Universitat de Girona

Facultat de Ciències

Memòria del Treball Final de Grau

Avaluació i anàlisi de la pressió pesquera a la costa de Catalunya mitjançant dades VMS

Estudiant: Roger Puig Muñoz

Grau en Ciències Ambientals

Correu electrònic: rogerpuig97@gmail.com

Tutor: Dr. Josep Maria Bas Lay

Empresa / Institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Dr. Josep Maria Bas Lay

Empresa / Institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): josep.bas@udg.edu

*si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació:

INDEX

Resum 2

Resumen 3

Abstract 4

Introducció 5

Objectius 7

Metodologia 7

Zona d'estudi 7

Recerca bibliogràfica i obtenció de dades 7

Tractament de dades 8

Elaboració de la cartografia 9

Criteris ètics i de sostenibilitat 10

Resultats i Discussió 11

Evolució de la flota pesquera catalana 11

Arrossegament 12

Encerclament 15

Palangre de superfície 18

Infraccions de la flota pesquera catalana 22

Anàlisi de la temporalitat per estacions 27

Conclusions 30

Agraïments 30

Bibliografia 31

Resum

S'entén com a pressió pesquera el grau d'activitat de les flotes pesqueres, i quan aquesta és molt elevada es pot generar el que es coneix com a sobrepesca i conseqüentment tots els efectes negatius sobre la biodiversitat que si poden derivar. En aquest estudi, es busca fer una anàlisi de forma global d'aquesta problemàtica a la costa catalana durant els últims deu anys per tres metodologies de pesca diferents: arrossegament, encerclament i palangre de superfície, i així poder observar quines tendències són presents en les flotes pesqueres catalanes referent al compliment de la legislació. També es pretén determinar com han evolucionat els tres arts de pesca estudiats, ja sigui en el nombre d'embarcacions com en la intensitat de l'activitat pesquera. Per a realitzar les tasques ja esmentades, s'ha elaborat una cartografia en la que s'aprecien les distribucions espacials durant la sèrie de 2009 a 2018, per cada art i any, i així poder observar detalladament les diferències existents en les distribucions espacials de cada art que es generen any rere any. En aquests mapes si observa que per tots tres arts s'han produït diverses infraccions referents a la normativa, i com a cas especial, el delta de l'Ebre per l'art d'arrossegament, ja que és el cas més clar de tots. Seguidament, també s'ha dedicat una part d'aquest estudi a realitzar un anàlisi de la temporalitat per estacions, és a dir, quins són els possibles efectes de les diferents èpoques de l'any sobre les distribucions espacials de les flotes pesqueres. Per acomplir aquest últim anàlisi, s'han separat les dades de tot l'any 2018 segons l'estació de l'any en la que es trobessin, és a dir, hivern, primavera, tardor i estiu, i s'ha elaborat un mapa per cada art i estació de l'any, obtenint-ne un total de dotze. En aquest últim anàlisi ha estat interessant la possibilitat d'observar l'efecte de la implantació de vedes temporals sobre les distribucions espacials de les flotes pesqueres, ja que s'ha pogut apreciar que mentre que en les zones delimitades per la veda l'activitat pesquera és pràcticament nul·la, en la resta d'àrees del litoral català la intensitat pesquera augmenta. Com a principals conclusions, aquest estudi permet dir que les dades VMS són una bona eina per fer un control sobre la pesca, a més, en el cas concret de la costa de Catalunya està clar que aquest control, no s'està fent de forma correcte ja que es produeixen masses infraccions.

Resumen

Se entiende como presión pesquera el grado de actividad de las flotas pesqueras, y cuando ésta es muy elevada se puede generar lo que se conoce como sobrepesca y consecuentemente todos los efectos negativos sobre la biodiversidad que si pueden derivar. En este estudio, se busca hacer un análisis de forma global de esta problemática en la costa catalana durante los últimos diez años por tres metodologías de pesca diferentes: arrastre, cerco y palangre de superficie, y así poder observar qué tendencias están presentes en las flotas pesqueras catalanas referente al cumplimiento de la legislación. También se pretende determinar cómo han evolucionado los tres artes de pesca estudiados, ya sea en el número de embarcaciones como en la intensidad de la actividad pesquera. Para realizar las tareas ya mencionadas, se ha elaborado una cartografía en la que se aprecian las distribuciones espaciales durante la serie de 2009 a 2018, por cada arte y año, y así poder observar detalladamente las diferencias existentes en las distribuciones espaciales de cada arte que se generan año tras año. En estos mapas se observa que para los tres artes se han producido varias infracciones referentes a la normativa, y como caso especial, el delta del Ebro por el arte de arrastre, ya que es el caso más claro de todos. Seguidamente, también se ha dedicado una parte de este estudio a realizar un análisis de la temporalidad por estaciones, es decir, cuáles son los posibles efectos de las diferentes épocas del año sobre las distribuciones espaciales de las flotas pesqueras. Para cumplir este último análisis, se han separado los datos de todo el año 2018 según la estación del año en la que se encontraran, es decir, invierno, primavera, otoño y verano, y se ha elaborado un mapa para cada arte y estación del año, obteniendo un total de doce. En este último análisis ha sido interesante la posibilidad de observar los efectos de la implantación de vedas temporales sobre las distribuciones espaciales de las flotas pesqueras, ya que se ha podido apreciar que mientras que en las zonas delimitadas por la veda la actividad pesquera es prácticamente nula, en el resto de áreas del litoral catalán la intensidad pesquera aumenta. Como principales conclusiones, este estudio permite decir que los datos VMS son una buena herramienta para hacer un control sobre la pesca, además, en el caso concreto de la costa de Cataluña está claro que este control, no se está haciendo de forma correcta ya que se producen masas infracciones.

Abstract

Fishing pressure is understood as the level of activity of fishing fleets, and when this is very high it can generate what is known as overfishing and consequently all the negative effects on biodiversity that can be derived. In this study, we intend to make a global analysis of this problem in the Catalan coast during the last ten years by three different fishing methodologies: trawling seine fishing and surface longline, and thus be able to observe what trends are present in the fleets fishing activities relating to compliance with legislation. It is also intended to observe how the three fishing methods studied have evolved, either in the number of vessels or in the intensity of the fishing activity. To carry out the aforementioned tasks, a cartography has been drawn up in which the spatial distributions during the series from 2009 to 2018 can be appreciated, for each art and year, and thus be able to observe in detail the differences existing in the spatial distributions of each year after year. In these maps it is observed that for the three arts, there are several infractions referring to the regulations, and as a special case, the delta of the Ebro by the art of drag, since it is the clearest case of all. Next, a part of this study has also been dedicated to an analysis by seasons, that is, what are the possible effects of the different seasons of the year on the spatial distributions of the fishing fleets. In order to fulfil this last analysis, the data of the whole year 2018 have been separated according to the season of the year in which they were, that is, winter, spring, autumn and summer, and a map has been drawn up for each art and station of the year, obtaining a total of twelve. In this last analysis, the possibility of observing the effects of the implementation of temporary closures on the spatial distributions of the fishing fleets has been interesting, since it has been seen that while in the areas delimited by the closure the fishing activity is practically null , in the rest of the Catalan coastal areas, the fishing intensity increases. As main conclusions, this study allows us to say that VMS data are a good tool to control fishing, and in the specific case of the coast of Catalonia it is clear that this control is not being done correctly since there are too infractions.

Introducció

La flota pesquera mundial no ha patit grans variacions en els últims anys, existint un total de 4,1 milions d'embarcacions l'any 1990 i s'ha mantingut relativament constant fins a l'actualitat. Aquesta estabilització es va produir precisament a principis de la dècada del 1990 (Organització de les Nacions Unides per la Alimentació, 2003). La gran majoria de les embarcacions pesqueres es concentren al continent asiàtic, essent la regió mundial amb major pressió pesquera amb diferència (*Figura 1*).

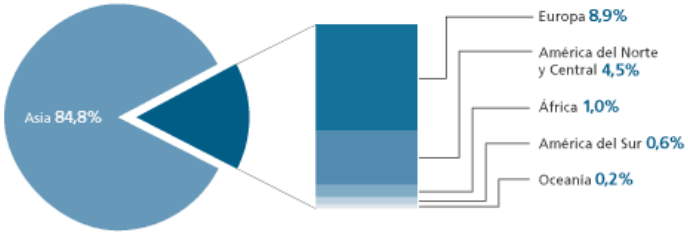

Figura 1: *Distribució per continents de les embarcacions pesqueres l'any 2003.*

Si ens centrem en Catalunya, actualment s'està produint una reducció de la flota pesquera. Aquesta reducció es va accentuar a partir de l'any 2007, en el que hi havia 1246 embarcacions registrades, mentre que l'any anterior, el 2006, el nombre d'embarcacions era de 1349. A finals de l'any 2017 hi havia un total 772 embarcacions, i aquest valor mostra una reducció progressiva, ja què l'any 2011 n'hi havia 1.022 i any rere any el valor tendeix a disminuir (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, 2019). Per províncies, Barcelona concentra la major part de les embarcacions, seguida de Tarragona i Girona. Els arts d'arrossegament i d'encerclament, que tenen un caràcter més industrial, representen una tercera part del total de la flota i concentren la meitat del total de pescadors. Per contra la resta d'embarcacions que configuren la flota pesquera catalana corresponen a arts menors com el palangre de fons i de superfície i tot i ser majoria en nombre d'embarcacions, amb prou feines superen el 10% del pes total de captures (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, 2019). Les embarcacions s'estan transformant ràpidament a la fibra i l'acer, més econòmiques i fàcils de mantenir, tot i que encara n'hi ha moltes d'antiquades, ja que més de la meitat tenen una edat superior als 25 anys. Tot i això cada vegada s'incorpora més tecnologies que no només faciliten la feina dels pescadors sinó que també aporten informació sobre l'esforç de captura (Museu de la Pesca de Palamós, 2018).

L'activitat pesquera pot tenir una incidència i afectació sobre l'estoc pesquer i el medi marí. El medi marí de la costa catalana és un indret amb un alta diversitat d'hàbitats, concretament se'n poden diferenciar fins a 53 de diferents (Ballesteros *et al*., 2008). Aquests hàbitats no només en són un gran nombre sinó que són molt diversos entre ells. N'hi ha des d'hàbitats típics de zones bentòniques a profunditats relativament elevades com per exemple són els fons infralitorals rocosos, batuts per l'onatge, amb *Cystoseira mediterranea* fins a d'altres a estrats més superiors com per exemple els penya-segats i roques del límit inferior de l'estatge mediolitoral amb *Ceramium ciliatum* (Ballesteros *et al*., 2008). D'entre tots, n'hi ha alguns destacables degut a la seva importància en relació a la seva aportació per a la biodiversitat. Un d'aquests hàbitats són les praderies o herbassars de faneròganes marines, que comprenen les següents espècies:

Cymodea nodosa, *Posidonia oceanica*, *Zostea noltii* i *Zostea marina* (*Figura 2*). Aquest hàbitat té una gran importància degut a què moltes espècies de peixos troben refugi i aliment entre les plantes esmentades anteriorment, a més a més, és un hàbitat molt important respecte al reclutament d'alevins ja que moltes espècies de peixos utilitzen aquest indret amb finalitats reproductives i durant les etapes de creixement de les cries, provocant que es tracti de zones amb altes biodiversitats (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, 2019). Es per aquest precís motiu que la legislació europea no permet les activitats extractives, en els cas d'aquest estudi la pesca, sobre aquest hàbitat (Reglament (CE) 1967/2006).

Figura 2: *Fotografia d'una praderia de Posidonia Oceanica.*

La incorporació de tecnologies més modernes permeten obtenir més i millor informació sobre les activitats extractives de les embarcacions, que possibiliten la obtenció d'informació sobre les distribucions espacials, les distribucions temporals i el volum de captures. En definitiva, es pot fer ús de totes aquestes dades per a realitzar una gestió sobre la pesca transformant-la en una activitat sostenible i perdurable al llarg del temps (Lee *et al*., 2010; Chang, 2011). És en aquest punt en el que entren en joc les dades obtingudes a partir de sistemes de monitorització d'embarcacions (*VMS*).

Les dades *VMS* s'utilitzen principalment amb la finalitat de fer un control de la pesca, però també proporcionen informació sobre la distribució espacial i temporal de les embarcacions i, per tant sen pot fer ús en l'avaluació i gestió ambiental (Lee *et al*., 2010; Chang, 2011), així com en plans de maneig dels ecosistemes que busquen aconseguir pesqueries més sostenibles i minimitzar el risc per a espècies no objectiu (Witt & Godley, 2007). Per a obtenir la informació necessària per a poder realitzar l'avaluació i gestió esmentada anteriorment, primer és necessari dur a terme una anàlisi de les dades *VMS* per tal de tractar-les, i posteriorment poder elaborar la cartografia de les distribucions espacials i temporals que permetran fer un estudi de les zones més i menys afectades per l'activitat pesquera al llarg d'un temps determinat (Campbell *et al*., 2014).

