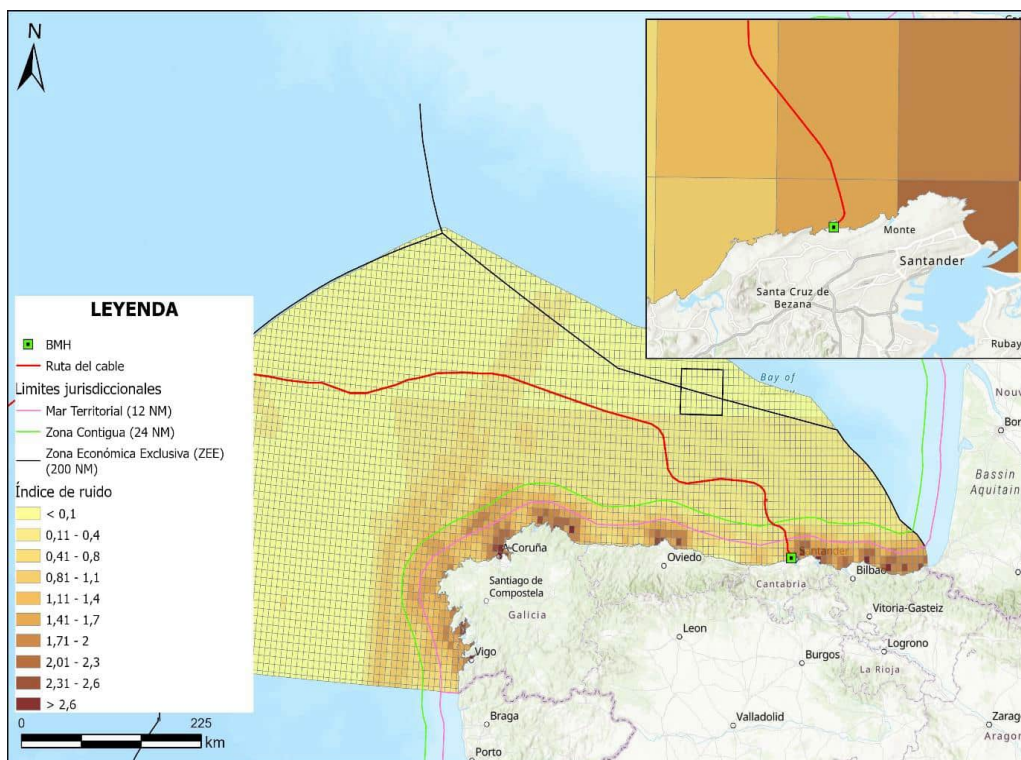


Figura 19. Zonas de acumulación de presiones que pueden provocar ruido submarino. (Fuente: Estrategia Marina Demarcación Marina Noratlántica – Evaluación Inicial Parte II: Análisis de presiones e impactos, 2012).

Como se puede observar en la Figura 19 se han identificado zonas con niveles de ruido submarino potencialmente altos en el ámbito de estudio. La mayoría del trazado del cable discurre por zonas de ruido de fondo submarino moderadamente bajos (de 0,1 a 0,4) y va incrementándose conforme se acerca a la costa alcanzando niveles moderadamente altos (1,41-1,7), como resultado de un tránsito alto de embarcaciones de todo tipo incluyendo pesqueras, industriales y recreativas al ser punto cercano al puerto de Santander.

5. Objetivos de las estrategias marinas

Los objetivos ambientales proporcionan información acerca de las propiedades físicas, químicas y biológicas que se han de observar para lograr el BEA. En la determinación de estos objetivos se compara la situación actual de la demarcación objeto de estudio con el estado deseado a alcanzar.

Los objetivos ambientales se relacionan directamente con la naturaleza de la acción requerida en la gestión para lograr o mantener el BEA. Permiten asimismo evaluar los progresos realizados en la aplicación de una medida específica. En los casos en los que no ha sido posible fijar objetivos cuantitativos, la administración ha establecido objetivos dirigidos a mantener tendencias temporales, decrecientes o estables, de una cierta presión.

Las estrategias marinas tienen asignado tanto un objetivo general como varios objetivos específicos, los cuales se desarrollan en las siguientes secciones.



5.1 Objetivos comunes a todas las estrategias marinas

El objetivo general es lograr o mantener el BEA del medio marino, a través de su planificación, conservación, protección y mejora.

Tabla 15. Objetivos aplicables a todas las estrategias marinas. (Fuente: Objetivos Ambientales. Estrategias marinas. Ministerio para la Transición Ecológica, 2025).

OBJETO DE LA LPMM (artículo 1.1)
Lograr o mantener el buen estado ambiental del medio marino, a través de su planificación, conservación, protección y mejora.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LAS ESTRATEGIAS MARINAS (artículo 1.3 de la LPMM)
A. Proteger y preservar el medio marino, incluyendo su biodiversidad, evitar su deterioro y recuperar los ecosistemas marinos en las zonas que se hayan visto afectados negativamente.
B. Prevenir y reducir los vertidos al medio marino, con miras a eliminar progresivamente la contaminación del medio marino, para velar por que no se produzcan impactos o riesgos graves para la biodiversidad marina, los ecosistemas marinos, la salud humana o los usos permitidos del mar.
C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.

Asimismo, los **objetivos ambientales específicos** se clasifican en objetivos de estado, de presión y operativos, en función del tipo de indicado utilizado. Los objetivos han sido codificados siguiendo tres niveles:

- Primer nivel**, en función de a qué **grupo de objetivos** pertenecen: **A, B o C** de acuerdo con la Tabla 15Tabla 14
- Segundo nivel**, en función de la **demarcación marina** a la que estén asignados:
 - Sin letra: objetivos comunes a todas las demarcaciones marinas.
 - N: D.M. noratlántica.
 - E: D.M. Estrecho y Alborán.
 - L: D.M. levantino-balear.
 - S: D.M. sudatlántica.
 - C: D.M. canaria.
- Numeración del objetivo**: de esta manera, el objetivo A.N.1, sería el objetivo número 1 de la D.M. noratlántica dentro del grupo de objetivos A. Con respecto a los indicadores asociados, se sigue la codificación de los objetivos, añadiendo el número correspondiente al indicador (por ejemplo, A.N.1.1).

Por su parte, los **indicadores ambientales** son los parámetros o conjuntos de parámetros elegidos para representar una cierta situación o aspecto, que pueden ser descrito cualitativamente o cuantitativamente y que permiten medir periódicamente el grado de avance en cuanto a la meta establecida.

5.2 Objetivos ambientales de la demarcación noratlántica

Conforme a lo establecido en el anexo II del *Real Decreto 79/2019*, modificado por el *Real Decreto 218/2002*, de 29 de marzo, por el que se modifica el *Real Decreto 79/2019*, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas, los objetivos ambientales específicos y particulares a analizar de la estrategia marina noratlántica correspondientes a las actividades a llevar a cabo (ver sección 2) se detallan en la siguiente tabla:



Tabla 16. Evaluación de los objetivos ambientales específicos de la D.M. noratlántica. (Fuente: Objetivos Ambientales. Tercer ciclo de estrategias marinas, 2025).

OBJETIVO AMBIENTAL	TIPO	DESCRIPTOR	INDICADOR
B. Prevenir y reducir los vertidos al medio marino, con miras a eliminar progresivamente la contaminación del medio marino, para velar por que no se produzcan impactos o riesgos graves para la biodiversidad marina, los ecosistemas marinos, la salud humana o los usos permitidos del mar.			
B.N.12 Desarrollar/apoyar medidas de prevención y/o mitigación de impactos por ruido ambiente y ruido impulsivo	Presión	D11	Nº de iniciativas o actuaciones dirigidas a reducir la presión originada por las fuentes de ruido ambiente y ruido impulsivo
B.N.13 Minimizar la incidencia y magnitud de los eventos significativos de contaminación aguda (por ejemplo, vertidos accidentales de hidrocarburos o productos químicos) y su impacto sobre la biota, a través de un adecuado mantenimiento de los sistemas de respuesta.	Operativo	D8	- Nº de personas formadas - Nº de cursos - Nº de jornadas técnicas - Nº de simulacros - Nº de actuaciones de mantenimiento de las bases - Existencia de protocolos específicos desarrollados - Existencia de planes de contingencia para las especies afectadas.
C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad			
C.N.1 Reducir la intensidad y área de influencia de las presiones antropogénicas significativas sobre los hábitats bentónicos, con especial atención a los hábitats protegidos y/o de interés natural.	Presión	D1 y D6	- Nº de iniciativas puestas en marcha para reducir el impacto de las presiones sobre los hábitats protegidos y/o de interés natural, con especial atención a la pesca con artes y aparejos de fondo sobre los hábitats protegidos y/o de interés natural, la construcción de infraestructuras, la explotación de recursos marinos no renovables, dragados, actividades recreativas y otras presiones significativas en la DMNOR - Porcentaje/ nº de actuaciones y proyectos que disponen de informe de compatibilidad - Superficie de hábitats protegidos y/o de interés natural potencialmente afectados por actividades humanas y sus tendencias
C.N.3 Reducir las principales causas de mortalidad y disminución de las poblaciones de grupos de especies no comerciales en la cima de la cadena trófica (mamíferos marinos, reptiles, aves marinas, elasmobranchios pelágicos y demersales)	Presión	D1 y D4	- Mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica - Nº de iniciativas (legislativas, técnicas y operativas) para reducir las principales causas antropogénicas de mortalidad de las poblaciones de grupos de especies en la cima de la cadena trófica. - Porcentaje de especies o grupos de especies incluidas en regulaciones específicas que aborden las causas de mortalidad identificadas en la evaluación inicial. - Mortalidad por capturas accidentales de especies indicadoras de aves, reptiles, mamíferos y elasmobranchios, especialmente en las especies evaluadas como "no BEA" en el criterio D1C1



OBJETIVO AMBIENTAL	TIPO	DESCRIPTOR	INDICADOR
			Mortalidad por otras causas identificadas como principales en la DMNOR: enmallamiento en redes y enmallamiento en cabos de fijación (tortugas), depredadores introducidos (aves), contaminación (aves y cetáceos), sobrepesca (elasmobranquios)
C.N.10 Promover que las actuaciones humanas no incrementen significativamente la superficie afectada por pérdida física de fondos marinos naturales con respecto al ciclo anterior en la demarcación noratlántica.	Presión	D1, D4, D6 y D7	- Superficie afectada por alteraciones físicas permanentes causadas por actividades humanas - Superficie de la demarcación ocupada por obras de defensa costera - Superficie de la demarcación ocupada por obras o instalaciones cuyo objetivo no sea la defensa de la costa
C.N.11 Promover que las alteraciones físicas localizadas y permanentes causadas por actividades humanas no amenacen la perdurabilidad y funcionamiento de los hábitats protegidos y/o de interés natural, ni comprometan el logro o mantenimiento del BEA para estos hábitats.	Presión	D1, D4, D6 y D7	- Porcentaje de informes de compatibilidad sobre las instalaciones existentes. - Superficie de hábitats protegidos y/o de interés natural afectados por alteraciones físicas permanentes.
C.N.16 Promover que los estudios y proyectos científicos den respuesta a las lagunas de conocimiento identificadas en la evaluación inicial sobre el efecto de las actividades humanas sobre los ecosistemas marinos y litorales	Operativo	D1, D6, D8 y D10	- Nº de estudios y proyectos científicos promovidos por las administraciones públicas que abordan estas materias. - Lagunas de conocimiento abordadas por estudios y proyectos científicos.
C.N.17 Mejorar el conocimiento sobre los efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos y litorales, con vistas a integrar de forma transversal la variable del cambio climático en todas las fases de Estrategias Marinas	Operativo	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7	- Nº de estudios y proyectos científicos promovidos por las administraciones públicas que abordan esta materia - Número de indicadores de seguimiento que abordan los aspectos de cambio climático - Porcentaje de fases de las Estrategias Marinas que tienen en cuenta el cambio climático

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
45

ÁMBITO- PREFIJO
GEISER
Nº registro
REGAGE26e00049138680

CSV
GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN
<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

6. Análisis de compatibilidad con los objetivos descritos

En la siguiente sección, se analiza la compatibilidad de las actividades proyectadas en el ámbito de estudio (área del trazado del cable en aguas españolas) con cada uno de los objetivos de la estrategia marina noratlántica descritos en la sección anterior. Para ello se han tenido en cuenta las características de las diferentes fases del Proyecto (ver sección 3), los datos incluidos en el estudio de línea base (ver sección 4) y los resultados de los estudios específicos elaborados para el Proyecto.



Tabla 17. Análisis de compatibilidad del Proyecto con los objetivos ambientales comunes del tercer ciclo de estrategias marinas. (Fuente: AECOM, 2025).

OBJETIVO AMBIENTAL	EVALUACIÓN	COMPATIBILIDAD
B. Prevenir y reducir los vertidos al medio marino, con miras a eliminar progresivamente la contaminación del medio marino, para velar por que no se produzcan impactos o riesgos graves para la biodiversidad marina, los ecosistemas marinos, la salud humana o los usos permitidos del mar.		
B.N.12 Desarrollar/apoyar medidas de prevención y/o mitigación de impactos por ruido ambiente y ruido impulsivo	En base al Estudio de Impacto Acústico Submarino (ver anexo 2), el Proyecto <u>no generará ruido impulsivo</u>, ya que las actividades previstas producen únicamente ruido continuo de baja intensidad. No se utilizarán explosiones, martillos hidráulicos ni equipos de sondeo sísmico. En cuanto al <u>ruido no impulsivo</u>, este ha sido modelizado para delimitar el área de exclusión acústica o buffer de seguridad, definida a partir de la métrica acústica más restrictiva y en función de los niveles de TTS (Temporary Threshold Shift), estimados para las especies más sensibles presentes en la zona de actuación. Mediante modelos de propagación, considerando el principio de precaución y los criterios establecidos por la NOAA, se ha identificado las fuentes que generan mayor impacto potencial sobre los mamíferos marinos y tortugas:	
	- El uso del arado Sea Stallion 3 en aguas profundas es la que produce las mayores distancias de exclusión, alcanzando valores superiores a 3 km en los puntos más desfavorables. - En aguas someras, el Diver-Jetting genera zonas de exclusión más reducidas, en parte debido a la batimetría local, con radios que no superan los 600 m. Por otro lado, las operaciones de tendido del cable en aguas profundas, donde solo intervienen el barco principal y los auxiliares, no superan los umbrales considerados, por lo que no requieren zona de exclusión acústica.	
	Estos hallazgos indican que es importante considerar medidas de mitigación para reducir el riesgo de alteraciones auditivas temporales en la fauna presente durante la operación: - En aquellas zonas donde se supere el umbral auditivo (zona de enterrado con diver-jetting y con arado): se recomienda la presencia de observadores de mamíferos marinos (MMO, Marine Mammal Observers) durante las actividades de instalación del cable con el fin de detectar y registrar la presencia de cetáceos en la zona de influencia y aplicar los protocolos de espera y exclusión acústica establecidos. - En la zona donde se supera por más de un kilómetro el radio de afección (puntos 4 y 5) se recomiendan medidas adicionales, como alguna de estas dos alternativas: - No superar el tiempo de uso de la maquinaria de arado por más de 8 horas de manera continuada, realizando una parada operacional de 8 horas tras haber transcurrido el límite de 8 horas continuadas de trabajo o bien, - Uso de drones o avionetas para un mejor avistamiento de cetáceos en la zona de exclusión.	Compatible



- Asimismo, siempre que sea técnicamente posible, deberá implementarse un procedimiento de “soft-start” o incremento progresivo del nivel de emisión sonora, de manera que se reduzca el riesgo de exposición súbita a niveles elevados de energía acústica.

Cabe señalar en cualquier caso que en el análisis se tuvo en cuenta un enfoque conservador y por lo tanto las medidas de mitigación que se derivan de el han de entenderse como recomendaciones coherentes con el mismo. Además, Las operaciones de instalación del cable no incluirán actividades de perforación del fondo y se limitarán temporal y espacialmente al mínimo técnicamente viable.

B.N.13 Minimizar la incidencia y magnitud de los **eventos significativos de contaminación aguda** (por ejemplo, vertidos accidentales de hidrocarburos o productos químicos) y su **impacto sobre la biota**, a través de un adecuado mantenimiento de los sistemas de respuesta.

Tal como se indica en la Sección 3.6.2, las principales situaciones accidentales generadoras de un derrame son la rotura del depósito de combustible del barco cablero y el derrame menor de sustancias peligrosas o lubricantes. Ambas situaciones tienen una probabilidad asociada muy baja, por lo tanto, el riesgo es bajo y **sus operaciones compatibles con el objetivo ambiental evaluado.**

Asimismo, el cablero contará con un Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos (CSRP – 103) y un plan de Contingencia ante derrames de hidrocarburos. Esto implica que la embarcación principal no solo contará con un buen diseño o equipamiento inicial, sino que, a lo largo de su vida, se mantendrá en conformidad técnica y operativa.

Compatible

C. Garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad

A continuación, se detalla la superficie de los Hábitat EUNIS (de acuerdo con la cartografía de EMODnet) localizados en un radio de 0,5 m a cada lado del cable (anchura total 1 m) a lo largo de su recorrido desde la ZEE hasta la playa de Virgen del Mar, que son atravesados por el trazado del Proyecto:

C.N.1 Reducir la intensidad y área de influencia de las **presiones antropogénicas significativas sobre los hábitats bentónicos**, con especial atención a los hábitats protegidos y/o de interés natural.

Código EUNIS ¹	Hábitats Marinos (Clasificación EUNIS 2019)	Superficie ocupada por el cable en el hábitat (m ²) ⁴	Área ocupada respecto al área total ocupada por el cable (%) ²
MB12	Roca infralitoral atlántica	862,40	0,10
MC12	Roca circalitoral atlántica	3102,22	0,36
MC52	Arena circalitoral atlántica	3644,80	0,42
MD52	Arena circalitoral de alta mar atlántica	4026,91	0,47
ME52	Arena batial superior atlántica	7813,67	0,91
ME62	Fango batial superior atlántico	7421,20	0,86
MF62	Fango batial inferior atlántico	36379,64	4,23
MG62	Fango abisal atlántico	566356,31	65,79

Compatible

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
48

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

Además, en aguas someras, se ha realizado un estudio con ROV que ha verificado la existencia de las siguientes biocenosis a lo largo del trazado del cable:

Código ¹²	Denominación
030402	Arenas y fangos infralitorales y circalitorales
030104	Roca infralitoral inferior
0302	Sustratos rocosos circalitorales

De la tabla anterior se concluye que los hábitats se pueden clasificar en 2 grandes grupos: zonas duras o rocosas (donde el cable se coloca directamente sobre el fondo sin enterrado) y zonas blandas arenosas o lodosas (donde el cable se enterrará únicamente en el tramo de aguas más someras cercanas a la costa).

Las acciones del proyecto que pudieran afectar a los hábitats bentónicos son las siguientes:

- **Limpieza de la ruta y recorrido previo de despeje:** esta técnica únicamente tendrá lugar en las áreas donde el cable vaya a ser enterrado. La limpieza de ruta con rezón no se llevará a cabo en áreas de fondo duro, es decir en las zonas rocosas o de arrecifes. Supondrá potencialmente una afección directa a los hábitats y comunidades bentónicas en la superficie afectada por el rezón (0,4 m de penetración de fondo y aproximadamente 0,75 m de contacto de pasillo por pasada del rezón).
- **Enterrado con arado:** esta técnica podría causar la pérdida de organismos bénticos debido a la excavación de las zanjas derivada de la colocación del cable. No obstante, este impacto potencial posee un carácter puntual y de escasa magnitud, ya que la huella dejada es muy pequeña (la zanja creada en el fondo marino presenta 0,45 m de ancho), y se realizará exclusivamente en las zonas donde sea necesario y factible hasta los 200 m de profundidad, tendiéndose exclusivamente en aguas españolas un total de unos 12 km de cable mediante arado. Cabe señalar que el cable sobre el fondo no representa una pérdida de sustrato marino para los organismos bentónicos, al ser estos capaces de colonizar los mismos tal como refleja la bibliografía consultada de la ICPC (en Inglés International Cable Protection Committee). Finalmente cabe señalar que se utilizarán velocidades de enterrado con arado bajas para limitar la turbidez (<=1nudo, aprox. 1,85 km/h). No se planea el enterramiento con ROV, y en el caso excepcional de ser este empleado se utilizaría en aquellas zonas donde por motivos operacionales no se pudiese emplear el arado. En este caso, el ancho de zanja máximo sería de 0,5 m y la profundidad de enterrado sería también 1 m.
- **Enterrado con Diver Jetting:** al igual que el arado, esta técnica podría causar la pérdida de organismos bentónicos debido a la zanja realizada con un chorro de agua a presión, pero este impacto potencial posee un carácter temporal y es de escasa magnitud, la superficie afectada será de hasta 1 m de profundidad y de aproximadamente unos 50 cm de

¹² Lista Patrón de los Hábitats Marinos Presentes en España y su clasificación jerárquica. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (2021). Disponible en: [Lista Patron Anexo web tcm30-521434.pdf](#)



ancho, y se realizará exclusivamente en los primeros 316 m desde la línea de marea baja. Se prestará especial atención a la generación de turbidez durante los trabajos con diver jetting y en el caso de ser esta significativa los trabajos se pararán hasta que no lo sea.

- **Tendido del cable sin enterrado:** los hábitats no se ven alterados al colocarse el cable directamente sobre el fondo.

Cabe señalar que ninguno de los hábitats identificados a lo largo del trazado del cable está clasificados como HIC de carácter prioritario.

Por tanto, teniendo en cuenta la escasa superficie afectada por la instalación del cable (menos de 1 m de ancho), que el cable tendido o enterrado no representará una pérdida de sustrato marino para los organismos bentónicos, la ausencia de hábitats catalogados como prioritarios o biogénicos, **se puede concluir que las actividades proyectadas en el área del trazado del cable son compatibles con el objetivo ambiental evaluado.**

Mamíferos

En el ámbito de estudio se han identificado siete especies potenciales de odontocetos cuya presencia puede considerarse más probable, de acuerdo con los avistamientos registrados, los hábitats preferentes y la distribución conocida en la Demarcación Marina Noratlántica. Estas especies incluyen odontocetos tanto pequeños (Delfín común, Delfín listado, Delfín mular, Marsopa) como de buceo profundo (Calderón común, Calderón gris y Cachalote). Respecto a los misticetos, se considera común la presencia del Rorcual común en esta demarcación.

Asimismo, se han identificado otras especies de pequeños odontocetos, odontocetos de buceo profundo y misticetos cuya presencia en el ámbito de estudio se considera ocasional o rara, al estar asociadas a aguas más profundas de la Demarcación Noratlántica o tratarse de poblaciones de tamaño reducido cuyos avistamientos son poco frecuentes. Entre ellas destacan, por ejemplo, el *Delfín de flancos blancos*, el *Zifio de Cuvier* o la *Ballena azul*.

De la revisión bibliográfica no se han encontrado evidencias de mortalidad de cetáceos asociada específicamente a la D.M. noratlántica, ni se han identificado modificaciones relevantes en sus poblaciones derivadas de la instalación de cables submarinos de fibra óptica en los últimos años.

Las principales amenazas antropogénicas a las que se enfrentan estas especies, según lo recogido en la estrategia marina de la D.M. noratlántica son: la extracción o mortalidad/lesiones, la pesca y marisqueo, los aportes de sustancias, basuras y energías al medio marino, el aporte de sonido antropogénico, la generación de energías renovables y el transporte marítimo. En relación con estas amenazas es importante destacar, por un lado, que el Proyecto no contemplará actividades de pesca y marisqueo ni de generación de energías renovables. Por otro lado, respecto al resto de potenciales presiones, cabe señalar lo siguiente:

- La extracción o mortalidad/lesiones: el Proyecto no contempla actividades de extracción de recursos vivos del medio marino.

Compatible

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
50



- El transporte marítimo y el aporte de sonido antropogénico: respecto a la presencia de embarcaciones durante la fase de instalación del cable o durante las operaciones de mantenimiento (si fueran necesarias), esta podría producir una modificación puntual y temporal del comportamiento de los cetáceos, especialmente en individuos cercanos a la zona de trabajo. Estos animales pueden alejarse temporalmente de la zona en respuesta a la presencia y ruido de las embarcaciones; sin embargo, es también habitual que algunas especies (por ejemplo, delfín mular o delfín común) se aproximen y naden siguiendo la estela de las embarcaciones sin mostrar signos de estrés o evitación significativa. Por otro lado, el potencial impacto por la emisión de ruido durante las actividades de enterramiento del cable se analiza en el objetivo B.1.10.
- Los aportes de sustancias, basuras y energías al medio marino: las aguas residuales y cualquier otro vertido o residuo sólido de a bordo serán gestionados conforme al convenio MARPOL.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que no se realizarán actividades de extracción de los recursos vivos del medio marino, que la presencia de las embarcaciones asociadas al Proyecto será temporal, puntual y de corta duración, y que no se prevé que pueda generar una alteración relevante en el comportamiento o distribución habitual de los cetáceos, así como que las aguas residuales y cualquier otro vertido de a bordo serán gestionados conforme al convenio MARPOL, evitando cualquier afección a la calidad del agua o al hábitat asociado, y que se ha analizado la compatibilidad del Proyecto con el objetivo B.1.10 en relación con el potencial impacto acústico en estas especies, se concluye que la presencia de las embarcaciones destinadas a la ejecución de los trabajos no afectará al hábitat de los cetáceos. En consecuencia, **las actividades previstas en el ámbito de estudio se consideran compatibles con el objetivo ambiental evaluado, no previéndose impactos significativos sobre los mamíferos marinos.**

Aves marinas

En primer lugar, cabe señalar que el trazado del cable no discurre por ningún espacio natural protegido, siendo el más cercano la ZEPA “Espacio marino de los Islotes de Portios-Isla Conejera_Isla de Mouro” a aproximadamente 1,6 km al oeste del punto de entrada del cable en la Playa de la Virgen del Mar, siendo este espacio un área de distribución de aves marinas que son de interés por su grado de amenaza o ser una zona de invernada de importancia para ciertas especies (p.e. *Paiño europeo* y *Cormorán moñudo*). En cualquier caso, siguiendo el principio de precaución, se han considerado de manera general las especies de aves propias de la demarcación, como son la *Gaviota tridáctila*, el *Cormorán moñudo* o el *Paiño de Madeira*. Las principales amenazas antropogénicas a las que se enfrentan estas especies en la D.M. noratlántica son la mortalidad accidental en artes de pesca, los depredadores introducidos y los vertidos al medio marino:

- Respecto a la mortalidad accidental en artes de pesca, cabe señalar que el Proyecto no involucra ningún tipo de arte de pesca que pueda generar la captura accidental de las aves marinas (como aparejos de pesca o redes). Asimismo, el Proyecto no introducirá depredadores de aves marinas en el ámbito de estudio.
- Respecto a los potenciales vertidos generados por el tráfico marítimo previsto durante la fase de instalación o durante las operaciones de mantenimiento (si fueran necesarias), cabe señalar que las medidas encaminadas a prevenir potenciales episodios de contaminación aguda se tratan en la evaluación del objetivo B.N.13, mientras que la posible contaminación

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
51

ÁMBITO- PREFIJO
GEISER
Nº registro
REGAGE26e00049138680

CSV
GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN
https://run.gob.es/hsbzvymPyF

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

difusa se previene, tal y como se ha indicado en secciones anteriores, a través de la adhesión del buque cablero al convenio MARPOL en términos de residuales.

Por otro lado, la presencia de embarcaciones podría ocasionar una modificación puntual y temporal del comportamiento de las aves, las cuales podrían verse ahuyentadas momentáneamente. No obstante, a menudo es común la presencia de aves que vuelan siguiendo la dirección de las embarcaciones sin ahuyentarse. Asimismo, la presencia del puerto de Santander en las inmediaciones de la Playa de la Virgen del Mar determina la elevada presencia de embarcaciones en la zona, por lo que la fauna está habituada a ellas.

Por tanto, teniendo en cuenta que la distancia mínima a la ZEPA más cercana (Espacio marino de los Islotes de Portios-Isla Conejera-Isla de Mouro) es de 1,6 km, que el Proyecto no involucrará ningún tipo de arte de pesca, que no introducirá depredadores de aves marinas, así como el hecho de que la presencia de las embarcaciones será temporal y puntual y se trata de una zona de elevada presencia de embarcaciones por la presencia del puerto de Santander, que el cable quedará tendido/enterrado en el fondo marino, que las aguas residuales se gestionarán de acuerdo a MARPOL, se considera improbable la afección a la avifauna de la zona o empeoramiento alguno del estado de sus poblaciones. Por lo tanto, **se puede concluir que las actividades del proyecto en el ámbito de estudio son compatibles con el objetivo ambiental evaluado.**

Tortugas

En el ámbito de estudio se han identificado tres especies potenciales de tortugas marinas (*Tortuga boba*, *laúd* y *verde*) que están catalogadas como especies protegidas, en mayor o menor medida, por distintas listas y catálogos de protección. De ellas, únicamente la tortuga laúd tiene una presencia potencial habitual en el ámbito de estudio.

Las tortugas marinas sufren una serie de presiones de origen antropogénico especialmente durante sus rutas migratorias desde las playas de puesta hacia las zonas de alimentación, En concreto, las principales amenazas antropogénicas para las tortugas, de acuerdo con la estrategia marina de la demarcación noratlántica, son la captura en redes de enmalle y el enredo en cabos de aparejos de pesca.

Dado que durante las diferentes fases del Proyecto no se llevará a cabo ninguna actividad pesquera, teniendo en cuenta que no existe constancia de zonas de anidamiento en las costas más cercanas, que las aguas residuales generadas se gestionarán de acuerdo a MARPOL, y que la presencia del puerto de Santander en las inmediaciones de la Playa de la Virgen del Mar determina la elevada presencia de embarcaciones en la zona, por lo que la fauna está habituada a ellas, y que se ha analizado la compatibilidad del Proyecto con el objetivo B.1.10 en relación con el potencial impacto acústico en estas especies, **se puede concluir que las actividades del proyecto en el ámbito de estudio son compatibles con el objetivo ambiental evaluado.**

Elasmobranquios

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
52

ÁMBITO- PREFIJO
GEISER
Nº registro
REGAGE26e00049138680

CSV
GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d
DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN
<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

En el ámbito de estudio de han identificado cinco especies de elasmobranquios: *Aitán*, *Pintarroja*, *Pintarroja bocanegra*, *Raya común* y *Raya montagui*. Cabe señalar que ninguna de estas especies está protegida por catálogo o listado alguno.

De acuerdo con la estrategia marina de la D.M. noratlántica, las principales presiones antropogénicas que causan la mortalidad de los elasmobranquios son las capturas accidentales y la sobrepesca. No obstante, las actividades del Proyecto no involucran ningún tipo de actividad de pesca. De esta manera, las posibles afecciones a los elasmobranquios son debidas a la presencia física y desplazamientos de embarcaciones durante la fase de instalación o durante las operaciones de mantenimiento (si fueran necesarias). La presencia de embarcaciones podría ocasionar una modificación puntual y temporal del comportamiento de la fauna marina, la cual podrían verse ahuyentada. No obstante, la presencia del puerto de Santander en las inmediaciones de la Playa de la Virgen del Mar determina la elevada presencia de embarcaciones en la zona, por lo que la fauna está habituada a ellas.

Por tanto, teniendo en cuenta que el Proyecto no involucra actividades de pesca, que la presencia de las embarcaciones es temporal y puntual y que se trata de una zona de elevada presencia de embarcaciones por la presencia del puerto de Santander, que no se afecta al hábitat de estos individuos, y que las aguas residuales generadas se gestionarán de acuerdo a MARPOL, se concluye que las actividades del Proyecto en el ámbito de estudio son compatibles con el objetivo ambiental evaluado.

C.N.10 Promover que las actuaciones humanas no incrementen significativamente la superficie afectada por **pérdida física de fondos marinos** naturales con respecto al ciclo anterior en la demarcación noratlántica.

Tal y como se describe en la Sección 3, el diámetro del cable es muy reducido, lo que hace que la pérdida física de fondos marinos sea mínima. Por ello, se considera que **el Proyecto es compatible con el objetivo C.N.10.**

Compatible

C.N.11 Promover que las **alteraciones físicas localizadas** y permanentes causadas por actividades humanas no amenacen la perdurabilidad y funcionamiento de los **hábitats protegidos y/o de interés natural**, ni comprometan el logro o mantenimiento del BEA para estos hábitats.

Tal como se describe en la evaluación del objetivo C.N.1 no se han identificado HICs de carácter prioritario afectados por la instalación del cable, **siendo por tanto el Proyecto compatible con el objetivo ambiental evaluado.**

Compatible

C.N.16 Promover que los estudios y proyectos científicos den respuesta a las lagunas de conocimiento identificadas en la evaluación inicial sobre el **efecto de las actividades humanas sobre los ecosistemas marinos y litorales**

Entre los estudios realizados por SubCom en el área del Proyecto se encuentran el estudio geofísico y magnetométrico y el estudio de hábitats bentónicos mediante ROV en aguas someras. Por tanto, se considera que el objetivo **C.N.16 ha sido fomentado al haberse aumentado el conocimiento humano sobre los hábitats, especies y condiciones físicas del medio.**

Compatible

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
53



C.N.17 **Mejorar el conocimiento sobre los efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos y litorales**, con vistas a integrar de forma transversal la variable del cambio climático en todas las fases de Estrategias Marinas

Como parte del Proyecto, se ha realizado un estudio de dinámica litoral, el cual incluye los efectos del cambio climático sobre las dinámicas litorales de la zona de estudio (ver sección 3.6.5 y Anexo 3).

