

# LIFE IP INTEMARES

---

**Informe de evaluación de la actividad y huella pesquera.**

## **Acción A2.2.MU**

**Cañones Cabo Tiñoso, Seco Palos y Campo de Pockmarks**



## ÍNDICE

<b>Resumen ejecutivo .....</b>	<b>4</b>
<b>Executive summary .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Introducción .....</b>	<b>8</b>
1.1 Distribución espacial de la actividad pesquera .....	10
1.2 Marco legislativo .....	11
1.3 Objetivos.....	14
<b>2 Metodología .....</b>	<b>14</b>
2.1 Área de estudio .....	14
2.2 Fuentes y tipo de datos.....	16
2.2.1 Flota pesquera y estadísticas de captura y esfuerzo .....	16
2.2.2 Datos VMS.....	17
2.3 Análisis de datos.....	18
2.3.1 Segmentacion de la flota y esfuerzo pesquero en el área .....	18
2.3.2 Filtrado y análisis de datos VMS .....	19
2.3.3 Análisis del solapamiento entre pesquerías y hábitats bentónicos de interés comunitario	22
<b>3 Resultados.....</b>	<b>24</b>
3.1 Caracterización de la actividad pesquera en la zona de estudio.....	24
3.2 Caracterización de los registros VMS .....	29
3.3 Distribución espacial de la actividad pesquera .....	32
3.3.1 Arrastre .....	32
3.3.2 Palangre de superficie .....	35
3.3.3 Traíña.....	39
3.3.4 Otros artes de pesca .....	42
3.4 Potenciales zonas de solapamiento entre pesquerías y hábitats bentónicos de interés comunitario .....	46

4	<b>Conclusiones</b>	<b>49</b>
5	<b>Agradecimientos</b>	<b>50</b>
6	<b>Referencias</b>	<b>50</b>
7	<b>Anexo</b>	<b>534</b>

***Autores del informe:** Bellido, J.M., Terrones, B., Guijarro-García, E. 2021. Informe de evaluación de la actividad y huella pesquera. Acción A2.2.MU: Cañones Cabo Tiñoso, Seco Palos y Campo de Pockmarks. Proyecto Life IP INTEMARES. Memoria científico-técnica: 70 pp.*

**Fecha entregable:** 31/12/2021

*El proyecto LIFE IP INTEMARES, que coordina la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, avanza hacia un cambio de modelo de gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas para la toma de decisiones.*

*Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución financiera del Programa LIFE de la Unión Europea.*

## Resumen ejecutivo

Este informe presenta la huella pesquera en las zonas del SE español de Seco de Palos, Escarpe de Mazarrón y campo de *pockmarks* sometida a estudio en la Subacción A2.2 del proyecto INTEMARES con especial atención a la identificación de posibles solapamientos de actividades pesqueras con los hábitats de arrecife rocoso (1170) y campos de *pockmarks* (1180). El conocimiento detallado de la actividad pesquera permite optimizar la gestión conjunta de pesquerías y medidas de protección de hábitats y especies vulnerables, permitiendo la aplicación de diferentes herramientas de gestión espacial. Se han aplicado metodologías estandarizadas, ya contrastadas en aproximaciones similares. Los resultados nos permitirán avanzar en el conocimiento de la zona de estudio e investigar los potenciales conflictos entre los usos del ecosistema y su conservación para las propuestas de declaración de nuevos LIC en la RN 2000.

El área de estudio comprende el talud continental entre Cabo Cope (Murcia) y Cabo Cervera (Alicante) con una extensión de 4563 km<sup>2</sup> aproximadamente. La zona presenta una elevada biodiversidad en hábitats y especies asociadas (más de 43 especies incluidas en la Directiva de Hábitats y el Convenio de Barcelona). Tanto en los hábitats 1170 (arrecifes rocosos) y 1180 (campos de *pockmarks*) destaca la comunidad coralígena, lechos de rodolitos libres, bancos de corales blandos, bosques de gorgonias (*Paramuricea*, *Callogorgia*, *Viminella*), así como campos de esponjas y de *Leptometra phalangium*. A ellos hay que añadir las especies formadoras de bancos de corales blancos (*Madrepora*, *Lophelia*, *Desmophyllum*) y amarillos (*Dendrophyllia cornigera*), y campos de gorgonia 'bambú' (*Isidella elongata*) y pennatuláceos (*Funiculina quadrangularis*), todas ellas especies vulnerables.

Se ha trabajado con la base de datos VMS procedente de la SGP (MAPA), completada con información del Programa Nacional de Datos Básicos para la Evaluación pesquera proporcionada por el equipo de pesca del Centro Oceanográfico de Murcia del IEO. Se establecieron cuatro grupos de artes de pesca considerando su posible impacto sobre las comunidades bentónicas y la cantidad de buques involucrados en los diferentes segmentos de flota: artes de arrastre de fondo, traíña, palangre de superficie y otros, que incluye los restantes segmentos de flota que operan con aparejos de escasa presencia dentro del área de estudio y para los que no hay datos suficientes para un análisis estadístico. Los datos VMS disponibles corresponden a todos los registros de la flota pesquera en el área de estudio y la franja adyacente hasta la costa entre los años 2009 y 2017 e incluyen 356 barcos con un total de más de un millón de registros.

La distribución espacial del esfuerzo pesquero en la modalidad de arrastre de fondo es bastante constante entre años puesto que va asociada a un tipo de sustrato determinado pero se observa variabilidad interanual en la intensidad. El valor máximo alcanzado en una celda para la intensidad de pulsos (frecuencia absoluta) es de 306 pulsos. Las zonas con mayor esfuerzo pesquero se concentran cerca del borde de la plataforma continental en la zona del Escarpe de Mazarrón y en la zona norte del campo de pockmarks. Estas zonas con alta densidad de registros VMS se caracterizan por ser fondos llanos de sedimentos blandos, preferidos para el arrastre de fondo. La intensidad de pesca de arrastre en las dos elevaciones presentes en el campo de pockmarks, el Planazo y el Plis-Plas, no resulta especialmente alta. Asimismo, en la zona del Seco de Palos la intensidad de arrastre es bastante baja en comparación con otras zonas.

Para la evaluación adecuada de ese impacto pesquero y la huella ecológica que ocasiona es necesario identificar muy claramente los ambientes o hábitats sobre los que se produce ese impacto. De los artes para los que se dispone de datos suficientes para este análisis dentro de la zona de estudio, el único arte de uso mayoritario que ejerce un impacto directo sobre los hábitats bentónicos es la pesca de arrastre de fondo. Por este motivo se ha analizado específicamente la intensidad de este tipo de pesquería en las tres provincias fisiográficas de interés en la zona de estudio: talud superior, talud medio y altos.

Se ha contabilizado el número de pulsos VMS correspondiente al arrastre de fondo en cada una de las provincias fisiográficas susceptibles de presentar solapamiento con especies o hábitats de interés. El mayor esfuerzo pesquero se concentra en el talud superior, que recoge un 79% de los datos VMS de la zona de INTEMARES. Los datos preliminares de fauna identificada hasta el momento muestran una gran diversidad de cnidarios en fondos blandos, donde se han encontrado campos del coral bambú (*Isidella elongata*), y en fondos duros con especies propias del hábitat 1170. El esfuerzo pesquero es bastante menor en las provincias fisiográficas talud medio y altos pero son zonas con un alto valor ecológico por la alta biodiversidad encontrada en los diferentes secos de la zona de estudio.

## Executive summary

This report shows the fishing footprint in the SE Spanish areas of Seco de Palos, Escarpe of Mazarrón and the pockmark field under study in Subaction A2.2 of the INTEMARES project, with special attention to the overlap of fishing on reef (1170) and pockmarks fields (submarine structures made by leaking gases, 1180) habitats. Detailed knowledge of fishing activities allows optimizing the joint spatial management of fisheries and measures to protect vulnerable habitats and species. This study has applied standardized methodologies already tested in similar approaches. The results will allow us to advance in the knowledge of the study area and investigate the potential conflicts between the uses of the ecosystem and its conservation for the declaration proposals of new SCI in the RN 2000.

The study area includes the continental slope between Cape Cope (Murcia) and Cape Cervera (Alicante) with an area of approximately 4,563 km<sup>2</sup>. The area has high biodiversity in habitats and associated species (more than 43 species included in the Habitats Directive and the Barcelona Convention). Within habitats 1170 and 1180 we have detected the presence of coral communities, free rhodolith beds, banks of soft corals, gorgonian forests (*Paramuricea*, *Callogorgia*, *Viminella*), as well as sponge and *Leptometra phalangium* fields. We have also found cold water corals (*Madrepora*, *Lophelia*, *Desmophyllum*) and yellow coral (*Dendrophyllia cornigera*), as well as fields of 'bamboo' gorgonians (*Isidella elongata*) and pennatulaceans (*Funiculina quadrangularis*), all of them key species characterizing vulnerable marine ecosystems.

The data used for this research come from VMS database of the Spanish Fisheries Directorate (Spanish acronym SGP) depending of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Spanish acronym MAPA), completed with information from the Data Collection Framework provided by the fisheries team of the IEO Murcia Oceanographic Center. Prior to analyses we established four fishing gears groups based on their relevance to this study in terms of possible impact on vulnerable species and the fleet size. Thus we considered bottom otter trawl, purse seine, longline and others, which includes the remaining fishing gears used within our study area, including bottom longline. The original VMS dataset includes all the records of the fishing fleet in the study area and adjacent stripe reaching the coastline between the years 2009 and 2017, a total of 356 vessels and over one million records.

The spatial distribution of bottom trawling effort is quite constant between years as it is associated with a specific substratum type, although some interannual variability was observed.

Maximum pulse intensity (absolute frequency) was 306 pulses. The areas with the greatest fishing effort are concentrated near the edge of the continental shelf in the area of the Mazarrón Escarpment and in the northern area of the pockmark field. These areas with a high density of VMS logs are characterized by flat bottoms with soft sediments, preferred for bottom trawling. The intensity of trawling is not particularly high at the two seamounts present in the pockmark field, “Planazo” and “Plis-Plas”. Likewise, trawling intensity is quite low in the Seco de Palos compared to other areas.

In any fishing footprint study, and particularly those addressed to assess ecological impact it is necessary a very clear identification of the environments and habitats affected by said impact. Within our study area the only widely used gear with a direct impact on vulnerable species and habitats is bottom otter trawling. Thus we have focused on the spatial and temporal distribution of bottom trawl fisheries in the three physiographic provinces of interest in the study area: upper slope, medium slope and seamounts.

We estimated VMS pulses in each of the physiographic provinces likely to present overlap of fishing and the target vulnerable species and habitats. Fishing pressure concentrates on the upper slope, with 79% of the VMS points within our study area. The preliminary data of identified fauna present in this area shown a great diversity of cnidarians, both on soft bottoms with bamboo coral (*Isidella elongata*) and on hard bottoms with species typically associated to habitat 1170. Fishing pressure is much lower in the middle and high slope physiographic provinces, but these areas are of high ecological value due to the high biodiversity found in the different seamounts of the study area.

## 1 Introducción

El proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español” es el mayor proyecto de conservación del medio marino en Europa. Su principal objetivo es la articulación de una red de espacios marinos protegidos de la Red Natura 2000, gestionada de manera eficaz con la participación activa de los sectores implicados y la investigación como herramienta básica para la toma de decisiones. Para ello el proyecto integra diversos fondos, políticas y actores para la gestión de toda una red de espacios protegidos, configurando la primera iniciativa a nivel nacional que desarrolla este enfoque integral.

Además cuenta con el conocimiento, experiencia y resultados obtenidos con el proyecto LIFE+INDEMARES, que investigó 10 grandes áreas marinas de las regiones atlántica, mediterránea y macaronésica con el fin de evaluar y proponer su designación como Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de la Red Natura 2000. Sin embargo, el proyecto INDEMARES adoleció de estudios en zonas del sureste (SE) español existiendo un vacío espacial en cuanto a protección de ecosistemas profundos entre los LIC del Seco de Los Olivos y el Canal de Menorca. La inclusión de nuevas zonas con continuidad ecológica, como son el Seco de Palos, Escarpe de Mazarrón y campo de pockmarks, en la costa peninsular no cubierta en el proyecto INDEMARES, completan ese vacío existente en la Red Natura 2000, mejorando la conectividad entre las zonas protegidas, algo fundamental para la coherencia de la Red.

Estos trabajos se realizan en la Subacción A2.2 del proyecto INTEMARES, que además de las zonas del SE español de Seco de Palos, Escarpe de Mazarrón y campo de pockmarks, incluye la investigación de los montes submarinos del Sur de Mallorca (Emile Baudot, Ses Olives y Ausias March) y el sistema de cañones submarinos y los campos de pockmarks en la zona de Cap Bretón, único en todo el mar Cantábrico. Estos nuevos estudios permitirán contribuir a completar la actual RN 2000 marina española y cumplir con el compromiso de la UE de proteger al menos el 10% de la superficie marina en el marco del Convenio de Diversidad Biológica. El porcentaje actual de espacios marinos protegidos en el litoral español es del 9% y con estas nuevas áreas propuestas en el proyecto INTEMARES se podría alcanzar el 12%.

La determinación de la huella pesquera en la zona de estudio es una de las tareas programadas en la Subacción 2.2 porque conocer con detalle la distribución espacial de la actividad humana es necesario para su ordenación (Planificación Espacial Marina, Directiva 2014/89/UE; Halpern et al., 2008, James et al., 2018, Le Tixerant et al., 2018) y en concreto el conocimiento

detallado de la actividad pesquera permite optimizar la gestión conjunta de pesquerías y medidas de protección de hábitats y especies vulnerables (Janßen et al., 2018), permitiendo la aplicación de diferentes herramientas de gestión espacial, que pueden llegar incluso a cerramiento de zonas a la pesca, temporal o permanentemente (Gaines et al., 2009, Worm et al., 2009, Norse, 2010).

Por otro lado, la necesidad de ordenación de los diferentes usos del espacio marítimo donde se desarrollan diversas actividades como tráfico marítimo, extracción de crudo y gas a través de plataformas flotantes fijas y móviles, actividades de ocio y navegación, instalación de polígonos eólicos offshore, extracción de recursos pesqueros, instalaciones de acuicultura, etc. provocó que en julio de 2014 la Unión Europea adoptara una ley sobre la Planificación Espacial Marina, Directiva 2014/89/UE (Halpern et al. 2008, James et al. 2018, Le Tixerant et al. 2018). En este contexto, y debido a que la pesca constituye una actividad principal en el medio marino, es fundamental conocer en todo momento la localización de los buques pesqueros para así poder realizar un adecuado seguimiento de su actividad y definir la huella pesquera que provoca dicha actividad (Janßen et al. 2018).

Actualmente la flota pesquera española dispone de dos sistemas de control de posicionamiento de buques de pesca independientes entre sí. A través de su Secretaria General de Pesca, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) utiliza el Sistema de Localización de Buques para el control de la actividad pesquera, más conocido en su acepción inglesa Vessel Monitoring System (VMS) y que usaremos en este informe. Este sistema VMS es el utilizado por la mayoría de los países desarrollados, especialmente en el marco de la UE. Por otro lado, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha implantado en los buques bajo el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) un sistema llamado AIS (Automatic Identification System) que emite la posición de los buques a través de una banda marítima de VHF con el objetivo de que otros barcos puedan detectarlos y así prevenir los abordajes en la mar.

Este informe presenta la huella pesquera en la zona de estudio e incluye una descripción del área de estudio, la flota que opera en la zona, la metodología utilizada para la definición e identificación de la huella pesquera y los resultados y la interpretación de los mismos en relación con especies o comunidades vulnerables que puedan verse negativamente afectadas por la actividad pesquera.

## 1.1 Distribución espacial de la actividad pesquera

La actividad pesquera opera con distintos artes de pesca según las especies a las que está dirigida la captura. Aunque hay muchas maneras de clasificar los artes de pesca en el ámbito europeo se sigue la clasificación propuesta por el Reglamento UE 2021/1167 y anteriores que clasifica las distintas artes y operaciones de pesca en una serie de segmentos de flota y métiers. El Reglamento UE 2021/1167 define segmento de flota como *“grupo de buques con la misma categoría de eslora (LOA, eslora total) y el mismo arte de pesca predominante durante un año civil dado”* y métier como *“grupo de actividades de pesca que tienen por objeto la captura de especies (o conjuntos de especies) similares con artes similares durante el mismo período del año o en la misma zona, y que se caracterizan por modelos de explotación similares”*. Así vemos que el término métier incluye las especies objetivo de esa actividad pesquera en concreto.

Por otra parte, la pesca ocurre en determinados espacios ambientales donde habitan los recursos objetivo, por lo que tiene un elevado componente geográfico (Bellido et al. 2019). Al ser una actividad que se repite frecuentemente en unos espacios geográficos determinados, desde hace aproximadamente dos décadas se han realizado trabajos científicos para identificar y cuantificar la denominada huella pesquera, tanto en lo que se refiere a su distribución espacio-temporal como a su impacto ecológico (Swartz et al., 2010).

Aunque el concepto de huella pesquera es bastante evidente y fácilmente entendible aún no se dispone una definición estándar que sirva de referencia para los estudios científico-técnicos e incluso para la gestión marina. Amoroso et al. (2018) define la huella pesquera como *“el área de fondo marino arrastrada al menos una vez en una región y periodo determinado”*. En esta definición Amoroso et al. ignoran la huella pesquera que puede ejercer otros artes que no sean arrastrables y tampoco incluye ninguna referencia a la extensión, duración e intensidad de la actividad, como sí hace Shepperson et al. (2018) cuando se refiere a la huella pesquera como *“...la marca de extensión e intensidad de la actividad pesquera”*.

También es necesario tener en cuenta la huella ecológica, que es el impacto de la huella pesquera en los hábitats en que ocurre. El estudio de la huella ecológica ha ganado relevancia en el ámbito científico técnico por su gran utilidad en conservación y gestión de espacios marinos y en estos momentos constituye una herramienta fundamental y determinante tanto para el estudio como para la conservación y protección de hábitats bentónicos y hábitats vulnerables (Folke et al., 1998, Eigaard et al., 2017) .

## 1.2 Marco legislativo

Aunque la regulación y gestión de los datos de seguimiento de buques es realizada por las autoridades nacionales, a nivel mundial existe desde hace décadas una serie de acuerdos promovidos por Naciones Unidas donde se expone la necesidad de seguimiento y monitorización de la posición de los buques de pesca.

La primera referencia en textos normativos sobre seguimiento de posicionamiento de buques es la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, redactada en 1982 y en vigor desde 1994. Hasta la fecha configura el principal cuerpo legislativo que rige el uso internacional de los mares y océanos. En el artículo 5 de esta Convención se solicita a las naciones firmantes *“la necesidad de conocer la posición de los buques a través del desarrollo de nuevas tecnologías y mejora de los sistemas de seguimiento control y vigilancia”*. Igualmente se refiere a los sistemas de VMS en el artículo 18.3 donde requiere expresamente que los estados del pabellón apliquen el VMS como medio para controlar a los buques que enarbolan su bandera y define el VMS como elemento compatible con las medidas de ordenación pesqueras acordadas entre los Estados en el ámbito subregional, regional o global. Por otra parte, el Acuerdo de Cumplimiento de la FAO establecido para promover el cumplimiento de las medidas internacionales de conservación y ordenación por los buques pesqueros que pescan en alta mar, incluye en su artículo 3 el requisito de informar sobre las operaciones de los buques, particularmente con relación al lugar en que realizan las operaciones pesqueras y señalando la responsabilidad del estado del pabellón del buque.

En el contexto europeo toda la regulación pesquera europea de las últimas décadas integra normativas sobre VMS. Tanto el reglamento vigente de Política Pesquera Común (Reglamento EU Nº 1380/2013) como el reglamento específico sobre medidas técnicas (Reglamento EU Nº 2019/1241) indican que se deben aprovechar las tecnologías modernas (como el sistema de localización de buques, el sistema de detección de buques y el sistema de identificación automática) porque posibilitan un seguimiento eficaz y la realización rápida de controles. En dicha legislación se establece la obligatoriedad de que los estados miembros tengan un sistema de localización de buques para seguir de manera eficaz las actividades pesqueras de los buques que enarbolan su pabellón o faenen en sus aguas. Además, remarca que este dispositivo debe de poder detectar al barco en cualquier parte del mundo, se encuentre donde se encuentre. La norma también posibilita algunas exenciones a buques dependiendo de la eslora, aunque deja a los

estados la potestad de obligar a cualquier buque pesquero que lleve su pabellón a llevar instalado un sistema de localización de buques.

A nivel nacional el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación es el encargado de regular el sistema de localización de buques pesqueros vía satélite (VMS). La normativa vigente es la Orden APA/3660/2003, de 22 de diciembre, por la que se regula en España el sistema de localización de buques pesqueros vía satélite y por la que se establecen las bases reguladoras de las ayudas para la adquisición e instalación de los sistemas de localización de buques pesqueros. En dicha orden se detallan las especificaciones de los aparatos, se identifican los buques que tienen la obligatoriedad de uso del equipamiento y se definen las variables que debe recoger el equipo: identidad buque, fecha en año, mes y día y hora en hora y minutos en UTC después de haberse producido el evento, latitud actual, longitud actual, rumbo actual, velocidad actual (ver Orden APA/3660/2003 para un listado detallado de variables). Posteriormente la Orden APA/899/2018, de 23 de agosto, modifica y complementa la norma regulando y actualizando algunos aspectos técnicos de los equipos de telecomunicaciones, como por ejemplo los errores permitidos en la posición y la velocidad, que deben ser inferiores a 25 m y 0,5 nudos respectivamente.

En el ámbito autonómico también se han establecido algunos sistemas de localización y seguimiento de buques con normativa específica. En Andalucía y la Región de Murcia está actualmente regulada la aplicación de estos sistemas con implantación progresiva. En Andalucía se ha establecido el Sistema de Localización y Seguimiento de Embarcaciones Pesqueras Andaluzas (SLSEPA) que permite el seguimiento en tiempo real de los buques pesqueros con puerto base en dicha comunidad autónoma. Su funcionamiento se basa en la transmisión de datos obtenidos de los satélites GPS a través de la red GPRS, con una frecuencia media de tres minutos configurables según necesidades (Del Olmo, 2014). El sistema se desarrolló inicialmente para algunas flotas artesanales con esloras menores de 15 m pero se ha ido extendiendo hasta cubrir toda la flota andaluza. En la Región de Murcia el 70% de la flota pesquera no se encuentra obligado a instalar el sistema VMS debido a sus peculiares características, pero mediante el Decreto nº 32/2016, de 4 de mayo se implantó un sistema de localización y seguimiento de embarcaciones pesqueras llamado TETRAPES destinado a las embarcaciones inscritas en el Censo de Flota Pesquera Operativa en la modalidad de artes menores: aquellas con eslora inferior a 15 m y con puerto base en la Región de Murcia o que faenen habitualmente dentro de las aguas interiores de esa comunidad autónoma (barcos que durante dos años consecutivos dispongan de un mínimo de 100 hojas de venta en sus puertos).

Aunque el sistema VMS constituye un procedimiento estandarizado de amplio uso y muy útil para el seguimiento de buques y sus operaciones de pesca, la transmisión de datos vía satélite tiene un elevado coste que limita la frecuencia con que se solicitan, normalmente de una posición cada dos horas. El centro de control puede solicitar el aumento de la frecuencia si se considera que existe riesgo de infracción o se sospecha que se ha producido pesca ilegal.

El Sistema de Identificación Automática (Automatic Identification System, AIS por sus siglas en inglés) es también de amplia implantación para el intercambio de información sobre la navegación. A través de este sistema se puede intercambiar electrónicamente información entre diferentes estaciones receptoras. La Organización Marítima Internacional en 2002, a través de una modificación del convenio SOLAS, obliga a instalar el sistema en algunos tipos de barcos como sistema fundamental de seguridad para prevenir los abordajes entre buques en alta mar (OMI, 2002). La información de los datos AIS se envía a intervalos regulares vía VHF usando dos frecuencias específicas, la de 161,975 MHz y la de 162,025 MHz, aunque el sistema es capaz de transmitir en otras frecuencias si hubiera una mayor demanda en el futuro (OMI, 2002). Esto permite que cualquier persona con un receptor con dichas frecuencias pueda acceder gratuitamente a esa información. Su uso en España está regulado por el Ministerio de Fomento a través de la Dirección General de la Marina Mercante por ser un dispositivo para mejorar la seguridad en el mar y regular el tráfico marítimo. El Real Decreto 210/2004 y su posterior modificación aparecida en el Real Decreto 1593/2010 establecen un sistema de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo en aguas en las que España ejerce soberanía.

Los datos AIS también se pueden recibir vía satélite y hay empresas que los almacenan, registran y comercializan. En este sentido hay que destacar la labor de la organización Global Fishing Watch (<https://globalfishingwatch.org>), que desde 2016 recopila y proporciona gratuitamente datos AIS y que son extremadamente valiosos para todo tipo de usos científicos.

Respecto a las limitaciones legales de uso de datos VMS en gestión de medio marino, según el Reglamento de ejecución (UE) nº 404/2011 de 8 de abril los datos VMS tienen carácter confidencial y deben utilizarse únicamente para el ejercicio de las funciones de vigilancia, control e inspección de la actividad pesquera por personal autorizado de los Ministerios competentes del área de Pesca y/o Medio Ambiente. Sin embargo, para preservar los recursos pesqueros y su explotación sostenible, el Reglamento (UE) 2017/1004 del Parlamento y del Consejo de 17 de mayo de 2017, establece un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico, en relación con la Política Pesquera Común. Este

Reglamento se complementa con la Decisión de Ejecución (UE) 2016/1251 de la Comisión de 12 de julio de 2016 por la que se adopta un programa plurianual de la Unión para la recopilación, gestión y uso de los datos de los sectores de la pesca y la acuicultura para el periodo 2017-2019. De acuerdo con la legislación vigente los estados miembros deben recoger datos biológicos, técnicos, ambientales y socioeconómicos del sector pesquero en el marco de un programa nacional plurianual elaborado en consonancia con el programa comunitario. La información que se obtiene de estos programas son los datos básicos necesarios para el asesoramiento científico en la gestión sostenible de los recursos pesqueros. Entre esos datos encontramos la información relativa al posicionamiento de los buques. Estos datos son transmitidos a usuarios finales con fines de análisis científico y para los debates de formulación de políticas en el marco de la Política Pesquera Comunitaria (PPC). La Secretaría General de Pesca (SGP) está designada como coordinador nacional para el intercambio de información entre la Comisión, usuarios finales y las Unidades implicadas a nivel nacional en la recopilación de los datos, como la propia SGP, la SG de Estadísticas del MAPA e institutos científicos de investigación, principalmente el Instituto Español de Oceanografía.

### 1.3 Objetivos

El objetivo de este trabajo es la descripción y evaluación de la actividad de la flota pesquera en la zona y hábitats de estudio de la Acción 2.2 del proyecto INTEMARES en el SE peninsular, con especial atención a la huella pesquera que dicha actividad produce en los hábitats de estudio de arrecife rocoso (1170) y campos de *pockmarks* (1180).

Los estudios se realizarán aplicando metodologías estandarizadas y ya aplicadas en aproximaciones similares, como las realizadas durante el proyecto LIFE+ INDEMARES. Los resultados nos permitirán avanzar en el conocimiento de la zona de estudio e investigar los potenciales conflictos entre los usos del ecosistema y su conservación para las propuestas de declaración de nuevos LIC en la RN 2000.

## 2 Metodología

### 2.1 Área de estudio

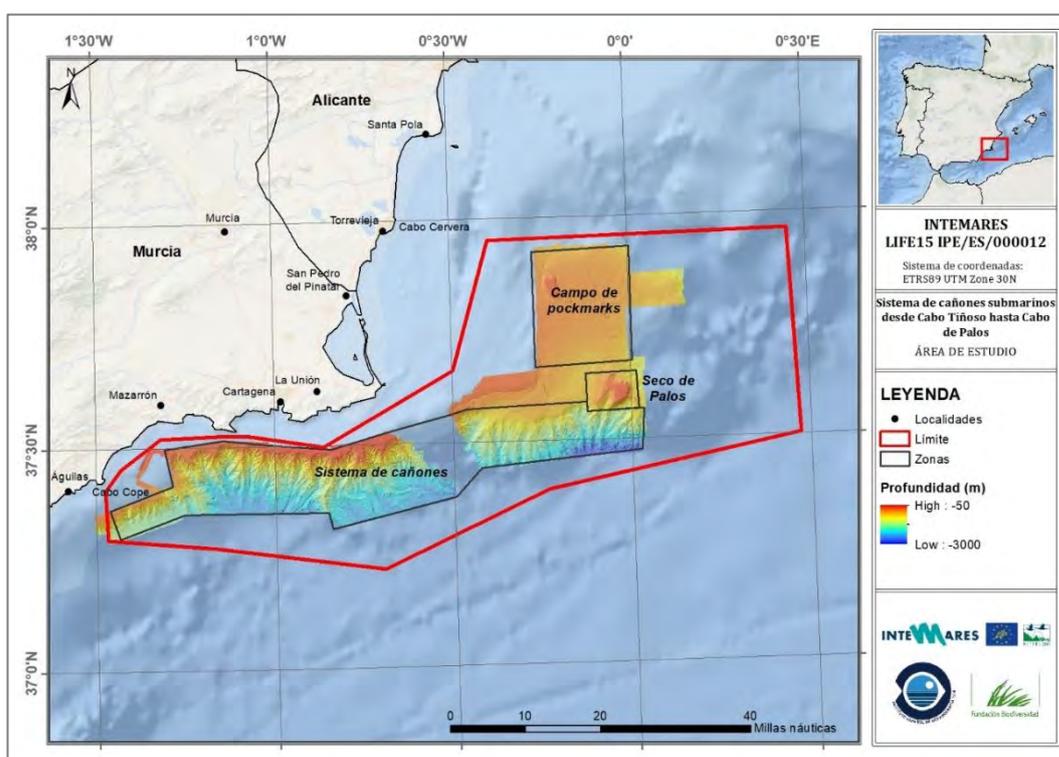
El área de estudio comprende el talud continental entre Cabo Cope (Murcia) y Cabo Cervera (Alicante) con una extensión de 4563 km<sup>2</sup> aproximadamente (Figura 1). Este área abarca tres ambientes claramente diferenciados (Fernández-Salas et al., 2018, Bellido et al., 2021):

- Escarpe de Mazarrón: consiste en un complejo sistema de cañones submarinos de

orientación oeste-este y que se extiende desde Cabo Tiñoso a Cabo de Palos. Estos cañones se desarrollan desde 100 a 2500 m de profundidad con una variada morfología, pendiente y jerarquización de sus canales o tributarios submarinos.

- Seco de Palos: elevación o montaña submarina frente al Cabo de Palos que presenta un gran desnivel entre su meseta superior a 86 m de profundidad y la llanura abisal adyacente, a 2700 m.

- Campo de *pockmarks*: extenso campo de depresiones en forma lagunar (“*pockmarks*”, en inglés). Este Campo está localizado al norte del Seco de Palos hasta Cabo Cervera, en el talud medio y con orientación norte-sur entre los 450 y 600 m de profundidad. En esta área se encuentran dos promontorios marinos de tamaño medio, denominados secos del “Planazo” y “Plis-Plas”.



**Figura 1.** Área de estudio de INTEMARES Murcia.

La zona presenta una elevada biodiversidad en hábitats y especies asociadas (más de 43 especies incluidas en la Directiva de Hábitats y el Convenio de Barcelona). Entre los hábitats 1170-Arrecifes Rocosos y 1180-Campos de Pockmarcks, destacan la comunidad coralígena, lechos de rodolitos libres, bancos de corales blandos, bosques de gorgonias (*Paramuricea*, *Callogorgia*, *Viminella*), así como campos de esponjas y de *Leptometra*. A ellos hay que añadir las especies formadoras de bancos de corales blancos (*Madrepora*, *Lophelia*, *Desmophyllum*) y amarillos (*Dendrophyllia cornigera*), y campos de gorgonia ‘bambú’ (*Isidella*) y pennatuláceos (*Funiculina*),

todos ellos ecosistemas marinos vulnerables (Guijarro-García et al., 2019, Bellido et al., 2020).

También representa una importante zona trófica para cetáceos, tortugas, aves marinas y tiburones pelágicos. En la zona hay poblaciones estables de cetáceos (*Globicephala melas*, *Grampus griseus* y *Tursiops truncatus*), tortuga boba (*Caretta caretta*) y elasmobranquios de profundidad, así como rutas tróficas y/o migratorias de rorcual común y cachalote y de aves marinas (pardelas, paíño, gaviota de Audouin). El Seco de Palos es una importante zona de tiburones demersales profundos (*Heptranchias*, *Hexanchus*, *Galeus*, *Etmopterus*, *Dalatias*, *Oxynotus*,...) (Arroyo et al., 2021).