Alguna de les accions derivades de la gestió ambiental que permeten realitzar els estudis obtinguts a partir de dades *VMS* és la creació i implementació de figures de protecció, com per exemple poden ser Zones Especials de Conservació (ZEC) i Zones d'Especial Protecció per a les Aus (ZEPA), però quan es tracta del medi marí, les figures de protecció més importants són les Àrees Marines Protegides (AMP), en les que poden o no estar prohibida la pesca (Gaines *et al*., 2010). Dintre de les AMP es troben les Reserves Marines, en les que si existeix una prohibició a l'interior de les seves delimitacions i moltes restriccions ens les zones adjacents. A més, les Reserves Marines constitueixen una eina indispensable per a un gestió sostenible de la pesca (Oceana, 2011) i es considera que són zones que per les seves especials característiques es consideren adequades per a la regeneració dels recursos pesquers" (Agardy, 2000).

Objectives

The main objective of the study is to determine the fishing pressure on the Catalan coast during the last ten years (2009-2018) of three different types of fishing arts: trawling, seine fishing and surface longline by analysing the vessel monitoring system data (VMS). In addition, the study also want to proof that VMS data are a good option to control the activities of fishing vessels

To fulfil the main objective, the following actions will be carried out, which in turn are also objectives:

- Use VMS data to elaborate cartography and define which coast areas are the most affected by the fishing activity, as well as if the boats comply with the legislation and, consequently, whether or not they carry out extractive activities in prohibited areas.
- Compare the results obtained by cartography elaboration with other types of data to explain and discuss them.

Metodologia

Zona d'estudi

Figura 3: *Àrea que comprèn l'estudi, concretament la zona marítima de la costa de Catalunya.*

Recerca bibliogràfica i obtenció de dades

Abans de res, es va fer una recerca bibliogràfica per a acumular informació útil per a l'elaboració d'aquest estudi. Aquesta recerca recollia informació des de les característiques dels hàbitats de la costa catalana fins a dades històriques dels nombres d'embarcacions per arts, passant per informació referent a l'ús de dades *VMS*.

També es va cercar la legislació necessària per cada art de pesca estudiat per tal de poder elaborar la cartografia, com les zones protegides en les que la pesca està prohibida o el límits de profunditat i proximitat a la costa si fos el cas de que n'hi haguessin. D'aquesta investigació es va trobar el següent:

- Arrossegament: menys de 3 milles de proximitat a la costa, sobre praderies de fanerògames, menys de 50 metres profunditat, AMP. (Reglament (CE) 1967/2006)
- Encerclament: menys de 300 metres de proximitat a la costa, sobre praderies de fanerògames, menys de 50 metres profunditat, AMP (Reglament (CE) 1967/2006; Ordre ARM/2529/2011).
- Palangre de superfície: sobre praderies de fanerògames, AMP (Reglament (CE) 1967/2006; Ordre AAA/658/2014).

Cal mencionar que per a que es produeixi una infracció en el cas de les limitacions de profunditat i distància a costa, no és necessari que es produeixin les dues de forma simultània, sinó que si únicament se'n produeix una de les dues, ja es considera infracció de la normativa.

Finalment és van demanar les dades *VMS* a la *Secretaria General de Protección de los Recursos Pesqueros del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente*. Abans de recórrer a aquesta font és va intentar obtenir les dades des de la web de *Vesselfinder*, però l'elevat cost d'aquestes van ser un impediment massa gran.

Tractament de dades

Les dades *VMS* es van rebre en fulles d'Excel en format *.csv*, més concretament es van rebre 19 arxius, un per cada any excepte pels anys 2017 i 2018 que anaven units en un únic arxiu. També es va rebre el mes de gener de l'any 2019, però al disposar només d'un únic mes es va decidir no utilitzar-lo en l'estudi.

Els Excels que es van rebre tenien el següent format:

Taula 1: *Exemple del format en el qual es van rebre les dades* VMS*.*

Id	grupo	Fecha	LatitudS	LongitudS	Rumbo	Velocidad
103	(6728) MEDITERRANEO ARRASTRE TODOS	2000-01-25 13:21:00.001	40° 51.16' N	1° 22.92' E	283	0
103	(6728) MEDITERRANEO ARRASTRE TODOS	2000-01-25 14:51:00.001	40° 52.12' N	1° 19.64' E	328	11
103	(6728) MEDITERRANEO ARRASTRE TODOS	2000-01-25 16:13:00.001	41° 6.52' N	1° 14.44' E	0	0
…	…	…	…	…	…	…

Per tal de poder visualitzar les dades *VMS* en un *software* cartogràfic, en aquest cas l'*ArcGis*, va ser necessari transformar-les. Per a aconseguir-ho es van utilitzar diverses scripts d'*RStudio*, i la transformació es va donar en diferents passos.

En la primera etapa de la transformació es van reconvertir les dades per a que fos possible la seva visualització en *ArcGis*. L'*script* d'*R* es va preparar per a que després de fer-lo córrer, s'obtinguessin uns nous arxius *.csv*, d'aquests arxius el que més interessava eren les columnes de X i Y ja que eren les que ens permetien visualitzar les dades en el *software* cartogràfic. Els arxius d'Excel resultants tenien el següent format:

Taula 2: *Exemple del format de les dades* VMS *després de la primera transformació amb* RStudio.

Id	grupo	day	month	year	Time	Lat grad	Lat min	Lon grad	Lon min	Rumbo	Vel.	x	y
103	(6728) MEDITERRANEO ARRASTRE TODOS	25	1	2000	13:21	40	51.16	1	22.92	283	0	1.382	40.852
103	(6728) MEDITERRANEO ARRASTRE TODOS	25	1	2000	14:51	40	52.12	1	19.64	328	11	1.327	40.868
103	(6728) MEDITERRANEO ARRASTRE TODOS	25	1	2000	16:13	41	6.52	1	14.44	0	0	1.240	41.108
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	40.852

Amb els nous arxius, que ja eren exportables a l'*ArcGis*, es va decidir realitzar una segona transformació per tal d'obtenir arxius separats per cada tipus d'art i any, és a dir, separar l'arxiu de l'any 2009 en tres arxius nous, un per l'art d'arrossegament, un altre per l'encerclament i un pel palangre de superfície. Aquesta transformació es va realitzar pel total de la sèrie estudiada (2009-2018). A més com que els anys 2017 i 2018 es van rebre en un únic arxiu, va ser necessari elaborar un nou *script* d'*R* amb la finalitat de separar-los, obtenint així dos arxius.

L'últim *script* que es va aplicar va consistir en una separació de les dades *VMS* segons si es feinejava o no es feinejava, ja que en aquest estudi només interessa els moments en que realment s'està pescant. Per a realitzar-ho es va observar les velocitats típiques dels moments en que els diferents tipus d'embarcacions feinegen i no feinegen (*Vesselfinder*, 2019). Més tard, es va procedir al filtratge.

Elaboració de la cartografia

Abans de res, es van buscar tots els *shapefiles* necessaris per a l'elaboració dels mapes, com eren les zones ZEPA, ZEC i AMP (*Ministerio para la Transición Ecológica*, s.d.) i les praderies o herbassars de fanerògames (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, s.d.) i la batimetria (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, s.d.). Tot i què en les zones ZEPA i ZEC no existeixi una restricció de la pesca com en les AMP, va semblar interessant afegir-les per tal de poder discutir quin és el seu grau d'utilitat respecte a la pesca marítima i si es podria fer alguna acció per a millorar-les.

Seguidament, es va procedir a elaborar un mapa per cada art i any obtenint-ne un total de 30. Per a realitzar-ho es va decidir utilitzar una anàlisi espacial de *Kernel*, transformant així els punts XY en densitats. Més concretament es mostraven superfícies de diferents colors segons les densitats, les quals se'ls hi van donar unes unitats de nombre de punts/km^2.

També es va decidir fer una anàlisi de la temporalitat segons les diferents èpoques de l'any però l'extensió limitada d'aquesta memòria només permet realitzar-ho per un únic any, així que s'ha decidit fer-ho únicament per l'any més recent, el 2018. Tot i només ser un sol any, es pensa que serà suficient per a observar si existeixen diferències entre les estacions de l'any i buscar explicacions a aquestes diferències (*Figures 4 i 5*).

A més, es va realitzar un estudi per mostrar de forma més detallada les infraccions, en el qual es van desgranar els resultats obtinguts amb l'elaboració de la cartografia i es van separar les senyals *VMS* segons si es trobaven en zones prohibides o no, obtenint així, els percentatges d'activitat que corresponen a infraccions respecte el total. A aquestes noves variables se'ls hi va donar el nom de % de senyals en zones prohibides i se'n van obtenir un total de tres, una per cada tipologia de normativa diferent: distància a costa, profunditat mínima i zones protegides.

A continuació es mostren uns exemples de la cartografia resultant:

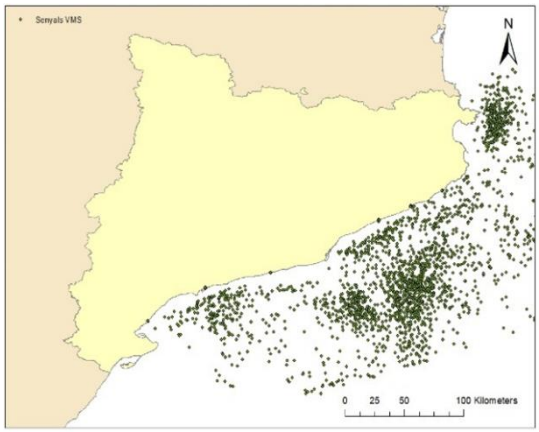

Figura 4: *Exemple de mapa de distribució espacial anterior a l'anàlisi de Kernel.*

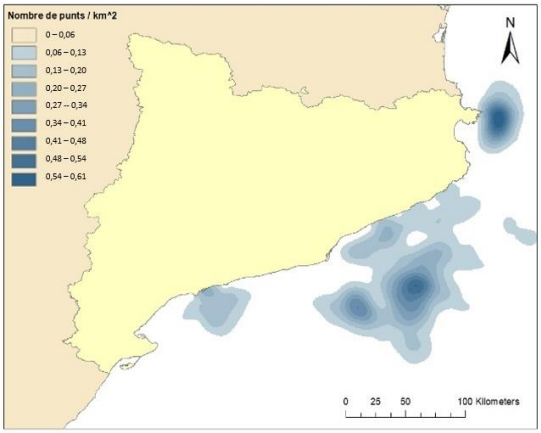

Figura 5: *Exemple de mapa de distribució espacial posterior a l'anàlisi de Kernel.*

Criteris ètics i sostenibilitat

L'avantatge d'aquest estudi és que al ser de caràcter purament bibliogràfic no ha estat necessari l'ús de determinades eines i/o tècniques que poguessin posar en risc l'ètica i la sostenibilitat d'aquest treball, com per exemple podria passar en un estudi en el que es treballes amb animals vius, sempre i quan no es fes de forma èticament correcte.

A més, un dels objectius que l'estudi busca és provar si les dades *VMS* són una bona eina per a controlar les flotes pesqueres i conseqüentment, realitzar una millor gestió ambiental de la pesca, buscant que sigui més sostenible.

Resultats i discussió

Evolució de la flota pesquera catalana

Les dades dels nombres d'embarcacions durant el període de 2009 a 2018 (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya, 2019) recollides durant la recerca bibliogràfica mostren què pels arts d'encerclament (*Figura 6*) i arrossegment (*Figura 7*) hi ha una tendència clara a la baixa, mentre què, respecte al palangre de superfície (*Figura 8*) es mostren valors molt similars durant tot el període d'estudi.

L'art d'arrossegament és el que compta amb un major nombre d'embarcacions, concretament, el valor més alt es troba l'any 2009, en el que hi havia 298 embarcacions d'aquesta modalitat. Referent a l'encerclament, l'any amb major nombre d'embarcacions també és el 2009, amb 93 embarcacions. Finalment, el palangre de superfície té el seu màxim dintre del període els anys 2016 i 2017, amb 13 vaixells. A més, dintre dels tres arts estudiats és el més minoritari amb diferència.

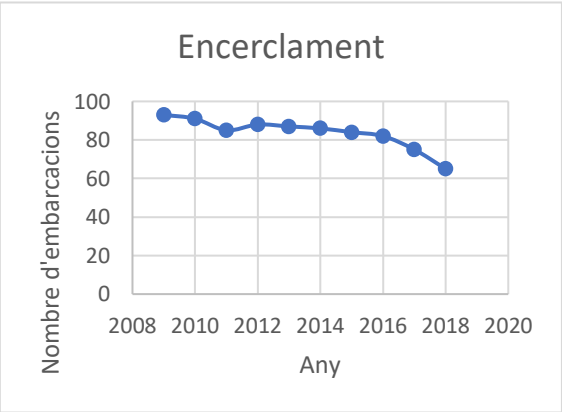

Figura 6: *Evolució de la flota pesquera de l'art d'encerclament durant el període de 2009 a 2018.*

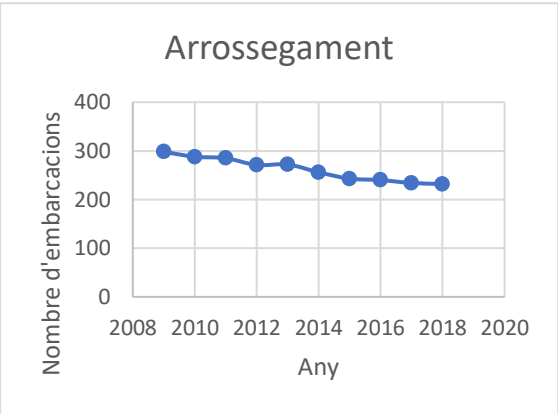

Figura 7: *Evolució de la flota pesquera de l'art d'arrossegament durant el període de 2009 a 2018.*

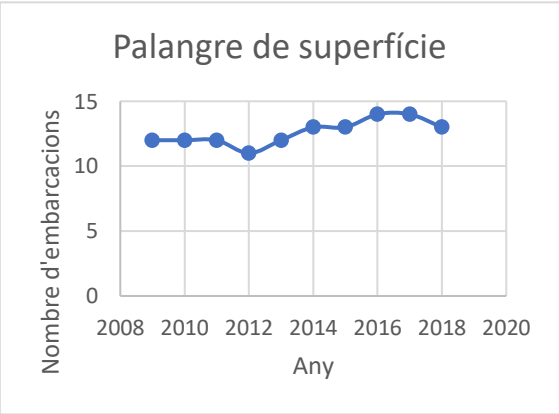

Figura 8: *Evolució de la flota pesquera de l'art de palangre de superfície durant el període de 2009 a 2018.*

Arrossegament

Referent a l'art d'arrossegament, a grans trets s'observa que les densitats més elevades no es troben dintre de zones on la pesca està prohibida, com són les zones d'herbassars o praderies marines, la reserva marina de la Masia Blanca, profunditats inferiors a 50 metres i proximitats a la costa inferiors a 3 milles. Tot i què el que s'acaba d'esmentar és cert per la major part de la costa catalana, a la zona del delta de l'Ebre, repetidament any rere any es mostren densitats molt elevades a profunditats inferiors de 50 metres, és a dir, és una àrea en la que de forma repetida si produeixen incompliments de la limitació de la profunditat mínima requerida per tal de poder realitzar l'activitat pesquera.