Las proyecciones indican que las variaciones en altura y dirección del oleaje serán despreciables en el muy largo plazo. Así pues, la principal afección será el ascenso del nivel medio del mar, estimado en 0,27 metros para 2050 y hasta 1,2 metros para 2100 en el escenario más pesimista. Este incremento podría generar una erosión vertical máxima en la parte alta del perfil de playa de 0,4 metros en 2050 y 1,2 metros en 2100.

Puesto que el estudio realizado ha contribuido a mejorar el conocimiento de los efectos del cambio climático sobre la costa y sus resultados han sido incluidos en el análisis de la compatibilidad del proyecto con la estrategia marina, este objetivo se considera cumplido.

Compatible

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM
54



7. Conclusiones

Por tanto, teniendo en cuenta lo descrito en las secciones anteriores, se puede concluir que **las actividades propuestas por SubCom para la instalación y operación del cable submarino de fibra óptica SOL en aguas españolas son compatibles con los objetivos ambientales de aplicación de la DM Noratlántica siempre que se tomen las medidas indicadas.**

8. Referencias

- Convenio Internacional para prevenir la contaminación por buques (MARPOL 73/78), adoptado en 1973 por la OMI (Organización Marítima Internacional), para la prevención de la contaminación por los barcos.
- Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE sobre la lista de residuos, conforme a la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Decreto 120/2008, de 4 de diciembre, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria.
- Directiva 2008/56/CE de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitario para la política del medio marino (Directiva Marco sobre la estrategia marina).
- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres (Directiva Aves).
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva hábitats).
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad.
- Real Decreto 128/2022, de 15 de febrero, sobre instalaciones portuarias receptoras de desechos de buques.
- Real Decreto 1381/2002, (sin título especificado, se recomienda verificar su contenido para completar la referencia).
- Real Decreto 139/2001, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas.
- Real Decreto 216/2019, de 29 de marzo, por el que se aprueba la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la región ultraperiférica de las islas Canarias y por el que se modifica el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.
- Real Decreto 218/2022, de 29 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, sobre el informe de compatibilidad y los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.
- Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2022/1203 de la Comisión de 12 de julio de 2022 por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1141 con el fin de actualizar la lista de especies exóticas invasoras preocupantes para la Unión.



INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: <https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM

<u>ÁMBITO- PREFIJO</u>	<u>CSV</u>	<u>FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO</u>
GEISER	GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d	22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular
<u>Nº registro</u>	<u>DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN</u>	
REGAGE26e00049138680	https://run.gob.es/hsbzvymPyF	



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

Anexo 1. Estudio de hábitats marinos con ROV

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

AECOM



Fecha Informe:	Cliente:
20/11/2025	AECOM
Proyecto:	
ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE HÁBITATS MARINOS EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	
Título del Informe:	Cód. Documento:
INFORME_HÁBITATS MARINOS	P25008_AECOM_Ed.1
Autor:	
OCEANSNELL Consultoría Ambiental Marina c/ Aitana, nº 1 Polígono el Aeropuerto 46940 Manises (Valencia) ESPAÑA 	

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE HÁBITATS MARINOS EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.1
		Pág. 2 de 19



OCEANSNELL, S.L.
B-97886055
c/ Aitana, nº 1
Polígono el Aeropuerto
46940 Manises (Valencia)
ESPAÑA

Proyecto nº:	P25008_AECOM_Ed.1	
Título del Proyecto:	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE HÁBITATS MARINOS EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	
Fecha última revisión:	20/11/2025	
Estudio realizado por:	Vicente Tasso Bermell (MSc Programa de doctorado de Biología animal y Biología Marina). Biólogo Colegiado nº 02478-CV Vicente Crespo López (Licenciado en Biología) Alberto Martínez Martí (Graduado en Ciencias del Mar)	
Informe revisado por:	Vicente Tasso Bermell Director de Técnico de OCEANSNELL	<i>Biólogo Colegiado nº 02478-CV</i>

Elaborado para:

AECOM

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	4
2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS	5
3.1 <i>ÁREA DE ESTUDIO</i>	<i>5</i>
3.2 <i>PROSPECCIÓN CON ROV</i>	<i>7</i>
4. RESULTADOS	8
5. CONCLUSIONES.....	14
6. ANEXO	15



	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE HÁBITATS MARINOS EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.1
		Pág. 4 de 19

1. ANTECEDENTES

A petición de la empresa AECOM Spain DCS S.L., que ha subcontratado los servicios profesionales de OCEANSNELL S.L., se ha llevado a cabo la asistencia técnica para el estudio de hábitats marinos en una zona de instalación de un cable submarino en el norte de España. Los trabajos de campo se realizaron el día 24 de septiembre de 2025.

2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El objetivo principal de las prospecciones realizadas en la zona de estudio es obtener una cartografía bionómica de detalle de las diferentes comunidades bentónicas (biocenosis marinas) presentes en la zona de estudio.

El alcance de la oferta se ha establecido en base a la información facilitada por el cliente e incluye los trabajos que se detallan a continuación:

- Estudio de hábitats marinos en la zona de estudio (trazado del cable y área adyacente próxima).
 - Estudio de campo mediante prospección puntual con ROV (Remotely Operated Vehicle).
 - Malla de puntos de prospección videográfica teniendo en cuenta los datos obtenidos en la geofísica con el objetivo de verificar las diferentes tipologías de sustrato para establecer los principales hábitats marinos de la zona.
 - Determinar y analizar las diferentes tipologías de sustrato de cara a establecer los principales hábitats marinos de la zona, haciendo hincapié en aquellos que tengan algún tipo de protección especial.
- Elaboración de cartografía bionómica de detalle.

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular

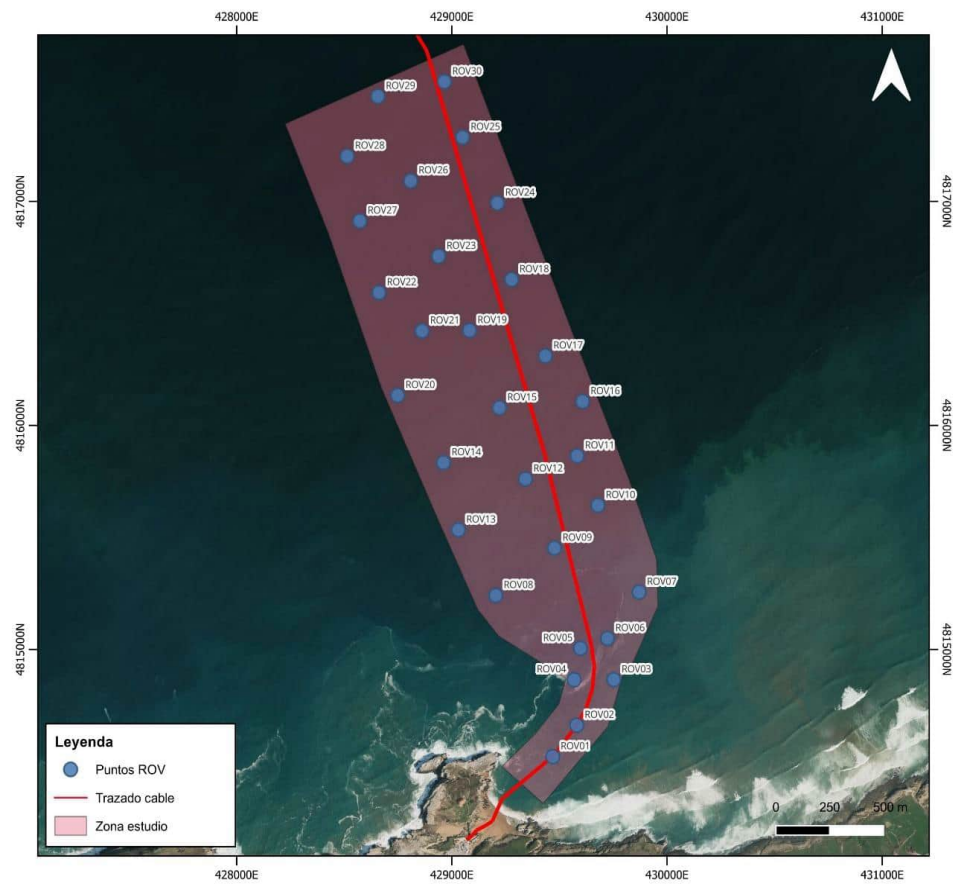


GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

La delimitación del área de estudio, así como la ubicación de los puntos de prospección mediante televisión submarina (TV), se presentan en el Mapa 1 y la Tabla 1. El área abarca una extensión aproximada de 2,57 km², con una longitud de pasillo de 250 m en la zona más costera (hasta los 15 m de profundidad) y de 1000 m en el resto de la zona de estudio. Los límites batimétricos están comprendidos entre las isobatas de 10 y 50 metros.



Mapa 1: Ubicación de la zona de estudio ETRS89/UTM 30N. Fuente. © OCEANSNELL, S.L, 2025.



La tabla 1 recoge los puntos de prospección con TV submarina con sus respectivas coordenadas UTM:

Tabla 1. Puntos de muestreo de TV submarina y sus coordenadas ETRS89/UTM 30N

Codigo ROV	ETRS89 30N	
	X	Y
ROV01	429469	4814521
ROV02	429580	4814662
ROV03	429752	4814864
ROV04	429568	4814864
ROV05	429597	4815004
ROV06	429723	4815049
ROV07	429870	4815255
ROV08	429204	4815241
ROV09	429477	4815452
ROV10	429679	4815642
ROV11	429582	4815863
ROV12	429342	4815761
ROV13	429030	4815533
ROV14	428961	4815833
ROV15	429221	4816078
ROV16	429608	4816106
ROV17	429435	4816310
ROV18	429278	4816650
ROV19	429082	4816423
ROV20	428748	4816134
ROV21	428861	4816421
ROV22	428661	4816592
ROV23	428938	4816755
ROV24	429211	4816992
ROV25	429050	4817285
ROV26	428809	4817091
ROV27	428572	4816912
ROV28	428514	4817201
ROV29	428656	4817468
ROV30	428965	4817534



3.2 Prospección con ROV

Las características técnicas del equipo de ROV que se empleará se detalla en la ficha siguiente:



VÍDEO SUBMARINO

ROV Sibiu Pro

PRINCIPALES APLICACIONES:

- Elaboración de cartografías biónómicas.
- Clasificación de fondos y tipología de sustratos.
- Inspección de infraestructuras submarinas (especialmente lugares confinados o de difícil acceso).
- Ayuda y supervisión en operaciones con buzos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

ACTUACIÓN

- **Profundidad máxima:** 300 m
- **Propulsores:** T-200
- **Configuración de los propulsores:** 4 verticales, 4 horizontales
- **ESC:** Afro 30A
- **Velocidad máxima de trabajo:** 3 nudos

SENSORES

- Giroscopio 3-DOF
- Acelerómetro 3-DOF
- Magnetómetro 3-DOF
- Sensor de presión Bar30 (Blue robotics)
- Sensor de corriente y voltaje
- Sensor de humedad
- Sensor de temperatura

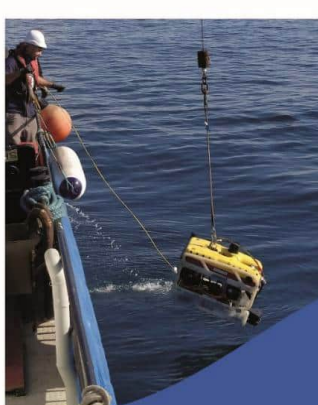
CÁMARA

- **Cámara:** 1080p
- **Campo de visión:** 110° horizontalmente
- **Inclinación cámara:** +/- 90° (180° rango total)
- **Servo digital para el modelo de RC:** EMAX ES08MD 13g Mini Metal

ILUMINACIÓN

- **Luz:** 4 x 1500 lúmenes (regulables)







Estudios Ambientales Marinos y Consultoría Ambiental
C/ Altana, nº1 - P.I. Aeropuerto
46940 Manises (Valencia) / España

Tel: (+34) 96 154 69 09
Fax: (+34) 96 096 64 61

www.oceansnell.com
info@oceansnell.com

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d



Imagen 1: Embarcación y ROV utilizados en el estudio. Fuente: © OCEANSNELL, S.L., 2025.

4. RESULTADOS

El análisis de la información obtenida ha permitido identificar tres biocenosis marinas en el área de estudio.

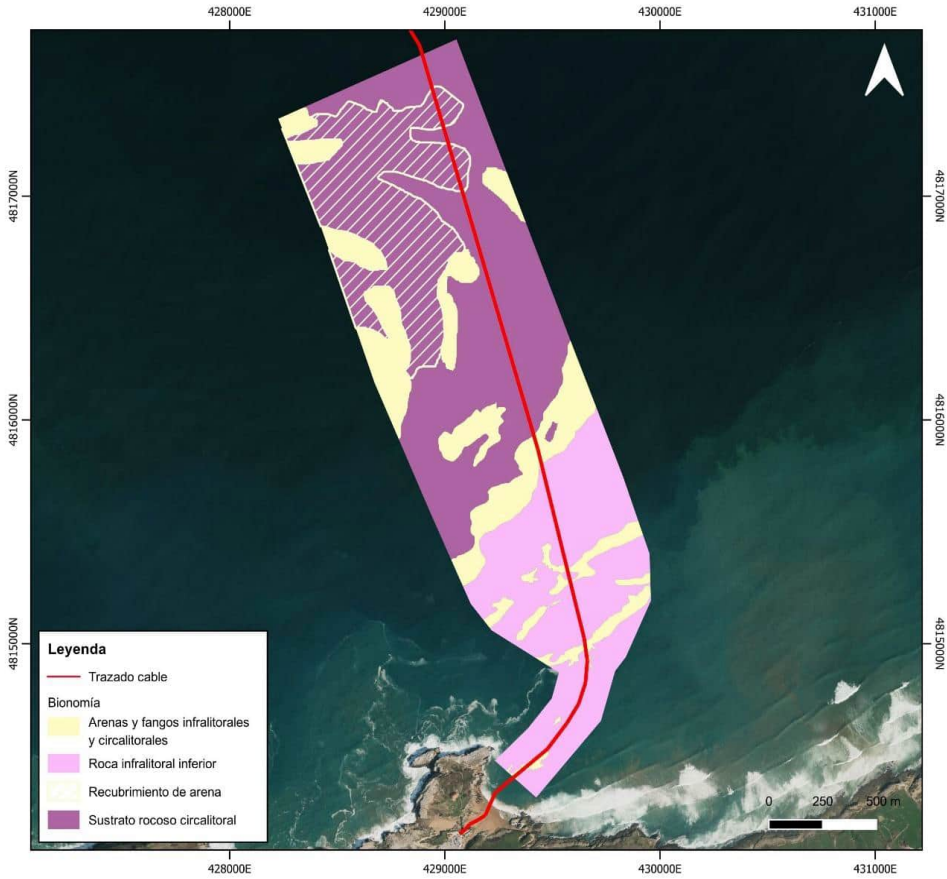
En la Tabla 2 se presentan las biocenosis identificadas, de acuerdo con los criterios establecidos en la *Resolución de 22 de marzo de 2013*, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se definen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos (IEHM): la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su correspondiente clasificación (Templado et al., 2012).

Tabla 2. Biocenosis marinas en el área de estudio

Código	Denominación	Extensión (km²)	%
030402	Arenas y fangos infralitorales y circalitorales	0,50	19,46
030104	Roca infralitoral inferior	0,67	26,07
0302	Sustratos rocosos circalitorales	1,40	54,47

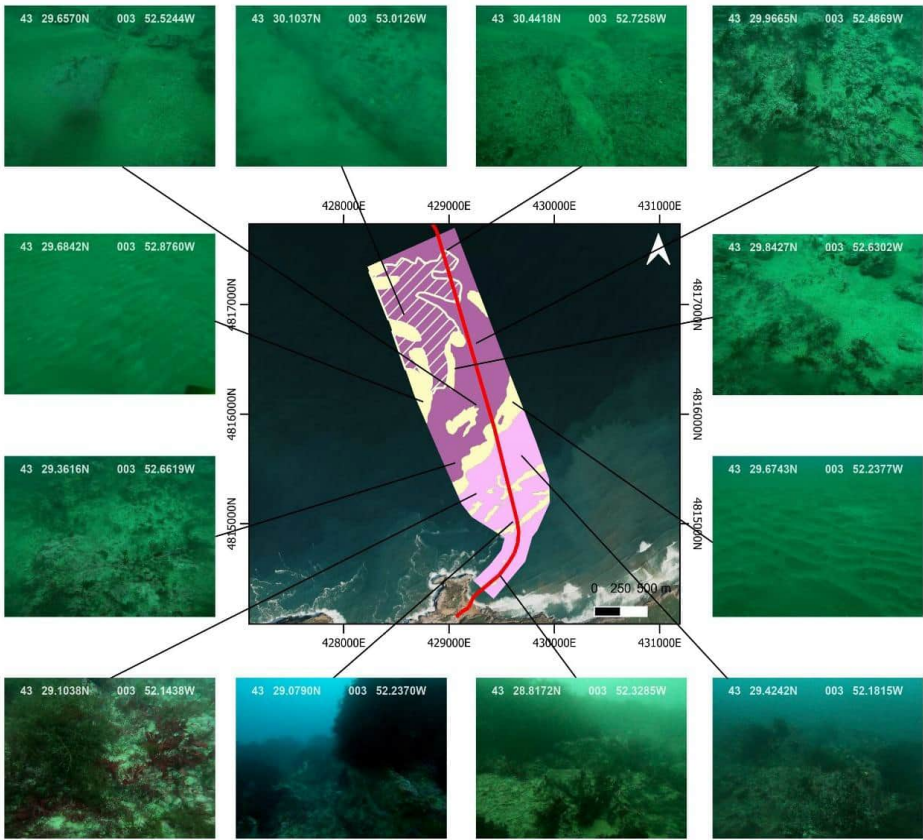


En el Mapa 2 se detalla la ubicación y distribución de las diferentes biocenosis marinas detectadas en el área de estudio.



Mapa 2: Cartografía bionómica de la zona de estudio. Fuente. © OCEANSNELL, S.L., 2025.





Mapa 3: Cartografía bionómica con imágenes de la zona de estudio. Fuente. © OCEANSNELL, S.L., 2025.

Para establecer la clasificación e identificación de estas, se han tenido en cuenta los criterios de clasificación estándar aceptados actualmente a nivel científico y basado en:

- La Clasificación de Hábitats Marinos del Plan de Acción del Mediterráneo del Convenio de Barcelona (PNUA-PAM-CAR/ASP, 2007¹).
- Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario

¹ PNUA-PAM-CAR/ASP (2007). Manuel d'interpretation des types d'habitats marins pour la selection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent, G., Bellan-Santini, D., Bellan, G., Bitar, G., Harmelin, J.G. eds., CAR/ASP publ., Tunis: 199 pp.



Español de Hábitats Marinos (IEHM): la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica (Templado *et al.*, 2012²).

A continuación, se detallan las diferentes biocenosis identificadas:

- **030402 - Arenas y fangos infralitorales y circalitorales**

Se trata de un hábitat que engloba desde bancos de arenas de grano fino o medio, sometidas a diverso grado de hidrodinamismo, a lugares muy protegidos, caracterizados por sedimentos finos, fangosos, y ricos en materia orgánica. El hidrodinamismo no solo determina la granulometría del sedimento, sino también la composición, diversidad y abundancia de las distintas especies que conforman las comunidades de este tipo de fondos sedimentarios, con predominio de las comunidades de bivalvos y poliquetos. Abarca, de forma general, desde profundidades escasas, por debajo de las playas de arena (0,5m) en la zona sumergida, hasta aproximadamente los 70 m. (Templado *et al.*, 2012³).

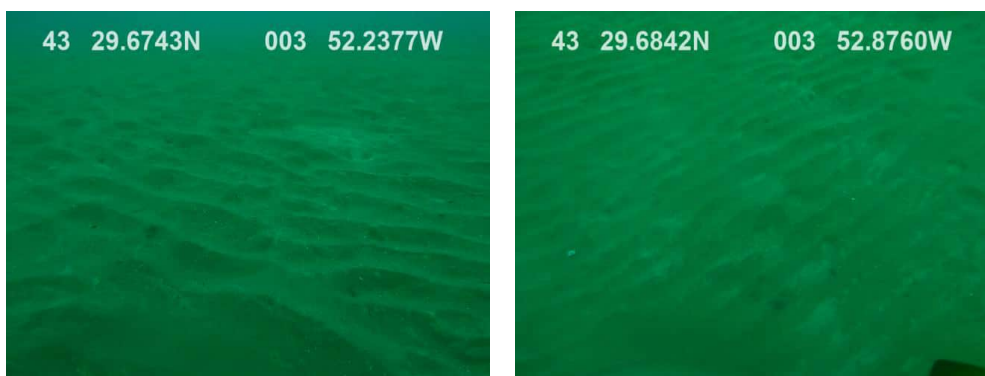


Imagen 2: Biocenosis de las arenas y fangos infralitorales y circalitorales en la zona de estudio.

Fuente: © OCEANSNELL, S.L., 2025.

Esta biocenosis se distribuye a lo largo de toda el área de estudio, ocupando una superficie aproximada de 0,50 km², lo que equivale al 19,46 % del total del área prospectada.

² Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L. y Brito, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*.

³ Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L. y Brito, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*.



- **030104 – Roca infralitoral inferior**

En función de la intensidad lumínica, la cual disminuye progresivamente con la profundidad, se distinguen dos tipos principales de comunidades: las comunidades fotófilas y las comunidades esciáfilas. Las primeras requieren una iluminación intensa y directa, mientras que las segundas se desarrollan en zonas con iluminación atenuada o en ambientes umbríos. Las comunidades fotófilas están dominadas, tanto desde el punto de vista fisonómico como en términos de biomasa, por algas, mientras que en las comunidades esciáfilas predomina el componente faunístico, con un sustrato ocupado mayoritariamente por especies sésiles.

En cuanto al hidrodinamismo, y considerando la influencia del oleaje dominante, pueden diferenciarse, de forma general, tres franjas o niveles dentro del piso infralitoral. La primera, más superficial, corresponde a la zona de influencia directa del oleaje y se caracteriza por una elevada turbulencia del agua, que puede desplazarse en múltiples direcciones, en ocasiones de manera violenta. Esta franja comprende los primeros metros de profundidad, generalmente hasta unos 5–10 m, aunque puede alcanzar una mayor amplitud en las costas atlánticas.

El segundo nivel se asocia a la zona sometida a una influencia indirecta del oleaje, donde el movimiento del agua es de vaivén, pero no turbulento; este estrato suele extenderse hasta profundidades de entre 10 y 15 m. Finalmente, por debajo de este nivel, los movimientos del agua son predominantemente unidireccionales o laminares, sin estar afectados de manera significativa por la acción del oleaje (Templado *et al.*, 2012⁴).

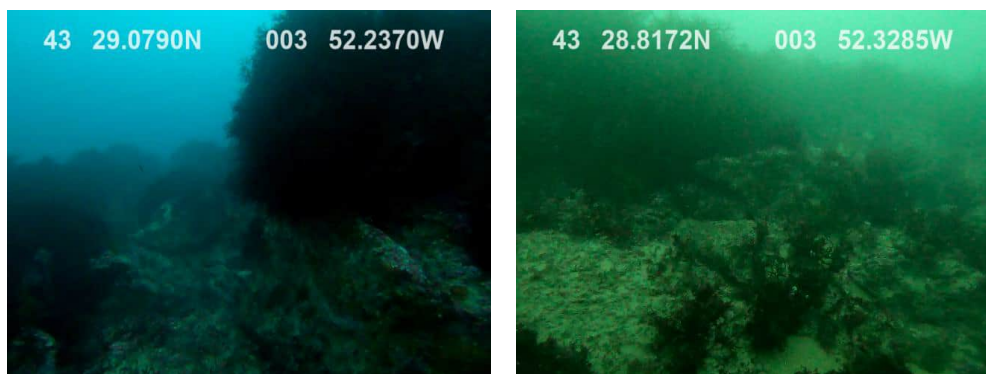


Imagen 3: Biocenosis de la roca infralitoral inferior en la zona de estudio.

Fuente: © OCEANSNELL, S.L., 2025.

⁴ Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L. y Brito, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*.



Esta biocenosis se ha localizado desde los 10 hasta los 30 metros de profundidad, ocupando una superficie de 0,67 km², lo que representa el 26,07 % de la superficie total prospectada.

• **0302 – Sustratos rocosos circalitorales**

Los fondos circalitorales se caracterizan por una luz muy atenuada y por unas condiciones hidrodinámicas más constantes que en los pisos superiores, aunque las corrientes en algunos lugares pueden ser fuertes. En zonas de aguas más turbias, como en las costas atlánticas peninsulares, pueden estar presentes a partir de los 15 m. Por lo general, los fondos rocosos circalitorales están mayoritariamente ocupados por especies animales, a causa de la debilidad de la luz, pero en algunas zonas con una irradiancia cercana al 5% de la luz superficial todavía pueden dominar algunas especies algales (Templado *et al.*, 2012⁵).

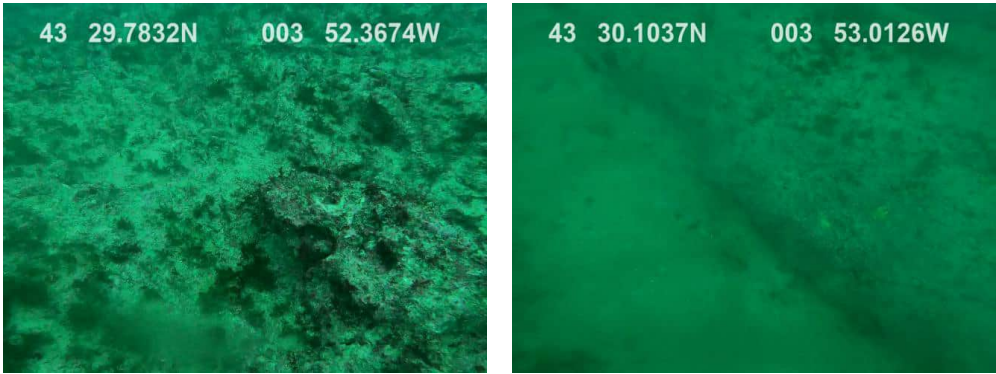


Imagen 4: Biocenosis de sustratos rocosos circalitorales en la zona de estudio.
Fuente: © OCEANSNELL, S.L., 2025.

Esta biocenosis se ha localizado desde los 30 hasta los 50 metros de profundidad, ocupando una superficie de 1,40 km², lo que representa el 54,47% de la superficie total prospectada.

⁵ Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L. y Brito, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



5. CONCLUSIONES

Tras la prospección con ROV y la interpretación de los datos de geofísicos con sonar de barrido lateral facilitados por el cliente, se han identificado las siguientes biocenosis marinas en la zona de estudio:

Código	Denominación	Extensión (km²)	%
030402	Arenas y fangos infralitorales y circalitorales	0,50	19,46
030104	Roca infralitoral inferior	0,67	26,07
0302	Sustratos rocosos circalitorales	1,40	54,47

Teniendo en cuenta la última versión del trazado del cable, facilitado por el cliente, en la tabla siguiente se representa la longitud y porcentaje relativo del cable sobre cada una de las comunidades identificadas para identificar la interacción del trazado con las diferentes biocenosis marinas de la zona.

Código	 Denominación	Longitud (m) del cable	%
030402	Arenas y fangos infralitorales y circalitorales	470	13,56
030104	Roca infralitoral inferior	1218	35,13
0302	Sustratos rocosos circalitorales	1779	51,31

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

6. ANEXO

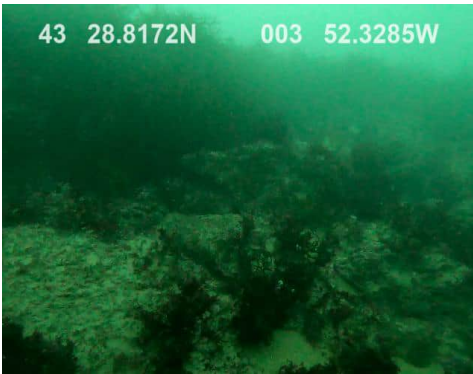


Imagen 5: Punto ROV 1.

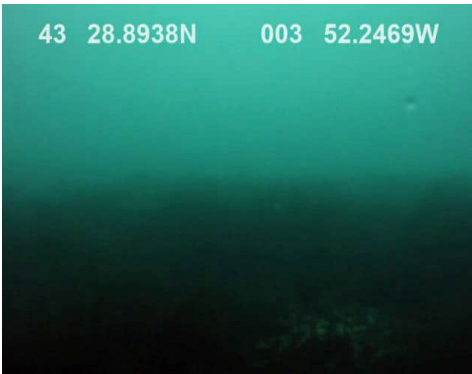


Imagen 6: Punto ROV 2.

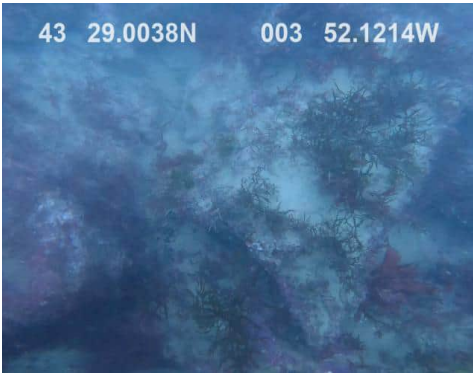


Imagen 7: Punto ROV 3.

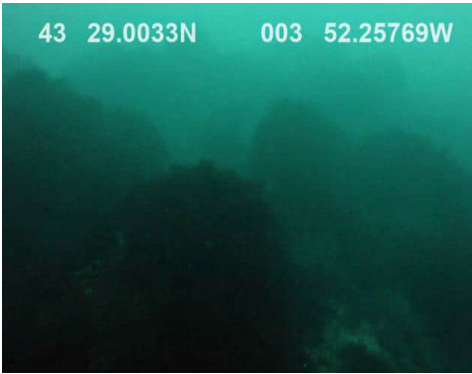


Imagen 8: Punto ROV 4.



Imagen 9: Punto ROV 5.

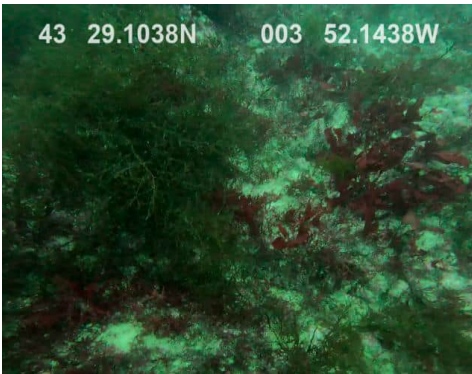


Imagen 10: Punto ROV 6.

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

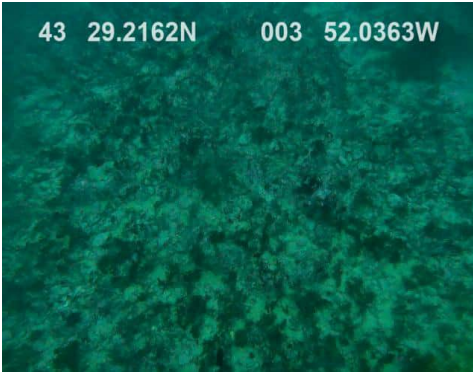


Imagen 11: Punto ROV 7.

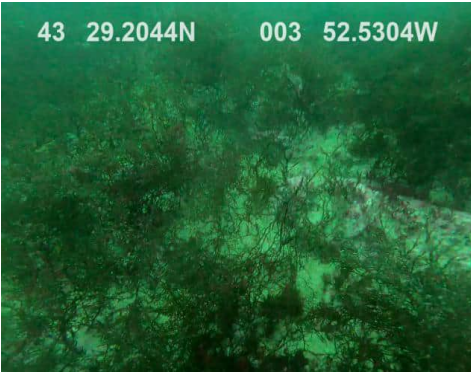


Imagen 12: Punto ROV 8.

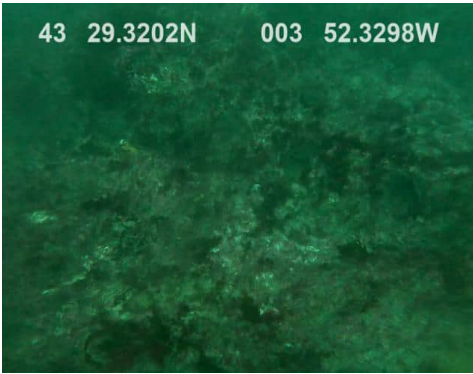


Imagen 13: Punto ROV 9.