En esta zona se desarrolla una importante actividad pesquera en la que destaca la pesca de arrastre dirigida especialmente a la gamba roja (*Aristeus antennatus*). Se usan además redes de cerco (especialmente la traíña dirigida a pequeños pelágicos), enmalle dirigido a especies demersales y bentónicas y palangre dirigido al pez espada y nasas. En el Seco de Palos se está intensificando la pesca artesanal con artes de enmalle y palangre de profundidad y están extendidas la pesca recreativa y deportiva sobre especies demersales de interés pesquero y ambiental como besugo, brótola de roca, congrio, cherna, mero y dentón, con un impacto aún sin cuantificar.

La zona de estudio incluye rutas de elevado tráfico marítimo debido a su situación geográfica y la presencia del Puerto de Cartagena como importante polo marítimo/naval.

## 2.2 Fuentes y tipo de datos

### 2.2.1 Flota pesquera y estadísticas de captura y esfuerzo

Los datos de flota pesquera y estadísticas de captura y esfuerzo pesquero en la zona han sido proporcionados por el equipo de pesca del Centro Oceanográfico de Murcia del IEO. Dichos datos proceden del Programa Nacional de Datos Básicos para la Evaluación pesquera que desarrolla el IEO y que es cofinanciado por la UE a través del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP) dentro del Programa Nacional de recopilación, gestión y uso de datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común.

Para este análisis, en una primera aproximación se han considerado los puertos adyacentes al área de estudio: Águilas, Mazarrón, Cartagena y San Pedro del Pinatar en la Región de Murcia y Torrevieja, Santa Pola y Villajoyosa en la provincia de Alicante. En estos puertos están matriculados y operan los barcos que explotan los caladeros de pesca del golfo de Alicante y Murcia.

Asimismo, es una aproximación a mayor detalle, se han analizado estos mismos datos para los barcos que faenan dentro de la zona de estudio, que corresponden con los barcos emisores de los pulsos VMS analizados en este estudio.

### 2.2.2 Datos VMS

Se ha trabajado con la base de datos VMS procedente de la SGP (MAPA), completado con información proporcionada por el equipo de pesca del Centro Oceanográfico de Murcia del IEO y que procede del Programa Nacional de Datos Básicos para la Evaluación pesquera, para la zona comprendida entre las latitudes 37°N y 38°N y longitudes 1°24'W y 0°30'E (Figura 2). Estos datos corresponden a todos los registros VMS de la flota pesquera en el área de estudio entre los años 2009 y 2017 e incluyen 356 barcos con un total de más de un millón de registros (1094898). Cada uno de estos registros incluye campos para la identificación y descripción de la embarcación (tamaño y arqueo) y campos para identificación de travesía y operaciones de pesca: fecha, hora, coordenadas, velocidad, rumbo y aparejo.

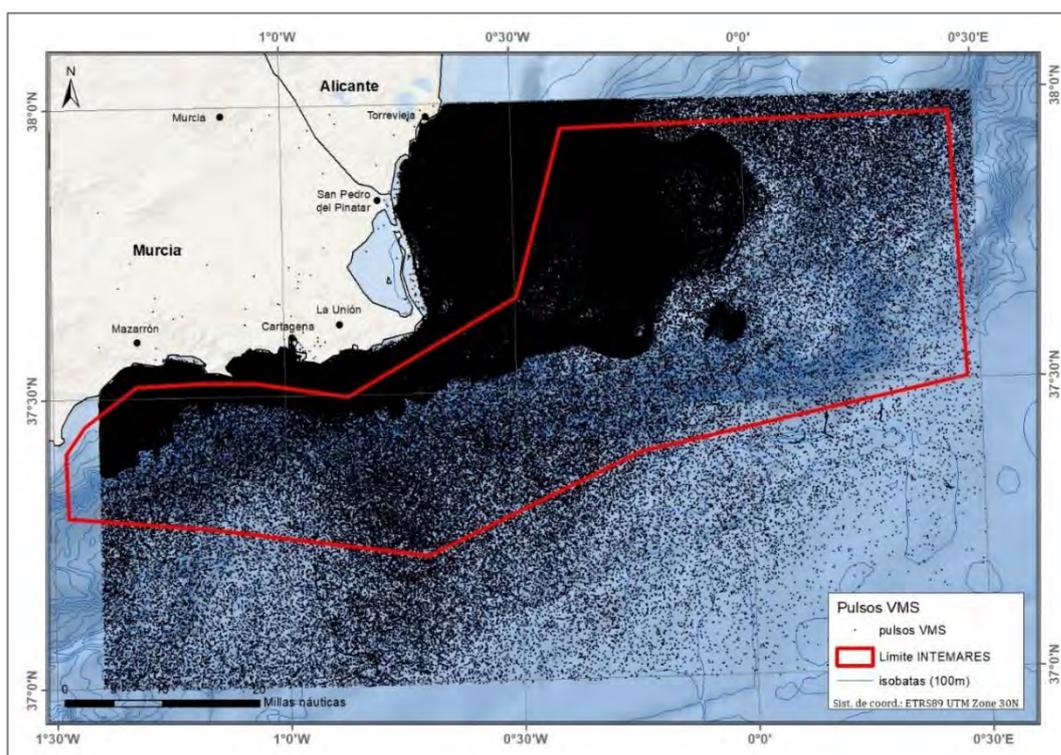


Figura 2. Localización de los pulsos VMS disponibles.

## 2.3 Análisis de datos

### 2.3.1 Segmentación de la flota y esfuerzo pesquero en el área

Para la segmentación de la flota se ha usado la caracterización que se utiliza como estándar en los estudios de pesca del Programa Nacional de Datos Básicos para la Evaluación pesquera del IEO, concretamente en el área de estudio la actividad pesquera se realiza en las siguientes unidades pesqueras o segmentos de flota:

- FPO - Nasas, alcatruces y otras trampas dirigidas a especies demersales.
- GNS - Enmalles fijos dirigidos a especies demersales.
- GNS - Enmalles fijos dirigidos a grandes y pequeños pelágicos.
- GTR - Trasmallos dirigidos a especies demersales.
- LLD - Palangre de superficie, dirigido a Pez espada
- LLS - Palangre de fondo, dirigido a peces demersales.
- OTB - Arrastre con puertas dirigido a especies de aguas profundas.
- OTB - Arrastre con puertas dirigido a especies demersales.
- OTB - Arrastre con puertas dirigido a mezcla de especies demersales y especies de aguas profundas.
- PS - Traíña, cerco dirigido a pequeños pelágicos.

Como se ha mencionado anteriormente en la sección 1.2 de marco legislativo, no todos los buques pesqueros están obligados al uso del equipamiento VMS y muchos de los barcos de la zona y las unidades pesqueras anteriores no disponen de equipamiento VMS. En este estudio dirigido a caracterización de huella pesquera hemos agrupado algunos segmentos de flota en grupos de artes más importantes, tanto por su volumen total de buques como por su posible impacto en las comunidades bentónicas. Así los grupos de artes finalmente considerados fueron:

- Artes de arrastre de fondo, que incluye los segmentos de flota OTB.
- Arte de traíña, que incluye el segmento de flota PS.
- Arte de palangre de superficie, que incluye el segmentos de flota LLD.
- Otros, que incluye los restantes segmentos de flota, especialmente aquellos relativos a artes menores (FPO, GNS, GNR, ...) y palangre de fondo (LLS).

La unidad de esfuerzo utilizada es la marea, que en el área de estudio equivale en la mayor parte de los casos a días de pesca porque los barcos regresan a puerto en el mismo día, aunque

puede haber mareas de dos o tres días en los barcos de palangre de superficie y de palangre de fondo.

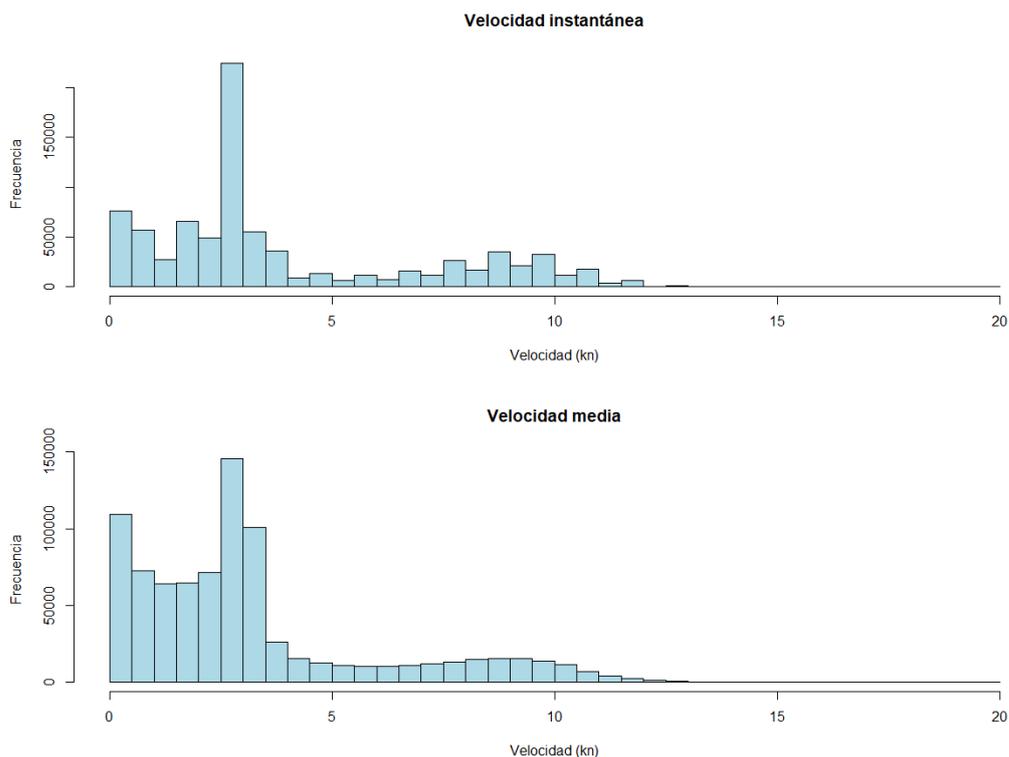
### 2.3.2 Filtrado y análisis de datos VMS

Para la limpieza y procesado de datos para eliminar los registros no válidos o no asociados a la actividad pesquera se ha seguido la metodología propuesta en Hintzen et al. (2011) y Punzón et al. (2016), adaptándola a las características propias de la zona de estudio y a las necesidades del proyecto.

Se han eliminado en primer lugar las localizaciones VMS erróneas (p.ej. puntos en tierra), los registros sin fecha ni hora, fuera de rumbo, y los duplicados. Asimismo, se han eliminado los datos de los barcos que han aportado 10 o menos posiciones en un año, y se ha utilizado un filtro de proximidad a puerto, eliminando los registros situados a menos de 3 millas de un puerto.

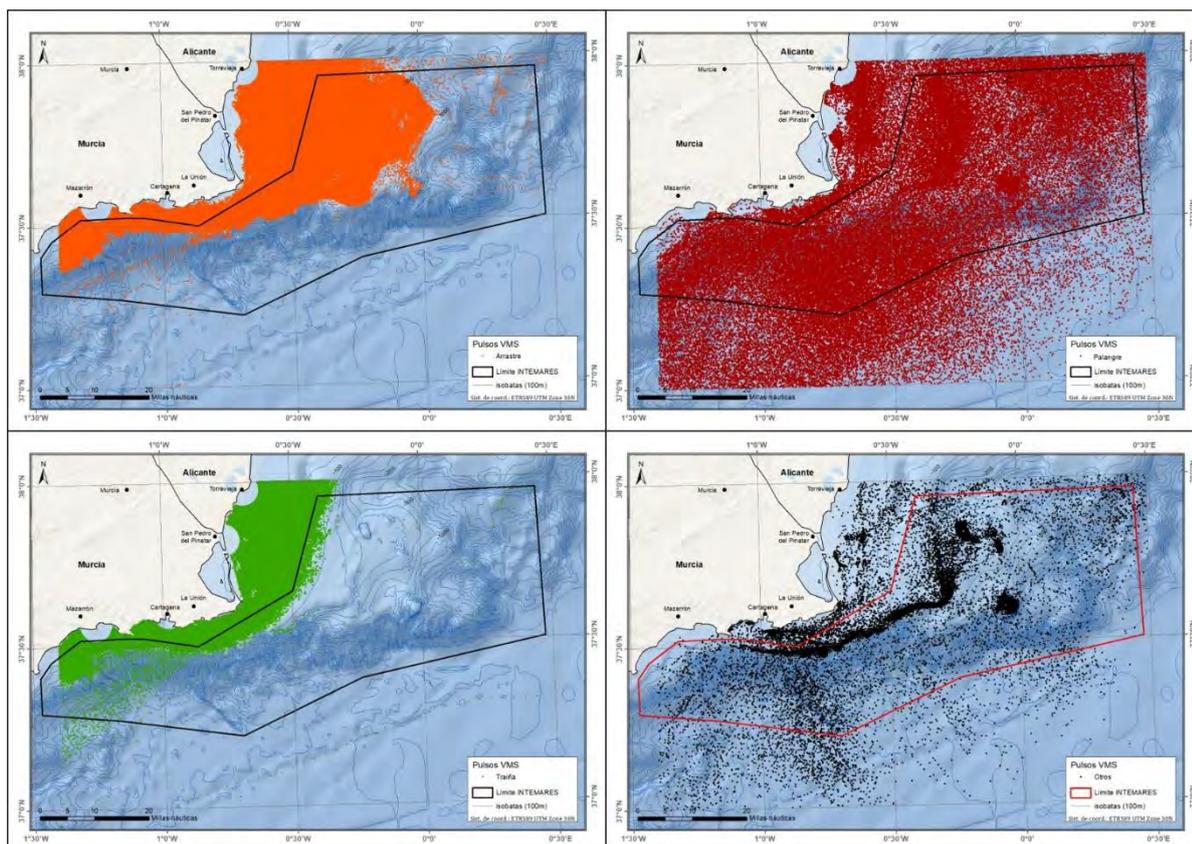
Se ha definido el cambio de marea cuando el intervalo de tiempo entre dos pulsos consecutivos para el mismo barco ha sido mayor de 5 horas, y se ha aplicado un filtro para eliminar las mareas anómalas con más de 100 pulsos por sobrefrecuencia de pulso en base al intervalo estándar de emisión.

Para análisis posteriores se ha calculado la velocidad media de los barcos teniendo en cuenta el tiempo entre registros y la distancia euclidiana entre los puntos, ya que según Hintzen et al. (2011) para este tipo de análisis es preferible utilizar esta velocidad a la instantánea recogida en los datos VMS (Figura 3).



**Figura 3.** Histogramas de frecuencias de velocidad instantánea registrada en los datos VMS y velocidad media calculada en base a la distancia euclidiana y al tiempo entre registros.

Para el análisis se han agrupado los artes de pesca en cuatro grupos: arrastre, palangre de superficie, traíña y otros. La categoría de otros engloba el resto de artes de pesca de los que se disponen de registros VMS (artesanales, cerco atunero, enmalles, nasa, tangonera, volanta, palangre de fondo, palangres, palangrillo de superficie y artes sin identificar), de los que se dispone de un número bajo de datos (Figura 4).



**Figura 4.** Localización de los pulsos VMS tras el filtrado y limpieza de datos para los cuatro grupos de artes analizados: arrastre (en naranja), palangre (en granate), traña (en verde) y otros (en negro).

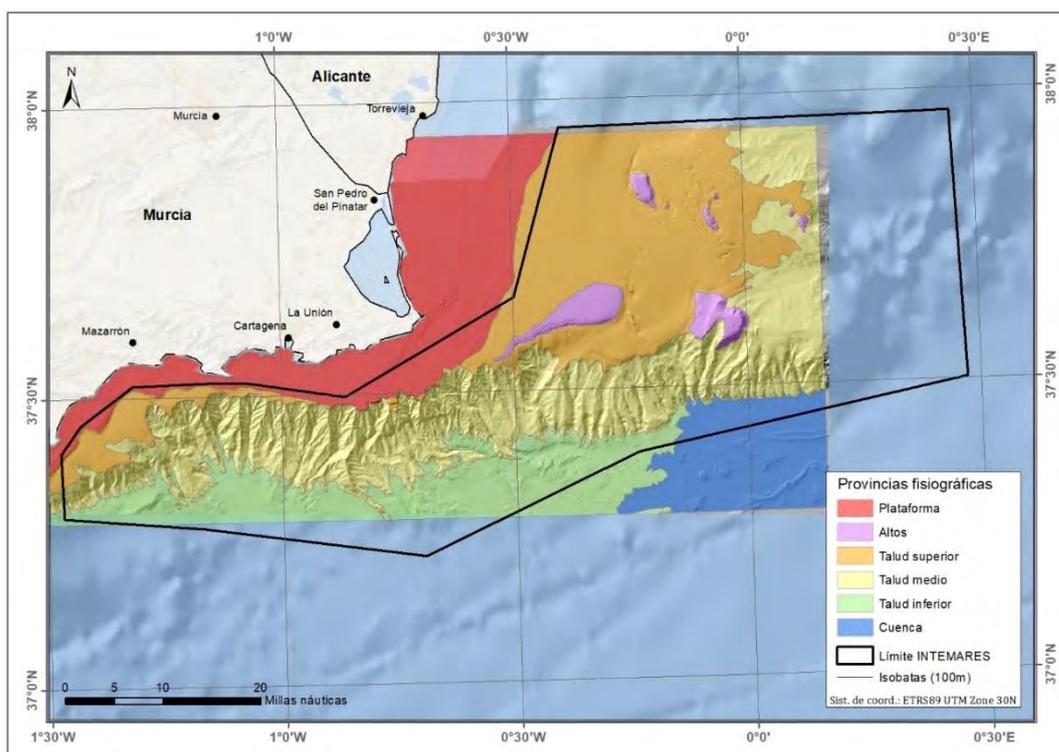
Para separar los pulsos VMS de actividad pesquera y los de travesía se ha realizado una regresión segmentada) en base a la distribución de frecuencias de las velocidades medias. Se han calculado los cambios de tendencia para todos los registros con una velocidad media inferior a 20 kn. En el caso del arrastre se ha determinado una velocidad mínima y máxima de trabajo, ya que se trata de una pesquería móvil. En el caso de las pesquerías estáticas como son la traña y el palangre se debe tener en cuenta que la maniobra de calado de las artes se puede realizar a velocidad de navegación, pero no la maniobra de virado. Por tanto, el corte establecido en la regresión segmentada corresponde a la velocidad máxima de la operación de virado de los artes (Anon., 2013, Punzón et al., 2016). Para ello se han realizado 1000 réplicas con una selección aleatoria de 5000 registros en cada réplica, y se ha calculado la mediana de los puntos de corte obtenidos. Los registros de datos VMS se han filtrado en base a estos umbrales salvo los registros incluidos en el grupo "Otros", puesto que se trata de una mezcla heterogénea de varias artes artesanales y diferentes tipos de palangres. Posteriormente se ha realizado una selección aleatoria de un registro por barco y día, debido a que el tiempo medio entre los pulsos no es constante dentro de cada grupo analizado.

Los datos VMS seleccionados se han representado en el sistema de proyección ETRS 89 UTM huso 30N según los estándares fijados en el proyecto INTEMARES. La distribución espacial del esfuerzo pesquero se ha calculado para cada grupo utilizando una malla de 1x1 Km. La frecuencia absoluta se ha definido como la suma total de pulsos VMS por celda. El esfuerzo relativo pesquero se ha calculado relativizando el valor máximo de la frecuencia absoluta sobre 100. Se ha utilizado el software ArcGIS 10.6 para realizar estos cálculos. Asimismo se han analizado las variaciones interanuales del esfuerzo pesquero durante el periodo de estudio (2009-2017).

### **2.3.3 Análisis del solapamiento entre pesquerías y hábitats bentónicos de interés comunitario**

Una de las principales aplicaciones de la determinación de la huella pesquera es investigar su solapamiento con especies o comunidades vulnerables que puedan verse negativamente afectadas por la actividad pesquera. Para la evaluación adecuada de ese impacto pesquero y la huella ecológica que ocasiona es necesario identificar muy claramente los ambientes o hábitats sobre los que se produce, ya que la resistencia y/o resiliencia de esos ecosistemas puede ser muy distinta incluso para un mismo impacto.

Para nuestra área de estudio, Juan-Valenzuela et al. (2021) proponen una zonación basada en provincias fisiográficas desarrollada a partir de las campañas INTEMARES A22M0118, A22M0819 y A22M0720. Se han identificado 6 provincias fisiográficas diferentes, que son: plataforma continental, talud superior, talud medio, talud inferior, altos, y finalmente la cuenca (Figura 5). Para definir los límites de dichas provincias fisiográficas se han utilizado tanto criterios morfológicos como la pendiente y su orientación como criterios batimétricos (profundidad), y de forma puntual, perfiles sísmicos de tipo TOPAS (para una explicación detallada de los criterios y definición de cada provincia fisiográfica ver Juan-Valenzuela et al., 2021).



**Figura 5.** Provincias fisiográficas identificadas en la zona de trabajo de INTEMARES-A22M (Juan-Valenzuela et al., 2021).

Para determinar las especies y los hábitats de interés presentes en las diferentes provincias fisiográficas e investigar si la actividad pesquera se solapa con ellos se han utilizado datos faunísticos del proyecto INTEMARES recogidos en el área de estudio. De los artes de los que se dispone de datos de la zona de estudio, el más extendido y que representa un impacto directo sobre los hábitats bentónicos es la pesca de arrastre de fondo, motivo por el cual este estudio se enfoca hacia ella.

Además se han utilizado datos de la segmentación de la flota del año 2017 para una selección de puertos cercanos a la zona de estudio (Santa Pola, Guardamar del Segura, Torrevieja, San Pedro del Pinatar y Cartagena), donde se especifica la unidad pesquera o métier. El arrastre de fondo con puertas (OTB) en el mar Mediterráneo engloba tres métiers a nivel 5, de acuerdo Decisión de la Comisión, de 6 de noviembre de 2008, por la que se adopta un programa comunitario plurianual en virtud del Reglamento (CE) nº 199/2008 del Consejo, relativo al establecimiento de un marco comunitario para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común, según el conjunto de especies objetivo.

- Especies demersales (OTB-DES), siendo las principales especies objetivo la merluza (*Merluccius merluccius*), el salmonete (*Mullus spp*), el jurel (*Trachurus spp*) y el pulpo (*Octopus vulgaris*).
- Especies de aguas profundas (OTB-DWS), destinado principalmente a la pesca de la gamba roja (*Aristeus antennatus*).
- Mezcla de especies demersales y especies de aguas profundas (OTB-MDD), donde las especies objetivo son una mezcla de los otros dos métiers.

## 3 Resultados

### 3.1 Caracterización de la actividad pesquera en la zona de estudio

Históricamente el golfo de Alicante y la región oriental del Golfo de Vera constituyen un área de alta actividad pesquera con importantes puertos tanto en número de barcos como en volumen de capturas anuales. El puerto más importante de la zona tanto en número de barcos como en desembarcos es Santa Pola. De hecho, Santa Pola es el puerto de mayores descargas y número de barcos de todo el mediterráneo español y está especializado en capturas demersales con arte de arrastre. Otros puertos importantes son Villajoyosa, Cartagena, Mazarrón y Torrevieja, estos dos últimos especializados en captura de pequeños pelágicos con arte de traíña. San Pedro del Pinatar es fundamentalmente un puerto de descarga de pesca artesanal y artes menores debido al alto número de barcos artesanales que faenan en el Mar Menor y en sus inmediaciones.

La actividad pesquera en la zona de estudio está condicionada por el rango batimétrico y la distancia a tierra de algunos caladeros. El primero supone un cambio drástico en las especies objetivo disponibles y el segundo implica que los caladeros más lejanos sólo son accesibles a barcos de una cierta eslora y además su explotación puede verse afectada por los precios de combustible. La combinación de estos factores tiene como consecuencia que los barcos que faenan dentro de la zona de estudio de este trabajo no representan con precisión al conjunto de la flota de los puertos investigados.

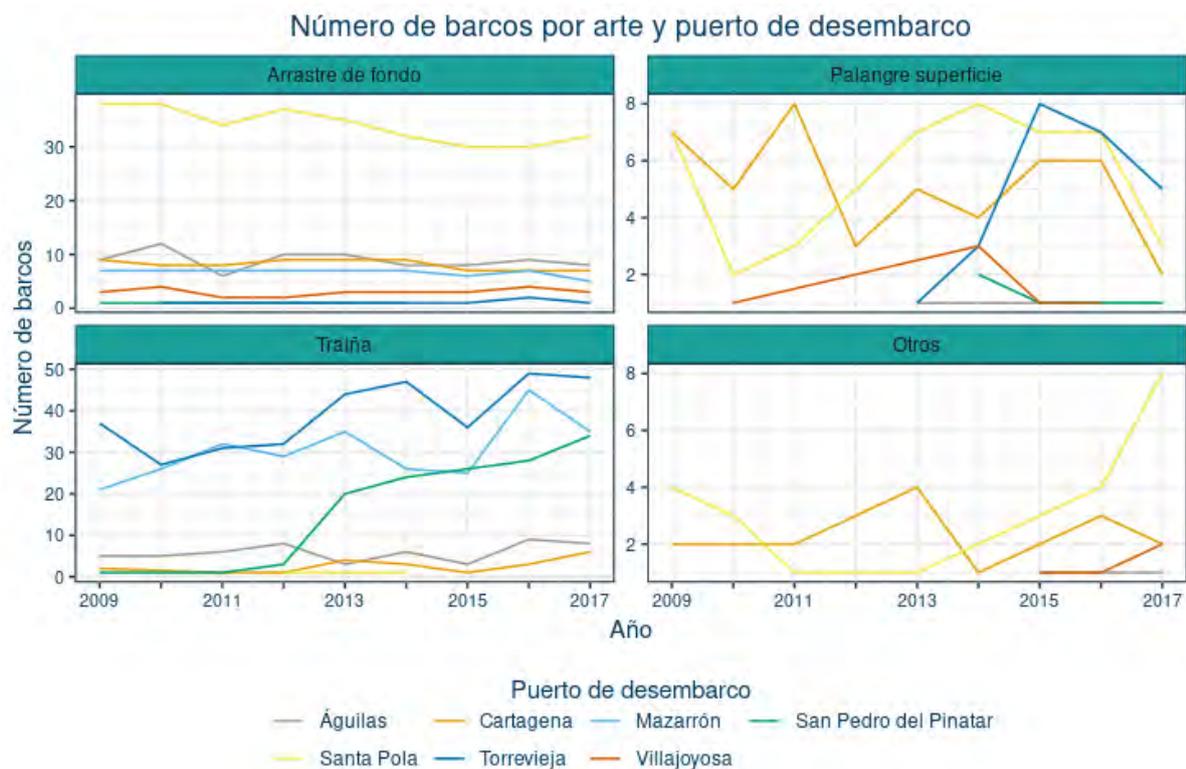
Durante el periodo de estudio se han registrado operaciones de pesca dentro de la zona de estudio correspondientes a 249 barcos procedentes de 42 puertos situados entre Llansá (Gerona) y Estepona (Málaga), aunque más de la mitad de estos barcos proceden de pocos puertos cercanos: Santa Pola (Alicante), Carboneras (Almería), Mazarrón, Águilas y Cartagena (todos ellos en Murcia). El número de barcos procedentes de los puertos restantes oscila entre uno y once. En lo que se refiere a los artes de pesca, el 41% de estos barcos son de arrastre de fondo, el 37% pescan con

traíña, el 15% con palangre de superficie y el 7% restante emplea muy diversos artes de presencia minoritaria (Figura 6).

La prevalencia de la pesca de arrastre de fondo (Figura 6) se explica por la amplia extensión de fondos sedimentarios adecuados para esta modalidad pesquera dentro de la zona de estudio. Estos barcos tienen un rango de eslora entre 12 y 28 m y una media de 23 m. Destaca el puerto de Santa Pola, que además de ser el origen de la mayoría de los arrastreros registrados en este estudio (77%) es el más importante puerto de descarga y allí acuden anual y regularmente 8 arrastreros procedentes de los otros puertos investigados, además de recibir ocasionalmente barcos de otras comunidades autónomas. La ventaja de este puerto para los arrastreros de la zona investigada, cuyas mareas son de un solo día, es que la lonja es la única en la zona que abre por la tarde y les permite vender la captura al acabar la jornada de pesca.

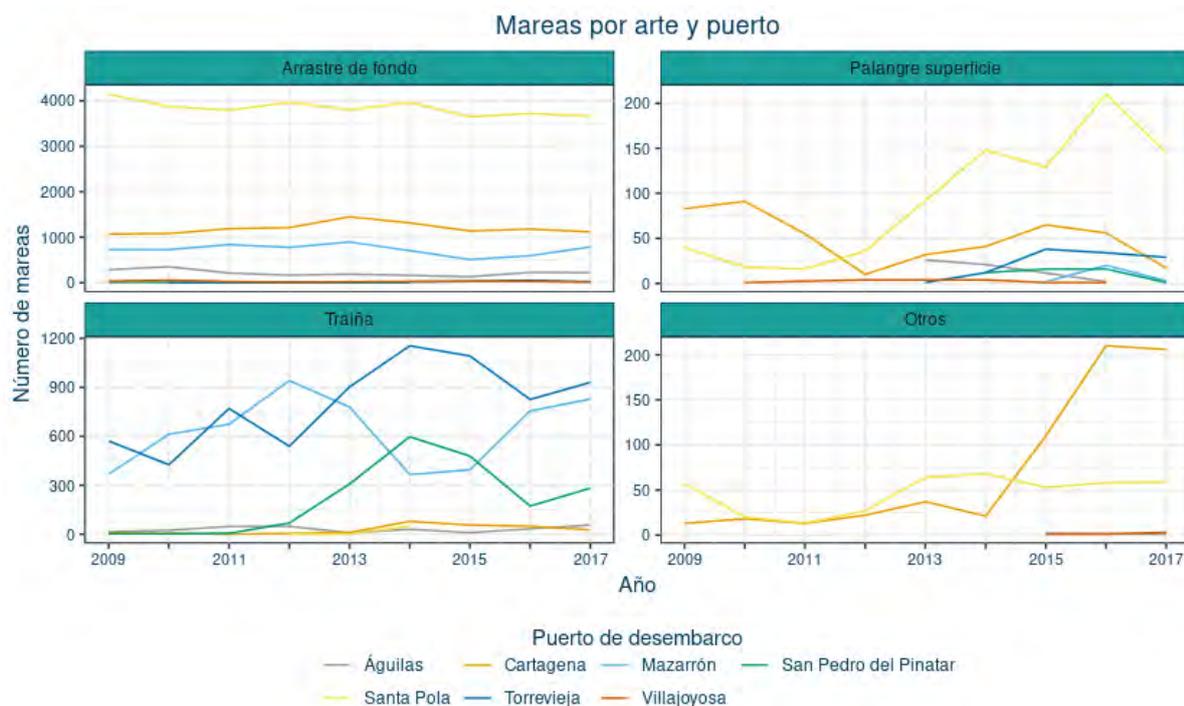
Para el resto de los puertos investigados los desembarcos corresponden en su mayoría a la flota censada en ellos. Salvo en el caso de San Pedro del Pinatar y Torrevieja, donde sólo ha habido desembarcos ocasionales, los puertos restantes reciben regularmente a arrastreros de uno o dos puertos además de la flota propia, a los que se suman desembarcos puntuales de barcos con origen en otras comunidades autónomas.

Tanto el número de barcos desembarcando en los diferentes puertos como el número de mareas (Figura 7) registradas en ellos se mantiene constante durante el periodo de estudio, aunque en proporción al número de barcos el número de mareas anuales en Águilas es notablemente inferior al de Cartagena y Mazarrón a pesar de que el número de barcos es muy similar en los tres puertos.



**Figura 6.** Número de barcos que desembarcan anualmente en los puertos seleccionados para este estudio agregados por modalidad de pesca y puerto de desembarco. Obsérvese el diferente rango en el eje de ordenadas para los diferentes aparejos.