També és remarcable l'augment a escala temporal dels valors en les densitats. S'observa que en el primer any d'estudi (*Figura 10*) les densitats més elevades es troben entre 87 i 97 punts o senyals per quilòmetre quadrat mentre que per l'últim any de l'estudi, el 2018 (*Figura 19*) les densitats més altes estan compreses en un rang d'entre 137 i 154 senyals per quilòmetre quadrat.

En l'anàlisi de la sèrie que comprèn des de l'any 2009 a l'any 2018, s'observa que en la majoria dels casos es compleix amb la prohibició de pescar a menys de 3 milles de la costa, i dic la majoria perquè tot i què les densitats més elevades si que es troben a més de 3 milles, s'aprecien densitats de punts més baixes per sota de la distància mínima a la costa. Respecte a la prohibició de realitzar l'activitat pesquera en zones amb profunditats inferiors als 50 metres, com ja s'ha dit anteriorment s'observa una clara problemàtica en la zona del delta de l'Ebre, en la qual existeix una gran activitat pesquera en àrees en les que la profunditat no supera aquests 50 metres, i aquest fet es repeteix en tota la sèrie. Val a dir que és possible que per alguns anys s'observin densitats relativament elevades en zones properes als principals ports catalans, i per com s'han tractat les dades (separació per velocitats segons si es feineja o si no es feineja) s'entén que aquest fet es pot tractar com a interferència en aquest treball ja que en ocasions les velocitats d'entrada i sortida de les embarcacions als ports poden coincidir amb les velocitats típiques del moment de feinejar.

A continuació es mostren els mapes per l'art d'arrossegament, un per tota la sèrie i 10 més per cada any de la sèrie:

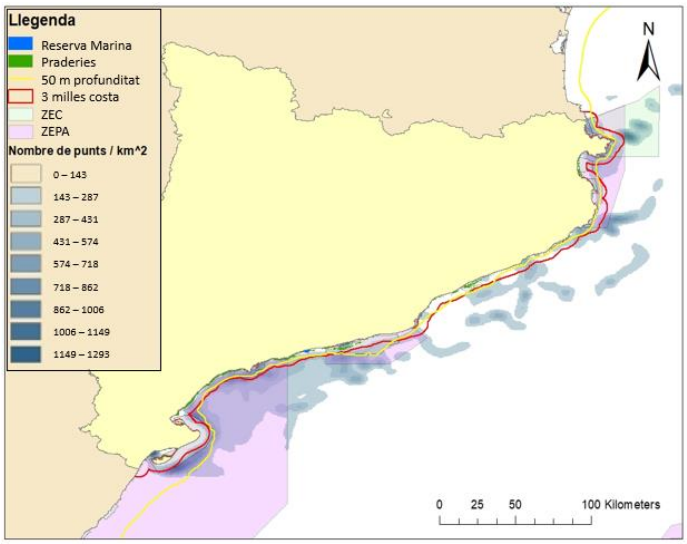

Figura 9: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant el transcurs dels 10 anys que comprèn la sèrie estudiada, expressada en densitat.*

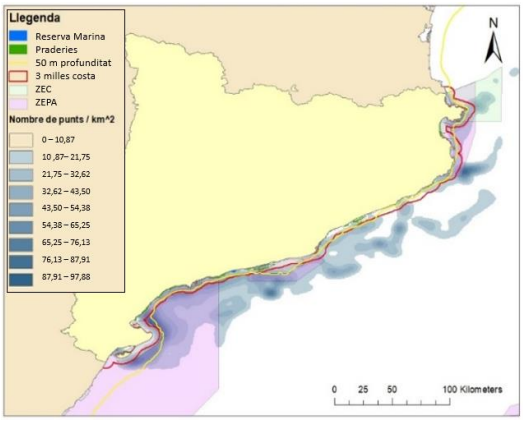

Figura 10: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2009, expressada en densitat.*

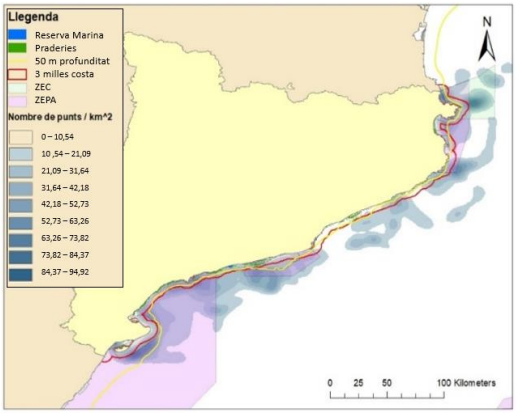

Figura 11: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2010, expressada en densitat.*

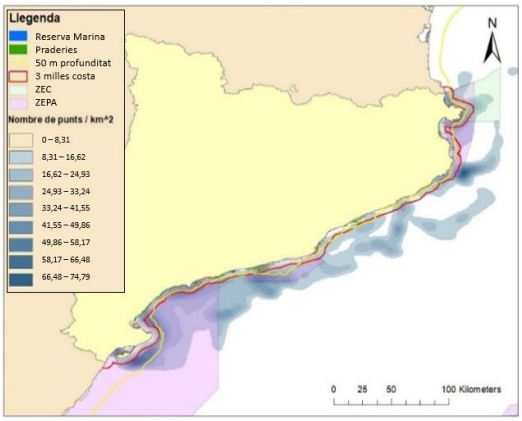

Figura 12: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2011, expressada en densitat.*

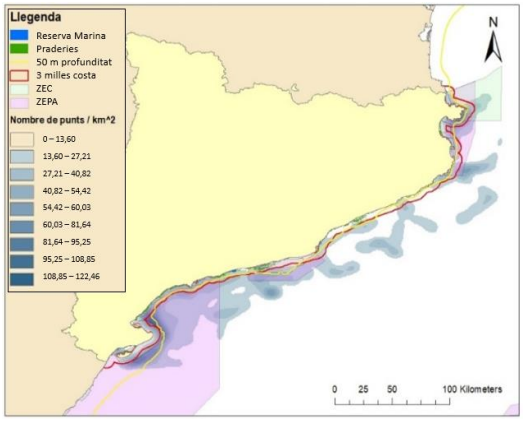

Figura 13: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2012, expressada en densitat.*

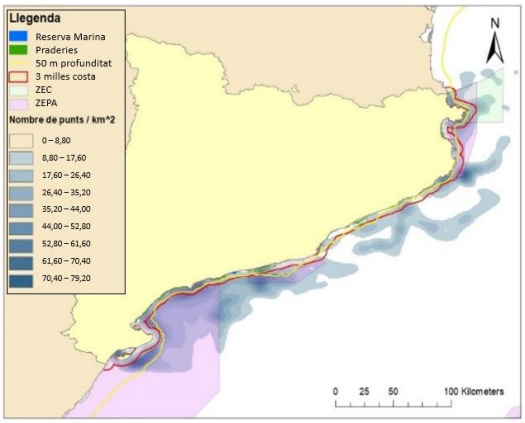

Figura 14: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2013, expressada en densitat.*

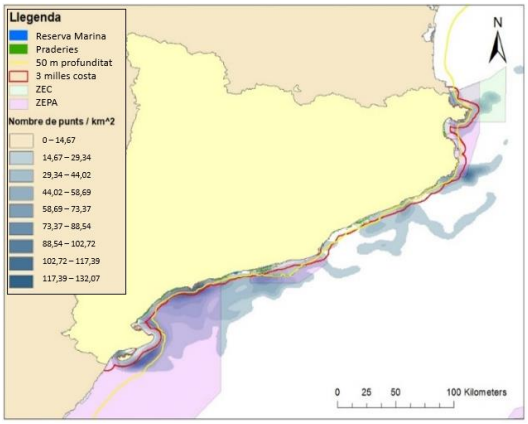

Figura 15: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2014, expressada en densitat.*

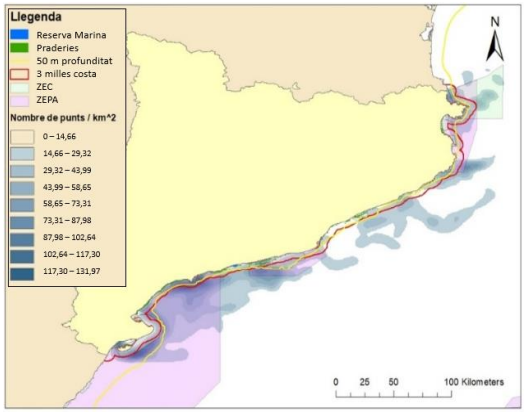

Figura 16: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2015, expressada en densitat.*

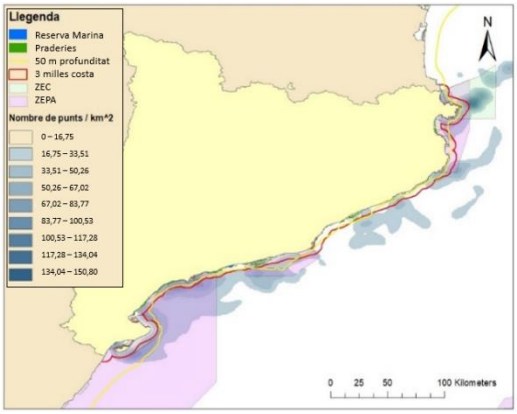

Figura 17: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2016, expressada en densitat.*

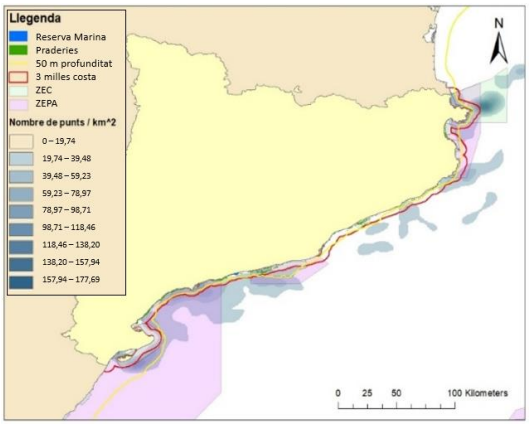

Figura 18: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2017, expressada en densitat.*

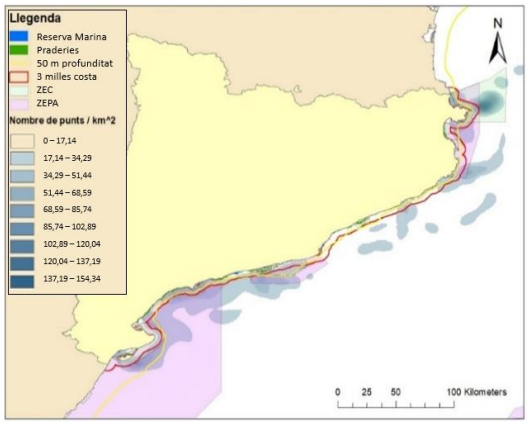

Figura 19: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant l'any 2018, expressada en densitat.*

Encerclament

Respecte a l'art d'encerclament, es pot observar que en alguns punts de la costa apareixen densitats elevades dintre de zones on la pesca està prohibida, com són les profunditats inferiors a 50 metres i, en alguns anys, les zones de praderies marines. Per contra, la prohibició de pescar dins la reserva marina de la Masia Blanca i en proximitats a la costa inferiors a 300 metres es compleix any rere any de forma regular.

De forma igual que per l'art d'arrossegament, també és necessari comentar l'augment a escala temporal de els valors de les densitats. Aquest augment s'atura l'últim any que compren aquest estudi, el 2018 (*Figura 30*), en el qual els valors de densitats són molt menors que a l'any anterior, el 2017 (*Figura 29*). Tot i què en tots dos casos existeixi un augment, si comparem les densitats per l'art d'encerclament amb les obtingudes per l'art de arrossegament s'observa que són lleugerament menors les primeres respecte les segones.