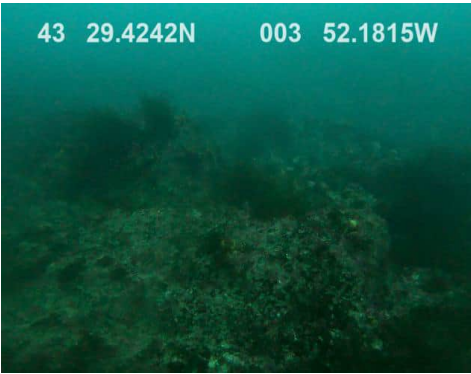


Imagen 14: Punto ROV 10.

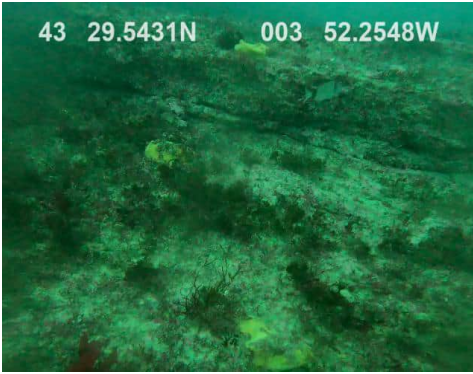


Imagen 15: Punto ROV 11.

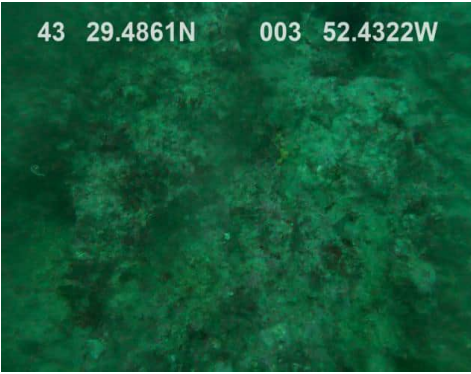


Imagen 16: Punto ROV 12.

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: <https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

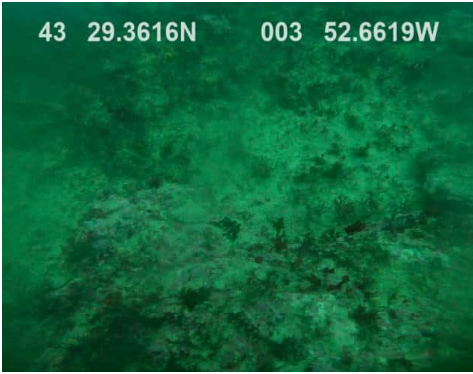


Imagen 17: Punto ROV 13.

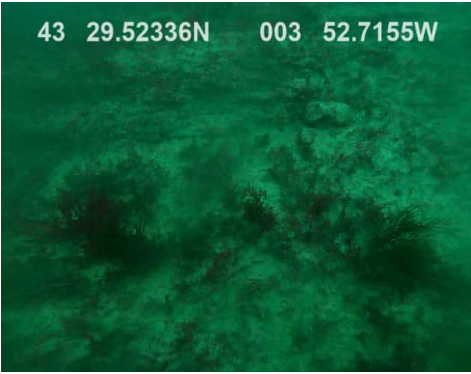


Imagen 18: Punto ROV 14.

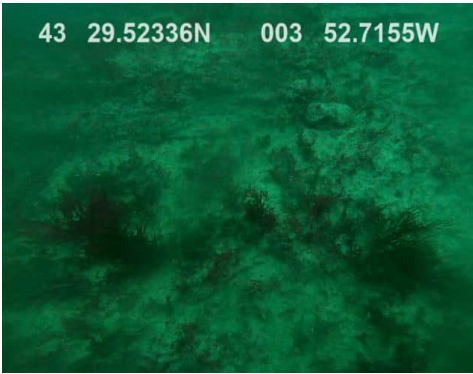


Imagen 19: Punto ROV 15.

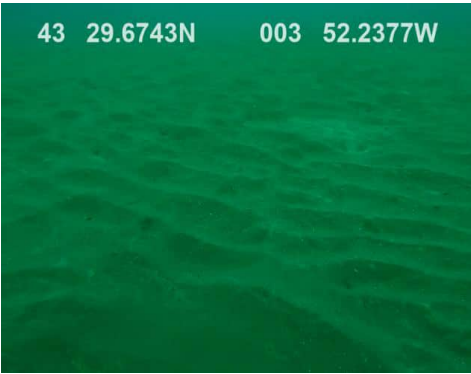


Imagen 20: Punto ROV 16.

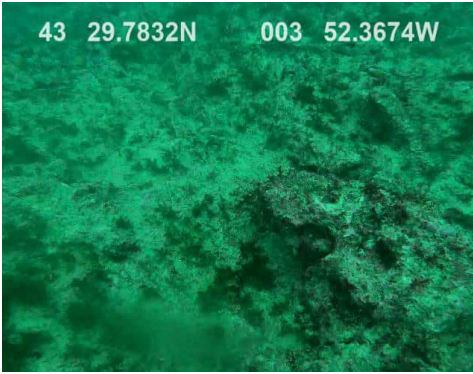


Imagen 21: Punto ROV 17.

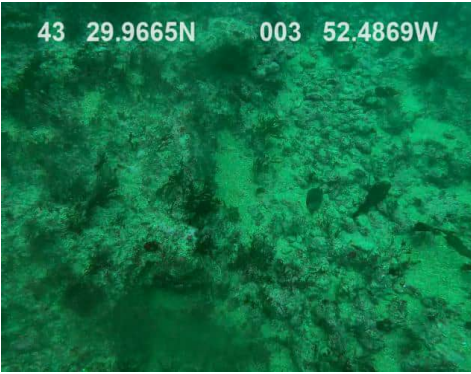


Imagen 22: Punto ROV 18.

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: <https://run.gob.es/hsbzvympyF>

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

INFORME DE FIRMA, no sustituye al documento original | C.S.V. : GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección: https://run.gob.es/hsbzvymPyF

	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE HÁBITATS MARINOS EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.1
		Pág. 18 de 19

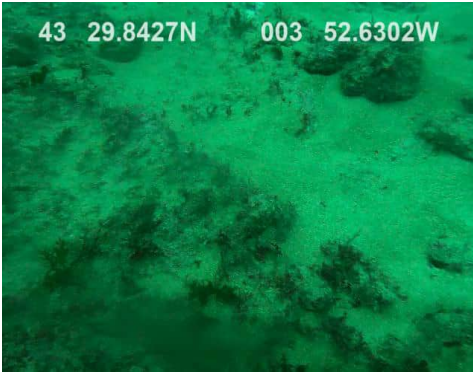


Imagen 23: Punto ROV 19.



Imagen 24: Punto ROV 20.

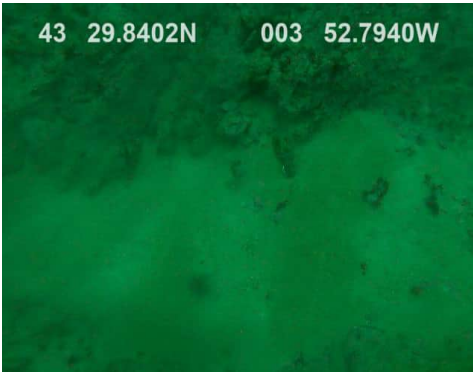


Imagen 25: Punto ROV 21.

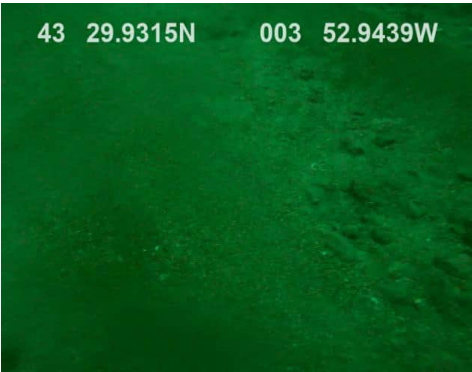


Imagen 26: Punto ROV 22.



Imagen 27: Punto ROV 23.

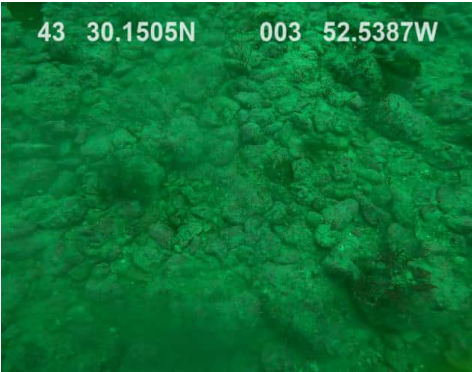


Imagen 28: Punto ROV 24.

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d	22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular
Nº registro	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	
REGAGE26e00049138680	https://run.gob.es/hsbzvymPyF	



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

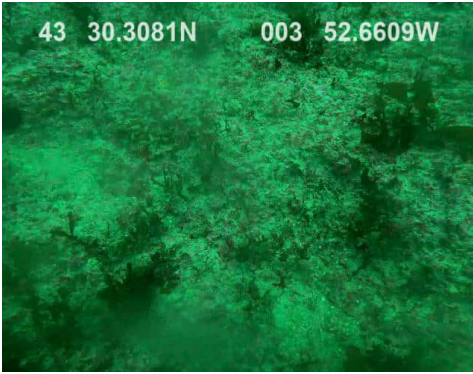


Imagen 29: Punto ROV 25.

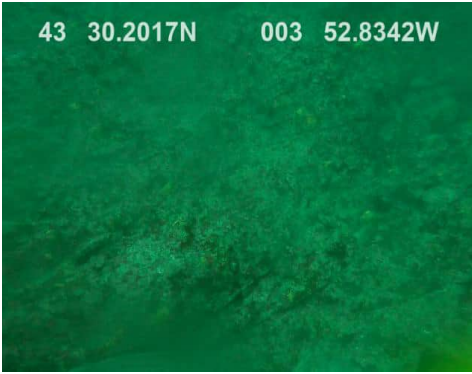


Imagen 30: Punto ROV 26.

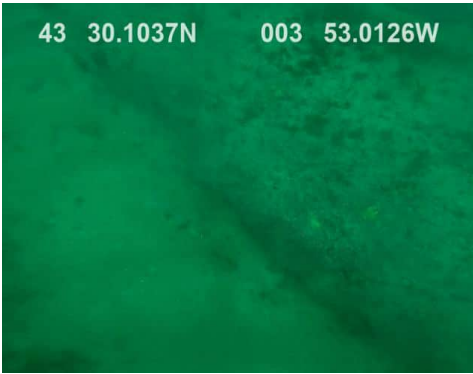


Imagen 31: Punto ROV 27.

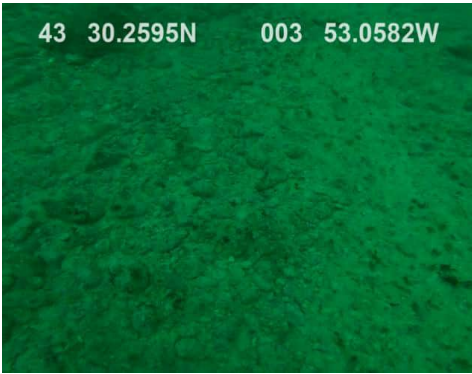


Imagen 32: Punto ROV 28.

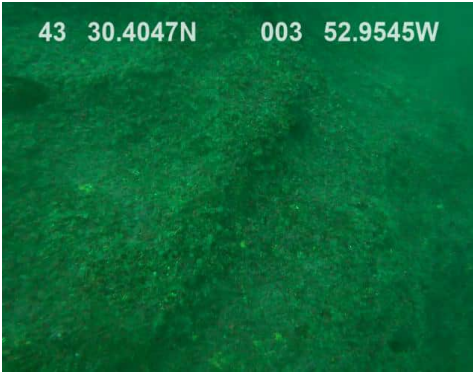


Imagen 33: Punto ROV 29.

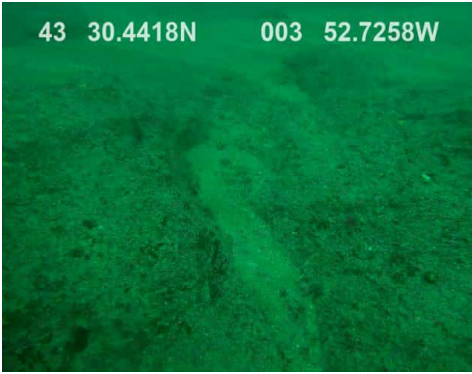


Imagen 34: Punto ROV 30.

INFORME_HÁBITATS MARINOS

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

Anexo 2. Estudio de Impacto Acústico Submarino

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d



Fecha Informe:		Cliente:	
13/02/2026		AECOM	
Proyecto:			
ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA			
Título del Informe:		Cód. Documento:	
Informe modelización de ruido submarino		P25008_AECOM_Ed.14	
Autor:			
OCEANSNELL Consultoría Ambiental Marina c/ Aitana, nº 1 Polígono el Aeropuerto 46940 Manises (Valencia) ESPAÑA			

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d



OCEANSNELL, S.L.
B-97886055
c/ Aitana, nº 1
Polígono el Aeropuerto
46940 Manises (Valencia)
ESPAÑA

Proyecto nº:	P25008_AECOM_Ed.14	
Título del Proyecto:	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	
Fecha última revisión:	13/02/2026	
Estudio realizado por:	Vicente Tasso Bermell (MSc Programa de doctorado de Biología animal y Biología Marina). Biólogo Colegiado nº 02478-CV Vicente Crespo López (Licenciado en Biología) Pablo Martínez (Centro Tecnológico Naval y del Mar – CTN)	
Informe revisado por:	Vicente Tasso Bermell Director de Técnico de OCEANSNELL	<i>Biólogo Colegiado nº 02478-CV</i>

Elaborado para:

AECOM

Informe modelización de ruido submarino

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	4
2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS	5
3.1 INTRODUCCIÓN	5
3.2 ÁREA DE ESTUDIO	8
3.3 MAQUINARIA UTILIZADA Y ACTIVIDADES.....	10
3.3.1 Maquinaria.....	10
3.3.2 Descripción de las actividades realizadas	14
3.3.3 Niveles de ruido de la maquinaria utilizada.....	14
3.4 CRITERIOS DE AFECCIÓN	17
3.4.1 Caracterización de los receptores en el área de estudio.....	17
3.4.2 Identificación del umbral para los modelos de propagación	19
3.5 MODELOS DE PROPAGACIÓN DE ACÚSTICA SUBMARINA	21
3.5.1 Aguas someras	21
3.5.2 Aguas profundas	21
3.6 PARÁMETROS Y ASUNCIONES EMPLEADA EN LOS MODELOS DE PROPAGACIÓN.....	22
4. RESULTADOS	23
4.1 MODELIZACIÓN DE LA ZONA	23
4.1.1 Zona de aguas someras.....	24
4.1.2 Zona de aguas profundas	24
4.2 MAPAS DE PROPAGACIÓN.....	25
4.2.1 Zona de aguas someras.....	25
4.2.2 Zona de aguas profundas	27
4.3 ZONAS DE EXCLUSIÓN	34
5. CONCLUSIONES	35
6. BIBLIOGRAFÍA.....	37



	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.14
		Pág. 4 de 37

1. ANTECEDENTES

A petición de la empresa AECOM Spain DCS S.L., que ha subcontratado los servicios profesionales de OCEANSNELL S.L., se ha llevado a cabo la asistencia técnica para la modelización del ruido submarino en una zona de instalación de un cable submarino en el norte de España.

2. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El presente informe tiene como objetivo realizar un análisis detallado y una modelización acústica del ruido submarino generado por las actividades previstas para el despliegue de un cable submarino en Cantabria. Mediante esta modelización se pretende delimitar la zona de exclusión acústica en función de los umbrales de alteración auditiva temporal (Temporary Threshold Shift, TTS) para las especies marinas más sensibles y representativas del área de estudio.

El alcance del estudio comprende:

- La modelización del ruido submarino asociado a cinco fuentes sonoras, correspondientes a los distintos equipos que se emplearán en la zona para la ejecución de los trabajos.
- La delimitación del área de exclusión acústica o buffer de seguridad, definida a partir de la métrica acústica más restrictiva (aquella que genera la mayor extensión de zona de exclusión) y en función de los niveles de TTS estimados para las especies más sensibles presentes en la zona de actuación.
- El análisis de los resultados de modelización con el fin de identificar las posibles afecciones sobre la fauna marina, especialmente los mamíferos marinos.

Informe modelización de ruido submarino

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Introducción

El ruido submarino se define como cualquier sonido generado en el medio marino, ya sea por fuentes naturales o antropogénicas, que se propaga a través del agua. Entre las fuentes naturales destacan el oleaje, la lluvia o la actividad biológica de determinadas especies, mientras que las fuentes antropogénicas incluyen el tráfico marítimo, las actividades de construcción, las prospecciones sísmicas o las maniobras militares. En los últimos años, el incremento de la actividad humana en el medio marino ha suscitado una creciente preocupación por los efectos del ruido sobre la fauna marina, especialmente sobre los mamíferos marinos y tortugas, que presentan una alta sensibilidad a las alteraciones acústicas de su entorno.

En el marco europeo, la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (MSFD, 2008/56/CE) establece la necesidad de alcanzar el Buen Estado Ambiental (Good Environmental Status) de los mares y océanos, incluyendo en su Descriptor 11 la energía introducida en el medio marino, en particular el ruido submarino. Este descriptor distingue dos grandes categorías:

- **Ruido impulsivo**, caracterizado por señales de corta duración y alta intensidad (por ejemplo, explosiones, martillos hidráulicos o equipos de sondeo sísmico).
- **Ruido continuo**, generado por fuentes de larga duración o persistentes, como el tráfico marítimo o la maquinaria en funcionamiento.

En el ámbito europeo se ha avanzado notablemente en el desarrollo de metodologías para la medición y evaluación del ruido submarino, con el fin de establecer umbrales de afección sobre las especies marinas, en especial los cetáceos. No obstante, los valores límite de impacto biológico aún se encuentran en fase de definición y armonización entre Estados Miembros, en el marco del Descriptor 11.

Por otro lado, en Estados Unidos, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ha desarrollado y continúa actualizando un marco de referencia para delimitar los niveles de exposición sonora a partir de los cuales se producen efectos fisiológicos sobre los mamíferos marinos. Este marco constituye hoy en día una referencia internacional en el estudio de los efectos del ruido sobre la biodiversidad. **Entre los criterios establecidos, destaca el TTS (Temporary Threshold Shift), que representa una alteración temporal de la sensibilidad auditiva tras la exposición a un sonido intenso.** Los umbrales TTS se establecen en función de la naturaleza de las fuentes de sonido, que se dividen en dos grandes categorías: impulsivas y no impulsivas/continuos:



- En el caso de los **sonidos impulsivos**, los umbrales se establecen mediante un sistema de doble métrica que combina el Nivel de Exposición Sonora ponderado en 24 horas (SEL_{cum24h}) y el Nivel de Presión Sonora de Pico (SPL_{0-peak}). El SPL_{0-peak} se define como el valor absoluto máximo de la presión acústica instantánea registrada en un determinado intervalo de tiempo.
- Para los sonidos no **impulsivos/continuos**, los umbrales se determinan únicamente a partir del **SEL_{cum24}** . Dado que el ruido generado durante las operaciones de tendido y enterramiento del cable submarino es de carácter continuo y se concentra principalmente en el rango de bajas frecuencias, **se seleccionó el SEL_{cum24h} como métrica de evaluación de la exposición acústica.**

El **SEL_{cum24}** es un índice que refleja el impacto de los niveles de ruido en 24 horas, y se calcula bajo la hipótesis de que el animal está constantemente expuesto a los niveles de ruido en una misma posición. Para fuentes continuas o estáticas en áreas donde los animales tengan poca movilidad, como zonas de cría o reproducción, este índice puede ser una buena solución, en caso de que no sea posible utilizar el valor SPL_{0-peak} . La aplicación recomendada de esta métrica es para actividades o fuentes individuales. En este estudio se toma esta hipótesis de exposición fija de los mamíferos marinos durante largos periodos de tiempo como aproximación conservadora que sigue el principio de precaución, ya **que en la realidad las especies sensibles son altamente móviles y se cuenta con fuentes lineales móviles**. Por lo tanto, **se reconoce que la exposición real será probablemente menor debido al ahuyentamiento y el movimiento de las fuentes de sonido.**



	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.14 Pág. 7 de 37
---	---	--

De esta manera, la **metodología seguida en este estudio**, conforme a las directrices de la NOAA, consiste en lo siguiente:

- Definir los niveles de fuente acústica (Source Level, **SL**) de la actividad acústica.
- Cálculo de pérdidas por transmisión (Transmission Losses, **TL**) a partir de modelos de propagación.
- Emplear los SL para calcular los **niveles absolutos de presión sonora (SPL)** recibidos en el área de estudio. Para calcular los SPL, expresados en dB re1 μ Pa, se resta al nivel de fuente acústica (SL) el campo de pérdidas, el correspondiente a cada emisor modelizado.
- A partir de los SPL, calcular el **SEL_{cum24}**.
- El resultado es un **mapa de propagación acústica submarina** que permiten visualizar de forma clara el **SEL_{cum24}**, facilitando así la interpretación espacial de la propagación acústica y la delimitación de las zonas de afección, teniendo en cuenta los umbrales regulatorios correspondientes.



3.2 Área de estudio

La zona de estudio se localiza en la ZEE española del Mar Cantábrico, a lo largo de toda la extensión del cable. Se trata de un área marina de aproximadamente 850 kilómetros de extensión, medida desde el punto más cercano a la costa hasta el más alejado mar adentro. Esta franja presenta una batimetría variable, con una pendiente progresiva que refleja la transición entre el entorno costero y el talud continental, condicionando la propagación del sonido en el medio marino.



Figura 1: Ubicación de la zona de estudio. Puntos de modelización (círculos). Izquierda) Zonas profundas de arado Sea Statllion 3. Derecha) Zonas someras de Diver-Jetting



	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.14
		Pág. 9 de 37

Informe modelización de ruido submarino

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

3.3 Maquinaria utilizada y actividades

3.3.1 Maquinaria

La lista de maquinaria involucrada en la obra que ha sido suministrada por el cliente ha sido la siguiente:

- Barcos auxiliares
- SubCom Durable (Barco principal)
- SMD QT500 ROV (375kW) (opcional)
- Diver-Jetting
- Arado sea stallion 3 (300 kW) o equivalente

A continuación, se describe cada maquinaria:

- **Barcos auxiliares**

Un barco auxiliar es una embarcación de apoyo de pequeño o mediano tamaño, habitualmente utilizada para labores logísticas, de transporte y asistencia en operaciones marítimas. Se caracteriza por su versatilidad y maniobrabilidad, lo que permite su utilización en tareas de remolque, posicionamiento de equipos, despliegue de instrumentación o apoyo a maquinaria submarina. En este caso, se emplea como plataforma de apoyo para las operaciones de enterramiento del cable, proporcionando asistencia técnica y operativa durante las distintas fases del trabajo.



Imagen 1: Barcos auxiliares.



- **SubCom Durable (Barco principal)**

El SubCom Durable es un buque principal de instalación de cables submarinos, diseñado específicamente para la ejecución de operaciones de tendido, enterramiento y mantenimiento de infraestructuras submarinas destinadas a telecomunicaciones y transmisión de energía. Es una embarcación de gran capacidad y alta precisión operativa, dotada de sistemas de posicionamiento dinámico (Dinamic Position), grúas, cabrestantes y equipos especializados que facilitan la realización de maniobras complejas bajo condiciones oceánicas adversas. En el marco de la presente obra, el SubCom Durable cumple la función de buque principal, siendo responsable de las operaciones de instalación y control del enterramiento del cable submarino, así como de la coordinación de los medios auxiliares desplegados en la zona de trabajo.



Imagen 2: Barco principal Subcom Durable.

- **SMD QT500 ROV**

El SMD QT500 es un vehículo operado remotamente (ROV, por sus siglas en inglés) diseñado para la instalación y enterramiento de cables submarinos en fondos marinos de diversa naturaleza. Se trata de un sistema sumergible controlado desde superficie, conectado al buque principal mediante un umbilical que suministra energía, control y transmisión de datos en tiempo real. Este modelo en particular cuenta con orugas de tracción y herramientas hidráulicas que le permiten excavar y enterrar el cable con precisión, minimizando la perturbación del entorno. En esta actividad, el SMD QT500 ROV o equivalente, constituye la principal fuente de ruido submarino, al operar directamente sobre el fondo marino durante las fases de enterramiento y compactación del cable.



Sus componentes principales son:

- Sistema de **propulsión / empuje**: incluye varios propulsores “horizontal” y “vertical” modelo Curvetech HTE500. rovplanet.com+3SMD+3SMD+3
- Sistema de **chasis/estructura**: marco de aleación de alta resistencia, cuerpo del vehículo diseñado para operación sumergida hasta ~2.500 m. [SMD+1](#)
- Sistema de **boyantía**: flotación sintáctica (“syntactic foam”) con macró-esferas para mantener desplazamiento neutro. [SMD+1](#)
- Sistema de **jetting / corte de fondo**: herramienta principal de trabajo para realizar la zanja: “twin leg jet tool” (chorros de gran flujo o alta presión) que excavan hasta ~1 m de profundidad en el lecho marino.



Imagen 3: SMD QT500 ROV.

• Arado Sea Stallion 3

El “Sea Stallion 3” es un vehículo operado remotamente (ROV) de intervención submarina, diseñado para tareas de excavación, enterramiento o instalación de cables submarinos. Está concebido para operar en el fondo marino, equipado con sistemas de propulsión, excavación/herramientas de corte, posicionamiento y control. Durante las operaciones de tendido y enterramiento de cable, el arado del Sea Stallion 3 o equivalente, actúa como plataforma clave para excavar, desplazar material, monitorizar el proceso y asegurar el correcto enterramiento del conducto, siendo por tanto también una fuente relevante de ruido submarino que debe ser integrada en la modelización acústica.





Imagen 4: Arado Sea Stallion 3.

- **Diver-Jetting**

El sistema de “diver-jetting” consiste en una operación de intervención submarina realizada por buzos, empleando lanzas de chorro de agua a presión para tareas de excavación localizada, exposición o enterramiento de cables y tuberías submarinas. Está concebido para actuar directamente sobre el fondo marino, donde el buzo maneja la lanza de jetting y el resto del equipo auxiliar (mangueras, unidades de potencia hidráulica y sistemas de comunicación y posicionamiento). Durante las operaciones de tendido, reparación o re-enterramiento de cable, el diver-jetting se utiliza como herramienta principal para fluidificar el sedimento, abrir una zanja puntual, corregir zonas con escasa profundidad de enterramiento y verificar el estado del conducto. Debido al uso de chorros de agua a alta velocidad y al funcionamiento de los equipos asociados, el diver-jetting constituye también una fuente relevante de ruido submarino, localizada en las proximidades del fondo, que debe ser tenida en cuenta en la modelización acústica del escenario de tendido y enterramiento.



Imagen 5: Diver-Jetting.



En relación con el ROV, no se ha incluido en la tabla porque nunca se utiliza de manera simultánea con el arado. Para el proceso de enterramiento se empleará uno u otro equipo, no ambos a la vez. Además, el nivel de ruido generado por el ROV es comparable al del arado Sea Stallion 3, por lo que su inclusión en la tabla no resulta necesaria.

3.3.2 Descripción de las actividades realizadas

- **Movilización y Preparación de Equipos Marinos:**

Esta actividad comprende la movilización de los buques principales y auxiliares, así como de la maquinaria submarina especializada (como el *Driver-Jetting* y el arado *Sea Stallion 3*). Incluye el traslado, montaje y pruebas de los sistemas de posicionamiento dinámico, cabrestantes, umbilicales y equipos de comunicación entre superficie y fondo.

- **Tendido del Cable Submarino:**

El tendido consiste en el despliegue controlado del cable desde el buque principal (*SubCom Durable*), siguiendo la ruta previamente planificada.

- **Enterramiento del Cable:**

El *Driver-Jetting* (empleado hasta una profundidad de 10 metros por buzos) o el arado *Sea Stallion 3* son los equipos que ejecutan el proceso de enterramiento del cable. Mediante sistemas de chorro de agua a alta presión (*jetting*) o herramientas de corte, se excava una zanja en el fondo marino donde se introduce el cable. Este último proceso, es monitorizado en tiempo real desde la superficie, lo que garantiza que se cumplan la profundidad y la continuidad requeridas.

3.3.3 Niveles de ruido de la maquinaria utilizada.

Los SL se han estimado aplicando la fórmula empírica de Randi para **embarcaciones**, la cual permite relacionar la **potencia acústica radiada** con las características operativas del buque.

En el caso del **Diver-Jetting** y del sistema de enterramiento y **arado del Sea Stallion 3**, dado que no se dispone de información exacta sobre la fracción de potencia que cada máquina destina específicamente a los procesos que producen ruido submarino, se ha consultado bibliográficamente¹ el **cálculo de la potencia acústica radiada a partir de la potencia mecánica** disponible de cada equipo. En esta bibliografía, se ha empleado una **aproximación**

¹¹ Estos valores se han obtenido a partir del informe "SMAP Submarine Cable | Appendix C – Impact Assessment – Installation Phase".



conservadora ya que se ha empleado un porcentaje elevado de potencia mecánica convertida en potencia acústica. **Este enfoque garantiza que el análisis acústico contemple la variabilidad inherente a las condiciones reales de trabajo y proporcione estimaciones conservadoras del impacto potencial sobre el entorno marino.**

- **Barcos auxiliares.**

Estos son los que menor impacto generan en el medio acuático. Esto se debe a su pequeño tamaño en comparación con el barco principal. Siguiendo el principio de precaución consideraremos la velocidad máxima a la que pueden ir este tipo de barcos, 16 nudos y para una eslora media de 15 metros. Con esto obtenemos un SL de alrededor de **166 dB re 1μPa a 1 metro para 63 Hz, 157 dB re 1μPa a 1 metro para 125 Hz y 131,7 dB re 1μPa a 1 metro para 1000 Hz.**

- **Subcom Durable (Barco principal).**

Este barco es desde donde se realizan las operaciones de tendido y enterramiento del cable submarino. Este barco debido a su tamaño genera gran parte del ruido provocado en la superficie del mar. De nuevo empleando el principio de precaución consideramos la velocidad máxima a la que puede ir este tipo de barcos en este tipo de actividades, siendo esta de 14 nudos. Mientras que su eslora es de unos 139 metros. Esto provoca un ruido de unos **180 dB re 1μPa a 1 metro para 63Hz, 167 dB re 1μPa a 1 metro para 125 Hz y 140 dB re 1μPa a 1 metro para 1000Hz.**

- **Diver-Jetting.**

Este está diseñado para la instalación y enterramiento de cables submarinos en fondos poco profundos, este es operado por buzos. Su funcionamiento se basa en propulsión por chorro para en enterramiento de este cable. Este equipo representa una de las principales fuentes de ruido submarino de origen mecánico directo. Estas fuentes generan un espectro acústico dominado por frecuencias bajas y medias, con una contribución significativa en la franja de 100 Hz a 1 kHz. Siguiendo el principio de precaución se ha obtenido unos valores de **178-193 dB re 1μPa a 1 metro.**

- **Arado del Sea Stallion 3.**

Este está diseñado para la instalación y enterramiento de cables submarinos en fondos de diversa naturaleza. Su funcionamiento se basa en un sistema de propulsión por orugas que le permite desplazarse con estabilidad sobre el lecho marino, mientras sus herramientas hidráulicas de jetting y corte excavan una zanja en la que se deposita el cable.



Este equipo representa una de las principales fuentes de ruido submarino de origen mecánico directo, debido al funcionamiento simultáneo de sus bombas hidráulicas de alta presión, sistemas de propulsión, motores eléctricos y unidades de control de flujo. Estas fuentes generan un espectro acústico dominado por frecuencias bajas y medias, con una contribución significativa en la franja de 100 Hz a 1 kHz. Siguiendo el principio de precaución se ha obtenido unos valores de **178-190 dB re 1µPa a 1 metro**.

En la tabla siguiente se ve un resumen de los niveles de fuente de las diferentes actividades.

Tabla 1: Niveles de presión sonora submarina de las actividades de más impacto acústico generan en base a la literatura.

Maquinaria	Ruido (dB re µPa) f= 63Hz	Ruido (dB re µPa) f= 125Hz	Ruido (dB re µPa) f= 1000Hz	Distancia (m)
Barcos auxiliares	166,9	157,3	131,7	1
Subcom Durable	180,7	167,8	140,2	1
Driver-Jetting	178-193	178-193	178-193	1
Arado Sea Stallion 3 o equivalente	178-190	178-190	178-190	1

En relación con el ROV, no se ha incluido en la tabla porque, en el caso de ser necesaria su utilización, nunca se utilizaría de manera simultánea con el arado. Para el proceso de enterramiento se empleará uno u otro equipo, no ambos a la vez. Además, el nivel de ruido generado por el ROV es comparable al del arado Sea Stallion 3, por lo que su inclusión en la tabla no resulta necesaria. En consecuencia, **el cálculo del SEL acumulado correspondiente se realiza sin considerar la emisión sonora simultánea de ambos equipos**.



