



Govern de les Illes Balears

Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori



Fons Europeu Pesca

FEP



*Memòria del "Servei per a la determinació de nous
indicadors de sostenibilitat a les reserves marines".*

FEP 311NBAL00002

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

1 Índex.

1	ÍNDIX.	1
2	PREÀMBUL.	4
3	INTRODUCCIÓ.	5
4	OBJECTIUS.	7
5	MATERIAL I MÈTODES.	8
5.1	ACTIVITATS ECONÒMIQUES NO PESQUERES A LES RESERVES MARINES DE LES ILLES BALEARS.	8
5.1.1	Recull de dades històriques.	8
5.1.2	Us de l'espai.	8
5.1.2.1	Zona d'estudi.	8
5.1.2.1.1	Reserva Marina del Migjorn de Mallorca.	8
5.1.2.1.1.1	Descripció.	8
5.1.2.1.1.2	Regulació d'activitats.	10
5.1.2.1.2	Reserva Marina del Nord de Menorca.	11
5.1.2.1.2.1	Descripció.	11
5.1.2.1.2.2	Regulació d'activitats.	13
5.1.2.1.3	Reserva Marina del Llevant de Mallorca.	14
5.1.2.1.3.1	Descripció.	14
5.1.2.1.3.2	Regulació d'activitats.	15
5.1.2.2	Embarcació.	17
5.1.2.3	G.P.S.	17
5.1.2.4	Navegació i presa de dades.	17
5.2	IMPACTE ECONÒMIC DE LES RESERVES SOBRE L'ACTIVITAT PESQUERA PROFESSIONAL.	19
5.2.1	Recull de dades històriques.	19
5.2.2	Us de l'espai.	19
5.3	EFFECTE DE LES RESERVES MARINES SOBRE LES POBLACIONS DE DOFINS MULARS.	19
5.3.1	Seguiment acústic passiu.	19
5.3.1.1	Zona d'estudi.	20
5.3.1.1.1	Reserva marina de l'Illa del Toro.	20
5.3.1.1.1.1	Descripció.	20
5.3.1.1.1.2	Regulació d'activitats.	21
5.3.1.1.2	Reserva marina de les Illes Malgrats.	22
5.3.1.1.2.1	Descripció.	22
5.3.1.1.2.2	Regulació d'activitats.	22
5.3.1.2	PODs.	23
5.3.1.3	Treball de camp.	25
5.3.2	Fotoidentificació.	25
5.3.2.1	Zona d'estudi.	25
5.3.2.2	Treball de camp.	25
5.3.2.2.1	Embarcació.	25
5.3.2.2.2	G.P.S.	25
5.3.2.2.3	Navegació i presa de dades.	25
5.3.2.2.4	Material i tècniques fotogràfiques.	25
5.3.2.2.5	Detecció acústica.	29
5.3.2.2.5.1	Hidròfon.	29
5.3.2.2.5.2	Ordinador i software.	30
5.3.2.2.5.3	G.I.S.	32
5.3.3	Isòtops.	33
5.3.3.1	Biòpsies.	33
5.3.3.2	Anàlisi.	35
5.3.4	Impacte socioeconòmic de la presència de dofins.	36
5.3.5	Efectes de les reserves marines sobre les poblacions de corbmarins emplomallats (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>) i gavina corsa (<i>Ichthyæetus audouini</i>).	37
5.3.5.1	Mètodes.	37
6	RESULTATS.	40

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

6.1	ACTIVITATS ECONÒMIQUES NO PESQUERES.....	40
6.1.1	Dades històriques.....	40
6.1.1.1	Pesca submarina.....	40
6.1.1.2	Busseig turístic.....	41
6.1.2	Impacte econòmic.....	45
6.1.2.1	Pesca submarina.....	45
6.1.2.2	Busseig esportiu.....	45
6.1.3	Us de l'espai.....	47
6.2	ACTIVITAT PESQUERA PROFESSIONAL.....	49
6.2.1	Dades històriques.....	49
6.2.2	Us de l'espai.....	52
6.3	EFFECTES SOBRE ELS DOFINS MULARS.....	56
6.3.1	Acústica passiva.....	56
6.3.1.1	Bottlenose dolphins and Marine Protected Areas in Spanish Mediterranean Sea: seasonal presence and displacement by recreational use.....	57
6.3.1.1.1	Abstract.....	57
6.3.1.1.2	Introduction.....	58
6.3.1.1.3	Materials and methods.....	60
6.3.1.1.3.1	Study areas.....	60
6.3.1.1.3.2	Selection of deployment locations.....	60
6.3.1.1.3.3	T-POD settings and moorings.....	61
6.3.1.1.3.4	Data analysis.....	62
6.3.1.1.3.5	Anthropogenic use of MPAs.....	63
6.3.1.1.4	Results.....	64
6.3.1.1.4.1	Dolphin presence.....	64
6.3.1.1.4.2	Anthropogenic use.....	68
6.3.1.1.5	Discussion.....	69
6.3.1.1.5.1	Overall bottlenose dolphin presence.....	69
6.3.1.1.5.2	Seasonality in dolphin presence.....	71
6.3.1.1.5.3	Diel pattern in dolphin presence.....	72
6.3.1.1.5.4	Diel pattern in echolocation inter-click interval (ICI).....	73
6.3.1.1.5.5	Anthropogenic use.....	74
6.3.1.1.6	Conclusions.....	75
6.3.1.1.7	Literature cited.....	75
6.3.1.2	Reserves marines de les Illes del Toro i Malgrats.....	80
6.3.2	Fotoidentificació.....	85
6.3.3	Isòtops.....	90
6.3.3.1	Population structure and diet variation of bottlenose dolphins (<i>Tursiops truncatus</i>) around the Balearic islands.....	90
6.3.3.1.1	Introduction.....	90
6.3.3.1.2	Methods.....	93
6.3.3.1.2.1	Study site and subareas.....	93
6.3.3.1.2.2	Sample collection.....	93
6.3.3.1.2.3	Stable Isotope Analysis.....	93
6.3.3.1.3	Results.....	94
6.3.3.1.3.1	Isotopes analyses.....	94
6.3.3.1.4	Discussion.....	95
6.3.3.1.5	Literature cited.....	98
6.3.4	Impacte socioeconòmic de la presència de dofins.....	103
6.3.5	Efectes de les reserves marines sobre les poblacions de corbmarins emplomallats (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>) i gavina corsa (<i>Ichthyaeetus audouini</i>).....	104
6.3.5.1	Corbmarí.....	105
6.3.5.2	Gavina corsa.....	108
6.3.5.3	Discussió.....	110
7	DISCUSSIÓ.....	112
8	BIBLIOGRAFIA.....	114
9	ANNEXOS.....	116
9.1	ANÀLISI DE LES DADES HISTÒRIQUES DE BARQUES I MARINERS ACTIUS PER CONFRARIA.....	116
9.2	SUSPENSIO CAMPANYA OCTUBRE 2013 AL NORD DE MENORCA.....	116

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

9.3	LLISTAT DE FIGURES.	116
9.4	LLISTAT DE TAULES.	119

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

2 Preàmbul.

La present memòria recull el total d'activitats realitzades entre el 1 de gener de 2011 i el 31 de desembre de 2013, al marc del projecte d'inversió "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines" FEP 311NBAL00002.

El projecte, executat per la Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori (Direcció General de Medi Rural i Mari) a través de la societat estatal Tecnologías y Servicios Agrarios S. A. (TRAGSATEC) s'ha cofinançat per la Comunitat Autònoma de les Illes Balears i la Unió Europea a través del Fons Europeu per a la Pesca.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

3 Introducció.

En la última dècada, arreu de la Mediterrània occidental ha proliferat la creació de reserves marines pesqueres, les quals han resultat ser un bon instrument per incrementar les poblacions de peixos, en particular allà on la pesca s'ha restringit severament. Així, a les Illes Balears, des de 1999 s'han creat set reserves marines amb una superfície total aproximada de 50,000 Ha, que s'han dissenyat per aconseguir la conservació dels recursos marins i el manteniment de la pesca professional d'arts menors.

L'efecte de les reserves marines (l'anomenat "efecte reserva") és ben conegut i els nombrosos treballs científics publicats indiquen que, a la Mediterrània i a altres mars, les regulacions establertes a les reserves marines produeixen:

- ✓ Increment de la riquesa (biodiversitat) en espècies comercials.
- ✓ Increment de la densitat, de les talles i de la biomassa d'espècies vulnerables a la pesca.
- ✓ Exportació de peixos adults i increment de les captures fora de la reserva.
- ✓ Increment del reclutament fora de la reserva per exportació de larves.

Les reserves marines pesqueres s'han beneficiat dels ajuts dels fons europeus (fons IFOP i FEP) tant per a la instal·lació d'elements per delimitar-les com per als estudis de seguiment, de manera que són figures ben conegudes per les administracions pesqueres estatal i comunitària, fins el punt que hi ha uns indicadors d'impacte estàndard que, en el cas d'Espanya, es basen en criteris d'extensió (Km² o Ha) però no hi ha indicadors que es basin en l'eficàcia de les reserves a l'hora d'afavorir el desenvolupament econòmic de les àrees on s'han creat.

L'experiència està demostrant que les reserves marines no tan sols tenen efectes sobre les poblacions de peixos explotades sinó també sobre altres aspectes mediambientals i socioeconòmics, amb resultats que, en ocasions, són molt notables. Ben conegut és el cas de la reserva marina de les Illes Medes, a Catalunya, on s'ha calculat que el busseig turístic genera un moviment econòmic de 9 milions d'euros. S'ha de contemplar, per exemple, que el valor en primera venda de tot el peix capturar a Balears és de 21 milions d'euros. A les Illes Balears no hi ha casos comparables, però a les nostres reserves marines, al 2009, ja es feren més de 16,000 immersions turístiques anuals.

Hi ha indicis que les reserves marines balears podrien interactuar positivament amb espècies marines protegides, com els dofins mulars o els ocells marins (corbs marins, àguiles peixateres...). En el cas dels dofins mulars, els projectes IFOP ES.R.BAL.5.1.35 "Servei per a la recerca i anàlisi dels moviments de grups locals de *T. truncatus* en relació a les pesqueres tradicionals" (2006-2008) i FEP 351NBAL00001 "Detecció acústica preventiva d'esbarts de dofins mulars, *Tursiops truncatus*, per a la gestió de les seves interferències amb la pesca artesanal" (2008-2010), han demostrat l'ús diferencial de l'espai pels dofins a la reserva marina dels Freus d'Eivissa i Formentera i, en general, també una fidelitat geogràfica molt marcada de la majoria d'animals així com l'especialització de certs grups en la parasitació de les xarxes dels pescadors artesanals.

Tot això demostra la urgència d'establir nous criteris d'avaluació dels efectes de les reserves marines en matèria de conservació de la biodiversitat i en qüestions socioeconòmiques, tant pesqueres com no pesqueres.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

L'objectiu de la Política Pesquera Comuna és l'explotació sostenible dels recursos aquàtics vius, en el context d'un desenvolupament sostenible que tingui en consideració els aspectes mediambientals, econòmics i socials de manera equilibrada i el Reglament (CE) 1198/2006, del Consell de 27 de juliol, *relatiu al Fons Europeu de la Pesca*, té com a objectius, entre d'altres, "fomentar la protecció i millora del medi ambient i dels recursos naturals quan existeixi una relació amb el sector pesquer" i "promoure el desenvolupament sostenible i la millora de la qualitat de vida en zones amb activitats en el sector de la pesca". En el mateix sentit, l'article 19 estableix, entre els principis orientatius "el foment d'un desenvolupament harmoniós, equilibrat i sostenible de les activitats econòmiques, l'ocupació i la millora del medi ambient". Així mateix, el Programa Operatiu per al Sector Pesquer espanyol per al FEP 2007-2013, remarca com a un dels objectius principals de l'Eix Prioritari 3 "les accions enfocades a la sostenibilitat pesquera, com per exemple aconseguir un sistema de gestió pesquera sostenible,per tal de fer un ús sostenible dels recursos, enfortint la sinèrgia entre desenvolupament i protecció mediambiental".

El Reglament (CE) 1198/2006, dins l'Eix Prioritari 3, a l'article 37 preveu que amb els fons FEP es puguin finançar projectes dirigits a contribuir de forma sostenible a millorar la gestió o conservació dels recursos, com és el cas d'aquest "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines".

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

4 Objectius.

- ✓ Identificar les activitats econòmiques no pesqueres que, relacionades directament amb els recursos marins, es duen a terme dins les reserves marines de les Illes Balears.
- ✓ Avaluar l'impacte econòmic de les reserves marines sobre l'activitat pesquera professional.
- ✓ Avaluar l'efecte de les reserves marines sobre les poblacions sedentàries de dofins mulars.
- ✓ Identificar possibles efectes de les reserves marines sobre altres espècies protegides (en particular, aucells marins).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

5 Material i mètodes.

5.1 Activitats econòmiques no pesqueres a les reserves marines de les Illes Balears.

5.1.1 Recull de dades històriques.

Al plec de prescripcions tècniques per a la realització del servei de referència s'identifiquen com a activitats econòmiques no pesqueres a les reserves marines el busseig turístic i la pesca submarina. Ambdues activitats, per tal de dur-se a terme, necessiten d'una autorització de la Direcció General de Medi Rural i Marí. A més, al cas dels clubs de busseig, aquests estan obligats a presentar un recull anual del nombre de bussejadors que a través dels seus serveis, han accedit a les aigües protegides.

Per tal d'analitzar l'evolució al temps d'aquestes activitats a l'àmbit de les reserves marines s'han recollit les dades en possessió de la Direcció General de Medi Rural i Marí del nombre de llicències individuals per mesos i reserves al període 2000-2013, de les dades proporcionades a l'administració per part dels clubs de busseig des de 2005 al 2012, i de les autoritzacions de pesca submarina des del 2005, data del primer permís a la reserva del Migjorn.

La natura de les dades que engloba tota la informació requerida per aquest estudi ha sofert diferents canvis al llarg del temps com ara la introducció de taxes per a la realització de les activitats, englobar reserves a la concessió d'autoritzacions per més tard assignar-les per separat, autoritzacions per anys naturals o per anys des de la concessió segons les reserves, sol·licituds per escrit i telemàtica... Tot plegat fa que, juntament amb la falta de rigorositat i exigència al retorn de les dades, el conjunt és inestable per anàlisis estadístics exigents, si bé, el volum total de les dades, permet certes aproximacions analítiques.

5.1.2 Us de l'espai.

Al marge de les dades relatives als cetacis, al desenvolupament de les 2 campanyes anuals a les reserves marines de Migjorn de Mallorca, Nord de Menorca i Llevant de Mallorca segons el punt 0, s'han recollit totes les dades relatives als usos de l'espai per tal de dissenyar un mapa de distribució d'usos a aquestes reserves.

5.1.2.1 Zona d'estudi.

5.1.2.1.1 Reserva Marina del Migjorn de Mallorca.

5.1.2.1.1.1 Descripció.

La reserva comprèn la franja d'aigües interiors entre el cap Blanc, el cap de ses Salines i cala Figuera, a Santanyí (22.332 hectàrees). El límit exterior, tant a llevant com al freu de Cabrera i enfront de sa Ràpita, es va establir l'any 2002 mitjançant l'Ordre de creació de la reserva, a la isòbata dels 50 metres de fondària. Ara bé, al maig de 2003, mitjançant una segona ordre, per la qual es modifica l'anterior, s'amplià la reserva marina cap al llebeig, a conseqüència de l'efecte negatiu que la pesca d'arrossegament produïa a la zona i que perjudicava greument els recursos marins i l'estat de les poblacions tant bentòniques com de peixos (Figura 1).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Bàsicament, la plataforma continental que constitueix els fons de la reserva està recoberta per sediments carbonatats (arenas). Les comunitats biològiques que es desenvolupen en aquest substrat, encara no prou estudiades, són les praderies de fanerògames marines *Posidonia oceanica* i *Cymodocea nodosa*, d'elevada producció biològica i d'alevinatge d'espècies d'interès pesquer; les comunitats d'algues calcàries vermelles (grapissar o *maerl*), i les comunitats de coral lígen i de mol·luscs (bivalves, gasteròpodes).

Entre el cap de ses Salines i cala Figuera es destaca l'existència d'importants zones de fons detrítics litorals, que constitueixen la principal pesquera a Mallorca de raors (*Xyrichtys novacula*) i d'espècies associades (*Bothus podas*, *Trachinus* spp.).

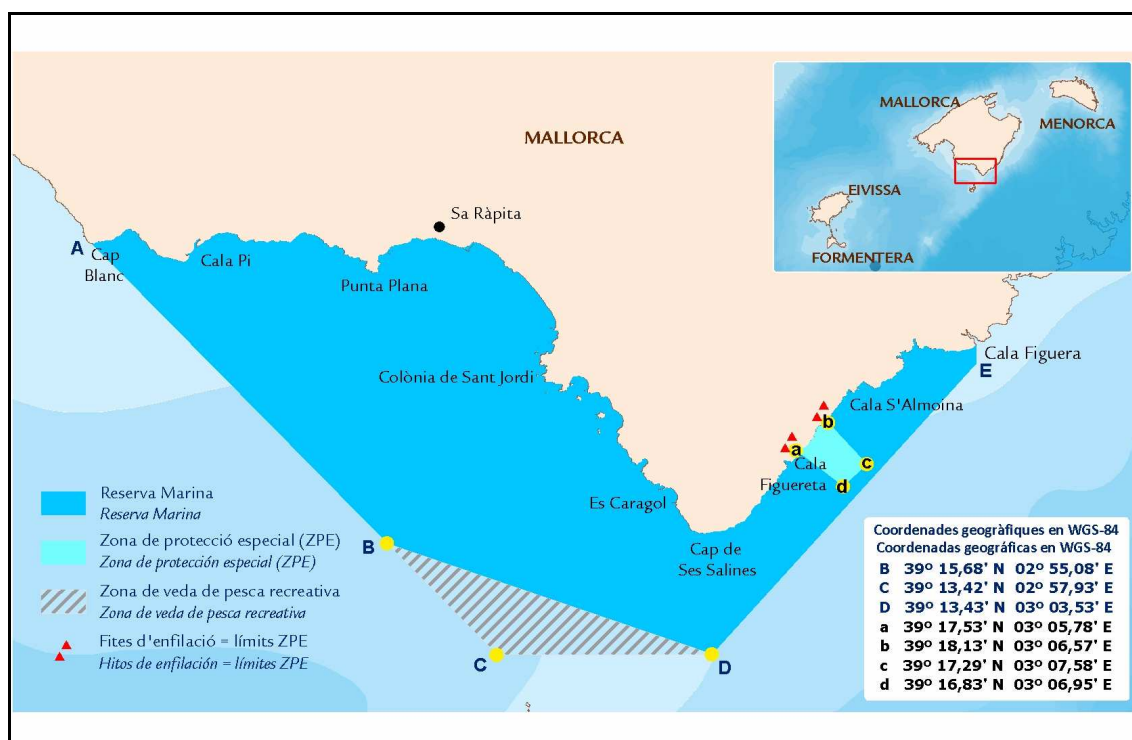


Figura 1. Plànol Reserva Marina del Migjorn de Mallorca.

