

EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS DE LA RED NATURA 2000 DE ESPAÑA

ENERO 2020

LIFE IP INTEMARES

Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español



Autoría:

Fernando Santos Martín¹, Alberto González García¹, Susana García Tiscar¹, Paloma Alcorlo^{1,2}.

¹Laboratorio de Socio-ecosistemas, Departamento Ecología, Universidad Autónoma de Madrid

²Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM)



Coordinación y revisión:

Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Edita:

El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, tiene el objetivo de lograr una gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la ciencia y la participación activa de los sectores implicados.

Participan como socios la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del propio ministerio, el IEO, CEPESCA, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución financiera del programa LIFE de la Unión Europea, entre otras fuentes de financiación.



Fecha de edición

30/07/2020

Agradecimientos

Este informe constituye el resultado de la investigación ejecutado durante los años 2018 y 2020 por la Universidad Autónoma de Madrid. A lo largo de este proceso distintas personas e instituciones han colaborado de diferentes formas. En particular a los autores les gustaría expresar su agradecimiento a las siguientes personas:

- Miguel Ángel Mateo Mínguez por enviarnos los datos de secuestro y almacenamiento de carbono

¹ Laboratorio de Socio-ecosistemas, Departamento ecología, Universidad Autónoma de Madrid

² Centro de Investigación en Biodiversidad y Cambio Global (CIBC-UAM)

en fanerógamas marinas obtenidos a través del proyecto LIFE BLUE NATURA y asesorarnos con aspectos relativos a la dinámica del carbono en las fanerógamas.

- Manuel Ruiz Fernández por suministrarnos el atlas de praderas marinas de España y asesorarnos en todo lo referido a esta base de datos
- María Sainza y Santiago Cerviño-López del IEO de Vigo facilitaron datos de parámetros biológicos necesarios para modelar la dinámica poblacional de las especies de peces evaluadas.
- Juan Manuel Lestón Leal, Jefe de Servicio del Centro de seguimiento de pesca de la Subdirección General de Control e Inspección del Ministerio de agricultura, pesca y alimentación) MAPA facilitó el inventario de seguimiento de vía satélite de las cajas azules de los buques pesqueros españoles.

ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	5
2. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	7
3. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	9
4. RESULTADOS OBTENIDOS	22
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
6. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	81
7. ANEXOS	86

1. RESUMEN EJECUTIVO

Este informe es el resultado de casi dos años de trabajo en la evaluación y valoración de los servicios de los ecosistemas marinos de la Red Natura 2000 de España. El trabajo se enmarca en el proyecto LIFE IP INTEMARES ([http// https://www.intemares.es/](http://https://www.intemares.es/)) que tiene como principal objetivo conseguir una red de espacios marinos de la Red Natura 2000 gestionada de manera eficaz, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones. Para lograr este objetivo general, se ha considerado que era necesario realizar una evaluación y valoración de los servicios de los ecosistemas marinos, dentro de la Red Natura 2000, para poder estimar la incidencia que estos espacios tienen en el bienestar humano a escala estatal. Se espera que los resultados aquí alcanzados sean de utilidad para la gestión integral de toda una red de espacios marinos protegidos en España, así como para las fases posteriores del proyecto LIFE IP INTEMARES.

Esta evaluación está a su vez vinculada, conceptual y metodológicamente, a la “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España” (<http://www.ecomilenio.es>) que se viene desarrollando desde el año 2009 y que ha sido financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a través de la Fundación Biodiversidad.

El objetivo general de la evaluación ha consistido en analizar las relaciones existentes entre los ecosistemas marinos y sus servicios de abastecimiento, regulación y cultural asociados con los espacios naturales protegidos para garantizar que los procesos de toma de decisión integren la diversidad de valores asociados a estos espacios. Para el cumplimiento de este objetivo, se ha aplicado la metodología desarrollada a nivel nacional para la evaluación y valoración de ecosistemas y sus servicios al caso concreto de la Red Natura 2000 marina en España. En concreto, se han establecido los siguientes ejes principales de actuación: (1) elaboración de un marco metodológico de evaluación y cartografía de los servicios de los ecosistemas marinos; (2) análisis del estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas marinos; (3) representación espacial de los servicios de ecosistemas marinos a escala estatal; (4) análisis de diferentes escenarios de futuro con implicaciones para los servicios de los ecosistemas; y (5) divulgación y comunicación de los resultados. Para la modelización de los servicios de los ecosistemas se utilizaron tres modelos diferentes del programa InVEST V 3.8.9 (<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>). Los modelos utilizados fueron: (1) *Visitation and recreation*, entendido en este informe como turismo y recreación; (2) *Coastal Blue Carbon*, entendido como secuestro y almacenamiento de carbono y, por lo tanto, regulación climática y (3) *Fisheries*, entendido como suministro de alimentos de origen animal (pesca).

Por lo tanto, la evaluación y valoración de los servicios de los ecosistemas marinos de la Red Natura 2000 de España se entiende como un instrumento fundamental para ayudar en la toma de decisiones en la Red Natura 2000 ya que pretende mostrar el estado actual de los ecosistemas marinos y sus servicios, analizando las consecuencias que las distintas políticas que se promueven a nivel europeo, estatal y/o regional han tenido sobre la biodiversidad y los ecosistemas en la zona de estudio.

Respecto a los principales resultados alcanzados caben destacar las siguientes conclusiones:

1. Los servicios de los ecosistemas aportados por la Red Natura 2000 marina son esenciales para el bienestar humano. La Red Natura 2000 marina es un elemento fundamental del capital natural de España ya que suministra gran cantidad de servicios de los ecosistemas fundamentales para asegurar nuestro bienestar. De los servicios evaluados en este estudio (actividades recreativas, secuestro de carbono marino y extracción pesquera) se encontró que al menos el 57,6% (Recreación 47%, Carbono 82%, Pesca 44%) del suministro total de los servicios de los ecosistemas marinos se dan dentro de los espacios de la Red Natura 2000 mientras que esta red sólo representa el 7,9% de dominio marítimo de España.
2. Es necesario incluir los servicios de los ecosistemas como elementos fundamentales en la gestión y conservación de la Red Natura 2000.
 - a. La valoración económica de los servicios de los ecosistemas marinos, demuestra el alto valor del capital natural de las zonas marinas. Por ejemplo, el valor económico del secuestro de carbono de las praderas marinas de toda España ha sido estimado en alrededor diez mil millones de euros (lo cual representa un 0,7% del PIB nacional) de los cuales casi tres mil cuatrocientos millones se encuentran dentro de la Red Natura 2000. Es importante resaltar esta información que hasta ahora no se ha tenido en cuenta como un elemento decisivo en la gestión y conservación de la Red Natura 2000 marina.
 - b. El secuestro de carbono almacenado por las praderas marinas representan casi el 70% (231 millones de toneladas) de las emisiones anuales de toda España. El total del suministro de este servicio se almacena en las praderas próximas a la costa, lo cual genera importantes relaciones de compromisos con otros servicios de los ecosistemas (p.ej. recreativo, extracción pesquera). También es importante destacar que el 82% del secuestro de carbono marino se encuentra dentro de la Red Natura 2000 mientras que esta superficie sólo representa el 7,9% de la superficie marítima nacional.
 - c. La cartografía del servicio asociado a la extracción pesquera ha supuesto un gran reto e innovación metodológica lo cual ha proporcionado una información novedosa disponible a la hora de diseñar estrategias de gestión y conservación tanto a nivel de especies como de espacios específicos. En concreto, esta información puede ser de gran interés en el análisis de los modelos de gestión empleados en la Red Natura 2000 marina ya que el 44% de la extracción pesquera (excluyendo las artes tradicionales) se realizan dentro de ella.
3. La gestión de cada espacio marino protegido debe ajustarse a las características de cada zona de estudio y servicio ecosistémico dada la heterogeneidad existente y la falta de información en algunos casos.

- a. Los resultados de los modelos de escenarios de futuro de los servicios de los ecosistemas muestran una elevada heterogeneidad tanto espacial (demarcaciones) como temporal (horizonte temporal de los escenarios). Esto sugiere que es importante reflexionar de forma individual sobre los modelos de gestión sostenible de cada uno de los servicios de los ecosistemas, asumiendo que cada demarcación se enfrenta a situaciones y retos diferentes en el futuro.
- b. La evaluación y cartografía de los servicios de los ecosistemas marinos de España ha demostrado que existe una alta heterogeneidad de resultados entre las distintas demarcaciones marinas. Este resultado sugiere la necesidad de diseñar distintas estrategias de gestión en las que se tengan en cuenta las características intrínsecas de cada demarcación, así como la inclusión de los servicios de los ecosistemas como un elemento fundamental para la gestión y conservación de la Red Natura 2000 marina.
- c. La cartografía de los servicios de los ecosistemas marinos desarrollada en este trabajo ha aportado una información espacial que hasta ahora no se había desarrollado a escala nacional en España. Esta información puede suponer un avance metodológico significativo tanto para el diseño de estrategias marinas nacionales como para elementos más específicos de la gestión de la Red Natura 2000 marina. Por ejemplo, el análisis de los resultados de esta información ha demostrado que existe una gran diferencia en el suministro de los servicios de los ecosistemas entre las zonas costeras (menos de 12 millas) y marinas.
- d. La evaluación y cartografía del servicio recreativo demuestra que es un elemento fundamental para la gestión y conservación de las zonas costeras. Además, la variabilidad espacial y estacional a la que el suministro de este servicio se ve sometida hace necesaria la elaboración de planes de gestión específicos y adecuados a cada caso de estudio. Además, en la gestión de este servicio se hace especialmente importante realizar análisis de la oferta y la demanda para entender los umbrales de sostenibilidad.
- e. Tras la revisión exhaustiva de las bases de datos oficiales sobre los ecosistemas marinos en España, se han detectado notables vacíos de información. Por ejemplo, no se han encontrado los datos biológicos y pesqueros necesarios para algunas de las especies analizadas. También es reseñable la falta de información de algunas de las demarcaciones como por ejemplo la Canaria.

2. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Este informe está estructurado según los siguientes apartados que se corresponden con las actividades previstas durante la propuesta:

2.1. Elaboración de un marco metodológico para evaluar y valorar los servicios de los ecosistemas en la Red Natura 2000 marina de España. En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica de marcos conceptuales ya existentes a nivel nacional e internacional (EME, MAES, MEA, TEEB) para ver cuál de ellos se adaptaba mejor a los objetivos y actividades planteadas en el proyecto. Una vez diseñado el marco conceptual de evaluación y valoración se realizó una búsqueda intensiva de fuentes oficiales de información para analizar y entender la evolución y el estado actual de los servicios de los ecosistemas en la Red Natura 2000 de España.

2.2. Evaluación del estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas marinos aplicando la metodología de trabajo propuesta. En primer lugar, se realizó una identificación de los servicios de los ecosistemas marinos que se querían estudiar, en función de la relevancia para el proyecto INTEMARES y de metodologías y datos disponibles para su estudio. Para la selección final se realizó un análisis de relevancia-importancia de servicios de ecosistemas marinos de la Red Natura 2000. En segundo lugar, se realizó una identificación de las mejores metodologías de evaluación a utilizar para cada uno de los servicios seleccionados. La identificación de metodologías disponibles para su evaluación se realizó mediante la revisión de programas informáticos disponibles y metodologías utilizadas en estudios anteriores a nivel nacional e internacional. La selección de las mejores metodologías a utilizar, en función de los objetivos y de la disponibilidad de datos se consensó con el equipo técnico del proyecto LIFE IP INTEMARES para asegurar que los resultados que se alcancen sean de utilidad para el proyecto.

El siguiente paso fue la propia evaluación del estado actual de los servicios de los ecosistemas marinos. La evaluación tiene la capacidad presentar la cartografía actual de los servicios en función del estado de conservación de cada tipo de ecosistema. Por último, la evaluación presenta los impactos más importantes a los que se enfrentan los distintos servicios de los ecosistemas en función de posibles escenarios de futuro.

2.3. Valoración económica de los servicios de los ecosistemas. Se realizó en primer lugar una valoración biofísica de tres servicios de los ecosistemas seleccionados utilizando técnicas y modelos específicos para obtener unidades de producción por tiempo (p.ej. por año) y espacio (p.ej. por km²). Una vez estimada la cuantificación biofísica se realizó una valoración económica/monetaria de tres servicios de los ecosistemas mediante técnicas de transferencia de valores de mercado.

2.4. Representación espacial de los servicios de ecosistemas para facilitar la toma de decisiones a los distintos agentes involucrados. Antes de realizar la cartografía específica de los servicios de los ecosistemas se realizó un mapa de ecosistemas marinos en la Red Natura 2000 española, con el objetivo de poder realizar una relación entre los ecosistemas y los servicios de forma espacialmente explícita. Para la realización de la cartografía de servicios de los ecosistemas se necesitó: (i) identificar y obtener de la información cartográfica disponible y necesaria; (ii) recopilar, clasificar, preparar la información cartográfica mediante un sistema de información geográfica (SIG); (iii) maquetar y editar de los mapas.

2.5. Análisis de diferentes escenarios de futuro de espacios marinos que muestren las implicaciones para los servicios de los ecosistemas. Para la descripción de los escenarios de futuro de los espacios marinos en la Red Natura 2000 se realizó una revisión de las principales presiones que afectan directamente a los ecosistemas marinos, en general, y a la gestión en la Red Natura 2000 marina, en particular. Una vez identificadas las distintas presiones se definieron los posibles escenarios de futuro para poder evaluar las implicaciones que tendrán para diferentes servicios de los ecosistemas marinos. Este análisis se realizó teniendo en cuenta estudios anteriores sobre consecuencias de escenarios de futuro para los servicios de los

ecosistemas, estudios sobre servicios de los ecosistemas marinos, y estudios sobre la gestión de espacios marinos en España.

2.6. Divulgación del documento con los resultados. Para la redacción del informe final se realizaron reuniones periódicas del equipo para integrar y estructurar los resultados alcanzados en las distintas actividades del proyecto. En la fase final se concentró todo el esfuerzo en escribir las distintas secciones del informe. Una vez entregado el informe final y dado su visto bueno por parte de la Fundación Biodiversidad se editará un informe de síntesis de resultados con un carácter más divulgativo. Los informes finales y de síntesis se subirán a distintas plataformas online del proyecto (www.ecomilenio.es) con el fin de lograr una mayor divulgación de los resultados alcanzados.

3. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

3.1. Elaboración de un marco metodológico para evaluar y valorar los servicios de los ecosistemas en la Red Natura 2000 marina de España.

El presente estudio se ha enmarcado en todo el territorio marino español (demarcaciones marinas) y, especialmente, en la Red Natura 2000 en ambientes marinos y costeros (Fig. 1). Este espacio marino se ve representado por 5 demarcaciones; i) noratlántica, ii) levantino-balear, iii) Estrecho y Alborán, iv) sudatlántica y v) canaria), y la superficie conjunta de los 272 espacios protegidos por la Red Natura 2000. El listado completo de espacios incluidos se puede consultar en el ANEXO I de este mismo documento.

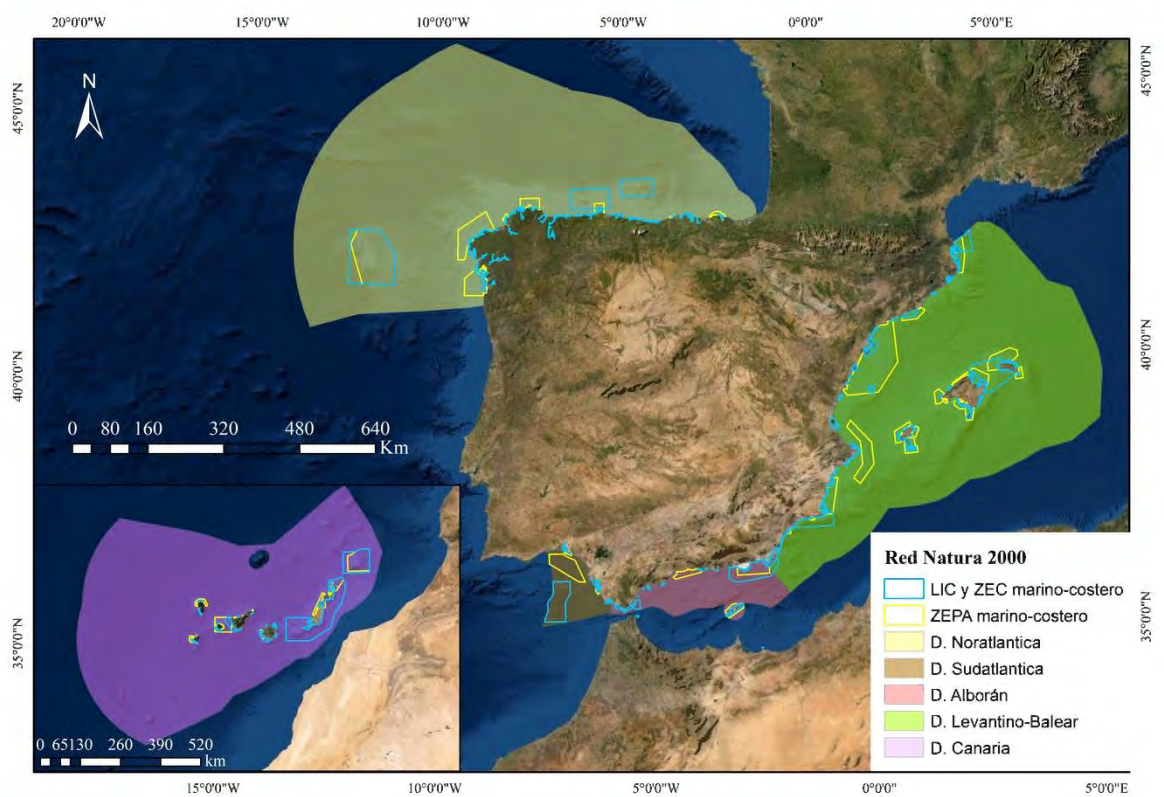


Figura 1. Área de estudio: Demarcaciones marinas españolas y Red Natura 2000 marina

La evaluación y valoración de servicios de los ecosistemas consiste en el desarrollo o aplicación de metodologías capaces de modelizar o poner en valor los diferentes servicios que los ecosistemas suministran a la sociedad y de los cuales depende el bienestar humano. Dentro de las metodologías de valoración, la cartografía ha resultado ser una de las más efectivas en el marco de la planificación y gestión de espacios naturales (Maes et al., 2012). Los motivos principales por los que la cartografía de servicios de los ecosistemas ha resultado ser de especial interés son dos: (1) permite cuantificar o valorar a través de escalas, la cantidad suministrada y/o demandada de los diferentes servicios; (2) permite visualizar en el espacio cómo se comporta el suministro y/o la demanda del servicio para poder elaborar estrategias de gestión.

En los últimos 10 años, desde la finalización de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) y la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio España (EME, 2012), el número de metodologías tanto cuantitativas como cualitativas ha incrementado considerablemente (Crossman et al., 2013). Dentro de las metodologías cuantitativas, destaca la desarrollada por el proyecto Natural Capital (Tallis & Polasky, 2011), que incluye un conjunto de modelos de servicios de los ecosistemas que, a través de diferentes variables biofísicas, permiten la cuantificación de servicios como el secuestro de carbono (marino o terrestre), la pesca o el uso del espacio para fines recreativos, entre otros.

Estas metodologías se recopilan en un software, de acceso gratuito y actualizado anualmente, conocido como InVEST (Integrated Valuation and Ecosystem Services Tool) (Tallis, 2011). El software consiste en una serie de ventanas sencillas, en las que se introducen datos de tipo cartográfico (formatos soportados por un Sistema de Información Geográfica) o datos en forma de tablas. Para cada uno de los servicios que permite evaluar InVEST, existe un modelo cuantitativo cuyos detalles pueden ser consultados en la guía de usuario (InVEST User Guide, 2018). En esta guía se pueden encontrar los siguientes apartados: (1) especificaciones sobre el funcionamiento del modelo; (2) datos necesarios para el modelo, (3) formatos necesarios de los datos (datos espaciales o datos numéricos), (4) conceptos básicos del modelo, (5) limitaciones y especificaciones, (6) procesos opcionales y (7) referencias utilizadas para el modelo.

Tabla 1: Tipos de servicios y modelos que permite evaluar y mapear InVEST

	Servicio	Modelo
Terrestre	Regulación climática	Carbon storage and sequestration
Terrestre	Suministro de agua	Annual Water Yield
Terrestre	Suministro de nutrientes	Nutrient Delivery Ratio
Terrestre	Control de la erosión	Sediment Delivery Ratio
Terrestre/Marino	Valor escénico	Unobstructed Views: Scenic Quality Provision
Terrestre/Marino	Recreación y turismo	Visitation: Recreation and Tourism
Marino	Acuicultura Marina	Marine Finfish Aquacultural
Marino	Pesca	Fisheries
Terrestre	Producción de cereal	Crop production
Terrestre	Suministro de agua estacional	Seasonal Water Yield
Marino	Secuestro de carbono marino	Coastal Blue Carbon

InVEST, tiene la ventaja fundamental de ofrecer modelos de servicios de los ecosistemas de ámbito marino y ámbito terrestre, lo cual lo convierte en una herramienta completa, capaz de suministrar información relevante en contextos complejos (p.ej. ambientes costeros). Los servicios de los ecosistemas que permite evaluar InVEST se presentan en la Tabla (1). En el caso de los ecosistemas terrestres el software ha sido ampliamente utilizado, donde los modelos más presentados en publicaciones son principalmente modelos hidrológicos (abastecimiento de agua anual e interanual), modelos de secuestro y almacenamiento de carbono, retención de nutrientes y polinización (Martínez-Harms & Balvanera, 2012, Posner et al., 2016). En el ámbito marino, ha sido menos utilizado debido a la dificultad que supone encontrar determinados datos de carácter preciso para poder aplicar los modelos (Liquete et al., 2013, Lavorel et al., 2017). Sin embargo, gracias a las diferentes contribuciones del proyecto LIFE INDEMARES, su consecutivo LIFE IP INTEMARES, y otros proyectos de los Institutos Oceanográficos Españoles se han conseguido elaborar datos de vital importancia para el desarrollo de los modelos de servicios de los ecosistemas en el ámbito marino en España.

A pesar de su versatilidad y eficiencia, InVEST presenta algunas limitaciones que merecen ser mencionadas. La principal limitación que se encuentra al aplicar cualquier modelo de InVEST es que es un proceso de “caja negra”, en el cual hay un “input” y un “output” pero para conocer las entrañas del proceso es necesario conocer el lenguaje de programación. Por ello, se recomienda utilizar mecanismos de validación y/o comparación para verificar que los resultados no responden a alguna anomalía. Además, algunos modelos son de carácter excesivamente estático, siendo necesaria una interpretación de los resultados en un contexto adecuado, en este sentido, algunos procesos ecológicos complejos (como las migraciones o los movimientos de materia en el espacio) no son capturados totalmente por los modelos. Finalmente, se podría decir que la dependencia de InVEST de los datos espaciales precisos, hace que en ocasiones los modelos no puedan ser desarrollados o deban responder parcialmente a metodologías cualitativas de valoración.

3.2. Evaluación del estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas marinos incluyendo la información cartográfica

Para la evaluación del estado y tendencia de los Servicios de los Ecosistemas Marinos (SEM) se seleccionaron tres modelos de InVEST; (1) Visitation: Recreation and Tourism 3.7.0, (2) InVEST Coastal Blue Carbon model 3.7.0, y (3) InVEST Fisheries model 3.7.0. Estos modelos permiten representar espacialmente el suministro de tres servicios de los ecosistemas. El primer modelo, permite valorar el uso del espacio (marino y terrestre) utilizando metodologías recientes de cuantificación de fotografías tomadas por usuarios en cada unidad de superficie. El segundo, permite estimar el carbono secuestrado, almacenado y/o emitido, en los distintos ecosistemas marinos (regulación del clima). El tercer modelo cuantifica la cantidad de biomasa extraída de una especie concreta objeto de pesca (suministro de alimentos), basándose en parámetros de población, datos extractivos y variables espaciales.

(1) Modelo recreación en espacios naturales (InVEST Visitation: Recreation and Tourism 3.7.0)

Este modelo permite valorar a través del número de fotografías el uso del espacio en todo tipo de entornos. En este caso, se ha utilizado el modelo para estimar el número de fotografías al año tomadas en cada cuadrícula (3x3 km) en las Áreas Costeras y Marinas de España, comprendidas en las demarcaciones marinas de España. Para la aplicación del modelo solo es necesario disponer de un área de estudio, en formato vectorial, soportado por un SIG. Tras introducir el área, InVEST calcula el número de fotografías contenidas en una plataforma de tipo red social conocida como *Flickr* (<https://www.flickr.com/>). El modelo permite generar una retícula, permitiendo que cada celda sea un cuadrado o un hexágono, el tamaño de las celdas puede ser seleccionado por el usuario para trabajar a cualquier escala. Debido a la escala que se planteó en este trabajo, se decidió utilizar un tamaño de cuadrado de 3km tras realizar pruebas a diferentes tamaños y escalas (1km y 2km).

Dada la versatilidad de esta herramienta, en el presente informe se decidió utilizar como área de estudio las 5 demarcaciones completas de España. Con la intención de ceñirse exclusivamente al espacio marino se

recortó la capa cartográfica de la Red Natura 2000 con la correspondiente al territorio terrestre de España, de modo que no se incluyen actividades recreativas realizadas en espacios costeros terrestres.

En el propio modelo se reconocen algunas limitaciones que deben ser mencionadas de cara a la interpretación de los resultados. En primer lugar, el hecho de que la herramienta solo se conecte al servidor de Flickr para obtener las fotos lo limita a los usuarios de esa plataforma. Estudios que incorporen otro tipo de redes sociales o algún tipo de etiquetado de las fotografías podría mejorar consistentemente los resultados. Referido a esta última idea, uno de los inconvenientes es que las zonas urbanas (en este caso zonas costeras) presentan una gran cantidad de fotografías, debido al número de usuarios en esas zonas. Algunos métodos que podrían mejorar la calidad de los resultados podrían incluir análisis de diferentes actividades recreativas ofertadas o conocidas (buceo, surf, pesca recreativa...)

(2) Modelo secuestro y almacenamiento de carbono costero (InVEST Coastal Blue Carbon 3.7.0)

Este modelo permite estimar, a través de datos de hábitats (localización y clasificación) y datos específicos de secuestro y almacenamiento de carbono de estos hábitats, el total de carbono secuestrado y almacenado en los ecosistemas marinos de los que se disponga de datos. Dada la escasa disponibilidad de ecosistemas marinos y/o hábitats cartografiados y muestreados, se ha decidido utilizar como indicador para este servicio de regulación las praderas marinas contenidas en las demarcaciones españolas. Para ello, se recurrió al Atlas de Praderas Marinas de España (Ruiz et al., 2015), que proporciona información cartográfica vectorial de la localización y tipo de pradera (fanerógamas marinas principalmente) en cada una de las Comunidades Autónomas de España con mar. Para poder asociar un valor de secuestro y almacenamiento de carbono de las praderas se utilizaron los resultados recientes del proyecto LIFE BLUE NATURA (Mateo et al., 2018), cuyo objetivo fue cuantificar el carbono contenido en las distintas praderas marinas del Mediterráneo. Dada la elevada precisión de los datos cartográficos y de secuestro de carbono, se utilizó una superficie de 100x100m de cuadrícula. El principal motivo que propició esta decisión recae en la elevada precisión de la cartografía del Atlas de Praderas Marinas de España y su heterogeneidad. En el caso de haber utilizado cuadrículas demasiado grandes, se habría perdido información del Atlas y, por lo tanto, se habría infravalorado el secuestro de las praderas. Los diferentes parámetros necesarios para utilizar el modelo se recopilan en la Tabla 2.

Tabla 2: Requerimientos de datos para el modelo de secuestro y almacenamiento de carbono de InVEST

Especies	Datos específicos especies	Datos específicos especies (escenarios)	Datos espaciales (cartográficos)
<i>Cymodocea nodosa</i>	1. Carbono contenido en la biomasa 2. Carbono contenido en el suelo 3. Carbono contenido en la materia muerta	1. Carbono acumulado cada año (suelo y biomasa) 2. Cambios en el stock de carbono debido a cambios en el ecosistema (presiones y emisiones)	Datos espaciales de localización de las praderas marinas, sus especies y los impactos o presiones que puedan sufrir las mismas
<i>Zostera noltii</i>			
<i>Halophila decipiens</i>			
<i>Posidonia oceanica</i>			
<i>Caulerpa taxifolia</i>			

Las especies que se utilizaron según los datos obtenidos en el Atlas de Praderas Marinas de España fueron; (1) *Cymodocea nodosa*, (2) *Zostera noltii*, (3) *Halophila decipiens*, (4) *Posidonia oceanica*, (5) *Caulerpa taxifolia*. No se hizo estima del carbono en la *Caulerpa*, al ser considerada una especie invasora, pero dada la extensión se decidió incluir en la Tabla (3). En términos generales la demarcación levantino- balear es la que más praderas marinas contiene, siguiendo la canaria, Estrecho y Alborán, la noratlántica y la sudatlántica. Cabe destacar que la demarcación levantino-balear contiene la mayor superficie de España de praderas de *Posidonia oceanica*. Por otro lado, la demarcación noratlántica, a pesar de ser la cuarta en superficie de praderas, presenta la mayoría de su superficie en zonas de ría, que no están comprendidas en las demarcaciones.

Tabla 3. Superficie de praderas marinas por demarcación y especie (CN: *Cymodocea nodosa*, ZN: *Zostera noltii*, HD: *Halophila decipiens*, PO: *Posidonia oceanica*, CT: *Caulerpa taxifolia*)

Demarcación	Superficie (ha)	Superficie RN2000 (ha) ²	Superficie praderas (por sp) (ha)
Canaria	48.618.544	2.555.302,84	CN: 6.709
			ZN: 4.854 (m)
			HD: 399
Levantino-Balear	23.286.386	2.623.127,975	CN: 14.422
			ZN: 7
			PO: 118.926
			CT: 10.009
Estrecho y Alborán	2.498.972	432.460,8415	CN: 2.208
			PO: 3.938
			ZN: 1
Noratlántica	31.481.815	2.300.778,212	ZN: 2.966
			ZM: 610
Sudatlántica	1.407.025	557.961,4229	CN: 1.151
			ZN: 912
			ZM: 958 (m)

² La superficie total de cada demarcación incluida en la Red Natura 2000 se ha calculado considerando la posible superposición de LICs, ZEPAs y ZECs, de modo que cualquier superficie que aparece en dos o más áreas Red Natura 2000 sólo se contabiliza una vez.

En términos generales, los datos que necesita el modelo en cuanto a secuestro de carbono se dividen en las diferentes áreas de secuestro del propio ecosistema; (1) contenido de carbono en la parte aérea, (2) contenido de carbono en la parte subterránea, si la hubiere, y (3) contenido de carbono en el suelo del ecosistema. En el caso concreto de este estudio, las praderas de fanerógamas marinas secuestran el carbono principalmente en el suelo, ya que la parte aérea y la parte soterrada apenas tienen capacidad de secuestro. El modelo permite además estimar el carbono almacenado, secuestrado y/o emitido durante dos periodos de tiempo. Por ello, y con la intención de conocer el potencial estado futuro del secuestro de carbono en los ecosistemas, el modelo ofrece la opción de utilizar datos cartográficos del escenario futuro y estimar las pérdidas, ganancias y futuras emisiones de carbono en estos escenarios. Para ello, es necesario conocer cierta información referida a los cambios que suceden entre un ecosistema en el tiempo 1 y el ecosistema (o ausencia de ecosistema) que habrá en ese mismo espacio en el tiempo 2. Debido a la escasez de datos ya mencionada, se valoró como única transición posible de pradera marina a “sin pradera marina”. Además, dada la capacidad de almacenar carbono en el suelo de estos ecosistemas a lo largo del tiempo, para aplicar correctamente los escenarios de futuro, es necesario conocer la capacidad de secuestro anual de cada especie/ecosistema.

El modelo que ofrece InVEST para estimar la regulación climática en ecosistemas marinos tiene un carácter relativamente estático, es decir, no incluye algunos flujos importantes como el movimiento de la materia muerta. Por otro lado, el modelo aísla completamente el servicio de secuestro de carbono, cuando, en este caso, las praderas marinas son suministradoras de múltiples servicios como otros estudios han demostrado. Respecto a los cambios en el stock y el secuestro en base a los cambios en los ecosistemas, el programa requiere datos muy precisos de los cambios que suceden y cómo éstos alteran el stock. Si bien son ciertas todas estas limitaciones, InVEST permite adaptar los datos al estudio en cuestión (p.ej. eliminando el carbono secuestrado en la materia muerta de *Posidonia* al ser mayormente recogida en las playas).

(3) Modelo de pesca (InVEST Fisheries model 3.7.0)

El modelo que InVEST ofrece para la evaluación de la pesca es probablemente uno de los más complicados en cuanto a requerimientos de datos. Este modelo, permite cuantificar la cantidad de biomasa o número de individuos capturados de una especie concreta, en función de las características poblacionales propias de cada especie y cantidad pescada de las mismas. Es decir, el modelo calcula de forma anual la extracción que se hace de pescado/marisco, basándose en la capacidad de regeneración del propio ecosistema y la cantidad extraída del mismo. Dado que es de carácter anual, el modelo permite repetir el proceso durante un periodo infinito de años, es decir, calcula lo que se seguirá extrayendo cada año, de mantenerse las condiciones de pesca y los cambios que ésta provoque en las características poblacionales (número de alevines o larvas, número de individuos en edad de reproducción, etc.). Los principales datos que requiere el modelo se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Requerimientos de datos para el modelo de pesca de InVEST

Especies	Datos especies	Datos especies (escenarios)	Datos espaciales (cartográficos)

<i>Merluccius merluccius</i>	1. Clases de edad 2. Madurez 3. Fecundidad	Conocimiento de las alteraciones de los stocks y de los reclutamientos en el escenario futuro	Localización de áreas de pesca e intensidades de pesca
<i>Engraulis encrasicolus</i>	4. Peso por clase de edad 5. Mortalidad por pesca 6. Mortalidad natural		
<i>Thunnus thynnus</i>	7. Número de alevines en el tiempo inicial 8. Reclutamiento total por año		
<i>Micromesistius poutassou</i>			
<i>Sardina pilchardus</i>			

Es importante hacer notar que el modelo de pesquerías de InVEST está diseñado con el objetivo de comparar distintos escenarios de explotación pesquera, relaciones de interdependencia entre especies y hábitats, y explorar la dimensión espacial de la pesca, entre otras opciones, pero los tres modelos de estima de tamaño de stock y extracción de biomasa son sencillos si se comparan con las herramientas que se usan en la actualidad en los organismos oficiales que evalúan el estado de los stocks pesqueros, y por tanto se recomienda no tomar los valores finales como certezas absolutas y entender que llevan aparejado un nivel de incertidumbre importante.

Para este estudio, se utilizaron cinco especies objeto de pesca, para cuya selección se siguieron dos criterios básicos; (1) Importancia/relevancia para la pesca y (2) disponibilidad de datos. Las especies seleccionadas fueron: (1) Merluza (*Merluccius merluccius*), (2) Boquerón (*Engraulis encrasicolus*), (3) Atún rojo (*Thunnus thynnus*), (4) Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) y (5) Sardina (*Sardina pilchardus*). Uno de los principales requerimientos del modelo es la localización de áreas o regiones en las cuales se pesca cada especie. Dada la escasa información espacial disponible sobre estas áreas, se decidió elaborar un método basado en la localización de los principales buques pesqueros censados de los últimos años. Esta información fue obtenida de la Subdirección General de Pesca (SGP) y se utilizó siguiendo los siguientes pasos; (1) Primero se seleccionaron las artes de pesca (según el censo) de cada barco para posteriormente asociarlas con cada una de las especies. La asociación se hizo con la información publicada por la Junta de Andalucía en su guía de Especies de interés pesquero (Junta de Andalucía, 2001) en el Catálogo de Artes, Aparejos y Utensilios de Pesca del Litoral Andaluz (Junta de Andalucía, 2003), y por el Instituto Español de Oceanografía en el Catálogo de Especies de Interés Pesquero en Galicia, Asturias y Cantabria (Velasco, et al., 2013). Las artes utilizadas para cada especie aparecen en la Tabla 5. Es importante resaltar que como el censo agrupa todas las artes menores y artesanales en una misma categoría es imposible asignarlas a las especies estudiadas y por tanto no son consideradas en este trabajo. (2) En el segundo paso se dibujaron los puntos correspondientes a las localizaciones emitidas por los GPS de los barcos utilizando principalmente dos recursos, MariaDB para la gestión de los más de 8.000.000 de puntos de localización disponibles y ArcGIS para la transformación en puntos sobre un mapa, (3) Se calculó el total de puntos contenidos en cada una de las cuadrículas utilizadas en el informe de presiones e impactos proporcionado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Estrategia Marina https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/eemm_eemmespana.aspx), (4) Se clasificaron las cuadrículas según la cantidad de puntos y (5) Se eliminaron áreas con menos de 10 puntos (por ser áreas de desplazamiento) y con más de 3000 puntos (por ser áreas de puerto). El resultado final es un mapa de intensidad pesquera para cada una de las especies analizadas. Los datos y referencias utilizados para cada una de las especies se presentan en el ANEXO II,

Tabla 5: Artes de pesca seleccionados para cada especie

Arte de pesca	<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Engraulis encrasicolus</i>	<i>Thunnus thynnus</i>	<i>Micromesistius poutassou</i>	<i>Sardina pilchardus</i>
Arrastre de fondo en el Golfo de Cádiz	SÍ			SÍ	
Arrastre de fondo en Cantábrico NW	SÍ			SÍ	
Arrastre de fondo en Mediterráneo	SÍ			SÍ	
Atuneros cañeros en Canarias			SÍ		
Cerco atún rojo en Mediterráneo			SÍ		
Cerco en Cantábrico NW		SÍ			SÍ
Cerco en Golfo de Cádiz		SÍ			SÍ
Cerco en el Mediterráneo		SÍ			SÍ
Palangre de fondo en Cantábrico	SÍ			SÍ	
Palangre de fondo en Mediterráneo	SÍ			Ocasional	
Palangre de superficie Caladero Nacional			SÍ		
Palangre superficie en aguas internacionales			SÍ		
Palangre de superficie en Mediterráneo			SÍ		
Volanta en Cantábrico NW	SÍ				

El modelo de pesca de InVEST tiene ciertas limitaciones que deben ser mencionadas. En concreto, este modelo se basa en modelos de estima de pesca deseable/permitida, basada en otras estimas de parámetros poblacionales. La primera limitación en este modelo es la extrema dificultad que hay en disgregar datos pesqueros suministrados en regiones muy grandes. Si bien dependiendo de la escala puede ser menos problemático, para trabajar a nivel de servicios de los ecosistemas a escala nacional o regional, es necesario conocer datos precisos. Otra limitación evidente del modelo es su carácter estático, aunque el modelo ofrece posibilidad de incluir parámetros migratorios o áreas de cría, no es sencillo cuantificar y mapear un proceso que sucede en un espacio continuo y altamente fluctuante. En este sentido, las zonas en las que se pesca deben ser entendidas como áreas de pesca usuales, en las que se pesca con relativa frecuencia, pero no es evidente asociar una cantidad exacta de pescado extraído a una unidad de superficie marina.

(4) Análisis realizados para cada servicio de los ecosistemas

En este apartado se presentan los diferentes análisis que se hicieron para los diferentes servicios según su interés. En términos generales, se analizaron las diferencias existentes entre el suministro de los servicios en espacios naturales protegidos (ZEPA y LIC/ZEC) y fuera de los mismos. Aquellos espacios superpuestos, se consideraron un único polígono a la hora de realizar los cálculos. Para este análisis, se sumó el total de los resultados de los tres modelos de servicios (número de fotos, toneladas de carbono y kilogramos de pescado) dentro de los límites de la Red Natura 2000 y se restó al total en cada una de las demarcaciones. Se realizó este procedimiento para cada uno de los servicios, sólo en el caso de la recreación, se decidió ampliar 1 km el área de la Red Natura 2000, para considerar la presencia de fotografías en zonas limítrofes a los espacios protegidos. Otra excepción, en la recreación, fue el análisis de la evolución de fotografías por año y por estaciones del año, con la intención de conocer el comportamiento del servicio en las diferentes demarcaciones de España. Para ello se realizaron múltiples modelos para el año 2010, 2015 y 2017 y se obtuvieron los valores totales para toda España. Para el análisis estacional, se calcularon las sumas de los valores correspondientes a cada estación del año. Otros análisis que se realizaron con el modelo de recreación surgieron de la necesidad de establecer una relación entre la presencia/ausencia de banderas azules en cada demarcación. De este modo, se podía establecer una relación entre el uso del espacio y la calidad ambiental del mismo. Para realizar este análisis se obtuvo el valor de número de fotografías en cada punto (playa), obtenidas de la Guía de Playas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Después, se introdujeron los datos en R Studio para realizar análisis estadísticos (*t* de Student) y conocer si existían diferencias significativas entre la presencia de banderas azules y la ausencia de éstas.

3.3. Valoración económica de los servicios de los ecosistemas

Las valoraciones de servicios de los ecosistemas permiten desarrollar múltiples análisis, entre ellos, las estimas del valor económico que puede tener un servicio determinado han sido ampliamente utilizadas (Costanza et al., 1997). Dentro de los métodos de valoración económica, existen diferentes formas de calcular el valor de los servicios ya que éstos son de muy diversa índole. Los métodos más sencillos de valoración económica consisten en establecer un valor monetario por unidad de suministro, ya sea basándose en precios de mercado (precio de primera venta en lonja) o en otro tipo de criterios (p.ej. precio estimado de la tonelada de CO₂ equivalente según el Banco Mundial). Sin embargo, los servicios de tipo cultural, y otros tantos de regulación no son fácilmente mensurables en términos económicos ya que tampoco lo son en términos cuantitativos. Algunos ejemplos del valor recreativo de un servicio se han calculado a través de diferentes indicadores, por ejemplo, la disposición de las personas a pagar por entrar en un Parque Natural. En este estudio se han utilizado métodos sencillos de valoración basados en el precio actual de los diferentes productos en el mercado. Los precios utilizados para cada una de las especies pescadas y para el CO₂ equivalente y sus fuentes, se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos de valoración económica utilizados para el cálculo del valor económico de los servicios de los ecosistemas en el presente y en los diferentes escenarios.

Especie/unidad	Precio presente	Precio 2050	Fuente
Tonelada de CO ₂ equivalente	38 €/tonelada	121€/tonelada	Banco mundial
<i>Merluccius merluccius</i> (Mediterráneo)	5,09 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Merluccius merluccius</i> (Atlántico)	4,18 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Mediterráneo)	1,61 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Atlántico)	1,42 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Thunnus thynnus</i> (Mediterráneo)	9,59 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Thunnus thynnus</i> (Atlántico)	5,76 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Micromesistius poutassou</i> (Mediterráneo)	1,18 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Micromesistius poutassou</i> (Atlántico)	0,86 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Sardina pilchardus</i> (Mediterráneo)	2,01 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA
<i>Sardina pilchardus</i> (Atlántico)	1,51 €/Kg	No disponible	Estadísticas pesqueras CC.AA

El programa utilizado para elaborar los modelos permite, en el caso del secuestro de carbono en la costa y del pescado extraído, estimar el valor económico que tiene a presente el servicio y que tendrá en el futuro teniendo en cuenta los parámetros escogidos. Dado que los resultados de este estudio fueron cuantitativos, se aplicó, en el caso del carbono el valor establecido para la tonelada de carbono en el presente, y, para los escenarios de futuro, el valor que tendría en el año 2050.

3.4. Análisis de diferentes escenarios de futuro de espacios marinos que muestren las implicaciones para los servicios de los ecosistemas.

3.4.1. Modelo recreación en espacios naturales (InVEST Visitation: Recreation and Tourism 3.7.0)

El programa de InVEST no tiene opción de escenarios de futuro para las actividades recreativas ya que se basa en la estimación de fotos en redes sociales y no es posible modelizar las tendencias de futuro que la gente tendrá a este respecto.

3.4.2. Modelo secuestro y almacenamiento de carbono costero (InVEST Coastal Blue Carbon 3.7.0)

Para los escenarios de futuro aplicados al modelo de secuestro de carbono se utilizaron los datos de presiones e impactos desarrollados para cada una de las demarcaciones a través de la Estrategia Marina Española (MITECO, 2019). Este estudio, realizó un análisis de las diferentes presiones reconocidas en el medio marino utilizando diferentes indicadores y medidas (Tabla 7). Estos indicadores, se aglomeraron en una retícula que cubre todas las demarcaciones de España con una medida de 9x6 km. Para aplicar las presiones e impactos a nuestro marco de trabajo se establecieron una serie de umbrales de cambio (Tabla 7) a partir de los cuales se consideró que las praderas marinas podrían recibir impactos irreversibles y, por lo tanto, destruirse. La selección de umbrales se hizo en función de la información sobre la especie publicada en la literatura científica (Espino et al., 2008; Martínez 2008, Pergent et al., 2016). Una vez establecidos los umbrales se seleccionaron las cuadrículas en las cuales el impacto superaba el umbral establecido, se extrajeron de la capa original y se superpusieron con el Atlas de Praderas Marinas de España. El siguiente paso fue eliminar las praderas que eran tocadas por alguna de las cuadrículas que sobrepasaban los umbrales para alguna de las presiones.

Tabla 7. Umbral de cambio para cada una de las presiones en las demarcaciones

Presiones	Umbral de selección	Rango valores Presiones [Muy bajo - Muy alto]
Alteraciones hidrográficas	3	<0,5 - 4
Basura terrestre	8	0 - 10
Basura marina	60.000	<100 - >60.000
Contaminantes	3,25	0,35 - >3,25
Especies alóctonas	8	0 - 10
Extracción física	50	2,5 - 50
Nutrientes	2	<0,25 - >2,5
Patógenos	6	0 - 6
Modificación del perfil de fondo	8	<1 - >10
Salinidad	8	0 - 10
Sellado	7,5	0 - 18

Finalmente, una vez establecidos los umbrales de impacto sobre las praderas marinas, se diseñaron unos escenarios de futuro basados en la gestión de los diferentes impactos; Tendencia habitual, Escenario sostenible y Escenario insostenible. Cada uno de estos escenarios tenía unas características concretas (Tabla 8). Estas sirvieron para definir el factor de multiplicación de las presiones, es decir, sirvieron para establecer un incremento o decremento de las presiones, en función de potenciales técnicas de gestión, mitigación o infra-gestión (Fig. 2).

Tabla 8. Conceptualización de los escenarios de futuro en el servicio de regulación climática

Criterios escenario	Tendencia habitual	Escenario sostenible	Escenario insostenible
Superficie Red Natura 2000 Marina 7%	Se mantiene en el estado actual	Aumenta a 16%	Disminuye a 4%
Número de estrategias de gestión de especies y espacios protegidos	Se mantiene en el estado actual	Aumento del número de estrategias (instrumento)	Disminución del número de estrategias
Nivel de investigación e información científica accesible	Se mantiene en el estado actual	Incremento de calidad y cantidad de BBDD (Bases de datos)	Disminuye la calidad y cantidad de BBDD
Modelos de gobernanza y participación entre actores	Se mantiene en el estado actual	Aumento del número de instituciones formales y no formales participativas	Disminución del número de instituciones formales y no formales participativas
Niveles de seguimiento y vigilancia	Se mantiene en el estado actual	Aumento de la eficiencia	Pérdida de eficiencia
Niveles de financiación	Se mantiene en el estado actual	Aumento del esfuerzo dedicado a la gobernanza, participación, investigación, seguimiento y vigilancia	Escasez del esfuerzo dedicado a la gobernanza, participación, investigación, seguimiento y vigilancia
Educación y sensibilización social	Se mantiene en el estado actual	Aumento de campañas de sensibilizaciones, centro de educación ambiental e interpretación	Inexistencia de campañas de sensibilizaciones, centro de educación ambiental e interpretación

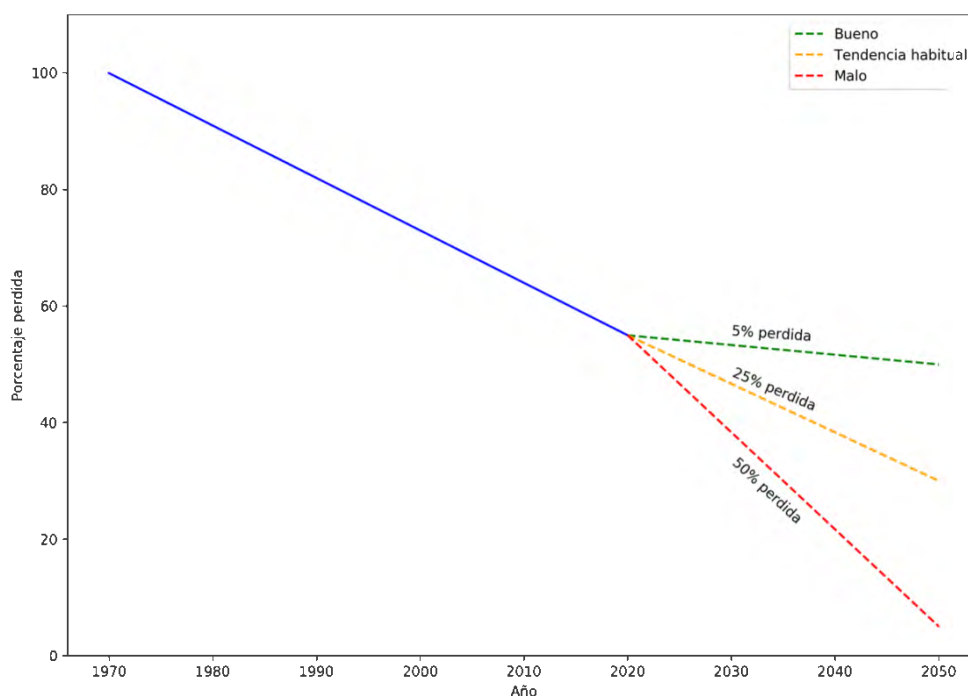


Figura 2: Tendencia de las pérdidas de praderas marinas según los escenarios de futuro propuestos

3.4.3. Modelo de pesca (InVEST Fisheries model 3.7.0)

Para los escenarios de futuro en el modelo de pesquerías se utilizan, cuando están disponibles, los datos relativos a los diferentes stocks proporcionados por el International Council for the Exploration of the Sea (ICES), la International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), la General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM), y el Scientific Technical and Economic Committee for Fisheries de la Unión Europea (STECF) en sus informes anuales, documentos de evaluación de stock, o publicaciones técnicas.

Se construyen cuatro escenarios de futuro para cada especie: (1) escenario de Tendencia Habitual (BAU, Business As Usual), (2) escenario Sostenible con los valores biológicos y de explotación que conducen al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS o MSY) definido en la Política Pesquera Común de la Unión Europea, y dos escenarios insostenibles, (3) el escenario que hemos denominado No Sostenible 1, en el que se mantienen los parámetros biológicos de las especies pero se aumenta la presión pesquera en un 30%, y (4) un escenario denominado No Sostenible 2, en el que se aumenta la presión pesquera un 30%, y además se modifican los valores de reclutamiento y tamaño del stock llevándolos al mínimo histórico conocido. Cada uno de estos escenarios se construye de forma paralela para el Mediterráneo y para el Atlántico, y los resultados finales se integran en un paso posterior. Para dos de las especies seleccionadas (bacaladilla, y boquerón) es imposible explorar los escenarios de futuro en la región mediterránea por la falta de datos biológicos con los que alimentar el modelo.

Los valores seleccionados para cada especie y escenario se presentan en el ANEXO II.

No existe resultado de valoración económica de los escenarios de futuro de la pesca debido a la limitación de acceso de datos a los valores monetarios de cada una de las especies en el futuro debido a la fluctuación de sus valores asignados por proceso de subasta pública en cada lonja.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

4.1. EVALUACIÓN DEL ESTADO Y LA TENDENCIA DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

4.1.1. RECREACIÓN EN ESPACIOS NATURALES MARINOS

Los resultados de los análisis planteados en cuanto al servicio de recreación dentro y fuera de la Red Natura 2000 muestran cierta heterogeneidad en las demarcaciones. La demarcación que presenta mayor número de fotografías es la demarcación canaria, con una media de 5.131 fotos anuales. Además, el 53% de estas fotografías se encuentran en el dominio marítimo de la Red Natura 2000.

La siguiente demarcación con mayor número de fotografías es la demarcación levantino-balear, con una media anual de 1.117 de las cuales el 50% están dentro de los límites de la Red Natura 2000. Por otro lado, la demarcación noratlántica presenta una media anual de 1.053 fotografías, el 29% de estas imágenes están localizadas dentro de áreas Red Natura 2000, un porcentaje similar al de la demarcación Estrecho y Alborán, que presenta un 28% de sus 550 imágenes dentro de áreas Red Natura 2000. En la demarcación sudatlántica (la más pequeña) se registraron 175 fotografías (el 9% dentro de la Red Natura 2000). Si se considera la totalidad del territorio el 47% de las imágenes analizadas se localizan en áreas de la Red Natura 2000. (Fig. 3 y Fig. 4).



Figura 3: Número total de fotografías por demarcación. En verde se muestran el total integrado en la Red Natura 2000 y en azul la parte correspondiente al resto de la demarcación.

Porcentaje de servicio de recreación en zonas de RN 2000 con respecto a su Demarcación

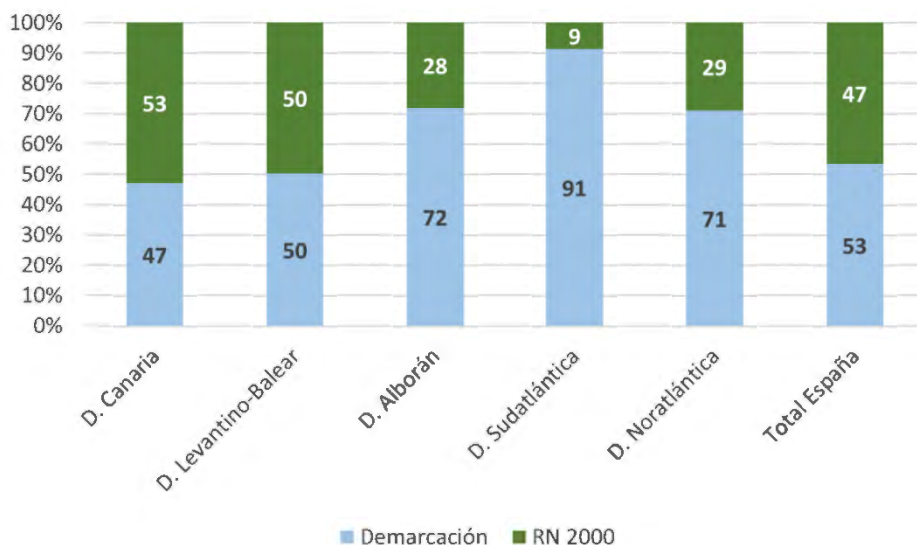


Figura 4: Porcentaje de fotografías dentro de la RN2000 en cada una de las demarcaciones marinas.

El número de fotografías desde el año 2010 ha decrecido de manera general en todas las demarcaciones (Fig. 5), siendo el descenso más pronunciado el experimentado por la demarcación levantino-balear. Por otro lado, atendiendo al número medio de fotos por estación y cuadrícula, destacan los valores que presenta la demarcación sudatlántica, este fenómeno se debe a la concentración de las actividades recreativas en determinadas áreas, siendo de una intensidad elevada (más número de fotos por cuadrícula, pero menor número total de fotos). La siguiente demarcación que presenta mayor media de fotos por cuadrícula es la de Estrecho y Alborán, es decir, sigue un patrón de recreación concentrada en los mismos espacios. El resto de las demarcaciones no muestran especificaciones significativas (Fig. 6).

Evolución del número de fotos por año y Demarcación

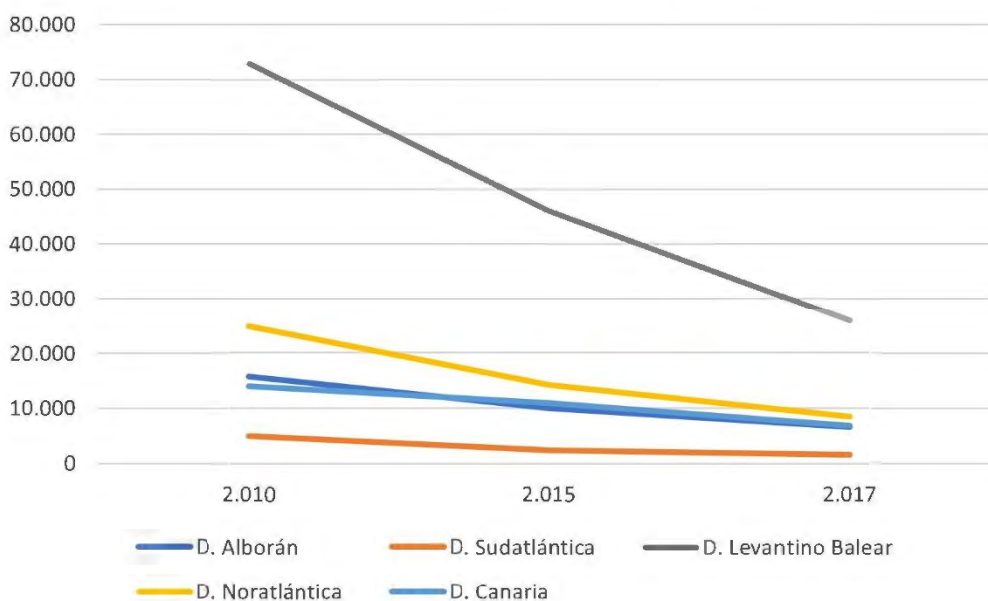


Figura 5: Evolución del número de fotografías tomadas en el total del espacio marítimo español entre 2010 y 2017.

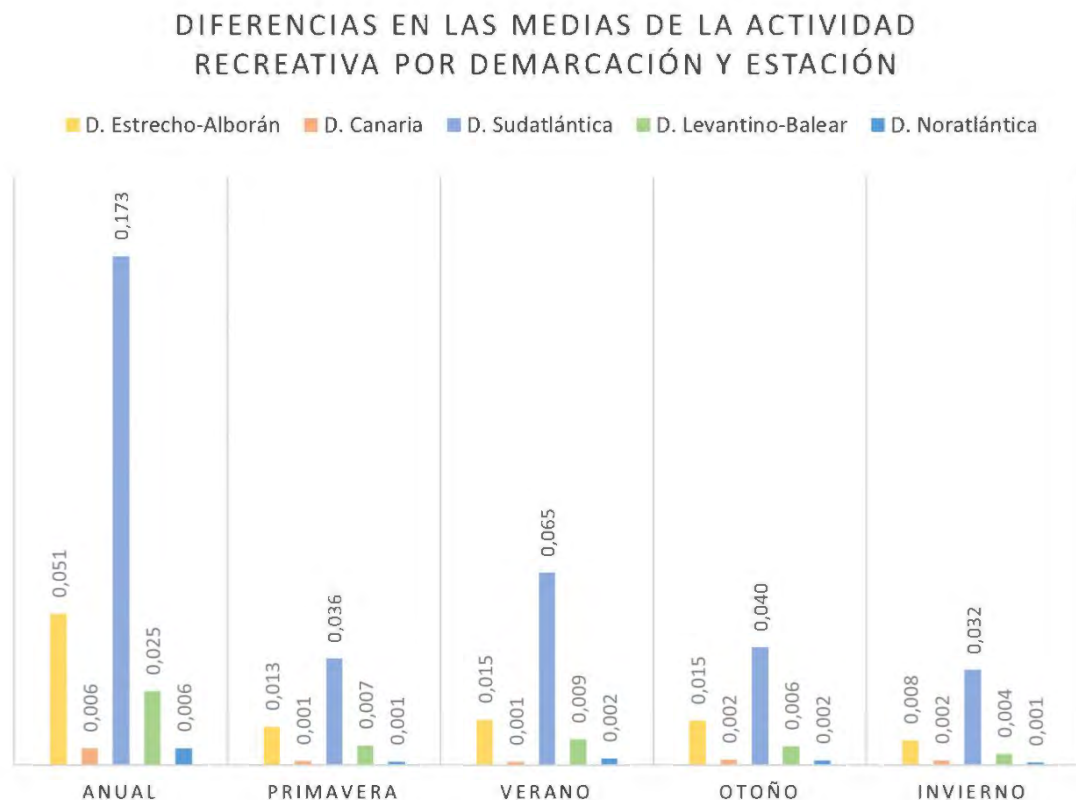


Figura 6: Valores medios por cuadrícula del número de fotografías tomadas en el periodo 2005-2017 divididos por estaciones

En lo que respecta al número total de fotografías por demarcación, la demarcación levantino-balear es la más representativa (630 fotos), debido principalmente a su gran extensión, pero también al gran número de turistas que recibe esta demarcación especialmente en verano (Fig. 7). La siguiente demarcación con mayor número de fotos al año es la demarcación canaria (314 fotos), debido a su alta actividad turística durante todo el año. Las siguientes demarcaciones con mayor número de fotos son, en orden, la sudatlántica (249 fotos), la noratlántica (196 fotos) y finalmente la demarcación de Estrecho y Alborán (132 fotos). Todas las demarcaciones presentan valores más altos en verano que en invierno, siendo en invierno cuando se encuentran los valores más bajos. Sin embargo, la demarcación canaria no sigue este patrón ya que sus características climáticas la convierten en un destino óptimo para cualquier época del año. En este caso, los valores máximos se dan en otoño (99,25) seguido de invierno (86,75), primavera (68,75) y verano (59,37) (Fig.7).