3.4 Criterios de afección

3.4.1 Caracterización de los receptores en el área de estudio

De acuerdo con la guía “Manual del Observador de Mamíferos para Operaciones Offshore Generadoras de Ruido en Aguas Españolas” (Chicote, 2013), la zona de estudio se encuentra en la **Demarcación Marina Noratlántica**. La Demarcación Marina Noratlántica comprende el medio marino bajo soberanía o jurisdicción española situado entre el límite septentrional de las aguas jurisdiccionales entre España y Portugal y el límite con Francia en el Golfo de Vizcaya.

Esta demarcación forma parte de la división establecida por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) para la aplicación de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (MSFD), y engloba las aguas atlánticas del norte peninsular, caracterizadas por una alta productividad biológica y la presencia de numerosas especies de mamíferos marinos. función de esta localización, las **especies potencialmente presentes en la zona de estudio** y relevantes para el análisis de ruido submarino se presentan en la tabla siguiente.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FRECUENCIA				
		1	2	3	4	5
1 Ballena franca boreal	<i>Eubalaena glacialis</i>	+		+		
2 Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>		+		+	+
3 Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>				+	
4 Rorcual común	<i>Balaenoptera physalus</i>					
5 Rorcual norteño	<i>Balaenoptera borealis</i>				+	
6 Rorcual tropical	<i>Balaenoptera edeni</i>		*			
7 Rorcual aliblanco	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>		*			
8 Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>		*			
9 Cachalote pigmeo	<i>Kogia breviceps</i>	*	*			
10 Cachalote enano	<i>Kogia sima</i>					
11 Zifio de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>					
12 Zifio de Blainville	<i>Mesoplodon densirostris</i>	*	*			
13 Zifio nariz de botella	<i>Hyperoodon ampullatus</i>				+	
14 Zifio de Sowerby	<i>Mesoplodon bidens</i>		*	*		
15 Zifio de Gervais	<i>Mesoplodon europaeus</i>		*			
16 Zifio de True	<i>Mesoplodon mirus</i>	+	*	*		
17 Calderón gris	<i>Grampus griseus</i>					
18 Calderón común	<i>Globicephala melas</i>			*		
19 Calderón tropical	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	+				
20 Orca	<i>Orcinus orca</i>					
21 Falsa orca	<i>Pseudorca crassidens</i>	+	*	+	+	*
22 Delfín de Fraser	<i>Lagenodelphis hosei</i>			+		
23 Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>					
24 Delfín de hocico blanco	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	+				
25 Delfín de flancos blancos	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	+				
26 Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>					
27 Delfín moteado atlántico	<i>Stenella frontalis</i>					
28 Delfín moteado tropical	<i>Stenella attenuata</i>			*		
29 Delfín tornillo	<i>Stenella longirostris</i>			*		
30 Delfín de dientes rugosos	<i>Steno bredanensis</i>					
31 Delfín mular	<i>Tursiops truncatus</i>					
32 Marsopa	<i>Phocoena phocoena</i>			*	+	

Tabla 2: Especies de cetáceos en aguas españolas y frecuencia de aparición en cada demarcación. 1) noratlántica, 2) sudatlántica, 3) canaria, 4) Estrecho y Alborán, 5) levantino-balear. Rojo: frecuente, naranja: ocasional y amarillo: rara. (+ avistamientos, * varamientos). Sombreado blanco: poco sensible, sombreado gris claro: sensible, sombreado gris oscuro: muy sensible (Chicote et. al. 2013).



La **Directiva Marco de Estrategia Marina (MSFD, 2008/56/EC)** de la Unión Europea tiene como objetivo garantizar un **Buen Estado Ambiental (GES)** de los mares europeos mediante la conservación de la biodiversidad y la reducción de impactos antropogénicos sobre los ecosistemas marinos. En este contexto, los **mamíferos marinos** se consideran componentes esenciales de la biodiversidad marina y su protección es prioritaria (ver Tabla 3).

Por otro lado, en relación con las tortugas marinas, la guía de Chicote et al. (2013) indica que en la Demarcación Marina Noratlántica pueden encontrarse, con diferentes frecuencias de aparición, las siguientes especies: tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*, especie común), tortuga verde (*Chelonia mydas*, rara), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*, rara) y tortuga boba (*Caretta caretta*, ocasional).

Tabla 3: Listado de especies de mamíferos marinos presentes en la demarcación noratlántica detallando el estado de conservación actual según la UICN, protección internacional y épocas más propensas de avistamiento.

Especie	Nombre científico	Estado UICN (global)	Protección internacional	Épocas más propensas de visualización
Ballena franca boreal	<i>Eubalaena glacialis</i>	CR – En peligro crítico	CMS I; CITES (Anexo I); DH (Anexo IV); Berna II	Invierno (ene-feb)
Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	LC – Preocupación menor	CMS I; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna II	Primavera – verano (mar–jul)
Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	EN – En peligro	CMS I; CITES (Anexo I); DH (Anexo IV); Berna III	Verano (jul–sep)
Rorcual común	<i>Balaenoptera physalus</i>	VU – Vulnerable	CMS I, II; CITES (Anexo I); DH (Anexo IV); Berna III	Primavera-otoño (may–dic); pico verano
Rorcual norteño	<i>Balaenoptera borealis</i>	EN – En peligro	CMS I, II; CITES (Anexo I); DH (Anexo IV); Berna III	Final de primavera – verano (may–sep)
Rorcual aliblanco	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	LC – Preocupación menor	CITES (Anexo I, II); DH (Anexo IV); Berna III	Primavera-otoño (abr–oct)
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	VU – Vulnerable	CMS I, II; CITES (Anexo I); DH (Anexo IV); Berna III	Primavera-otoño (mar–oct); pico final primavera – verano
Cachalote pigmeo	<i>Kogia breviceps</i>	LC – Preocupación menor	CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Invierno (ene-feb)
Zifio de Cuvier	<i>Ziphius cavirostris</i>	LC – Preocupación menor	ASCOBANS; CMS I; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Primavera-otoño (may–dic); pico verano
Zifio de Blainville	<i>Mesoplodon densirostris</i>	LC – Preocupación menor	CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Marzo
Zifio de nariz de botella	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	NT – Casi amenazado	ASCOBANS; CMS II; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Todo el año (pico primavera–otoño)
Zifio de Sowerby	<i>Mesoplodon bidens</i>	LC – Preocupación menor	DH (Anexo IV); Berna III	Verano (jun–sep)
Zifio de True	<i>Mesoplodon mirus</i>	LC – Preocupación menor	CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Primavera (mar) – verano (jun–jul) – otoño (oct)



Calderón gris	<i>Grampus griseus</i>	LC – Preocupación menor	ASCOBANS; CMS II; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Final de primavera – verano (may–sep)
Calderón común (ballena piloto)	<i>Globicephala melas</i>	LC – Preocupación menor	ASCOBANS; CMS II; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Todo el año (pico primavera–verano)
Calderón tropical	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	LC – Preocupación menor	CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Final verano – principio otoño (sep)
Orca	<i>Orcinus orca</i>	DD – Datos insuficientes	ASCOBANS; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Final verano – principio otoño (sep)
Falsa orca	<i>Pseudorca crassidens</i>	NT – Casi amenazado	CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Verano (jun y sep)
Delfín común	<i>Delphinus delphis</i>	LC – Preocupación menor	ASCOBANS; CMS I, II; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna II	Todo el año (pico invierno y verano)
Delfín de hocico blanco	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	LC – Preocupación menor	CMS II; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Rara
Delfín de flancos blancos	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	LC – Preocupación menor	CMS II; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Rara
Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>	LC – Preocupación menor	ASCOBANS; CMS II; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Todo el año (pico primavera–verano)
Delfín mular	<i>Tursiops truncatus</i>	LC – Preocupación menor	ASCOBANS; CMS II; CITES (Anexo II); DH (Anexo II, IV); Berna II	Todo el año
Marsopa común	<i>Phocoena phocoena</i>	LC – Preocupación menor (poblaciones sensibles)	ASCOBANS; CMS; CITES (Anexo II); DH (Anexo II, IV); Berna II	Todo el año (pico primavera–verano–otoño)
Foca gris	<i>Halichoerus grypus</i>	LC – Preocupación menor	CMS; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Invierno – primavera (ene–may)
Foca común	<i>Phoca vitulina</i>	LC – Preocupación menor	CMS; CITES (Anexo II); DH (Anexo IV); Berna III	Ocasional todo el año

3.4.2 Identificación del umbral para los modelos de propagación

Dado que no todas las especies de cetáceos presentan la misma respuesta al ruido, la NOAA clasifica sus umbrales TTS en función del grupo auditivo al que pertenecen: cetáceos de baja frecuencia (LF), de alta frecuencia (HF) y de muy alta frecuencia (VHF). Esta diferenciación permite ajustar los modelos de propagación acústica y definir zonas de exclusión más realistas en función de las especies presentes en el área de estudio. En el caso de las tortugas marinas, se agrupan en un único conjunto sin distinción entre especies.

La clasificación de especies incluidas en cada uno de estos grupos se muestra en la tabla siguiente.



Tabla 4: Clasificación de cetáceos según su rango de audición.

Grupo	Nombre	Miembros
LF	Cetáceos de baja frecuencia	Balaenidae (ballenas francas y ballena de Groenlandia): <i>Eubalaena</i> spp., <i>Balaena</i> Balaenopteridae (rorcuales): <i>Balaenoptera</i> spp., <i>Megaptera</i> Eschrichtiidae (ballena gris): <i>Eschrichtius</i> Neobalenidae (ballena franca pigmea): <i>Caperea</i>
HF	Cetáceos de alta frecuencia	Physeteridae (cachalote): <i>Physeter</i> Ziphiidae (zifidos o ballenas picudas): <i>Berardius</i> spp., <i>Hyperoodon</i> spp., <i>Indopacetus</i> , <i>Mesoplodon</i> spp., <i>Tasmacetus</i> , <i>Ziphius</i> Delphinidae (orca, calderones, falsas orcas, orca pigmea, delfines de cabeza de melón y algunas especies de delfines): <i>Orcinus</i> , <i>Delphinus</i> , <i>Feresa</i> , <i>Globicephala</i> spp., <i>Grampus</i> , <i>Lagenodelphis</i> , <i>Lagenorhynchus acutus</i> , <i>L. albirostris</i> , <i>L. obliquidens</i> , <i>L. obscurus</i> , <i>Lissodelphis</i> spp., <i>Orcaella</i> spp., <i>Peponocephala</i> , <i>Pseudorca</i> , <i>Sotalia</i> spp., <i>Sousa</i> spp., <i>Stenella</i> spp., <i>Steno</i> , <i>Tursiops</i> spp.
VHF	Cetáceos de muy alta frecuencia	Delphinidae (algunas especies de delfines): <i>Cephalorhynchus</i> spp., <i>Lagenorhynchus</i> <i>cruciger</i> , <i>L. australis</i> Phocoenidae (marsopas): <i>Neophocaena</i> spp., <i>Phocoena</i> spp., <i>Phocoenoides</i> Iniidae (delfín del Amazonas): <i>Inia</i> Kogiidae (cachalote pigmeo/enano): <i>Kogia</i> Lipotidae (baiji o delfín del Yangtsé): <i>Lipotes</i> Pontoporiidae (delfín del Plata o franciscana): <i>Pontoporia</i>

A continuación, se puede ver los valores TTS tanto para fuentes de ruido impulsivo como continuo. Como se ha indicado anteriormente, **son los niveles TTS para ruido continuo los que se tendrán en este estudio.**

Tabla 5: Niveles TTS por grupos auditivos para fuentes de ruido continuo y ruido impulsivo. Nivel SEL_{cum}^{24h} ponderado. Los umbrales SEL_{cum} se expresan en dB re 1 μPa^2s y los umbrales SPL pico en dB re 1 μPa (National Marine Fisheries Service (NMFS). (2025).

Grupo	Nombre	TTS	TTS
		Impulsivo	Continuo ²
LF	Cetáceos de baja frecuencia	SPL _{0-peak} : 216 dB SEL _{cum} 24h: 168 dB	SEL _{cum} 24h: 177 dB
HF	Cetáceos de alta frecuencia	SPL _{0-peak} : 224 dB SEL _{cum} 24h: 178 dB	SEL _{cum} 24h: 181 dB
VHF	Cetáceos de muy alta frecuencia	SPL _{0-peak} : 196 dB SEL _{cum} 24h: 144 dB	SEL _{cum} 24h: 161 dB
Tortugas		SPL _{0-peak} : 224 dB SEL _{cum} 24h: 169 dB	SEL _{cum} 24h: 178 dB

La **determinación de los umbrales de afección a cetáceos** se realizó de la siguiente manera:

- Selección de la **frecuencia de estudio** (63 Hz, 125 Hz o 1000 Hz)
- Cálculo del **umbral auditivo ponderado** de acuerdo con la NOAA para cada grupo auditivo (LF, HF, VHF).
- Selección del **umbral más restrictivo**.

² National Marine Fisheries Service (NMFS). (2025). *Summary of Recommended Endangered Species Act Acoustic Thresholds (Marine Mammals, Fishes, and Sea Turtles)*. Silver Spring, MD: NOAA, Office of Protected Resources.



3.5 Modelos de propagación de acústica submarina

Un **modelo de propagación acústica** describe la dependencia espacial de la transmisión de sonido, teniendo en cuenta factores como la batimetría, el perfil de velocidad del sonido y las propiedades del lecho marino. Los principales modelos se basan en diferentes aproximaciones de la ecuación de ondas acústicas, incluyendo la teoría de rayos, modos normales, ecuación parabólica, entre otros. La aplicabilidad de cada modelo depende de la profundidad del mar bajo estudio y la frecuencia de emisión, distinguiendo entre aguas profundas y someras, y bajas y altas frecuencias. Aunque existen métodos por diferencias y elementos finitos, son menos utilizados debido a su alta carga computacional.

3.5.1 Aguas someras

Se ha utilizado el **modelo de propagación submarina MMPE (Modified Parabolic Equation Model)** para el estudio del ruido en aguas someras y frecuencias bajas generado por la maquinaria de enterramiento de un cable submarino porque ofrece una representación precisa y eficiente de la propagación acústica en entornos complejos y altamente variables.

En aguas someras, la interacción del sonido con el fondo marino y la superficie produce múltiples reflexiones, refracciones y pérdidas por absorción que los modelos simples no capturan adecuadamente. El MMPE permite resolver la ecuación parabólica modificada considerando la dependencia de la velocidad del sonido con la profundidad, las características del sustrato y las condiciones del mar, lo que resulta esencial para predecir con realismo la atenuación y el campo sonoro a distancias medias y largas. Además, su capacidad para modelar frecuencias bajas lo hace especialmente adecuado para simular el ruido de fuentes mecánicas de gran tamaño, como las empleadas en operaciones de instalación y enterramiento de cables submarinos.

3.5.2 Aguas profundas

Para aguas profundas se ha empleado el **modelo de rayos Bellhop**, adecuado para batimetrías mayores y entornos más estables. Este modelo utiliza la teoría geométrica de los rayos para describir las trayectorias acústicas, permitiendo analizar la propagación del sonido en función de los gradientes de velocidad y la estructura de la columna de agua, con un coste computacional reducido y buena precisión en bajas frecuencias.



3.6 Parámetros y asunciones empleada en los modelos de propagación

Para realizar simulaciones numéricas de propagación acústica submarina, se necesitan varias entradas que se dividen en tres categorías:

- **Parámetros de cálculo:**
 - **Escala del mallado:** se discretizó a partir de una **resolución** Δr y Δz definida como una décima parte de la longitud de onda. Dicha longitud de onda se calcula en función de la frecuencia y de la velocidad del sonido, según la expresión $\lambda = c / f$.
 - **Fuente acústica**
 - **Cálculo numérico y la implementación particular de cada modelo**
- **Variables ambientales del agua:**
 - El **perfil de velocidad del sonido** (SSP) se ha asumido como un perfil lineal representativo de la columna de agua del Atlántico en primavera, dado que no se dispone de información precisa sobre el momento exacto de la actividad.
 - **Coefficiente de absorción**, obtenido a partir de parámetros como la salinidad, temperatura, etc de la zona de estudio.
- **Variables ambientales del lecho marino:** cada modelo incorpora las condiciones oceanográficas, batimétricas y geoacústicas locales, permitiendo así evaluar la distribución espacial de los niveles de presión sonora y el posible impacto acústico derivado del Proyecto.
 - **Propiedades elásticas** como densidad, velocidad del sonido o atenuación, obtenidas del tipo de fondo del área, a partir de la Red Europea de Observación y Datos Marinos (EMODnet).
 - La **batimetría** utilizada para el cálculo de los modelos de propagación se obtuvo de EMODnet. La resolución de la batimetría es la escala de mallado.
 - Con el fin de simplificar el modelado debido al elevado coste computacional asociado, el **fondo marino** se ha caracterizado empleando la tipología sedimentaria mayoritaria identificada en cada punto según EMODnet, pudiendo corresponder a arena, fango o roca en función de la ubicación.

Por otro lado, cabe señalar además que se han hecho las siguientes asunciones:

- Para el cálculo del SEL_{cum} se ha tenido en cuenta el tiempo en el que tanto el **Diver-Jetting como el arado Sea Stallion 3** o equivalente están funcionando de manera continuada en cada transecto. En ambos casos, se ha tenido en cuenta **una velocidad**



fija de 1,85 km/h (1nudo) y que el trabajo en un mismo transecto es de manera continua sin ninguna pausa.

- La **ubicación de las fuentes y de los receptores** se ha determinado conforme a criterios técnicos que permiten replicar con la máxima fidelidad las condiciones operativas reales. Su posición se ha definido para representar el escenario acústico más desfavorable, garantizando así un enfoque conservador en la estimación de los niveles de ruido.

4. RESULTADOS

4.1 Modelización de la zona

La **modelización de la zona se ha realizado eligiendo diferentes puntos de modelización a lo largo del trazado del cable** (ver la ubicación de los puntos en la Figura 1). **Para cada uno de estos puntos se ha ejecutado un modelo acústico independiente, calculado a distintas frecuencias** con el objetivo de obtener una caracterización precisa del comportamiento del ruido submarino a lo largo del trazado.

Para la delimitación de las zonas de exclusión acústica, y conforme a las recomendaciones de la MSFD para el ruido continuo, se emplearán las **bandas de frecuencia centrales de 63 Hz y 125 Hz**, consideradas representativas de este tipo de fuentes. Adicionalmente, se realizarán modelizaciones complementarias a frecuencias más altas (**1000 Hz**) **para ver la zona de exclusión a estas frecuencias**.

A la hora de elegir los **puntos utilizados en la modelización** (ver Tabla 6), se ha tenido en cuenta principalmente el área de afección correspondiente al Diver-Jetting y el arado Sea Stallion 3 o equivalente, debido a que estos son los que más contribuyen al ruido de la actividad. Aun así, se han incluido puntos en donde solo aplica el ruido provocado por las embarcaciones para ver su impacto en las fases de tendido de cable.

Cabe señalar que los puntos de estudio elegidos en la modelización corresponden a ubicaciones discretas y de carácter conservador, y **no suponen una exposición ni un impacto continuo a lo largo de la totalidad del trazado del cable**.

Además, es importante indicar que para tramo analizado están distribuidos en intervalos regulares a lo largo del trazado del cable submarino.



Tabla 6: Coordenadas de los puntos de modelización.

Actividad	Punto	Latitud	Longitud
Tendido (aguas profundas)	Punto 1	45.14099	-10.17500
	Punto 2	44.86799	-6.08769
Arado (aguas profundas)	Punto 3	43.67314	-3.95073
	Punto 4	43.64071	-3.94298
	Punto 5	43.61971	-3.93664
	Punto 6	43.56495	-3.93680
	Punto 7	43.54386	-3.91849
Diver-jetting (aguas someras)	Punto 8	43.47825	-3.87521
	Punto 9	43.47967	-3.87322

4.1.1 Zona de aguas someras

Para el tramo de aguas someras se han seleccionado dos puntos de modelización acústica (P8 y P9), ubicados en la zona de trabajos de diver-jetting y se ha empleado únicamente la fuente sonora del Diver-Jetting y un barco auxiliar.

Con el objetivo de caracterizar con precisión el comportamiento acústico en el área de estudio, se realizarán **dos mapas de propagación del ruido submarino en aguas someras, uno por cada punto seleccionado**.

4.1.2 Zona de aguas profundas

Para el tramo de aguas profundas se han seleccionado siete puntos de modelización acústica distribuidos a lo largo del trazado del cable submarino, en las zonas correspondientes a enterrado por arado, hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) española, abarcando una longitud aproximada de 850 kilómetros. Como fuentes sonoras, se ha tenido en cuenta el ruido generado por los barcos auxiliares, el barco principal y el arado Sea Stallion 3 o equivalente.

Los puntos de modelización se han organizado en tres zonas diferenciadas según el tipo de operación y la profundidad:

- **La primera zona** corresponde a un sector de aproximadamente 8 kilómetros donde la instalación del cable se realiza mediante **arado**; en este tramo se han definido tres puntos de modelización (P3, P4 y P5).



- La **segunda zona** también implica el uso de maquinaria de **arado**, aunque a menor profundidad y a lo largo de un tramo de unos 4,5 kilómetros; para representar adecuadamente este entorno se han establecido dos puntos de modelización (P6 y P7).
- La **tercera zona** corresponde al análisis del ruido generado exclusivamente por el buque encargado de la instalación, para lo cual se han determinado dos puntos adicionales (P1, P2).

4.2 Mapas de propagación

4.2.1 Zona de aguas someras

En este apartado, se mostrarán las gráficas correspondientes a la zona somera en donde opera el Diver-Jetting y los buzos. En estas aparece una **zona de exclusión pintada de amarillo** en donde se supera el umbral comentado anteriormente.

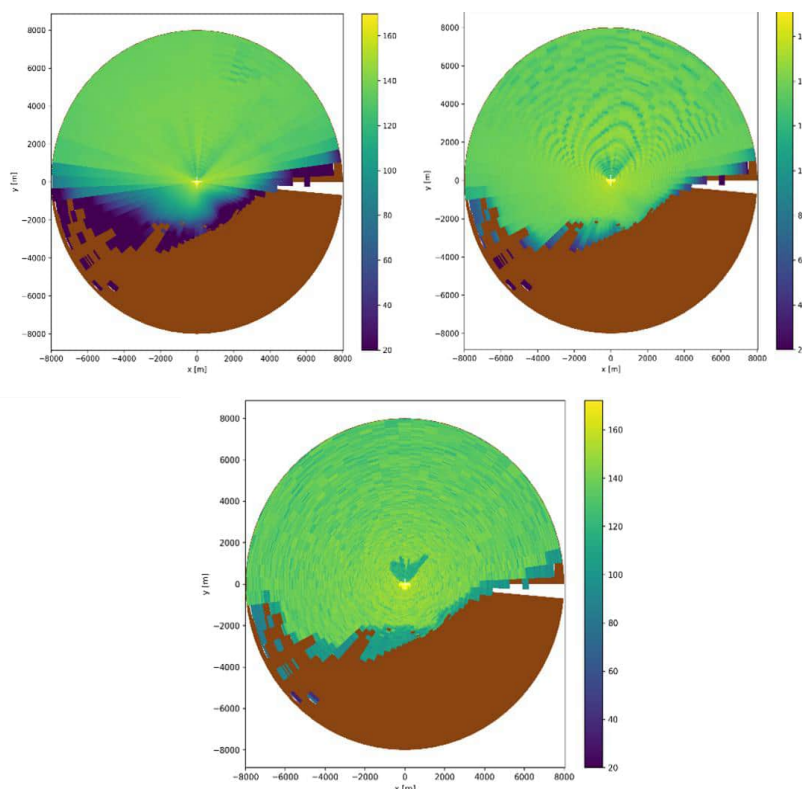


Figura 2: Mapas de propagación sonora ($SEL_{acumulado}$) en el Punto 9 de la zona somera con el contorno de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona, correspondiente al ruido provocado por el Driver-Jetting
a) superior izquierda 63Hz b) superior derecha 125Hz c) inferior 1000Hz



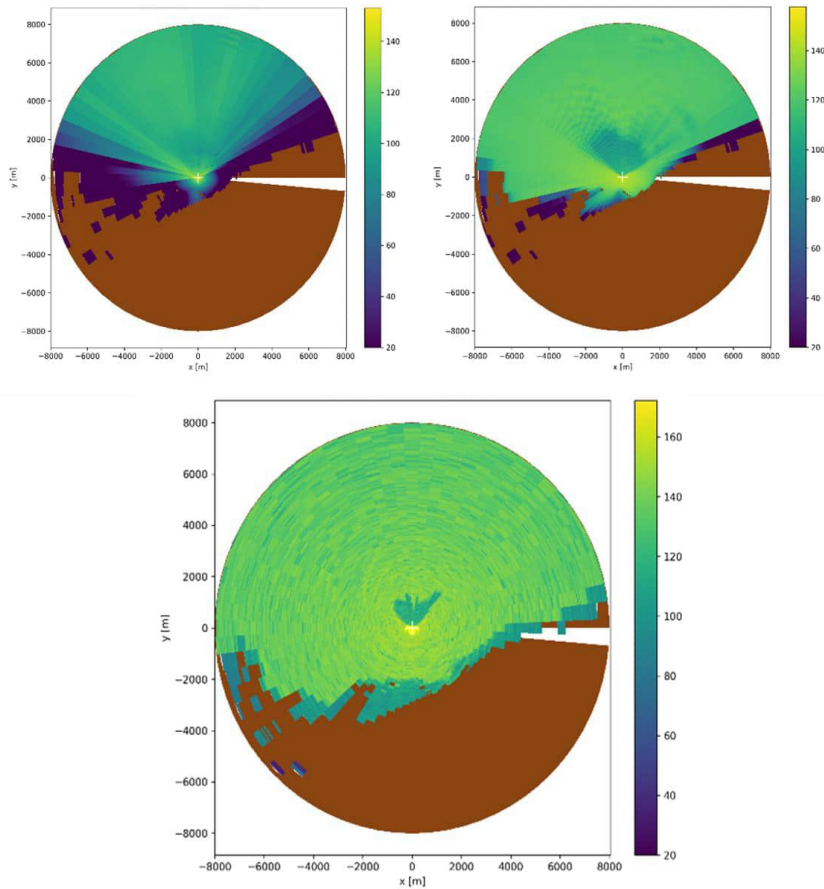


Figura 3: Mapas de propagación sonora ($SEL_{acumulado}$) en el Punto 8 de la zona somera con el contorno de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona, correspondiente al ruido provocado por el Driver-Jetting
a) superior izquierda 63Hz b) superior derecha 125Hz c) inferior1000Hz



4.2.2 Zona de aguas profundas

En este apartado, se mostrarán las gráficas correspondientes a la zona profunda en donde opera el arado Sea Stallion 3 o equivalente. En estas aparece una **zona de exclusión pintada de rojo** en donde se supera el umbral impuesto anteriormente.

4.2.2.1 Primera zona de arado (P3, P4 y P5)

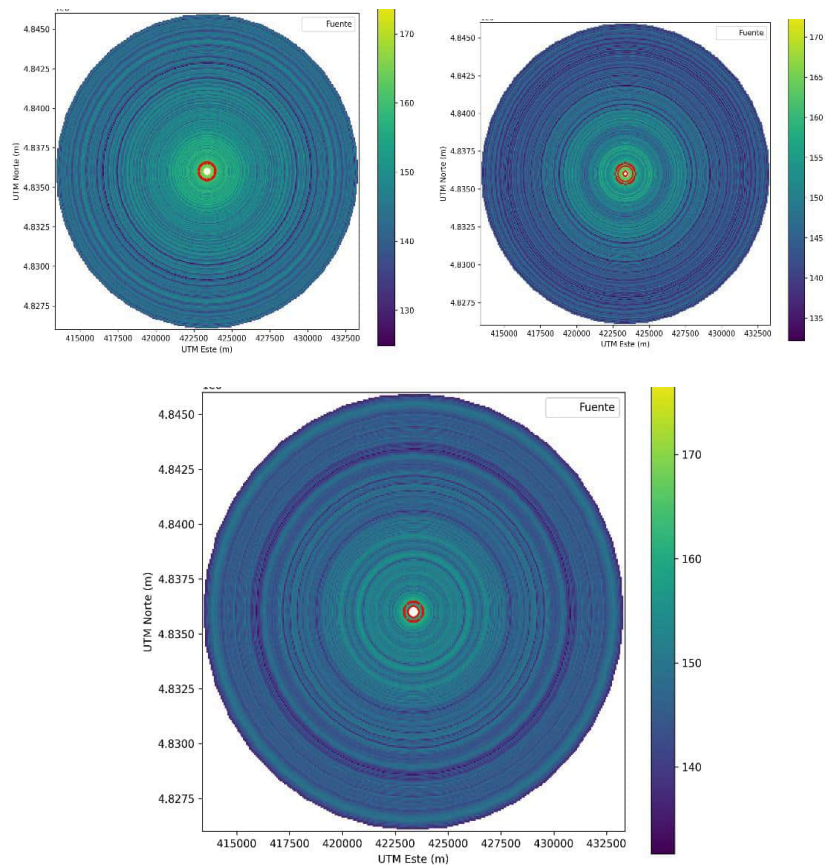


Figura 4: Mapas de propagación sonora (SELacumulado) en el Punto 3 de la zona profunda con los respectivos contornos de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona a) superior izquierda 63Hz b) superior derecha 125Hz c) inferior1000Hz



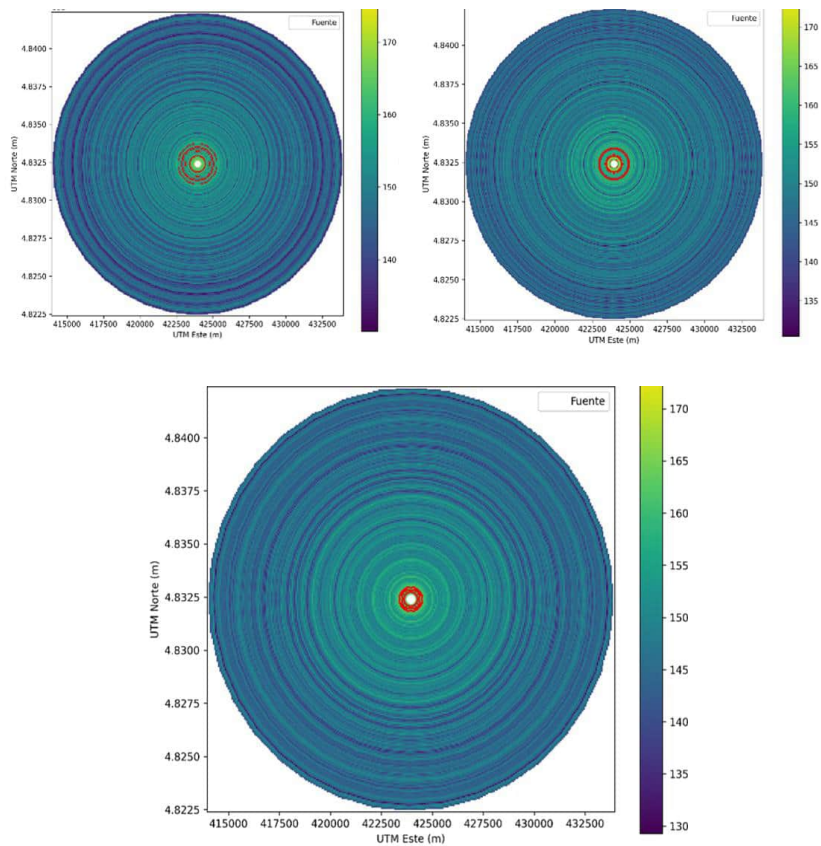


Figura 5: Mapas de propagación sonora (SEL_{acumulado}) en el Punto 4 de la zona profunda con los respectivos contornos de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona a) superior izquierda 63Hz b) superior derecha 125Hz c) inferior 1000Hz