El problema esmentat anteriorment per l'art d'arrossegament s'agreuja ja què es tracta d'un art en que les velocitats del moment en el que es feineja són de 0 nusos o valors molt propers a aquest (*Vesselfinder*, 2019) i, per tant, com que quan les embarcacions són dins els ports també mostren velocitats nul·les o molt properes a 0 nusos, apareixen en els mapes densitats molt elevades en les àrees en les quals es troben els principals ports catalans, alguns d'aquests ports són el de Tarragona, el de Vilanova i la Geltrú, el de Barcelona o el de Arenys de Mar entre altres. En definitiva, es pensa que aquesta problemàtica ha provocat que les àrees properes als principals ports pesquers prenguin valors de densitats molt elevats, provocant que la resta de superfície ocupada per l'activitat pesquera que es mostra en els mapes s'hagi vist reduïda i per tant, que els resultats obtinguts en el cas de l'art d'encerclament no siguin correctes si s'aplica la metodologia d'aquest estudi.

A continuació es mostren els mapes per l'art d'arrossegament, un per tota la sèrie i 10 més per cada any de la sèrie:

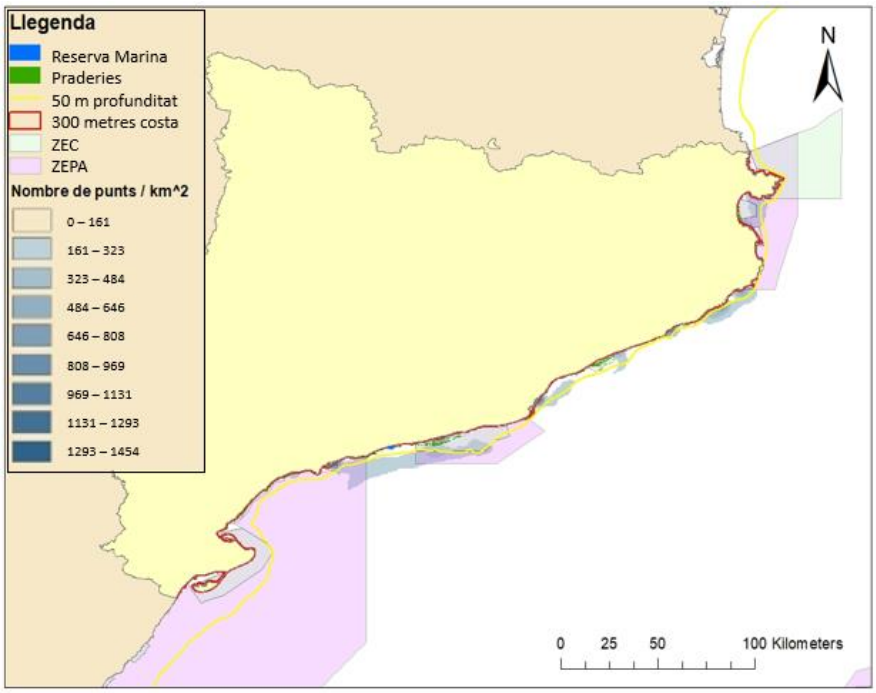

Figura 20: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant el transcurs dels 10 anys que comprèn la sèrie estudiada, expressada en densitat.*

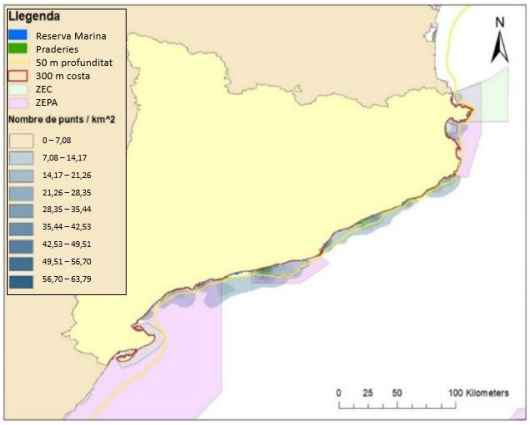

Figura 21: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2009, expressada en densitat.*

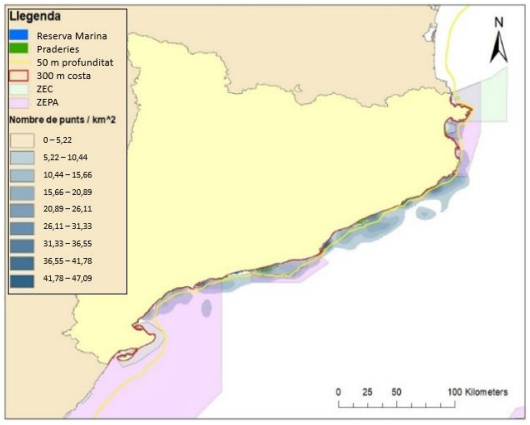

Figura 22: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2010, expressada en densitat.*

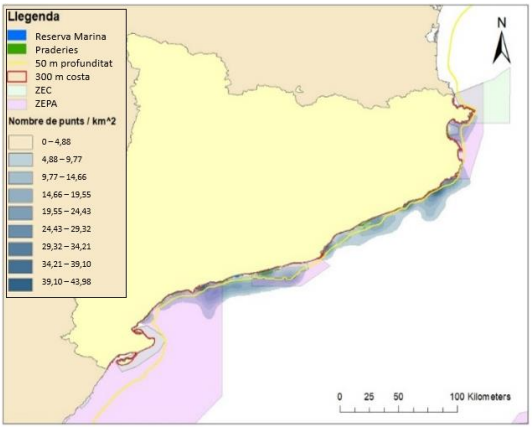

Figura 23: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2011, expressada en densitat.*

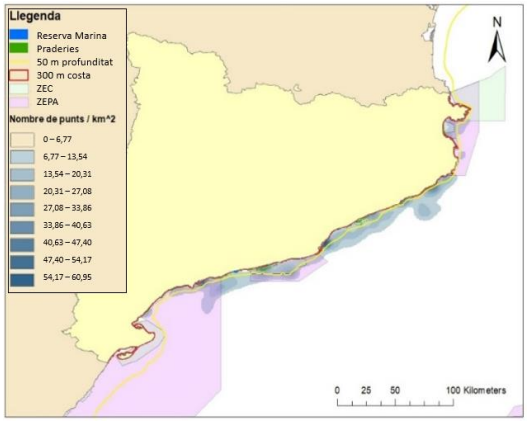

Figura 24: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2012, expressada en densitat.*

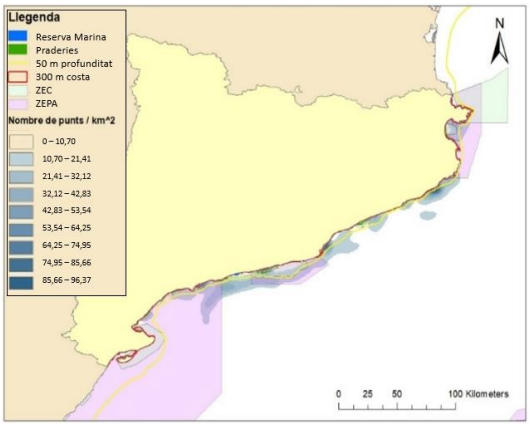

Figura 25: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2013, expressada en densitat.*

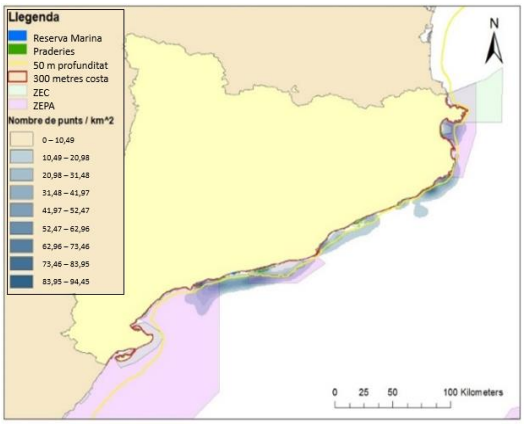

Figura 26: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2014, expressada en densitat.*

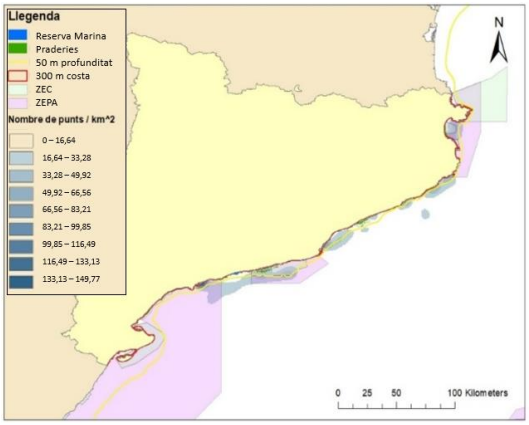

Figura 27: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2015, expressada en densitat.*

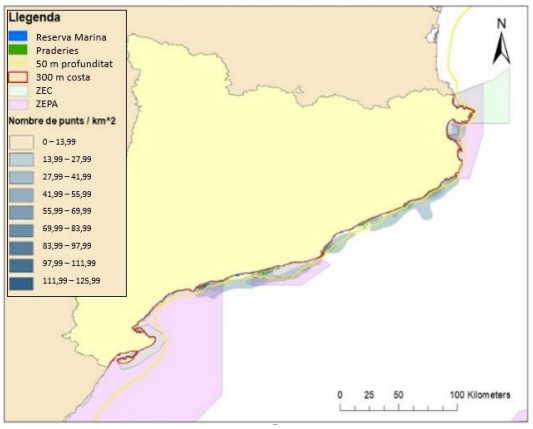

Figura 28: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2016, expressada en densitat.*

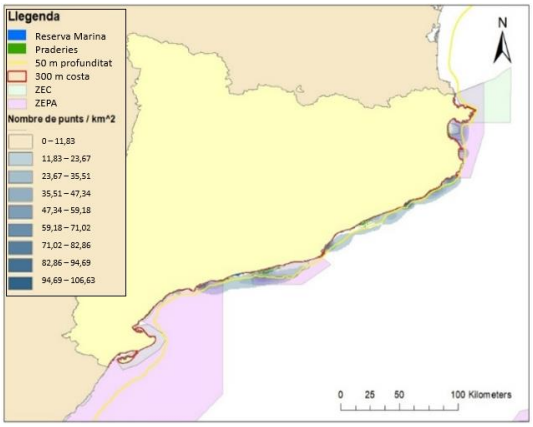

Figura 29: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2017, expressada en densitat.*

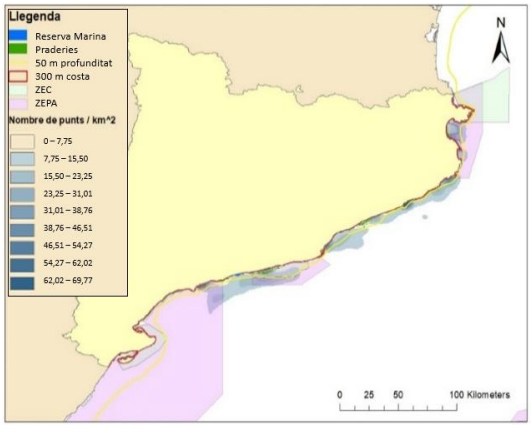

Figura 30: *Distribució espacial per l'art d'encerclament a la costa catalana durant l'any 2018, expressada en densitat.*

Palangre de superfície

En el cas del palangre de superfície, no existeix un legislació que tracti l'abast d'aquest art respecte la profunditat i la proximitat a la costa. Així que, si s'observen les distribucions espacials no es detecta cap incompliment de la legislació, a tot estirar, s'aprecia algunes distribucions molt properes a les àrees de praderies marines, tot i què es tracta de densitats baixes.

Igualment que pels arts d'arrossegament i encerclament, existeix un augment a escala temporal dels valors de les densitats. Sent les densitats més elevades del primer any de l'estudi (*Figura 32*) d'entre 0,35 i 0,4 punts per quilòmetre quadrat i les de l'últim any (*Figura 41*) d'entre 1,6 i 1,8. Cal remarcar que entre els anys 2013 i 2014 (*Figures 36 i 37*), es produeix un augment molt intens dels valors de les densitats, atenuant-se a l'any següent (*Figura 38*).

Anàlogament, tots tres arts estudiats mostren un augment en les densitats a escala temporal i, tot i què entre l'art d'arrossegament i l'art d'encerclament els valors són força similars, no succeeix el mateix per l'art de palangre de superfície, del qual són molt més petits.

També s'observa que en alguns anys l'activitat pesquera es concentra en zones properes a la costa mentre que en altres els palangrers es desplacen cap a àrees més profundes. Aquest fet s'atribueix a que hi ha certes espècies migratòries que són objectiu del palangre de superfície però no tots els anys el moviment migratori succeeix de forma igual i aquest fet pot influir en les campanyes de pesca de certes espècies provocant que els palangrers busquin les espècies més rendibles (de la Serna, 2009).