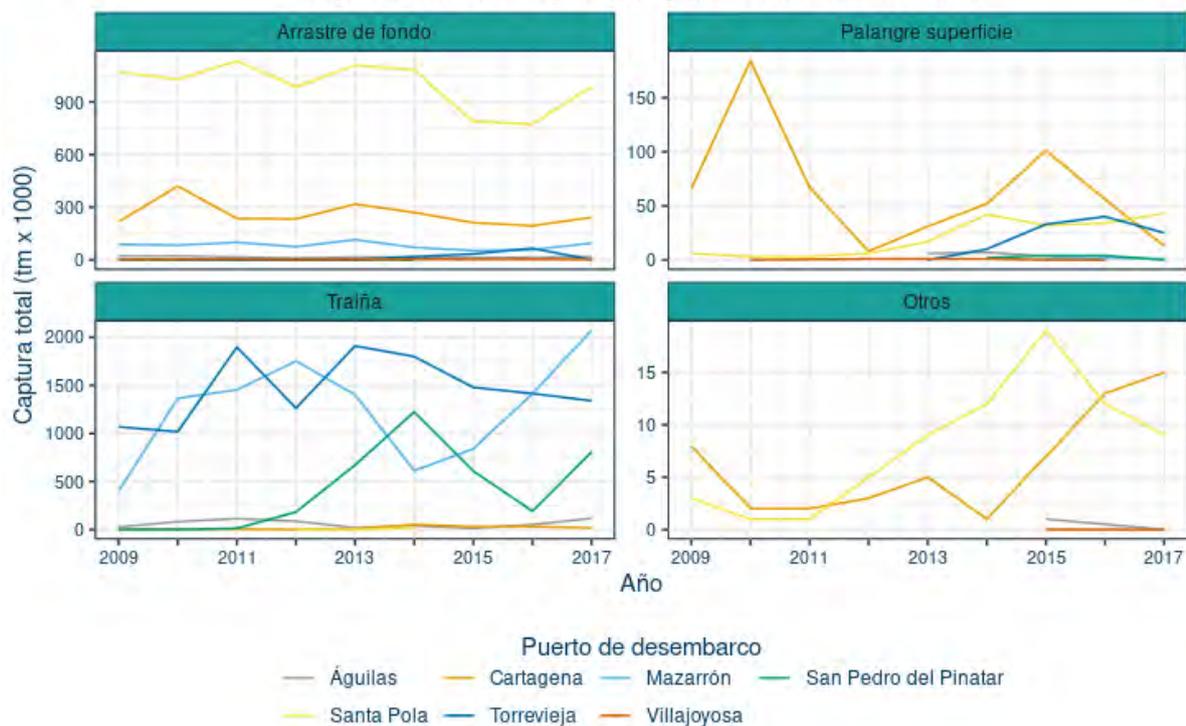
Las capturas de la pesca de arrastre desembarcadas en cada puerto oscilan sin grandes cambios y sólo en el puerto de Santa Pola se observa una ligera tendencia descendente. Las capturas mayoritarias en Santa Pola corresponden a bacaladilla (*Micromesistius poutassou*, con unas 140 tm anuales de media), merluza (*Merluccius merluccius*, 118 tm de captura media anual), salmonete (*Mullus spp.*, 54 tm de captura media anual) y gamba roja (*Aristeus antennatus*, 49 tm de captura media anual). En los puertos de Cartagena y Mazarrón se desembarca principalmente merluza (45 tm y 9 tm de captura media anual, respectivamente), pulpo (*Octopus vulgaris*, 33 tm y 8 tm de captura media anual, respectivamente), rape (*Lophius spp.*, 23 tm y 5 tm de captura media anual, respectivamente), salmonete (21 tm y 8 tm de captura media anual, respectivamente) y gamba roja (13 tm y 5 tm de captura media anual, respectivamente). La gamba roja también constituye una captura importante en Villajoyosa y Águilas (1 tm y 3 tm de captura media anual, respectivamente).



**Figura 7.** Número de mareas registradas dentro del área de estudio agregadas por arte y puerto de desembarco. Obsérvese el diferente rango en el eje de ordenadas para los diferentes aparejos.

La pesca de palangre de superficie está dirigida a pelágicos de gran tamaño y es minoritaria en nuestra zona de estudio. Los pocos barcos involucrados no muestran tendencias claras, pero se puede explicar por la alta movilidad de esta flota que persigue especies que realizan grandes desplazamientos en busca de condiciones hidrográficas y de alimento adecuadas. Es frecuente además que estos barcos cambien de especie objetivo y por tanto de aparejo si las cuotas de atún rojo y/o pez espada son muy restrictivas. Son embarcaciones de entre 12 y 27 m de eslora, con una media de 21 m. El mayor o menor número de barcos desembarcando en un puerto indica sobre todo cercanía al caladero, como pueden sugerir las tendencias de Santa Pola y Cartagena, que son los puertos en los que desembarcan más palangreneros. En el primero la mayoría de los barcos proceden de Carboneras (Almería), y en el segundo desembarcan sobre todo barcos de Carboneras y Cartagena. En general en el resto de puertos los desembarcos son ocasionales y con alguna excepción las embarcaciones proceden de las provincias de Almería, Murcia y Alicante. El número de mareas anuales (Figura 7) refleja bastante proporcionalidad entre el número de barcos y el de mareas. El pez espada (*Xiphias gladius*) constituye al menos el 90% de la captura con palangre de superficie en todos los puertos investigados (Figura 8).

### Captura total anual por arte y puerto de desembarco



**Figura 8.** Captura total anual procedente del área de estudio en miles de toneladas agregada por arte y puerto de desembarco. Obsérvese el diferente rango en el eje de ordenadas para los diferentes aparejos.

La traíña tiene como objetivo pequeños pelágicos cuya distribución espacio-temporal puede variar mucho anualmente porque los cardúmenes se desplazan en busca de condiciones hidrográficas y de alimento óptimas y condicionan el comportamiento de la flota. Los barcos participantes en estas pesquerías tienen un rango de eslora de 12-26 m y una media de 20 m. Hacen con frecuencia largos desplazamientos y además permanecen en puertos diferentes al de origen cercanos a los caladeros por la duración de la temporada de pesca, lo que explica el elevado número de barcos que desembarcan en puertos pequeños como el de Torrevieja y San Pedro del Pinatar (Figura 6). En el caso de Torrevieja, sólo hay 2-3 barcos censados allí que participan en esta pesquería, pero regularmente desembarcan allí hasta 49 embarcaciones procedentes de otros puertos, sobre todo Mazarrón, pero también de puertos tan distantes como Estepona (Málaga) o Rosas (Gerona).

La mitad de los barcos que desembarcan en Mazarrón son originarios de allí, pero al igual que Torrevieja, este puerto recibe regularmente pesqueros catalanes aunque predominan las embarcaciones de la Región de Murcia (Águilas, San Pedro del Pinatar), la provincia de Almería (Adra, Carboneras y Almería) y la Comunidad Valenciana. En lo que se refiere a San Pedro del Pinatar, el aumento observado se debe a la presencia de barcos procedentes sobre todo de las

provincias de Almería, Barcelona y otros puertos de la Región de Murcia. En los puertos restantes no se observan tendencias claras.

Otra cuestión es la tendencia al aumento del número de barcos implicados en esta pesquería a partir de 2012-2013, que puede deberse a la reconversión de barcos de arrastre de fondo. Sólo hay una discordancia entre el número de barcos desembarcando y el número de mareas para el puerto de San Pedro del Pinatar, en el que el número de barcos desembarcando allí aumenta desde 2012 pero el número de mareas alcanza su máximo en 2014.

En Torrevieja se desembarca mayoritariamente anchoa (*Engraulis encrasicolus*, 494 tm de media anual), sardina (*Sardina pilchardus*, 349 tm de media anual) y alacha (*Sardinella aurita*, 344 tm de media anual). En Mazarrón se desembarcan principalmente alacha (302 tm de media anual), anchoa (234 tm de media anual), caballa (*Scomber spp.*, 199 tm de media anual), melva (*Auxis rochei rochei*, 180 tm de captura media anual), jurel (*Trachurus spp.*, 161 tm de media anual) y sardina (145 tm de media anual). En San Pedro del Pinatar se desembarcan anchoa (494 tm de media anual), sardina (349 tm de media anual) y alacha (344 tm de media anual).

El uso de otros aparejos es muy limitado dentro del área de estudio, y sólo los puertos de Santa Pola y Cartagena presentan desembarcos anuales. En ambos casos son principalmente de pesca con nasas dirigida al camarón (*Plesionika edwardsii*, aproximadamente 7 tm de captura media anual en cada uno de estos puertos). En los últimos años se suman desembarcos ocasionales de palangre de fondo y trasmallo. En Cartagena hay más variabilidad anual en el tipo de arte en esta categoría pero la mayoría de los barcos emplean artes de enmalle o palangre de fondo, siendo este último el otro aparejo con desembarcos regulares junto con las nasas. El palangre de fondo captura pez espada (2 tm de media anual). No obstante y según estadísticas oficiales, el incremento observado entre 2015 y 2017 (Figura 7) está asociado a pesca con nasas.

### 3.2 Caracterización de los registros VMS

Los pulsos VMS analizados abarcan desde el año 2009 al 2017, con un total de 1 094 898 registros que corresponden a 356 barcos clasificados en 12 modalidades o artes de pesca en la base de datos original y que para este trabajo se han agrupado a las cuatro modalidades antes referidas. La distribución de los registros entre años y artes no es homogénea, siendo los años 2013 y 2014 los que agrupan un mayor número de datos (el 32% del volumen total de la base de datos) (Tabla 1). En relación con las artes de pesca, el 59,53% de los datos pertenecen a pesca de arrastre de

fondo. Le siguen en importancia por volumen de datos la pesca con traíña (21,17%) y el palangre de superficie (10,97%).

En relación con el número de buques de los que se dispone de registros VMS, se observa diferencias entre las diferentes modalidades de pesca (Tabla 2). La mayor parte de buques aportan datos para las modalidades de arrastre, palangre de superficie y traíña. Para el resto de artes de pesca, la representación en cuanto al número de buques es muy baja.

**Tabla 1.** Número de pulsos brutos VMS, por arte de pesca y por año (2009-2017).

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
<b>Arrastre</b>	85288	66222	65823	61147	99330	88355	56509	61807	67284	651765
<b>Palangre de superficie</b>	11243	9444	10763	8663	12383	14633	17434	16141	19379	120083
<b>Traíña</b>	14578	12703	19246	16871	47991	45898	23793	24719	26027	231826
<b>Otros</b>	2153	1711	1719	3446	24234	21818	14786	9800	11557	91224
<b>Total</b>	113262	90080	97551	90127	183938	170704	112522	112467	124247	1094898

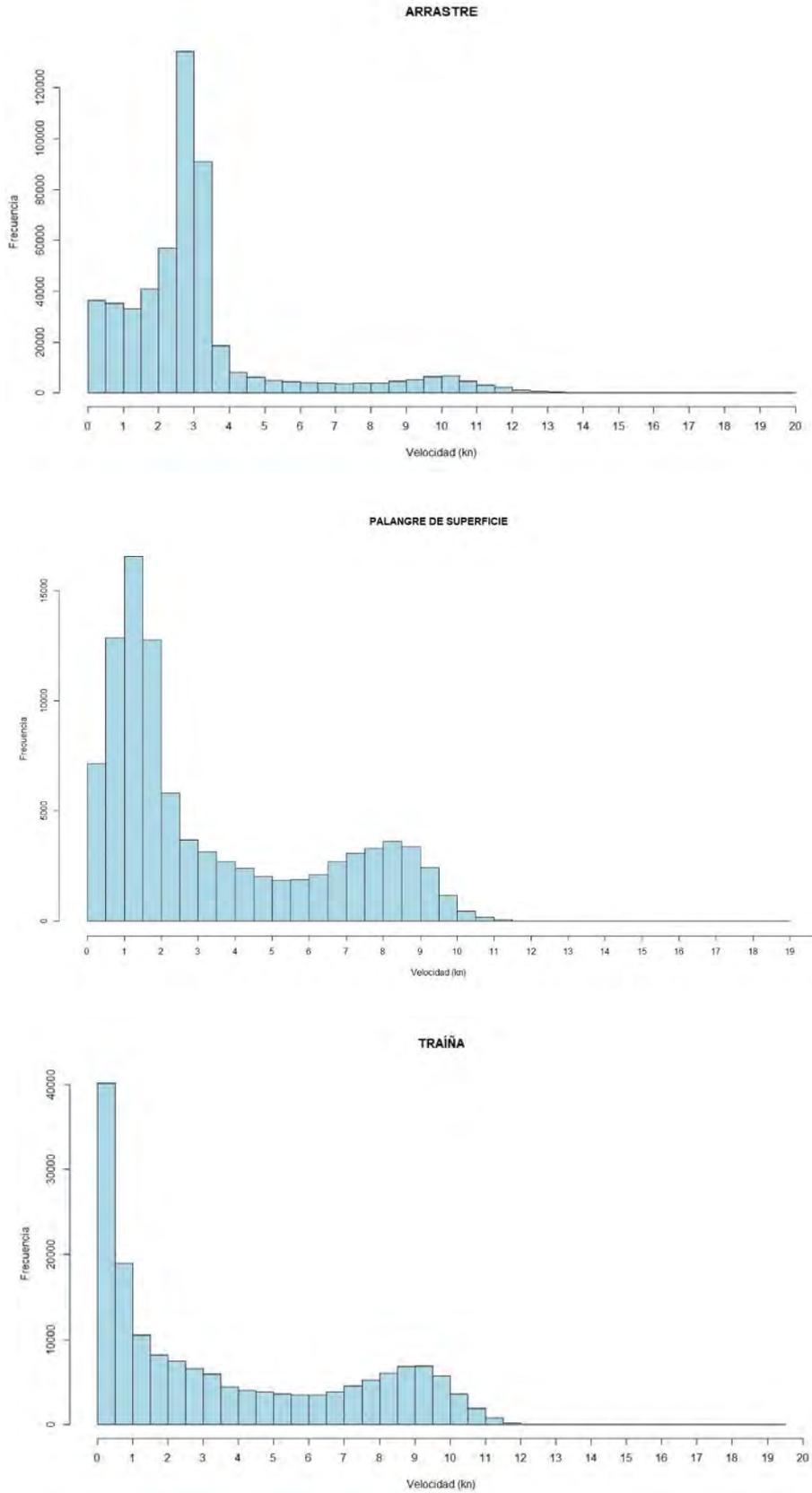
**Tabla 2.** Número total de buques con datos VMS por modalidad de pesca y por año (2009-2017).

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Arrastre</b>	85	88	75	75	68	66	63	70	70
<b>Palangre de superficie</b>	41	40	36	45	45	40	42	43	36
<b>Traíña</b>	57	51	51	49	58	65	51	73	69
<b>Otros</b>	10	17	13	13	18	16	15	19	32
<b>Total</b>	193	196	175	182	189	187	171	205	207

Se han calculado los histogramas de la velocidad media los tres artes de pesca mejor representados en los datos (arrastre, palangre de superficie y traíña) (Figura 9). Los umbrales de velocidad calculados para distinguir entre los pulsos correspondientes a actividad pesquera y travesía se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Rango de velocidades (kn) obtenidos por arte de pesca para definir la actividad pesquera.

Arte	Velocidad mínima	Velocidad máxima
Arrastre	2,38	3,95
Palangre de superficie	0,01	2,39
Traíña	0,01	1,75

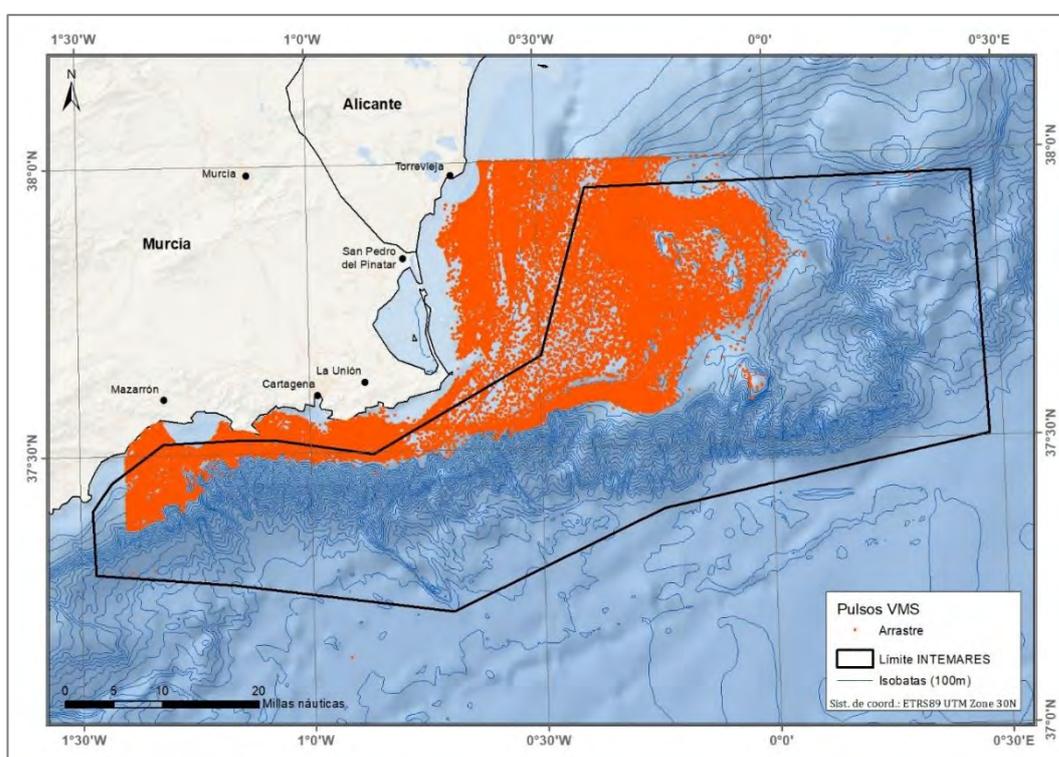


**Figura 9.** Histogramas de velocidades medias para el arrastre, palangre y traña.

### 3.3 Distribución espacial de la actividad pesquera

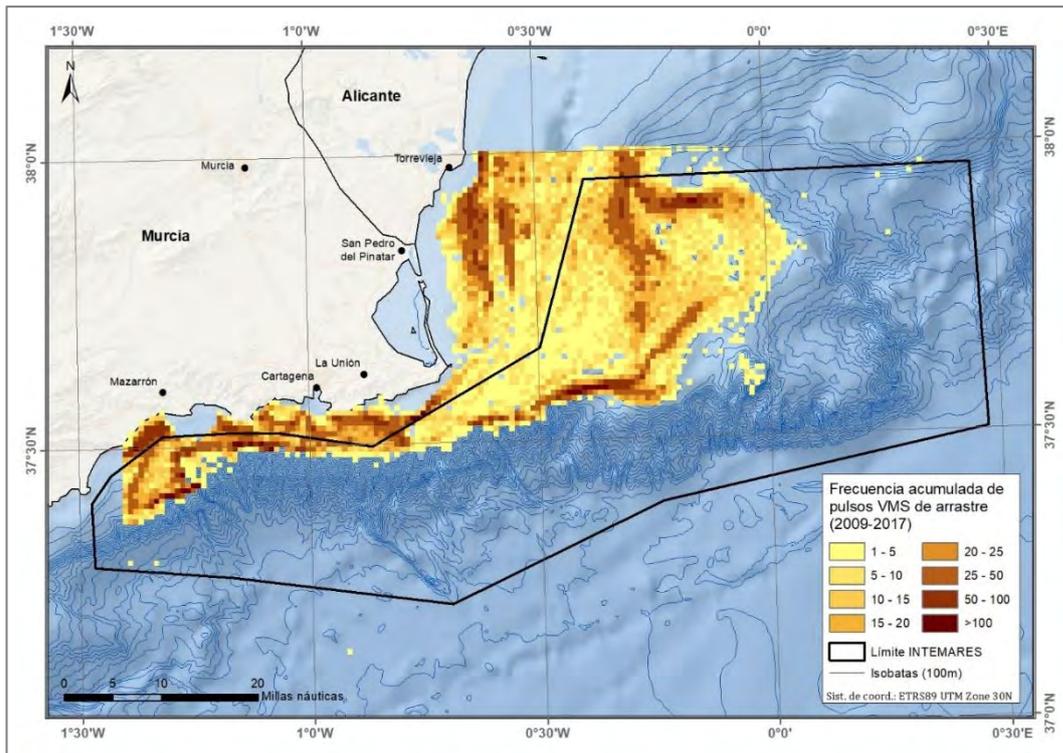
#### 3.3.1 Arrastre

Los registros VMS de pesca por arrastre de fondo se encuentran a partir de los 50 m de profundidad, ya que estos aparejos están prohibidos a profundidades menores, y hasta los 700 m de profundidad aproximadamente (Figura 10). Parte de ellos se encuentran fuera de la zona de estudio del proyecto INTEMARES. En la subzona del Sistema de cañones, el fin de la plataforma continental y el inicio del talud se encuentran aproximadamente a una profundidad de 300 m, de modo que la actividad pesquera se concentra en profundidades más someras. Sin embargo, la zona del Campo de *pockmacks* presenta una batimetría aplacerada y allí se emplea el arrastre hasta los 700 metros de profundidad.

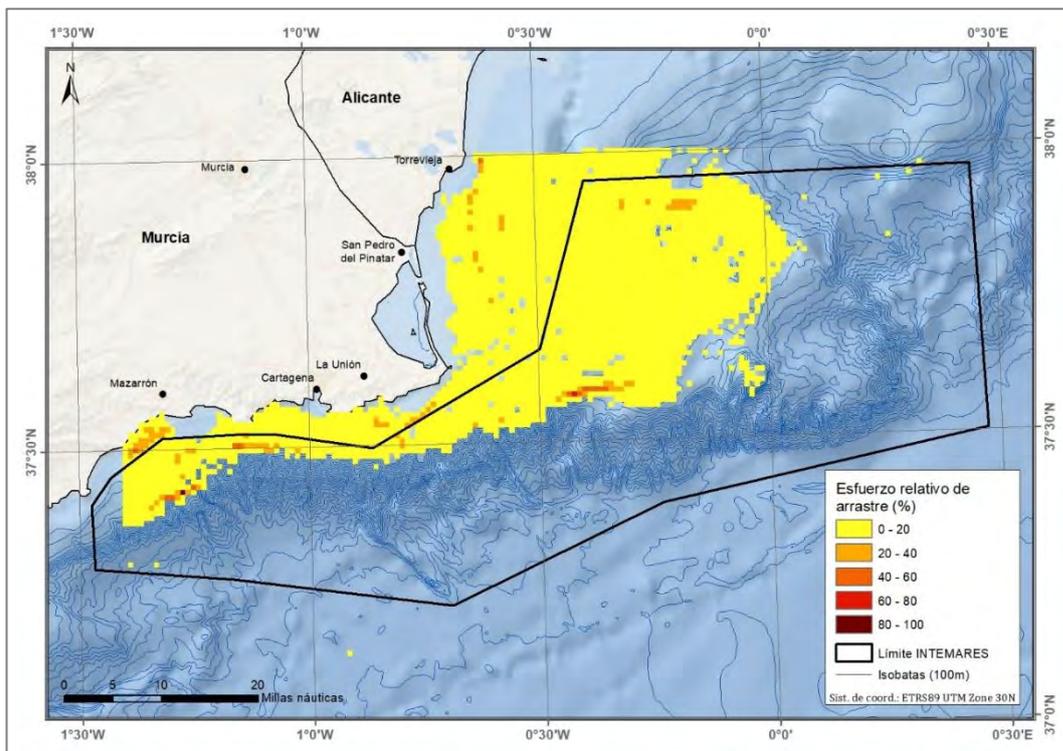


**Figura 10.** Datos filtrados de registros VMS para el arte de arrastre.

En cuanto a la distribución espacial del esfuerzo pesquero (Figuras 11 y 12), se observa un patrón con intensidades relativamente bajas en la mayor parte de la zona de estudio. El valor máximo alcanzado en una celda para la intensidad de pulsos en relación con la frecuencia absoluta es de 306 pulsos.



**Figura 11.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda para la pesca de arrastre para el periodo 2009 - 2017.

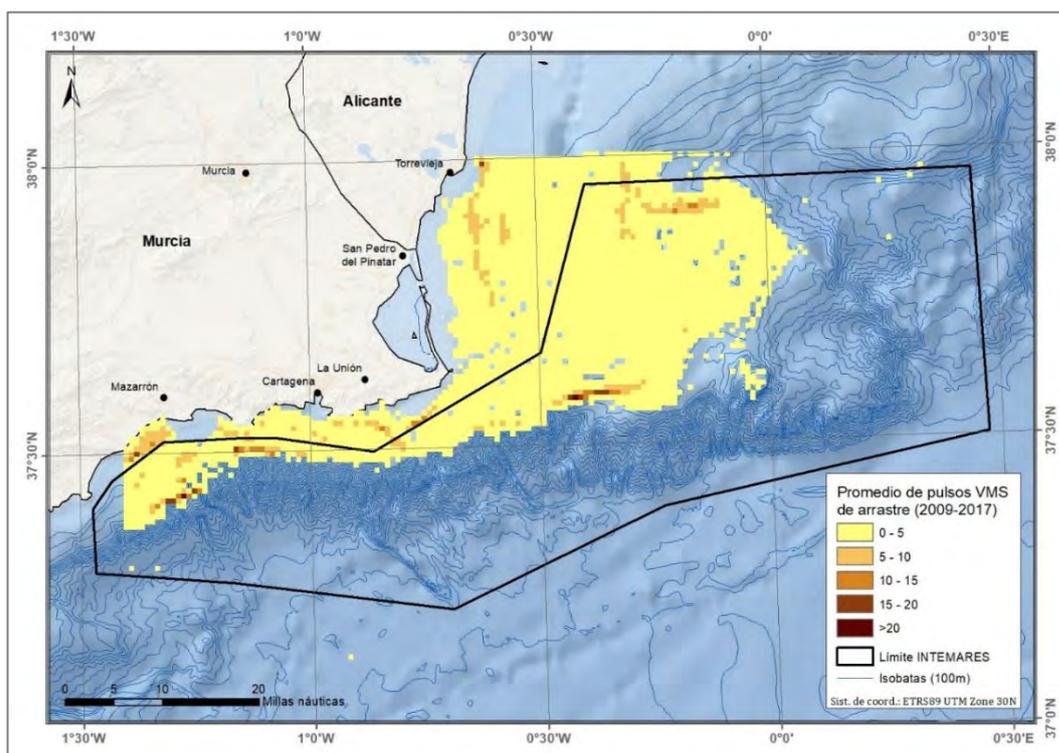


**Figura 12.** Esfuerzo pesquero relativo de la pesca de arrastre para el periodo 2009 - 2017.

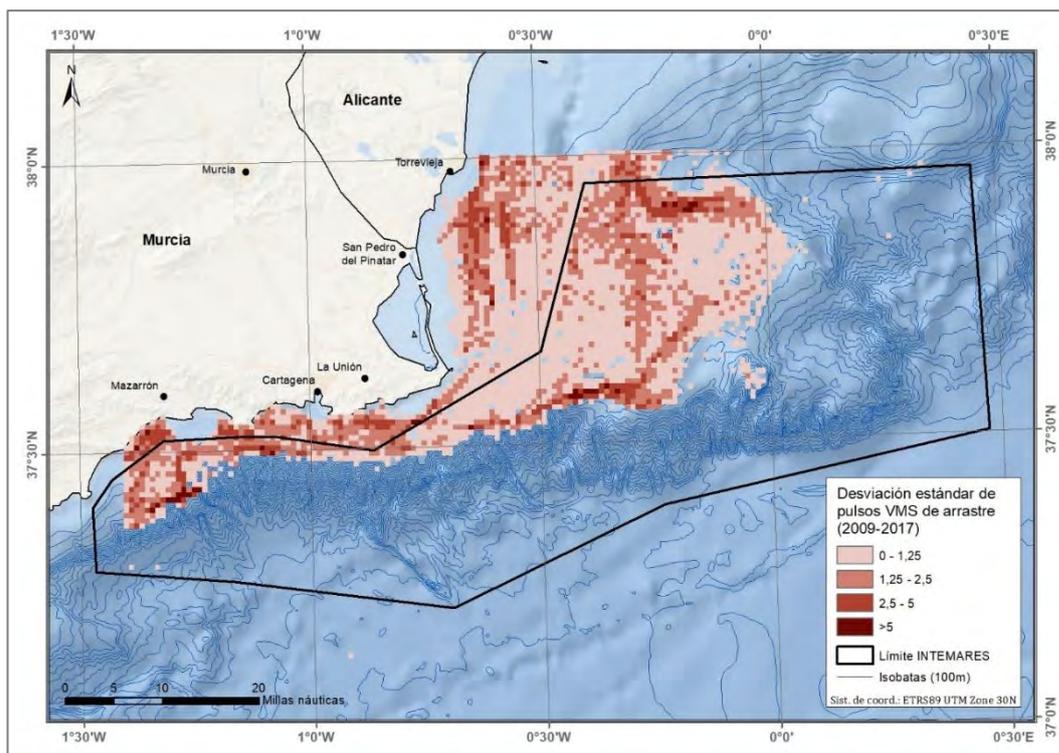
Las zonas con mayor esfuerzo pesquero se concentran cerca del borde de la plataforma continental en la zona del Sistema de cañones del Escarpe de Mazarrón y en la zona norte del Campo de *pockmarks*. Estas zonas con alta densidad de registros VMS se caracterizan por ser fondos llanos de sedimentos blandos, preferidos para el arrastre de fondo.

La intensidad de pesca de arrastre en las dos elevaciones presentes en el campo de *pockmarks*, el Planazo y el Plis-Plas, no resulta especialmente alta. Asimismo, en la zona del Seco de Palos la intensidad de arrastre es bastante baja en comparación con otras zonas.

La distribución espacial del esfuerzo del arrastre de fondo es bastante constante entre años puesto que va asociada a un tipo de sustrato determinado pero se observa variabilidad interanual en la intensidad (Figuras 13 y 14 y Figuras Anexo A.1 – A.9).



**Figura 13.** Promedio de pulsos VMS de arrastre por celda durante el periodo 2009-2017.

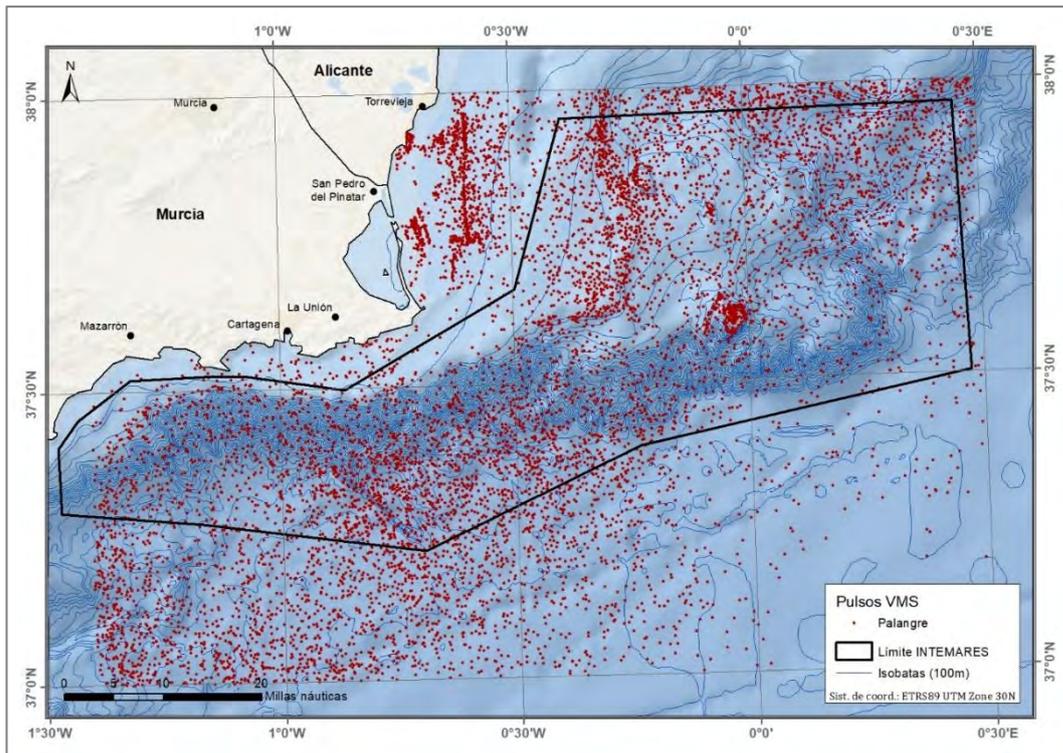


**Figura 14.** Desviación estándar del número de pulsos VMS de arrastre por celda durante el periodo 2009-2017.

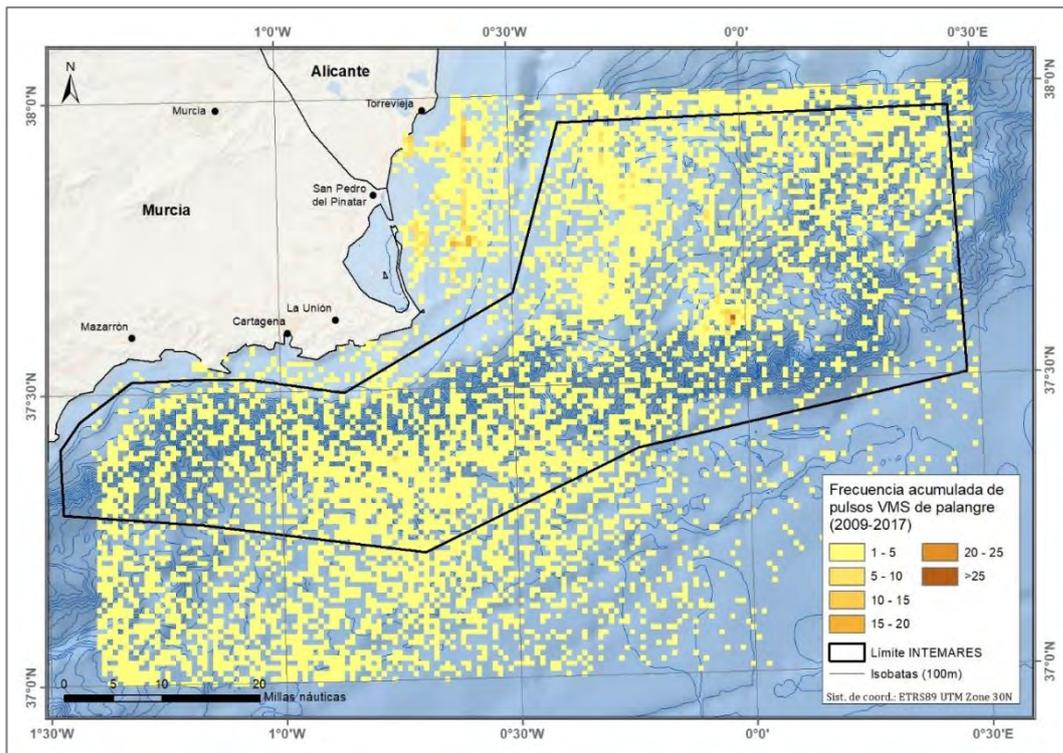
### 3.3.2 Palangre de superficie

La distribución espacial de los registros VMS de pesca con palangre de superficie es dispersa dentro de la zona de estudio (Figura 15). Este arte de pesca no se encuentra asociado a ningún tipo de fondo ni batimetría. La mayor densidad de registros se encuentra en la zona del Seco de Palos, posiblemente debido a la mayor abundancia de especies objetivo.