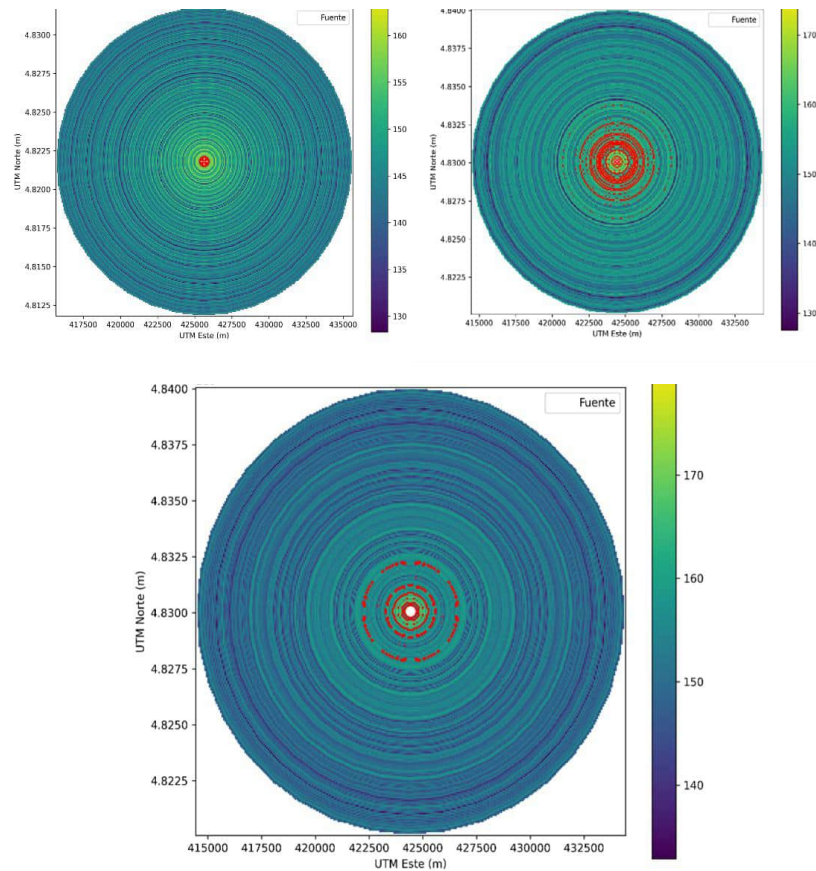


Figura 6: Mapas de propagación sonora (SELacumulado) en el Punto 5 de la zona profunda con los respectivos
contornos de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona a) superior izquierda 63Hz b) superior
derecha 125Hz c) inferior 1000Hz



4.2.2.2 Segunda zona de arado (P6 y P7)

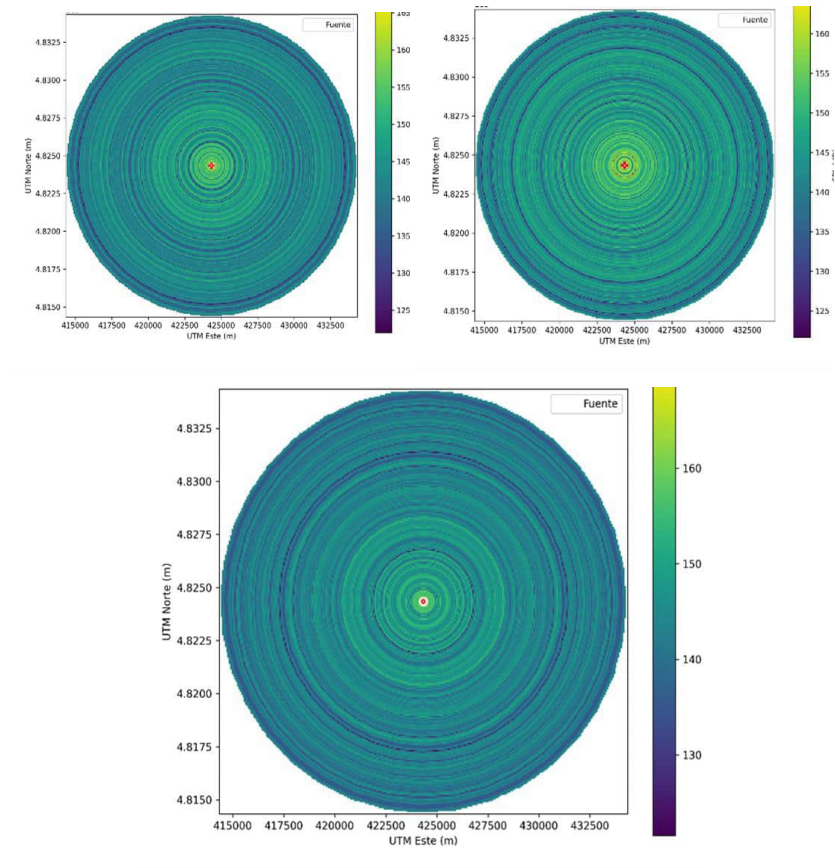


Figura 7: Mapas de propagación sonora (SEL_{acumulado}) en el Punto 6 de la zona profunda con los respectivos contornos de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona. a) superior izquierda 63Hz b) superior derecha 125Hz c) inferior 1000Hz



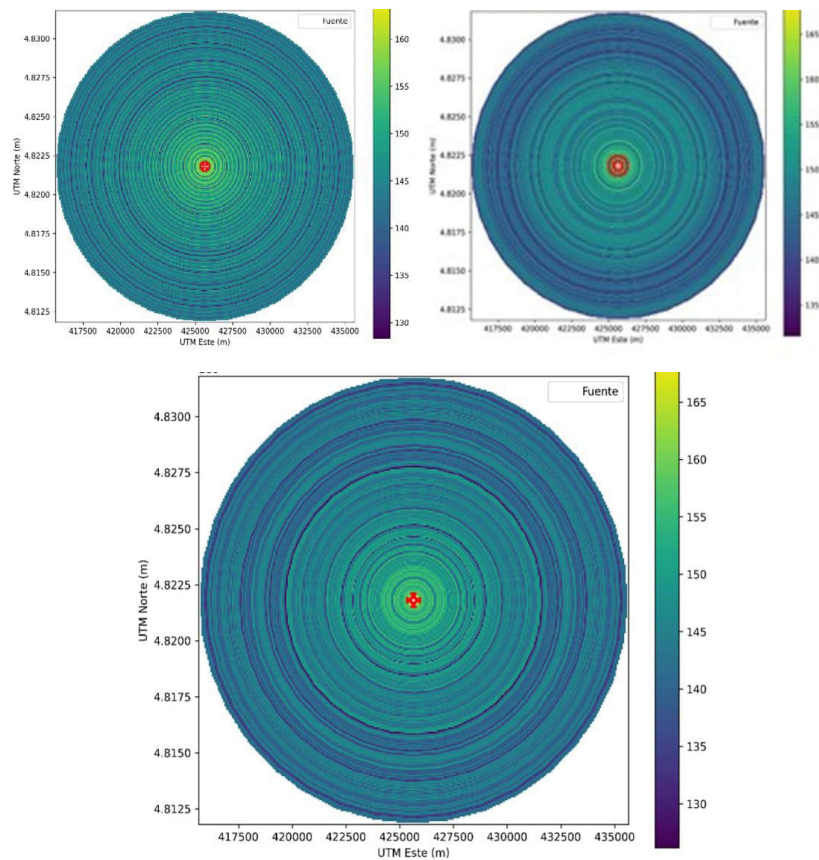


Figura 8: Mapas de propagación sonora (SELacumulado) en el Punto 7 de la zona profunda con los respectivos contornos de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona a) *superior izquierda* 63Hz b) *superior derecha* 125Hz c) *inferior* 1000Hz



4.2.2.3 Zona de operación del SubCom Durable (P2, P1)

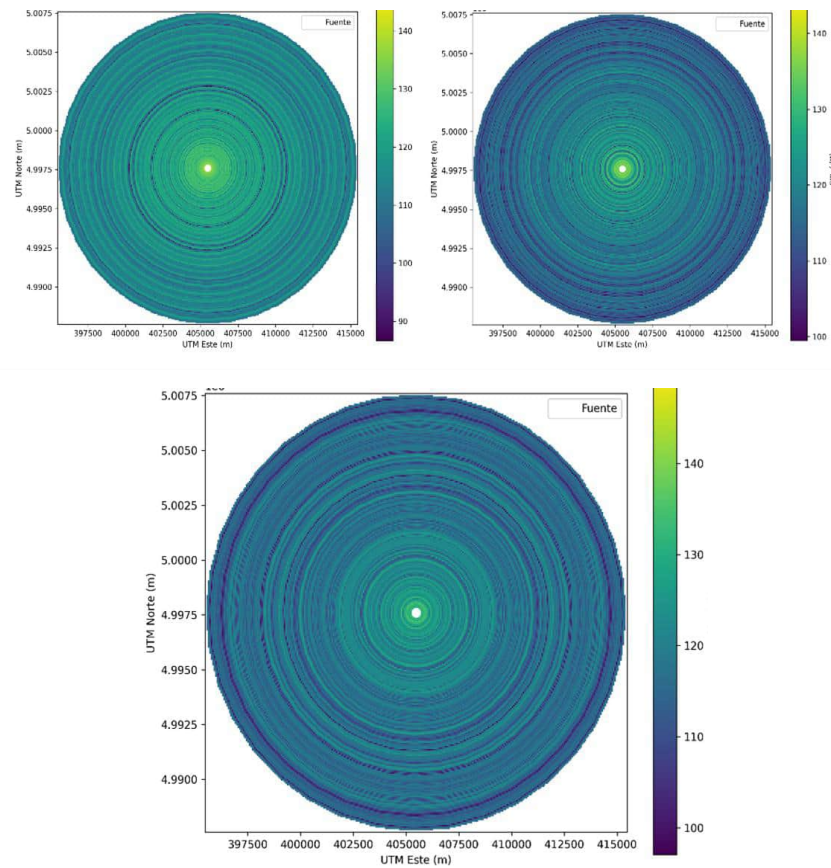


Figura 9: Mapas de propagación sonora (SELacumulado) en el Punto 2 de la zona profunda con los respectivos contornos de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona, correspondiente al ruido provocado por los barcos a) superior izquierda 63Hz b) superior derecha 125Hz c) inferior 1000Hz



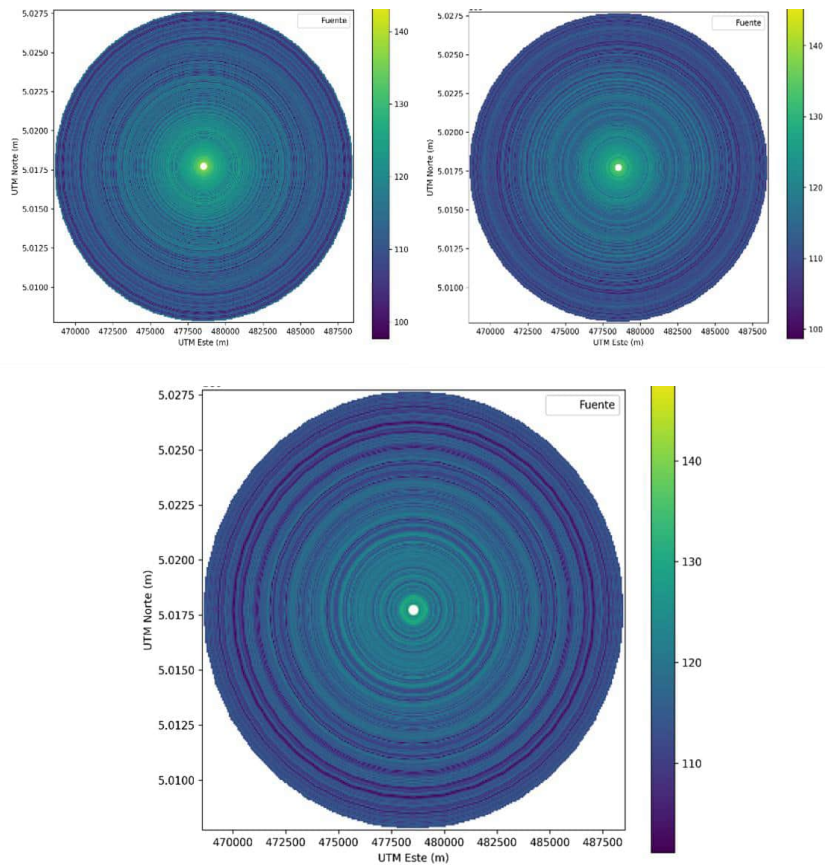


Figura 10: Mapas de propagación sonora ($SEL_{acumulado}$) en el Punto 1 de la zona profunda con los respectivos contornos de los umbrales auditivos ponderados para las especies de la zona, correspondiente al ruido provocado por los barcos a) superior izquierda 63Hz b) superior derecha 125Hz c) inferior 1000Hz



4.3 Zonas de exclusión

En la tabla siguiente se muestran las distancias máximas de exclusión para cada punto a las diferentes frecuencias de los umbrales auditivos ponderados para las especies. Estos radios de exclusión son provocados mayoritariamente por el ruido producido por el Diver-Jetting

Tabla 7: Distancias máximas para el umbral TTS (en negrita aquellos valores que superan 1 km).

Frecuencias	Diver-jetting (aguas someras)		Arado (aguas profundas)					Tendido (aguas profundas)	
	Punto 8	Punto 9	Punto 7	Punto 6	Punto 5	Punto 4	Punto 3	Punto 2	Punto 1
63Hz	96,4 m	~0 m	334,23 m	178,1 m	3381,97 m	1360,57 m	598,84 m	0 m	0 m
125Hz	257,0 m	~0 m	688,15 m	766,9 m	3731,23 m	1365,29 m	706,47m	0 m	0 m
1000Hz	546,2 m	~0 m	330,97 m	84,2 m	2248,73 m	591,10 m	477,52m	0 m	0 m

En vista de la tabla anterior se puede concluir lo siguiente:

- **Diver-jetting (aguas someras):** se aprecia un área de exclusión muy variable, desde 96 hasta casi 550 metros en el punto 8, mientras que para el primer punto no encontramos ninguna zona de exclusión. Esto se debe a la acumulación de ruido provocado por el Diver-Jetting. Además, se debe tener en cuenta que, para zonas tan poco profundas y tan cercanas a la costa, el ruido es disipado muy rápidamente.
- **Arado (aguas profundas)** a lo largo de cada tramo analizado se observa que el área de afección asociada a cada punto aumenta progresivamente a medida que se avanza por el cable en el sentido de instalación. Esto ocurre porque, cuanto mayor es el recorrido ya instalado del cable, mayor es el tiempo de exposición al ruido, y en consecuencia la contaminación acústica se incrementa. Además, la diferencia en los radios de exclusión también se debe a la profundidad, la batimetría y aspectos oceanográficos diferentes entre un punto y otro.
- **Tendido (aguas profundas):** el ruido generado por el barco principal y los auxiliares durante el tendido sin enterrado en aguas profundas no tiene zona de afección.



5. CONCLUSIONES

La modelización acústica realizada para las actividades de instalación del cable SOL en la Demarcación Marina Noratlántica ha permitido identificar las fuentes que generan mayor impacto potencial sobre los mamíferos marinos y tortugas.

- El uso del arado Sea Stallion 3 en **aguas profundas** es la que produce las mayores **distancias de exclusión**, alcanzando valores **superiores a 3 km** en los puntos más desfavorables.
- En **aguas someras**, el Diver-Jetting genera **zonas de exclusión más reducidas**, en parte debido a la batimetría local, con **radios que no superan los 600 m**. Por otro lado, las operaciones de tendido del cable en aguas profundas, donde solo intervienen el barco principal y los auxiliares, no superan los umbrales considerados, por lo que no requieren zona de exclusión acústica.

Estos hallazgos indican que es importante considerar **medidas de mitigación** para reducir el riesgo de alteraciones auditivas en la fauna presente durante la operación:

- **En aquellas zonas donde se supere el umbral auditivo** (zona de enterrado con diver-jetting y con arado): se recomienda la **presencia de observadores de mamíferos marinos (MMO, Marine Mammal Observers)** durante las actividades de instalación del cable con el fin de detectar y registrar la presencia de cetáceos en la zona de influencia y aplicar los **protocolos de espera y exclusión acústica** establecidos.
- **En la zona donde se supera por más de un kilómetro el radio de afección (puntos 4 y 5)** se recomiendan medidas adicionales, como alguna de estas dos alternativas:
 - No superar el tiempo de uso de la maquinaria de arado por más de 8 horas de manera continuada, realizando una parada operacional de 8 horas tras haber transcurrido el límite de 8 horas continuadas de trabajo o bien,
 - Uso de drones o avionetas para un mejor avistamiento de cetáceos en la zona de exclusión.

Asimismo, siempre que sea técnicamente posible, deberá implementarse un **procedimiento de “soft-start”** o incremento progresivo del nivel de emisión sonora, de manera que se reduzca el riesgo de exposición súbita a niveles elevados de energía acústica.



	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.14 Pág. 36 de 37
---	---	---

En cualquier caso, cabe señalar que en este estudio se han aplicado aproximaciones conservadoras en todas las fases de la modelización, incluyendo la elección de puntos de modelado con mayor impacto acústico, la utilización del SEL_{cum24h} bajo la hipótesis de exposición continua durante 24 horas (pese a contar con especies y fuentes de ruido móviles), y la adopción de niveles de fuente máximos para el arado y el diver-jetting. Estas decisiones metodológicas garantizan que los resultados representen un escenario conservador, en el que las distancias de exclusión reflejan el peor caso razonable. **En este contexto, las medidas de mitigación propuestas deben entenderse como recomendaciones coherentes con el enfoque conservador adoptado.**

Por otro lado, cabe destacar que el umbral TTS considerado **hace referencia a una alteración auditiva que es siempre temporal y reversible**, no provocando pérdida auditiva permanente cuando las exposiciones permanecen dentro de los límites establecidos.



	ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL ESTUDIO DE RUIDO EN UNA ZONA DE INSTALACIÓN DE UN CABLE SUBMARINO EN EL NORTE DE ESPAÑA	P25008_AECOM_Ed.14
		Pág. 37 de 37

6. BIBLIOGRAFÍA

- Chicote, C. A., & Castellote, M. (2013). Manual del Técnico de Acústica Pasiva para operaciones Offshore generadoras de ruido en aguas españolas. Fundación Biodiversidad y SUBMON®.
- **Directiva Marco de Estrategia Marina de la Unión Europea** (*Marine Strategy Framework Directive*, 2008/56/EC).
- Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). (2019). Estrategia marina de la Demarcación Canaria. Madrid.
- National Marine Fisheries Service. (2024). Actualización de: Guía técnica para evaluar los efectos del sonido antropogénico sobre la audición de los mamíferos marinos (Versión 3.0): Criterios submarinos y aéreos para el inicio de lesiones auditivas y cambios temporales en el umbral auditivo (NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-71). Departamento de Comercio de los Estados Unidos, NOAA.
- National Marine Fisheries Service (NMFS). (2025). *Summary of Recommended Endangered Species Act Acoustic Thresholds (Marine Mammals, Fishes, and Sea Turtles)*. Silver Spring, MD: NOAA, Office of Protected Resources.
- SMAP Submarine Cable (2024) | Appendix C – Impact Assessment – Installation Phase.
- Urick, R. J. (1983). Principles of underwater sound (3.ª ed.). McGraw-Hill.



Anexo 3. Dictamen sobre la dinámica litoral y efectos del cambio climático

Preparado para: SubCom, LLC

AECOM

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

AECOM



Dictamen sobre la dinámica litoral y efectos del cambio climático ante el aterrizaje de un cable submarino en la playa de la Virgen del Mar (Cantabria)

**Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria
Universidad de Cantabria**

19 de noviembre de 2025

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

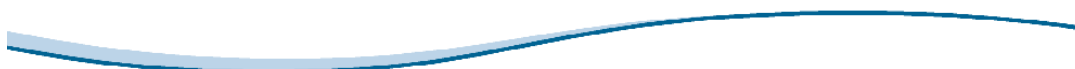
22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

ÍNDICE

1. Introducción y antecedentes	- 1 -
2. Información de partida	- 7 -
2.1. Oleaje	- 7 -
2.2. Nivel del mar	- 10 -
2.3. Topobatimetría	- 14 -
2.4. Geofísica	- 16 -
2.5. Sedimento granular de la playa	- 18 -
2.6. Ortofotos e imágenes satelitales	- 19 -
2.7. Estudios previos en la playa de la Virgen del Mar	- 20 -
3. Análisis de la Dinámica litoral.....	- 22 -
3.1. Introducción y metodología de análisis	- 22 -
3.1.1. Dimensionalidad de los procesos	- 22 -
3.1.2. Escala espacial y temporal de los procesos	- 23 -
3.2. Análisis en perfil	- 24 -
3.3. Análisis en planta	- 30 -
3.4. Afección por cambio climático	- 32 -
4. Conclusiones	- 35 -
 Anejo I. Análisis granulométrico	
1. Introducción.....	AI.1
 Anejo II. ORTOFOTOS E IMÁGENES SATELITALES	
1. Introducción.....	AII.1
2. Imágenes	AII.1



1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La empresa **AECOM** participa en la instalación del cable submarino "Sol" de Google, que establecerá una ruta directa, atravesando las islas Azores y Bermudas, entre Palm Coast (Florida) y Cantabria (España), con aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar (Figura 1).



Figura 1. Trazado del cable "Sol" en su tramo de aproximación a la costa española.

El cable "Sol" se enterrará en la arena de la playa de la Virgen del Mar para su aterrizaje en la costa española (Figura 2), por ello la empresa AECOM solicitó los servicios de la Fundación - Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (**IHCantabria**) para estudiar la afección del enterramiento del cable a la dinámica litoral y los efectos del cambio climático en la playa.

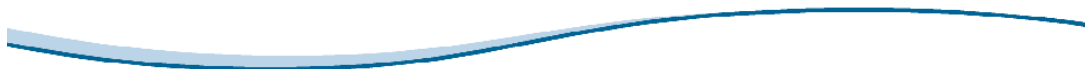




Figura 2. Trazado del cable "Sol" en su aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar (Cantabria).

Se prevé que el cable submarino "Sol" utilice la arqueta e instalaciones existentes en la rampa de acceso a la playa (Figura 3), desde la cual se enterrará, siempre que sea viable, en la arena de la playa:

- Por medios mecánicos terrestres (retroexcavadora) por encima de la cota de la bajamar, pudiendo alcanzarse 1 m de profundidad de la zanja de enterramiento.
- Por excavación manual realizada por buzos mediante lanzas de agua ("jetting") en la playa sumergida por debajo de la bajamar hasta los 10 m de profundidad, alcanzando una profundidad de entre 0.5 m y 1 m de enterramiento.
- Mediante arado submarino siempre que sea técnicamente viable y a profundidades mayores de 10 m, también alcanzando hasta 1 m de profundidad de enterramiento



(dependiendo de las características del fondo marino y del tipo de sedimento).

- En aguas muy profundas (>1000 m), el cable se deposita sobre la superficie del fondo marino.

Las profundidades de enterramiento anteriormente indicadas están sujetas a posibles cambios según las características del terreno.



Figura 3. Rampa de acceso a la playa de la Virgen del Mar y arqueta para el aterrizaje del cable.

El cable de fibra óptica contará con armaduras de distinto tipo y medias cañas a modo de protección adicional tanto en la playa como en las áreas de aguas poco profundas, especialmente en áreas con hábitats rocosos y/o alta actividad en la zona de oleaje. Las medias cañas son piezas de hierro fundido atornilladas entre sí formando una estructura cilíndrica de 11.05 cm de diámetro (Figura 4).



Figura 4. Ejemplo de instalación de medias cañas.



El presente documento constituye el estudio de la dinámica litoral para establecer cuáles son los posibles impactos de las obras de instalación del cable (incluidas protecciones) en el entorno. En el estudio se evalúa tanto el efecto de la instalación del cable en la dinámica litoral como el impacto del cambio climático sobre la dinámica de la playa y por consiguiente sobre el cable enterrado.

La playa de la Virgen del Mar está constituida principalmente por arenas finas y medias y se sumerge periódicamente durante las pleamares formando parte de un sistema que conforma un tómbolo que une la isla de la Virgen del Mar a la costa durante las bajamares. Junto a la rampa de acceso a la playa se sitúa el estribo de un puente de 25 m de luz que permite el acceso a la isla durante la pleamar (Figura 5).

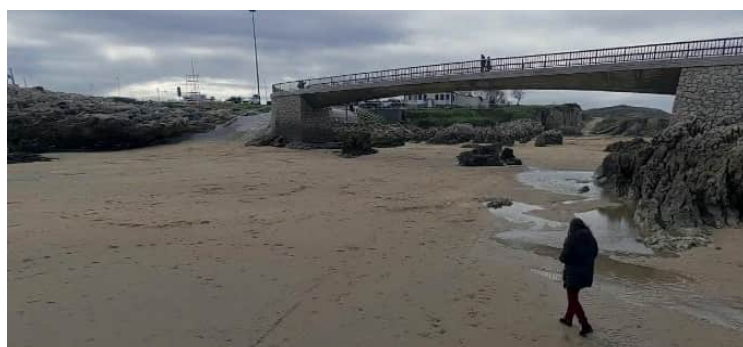


Figura 5. Rampa de bajada a la playa y puente de acceso a la isla de la Virgen del Mar.

La playa se inunda tanto desde el oeste como desde el noreste cuando sube la marea (Figura 6). Sin embargo, el extremo oeste del tómbolo se encuentra rigidizado por una acumulación de gravas y bolos de forma que la arena de la playa queda confinada en este lado. La playa de la Virgen del Mar se orienta por tanto hacia el noreste, en el otro extremo del tómbolo. Cuenta con una longitud aproximada de 400 m, se encuentra totalmente encajada entre acantilados bajos, y trasdosada por un paseo y un aparcamiento.

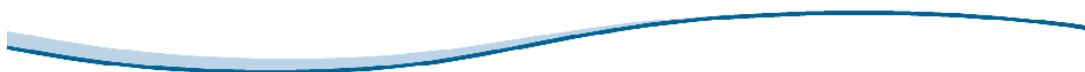




Figura 6. Inundación de la playa desde los extremos Oeste y Noreste del tómbolo que une la isla de la Virgen del Mar a la costa.

Cabe destacar que existen dos cables más con aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar:

- El cable de fibra óptica "Anjana" de META instalado en octubre de 2024, que cruza el Atlántico hasta Myrtle Beach (Carolina del Sur).
- Un cable de Telefónica más antiguo, "Rioja-1", fuera de servicio en la actualidad y que conectaba España con Reino Unido.

Dadas las características de la playa donde se instalará el cable, el estudio se han limitado a un dictamen razonado con base en **criterio experto**, empleando formulaciones empíricas sencillas a partir de la información descrita en el capítulo 2 de este documento, que contiene información topo-batimétrica y sobre la geofísica y naturaleza del fondo marino aportada por AECOM, información del clima marítimo y sus proyecciones de cambio climático obtenidas de las bases de datos de IHData (<https://ihcantabria.com/software-y-servicios-tic/ihdata/>), información obtenida del estudio previo realizado por Tecnoambiente en el marco del enterramiento del cable "Anjana" en la misma playa, información granulométrica del sedimento de la playa (Anejo I) y de imágenes satelitales de la zona (Anejo II).

Con el alcance anteriormente descrito, este dictamen aborda el contenido requerido para el estudio básico de dinámica litoral descrito en los Artículos 91 y 93 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, así como la evaluación de los efectos sobre el cambio climático, tal como indica el artículo 92 del RD 876/2014, incluyendo los siguientes aspectos:



-
- a) Estudio de la capacidad de transporte litoral.
 - b) Balance sedimentario y evolución de la línea de costa, tanto anterior como previsible.
 - c) Clima marítimo, incluyendo estadísticas de oleaje y temporales direccionales y escalares.
 - d) Dinámicas resultantes de los efectos del cambio climático.
 - e) Batimetría hasta zonas del fondo que no resulten modificadas, y forma de equilibrio, en planta y perfil, del tramo de costas afectado.
 - f) Naturaleza geológica de los fondos.
 - g) Evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona.

Para ello, en el capítulo 3 del presente documento se describen las hipótesis (ortogonalidad y segregación por escalas), así como los métodos empleados y los resultados obtenidos para el estudio en perfil y planta de los procesos hidro-morfodinámicos litorales de corto, medio, largo plazo y de los efectos del cambio climático en el muy largo plazo.

El presente dictamen ha sido elaborado por los siguientes miembros de IHCantabria:

- Jara Martínez Sánchez, Dra. Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos
- Omar Quetzalcoatl Gutiérrez Gutiérrez, Dr. Oceanografía Física



2. INFORMACIÓN DE PARTIDA

Los datos de partida empleado en este dictamen incluyen información topo-batimétrica y sobre la geofísica y naturaleza del fondo marino aportada por AECOM, información del clima marítimo y sus proyecciones de cambio climático obtenidas de las bases de datos de IHDData (<https://ihcantabria.com/software-y-servicios-tic/ihdata/>) y de la red de medida **PORTUS (Puertos del Estado)**, información obtenida del estudio previo realizado por Tecnoambiente en el marco del enterramiento del cable "Anjana" en la misma playa, información granulométrica del sedimento de la playa obtenida de una campaña de campo realizada por IHCantabria (Anejo I) y de imágenes satelitales de la zona (Anejo II).

2.1. Oleaje

Para la obtención de los regímenes de oleaje a pie de playa, se ha utilizado la base de datos de reanálisis GOW (Global Ocean Waves) y DOW (Downscaled Ocean Waves, Camus et al., 2013), ambas generadas por IHCantabria.

La base de datos GOW se presenta como un conjunto de reconstrucciones históricas de oleaje generadas con el modelo numérico WaveWatch III (WWIII, Tolman, 1991). WWIII es un modelo espectral de tercera generación desarrollado por NOAA/NCEP. La hipótesis fundamental asumida en la resolución de la ecuación de balance de densidad espectral es que las propiedades del medio, así como las del campo de oleaje, varían en el espacio y en el tiempo en escalas mucho mayores que una longitud de onda. Una limitación del modelo, por tanto, es que no es capaz de simular los efectos de propagación del oleaje en mallas de muy alta resolución.

Los forzamientos utilizados proceden del reanálisis global CFSR y de su continuación CFSv2. Cuenta con una malla global de mayor resolución de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$, anidada a esta tiene otra malla global de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ que solo cubre las zonas cercanas a la costa. Cabe resaltar que al ser una base de datos global la resolución espacial es insuficiente para reproducir los procesos que se producen en profundidades reducidas.

Los productos GOW han sido validados con medidas instrumentales in-situ procedentes de boyas y medidas remotas procedentes de satélite. Los registros in-situ proceden de redes de boyas de diferentes organismos, como por ejemplo Puertos del Estado.

GOW proporciona información de altura de ola significativa (H_s), periodo de pico (T_p), dirección media (Dir), en un punto situado a 2.5 Km hacia el norte de la playa de la Virgen del Mar en profundidades indefinidas (Figura 7). Los datos tienen periodicidad horaria y son homogéneos y continuos desde enero de 1979 hasta marzo de 2025.



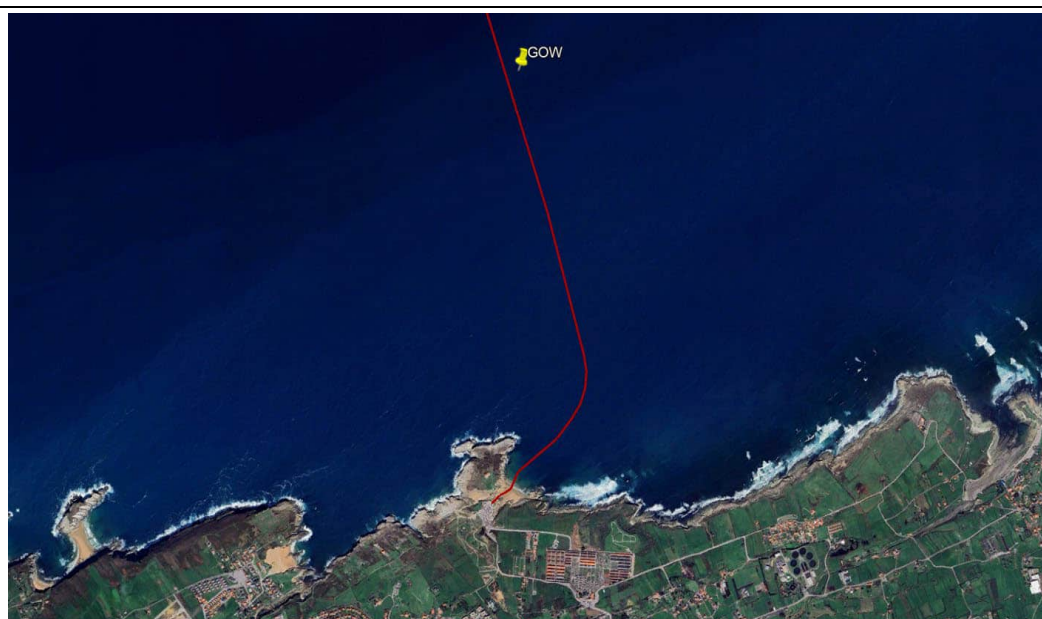


Figura 7. Localización del punto de la base de datos de oleaje GOW, junto al trazado del cable "Sol" en su aproximación a la playa de la Virgen del Mar.

Tanto los oleajes reinantes como los dominantes provienen fundamentalmente del NW y N-NW (Figura 8), con dirección de flujo medio de energía N40°W.