A continuació es mostren els mapes per l'art d'arrossegament, un per tota la sèrie i 10 més per cada any de la sèrie:

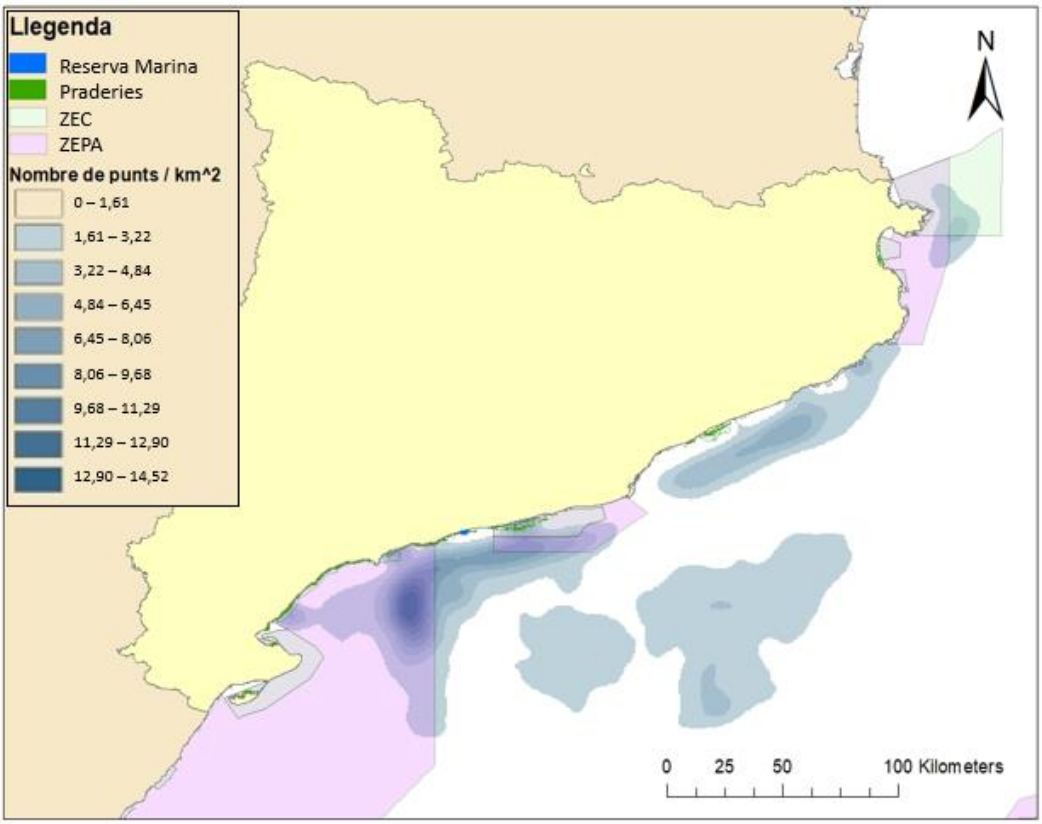

Figura 31: *Distribució espacial per l'art d'arrossegament a la costa catalana durant el transcurs dels 10 anys que comprèn la sèrie estudiada, expressada en densitat.*

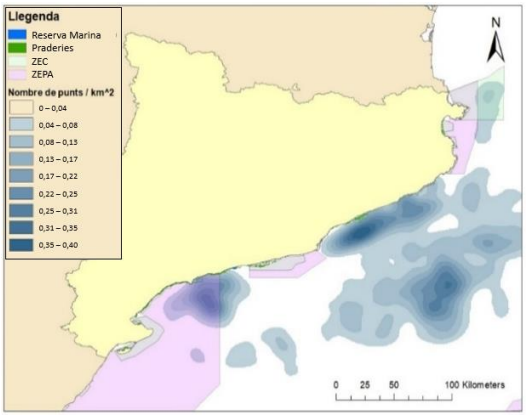

Figura 32: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2009, expressada en densitat.*

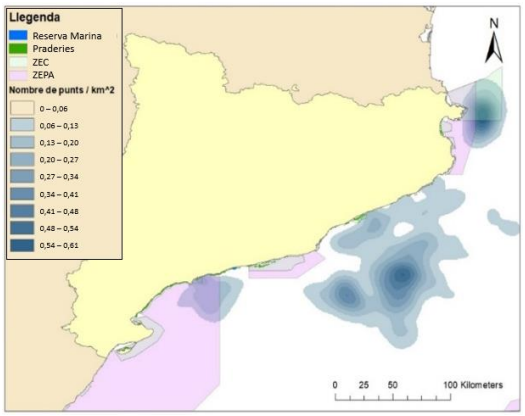

Figura 33: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2010, expressada en densitat.*

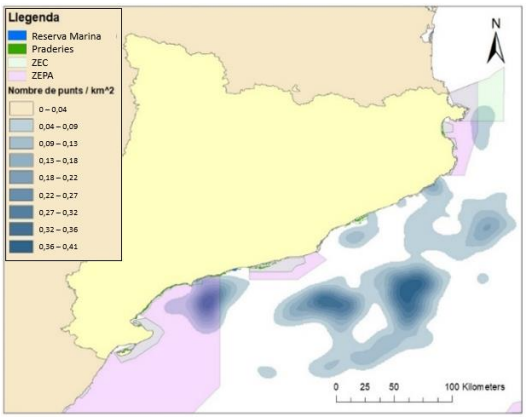

Figura 34: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2011, expressada en densitat.*

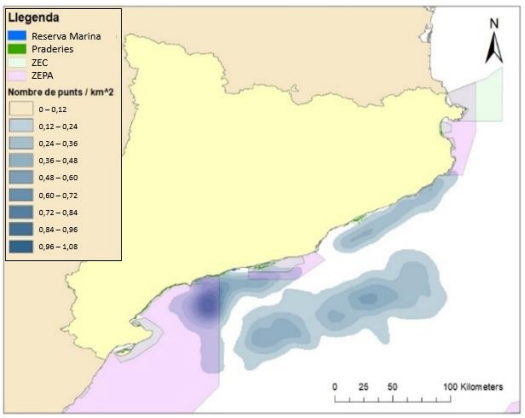

Figura 35: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2012, expressada en densitat.*

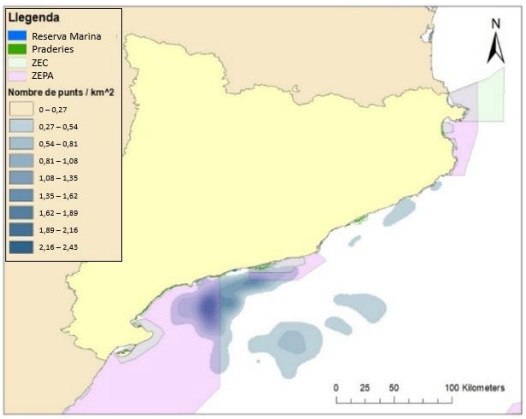

Figura 36: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2013, expressada en densitat.*

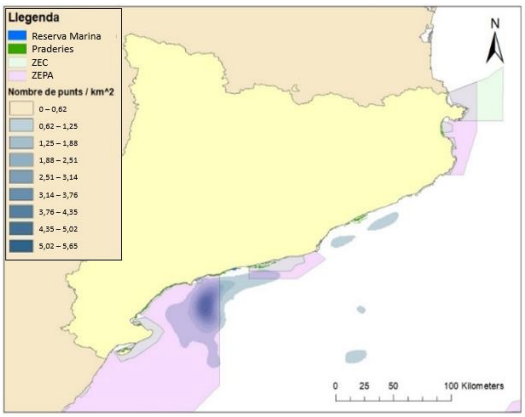

Figura 37: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2014, expressada en densitat.*

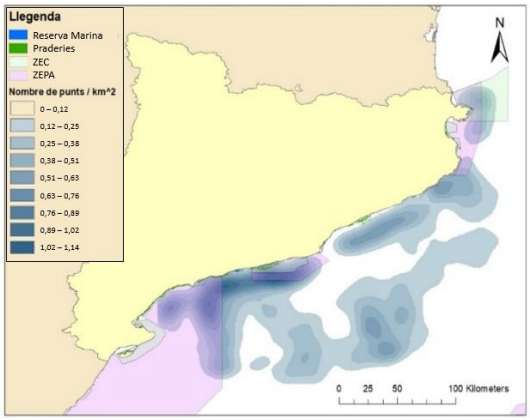

Figura 38: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2015, expressada en densitat.*

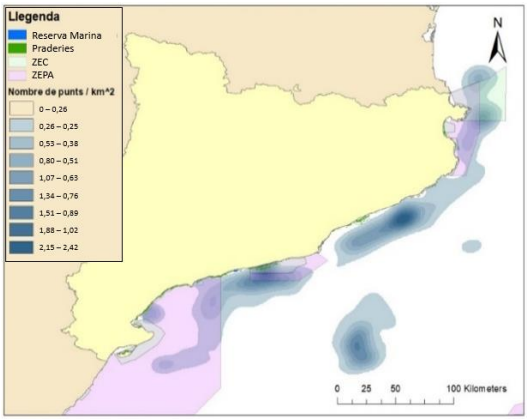

Figura 39: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2016, expressada en densitat.*

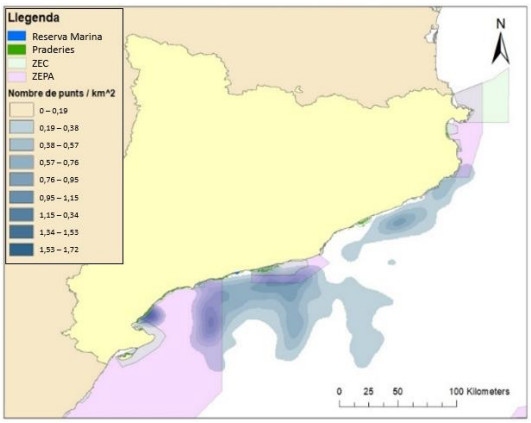

Figura 40: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2017, expressada en densitat.*

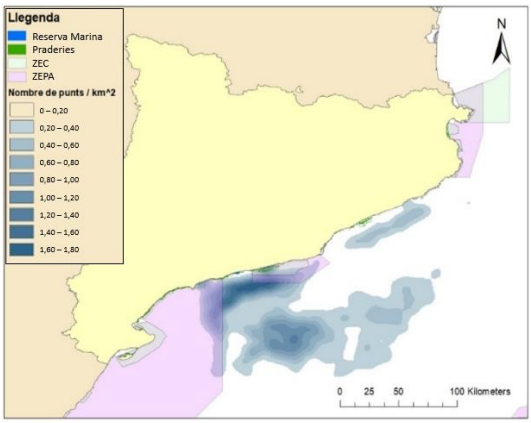

Figura 41: *Distribució espacial per l'art de palangre de superfície a la costa catalana durant l'any 2018, expressada en densitat.*

De forma general, per tots tres arts s'observa un augment a escala temporal dels valors de les densitats. En primera instància es podria pensar que existeix un augment del nombre d'embarcacions amb els pas del temps i que per aquest motiu les densitats augmenten però si es comparen aquests resultats amb l'evolució del nombre d'embarcacions durant la sèrie estudiada (*Figures 6, 7 i 8*) s'aprecia que succeeix precisament el contrari, el nombre d'embarcacions tendeix a disminuir amb els pas del temps, excepte per l'art de palangre de superfície, el qual es manté constant. Per tant, l'augment en els valors de densitat només poden haver estat provocats per dos factors: o bé l'activitat de les embarcacions ha augmentat moltíssim durant els darrers 10 anys o bé amb el pas del temps i les millores tecnològiques es registren un major nombre de senyals, és a dir, transcorre menys temps entre cada recepció de les senyals *VMS* de les embarcacions. La primera alternativa es descarta perquè amb l'augment de les polítiques pesqueres dirigides a una explotació més sostenible dels recursos com per exemple la Política Pesquera Comú de la Unió Europea (PPC), és relativament complicat que succeeixi. A més, només amb una petita ullada als arxius d'Excels originals de les dades *VMS* es observable que amb el pas dels anys, hi ha menys temps entre cada senyal. En definitiva, es pren com a correcte la segona alternativa, és a dir, que amb el pas del temps i les millores tecnològiques es registren un major nombre de senyals i per tant que transcorre menys temps entre cada recepció de les senyals.

A més, observant les densitats de les figures 9, 20 i 31, es veu clar la pressió pesquera que generen l'art d'encerclament i arrossegament en front al palangre de superfície. Mentre que el palangre compta amb densitats molt menors, un nombre de vaixells també molt menor i que a més a més és un art molt selectiu i considerat de baix efecte en front a la biodiversitat, l'encerclament i l'arrossegament (pesca de caràcter industrial) compten amb valors de densitat i nombre d'embarcacions molt més superiors. Si ens referim a les seves selectivitats, l'arrossegament no ho és gens, a més es capaç de destruir fons marins sencers (Sommer, 2005), i per contra, l'art d'encerclament és molt selectiu, tant, que si no es prenen precaucions podria portar a una espècie al risc d'extinció en un període de temps molt curt (Garduño *et al*., 2015).

De forma conjunta, tot i que no són zones en les que la pesca dels arts que es tracten en aquest estudi estigui prohibida, s'han inclòs en la cartografia les àrees que configuren la Xarxa Natura 2000. S'ha fet perquè en el seu moment va semblar interessant per tal de poder discutir si podria valer la pena prohibir la pesca en aquestes zones i quin sèrie el seu efecte, però s'ha arribat a la conclusió que no tindria gaire sentit fer-ho ja que per una part ocupen una part força important del litoral català i si s'hi prohibís la pesca podria tenir conseqüències negatives en diferents àmbits i per altre banda, ja existeixen altres eines de gestió com per exemple les vedes temporals que si se'n fa bon ús poden donar resultats molt bons.