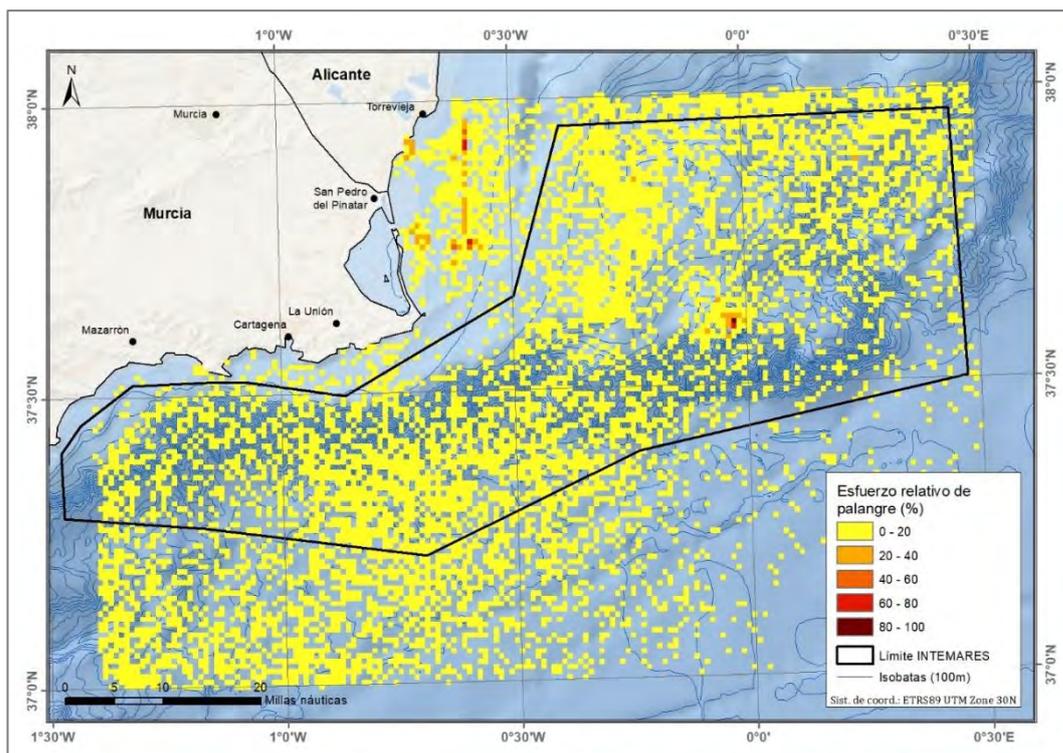
En las cartografías de frecuencia absoluta y esfuerzo relativo (Figuras 16 y 17) se muestra que el mayor esfuerzo pesquero con palangre ocurre en el Seco de Palos. Hay otros caladeros muy visitados en la plataforma continental frente al Mar Menor y al litoral sur de Alicante pero quedan fuera de la zona de estudio de INTEMARES. Entre estos caladeros y el Seco de Palos se observa una densidad de esfuerzo pesquero algo mayor en el borde de la plataforma continental. No obstante el uso de este aparejo en la zona de estudio es limitado si lo comparamos con otros de los artes analizados, con un máximo de 30 pulsos por celda de frecuencia absoluta.



**Figura 15.** Datos filtrados de registros VMS para el palangre de superficie durante el periodo 2009-2017.

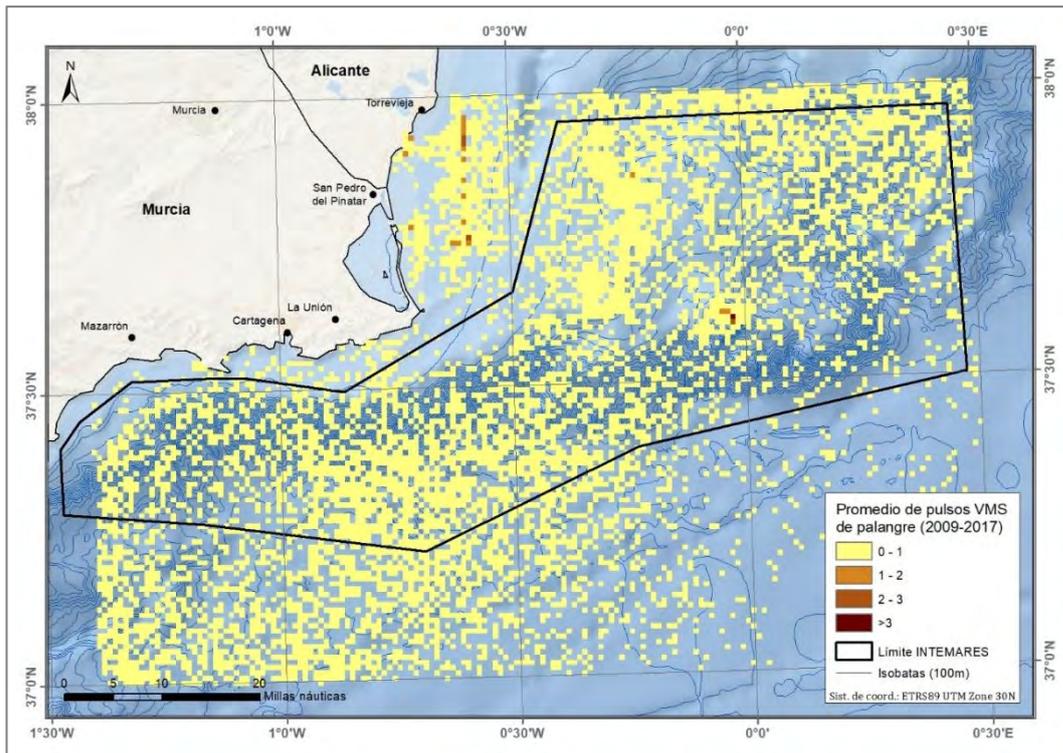


**Figura 16.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda para la pesca con palangre de superficie durante el periodo 2009 - 2017.

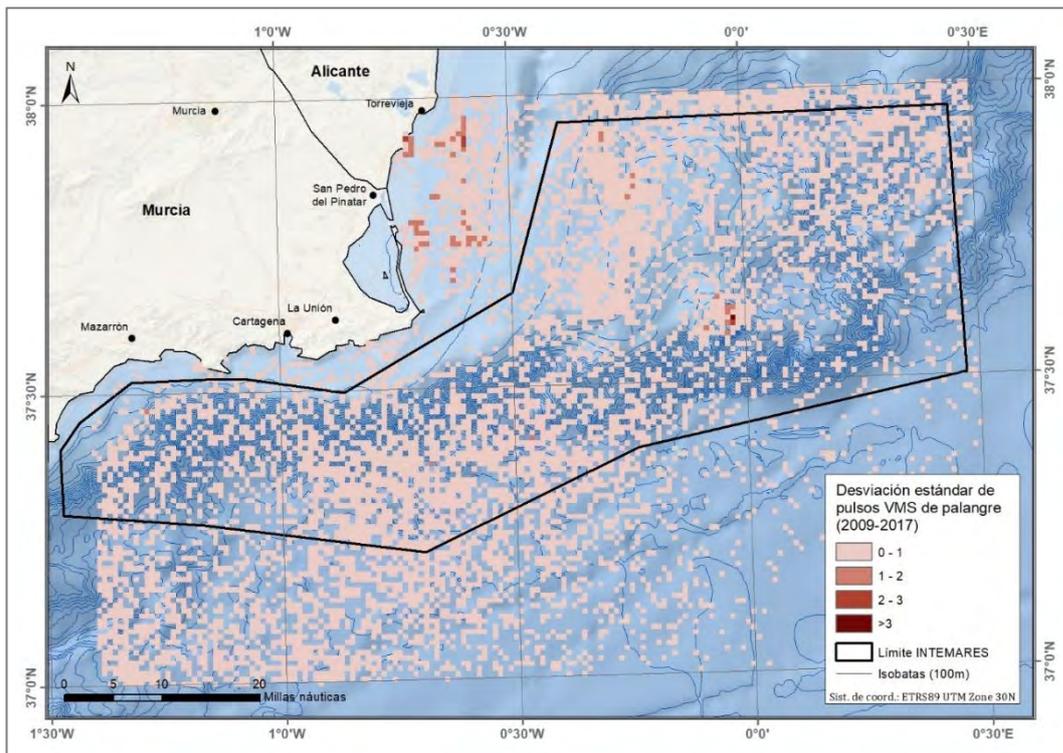


**Figura 17.** Esfuerzo pesquero relativo de la pesca con palangre de superficie durante el periodo 2009 - 2017.

La variación interanual es baja: el mapa del promedio de pulsos VMS por celda para el periodo estudiado (Figura 18) es muy similar a la catografía de frecuencias absolutas. Las mayores variaciones entre años se observan en las zonas con mayor densidad de pulsos (Figura 19). En el Anexo se encuentran los mapas de frecuencias absolutas por año (Figuras A.10 – A.18).



**Figura 18.** Promedio de pulsos VMS de palangre de superficie por celda durante el periodo 2009-2017.



**Figura 19.** Desviación estándar del número de pulsos VMS de palangre de superficie por celda durante el periodo 2009-2017.

### 3.3.3 Traña

Este arte de pesca tiene como objetivo pequeños pelágicos costeros, de modo que los datos VMS se concentran en aguas someras y están casi en su totalidad fuera del área de estudio (Figura 20).

Los mapas de frecuencias absolutas y relativas de este arte de pesca marcan las zonas con una mayor intensidad de pesca fuera de los límites de INTEMARES, en las zonas someras más cercanas a la costa (Figuras 21 y 22). En estas áreas, los valores por celda llegan a ser en algunos casos bastante elevados, alcanzándose 219 pulsos por celda. No obstante las cifras dentro del área de estudio son bastante bajas.

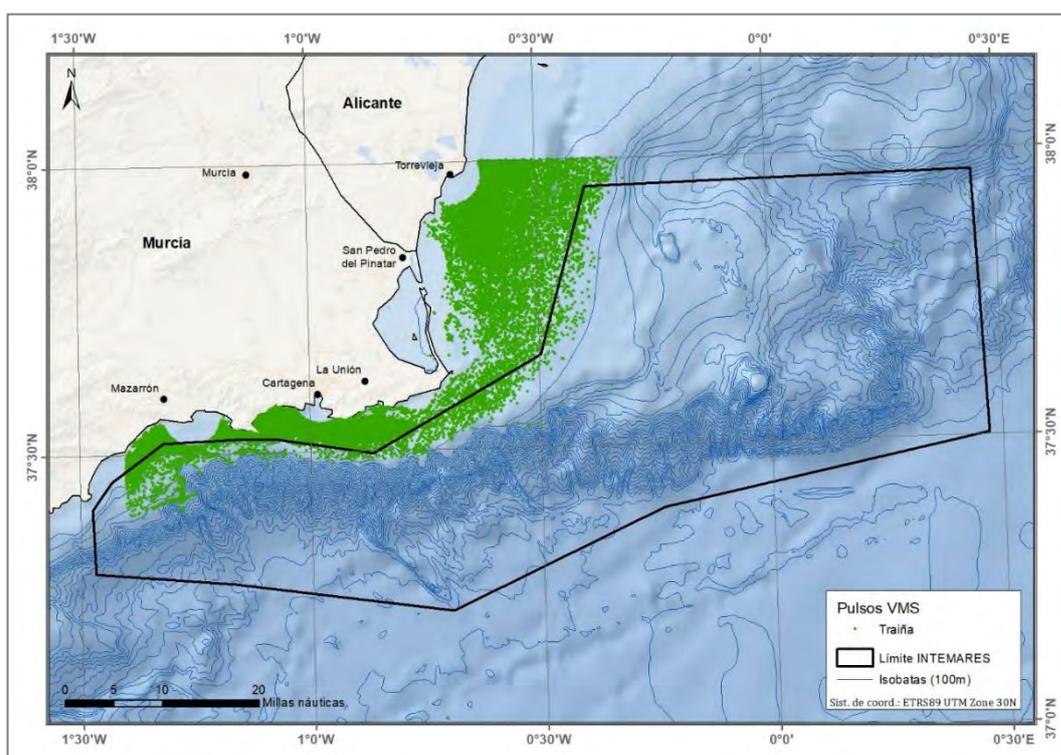
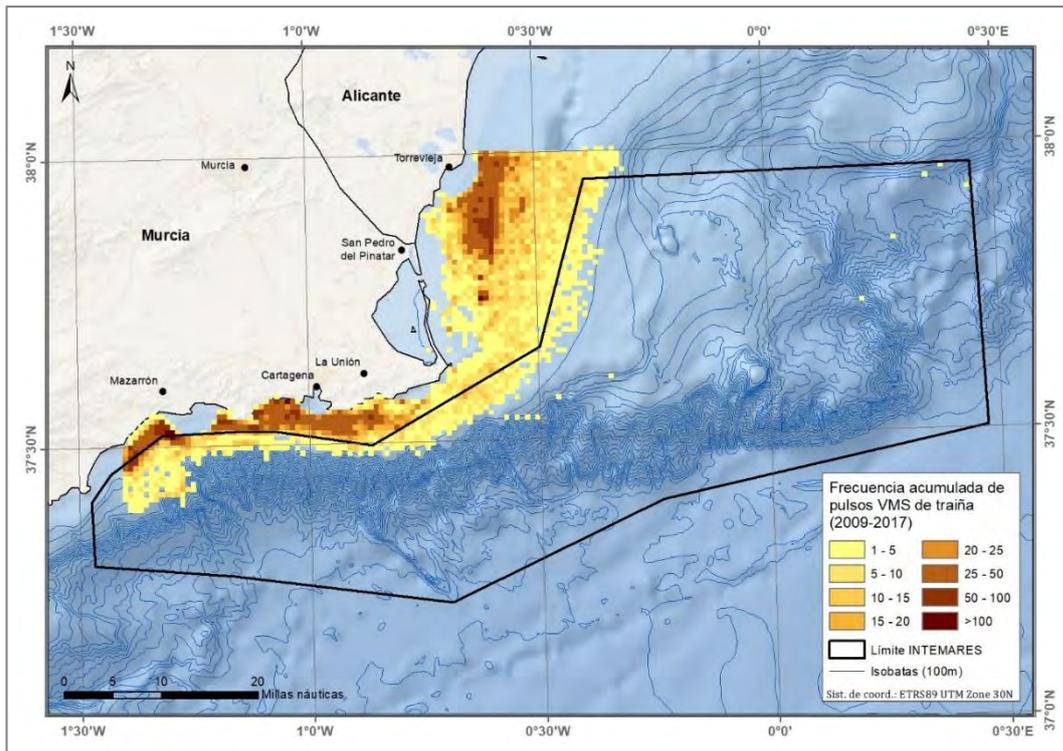
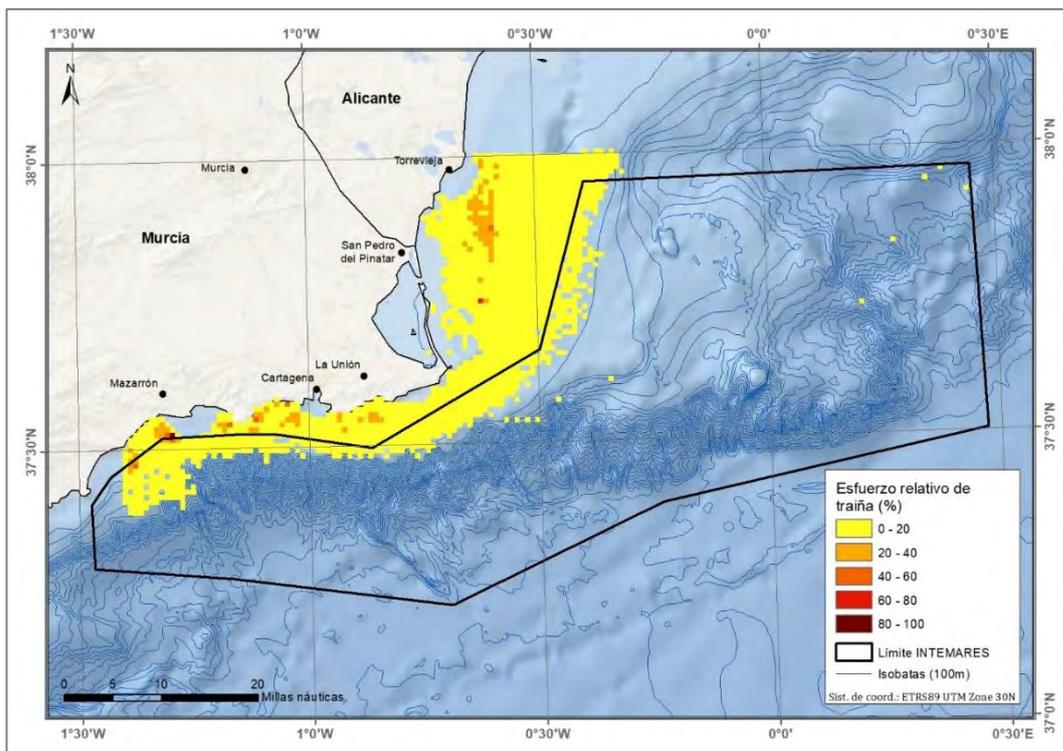


Figura 20. Datos de registros VMS para el arte traña.



**Figura 21.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda para la pesca con traña durante el periodo 2009 - 2017



**Figura 22.** Esfuerzo pesquero relativo de la pesca con traña durante el periodo 2009 - 2017.

En relación con la variación interanual de la distribución del esfuerzo pesquero la cartografía del promedio de pulsos VMS por celda para el periodo de estudio (Figura 23) muestra la misma distribución espacial que la cartografía de esfuerzo relativo, indicando que no existe una gran variabilidad interanual. Las mayores diferencias entre años se concentran en las áreas más cercanas a la costa, fuera del área de estudio (Figura 24). En las figuras del Anexo A.19 – A.27 se puede observar que la variabilidad interanual es bastante reducida (Figuras Anexo A.19 – A.27).

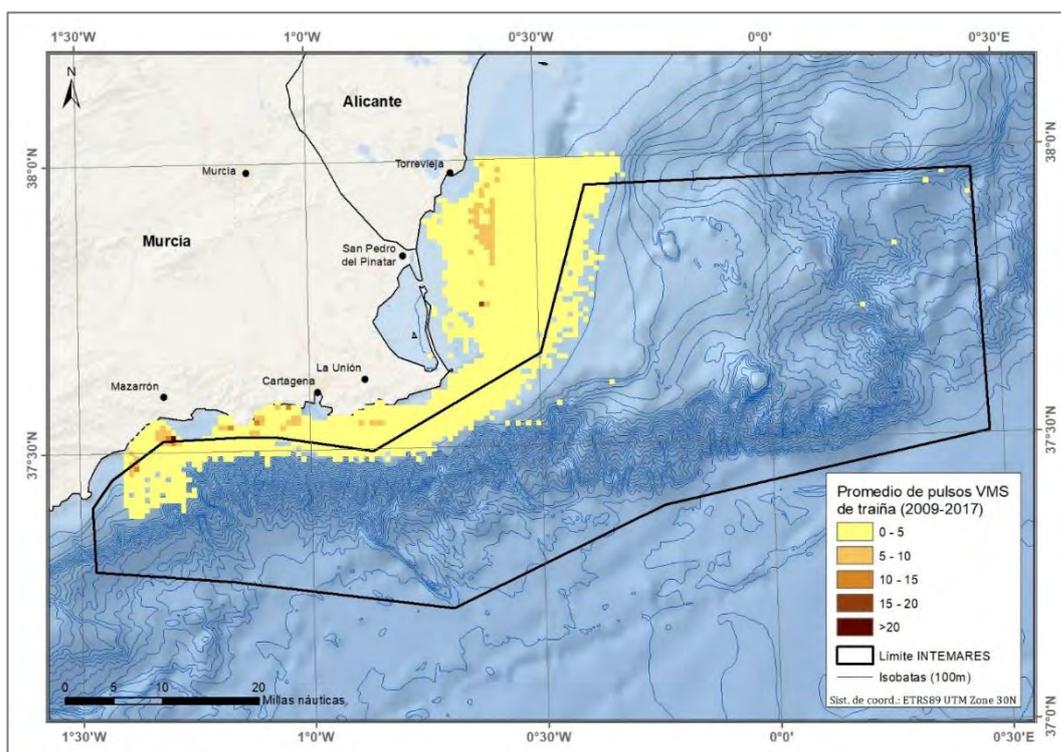
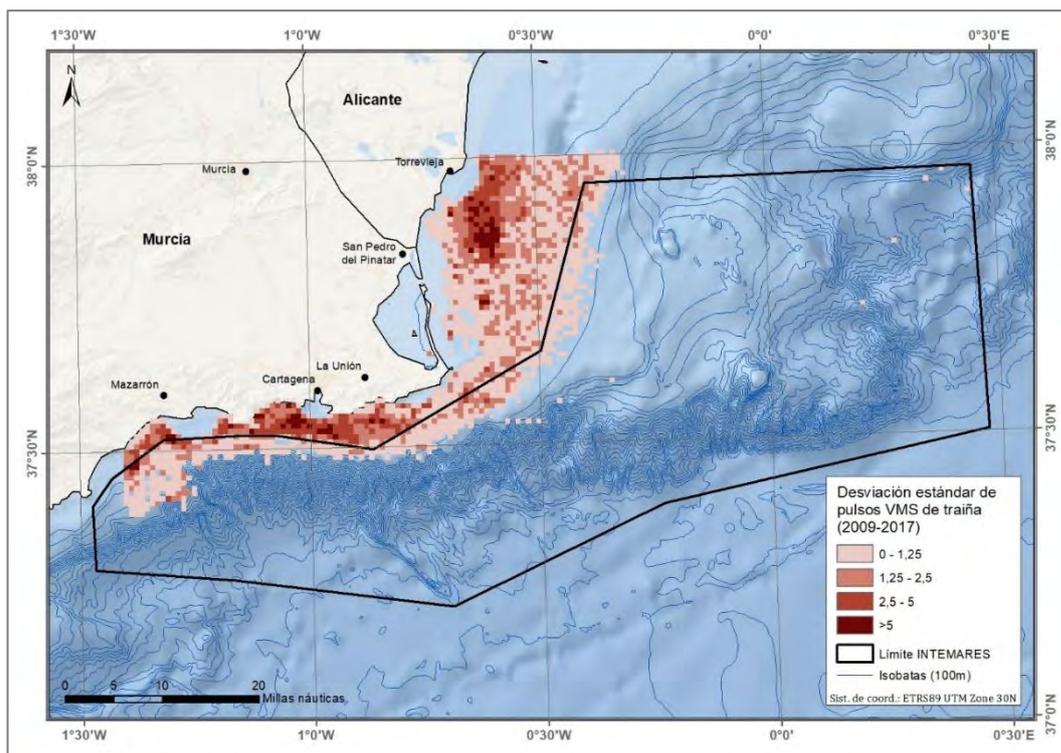


Figura 23. Promedio de pulsos VMS de traíña por celda durante el periodo 2009-2017.

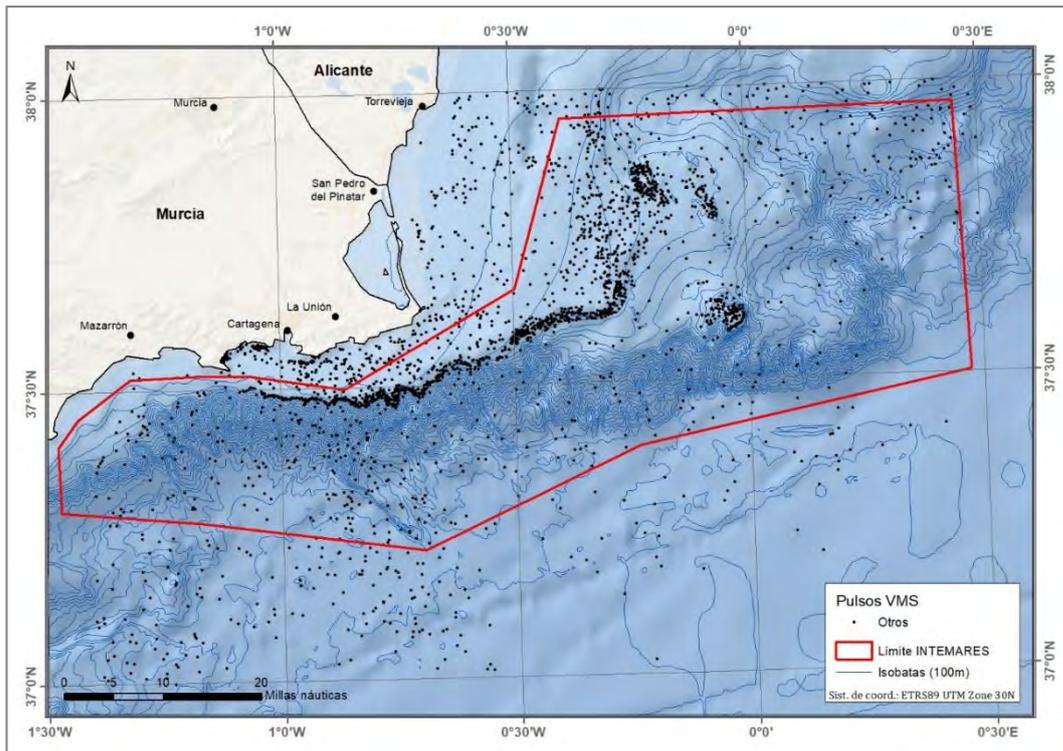


**Figura 24.** Desviación estándar del número de pulsos VMS de traíña por celda durante el periodo 2009-2017.

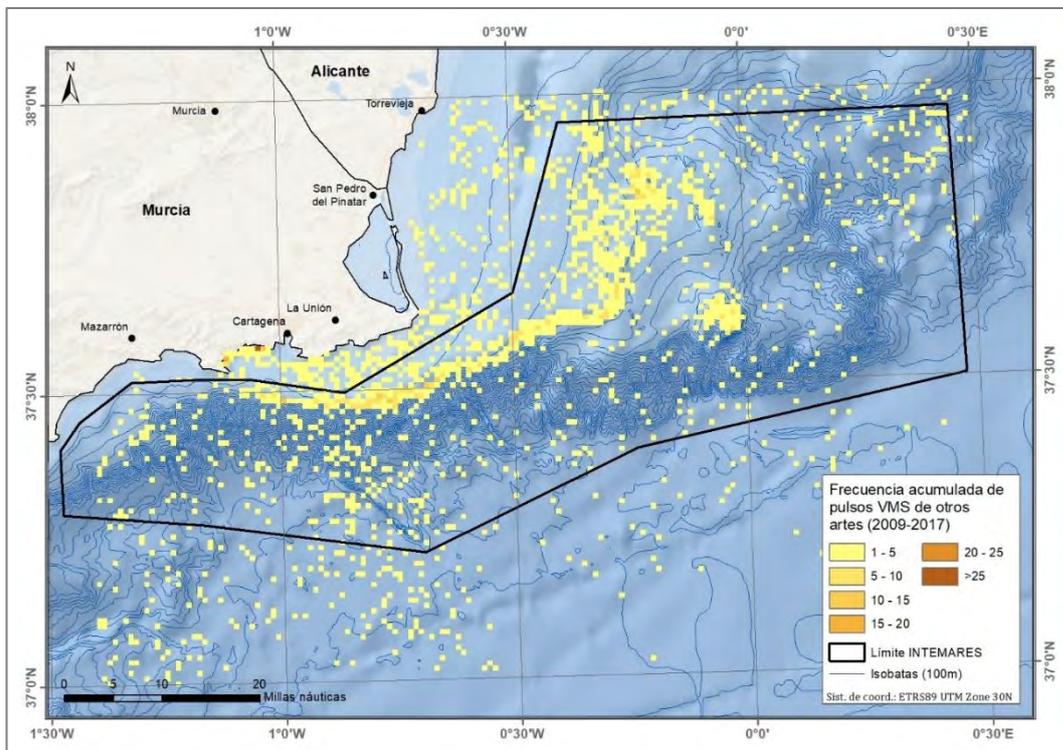
### 3.3.4 Otros artes de pesca

El uso de los aparejos agrupados bajo la categoría "Otros" se distribuye en dos zonas diferentes principalmente (Figura 25). Se observa, por un lado, una alta densidad de puntos siguiendo el borde de la plataforma continental desde Cabo Tiñoso hasta el Escarpe de Mazarrón, y por otro, agrupaciones de pulsos en los altos submarinos presentes en la zona: el Seco de Palos, el Planazo y el Plis-Plas. Esta distribución puede deberse a la diversidad de aparejos incluidos en esta categoría (varios artes menores y palangre de fondo principalmente), que representan diferentes estrategias de pesca y especies objetivo.