DIFERENCIAS EN EL TOTAL DE LA ACTIVIDAD RECREATIVA POR DEMARCACIÓN Y ESTACIÓN

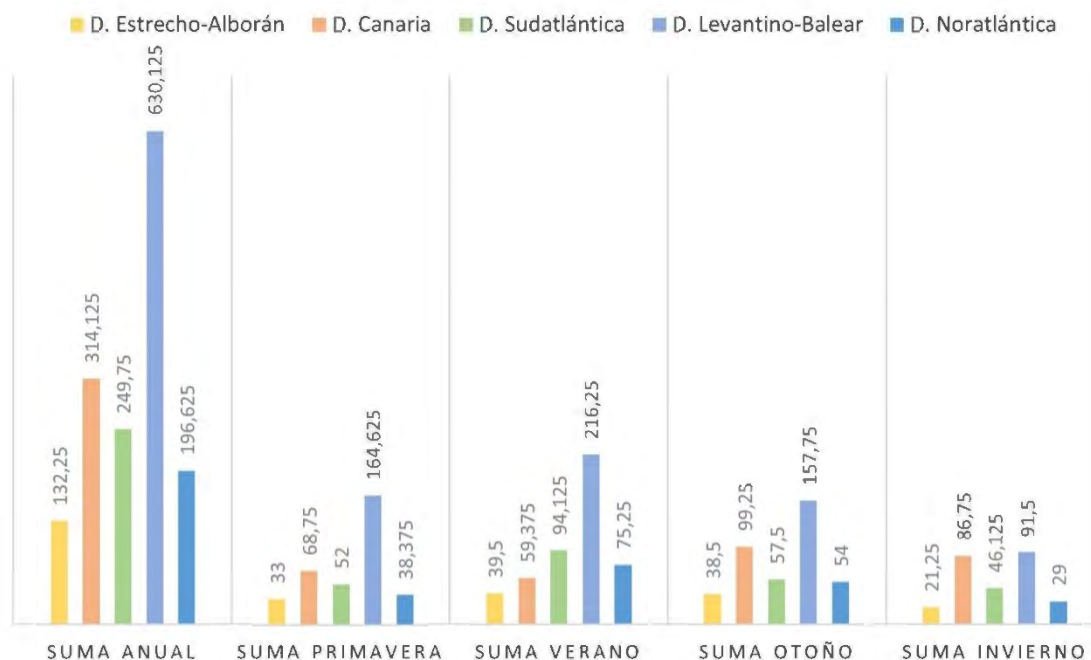


Figura 7: Número total de fotografías por Demarcación y estación tomadas en el periodo 2005-2017.

Las medias de fotos por cuadrícula y por proximidad a la costa muestran un patrón coherente con la recreación en espacios costeros (Fig. 8), así, las medias más altas se han encontrado entre 0 y una milla náutica (0,5318 fotos por cuadrícula). Además, esta media sube ligeramente durante los meses de verano tal y como se ha podido comprobar en los resultados anteriores. Los valores más bajos se dan en invierno, seguido de primavera y otoño (este efecto se debe a la estabilidad del turismo a lo largo del año en la demarcación canaria). Sin embargo, en lo que respecta al número total de fotografías (Fig. 9), el área donde se registra mayor número de fotografías es aquella situada entre 1 y 12 millas náuticas, siendo un área de gran extensión. Los valores anuales del total de fotografías por proximidad a la costa fueron 123 (1 milla náutica), 983 (12 millas náuticas) y 416 (200 millas náuticas). Cabe destacar que los valores más altos en las estaciones se encuentran de nuevo en verano, seguido otoño, primavera e invierno (Fig. 9).

DIFERENCIAS EN LA ACTIVIDAD RECREATIVA POR DISTANCIA A LA COSTA Y ESTACIÓN (MEDIA)

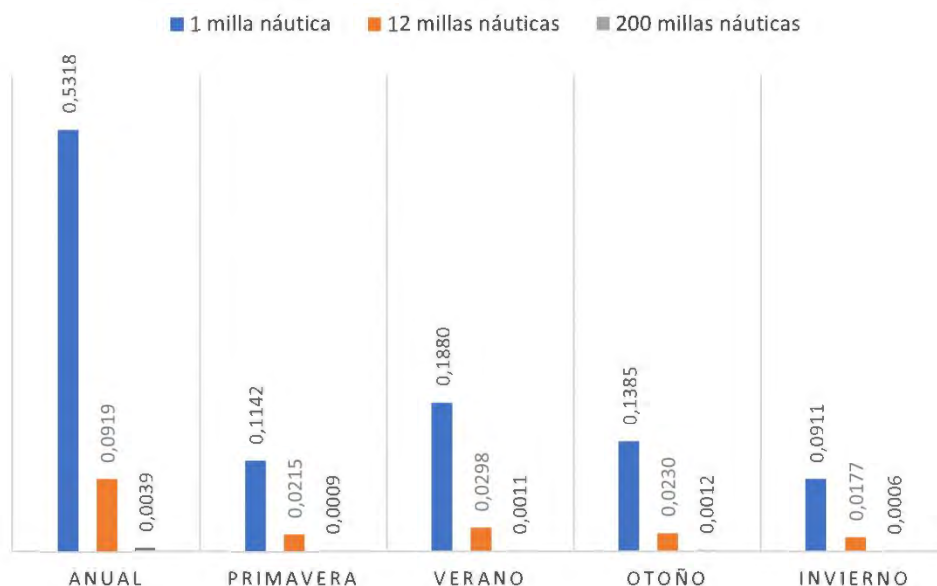


Figura 8: Número medio de fotografías por cuadrícula contenidas en los diferentes espacios basados en su proximidad a la costa

DIFERENCIAS EN EL TOTAL DE LA ACTIVIDAD RECREATIVA POR DISTANCIA A LA COSTA Y ESTACIÓN

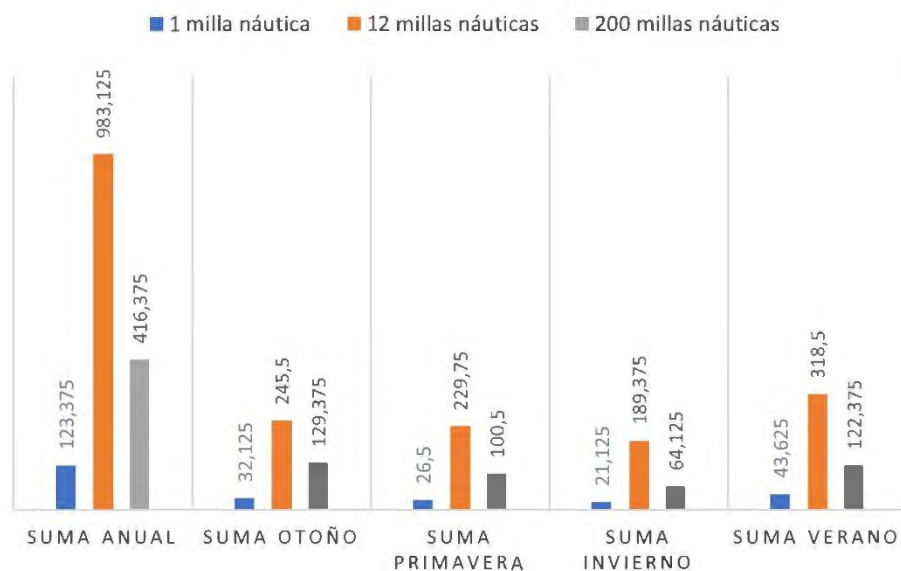


Figura 9: Número total de fotografías por Demarcación y estación según su proximidad a la costa

4.1.2. SECUESTRO Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO MARINO

Los resultados de secuestro de CO₂ almacenado en las praderas marinas de España (excepto la demarcación noratlántica) suma un total de 231 millones de toneladas de CO₂ eq, de los cuales casi 186 (82%) están almacenadas dentro de los límites de la Red Natura 2000 (Fig. 10). La demarcación más importante en este sentido ha sido la levantino-balear, no sólo debido a su enorme superficie sino a la gran cantidad de praderas marinas que contiene esta demarcación (82% incluido en la RN2000). La demarcación canaria, que tiene una superficie destacable, no presenta valores tan elevados debido principalmente a las especies que se dan (*Cymodocea nodosa* en vez de *Posidonia oceanica*) y la naturaleza de las islas, ya que, al ser de tipo volcánico, solo presentan praderas en las zonas más próximas a las islas. Sin embargo, el 81% del carbono secuestrado por las praderas se encuentra dentro de los límites de la RN2000. Las demarcaciones de Estrecho y Alborán y sudatlántica son las que presentan un mayor porcentaje de carbono secuestrado en áreas Red Natura 2000 (90% en Alborán y 91% en sudatlántica) aunque también presentan menor cantidad de carbono secuestrado que la demarcación levantino-balear (Fig. 11).

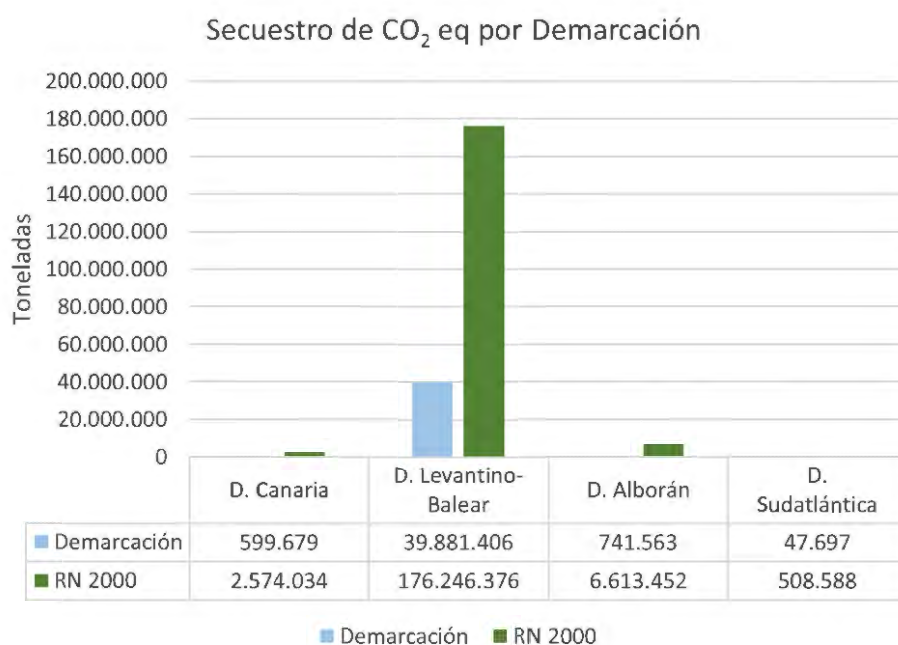


Figura 10: Secuestro de CO₂ equivalente por demarcación dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Porcentaje de CO₂ eq en la RN 2000 y el resto de la Demarcación

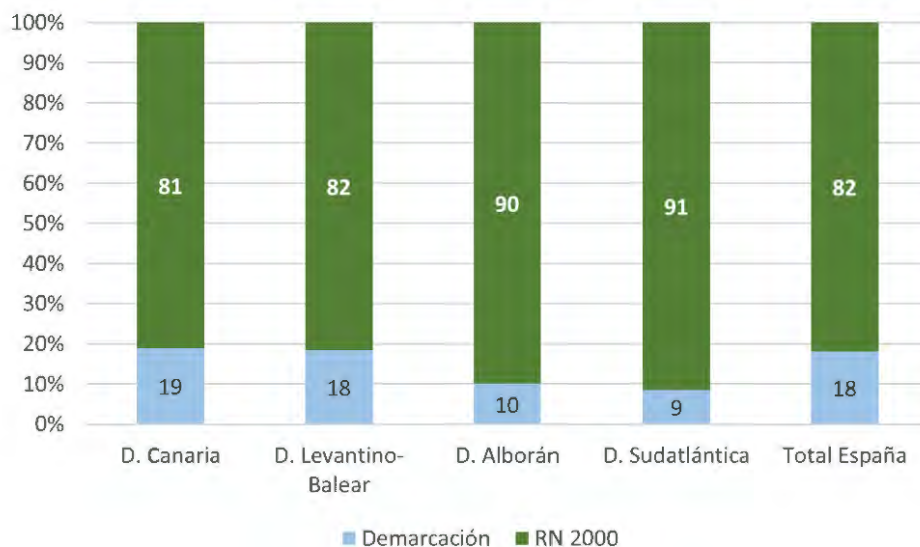


Figura 11: Porcentaje de CO₂ equivalente sobre el total de la demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

4.1.3. EXTRACCIÓN PESQUERA

Los resultados de este estudio se presentan primero por cada una de las cinco especies analizadas: (a) Merluza (*Merluccius merluccius*), (b) Boquerón (*Engraulis encrasicolus*), (c) Atún rojo (*Thunnus thynnus*), (d) Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) y (e) Sardina (*Sardina pilchardus*) y luego se integran todos los resultados de forma agregada.

Los datos de selectividad, o vulnerabilidad de boquerón y merluza en la región atlántica fueron proporcionados por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) y financiados por la Unión Europea a través del Fondo Europeo Marítimo y Pesquero (EMFF) en el marco del Programa Nacional de recogida, gestión y uso de datos en el sector pesquero y apoyo para el consejo científico relativo a las Política Pesquera Común.

A) Merluza (*Merluccius merluccius*)

Según el modelo se pescan en la actualidad y con las artes consideradas, un total de 25.129 toneladas de pescado, el 45 % de las cuales se extraen en áreas Red Natura 2000, y el 55% restante, en el resto del área estudiada. Resulta llamativo comprobar que 23.713,4 toneladas de merluza se extraen en la demarcación noratlántica, extrayendo en el resto de las demarcaciones, cantidades mucho menores, (378,73 en la demarcación sudatlántica, 176,53 en el área de Alborán, y 864,41 toneladas en la demarcación levantino-balear). No hay estima de pesca extraída en Canarias ya que ha sido imposible conseguir datos biológicos de la especie, ni ésta aparece en las estadísticas oficiales de desembarcos de la Comunidad Autónoma de Canarias. Es importante recordar que en esta estima no se incluyen las cantidades extraídas por artes de pesca artesanales, y que los resultados finales llevan aparejados cierto grado de incertidumbre que no se puede cuantificar. En todas las demarcaciones salvo en la noratlántica, el porcentaje de captura dentro de áreas Red Natura 2000 es mayor que el que se realiza en el resto del dominio marítimo español. En la demarcación noratlántica, se extrae el 43% dentro de áreas Red Natura 2000 mientras que en la demarcación sudatlántica este valor llega hasta el 80%. Las figuras 12 y 13 muestran de forma gráfica estos resultados.

TONELADAS DE MERLUZA POR DEMARCACIÓN DENTRO Y FUERA DE LA RN 2000

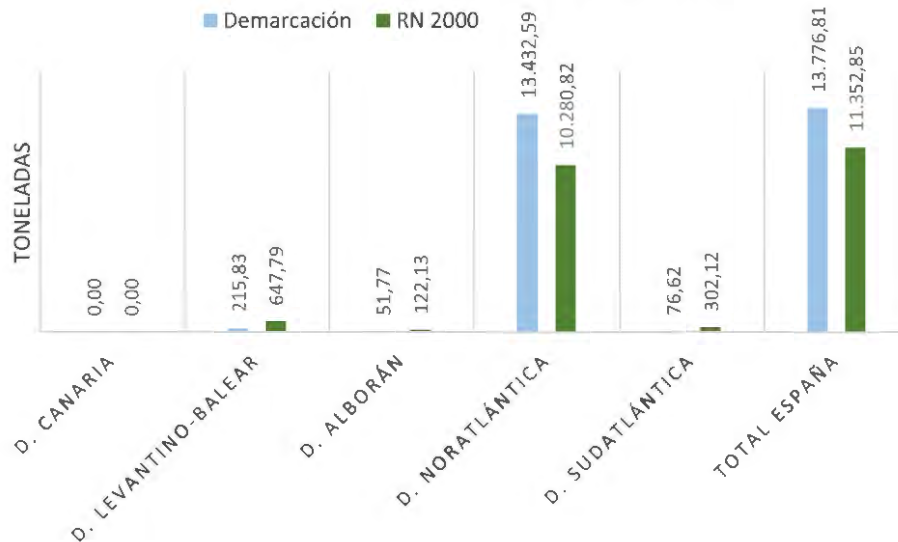


Figura 12. Cantidad de merluza pescada (tm) dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Porcentaje sobre la pesca total de merluza dentro y fuera de la RN 2000

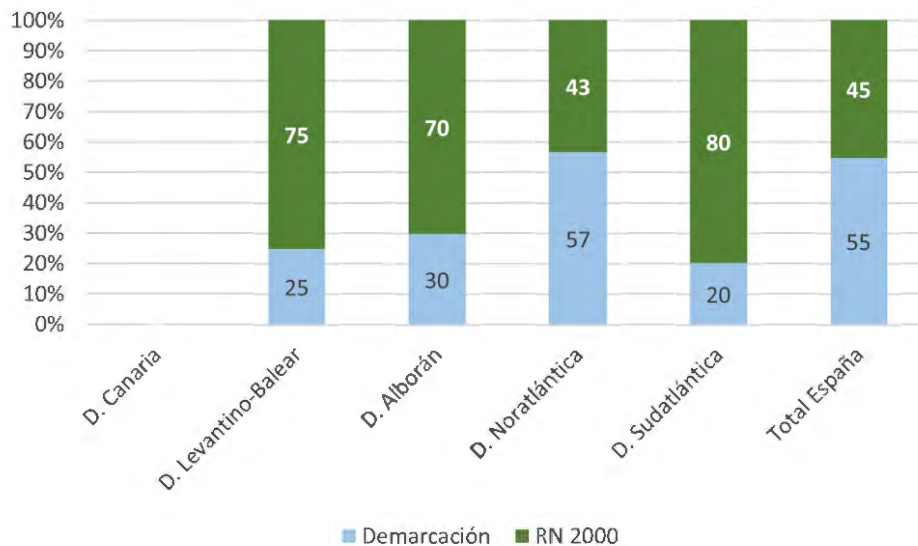


Figura 13: Porcentaje de merluza pescada sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

B) Boquerón (*Engraulis encrasicolus*)

De acuerdo con los resultados del modelo, se extraen en toda España 1.997,09 toneladas de boquerón. De ellas 1.703,38 tm se extraerían en la demarcación levantino-balear, y el resto repartido entre las demás demarcaciones de la siguiente forma, 143,33 tm en Alborán, 149,30 tm en la demarcación noratlántica, y apenas 1,08 tm en la demarcación sudatlántica. No hay información para la demarcación canaria, ni de presencia o ausencia de la especie, ni de capturas, ni de datos biológicos con los que correr el modelo. Estos números están muy lejos de los valores de extracción habituales para la especie, pero hay que recordar que los datos biológicos utilizados para alimentar el modelo provienen de fuentes diversas, y mientras los datos del Atlántico son robustos, los datos del Mediterráneo tienen un elevado nivel de incertidumbre, y hacen referencia únicamente a una de las subáreas de pesca en las que se evalúa la especie. Así en la demarcación Estrecho-Alborán, o en la demarcación levantino-balear los resultados deben tomarse con precaución. Teniendo esto en cuenta, el 62% del boquerón que se captura en España se extrae de áreas Red Natura 2000, y el 38% restante en el resto del área estudiada. Pero este reparto no es homogéneo entre demarcaciones, de modo que en la demarcación noratlántica, únicamente el 17% se extrae dentro de áreas Red Natura 2000, y en la demarcación sudatlántica se pesca en áreas Red Natura 2000 hasta el 84% del boquerón total capturado. En la demarcación levantino-balear se captura dentro de áreas Red Natura 2000 el 65% del boquerón, y en Alborán el 75% (Figs. 14 y 15).

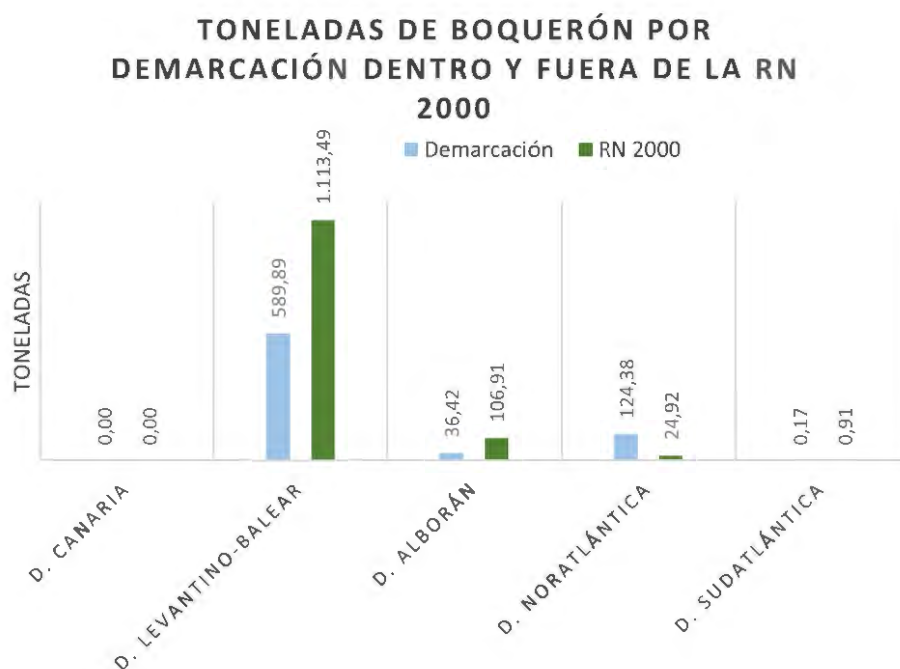


Figura 14: Cantidad de boquerón pescado (tm) dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Porcentaje sobre la pesca total de boquerón dentro y fuera de la RN 2000

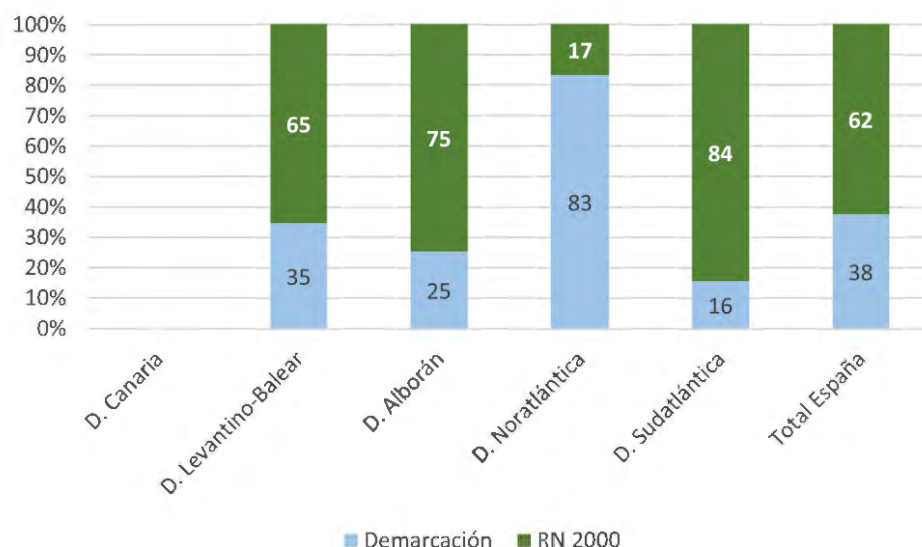


Figura 15: Porcentaje de boquerón pescado sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

C) Atún rojo (*Thunnus thynnus*)

Los resultados del modelo de pesca de atún rojo muestran un total de 8.816,97 toneladas extraídas por año de las cuales 3.068,14 están dentro de los límites de la Red Natura 2000 y 5748,835 en el resto del espacio marino español. En términos generales la demarcación en la que más atún rojo se extrae es la demarcación levantino-balear, con más de 5.756 toneladas por año (Fig. 16). Después de esta demarcación, las más relevantes son la demarcación noratlántica (1.559,93 toneladas) y la demarcación canaria (1.113,65 toneladas). Las demarcaciones sudatlántica y Estrecho y Alborán, presentan valores muy bajos de pesca de atún (24,8 y 362,59 toneladas respectivamente). Estas diferencias se explican en gran medida por la gran cantidad de atún rojo que se captura con artes de pesca artesanales, tales como la Almadraba o la “Piedra”, y que no se incluyen en nuestro modelo. Respecto al porcentaje de pesca dependiente de la Red Natura 2000, únicamente el 35% del total de atún rojo capturado en España se pesca en áreas Red Natura 2000, pero de nuevo, el reparto en las distintas demarcaciones no es homogéneo, así, en la demarcación canaria se extrae, en espacios Red Natura 2000, el 79% del atún, en la demarcación sudatlántica ese valor es del 74%, en la demarcación levantino-balear el atún capturado en áreas Red Natura 2000 supone el 29%. La demarcación noratlántica es la que presenta un porcentaje menor, y únicamente un 15% de las capturas suceden en la Red Natura 2000, mientras que en Alborán este porcentaje asciende hasta el 70% (Fig.17).

TONELADAS DE ATÚN POR DEMARCACIÓN DENTRO Y FUERA DE LA RN 2000

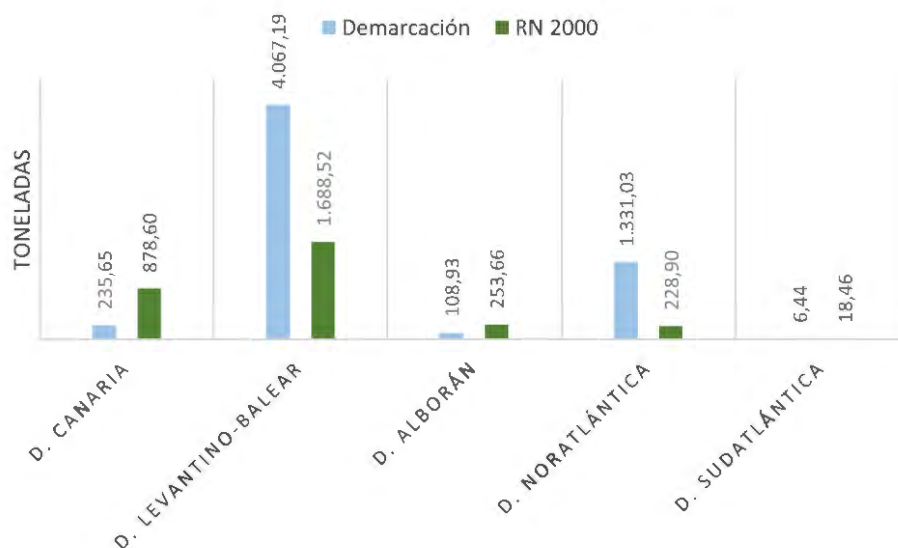


Figura 16: Cantidad de atún rojo pescado dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Porcentaje sobre la pesca total de atún dentro y fuera de la RN 2000

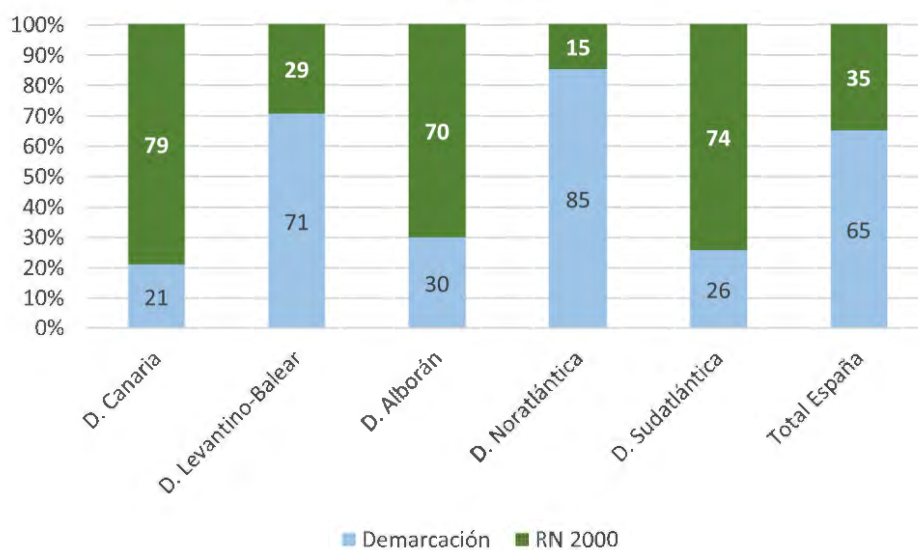


Figura 17: Porcentaje de atún rojo pescado sobre el total de la demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

D) Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*)

A pesar de ser una especie con interés comercial elevado y capturas importantes tanto en el Mediterráneo como en el Atlántico, el estado del stock de bacaladilla en el Mediterráneo no se evalúa, y no hay datos biológicos suficientes para correr el modelo. El conocimiento que hay sobre la especie en el stock atlántico es mayor que en el Mediterráneo pero en los últimos años el comité del ICES que hace las evaluaciones (ICES Advisory Committee) está encontrando problemas para reducir la incertidumbre de sus modelos y sus datos y por lo tanto no puede evaluar el estado del stock, ni hacer recomendaciones sobre la cuota de captura

para llevar al stock al Rendimiento Máximo Sostenible, y tanto los valores de reclutamiento, como el tamaño del stock llevan aparejados gran cantidad de incertidumbre (ICES 2016). En esta situación los resultados del modelo predicen un colapso de la población, o al menos un desplome de las capturas, pero es imposible de cuantificar de forma cierta. Del mismo modo, los resultados de los escenarios de futuro, y de la valoración económica de las capturas, se ven afectadas por la baja calidad de los datos, y no se pueden calcular con fiabilidad suficiente.

Sin embargo, la distribución espacial de las capturas pesqueras no se hace con arreglo a la biomasa extraída, sino al esfuerzo pesquero calculado a partir del censo de embarcaciones, de modo que los porcentajes de pesca dentro y fuera de la Red Natura 2000 son fiables. Según los resultados del modelo en la demarcación noratlántica el 44% de las capturas se realizarían dentro de espacios Red Natura 2000. Este valor alcanza el 79% en la demarcación sudatlántica (Figs. 18 y 19). Este porcentaje tan elevado supone una oportunidad única para utilizar las herramientas aparejadas a la declaración como Área Marina Protegida para incrementar el conocimiento sobre la especie y poder así tomar decisiones basadas en el conocimiento científico de la situación de la población.

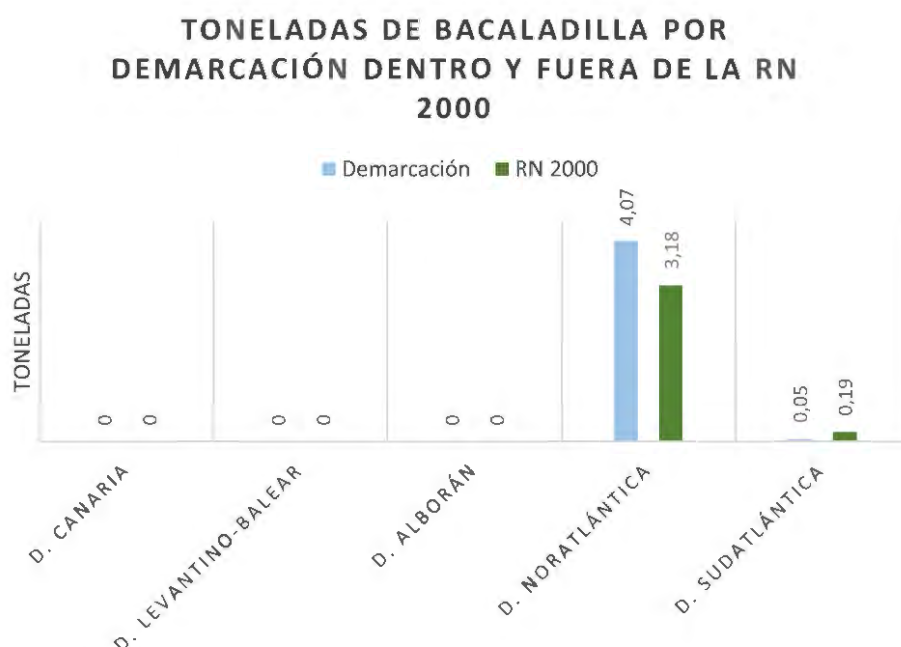


Figura 18: Cantidad de bacaladilla pescada dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Porcentaje sobre la pesca total de bacaladilla dentro y fuera de la RN 2000

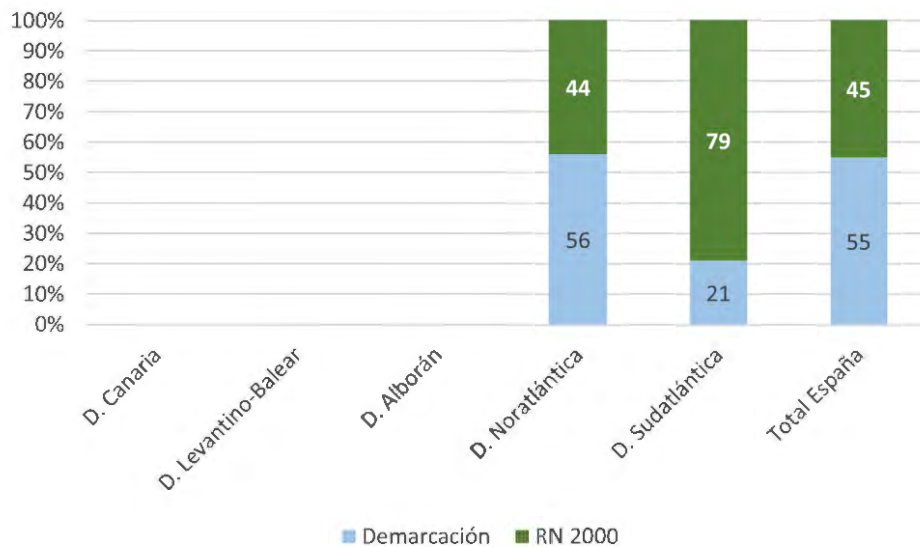


Figura 19: Porcentaje de bacaladilla pescada sobre el total de la demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

E) Sardina (*Sardina pilchardus*)

Los resultados del modelo de sardina son los esperados dado el estado de los stocks considerados y el nivel de incertidumbre de los datos. En la región atlántica la especie muestra un valor mínimo de reclutamiento desde que se tienen datos, y apenas 288 toneladas por encima del valor mínimo de biomasa, y una tonelada por encima del valor mínimo histórico de captura desde 1978 (ICES 2018). En la región norte del litoral mediterráneo, el stock no está evaluado, pero se asume que la tasa de explotación es bastante más alta de la esperada en valores de Rendimiento Máximo Sostenible y podría estar siendo sobreexplotada y en la demarcación levantino- balear se desconoce el estado del stock explotado, el valor del reclutamiento, y cualquiera de los datos biológicos necesarios para evaluar el estado de la población (STECF, 2016). Una vez más no hay información alguna sobre la especie en Canarias y no se puede correr el modelo. A tiempo presente, el modelo muestra stocks colapsados en todas las demarcaciones de los que apenas se extraen 0,06 toneladas (Fig. 20). Hay que recordar que no se consideran las toneladas extraídas por artes de pesca artesanales. En estas condiciones, la mayor parte de las capturas se harían en áreas fuera de la Red Natura 2000 (69 %). Aunque en la demarcación sudatlántica el porcentaje de captura dentro de la Red Natura 2000 alcanza el 74%, en Estrecho y Alborán este valor alcanza el 41% y en la demarcación noratlántica el 21% (Fig. 21).

KILOGRAMOS DE SARDINA POR DEMARCACIÓN DENTRO Y FUERA DE LA RN 2000

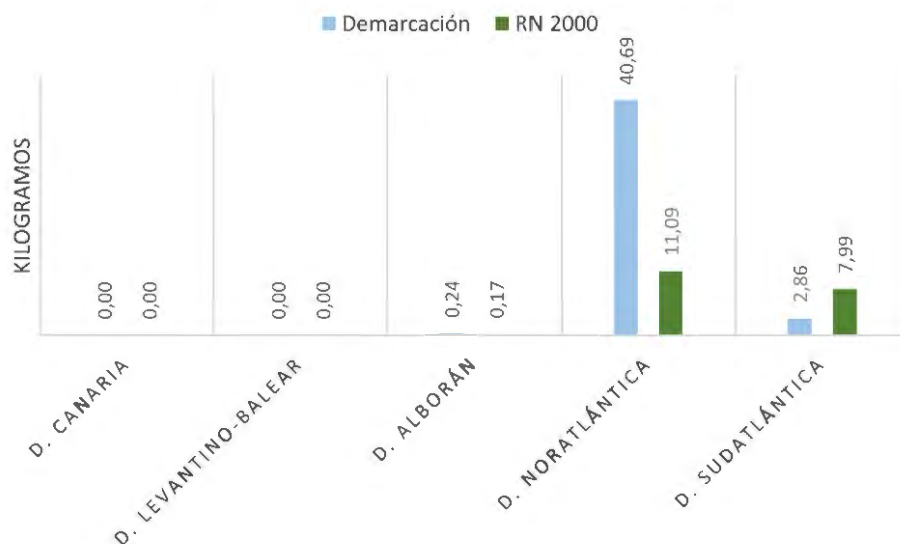


Figura 20: Cantidad de sardina pescada dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Porcentaje sobre la pesca total de sardina dentro y fuera de la RN 2000

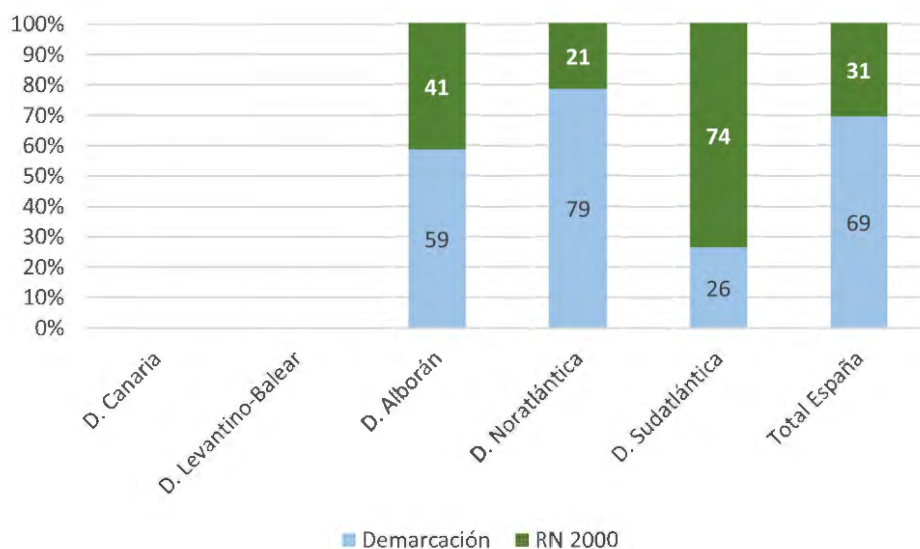


Figura 21: Porcentaje de sardina pescada sobre el total de la demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

F) Resultados generales (5 especies)

Aunque los valores de toneladas pescadas van acompañados de una elevada incertidumbre y no deben ser tomados como valores exactos, la proporción de capturas dentro y fuera de áreas Red Natura 2000 sí puede

ser tomada en consideración. El 44% de las capturas se realizan dentro de espacios de la Red Natura 2000, aunque esta supone apenas el 7,9% del dominio marítimo español (Fig. 22). Dado el estado de explotación de las especies analizadas, esta cifra supone una oportunidad de abordar una gestión pesquera con criterios ecológicos, que permita el mantenimiento del servicio de la pesca en las costas españolas.

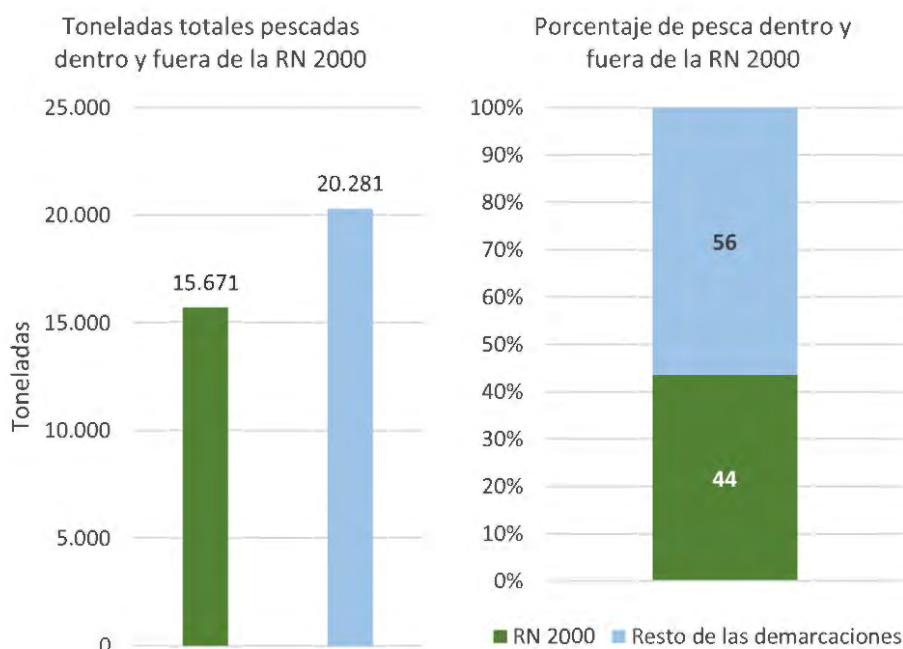


Figura 22: Porcentaje total de las 5 especies estudiadas pescada sobre el total de la demarcación contenido en la Red Natura 2000 (38.9%) y fuera de la misma (61.1%)

4.2. REPRESENTACIÓN ESPACIAL DE LA EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Cada uno de los resultados de los modelos se presenta en este apartado. Dadas las diferencias entre los servicios, se presenta la cartografía en la escala más adecuada para cada servicio. En este sentido, el modelo de recreación se presenta con un tamaño de píxel de 3x3 km, el de secuestro de carbono a 100x100 m y el de pesca a 9x6 km (vectorial). Los detalles de cada modelo se presentan en cada apartado correspondiente.

4.2.1. RECREACIÓN EN ESPACIOS NATURALES MARINOS

En términos generales, las áreas en las que más se han registrado fotografías en el periodo 2005-2017 corresponden con las áreas de costa. En concreto, aquellas áreas con mayor densidad urbana y proximidad al mar presentan valores en muchos casos por encima de las 500 fotografías. Destacan tres áreas principales en cuanto a la intensidad de suministro de este servicio, en primer lugar, toda la costa levantina y las Islas Baleares, en segundo lugar, el Golfo de Cádiz junto con el Estrecho de Gibraltar y, por último, las islas Canarias, que presentan un elevado esparcimiento en las áreas marinas y los espacios entre islas (Fig. 23).

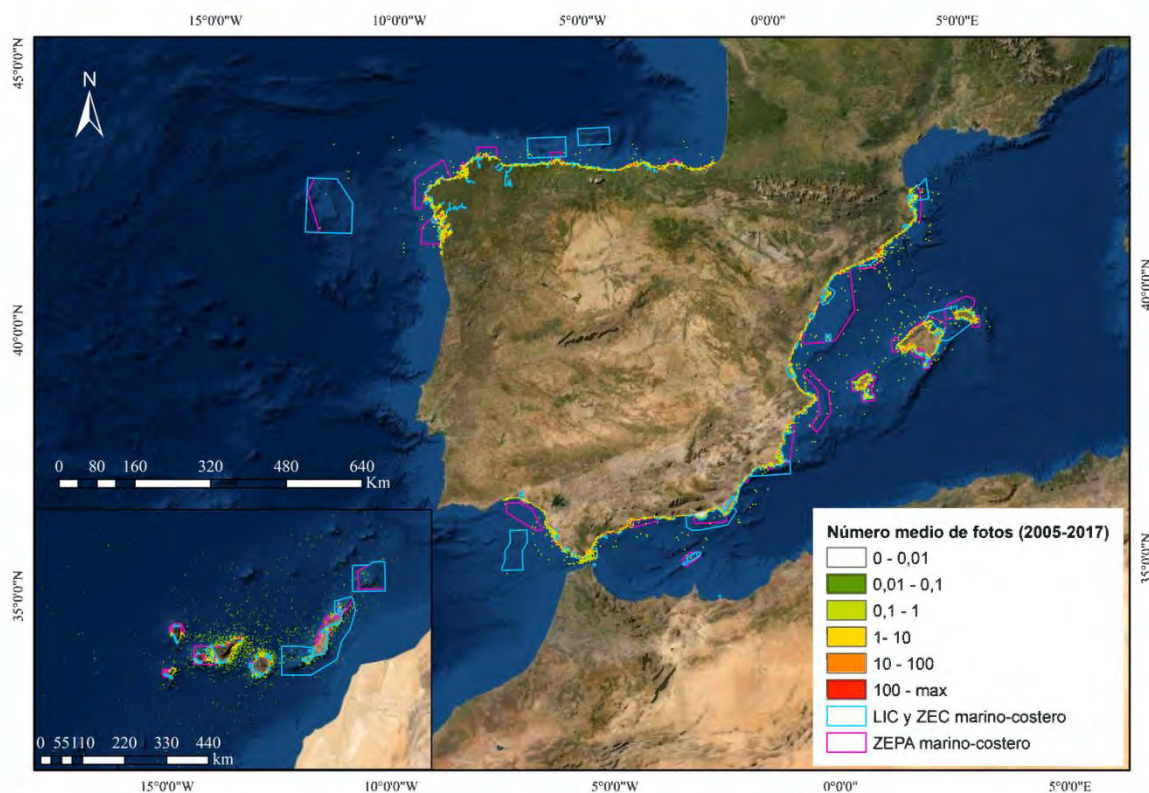


Figura 23: Resultados generales del modelo de recreación de InVEST para todo el dominio marítimo español

A continuación, se presentan de manera pormenorizada los resultados para las cinco demarcaciones. En dos de las demarcaciones se han dividido los resultados en dos partes debido al gran tamaño de las mismas, este ha sido el caso de la demarcación levantino-balear, que se ha dividido en sector norte y sector sur y, la demarcación noratlántica que se ha dividido en sector este y oeste.

En la demarcación sudatlántica, se aprecian algunas cuadrículas con entre 1 y 10 fotos dispersas en mar abierto, estas cuadrículas están principalmente asociadas al Estrecho de Gibraltar y a zonas próximas a la costa (Fig. 24). El Estrecho de Gibraltar presenta el mayor esparcimiento de las fotografías debido probablemente a los avistamientos de cetáceos u otras rutas migratorias. La demarcación de Estrecho-Alborán presenta la mayor concentración de fotografías en las ciudades de más envergadura, localizadas en la costa (Fig. 25). El número de fotografías en zonas marinas es bastante escaso, se aprecian puntos con entre 1 y 10 fotografías al año en los alrededores de la isla de Alborán.

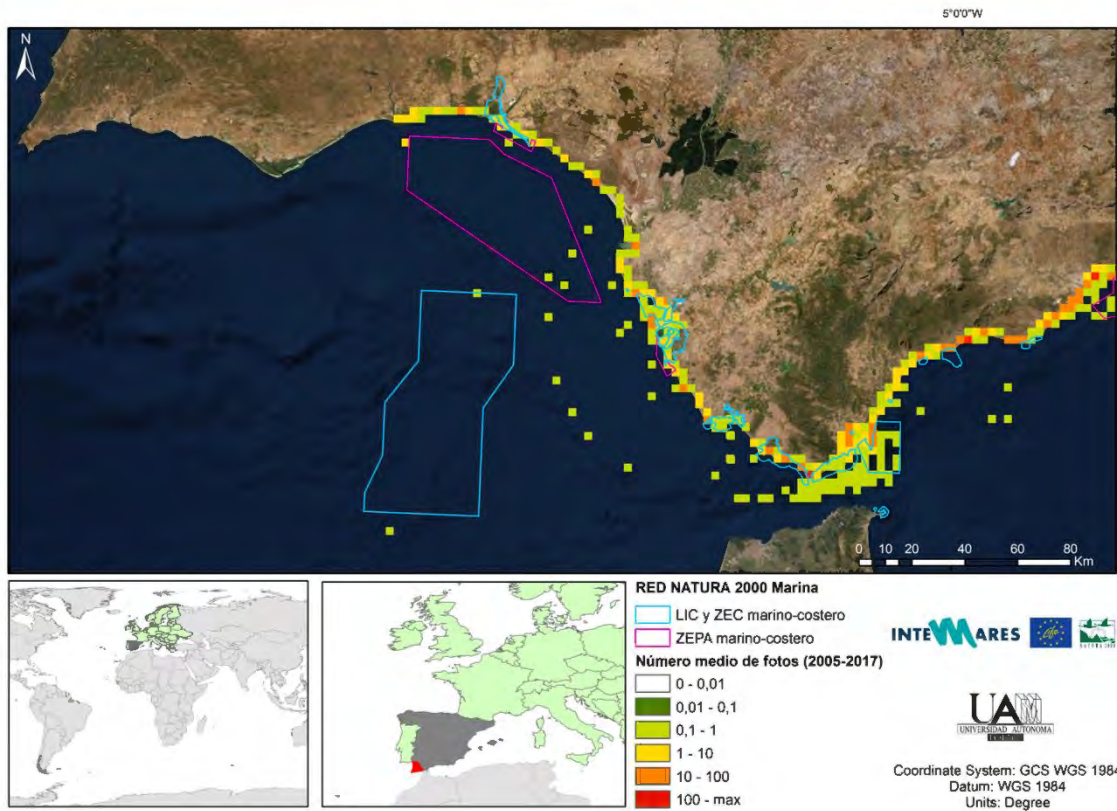


Figura 24: Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Demarcación sudatlántica y Estrecho de Gibraltar

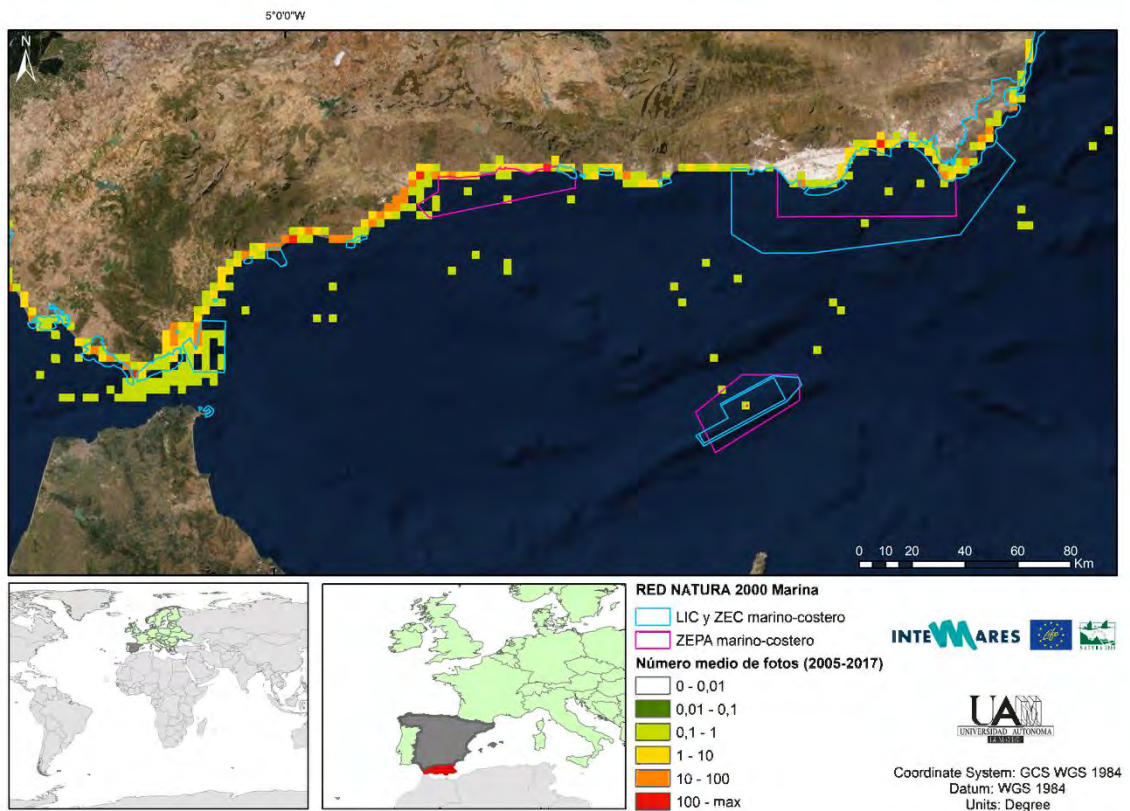


Figura 25 Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán

El sector norte de la demarcación levantino-balear muestra su distribución de fotografías principalmente vinculadas a la costa con un gran número de fotografías (más de 100) en la ciudad de Barcelona (Fig. 26). Sin embargo, atendiendo al área insular de esta demarcación, se aprecia un número de entre 1 y 10 fotos por cuadrícula en múltiples cuadrículas situadas en espacios de mar abierto o en las zonas entre islas, como es el caso del Canal de Menorca. En el sector sur (Fig. 27) la presencia de cuadrículas con más de 1 fotografía en áreas de mar abierto disminuye notablemente, estando vinculado el servicio de recreación a zonas costeras con playas.

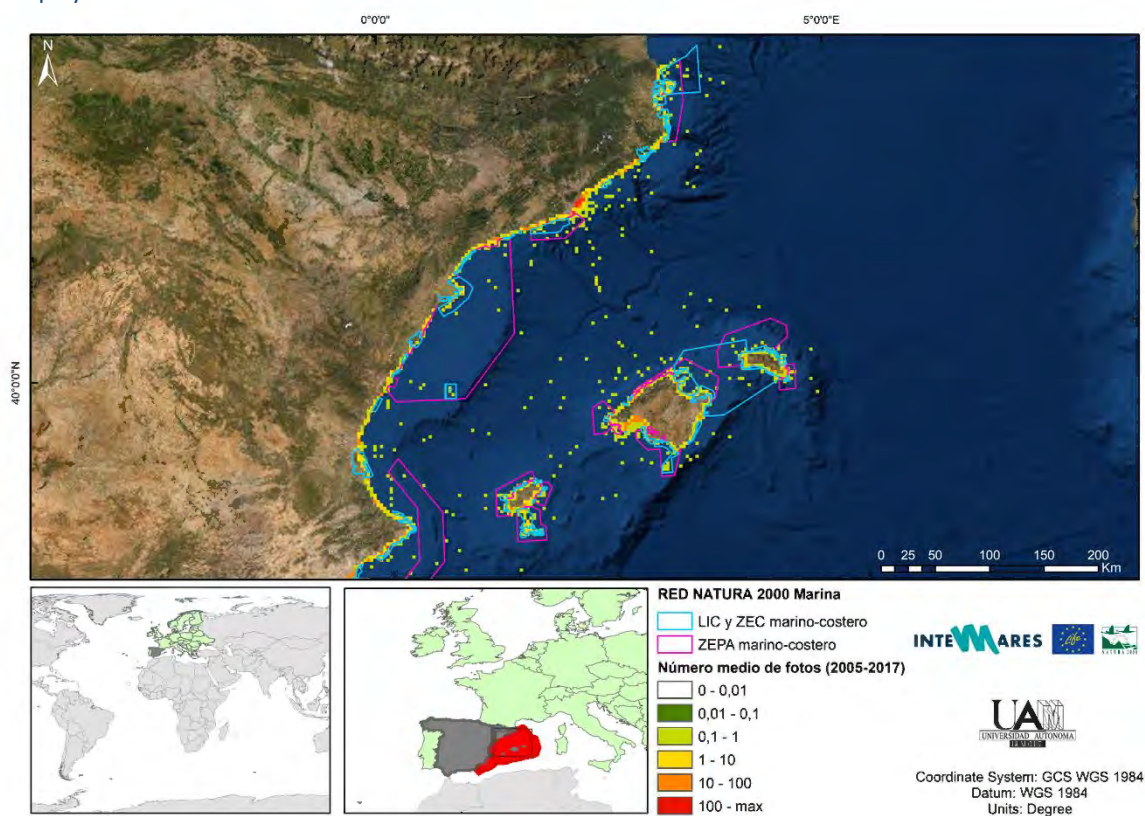


Figura 26: Resultados pormenorizados modelo recreación INVEST. Islas Baleares, levante valenciano y Cataluña

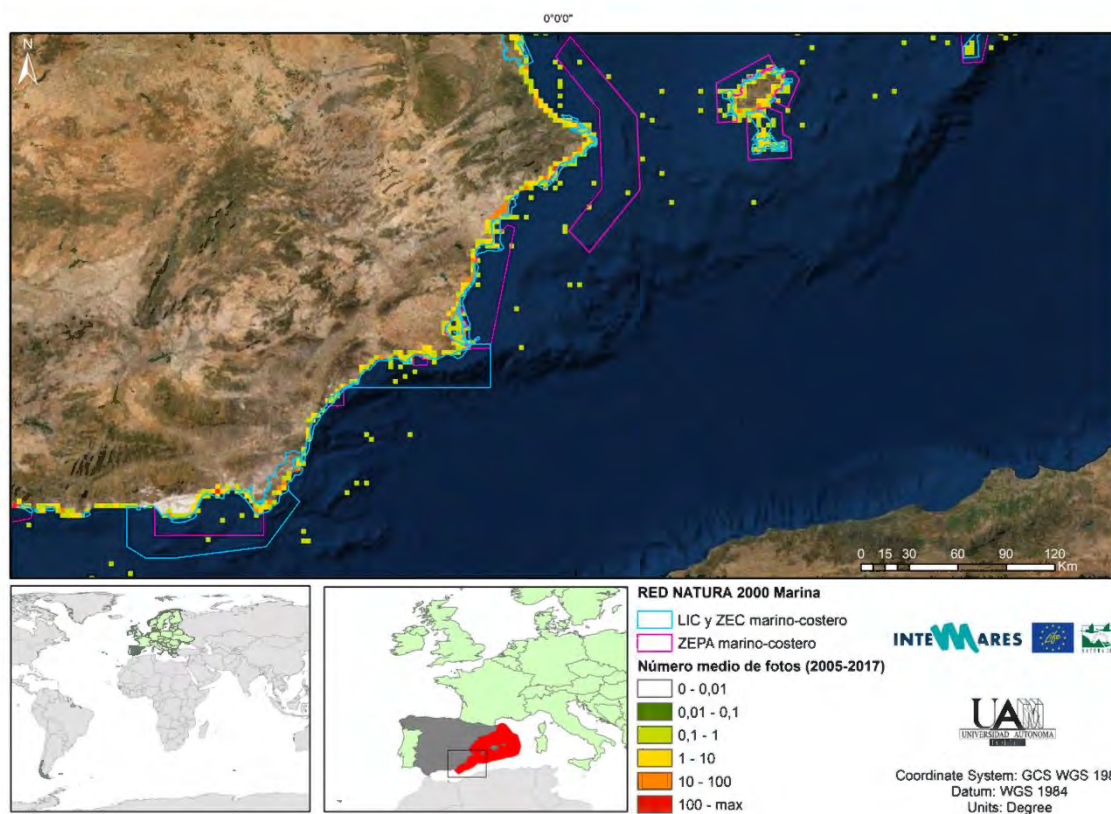


Figura 27: Resultado pormenorizados modelo recreación InVEST. Almería y sur de Levante

El sector oeste de la demarcación noratlántica presenta una gran concentración de fotografías de nuevo en zonas costeras y, en este caso, en zonas de rías (Fig. 28). Destacan áreas como La Coruña u otras grandes ciudades. Cabe mencionar que la dispersión de los puntos en el mar es relativamente baja, apreciándose de forma aislada algunas cuadrículas con entre 1 y 10 fotografías anuales. Por otro lado, el sector este sigue un patrón totalmente costero, con apenas 20 cuadrículas que presentan valores superiores a 1 en áreas de mar abierto (Fig. 29), de nuevo son las grandes ciudades y áreas turísticas costeras las que salen mejor representadas como es el caso de Gijón o Santander. Por último, la siguiente demarcación (demarcación canaria, Fig. 30), presenta un elevado número de fotografías en áreas diferentes a la costa, si bien las cuadrículas con mayor número de fotografías se encuentran en zonas portuarias o de ciudades costeras, el uso del espacio marino en Canarias con fines recreativos es el más relevante en España. Destacan la gran cantidad de fotografías en torno a las islas de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria, donde se aprecian puentes entre las mismas con presencia de entre 1 y 10 fotografías al año.