Infraccions de la flota pesquera catalana

En aquest apartat es busca fer un recull de les diferents infraccions referents a la normativa ja siguin incompliments de proximitat a costa, com de profunditat o respecte a zones on la pesca està prohibida com les reserves marines o les praderies de fanerògames. D'aquesta manera, es pretén deixar en evidència el control actual que s'està fent de les flotes pesqueres a Catalunya.

Si s'observen els gràfics dels percentatges d'infraccions, per la normativa de no pescar sobre praderies de fanerògames i la reserva marina de la Masia Blanca (*Figura 42*), no existeixen grans incompliments de la legislació, ja que el percentatges més elevats són d'entre 1,5 i 2% els anys 2009 i 2010 per l'art d'encerclament i a més, aquests dos són molt superiors a la resta de percentatges.

Per la normativa de profunditat mínima (*Figura 43*), es pot apreciar que els percentatges per l'art d'encerclament pràcticament dupliquen els percentatges de l'art d'arrossegament. Es pensa que aquest fet succeeix precisament pel que ja s'ha comentat anteriorment, de que la metodologia emprada en aquest estudi pot haver interferit en els resultats de l'art d'encerclament al ser les velocitats del moment de feinejar molt similars a les velocitats dins dels ports. Tot i això, està clar que s'estan produint masses infraccions, per exemple, per l'art d'arrossegament els percentatges es mouen en un rang d'entre el 20 i el 30% d'activitat il·legal. Aquest fet indica que no s'està fent un control eficient de l'activitat pesquera a Catalunya.

Per la normativa de distància mínima a la costa (*Figura 44*), en un primer moment es podria pensar que l'efecte de les velocitats típiques mencionat anteriorment no és compleix, ja que els percentatges per tots dos arts, arrossegament i encerclament, són molt similars, però cal tenir present que mentre la distància mínima per l'art d'arrossegament és de 3 milles, per l'art d'encerclament és de només 300 metres. Per tant, els percentatges de l'art d'encerclament haurien de ser molt menors ja que compta amb una normativa molt menys restrictiva. Tot i això, es tracta de percentatges de l'entorn del 20%, és a dir que són nivells d'infraccions molt elevats i, igualment que per la normativa de profunditat mínima, indica que no s'està fent un control eficient de l'activitat pesquera a Catalunya.

Per l'art d'arrossegament, durant tota la sèrie existeix una anomalia referent a la normativa de profunditat a la zona del delta de l'Ebre (*Figura 45*), la qual s'observa de forma clara, tant a la zona nord com a la sud del delta. Els resultats també mostren que a la zona del litoral de Tarragona hi ha densitats força elevades incomplint tant la normativa de distància mínima a la costa com la de profunditat mínima per feinejar, tot i que no ho són tant com en el cas del delta de l'Ebre, aquest fet indica una presència excessiva d'activitat pesquera en aquesta àrea, a més durant els anys 2013, 2014 i 2015 (*Figura 46*) es produeix un augment de l'activitat pesquera que incompleix la normativa en aquesta zona. A la zona nord de la costa de Catalunya, és a dir, al nord de Barcelona, no s'observen densitats realment elevades en zones prohibides, a tot estirar, a la zona nord del Cap de Creus si observen alguns repunts d'activitat que incompleixen tant la normativa de distància mínima a la costa com la de profunditat mínima per feinejar, aquest fet s'observa de forma més clara en els resultats de l'any 2015 (*Figura 47*).

Per l'art d'encerclament, no es pot apreciar si existeixen infraccions de la normativa de distància mínima a la costa, ja que la normativa demana que ha d'haver una distància mínima de 300 metres a la costa per poder feinejar i aquest valor es tant baix que en la cartografia elaborada pràcticament es solapa amb la línia de costa, fent pràcticament impossible l'apreciació d'infraccions referents a la normativa. Respecte a la normativa de profunditat mínima, s'observa que existeixen infraccions de la legislació en les zones properes als principals ports pesquers

catalans, com Barcelona, Tarragona, Vilanova i la Geltrú o Arenys de Mar durant tots la sèrie estudiada i conseqüentment, també hi ha infraccions de feinejar sobre les praderies de fanerògames properes a aquests ports pesquers. Val a dir, i com ja s'ha comentat anteriorment, que existeix la sospita de que la metodologia emprada en aquest estudi hagi interferit en els resultats obtinguts d'aquest art de pesca.

Finalment, per l'art de palangre de superfície no existeix normativa respecte a distància a costa o profunditat mínima, per tant, l'estudi es centra en les prohibicions de pescar sobre les praderies de fanerògames i en la reserva marina de la Masia Blanca. Referent a les praderies de fanerògames, els anys 2009 i 2010 s'observa activitat pesquera sobre les praderies presents en el litoral de la comarca del Maresme (*Figura 48*) i en els anys 2015 i 2016, les infraccions de la normativa es traslladen sobre les praderies presents al litoral de la comarca del Garraf i al nord del Tarragonès. En la reserva marina de la Masia Blanca no existeix cap infracció en cap dels anys estudiats.

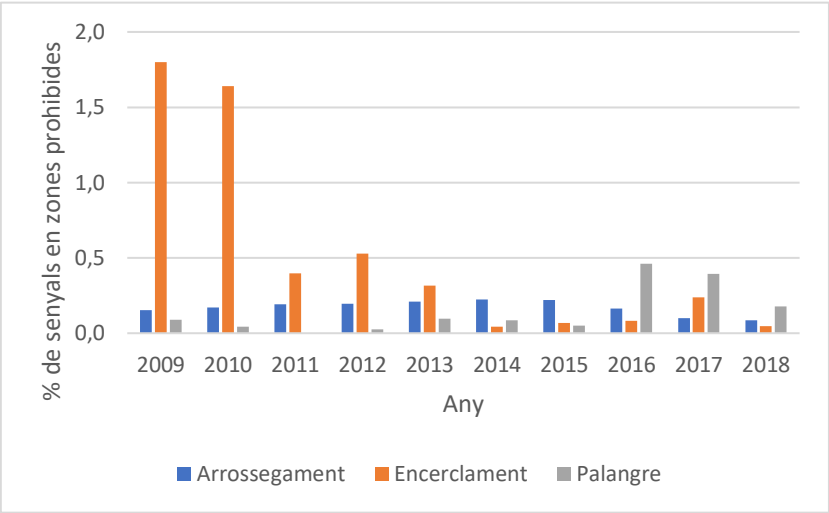

Figura 42: *Percentatge d'infraccions referent a la normativa de no pescar sobre praderies de fanerògames i en la reserva marina de la Masia Blanca.*

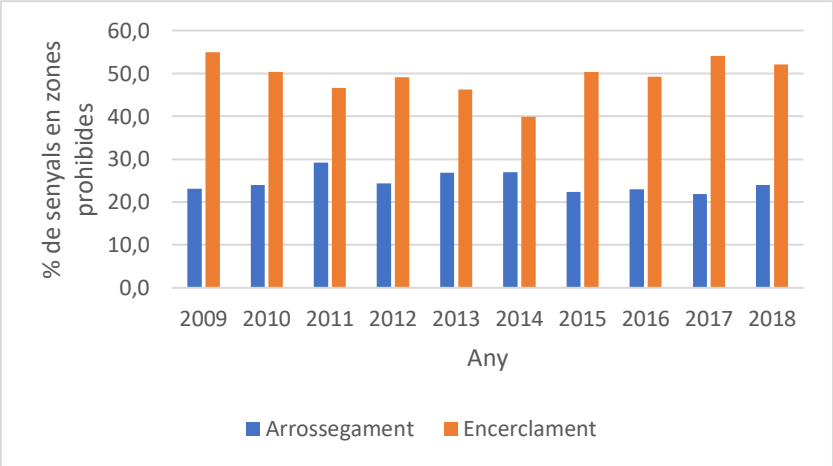

Figura 43: *Percentatge d'infraccions referent a la normativa de profunditat mínima.*

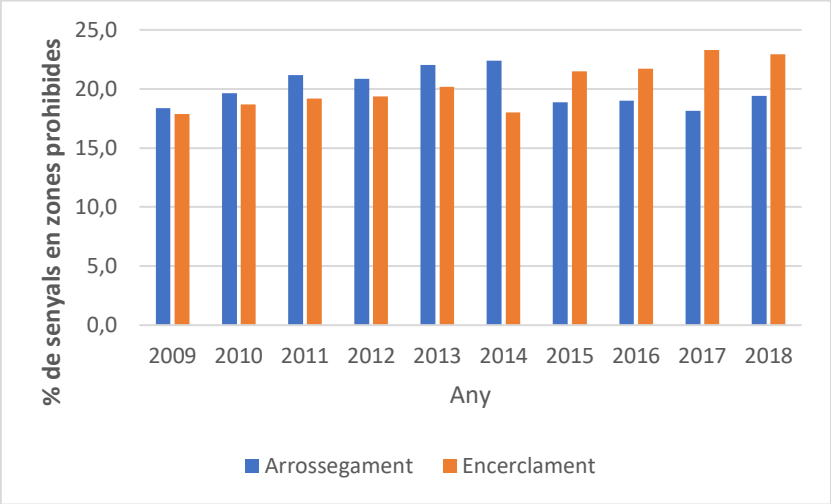

Figura 44: *Percentatge d'infraccions referent a la normativa de distància mínima a la costa.*

A continuació es mostren alguns dels casos més conflictius d'infraccions:

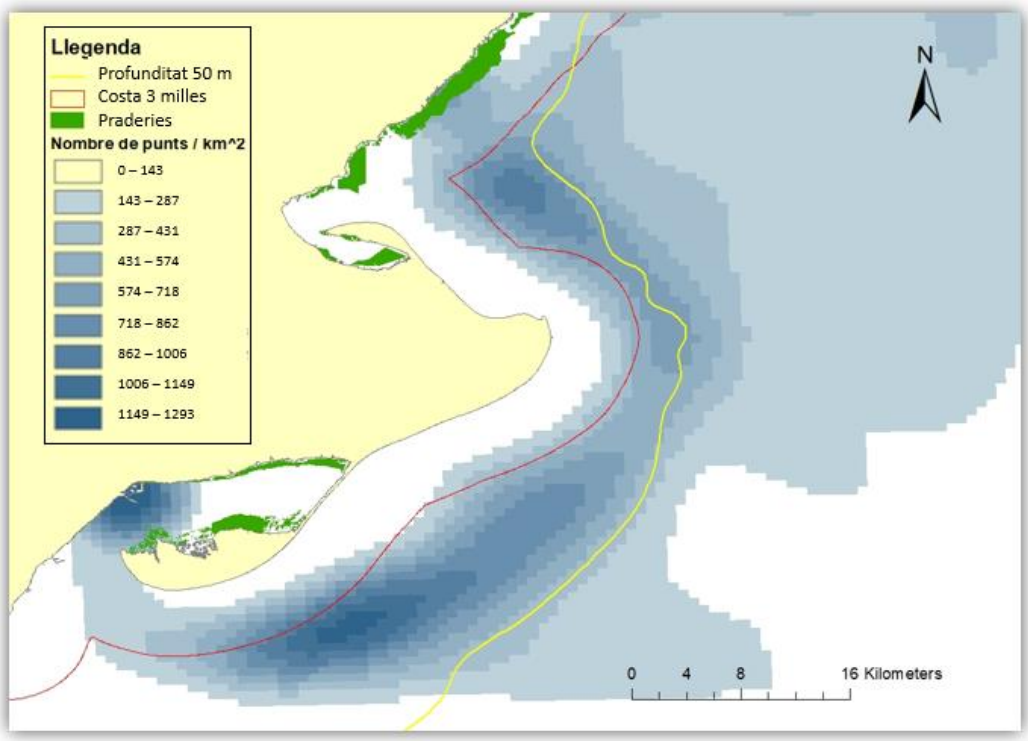

Figura 45: *Densitat espacial a la zona del delta de l'Ebre per l'art d'arrossegament durant tota la sèrie d'anys estudiada.*

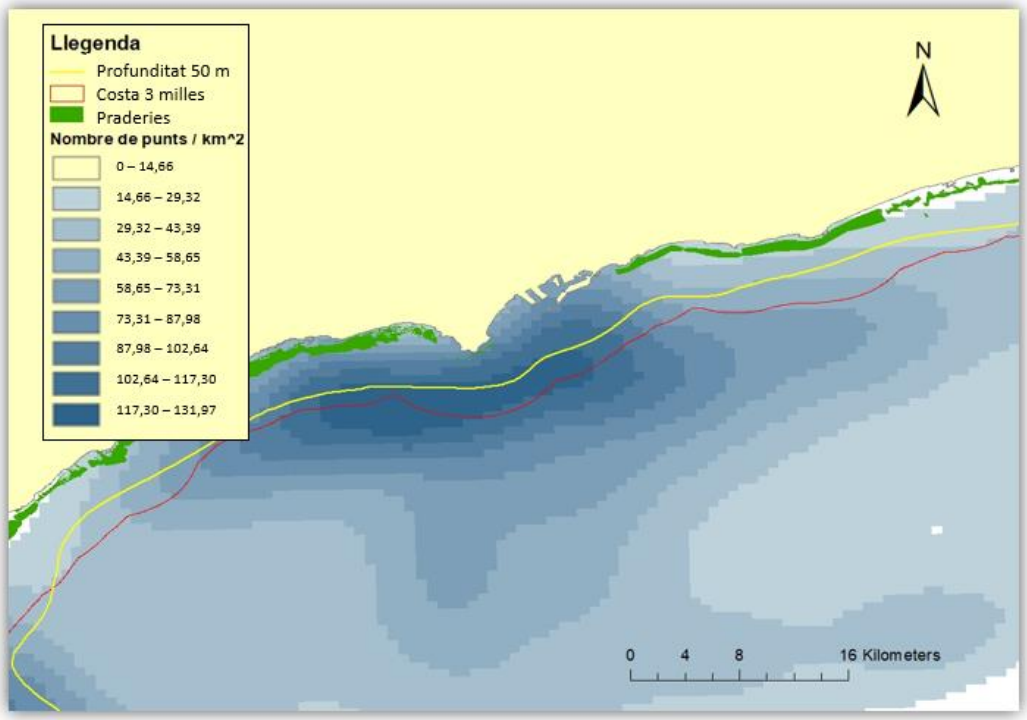

Figura 46: *Densitat espacial a la zona del litoral de Tarragona per l'art d'arrossegament durant l'any 2015.*