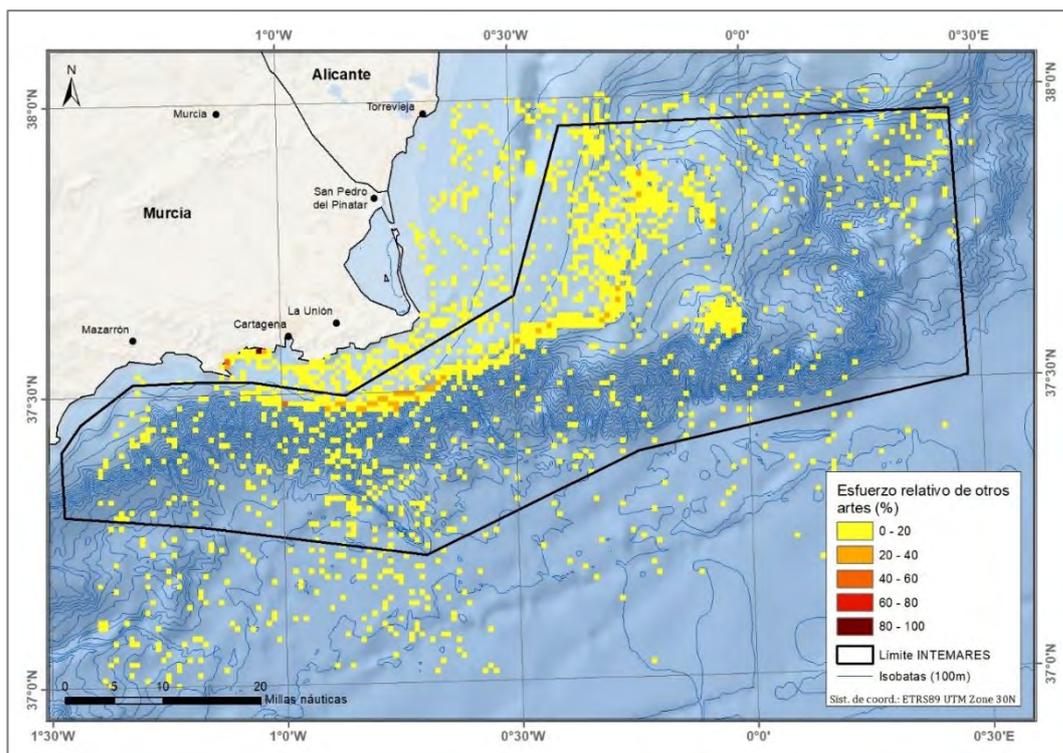
La frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda y el esfuerzo relativo (Figuras 26 y 27) son máximas en estas mismas zonas, siguiendo el borde de la plataforma continental y en los secos, alcanzando la frecuencia acumulada hasta 36 pulsos por celda.



**Figura 25.** Datos filtrados de registros VMS para la categoría de otros artes de pesca durante el periodo 2009 - 2017.

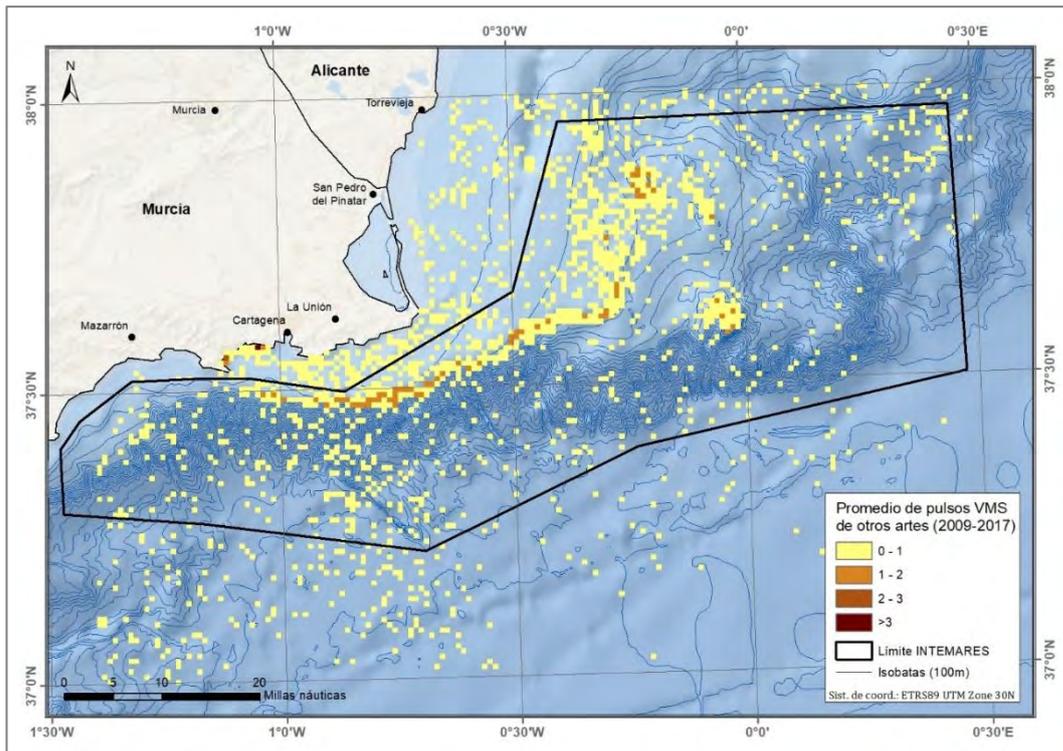


**Figura 26.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda para la categoría de pesca con otros artes durante el periodo 2009 -2017.

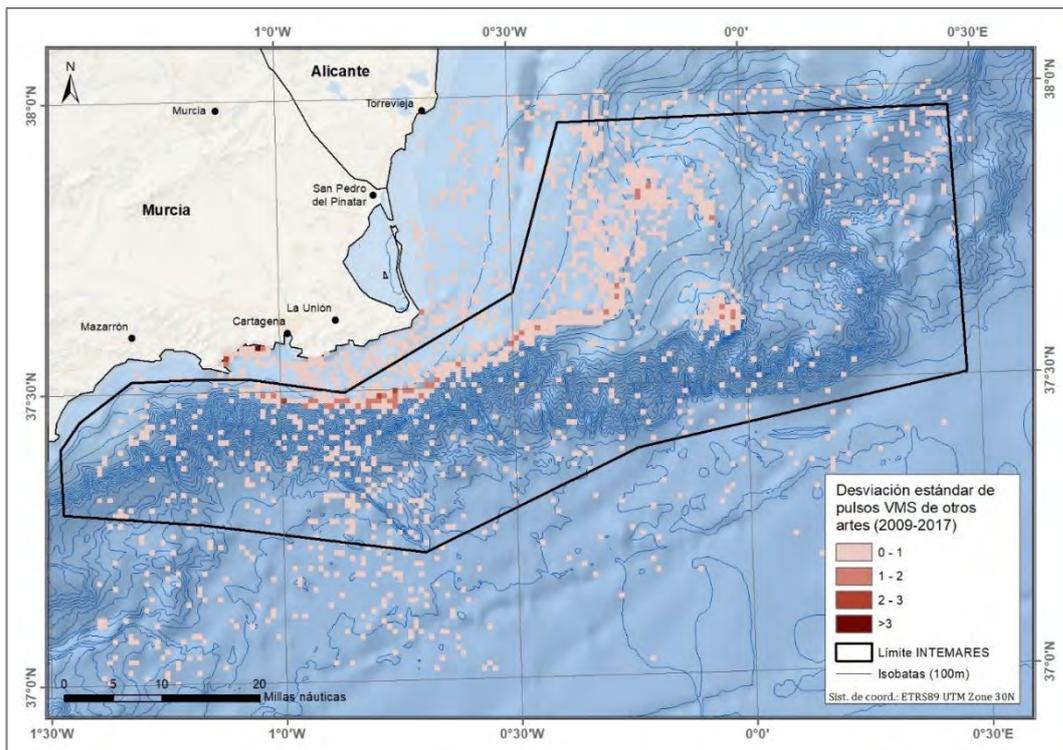


**Figura 27.** Esfuerzo pesquero relativo para la categoría de pesca con otros artes durante el periodo 2009 - 2017.

La cartografía del promedio de pulsos VMS (Figura 28) guarda el mismo patrón espacial que la cartografía de frecuencia acumulada. La desviación estándar (Figura 29) es mayor en las zonas con mayor intensidad de pesca. En la variabilidad interanual para este conjunto de artes se observan pequeños cambios entre los años, pero al tratarse de un grupo heterogéneo que engloba varias artes de pesca, y en algunos de los artes no se disponen de datos continuos para todos los años, no se pueden inferir tendencias (ver Anexo Figuras A.28 – A.36).



**Figura 28.** Promedio de pulsos VMS por celda para la categoría de pesca con otros artes durante el periodo 2009 - 2017.



**Figura 29.** Desviación estándar del número de pulsos VMS por celda para la categoría de pesca con otros artes durante el periodo 2009 - 2017.

### 3.4 Potenciales zonas de solapamiento entre pesquerías y hábitats bentónicos de interés comunitario

En cuanto a las potenciales zonas de solapamiento, de las seis provincias fisiográficas identificadas (Figura 5, de Juan-Valenzuela et al., 2021), las potenciales zonas de solapamiento entre las pesquerías y los hábitats de interés en la acción A.2.2 Murcia, Arrecifes (Hábitat 1170) y campos de pockmarks (Hábitat 1180, estructuras submarinas causadas por emisiones de gases) se localizan en las siguientes provincias fisiográficas:

- Provincia fisiográfica Talud Superior, incluye la zona de campos de pockmarks situada al este de la zona de estudio y una estrecha franja en la parte superior de los Cañones del Escarpe de Mazarrón.
- Provincia fisiográfica Talud Medio, incluye el sistema de cañones del Escarpe de Mazarrón y los cañones situados al sur del Seco de Palos.
- Provincia fisiográfica Altos, incluye el Seco de Palos y las elevaciones de Planazo y Plis Plas situadas al este de la zona de estudio.

En la provincia fisiográfica que corresponde con la plataforma continental no se encuentran hábitats susceptibles de solapamiento, posiblemente como consecuencia de que se trata de caladeros muy explotados por la pesca de arrastre durante un largo período de tiempo.

Se han identificado las especies bentónicas presentes más importantes en cada una de estas provincias fisiográficas dentro del polígono que delimita la zona de INTEMARES:

- Provincia fisiográfica Talud superior: Se ha encontrado una alta diversidad de especies de cnidarios. Destaca la presencia de varias especies de gorgonias, como el coral bambú (*Isidella elongata*), y de pennatuláceos. También cabe destacar la presencia de especies propias del hábitat 1170 (Arrecifes), como el coral negro (*Leiopathes glaberrima*).
- Provincia fisiográfica Talud medio: En esta provincia cabe destacar la presencia de coral bambú (*Isidella elongata*) y varias especies de pennatuláceos, así como de zonas rocosas con corales blancos (*Desmophylum pertusum* y *Madrepora oculata*), características del del hábitat 1170 (Arrecifes)
- Provincia fisiográfica Altos: En esta provincia se han encontrado una gran cantidad, tanto en diversidad como en abundancia, de especies propias del hábitat 1170

(Arrecifes): corales blancos (*Madrepora oculata*), coral amarillo (*Dendrophyllia cornigera*), corales negros (*Leiophates glaberrima* y *Parantipathes larix*), y gorgonias (*Bebryce mollis*, *Callogorgia verticillata*, *Swiftia pallida*, ...).

Se han contabilizado el número de pulsos VMS de arrastre en cada una de las provincias fisiográficas susceptibles de presentar solapamiento (Tabla 4). El mayor esfuerzo pesquero se concentra en el talud superior, que recoge un 79% de los datos VMS de la zona de INTEMARES. En esta zona, los datos preliminares analizados hasta el momento han mostrado una gran diversidad de cnidarios, tanto en fondos blandos, donde se han encontrado campos del coral bambú (*Isidella elongata*), como en fondos duros con especies propias del hábitat 1170.

En las provincias fisiográficas talud medio y altos, el esfuerzo pesquero es bastante menor, pero son zonas con un alto valor ecológico, destacando la alta biodiversidad encontrada en los diferentes secos de la zona de estudio.

**Tabla 4.** Número de pulsos VMS por provincia fisiográfica (Juan-Valenzuela et al, 2021) para la categoría de pesca con arrastre dentro de la zona de estudio de INTEMARES en el periodo 2009 – 2017, y porcentaje que suponen con respecto del total de pulsos de arrastre de arrastre dentro de la zona de estudio de INTEMARES.

Provincia fisiográfica	Número de pulsos VMS	Porcentaje
Talud superior	26 280	79,3%
Talud medio	3 419	10,3 %
Altos	836	2,5 %
<b>Total</b>	<b>33 138</b>	

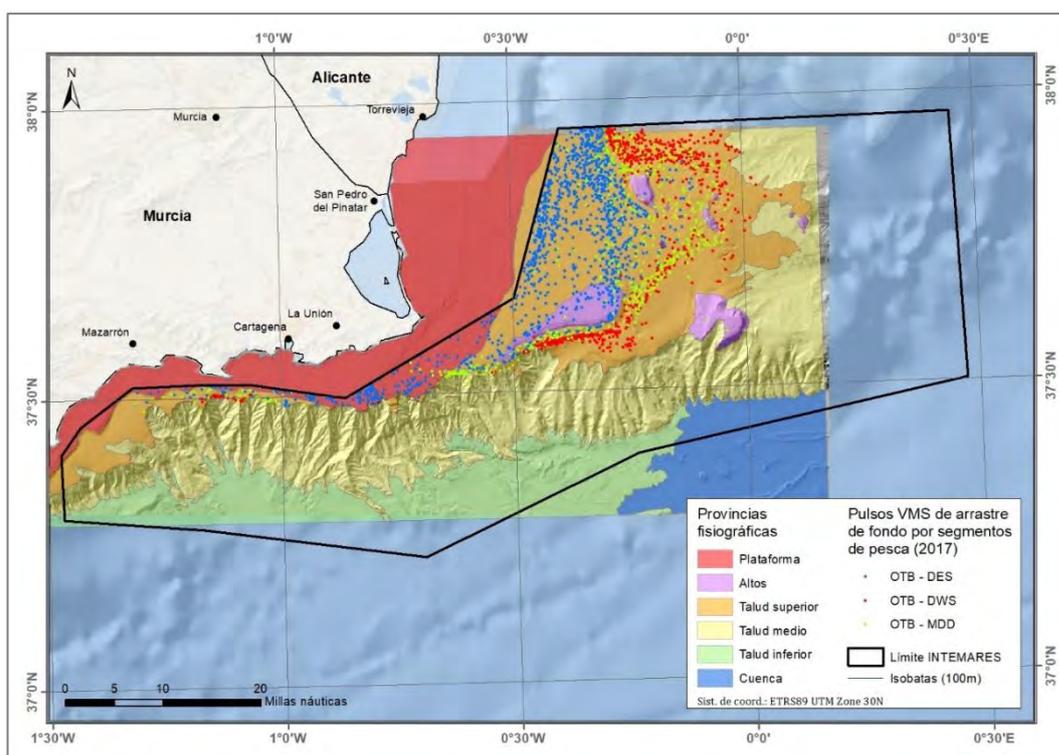
Asimismo, se ha analizado la distribución espacial de la pesca de arrastre por segmento de flota para el extracto de datos del año 2017 (Tabla 5). En la provincia fisiográfica talud superior, que es donde se produce una mayor intensidad de pesca de arrastre, los resultados por métier muestran una buena representación de los tres tipos de segmento en esa zona.

**Tabla 5.** Número de pulsos VMS por provincia fisiográfica para los diferentes segmentos de pesca de arrastre dentro de la zona de estudio de INTEMARES para el año 2017, y porcentaje que suponen con respecto del total de pulsos de arrastre de arrastre de ese año.

Provincia fisiográfica	Segmento de flota		Número de pulsos VMS	Porcentaje
Talud superior	OTB-DES	Especies demersales	986	35,8%
	OTB-DWS	Especies de aguas profundas	780	28,3%
	OTB-MDD	Mezcla de especies demersales y especies de aguas profundas	580	21,0%

	Total		<b>2346</b>	<b>85,1%</b>
<b>Talud medio</b>	OTB-DES	Especies demersales	11	0,4%
	OTB-DWS	Especies de aguas profundas	42	1,5%
	OTB-MDD	Mezcla de especies demersales y especies de aguas profundas	65	2,4%
	Total		<b>118</b>	<b>4,3%</b>
<b>Altos</b>	OTB-DES	Especies demersales	81	2,9%
	OTB-DWS	Especies de aguas profundas	2	0,1%
	OTB-MDD	Mezcla de especies demersales y especies de aguas profundas	14	0,5%
	Total		<b>97</b>	<b>3,5%</b>
<b>Total</b>			<b>2757</b>	

La pesca de arrastre dirigida a especies demersales se realiza a profundidades menores (Figura 30). La pesca de aguas profundas dirigida principalmente a la gamba roja se realiza también con una alta intensidad en la misma provincia pero en zonas más profundas.



**Figura 30.** Pulsos VMS de pesca de arrastre por segmentos de pesca en relación con las provincias fisiográficas.

## 4 Conclusiones

- El conocimiento detallado de la actividad y su huella pesquera permite optimizar la gestión conjunta de pesquerías y medidas de conservación y protección de hábitats bentónicos y especies y hábitats vulnerables.
- En cuanto a la distribución espacial del esfuerzo pesquero, se observa un patrón con intensidades relativamente bajas en la mayor parte de la zona de estudio. La distribución espacial del esfuerzo del arrastre de fondo es bastante constante entre años puesto que va asociada a un tipo de sustrato determinado pero se observa variabilidad interanual en la intensidad.
- Las zonas con mayor esfuerzo pesquero se concentran cerca del borde de la plataforma continental en la zona del Sistema de cañones del Escarpe de Mazarrón y en la zona norte del Campo de pockmarks.
- Estas zonas con alta densidad de registros VMS se caracterizan por ser fondos llanos de sedimentos blandos, preferidos para el arrastre de fondo.
- La intensidad de pesca de arrastre de fondo en las dos elevaciones presentes en el campo de pockmarks, el Planazo y el Plis-Plas, no resulta especialmente alta. Asimismo, en la zona del Seco de Palos la intensidad de arrastre de fondo es bastante baja en comparación con otras zonas.
- El mayor esfuerzo pesquero se concentra en el talud superior, que recoge un 79% de los datos VMS de la zona de INTEMARES. los datos preliminares analizados hasta el momento han mostrado una gran diversidad de cnidarios en esta zona, tanto en fondos blandos, donde se han encontrado campos del coral bambú (*Isidella elongata*), como en fondos duros, con especies propias del hábitat 1170.
- En las provincias fisiográficas talud medio y altos el esfuerzo pesquero es bastante menor, pero son zonas con un alto valor ecológico por la alta biodiversidad encontrada en los diferentes secos de la zona de estudio.
- La distribución espacial de la pesca de arrastre por segmento de flota indica que en el talud superior coinciden los tres tipos de segmento de flota y es donde se produce una mayor intensidad de pesca de arrastre. La pesca de aguas profundas, enfocada

principalmente a la gamba roja, se realiza también con una alta intensidad en la misma provincia de talud superior, pero en zonas más profundas.

## 5 Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la SGP por la cesión de los datos VMS. A Antonio Punzón y su equipo de trabajo por facilitar documentación de trabajos anteriores de huella pesquera en estudios de hábitats bentónicos. A Javier Delgado por proporcionar la información y datos relativos a las estadísticas pesqueras del área de estudio. Los datos analizados en este informe han sido cofinanciados por la UE a través del Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP) dentro del Programa Nacional de recopilación, gestión y uso de datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico en relación con la política pesquera común.

## 6 Referencias

- ✓ Amoroso, R.O., Pitcher, C.R., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Parma, A.M., Suuronen, P., Eigaard, et al. (2018). Bottom trawl fishing footprints on the world's continental shelves. *PNAS* October 23, 2018 115 (43) E10275-E10282; first published October 8, 2018; <https://doi.org/10.1073/pnas.1802379115>
- ✓ Anon. (2013). Elaboración de la huella pesquera en las áreas LIC de Delta del Ebro - Columbretes y Plataforma de la Isla de Alborán. Informe proyecto Life+ INTEMARES. Acción A10 valoración del impacto de pesquerías en los LIC y ZEPAs propuestos, 39 pp.
- ✓ Arroyo, E., Canales Cáceres, R.M., Abel, I. y Gimenez-Casaldueiro, F. (eds.) (2021). Tiburones y Rayas de la Región de Murcia. Proyecto TIBURCIA, Fondo Europeo Marítimo y de Pesca. 101 pp
- ✓ Bécares, J. y Cama, A. (2013). Huella pesquera en las 39 ZEPAs marinas. Acción A10 del proyecto INDEMARES. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).
- ✓ Bellido, J.M., Paradinas, I., Vilela, R., Bas, G., Pennino, M.G. (2019). A marine spatial planning approach to minimize discards: Challenges and opportunities of the Landing Obligation in European waters, 239-256 p. In S.S. Uhlmann, C. Ulrich, S.J. Kennelly (Eds.), *The European Landing Obligation – Reducing discards in complex, multi-species and multi-jurisdictional fisheries*. Cham: Springer, 438 pp. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8_12)
- ✓ Bellido, J.M., Terrones, B., Barcala, E., Guijarro-García, E., Giménez-Casaldueiro, F., Canales Cáceres, R., Ramos-Esplá, A.A. (2020). Informe de Campaña "INTEMARES-A22MU-0820". Proyecto Life IP INTEMARES. Memoria científico-técnica: 41 pp.

- ✓ Del Olmo Garrudo, L.A. (2014). Sistema de Localización y Seguimiento de Embarcaciones Pesqueras Andaluzas. Programas de seguimiento de las Estrategias marinas. Taller de pesquerías artesanales y recreativas Valsaín (Segovia).
- ✓ Eigaard, O.R., Bastardie, F., Hintzen, N.T., Buhl-Mortensen, L., Buhl-Mortensen, P., Catarino, R., Dinesen, G.E., Egekvist, J., Fock, H.O., Geitner, K. & Gerritsen, H.D. (2017). The footprint of bottom trawling in European waters: distribution, intensity, and seabed integrity. *ICES Journal of Marine Science*. 2017 Mar 1;74(3):847-65.
- ✓ Fernández Salas, L.M., Sayago-Gil, M., Villar, I., López-González, N., Vázquez, J.T., Ramos, A., Guijarro, E., Giménez, F., Sánchez-Guillamón, O., Bárcenas, P., Izquierdo, A., Tello, O., Franco, I. y Tadeo, J. (2018). Informe de la campaña INTEMARES-MURCIA 0118 (A2.2). 46 pp.
- ✓ Folke, C., Kautsky, N., Berg, H., Jansson, Å., & Troell, M. (1998). The ecological footprint concept for sustainable seafood production: a review. *Ecological Applications*, 8(sp1), S63-S71.
- ✓ Gaines, S.D., White, C., Carr, M.H. & Palumbi, S.R. (2009). Designing marine reserve networks for both conservation and fisheries management. *PNAS Early Edition*. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906473107>
- ✓ Guijarro-García, E., Terrones, B., Nebra, A., Sayago-Gil, M.; Ramos-Esplá, A.A., López-Rodríguez, C., Giménez-Casaldueiro, F., Martínez-Carreño, N., Sánchez-Guillamón, O., Díez-García, I.P., Arroyo-Martínez, E., Fernández-Salas, L.M. (2019). Informe de Campaña "INTEMARES-A22M-0819". Proyecto Life IP INTEMARES. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Murcia. Memoria científico-técnica: 59 pp.
- ✓ Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R. & Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*.
- ✓ Hintzen, N., Bastardie, F., Beare, D., Piet, G., Ulrich, C., Deporte, N., Egekvist, J. & Degel, H. (2011). VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualization of fisheries logbook and VMS data. *Fish. Res.* 115: 31–43.
- ✓ James, M., Mendo, T., Jones, E.L., Orr, K., McKnight, A. & Thompson J. (2018). AIS data to inform small scale fisheries management and marine spatial planning. *Marine Policy*. Volume 91, Pages 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.012>
- ✓ Janßen, H., Bastardie, F., Margit, E., Hamon Katell, G., Hinrichsen, H., Marchal, P., Nielsen, J.R., Le Pape, O., Schulze, T., Simons, S., Teal, L.R. & Tidd, A. (2018). Integration of fisheries into marine spatial planning: Quo vadis? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 201, Pages 105-113. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.01.003>
- ✓ Juan-Valenzuela, C., Fernández-Salas, L.M. y Sayago-Gil, M. (2021). Simplificación y armonización de zonas en el proyecto INTEMARES Murcia. Informe de Proyecto Life IP INTEMARES Acción A2.2 Murcia, Marzo 2021, 19pp.

- ✓ Le Tixerant, M., Le Guyader, D., Gourmelon, F. & Queffelec, B. (2018). How can Automatic Identification System (AIS) data be used for maritime spatial planning? *Ocean and Coastal Management*. Volume 166, Pages 18-3. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.05.005>
- ✓ Norse, E.A. (2010). Ecosystem based spatial planning and management of marine fisheries: Why and how? *Bulletin of Marine Science*. 86(2): 179–195.
- ✓ OMI (2002). Resolución A.917(22), de 29 de noviembre de 2001. Directrices relativas a la utilización en el buque del sistema de identificación automática (SIA) de a bordo. Asamblea, 22º periodo de sesiones del 25 de enero del 2002. Punto 9 del orden del día.
- ✓ Punzón, A., Arronte, J. C., Sánchez, F., & García-Alegre, A. (2016). Spatial characterization of the fisheries in the Avilés Canyon System (Cantabrian Sea, Spain). *Ciencias Marinas*, 42(4), 237–260.
- ✓ Shepperson, J.L., Hintzen, N.T., Szostek, C.L., Bell, E., Murray, L.G. & Kaiser, M.J. (2018). A comparison of VMS and AIS data: the effect of data coverage and vessel position recording frequency on estimates of fishing footprints. *ICES Journal of Marine Science* (2018), 75(3), 988–998. doi:10.1093/icesjms/fsx230
- ✓ Swartz, W., Sala, E., Tracey, S., Watson, R. & Pauly, D. (2010). The spatial expansion and ecological footprint of fisheries (1950 to present). *PloS one*. 2010 Dec 2;5(12):e15143.
- ✓ Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E. A., Hutchings, J.A., Jennings, S., Jensen, O.P., Lotze, H.K., Mace, P.M., McClanahan, T.R., Minto, C., Palumbi, S.R., Parma, A.M., Ricard, D., Rosenberg, A.A., Watson, R. & Zeller, D. (2009). Rebuilding Global Fisheries. *Science*, Vol. 325, Issue 5940, pp. 578-585. DOI: 10.1126/science.1173146

## 7 Anexo

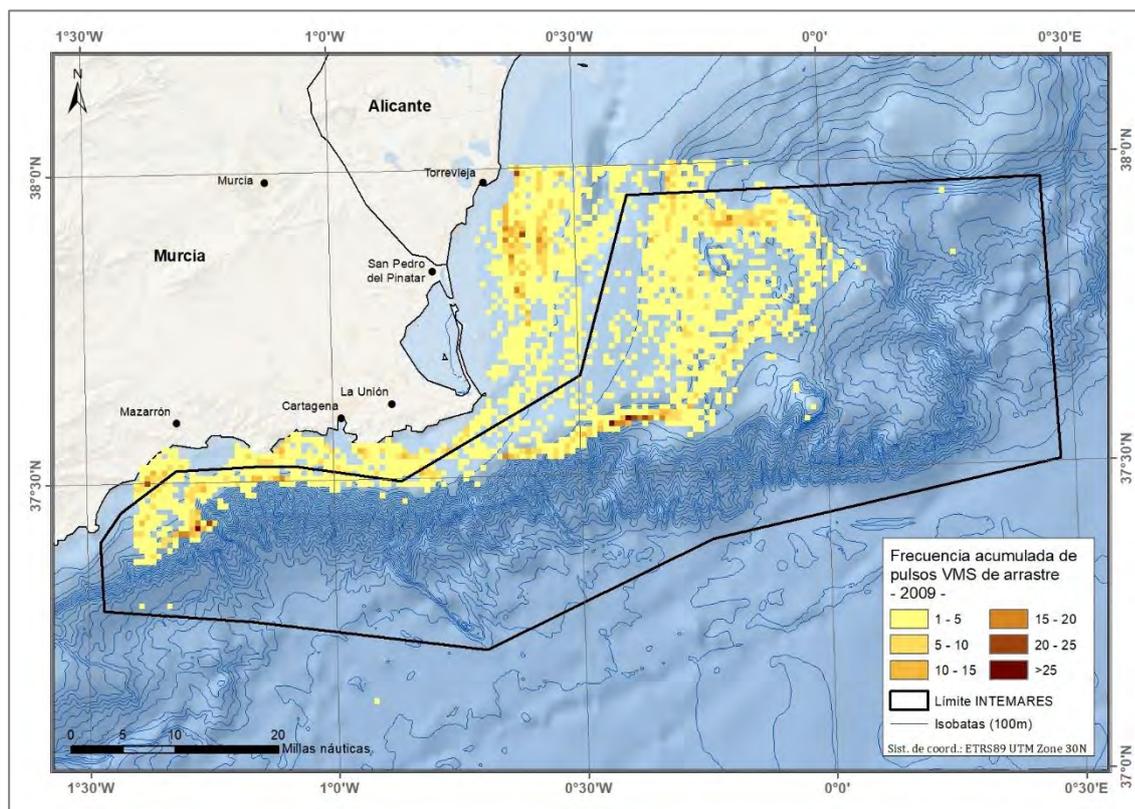


Figura A.1. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2009.

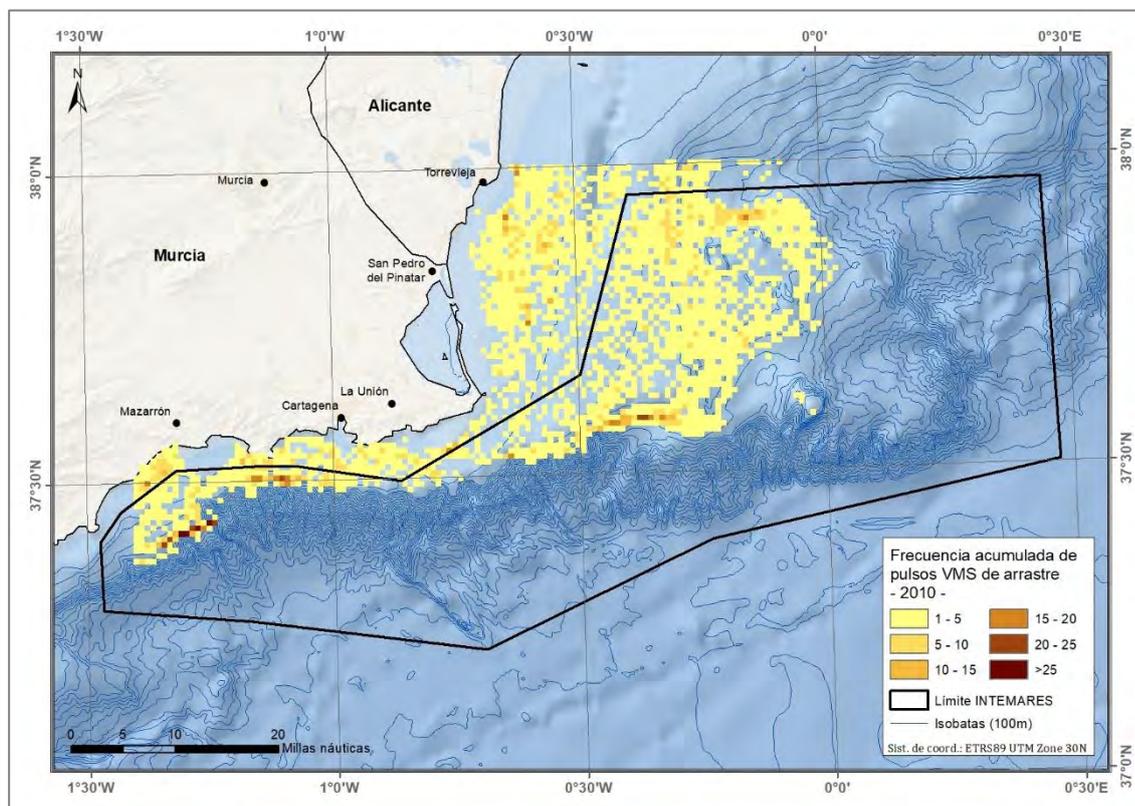


Figura A.2. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2010.