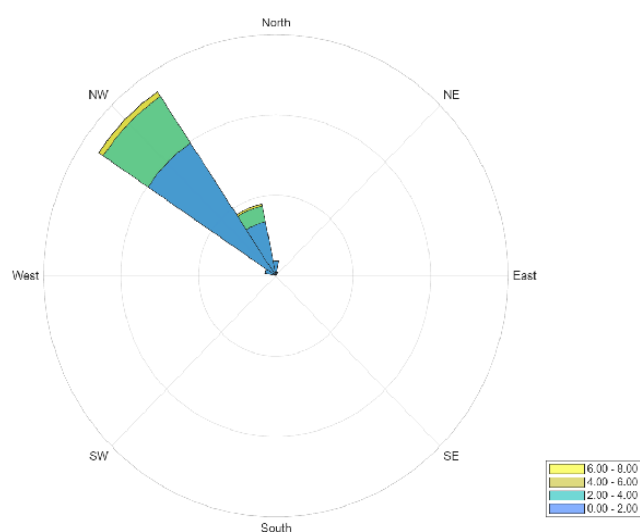
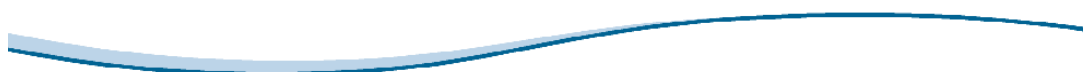


Figura 8. Rosa direccional de altura de ola significativa (m) de la base de datos de oleaje GOW frente a la playa de la Virgen del Mar.



Respecto a los oleajes extremos, la altura de ola significativa local que es excedida 12 horas al año es de 5.7 m y su periodo asociado es de 14 m, superando los oleajes más energéticos los 6 m de altura significativa de ola.

El oleaje promedio en invierno presenta una altura de ola significativa de 2 m y periodo de pico de 12 s, mientras que en verano la altura de ola significativa se reduce a 1.2 m y su correspondiente periodo de pico es de 10 s.

Para estimar los efectos del cambio climático en la altura de ola y la dirección del oleaje se han empleado los resultados del visor de Cambio Climático en la Costa Española C3E (<https://c3e.ihcantabria.com/>), que recoge la información en 1196 puntos del litoral español. Se han obtenido información en un punto situado a 3 Km al noroeste de la playa de la Virgen del mar (Figura 9) de las siguientes variables de la base de datos de oleaje de reanálisis DOW (Camus et al., 2013): altura de ola significativa del 99% de superación ($H_{s99\%}$) y dirección media del oleaje (Dir).



Figura 9. Localización del punto de la base de datos de oleaje DOW, junto al trazado del cable "Sol" en su aproximación a la playa de la Virgen del Mar.



Para dos escenarios climáticos medio y pesimista (RCP4.5 y RCP 8.5 del AR5¹, respectivamente), se ha extraído el cambio respecto al periodo de referencia 1985-2005 en los periodos a corto (2026-2045) y largo plazo (2081-2100) por separado (Tabla 1). Se observa que los cambios en la altura ($\Delta H_{s99\%}$) y dirección del oleaje (ΔDir) son no significativos en todos los casos (a la vista de los resultados del intervalo de confianza, IC, de las variables), excepto para la variable $H_{s99\%}$ en el escenario pesimista y en largo plazo, en el que la altura de ola se reduce en 0.2 m.

Tabla 1. Variación respecto al periodo de referencia (1985-2005).

Periodo	Escenario	$\Delta H_{s99\%}$ (m)	IC _{5%}	IC _{95%}	ΔDir (°)	IC _{5%}	IC _{95%}
2026-2045	RCP4.5	0.001	-0.124	0.128	0.365	-0.331	1.063
	RCP8.5	0.0004	-0.096	0.097	0.336	-0.350	1.023
2081-2100	RCP4.5	-0.066	-0.229	0.096	0.112	-0.595	0.818
	RCP8.5	-0.205	-0.337	-0.073	-0.119	-0.877	0.638

Por lo tanto, se puede concluir que los efectos del cambio climático sobre el oleaje incidente en la playa de la Virgen del Mar son despreciables.

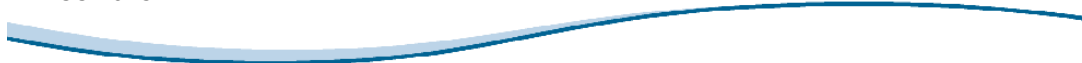
2.2. Nivel del mar

Se entiende por nivel del mar la posición media de la superficie libre del mar una vez filtradas las oscilaciones asociadas al oleaje de viento y grupos de ondas, de forma que las oscilaciones resultantes son causadas por movimientos de largo periodo asociados a la meteorología y a los movimientos astronómicos:

- La oscilación del nivel medio del mar asociada a la evolución de los sistemas meteorológicos tiene carácter aleatorio y se denomina Marea Meteorológica.
- La oscilación del nivel asociada a los movimientos astronómicos tiene carácter determinista y se le denomina Marea Astronómica.

La combinación de las estadísticas de ambas mareas es lo que se denomina régimen del nivel del mar (Figura 10).

¹ IPCC 2013.



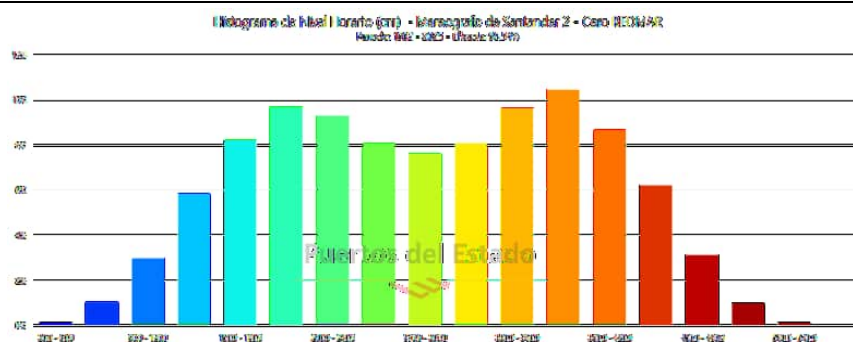


Figura 10. Histograma del régimen del nivel del mar horario en el mareógrafo de Santander 2 (Puertos del Estado).

Para valorar el régimen del nivel del mar en la playa de la Virgen del Mar, se han utilizado los registros del mareógrafo Santander 2 de Puertos del Estado situado a unos 12 Km de la playa de la Virgen del Mar (Figura 11).

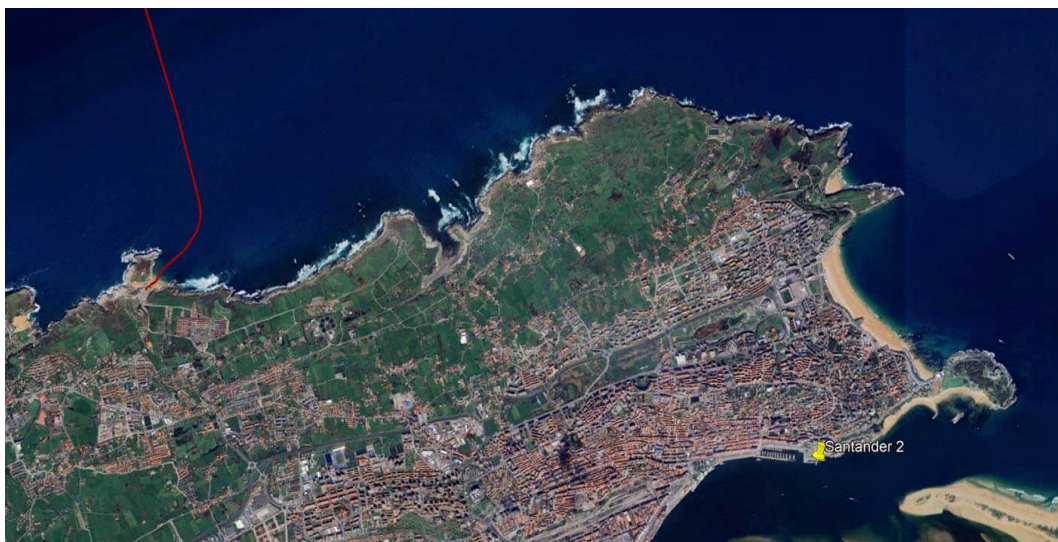
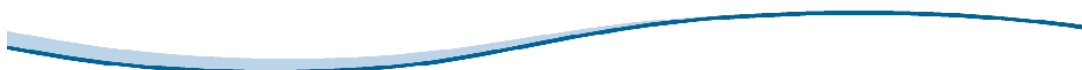


Figura 11. Localización del mareógrafo Santander 2, próximo al trazado del cable "Sol" en su aproximación a la playa de la Virgen del Mar.

La carrera de marea mínima y máxima en la zona es de 0.87 y 4.92 m (Figura 12).



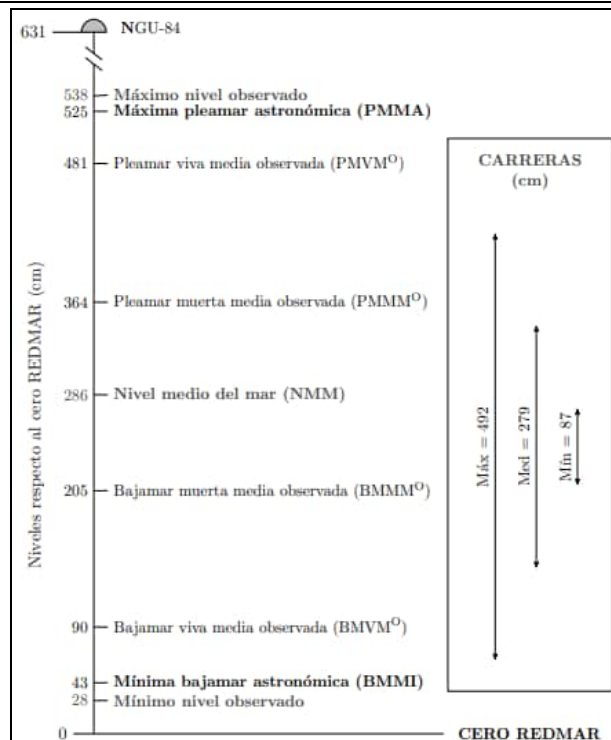
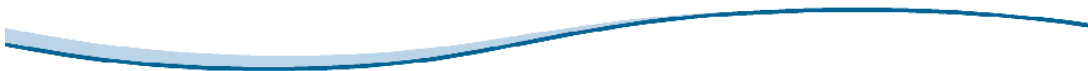


Figura 12. Principales referencias de nivel del mar del mareógrafo Santander 2.

Al margen de la marea astronómica y meteorológica, que tienen efectos sobre el nivel del mar en el corto plazo, hay dos factores principales que causan la subida del nivel del mar en el largo plazo como consecuencia del calentamiento global: 1) la expansión térmica del agua del mar y 2) el deshielo. A medida que el agua se va calentando se produce un aumento de su volumen que da lugar a un aumento en el nivel y, por otro lado, el aumento de la temperatura contribuye al deshielo de glaciares y otras reservas de agua continentales y de las principales placas de hielo de la Antártida y Groenlandia (Meehl et al. 2007). Hoy en día se sabe que la expansión térmica de los océanos es responsable de alrededor de un tercio de la subida del nivel del mar global producido en el siglo XX hasta 1990. Desde entonces, el deshielo procedente de glaciares, y capas de hielo continentales y polares ha sido mucho más importante.

Para la consideración del ascenso del nivel medio del mar en el largo plazo por acción del cambio climático, se han extraído las proyecciones del sexto informe, AR6, del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2023) para los escenarios medio (trayectoria socioeconómica compartida SSP2-4.5, Figura 13) y pesimista (SSP5-8.5, Figura 14) referido al año de referencia 2025 y regionalizado para la zona de estudio.



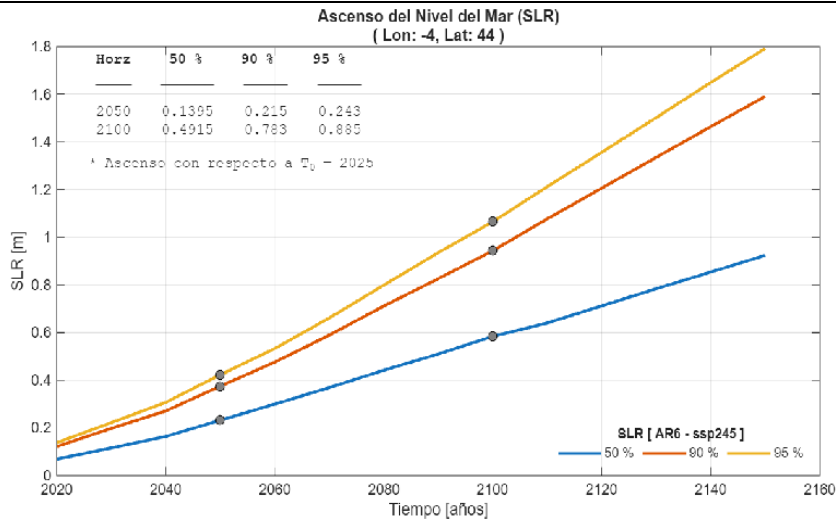


Figura 13. Percentiles del 50%, 90% y 95% del ascenso del nivel medio del mar (SLR) en la playa de la Virgen del Mar (longitud 4°W, latitud 44°N) según el escenario medio del AR6 (SSP2-4.5), respecto al año 2025 y para diversos años horizonte (Horz).

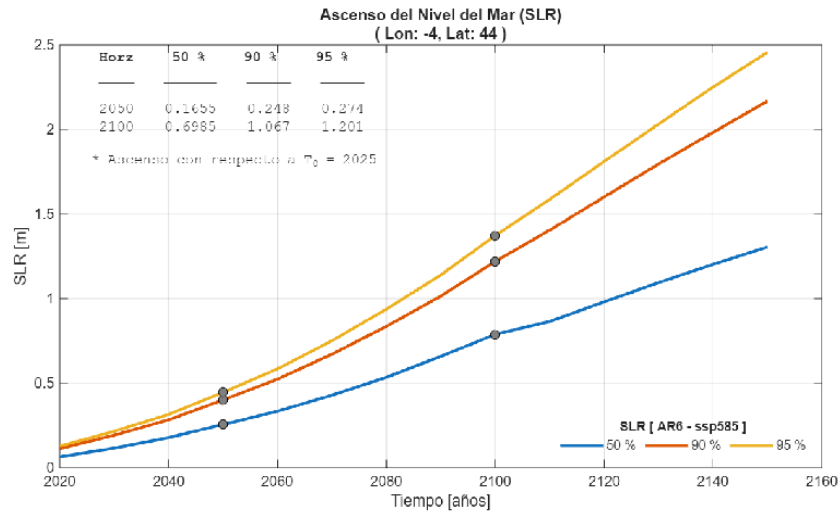
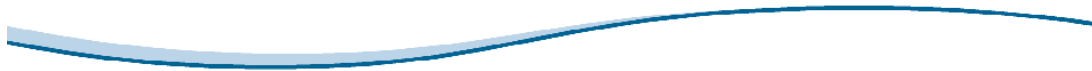


Figura 14. Percentiles del 50%, 90% y 95% del ascenso del nivel medio del mar (SLR) en la playa de la Virgen del Mar (longitud 4°W, latitud 44°N) según el escenario más pesimista del AR6 (SSP5-8.5), respecto al año 2025 y para diversos años horizonte (Horz).

A la vista de los resultados mostrados en los anteriores gráficos, se estima un ascenso del nivel medio del mar de hasta 1.201 m entre el año 2025 y hasta el año 2100, según el escenario más pesimista, y de 0.885 m según el escenario medio.



2.3. Topobatimetría

AECOM ha facilitado los resultados de levantamientos topográfico y batimétrico llevados a cabo en la zona en marzo de 2025.

El levantamiento topográfico se realizó entre el 28 y 29 de marzo de 2025 en la playa de la Virgen del Mar, incluyendo la zona intermareal hasta la bajamar y los acantilados colindantes (Figura 15).

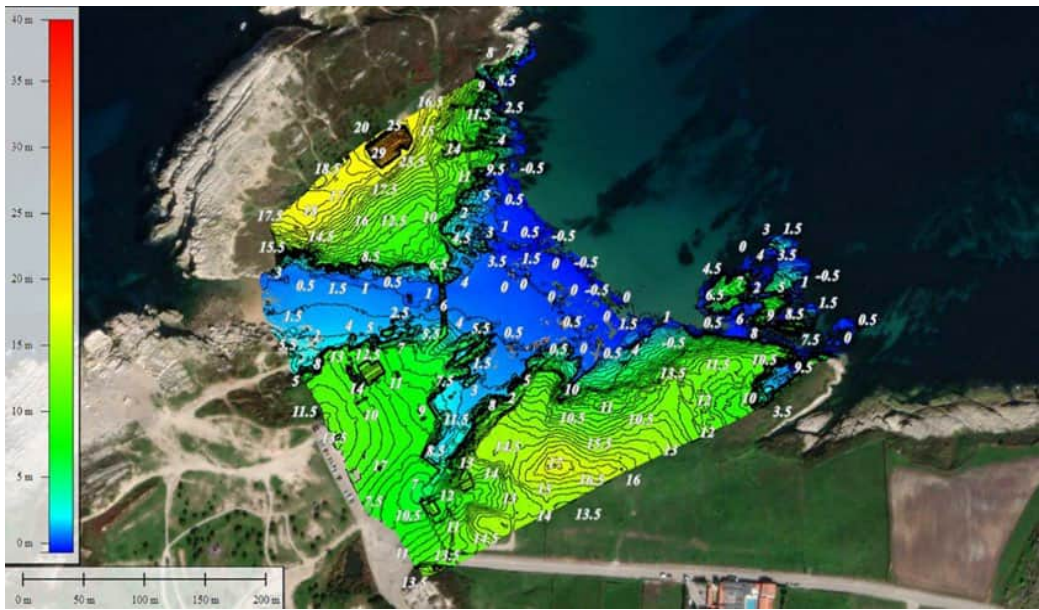
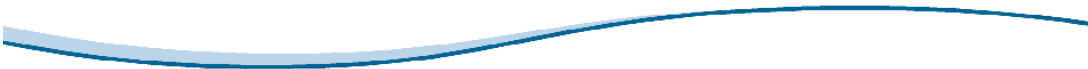


Figura 15. Levantamiento topográfico de la playa de la Virgen del Mar. Fuente: informe “Land, diver and inshore survey” (Subcom, 2025).

El levantamiento batimétrico se realizó a lo largo de un corredor de 300 m de ancho en torno al trazado del cable “Sol” y hasta los 20 m de profundidad (Figura 16), aunque se alcanzaron profundidades mayores hasta los 22 m aproximadamente. Se llevó a cabo entre el 17 y 20 de marzo de 2025 mediante una embarcación equipada con ecosonda multihaz.



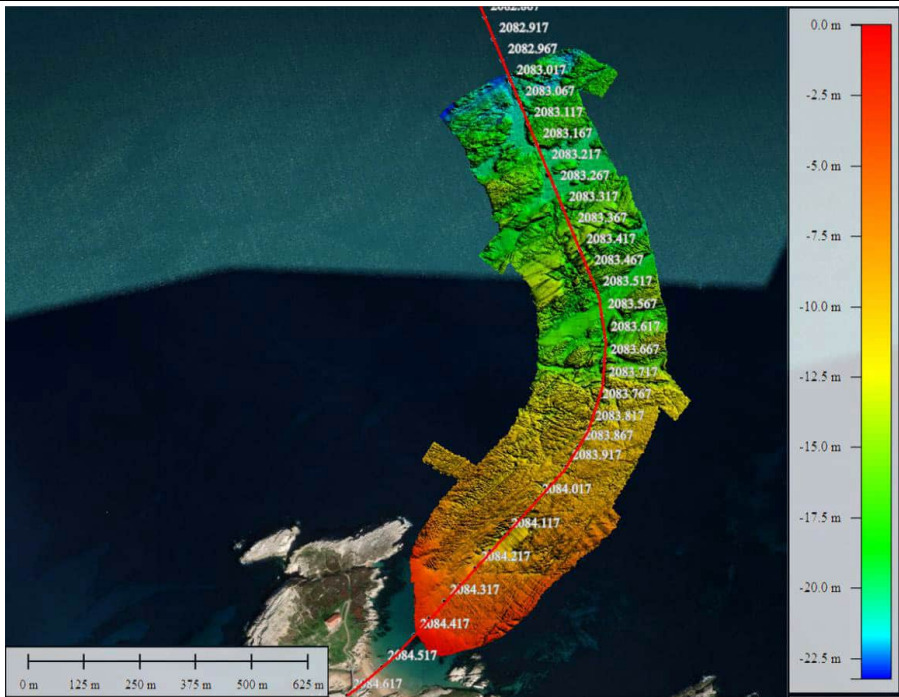
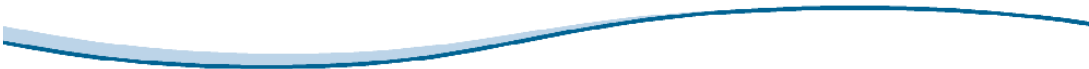


Figura 16. Levantamiento batimétrico del corredor en torno al trazado del cable “Sol” en su aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar. Fuente: informe “Land, diver and inshore survey” (Subcom, 2025).

La información relevante para el estudio de la dinámica litoral corresponde al primer tramo de este corredor en su alineación Suroeste-Noreste desde la playa y hasta los 12.5 m de profundidad aproximadamente.

Ambos levantamientos se complementan con una campaña de medición de profundidades realizada por buzos en aguas someras mediante inmersión los días 28 de marzo, 8 y 9 de abril de 2025.

A partir de la topobatimetría completa, consolidando las 3 fuentes de información, se ha extraído un perfil de playa siguiendo el trazado del cable “Sol” desde la rampa de acceso a la playa y siguiendo una dirección noreste (Figura 17).



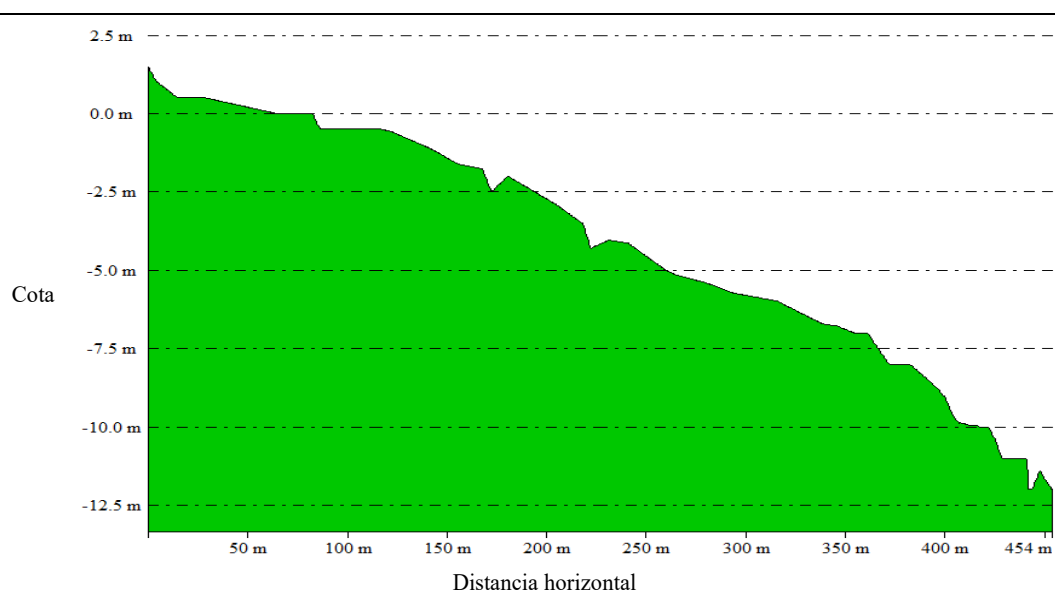


Figura 17. Perfil de playa a lo largo del trazado del cable "Sol", desde el pie de la rampa de acceso a la playa de la Virgen del Mar.

2.4. Geofísica

Los levantamientos topo-batimétricos facilitados por AECOM, se acompañan de estudios caracterización de los fondos marinos y de la capa de espesor del sedimento granular en la playa.

Por encima de la bajamar se observa sedimento granular en toda la extensión de la playa (Figura 18). Sin embargo, en la playa sumergida se observan algunos afloramientos rocosos en la zona de aguas más someras (Figura 19) y un fondo predominantemente rocoso con solo algunos parches arenosos en aguas más profundas (Figura 20).



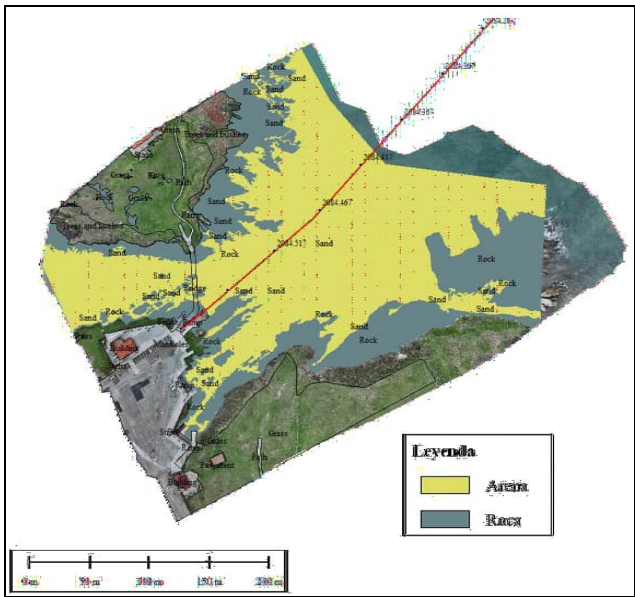


Figura 18. Clasificación del tipo sedimentos encontrados en el levantamiento topográfico de la playa de la Virgen del Mar por encima de la cota de la bajamar. Fuente: modificado del informe "Land, diver and inshore survey" (Subcom, 2025).

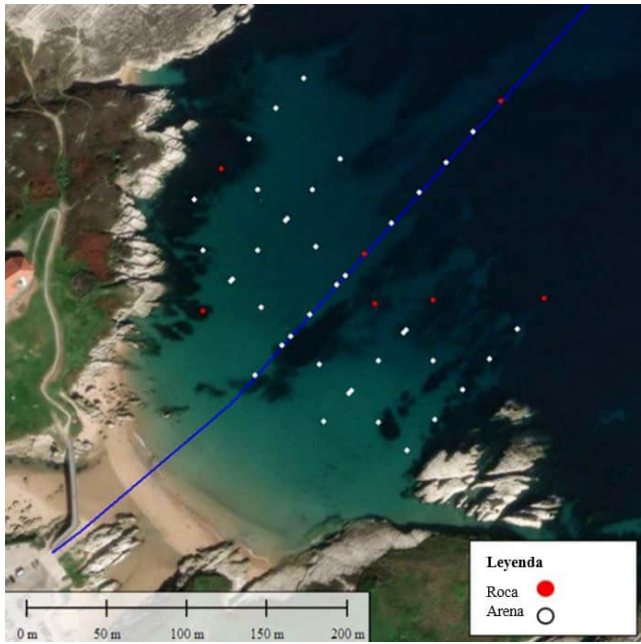


Figura 19. Clasificación del sedimento del lecho mediante la inmersión de buzos en aguas someras de la playa sumergida. Fuente: modificado del informe "Land, diver and inshore survey" (Subcom, 2025).



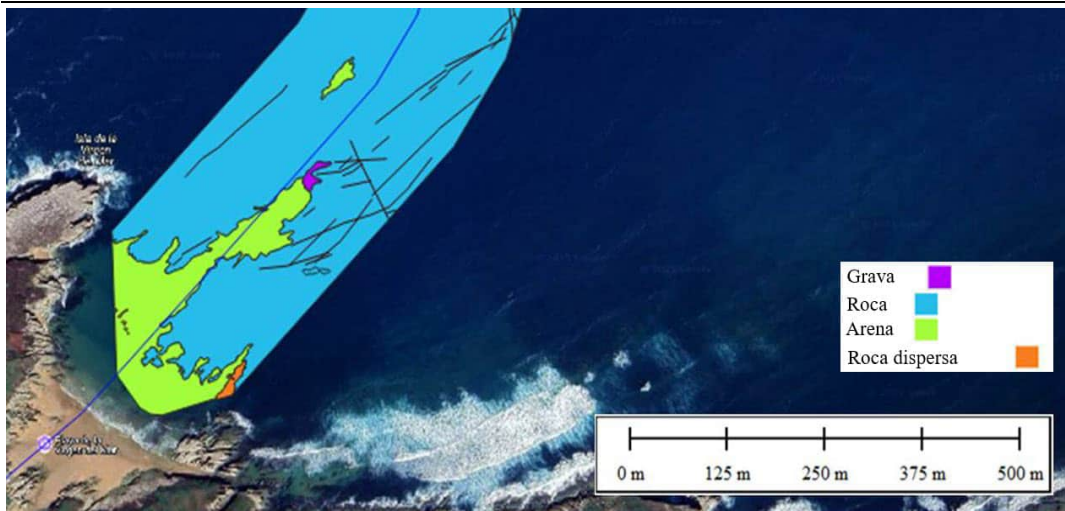


Figura 20. Clasificación del tipo de sedimento en el lecho marino en la playa sumergida y en aguas más profundas, mediante interpretación de ecosonda multihaz, sonar de barrido lateral y muestras de sedimentos. Fuente: modificado del informe "Land, diver and inshore survey" (Subcom, 2025).

Respecto al espesor de la capa de arenas a lo largo de la alineación del cable "Sol" mediante perfilador de subfondo (Figura 21), se obtiene un espesor de menos de un metro hasta los 9 m de profundidad y un espesor máximo de 4.2 m entre los 9 y 12 m de profundidad. En el resto de la alineación Suroeste-Noreste del trazado del cable se encuentra fondo rocoso.

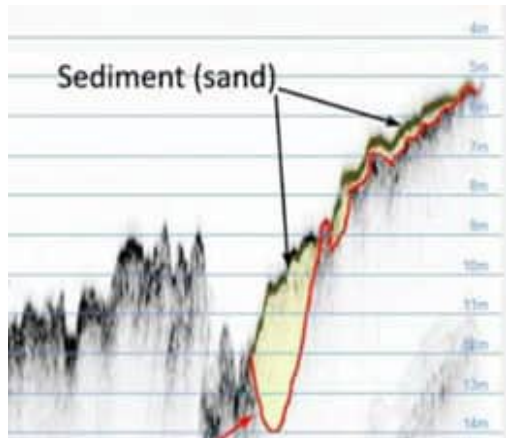
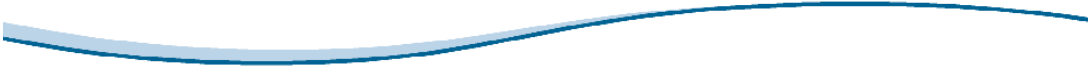


Figura 21. Resultados del perfilador de subfondo a lo largo del trazado del cable "Sol" Clasificación del tipo de sedimento en el lecho marino en la playa sumergida. Fuente: modificado del informe "Land, diver and inshore survey" (Subcom, 2025).

2.5. Sedimento granular de la playa

Para la caracterización de sedimentos en la zona de estudio IHCantabria realizó una



campana de campo para tomar muestras en la playa de la Virgen del Mar el 19 de junio de 2025 (Figura 22).



Figura 22. Toma de muestras de sedimento de la playa.

La campana se realizo durante la segunda bajamar del dia, que tuvo lugar a las 17:35 con un coeficiente de marea de 64, para una bajamar de -1.1 m respecto al nivel medio del mar.

En esta campana se tomaron 4 muestras de sedimento en la zona central de la playa, en torno a la futura ubicacion del cable y por encima de la cota de bajamar. Posteriormente, las muestras recogidas se analizaron en el laboratorio IHLab BIO para caracterizar la granulometria de los sedimentos.

Los resultados de los analisis granulometricos se recogen en el Anejo I al presente documento, presentando arenas finas y medias con D_{50} que varia entre 0.244 mm en la muestra tomada en la linea de pleamar y 0.324 mm en la muestra tomada en la bajamar.

2.6. Ortofotos e imagenes satelitales

En el caso de playa de Virgen del Mar, se dispone de tres fuentes de datos con imagenes satelitales u ortofotos:

- Imagenes de satelite de Google Earth.
- Ortofotos del Instituto Geografico Nacioal (IGN).
- Ortofotos del Gobierno de Cantabria.

Este tipo de imagenes permiten el estudio cualitativo de la evolucion morfologica de la playa. El problema principal que presentan estas imagenes para permitir la medicion de la linea de costa y su estudio cuantitativo es que no se dispone de la informacion relativa al instante en el que se capturo la imagen. Por tanto, no es posible estimar el nivel de marea o la cota de inundacion correspondiente a la imagen, lo cual impide distinguir que parte del avance y retroceso de la linea de costa corresponde a la inundacion por el oleaje y las mareas y que parte corresponde a cambios morfologicos en el perfil de playa.

En la Tabla 2 se presenta el resumen de las imagenes seleccionadas para el desarrollo del presente estudio, indicando la fecha de captura (mes y/o ano). Todas las imagenes



empleadas en el estudio se muestran en el Anejo II al presente documento.