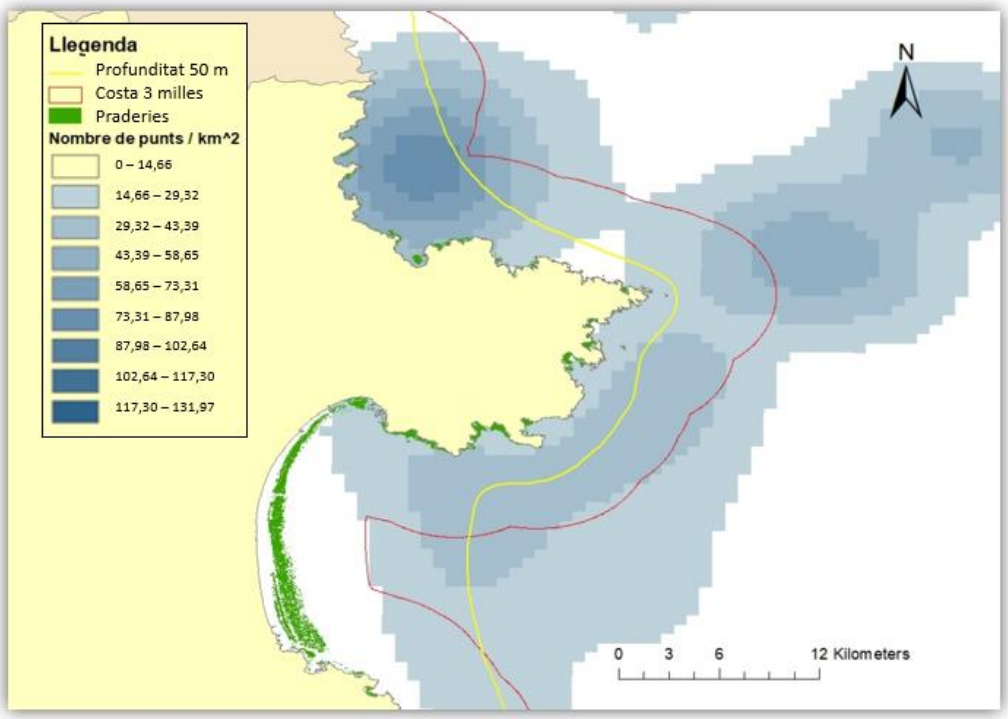

Figura 47: *Densitat espacial a la zona del cap de Creus per l'art d'arrossegament durant l'any 2015.*

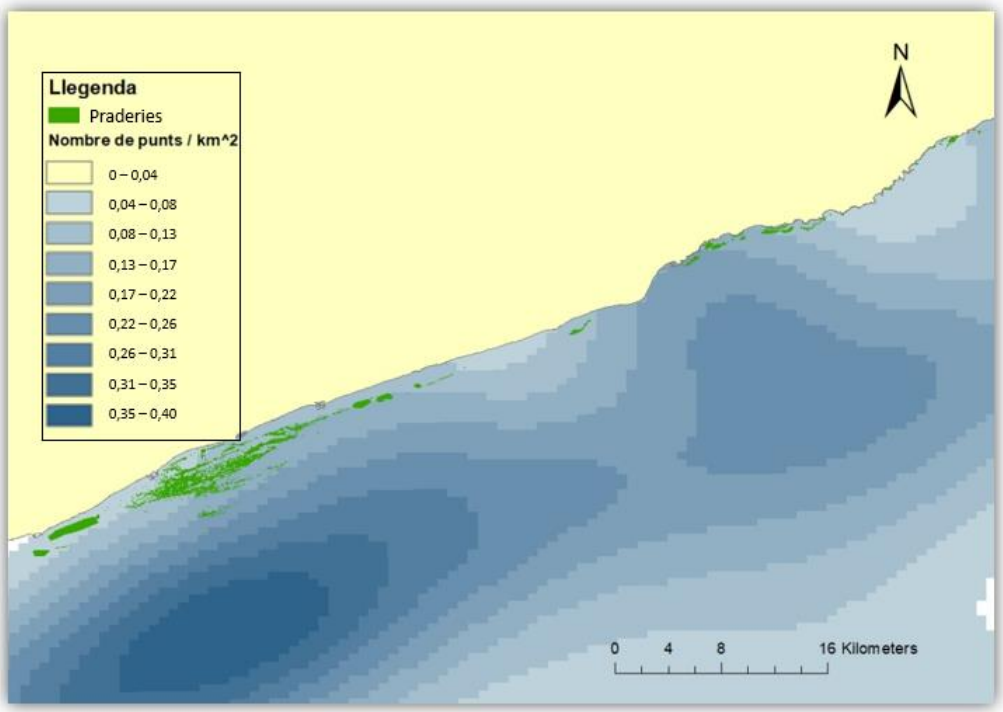

Figura 48: *Densitat espacial a la zona del litoral del Maresme per l'art de palangre de superfície durant l'any 2009.*

Anàlisi de la temporalitat per estacions

Per l'art de pesca d'arrossegament és mostren valors de densitats i distribucions espacials molt semblants en les estacions de estiu, tardor i hivern (*Figures 49, 51 i 52*). No succeeix el mateix amb l'estació de primavera (*Figura 50*), en la què es pot observar valors de densitats superiors a la resta d'estacions, però per contra, mostra una distribució espacial més reduïda, en la que s'aprecia una activitat pràcticament nul·la a la zona del litoral de Tarragona.

Aquest fet és degut a l'aplicació d'un període de veda temporal en aquesta localització del territori durant bona part de la primavera (Ordre APM/429/2018). El fet de què en aquest mateix període les densitats prenguin valors majors és atribuïble a l'aplicació del període de veda, ja que s'assumeix que va provocar un desplaçament de l'activitat cap a altres àrees de la costa, i conseqüentment una major activitat pesquera en aquestes zones.

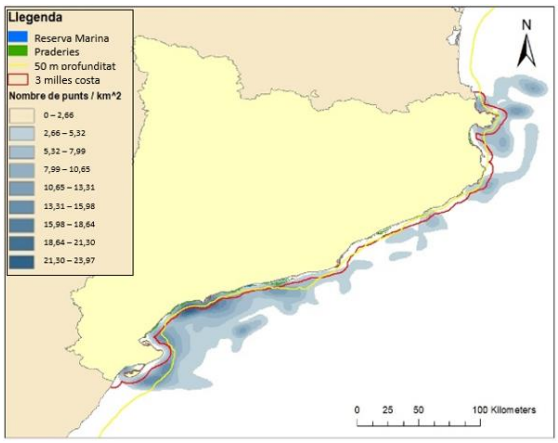

Figura 49: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'arrossegament durant l'hivern de l'any 2018.*

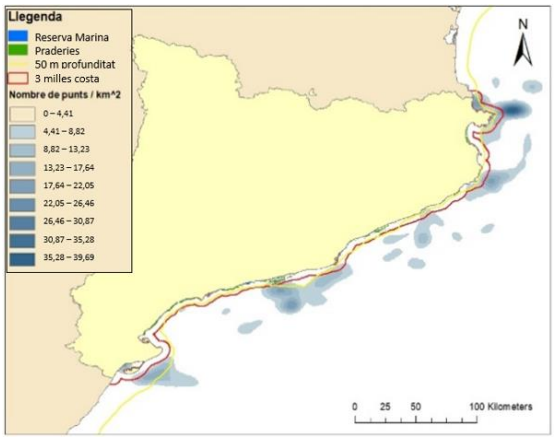

Figura 50: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'arrossegament durant la primavera de l'any 2018.*

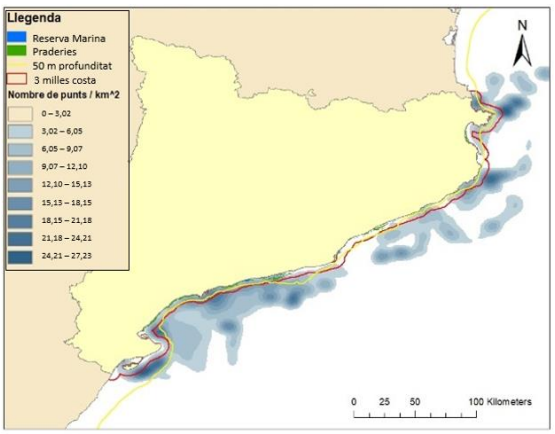

Figura 51: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'arrossegament durant l'estiu de l'any 2018.*

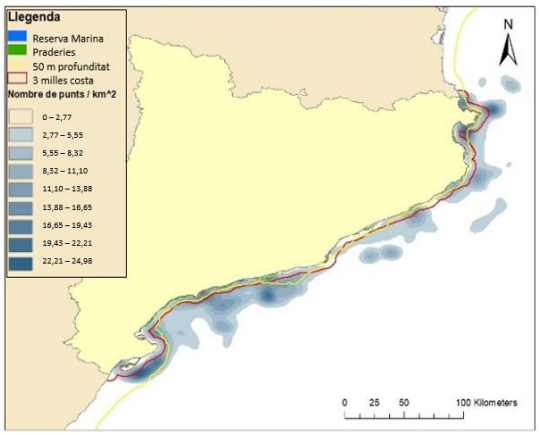

Figura 52: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'arrossegament durant la tardor de l'any 2018.*

Referent a l'art de pesca d'encerclament s'observa de forma clara que existeixen diferències en les distribucions espacials de les estacions d'hivern i tardor (*Figures 53 i 56*) amb les estacions de primavera i estiu (*Figures 54 i 55*). Les estacions de d'estiu i primavera mostren distribucions més extenses en el territori que les estacions de tardor i hivern. Un bon exemple es pot trobar en el litoral de Tarragona, mentre què en les estacions de primavera i estiu hi ha força activitat pesquera, a les estacions d'hivern i tardor l'activitat és pràcticament nul·la.

Aquest cas és similar a l'art d'arrossegament ja què fent recerca bibliogràfica també es va trobar l'aplicació de períodes de veda temporals, en aquest cas durant bona part de les estacions de tardor i hivern (Ordre APM/1246/2017 i Ordre APA/1268/2018). Les semblances dels dos arts no acaben aquí, els valors de densitats es comporten de forma similar, és a dir, durant els períodes de veda són majors que durant els períodes sense veda i per tant, també es pot extreure la conclusió que algunes de les embarcacions desplacen la seva activitat cap a altres zones del litoral català.

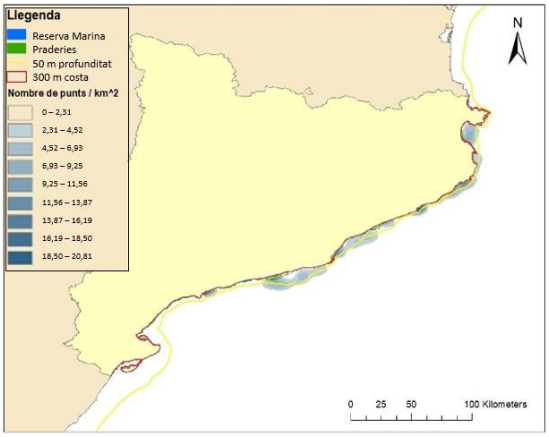

Figura 53: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'encerclament durant l'hivern de l'any 2018.*

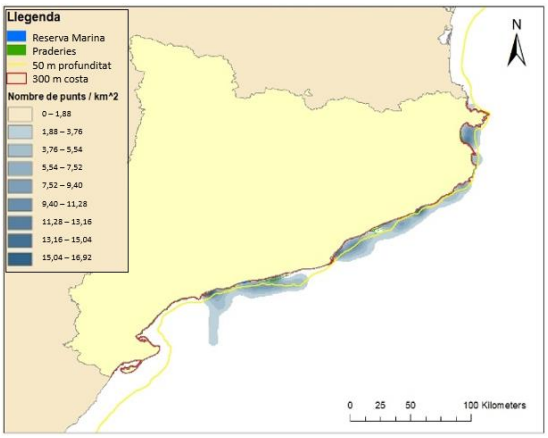

Figura 54: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'encerclament durant la primavera de l'any 2018.*

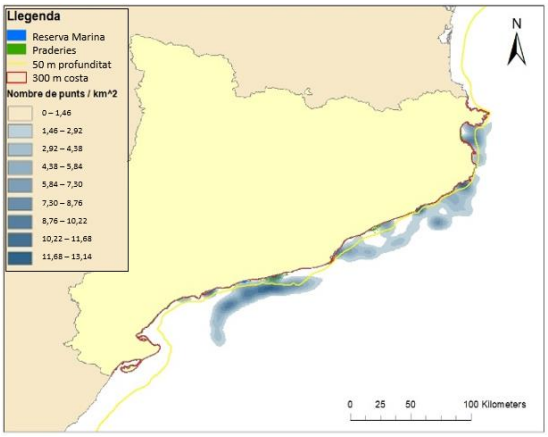

Figura 55: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'encerclament durant l'estiu de l'any 2018.*

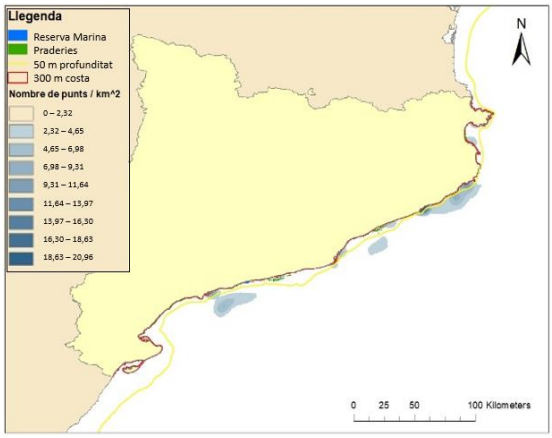

Figura 56: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art d'encerclament durant la tardor de l'any 2018.*

Pel que fa a l'art de palangre de superfície, totes quatre estacions de l'any mostren força activitat pesquera. Val a dir però que mentre a les estacions d'hivern i primavera (*Figures 57 i 58*) l'activitat es concentra a la costa, a les zones del litoral del Maresme però sobretot al litoral de la província de Tarragona, a les estacions d'estiu i tardor (*Figures 59 i 60*) és produeix un desplaçament dels palangrers cap a zones més profundes, això sí, sense deixar mai de feinejar també a prop de la costa.