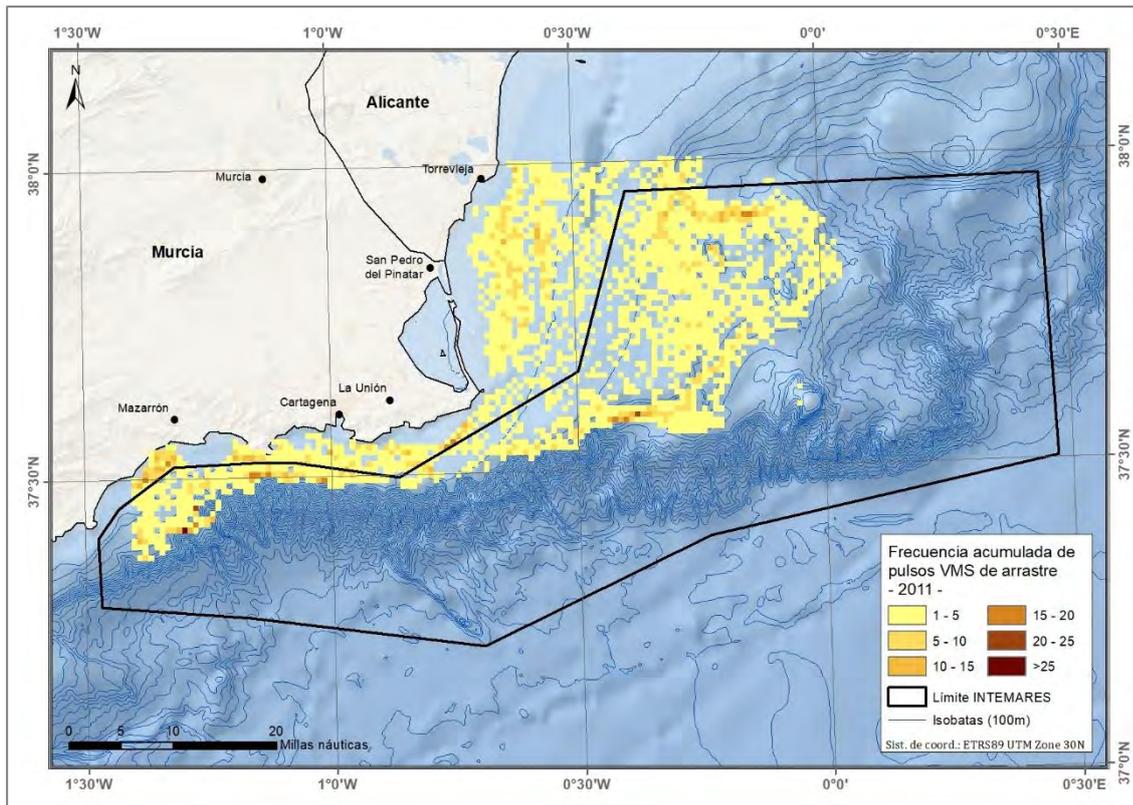


Figura A.3. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2011.

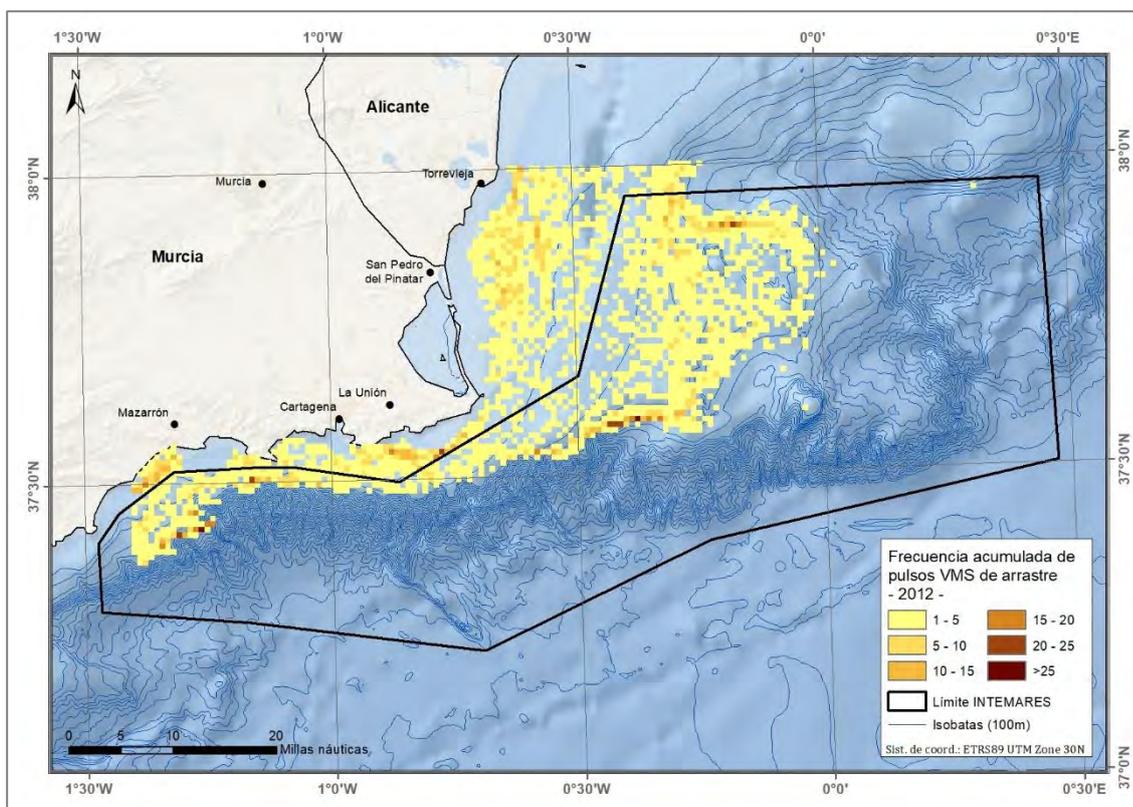


Figura A.4. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2012.

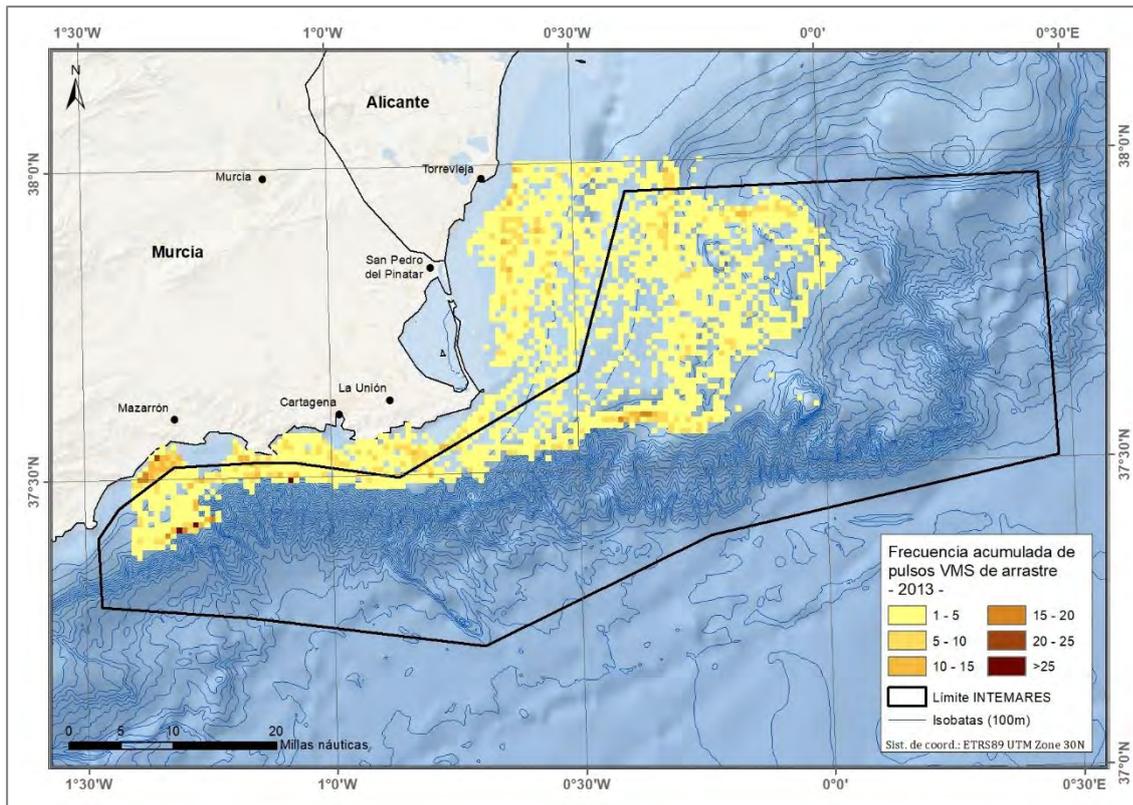


Figura A.5. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2013.

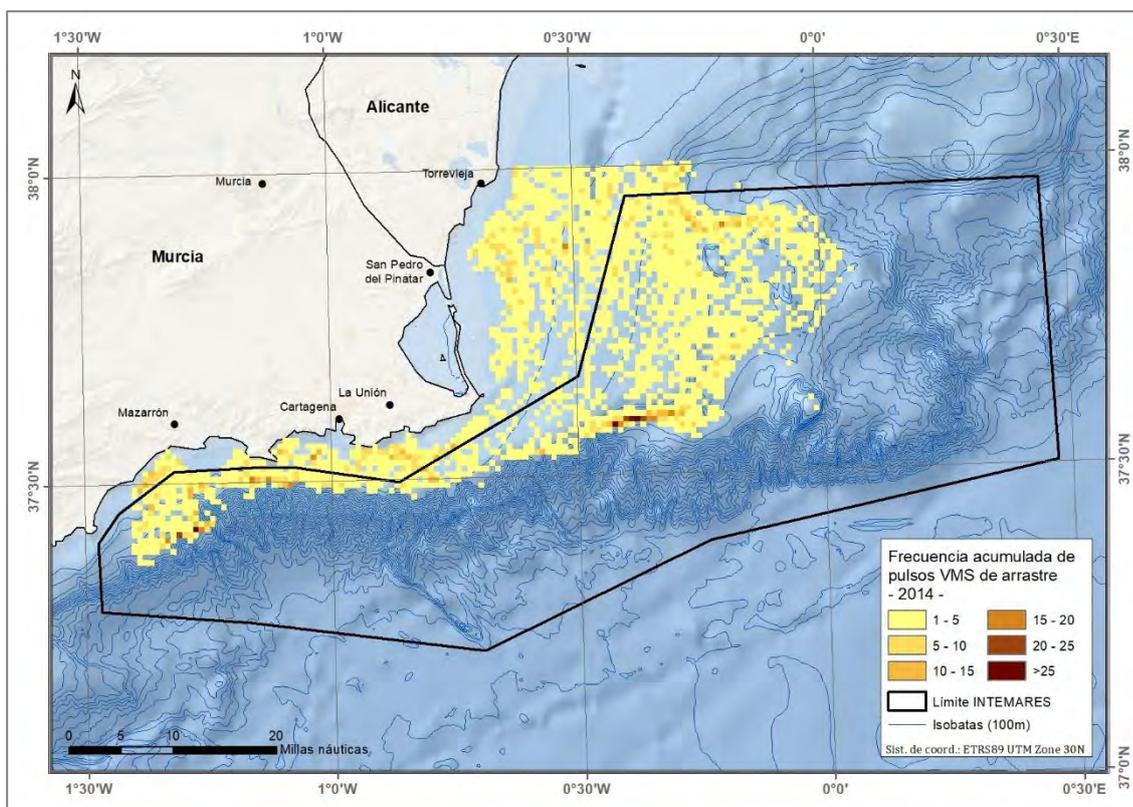


Figura A.6. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2014.

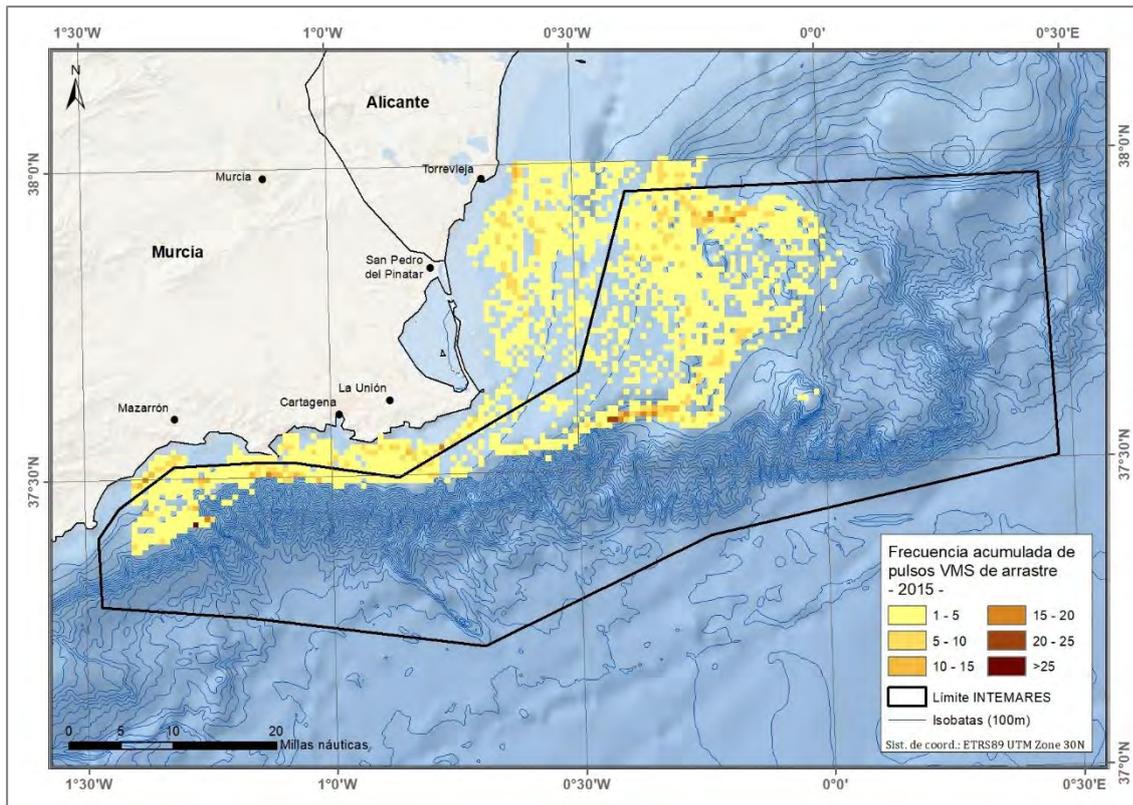


Figura A.7. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2015.

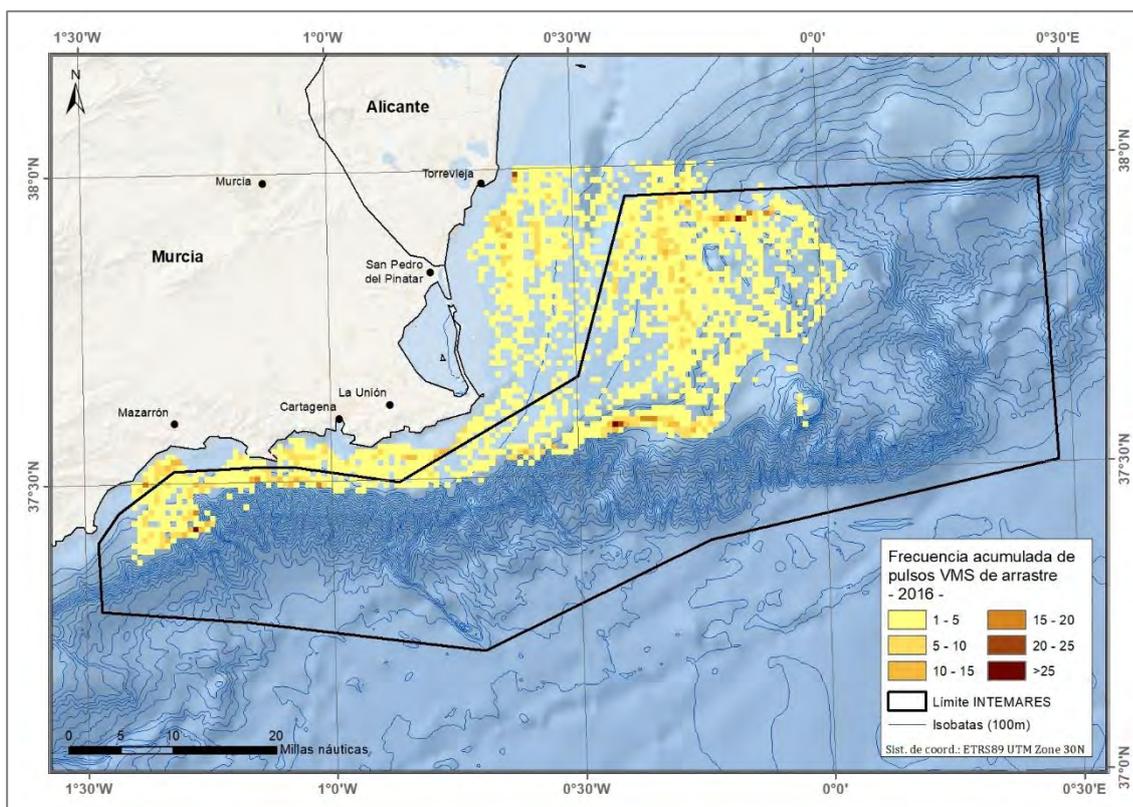


Figura A.8. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2016.

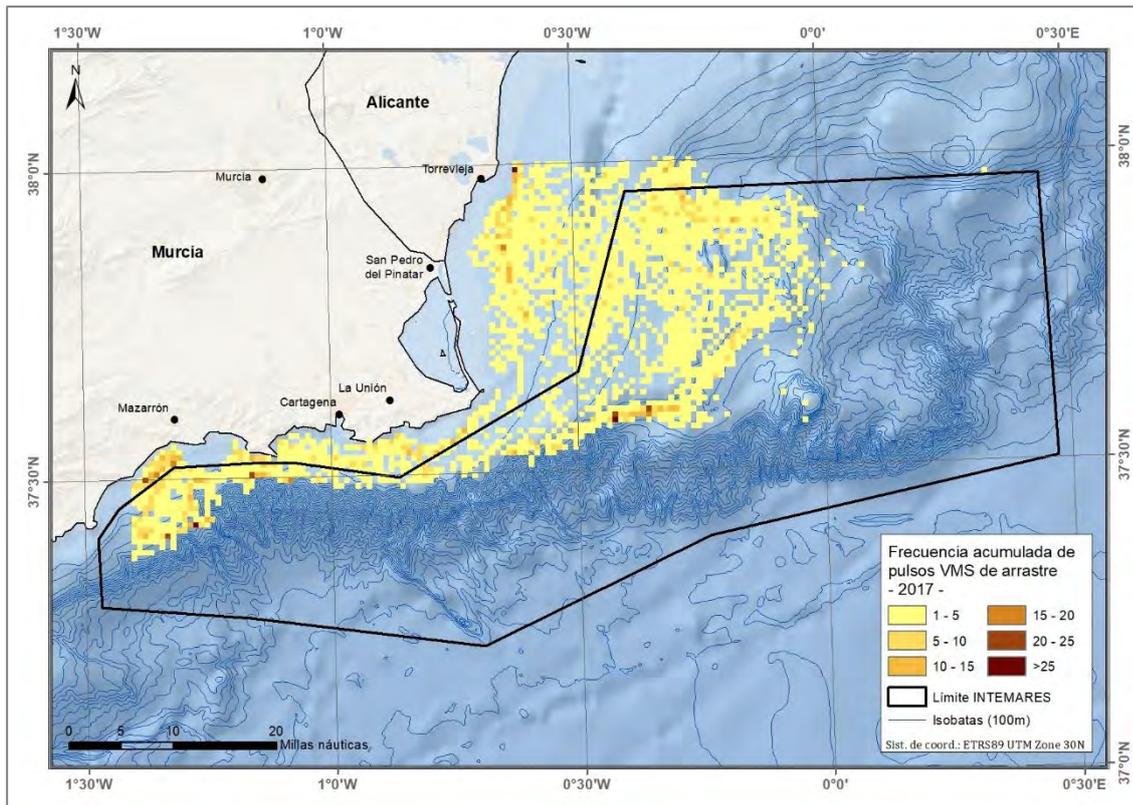


Figura A.9. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca de arrastre para el año 2017.

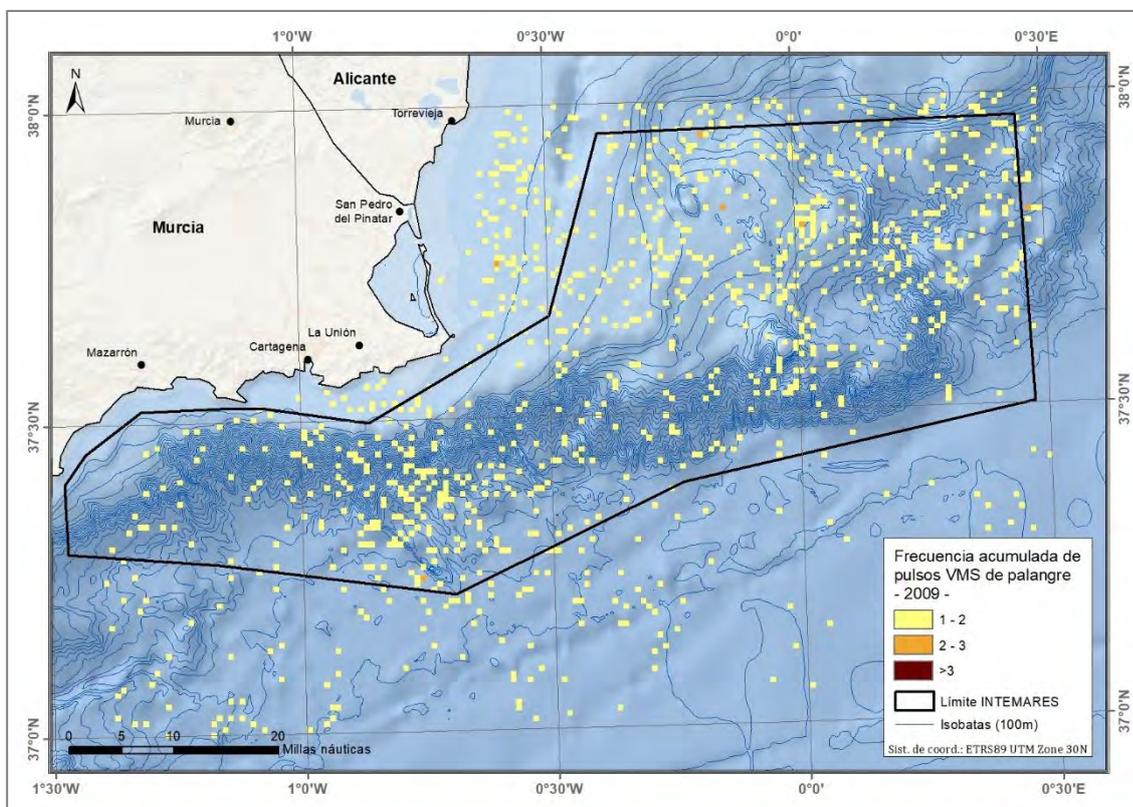
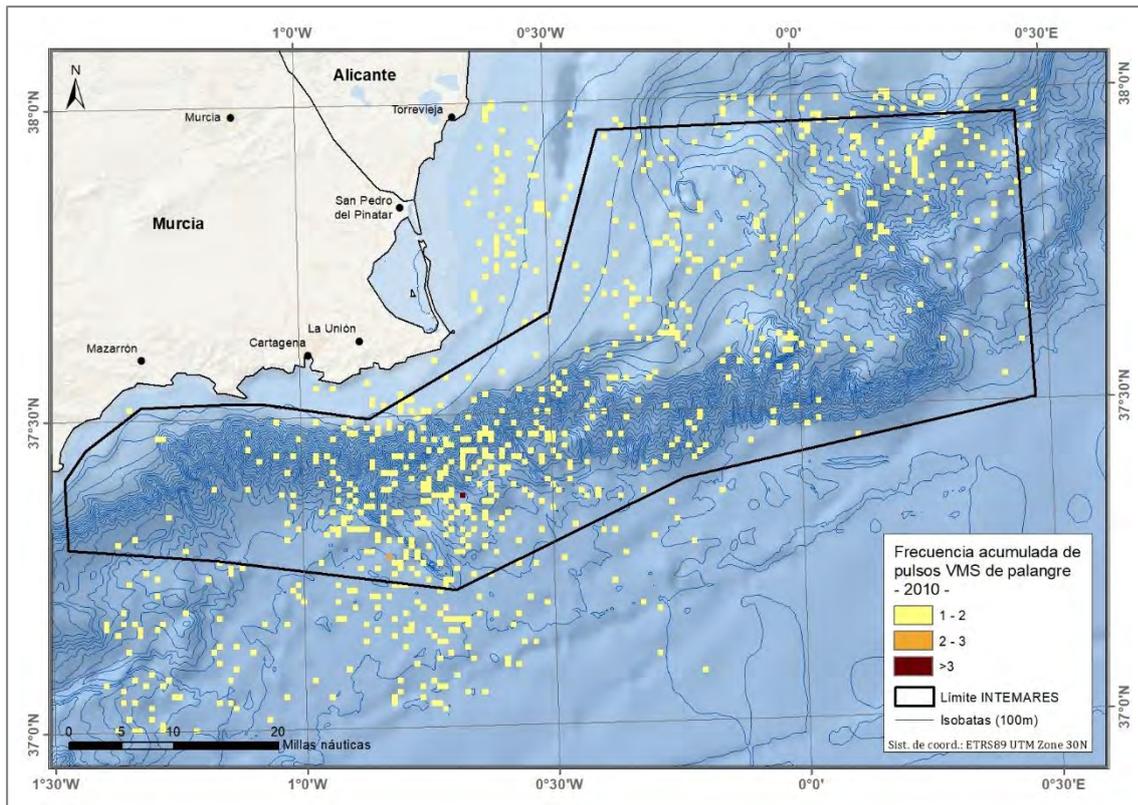
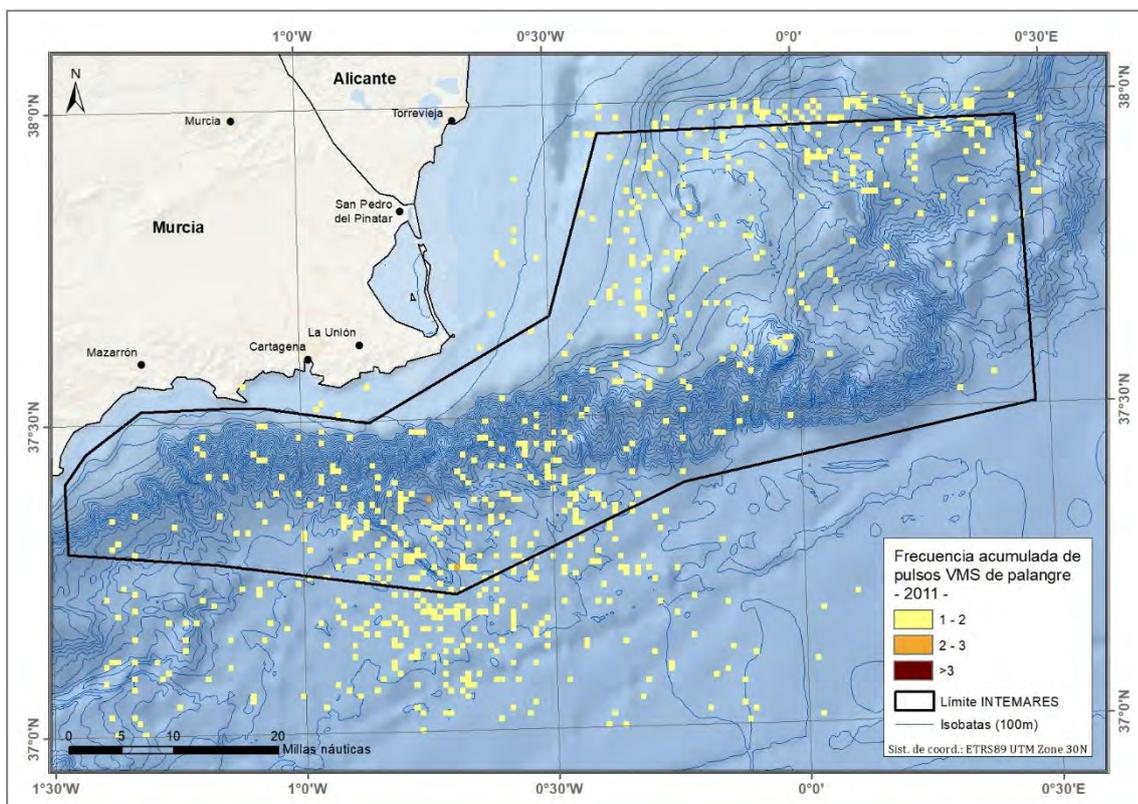


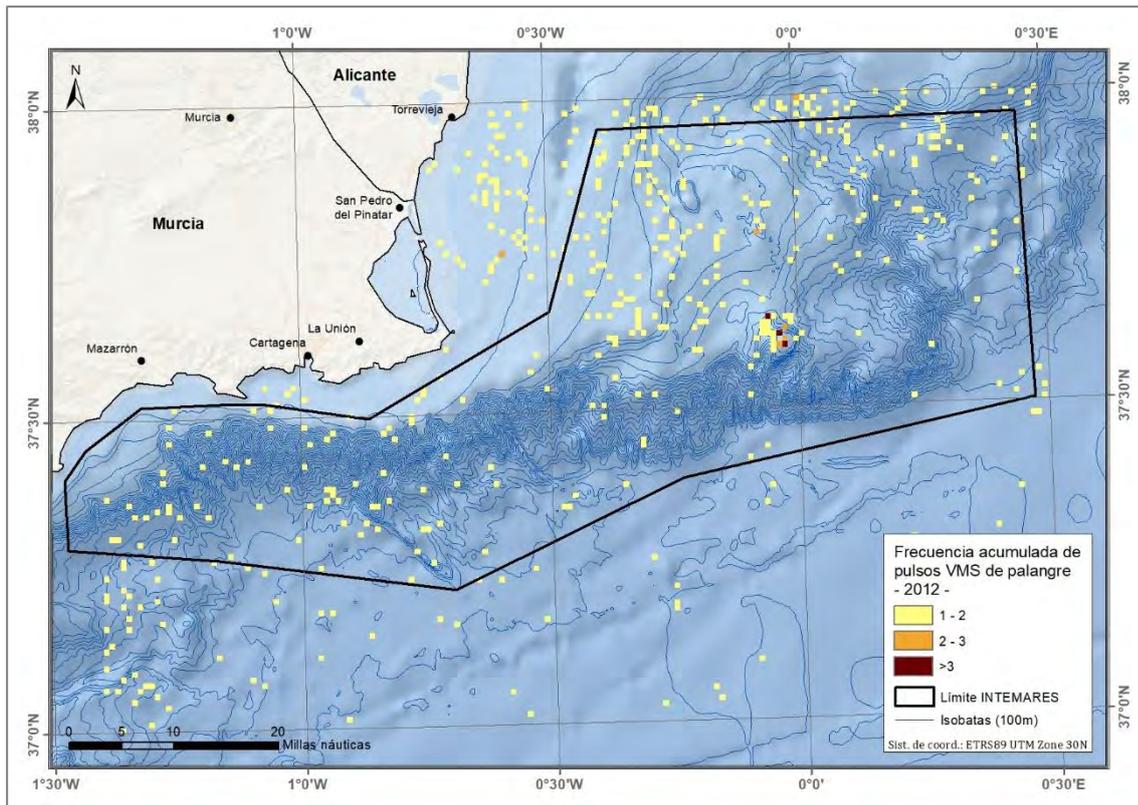
Figura A.10. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2009.



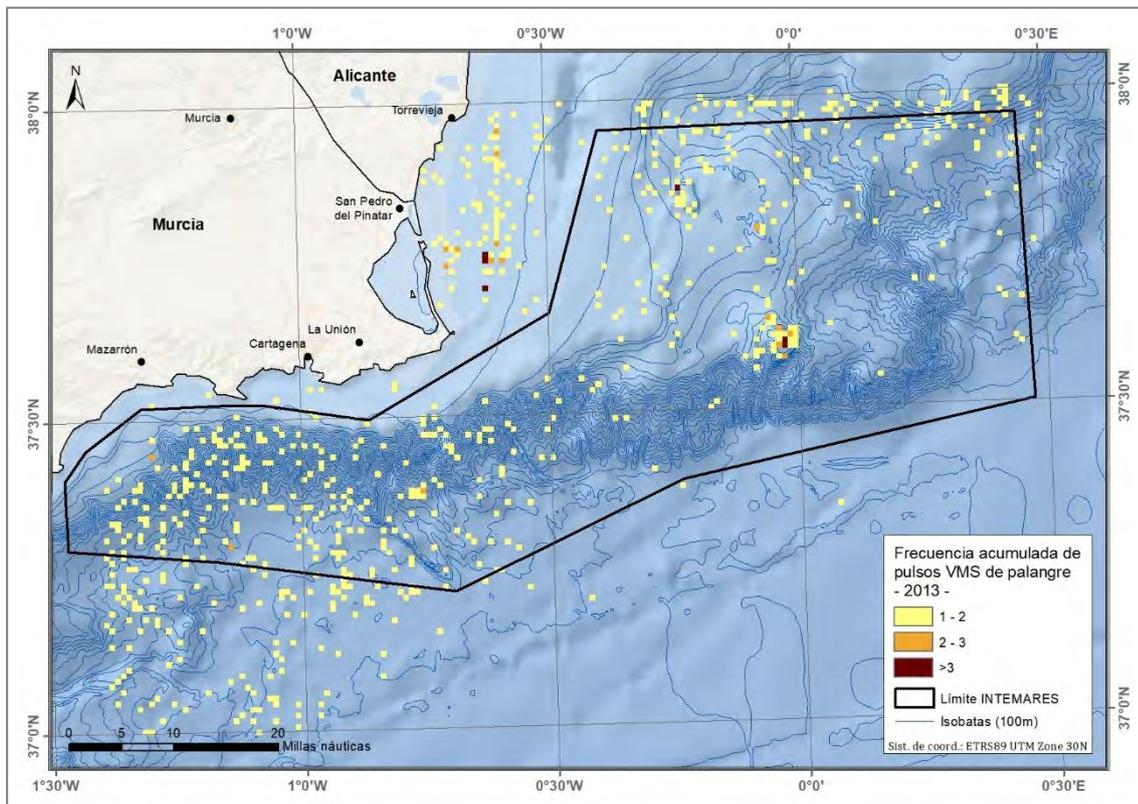
**Figura A.11.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2010.