Tabla 2. Ortofotos e imágenes satelitales disponibles

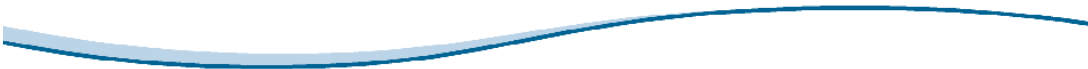
FUENTE	FECHA DE CAPTURA
Google Earth	Febrero 2025
Gobierno de Cantabria	2024
Google Earth	Marzo 2024
Gobierno de Cantabria	2023
Google Earth	Abril 2023
Google Earth	Marzo 2022
Google Earth	Octubre 2020
Google Earth	Julio 2020
Google Earth	Junio 2020
IGN	2020
Gobierno de Cantabria	2018
IGN	2017
Google Earth	2014
Gobierno de Cantabria	2014
Google Earth	Marzo 2011
IGN	2010
Google Earth	Mayo 2010
Google Earth	Abril 2010
Google Earth	Agosto 2007
IGN	2007
Google Earth	Julio 2006
IGN	2005
Gobierno de Cantabria	2002
Google Earth	Diciembre 2002
Gobierno de Cantabria	2001
Gobierno de Cantabria	1989-1990
Gobierno de Cantabria	1977-1986
IGN	1956-1957

Se han utilizado un total de 28 imágenes: 14 de Google Earth, 6 del IGN y 8 del Gobierno de Cantabria.

2.7. Estudios previos en la playa de la Virgen del Mar

Se cuenta con la información del estudio básico de dinámica litoral y del estudio de efectos del cambio climático para el proyecto del cable submarino de fibra óptica “Anjana” con aterrizaje en la playa de la Virgen del mar, T.M. Santander, elaborados en septiembre de 2022 por Tecnoambiente SL para Pioneer Consulting y NEC Corporation. Cabe señalar que se desarrollaron las operaciones de aterrizaje del cable “Anjana” en la playa de la Virgen del Mar en octubre de 2024 y dicho cable se encuentra enterrado en la playa desde entonces con un trazado muy semejante en su aterrizaje al propuesto para el cable “Sol”.

Estos estudios, a los que se tuvo acceso puesto que fueron sometidos a información pública,



se fundamentan en un levantamiento batimétrico y estudio geomorfológico realizado en diciembre de 2021 – enero de 2022 hasta los 30 m de profundidad, la serie temporal de oleaje de reanálisis SIMAR (Puertos del Estado) en un punto situado en aguas profundas frente a la playa, los resultados del del visor de Cambio Climático en la Costa Española, C3E (<https://c3e.ihcantabria.com/>, con resultados correspondientes a los escenarios climáticos del IPCC en su informe AR5).

Las conclusiones de los mencionados estudios indican que la zona presenta un oleaje energético, con alto porcentaje de temporales con olas de entre 3 y 5 m el 19% del tiempo, y olas de más de 5 m el 3.8% del tiempo.

En cuanto al sedimento, está compuesto de arenas medias, aunque la arena es escasa situándose en la zona más somera y en los huecos en las irregularidades del fondo rocoso. Por debajo de los 4 m, el fondo es eminentemente rocoso, con pequeños parches de arena, que rellenan los huecos e irregularidades en la roca. La profundidad de cierre del perfil la playa está sobre los 10.5 m, pero teniendo en cuenta que por debajo de los 4 m el fondo está constituido por roca, el perfil de playa sólo sufrirá variaciones en la zona más somera, a menos de 4 m de profundidad. Por tanto, no hay riesgo de descalce del cable a profundidades mayores de 4 metros, donde el cable no se podrá enterrar y se apoyará sobre fondo rocoso.

Las variaciones de perfil durante un temporal alcanzan algo más de 1m de espesor a la cota de +4 m, por lo que el cable en la playa (zona intermareal y zona sumergida permanentemente) deberá ir enterrado por lo menos a 1 m de profundidad.

En lo referente a los efectos del cambio climático, se estudiaron el ascenso del nivel medio del mar y la variación en la altura de ola significativa. Según las proyecciones consideradas (AR5), el ascenso del nivel medio del mar para el periodo 2026-2045 bajo el escenario más pesimista (RCP 8.5) y referido al valor medio entre 1985 y 2005 es de 14 cm. En el caso de la altura de ola, la variación no es estadísticamente significativa. A la vista de estos resultados, el estudio concluye que el proyecto no vería comprometida su integridad aun considerando los efectos del cambio climático y los efectos del proyecto sobre el cambio climático se pueden considerar despreciables igualmente por las características del mismo (cable de sección reducida enterrado en la playa seca y en la zona intermareal y apoyado sobre el fondo marino en la playa sumergida).



3. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA LITORAL

3.1. Introducción y metodología de análisis

En el presente capítulo se analiza la estabilidad y evolución de la playa de la Virgen del Mar con el objetivo de determinar la afección de la dinámica litoral al cable "Sol".

Recíprocamente, la afección del cable "Sol" a la dinámica de la playa puede considerarse despreciable puesto que se encontrará enterrado en la arena de playa, y aún en el caso de quedar desenterrado ocasionalmente, la reducida sección que presenta (estructura cilíndrica de 11.05 cm de diámetro incluyendo las protecciones y 3.59 cm sin ellas) en ningún caso puede suponer una interrupción al transporte litoral o modificar la morfodinámica local en modo alguno.

Así pues, el presente capítulo analiza la dinámica litoral del perfil de la playa, para posteriormente estudiar la planta y finalmente centrarse en la afección del cambio climático a la playa y por extensión al cable.

Previamente al desarrollo de dicho análisis se plantea, en este mismo apartado, la metodología general de trabajo, la cual se fundamenta en dos conceptos:

1. Dimensionalidad de los procesos: **hipótesis de ortogonalidad**.
2. Escalas de los procesos: **segregación del análisis por escalas**.

De acuerdo con estas hipótesis simplificadoras, que se explican en mayor detalle a continuación, se justifica la separación del análisis de la estabilidad y evolución de la playa de acuerdo con sus diferentes escalas de variabilidad. Para cada una de estas escalas, solo se analizará la estabilidad y evolución de la forma en planta y perfil que resulta relevante.

3.1.1. Dimensionalidad de los procesos

Todos los procesos hidrodinámicos y sedimentarios que acontecen en una playa son, en mayor o menor medida, procesos tridimensionales. Sin embargo, las limitaciones de las herramientas, formulaciones e incluso de nuestra capacidad de entendimiento de dichos procesos no nos permite analizarlos en toda su complejidad.

De acuerdo con la hipótesis de ortogonalidad, cualquier movimiento de una playa puede ser analizado estudiando los movimientos longitudinales y transversales de la misma, los cuales se asume que son independientes entre sí. Nótese que la hipótesis de ortogonalidad permite analizar la estabilidad de una playa estudiando por separado:

- Estabilidad del perfil de playa (eje transversal: alineación del cable "Sol" en su aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar)
- Estabilidad de la planta de la playa (eje longitudinal: línea de costa del extremo



Noreste del tómbolo en la playa de la Virgen del Mar).

La hipótesis de ortogonalidad es, en general, suficientemente aproximada a la realidad, especialmente en playas abiertas con estados morfodinámicos extremos (disipativas o reflejantes). En playas con estados morfodinámicos intermedios, o en playas encajadas con una forma en planta de gran curvatura, existe, sin embargo, una notable interacción planta-perfil, por lo que el análisis por separado del perfil y la planta debe realizarse con cautela.

3.1.2. **Escala espacial y temporal de los procesos**

Las diferentes dinámicas que afectan a una playa se presentan en escalas espaciales que van desde los centímetros (turbulencia), hasta las decenas de kilómetros (marea) y en escalas temporales que van desde los segundos (olas) hasta las décadas (ascenso del nivel medio del mar). Como respuesta a dichas dinámicas la morfología de la playa cambia, a su vez, dentro de diversas escalas.

Estas escalas de las dinámicas y respuestas morfológicas de las playas se suelen clasificar en: Micro escala, Meso escala y Macro escala de acuerdo con la dimensión espacial y en corto plazo, medio plazo y largo plazo (Figura 23).

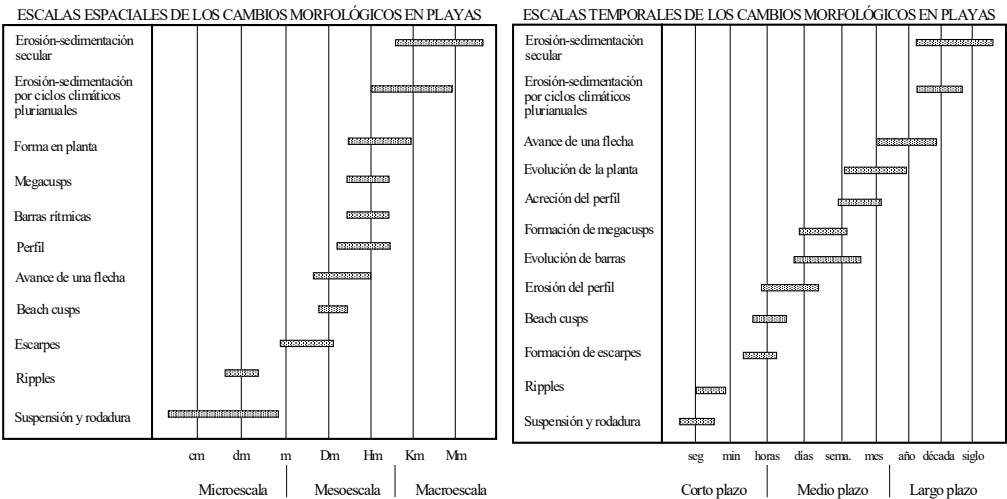
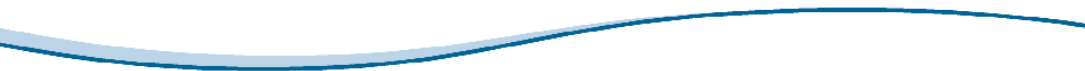


Figura 23. Escalas espaciales y temporales típicas de algunos cambios morfológicos de las playas.

En el estudio de estabilidad y evolución de una playa las escalas espaciales de interés son la Meso escala (decenas-centenas de metro) y Macro escala (km), que son las que se analizarán en el presente estudio.

En general, de cara al análisis de la estabilidad de la playa tiene especial relevancia el estudio del largo y muy largo plazo (años-decenios). Los elementos de escalas inferiores (por ejemplo, la erosión producida por un temporal) son también relevantes si sus efectos permanecen en el tiempo. En este caso, **se analizarán las siguientes escalas**



temporales:

- **Corto plazo** (efecto de los temporales)
- **Medio-corto plazo** (variabilidad estacional)
- **Largo plazo** (variabilidad interanual)
- **Muy largo plazo** (efectos del cambio climático).

3.2. Análisis en perfil

A partir de cierta profundidad, el sedimento de la playa ya no responde activamente a la acción del oleaje, definiéndose una profundidad a partir de la cual, el transporte de sedimentos tiene una magnitud despreciable. Esta profundidad se conoce como la profundidad de cierre (h^c) y puede ser estimada por la siguiente expresión propuesta por Birkemeier (1985):

$$h^c = 1,75H_{S12} - 57,9 \left(\frac{H_{S12}^2}{gT_s^2} \right) \quad [1]$$

Donde:

H_{S12} = altura de ola significativa local que es excedida 12 horas al año.
 T_s = período significativo asociado a H_{S12} .

A partir de los datos de H_{S12} (5.7 m) y T_s (14.0 s) de la serie de oleaje utilizada (GOW), se obtiene que la profundidad de cierre en playa de la Virgen del Mar es de 9 m respecto a la bajamar media, situada a 2.4 m bajo el nivel medio del mar local. A la vista de la batimetría y geofísica local (Figura 24), se observa que todo el sedimento que podría ser movilizado por los mayores temporales (hasta los 11.4 m de profundidad) se encuentra confinado entre formaciones rocosas al pie de la playa sumergida y en los laterales de esta. **Por tanto, no puede producirse ningún transporte de sedimentos hacia fuera del sistema por acción del oleaje como resultado del efecto de los temporales en el corto plazo.**



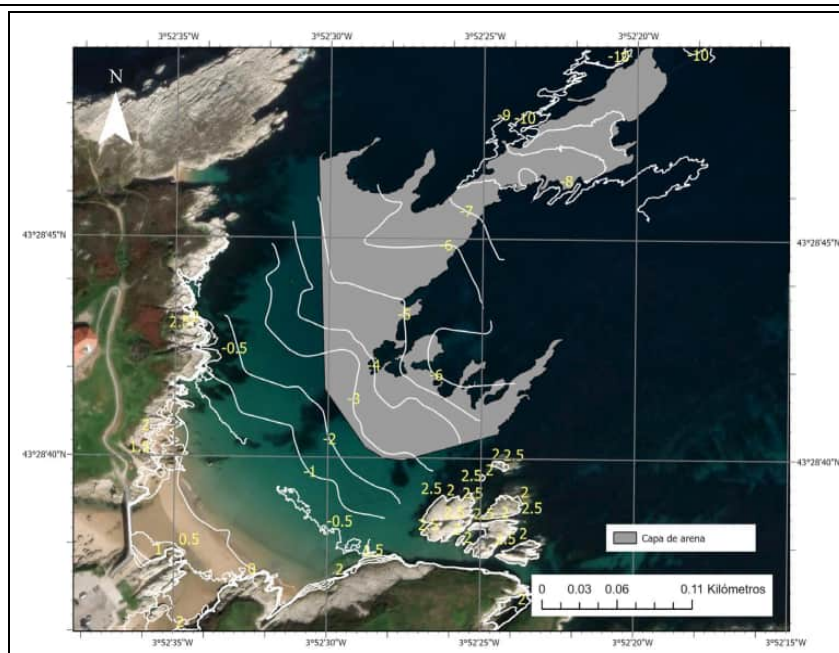


Figura 24. Topobatimetría y localización de fondos arenosos en la playa sumergida.

Una de las características más comúnmente conocidas de los perfiles de playa es su variabilidad estacional con erosión en su parte emergida y acumulación de la zona sumergida en invierno y viceversa en verano.

Para estudiar la variabilidad de la forma del perfil de la playa en lo que respecta al espesor de la capa de sedimento granular a lo largo del perfil, se emplea un modelo de perfil biparabólico de equilibrio (Figura 25).



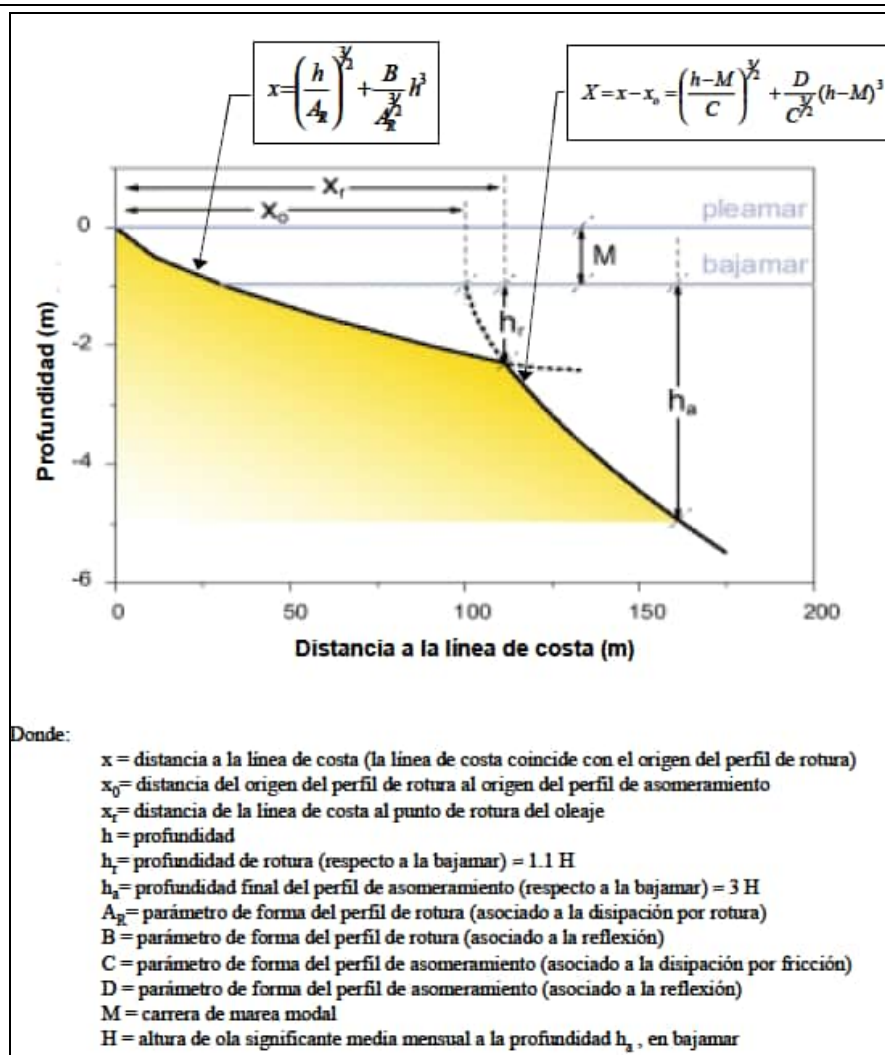


Figura 25. Esquema y formulaciones del perfil biparabólico de equilibrio (Bernabeu, 1999).

Este perfil de equilibrio compuesto puede representarse por medio de dos perfiles parabólicos, uno con origen en la cota de pleamar, denominado perfil de rotura, y otro, denominado perfil de asomeramiento, con el origen en la cota de bajamar y desplazado en vertical, de tal forma, que su intersección con el perfil de rotura coincide con la profundidad donde el oleaje rompe.

Los parámetros que controlan la forma de cada uno de los perfiles, A_r , B , C y D , se han obtenido ajustando perfiles de playas medidos a lo largo de todo el litoral Español, y se representan en función de la altura de ola, el periodo del oleaje y la velocidad de caída del grano que es función del tamaño de grano del sedimento (Figura 26).



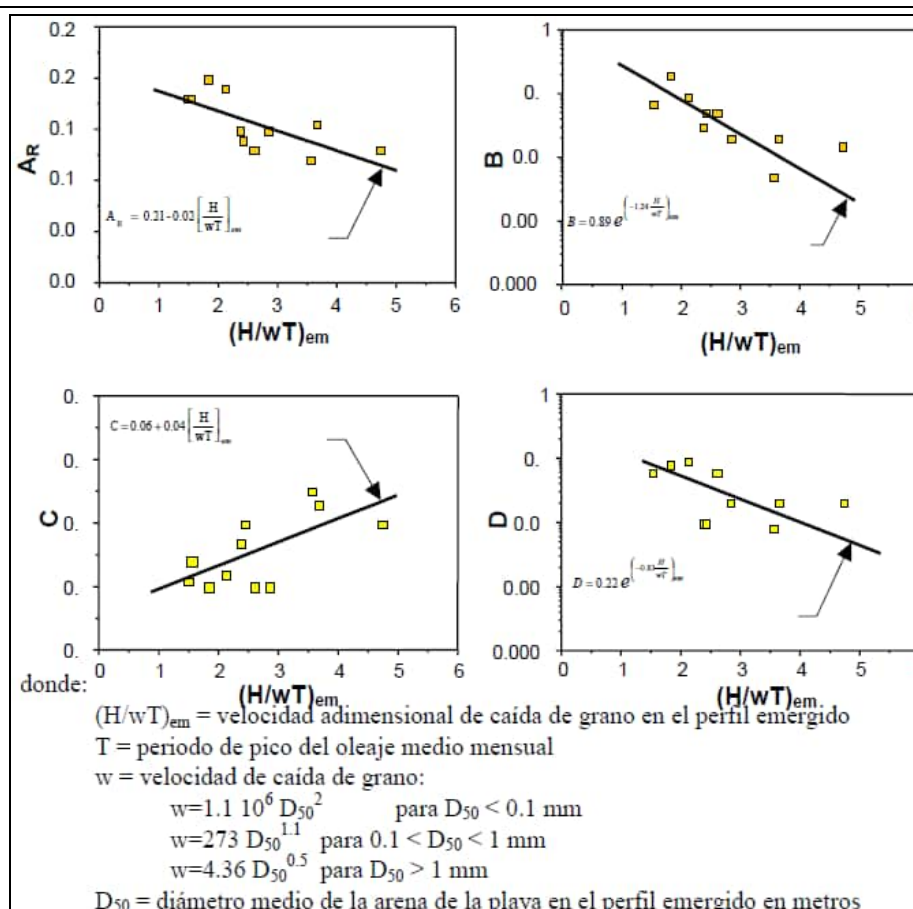


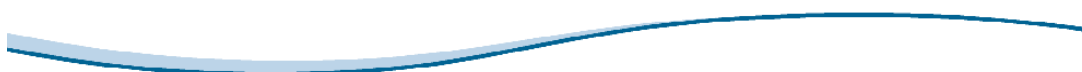
Figura 26. Ábacos para el cálculo del perfil biparabólico de equilibrio.

Utilizando la carrera de marea viva media ($M=2.8$ m), el tamaño de sedimento en torno a la bajamar ($D_{50}=0.3$ mm) y el oleaje promedio en invierno ($H_s=2$ m, $T_p=12$ s) y en verano ($H_s=1.2$ m, $T_p=10$ s), se obtienen los parámetros de ajuste de los perfiles de equilibrio de verano e invierno que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Parámetros de ajuste de los perfiles biparabólicos de equilibrio de invierno y verano.

Parámetro	Invierno	Verano
Ar	0.12	0.14
B	0.003	0.01
C	0.24	0.2
D	0.005	0.01

Según el modelo de equilibrio propuesto, al final del invierno el perfil de playa (correspondiente al perfil medido en marzo de 2025) presenta una acumulación de



sedimento en la playa sumergida y menor espesor de sedimento en la parte alta del perfil, como resultado de un periodo prolongado de oleajes energéticos. **Tras el periodo estival, en el que la energía del oleaje es menor, se produce una migración de sedimentos a lo largo del perfil hacia la parte alta de la playa, acumulando hasta 1.6 m de sedimentos junto al trasdós de la playa (rampa de acceso) y erosionando hasta 1 m la columna de sedimento en la zona de rompientes (en torno a los 5 m de profundidad)** según el modelo teórico ajustado (Figura 27).

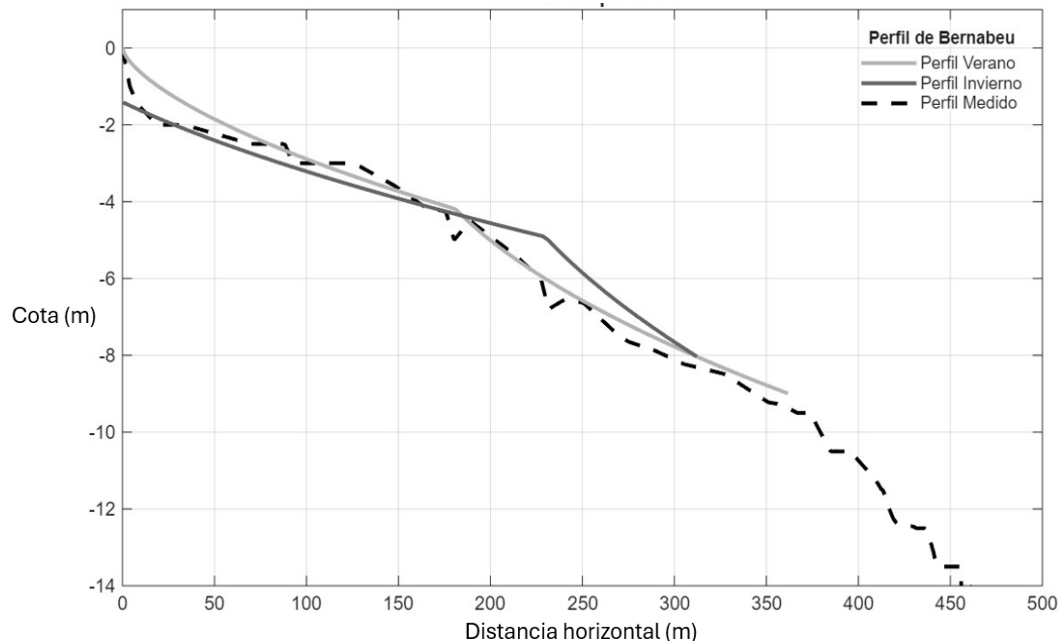
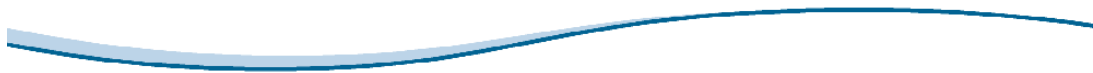


Figura 27. Ajuste del perfil de equilibrio invierno-verano en la playa de la Virgen del Mar sobre el perfil medido en marzo de 2025 (línea discontinua) a lo largo del trazado del cable "Sol".

El espesor de la capa de sedimentos en la playa sumergida es muy reducido, con valores inferiores a 1 m en la zona de rompientes (Figura 28). Por lo tanto, **es esperable que tras el verano haya más afloramientos rocosos en la playa sumergida** cuando se produzca la migración del sedimento desde la playa sumergida hacia la parte alta de la playa.



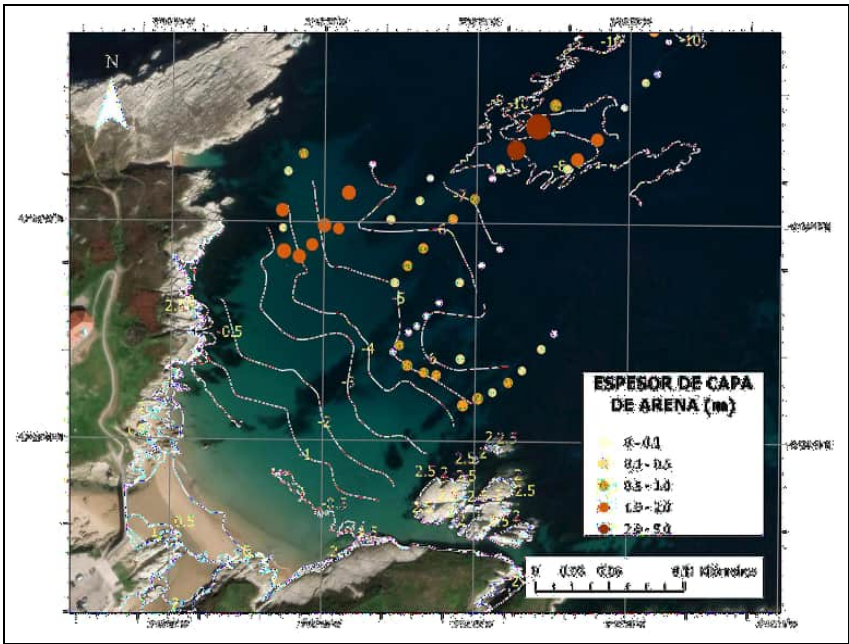


Figura 28. Espesor de la capa de arena en la playa sumergida en marzo de 2025.

En la geomorfología disponible elaborada por Tecnoambiente a partir de datos de NEC Corporation en el marco de los estudios para el aterrizaje del cable “Anjana”, se confirma la presencia de esto afloramientos rocosos en la zona de rompientes (en torno a los 5 m de profundidad).

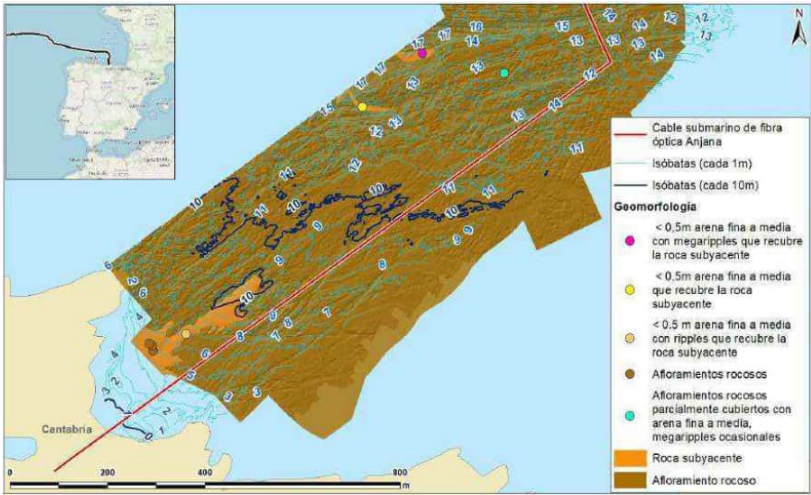


Figura 29. Geomorfología de detalle del aterrizaje del cable “Anjana” en la playa de la Virgen del Mar (diciembre 2021-enero 2022). Fuente: Tecnoambiente SL, 2022.



3.3. Análisis en planta

La forma en planta de una playa depende fundamentalmente de:

- Las fuentes de aportes y sumideros de arena que ésta tenga.
- La capacidad de transporte longitudinal de arena de la dinámica marina local.
- La geología de la zona, en cuanto a sus contornos de confinamiento lateral y transversal por fondo.

Se dice que una playa alcanza una forma en planta en equilibrio “estático” cuando la corriente neta litoral es nula, lo que implica que el transporte litoral potencial es cero, provocando que la línea de costa no varíe en el tiempo llegando a una situación de equilibrio. Esto se produce en playas encajadas lateralmente, donde los elementos que las confinan por los extremos son lo suficientemente largos, para evitar que entre o salga arena del sistema.

En el presente apartado se analizarán todos los elementos aquí mencionados en la playa de la Virgen del Mar para mostrar que la forma en planta de la playa responde efectivamente a la de equilibrio estático.

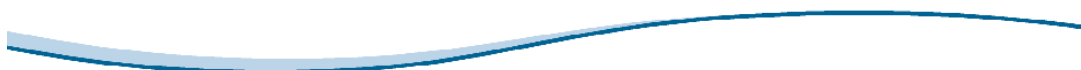
En primer lugar, es preciso resaltar que la forma en planta de una playa no es capaz de responder instantáneamente a los cambios de dirección del oleaje, por lo que tiende a ubicarse en una posición media o de equilibrio con las condiciones medias energéticas del oleaje, paralela al flujo medio anual de energía. Por tanto, en playas en equilibrio la orientación del flujo medio de energía del oleaje rige la orientación de la línea de costa en planta.

La dirección del flujo medio de energía, θ_m , se ha calculado según la siguiente ecuación:

$$\theta_m = \arctan\left(\frac{F_y}{F_x}\right) \quad [2]$$

Donde F_x y F_y son las componentes del vector flujo de energía. El vector flujo medio anual de energía es el vector suma de los flujos de energía de todos los oleajes en un año. Según la serie de oleaje del punto GOW, este flujo medio resulta N40°W.

La isla de la Virgen del Mar genera una zona de abrigo donde se ubica la playa en la que los efectos de difracción producidos por dicho obstáculo en los frentes de ola son muy apreciables. En casos como este, la forma en planta de equilibrio estático puede representarse por la expresión parabólica de Hsu y Evans (1989). En este estudio, el ajuste de dicha parábola se ha realizado por medio de la metodología desarrollada por González (1995) a partir de la dirección del flujo medio de energía en el punto de difracción, obteniéndose la forma en planta de equilibrio que se muestra en la siguiente figura, la cual



se aproxima sensiblemente a la forma de la línea de costa en la playa de la Virgen del Mar.

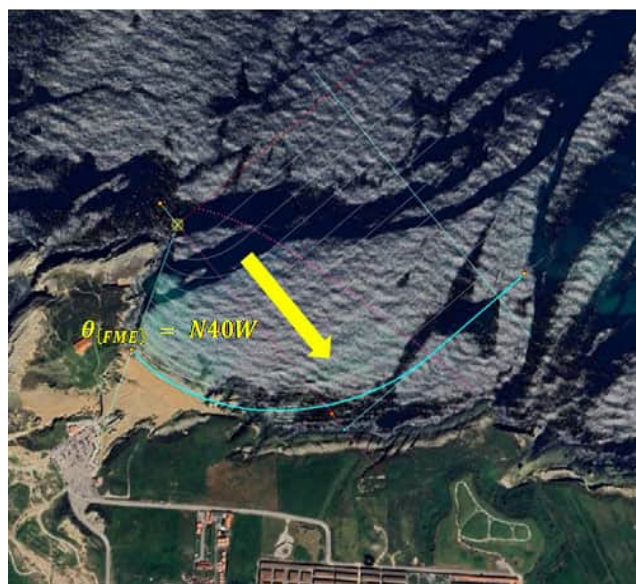


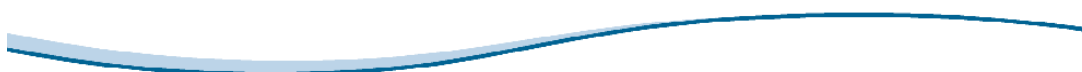
Figura 30. Ajuste a la forma en planta de equilibrio de la playa de la Virgen del Mar.

No existen formulaciones empíricas para estimar la variabilidad invierno-verano a nivel de la línea de costa, aunque puede decirse que es mayor cuanto mayor sea la variabilidad de los oleajes incidentes, la profundidad de cierre o si los estados morfodinámicos son intermedios. De este modo, las playas apoyadas en sustratos rocosos o en zonas protegidas, como es el caso de la playa de la Virgen del Mar, tienen menor variabilidad que las playas con un perfil completo de arena y en una zona expuesta.