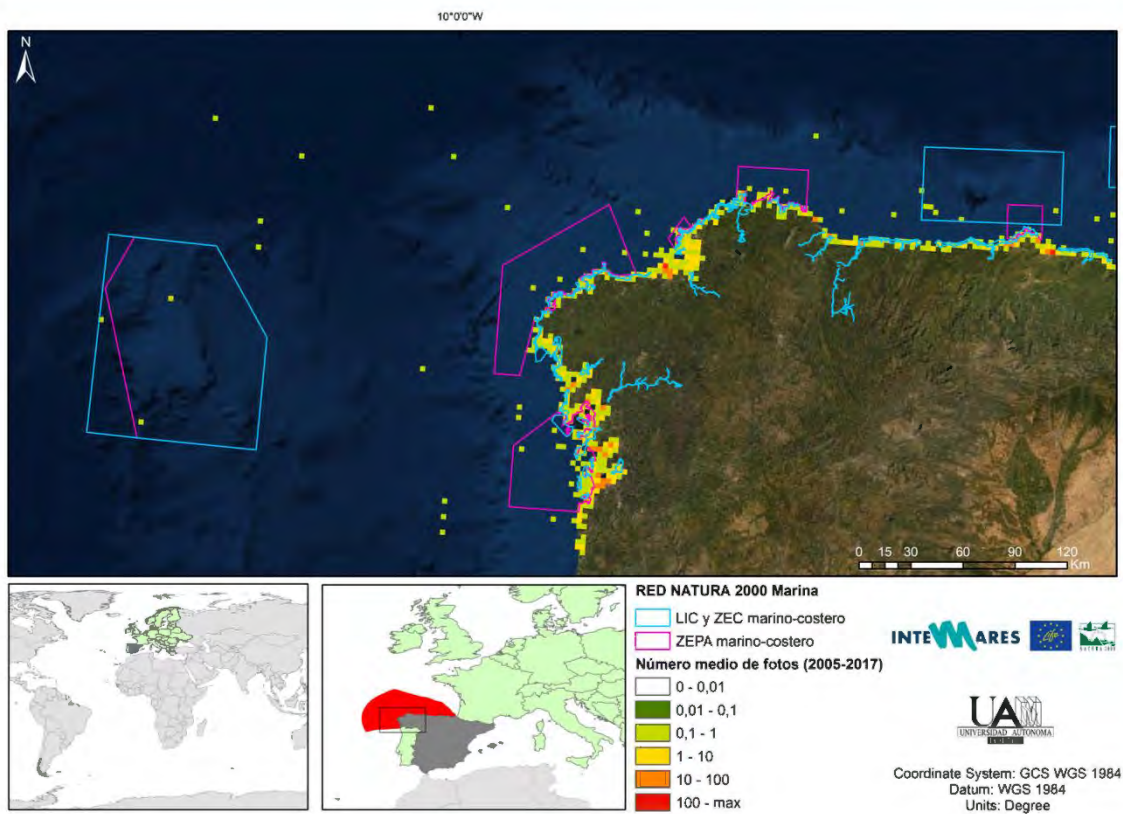


Figura 28: Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Oeste de la demarcación noratlántica (Galicia).

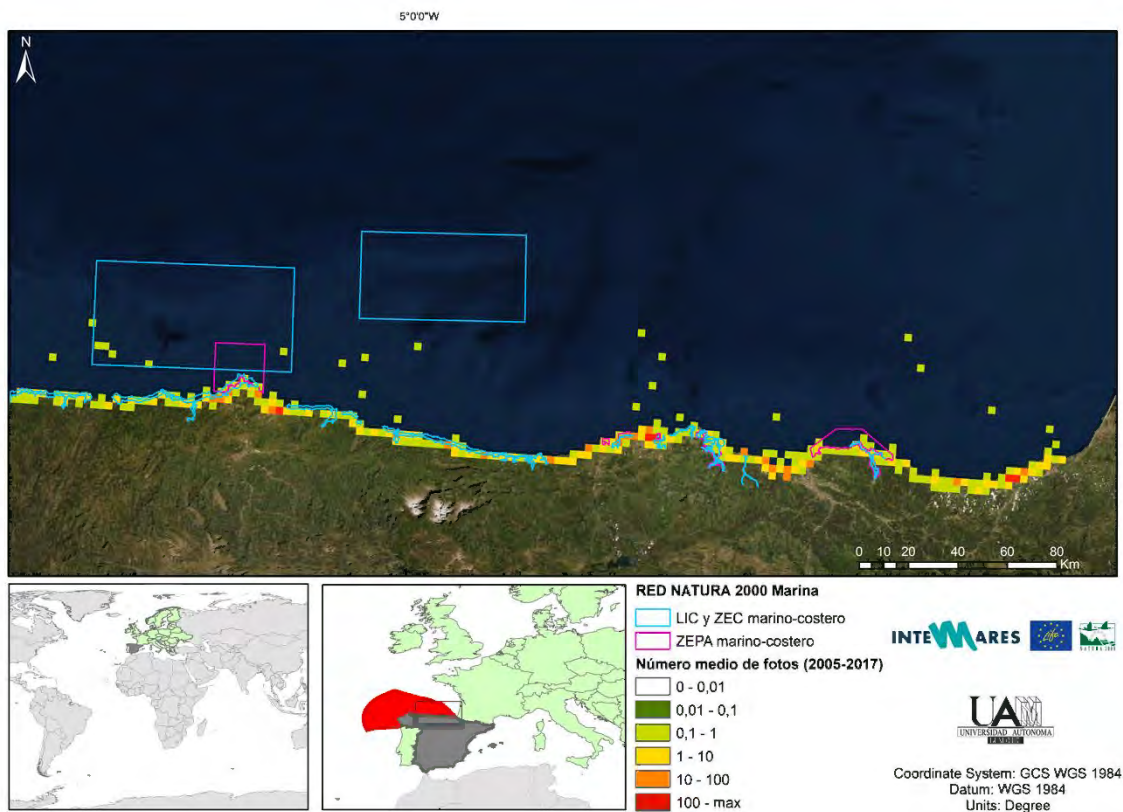


Figura 29: Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Este de la demarcación noratlántica (Asturias, Cantabria y País Vasco).

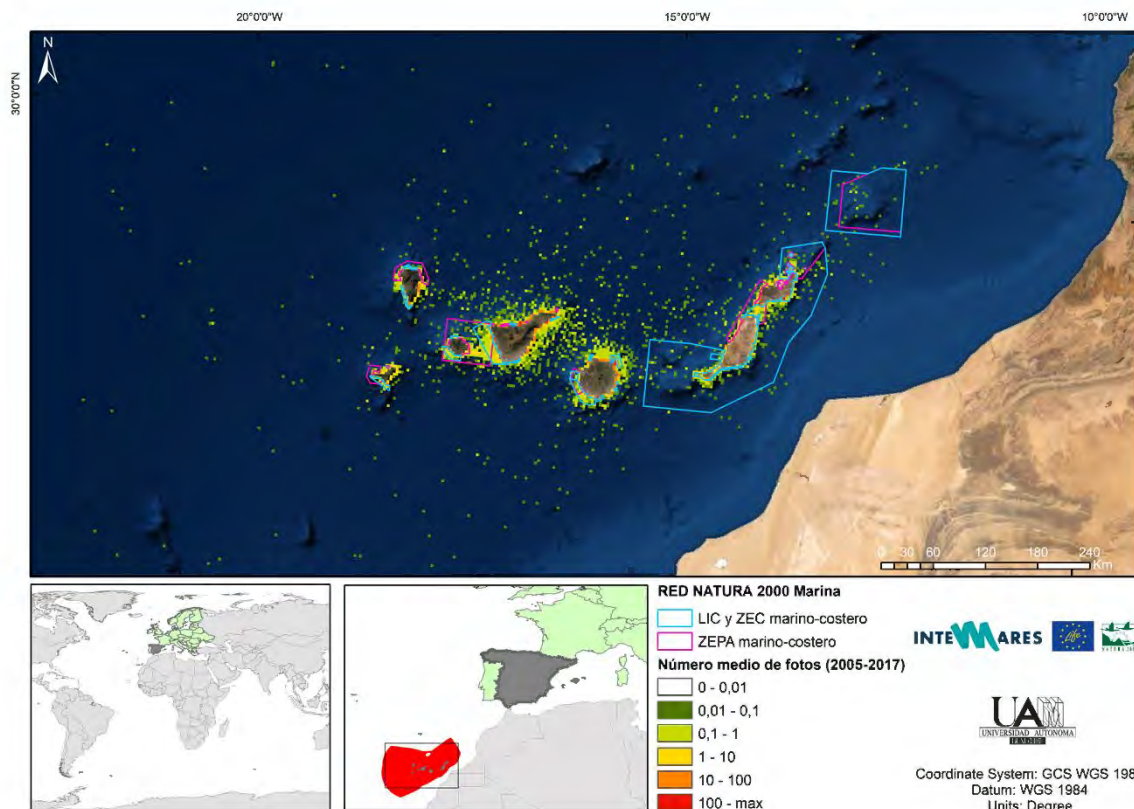


Figura 30: Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Demarcación canaria

4.2.2. SECUESTRO Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO MARINO

Dada la elevada precisión del modelo de secuestro y almacenamiento de carbono costero, sujeta a la precisión del Atlas de Praderas Marinas de España, se ha optado por no presentar un mapa general de los resultados. En su lugar, para poder visualizar correctamente la distribución de este servicio, se han dividido los resultados cartográficos en seis apartados: (1) demarcación sudatlántica y Estrecho de Gibraltar, (2) mar de Alborán, (3) Islas Baleares y Levante, (4) Cataluña y dos mapas diferentes para las islas Canarias (5) sector oeste y (6) sector este.

En primer lugar, la demarcación sudatlántica presenta una escasa superficie de praderas marinas, estando la mayoría localizadas en los aledaños marinos de la ciudad de Cádiz, estas praderas almacenan alrededor de 470 Toneladas de CO₂ por hectárea (Fig. 31). El resto de almacenamiento de carbono, en cuanto a praderas marinas se refiere, se encuentra en dirección hacia Gibraltar con una escasa superficie de *Cymodocea nodosa*. En el caso del mar de Alborán, se da un importante almacenamiento de carbono, esencialmente de *Posidonia oceanica* (1813 Toneladas/ha) y *Cymodocea nodosa* (470 Toneladas/ha) (Fig. 32). La mayor superficie de almacenamiento de carbono se encuentra en las inmediaciones de la Bahía de Almería (entre Cabo de Gata y el Campo de Dalías). Sin embargo, la demarcación más relevante para el almacenamiento de carbono ha sido la levantino-balear, donde se dan superficies importantes de praderas a lo largo de toda la costa valenciana y especialmente en los alrededores de las Islas Baleares (Fig. 33). Además, la gran mayoría de estas praderas son de *Posidonia oceanica*, por lo tanto, presentan los valores más altos de secuestro y almacenamiento de carbono que se pueden encontrar. Cabe destacar que la costa catalana presenta, en comparación con el resto de la costa levantina, menor superficie de praderas (Fig. 34), sin embargo, se siguen descubriendo praderas marinas que podrían cambiar considerablemente estas predicciones en futuros estudios. Por último, en la demarcación canaria, la presencia de praderas se limita exclusivamente a

zonas muy próximas a la costa (dado el carácter volcánico de las islas) (Fig. 34 y 36). Además, la gran mayoría de praderas marinas son de *Cymodocea nodosa*, que, según los muestreos disponibles, almacenan menos de una cuarta parte de lo que almacena la *Posidonia oceanica*. La mayoría de praderas se sitúan en las islas de Fuerteventura y Lanzarote (Fig. 35), sin embargo, las islas de Tenerife y las Palmas de Gran Canaria, presentan superficies remarcables de praderas en la zona sur de las mismas.

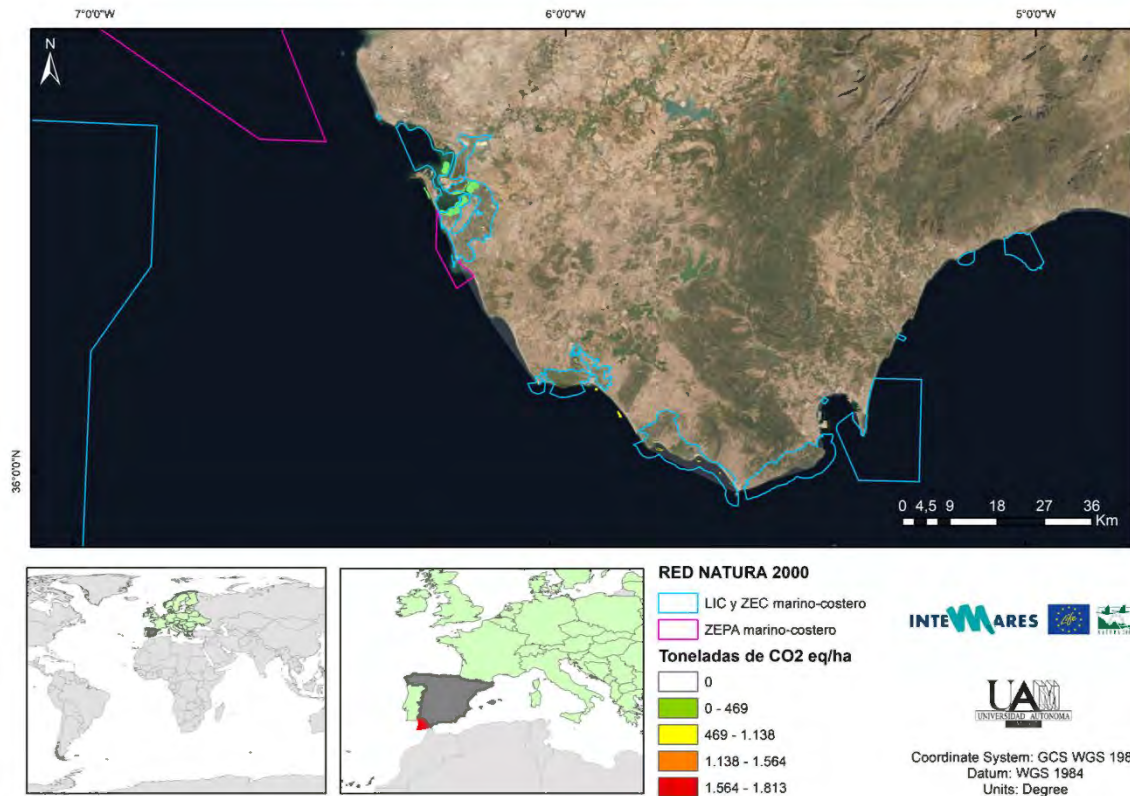


Figura 31: Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Demarcación sudatlántica y Estrecho de Gibraltar

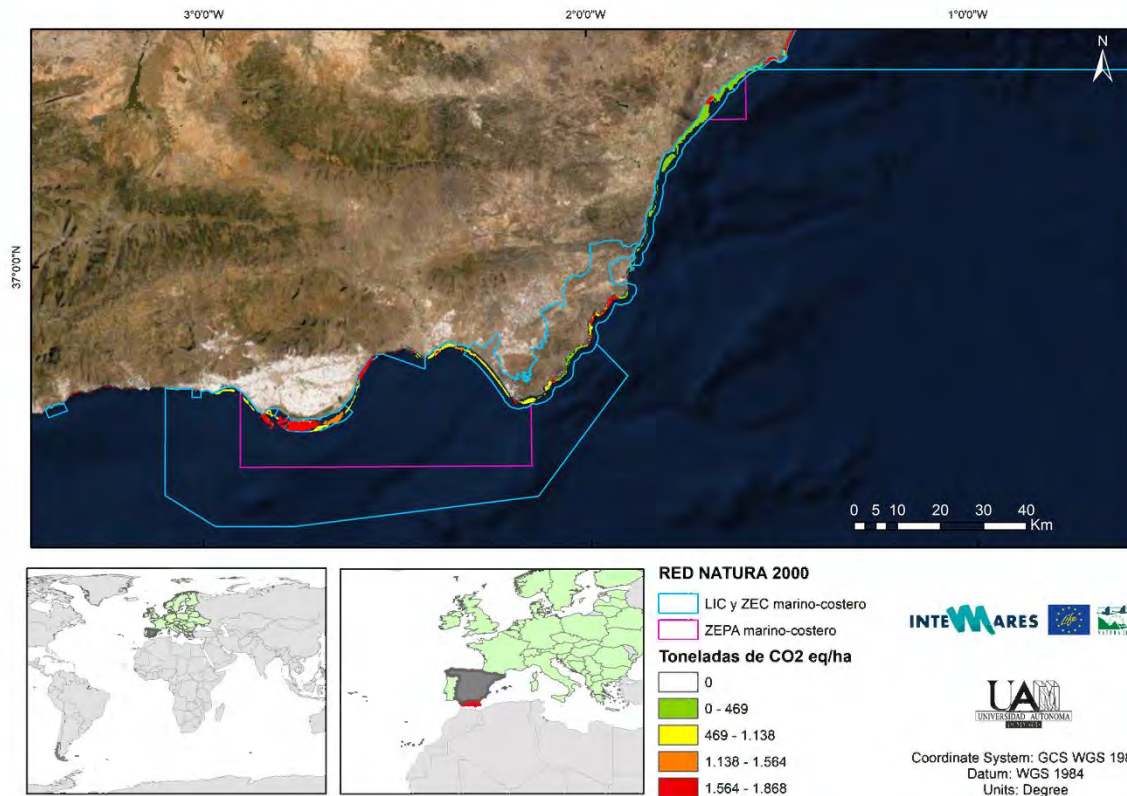


Figura 32: Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Mar de Alborán (Principalmente Bahía de Almería)

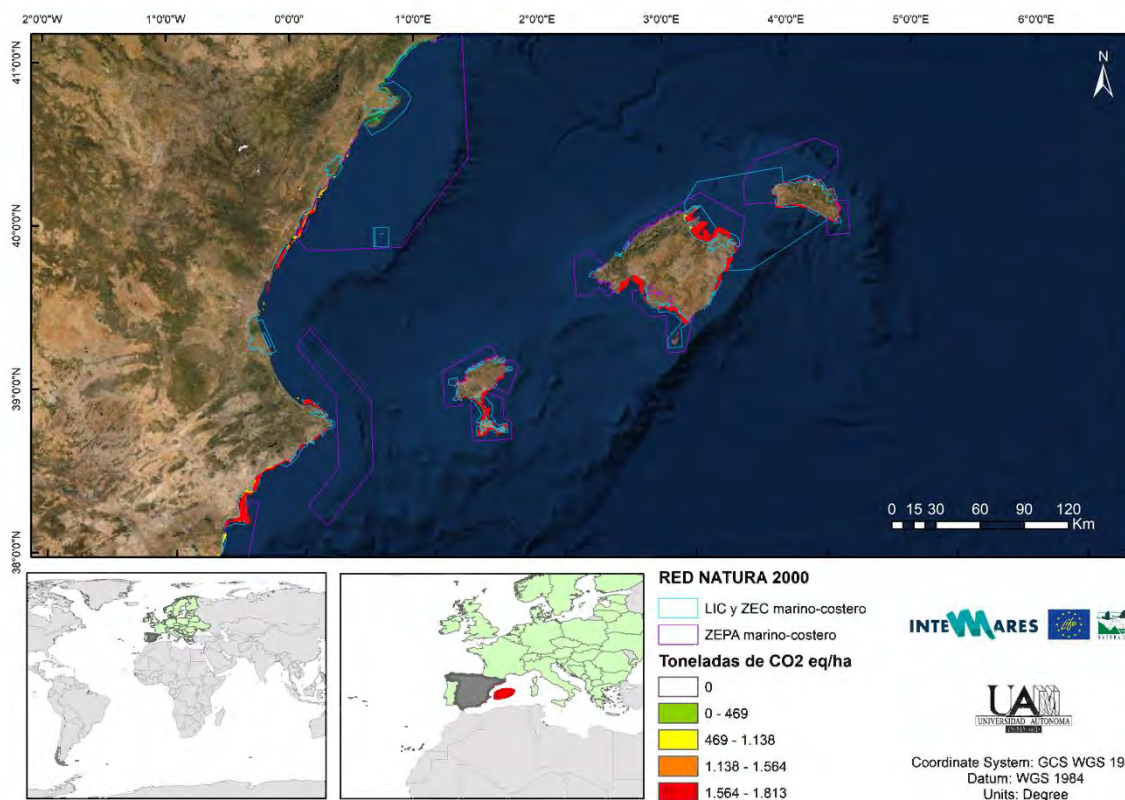


Figura 33: Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Sur de Levante, Levante valenciano e Islas Baleares

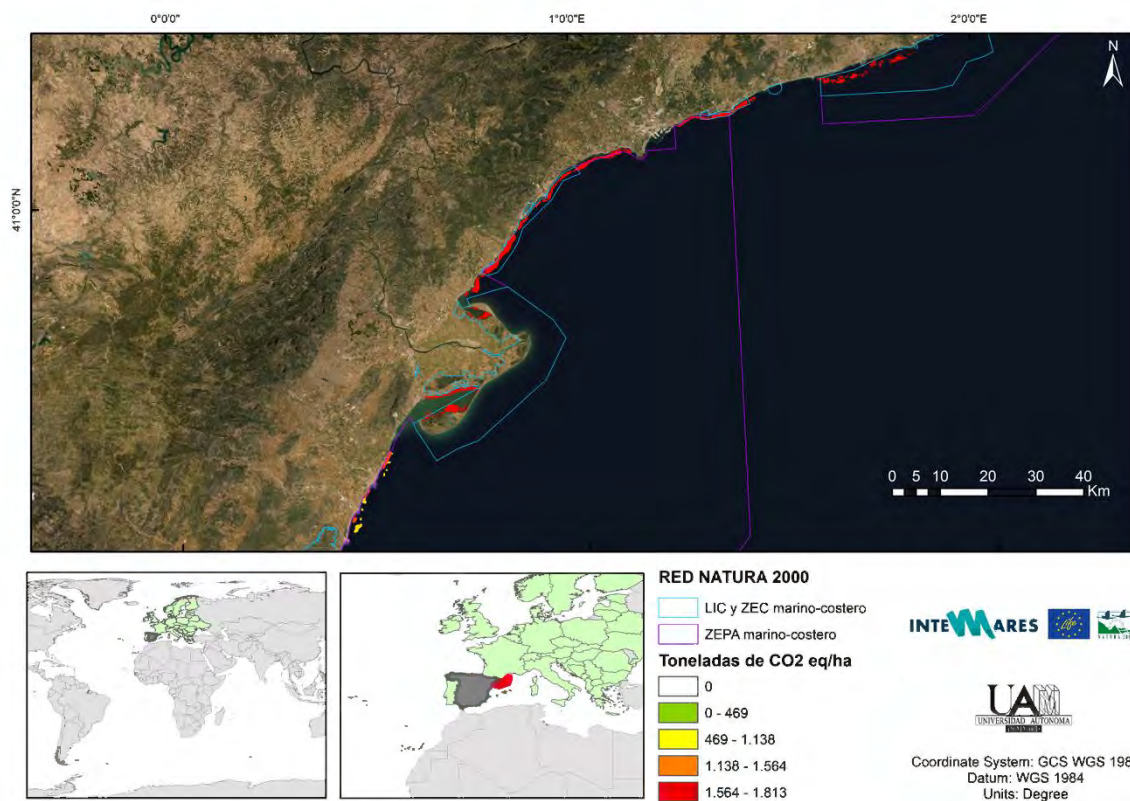


Figura 34: Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Zona costera catalana.

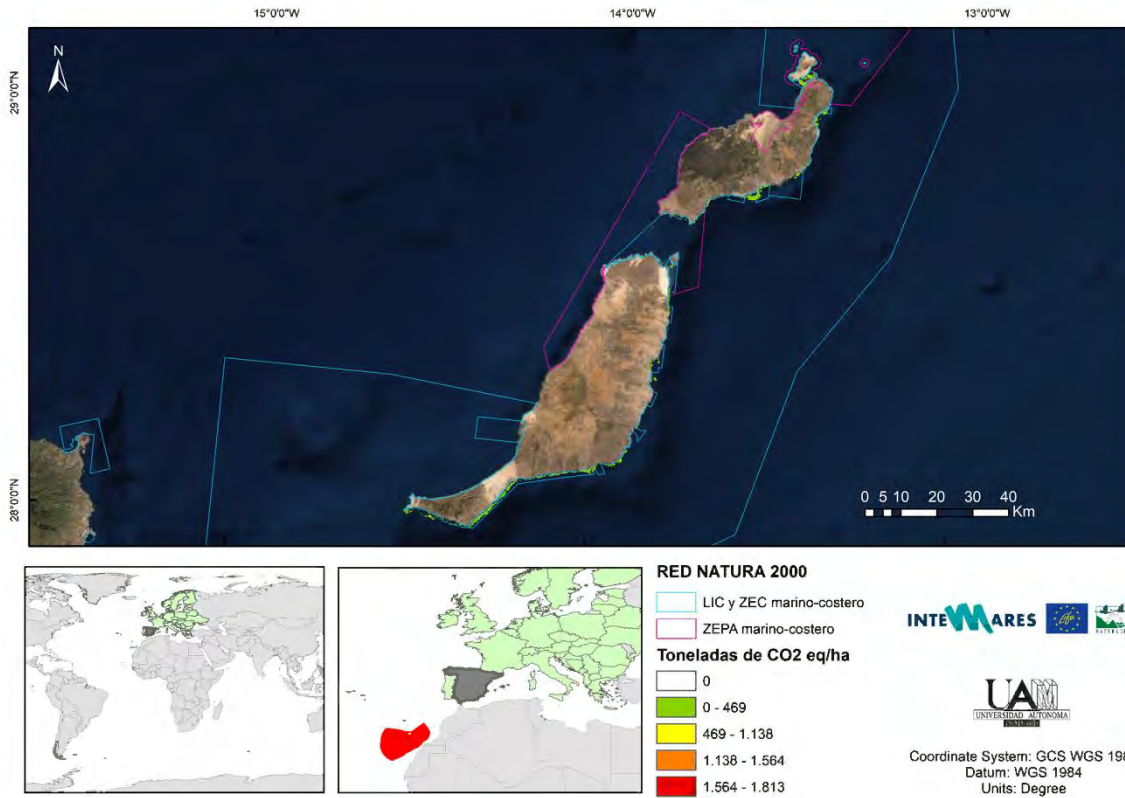


Figura 35: Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Demarcación canaria, sector este, Islas de Lanzarote y Fuerteventura

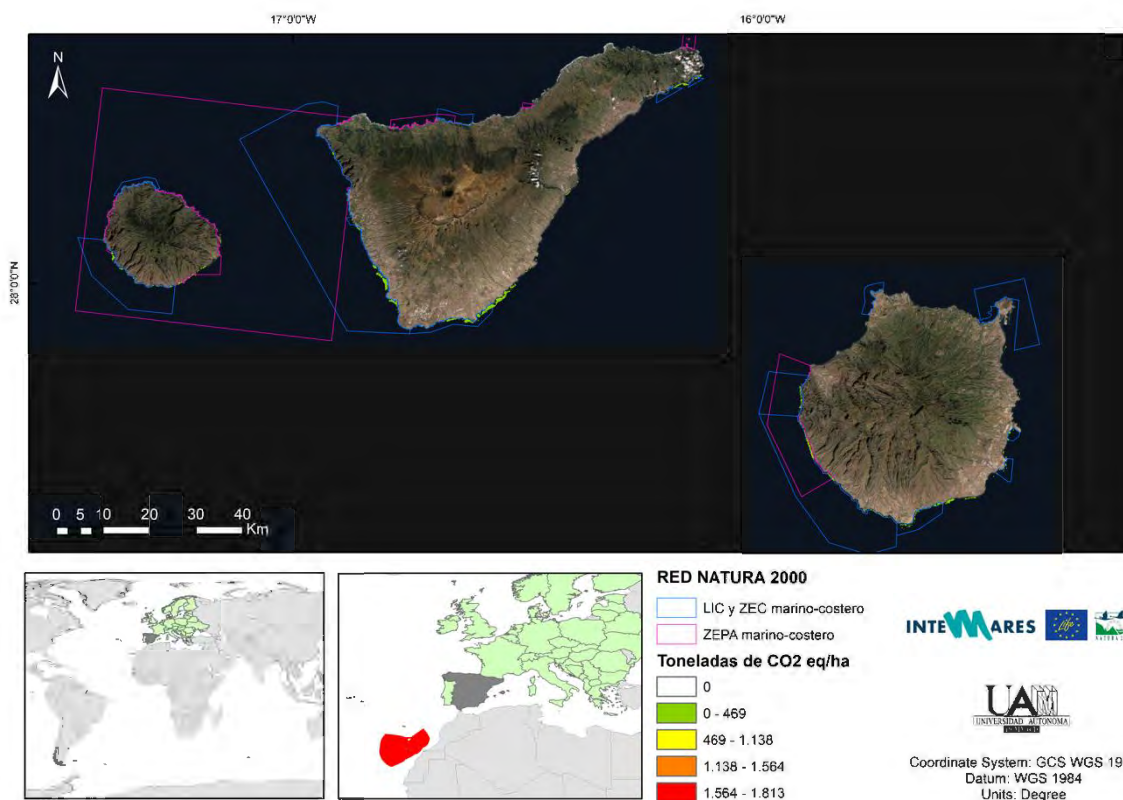


Figura 36: Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Demarcación Canaria, sector oeste, Tenerife y las Palmas de Gran Canaria

4.2.3. EXTRACCIÓN PESQUERA

(A) Merluza (*Merluccius merluccius*)

La distribución de las capturas de los stocks de merluza presenta valores más altos en la demarcación noratlántica, mayoritariamente frente a la costa de Galicia, Cantabria y País Vasco (23.713,4 tm); seguidas por las extraídas en la demarcación sudatlántica (principalmente en el Golfo de Cádiz) y la costa murciana de la demarcación levantino-balear. Ésta última demarcación es la que muestra capturas con menos biomasa que se distribuyen siguiendo un patrón de mayor a menor abundancia en Islas Baleares y Cataluña por una lado y, la Comunitat Valenciana por otro (Fig. 37). Llama la atención el vacío de información registrado para la demarcación canaria. Hay que recalcar la importancia de la contribución de la pesca realizada en las áreas Red Natura 2000 al cómputo total de la biomasa de merluza extraída en nuestras costas, hasta el 43% en la demarcación noratlántica (45.52 %) y aproximadamente el 80 % en la demarcación sudatlántica.

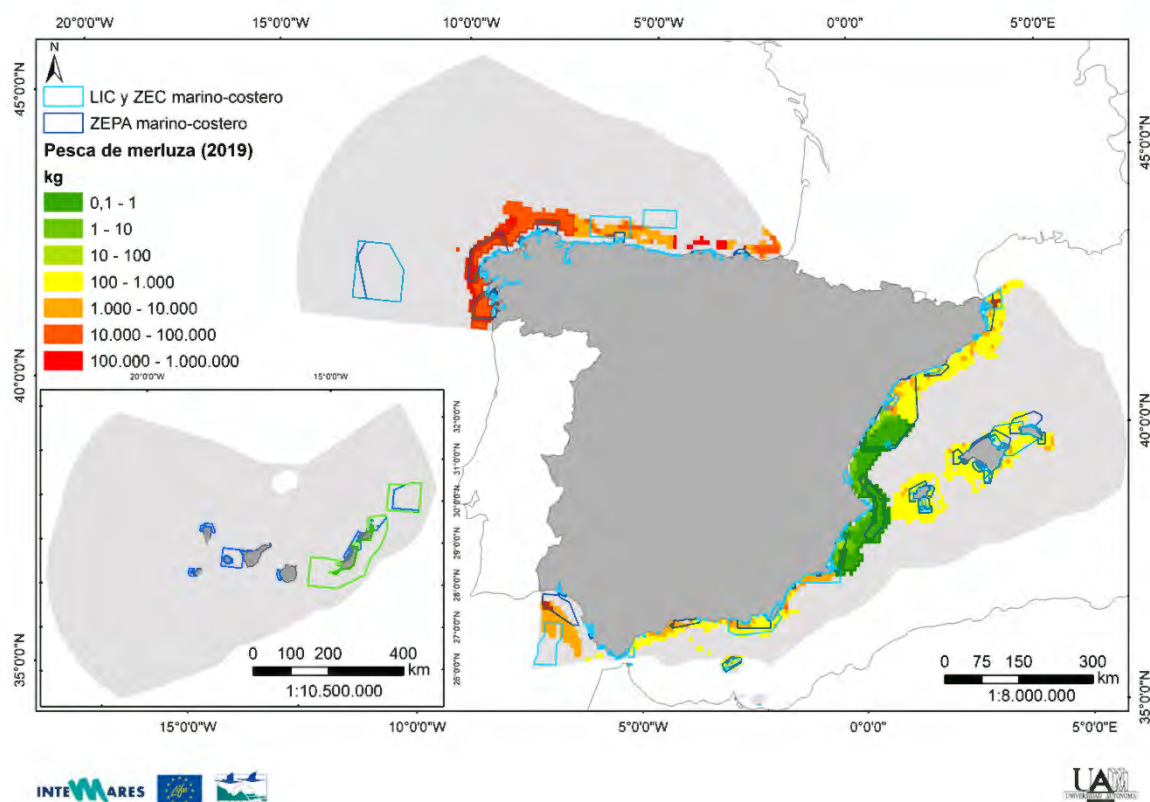


Figura 37: Cantidad y distribución de la pesca de merluza (kg) en España.

(B) Boquerón (*Engraulis encrasicolus*)

El patrón de distribución de las capturas de boquerón muestra mayor abundancia en las demarcaciones del Mediterráneo que en las del Atlántico. Los valores más altos corresponden a las realizadas frente a la costa catalana y murciana en la demarcación levantino-balear, seguidas de las realizadas en la demarcación Estrecho - Alborán, y algunas zonas de la demarcación noratlántica, como las realizadas frente a la costa del País Vasco y determinadas áreas de la costa gallega. Los valores de biomasa capturada corresponden a las costas de la Comunitat Valenciana e Islas Baleares en la demarcación levantino-balear, demarcación sudatlántica y resto de zonas de la demarcación noratlántica (Fig. 38). Igual que sucede con la merluza, llama la atención el vacío de información registrado para la demarcación canaria. Más de la mitad de las capturas (62 %) en España se realizan dentro de la superficie Red Natura 2000, resaltando la importancia de estos espacios protegidos para la provisión del servicio de abastecimiento de la pesca.

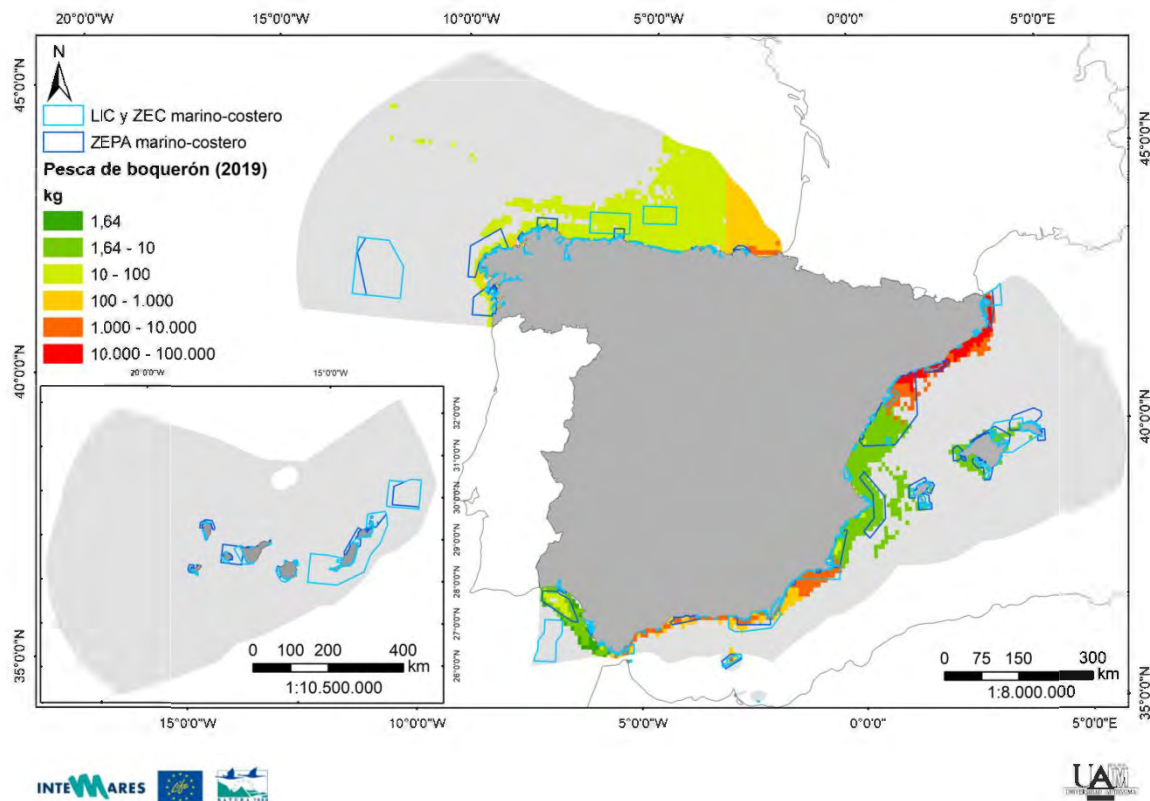


Figura 38: Cantidad y distribución de la pesca de boquerón (kg) en España.

(C) Atún rojo (*Thunnus thynnus*)

Los resultados de biomasa de Atún rojo extraída en aguas nacionales se presentan en la Figura 39. Los máximos valores de biomasa extraída se encuentran en dos áreas principalmente, (1) en la zona del mar Cantábrico y océano Atlántico al norte y (2) en la Región de Murcia. Otras áreas relevantes se dan a modo de pequeñas manchas en zonas como el archipiélago de Baleares y en zonas próximas a las Islas Canarias. El atún rojo del Atlántico es una especie pelágica y migratoria que vive en el océano Atlántico, en aguas templadas, y que entra en primavera al Mediterráneo (Di Natale., et al., 2017) a realizar la puesta. Una vez que el periodo reproductivo ha terminado, vuelven a salir por el Estrecho de Gibraltar hacia el Atlántico. Tanto a la entrada como a la salida del Mediterráneo, los atunes se capturan con diversas artes de pesca, pero nuestro mapa deja fuera las artes artesanales (Almadraba, línea de mano, piedra, etc.) muy presentes en el Estrecho de Gibraltar, y el resto de la costa gaditana. La gran intensidad de captura en Murcia, se debe a que hemos incluido aquellos animales que se capturan para las granjas de engorde que existen en la región. Este carácter migratorio hace que la conservación de la especie requiera de esfuerzos coordinados entre distintas administraciones de distintas regiones, y que se preste un especial interés a las áreas conocidas de reproducción. Del mismo modo sería interesante analizar el efecto de las pesquerías comerciales en la capacidad reproductiva de la especie al estar permitida la captura durante la migración de entrada, previa al periodo de puesta. Las capturas realizadas dentro de la Red Natura 2000 suponen el 35% de las capturas totales.

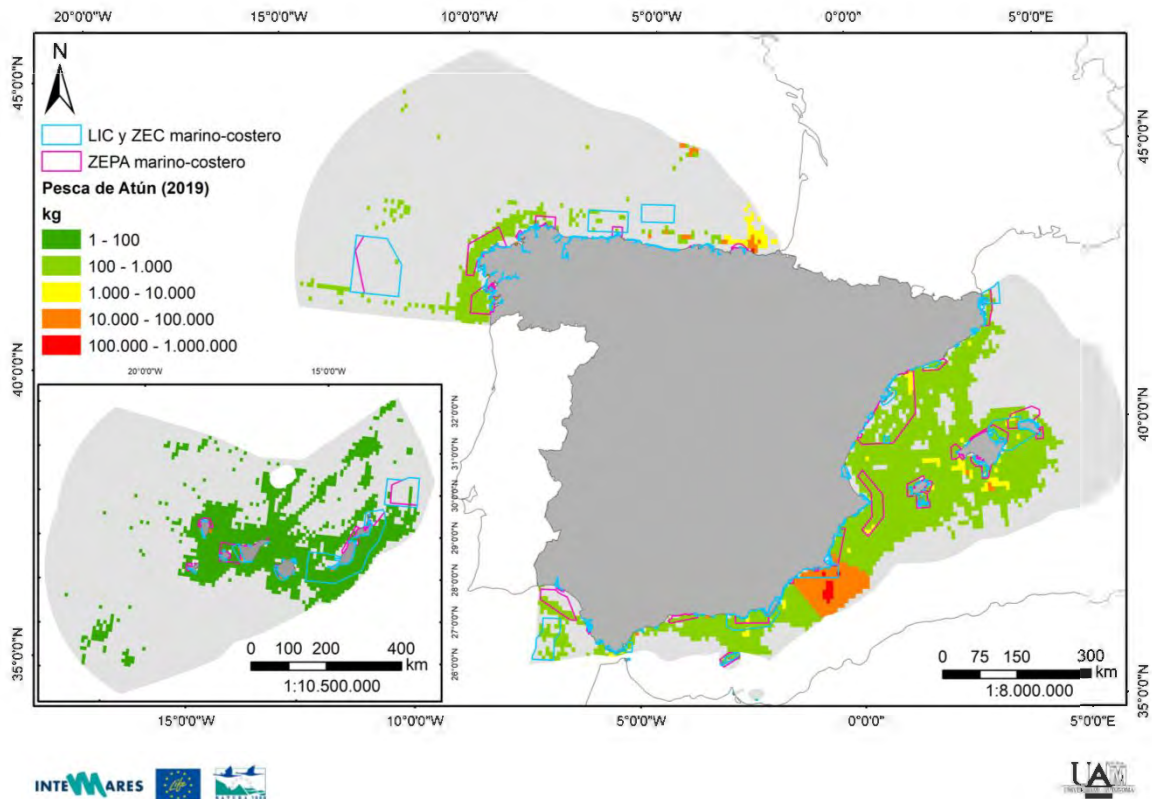


Figura 39: Cantidad y distribución de la pesca de atún rojo (kg) en España.

(D) Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*)

Los resultados del patrón de distribución elaborados a partir del censo de embarcaciones pesqueras resaltan una gran diferencia en la biomasa extraída de esta especie en el Atlántico y en el Mediterráneo (Fig. 40). La mayor parte de la biomasa de bacaladilla se pesca en la demarcación noratlántica y en la costa onubense de la demarcación sudatlántica. Como en el caso de la merluza y el boquerón, no existen datos para modelar su distribución en Canarias. Las capturas realizadas en la superficie incluida en Red Natura 2000 suponen el 44 % de la biomasa extraída en la demarcación noratlántica y el 79 % de la capturada en la sudatlántica.

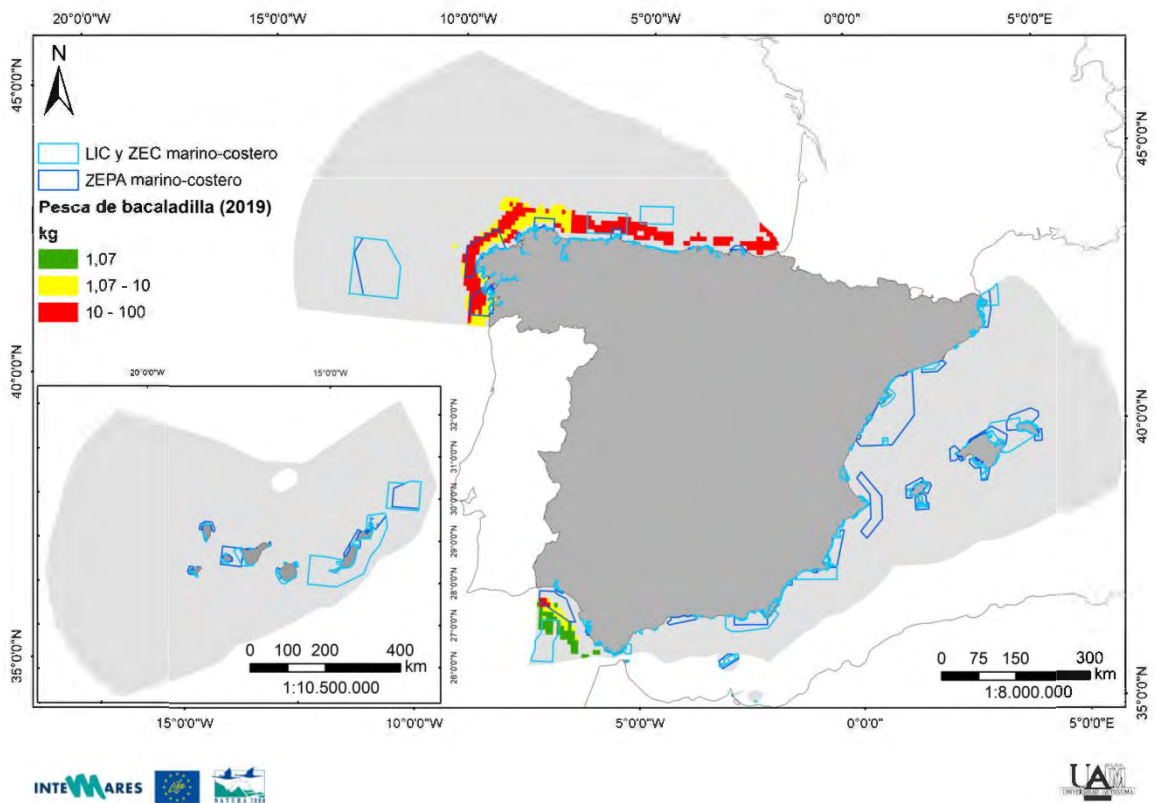


Figura 40: Cantidad y distribución de la pesca de bacaladilla (Kg) en España.

(E) Sardina (*Sardina pilchardus*)

La distribución de la sardina refleja de manera alarmante la baja abundancia generalizada de esta especie en todas las demarcaciones. Los valores más altos se obtienen para la costa vasca en la demarcación noratlántica y la onubense en la demarcación sudatlántica. En general, la mayor parte se pesca fuera de la superficie incluida en la Red Natura 2000 (69%). Tampoco existe información para Canarias (Fig. 41).

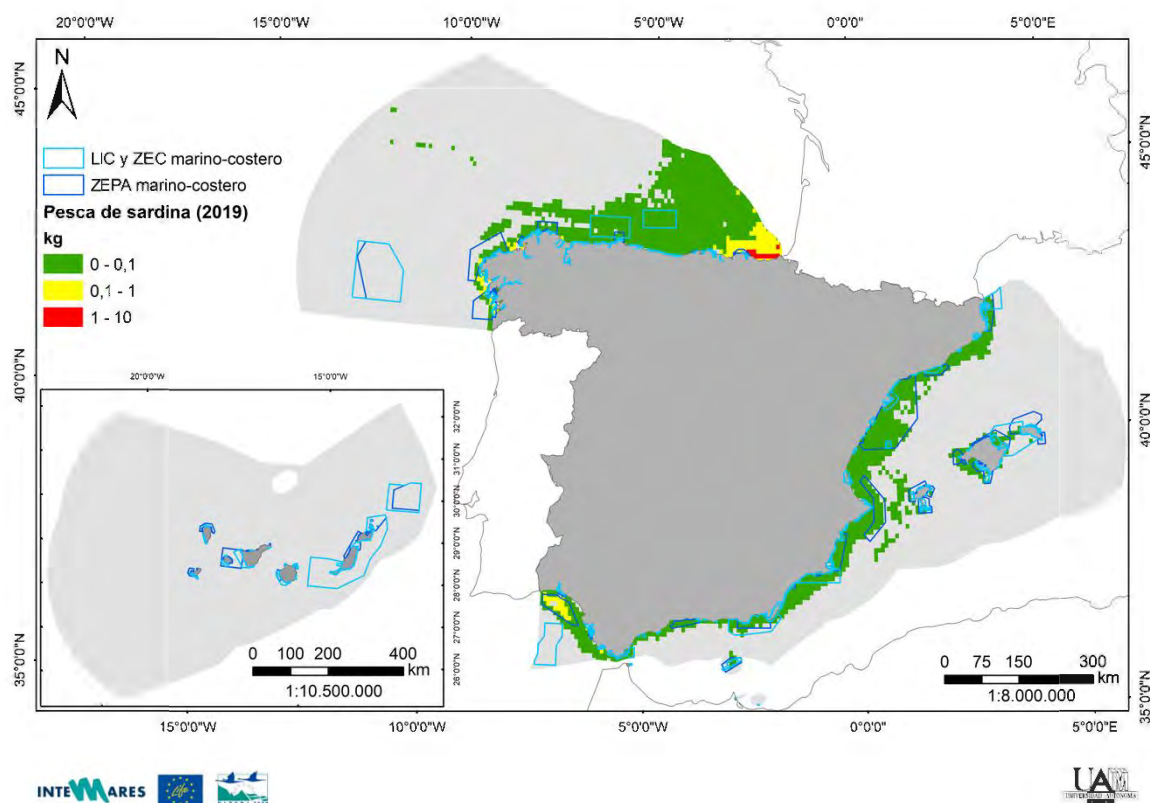


Figura 41: Cantidad y distribución de la pesca de sardina (Kg) en España.

(F) Suministro de pesca general (5 especies)

Cuando se integra la información de las 5 especies objeto de estudio, se comprueba la importancia de las capturas realizadas en la demarcación noratlántica y la contribución de las aguas litorales murcianas y catalanas en la demarcación levantino-balear, seguidas de la pesca realizada en las demarcaciones de Estrecho y Alborán y sudatlántica (Fig. 42). Cuando se comparan las cifras globales de la pesca dentro y fuera de la superficie incluida en Red Natura 2000 resalta la contribución de estos espacios aportando un 44% de la biomasa pescada. Es por ello, que es necesario emprender y desarrollar acciones que combinen medidas de gestión de la pesca y la conservación de los espacios naturales, tal y como sugiere el artículo 11 de la política Pesquera Común, y utilizar como caso práctico de trabajo en este sentido, los espacios incluidos en la Red Natura 2000 sería una magnífica oportunidad para afrontar este reto de cara a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible del horizonte 2020 y 2030.

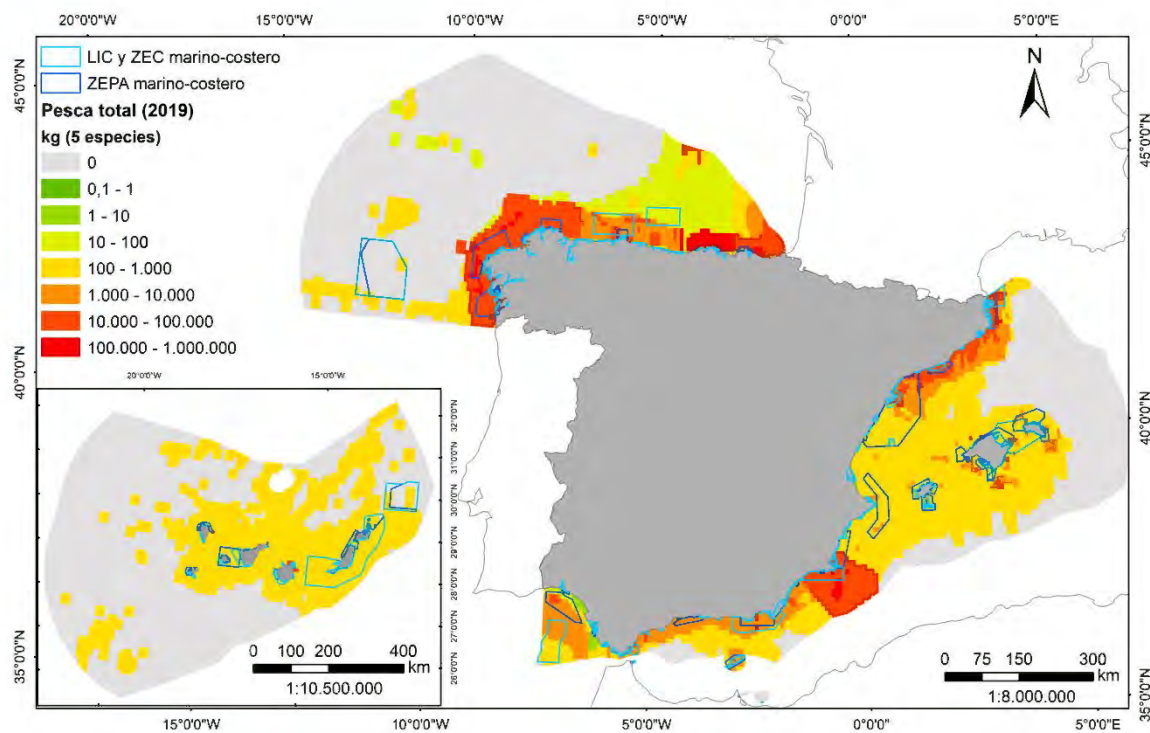


Figura 42: Cantidad y distribución de la pesca (kg) de las 5 especies objeto de estudio en España.

4.3. ANÁLISIS DE DIFERENTES ESCENARIOS DE FUTURO DE LOS ESPACIOS MARINOS

4.3.1. RECREACIÓN EN ESPACIOS NATURALES MARINOS

Los análisis realizados con las banderas azules muestran un ligero incremento del número de banderas desde 2013 (Fig. 43). Sin embargo, no todas las demarcaciones presentan la misma tendencia en la presencia de banderas (Fig. 44). Mientras que la demarcación sudatlántica presenta el porcentaje más elevado de banderas azules (más de 40% en 2018), Canarias se sitúa por debajo del 10%. Cabe mencionar que las demarcaciones levantino-balear y de Estrecho y Alborán apenas han mostrado variabilidad en la presencia de playas durante el periodo analizado, presentando en la actualidad en torno al 20% de playas con banderas azules. La demarcación noratlántica ha experimentado un pequeño receso en el número de banderas azules desde 2013 (12%) hasta 2018 (11%).



Figura 43: Número de playas con banderas azules en el periodo 2013-2018

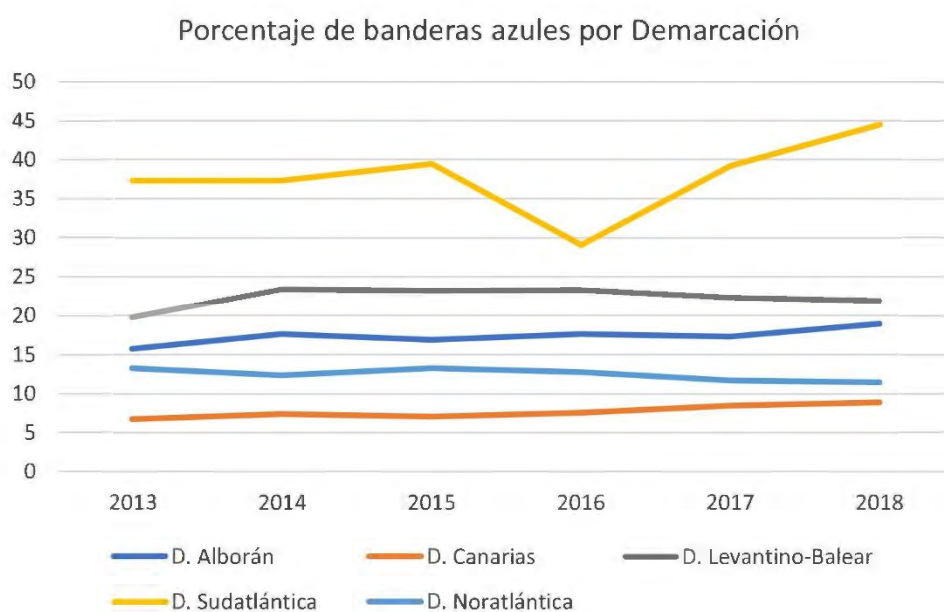


Figura 44: Evolución del porcentaje de banderas azules sobre el total de playas incluidas en la base de datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de cada demarcación

Los resultados de los test estadísticos (*t* de Student) para las cinco demarcaciones se muestran en la Figura 45. Antes de realizar los análisis, se eliminaron los valores extremos que podían interferir en la interpretación de los resultados. Tras eso, se aplicó el test y se realizaron los gráficos de los resultados. En términos generales, todas las demarcaciones presentan mayor número de fotografías en áreas donde hay playas con bandera azul con respecto a las áreas en las que no. Sin embargo, en la demarcación de Estrecho y Alborán, los resultados no se presentan significativos por lo que no se puede decir que la presencia de banderas azules tenga una relación directa con el número de fotografías.

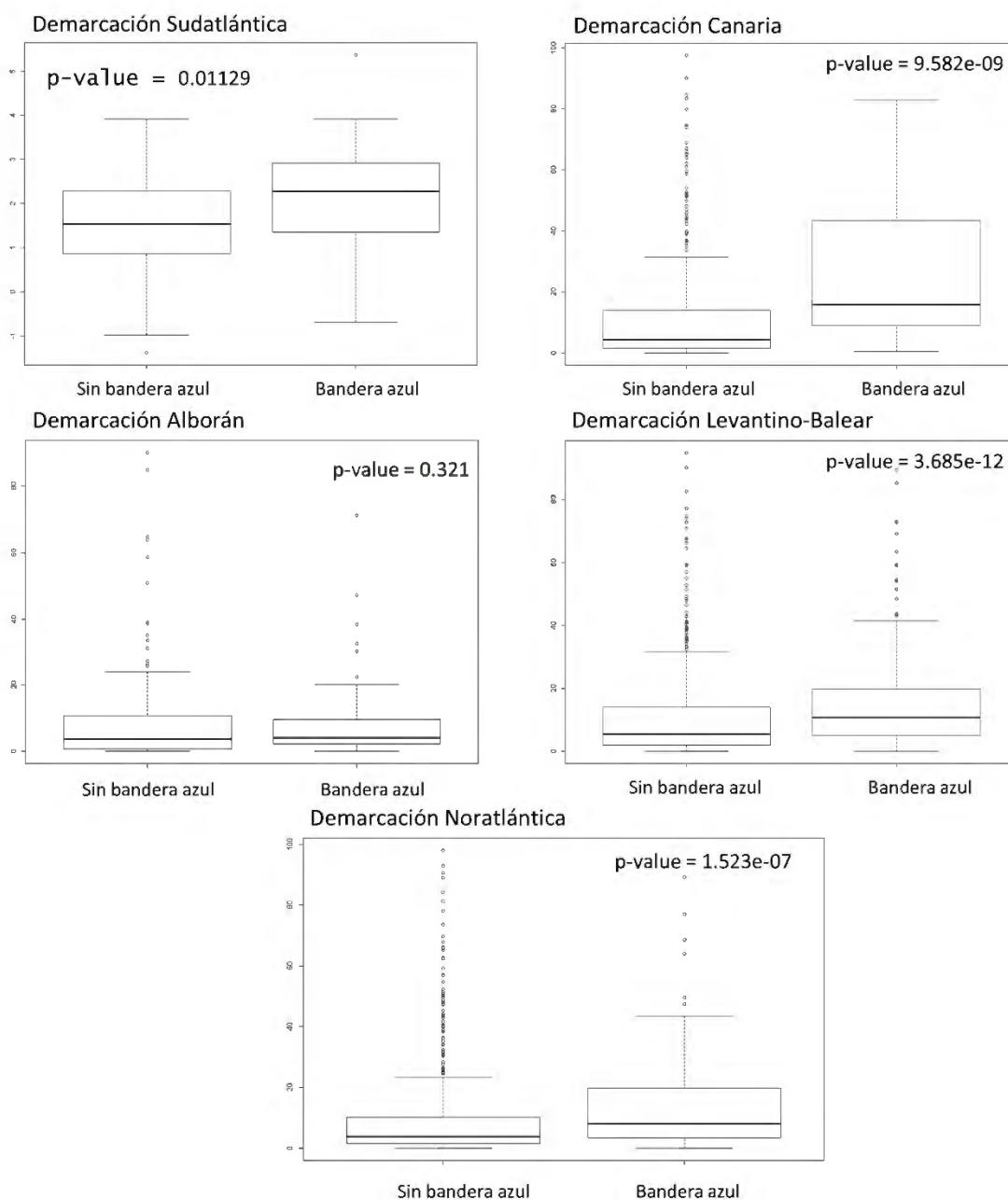


Figura 45: Resultados de los análisis estadísticos (t de Student) para cada una de las demarcaciones. Los gráficos muestran: (1) Los valores medios del número de fotografías por playa con y sin bandera azul, (2) Los valores extremos encontrados en los análisis y (3) El p-valor resultante del test aplicado para cada Demarcación ($p < 0.05$)

4.3.2. ESCENARIOS DE FUTURO DEL SECUESTRO Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO MARINO

Los resultados de los escenarios de futuro se presentan siguiendo una división en seis partes, en este caso, no se muestra la totalidad de la superficie marítima debido a la ausencia de praderas en muchas áreas (p.ej. en la demarcación sudatlántica sólo hay presencia en las proximidades de Cádiz). Las seis divisiones son: (1) demarcación sudatlántica (zona Cádiz), (2) mar de Alborán (zona bahía de Almería), (3) islas Baleares y Levante, (4) zona costera catalana, (5) islas Canarias (Fuerteventura y Lanzarote), (6) islas Canarias (sector oeste, Tenerife y Gran Canaria). Los resultados cuantitativos generales se presentan en la Figura 46.