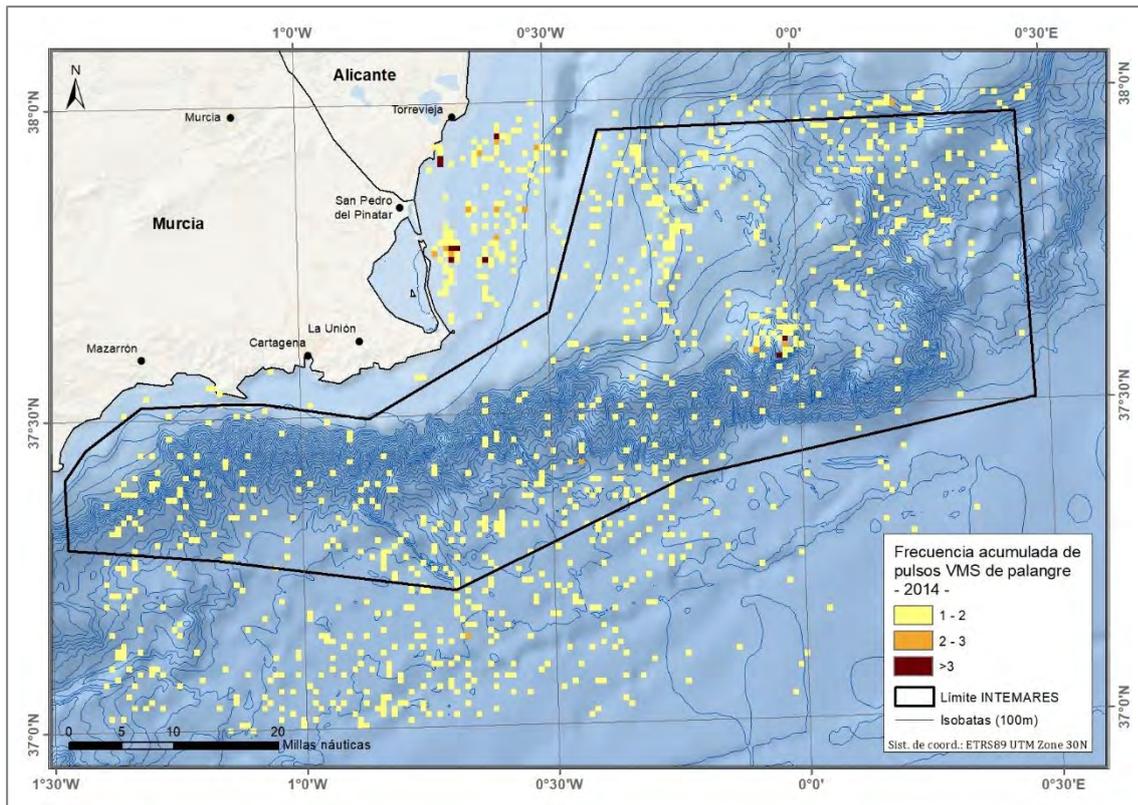
**Figura A.12.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2011.



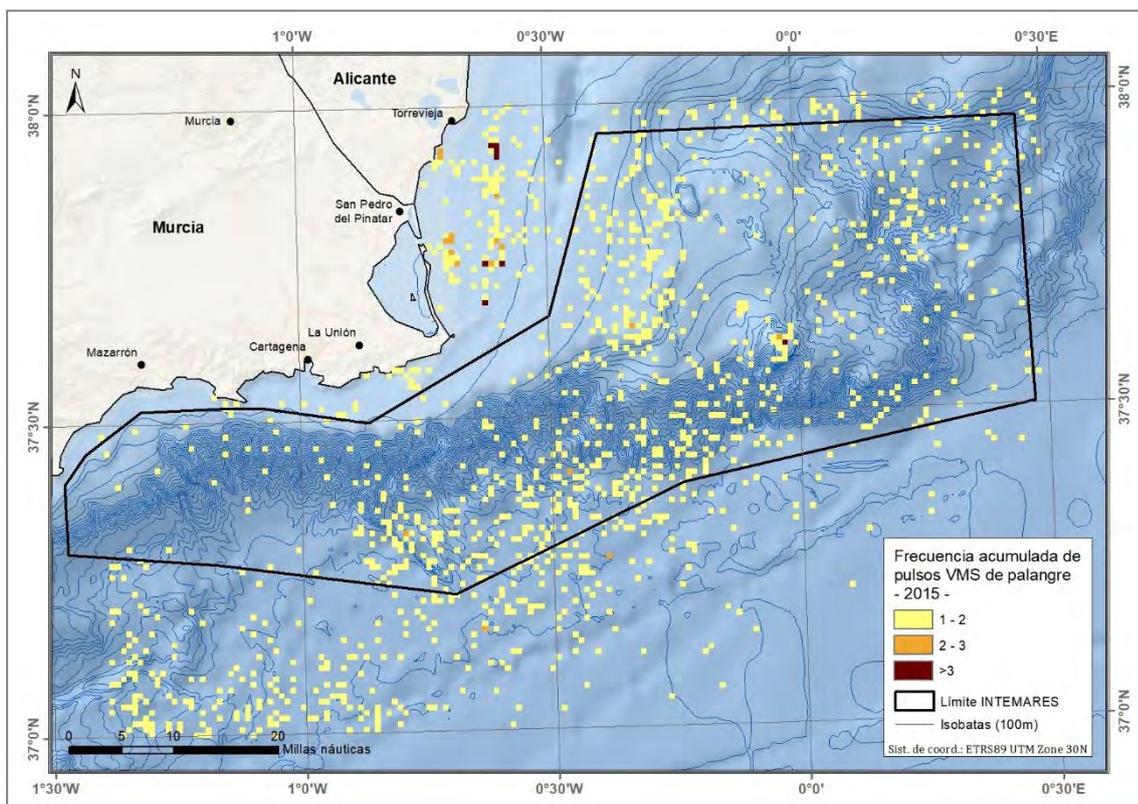
**Figura A.13.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2012.



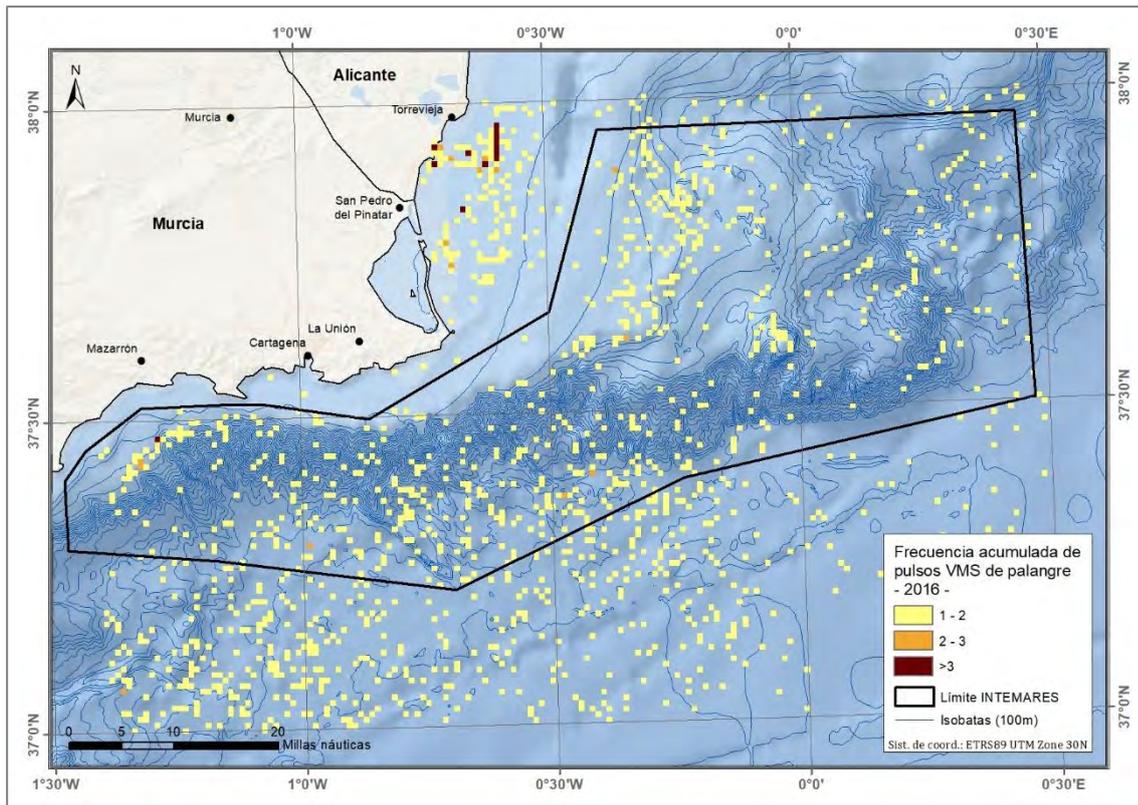
**Figura A.14.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2013.



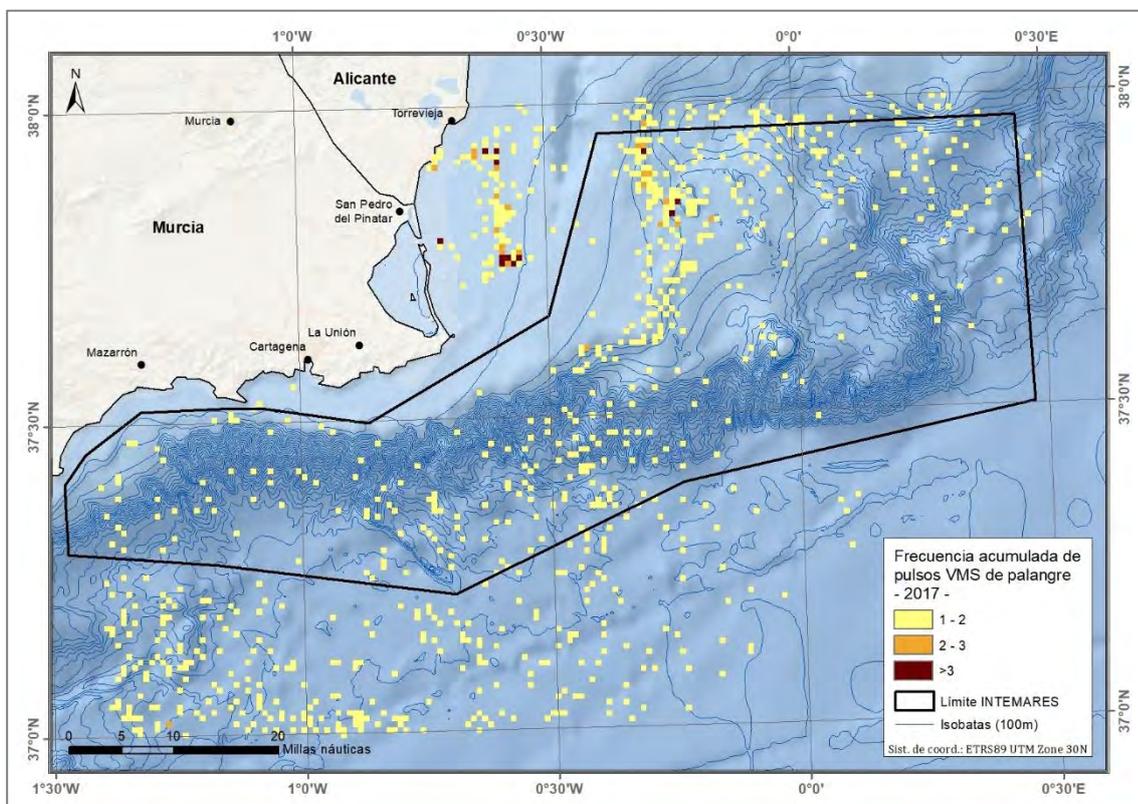
**Figura A.15.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2014.



**Figura A.16.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2015.



**Figura A.17.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2016.



**Figura A.18.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con palangre de superficie para el año 2017.

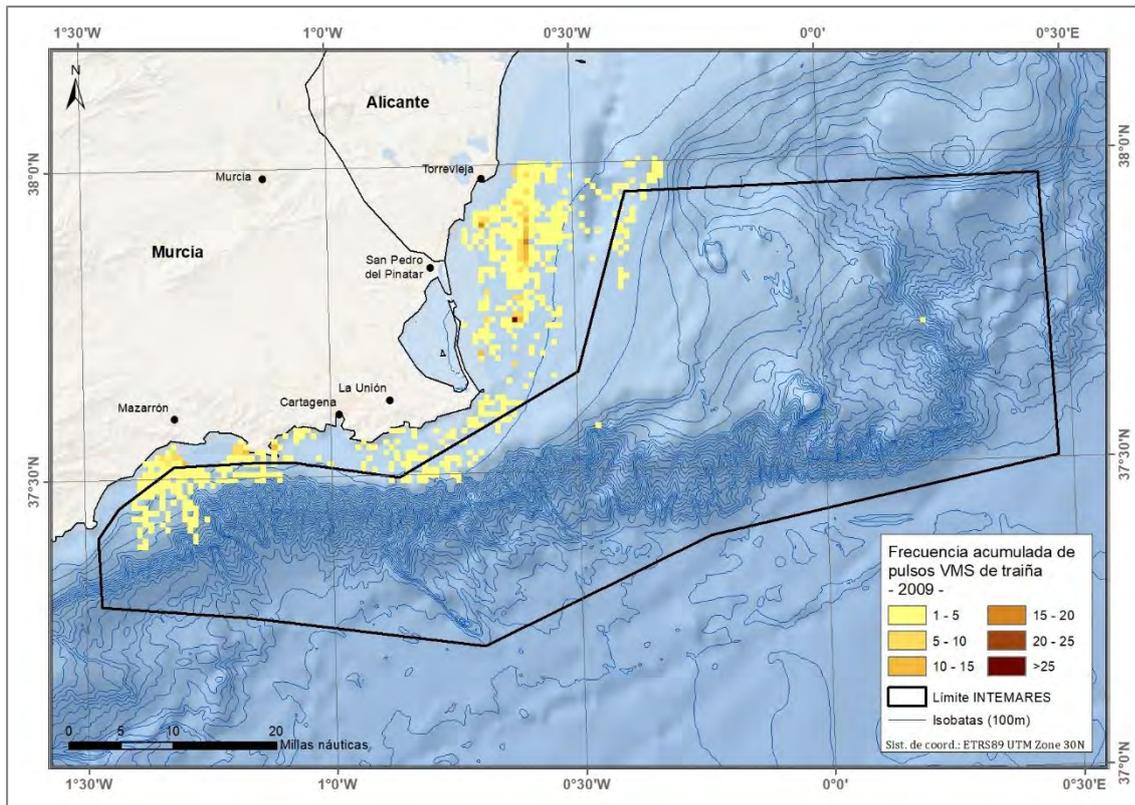


Figura A.19. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2009.

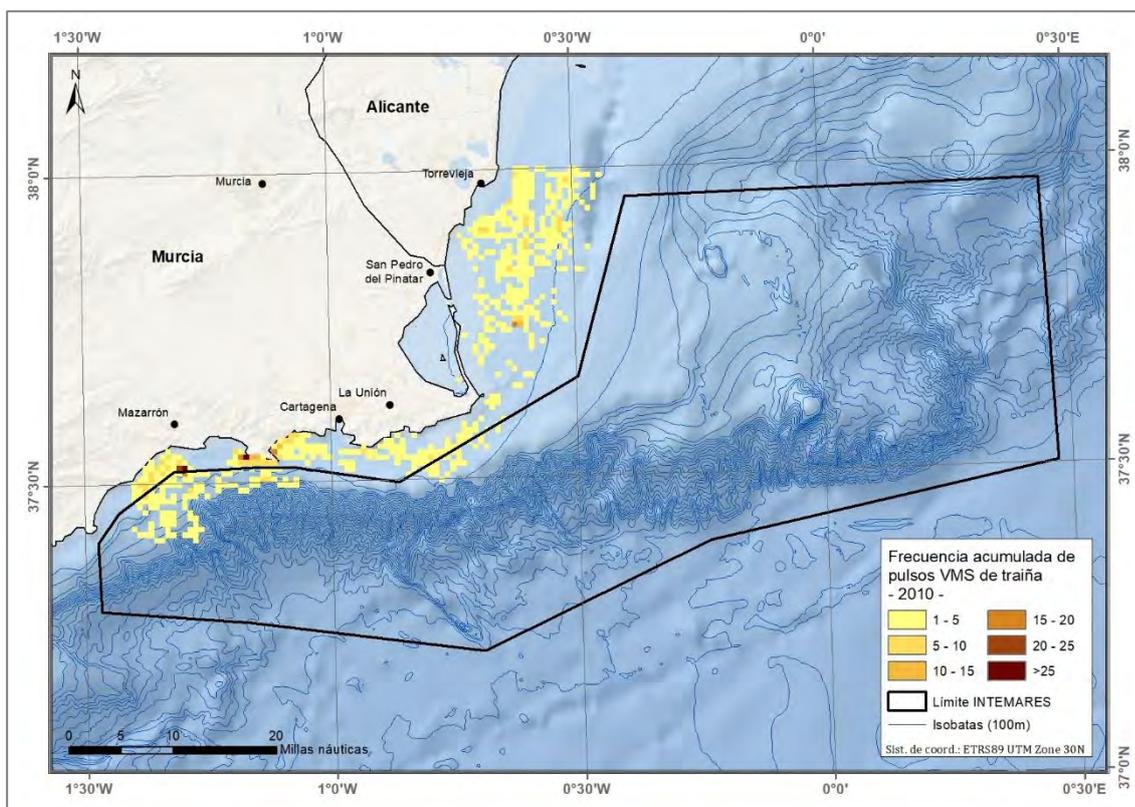
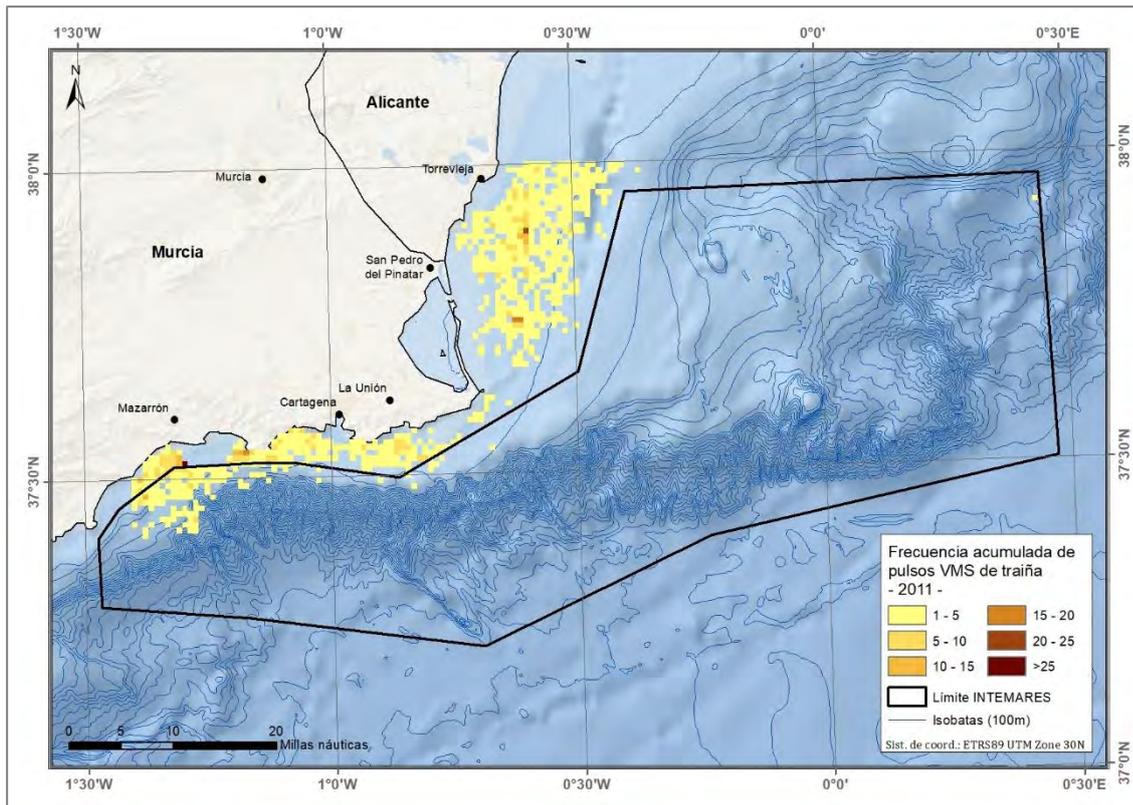
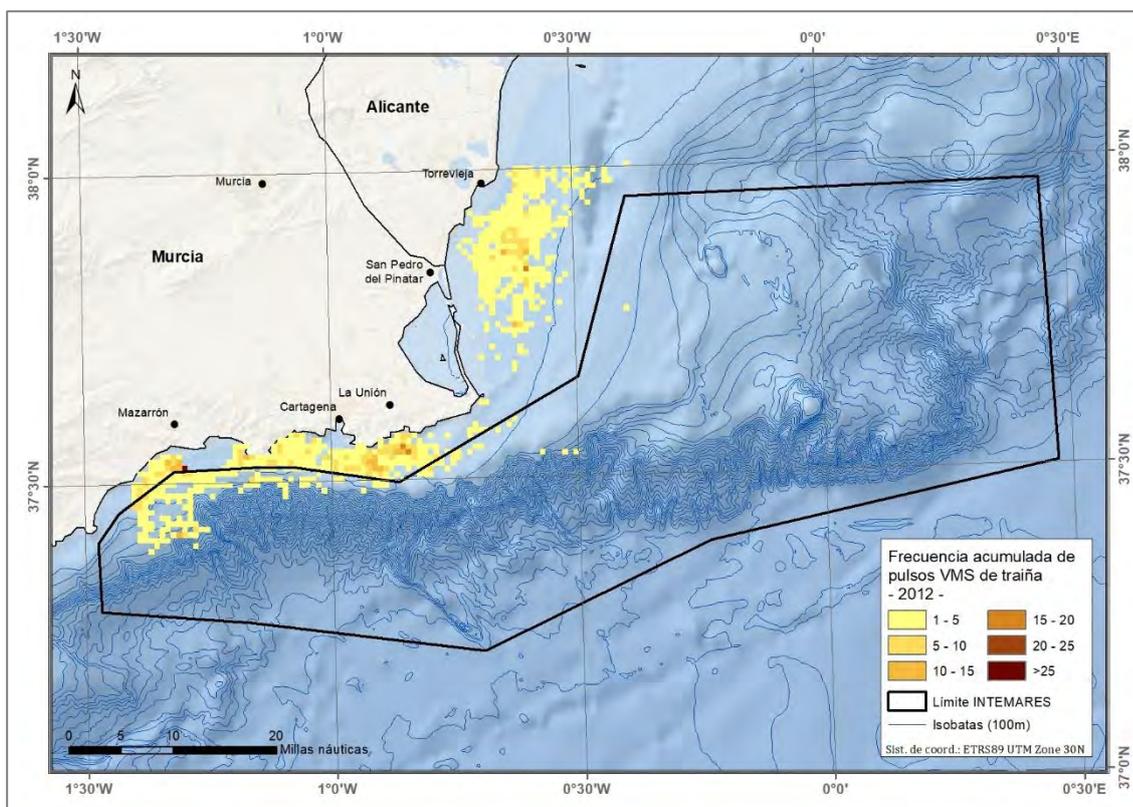


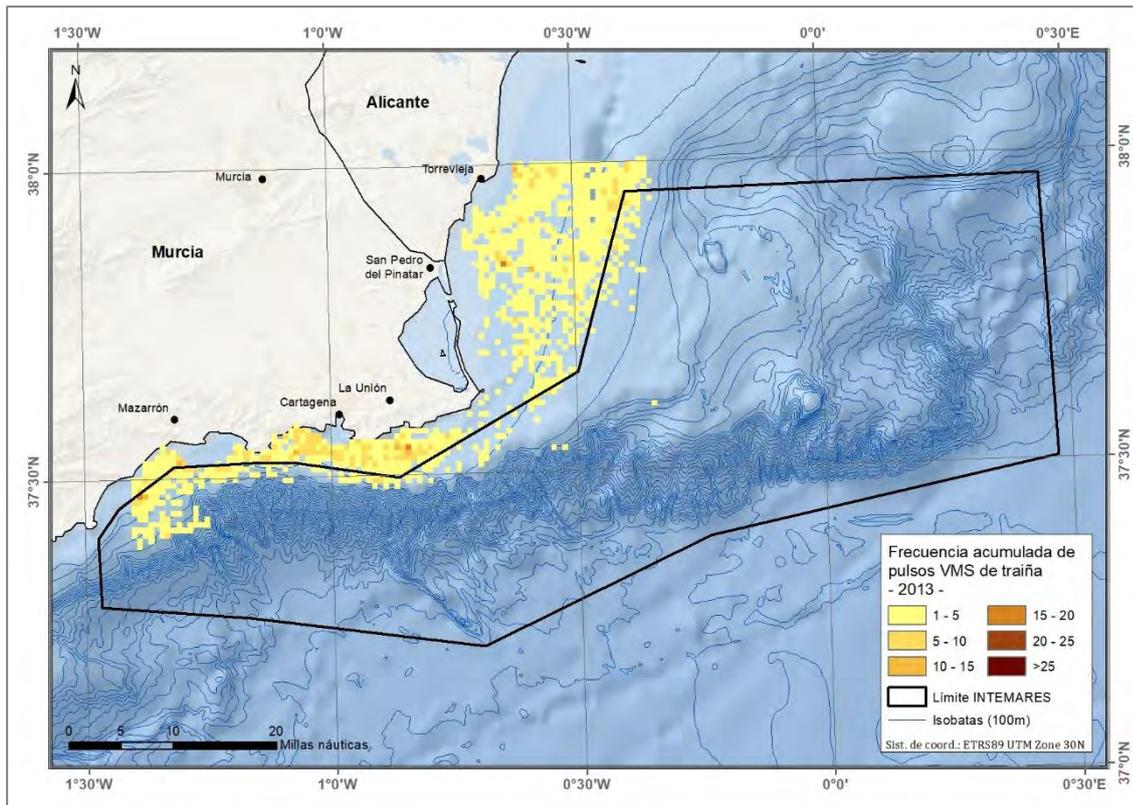
Figura A.20. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2010.



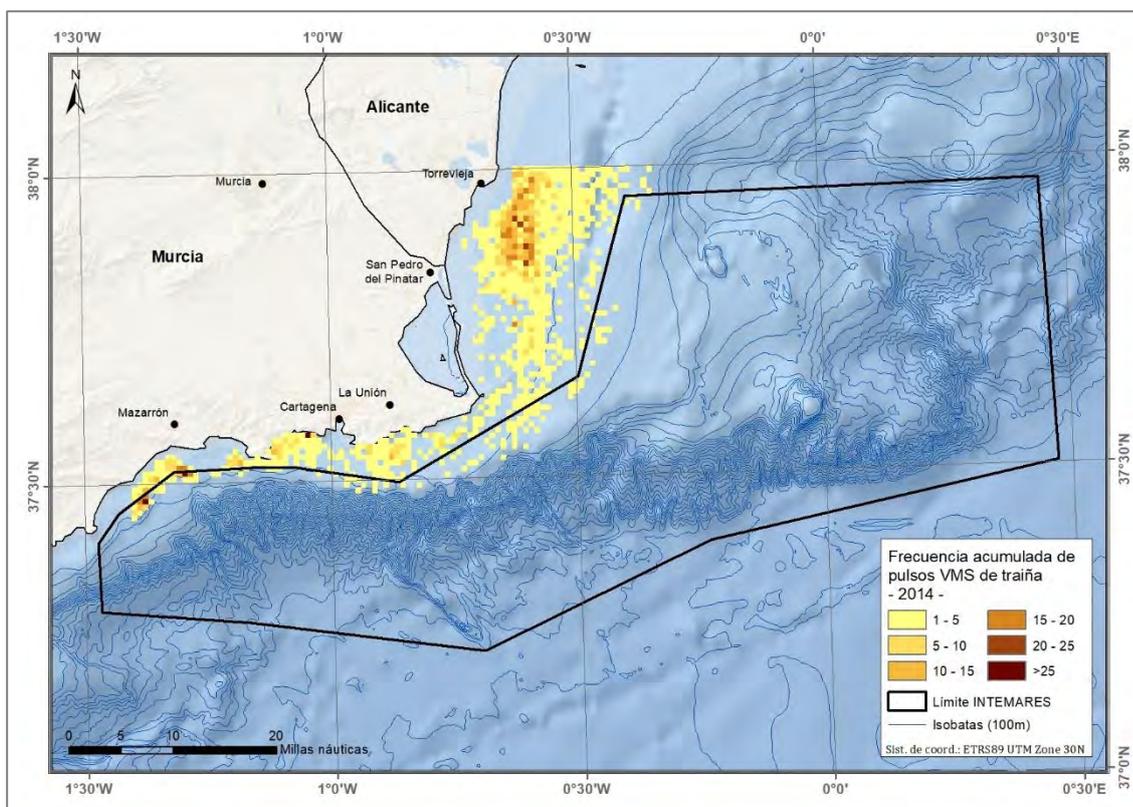
**Figura A.21.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2011.



**Figura A.22.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2012.



**Figura A.23.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2013.



**Figura A.24.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2014.

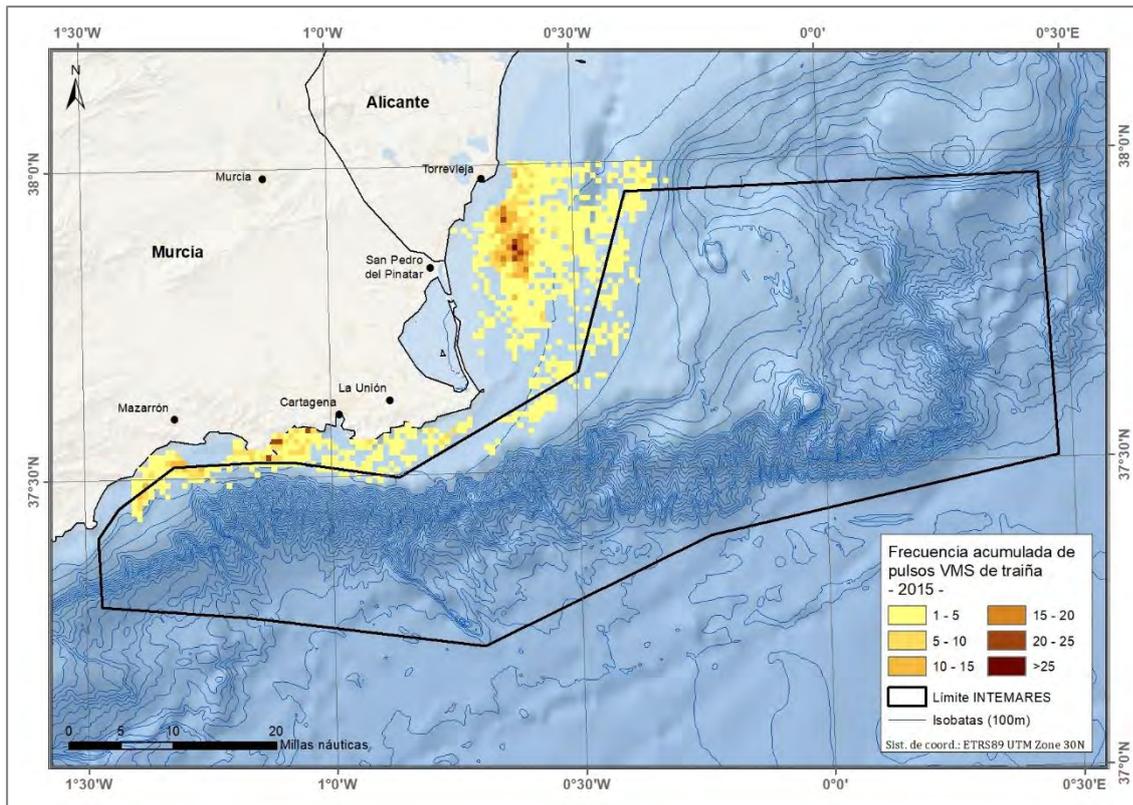


Figura A.25. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2015.