A l'est de la reserva marina, dins les aigües compreses entre Cala Figuereta i la punta des Baus, s'estableix una àrea de protecció especial, caracteritzada per la presència de praderies de les fanerògames marines *Posidonia oceanica* i *Cymodocea nodosa*, on està prohibit qualsevol tipus de pesca marítima, l'extracció de flora i fauna marines, l'ancoratge d'embarcacions sobre les praderies de fanerògames i el busseig amb escafandre autònom. Aquesta àrea de protecció especial ve definida pels següents límits geogràfics (posicions referides al sistema geodèsic mundial WGS-84):

- ✓ Límit occidental: línia de costa entre cala Figuereta (39° 17,53' N / 03° 05,78' E) i la punta des Baus (39° 18,13' N / 03° 06,57' E).
- ✓ Límit sud: línia entre cala Figuereta (39° 17,53' N / 03° 05,78' E) i el punt geogràfic 39° 16,83' N / 03° 06,95' E.
- ✓ Límit oriental: línia entre els punts geogràfics 39° 16,83' N / 03° 06,95' E i 39° 17,29' N / 03° 07,58' E.
- ✓ Límit nord: línia entre la punta des Baus (39° 18,13' N / 03° 06,57' E) i el punt geogràfic 39° 17,29' N / 03° 07,58' E.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

A la resta de la reserva es permet la pesca professional d'arts menors, la pesca professional d'arrossegament en fondàries superiors als 50 m, la pesca recreativa i la pesca submarina, amb mesures de regulació concretes.

5.1.2.1.1.2 Regulació d'activitats.

5.1.2.1.1.2.1 Pesca professional d'arrossegament.

Sempre a fondàries superiors als 50 metres. S'ha de sol·licitar l'autorització a la Direcció General de Medi Rural i Marí, i només hi poden ser autoritzades les embarcacions adscrites a la Confraria de Pescadors de Santanyí i les adscrites a altres confraries que puguin demostrar l'habitualitat en la pesca a la zona. Aquestes embarcacions han de dur caixa blava o altre sistema de control equivalent.

Hi ha un període de veda per a la pesca d'arrossegament des del 16 de juliol fins al 15 d'agost, i un període d'horari reduït (de les 5.30 h a les 9.00 h) entre l'1 i el 15 de juliol i entre el 16 i el 31 d'agost.

5.1.2.1.1.2.2 Pesca professional d'arts menors.

Les embarcacions han de sol·licitar la llicència a la Direcció General de Medi Rural i Marí, i només poden ser autoritzades les que estiguin adscrites a les confraries de pescadors de Santanyí i de la Colònia de Sant Jordi, i les que, adscrites a altres confraries, puguin demostrar l'habitualitat en la pesca a la zona. Les embarcacions han d'acreditar la professionalitat d'acord amb la normativa vigent a la Comunitat Autònoma de les Illes Balears.

S'ha de seguir la regulació que s'estableix en el Decret 17/2003, de 21 de febrer, pel qual es regula la pesca amb arts menors a les aigües interiors de les Illes Balears, amb les excepcions següents:

- ✓ Tremall i boleros: malla mínima de 80 mm o 5 passades per pam (es disposava de dos anys per adaptar-s'hi).
- ✓ Xarxes molleres: entre l'1 d'agost i el 30 de novembre, i de malla mínima de 50 mm o 8 passades per pam.
- ✓ Xarxes per al gerret: entre l'1 de gener i el 15 de març, i de malla mínima de 36 mm o 11 passades per pam.
- ✓ Palangró: longitud màxima de 3.000 m i nombre màxim d'hams de 500.
- ✓ Nanses per a la llagosta: nombre màxim per embarcació de 300.

5.1.2.1.1.2.3 Pesca recreativa.

S'ha de seguir la regulació que s'estableix en el Decret 69/1999, pel qual es regula la pesca esportiva i recreativa a les aigües interiors de l'arxipèlag balear, modificat pel Decret 61/2002, amb les excepcions següents:

- ✓ Volantí i canya: màxim d'1 canya per pescador, i mida mínima dels hams, excepte per a la pesca del raor, de 16 mm de llarg per 7 mm d'ample.
- ✓ Pesca recreativa col·lectiva: s'ha de sol·licitar una autorització especial a la Direcció General de Medi Rural i Marí.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- ✓ Pesca del raor: mida mínima dels hams de 14 mm de llargària per 6 mm d'amplària, que, durant l'època hàbil per a la pesca del raor, també es poden utilitzar per capturar altres espècies, típiques de fons arenosos, que s'hi associen.

5.1.2.1.1.2.4 Pesca submarina.

Se'n prohibeix l'exercici els dimarts i els divendres.

S'han d'establir llicències específiques individuals. Les lliura anualment la Direcció General de Medi Rural i Marí i en pot establir un nombre màxim, d'acord amb la Federació Balear d'Activitats Subaquàtiques (FBDAS) i sobre la base dels resultats dels estudis fets a la reserva.

Es fixa una limitació de talla per a la captura de les espècies següents (espècie - Talla mínima (cm)): Escorball (*Sciaena umbra*) 34,5; Anfós (*Epinephelus marginatus*) 50,0; Anfós llis (*Epinephelus alexandrinus*) 53,0; Anfós bord (*Mycteroperca rubra*) 53,0; Orada (*Sparus aurata*) 37,5; Llop (*Dicentrarchus labrax*) 42,5; Tord massot (*Labrus merula*) 31,5; Tord grívia (*Labrus viridis*) 35,0; Reig (*Umbrina cirrosa*) 35,0; Congre (*Conger conger*) 95,0; Morena (*Muraena helena*) 95,0.

S'estableix una limitació de captura d'un exemplar per dia per a l'escorball (*Sciaena umbra*), l'anfós (*Epinephelus marginatus*), l'anfós llis (*Epinephelus alexandrinus*), l'anfós bord (*Mycteroperca rubra*) i el reig (*Umbrina cirrosa*).

Queda prohibida la pesca submarina del sard reial (*Diplodus cervinus*), de les rajades (*Raja* spp.) i de la ferrassa (*Dasyatis pastinaca*).

5.1.2.1.1.2.5 Altres activitats.

La pràctica del busseig i la presa de mostres de flora i de fauna amb finalitats científiques, les ha d'autoritzar expressament la Direcció General de Medi Rural i Marí.

L'extracció d'arenas i d'altres materials del fons marí, inclosos els organismes vius, resta absolutament prohibida.

La Direcció General de Medi Rural i Marí pot establir condicions específiques per a la celebració de competicions, com també limitar-ne el nombre, en qualsevol de les modalitats de pesca esportiva.

5.1.2.1.2 Reserva Marina del Nord de Menorca.

5.1.2.1.2.1 Descripció.

La Reserva Marina del Nord de Menorca (Figura 2), creada al juny de 1999 (BOIB núm. 81, de 24 de juny) en el marc de la política de gestió pesquera de la Conselleria d'Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears, es troba situada al litoral de la tramuntana de Menorca. Es caracteritza pel bon estat de conservació i per l'elevat atractiu de la natura i del paisatge que conté, i això és vàlid també per als seus fons, que ben a prop de la costa ja superen els 30 metres de fondària, i que presenten una gran heterogeneïtat i varietat d'hàbitats. Per l'interès ecològic, es poden destacar l'escull barrera de posidònia de sa Nitja, les comunitats superficials d'algues del gènere *Cystoseira*, la varietat de comunitats infralitorals fotòfiles i les extenses zones rocoses, amb una bona representació d'espècies bentòniques d'interès conservacionista. Entre aquestes darreres es destaquen espècies com

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

el corall vermell (*Corallium rubrum*), els mol·luscs *Pinna nobilis* (nacre) i *Lithophaga lithophaga* (dàtil de mar), i els crustacis *Palinurus elephas* (llagosta) i *Scyllarides latus* (cigala).

D'altra banda, l'àmplia badia de Fornells, de fons predominantment tous, presenta unes característiques ecològiques particulars, amb importants comunitats de les fanerògames (plantes superiors) marines *Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii*, així com d'algues amb sistemes rizoides de fixació, com *Caulerpa prolifera*, *Flabellia petiolata* i *Halimeda tuna*. Una part d'aquesta badia està greument degradada per l'activitat d'aqüicultura que s'hi dugué a terme al final dels anys vuitanta, i la inclusió dins la reserva n'ha de permetre la regeneració natural.

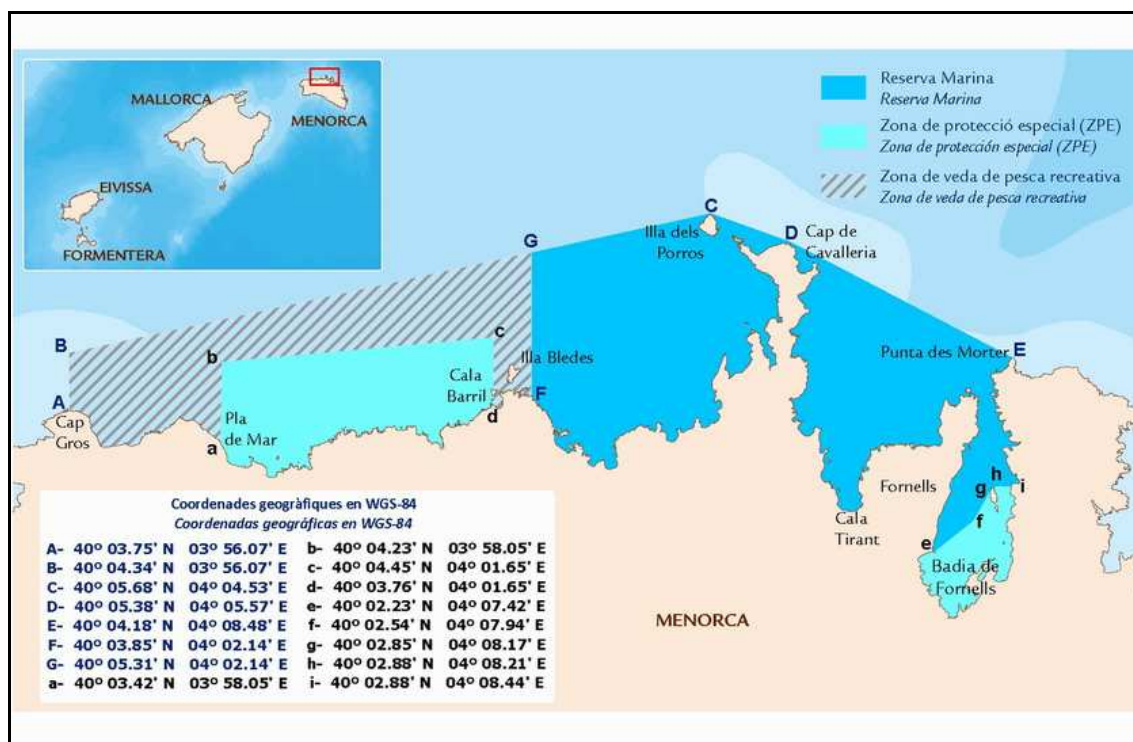


Figura 2. Plànol Reserva Marina del Nord de Menorca.

Quant a les comunitats de peixos de la reserva, hi són presents les típiques espècies del litoral mediterrani. Cal destacar, a més, la presència de la llagosta (*Palinurus elephas*) en aigües de certa fondària (entre els 25 i 150 metres), la pesca de la qual té una gran importància econòmica a Menorca.

Observant la configuració de la costa i un mapa batimètric de la reserva, es pot predir que la diversitat d'hàbitats i de comunitats bentòniques deu ser elevada. Efectivament, la presència de badies, cales, penya-segats i una àmplia zona marcada per la isòbata dels 45 metres, fan que la reserva tenguí un elevat quocient quant a diversitat d'hàbitats i àrea protegida. Fins enguany s'hi han comptabilitzat 628 espècies bentòniques, la majoria de les quals són algues rodofícies, peixos i mol·luscs, i fins a 35 comunitats diferents.

La reserva comprèn 5.119 hectàrees marines, des de la badia de Fornells, a llevant, fins al cap Gros, a ponent.

S'han definit dins la reserva tres àrees amb diferent nivell de protecció:

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- ✓ La zona A, entre cala Barril i el pla de Mar, de reserva integral o de protecció màxima, on no es permet cap activitat extractiva ni ancorar sobre les praderies de fanerògames marines.
- ✓ La zona B, que comprèn tota la part del sud-est de la badia de Fornells, fins a la punta de ses Salines, on només s'autoritza la pesca professional d'arts menors a l'hivern.
- ✓ La resta de reserva o zona C, on es permeten la pesca professional i el busseig esportiu amb autorització expressa de la Direcció General de Medi Rural i Marí, i la pesca recreativa, subjecta a la regulació vigent

A tota la reserva estan prohibides la pesca d'arrossegament, la d'encerclament, la de palangre i la submarina, i també la captura de peixos i d'invertebrats les poblacions dels quals actualment estiguin amenaçades. Entre aquestes espècies cal esmentar els peixos *Squatina* spp., *Scyliorhinus stellaris*, *Mustelus* spp., *Dasyatis* spp., *Hippocampus* spp., *Nerophis* spp. i *Syngnathus* spp., i els invertebrats *Maja squinado*, *Scyllarides latus*, *Charonia rubicunda*, *Astraea rugosa* i *Octopus macropus*.

5.1.2.1.2.2 Regulació d'activitats.

5.1.2.1.2.2.1 Pesca professional.

Es permet la pesca professional d'arts menors, excepte a la zona A (de màxima protecció), a les embarcacions adscrites a les confraries de Fornells i de Ciutadella que acreditin la professionalitat d'acord amb la normativa vigent, i amb l'autorització prèvia de la Direcció General de Medi Rural i Marí.

Les embarcacions professionals autoritzades estan obligades a dur un registre de l'activitat i han de prendre nota dels punts de pesca, els ormeigs utilitzats, les captures, les espècies i qualsevol altra informació d'interès, en un quadern de seguiment que la Direcció General de Medi Rural i Marí els lliura. Les dades d'aquest seguiment són de gran importància per saber els resultats de les mesures de gestió adoptades a la reserva.

Els ormeigs permesos són: tremall i boleros fins 2000 m/emb. de 1 de febrer al 31 d'agost.

El màxim que es permet calar diàriament és de 2.000 m de xarxa per embarcació, per un temps màxim de 16 hores a la mar.

Es prohibeixen les modalitats de pesca d'arrossegament i de teranyina, i el palangre de fons i de superfície.

Hi ha establert un període de veda per a la pesca del raor (*Xyrichtys novacula*) des de l'1 d'abril fins al 31 d'agost.

5.1.2.1.2.2.2 Pesca recreativa

Dins la reserva es pot practicar la pesca recreativa des de terra i embarcació, llevat de les zones de reserva integral i de veda per a aquesta modalitat de pesca. A més, hi ha els períodes de veda següents :

- ✓ Fluixa i curricà de fons i de superfície: de l'1 d'abril al 30 de setembre.
- ✓ Pesca del raor (*Xyrichtys novacula*): de l'1 d'abril al 31 d'agost (també per a la pesca professional).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Els ormeigs permesos són: volantí i canya (amb un màxim de 6 hams i 1 canya per pescador), potera, fitora (només per a la pesca diürna), salabre, fluixa, curricà de fons, rall (amb l'autorització especial del Consell Insular de Menorca), grumeig des de terra, i pesca del puu (1 corda i 2 bous per recol·lector).

Les competicions no s'hi permeten en cap cas.

5.1.2.1.2.2.3 Altres activitats

La Direcció General de Medi Rural i Marí pot autoritzar la recollida de mostres biològiques amb finalitats científiques i educatives a tot l'àmbit de la reserva.

Es permet la pràctica del busseig esportiu a la zona C, amb l'autorització expressa de la Direcció General de Medi Rural i Marí.

La pesca submarina està prohibida a tota la reserva.

Es prohibeix ancorar sobre praderies de fanerògames a les zones A i B de la reserva marina (zones de protecció especial).

5.1.2.1.3 Reserva Marina del Llevant de Mallorca.

5.1.2.1.3.1 Descripció.

Al començament de l'any 2007, el Govern de les Illes Balears aprovà mitjançant decret la creació de la Reserva Marina del Llevant de Mallorca, situada al nord-est de l'illa -entre cala Mata i el cap des Freu-, amb una superfície aproximada de 5.900 hectàrees marines, unes 1.900 de les quals foren declarades àrea de protecció especial o reserva integral (Figura 3).