En términos generales, todas las demarcaciones salvo la demarcación canaria sufrirían una enorme pérdida de CO₂ almacenado debido a la coincidencia entre la localización de las presiones y las praderas y los incrementos porcentuales según cada escenario. En el caso de la demarcación canaria (Fig. 46), las principales presiones no se encuentran en áreas de praderas, por lo tanto, no se reflejan los cambios en los escenarios.

En el resto de las demarcaciones los impactos en el escenario BAU (Business As Usual) presentan un descenso de CO₂ contenido en las praderas, en el caso de la demarcación sudatlántica, las praderas se destruirían casi en su totalidad debido a los fuertes impactos que la ciudad de Cádiz tendría sobre las mismas (Fig. 47). En el escenario más optimista, el escenario sostenible, las pérdidas de praderas marinas (y su CO₂ secuestrado) apenas tendría un efecto cuantitativamente relevante, esto es debido a la definición del escenario sostenible, que se focaliza en reducir las presiones que pueden afectar a las dinámicas de estos ecosistemas. Por último, en el escenario más pesimista, se podría decir que la pérdida de praderas marinas es totalmente dramática ya que, en todas las demarcaciones salvo la canaria, las praderas se verían afectadas hasta tal punto que su destrucción sería inevitable, con sus consecuentes emisiones de CO₂ a la atmósfera. En este escenario, algunas demarcaciones como la demarcación de Estrecho-mar de Alborán, apenas mantendrían unas hectáreas de praderas (Fig. 48). El resto de los aspectos de los escenarios de futuro se presentan en las Figuras 49, 50, 51 y 52.

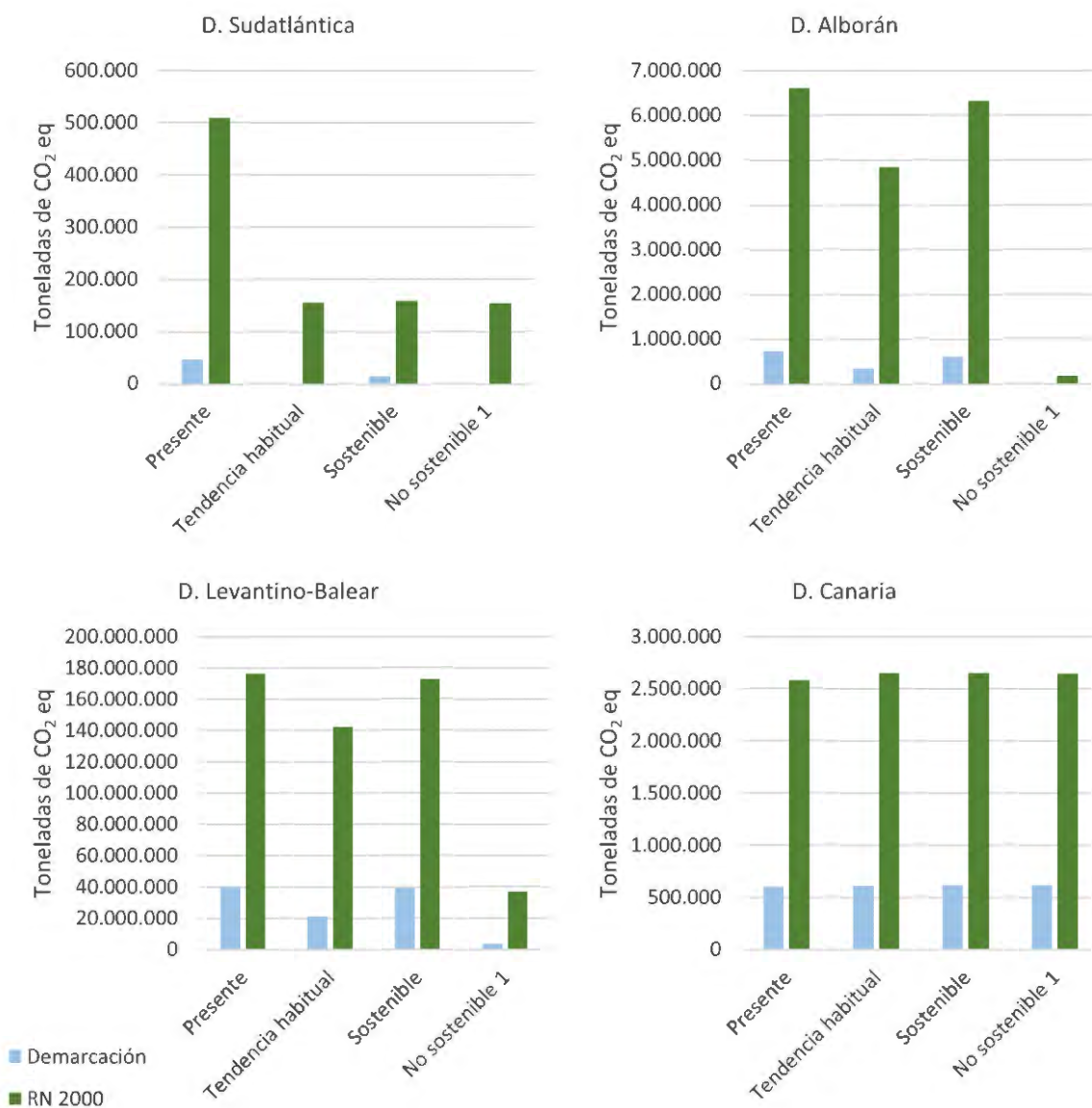


Figura 46: Total de toneladas de CO₂ equivalente por demarcación y escenario de futuro. La información se muestra desgregada en RN 2000 y el resto de la demarcación.

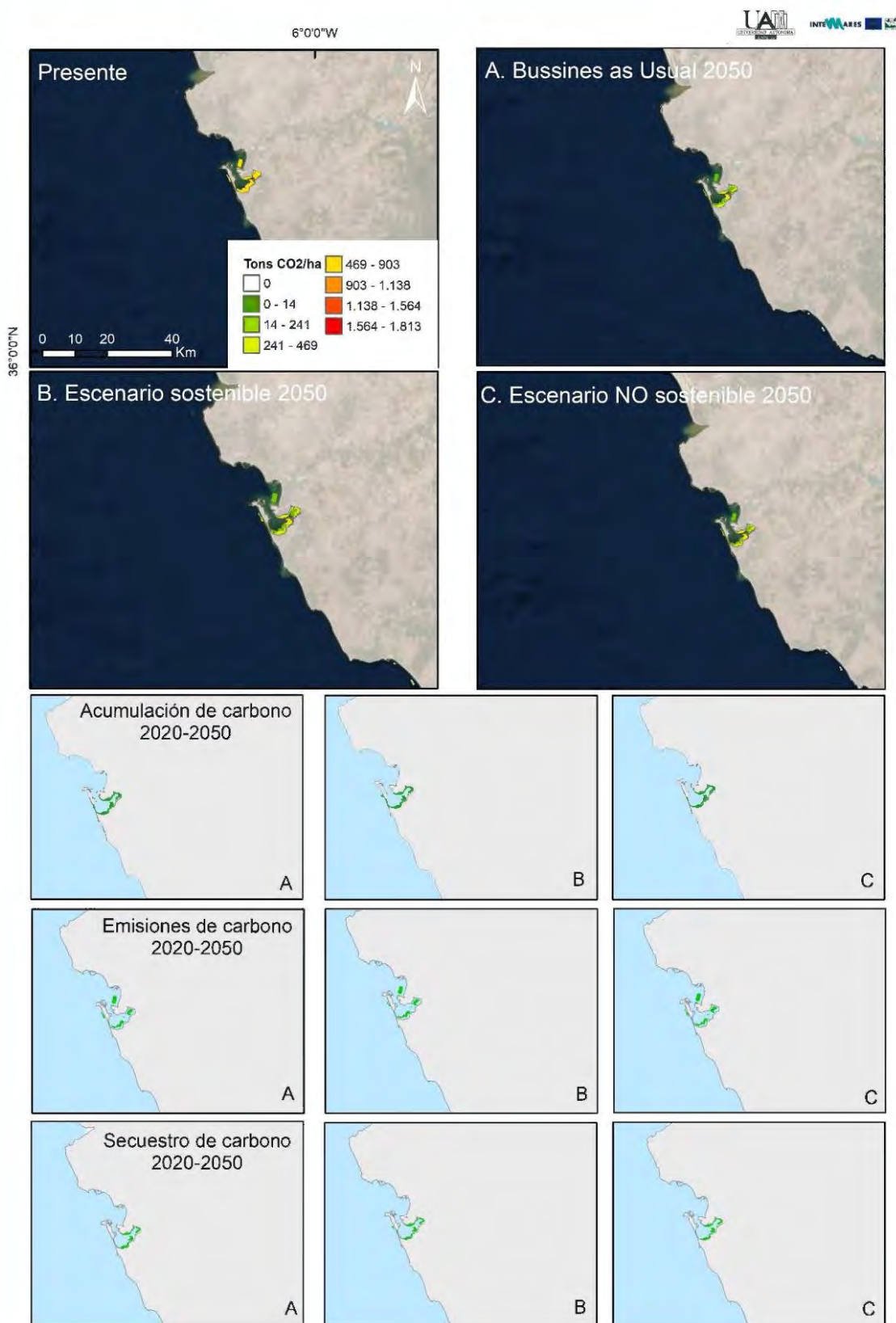


Figura 47: Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO₂ en la demarcación sudatlántica (1)

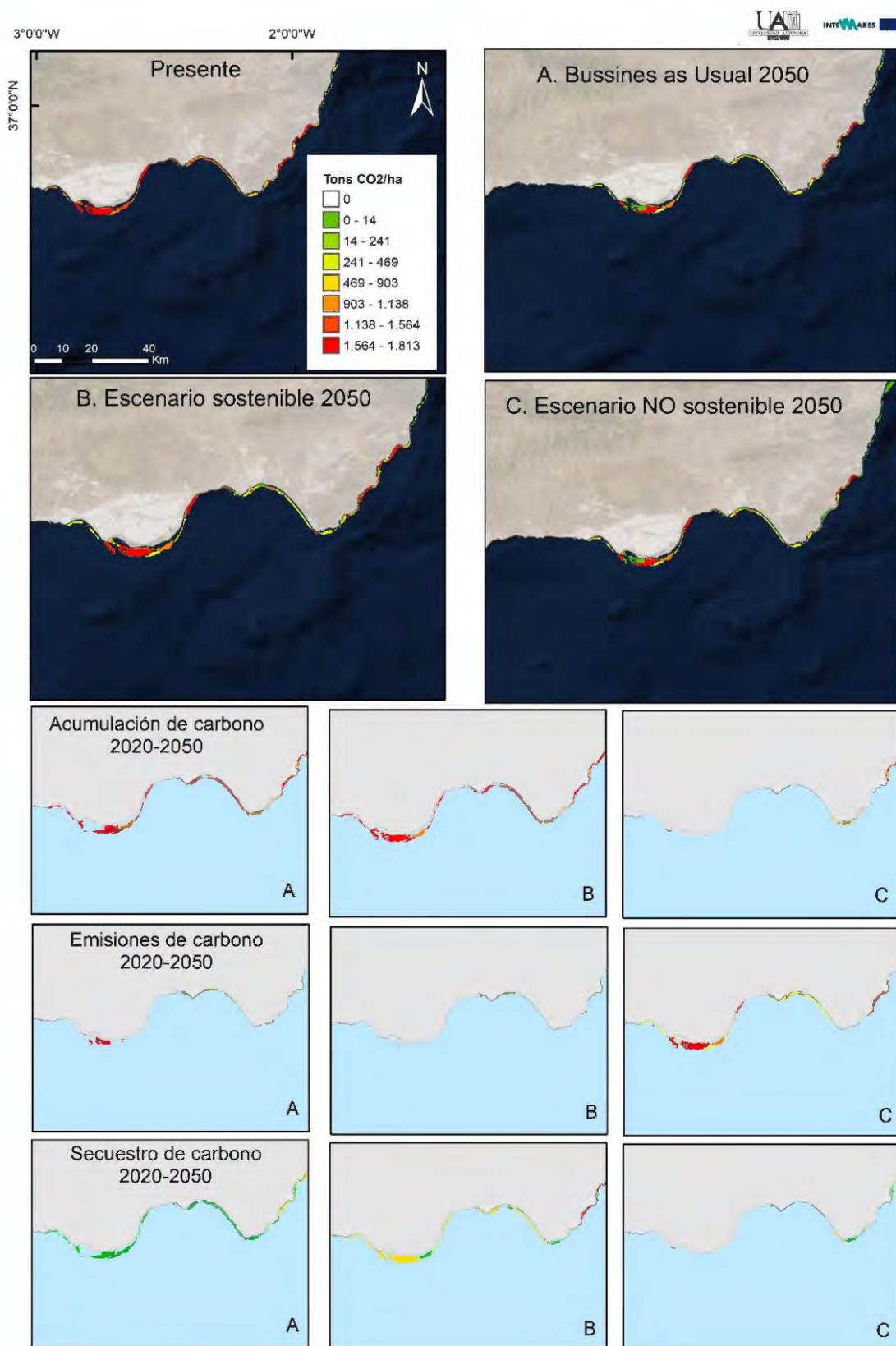


Figura 48: Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO₂ en la mar de Alborán (Zona bahía de Almería) (2)

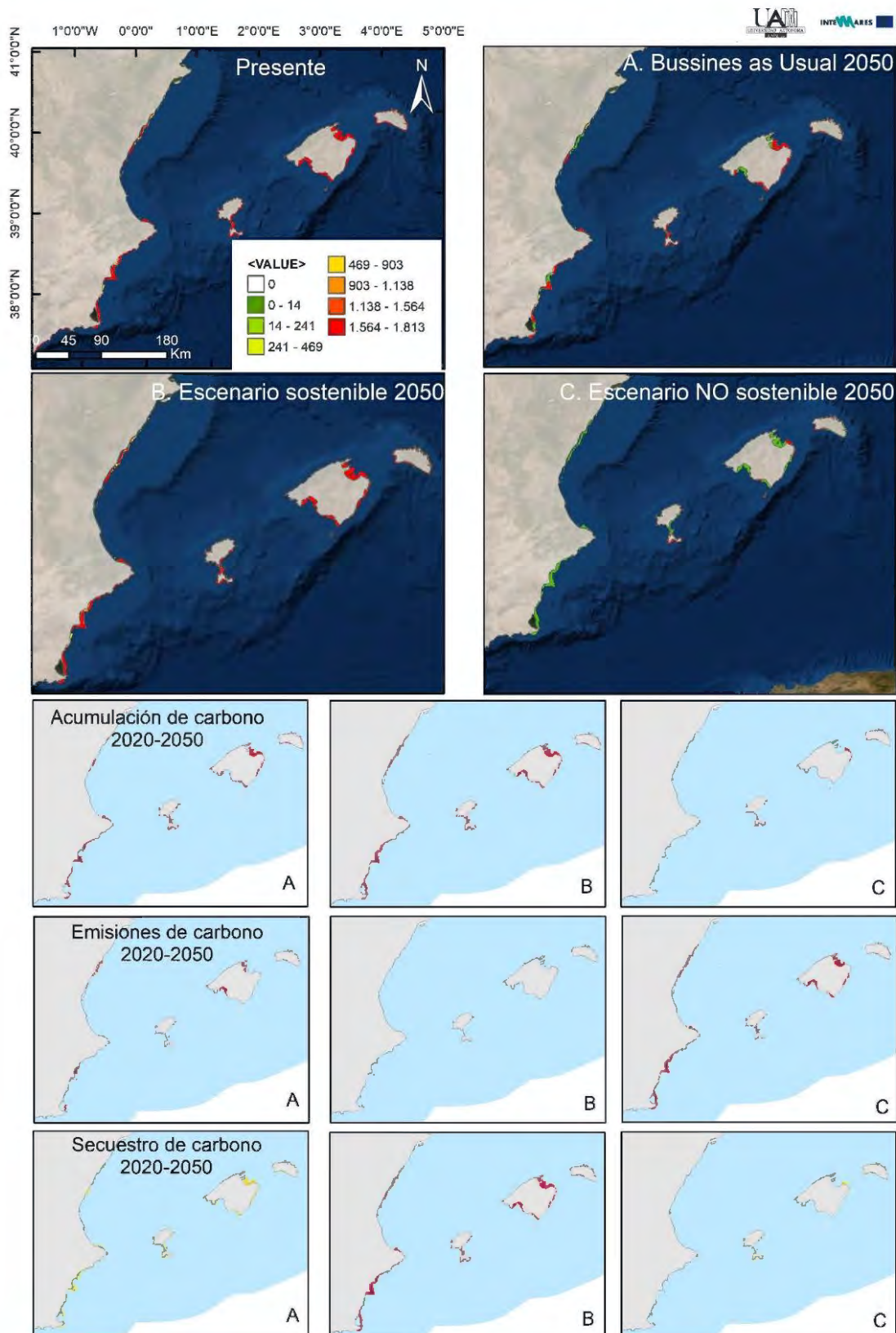


Figura 49: Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO₂ en la Islas Baleares y Levante (3)

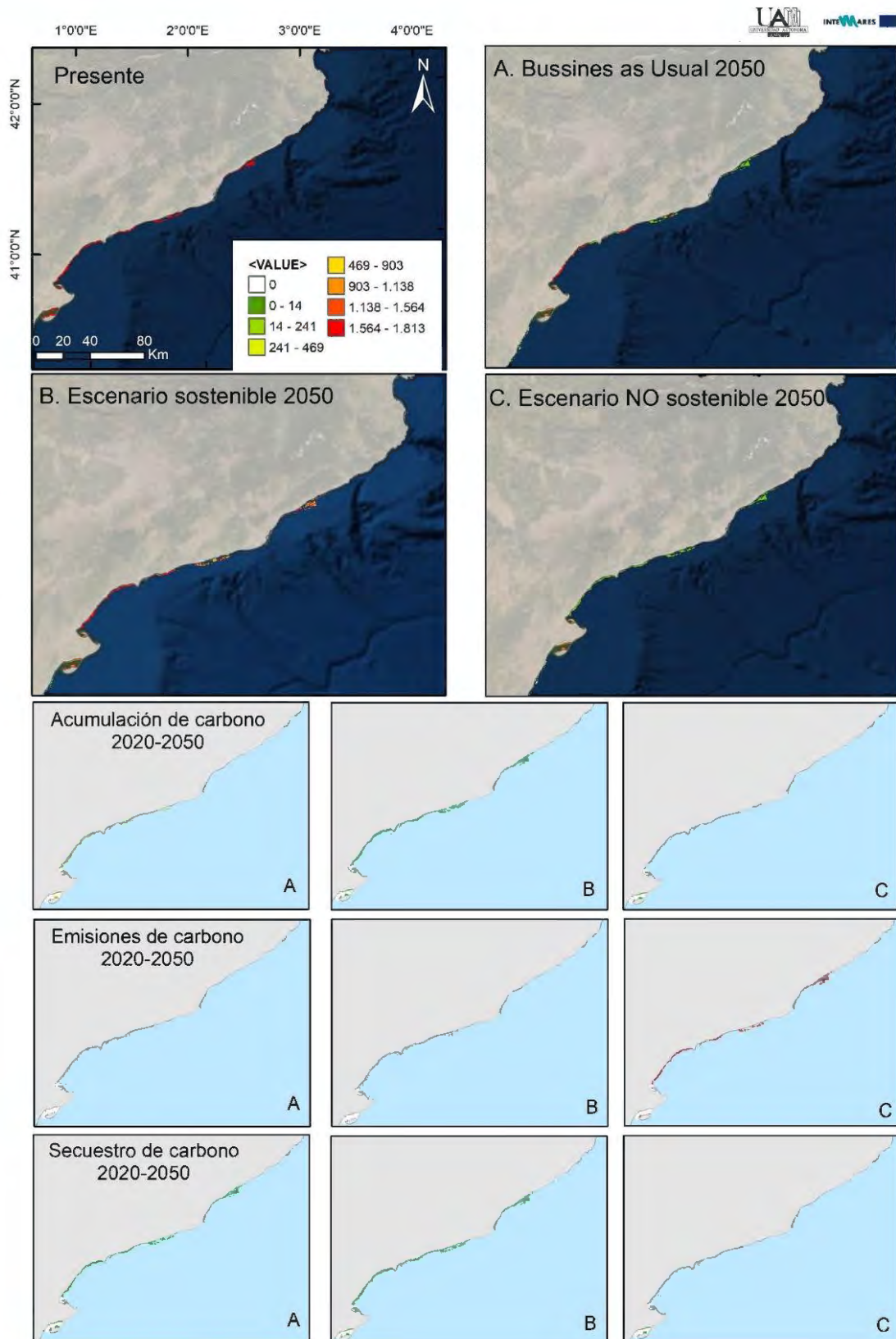


Figura 50: Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO₂ en la Zona costera catalana (4)

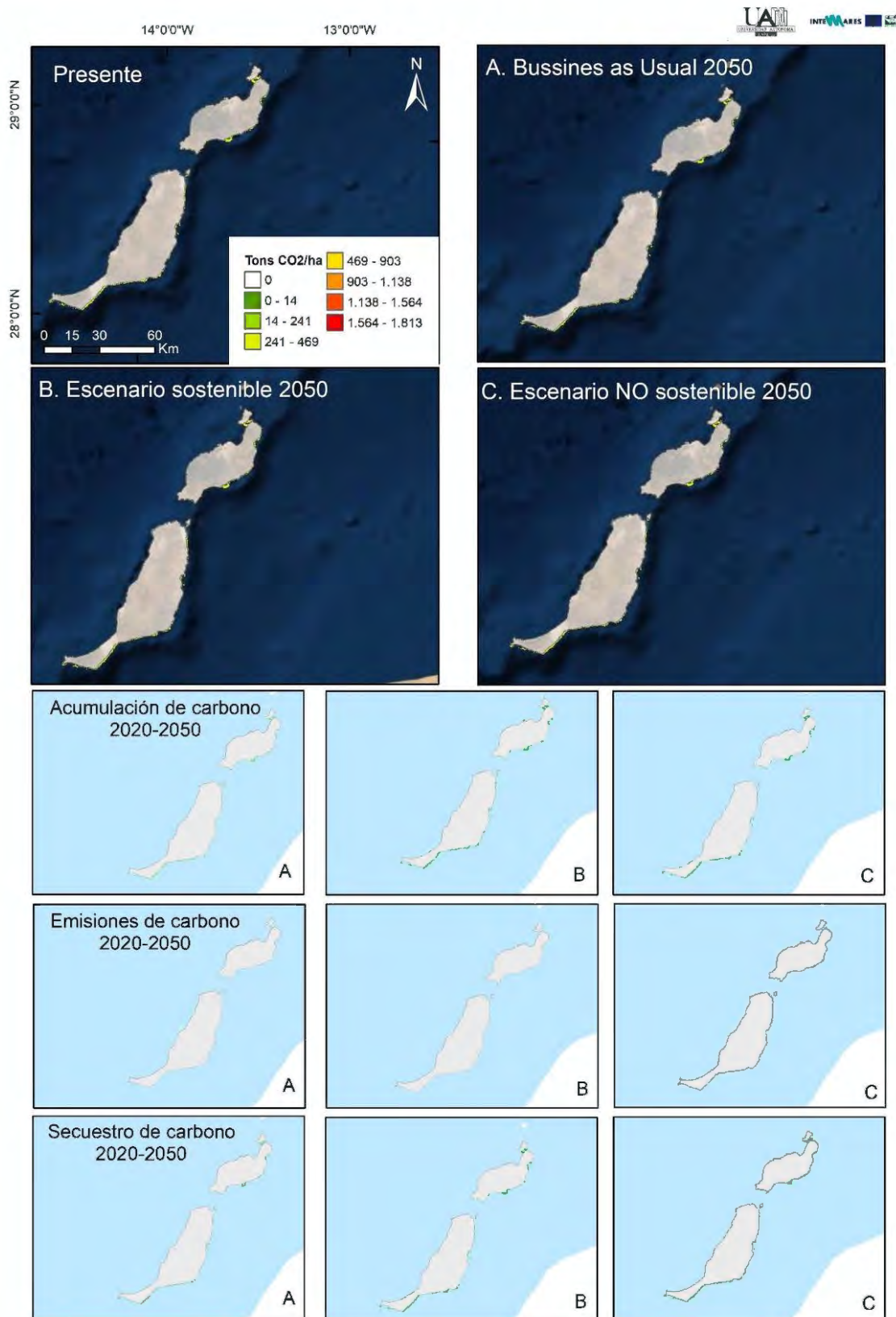


Figura 51: Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO₂ en la Islas Canarias (Fuerteventura y Lanzarote) (5)

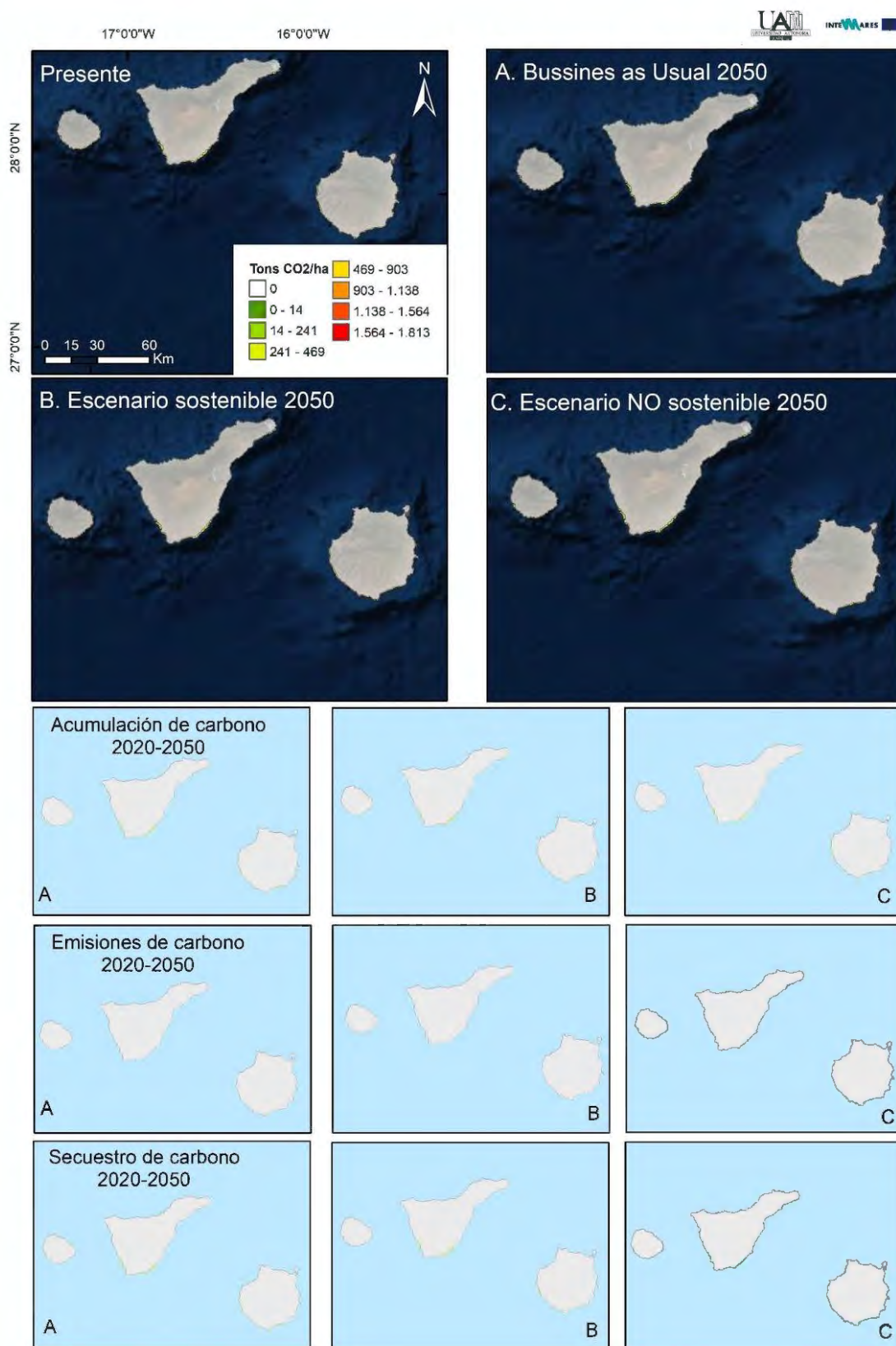


Figura 52: Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO₂ en las Islas Canarias (Sector oeste, Tenerife y Gran Canaria) (6).

4.3.3. ESCENARIOS DE FUTURO DE LA EXTRACCIÓN PESQUERA

(A) Merluza (*Merluccius merluccius*)

Los resultados del análisis de escenarios de futuro de las capturas de merluza son coherentes con la situación actual en la especie (explotada ligeramente por encima del Rendimiento Máximo Sostenible en las demarcaciones atlánticas (ICES, 2018), y claramente sobreexplotada en el Mediterráneo (FAO, GFCM, 2016). En el escenario sostenible, que busca el Rendimiento Máximo Sostenible, es necesario reducir las capturas levemente en la demarcación noratlántica y de forma más drástica en el resto de las demarcaciones. Tanto el escenario de tendencia habitual (BAU), como los dos escenarios no sostenibles conducen a una mayor extracción de biomasa pero incrementando la sobreexplotación del stock. Existe también una consideración metodológica que se debe hacer al explicar los resultados del segundo escenario no sostenible. En este caso se reducen de forma significativa el tamaño del stock y el reclutamiento por año, y se aumenta la presión pesquera en un 30%. Es decir, que le estamos pidiendo al modelo que nos proporcione al menos un 30% más de pesca pase lo que pase con el stock. Además, el modelo tal y como se ha utilizado para esta especie asume que cada año hay un número fijo de reclutas que se suman a la población. En realidad, se sabe que eso no es cierto, y que el reclutamiento varía con condiciones ambientales y también con relación al tamaño del stock. La falta de datos precisos sobre la biología de la especie y la inflexibilidad del modelo en ese aspecto, nos conducen a unos resultados en los que el escenario no sostenible 2 es el que proporciona mayor rendimiento sin considerar el estado de sobreexplotación de la especie (Fig. 53).

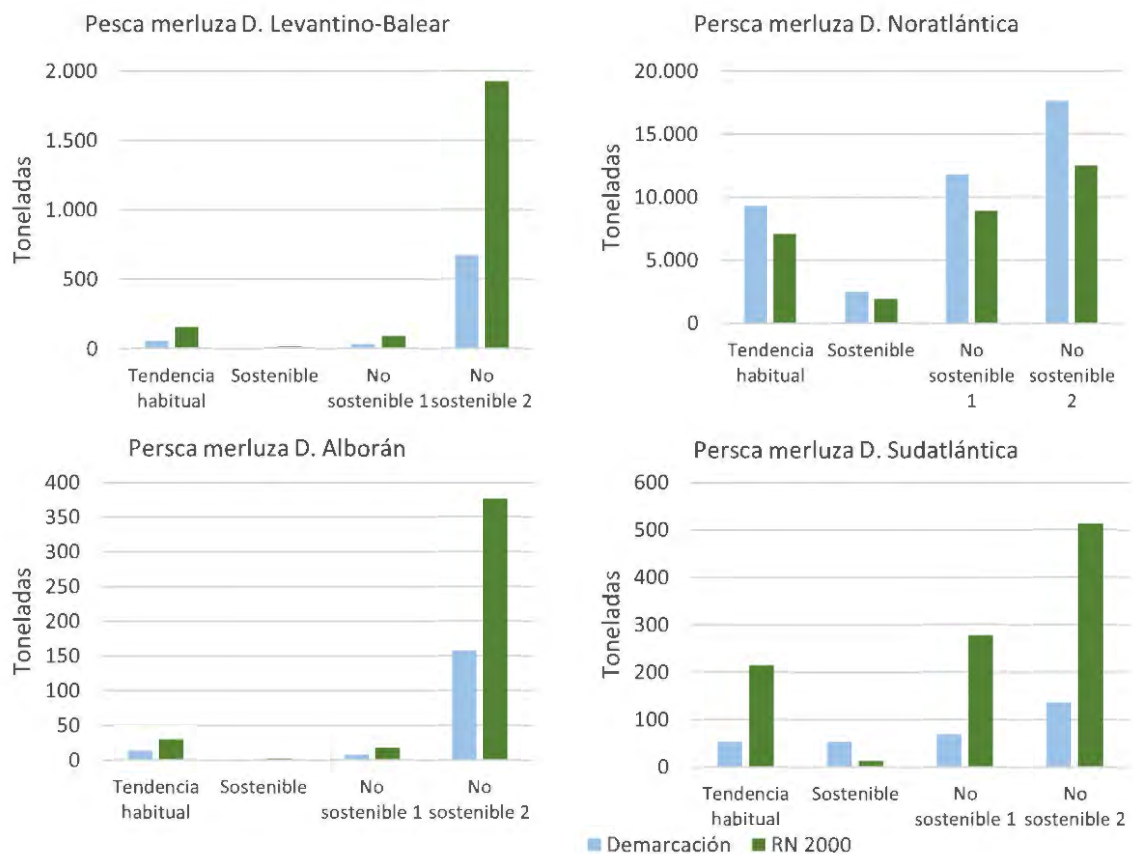


Figura 53: Resultados de los modelos de escenarios de futuro de las capturas de la pesca de merluza en las distintas demarcaciones.

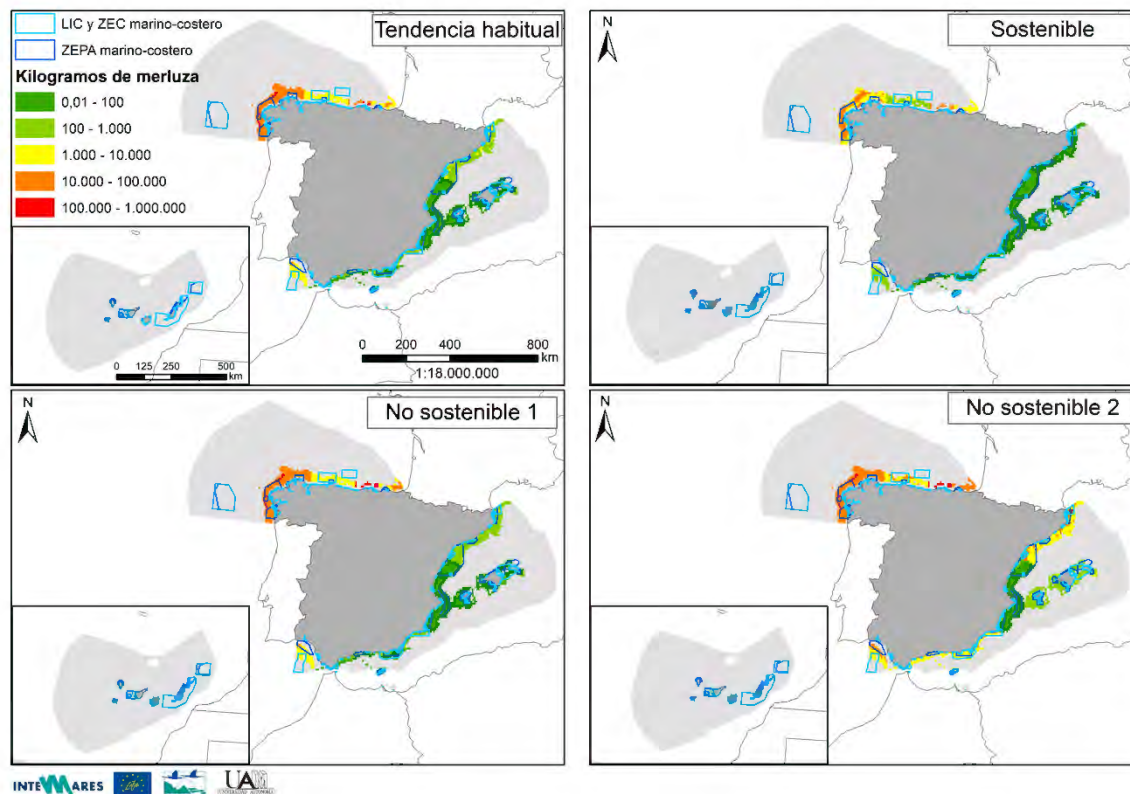


Figura 54: Distribución de las capturas de la pesca de merluza en las distintas demarcaciones según los resultados de los modelos de escenarios de futuro

(B) Boquerón (*Engraulis encrasicolus*)

El boquerón es una especie de gran interés comercial, pero aún así los datos biológicos disponibles para la especie no permiten explorar los distintos escenarios de futuro para la especie. En el Mediterráneo la especie no se evalúa, y no hay datos de suficiente calidad para alimentar los modelos INVEST. En la demarcación noratlántica, y según la evaluación del ICES sobre la especie (ICES 2017), no hay suficientes datos de referencia relativos a la biomasa, o mortalidad, en el escenario de Rendimiento Máximo Sostenible. Tampoco hay valores definidos para una explotación al Límite de la viabilidad, ni para la Aproximación Precautoria. Sí existe un Plan de Gestión de la especie establecido en 2014 (ICES 2017), sin embargo, los parámetros utilizados en el plan no son los adecuados para definir escenarios de futuro con InVEST.

(C) Atún rojo (*Thunnus thynnus*)

El atún rojo es una de las especies de mayor valor comercial de cuantas se capturan y comercializan en aguas españolas. Es además una especie de hábitos migratorios, gran tamaño y maduración tardía, por lo que la sobreexplotación de sus poblaciones es un problema grave y difícil de gestionar. En las últimas décadas el stock del Atlántico este, explotado entre otras pesquerías por la flota española, ha sido objeto de sobreexplotación intensa y posteriormente de un importante esfuerzo de conservación y gestión por parte de los organismos competentes (ICCAT 2017). En los últimos años, por tanto, y como resultado de este esfuerzo, la tendencia del tamaño del stock es creciente y nos encontramos en la actualidad en un contexto

recuperación de las capturas. Ajustarnos al escenario de Rendimiento Máximo Sostenible nos conduciría a una reducción de las capturas en todo el dominio marítimo, pero sobre todo en Murcia y el sur de Baleares, donde la intensidad pesquera es muy alta en la actualidad.

En este contexto actual de recuperación de la especie, preocupa la posibilidad de proyectar escenarios demasiado optimistas que permitieran un aumento de la intensidad pesquera por encima de lo sostenible. El escenario no sostenible 1, refleja esa situación y aumenta las capturas un 30%. En todas las demarcaciones, ese escenario supone una reducción de los desembarcos de atún rojo con respecto al escenario de Tendencia Habitual, y también una ligera reducción con respecto al escenario sostenible (Fig. 57). Sin embargo, este modelo mantiene los valores de reclutamiento actuales (que son muy altos), y que dependen del tamaño del stock, y también de procesos más difíciles de predecir y gestionar como la temperatura del agua, la dinámica de corrientes, y otros procesos físicos. El escenario no sostenible 2, muestra lo que sucedería, si llevados por el contexto actual favorable, se permitiera un incremento de las capturas pesqueras y el reclutamiento se redujese a valores equivalentes al mínimo histórico como resultado de algún fenómeno físico imposible de controlar. En esta situación, las capturas caerían hasta valores propios de un ecosistema colapsado, incapaz de proveer el servicio de abastecimiento en todas las demarcaciones geográficas (Fig. 58).

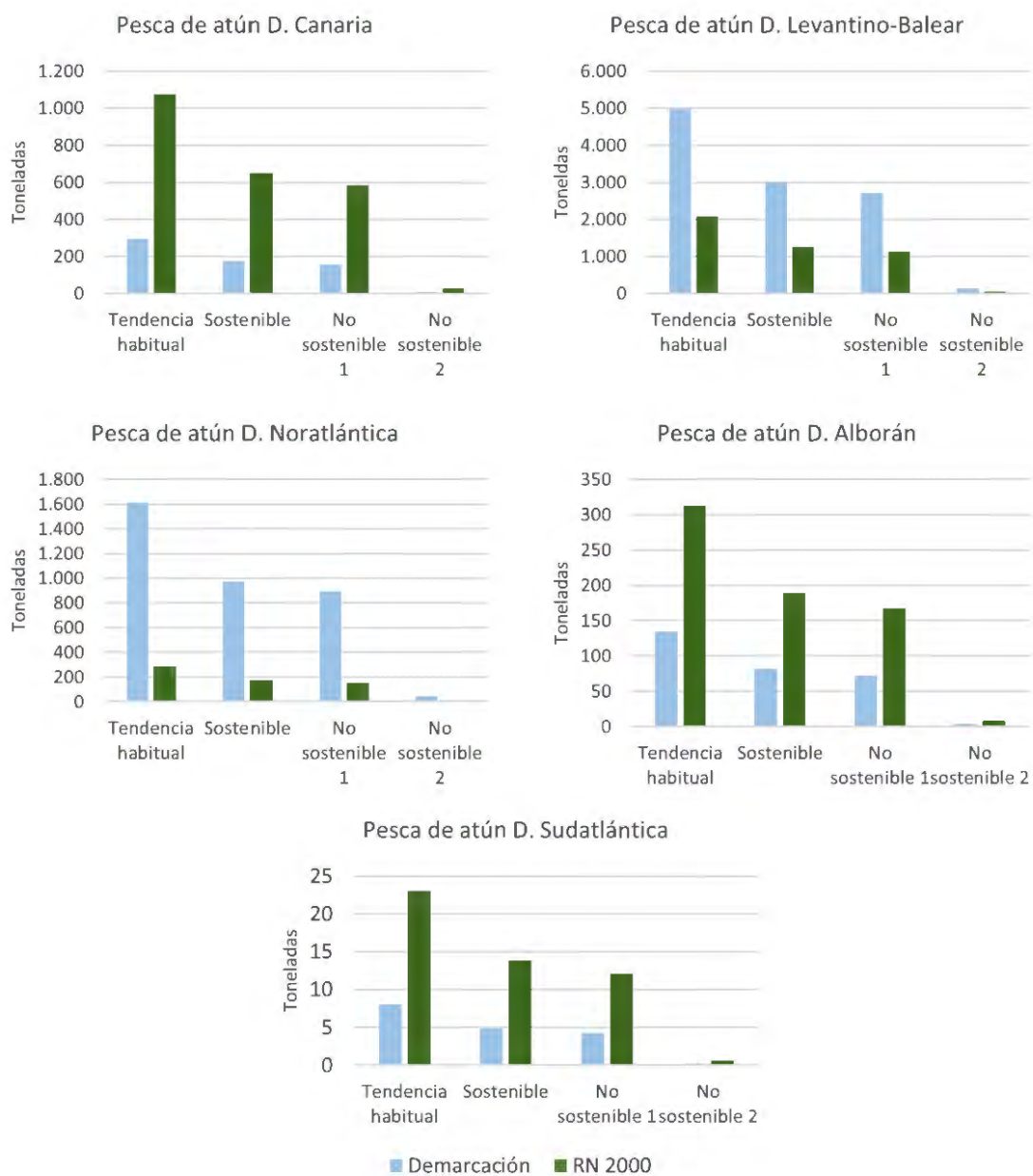


Figura 55: Resultados de los modelos de escenarios de futuro de las capturas de la pesca del atún rojo en las distintas demarcaciones.

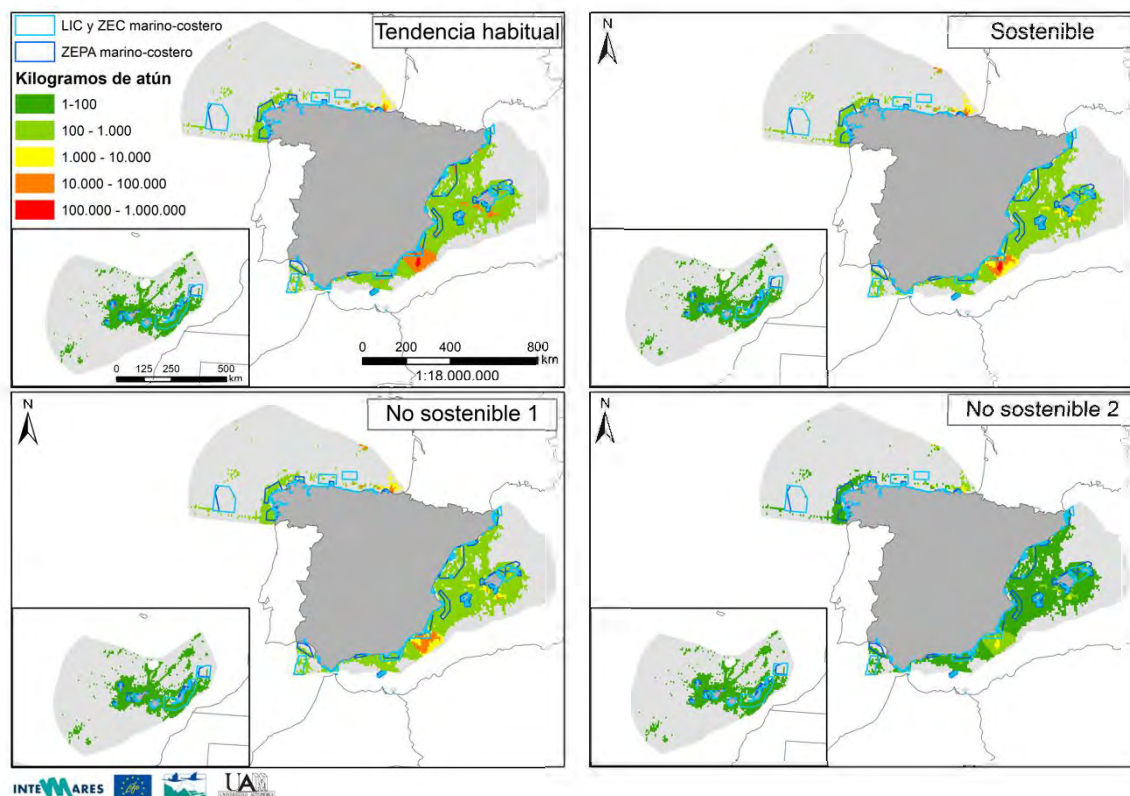


Figura 56: Distribución de las capturas de la pesca del atún rojo en las distintas demarcaciones según los resultados de los modelos de escenarios de futuro

(D) Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*)

La bacaladilla es una especie de elevado interés comercial tanto en el Atlántico como en el Mediterráneo, sin embargo, sólo se han encontrado suficientes datos biológicos de la especie para el stock atlántico, no hay, por tanto, escenarios de futuro para la especie en ninguna de las demarcaciones mediterráneas. El stock atlántico de la especie se encuentra explotado ligeramente por encima del Rendimiento Máximo Sostenible, y con un valor de reclutamiento ligeramente superior a la media. Sin embargo, los expertos del ICES que evalúan el stock, explican que los datos biológicos de la especie llevan asociada una gran incertidumbre (ICES 2016). En ese caso y considerando las limitaciones técnicas de InVESTt, los resultados de nuestros modelos no son lo bastante robustos para analizar la tendencia futura de la población de bacaladilla en ninguno de los escenarios diseñados en este trabajo.

(E) Sardina (*Sardina pilchardus*)

En los últimos años, el tamaño del stock de sardina en las demarcaciones atlánticas está por debajo de lo sostenible y su capacidad reproductiva se considera “reducida” en los informes técnicos publicados por el ICES (ICES 2018). En esta misma publicación se recomienda no pescar nada de sardina durante el año, 2019, y tanto la presión pesquera, como el tamaño del stock, están lejos de los valores esperados en Rendimiento

Máximo Sostenible. Los resultados de nuestros modelos muestran un incremento de la biomasa extraída en todos los escenarios, a costa de sobreexplotar el stock, y como resultado de una de las limitaciones del modelo que mantiene constante el reclutamiento anual en una población muy pequeña, de modo que cada año entra gran cantidad de individuos que reemplazan los que se capturan. Sin embargo, se sabe que en realidad no es así, y que el reclutamiento depende entre otros factores del tamaño del stock. Aunque InVEST, permite modelizar esta relación entre tamaño del stock y reclutamiento, no hemos encontrado suficientes datos biológicos para alimentar este modelo más complejo y preciso. De este modo, en el caso de la sardina noratlántica, los escenarios de futuro no son precisos.

En las demarcaciones mediterráneas las poblaciones de sardina están sobreexplotadas y lejos de los valores de presión pesquera estimados para el Rendimiento Máximo Sostenible. Además, según el grupo de expertos de la STECF (Scientific, Technical, and Economic Committee for Fisheries del Mediterráneo) no hay valores de referencia para evaluar el tamaño del stock, (STECF 2016). En esta situación, los resultados de nuestros modelos no permiten evaluar la tendencia futura de las poblaciones de sardina en ninguno de los escenarios propuestos.

4.4. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS ESCENARIOS DE FUTURO MARINO

4.4.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS ESCENARIOS DE FUTURO DEL SECUESTRO Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO MARINO

El valor monetario del carbono almacenado según los escenarios de futuro se muestra en la Figura 57. Según los escenarios del valor económico de la tonelada de CO₂ eq realizados por el Banco Mundial en el año 2050 será de 121 €/tonelada, lo que supone un aumento importante del valor monetario del CO₂ eq en los escenarios. Así, las pérdidas de carbono acumulado en el escenario “tendencia habitual” supondrá pérdidas de más de 6.000 millones de €. Por otro lado, el escenario “sostenible” también producirá pérdidas debido a que se detecta una reducción generalizada en la cantidad de carbono almacenado en todos los escenarios, en este caso, la pérdida estimada sería de más de 500 millones de € lo que pone de manifiesto la importancia de proteger los ecosistemas que secuestran carbono más allá de las áreas protegidas. Finalmente, el escenario con datos más alarmantes sería el escenario “no sostenible” en el que se estima que las pérdidas serían de más de 20.000 millones de €. En este sentido, y debido a la tendencia creciente del valor de la tonelada de CO₂ eq, el coste de oportunidad de perder estos ecosistemas tan relevantes para el secuestro de carbono pone de manifiesto la urgente necesidad de una gestión integrada de las praderas de posidonia, que permita no solo su mantenimiento sino su regeneración y recuperación.

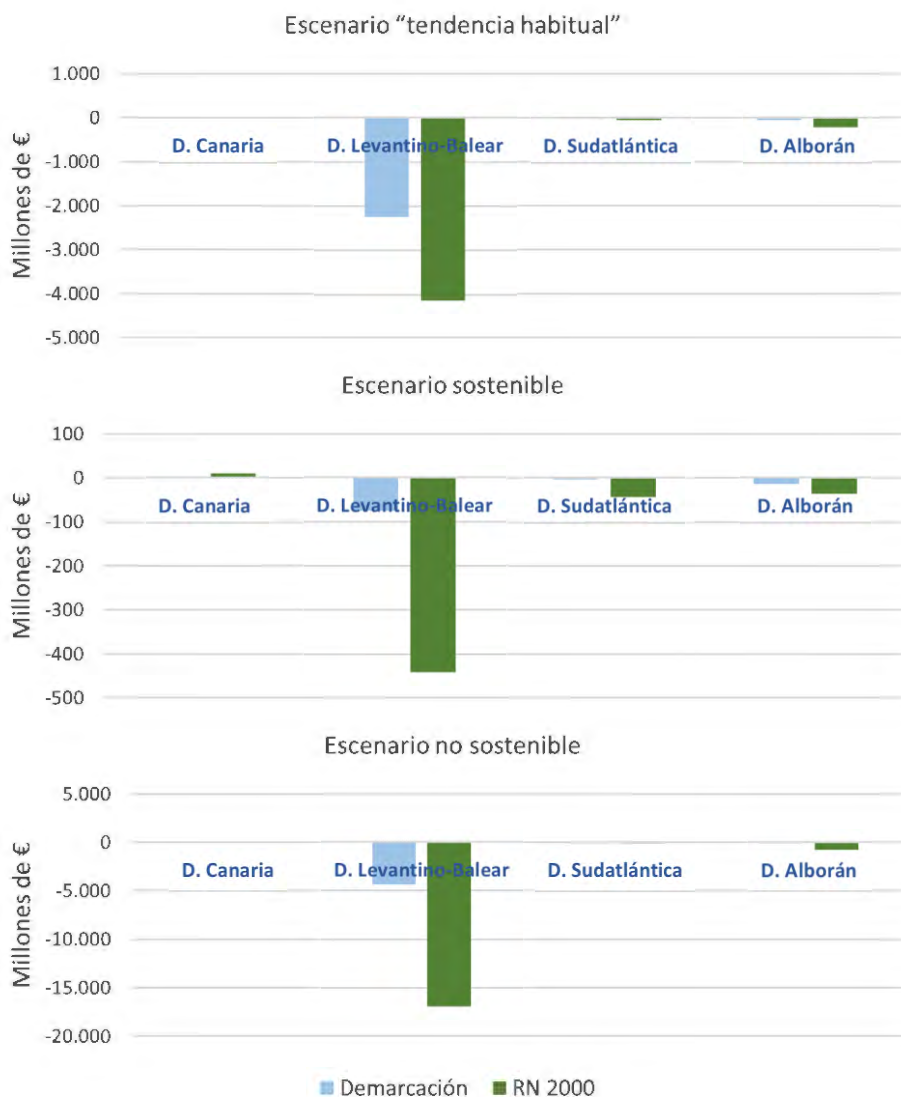


Figura 57. Cambios en el valor económico del secuestro de carbono por escenario de futuro (incluye las predicciones del Banco Mundial del precio del CO₂ eq en 2050)

4.4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PESCA

(A) Merluza (*Merluccius merluccius*)

El valor económico total de la merluza vendida en las lonjas de toda España supone una contribución de 106 millones de € de los que algo más de 48 (45,43%) millones corresponden a merluzas capturadas en áreas Red Natura 2000. La demarcación que representa el 96% de la importancia económica de la venta de merluza, es la noratlántica (Fig. 58), y dentro de ella, las capturas realizadas en las aguas gallegas (Fig 59).

Valor económico de la merluza por procedencia dentro y fuera de la RN 2000

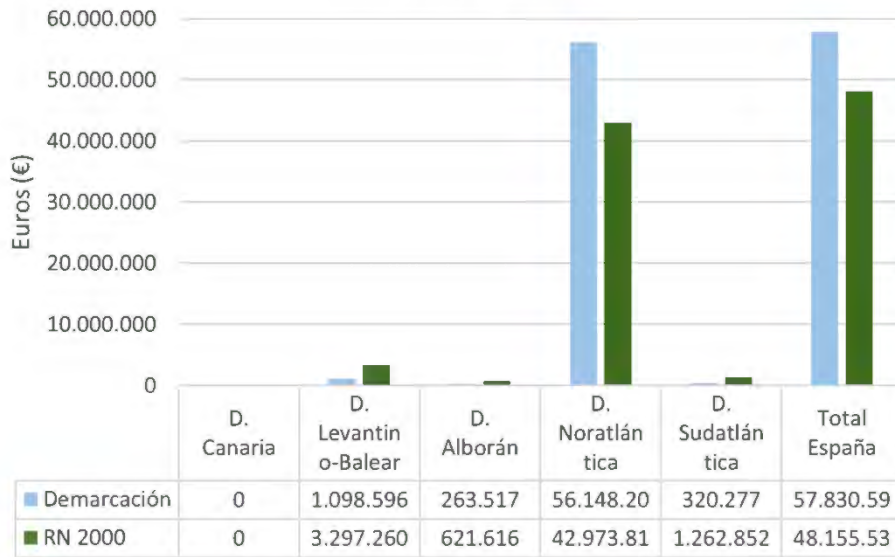


Figura 58: Comparación de los precios de la pesca de merluza en las distintas demarcaciones.

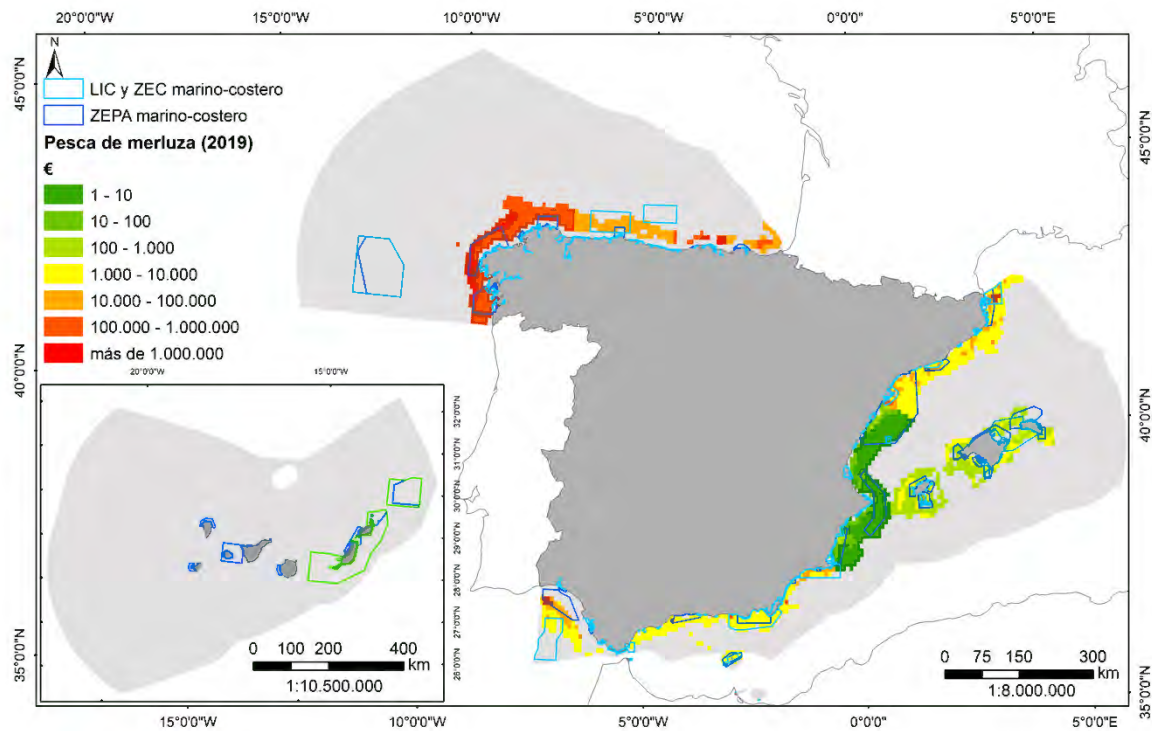


Figura 59: Distribución espacial del valor económico de la merluza en las distintas demarcaciones y dentro y fuera de la RN2000

(B) Boquerón (*Engraulis encrasicolus*)

El valor económico total de la venta del boquerón en lonja en España es de 3,18 millones de euros, de los cuales el 57 % proceden de áreas Red Natura 2000 (1,82 millones €) (Fig. 60). La demarcación que contribuye más es la levantino-balear, suponiendo un 82% del total (2,74 millones €), seguida por la demarcación de Estrecho y Alborán (Fig. 61).

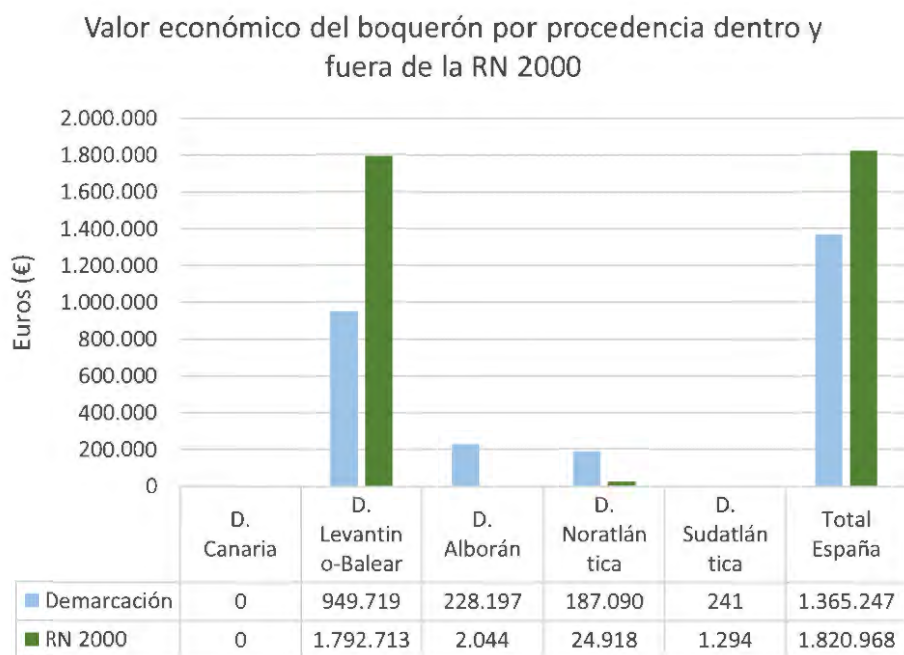


Figura 60: Comparación de los precios de la pesca de boquerón en las distintas demarcaciones.