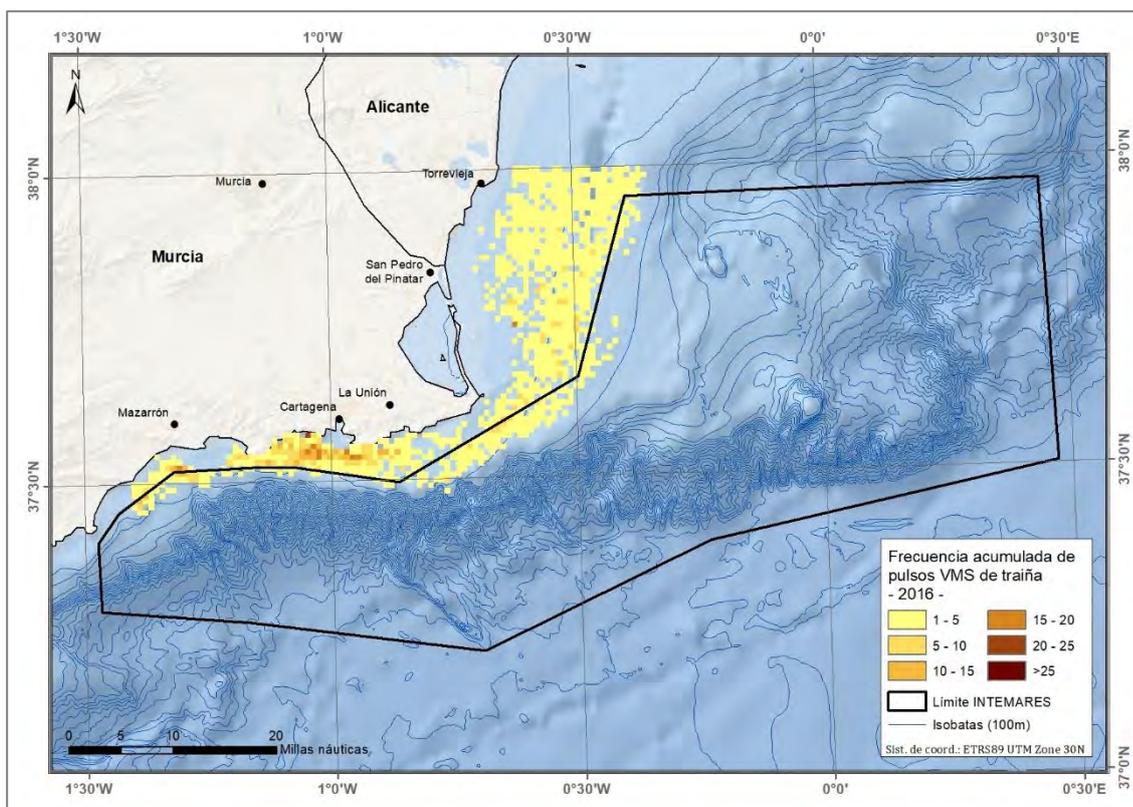
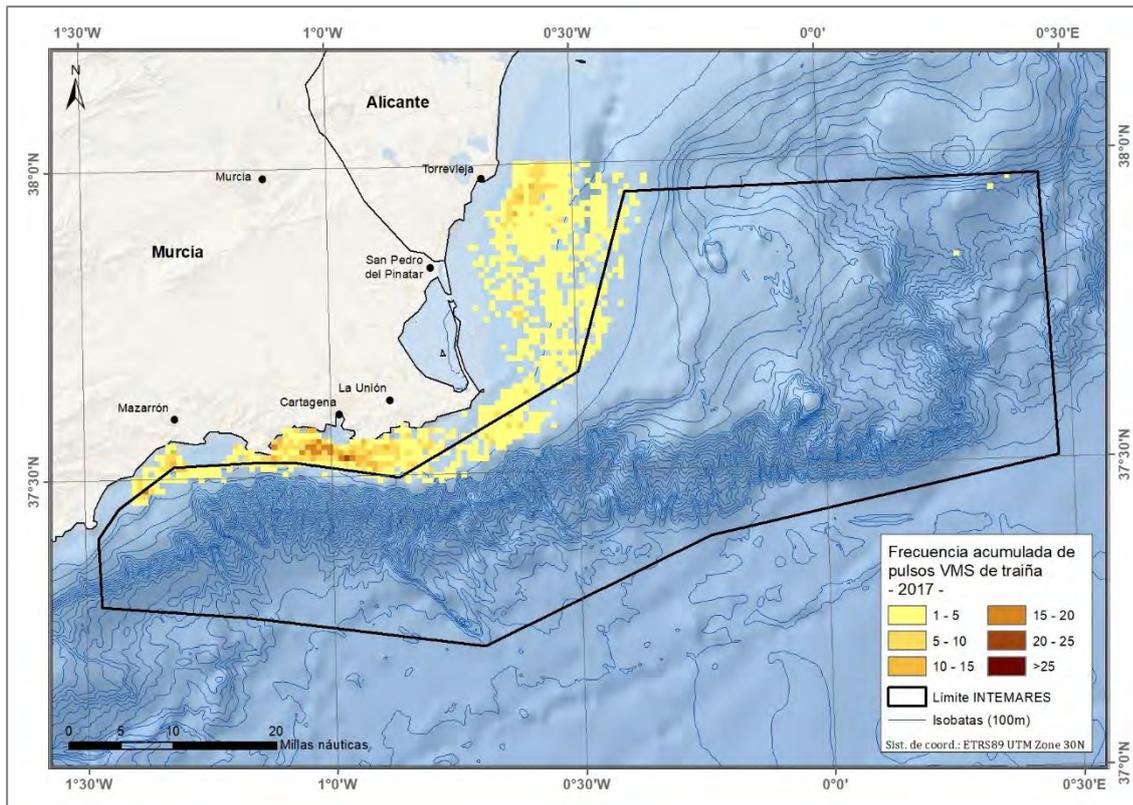
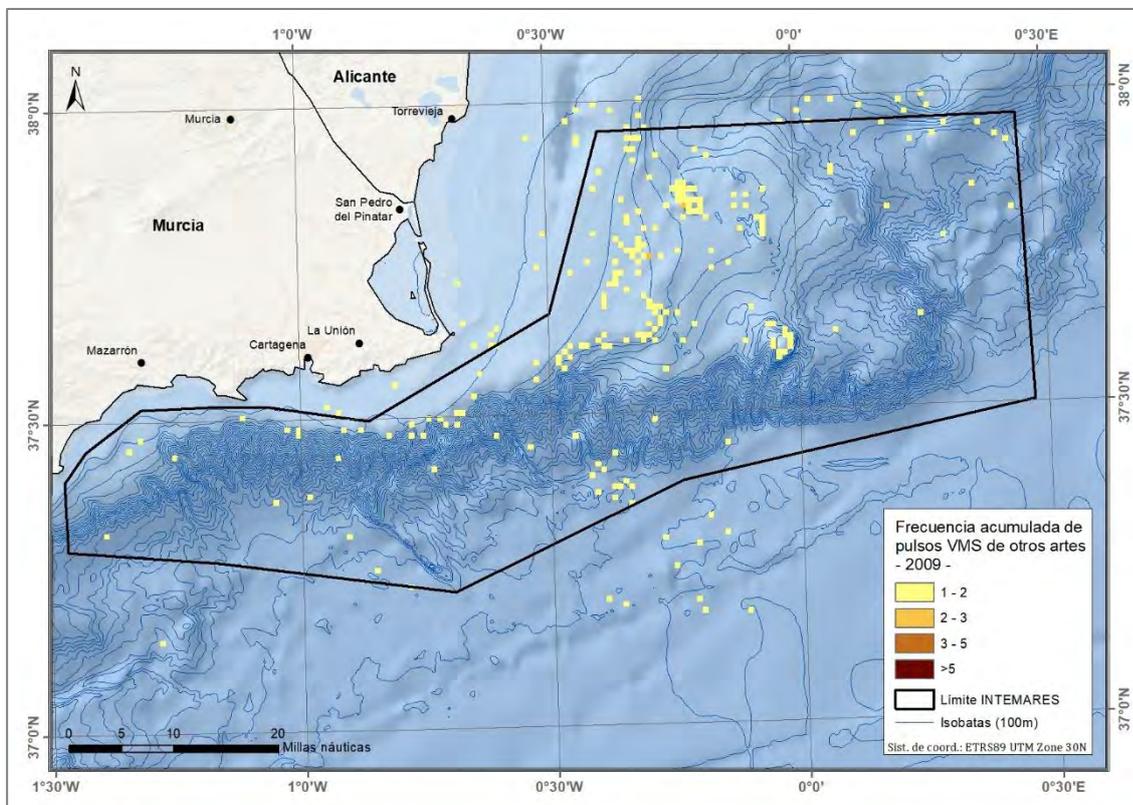


Figura A.26. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traíña para el año 2016.



**Figura A.27.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con traña para el año 2017.



**Figura A.28.** Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2009.

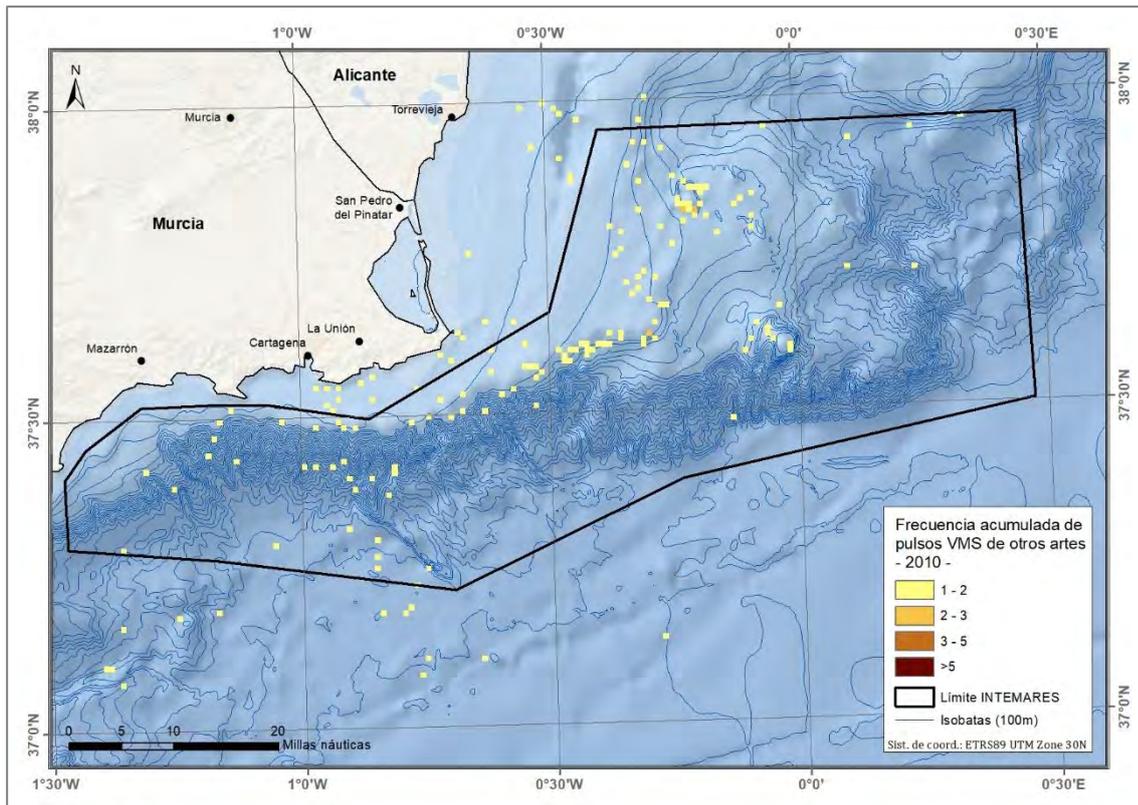


Figura A.29. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2010.

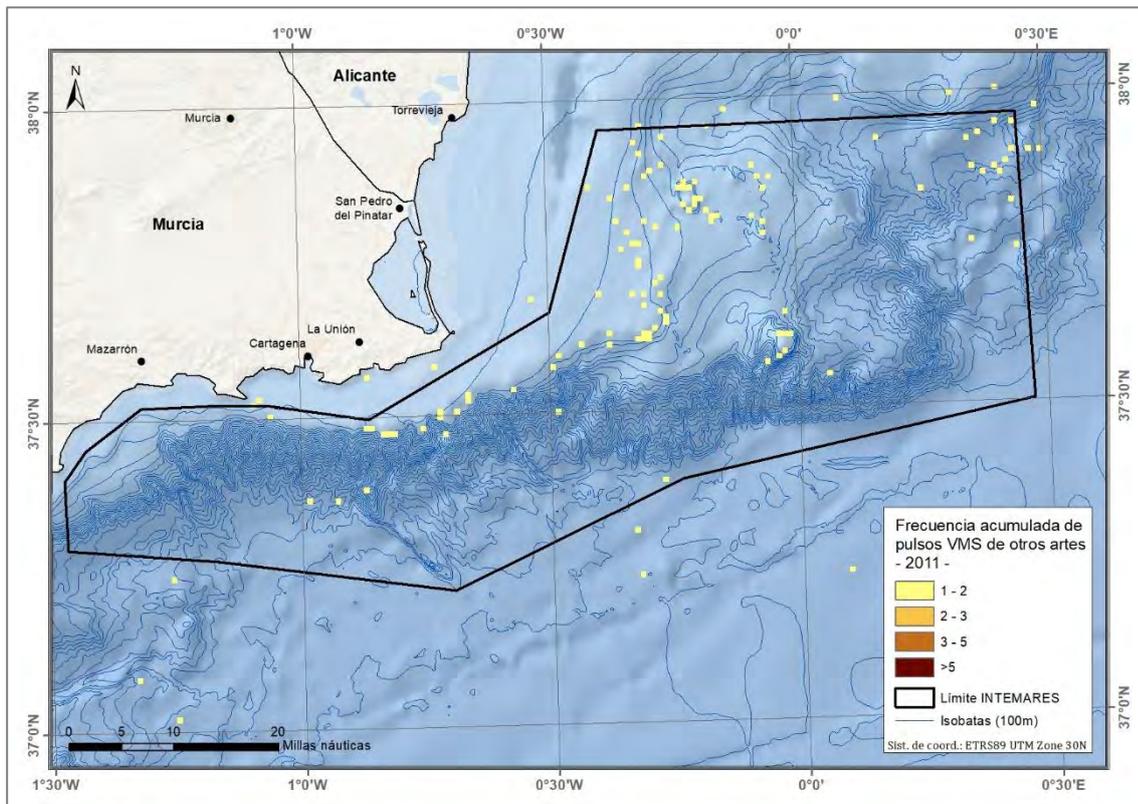


Figura A.30. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2011.

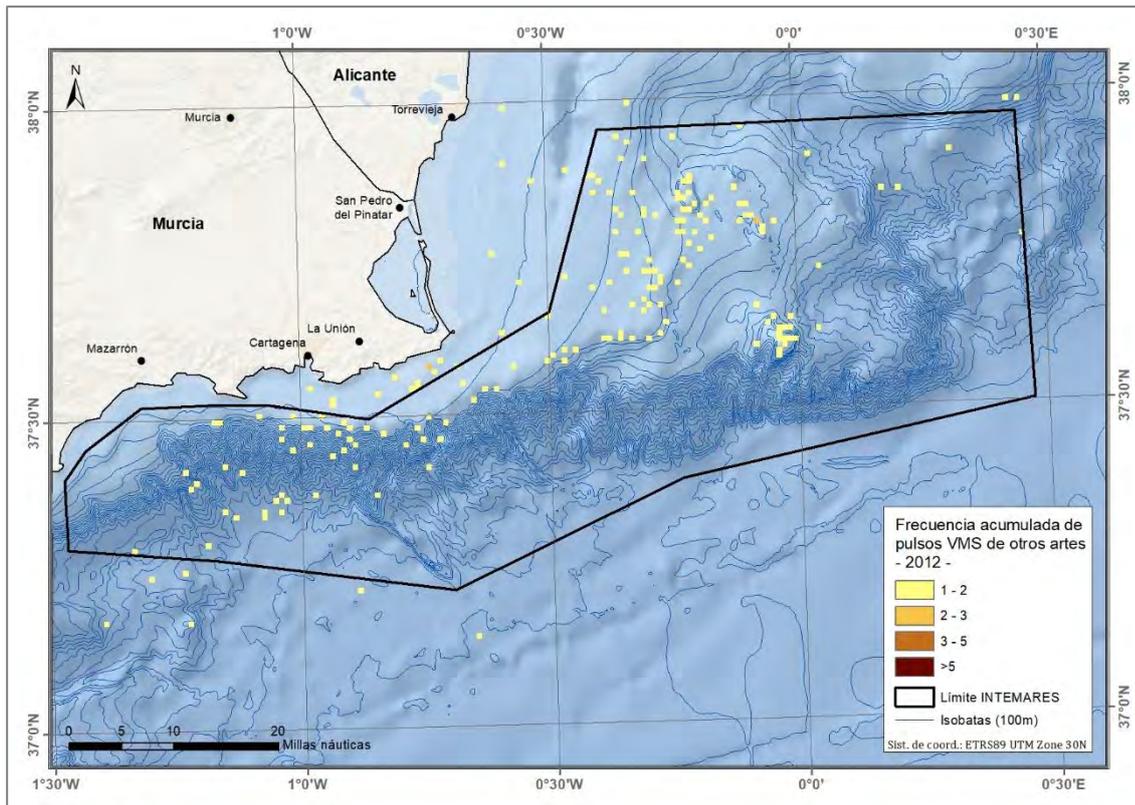


Figura A.31. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2012.

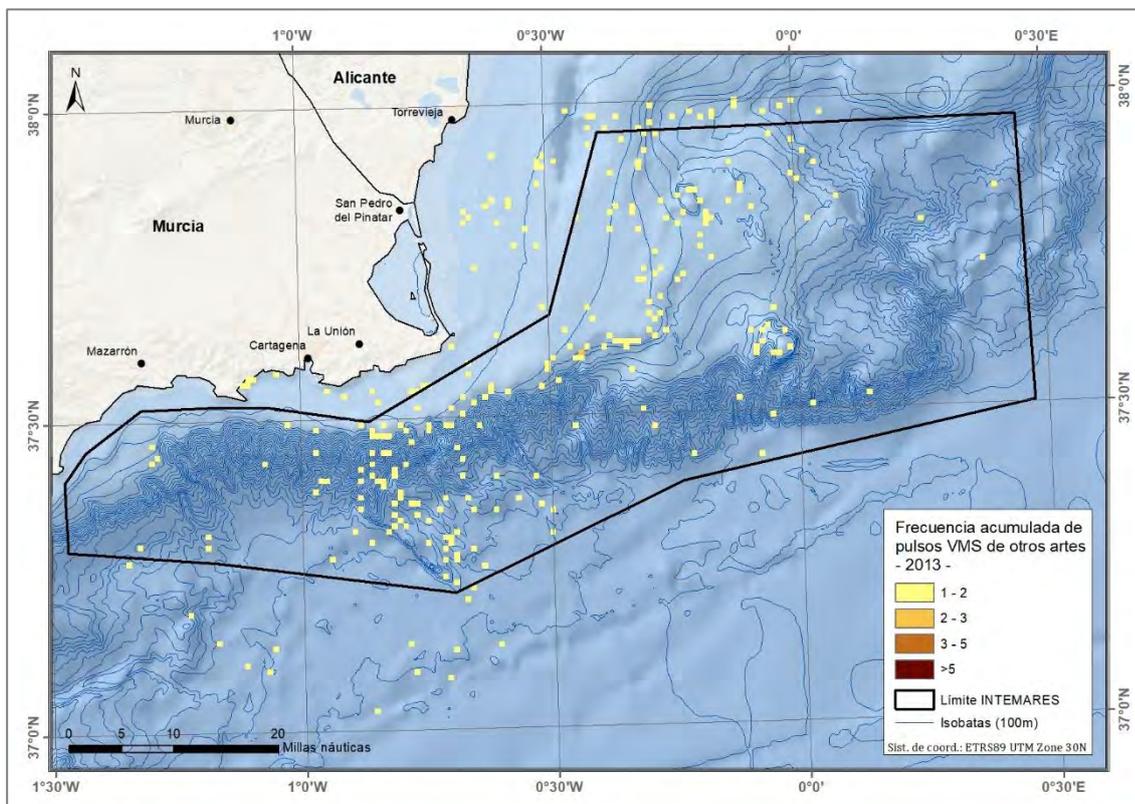


Figura A.32. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2013.

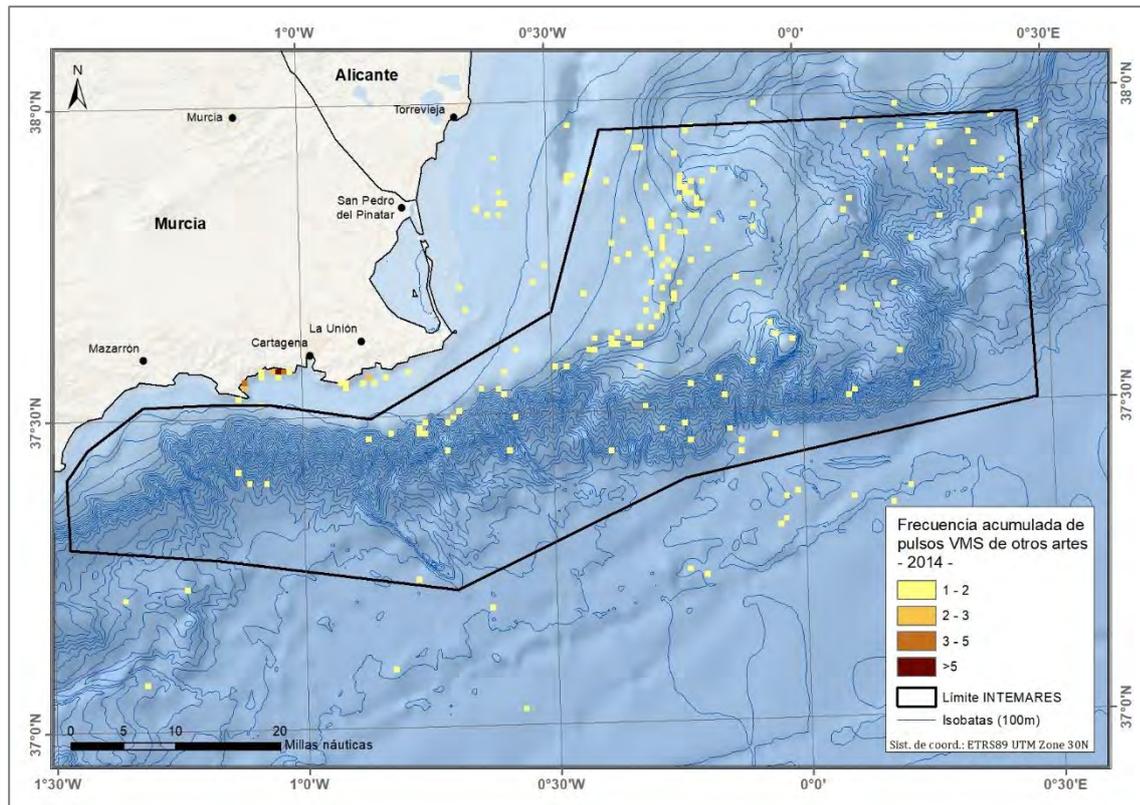


Figura A.33. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2014.

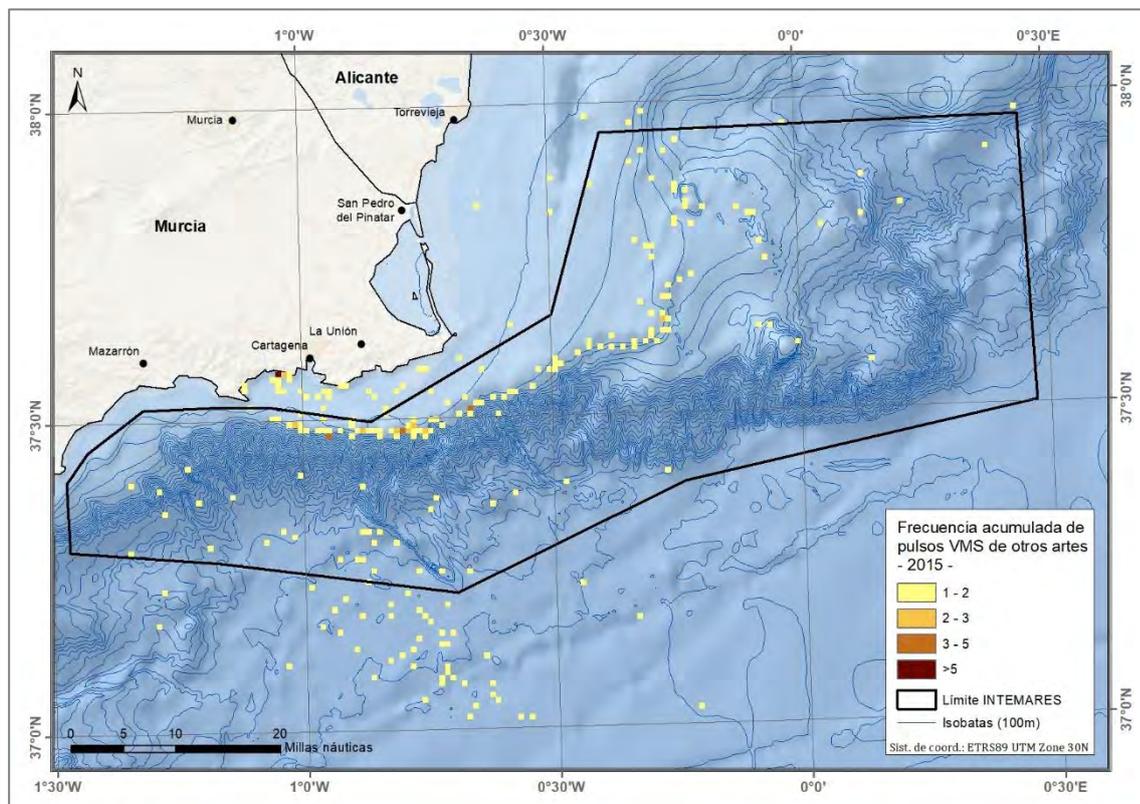


Figura A.34. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2015.

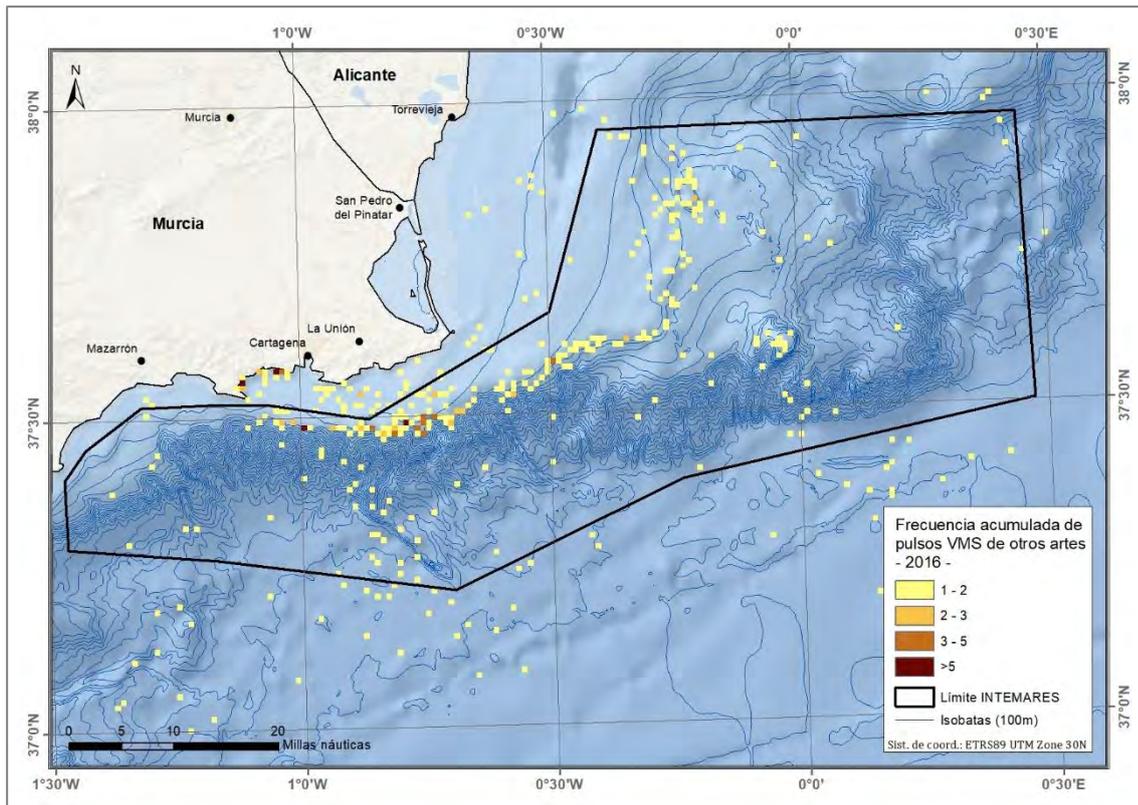


Figura A.35. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2016.

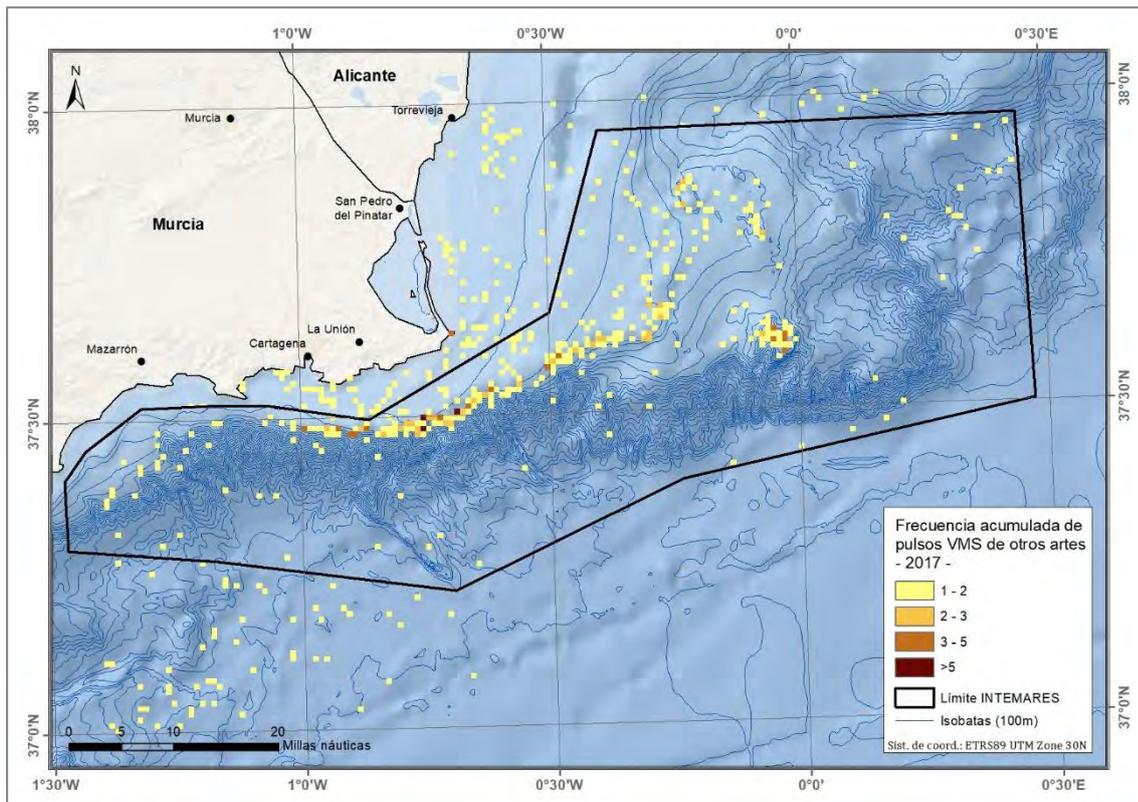


Figura A.36. Frecuencia acumulada de pulsos VMS por celda de la pesca con otros artes para el año 2017.