Aquesta àrea marina presenta una gran diversitat d'hàbitats i de comunitats íctiques i bentòniques. Fins ara s'hi han comptabilitzat trenta-dues comunitats, la majoria en bon estat de conservació, i més de nou-centes espècies, principalment algues, peixos i mol·luscs. S'hi destaquen les praderies de *Posidonia oceanica*, esteses tant sobre fons de roca com sobre fons d'arena, autèntics punts de concentració de biodiversitat, i també els fons coral·lígens i les comunitats cavernícoles de les coves submarines del cap des Freu, dominades per esponges, briozous i cnidaris, les quals constitueixen un dels sistemes faunístics més interessants i singulars del nostre litoral.

Cal esmentar que el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació també va declarar reserva marina d'interès pesquer les aigües exteriors circumdants d'aquesta zona (BOE núm. 89, de 13 d'abril de 2007).

Dins la Reserva Marina s'han definit tres àrees amb diferent nivell de protecció:

- ✓ Zona A o de protecció especial, entre el cap de Ferrutx i la penya des Llamp, que comprèn unes 1.900 hectàrees i on es prohibeix tot tipus de pesca.
- ✓ Zona B o d'ús restringit, que comprèn les aigües circumdants de l'illot del Faralló d'Albarca dins un radi de 0,2 milles marines, que seguirà la regulació definida per a l'àrea C fins que la Conselleria d'Agricultura i Pesca hi estableixi limitacions específiques.
- ✓ Zona C o resta de la reserva, on es permeten, amb certes restriccions, la pesca professional d'arts menors, la pesca recreativa des de terra i des d'embarcació, la

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

pesca submarina i el busseig esportiu, amb l'autorització expressa de la Direcció General de Pesca.

En tota la reserva estan prohibides la pesca d'arrossegament, la d'encerclament i la de palangre de superfície; la recollida de marisc i la pesca del corall, i també la captura de peixos i d'invertebrats les poblacions dels quals estiguin actualment amenaçades. Entre aquestes espècies cal esmentar els peixos *Squatina spp.*, *Scyliorhinus stellaris*, *Mustelus spp.*, *Dasyatis spp.*, *Hippocampus spp.*, *Nerophis spp.*, *Syngnathus spp.*, *Umbrina cirrosa* i *Argyrosomus regius*, i els invertebrats *Maja squinado*, *Charonia rubicunda*, *Conus mediterraneus*, *Astraea rugosa* i *Octopus macropus*.

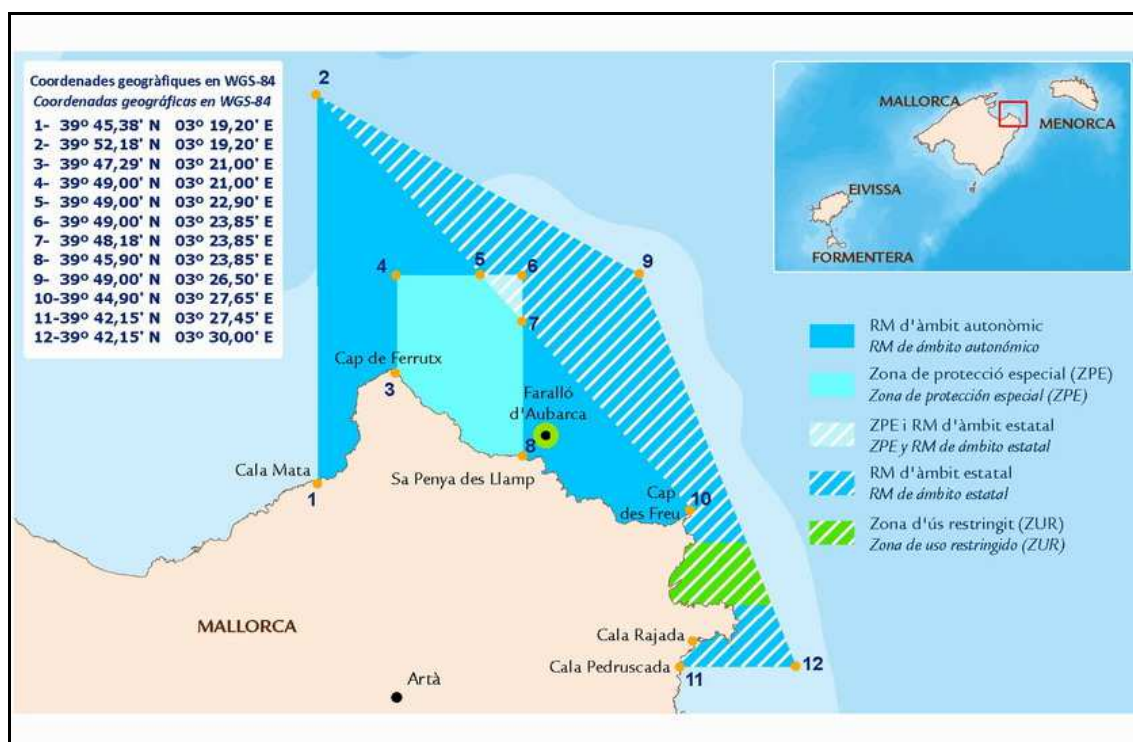


Figura 3. Plànol Reserva Marina del Llevant de Mallorca.

5.1.2.1.3.2 Regulació d'activitats

5.1.2.1.3.2.1 Pesca professional d'arts menors

Dins la reserva marina es pot practicar la pesca professional d'arts menors, excepte en l'àrea A o de protecció especial, situada entre el cap de Ferrutx i la penya des Llamp.

Només poden ser autoritzades per a la pesca professional d'arts menors les embarcacions adscrites a les confraries de pescadors de Cala Rajada i d'Alcúdia, i les que, adscrites a una altra confraria, puguin demostrar l'habitualitat en la pesca a la zona de la reserva marina. A més a més, han d'acreditar la professionalitat d'acord amb la normativa vigent a les Illes Balears.

Els aparells i els ormeigs permesos per a la pesca professional d'arts menors dins la reserva marina són els següents: tremalls i boleros; xarxes per a la sípia; xarxes i tremalls per al moll; tremall per a la llagosta comuna o roja; xarxes per al verderol; solta; almadravilla; moruna; llampuguera; jonquillera; volantí; potera; fluixa i curricà, en les modalitats tradicionals de les Illes Balears; llença; palangró, i nanses per a invertebrats.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

5.1.2.1.3.2.2 Pesca recreativa des de terra i des d'embarcació

A la reserva marina es pot practicar la pesca recreativa, excepte en l'àrea A o de protecció especial, situada entre el cap de Ferrutx i la penya des Llamp.

Els aparells i les modalitats permesos per a la pesca recreativa des de terra i des d'embarcació dins la reserva marina són els següents: fluixa i curricà, en les modalitats tradicionals de les Illes Balears; potera, entre la sortida i la posta de sol; volantí; canya des de terra; rall; salabre; i corda, bou i baveró per a la recollida de puu.

Els dies hàbils per a la pesca recreativa des de terra i des d'embarcació són els dimarts i els dijous.

Per a la pesca amb canya des de terra i per a la pesca amb volantí o potera des d'embarcació hi ha fixat un màxim d'una canya o línia per pescador i de tres hams o dues poteres per línia.

Per a la pesca de fluixa i de curricà, en les modalitats tradicionals de les Illes Balears, hi ha fixat un màxim de dues línies per embarcació.

Per a totes les modalitats de pesca recreativa, excepte per a la pesca del raor, s'estableix una mida mínima de l'ham de 7 mm d'amplària interior (sinus). Per a la pesca de volantí amb l'embarcació ancorada o a profunditats superiors a 35 m s'han d'utilitzar hams amb una amplària interior (sinus) mínima de 8,5 mm.

Les embarcacions amb llicència de pesca recreativa col·lectiva han de sol·licitar una autorització especial, que lliura o renova anualment la Direcció General de Medi Rural i Marí.

Els hams per a la pesca del raor (*Xyrichtys novacula*) han de tenir, com a mínim, una mida de 5,7 mm d'amplària interior (sinus). Aquests hams també es poden utilitzar, durant l'època hàbil per a la pesca del raor, per capturar altres espècies típiques dels fons arenosos que s'hi associen.

5.1.2.1.3.2.3 Pesca submarina

Dins la reserva marina es pot practicar la pesca submarina, excepte en l'àrea A o de protecció especial, situada entre el cap de Ferrutx i la penya des Llamp. Això no obstant, es requereix una autorització, que lliura la Direcció General de Medi Rural i Marí.

Els dies hàbils són els dimarts i els dijous.

Hi ha fixada una limitació de talla per a la captura de les espècies següents (Espècie - Talla mínima (cm)): Sard reial (*Diplodus cervinus*) 30, Sard (*Diplodus sargus*) 25, Variada (*Diplodus vulgaris*) 20, Llobarro (*Dicentrarchus labrax*) 43, Anfós blanc (*Epinephelus aeneus*) 53, Xerna (*Epinephelus caninus*) 53, Anfós llis (*Epinephelus costae*) 53, Anfós (*Epinephelus marginatus*) 53, Tord massot (*Labrus merula*) 28, Grívia (*Labrus viridis*) 30, Morena (*Muraena helena*) 95, Anfós bord (*Mycteroperca rubra*) 53, Escorball (*Sciaena umbra*) 35, Orada (*Sparus aurata*) 37.

Hi ha establerta una limitació de captura d'un exemplar per dia per al llobarro (*Dicentrarchus labrax*), el sard reial (*Diplodus cervinus*), totes les espècies d'anfós del gènere *Epinephelus*, el tord massot (*Labrus merula*), la grívia (*Labrus viridis*), l'anfós bord (*Mycteroperca rubra*) i l'orada (*Sparus aurata*), i de dos exemplars per dia per a l'escorball (*Sciaena umbra*).

5.1.2.1.3.2.4 Busseig esportiu

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

El busseig amb escafandre autònom dins l'àrea C de la reserva marina requereix un permís individual o col·lectiu, que lliura la Direcció General de Medi Rural i Marí.

Les immersions en apnea són lliures a tota la reserva marina.

En tots els casos, queda prohibit als bussejadors d'escafandre o en apnea dur, tant en la immersió com en les embarcacions, qualsevol tipus d'instrument que es pugui utilitzar per a la pesca o l'extracció d'espècies marines (llevat del ganivet de seguretat).

Les immersions a l'interior de les coves submarines del cap des Freu i del cap de Ferrutx requereixen una autorització especial, que lliura la Direcció General de Medi Rural i Marí.

5.1.2.2 Embarcació.

Per a totes les campanyes d'aquest projecte s'ha fet servir una CAPELLI Cap 27 Open, de 7.51 metres d'eslora total, 2.60 de màniga i 5.65 T.R.B. Homologada per a navegació de petita alçada per a 4 persones, respon a una distribució típica de "walk-around", molt còmode per treballar, que a més afegeix un petit camarot amb taula, seient i banyo, ideal pel montatge d'equips electrònics protegits de les inclemències de la navegació. Amb dos motors SUZUKI fora-borda de 150 H.P. de 4 temps, monta dos circuits independents per tal de donar fiabilitat a la tripulació.

5.1.2.3 G.P.S.

Com a G.P.S. s'ha escollit el GPSMAP 76S. Es tracta d'un GPS portàtil, resistent a l'aigua, que flota i és de fàcil i còmode funcionament. Aquests atributs l'han fet molt pràctic pel treball a petites embarcacions i als canvis entre elles.

Instal·lat sobre la consola amb cable d'alimentació de 12 V des de les bateries de l'embarcació mitjançant un endoll, ja que l'autonomia de les piles resulta insuficient, la mida del seu "display" ha proporcionat una lectura clara de les dades i dels mapes de navegació.

La memòria interna de 24 Mb pot ser un factor limitant. A aquest cas, per evitar el seu esgotament, i per evitar la pèrdua de dades, cada sortida s'ha descarregat immediatament a un ordinador portàtil via NMEA.

Pel treball sobre mapes, disseny d'itineraris i descàrrega de dades de navegació des del G.P.S., s'han emprat els següents programes:

- ✓ BlueChart, és una cartografia marina exclusiva de GARMIN que es complementa perfectament amb l'última línia de G.P.S. amb funció de "ploteo" i cartografia portàtil.
- ✓ MapSource, és una eina completa per gestionar el GPS Garmin. Proporciona dades geogràfiques a un CD-ROM que afegeix informació addicional al mapa base del G.P.S. a partir de la cartografia digital Bluechart. També es pot seleccionar ràpidament mapes i guardar-los per poder ser emprar-los a la unitat G.P.S. Es poden veure els "waypoints", les rutes i els camins existents al mapa de gràfics o crear ràpidament "waypoints" o rutes noves amb un simple clic de ratolí. MapSource ha facilitat tot el procés d'edició i gestió de "waypoints" i rutes.

5.1.2.4 Navegació i presa de dades.

Els embarcaments s'han realitzat amb un mínim de dues persones: una responsabilitzada de la navegació i del registre de dades d'activitat pesquera i d'ús del medi (tècnic I) i un altre dedicat exclusivament al mostreig acústic (tècnic II). La distribució de tasques es manté així

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

fins l'albirament d'un grup de cetacis. A aquest moment, el tècnic II, deixa la navegació i es dedica únicament a obtenir mostres fotogràfiques mentre que el tècnic II registra, a més de les dades d'activitat pesquera i d'ús del medi, el comportament de la manada de dofins i enregistra la seva activitat acústica, al temps que s'encarrega del comandament de l'embarcació.

Taula 1. Us del medi.

Nuvolositat	de 0% a 100%	Indica el percentatge de cobertura
Estat de la mar	Calma	Mar perfectament lisa. Sense ones.
	Arissada	Formació de petites ones que no arriben a rompre. Ones de 0 a 0.10 metres.
	Marejol	Ses onades es pronuncien sense quasi rompre, molesten poc a embarcacions menors sense cuberta. Ones de 0.10 a 0.5 metres.
	Maror	Ses onades augmenten essent ja de cura per la tripulació d'embarcacions menors sense cuberta. Ones de 0.5 a 1.25 metres. Més enllà d'aquestes condicions s'abandona.
Vaixells	Bou	Barca de bou, rosec de fons.
	Artesanal	Vaixell pesquer d'arts menors.
	Vaixell de línia Gran	Vaixell comercial de passatge de grans dimensions. S'inclouen els creuers
	Vaixell de línia Petit	Vaixell comercial de passatge de petites dimensions
	Carguer	Vaixell comercial de càrrega
	Cèrcol	Vaixell pesquer de cercol
	Esportiu	Embarcació d'esbarjo no inclosa a cap altra categoria.
	Golondrina	Vaixell de passeig per turistes.
	Industrial	Vaixell pesquer industrial
	Lanxa	Embarcació d'ús esportiu ràpida.
	Neteja	Embarcació de neteja litoral.
	Palangrer de superfície	Vaixell pesquer dedicat al palangre de superfície.
	Piragua	Piragua
	Ràpid	Vaixell de línia de passatge, càrrega o mixte d'alta velocitat.
	Veler	Embarcació propulsada a vela.
	Iot	Vaixell esportiu de grans dimensions.
Ormeigs de pesca	Bou	Rosac de fons. Sempre associada a embarcació.
	Art fixe	Art de pesca que es cala de forma fixa durant un període més o menys llarg.
	Tonyinarie	Ormeig industrial de cercol per a grans túnids
	Costa	Pescador esportiu des de costa.
	Currican	Línia amb esca o cimbell que es rosega per la popa d'una embarcació en moviment per a la pesca de túnids.
	Jonquillera	Art de pesca per a la pesca del Jonquillo
	Llampuga	Capser per la pesca de la llampuga o el propi ormeig.
	Palangre de fons	Hams en sèrie a una línia mare calada al fons.
	Palangrer de superfície	Idem en superfície.
	Submarina	Pesca submarina.
	Tresmall	S'inclouen també xarxes d'una sola tela. Es calen al fons.
	Volanti	Arte de pesca esportiu especialment.

En navegació, ambdós comparteixen la tasca de recerca de dades d'us del medi, responsabilitzant-se de 180° a estribord i babord de la línia de cruia segons la seva posició a l'embarcació.

No s'han seguit itineraris preestablerts de sortida. S'ha procurat distribuir l'esforç de forma homogènia segons les condicions meteorològiques i de la mar.

En navegació, el tècnic II pren nota amb gravadora de la presència d'ormeigs o vaixells de pesca, vaixells d'esbarjo, boies... i qualsevol tipus d'us del medi (Taula 1) i l'hora de G.P.S. de l'observació. Aquestes dades, juntament amb els descarregats des del G.P.S. sobre navegació, s'introdueixen a posteriori a una fulla de càlcul (Excel) i crear una taula general de sortida on s'inclouen les dades ambientals (registrades també pel tècnic I).

Les tasques de recerca es perllongaven mentre les condicions ambientals han permès el desenvolupament normal del treball, fins l'albirament d'un grup, o fins l'esgotament del combustible.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Per minimitzar l'esgotament i intentar que l'esforç fos equitatiu durant totes les hores de navegació, es programaren descans de 5 minuts per cada hora de navegació. Aquests descans no es realitzen en presència de dofins.

En cas d'albirament, s'anoten posició i hora, i s'abandona automàticament el transecte per seguir al grup, fotoidentificar-ho i registrar el seu comportament. A aquest període l'observador continua registrant les dades sobre ús del medi

5.2 Impacte econòmic de les reserves sobre l'activitat pesquera professional.

5.2.1 Recull de dades històriques.

A les normatives pròpies que regeixen les diferents reserves marines gestionades per a la Direcció General de Medi Rural i Marí s'inclouen mesures per a la regulació de l'activitat pesquera a les mateixes. Així, les barques d'arts menors que vulguin pescar a les reserves deuen sol·licitar-ne permís i enviar periòdicament dades sobre la seva activitat a l'àmbit de les aigües protegides. Entre la variada informació inclosa al recull de dades s'inclouen aquelles relatives a la captura. Aquesta base de dades ha proporcionat per tant els dies treballats per barca a les reserves i la seva captura. S'ha descartat l'anàlisi de les autoritzacions ja que aquestes no impliquen ús de la reserva. D'aquesta forma es pot treballar amb dades reials de l'explotació de l'àrea marina protegida.