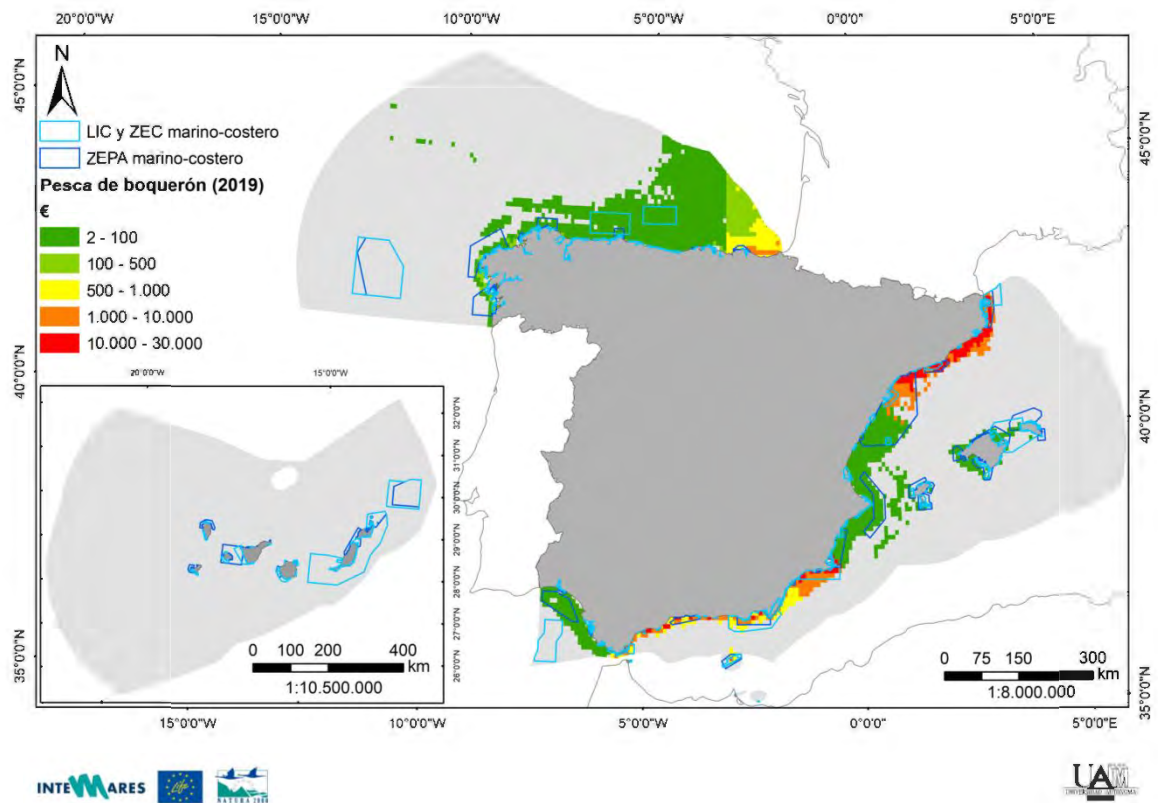


Figura 61: Distribución espacial del valor económico del boquerón en las distintas demarcaciones

(C) Atún rojo (*Thunnus thynnus*)

El total del valor económico de la extracción de atún rojo en España, basada en la variación de los precios por lonja, es aproximadamente de 74 millones de euros de los cuales 24,85 están obtenidos de la Red Natura 2000 (Fig. 62). De estos 74 millones, la demarcación levantino-balear suministra 55, lo que supone el 74,4% del montante. Destacan también las demarcaciones canaria y noratlántica por contribuir con 6,4 y 8,9 millones de euros respectivamente (Fig. 63).

Valor económico del atún rojo por procedencia dentro y fuera de la RN 2000

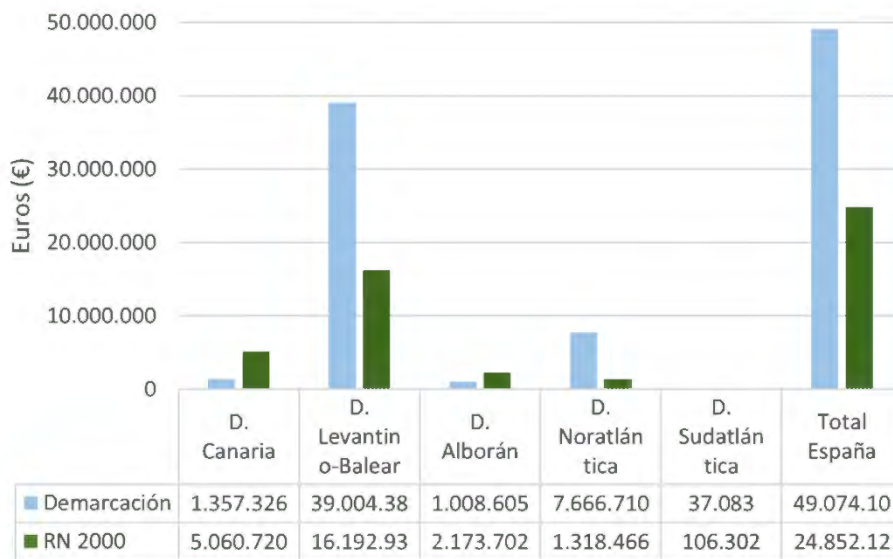


Figura 62: Comparación de los precios de la pesca de atún rojo en las distintas demarcaciones y dentro y fuera de la RN2000

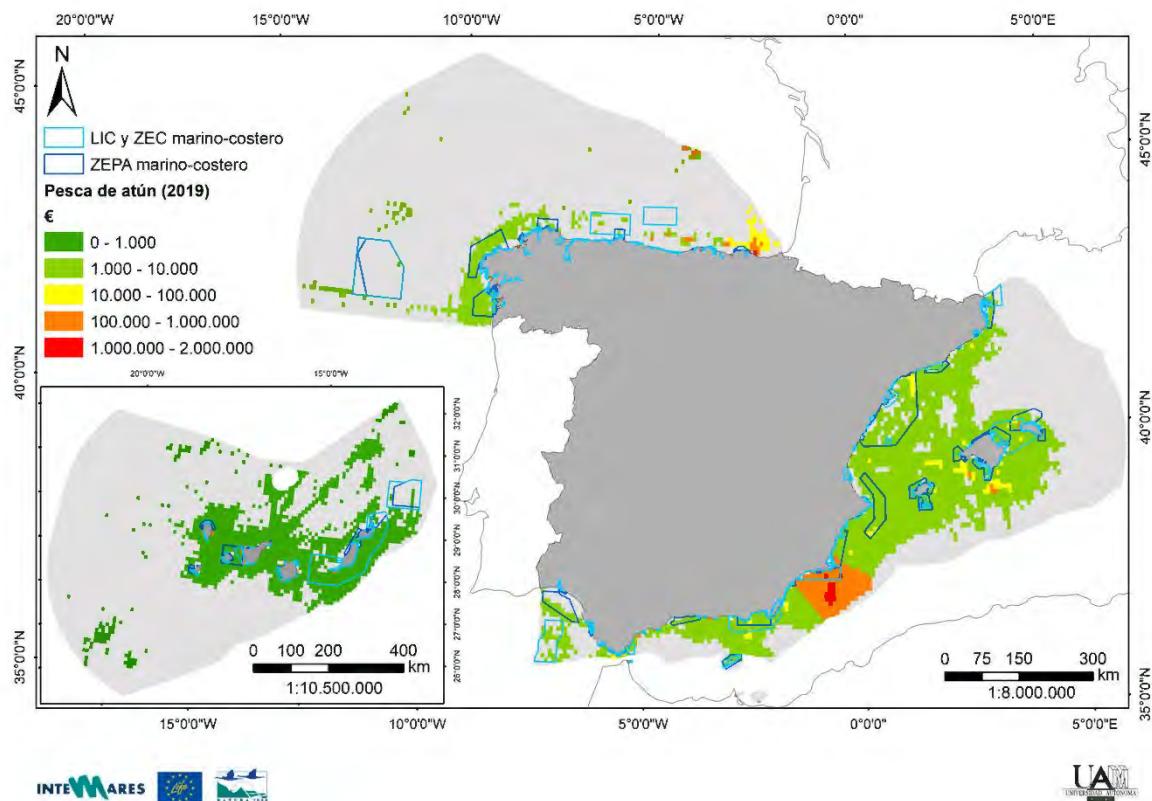


Figura 63: Distribución espacial del valor económico del de atún rojo en las distintas demarcaciones

(D) Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*)

Ha sido imposible estimar el valor económico de las capturas de bacaladilla a partir de los resultados de los modelos para la especie. La baja calidad de los datos sobre la biología de la especie (ver epígrafes 4.1.3 y 3.2(3) de este mismo documento para una explicación más detallada) es la causa principal de esta falta de resultados.

(E) Sardina (*Sardina pilchardus*)

Como en el caso de la bacaladilla, ha sido imposible estimar el valor económico de las capturas de sardina a partir de los resultados de los modelos para la especie. De nuevo, la falta de datos biológicos de las poblaciones de interés, y la baja calidad de los datos disponibles son la causa principal de la falta de resultados. Una explicación más detallada se ofrece en los epígrafes 4.1.3 y 3.2(3) de este mismo documento.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES DE DATOS

- Costanza, R. d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260 doi:10.1038/387253a0
- Crossman, N. D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E.G, Martín- Lopez, B., McPhearson, T., Boyanova, K., Alkemade, R., Egoh, B. Dunbar, M.B. & Maes, J. (2013). A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem services* 4: 4-14. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.02.001>
- Di Natale, A., Tensek, S. & Pagá-García, A. (2017). Studies on eastern Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) maturity- Review of old literature. SCRS/2016/141. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT 73(6): 2112-2128.
- Espino, F., F. Tuya, I. Blanch & Haroun, R.J. (2008). Los seadales en Canarias. Praderas de fanerógamas marinas. BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 68 pp.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (2011). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- FAO, GFCM. (2016). Stock Assessment Form version 1.0 Reference Year: 2015 Reporting Year 2016. Stock Assessment Form Demersal Species. GSA 6. Uploader: José Luis Pérez Gil, María González, Antonio Esteban, Encarnación García, Jose Miguel Serna, María José Meléndez, Miguel Vivas and Ester Herrera.
- ICCAT (2013). REPORT OF THE 2013 BLUEFIN MEETING ON BIOLOGICAL PARAMETERS REVIEW (Tenerife, Spain – May 7 to 13, 2013). https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2013-BFT_BIO_ENG.pdf
- ICCAT (2017). REUNIÓN EVALUACIÓN BFT – MADRID, 2017 INFORME DE LA REUNIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN ROJO DE ICCAT DE 2017 (Madrid, España, 20-28 de julio de 2017) SCRS/2017/001. https://www.iccat.int/Documents/SCRS/DetRep/BFT_SA_SPA.pdf
- ICES (2016). Report of the Workshop on Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) Long Term Management Strategy Evaluation (WKBWMS), 30 August 2016, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM: 53. 104 pp
- ICES. (2017). Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in Subarea 8 (Bay of Biscay). Bay of Biscay and the Iberian Coast and Oceanic Northeast Atlantic Ecoregions Published 8 December 2017 ane.27.8 DOI: 10.17895/ices.pub.3707.
- ICES. (2018). Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Hake (*Merluccius merluccius*) in divisions 8.c and 9.a, Southern stock (Cantabrian Sea and Atlantic Iberian waters). Bay of Biscay and the Iberian Coast Ecoregion Published 29 June 2018 hke.27.8c9a. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.4464>
- Junta de Andalucía. (2001). Especies de Interés Pesquero en el Litoral de Andalucía. Vol I Vertebrados. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 388 pp.
- Junta de Andalucía. (2003). Catálogo de Artes, Aparejos y Utensilios de Pesca del Litoral Andaluz. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 469 pp.
- Lavorel, S., Bayer, A., Bondeau, A., Lautenbach, S., Ruiz-Frau, A., Schulp, N., Seppelt, R., Verburg, P., van Teeffelen, A., Vannier, C., Arneth, A., Cramer, W. & Marba; N. (2017). Pathways to bridge the biophysical realism gap in ecosystem services mapping approaches. *Ecological Indicators* 74: 241-260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.015>
- Liquete, C., Piroddi, C., Drakou, E. G., Gurney, L., Katsanevakis, S., Charef, A., & Egoh, B. (2013). Current status and future prospects for the assessment of marine and coastal ecosystem services: a systematic review. *PloS one* 8(7): e67737. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067737>
- Mateo, M, A., Díaz-Almela E., Piñeiro-Juncal, N., Leiva-Dueñas, C., Giral, S. & Marco-Méndez, C. (2018). Carbon stocks and fluxes associated to Andalusian seagrass meadows. *Project LIFE Blue Natura (LIFE14CCM/ES/000957), Deliverable C1*. 94 pp.
- Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liquete, C., Vihervaara, P., Schägner, J. P., Grizzetti, B., Drakou, E.G., La Notte, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M.L., Braat, L. & Bidoglio, G. (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem services* 1(1): 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.004>

- Martínez, B. (2008) Assessing the status of coastal waters: monitoring tools obtained from the seagrass *Posidonia oceanica* ecosystems. Universitat Barcelona. PhD <http://hdl.handle.net/10261/7639>
- Martínez-Harms, M. J., & Balvanera, P. (2012). Methods for mapping ecosystem service supply: a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 8(1-2): 17-25.
- Morse, M., Cadrin, S., Kerr, L.; Secor, D., Siskey, M., Arrizabalaga, H., Hanke, A. & Porch, C. (2018). An Updated Analysis of Bluefin Tuna Stock Mixing. SCRS/2017/190. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(6): 3486-3509.
- Pergent, G., Gerakaris, V., Sghaier, Y.R., Zakhama-Sraier, R., Fernández Torquemada, Y. & Pergent-Martini, C. (2016). *Posidonia oceanica* (errata version published in 2018). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T153534A135156882.
- Posner, S., Verutes, G., Koh, I., Denu, D., & Ricketts, T. (2016). Global use of ecosystem service models. *Ecosystem services* 17: 131-141.
- Rouyer T., Kimoto A., Kell L., Walter J.F., Lauretta M., Zarrad R., Ortiz M., Palma C., Arrizabalaga H., Sharma R., Kitakado T., and Abid N. (2018). Preliminary 2017 stock assessment results for the eastern and Mediterranean Atlantic bluefin tuna stock. SCRS/2017/168. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(6): 3234-3275. https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV074_2017/n_6/CV074063234.pdf
- Ruiz, J.M., E. Guillén, A. Ramos Segura & M. Otero. (2015). Atlas de las praderas marinas de España. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 681 pp.
- STECF. (2016). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) - 2016 Mediterranean assessments part 1 (STECF-16-22); Publications Office of the European Union, Luxembourg; EUR 27758 EN; doi:10.2788/69989
- Tallis, H. (2011). Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services. Oxford University Press. 375 pp.
- Tallis, H., & Polasky, S. (2011). Assessing multiple ecosystem services: an integrated tool for the real world. En: Tallis, H. (Ed.) Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services: 34-50. Oxford University Press.
- Velasco, E.M., Amez, M.A., & Punzón. (2013). Especies de interés pesquero en Galicia, Asturias y Cantabria. Instituto Español de Oceanografía. 220 pp.

FUENTES DE DATOS

- **Información sobre capturas (biomasa, Kg) y precio primera venta en lonja (€):**

<http://agricultura.gencat.cat/ca/departament/estadistiques/pesca-aquicultura/pesca/>

<http://www.agroambient.gva.es/es/estadisticas1>

[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=37025&IDTIPO=100&RASTRO=c1415\\$m1174](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=37025&IDTIPO=100&RASTRO=c1415$m1174)

<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible/consejeria/sobre-consejeria/estadisticas/paginas/pesqueras-valor.html>

Junta de Andalucía - Producción Pesquera Comercializada. Año 2018

https://www.ige.eu/web/mostrar_actividade_estadistica.jsp?idioma=es&codigo=0301004

<https://www.pescadegalicia.gal/>

[https://www.asturias.es/portal/site/webasturias/template.PAGE/BuscadorOpenDataTransparencia/?accion=resultados_view&busqueda=&busq-](https://www.asturias.es/portal/site/webasturias/template.PAGE/BuscadorOpenDataTransparencia/?accion=resultados_view&busqueda=&busq-tipo=4bde6be5d43b1610VgnVCM10000098030a0aRCRD&FechaCheckHidden1=F-)

<http://www.sadei.es/es/portal.do?IDM=19&NM=2>

<https://www.icane.es/data/fish-landing-1918-2000#timeseries>

http://www.eustat.eus/bankupx/pxweb/es/spanish/-/PX_2253_pes02b.px#axzz5u1tRI7

[https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-pesqueras/pesca-maritima/estadistica-](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-pesqueras/pesca-maritima/estadistica-capturas-desembarcos/default.aspx)

[capturas-desembarcos/default.aspx](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-pesqueras/pesca-maritima/estadistica-capturas-desembarcos/default.aspx)

- **Información sobre parámetros poblacionales de Merluza (*Merluccius merluccius*):**

EUR 28359 EN – Joint Research Centre – Institute for the Protection and Security of the Citizen. 2018. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. Assessment of Mediterranean Sea stocks - part 1 (STECF-18-12). 625 pp. EUR – Scientific and Technical Research series – ISBN 978-92-79-79395-0, ISSN 1831-9424, doi:10.2760/838965

Da-Rocha, J., García-Cutrín, J. & Gutiérrez, M.J. (2018). Mitigating unwanted catches in the southern Iberian hake stock fisheries: Improving fishing technology vs market control policies. *Scientia Marina* 82(S1): 63-74. 10.3989/scimar.04739.25A.

ICES (2018). Report of the Working Group for the Bay of Biscay and the Iberian Waters Ecoregion (WGBIE), 3–10 May 2018, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2018/ACOM:12. 642 pp. ICES. 2018. Advice on fishing opportunities, catch, and effort Bay of Biscay and the Iberian Coast Ecoregion Published 29 June 2018 hke.27.8c9a <https://doi.org/10.17895/ices.pub.4464> Hake (*Merluccius merluccius*) in divisions 8.c and 9.a, Southern stock (Cantabrian Sea and Atlantic Iberian waters)

ICES (2018). Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Hake (*Merluccius merluccius*) in divisions 8.c and 9.a, Southern stock (Cantabrian Sea and Atlantic Iberian waters). Bay of Biscay and the Iberian Coast Ecoregion Published 29 June 2018 hke.27.8c9a. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.4464>

FAO, GFCM (2016). Stock Assessment Form version 1.0 Reference Year: 2015 Reporting Year 2016. Stock Assessment Form Demersal Species. GSA 5. Uploader: Beatriz Guijarro.

FAO, GFCM (2016). Stock Assessment Form version 1.0 Reference Year: 2015 Reporting Year 2016. Stock Assessment Form Demersal Species. GSA 6. Uploader: José Luis Pérez Gil, María González, Antonio Esteban, Encarnación García, Jose Miguel Serna, María José Meléndez, Miguel Vivas and Ester Herrera.

ICES (2014). Report of the Benchmark Workshop on Southern megrim and hake (WKSOUTH), 3-7 February 2014, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2014/ACOM: 40. 236 pp.

EUR 25053 EN – Joint Research Centre – Institute for the Protection and Security of the Citizen. 2011. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. Assessment of Mediterranean Sea

stocks - part 2 (STECF-11-14). 610 pp. EUR – Scientific and Technical Research series – ISSN 1831-9424 (online), ISBN 978-92-79-22171-2 doi:10.2788/13960

Domínguez-Petit, R., Korta, M., Saborido-Rey, F., Murua, H., Sainza, M. & Piñeiro, C. (2008). Changes in size at maturity of European hake Atlantic populations in relation with stock structure and environmental regimes. *Journal of Marine Systems* 71: 260-278. 10.1016/j.jmarsys.2007.04.004.

- **Información sobre parámetros poblacionales de Boquerón (*Engraulis encrasicolus*):**

ICES (2017). Report of the Working Group on Southern Horse Mackerel, Anchovy and Sardine (WGHANSA), 24–29 June 2017, Bilbao, Spain. ICES CM 2017/ACOM:17. 640pp.

ICES (2017). Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in Subarea 8 (Bay of Biscay). Bay of Biscay and the Iberian Coast and Oceanic Northeast Atlantic Ecoregions Published 8 December 2017 ane.27.8 DOI: 10.17895/ices.pub.3707.

FAO, GFCM (2017). Stock Assessment Form version 1.0 Reference Year: 2016 Reporting Year 2017. Anchovy in GSA01 (Northern Alboran Sea).

FAO, GFCM (2017). Stock Assessment Form version 1.0 Reference Year: 2016 Reporting Year 2017. Anchovy in GSA06 (Northern Spain).

EUR 25053 EN – Joint Research Centre – Institute for the Protection and Security of the Citizen. (2011). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. Assessment of Mediterranean Sea stocks - part 2 (STECF-11-14). 610 pp. EUR – Scientific and Technical Research series – ISSN 1831-9424 (online), ISBN 978-92-79-22171-2. doi:10.2788/13960

- **Información sobre parámetros poblacionales de Atún rojo (*Thunnus thynnus*):**

Morse, M., Cadrin, S., Kerr, L., Secor, D., Siskey, M., Arrizabalaga, H., Hanke, A. & Porch, C. (2018). An Updated Analysis of Bluefin Tuna Stock Mixing. SCRS/2017/190. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(6): 3486-3509.

Rademeyer, R.A. & Butterworth, D.S. (2018). The relationship between $F_{0,1}$ and FMSY values for the north atlantic bluefin assessment and its dependence on the Beverton-Holt stock recruitment steepness parameter h . *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(6): 3560-3564 (2018). SCRS/2017/227

REUNIÓN EVALUACIÓN BFT – MADRID, 2017 INFORME DE LA REUNIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN ROJO DE ICCAT DE 2017 (Madrid, España, 20-28 de julio de 2017) SCRS/2017/001. https://www.iccat.int/Documents/SCRS/DetRep/BFT_SA_SPA.pdf

Rouyer, T., Kimoto, A., Kell, L., Walter, J.F., Lauretta, M., Zarrad, R., Ortiz, M., Palma, C., Arrizabalaga, H., Sharma, R., Kitakado, T. & Abid, N. (2018). Preliminary 2017 stock assessment results for the eastern and Mediterranean Atlantic bluefin tuna stock. SCRS/2017/168. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 74(6): 3234-3275. https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV074_2017/n_6/CV074063234.pdf

REPORT OF THE 2013 BLUEFIN MEETING ON BIOLOGICAL PARAMETERS REVIEW (Tenerife, Spain – May 7 to 13, 2013). https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2013-BFT_BIO_ENG.pdf

- **Información sobre parámetros poblacionales de Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*):**

ICES (2018). Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in subareas 1–9, 12, and 14 (Northeast Atlantic and adjacent waters). Ecoregions of the Northeast

Atlantic and Arctic Ocean. Published 28 September 2018 whb.27.1-91214 nea
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.4536>.

ICES (2016). Advice on fishing opportunities, catch, and effort Northeast Atlantic Published 30 September 2016 A Blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in subareas 8c ,9a, 12, and 14 (Northeast Atlantic).

ICES (2016). Report of the Workshop on Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) Long Term Management Strategy Evaluation (WKBWMS), 30 August 2016, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:53. 104 pp.

ICES (2016. Report of the Inter-Benchmark Protocol for Blue Whiting (IBPBLW), 10 March–10 May 2016, By correspondence. ICES CM 2016/ACOM:36. 118 pp.

MEDITS (2011). Report of the MEDITS meeting, Nantes (France), 15-17 March 2011. wgMEDITS2011-final report.doc

- **Información sobre parámetros poblacionales de Sardina (*Sardina pilchardus*):**

ICES (2017). Report of the Working Group on Southern Horse Mackerel, Anchovy and Sardine (WGHANSA), 24–29 June 2017, Bilbao, Spain. ICES CM 2017/ACOM:17. 640pp.

- **Información sobre las presiones**

<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/default.aspx>

6. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Área de estudio: Demarcaciones marinas españolas y Red Natura 2000 marina

Figura 2. Tendencia de las pérdidas de praderas marinas según los escenarios de futuro

Figura 3. Número total de fotografías por Demarcación. En verde se muestran el total integrado en la Red Natura 2000 y en azul la parte correspondiente al resto de la Demarcación

Figura 4. Porcentaje de fotografías dentro de la Red Natura 2000 en cada una de las Demarcaciones marinas

Figura 5. Evolución del número de fotografías tomadas en el total del espacio marítimo español entre 2010 y 2017

Figura 6. Valores medios por cuadrícula del número de fotografías tomadas en el periodo 2005-2017 divididos por estaciones

Figura 7. Número total de fotografías por Demarcación y estación tomadas en el periodo 2005-2017 24

Figura 8. Número medio de fotografías por cuadrícula contenidas en los diferentes espacios basados en su proximidad a la costa

Figura 9. Número total de fotografías por Demarcación y estación según su proximidad a la costa

Figura 10. Secuestro de CO₂ equivalente por demarcación dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Figura 11. Porcentaje de CO₂ equivalente sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

Figura 12. Cantidad de merluza pescada (tm) dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Figura 13. Porcentaje de merluza pescada sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

Figura 14. Cantidad de boquerón pescado (tm) dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Figura 15. Porcentaje de boquerón pescado sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

Figura 16. Cantidad de atún rojo pescado dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Figura 17. Porcentaje de atún rojo pescado sobre el total de la demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

Figura 18. Cantidad de bacaladilla pescada dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Figura 19. Porcentaje de bacaladilla pescada sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

Figura 20. Cantidad de sardina pescada dentro y fuera de la Red Natura 2000 marina

Figura 21. Porcentaje de sardina pescada sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 y fuera de la misma

Figura 22. Porcentaje total de las 5 especies estudiadas pescada sobre el total de la Demarcación contenido en la Red Natura 2000 (38.9%) y fuera de la misma (61.1%)

Figura 23. Resultados generales del modelo de recreación de InVEST para todo el dominio marítimo español

Figura 24. Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Demarcación Sudatlántica y Estrecho de Gibraltar

Figura 25. Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán

Figura 26. Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Islas baleares, levante valenciano y Cataluña

Figura 27. Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Almería y sur de Levante

Figura 28. Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Oeste de la Demarcación Noratlántica (Galicia)

Figura 29. Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Este de la Demarcación Noratlántica (Asturias, Cantabria y País Vasco)

Figura 30. Resultados pormenorizados modelo recreación InVEST. Demarcación Canaria

Figura 31. Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Demarcación Sudatlántica y Estrecho de Gibraltar

Figura 32. Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Mar de Alborán (Principalmente Bahía de Almería)

Figura 33. Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Sur de Levante, Levante valenciano e Islas Baleares

Figura 34. Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Zona costera catalana

Figura 35. Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Demarcación Canaria, sector este, Islas de Lanzarote y Fuerteventura

Figura 36. Resultados pormenorizados modelo secuestro y almacenamiento de carbono InVEST. Demarcación Canaria, sector oeste, Tenerife y las Palmas de Gran Canaria

Figura 37. Cantidad y distribución de la pesca de merluza (kg) en España.

Figura 38. Cantidad y distribución de la pesca de boquerón (kg) en España

Figura 39. Cantidad y distribución de la pesca de atún rojo (kg) en España

Figura 40. Cantidad y distribución de la pesca de bacaladilla (kg) en España.

Figura 41. Cantidad y distribución de la pesca de sardina (kg) en España

Figura 42. Cantidad y distribución de la pesca (kg) de las 5 especies objeto de estudio en España

Figura 43. Número de playas con banderas azules en el periodo 2013-2018

Figura 44. Evolución del porcentaje de banderas azules sobre el total de playas incluidas en la base de datos del Ministerio Para la Transición Ecológica de cada Demarcación

Figura 45. Resultados de los análisis estadísticos (*t* de Student) para cada una de las demarcaciones. Los gráficos muestran: (1) Los valores medios del número de fotografías por playa con y sin bandera azul, (2) Los valores extremos encontrados en

Figura 46. Total de toneladas de CO2 equivalente por demarcación y escenario de futuro. La información se muestra disgregada en RN 2000 y el resto de la Demarcación

Figura 47. Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO2 en la Demarcación Sudatlántica (1)

Figura 48. Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO2 en la Mar de Alborán (Zona bahía de Almería) (2)

Figura 49. Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO2 en la Islas Baleares y Levante (3)

Figura 50. Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO2 en la Zona costera catalana (4)

Figura 51. Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO2 en la Islas Canarias (Fuerteventura y Lanzarote) (5) 64

Figura 52. Resultados de los modelos de escenarios de futuro en el secuestro de CO2 en las Islas Canarias (Sector oeste, Tenerife y Gran Canaria) (6)

Figura 53. Resultados de los modelos de escenarios de futuro de las capturas de la pesca de merluza en las distintas demarcaciones

Figura 54. Distribución de las capturas de la pesca de merluza en las distintas demarcaciones según los resultados de los modelos de escenarios de futuro

Figura 55. Resultados de los modelos de escenarios de futuro de las capturas de la pesca del atún rojo en las distintas Demarcaciones

Figura 56. Distribución de las capturas de la pesca del atún rojo en las distintas demarcaciones según los resultados de los modelos de escenarios de futuro

Figura 57. Cambios en el valor económico del secuestro de carbono por escenario de futuro (incluye las predicciones del Banco Mundial del precio del CO2 eq en 2050)

Figura 58. Comparación de los precios de la pesca de merluza en las distintas demarcaciones

Figura 59. Distribución espacial del valor económico de la merluza en las distintas demarcaciones y dentro y fuera de la Red Natura 2000

Figura 60. Comparación de los precios de la pesca de boquerón en las distintas demarcaciones

Figura 61. Distribución espacial del valor económico del boquerón en las distintas demarcaciones

Figura 62. Comparación de los precios de la pesca de atún rojo en las distintas demarcaciones y dentro y fuera de la Red Natura 2000

Figura 63. Distribución espacial del valor económico del de atún rojo en las distintas demarcaciones

Tabla 1. Tipos de servicios y modelos que permite evaluar y mapear InVEST	8
Tabla 2. Requerimientos de datos para el modelo de secuestro y almacenamiento de carbono de InVEST	10
Tabla 3 Superficie de praderas marinas por demarcación y especie (CN: <i>Cymodocea nodosa</i> , ZN: <i>Zostera noltii</i> , HD: <i>Halophila decipiens</i> , PO: <i>Posidonia oceanica</i> , CT: <i>Caulerpa taxifolia</i>)	11
Tabla 4. Requerimientos de datos para el modelo de pesca de InVEST	12
Tabla 5. Artes de pesca seleccionados para cada especie	13
Tabla 6. Datos de valoración económica utilizados para el cálculo del valor económico de los servicios de los ecosistemas en el presente y en los diferentes escenarios.	16
Tabla 7. Umbral de cambio para cada una de las presiones en las demarcaciones	17
Tabla 8. Conceptualización de los escenarios de futuro en el servicio de regulación climática	18

7. ANEXOS.

Anexo I. Tabla de espacios Red Natura 2000 incluidos en este análisis.

Demarcación Canaria	Código LIC	Nombre LIC	Código ZEPA	Nombre ZEPA	Código ZEC	Nombre ZEC
	ESZZ15001	Banco de la Concepcion	ES0000344	Roque de la Playa	ES7010014	Cueva de Lobos
	ESZZ15002	Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura	ES0000523	Espacio marino de la zona occidental de El Hierro	ES7010016	Area marina de La Isleta
			ES0000524	Espacio marino de los Roques de Salmor	ES7010017	Franja marina de Mogan
			ES0000525	Espacio marino del norte de La Palma	ES7010020	Sebadales de La Graciosa
			ES0000526	Espacio marino de La Gomera-Teno	ES7010021	Sebadales de Guasimeta
			ES0000527	Espacio marino de los Acantilados de Santo Domingo y Roque de Garachico	ES7010022	Sebadales de Corralejo
			ES0000528	Espacio marino del Roque de la Playa	ES7010035	Playa de Sotavento de Jandia
			ES0000529	Espacio marino de Anaga	ES7010037	Bahia del Confital
			ES0000530	Espacio marino de Mogan-La Aldea	ES7010048	Bahia de Gando
			ES0000531	Espacio marino de La Bocayna	ES7010053	Playa del Cabron
			ES0000532	Espacio marino de los Islotes de Lanzarote	ES7010054	Los Jameos
			ES0000535	ZEPA Banco de la Concepcion	ES7010056	Sebadales de Playa del Ingles
			ES0000040	Islotes del norte de Lanzarote y Famara	ES7010066	Costa de Sardina del Norte
					ES7011001	Los Risquetes
					ES7011002	Cagafrecho

					ES7011005	Sebadales de Güigüi
					ES7020002	Roques de Salmor
					ES7020017	Franja marina Teno-Rasca
					ES7020057	Mar de Las Calmas
					ES7020116	Sebadales del sur de Tenerife
					ES7020117	Cueva marina de San Juan
					ES7020120	Sebadal de San Andres
					ES7020122	Franja marina de Fuencaliente
					ES7020123	Franja marina Santiago-Valle Gran Rey
					ES7020124	Costa de Garafia
					ES7020125	Costa de los Organos
					ES7020126	Costa de San Juan de la Rambla
					ES7020128	Sebadales de Antequera
Demarcación Estrecho de Gibraltar y Mar de Alborán	Código LIC	Nombre LIC	Código ZEPA	Nombre ZEPA	Código ZEC	Nombre ZEC
	ES6110015	Alboran	ES0000046	Cabo de Gata-Nijar	ES0000046	Cabo de Gata-Nijar
	ES6310002	Zona marítimo-terrestre del Monte Hacho	ES0000337	Estrecho	ES0000337	Estrecho
	ESZZ16003	Sur de Almería - Seco de los Olivos	ES0000505	Espacio marino de la Isla de Alboran	ES6110009	Fondos Marinos de Punta Entinas-Sabinar
	ESZZ16005	Espacio marino de Alboran	ES0000506	Bahía de Almería	ES6110019	Arrecifes de Roquetas de Mar
			ES6170002	Acantilados de Maro-Cerro Gordo	ES6120032	Estrecho Oriental

			ES6300001	Islas Chafarinas	ES6120033	Fondos Marinos Marismas del Rio Palmones
					ES6120034	Fondos Marinos Estuario del Rio Guadiaro
					ES6140013	Acantilados y Fondos Marinos Tesorillo-Salobreña
					ES6140014	Acantilados y Fondos Marinos de Calahonda-Castell de Ferro
					ES6140016	Acantilados y Fondos Marinos de La Punta de La Mona
					ES6170002	Acantilados de Maro-Cerro Gordo
					ES6170030	Calahonda
					ES6170036	Fondos Marinos de La Bahia de Estepona
					ES6170037	El Saladillo - Punta de Baños
					ES6300001	Islas Chafarinas
					ES6320001	Zona maritimo terrestre de los acantilados de Aguadu
Demarcación Levantino-balear	Código LIC	Nombre LIC	Código ZEPA	Nombre ZEPA	Código ZEC	Nombre ZEC
	ES0000023	L Albufera	ES0000019	Aiguamolls de l Alt Emporda	ES0000019	Aiguamolls de l Alt Emporda
	ES0000060	Prat de Cabanes i Torreblanca	ES0000020	Delta de l Ebre	ES0000020	Delta de l Ebre
	ES0000078	Es Vedra - Es Vedranell	ES0000078	Es Vedra - Es Vedranell	ES0000083	Arxipelag de Cabrera
	ES0000082	Tagomago	ES0000081	Cap Enderrocat - Cap Blanc	ES0000084	Ses Salines d Eivissa i Formentera
	ES0000214	Espacio marino de Tabarca	ES0000082	Tagomago	ES0000175	Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar
	ES0000221	Sa Dragonera	ES0000083	Arxipelag de Cabrera	ES5110017	Costes del Maresme
	ES0000227	Muntanyes d Arta	ES0000084	Ses Salines d Eivissa i Formentera	ES5110020	Costes del Garraf

	ES0000233	D Addaia a s Albufera	ES0000121	Illots de Benidorm i Serra Gelada	ES5120007	Cap de Creus
	ES0000234	S Albufera des Grau	ES0000175	Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar	ES5120013	Massis de les Cadiretes
	ES0000242	Illots de Santa Eularia, Rodona i es Cana	ES0000214	Espacio marino de Tabarca	ES5120015	Litoral del Baix Emporda
	ES0000447	Espacio marino de Orpesa y Benicassim	ES0000221	Sa Dragonera	ES5120016	El Montgri- Les Medes - El Baix Ter
	ES5211007	Montgo	ES0000227	Muntanyes d Arta	ES5140001	Litoral meridional tarragoni
	ES5212005	L Almadrava	ES0000233	D Addaia a s Albufera	ES5140007	Costes del Tarragones
	ES5213021	Serra Gelada i Litoral de la Marina Baixa	ES0000234	S Albufera des Grau	ES5140020	Grapissar de la Masia Blanca
	ES5222007	Alguers de Borriana-Nules-Moncofa	ES0000242	Illots de Santa Eularia, Rodona i es Cana	ES5310077	Es Rajoli
	ES5223036	Serra d Irta	ES0000256	Islas Hormigas	ES5310081	Port des Canonge
	ES5310005	Badies de Pollença i Alcudia	ES0000260	Mar Menor	ES5310082	S Estaca - Punta de Deia
	ES5310023	Illots de Ponent d Eivissa	ES0000270	Isla Cueva de Lobos	ES5310094	Cala Figuera
	ES5310024	La Mola	ES0000271	Isla de las Palomas	ES5310108	Area marina del cap Martinet
	ES5310025	Cap de Barbaria	ES0000444	Serra d Irta (ZEPA)	ES6110010	Fondos Marinos Levante Almeriense
	ES5310030	Costa de Llevant	ES0000447	Espacio marino de Orpesa y Benicassim	ES6110020	Islote de San Andres
	ES5310035	Area marina del Nord de Menorca	ES0000454	Montgo-Cap de Sant Antoni	ES6200029	Franja Litoral Sumergida de la Region de Murcia
	ES5310036	Area marina del Sud de Ciutadella	ES0000467	Prat de Cabanes i Torreblanca (ZEPA)	ES6200030	Mar Menor
	ES5310068	Cap Negre	ES0000471	I Albufera (ZEPA)	ES6200048	Valles submarinos del Escarpe de Mazarron
	ES5310069	Cala d Algairens	ES0000492	Espacio marino de los Islotes de Portios-Isla Conejera-Isla de Mouro		
	ES5310070	Punta Redona - Arenal d en Castell	ES0000507	Espacio marino de los Islotes Litorales de		

				Murcia y Almería		
	ES5310071	Cala en Brut	ES0000508	Espacio marino de Tabarca-Cabo de Palos		
	ES5310072	Caleta de Binillauti	ES0000510	Plataforma-talud marinos del Cabo de la Nao		
	ES5310073	Area marina Punta Prima - Illa de l Aire	ES0000512	Espacio marino del Delta de l Ebre-Illes Columbretes		
	ES5310074	De cala Llucalari a Cales Coves	ES0000513	Espacio marino del Baix Llobregat-Garraf		
	ES5310075	Arenal de Son Saura	ES0000514	Espacio marino de l Emporda		
	ES5310096	Punta de n Amer	ES0000515	Espacio marino de Formentera y del sur de Ibiza		
	ES5310097	Area marina Costa de Llevant	ES0000516	Espacio marino del poniente y norte de Ibiza		
	ES5310099	Portocolom	ES0000517	Espacio marino del levante de Ibiza		
	ES5310103	Area marina Cap de cala Figuera	ES0000518	Espacio marino del sur de Mallorca y Cabrera		
	ES5310104	Costa de l Oest d Eivissa	ES0000519	Espacio marino del poniente de Mallorca		
	ES5310105	Es Amunts d Eivissa	ES0000520	Espacio marino del norte de Mallorca		
	ES5310106	Area marina de ses Margalides	ES0000521	Espacio marino del norte y oeste de Menorca		
	ES5310107	Area marina de Tagomago	ES0000522	Espacio marino del sureste de Menorca		
	ES5310109	Area marina de cala Saona	ES0000538	ZEPa Espacio marino de Ifac		
	ES5310110	Area marina Platja de Tramuntana	ES5110020	Costes del Garraf		
	ES5310111	Area marina Platja de Migjorn	ES5120007	Cap de Creus		
	ES5310112	Nord de Sant Joan	ES5120013	Massis de les Cadiretes		
	ES5310128	Cap Enderrocat i cap Blanc	ES5120015	Litoral del Baix Emporda		

	ESZZ16001	Sistema de cañones submarinos occidentales del Golfo de Leon	ES5120016	El Montgri- Les Medes - El Baix Ter		
	ESZZ16002	Canal de Menorca	ES5212005	L Almadrava		
	ESZZ16004	Espacio marino de Illes Columbretes	ES5310023	Illots de Ponent d Eivissa		
	ESZZ16006	Espacio marino de Ifac	ES5310024	La Mola		
	ESZZ16007	Espacio marino de la Marina Alta	ES5310025	Cap de Barbaria		
	ESZZ16008	Espacio marino del Cabo de les Hortes	ESZZ16007	Espacio marino de la Marina Alta		
	ESZZ16009	Espacio marino de Cabo Roig	ESZZ16009	Espacio marino de Cabo Roig		
	ESZZ16010	Espacio marino del entorno de Illes Columbretes	ESZZ16010	Espacio marino del entorno de Illes Columbretes		
Demarcación Noratlántica	Código LIC	Nombre LIC	Código ZEPA	Nombre ZEPA	Código ZEC	Nombre ZEC
	ESZZ12001	Banco de Galicia	ES0000001	Illas Cies	ES0000001	Illas Cies
	ESZZ12003	Sistema de cañones submarinos de Aviles	ES0000085	Ribadeo	ES0000317	Penarronda-Barayo
			ES0000086	Ria de Ortigueira e Ladrado	ES0000319	Ria de Ribadesella-Ria de Tinamayor
			ES0000087	Complejo intermareal Umia - O Grove, A Lanzada, punta Carreiron e lagoa Bodeira	ES1110001	Ortigueira - Mera
			ES0000143	Marismas de Santoña, Victoria y Joyel y Ria de Ajo	ES1110002	Costa Artabra
			ES0000144	Urdaibaiko itsasadarra / Ria de Urdaibai	ES1110005	Costa da Morte
			ES0000176	Costa da Morte (Norte)	ES1110006	Complejo humido de Corrubedo
			ES0000254	Illa de Ons	ES1110007	Betanzos - Mandeo
			ES0000258	Costa de Ferrolterra - Valdoviño	ES1110008	Carnota - Monte Pindo

			ES0000317	Penarronda-Barayo	ES1110011	Esteiro do Tambre
			ES0000318	Cabo Busto-Luanco	ES1110012	Monte e lagoa de Louro
			ES0000319	Ria de Ribadesella-Ria de Tinamayor	ES1120002	Rio Eo
			ES0000372	Costa da Mariña occidental	ES1120011	Ria de Foz - Masma
			ES0000373	Ria de Foz	ES1120013	Rio Ouro
			ES0000490	Espacio marino de la Ria de Mundaka-Cabo de Ogoño	ES1120017	Costa da Mariña occidental
			ES0000494	Espacio marino de Cabo Peñas	ES1140001	Sistema fluvial Ulla - Deza
			ES0000495	Espacio marino de Punta de Candelaria-Ria de Ortigueira-Estaca de Bares	ES1140004	Complejo Ons - O Grove
			ES0000496	Espacio marino de la Costa de Ferrolterra-Valdoviño	ES1140009	Cabo Udra
			ES0000497	Espacio marino de la Costa da Morte	ES1140010	Costa da Vela
			ES0000498	ZEPA Banco de Galicia	ES1140012	Illas Estelas
			ES0000499	Espacio marino de las Rias Baixas de Galicia	ES1140016	Enseada de San Simon
			ES1200006	Ria de Villaviciosa	ES1200006	Ria de Villaviciosa
			ES1200016	Ria del Eo	ES1200016	Ria del Eo
					ES1200047	Yacimientos de Icnitas
					ES1200055	Cabo Busto-Luanco
					ES1300003	Rias occidentales y Duna de Oyambre
					ES1300004	Dunas de Liencres y Estuario del Pas
					ES1300005	Dunas del Puntal y Estuario del Miera

					ES1300006	Costa central y Ria de Ajo
					ES1300007	Marismas de Santoña, Victoria y Joyel
					ES1300012	Rio Aguera
					ES2130005	Gaztelugatxeko Doniene / San Juan de Gaztelugatxe
					ES2130007	Urdaibaiko itsasertzak eta padurak / Zonas litorales y marismas de Urdaibai
					ES90ATL01	El Cachucho
Demarcación Sudatlántica	Código LIC	Nombre LIC	Código ZEPA	Nombre ZEPA	Código ZEC	Nombre ZEC
	ES0000025	Marismas del Odiel	ES0000025	Marismas del Odiel	ES0000140	Bahia de Cadiz
	ES6120017	Punta de Trafalgar	ES0000140	Bahia de Cadiz	ES6120008	La Breña y Marismas del Barbate
	ES6120023	Corrales de Rota	ES0000500	Golfo de Cadiz	ES6120009	Fondos Marinos de Bahia de Cadiz
	ES6150002	Enebrales de Punta Umbria	ES0000501	Espacio marino del Tinto y del Odiel	ES6150029	Estuario del Rio Tinto
	ESZZ12002	Volcanes de fango del Golfo de Cadiz	ES0000502	Espacio marino de la Bahia de Cadiz		
			ES0000504	Bahia de Malaga-Cerro Gordo		
			ES6120008	La Breña y Marismas del Barbate		

ANEXO II. Datos poblacionales de cada especie utilizados para generar los modelos de pesca

Tabla A1. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo de la merluza (*Merluccius merluccius*) en el Atlántico. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Región	Madurez	Vulnerabilidad	Peso (Kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
0	ICES VIIIc, IXa	0	0.149	0.01	0.4	0.670
1	ICES VIIIc, IXa	0	0.835	0.12	0.4	0.670
2	ICES VIIIc, IXa	0.08	1.131	0.46	0.4	0.670
3	ICES VIIIc, IXa	0.7	1.088	1.1	0.4	0.670
4	ICES VIIIc, IXa	0.98	1.038	2.01	0.4	0.670
5	ICES VIIIc, IXa	0.99	1.018	3.09	0.4	0.670
6	ICES VIIIc, IXa	1	1.010	4.26	0.4	0.670
7	ICES VIIIc, IXa	1	1.006	5.46	0.4	0.670
8	ICES VIIIc, IXa	1	1.004	6.62	0.4	0.670
9	ICES VIIIc, IXa	1	1.002	7.71	0.4	0.670
10	ICES VIIIc, IXa	1	1.001	10	0.4	0.670

Dispersión de larvas

Modelo de Población (cohortes, etc)

Sexo específico (sí/no) NO

Individuos o Peso peso

Reclutamiento inicial total (nº) 79427000

Función de reclutamiento Fija

Reclutamiento total por año 9662000

SSB (t) 20041

Reclutamiento edad 1 año (nº)

F_c 0.44

Tabla A2. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo de la merluza (*Merluccius merluccius*) en el Mediterráneo. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Región	Madurez	Vulnerabilidad	Peso (kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
0	GSA06	0	0.07	0.03	1.24	0.2
1	GSA07	0.15	0.76	0.13	0.58	0.5
2	GSA08	0.82	1	0.473	0.45	0.6
3	GSA09	0.98	0.83	1.066	0.4	0.6
4	GSA10	1	0.17	1.836	0.37	0.6
5	GSA11	1	0.17	2.542	0.35	0.7

Dispersión de larvas

Modelo de Población (cohortes, etc) Edad

Sexo específico (sí/no)

Individuos o Peso Peso

Reclutamiento inicial total (nº) 54870000

Reclutamiento GSA6 2015 121630000

Función de reclutamiento Fija

Reclutamiento total por año 48256

SSB (t)

1376

Reclutamiento edad 1 año (nº)

Tabla A3. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo del boquerón (*Engraulis encrasicolus*) en el Atlántico. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Región	Madurez	Vulnerabilidad	Peso (Kg)	Peso medio (Kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
0	ICES VIIIc, IXa	0	0.5	0.0143	0.0143	0.8	0.4
1	ICES VIIIc, IXa	1	0.889	0.0193	0.0196	1	0.3
2	ICES VIIIc, IXa	1	0.734	0.0245	0.0243	1.2	0.3
3	ICES VIIIc, IXa	1	0.768	0.0317	0.0322		
4	ICES VIIIc, IXa	1	0.768	0.0326	0.0326		
5	ICES VIIIc, IXa	1	0.768				
Dispersión de larvas		0					
Modelo de Población (cohortes, etc)		Edad					
Sexo específico (sí/no)		No					
Individuos o Peso		Peso					
Reclutamiento inicial total (nº)		3.672E+09					
Función de reclutamiento		Fixed					
Reclutamiento total por año (nº)		1992034.3					
SSB (t)		114375					
Reclutamiento edad 1 año (nº)		98670					
F_c		0.4					

Tabla A4. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo del boquerón (*Engraulis encrasicolus*) en el Mediterráneo. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Región	Madurez	Vulnerabilidad	Peso (Kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
0	GSA06	0.64	0.5		1.07	0.
1	GSA07	0.96		0.889	0.0132	0.
2	GSA08	1		0.734	0.0224	0.
3	GSA09	1		0.768	0.0235	0.
4	GSA10			0.768		
5	GSA11			0.768		
Fracción explotada						
Dispersión de larvas						
Modelo de Población (cohortes, etc)		Edad				
Sexo específico (sí/no)						
Individuos o Peso		Peso				
Reclutamiento inicial total (nº)		3.7E+09				
Función de reclutamiento		Fija				
Reclutamiento total por año		1992034				
SSB (t)		19850				
Reclutamiento edad 1 año (nº)						

Tabla A5. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo del atún rojo (*Thunnus thynnus*). Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Region	Madurez	Fecundidad (nº)	Vulnerabilidad	Peso (Kg)	Peso medio (Kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
1	Única	0	3.025	0.000	3.03	5.71	0.41	0.664
2	Única	0	9.944	0.142	9.94	13.898	0.32	0.726
3	Única	0.25	19.507	0.225	19.51	26.114	0.26	0.771
4	Única	0.5	33.878	0.676	33.88	42.132	0.22	0.803
5	Única	1	48.971	0.700	48.97	61.498	0.19	0.827
6	Única	1	66.333	0.293	66.33	83.644	0.17	0.844
7	Única	1	90.823	0.236	90.82	107.967	0.15	0.861
8	Única	1	113.783	0.311	113.78	133.882	0.14	0.869
9	Única	1	137.783	0.585	137.72	160.843	0.13	0.878
10	Única	1	202.524	1	202.52	252.729	0.12	0.887
Dispersión de larvas			0					
Modelo de Población (cohortes, etc)			Edad					
Sexo específico (sí/no)			NO					
Individuos o Peso			Peso					
Reclutamiento inicial total (nº)			396204					
Función de reclutamiento			Fija					
Reclutamiento total por año			31873.271					
SSB (t)			610000					
Reclutamiento edad 1 año (nº)			4000000					
F10+			0.55					

Tabla A6. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo de la bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) en el Atlántico. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Region	Madurez	Vulnerabilidad	Peso (Kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
1	ICES VIIIc, IXa	0.11	0	0.05	0.2	0.819
2	ICES VIIIc, IXa	0.4	0.043	0.074	0.2	0.819
3	ICES VIIIc, IXa	0.82	0.201	0.1	0.2	0.819
4	ICES VIIIc, IXa	0.86	0.385	0.132	0.2	0.819
5	ICES VIIIc, IXa	0.91	0.651	0.15	0.2	0.819
6	ICES VIIIc, IXa	0.94	0.789	0.164	0.2	0.819
7	ICES VIIIc, IXa	1	0.797	0.179	0.2	0.819
8	ICES VIIIc, IXa	1	1.033	0.188	0.2	0.819
9	ICES VIIIc, IXa	1	1	0.201	0.2	0.819
10	ICES VIIIc, IXa	1	1	0.232	0.2	0.819
Dispersión de larvas		0				
Modelo de Población (cohortes, etc)		Edad				
Sexo específico (sí/no)		NO				
Individuos o Peso		Peso				
Reclutamiento inicial total (nº)		26973000				
Función de reclutamiento		Fija				
Reclutamiento total por año		20483645				

Tabla A7. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo de la sardina (*Sardina pilchardus*) en el Atlántico. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Región	Madurez	Vulnerabilidad	Peso (Kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
0	ICES VIIIc, IXa	0	0.022	0.025	0.98	0.375
1	ICES VIIIc, IXa	0.97	0.045	0.037	0.61	0.543
2	ICES VIIIc, IXa	1	0.064	0.044	0.47	0.625
3	ICES VIIIc, IXa	1	0.075	0.052	0.4	0.670
4	ICES VIIIc, IXa	1	0.085	0.069	0.36	0.698
5	ICES VIIIc, IXa	1	0.089	0.064	0.35	0.705
6	ICES VIIIc, IXa	1	0.097	0.095	0.32	0.726
Fracción explotada						
Dispersión de larvas			0			
Modelo de Población (cohortes, etc)			Edad			
Sexo específico (sí/no)			no			
Individuos o Peso			Peso			
Reclutamiento inicial total (nº)			2307970			
Función de reclutamiento			Fija			
Reclutamiento total por año			4192373			
SSB (t)			175449			
Reclutamiento edad 1 año (nº)						

Tabla A8. Parámetros poblacionales utilizados para alimentar el modelo de la sardina (*Sardina pilchardus*) en el Mediterráneo. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Clase de Edad	Región	Madurez	Vulnerabilidad	Peso (Kg)	Mortalidad natural	Tasa Supervivencia
0	GSA06	0	0.022	0.012	2.8	0.061
1	GSA07	1	0.045	0.012	1.14	0.320
2	GSA08	1	0.064	0.019	0.78	0.458
3	GSA09	1	0.075	0.024	0.6	0.549
4	GSA10	1	0.085	0.049	0.53	0.589
5	GSA11	1	0.089		0.48	0.619
Dispersión de larvas						
Modelo de Población (cohortes, etc)			Edad			
Sexo específico (sí/no)						
Individuos o Peso			Peso			
Reclutamiento inicial total (nº)			16805206.4			
Función de reclutamiento			Fija			
Reclutamiento total por año GSA6			16805206.4			
Reclutamiento por año			19390770.2			
SSB (t)			26682000			



SSB GSA6

24200000

Biomasa total estimada 2016

225904000

Reclutamiento edad 1 año (nº)

Tabla A9 Parámetros poblacionales utilizados en los escenarios de futuro de la merluza (*Merluccius merluccius*). Los valores para el escenario de Tendencia Habitual son los que aparecen en las tablas de datos de cada especie. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.


Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)						
	Mediterráneo			Atlántico		
Escenario	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2
Reclutamiento (número de individuos)	54870000	54870000	48256000	79427	79427	40965
Tamaño del stock (toneladas)	3096	1376	1994.8	20041	20041	5709
Presión pesquera (toneladas)	334,424	1710,15	1710,15	8281	44904,012	44904,012

Tabla A10 Parámetros poblacionales utilizados en los escenarios de futuro del boquerón (*Engraulis encrasicolus*). Los valores para el escenario de Tendencia Habitual son los que aparecen en las tablas de datos de cada especie. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.


Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)						
	Mediterráneo			Atlántico		
Escenario	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2
Reclutamiento (número de individuos)	-	-	-	1992034	1992034	3994000
Tamaño del stock (toneladas)	-	-	-	114375	114375	14381
Presión pesquera (toneladas)	-	-	-	33000	39467,102	39467,102

Tabla A11 Parámetros poblacionales utilizados en los escenarios de futuro del atún (*Thunnus thynnus*). Los valores para el escenario Tendencia Habitual son los que aparecen en las tablas de datos de cada especie. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.


Atún (<i>Thunnus thynnus</i>)			
	Única		
Escenario	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2
Reclutamiento (número de individuos)	31873,271	31873,271	9000
Tamaño del stock (toneladas)	520000	610000	250000
Presión pesquera (toneladas)	7225,308	9392,899	9392,899

Tabla A12 Parámetros poblacionales utilizados en los escenarios de futuro del bacaladilla (*Micromessitius poutassou*). Los valores para el escenario Tendencia Habitual son los que aparecen en las tablas de datos de cada especie. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.



Bacaladilla (<i>Micromessitius poutassou</i>)						
	Mediterráneo			Atlántico		
Escenario	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2
Reclutamiento (número de individuos)	-	-	-	26973000	26973000	3838871
Tamaño del stock (toneladas)	-	-	-	6667920	6667920	1366379
Presión pesquera (toneladas)	-	-	-	55664,340	61849,266	61849,266

Tabla A13 Parámetros poblacionales utilizados en los escenarios de futuro del sardina (*Sardina pilchardus*). Los valores para el escenario Tendencia Habitual son los que aparecen en las tablas de datos de cada especie. Las fuentes bibliográficas y páginas web utilizadas están recopiladas en el apartado de bibliografía.

Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)						
	Mediterráneo			Atlántico		
Escenario	Sostenible	No Sost 1	No Sost 2	Sostenible	No Sost 1	No sost 2
Reclutamiento (número de individuos)	-	-	-	26973000	26973000	3838871
Tamaño del stock (toneladas)	-	-	-	6667920	6667920	1366379
Presión pesquera (toneladas)	-	-	-	55664,340	61849,266	61849,266

Anexo III. Figuras extra incluidas en este análisis.