Aquest fet s'explica principalment pel peix espasa (*Xiphias gladius*), sent una de les espècies objectiu del palangre de superfície, i és que durant les estacions d'estiu i tardor és quan el peix espasa realitza un moviment migratori de caràcter reproductiu des de l'Atlàntic cap al Mediterrani i a més, es tracta d'una espècie que es concentra en zones llunyanes a la costa (de la Serna, 2009).

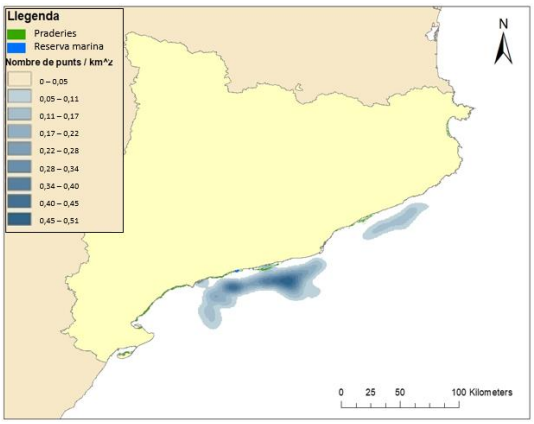

Figura 57: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art de palangre de superfície durant l'hivern de 2018.*

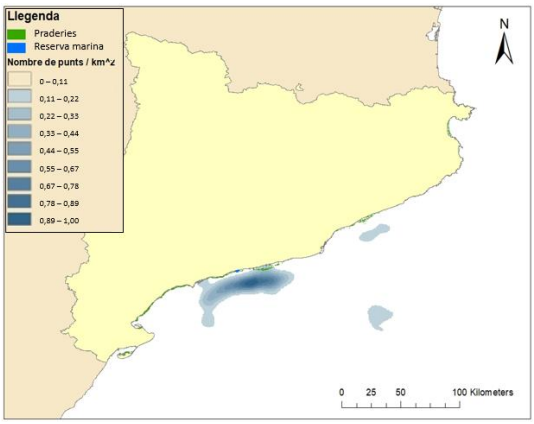

Figura 58: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art de palangre de superfície durant la primavera de 2018.*

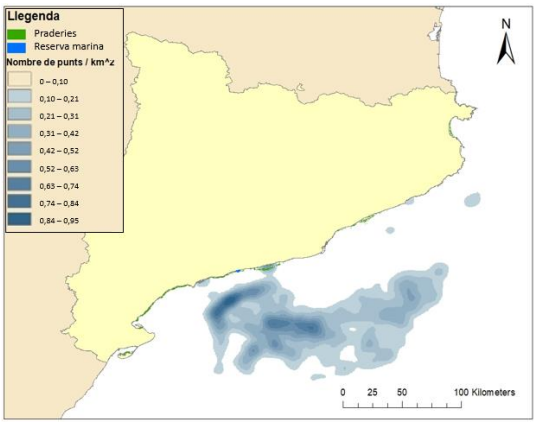

Figura 59: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art de palangre de superfície durant l'estiu de 2018.*

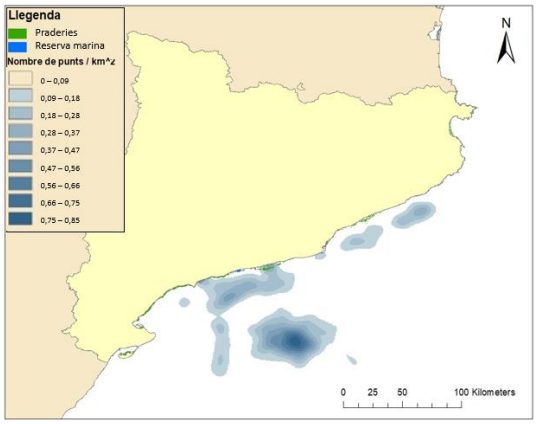

Figura 60: *Distribució espacial de la flota pesquera per l'art de palangre de superfície durant la tardor de 2018.*

Conclusions

The main conclusion that shows the results is that VMS data can be used to make spatial and temporal control of fishing vessels and, depending on the results of this control, establish the necessary environmental management measures, such as the imposition of sanctions on vessels that do not comply with legislation or the establishment of temporary closures in areas with high fishing pressure so that these areas have time to recover.

Continuing with the closure periods, it has been proof that it works properly to protect an area for a given period, since it is observed that the boats do not fish in the areas where the closure periods have been established, but in turn, it causes boats to be displaced generating greater fishing activity in other areas, so if it is not used with caution, it can be a double-edged weapon.

Of the three fishing methods that have been dealt in this study it is observed that the trawling is the method that causes a greater fishing pressure. This statement is not based only on the knowledge that unlike the other two methods, it has a low selectivity and it is capable of destroying entire seabed habitats (Dernie *et al*., 2003). The results obtained in this study show that it is the fishing method that has the largest number of vessels, it is the one that exhibits more extensive activity surfaces and is the one that shows the highest density values.

The results allow us to observe that there are cases in which fishing vessels do not comply with the legislation, as is the case of the Ebro river delta, in which many trawlers fish in too shallow waters. This suggests that more specific studies should be carried out after this to determine exactly which are the boats that do not comply with the legislation. In addition, it is clear that there is not enough control over the activity of fishing vessels.

Agraïments

A la meva família, per tot el suport que m'ha mostrat sobretot en l'últim mes de la durada d'aquest estudi, a en Josep Bas per l'ajuda prestada com a tutor d'aquest treball i a en Carles Tobella, ja que sense la seva ajuda tota la feina feta amb *RStudio* hauria estat molt més complicada.

Bibliografia

Agardy, T. (2000). Information needs for marine protected areas: scientific and societal. *Bulletin of marine science.* 66(3), 875-888. Recuperat de: https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2000/00000066/00000003/art00025#expand/collapse

Ballesteros, E., Curcó, A., Ferré, A., Font, J., Gesti, J. i Vilar, L. (2008) *Manual dels hàbitats de Catalunya. Volum II. Ambients litorals i salins.* Barcelona: Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya i el Grup de Recerca de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la Universitat de Barcelona.

Campbell, M., Stehfest, K., Votier, S. i Hall-Spencer, J. (2014). Mapping fisheries for marine spatial planning: Gear-specific vessel monitoring system (VMS), marine conservation and offshore renewable energy. *Marine Policy.* 45(1), 293-399. doi: 10.1016/j.marpol.2013.09.015

Chang, S. (2011). Application of a vessel monitoring system to advance sustainable fisheries management—Benefits received in Taiwan. *Marine Policy.* 35(2), 116-121. doi: 10.1016/j.marpol.2010.08.009

de la Serna, JM. (2009). *Estudio de la biología y la pesca del pez de espada (Xiphias gladius linneo, 1758) en el Mediterráneo Suroccidental*. (Tesi doctoral, Universitat de Cadis, Andalusia). Recuperat de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=51757

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya. (s.d.). *Herbassars o praderies de faneròganes marines*. [Dades cartogràfiques]. Recuperat de: http://agricultura.gencat.cat/ca/serveis/cartografia-sig/bases-cartografiques/pesca-maritima-proteccio-litoral/herbassars-praderies-fanerogames-marines/

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya. (2019). *Faneròganes marines.* [Informació sobre les faneròganes marines]. Recuperat de: http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/proteccio-recursos-litoral/habitats-interes-pesquer/fanerogames-marines-mediterrani/

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya. (2019). *Situació de la flota pesquera*. [Conjunt de dades]. Recuperat de: http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_flota_pesquera/dar_estadistiques/dar_situacio_flota_pesquera/

Dernie, K., Kaise, M., Richardson, E. i Warwick, R. (2003). Recovery of soft sediment communities and habitats following physical disturbance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 285–286, 415-434. doi: 10.1016/S0022-0981(02)00541-5

Gaines, S., White, C., Carr, M. i Palumbi, S. (2010). Designing marine reserve networks for both conservation and fisheries management. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 107(43), 18286-18293. doi: 10.1073/pnas.0906473107

Garduño, M., Aguilar, F., Aguilar, C., Martínez, J., Figueroa, R., Figueroa, F. i Pérez, P. (2015). Selectividad de redes de enmalle en la pesquería de robalo blanco, Centropomus undecimalis en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo. *Ciencia Pesquera*. 23(1), 37-45. Recuperat de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123330/CP_23-1_completa..pdf

Lee, J., South, A. i Jennings, S. (2010). Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science*. 67(6), 1260-1271. doi: 10.1093/icesjms/fsq010

Ministerio para la Transición Ecológica. (s.d.). *Descargas del área de actividad de Biodiversidad: Espacios protegidos.* [Dades cartogràfiques]. Reuperat de: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/cartografia_informacion_disp.aspx

Museu de la Pesca de Palamós. (2018). *Flota pesquera.* Recuperat de: https://museudelapesca.org/recerca/recursos-digitals/pesca-maritima-catalunya/pesca-catalunya/flota-pesquera-catalunya.html

National Oceanic and Atmospheric Administration. (s.d.). *Bathymetry & Relief*. [Dades cartogràfiques]. Recuperat de: https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/

Ocena. (2011). *Propuesta de Oceana para una pesca responsable en las Illes Balears: Áreas marinas protegidas: Una herramienta para combatir la sobrepesca y conservar los ecosistemas marinos* (Informe 4). Recuperat de: https://eu.oceana.org/es/publicaciones/informes/areas-marinas-protegidas-una-herramienta-para-combatir-la-sobrepesca-y

Orden AAA/658/2014, de 22 de abril, por la que se regula la pesca con el arte de palangre de superficie para la captura de especies altamente migratorias, BOE 102 § 33139 a 33153 (2014).

Orden APA/1268/2018, de 28 de noviembre, por la que se establecen vedas temporales para la pesca de la modalidad de cerco en determinadas zonas del litoral de la Comunidad Autónoma de Cataluña, BOE 289 § 118024 a 118025 (2018).

Orden APM/429/2018, de 27 de abril, por la que se establece una veda temporal para la pesca en la modalidad de arrastre de fondo en el litoral de la provincia de Tarragona, BOE 103 § 46686 a 46687 (2018).

Orden APM/1246/2017, de 18 de diciembre, por la que se establecen vedas temporales para la pesca de la modalidad de cerco en determinadas zonas del litoral de la Comunidad Autónoma de Cataluña, BOE 308 § 125586 a 125587 (2017).

Orden ARM/2529/2011, de 21 de septiembre, por la que se regula la pesca con artes de cerco en el caladero Mediterráneo, BOE 230 § 100966 a 100970 (2011).

Organització de les Nacions Unides per la Alimentació. (2003). *Situación de las flotas pesqueras*. [Informació sobre les flotes pesqueres mundials]. Recuperat de: http://www.fao.org/3/y5600s/y5600s05.htm

REGLAMENTO (CE) Nº 1967/2006 DEL CONSEJO de 21 de diciembre de 2006 relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo, DOUE L409 § 11 (2006).

Secretaria General de Protección de los Recursos Pesqueros del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2019). *Datos VMS*. [Conjunt de dades].

Sommer, M. (2005). Pesca de arrastre. Aniquilación silenciosa. *REDVET. Revista Electróncia de Veterinaria.* 6(4), 1-12. Recuperat de: https://www.redalyc.org/pdf/636/63612647016.pdf

Vesselfinder. (2019). *Rastreo de buques AIS de trafico marino gratuito.* Recuperat de: https://www.vesselfinder.com/es

Witt, M. i Godley, B. (2007). A Step Towards Seascape Scale Conservation: Using Vessel Monitoring Systems (VMS) to Map Fishing Activity. *PLoS ONE*. 2(10), e1111. doi: 10.1371/journal.pone.0001111