Per tal de comparar els rendiments obtinguts a les reserves, s'han consultat les notes de venda informatitzades de totes les embarcacions que han declarat al menys una vegada pescar a la reserva i que tenen obligació d'emplenar al comercialitzar la captura. D'aquesta forma s'ha pogut comparar les captures dins i fora reserva i el rendiment per dia treballat.

El nombre d'embarcacions per confraries i mariners adscrits és una informació no sistematitzada per l'administració. Per tal d'obtenir aquestes dades, s'ha contactat directament amb les confraries de pescadors perquè ens facilitessin aquests nombres.

5.2.2 Us de l'espai.

A l'igual que al punt 5.1 també s'han fet anàlisis del us de l'espai a partir de les dades obtingudes al desenvolupament de les 2 campanyes anuals a les reserves marines de Migjorn de Mallorca, Nord de Menorca i Llevant de Mallorca segons el punt 0 de seguiment de la població de dofins, s'han recollit totes les dades relatives als usos de l'espai per part dels pescadors per tal de dissenyar un mapa de distribució.

5.3 Efecte de les reserves marines sobre les poblacions de dofins mulars.

5.3.1 Seguiment acústic passiu.

Els PODs (Porpoise Detectors) enregistren els clicks d'ecolocalització dels dofins i permeten l'estudi dels seus patrons i la seva relació etològica. Tota aquesta informació s'emmagatzema lligada a la línia temporal horària pel que amb diversos POD's estratègicament col·locats es pot seguir el moviment dels grups de dofins. Així es pot saber a quina hora visitaren una o altra zona, quina activitat mostraren, si menjaren o no i, en certes ocasions, estimar la mida del grup.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

5.3.1.1 Zona d'estudi.

Les reserves marines establertes pel seguiment acústic passiu eren, a un principi, les mateixes a les que es desenvoluparien les campanyes de seguiment de fotoidentificació i anàlisi del us del medi: reserva marina de Migjorn de Mallorca, reserva marina de Llevant de Mallorca i reserva Marina del Nord de Menorca. Totes descrites a l'apartat 5.1.2.1.

Emperò, arran d'una sol·licitud de la Direcció General de Medi Rural i Marí a la que es demanava substituir el calat previst a la reserva del Nord de Menorca pel seguiment de les reserves de les Illes Malgrat i El Toro, degut a notícies rebudes a aquesta Direcció esmentant el nombre anormalment alt d'albiraments de dofins, el 2013, la instal·lació dels PODs, es va dur a terme a les reserves marines de les Illes Malgrat i El Toro.

5.3.1.1.1 Reserva marina de l'Illa del Toro.

5.3.1.1.1.1 Descripció.

L'àrea marina dels voltants de l'illa del Toro (Calvià, Mallorca) així com les aigües compreses entre aquesta, es Clot des Moro i cala Refeubetx tenen un alt valor ecològic i pesquer per la diversitat d'hàbitats, de comunitats bentòniques i de peixos que hi podem trobar (Figura 4). Les praderies de la fanerògama *Posidonia oceanica* hi ocupen grans extensions i en els seus fons rocosos s'hi congreguen moltes espècies de peixos amb interès comercial, algunes d'aquestes amb finalitats reproductives. Tant les praderies de fanerògames com moltes de les espècies de peixos presents en aquests indrets mereixen una adequada protecció.

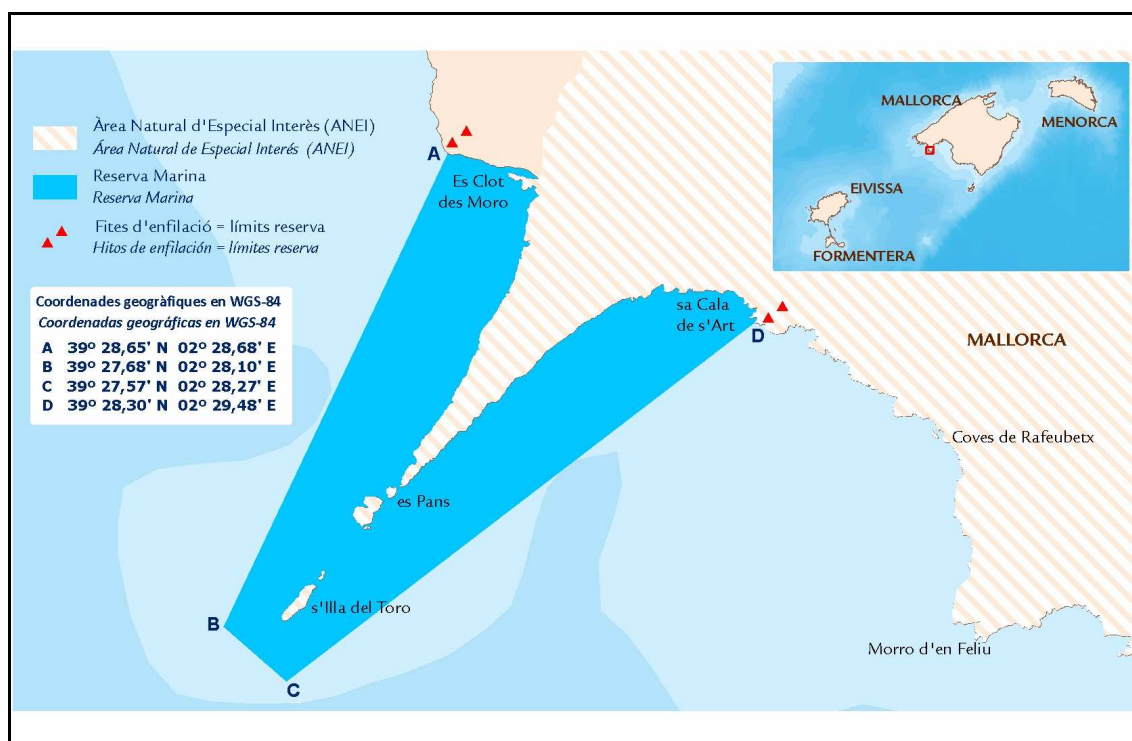


Figura 4. Plànol Reserva Marina de les Illes del Toro.

El gran gradient batimètric d'aquesta zona i la seva situació fan que sigui un lloc excepcional per trobar espècies pelàgiques migradores. Es d'esperar que la seva declaració

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

com a reserva faci que les poblacions d'aquelles espècies sedentàries (anfós, escorball, etc.), malmeses per activitats de pesca recreativa, es recuperin amb el temps.

5.3.1.1.1.2 Regulació d'activitats

5.3.1.1.1.2.1 Pesca professional.

Arts de parada (moruna o solta) en el punt conegut com Es Clot des Moro.

Curricà de fons i de superfície entre l'1 d'octubre i el 30 d'abril.

Potera per a cefalòpodes entre l'1 d'octubre i el 30 d'abril.

5.3.1.1.1.2.2 Pesca recreativa.

Ormeigs permesos: Potera per a cefalòpodes de l'1 d'octubre al 31 de març i volantí d'embarcació 1 de gener a 31 de març. Qualsevol altre ormeig està prohibit.

Pesca des de terra amb canya: està permesa amb un màxim de 3 hams i una canya per pescador, excepte als illots, on no està permesa.

5.3.1.1.1.2.3 Pesca submarina.

No està permesa.

5.3.1.1.1.2.4 Competicions pesqueres.

No permeses.

5.3.1.1.1.2.5 Busseig recreatiu

El busseig amb escafandre autònom dins la reserva marina requerirà d'un permís que es sol·licitarà a la Direcció General de Medi Rural i Marí a través de la web <http://permis-reserves.caib.es>

Les immersions a la reserva marina per al busseig col·lectiu (clubs i centres turístics) només es podran realitzar a 7 punts concrets:

- ✓ Punt 1: Cala Refeubetx.
- ✓ Punt 2: llevant d'Es Munt de Pedres.
- ✓ Punt 3: llevant del freu de l'illa d'Es Toretó – Toro.
- ✓ Punt 4: llevant de l'Illa del Toro.
- ✓ Punt 5: ponent de l'Illa del Toro.
- ✓ Punt 6: ponent del freu de l'illa d'Es Toretó – Toro.
- ✓ Punt 7: Es Clot des Moro.

Cadascun d'aquests punts podrà ser visitat dos cops al dia i per un màxim de 12 submarinistes per visita. El nombre màxim d'immersions diàries realitzades a la zona dels illots no podrà superar en cap cas les 168 persones.

De forma puntual, i havent-ho notificat prèviament a la Direcció General de Medi Rural i Marí, es podran realitzar tasques formatives (escoles de busseig) a àrees pròximes a Es Clot des Moro i a Cala Refeubetx.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Estan prohibides les immersions a l'interior de coves submarines i la manipulació o alimentació de les espècies.

Queda prohibida, per al busseig individual, la realització d'immersions nocturnes en tota l'àrea de la reserva marina.

5.3.1.1.2.6 Altres activitats

La presa de mostres de flora i fauna marines amb finalitats científiques, necessitarà autorització expressa de la Direcció General de Medi Rural i Marí.

5.3.1.1.2 Reserva marina de les Illes Malgrats.

5.3.1.1.2.1 Descripció

L'àrea marina dels voltants de les illes Malgrats (Calvià, Mallorca), així com les aigües de la costa veïna, tenen un alt valor ecològic i pesquer per la gran diversitat d'hàbitats i de comunitats bentòniques i de peixos que hi podem trobar. Les praderies de la fanerògama *Posidonia oceanica* hi ocupen grans extensions. Hi trobem també fons rocosos circalitorals i infralitorals, que són l'hàbitat d'espècies de peixos sedentaris de gran talla. Tant les praderies de fanerògames com moltes de les espècies de peixos presents en aquests indrets mereixen una adequada protecció.

Es d'esperar que la seva declaració com a reserva faci que les poblacions d'aquelles espècies sedentàries (anfós, escorball, etc.), malmeses per activitats de pesca recreativa, es recuperin amb el temps.

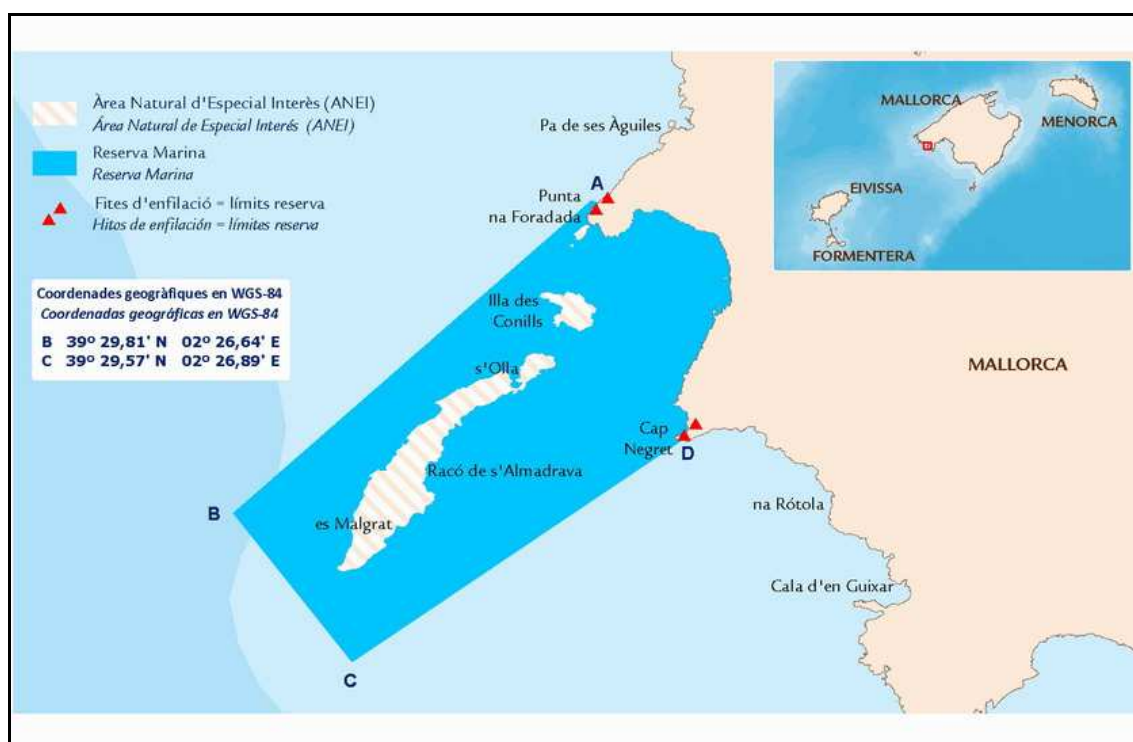


Figura 5. Plànol Reserva Marina de les Illes Malgrats.

5.3.1.1.2.2 Regulació d'activitats

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

5.3.1.1.2.2.1 Pesca professional.

Arts de parada (moruna o solta), al punt conegut com a Racó de s'Almadrava.

Curricà de fons i de superfície entre l'1 d'octubre i el 30 d'abril.

Potera per a cefalòpodes entre l'1 d'octubre i el 30 d'abril.

5.3.1.1.2.2.2 Pesca recreativa.

Potera per a cefalòpodes entre l'1 d'octubre i el 30 d'abril.

Curricà de fons i de superfície entre l'1 d'octubre i el 30 d'abril.

Volantí des d'embarcació entre l'1 d'octubre i el 30 d'abril.

L'exercici de la pesca marítima recreativa des de terra amb canya, de suret o de llançat, amb un màxim de 3 hams i una canya per pescador.

Queda prohibida qualsevol altra modalitat de pesca o ormeig, la celebració de competicions i la pesca des dels illots envoltats per aigües de la reserva marina.

5.3.1.1.2.2.3 Busseig recreatiu

Les immersions a la reserva marina per al busseig col·lectiu (clubs i centres turístics) només es podran realitzar a 5 punts concrets:

- ✓ Punt 1: Racó de s'Almadrava
- ✓ Punt 2: costa sud-est
- ✓ Punt 3: costa sud-oest
- ✓ Punt 4: costa de ponent
- ✓ Punt 5: sud del caló de l'Olla

Cadascun d'aquest punts podrà ser visitat dues vegades al dia i per un màxim de 12 submarinistes per visita. El nombre màxim d'immersions diàries realitzades a la zona dels illots no podrà superar en cap cas les 120 persones.

Queden prohibides les immersions nocturnes per al busseig individual.

5.3.1.1.2.2.4 Altres activitats

La Direcció General de Medi Rural i Marí pot autoritzar la presa de mostres de flora i fauna marines amb finalitats científiques.

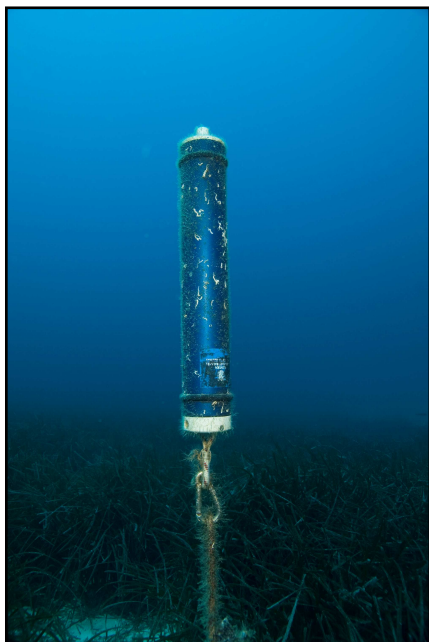
5.3.1.2 PODs

Els PODs (POrpoise Detectors) (Figura 6), literalment "detectors de marsopes" són ordenadors submergibles connectats a hidròfons d'alta qualitat que reconeixen i registren els "clicks" d'ecolocalització dels cetacis sense tenir efectes secundaris per a ells. Amb transductor ceràmic incorpora filtres per seleccionar l'energia de les diferents bandes de freqüències de l'espectre del so i pot ser programat amb diferents protocols de mostreig per optimitzar la detecció de "clicks" segons l'espècie.

Els filtres i protocols permeten també descartar el renou ambiental (ones, peixos, sondes de vaixells...).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Amb una resolució de 10 microsegons i un ample de banda de 9 a 170 KHz, són una potent eina pel treball amb cetacis.



Una vegada detectats els “clicks” d’ecolocalització de l’espècie concreta, el POD enregistra els mateixos i permet l’estudi dels patrons i la seva relació etològica. Tota aquesta informació s’emmagatzema lligada a la línia temporal horària pel que amb varis POD’s estratègicament col·locats es pot seguir el moviment dels grups de dofins. Així es pot saber a quina hora visitaren un o altre ormeig, quina activitat mostraren, s’hi menjaren o no i, en certes ocasions, estimar la mida del grup.

Aquests aparells es començaren a emprar a finals dels anys 90. A principi dels anys 00 es feren servir per avaluar l’acció dels “pingers” (dissuasors acústics d’atenuació) (Tregenza, 2001) i a projectes de conservació de marsopes (*Phocoena phocoena*) (Culik *et al.*, 2001) i dofí mular (Tregenza *et al.*, 2001). Actualment es fan servir arreu d’Europa i amb diferents espècies.

Figura 6. PODs submergit.

El POD seleccionat per aquest estudi és el T-POD de Chelonia-Marine Conservations Research, de Regne Unit. Amb una autonomia variable segons la informació rebuda de fins 60 dies i una profunditat màxima de treball de 150 metres pot ser efectiu, segons les característiques del fondeig a més d’un quilòmetre.

Els PODs es programaren especialment per a la detecció de dofins mulars a zones amb alta freqüència de clicks de decàpodes segons els paràmetres continguts a Figura 7.