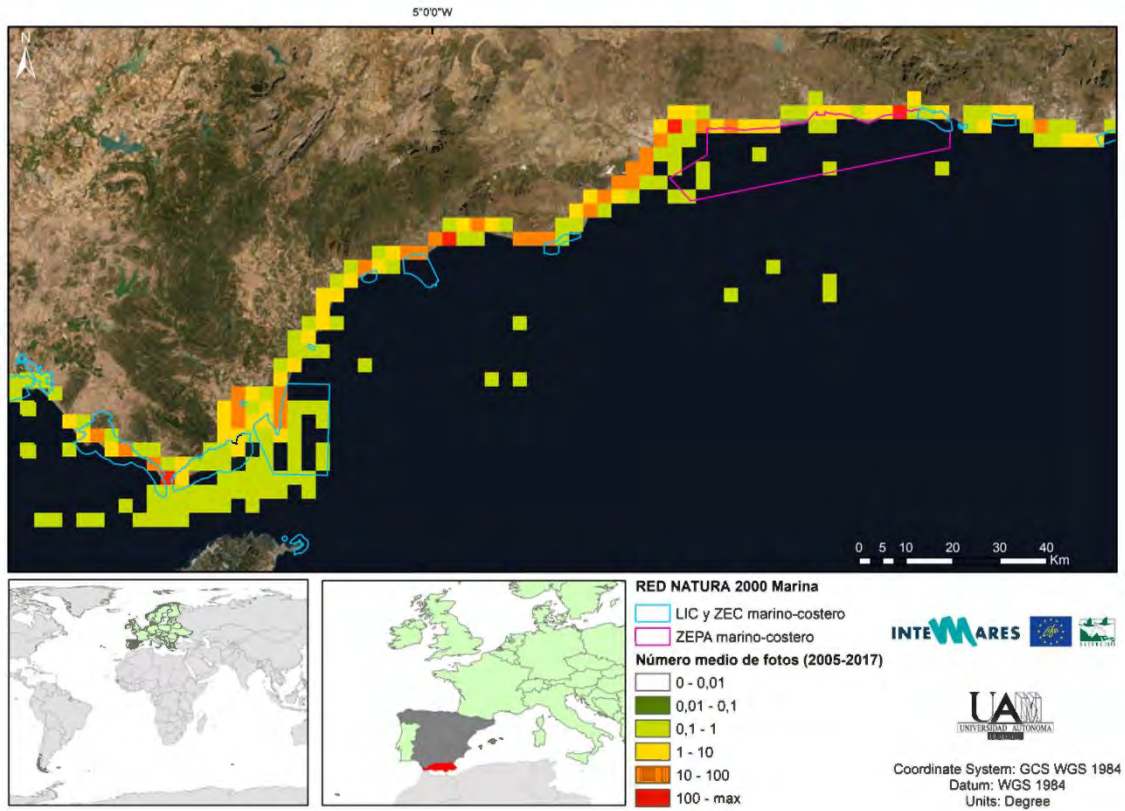


Figura extra-1. Alborán Estrecho

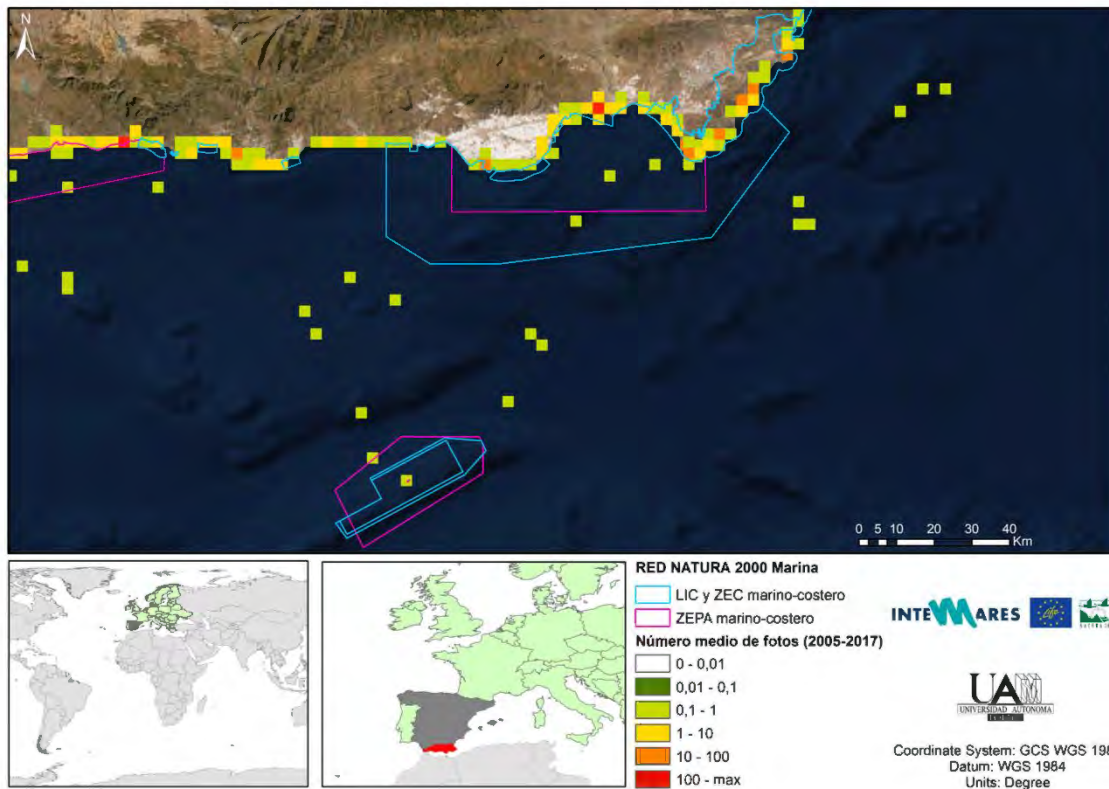


Figura extra-2. Alborán Seco de los Olivos

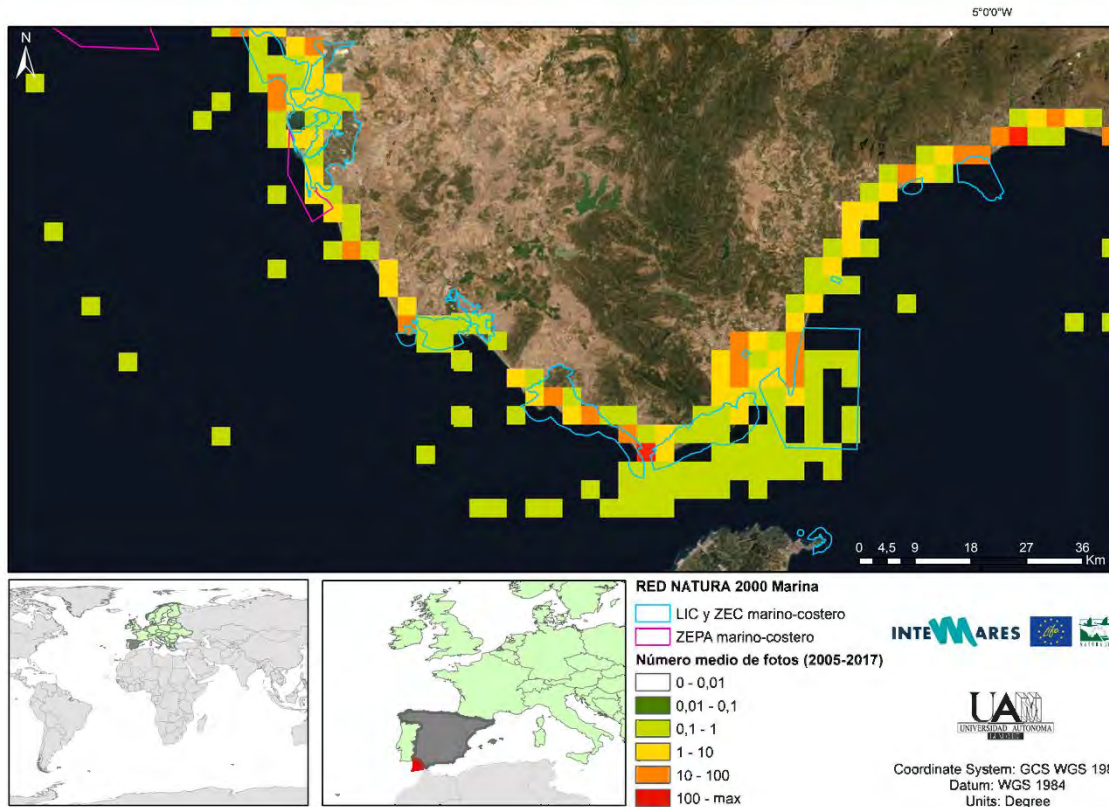


Figura extra-3. Sudatlántico- Estrecho de Gibraltar

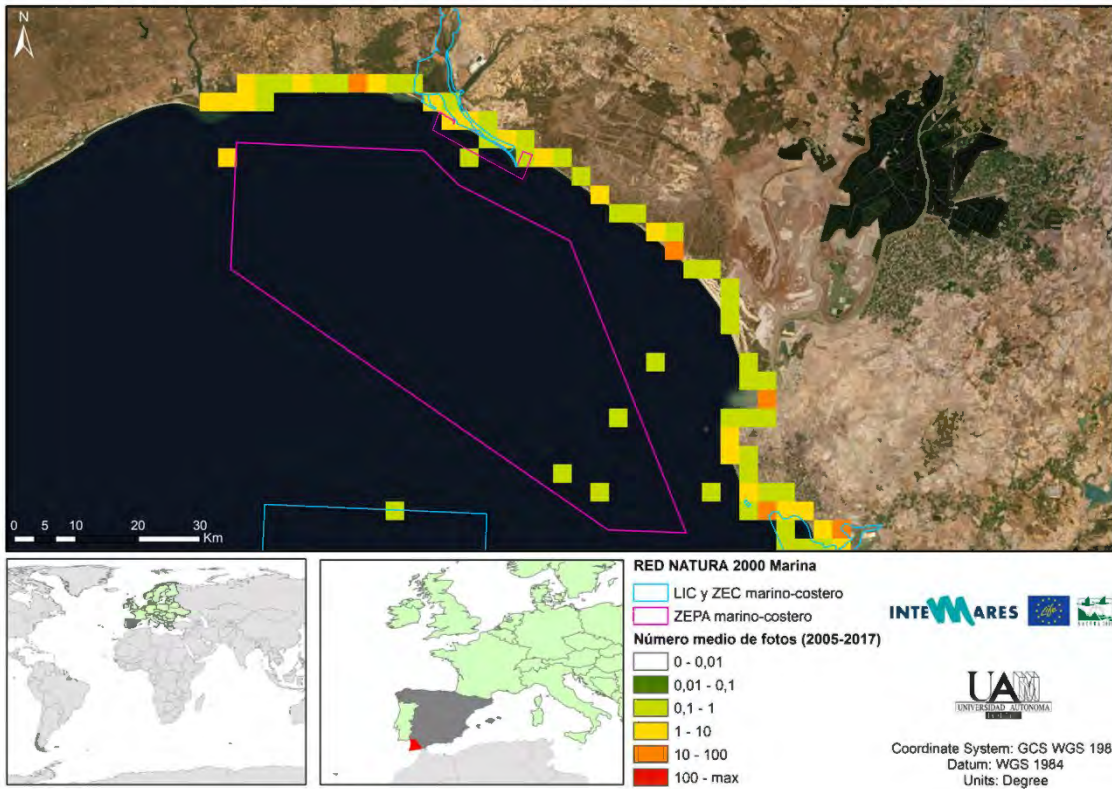


Figura extra-4. Sudatlántico- Golfo de Cádiz

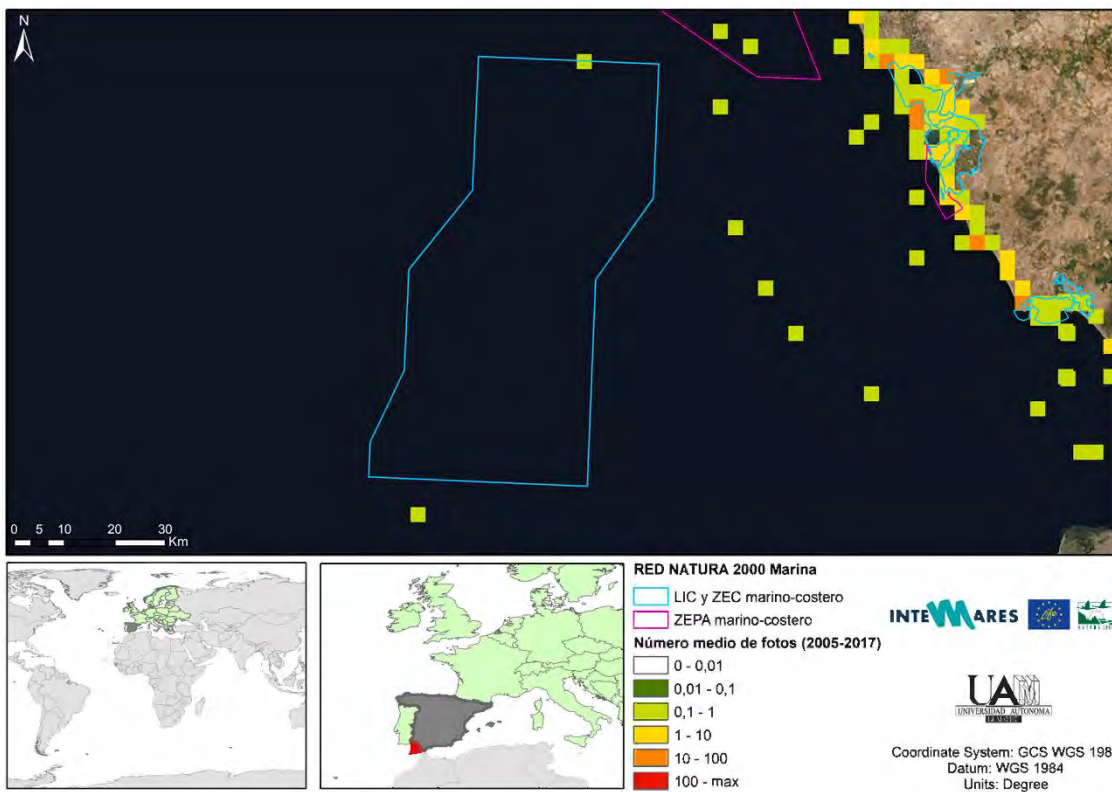


Figura extra-5. Sudatlántico- Volcanes de Fango

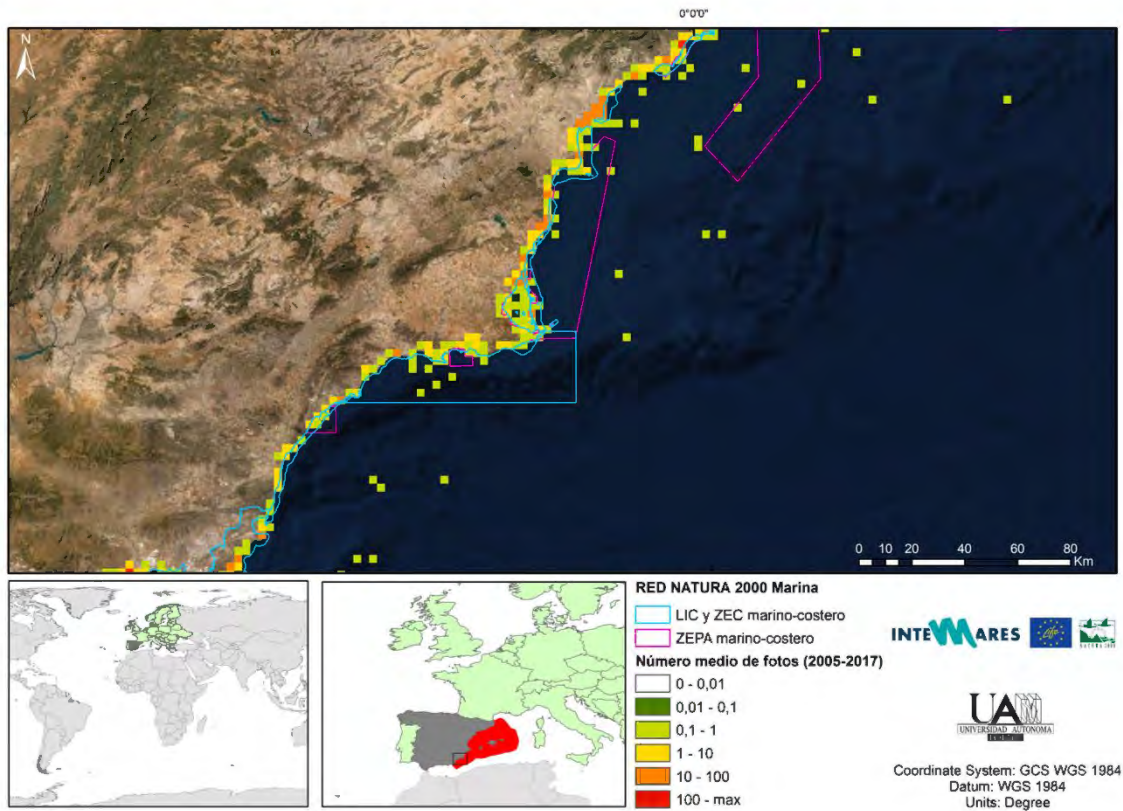


Figura extra-6. Levantino-balear-Cabo de Palos

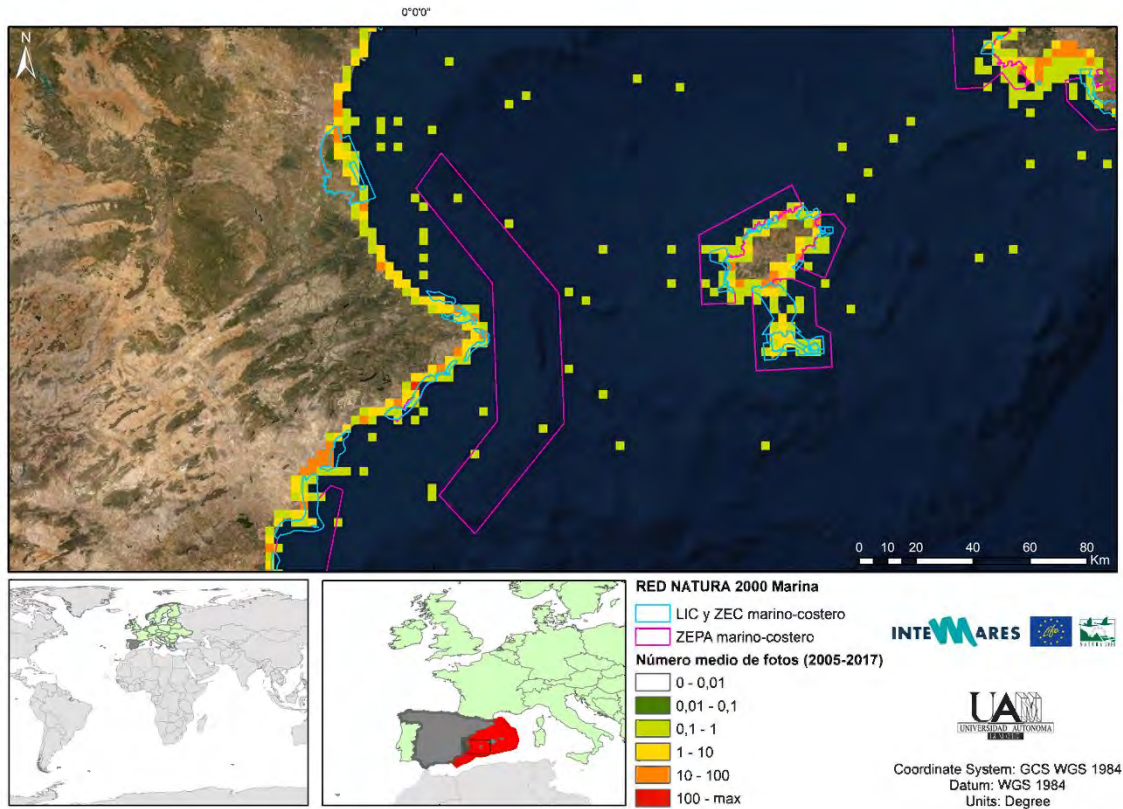


Figura extra-7. Levantino-balear-Cabo de la Nao, Ibiza y Formentera

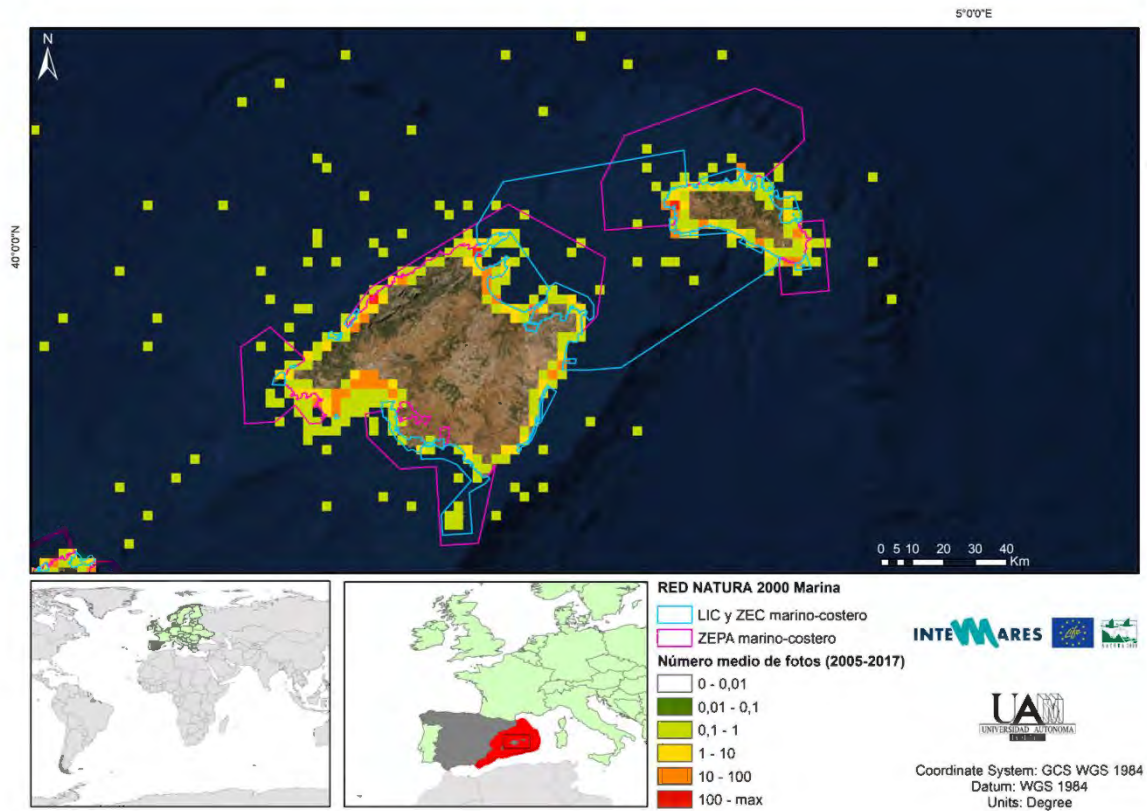


Figura extra-8. Levantino-balear-Mallorca y Menorca

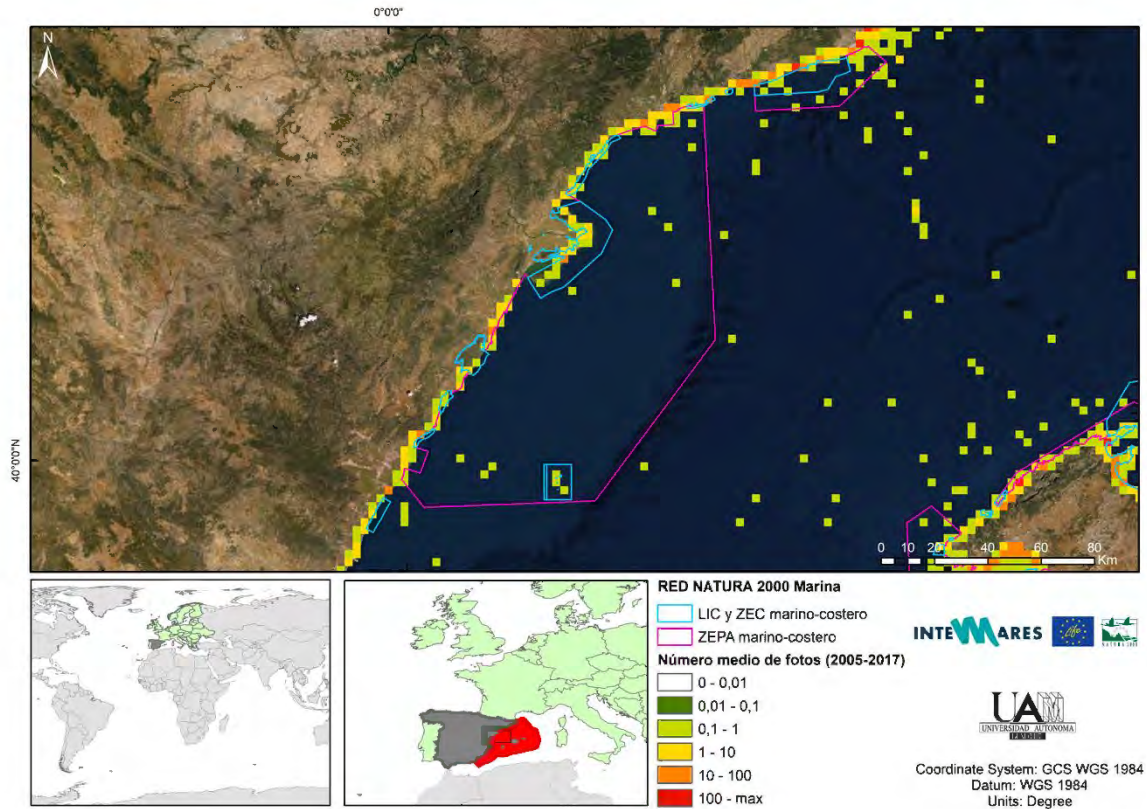


Figura extra-9. Levantino-balear-Delta del Ebro

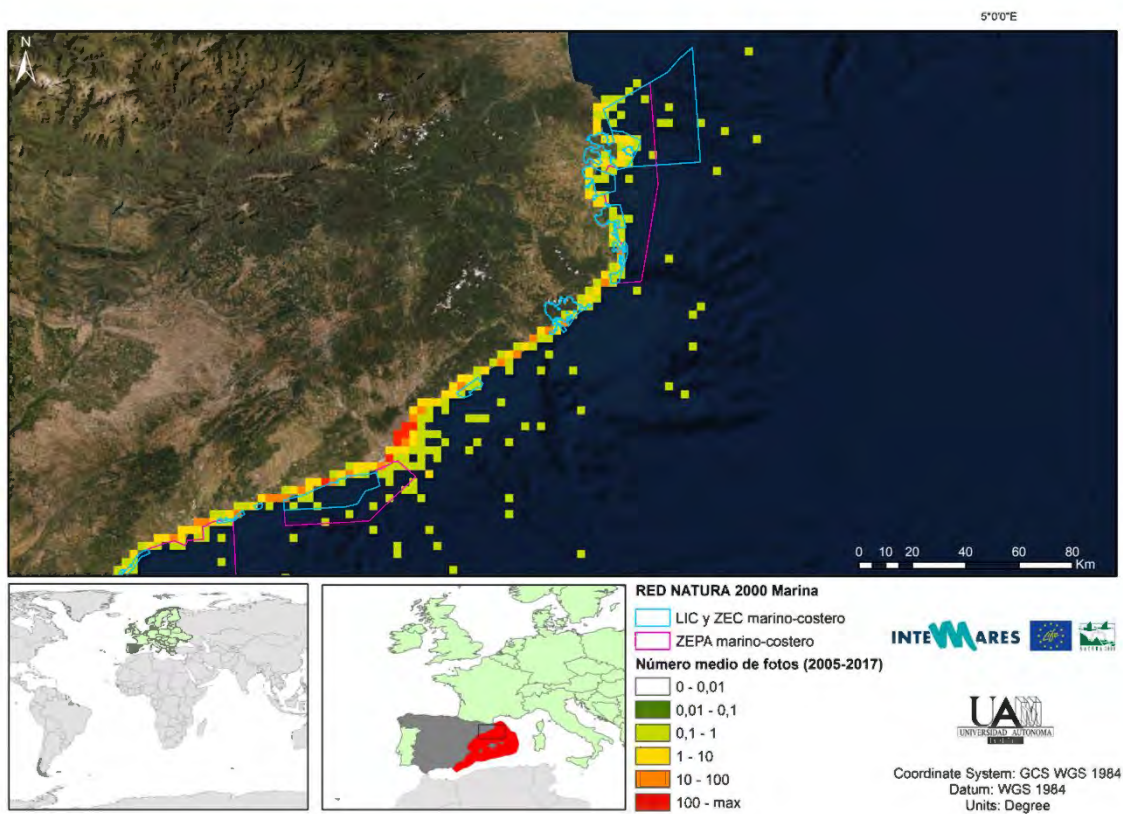


Figura extra-10. Levantino-baleares- Catalunya

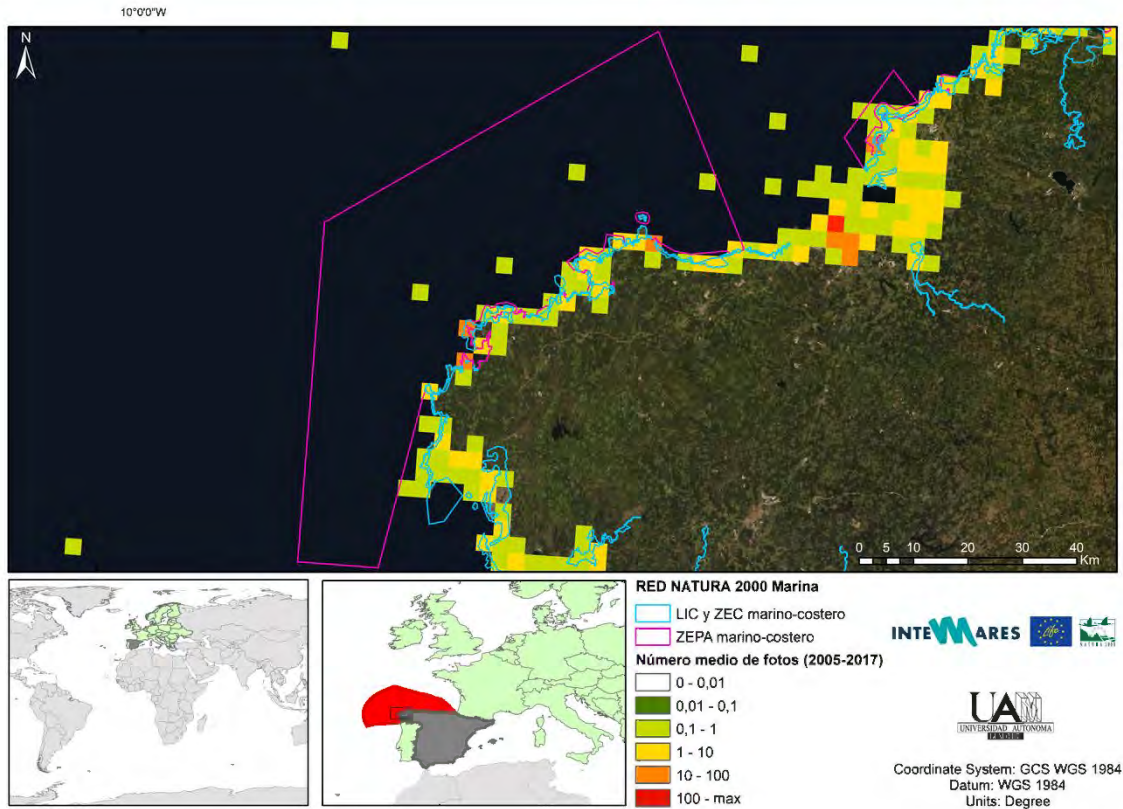


Figura extra-11. Noratlántica- Costa da Morte

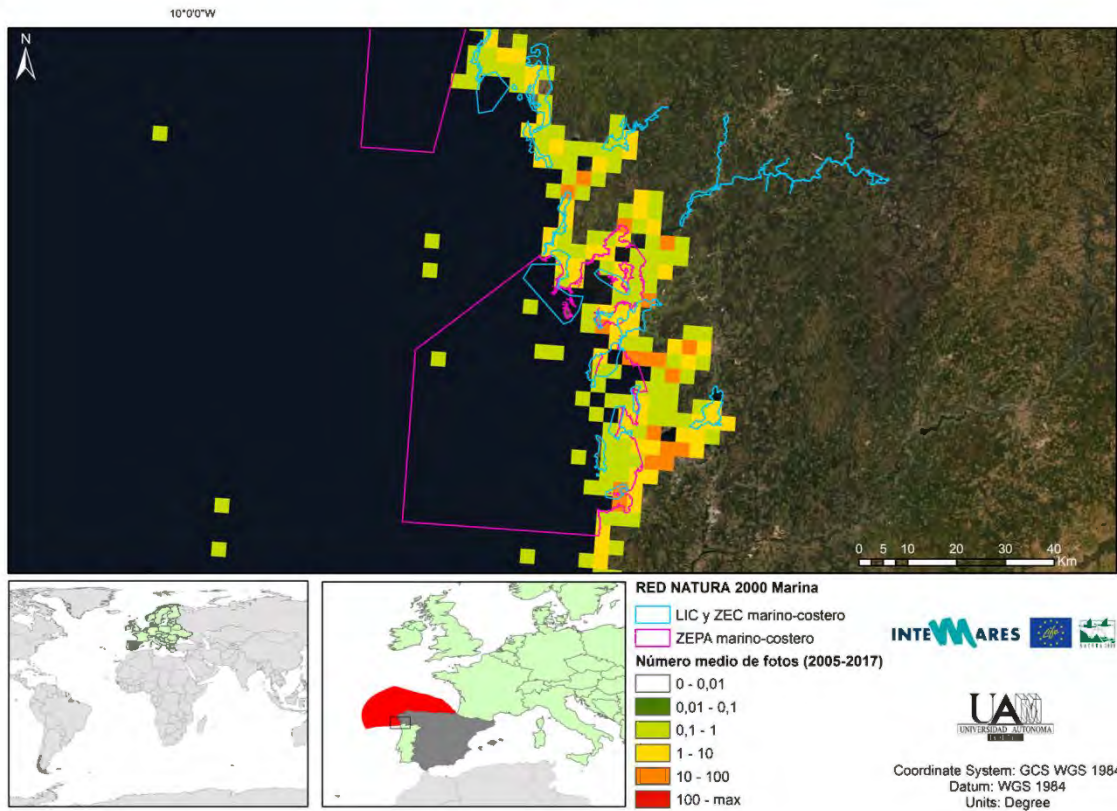


Figura extra-11b. Noratlántica- Rias Baixas

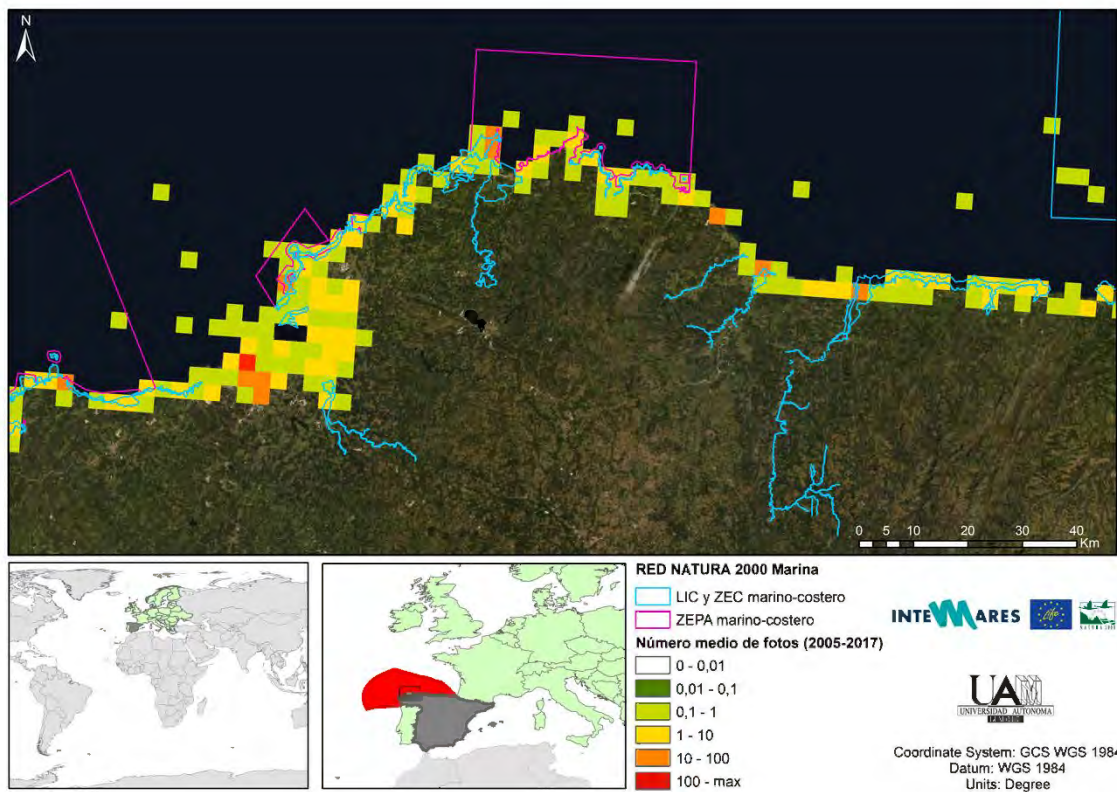


Figura extra-12. Noratlántica- Hortigueira

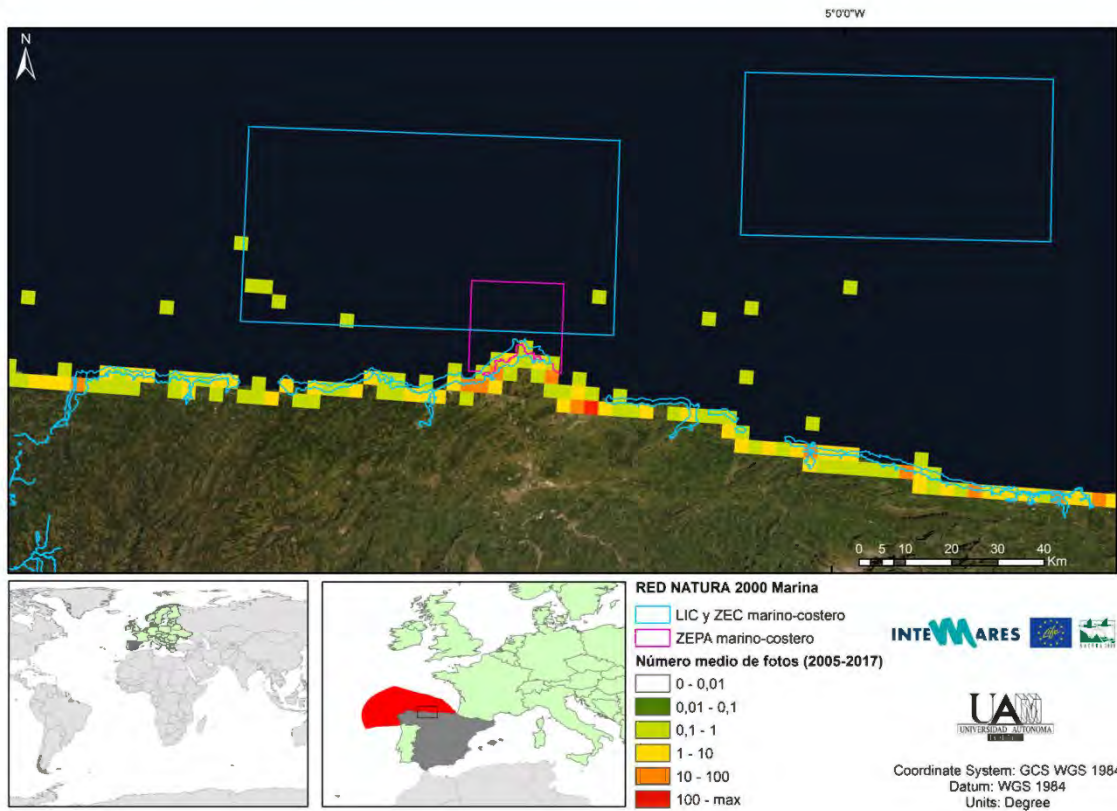


Figura extra-13. Noratlántica- El Cachucho y Cañones de Avilés

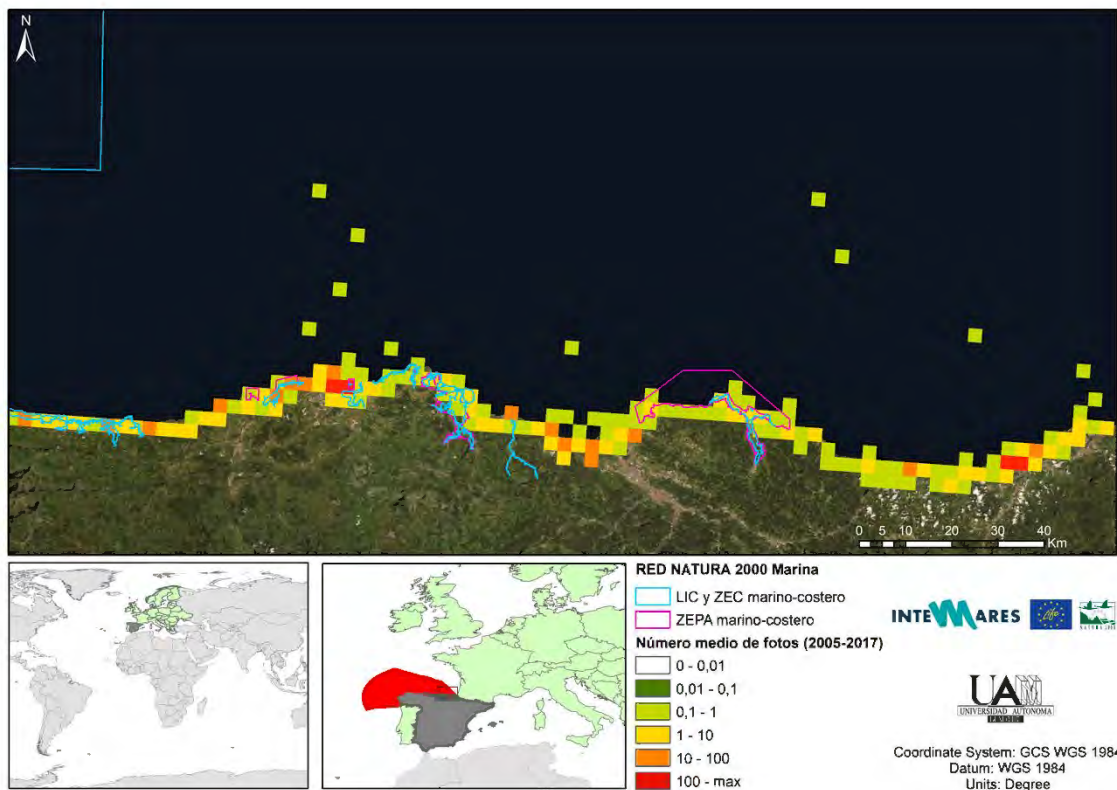


Figura extra-14. Noratlántica- Mundaka

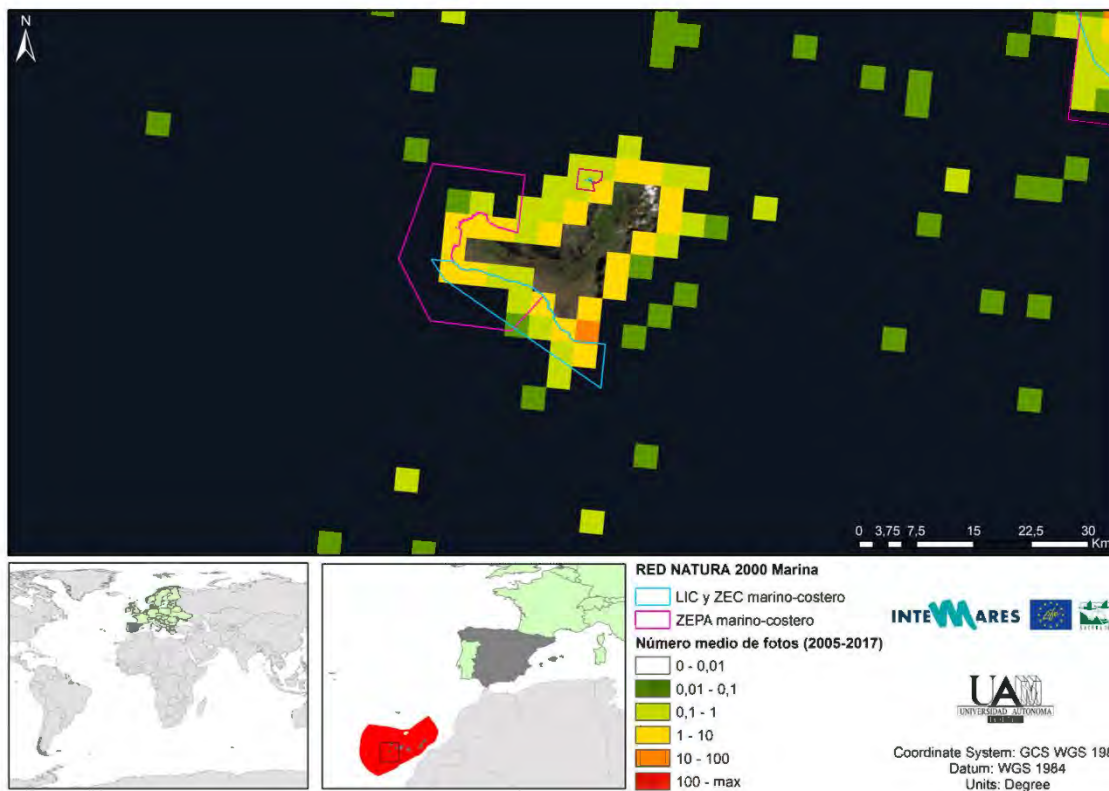


Figura extra-15. Canarias-El Hierro

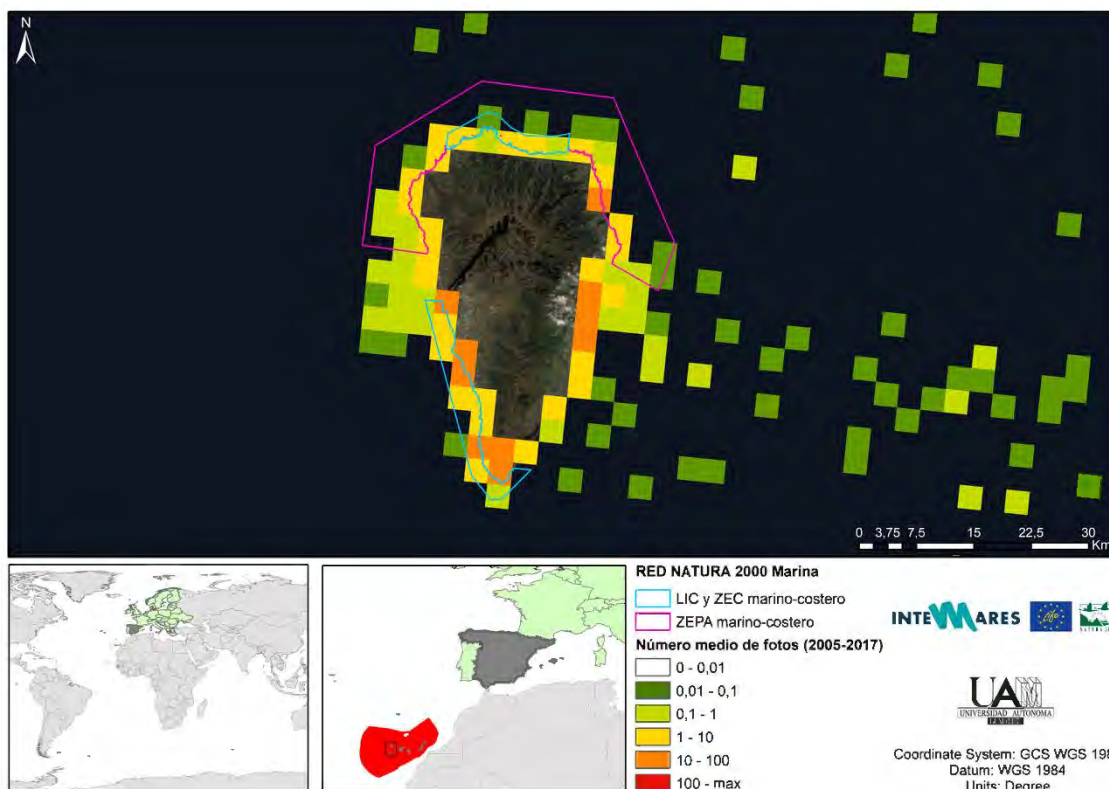


Figura extra-16. Canarias-La Palma

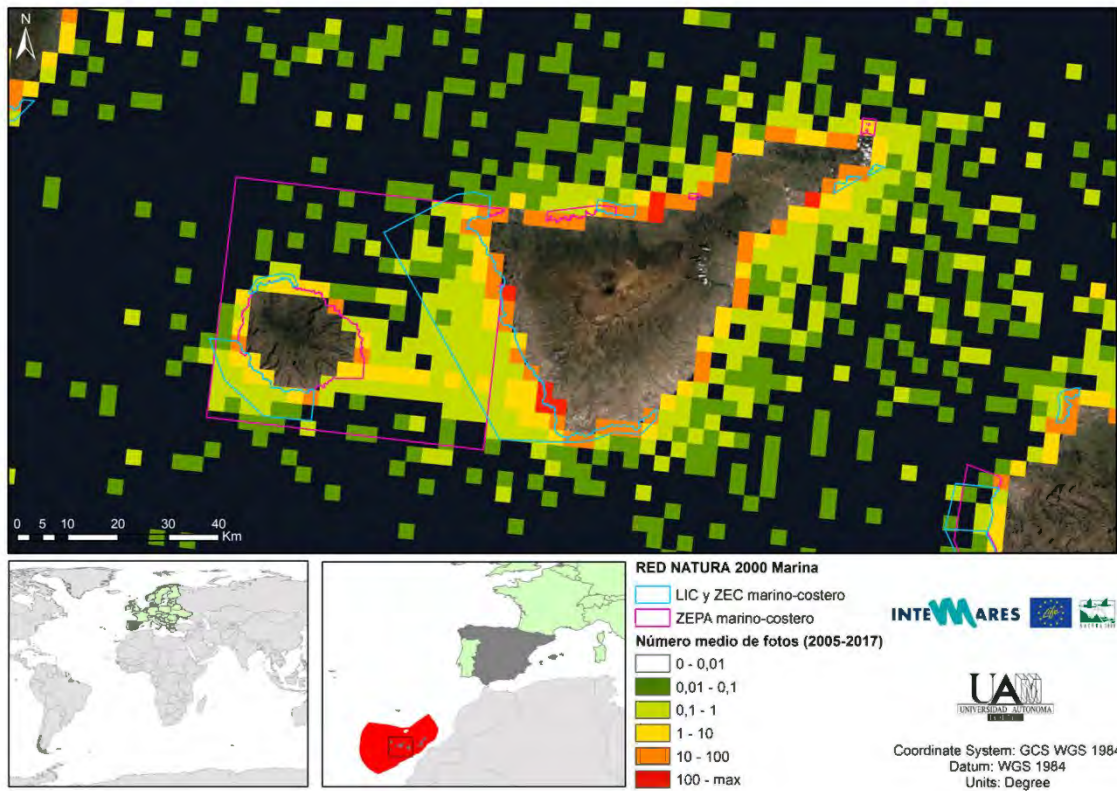


Figura extra-17. Canarias-Tenerife- La Gomera

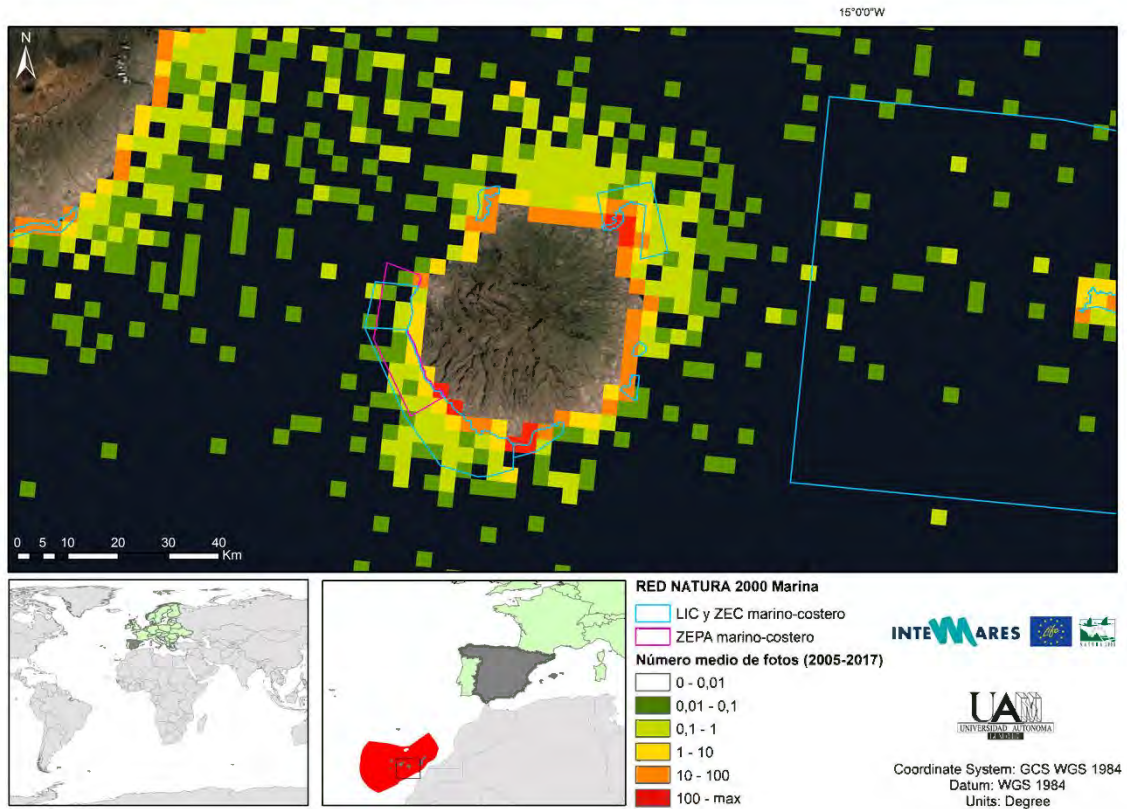


Figura extra-18. Canarias-Gran Canaria

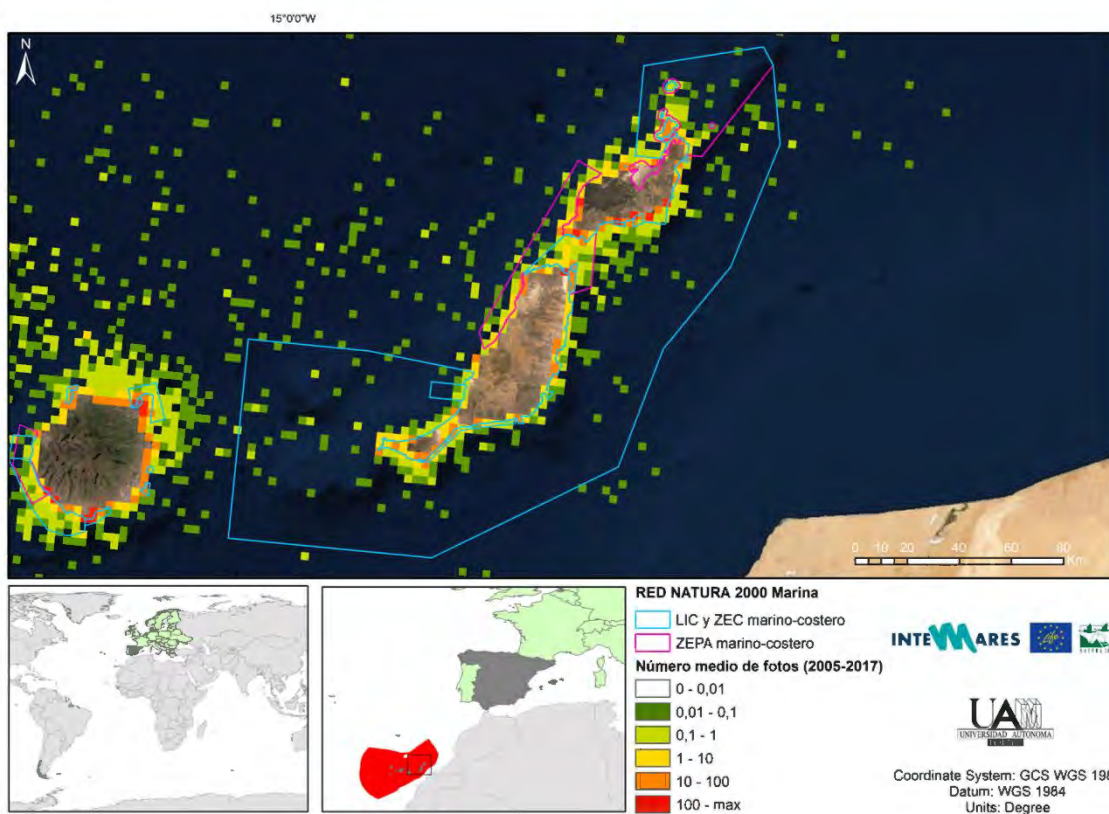


Figura extra-20. Canarias-Lanzarote-Fuerteventura

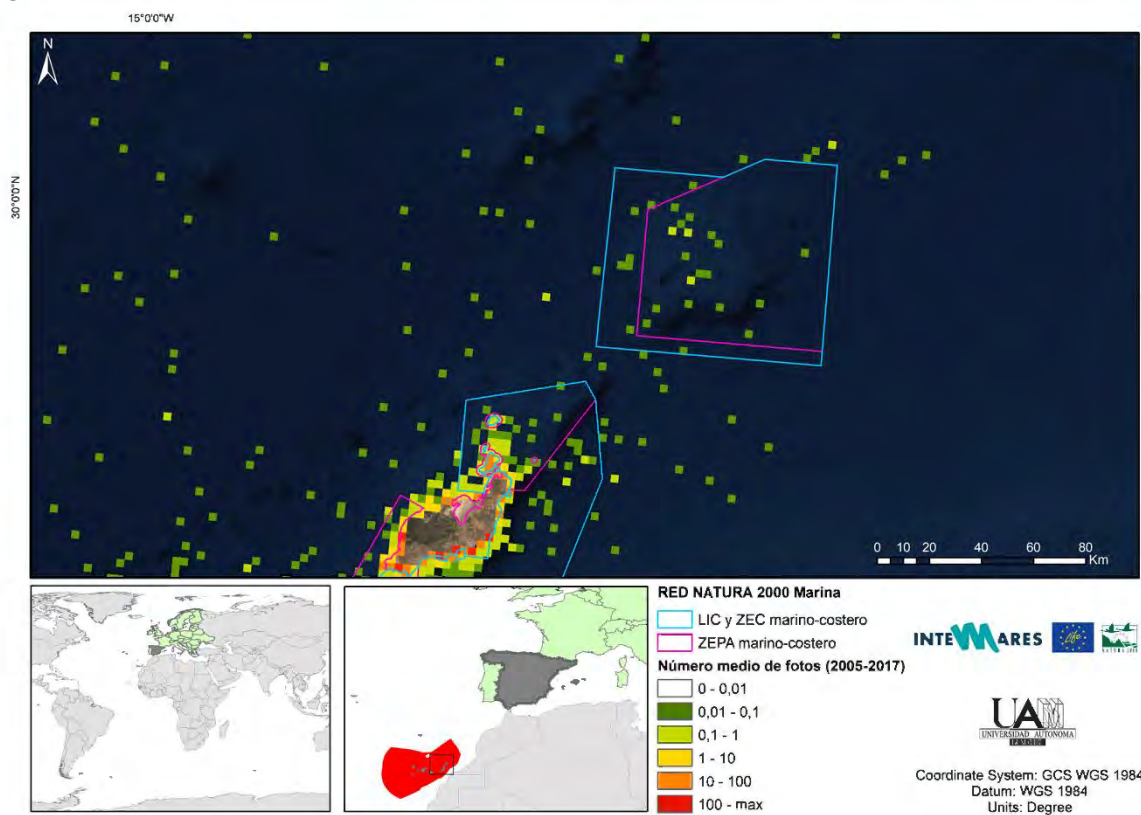