Además, a efectos del enterramiento del cable "Sol", la variabilidad de la posición de la línea de costa no resulta tan crítica como la variabilidad del espesor de la capa de sedimento granular a lo largo del perfil del playa, sobre el cable enterrado, la cual ha sido analizada en el apartado anterior.

No obstante, el análisis de las ortofotos e imágenes satelitales disponibles aporta información cualitativa sobre los movimientos que experimenta la línea de costa en la playa de la Virgen del Mar sin que se aprecie ninguna rotación de su forma en planta.

Respecto a los movimientos de traslación de la línea de costa, el análisis se complica debido a la variabilidad del nivel del mar por acción de la marea astronómica y meteorológica. Las imágenes disponibles muestran distintos momentos de la carrera de marea y, dado que se desconoce el momento exacto en el que fue tomada la imagen, no se puede correlacionar con un nivel del mar concreto de la serie temporal disponible. Por ello, para el análisis de la evolución de la línea de costa a partir de ortofotos e imágenes satelitales se han seleccionado las cuatro imágenes que presentan una menor cota del nivel de mar a efectos de su comparación (Figura 31 y Figura 32). Las 4 imágenes seleccionadas representan



distintos momentos a lo largo de un total de 40 años aproximadamente y muestran una playa emergida idéntica, con los mismos afloramientos rocosos y mismo volumen aparente de sedimentos.



Figura 31. Marzo 2024 (izquierda), abril 2023 (derecha).



Figura 32. Mayo 2010 (izquierda) 1977-1986 (derecha).

En resumen, el análisis de la información que proporcionan las ortofotos e imágenes satelitales disponibles (Anexo II), permite afirmar que **no se producen movimientos observables en esta la línea de costa desde hace al menos 70 años**. En las sucesivas imágenes, solo se observan cambios atribuibles a la inundación de la playa por el ascenso y descenso del nivel del mar por acción de la marea astronómica y meteorológica.

3.4. Afección por cambio climático

Las zonas costeras son altamente dinámicas y responden con notable rapidez a cualquier tipo de presión externa, ya sea de origen natural o antropogénico. Por ello, estas zonas son especialmente sensibles a los efectos del cambio climático que puede introducir



modificaciones en el clima marítimo, entre otras. Además del consabido ascenso del nivel medio del mar, el cambio climático puede provocar alteraciones en la frecuencia, la intensidad, la extensión o la duración de eventos extremos. Sin embargo, en el caso de la playa de la Virgen del Mar, las proyecciones de dirección media y altura de ola en los temporales indican que no habrá cambios significativos, incluso apuntan a una posible reducción en las alturas de ola extremas.

Por ello, en este apartado se caracteriza la potencial afección por cambio climático en la playa de la Virgen del Mar mediante el análisis de las proyecciones de la única dinámica marina relevante en el largo plazo: el ascenso nivel medio del mar, puesto que los efectos del cambio climático sobre el oleaje incidente en la playa de la Virgen del Mar son despreciables (véase apartado 2.1).

Una sobreelevación en el nivel medio del mar genera un aumento en la profundidad del agua en cualquier punto del perfil de playa. En estas condiciones un perfil de playa que previamente se encontraba en equilibrio dejará de estarlo y, en consecuencia, la posición de línea de costa se acomodará al nuevo nivel del mar. La cantidad de movimiento de la línea de costa se puede estimar mediante el esquema propuesto por Bruun (1954), el cual establece que un aumento del nivel medio del mar (sobre elevación), provocará un ascenso del perfil de playa a la vez que un retroceso del perfil de playa que permita equilibrar el volumen de sedimentos depositado y erosionado (Figura 33).

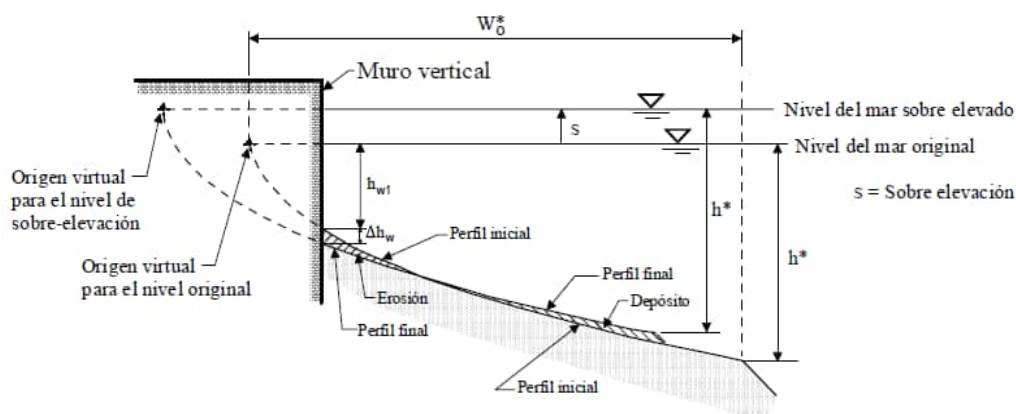
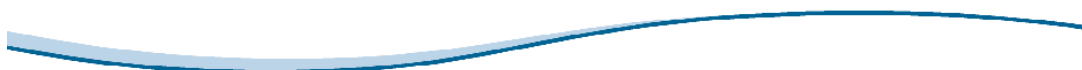


Figura 33. Esquema de la regla de Bruun (1954).

A efectos del presente estudio relativo a la instalación del cable "Sol" en la playa de la Virgen del Mar, el interés en la afección de la subida del nivel del mar se centra en estimar el desplazamiento en vertical (Δh_w) del perfil de playa de equilibrio al pie de la rampa de acceso a la playa, que se puede estimar mediante el siguiente ábaco (Figura 34).



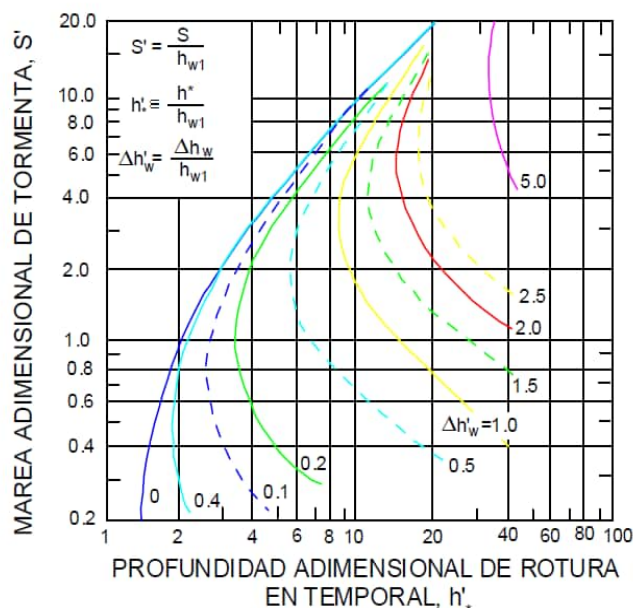


Figura 34. Ábaco de estimación del incremento de calado al pie de un muro por efecto del ascenso medio del nivel del mar.

Asumiendo que el origen virtual del perfil se encuentra en la pleamar viva media, a 2 m sobre el nivel medio del mar y sabiendo que la profundidad de cierre de la playa son 9 m (medida desde la bajamar media, a 1.4 m bajo el nivel medio del mar), resulta un valor de h^* de 12.4 m. El ancho del perfil de playa hasta la profundidad de cierre se estima a partir del perfil medido en unos 420 m. El arranque del perfil junto al pie del muro que trasdosa la playa se sitúa a 1.4 m sobre el nivel medio del mar, por lo que h_{w1} resulta ser de 0.6 m.

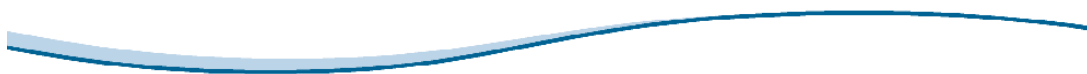
Teniendo en cuenta el ábaco de la Figura 34, resulta que **para una sobrelevación del nivel medio del mar de 1.2m (correspondiente al año 2100 según el escenario más pesimista, Figura 14) y de 0.27 (correspondiente al año 2050, Figura 13), se produciría una erosión vertical máxima del perfil de playa de 1.2 m y 0.4 m respectivamente**, localizada al pie del muro que trasdosa la playa junto a la rampa de acceso a la misma.



4. CONCLUSIONES

A partir del análisis realizado sobre la dinámica litoral y la afección potencial por cambio climático en la playa de la Virgen del Mar, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- La playa de la Virgen del Mar está constituida principalmente por **arenas finas y medias** y se sumerge periódicamente durante las pleamares formando parte del tómbolo que une la isla de la Virgen del Mar a la costa durante las bajamares. En el lado Oeste del tómbolo el sedimento granular del sistema se encuentra confinado por una acumulación de gravas y bolos, mientras que en el otro extremo del tómbolo la playa **se orienta al noreste** extendiéndose en una **longitud de unos 400 m**.
- La playa se encuentra **totalmente encajada** entre acantilados bajos, y trasdosada por un paseo y un aparcamiento. Por encima de la bajamar se observa sedimento granular en toda la extensión de la playa, pero en la playa sumergida se observan algunos afloramientos rocosos en la zona de aguas más someras y un fondo predominantemente rocoso con solo algunos parches arenosos en aguas más profundas.
- Para el análisis de la dinámica litoral de la playa se ha asumido la hipótesis de **ortogonalidad** y la **segregación por escalas**.
- En el **corto plazo** se ha analizado el **perfil activo de la playa**. A la vista de la profundidad de cierre de Birkemeir (1985), la batimetría de la playa sumergida y la geomorfología local se confirma que no pueden producirse sumideros de sedimento por acción de los temporales sobre el sistema sedimentario, puesto que el sedimento de la playa se encuentra confinado entre afloramientos rocosos en los extremos de la playa y a su pie. Por lo tanto, no se espera que se produzcan pérdidas netas de sedimento en la playa por acción de los temporales.
- En el **medio plazo** se ha analizado la **variabilidad estacional del perfil de playa**. Según el modelo de perfil biparabólico de equilibrio de Bernabeu (1999), el perfil de playa de invierno (correspondiente al perfil medido en marzo de 2025) presenta una acumulación de sedimento en la playa sumergida y menor espesor de sedimento en la parte alta del perfil. Tras el periodo estival, se espera que se produzca una migración de sedimentos a lo largo del perfil hacia la parte alta de la playa, acumulando hasta 1.6 m de sedimentos junto al trasdós de la playa (rampa de acceso) y erosionando hasta 1 m la columna de sedimento en la zona de rompientes (en torno a los 5 m de profundidad). En estudios previos realizados se confirma esta reducción del espesor de sedimentos en esta zona del perfil, con una mayor presencia de afloramientos rocosos. Por lo tanto, se confirma que hay una cierta variabilidad estacional en la forma del perfil de playa.
- En el **largo plazo** se ha analizado la **planta de equilibrio de la playa**. La parábola de Hsu y Evans (1989) condicionada por la dirección el flujo medio de energía del oleaje y la difracción en torno a la isla de la Virgen del Mar, se ajusta bien a la forma en planta observada en las ortofotos e imágenes satelitales que cubren un periodo de 70 años y en las que no se observan cambios. Por lo tanto, se confirma que la forma en planta de la playa se encuentra en equilibrio estático.
- En el **muy largo plazo** se han estudiado los **efectos del cambio climático**. Las



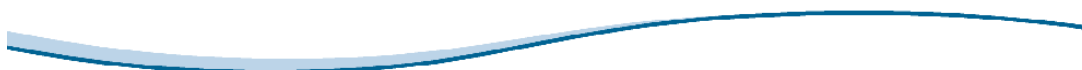
proyecciones de dirección media y altura de ola en los temporales indican que no habrá cambios significativos en el muy largo plazo, incluso apuntan a una posible reducción en las alturas de ola extremas. Por lo tanto, se puede concluir que los efectos del cambio climático sobre el oleaje incidente en la playa de la Virgen del Mar son despreciables. Así pues, la única dinámica marina relevante en el largo plazo corresponde al ascenso nivel medio del mar causado por el cambio climático. Teniendo en cuenta la regla de Bruun (1954) aplicada sobre el perfil de playa medido, en el escenario pesimista de ascenso del nivel medio del mar en el año 2100, se produciría una erosión vertical máxima del perfil de playa en su parte alta de hasta 1.2 m y de 0.4 m en el año 2050.

En conjunto, los resultados confirman la estabilidad de la forma en planta de la playa de la Virgen del Mar frente a la dinámica litoral actual y futura y el confinamiento de la arena existente en el sistema sedimentario. En lo que respecta a la estabilidad del perfil de playa, se estima que la variabilidad vinculada al ciclo invierno-verano supone cambios en la cota de la parte alta de la playa (junto a la rampa de acceso a la misma) de hasta 1.6 m y de 1 m en la zona de rompientes (en torno a los 5 m de profundidad en la playa sumergida). Adicionalmente, se estima que las proyecciones de ascenso de nivel medio del mar producirán erosiones en la parte alta del perfil de playa de hasta 0.4 m en 2050 y 1.2 m en 2100.

A la vista de lo cual se recomienda enterrar el cable o bien hasta alcanzar el sustrato rocoso o bien 2.8 m en la arena de la playa en su parte alta (por encima de la bajamar) y 1 m en la playa sumergida (hasta la profundidad de cierre, situada a 9 m respecto de la bajamar), a fin de evitar su desenterramiento hasta el año 2100. Para evitar desenterramientos hasta el año 2050, es suficiente con enterrar el cable 2 m en la arena de la playa en su parte alta y 1 m en la playa sumergida.

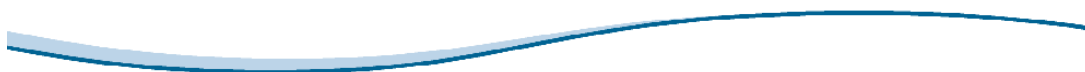
La posible ocurrencia de eventos de desenterramiento del cable depende tanto de la profundidad de la excavación como de la forma del perfil de playa en el momento en el que se lleve a cabo el enterramiento del cable. Si las profundidades de enterramiento anteriormente recomendadas no son practicable, se recomienda diseñar un programa de re-enterramiento progresivo del cable vinculado a la monitorización de la forma del perfil de la playa que debe iniciarse en el momento de su enterramiento.

En cualquier caso, las implicaciones del desenterramiento del cable se limitan a potenciales afecciones al propio cable y molestias a los usuarios de playa, si bien el cable estará protegido por medias cañas para evitar daños. Cabe destacar que la reducida sección que presenta el cable no puede suponer una interrupción al transporte litoral o modificar la morfodinámica local en modo alguno, aún en el caso de quedar desenterrado ocasionalmente.



ANEJO I.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

1. INTRODUCCIÓN

Para el estudio de dinámica litoral en la playa de la Virgen del Mar, resulta fundamental el conocimiento de la naturaleza de los fondos marinos de la zona; por ello ha sido necesaria la realización de una campaña de campo para caracterizar detalladamente el sedimento.

Durante la campaña de campo llevada a cabo el 19 de junio de 2025 por miembros del IH Cantabria, se tomaron 4 muestras de sedimento en un perfil intermedio de playa (Figura 1, Figura 2), sensiblemente coincidente con el trazado del cable en su aterrizaje.



Figura 1. Localización de las 4 muestras de sedimento en el perfil intermedio de la playa (imagen de Google Earth).



Figura 2. Fotografía del 19 de junio de 2025 del perfil de playa marcado para la toma de muestras de sedimento.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La toma de muestras se llevó a cabo durante la segunda bajamar del día que tuvo lugar a las 17:35, con una altura de 1.2 m bajo el nivel medio del mar local.

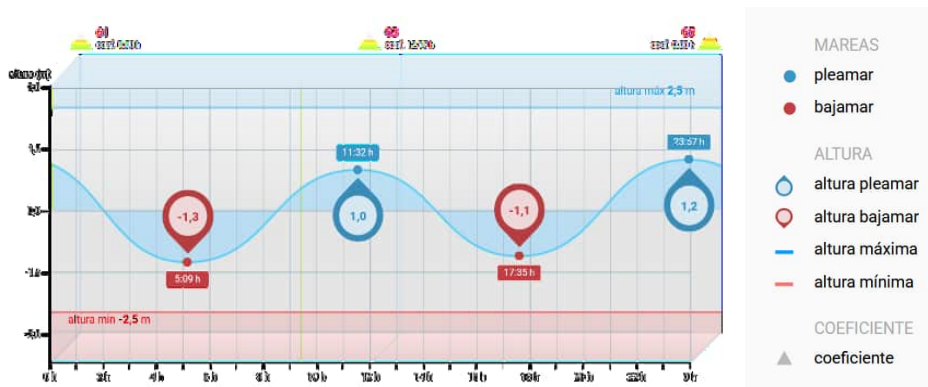


Figura 3. Tabla de mareas de Santander el 19 de junio de 2025.

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis granulométrico de las muestras realizado el 20 de junio de 2025 en el laboratorio IHLab Bio², para caracterizar el sedimento presente en la bajamar, media marea, pleamar y terraza. El método aplicado para el análisis corresponde a **Granulometría, PNT-SED-006**: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado. Basado en: UNE-EN 933-1:2012 y UNE-EN ISO 17892-11:2020.

Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico.

GRANULOMETRÍA								
MUESTRA	>4 mm (%)	<4 mm >2 mm (%)	<2 mm >1 mm (%)	<1 mm >0.5 mm (%)	<0.5 mm >0.25 mm (%)	<0.25 mm >0.125 mm (%)	<0.125 mm >0.063 mm (%)	<0.063 mm (%)
1. Baja	0.00	0.02	0.67	15.11	48.49	35.18	0.44	0.09
2. MM	0.00	0.00	0.27	6.54	45.65	46.98	0.52	0.04
3. Terraza	0.00	0.07	0.11	2.69	44.92	51.25	0.64	0.33
4. PM	0.00	0.04	0.10	2.99	44.42	50.99	0.58	0.87

A continuación, se presentan las curvas granulométricas correspondientes a cada una de las muestras de sedimentos.

² Laboratorio de Hidrobiología < IHCantabria



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

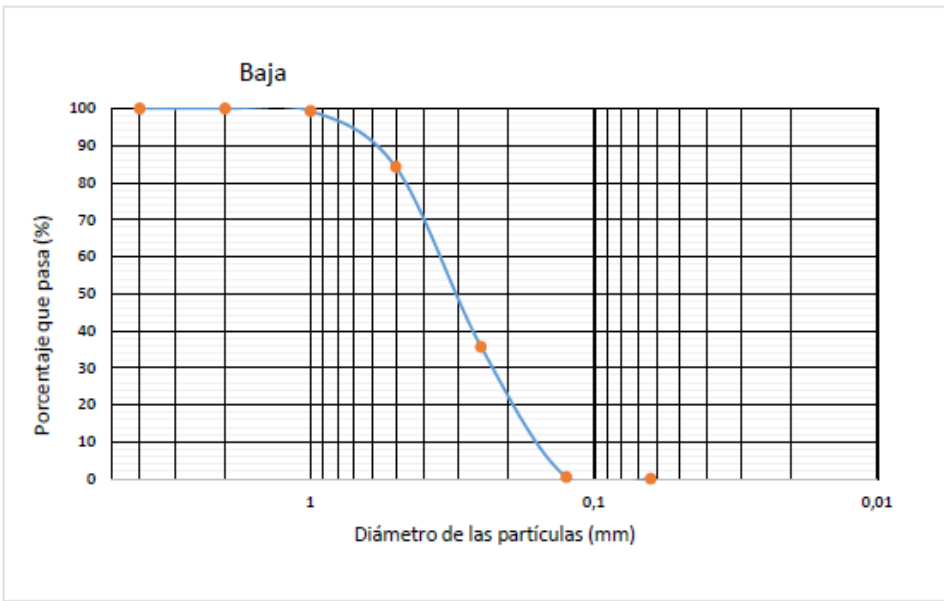


Figura 4. Curva granulométrica de la muestra 1 – Bajamar.

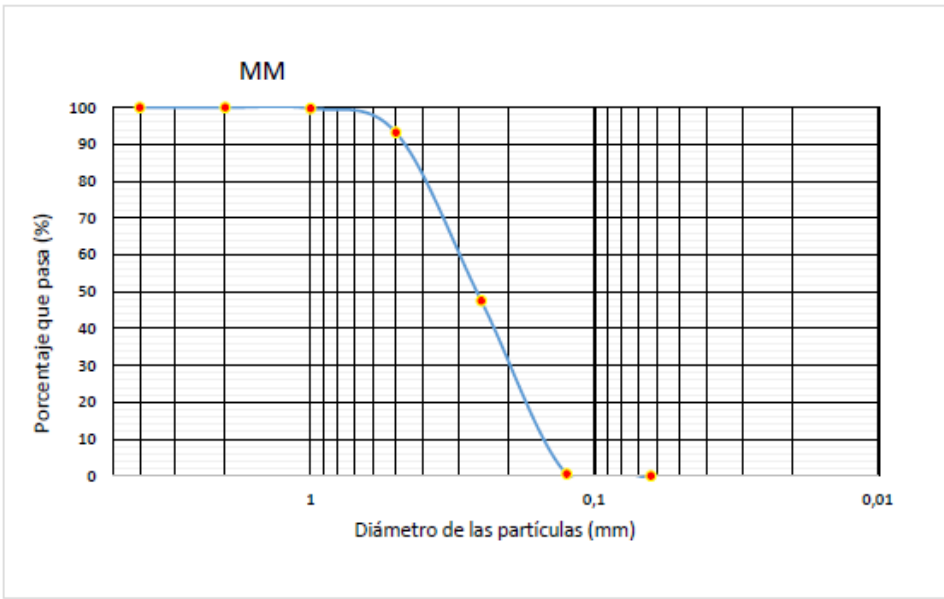
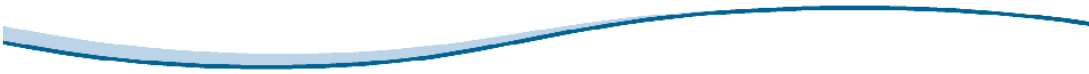


Figura 5. Curva granulométrica de la muestra 2 – Nivel Medio.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

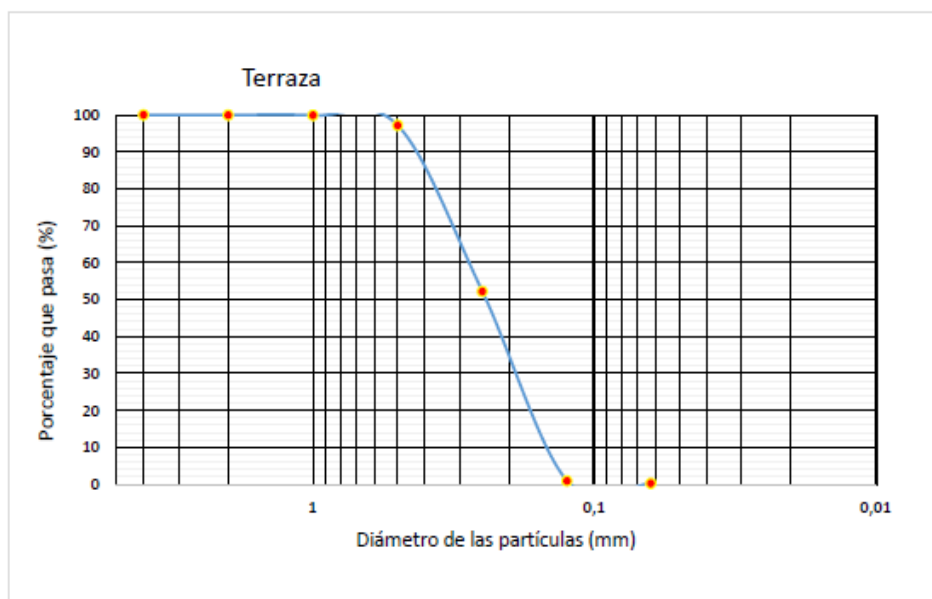


Figura 6. Curva granulométrica de la muestra 3 – Terraza.

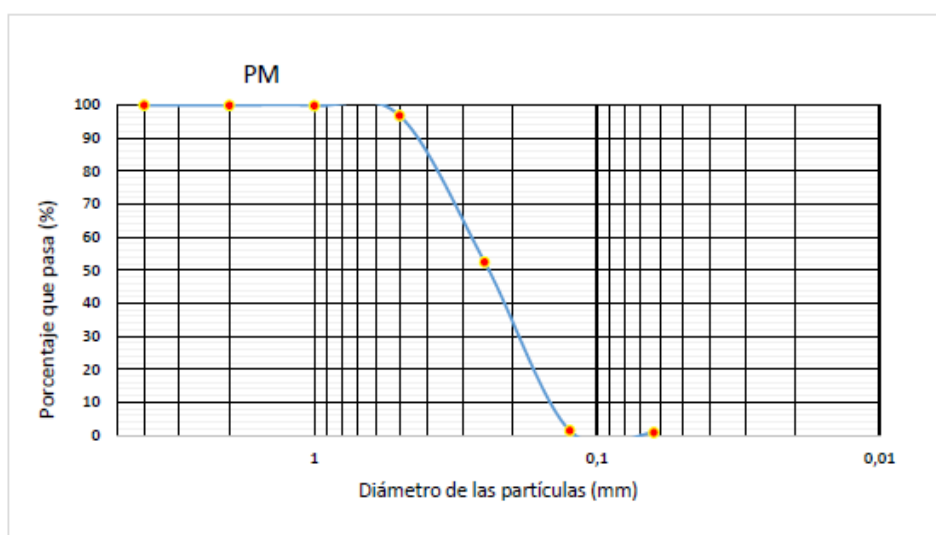


Figura 7. Curva granulométrica de la muestra 4 – Pleamar.

En resumen, las 4 muestras presentan arenas finas y medias con D_{50} que varía entre 0.244 mm en la muestra tomada en la línea de pleamar y 0.324 mm en la muestra tomada en la bajamar, como se muestra a continuación en la Tabla 2.

ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla 5. Resultados obtenidos en los análisis de D16, D50 y D84.

MUESTRA	D16 (mm)	D50 (mm)	D84 (mm)
1. Baja	0.180	0.324	0.499
2. MM	0.166	0.263	0.450
3. Terraza	0.162	0.245	0.427
4. PM	0.161	0.244	0.428



- AI. 5 -

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

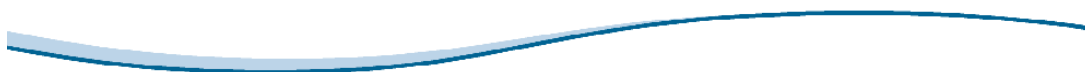
22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

ANEJO II.

ORTOFOTOS E IMÁGENES SATELITALES



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se presentan las imágenes seleccionadas de las fuentes disponibles: Google Earth, de la fototeca del Instituto Geográfico Nacional (IGN)³ y del visualizador web de cartografía del Gobierno de Cantabria⁴ (Mapas Cantabria). A continuación, se ilustran las imágenes desde la más reciente a la más antigua.

2. IMÁGENES



Figura 1. Imagen de Google Earth, febrero 2025.

³ [Comparador PNOA Histórico | IGN-CNIG](#)

⁴ [Mapas Cantabria](#)



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 2. Imagen de Mapas Cantabria, 2024.



Figura 3. Imagen de Google Earth, marzo 2024.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 4. Imagen de Mapas Cantabria, 2023.



Figura 5. Imagen de Google Earth, abril 2023.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 6. Imagen de Google Earth, marzo 2022.



Figura 7. Imagen de Google Earth, octubre 2020.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 8. Imagen de Google Earth, julio 2020.



Figura 9. Imagen de Google Earth, junio 2020.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 10. Imagen del IGN, 2020.



Figura 11. Imagen de Mapas Cantabria, 2018.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 12. Imagen del IGN, 2017.



Figura 13. Imagen de Google Earth, octubre 2014.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 14. Imagen de Mapas Cantabria, 2014.



Figura 15. Imagen de Google Earth, marzo 2011.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 16. Imagen del IGN, 2010.



Figura 17. Imagen de Google Earth, mayo 2010.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 18. Imagen de Google Earth, abril 2010.

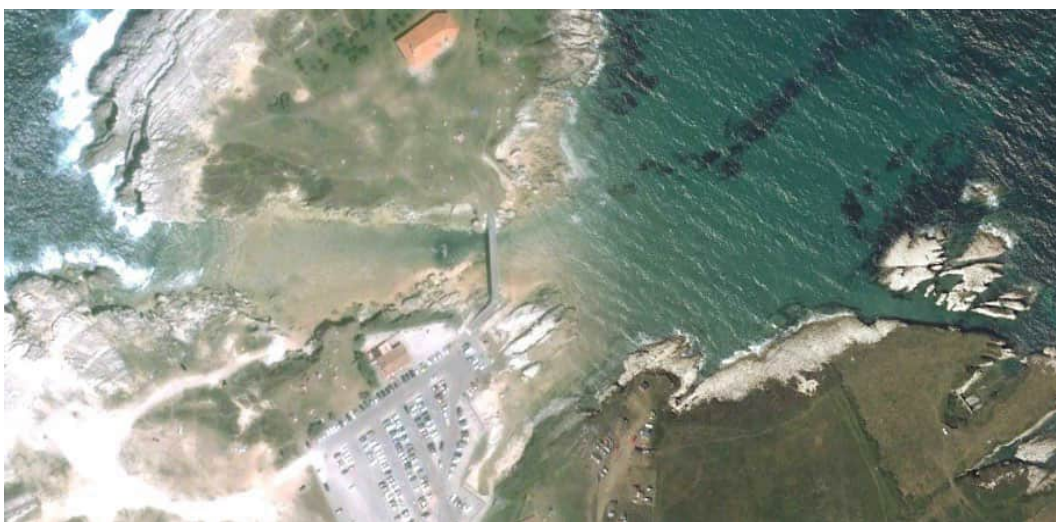


Figura 19. Imagen de Google Earth, agosto 2007.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 20. Imagen del IGN, 2007.

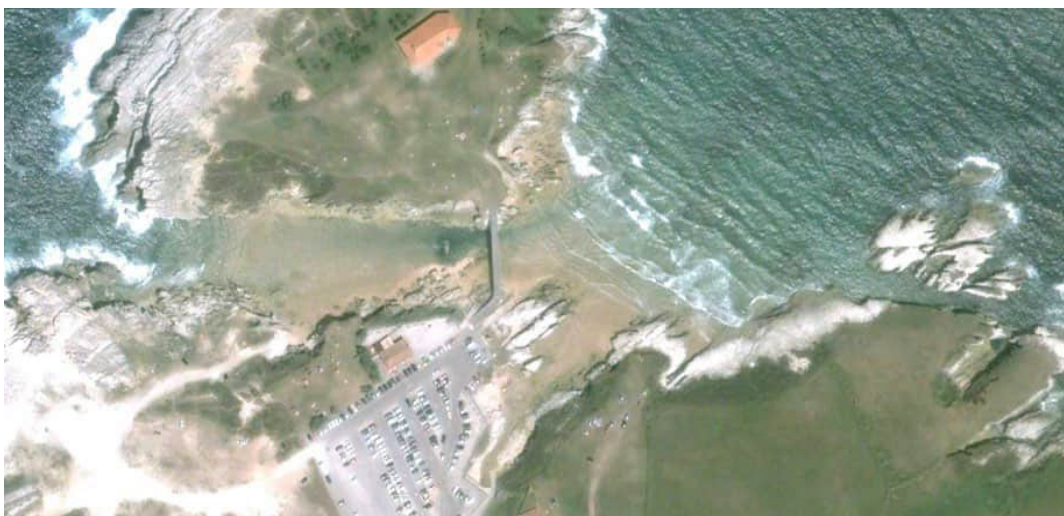


Figura 21. Imagen de Google Earth, julio 2006.



- AII. 11 -

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymypf>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

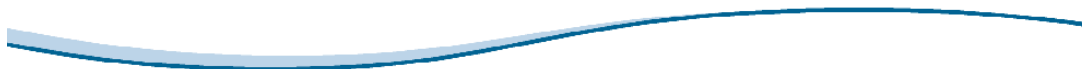
ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 22. Imagen del IGN, 2005.



Figura 23. Imagen de Mapas Cantabria, 2002.



- AII. 12 -

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymypf>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 24. Imagen de Google Earth, diciembre 2002.



Figura 25. Imagen de Mapas Cantabria, 2001.





Figura 26. Imagen de Mapas Cantabria, 1989-1990.



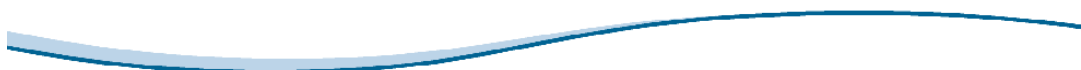
Figura 27. Imagen de Mapas Cantabria, 1977-1986.



ANEJO I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Figura 28. Imagen del IGN, 1956-1957.



- AII. 15 -

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvympyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE26e00049138680

CSV

GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://run.gob.es/hsbzvymPyF>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

22/05/2026 13:05:28 Horario peninsular



GEISER-7e13-014f-0775-f5a0-b3a4-1a81-3dad-aa0d