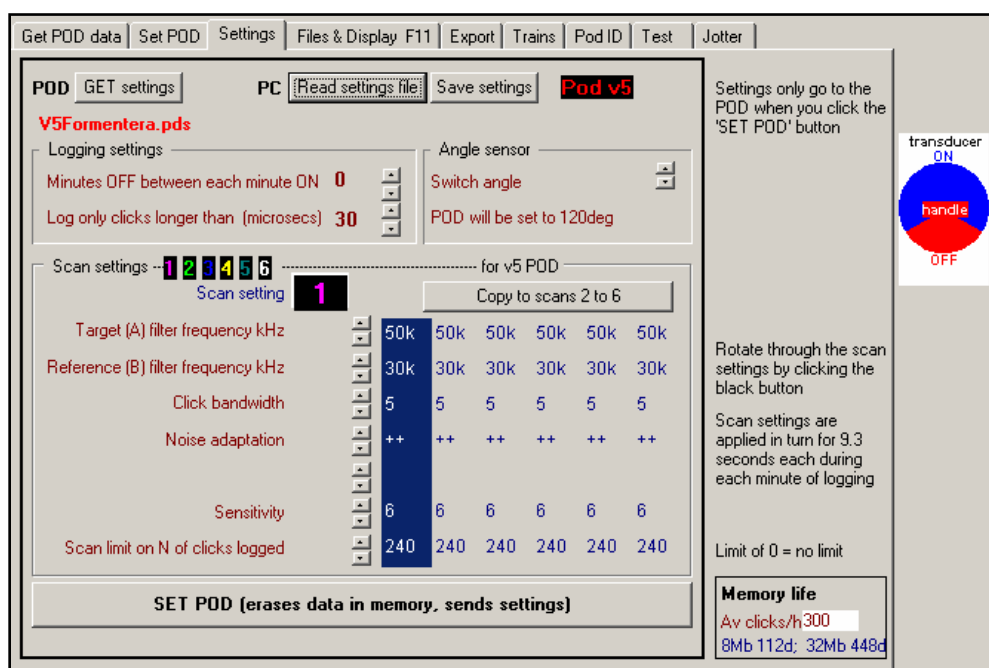


Figura 7. Protocols d'enregistraments dels PODs.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Degut a les forts corrents s'hagué d'augmentar la flotabilitat de la part superior dels PODs per tal d'evitar el seu funcionament en posicions allunyades de la vertical.

5.3.1.3 Treball de camp.

Es calaren simultàniament 3 T-POD, un V4 (T-POD 526) i dos V5 (T-POD 589 i 590) durant 1 any a les 3 reserves esmentades. L'elecció dels llocs de calat es dissenyaren per tal de maximitzar la cobertura d'àrea de reserva i als llocs on les mesures prèvies de so, indicaven com adients. De les 3 localitzacions per àrea, una fou fora de reserva per tal d'actuar com a nivell de control.

Els instruments es fondejaren entre 18 i 43 metres de profunditat, sense cap tipus de senyal en superfície, per tal d'evitar interaccions amb embarcacions. Així el servei de manteniment, descàrrega i canvi de bateries, realitzat bimensualment, es desenvolupà amb escafandre autònoma.

5.3.2 Fotoidentificació.

5.3.2.1 Zona d'estudi.

S'han duit a terme dues campanyes anuals a les reserves marines del Migjorn de Mallorca, del Llevant de Mallorca i dels Nord de Menorca. A aquestes campanyes es recolliren també dades relatives a l'ús del medi dels punt 5.1 i 5.2. Les descripcions i límits de les mateixes es troben desenvolupades al punt 5.1.2.1.

5.3.2.2 Treball de camp.

5.3.2.2.1 Embarcació.

Descrita al punt 5.1.2.2.

5.3.2.2.2 G.P.S.

Descrit al punt 5.1.2.3.

5.3.2.2.3 Navegació i pressa de dades.

La navegació i pressa de dades general estan descrites al punt 5.1.2.4.

En cas d'albirament, s'anoten posició i hora, i s'abandona automàticament el transsecte per seguir al grup, fotoidentificar-ho i registrar el seu comportament. A aquest període l'observador continua registrant les dades sobre ús del medi, als que s'afegeixen les dades de comportament de la manada (Taula 2.). Aquests també s'introduiran a la fulla de càlcul i serà degudament exportats a una base de dades (Microsoft Acces).

A l'aproximació als animals per aconseguir les millors exposicions es procura posicionar l'embarcació entre el grup i el sol i navegar de forma paral·lela a la seva direcció de natació i a una distància perpendicular de entre 3 i 50 metres. Aquesta situació, permet al fotògraf, realitzar fotografies idònies de la zona dorsal dels exemplars quan surten a respirar que han permès, a posteriori, la seva identificació mitjançant l'anàlisi del cantell posterior de l'aleta i de les marques i patrons pigmentaris de la mateixa i de la zona adjacent. (Figura 8).

5.3.2.2.4 Material i tècniques fotogràfiques.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Fins fa relativament poc temps, els estudis sobre cetacis dirigits a la identificació de individus mitjançant fotografia, s'han desenvolupat emprant tècniques fotogràfiques convencionals. Aquestes es basen a l'ús de diferents tipus de pel·lícules (blanc i negre, diapositiva color...), escollides segons sigui el posterior tractament de les imatges, de les espècies estudiades i del mètode seguit per identificar als individus.

Taula 2. Taula de comportament.

COMPORTAMENT		
Natació	Lenta	Grup en natació direccional clara, amb apnees breus i velocitat baixa o moderada.
	Ràpida	Grup en natació direccional clara, amb apnees breus i velocitat ràpida.
Alimentació	Natural	Grup en activitat directament lligada a l'obtenció d'aliment. Inclou apnees profundes i perllongades i el temps de recuperació, desplaçaments lents adireccional i direccional de recerca.
	Tresmall	Grup en alimentació a xarxes de tresmall o similar.
	Bou	Grup en alimentació a bou.
	Fixe	Grup en alimentació a arts fixes.
	Altres	Grup en alimentació en comportament no inclòs a cap secció anterior.
Descans	Verdader o fals	Grup en descans. Sense desplaçament apreciable i baixa activitat.
Socialització	Verdader o fals	Grup en activitat social, sexual, intra o interespecífica.
SC	Verdader o fals	Activitat de grup desconeguda o sense classificar.

Els resultats obtinguts als estudis basats a l'ús de pel·lícules, fins ara, són satisfactoris, però l'avanç de la tecnologia a la fotografia digital, fereix unes possibilitats a l'adquisició de la



imatge, la seva ordenació, tractament i emmagatzematge plenes d'avantatges. Actualment, l'existència de càmeres reflex digitals i prestacions més que suficients pel seu ús a treballs de fotoidentificació a uns preus raonables, ha fet que nombrosos equips d'investigació hagin adoptat aquesta eina i l'hagin analitzat i comparat a diferents publicacions (Mazoil *et al.*, 2004, Markowitz *et al.*, 2003).

Figura 8. Fotografia tipus per a fotoidentificació.

Entre les avantatges que presenta la tecnologia digital sobre l'analògica o convencional es poden citar:

- ✓ Possibilitat d'escollir la sensibilitat ISO/ASA foto a foto.
- ✓ Capacitat de revisió, eliminació d'imatges no desitjades i etiquetat de la resta al camp.
- ✓ Possibilitat de gravar àudio i associar-ho a les imatges.
- ✓ Descàrrega directa a l'ordenador per a l'ordenació, identificació i catalogació definitiva.
- ✓ Descens als costos al eliminar la compra i revelat de rodets.

Per a aquest projecte s'ha emprat una càmera digital Canon eos D-10, adquirida ja al 2004. Malgrat que, actualment, al mercat existeixen càmeres amb prestacions superiors, la Canon eos D-10, posseeix els requisits mínim indispensables per a un projecte d'aquest tipus i ha demostrat, ja al camp, robustesa i fiabilitat. Raons que, juntament amb el conseqüent estalvi que suposa perllongar el seu us, han aconsellat mantenir-la a aquest projecte.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Les seves característiques tècniques bàsiques són:

- ✓ Sensor d'imatge: CMOS de 6.3 megapíxels.
- ✓ 7 punts d'enfocament.
- ✓ 3 modes d'enfocament: enfocament AI/ foto a foto/ AI.
- ✓ Medició llum/ Exposició: 35 zones AE.
- ✓ Obturador: B (exposició llarga), 30 s 1/4000 s.
- ✓ Sensibilitat ISO: Auto (100, 200, 400), Normal (100, 200, 400, 800, 1,600).
- ✓ Sincro X 1/200.
- ✓ Tipus de funcionament: Auto, Retrats, Paisatges, Primers Plans, Esports, Retrats nocturns, flash desconectat, P, TV, AV, Manual, Previsualització profunditat de camp.
- ✓ 3 fps per a 9 fotografies.
- ✓ Sensor d'orientació.
- ✓ Gravació simultània RAW + JPG amb 6 resolucions JPEG per escollir.
- ✓ Targeta de memòria CF tipus 1 y 2. IBM Microdrive.
- ✓ Sistemes operatius compatibles: Windowx 98SE/ME/2000/XP, Mac OS 8.6-9.2, 10.1 i 10.2.
- ✓ Alimentació: 1 x bateria BP-511, 1 x pila de litio CR202 (Data i hora).
- ✓ Dimensions: 149.5x106.5x75 cm. Pes: 790 gr.

L'elecció de les òptiques depèn, de la capacitat d'aproximació als animals a l'instant de la presa de fotografies, i de com es realitza aquesta aproximació. A aquest estudi s'ha emprat una embarcació ràpida que ha permès fotografiar als individus des de ben a prop.

Per a la fotoidentificació del dofí mular s'empren les marques i cicatrius de la paleta dorsal, així com la seva forma i els patrons de pigmentació del dors (Würsig i Würsig, 1977, Würsig, 1978, Wells *et al.*, 1980, 1987, Wells, 1986, Irvine *et al.*, 1981...).

La combinació entre les característiques de la fotoidentificació de l'espècie i la tècnica d'aproximació aconsella l'ús d'objectius zoom entre 80-300 mm. Objectius més potents no són aconsellables per les dificultats per immobilitzar una màquina fotogràfica a un vaixell en moviment. Així mateix, l'ús d'òptiques amb auto-estabilitzador millora el resultat final al minimitzar el moviment del fotògraf.

A aquest projecte s'han emprat dos zooms: (1) Canon 75-300/4.0-5.6 EF IS USM i (2) Canon 70-200/4.0 EF-L USM, que ja han demostrat la seva idoneïtat.

L'objectiu principal, el més emprat, fou el (1) 75-300 mm, que amb el augment focal propi de la càmera (x1.6) es converteix a un 120-480 mm efectiu. El llindar superior es situa molt a prop del límit d'ús a una embarcació en moviment. La lluminositat també es redueix al exigir al zoom (f. 4.0-5.6). Aquest inconvenients, de certa forma, es contraresten pel seu autoestabilitzador òptic que permet el seu ús quan el comportament dels animals obliga a treballar lluny del grup. Tant per la seva motorització (ultrasònica amb retoc manual), el seu AF i el seu pes (670 gr.) el converteixen a una eina molt completa.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Quan l'aproximació és senzilla, l'objectiu (2) 70-200 mm, que amb l'augment focal propi de la càmera (x1.6) es converteix a un 112-320 mm efectiu, és suficient per aconseguir fotografies idònies dels animals. La seva lluminositat (f. 4.0), constant a qualsevol punt del zoom, el fan un objectiu ràpid. Òbviament, al mercat existeixen òptiques de major lluminositat però es dispara el seu preu, i les fa poc recomanables per un treball continuat a la mar, on el deteriorament i el risc d'accident és molt elevat. Amb motorització ultrasònica (USM) amb retoc manual, AF a escollir, diàmetre de filtre de 67 mm, distància mínima d'enfocament de 1.20 m i un pes de 705 gr., resulta una potent eina a un cost moderat.

La targeta de memòria és el suport digital on la màquina emmagatzema la informació de les imatges registrades. La seva elecció és molt important perquè de la seva mida depèn el total de fotografies que es poden realitzar sense canviar de targeta, i la seva velocitat de gravació, limita el nombre d'exposicions per segon i el total de fotogrames continuats que la màquina podrà prendre.

La Canon eos D-10 suporta dos tipus de targeta de memòria: Compact Flash tipus 1 i 2 i IBM Microdrive. El Microdrive funciona com un disc dur estàndard. El seu sistema d'escriptura el fa més inestable sota condicions adverses. Per això, pel desenvolupament del projecte s'han emprat dues targetes CF ultra II de 1 Gb de capacitat. La velocitat d'escriptura es situa entre 9 i 10 Mb per segon. La velocitat de lectura és de entre 13 i 15 Mb/segon. Suporten temperatures des de -25 °C fins + 85°C. A alta resolució i baixa compressió en format JPEG cada una permet la gravació de, al voltant, 400-500 imatges.

Aquestes característiques permeten exprimir al màxim les capacitats de la càmera en referència a velocitat d'obturació, enfocament i nombre màxim de fotogrames per segon.

Malgrat que al mercat existeixen targetes amb major capacitat, s'ha evitat el seu us per tal de protegir la informació en cas d'accident. Al treballar a un medi hostil, la possibilitat de mal funcionament és un factor a tenir en compte. A major nombre de targeta, major pèrdua de informació si aquesta pateix qualsevol tipus d'accident. Per això, en fragmentar a varis suports les fotografies, es minimitzen els efectes de qualsevol tipus de contratemps.

La velocitat d'obturació mínima a partir de la qual s'obtenen imatges de qualitat dels animals en moviment és de 1/250 sg, i òptimes des de 1/500 sg., tot depenen sempre del comportament dels animals. Si les condicions lumíniques ho permeten, a partir d'aquestes velocitats, es deu donar prioritat al diafragma, per reduir així la seva obertura i augmentar la profunditat de camp. Així es pot aconseguir una major definició dels objectes i una major velocitat i qualitat del enfocament.

La capacitat de modificar la sensibilitat ISO foto a foto, també permet millorar el control de l'exposició. Així, als dies assolellats, es poden realitzar fotografies òptimes a velocitats elevades (+1/500) i obertura mínima de diafragma amb una sensibilitat ASA 100. S'aconsegueixen així fotografies d'una alta qualitat i una gran definició. Quan les condicions lumíniques empitjoren, la possibilitat d'augmentar l'ASA fins a 400, i inclòs 800, permet continuar el mostreig fotogràfic a alta velocitat i obertura mínima de diafragma perdent una mica de definició, però no la suficient per a no obtenir fotografies de qualitat per a la fotoidentificació.

El plantejament fotogràfic descrit ha obligat a emprar la Canon Eos D-10 únicament amb el programa de prioritat a la velocitat. El fotògraf ha escollit la velocitat de velocitat d'exposició i ISO i ha deixat a la màquina seleccionar la mínima obertura de diafragma. Així,

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

a la presa de mostres, s'han pogut combinar totes les variables anteriorment descrites per obtenir la màxima qualitat a les fotografies segons les condicions ambientals.

Les característiques d'ús de l'auto-focus depenen del programa escollit. Per les condicions exigents de la fotoidentificació de dofins a la mar des de petites embarcacions, es recomana l'ús de "Alservo" de auto-focus predictiu (Mazoil *et al.*, 2004, Galbraith, 1999).

Una imatge a alta resolució i baixa compressió en JPEG ocupa una mitjana de entre 1.7 i 2.3 Mb. La capacitat de les targetes Compact Flash escollides permet realitzar unes 400-500 imatges per unitat. El nombre d'imatges possibles per sortida amb dues targetes és, per tant, de 1,000. Amb la possibilitat d'esborrar al camp les fotografies no desitjades, dita quantitat ha demostrat ser més que suficient. Així no resulta aconsellable perdre qualitat a les mostres emprant una compressió dels arxius en JPEG o baixant la resolució del sensor, i augmentar d'aquesta forma, la capacitat de la targeta. L'ús de la compressió RAW, augmenta la capacitat, però retarda les descarregues a l'ordinador.

5.3.2.2.5 Detecció acústica.

Els cetacis, a aquest cas els dofins, són animals renouers, és a dir, a la seva activitat normal emeten sons, que per la natura física de l'aigua, poden ser registrats a distàncies més llargues que les màximes per a deteccions visuals. A més, els animals poden ser detectats inclòs davall l'aigua, el que a certes espècies, com ara el catxalot, amb períodes molt llargs de permanència en apnea, cobra una gran rellevància. Per això la recerca de dofins mitjançant un hidròfon de rosec és molt més efectiva que la clàssica visual.

5.3.2.2.5.1 Hidròfon.

El sistema a bordo està compost per una maleta estanca (Figura 9) que conté:

- ✓ Un grup de dues bateries.
- ✓ Un grup interruptor de l'alimentació i selector de bateries protegit per 4 fusibles.
- ✓ Un amplificador/mesclador de 4 canals, amb sortida per cascos i sortida estereofònica.

Per separat, s'inclou també una captadora àudio digital de dos canals E-MU 0404 amb connexió USB.



El sistema de control de l'alimentació consta de dos controls. A l'esquerra es permet seleccionar quina bateria alimentarà al grup (bateria 1, 2 o en paral·lel). És interessant per controlar a la mar el temps útil de funcionament. Es treballa amb una bateria fins el seu esgotament, aleshores, en canviar el selector, hem arribat al 50% d'autonomia. Les bateries són de gel, el que permet el seu ús a qualsevol posició.

Figura 9. Maleta control del hidròfon.

El control dretà permet seleccionar quina part del sistema s'ha d'alimentar: OFF, apagat; HP, hidròfon; HP+AMP, hidròfon i amplificador. Per emprar el sistema a la seva configuració base es deu alimentar HP+AMP.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

A l'amplificador/mesclador els dos primers canals són per al hidròfon de rosec, mentre que el 3 i el 4 es lliguen a la connexió per al dos hidròfons estacionaris que també formen part del sistema. Al frontal es troben dos connectors per a cascos.