Figura extra-21. Canarias-Banco de la Concepción

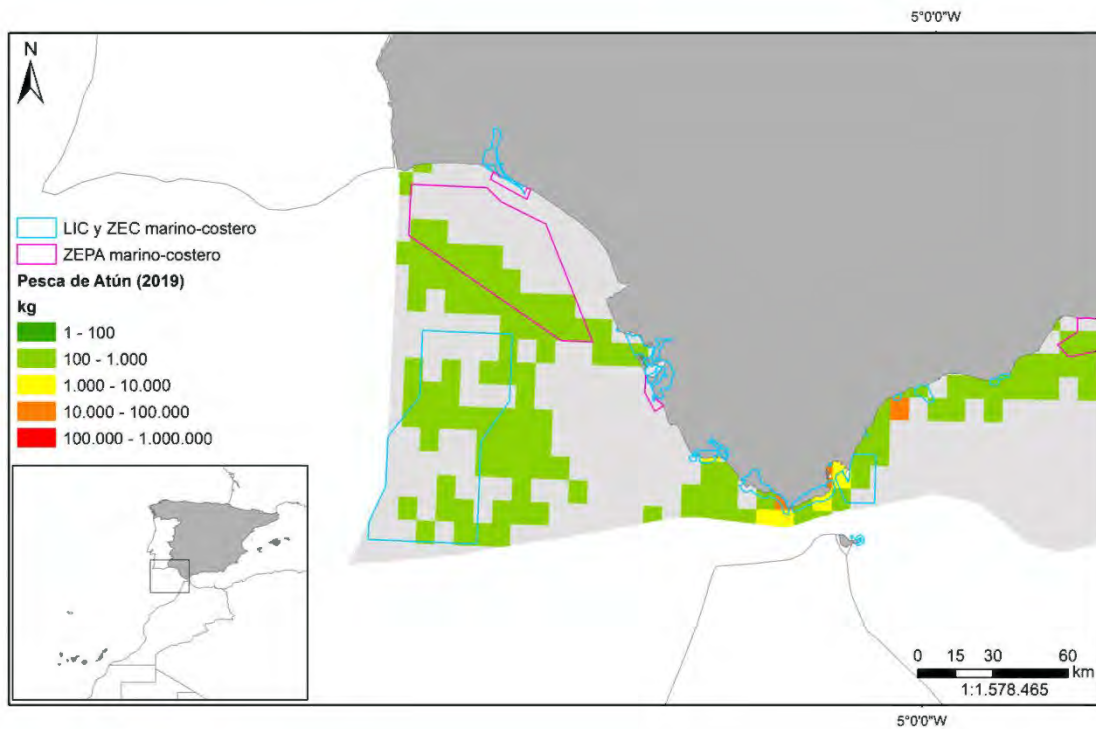


Figura extra-22. Pesca Atún Sudatlántica

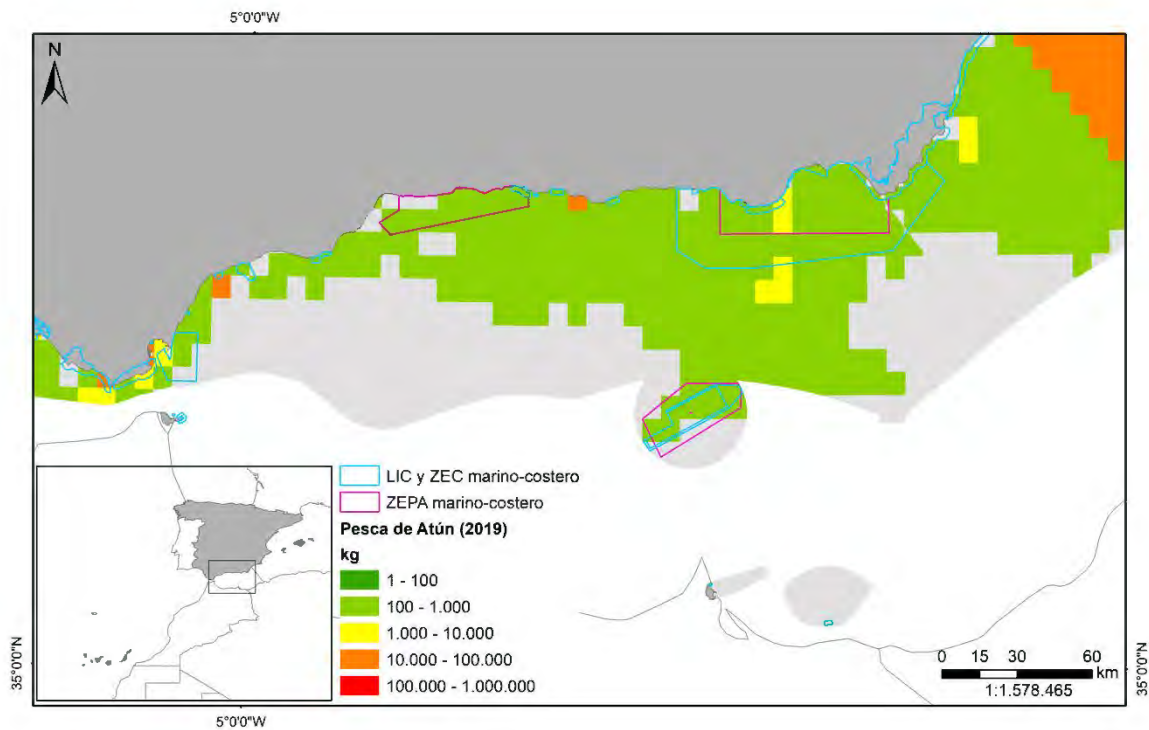


Figura extra-23. Pesca Atún Alborán

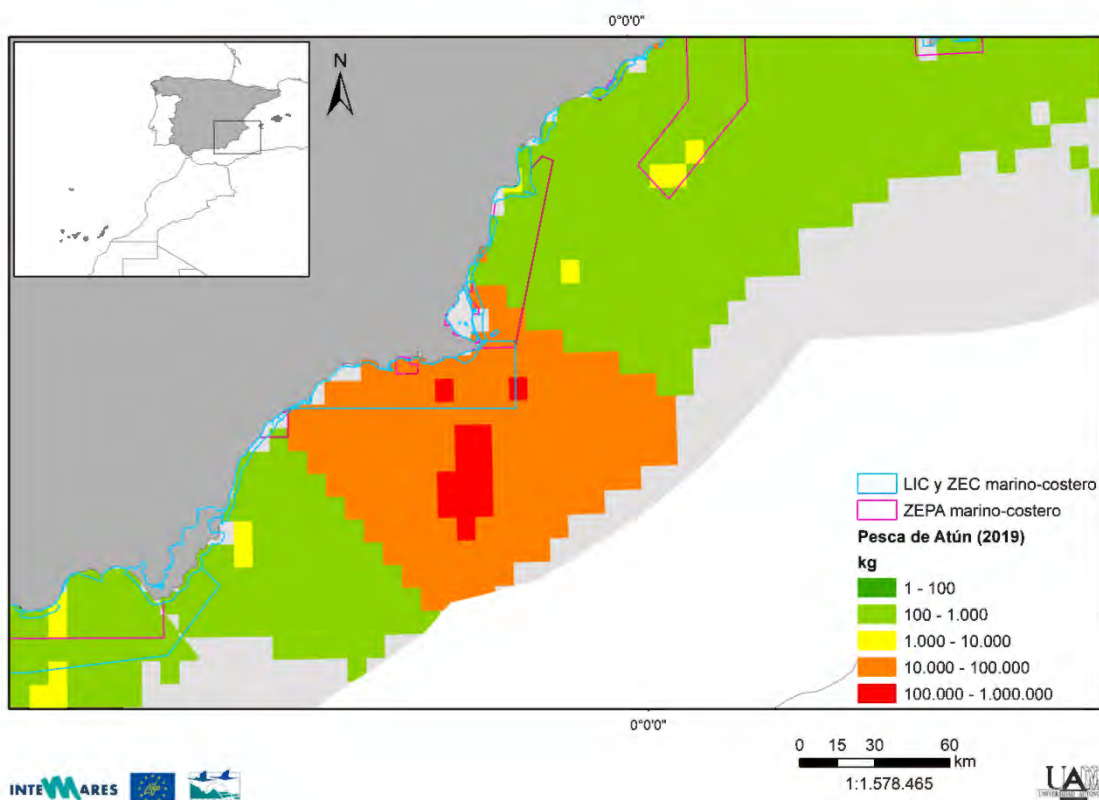


Figura extra-24. Pesca Atún Almería y Murcia

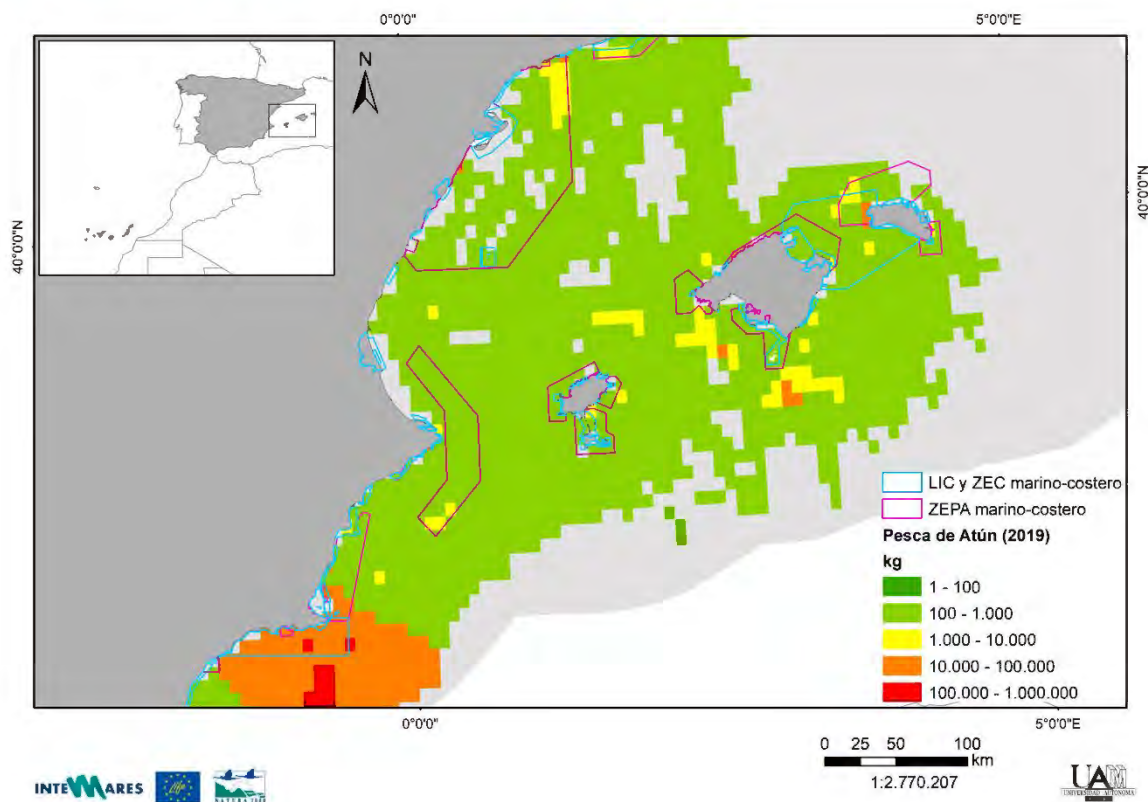


Figura extra-25. Pesca Atún levantino-balear

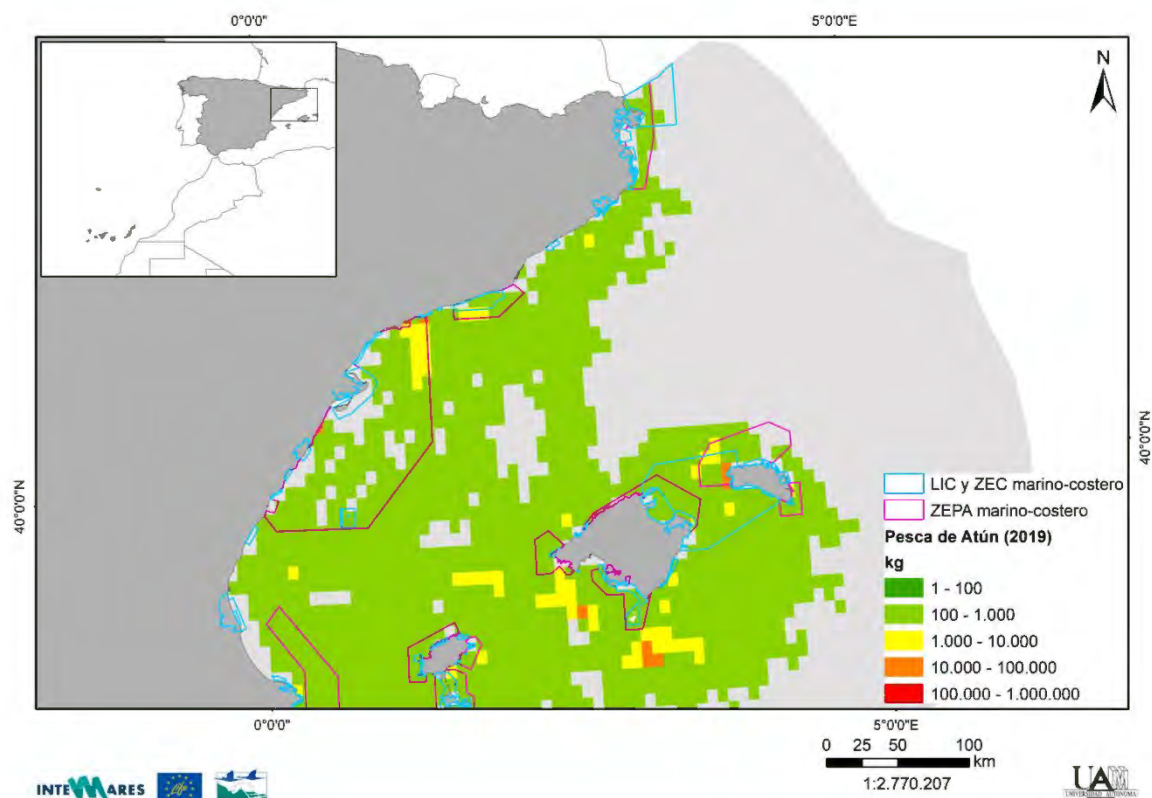


Figura extra-26. Pesca Atún Catalunya

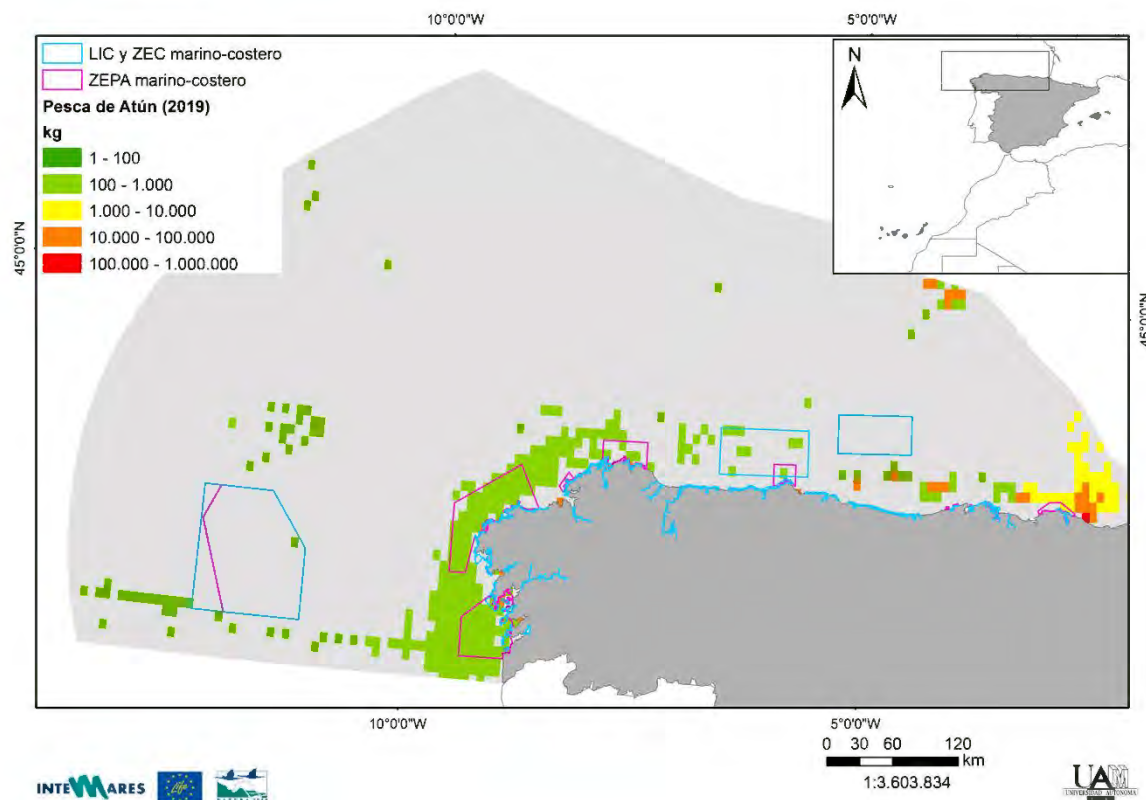


Figura extra-27_1. Pesca Atún noratlántica

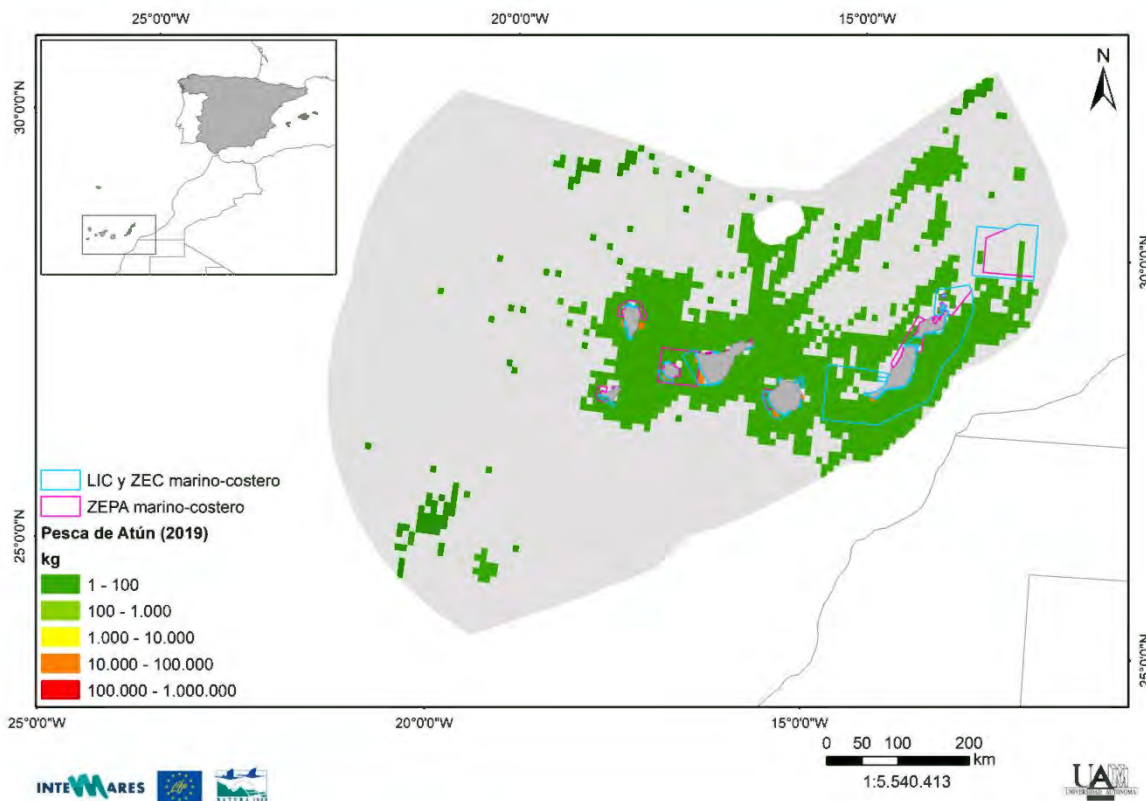


Figura extra-27. Pesca Atún Canarias

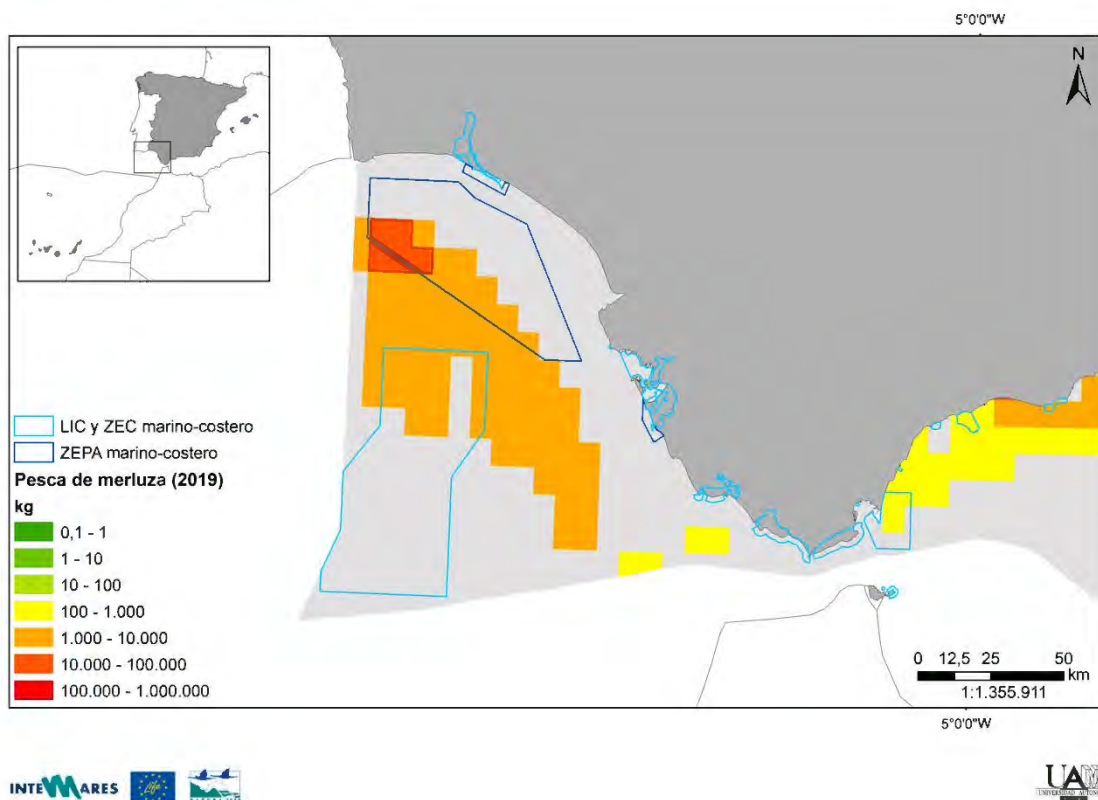


Figura extra-28. Pesca Merluza sudatlántica

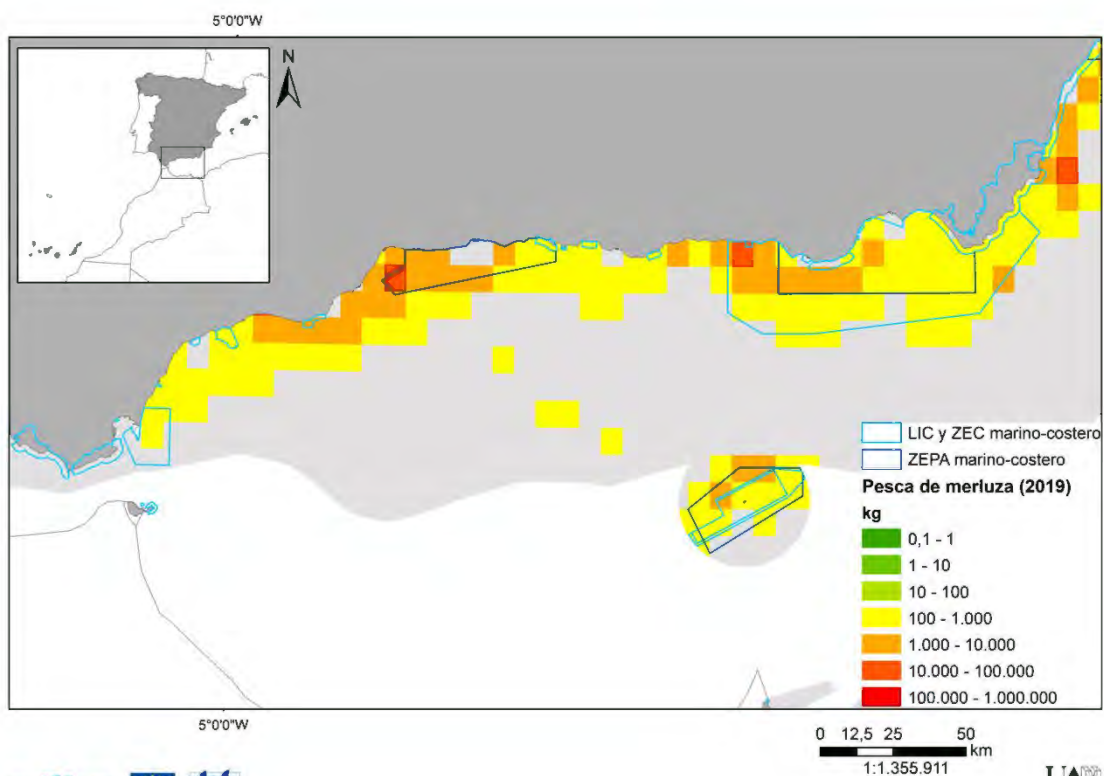


Figura extra-29. Pesca Merluza Alborán

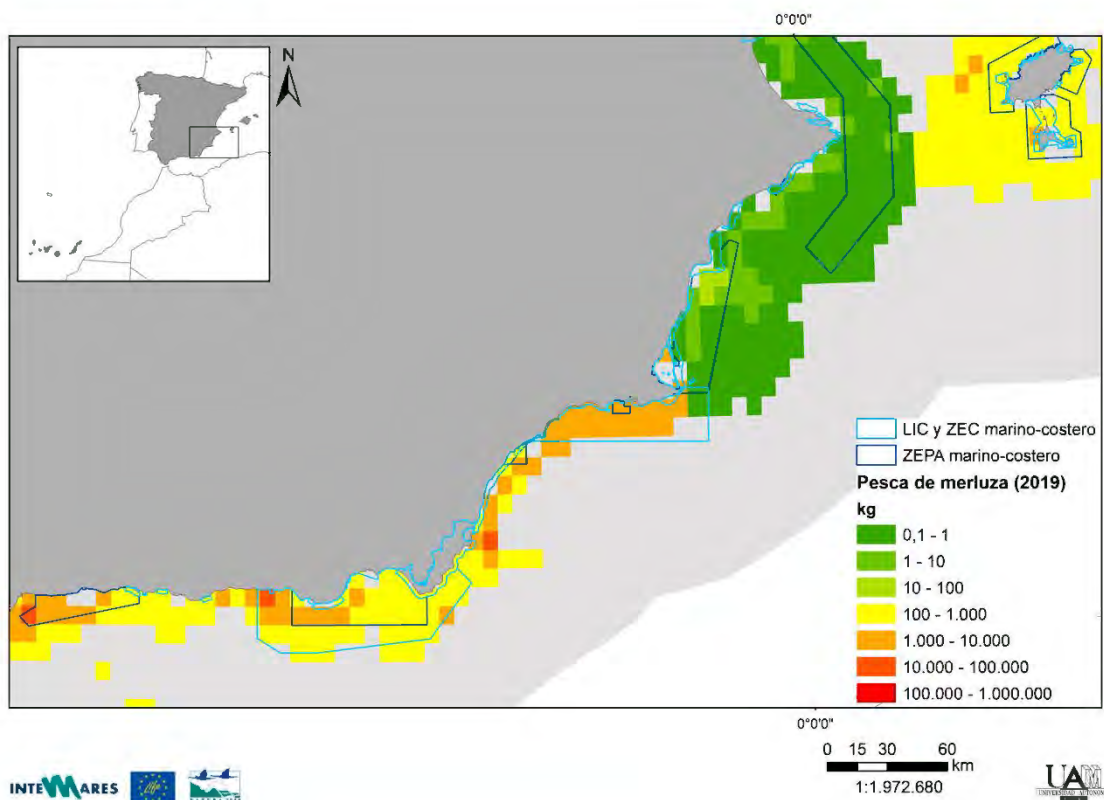


Figura extra-30. Pesca Merluza Almería

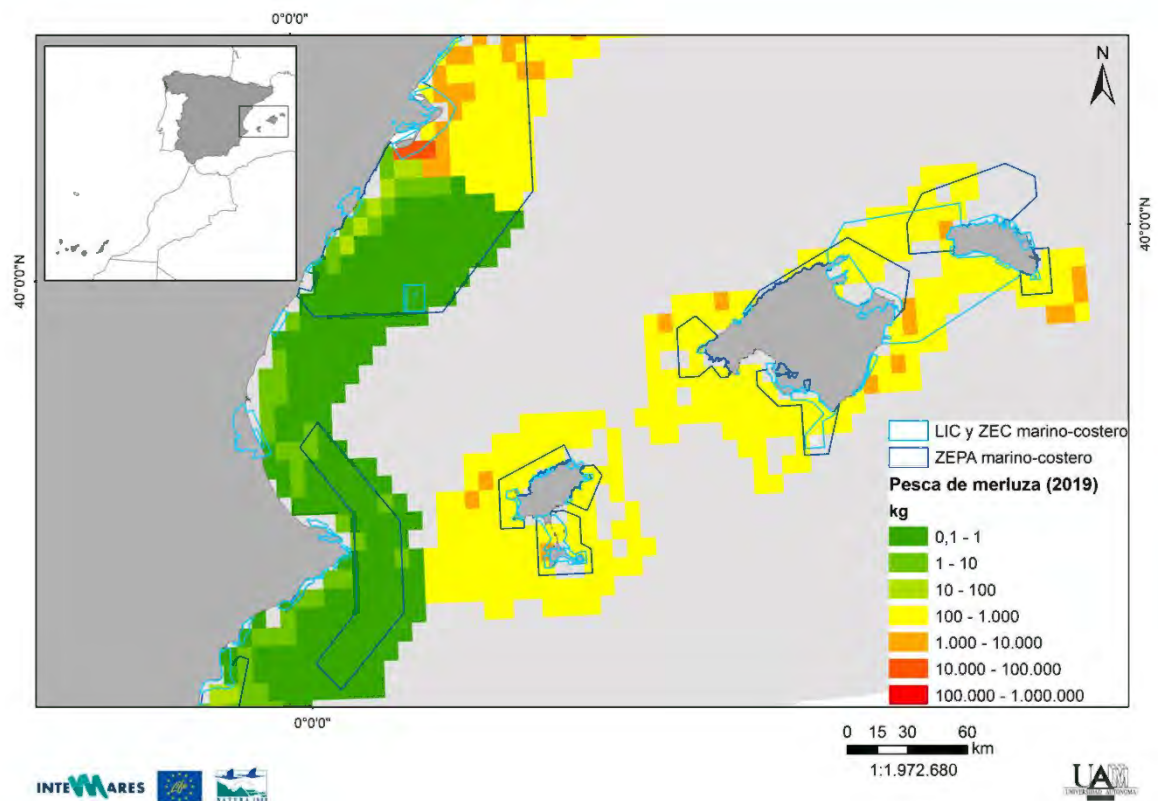


Figura extra-31. Pesca Merluza Baleares

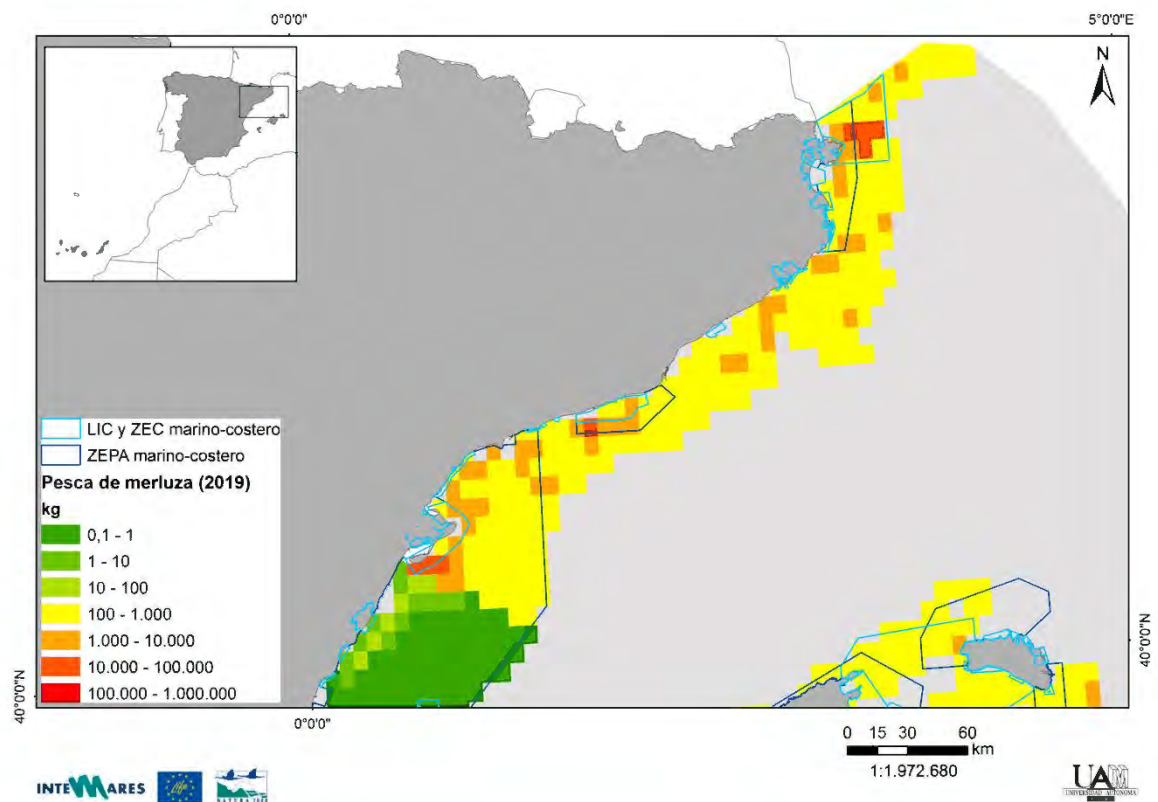


Figura extra-32. Pesca Merluza Catalunya

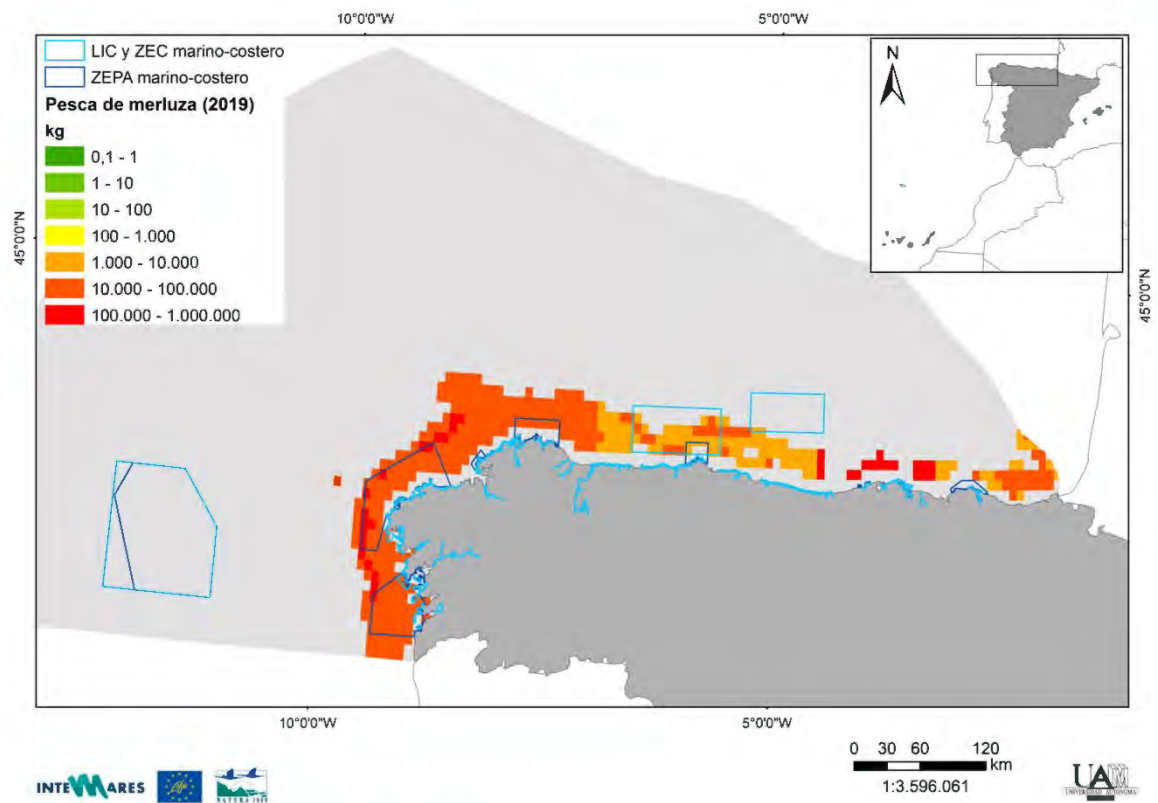


Figura extra-33. Pesca Merluza Noratlántica

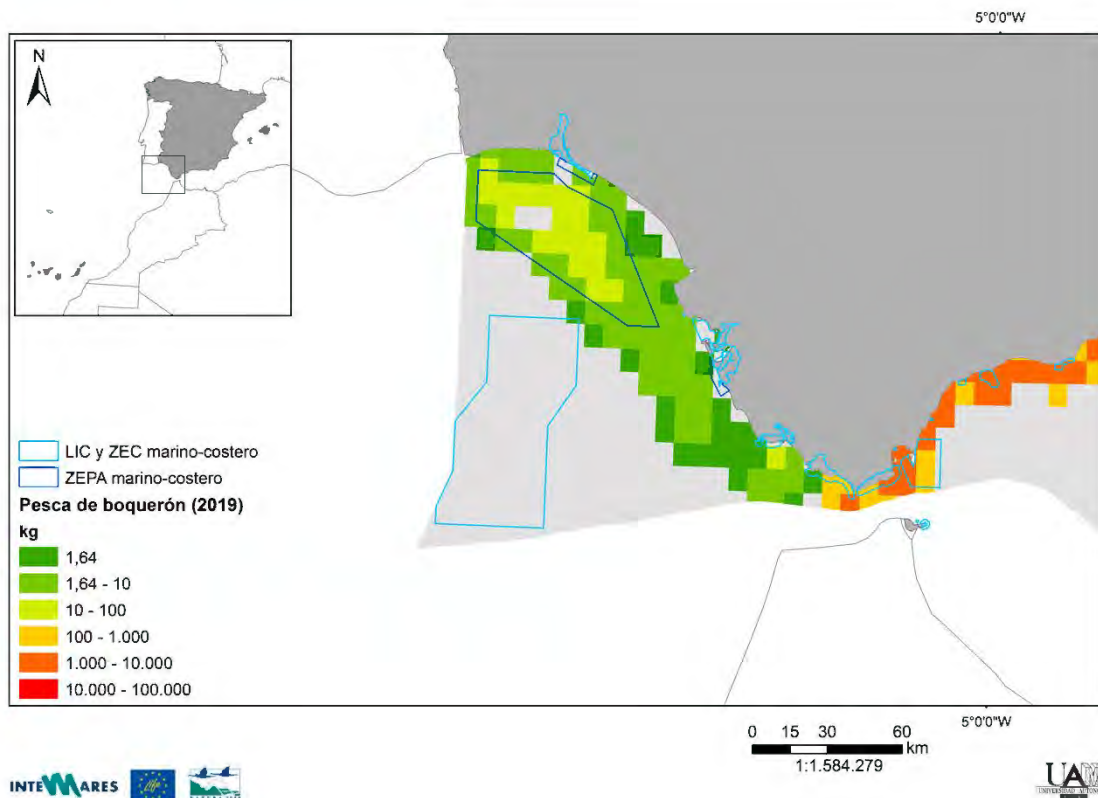


Figura extra-34. Pesca Boquerón Sudatlántica

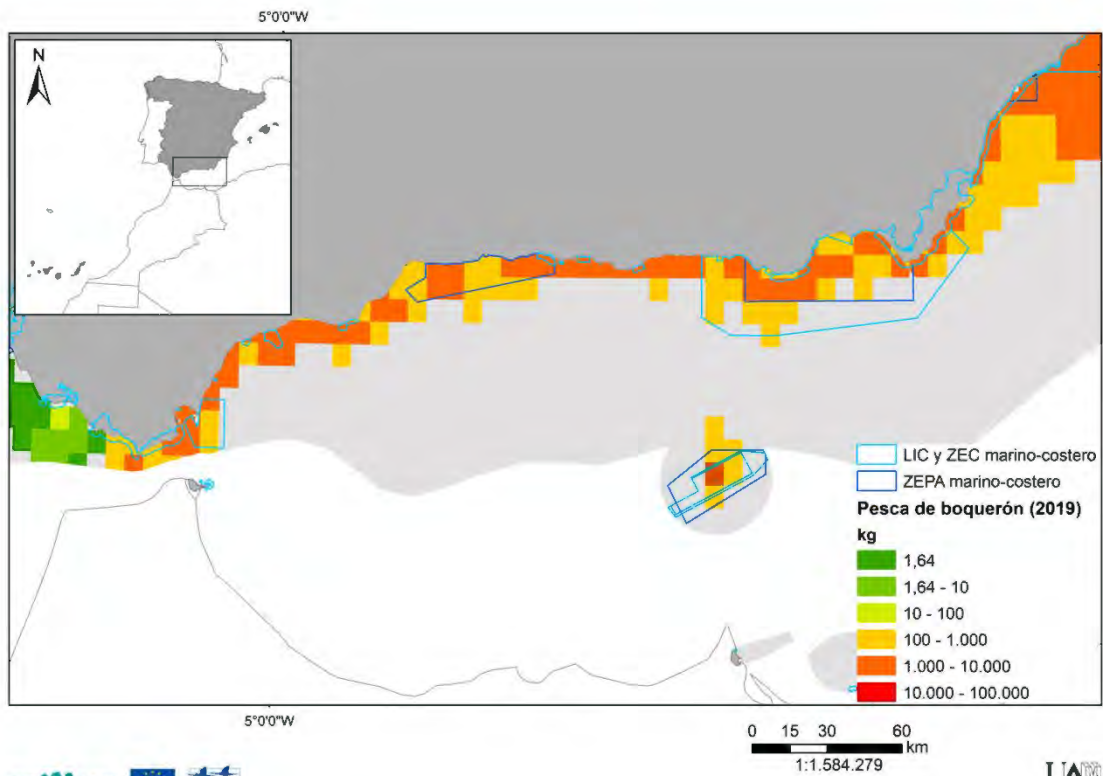


Figura extra-35. Pesca Boquerón Alborán

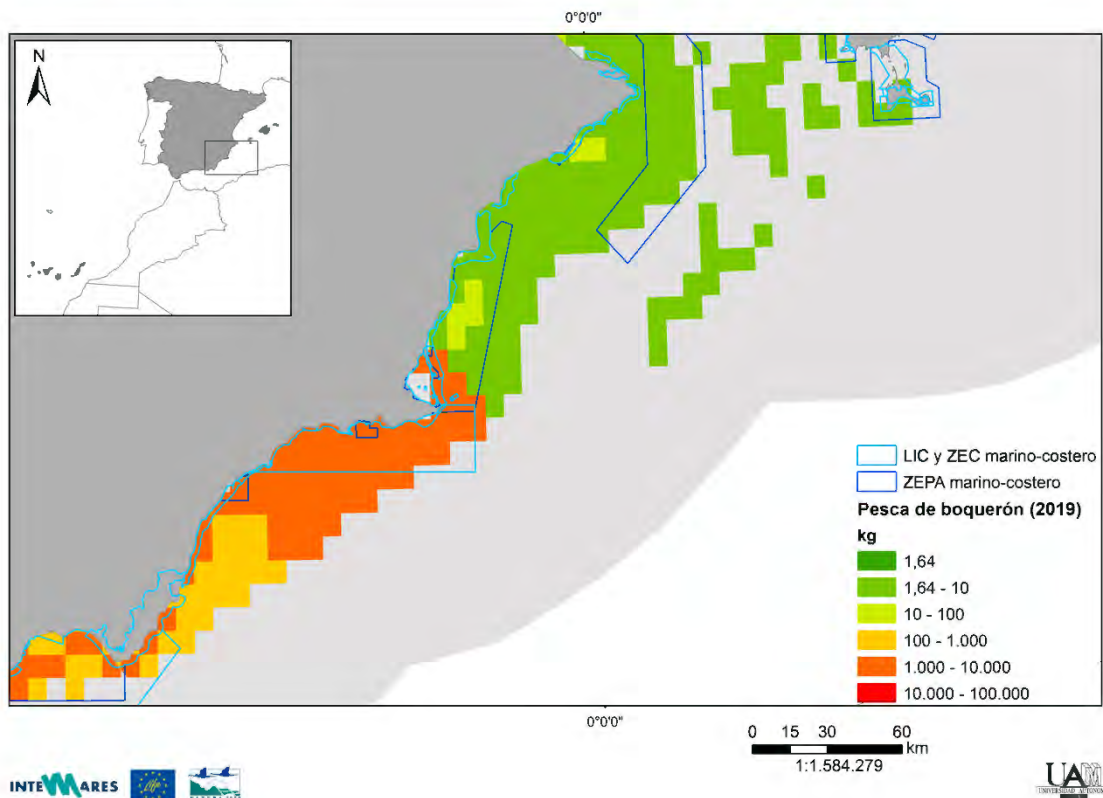


Figura extra-36. Pesca Boquerón Almería

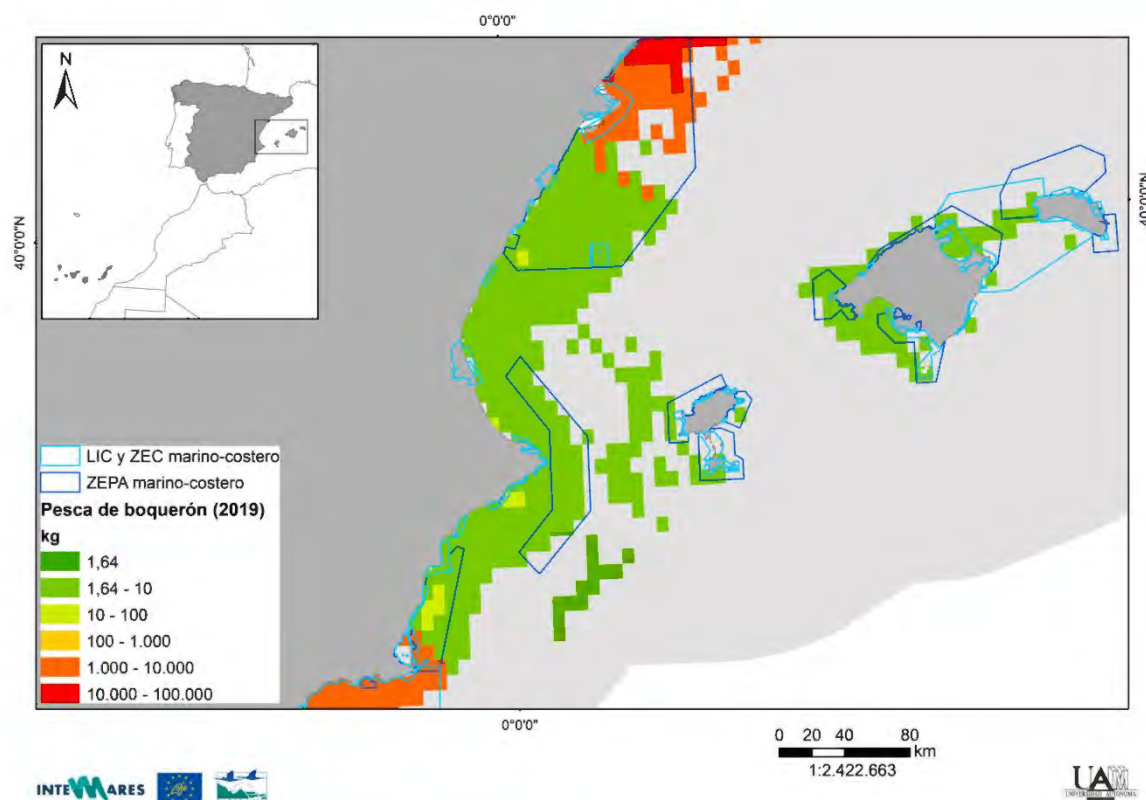


Figura extra-37. Pesca Boquerón Baleares

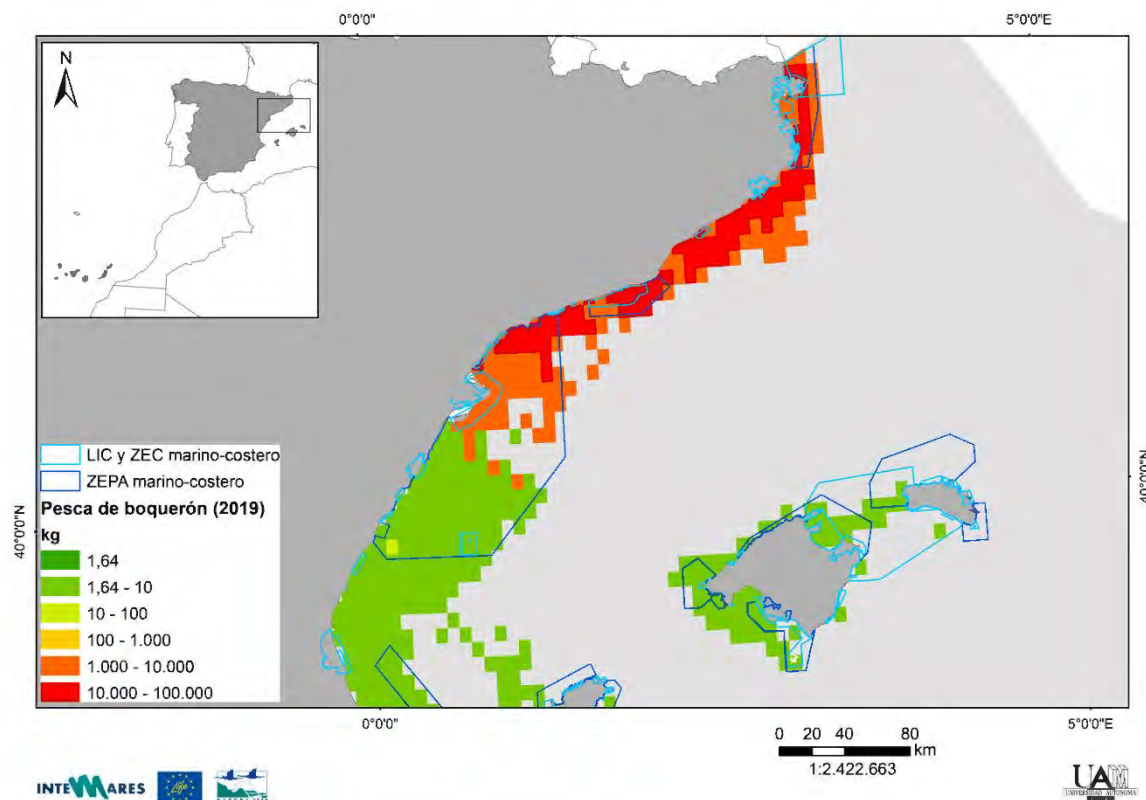


Figura extra-38. Pesca Boquerón Catalunya

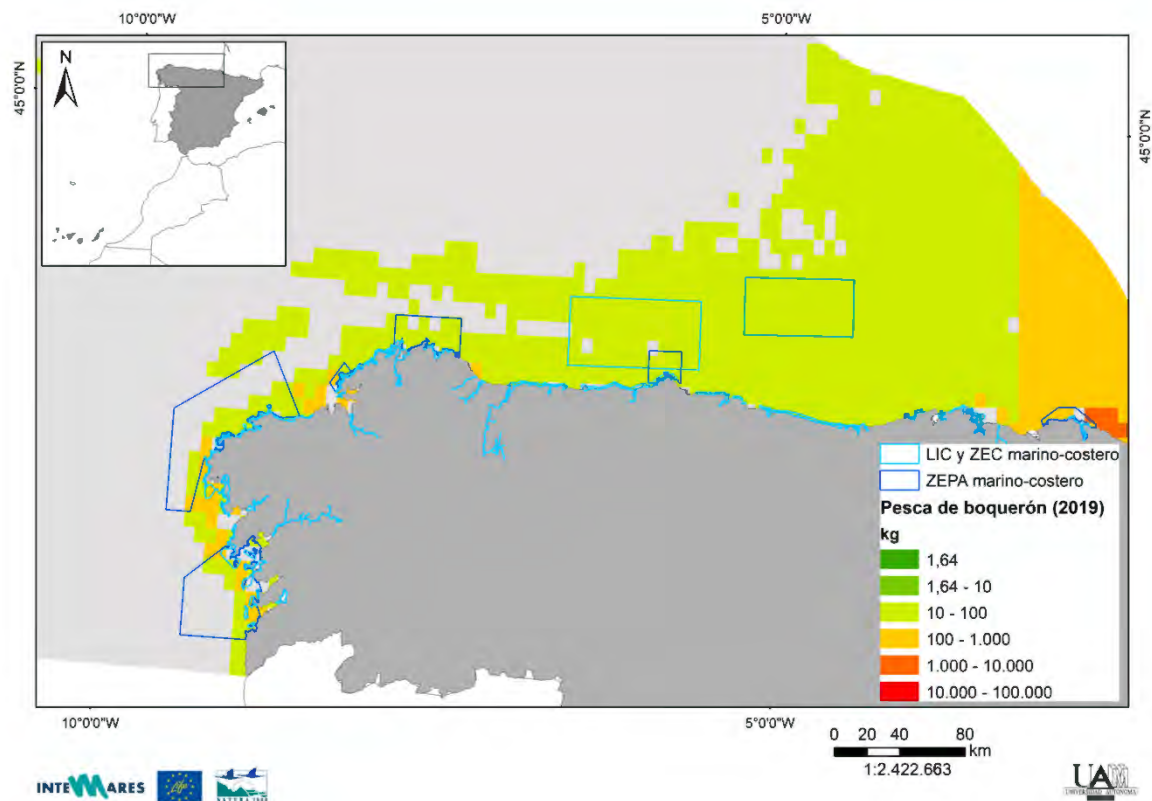


Figura extra-39. Pesca Boquerón Noratlántica

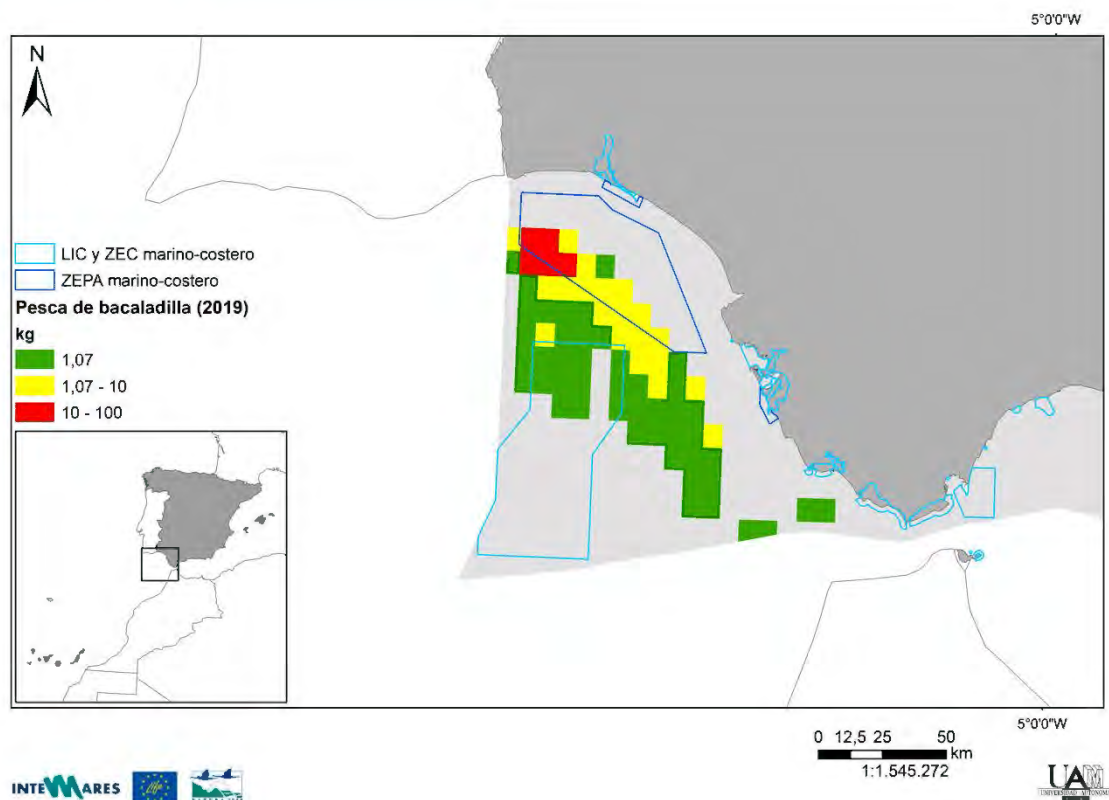


Figura extra-40. Pesca Bacaladilla Sudatlántica

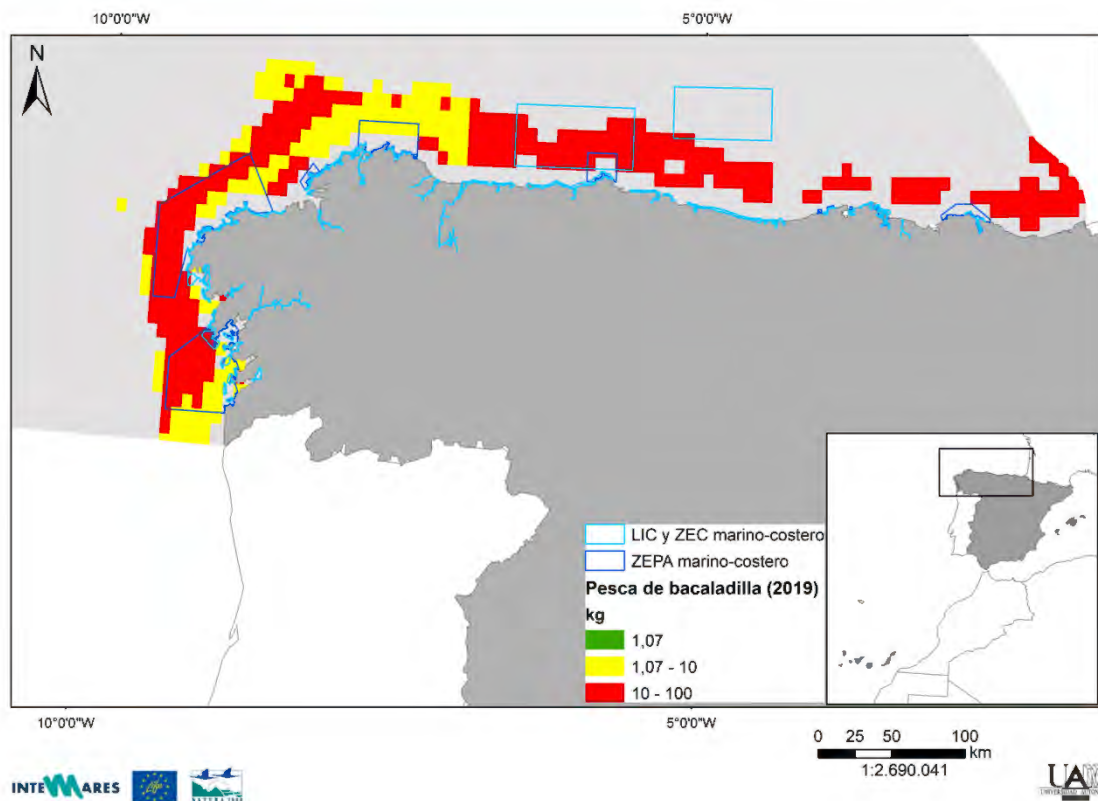