Els quatre grans reguladors de volum permeten controlar el nivell de senyal que arriba als cascos i a la captadora de so. Les dues còpies per canal (1 i 2, 3 i 4) deuen tenir el mateix nivell de senyal per permetre una correcta identificació de la direcció de procedència de l'emissió. Nivells no regulats poden conduir a errades.

El hidròfon de rosec, pròpiament dit, el formen tota una seqüència de parts que resumim des de la cua:

La cua és la primera part del hidròfon que es llança a l'aigua durant les operacions de calat. Està constituïda per una corda que serveix per estabilitzar l'aparell durant el rosec (Figura 10). Aquesta ofereix resistència i obliga al aparell a avançar recte en referència a l'embarcació. Dita corda es pot allargar si és necessari millorar l'estabilitat, però en general, un augment de la resistència de la coa produirà un major estrès al cable de rosec i una major flotabilitat del hidròfon.

La coa es troba unida al tub que conté el hidròfon pròpiament dit per un anell d'acer inoxidable, unit al tap distal del tub.

Aquest tap és de resina plàstica (delrin), un material estable i resistent.

El tub que conté el hidròfon és de PVC transparent amb una gruixa de paret de 2.5 mm. Al marge de l'esmentat hidròfon, dins el tub es col·loquen també elements d'estabilització. Tot en immersió amb isoparafina, amb una densitat molt semblant a l'aigua de la mar.

Els hidròfon consta de dos elements amb preamplificador constituïts per dues ceràmiques hidrofòniques esfèriques incloses dins resina de poliuretà, amb una sensibilitat de -204 dB re IV/ μ Pa i resposta fins a 130 kHz.

El cap del tub és de acer inoxidable 316 (Figura 10).

El cable de rosec el formen 9 fils complexos i un entramat de kevlar que suporta fins a 400 kg de càrrega. La beina de cobertura és de poliuretà. Té una llargària de 100 m.



Figura 10. Cap i coa del hidròfon.

Del costat de l'embarcació, el cable es pot amarrar amb dos sistemes: per corda i malla de xarxa. Habitualment es deu realitzar l'amarrament des de la malla de xarxa al vaixell amb cab elàstic per atenuar els tirons provocats per les variacions de rumb i velocitat. La corda, fermada amb un nus "Prusik", només és una unió secundària per seguretat.

5.3.2.2.5.2 Ordinador i software.

Connectat el hidròfon amb l'amplificador, l'amplificador amb la captadora de so, aquesta, via USB, es connectava amb un ordinador Toshiba Notebook 100 (Figura 11). Amb l'ordinador, i mitjançant programes específics, es pot visualitzar l'espectrograma de la senyal, identificar sons, gravar, i localitzar la font d'emissió. Malgrat ser programes exigents

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

i que, l'ampli rang de freqüència d'escolta obligada per les característiques sòniques dels dofins, crea arxius molt grans, el Notebook 100 de Toshiba, en ser d'ús exclusiu per aquesta tasca, no provoca cap retard al funcionament dels programes, i la seva petita mida, facilita la seva utilització a espais reduïts.

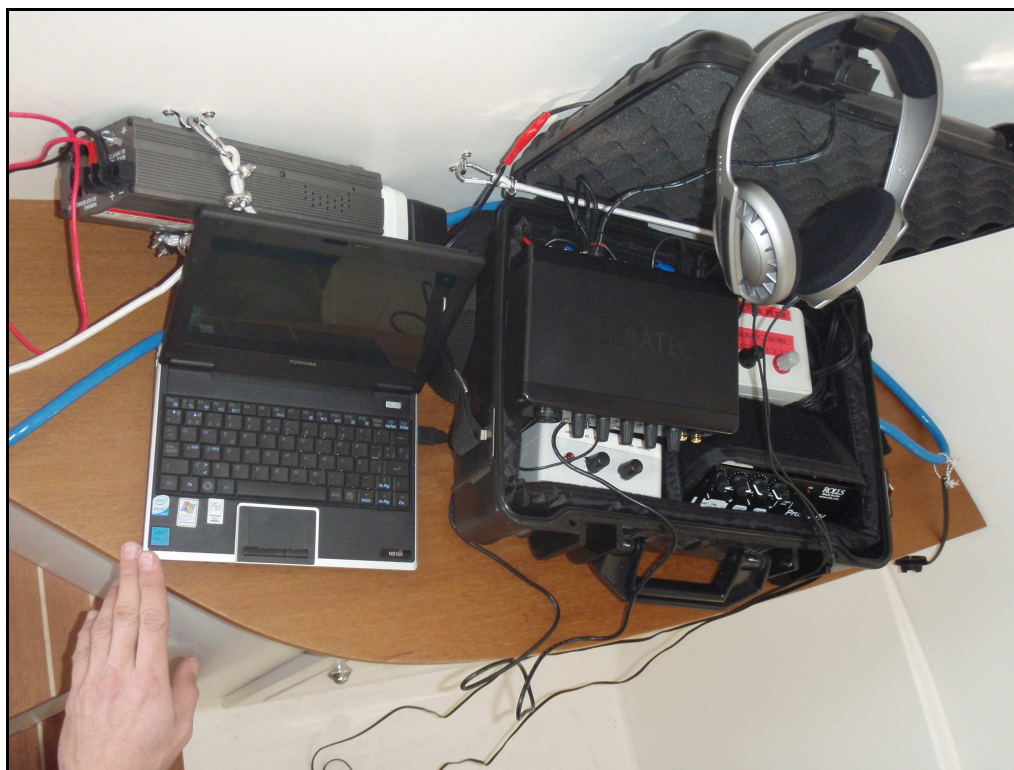


Figura 11. Equip d'escolta complet.

Habitualment, quan es navega a la recerca acústica de dofins, s'empren tres programes simultàniament: Cool Edit, Ishmael i Rainbow Click.

Cool Edit Pro 2.0, de Syntrillium Corporation, és un programa d'edició de so, que mitjançant espectrogrames permet un anàlisi minuciós d'un ampli rang de freqüència. S'ha emprat especialment per equilibrar la senyal que arribava a l'equip, per tal de poder fer els anàlisis de localització del focus d'emissió sense errades. A laboratori s'ha emprat per editar les gravacions i manipular-les.

Ishmael (Integrated System for Holistic Multi-channel Acoustic Exploration and Localization) i Rainbown Click, desenvolupats per la NOAA i IFAW respectivament, s'han emprat per localitzar els animals segons el tipus de senyal emesa. A la recerca acústica de dofins s'utilitzen principalment dos tipus d'emissions: els clicks i els xiulos (Figura 12). Els primers són els sons emesos al procés d'ecolocalització. Es tracta de polsos breus, de gran energia i un ampli rang de freqüència. Els xiulos, relacionats amb la comunicació entre animals, són emissions modulades d'energia variable a un rang concret de freqüència. Les característiques de ambdós tipus d'emissió fan més adient per a la localització del focus, un programa o altra. Així mateix, les diferències a aquestes senyals entre espècies, les fa distingibles acústicament.

Per localitzar la font d'emissió, els diferents programes calculen l'angle del focus en relació a la direcció de navegació. Matemàticament es basen a la diferència temporal d'arribada i energia d'un so a cadascun dels components que formen el hidròfon. Així, quan un

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

investigador escolta o un click o un xiulo, el selecciona a l'espectrograma, i demana el càlcul de l'angle.

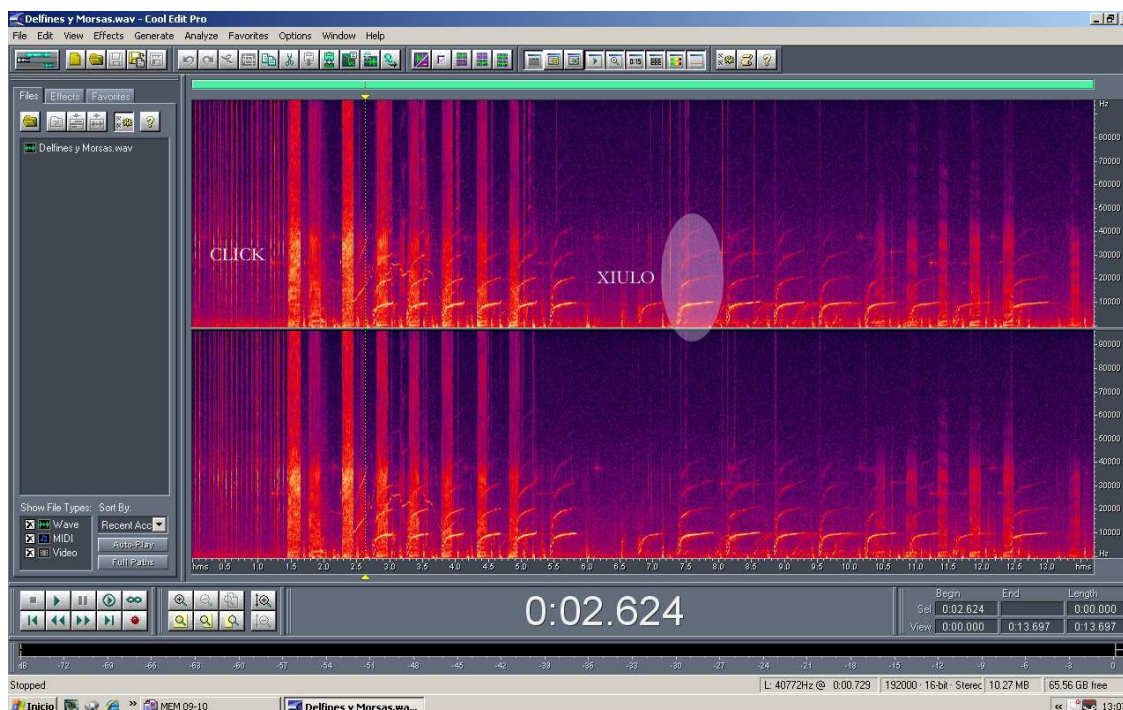


Figura 12. Espectrograma de clicks i xiulos de *Tursiops truncatus*.

Emperò, sempre hi ha una ambigüitat dreta/esquerra al resultat de l'anàlisi. Un so calculat a 30°, pot tenir la font d'emissió a 30° davant l'embarcació, o 30° a babord o 30° a estribord. Per tal de trencar aquesta ambigüitat, es modifica el rumb, i s'analitza com aquest canvi modifica el resultat de les noves senyals.

5.3.2.2.5.3 G.I.S.

Un "Sistema d'Informació Geogràfica" (SIG o GIS amb anglès), és un sistema d'informació a la que la base de dades consisteix a observacions i característiques espacials, activitats o successos que poden ser definits a l'espai mitjançant punts, línies o àrees. El sistema GIS manipula aquests punts, línies i àrees per retornar les dades en base a consultes i anàlisis. Els GIS tenen en comú moltes característiques amb altres sistemes informàtics (CAD, sistemes de cartografia digital, sistemes de gestió de bases de dades, DBMS...) però es distingeix d'ells per la capacitat d'analitzar dades espacials que es tradueixen a termes funcionals com ara la capacitat de recerca espacial i superposició de capes informatives. En termes científics, treballar amb GIS, permet tenir una visió més ampla i a la vegada més precisa de la situació d'un lloc d'interès; a més, la capacitat de modelar la realitat i per tant de preveure de certa manera la seva evolució, permet considerar al GIS com una potent eina predictiva.

Per aquest estudi s'ha emprat el GIS Arcview 3.2. de ESRI Arcview que pot visualitzar i gestionar informació raster i vectorial amb diferents orígens de formats standar, generar mapes amb diferents tipus de dades, classificar i organitzar la informació mitjançant diferents mètodes en base als atributs dels elements de les diferents capes, realitzar operacions d'anàlisi espacial entre capes d'informació...

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Diferents institucions d'investigació han desenvolupat pedaços específics per a feines concretes a nivell ecològic. Per a les diferents consultes s'han emprat les extensions Animal Movement, Home Range i X-Tools.

5.3.3 Isòtops.

Les dades de continguts estomacals, malgrat la seva precisió, només ofereixen informació sobre el que menjà l'animal als darrers dies o hores abans de morir, que, a més, al cas de ser un animal malat (causa normal d'encallament) podria reflectir una dieta anormal. Per aquesta raó, és de gran interès l'anàlisi d'isòtops estables, que ofereixen informació sobre dieta i moviments, ja que el perfil isotòpic d'un animal es relaciona amb el de les seves preses.

Per aquest estudi es calcularen els nivells de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ i $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ als teixits de l'animal.

5.3.3.1 Biòpsies.



Per a la recollida de mostres s'optà per a la realització de mostrejos mitjançant biòpsies. Per aquesta presa de mostres remotes s'emprà una ballesta Barnett de 75 lb de potència, armada amb fletxes amb puntes de biòpsies (Figura 13) calibrades pel seu ús amb dofins mulars a l'estiu (quan la capa de greix és més fina) assegurant que la ferida produïda per la punta no arribarà a tocar teixit muscular. Les puntes mesuren 8 mm de diàmetre i 25 de llarg, dels que 10 mm, aproximadament s'enrosquen a la fletxa.

La fletxa es procura disparar quan els animals es troben situats entre 6 i 15 metres de distància i surten a respirar (Figura 14). S'apunta al costat, just per davall de l'aleta dorsal. La punta penetra a l'hipodermis del dofí un centímetre, i ràpidament, s'allibera, retenint una petita mostra de pell i greix que s'emprarà per l'anàlisi. Les puntes foren proporcionades per Finn Larsen, proveïdor habitual de puntes de biòpsia per treballs similars arreu del món.

Figura 13. Ballesta muntada per al seu ús.

Abans de cada dispar, les puntes es netegen i esterilitzen per tal de no transmetre cap malaltia i s'assegura, a més, la no contaminació de la mostra.

La ferida que la fletxa causa es pot observar a la Figura 14. A cada mostreig s'intentà aconseguir una imatge que identifiqués a l'animal de forma que es pugui fer un seguiment a llarg termini del procés de cicatrització de la ferida. Aquesta identificació no sempre feu possible.

La mostra obtinguda feu congelada immediatament després de la seva consecució a la mar. Una vegada a terra, es procedeix a l'extracció de la mostra de la punta de biòpsia, i a la separació de la pell del greix, i al tall d'una petita porció per anàlisi genètics. Les mostres per a isòtops es conserven després congelades fins al seu processament.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

L'ús de ballesta, comporta certs riscos, que es minimitzen tot seguint unes normes de seguretat bàsiques:

- ✓ Mantenir sempre la ballesta ben engrassada, inclòs la zona del gatell, segur i corda.
- ✓ Cada 5 disparats encerar la corda de la ballesta amb cera per arcs, cacau per llavis o vaselina.
- ✓ Mai disparar si la corda es veu reseca o no pareix elàstica o resistent.
- ✓ Mai disparar la ballesta sense fletxa, es pot produir un desequilibri de forces que acabi amb la ballesta rompuda i el tirador greument ferit.
- ✓ Apuntar sempre amb la ballesta cap fora de l'embarcació.
- ✓ No permetre el pas de gent entre la ballesta i la borda del vaixell. El pas de persones es deu realitzar sempre per darrera el tirador.
- ✓ Mantenir sempre el segur de la ballesta posat fins el moment d'apuntar i tirar. Avisar a la gent del voltant cada vegada que es posi o llevi el segur.
- ✓ Ningú, excepte el tirador, pot manejar la ballesta.
- ✓ La ballesta no deu romandre carregada per llargs períodes (màxim 15 minuts). Si a aquest període no s'ha de realitzar cap dispar, cal descarregar-la o bé disparant una fletxa a l'aigua o bé manualment.



Figura 14. Biòpsia de dofi mular.

Les puntes de biòpsies també exigeixen unes normes bàsiques de maneig:

- ✓ Les puntes han d'estar netes i estèrils. No es deuen tocar amb les mans. Es col·loquen a la fletxa amb una bosseta de protecció i es mantenen cobertes fins el moment d'apuntar i tirar.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- ✓ Una vegada recuperada la fletxa, es desenrosca la punta emprant una bosseta neta o paper d'alumini net, es tanca i retola per fora i es fica a un congelador o a una caixa amb acumuladors de fred.
- ✓ Si la punta toca l'animal, però no reté mostra (cosa que succeeix si es dispara de molt a prop o molt lluny), la punta es canvia i etiqueta d'igual forma ja, que en ocasions, es pot obtenir teixit que serveix per anàlisis genètics.

Si es dispara i no es toca l'animal, la punta es pot retirar emprant les mans i es guarda a lloc apart per ser netejada i esterilitzada de nou.

5.3.3.2 Anàlisi.

L'anàlisi de l'abundància natural d'isòtops estables és una eina ben coneguda a l'àmbit de les ciències de la terra. Des de fa uns anys, aquesta tècnica s'empra cada vegada més a ecologia i fisiologia. L'abundància natural dels distints isòtops estables es pot emprar per trobar patrons i mecanismes a nivell d'organisme i per descriure xarxes tròfiques, comprendre paleodietes i seguir els cicles de nutrients a ecosistemes complets.

Els isòtops estables es mesuren emprant un espectrofotòmetre de masses que mesura la proporció d'isòtop lleuger front al isòtop pesat i el compara amb un valor estàndard segons la següent expressió:

$$\delta(\text{‰}) = \frac{R_{sa} - R_{std}}{R_{std}} \cdot 1000$$

On, a la raó entre el isòtop lleuger i el pesat es denomina δ . R_{sa} és la proporció d'isòtop lleuger front al isòtop pesat de la mostra i R_{std} és la proporció entre ambdós isòtops a l'estàndard.

A ecologia s'empren de forma habitual els isòtops estables de Carboni ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), Nitrogen ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$), Sofre ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$), Oxigen ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) i Hidrogen ($^2\text{H}/^1\text{H}$). Tots els valors isotòpics descrits a la literatura es refereixen als mateixos valors estàndards, Viena Pee Dee Belemnita per Carboni, aire atmosfèric i un meteorit de troilita del Canó del Diable per a Nitrogen, i per Oxigen i Hidrogen s'empra una mostra d'aigua oceànica coneguda com a "Vienna Standard Mean Ocean Water".

Durant tots els processos físics i químics que tenen lloc als éssers vius, es produeix un fraccionament isotòpic que generalment du associat o bé un enriquiment (major proporció del isòtop pesat), o empobriment (menor proporció del isòtop pesat) de la senyal isotòpica. D'aquesta forma, les plantes que fixen el CO_2 atmosfèric tenen menys ^{13}C que el CO_2 que incorporen al seu organisme, ja que, durant els processos de difusió i reaccions enzimàtiques es selecciona negativament la forma pesada del Carboni. Aquest procés de retenció selectiva d'un determinat isòtop o fraccionament, facilita la traçabilitat d'una font primària de nutrients al llarg d'una xarxa tròfica o la incorporació de contaminants a un ecosistema.

L'estudi de xarxes tròfiques s'ha abordat tradicionalment emprant l'anàlisi de continguts estomacals. El treball amb isòtops estables, principalment Carboni i Hidrogen, és cada vegada més habitual i complementa els resultats obtinguts amb mètodes tradicionals.

El fraccionament dels isòtops de carboni s'estima a, aproximadament, un 1‰ entre la font i el consumidor (presa-depredador, o productor primari-consumidor) pel que el valor de $\delta^{13}\text{C}$ d'un organisme servirà per identificar l'origen de l'energia i la producció primària a la

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

xarxa tròfica a la que es troba ubicat dit organisme. La magnitud precisa d'aquest canvi dependrà de com s'incorpora o elimina el isòtop pesat ^{13}C durant els processos metabòlics. A la respiració es secreta selectivament el isòtop lleuger ^{12}C amb el CO_2 , de forma que els isòtops pesats ^{13}C s'acumulen als teixits que són, després, consumits per altres animals de nivell tròfic més alt. Al medi marí, els valors de ^{13}C de consumidors de xarxes tròfiques basades al fitoplàncton marí, estan enriquits en ^{13}C quan es comparen amb els de consumidors de xarxes tròfiques basades a plantes terrestres amb fotosíntesi C_3 , emperò, presenten valors $\delta^{13}\text{C}$ menors que aquells organismes consumidors de xarxes tròfiques a les que la major part de la fixació del Carboni es realitza mitjançant macroalgues o fanerògames marines. A moltes ocasions s'empra, per tant, aquesta diferència per assignar un determinat organisme a sistemes costaners o pelàgics.

El fraccionament dels isòtops de nitrogen s'estima a valors que poden oscil·lar entre 3 i 4‰ entre una font i el seu consumidor, pel que s'empren habitualment per descriure els nivells tròfics dels organismes. Durant els processos de transaminació i desaminació s'excreta, preferentment, el isòtop lleuger, de forma que es produeix un enriquiment a ^{15}N a cada nivell tròfic.

Per a l'extracció dels isòtops de les mostres aconseguides mitjançant biòpsies, una vegada al laboratori, la porció de pell dedicada a l'anàlisi d'isòtops estables es va posar a secar a estufa a 70°C durant 24 hores i posteriorment es polvoritza a un morter d'àngata. Degut a l'alt contingut de greix a la pell dels cetacis, normalment la polvorització no feu completa, i només s'aconseguí una mescla homogènia i de consistència pastosa.

Degut a la petita mida de mostra obtinguda per biòpsia, es treballa amb el total del teixit disponible, al que s'afegeix a un tub de vidre, 10 ml de cloroform/metanol (2:1 v/v). Per assegurar la total dissolució i facilitar el accés del dissolvent polar als lípids, cada mostra es mantingué a un agitador automàtic 10 minuts. Una vegada agitada, es deixa reposar la mostra 12 hores a 4°C . Seguidament es centrifuga a 750 rpm durant 10 minuts i s'elimina el sobrenedant. L'extracció es repeteix dues vegades més a temperatura ambient i per períodes d'una hora. Les mostres, després, es deixen secar a un dessecador al menys 12 hores. El residu sòlid, es dissol amb 10 ml d'aigua destil·lada, s'agita 5 minuts i es centrifuga a 1.200 rpm 10 minuts i s'elimina el sobrenedant. El procés d'aclarit amb aigua destil·lada es repeteix a dues ocasions. El residu sòlid es seca a estufa a 50°C durant 4 hores. Una vegada seca, la mostra es torna a polvoritzar al morter d'àngata i s'envia al espectròmetre de masses de relacions isotòpiques.

5.3.4 Impacte socioeconòmic de la presència de dofins.

Per tal de calcular la possible repercussió socioeconòmica de la presència de dofins a les reserves marines, s'aprofità una campanya de fotoidentificació a la reserva marina del Migjorn de Mallorca, a la que, després d'un any de seguiment mitjançant acústica passiva, es constata una important presència de dofins. Dita campanya, es coordinà amb un important hotel de la zona, per tal de preveure sense cap cost, d'entre dos i tres turistes que acompanyarien als científics a les seves sortides diàries. Aquests, una vegada de retorn al port, emplenaren un qüestionari sobre l'experiència viscuda. A partir de les dades obtingudes, es pogué analitzar el possible desenvolupament d'una infraestructura turística que aprofités la presència d'aquests animals a les reserves.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

5.3.5 Efectes de les reserves marines sobre les poblacions de corbmarins emplomallats (*Phalacrocorax aristotelis*) i gavina corsa (*Ichthyæetus audouinii*).

Les reserves marines produeixen canvis en la biomassa i la diversitat dels hàbitats protegits, encara que la quantificació dels canvis és complexa, sembla clar que afavoreixen els depredadors i augmenten la proporció d'individus grans (Cole *et al.* 1990, Coll 2013).

Dins dels objectius de seguiment del projecte Nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines es troba avaluar l'efecte de les reserves marines sobre altres espècies com els aucells marins. Aquest apartat resumeix les dades obtingudes durant l'any 2013 centrades en la presència de dues espècies, el corbmarí (*Phalacrocorax aristotelis*) i la gavina corsa (*Ichthyæetus audouinii*), a les reserves marines de Mallorca.

El corbmarí és una espècie sedentària i abundant a les Balears, resulta fàcil d'identificar i de contar. A més, és relativament independent del vaixells. Per aquesta raó sembla adequat emprar-la per obtenir dades inicials sobre el possible efecte reserva sobre espècies protegides.

El corbmarí s'ha emprat com a espècie indicadora per estudiar l'impacte del vessaments de petroli, la sobrepesca i per dissenyar reserves marines (Wanless *et al.* 2002).

La gavina corsa és un endemisme mediterrani. La seva distribució està restringida a l'hàbitat costaner i molt relacionada amb l'activitat de la flota pesquera.

Totes dues són espècies vulnerables (Llistat RD 139/2011) i es troben a l'annex I de la Directiva Aus. (2009/147/CE). Existeix un pla de maneig aprovat per les dues espècies (<http://www.caib.es/sacmicrofront/elementodocumento.do?mkey=M08092209023624284631&cont=21359&lang=CA>).

5.3.5.1 Mètodes.

S'han assajat dues metodologies: l'estima de la densitat a la mar i la obtenció d'un índex d'abundància al llarg de la costa, de les quals només la segona ha proporcionat dades suficients per l'anàlisi. La primera, que té com a objectiu obtenir una estima de la densitat, es basa en la metodologia de transectes lineals aleatoris proposada per Buckland i col·laboradors, requereix un esforç de mostreig molt gran i, des de les primeres sortides, es va comprovar que les baixes densitats a la mar i la petita mida de les reserves el feien difícilment aplicable.

Per aquesta raó s'ha optat per la segona metodologia, basada en un índex d'abundància obtingut a partir de recomptes al llarg de la costa. El recompte consisteix en comptabilitzar tots els individus detectats entre la costa i la barca que es creuen amb la perpendicular del rumb mentre es navega mantenint una distància a la costa de 50 m i a una velocitat aproximada de 4 nusos. L'índex és suficient per l'objectiu, que és estudiar les diferències entre les zones de reserva i la resta (Bibby *et al.* 1992).

Les dades obtingudes s'han analitzat seguint dos procediments:

- ✓ Prenent com a unitat de mostreig el resultat de 5 minuts de recompte, que corresponen aproximadament a 0.5 Km de longitud de costa. A cada unitat li correspon un nombre d'individus comptabilitzat (ind/u.e.).
- ✓ Prenent com a unitat de mostreig una quadrícula de 5 x 5 Km segons les coordenades UTM. A cada quadrícula li correspon una densitat lineal (ind/km)

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

producte de dividir el nombre de individus comptabilitzat per la longitud de costa dins la quadrícula (que va des de 0.6 a 12 km).

Tots dos procediments divideixen la longitud de costa mostrejada en unitats homogènies o, al manco, triades de forma aleatòria. En el segon cas, es fa servir la mateixa quadrícula que s'empra pels censos de parelles nidificants, informació que també s'analitza per quantificar "l'efecte colònia". També s'ha volgut, amb el segon procediment, evitar l'elevat nombre de zeros que s'obtenen amb la primera, sense gaire èxit. Finalment s'han fet servir, majoritàriament procediments estadístics no paramètrics.

En cap dels dos tractaments s'obtenen distribucions normals dels resultats. Per realitzar el contrast d'hipòtesis amb les dades en ind/u.e., que segueixen una distribució molt allunyada de la normal i que més aviat s'aproxima a la llei de Zipf, s'ha emprat el test de la U de Mann-Whitney. A més, per restriccions logístiques, el nombre de recomptes a cada hàbitat ha estat diferent i no es pot fer servir l'anàlisi de la variància de dues vies (ANOVA), que seria el tractament, en principi, més adient per l'objectiu de l'estudi.

Les dades agrupades per quadrícula 5 x 5 segueixen una distribució també esbiaxada per l'alta freqüència de zeros, però més pròxima a la normal. Encara que no es compleixen estrictament els criteris de normalitat i homocedasticitat de les dades, hem emprat el test de la t de Student pel contrast d'hipòtesis seguint les recomanacions de J. H. McDonald (2009).

Finalment, també s'ha analitzat a les quadrícules 5 x 5, la correlació entre les densitats obtingudes, el percentatge de la costa que correspon a reserva i la densitat de parelles nidificants a la quadrícula. S'ha emprat el coeficient de correlació de Spearman, una mesura de correlació no paramètrica (McDonald, 2009).

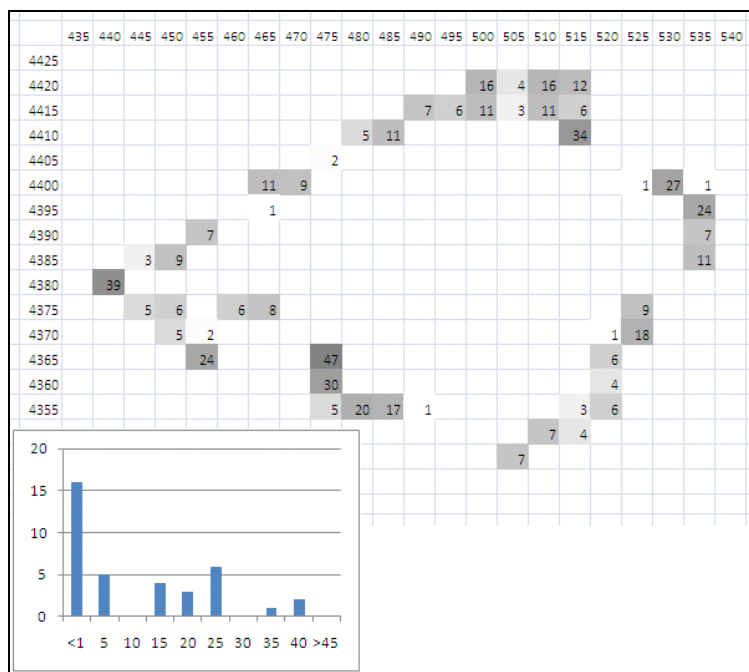


Figura 15. Resultats del cens de parelles nidificants de corbmarí de 2006 (no publicat). A l'histograma, nombre de parelles per quadrícula.

Pel corbmarí s'ha fet servir la informació del cens de 2006 (no publicat) i per la gavina corsa els resultats del seguiment parcial d'enguany que ha proporcionat el Servei de Protecció d'Espècies. En aquest darrer cas, la informació de parelles nidificants s'ha referit

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

a quadrícules de 15 x 15 Km, agrupant els reproductors de la quadrícula de 5 x 5 i les vuit quadrícules que l'envolten. Aquesta modificació ha estat necessària per evitar l'elevat nombre de quadrícules amb 0 reproductors.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

6 Resultats.

6.1 Activitats econòmiques no pesqueres.

6.1.1 Dades històriques.

6.1.1.1 Pesca submarina.

Del total de 6 reserves marines de gestió autonòmica a les Illes Balears, la pesca submarina és permesa a només 3 (50%): reserva marina de la Badia de Palma, del Migjorn de Mallorca i del Llevant de Mallorca. D'aquestes, a la primera, no és necessària cap autorització prèvia per al desenvolupament d'aquesta activitat. Per aquesta raó, no es tenen registres històrics del nombre de pescadors, excepte els registrats pels vigilants. Com l'esforç d'aquests no és homogeni, ni al llarg dels anys, ni al llarg dels mesos, només disposam de les dades històriques de llicències de pesca a les reserves del Migjorn i Llevant de Mallorca. De la primera, malgrat ser creada al 2002, les primeres autoritzacions es situen al 2004, amb el que la sèrie històrica es veu retallada. De la reserva de Llevant, les primeres dades coincideixen amb la declaració de reserva.

Al cas de la reserva del Llevant de Mallorca (Figura 16), el nombre de permisos concedits al primer any, 2007, és molt més baix que a anys subsegüents. Aquest fet respon a la data de declaració de la reserva al mateix 2007, i que feu que tot el sistema de normativa no estigués operatiu fins pràcticament meitat de l'any, amb la conseqüent pèrdua de sol·licituds.

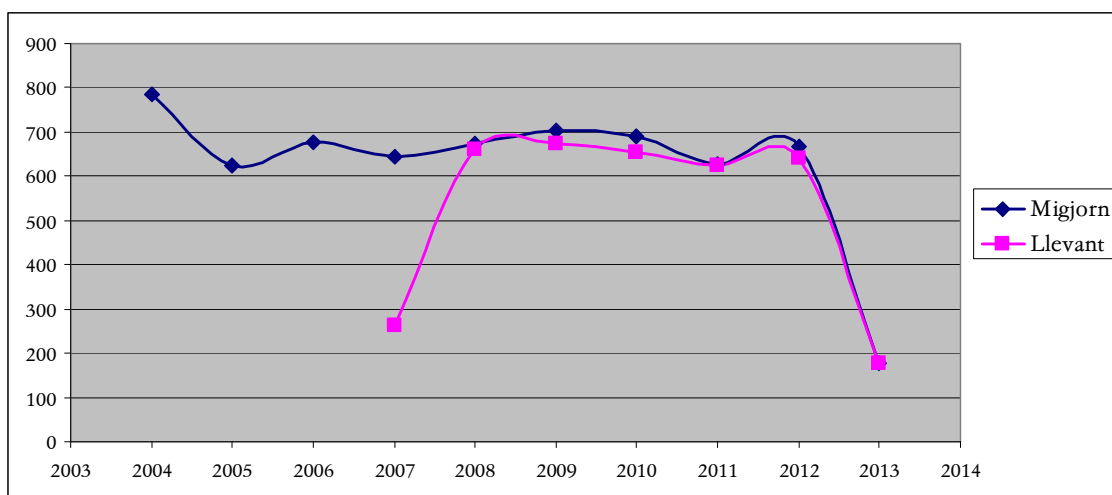


Figura 16. Evolució dels permisos de pesca submarina a les Reserves Marines del Migjorn i Llevant de Mallorca.

Una vegada implantada la normativa, el nombre de permisos roman molt estable.

Emperò, l'any 2013, s'observa una dràstica caiguda del nombre de llicències a ambdues reserves al temps que s'igualen. Dita circumstància és provocada per la implantació d'una taxa de 50 € per permís de pesca submarina per les dues reserves. D'aquesta manera, es trenca la homogeneïtat de les dades i impossibilita conèixer quina de les dues reserves atrau més al pescador, car la llicència permet la pesca indistinta a les dues reserves.

Les llicències de pesca submarina a les reserves foren, fins al juliol de 2012, concedides mitjançant sol·licitud per escrit. Per aquesta raó, les dades que originaren aquestes sol·licituds foren introduïdes manualment. Desgraciadament, per tal d'un anàlisi més

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

exhaustiu, no es seguí un procediment estandarditzat. Així, per exemple, les dates de concessió de llicència no es troben en format de data, pel que s'impossibilita el seu anàlisi estadístic sense la conversió manual de la informació. Tenint en compte que el volum de llicències a revisar manualment es troba al voltant de 8,000, aquest treball sobrepassa la capacitat operativa per a la redacció d'aquesta memòria, malgrat deixi amb un anàlisi molt simplista aquest punt.

Tot plegat impossibilita la valoració de la idoneïtat d'aquest indicador de sostenibilitat per a les reserves marines. Per tal d'obtenir dades de qualitat que permetin un anàlisi exhaustiu del funcionament de la pesca submarina a les reserves com a indicador de sostenibilitat, la primera passa, que ja s'ha donada al juliol 2012, és estandarditzar la informació derivada de la concessió de les autoritzacions de pesca i mantenir aquest esforç al llarg dels anys per obtenir una sèrie històrica.

6.1.1.2 Busseig turístic.

Per l'anàlisi del busseig turístic a les reserves marines es conta amb 3 grups de dades:

- ✓ Llicències de busseig individual.
- ✓ Llicències de busseig col·lectiu concedides a clubs, associacions, entitats esportives...
- ✓ Nombre de bussejadors per col·lectius trameses pels mateixos clubs, associacions...