Figura extra-41. Pesca Bacaladilla Noratlántica

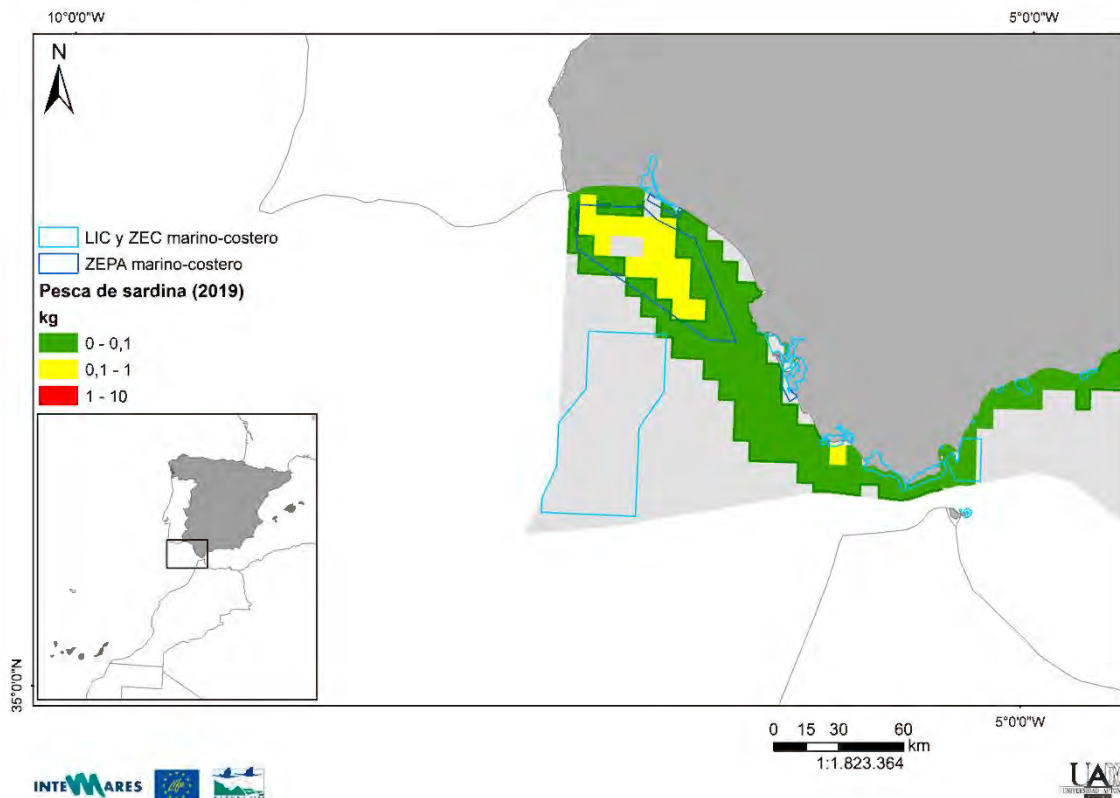


Figura extra-42. Pesca Sardina Sudatlántica

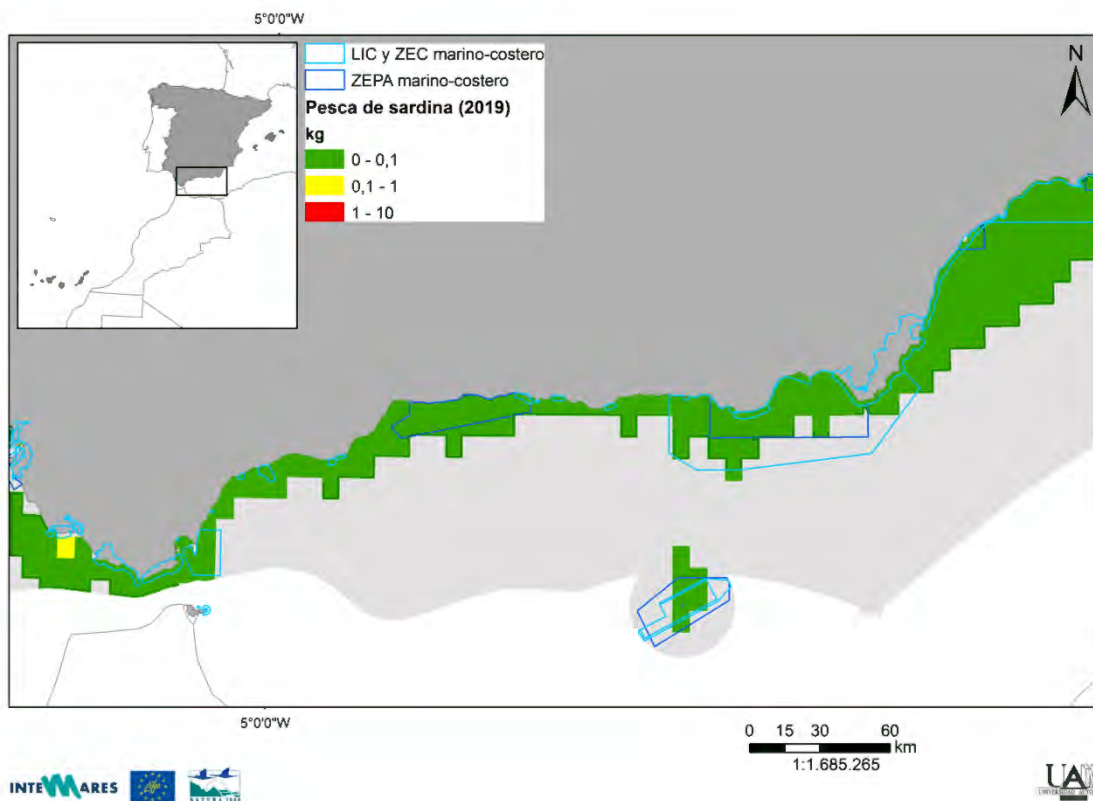


Figura extra-43. Pesca Sardina Alborán

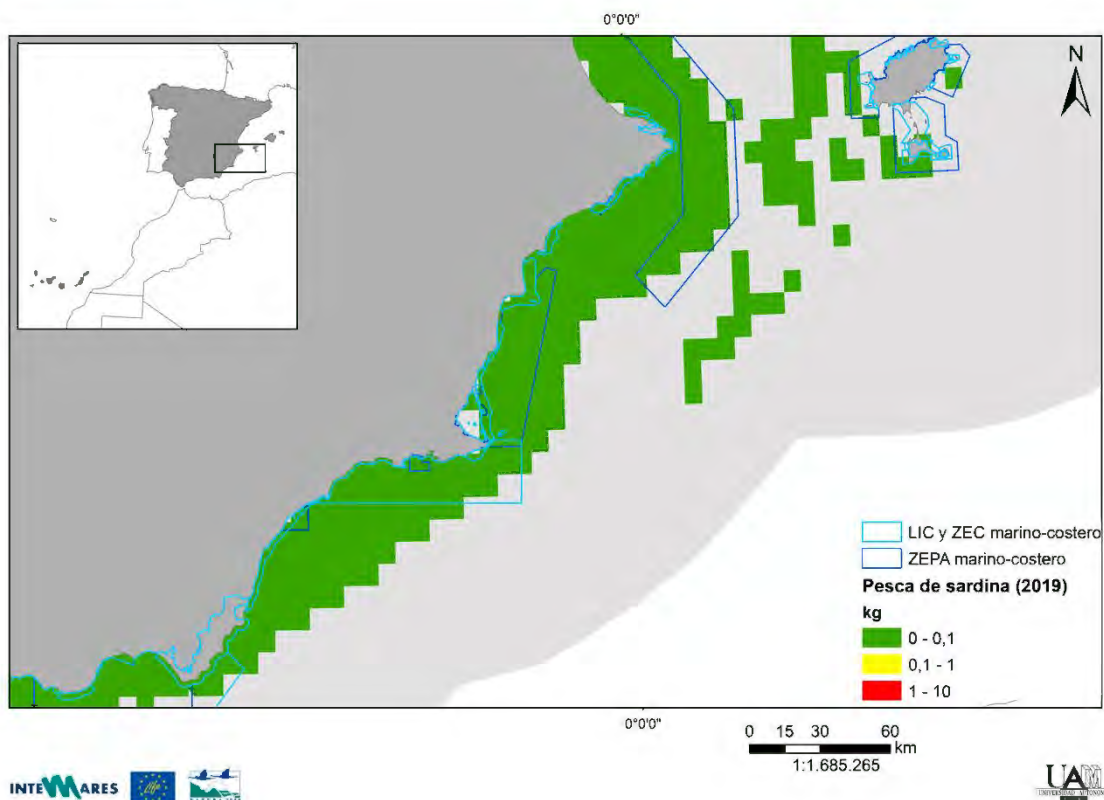


Figura extra-44. Pesca Sardina Almería

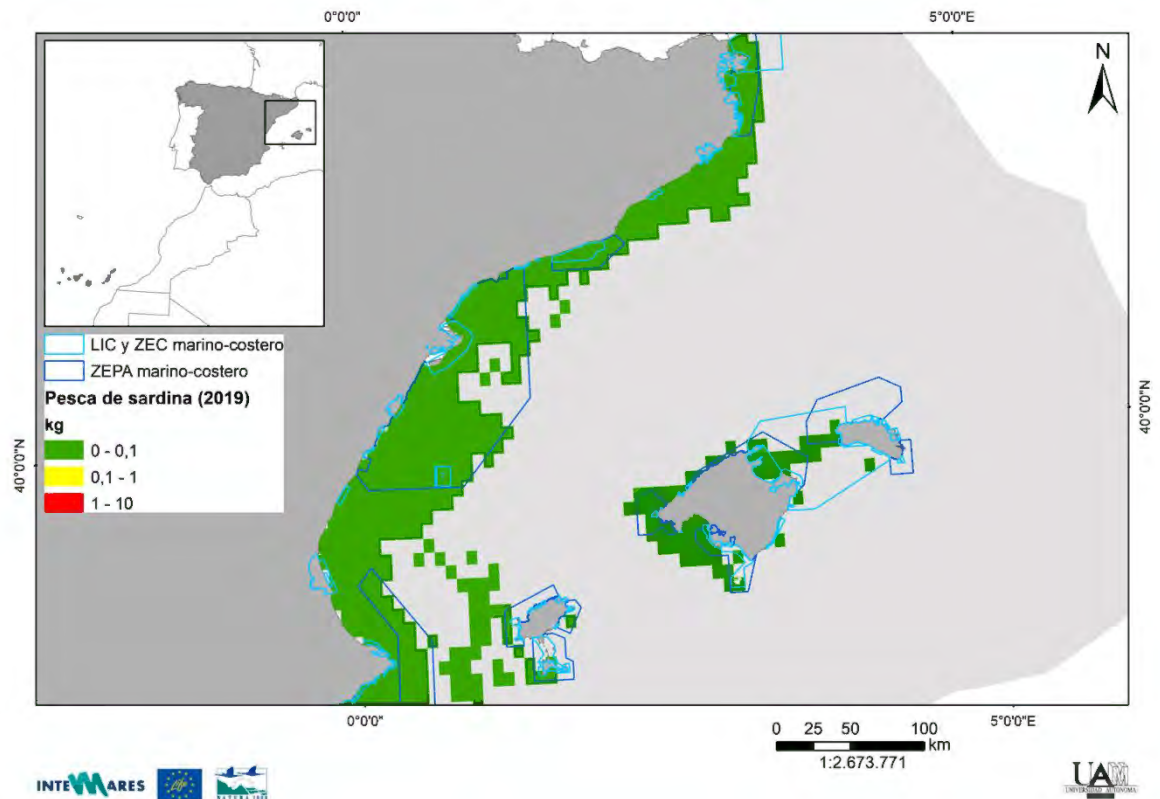


Figura extra-45. Pesca Sardina Baleares y Catalunya

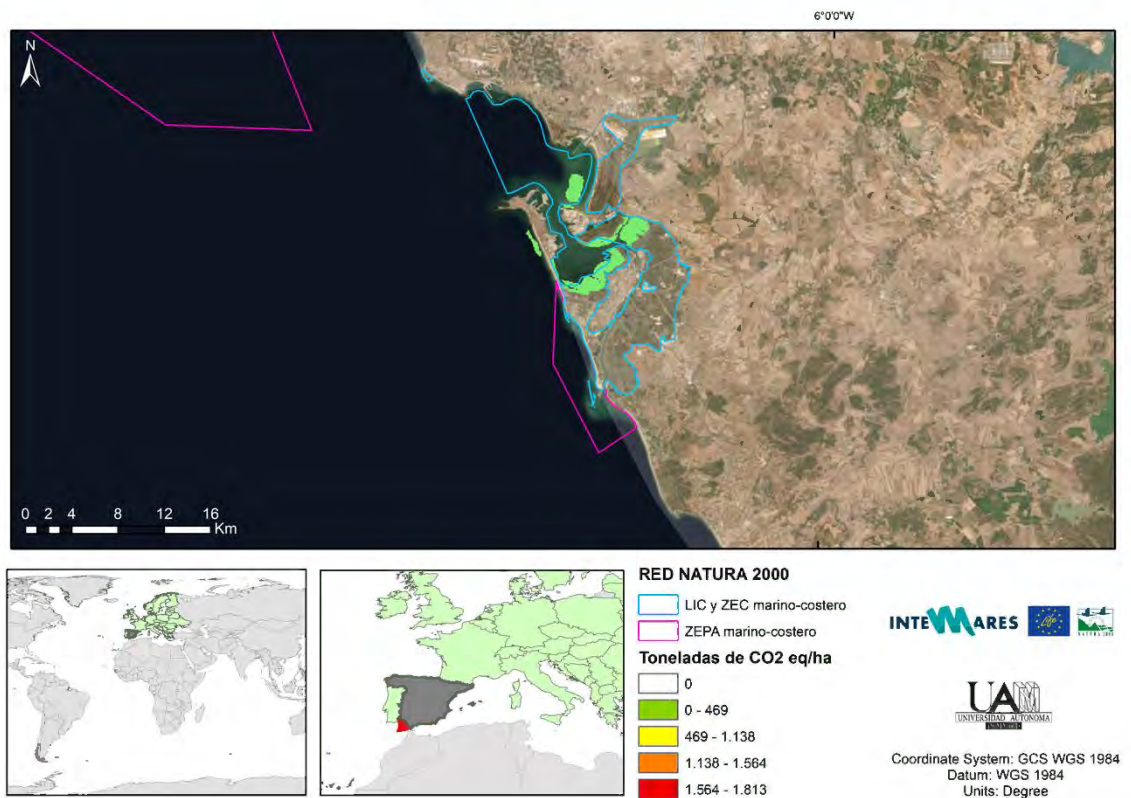


Figura extra-46. Carbono- Bahía de Cádiz

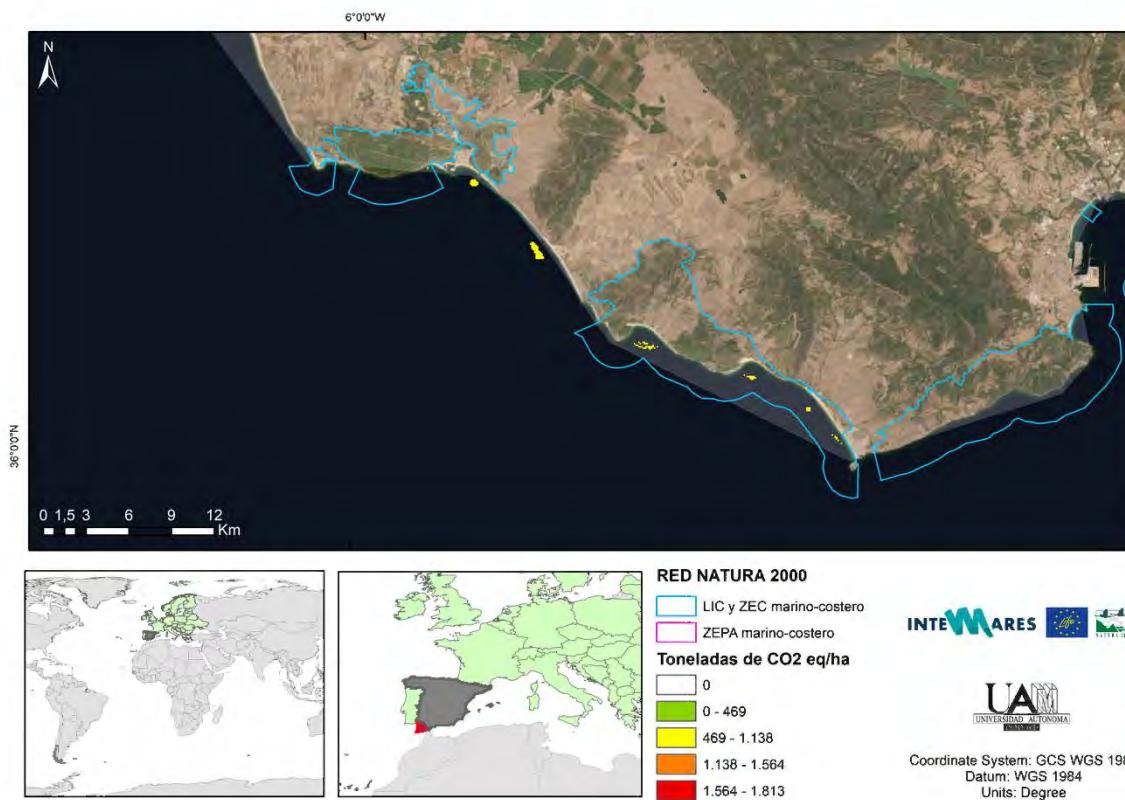


Figura extra-47. Carbono- Estrecho de Gibraltar

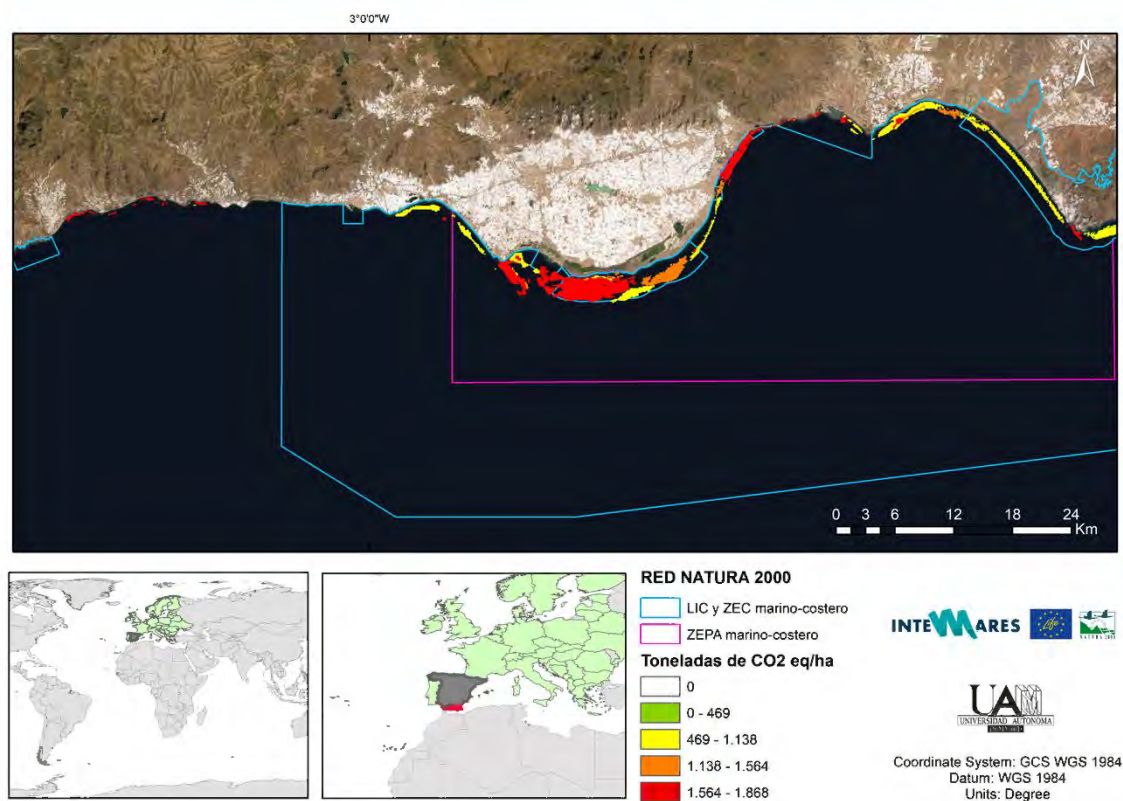


Figura extra-48. Carbono- Seco de los Olivos

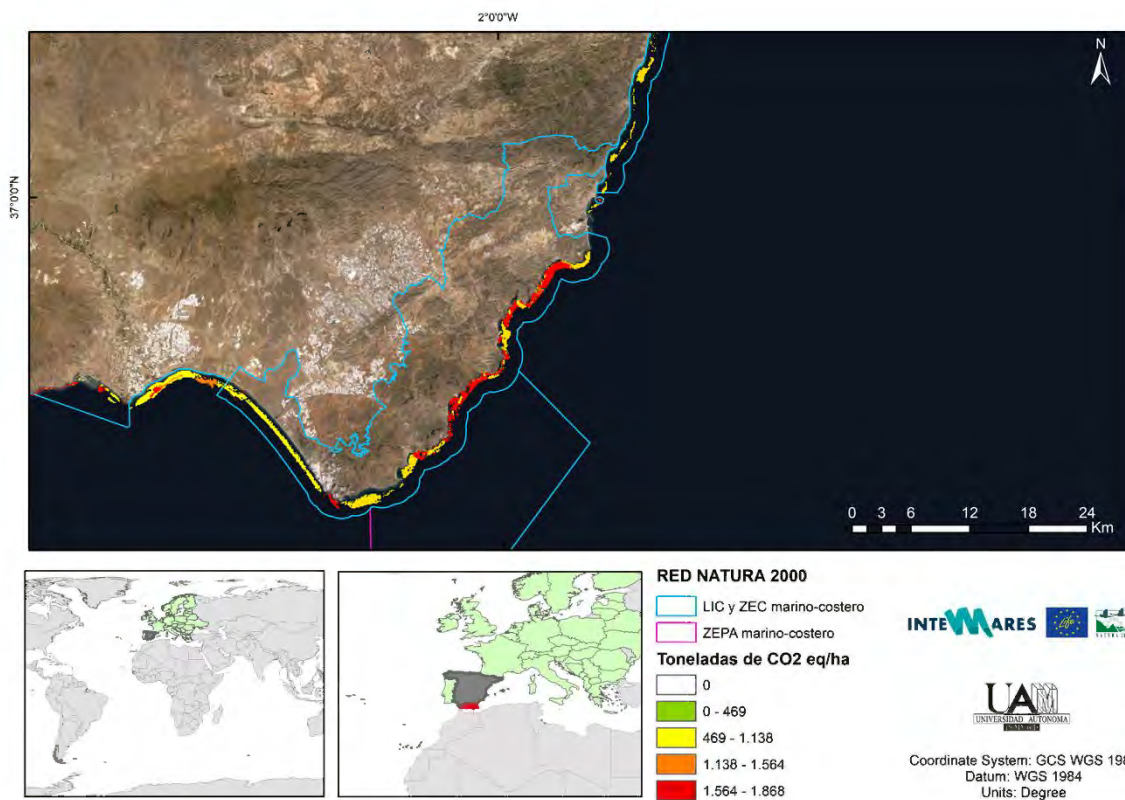


Figura extra-49. Carbono- Cabo de Gata

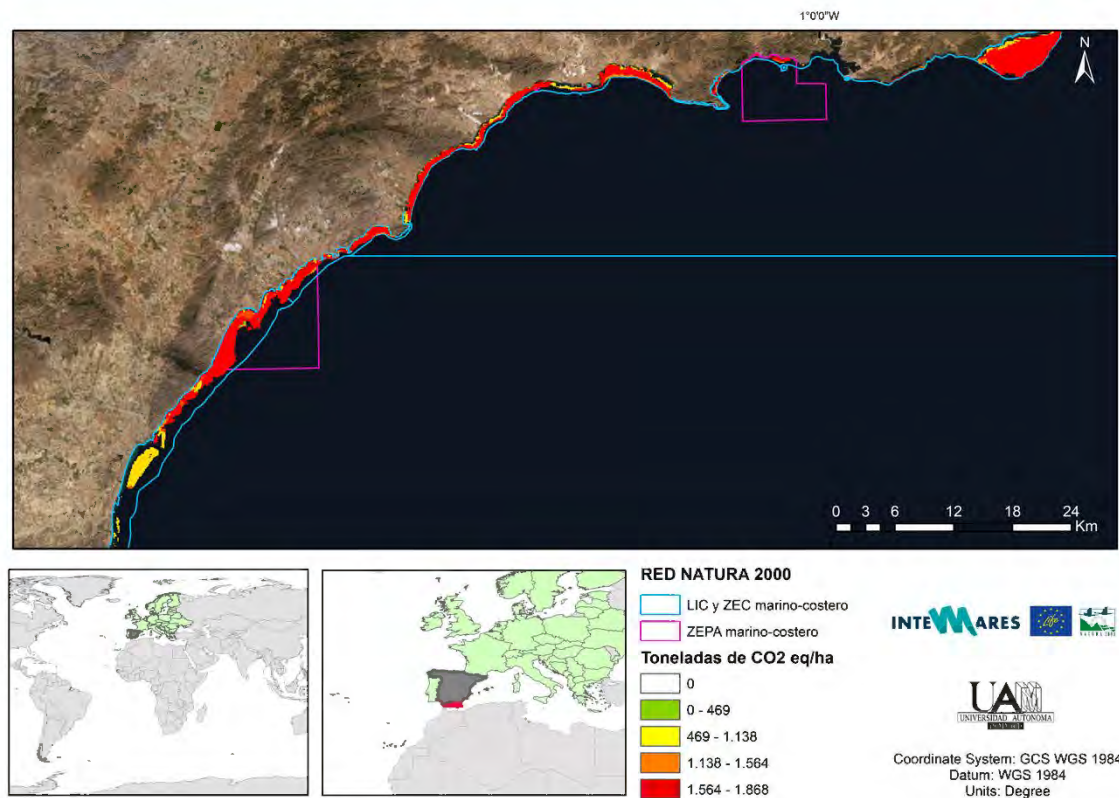


Figura extra-50. Carbono- Mazarrón

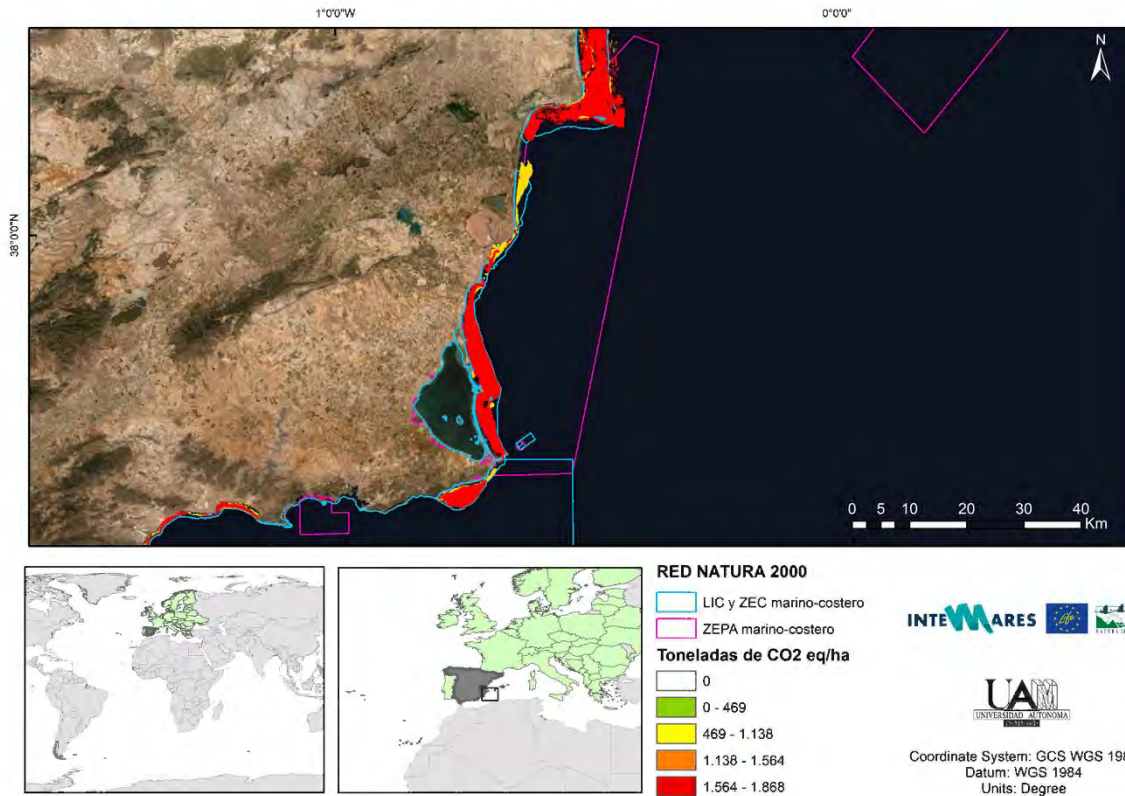


Figura extra-51. Carbono- Cabo de Palos

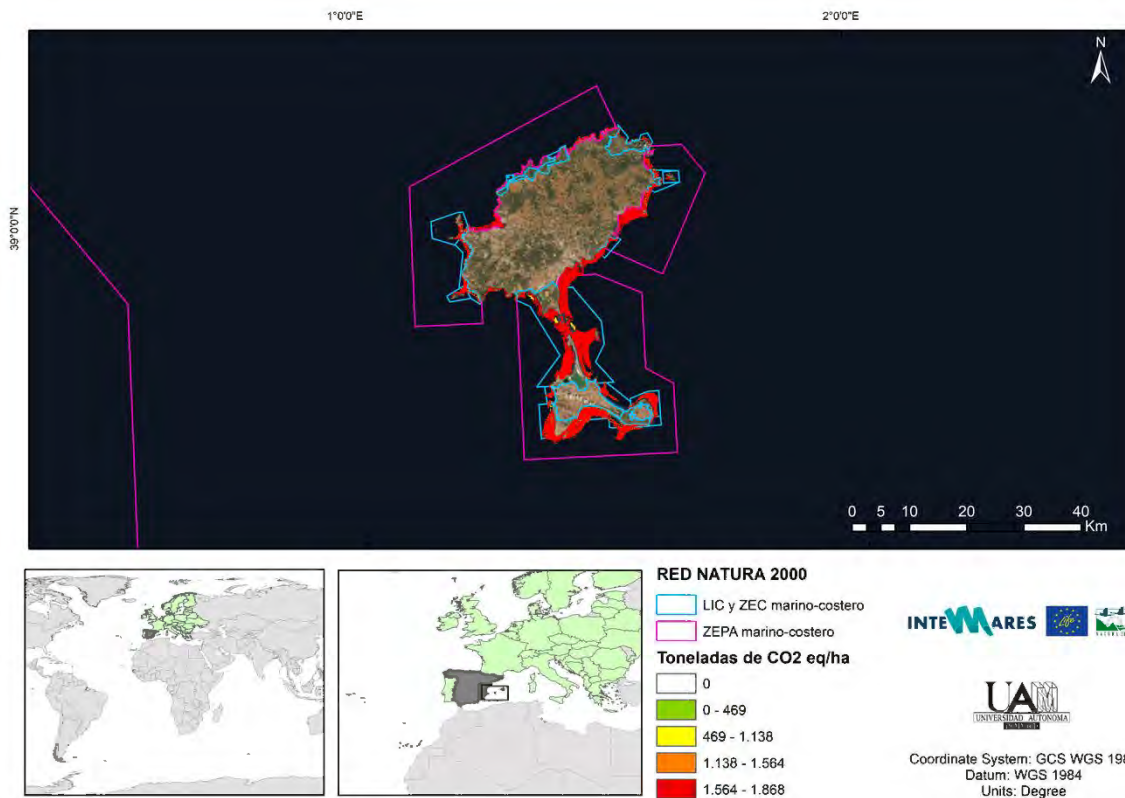


Figura extra-52. Carbono- Ibiza

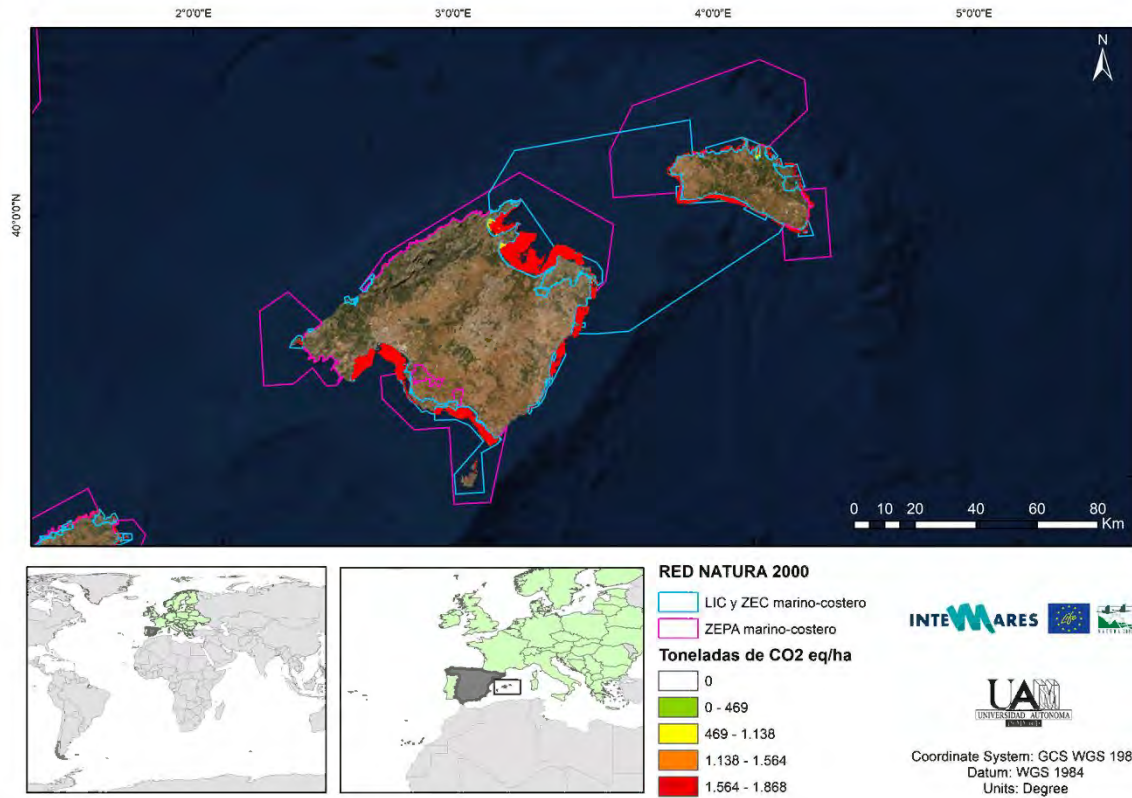


Figura extra-53. Carbono- Mallorca

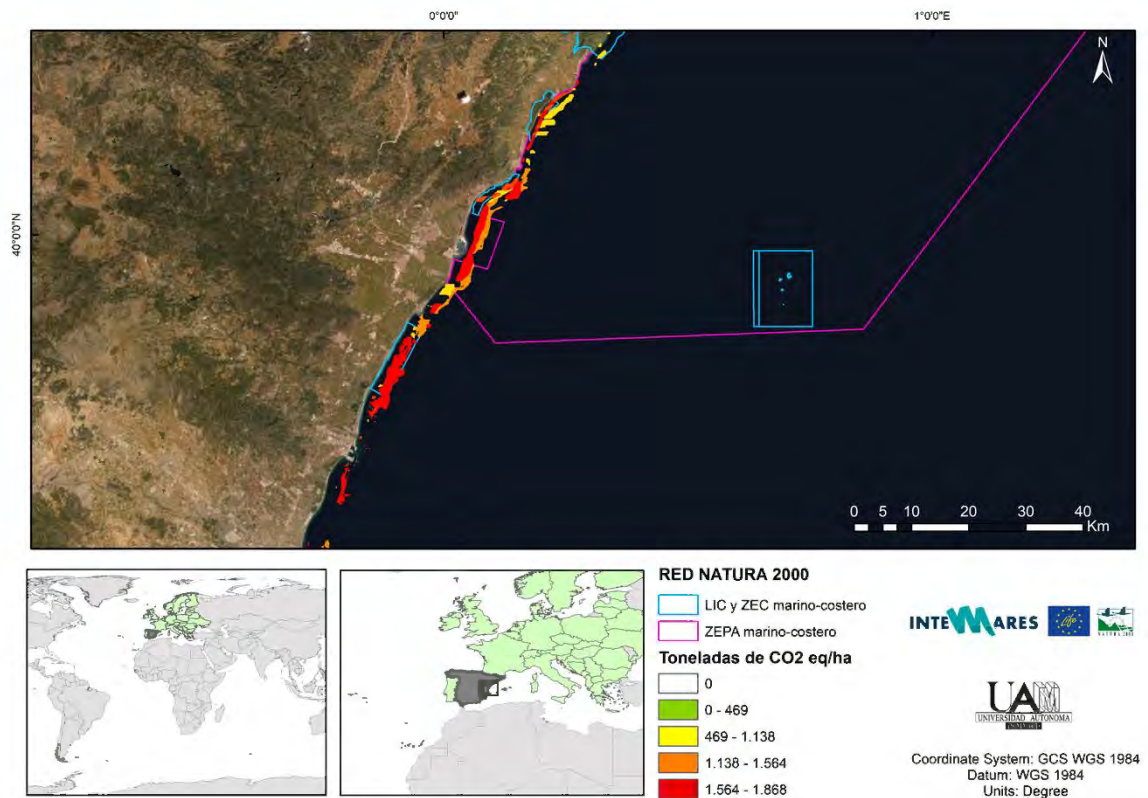


Figura extra-54. Carbono- Borriana

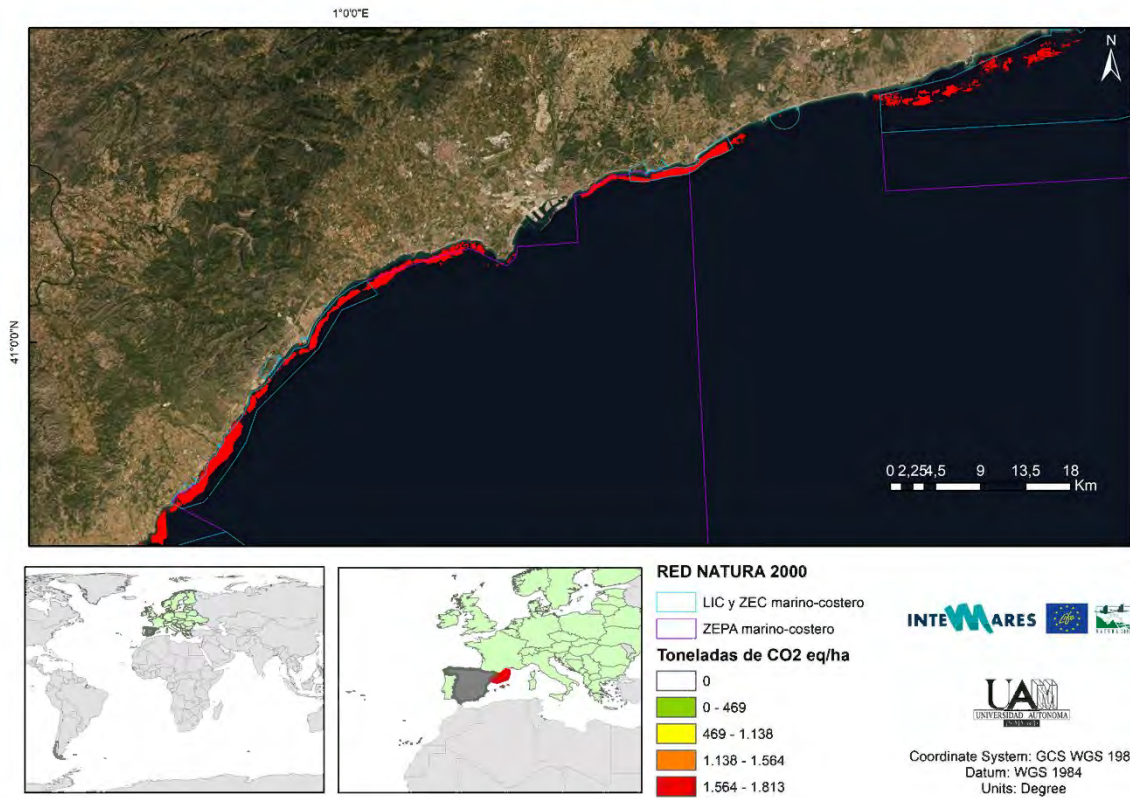


Figura extra-55. Costa Catalunya

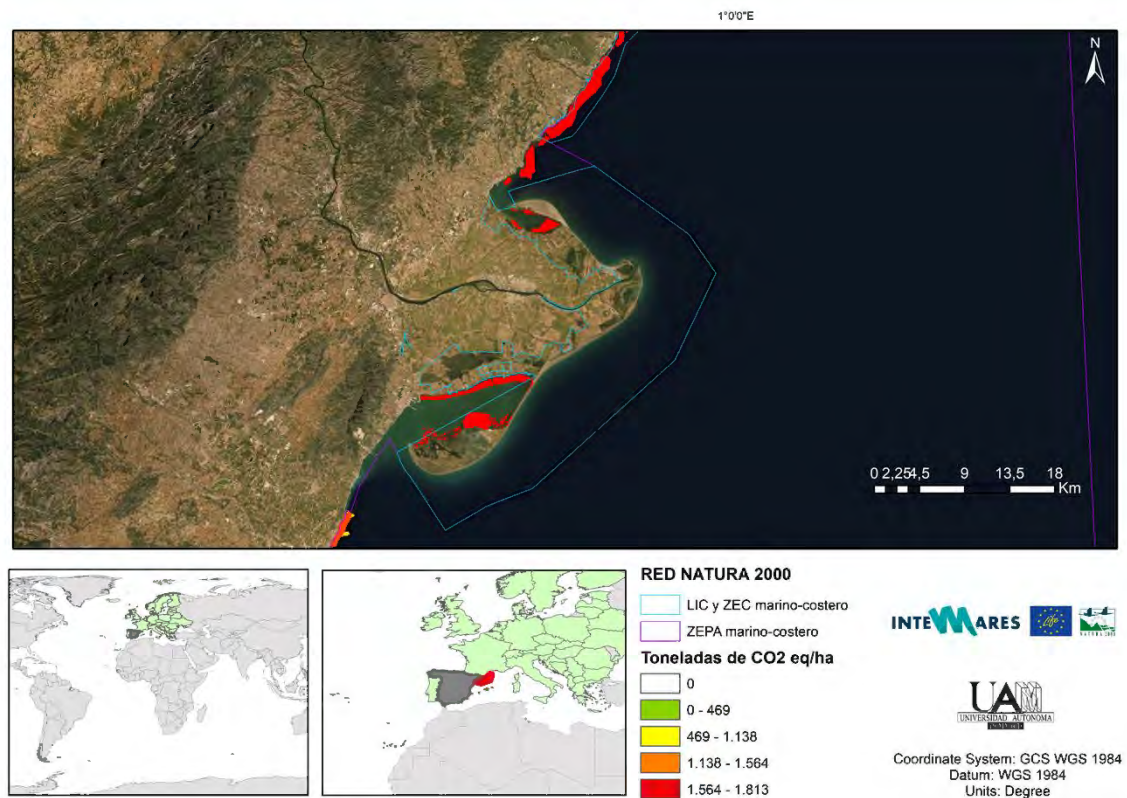


Figura extra-55b. Delta del Ebro

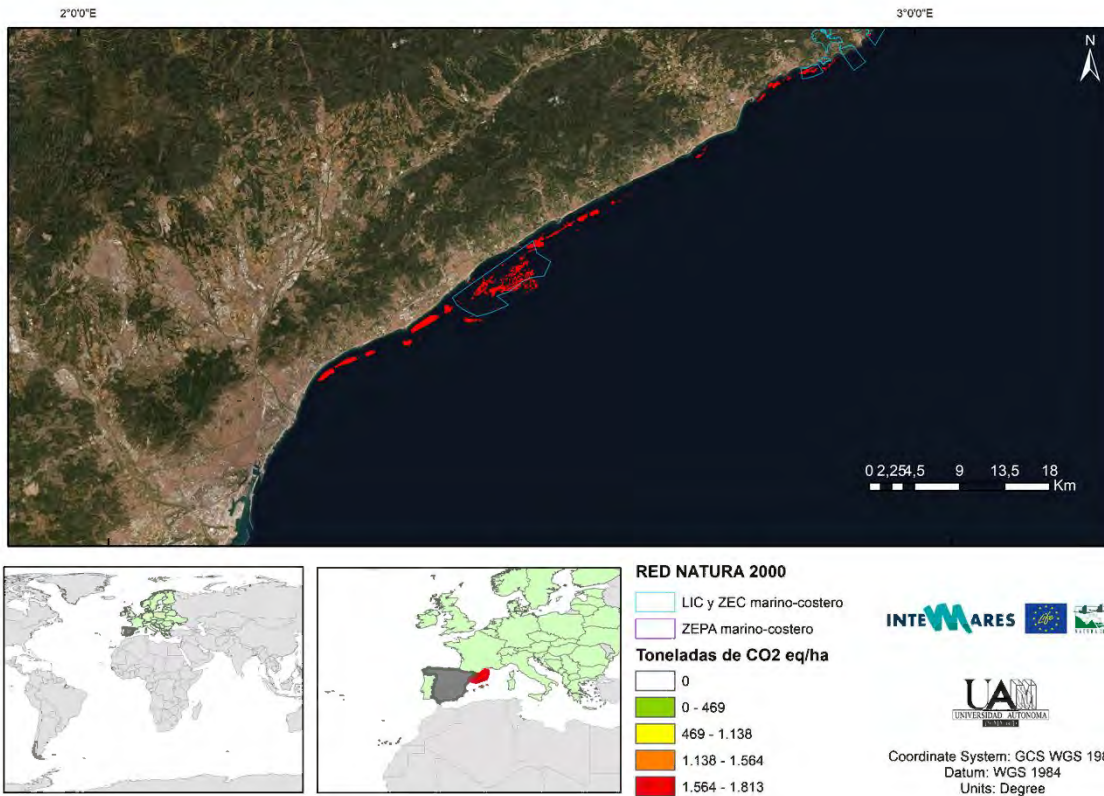


Figura extra-56. Costes Maresme

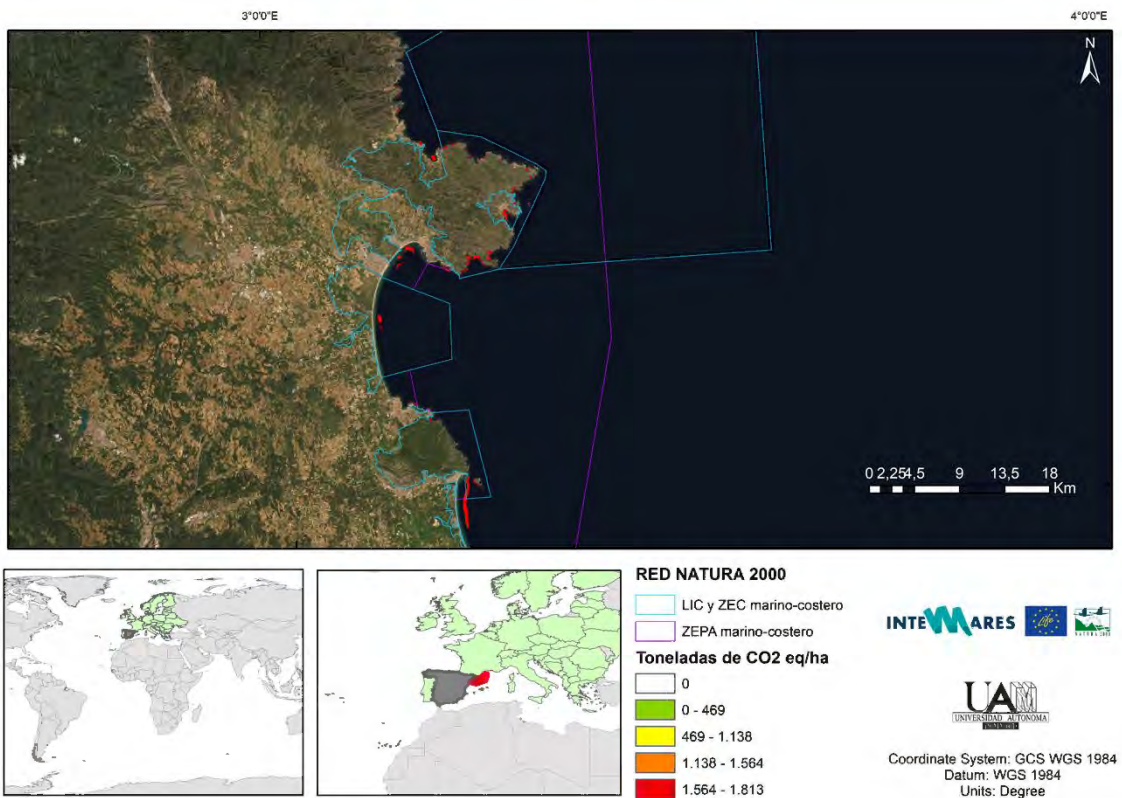


Figura extra-57. Golfo de León

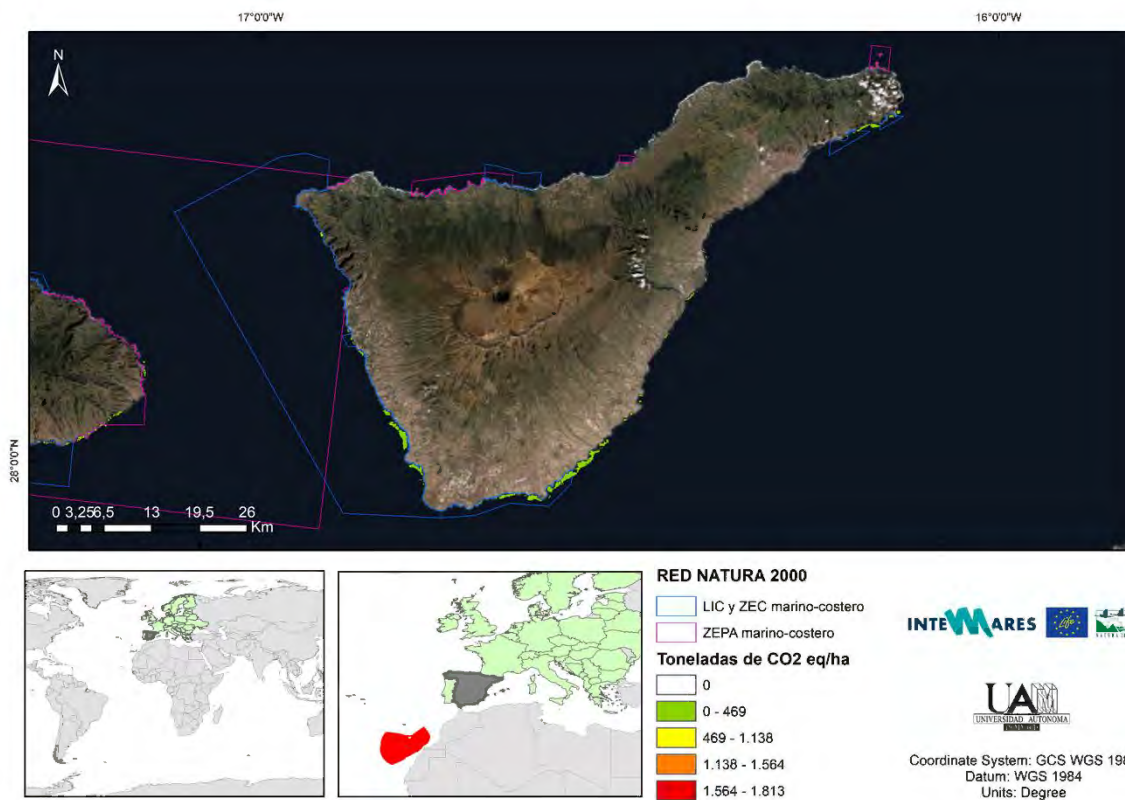


Figura extra-58. Carbono- Tenerife

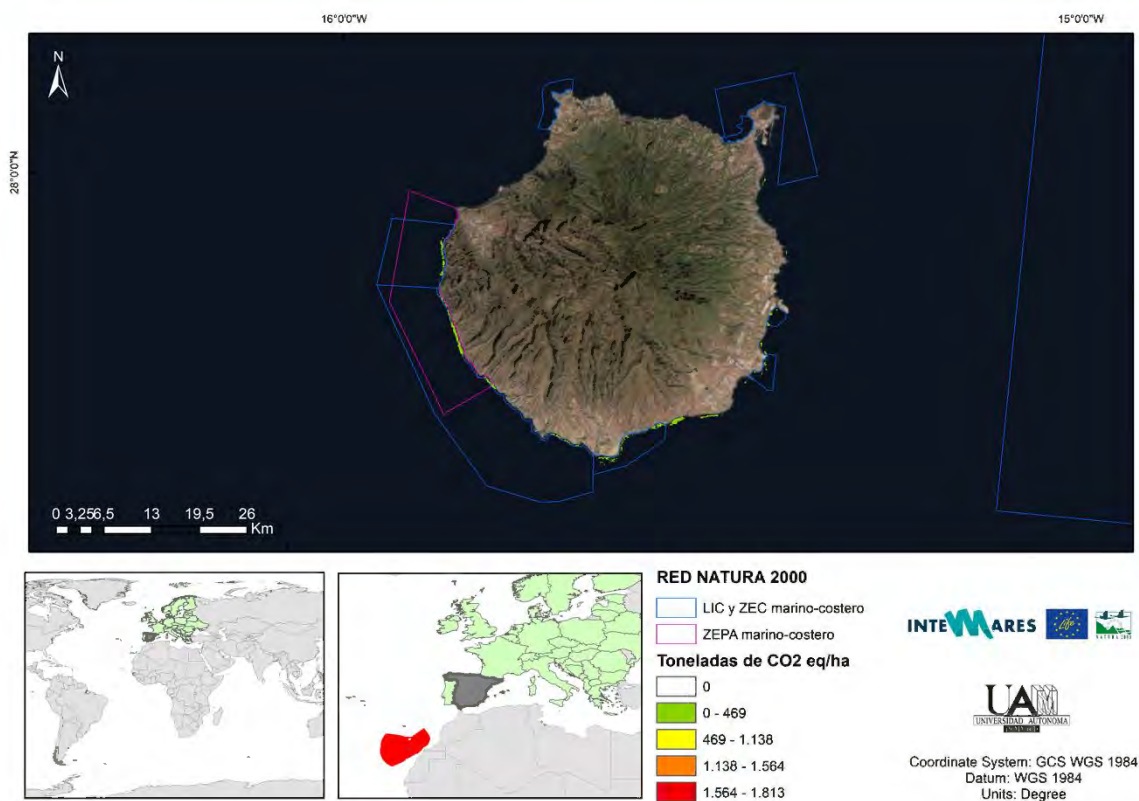


Figura extra-59. Carbono- Gran Canaria

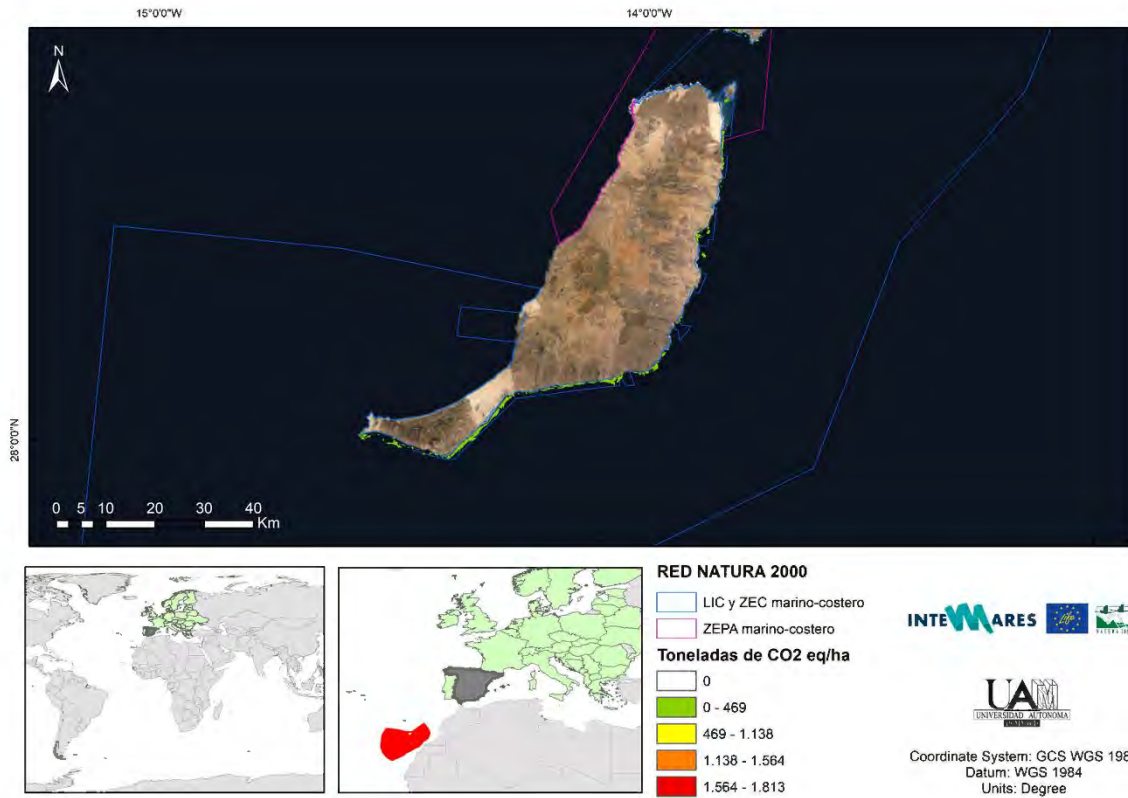


Figura extra-60. Carbono- Fuerteventura

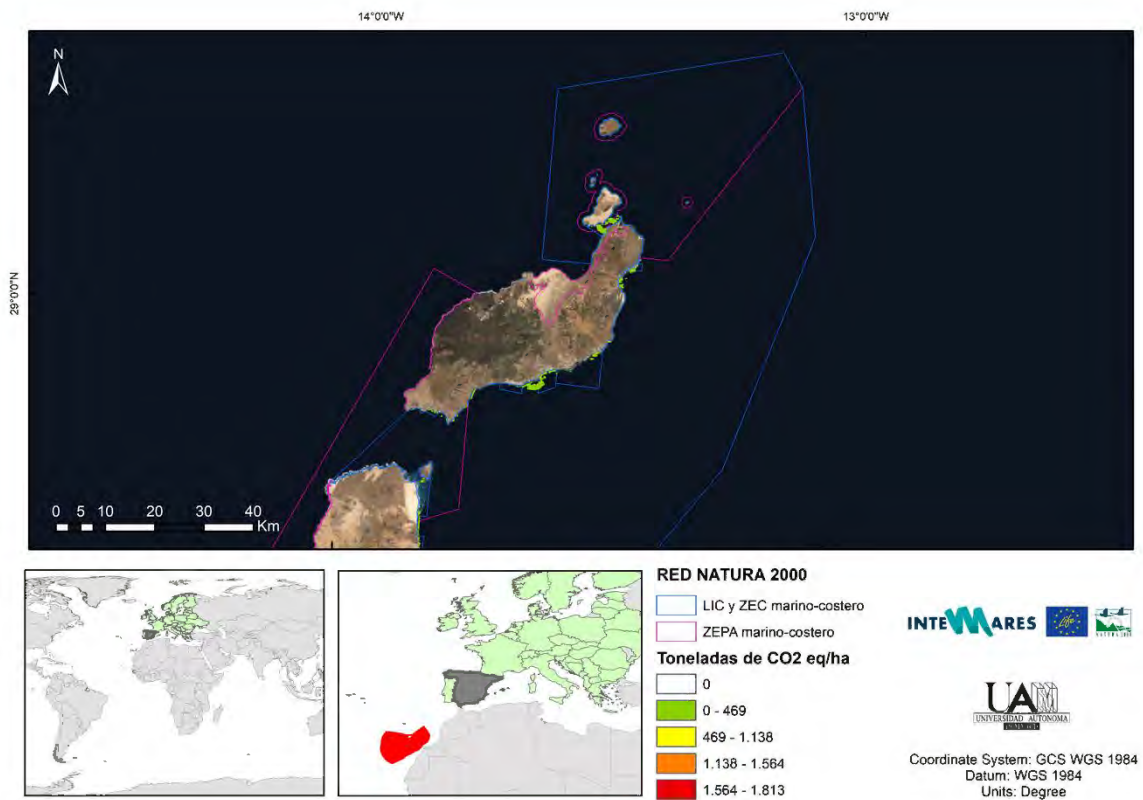


Figura extra-61. Carbono- Lanzarote

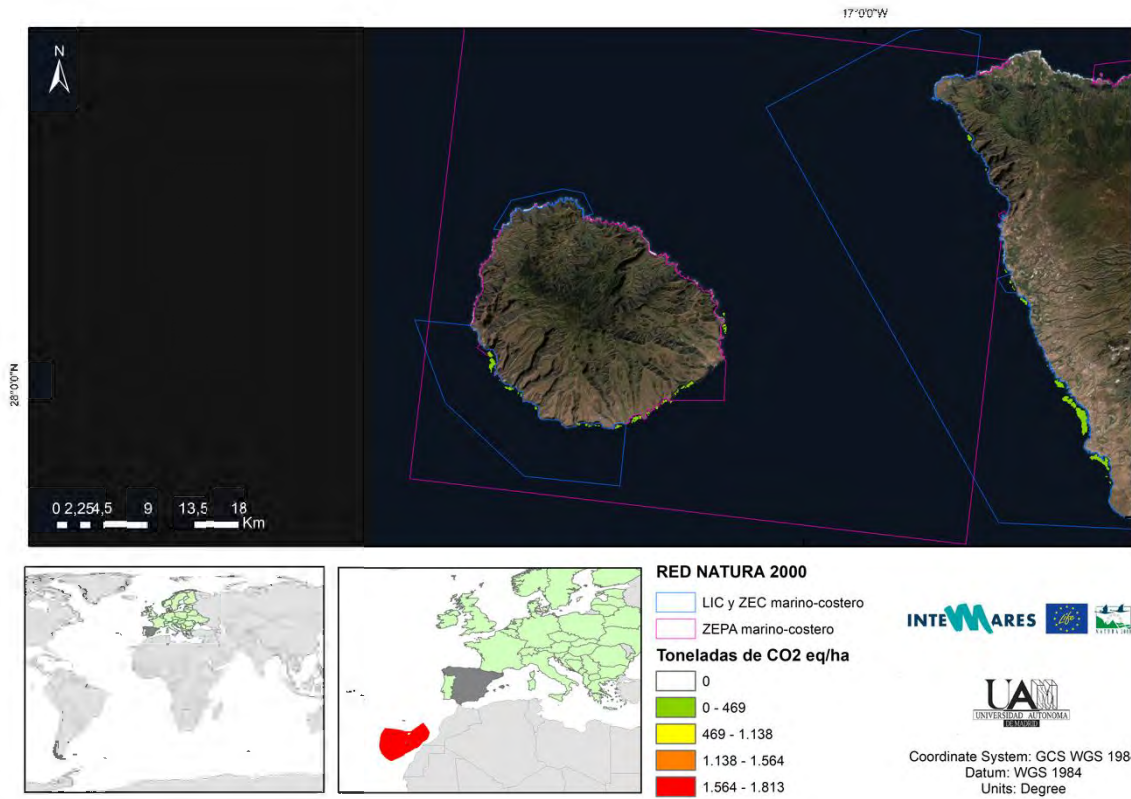


Figura extra-62. Carbono- La Gomera