Des del 2001, any al que es varen concedir les primeres llicències individuals per a busseig a les reserves dels Freus d'Eivissa i Formentera i el Nord de Mallorca, la Direcció General de Medi Rural i Marí ha tramitat un total de 5,513 permisos de busseig per al total de les reserves de les Illes Balears.

A l'any 2012, la distribució de les 1,033 llicències de busseig individual fou com es visualitza a la Figura 17.

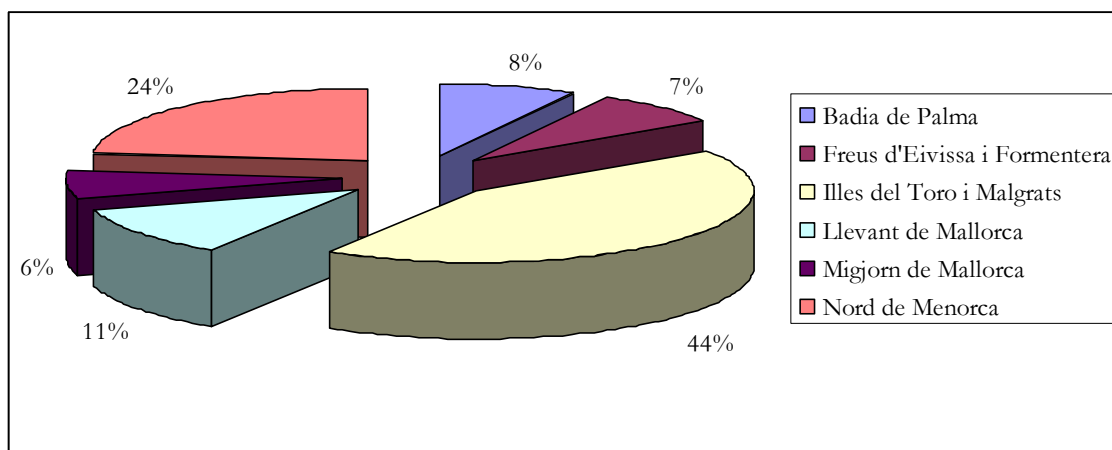


Figura 17. Distribució de les llicències de busseig individual per reserves marines al 2012..

S'han agrupat les dades de les reserves de les Illes del Toro i Malgrats ja que als arxius de dades, els permisos de ambdues reserves, a certs anys, no estaven registrats per separat. A més, a partir del 2013, moment al qual s'exigeix el pagament d'una taxa pel busseig turístic a les reserves de les Illes Balears, la taxa per les reserves de les Illes del Toro i Malgrats és única per ambdues.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Aquestes mateixes reserves són, amb un 44% de les llicències concedides (448), les més visitades pels bussejadors de forma independent al 2012. És interessant indicar que ocupen aquest lloc de privilegi tot tenint en contra la dificultat d'accés, ja que al ser illes i malgrat la seva proximitat a Mallorca, és necessari l'ús d'una embarcació per desenvolupar el busseig. El Nord de Menorca, amb un 24% dels permisos (242), és la segona reserva més visitada. I al tercer lloc, el Llevant de Mallorca amb un 11% (118).

Si s'analitza el nombre per any del total de reserves de permisos de busseig (Figura 18), la tendència és clarament a l'alça. Aquesta tendència és lògica fins al 2007, any de declaració de la darrera reserva (Llevant de Mallorca), ja que n'augmenten el nombre de reserves. Justament, l'increment que es reflexa al 2007, és indicatiu de l'aportació al nombre de llicències de la reserva de Llevant. Emperò, una vegada declarades totes les reserves, el nombre de bussejadors augmenta any darrera any. Al 2010 es presenta una brusca baixada que es registra de forma generalitzada (Figura 19).

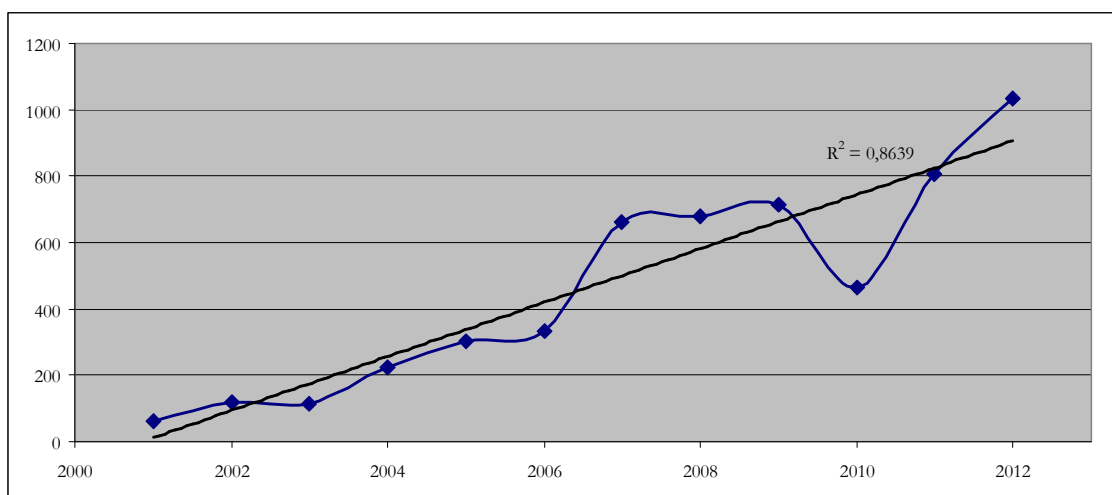


Figura 18. Històric de les llicències per a busseig turístic al total de les reserves marines a les Illes Balears.

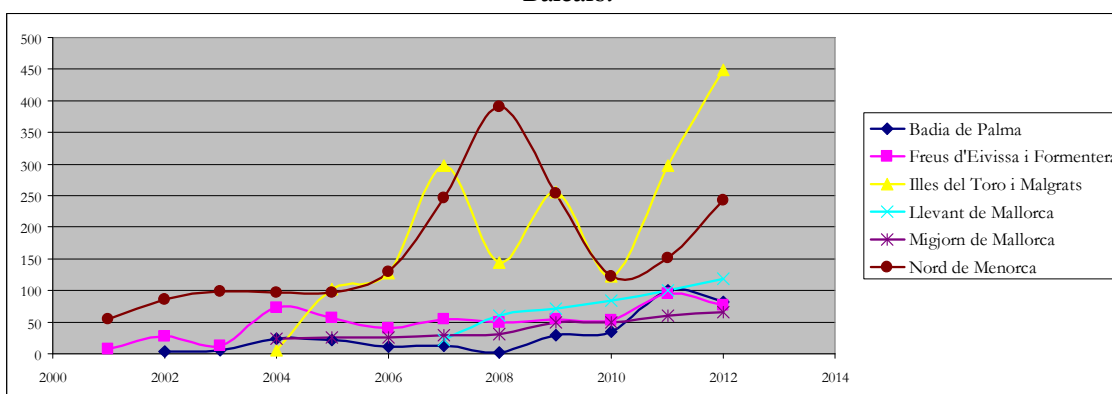


Figura 19. Històric de les llicències per a busseig turístic per reserves.

Aquest descens general al 2010, es veu precedit per descensos importants des del 2008 a les reserves de les Illes del Toro i Malgrats i Nord de Menorca. Una possible explicació a aquest comportament del nombre de llicències podria ser l'impacte de la crisi econòmica. Aquesta es va iniciar al 2008, i Menorca, és l'illa que més ha patit per la mateixa. Així, es registren baixades des del 2008 fins al 2010. Al 2011 i 2012 es va recuperant, emperò lentament. Un comportament semblant és el de les reserves marines de les Illes del Toro i

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Malgrats, ja que si bé, es troben situades a Mallorca, necessiten d'embarcació pel desenvolupament de les immersions, situació que encareix l'activitat i, que per tant, la fan més sensible a problemes econòmics. Les altres reserves degut principalment al seu baix nombre relatiu d'usuaris, no reflexen aquest fet. Emperò, calen investigacions més serioses a nivell socioeconòmic per tal de donar suport a aquesta explicació, si bé, tant al nombre de llicències de busseig col·lectiu (Figura 20), com al nombre de bussejadors declarats pels clubs (Figura 21), aquesta baixada temporal, al voltant el període 2008-2010, és observable.

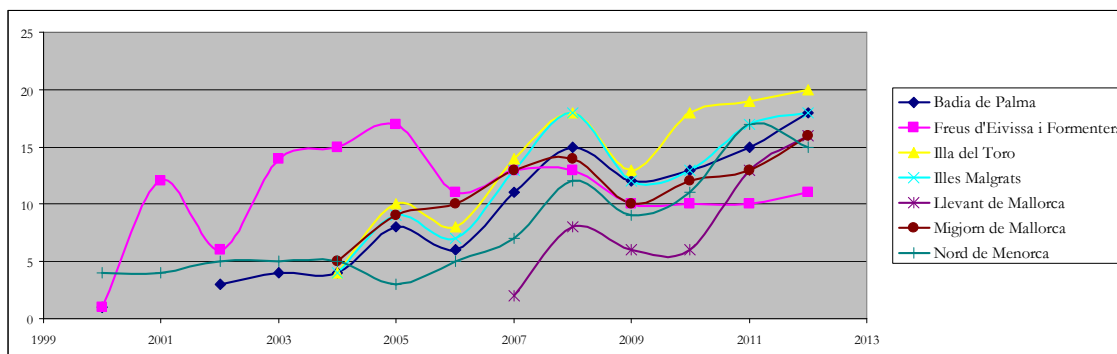


Figura 20. Històric de les llicències per a busseig col·lectiu per reserves.

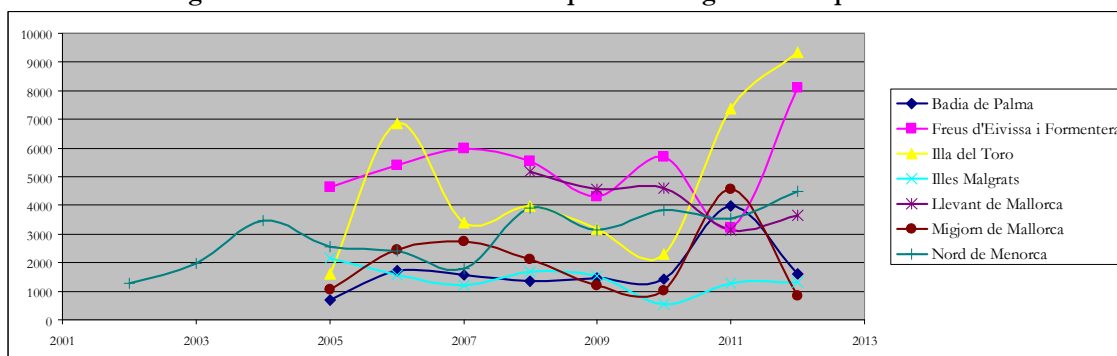


Figura 21. Històric del nombre de bussejadors declarats pel busseig col·lectiu per reserves.

Com es pot observar a la Figura 20, el nombre d'entitats que sol·liciten la llicència per a busseig col·lectiu a les diferents reserves de les Illes Balears s'incrementa any darrere any (amb el ja esmentat comportament anòmal al 2009). Aquesta tendència és més clara si es representa el total dels permisos per any Figura 22, amb un millor ajust a la regressió.

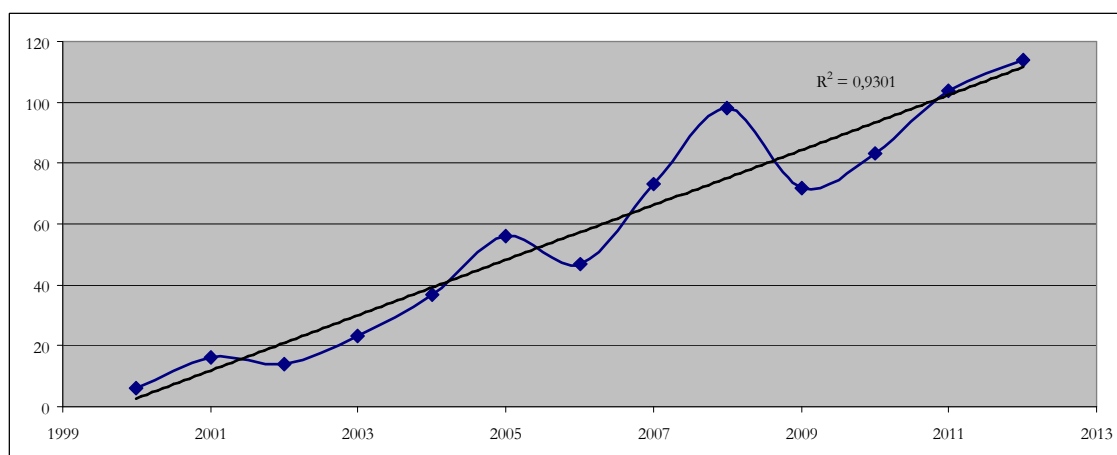


Figura 22. Històric del global de llicències pel busseig col·lectiu.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

El comportament del nombre declarat per les entitats segregats per reserva (Figura 21), presenta un comportament molt més voluble. Emperò, aquest fet no es reflexa al total de les immersions declarades (Figura 23). És a dir, el volum de bussejador augmenta de forma més o menys constant (bon ajust de la regressió), però hi ha desplaçaments importants d'aquests entre reserves (Figura 24).

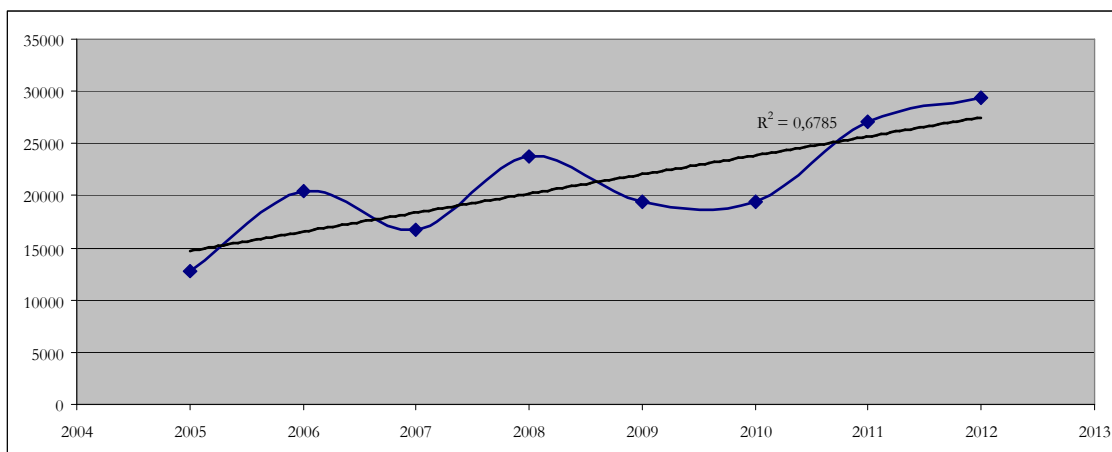


Figura 23. Històric del nombre total de bussejadors declarats pel busseig col·lectiu.

Si es compara la composició entre el 2008 (primer any amb totes les reserves en funcionament) i el 2012 (darrer any amb dades completes), Figura 24, es comprova com al llarg dels anys, la reserva del Toro incrementa el seu protagonisme, augmentant la seva aportació de bussejadors. Altres reserves es mantenen més o menys estables amb percentatges notables (Freus d'Eivissa i Formentera, Nord de Menorca) o són estables amb menys aportació general (Badia de Palma). Per finalitzar hi ha reserves que cauen, essent importants pels seus percentatges, com ara el Llevant de Mallorca o minven des de nivells ja reduïts (Migjorn de Mallorca, Illes Malgrats). Cal destacar que a aquest cas, les dades procedents de les reserves de les Illes del Toro i Malgrats, es troben segregades, i que, s'hauria de pensar, que les dades de llicències individuals amb un comportament semblant a les llicències individuals.

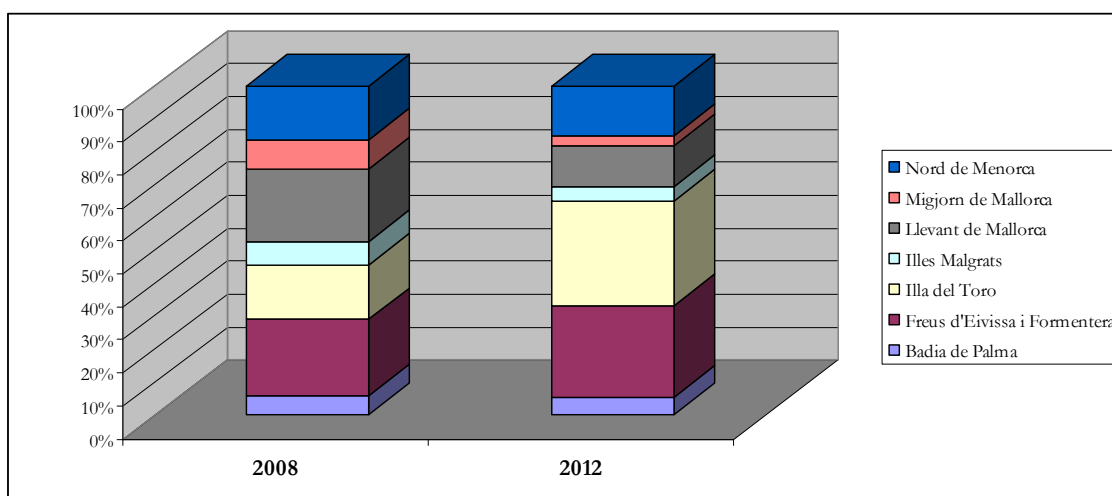


Figura 24. Composició per reserves dels bussejadors declarats de busseig col·lectiu al 2008 i 2012..

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

6.1.2 Impacte econòmic.

6.1.2.1 Pesca submarina.

L'anàlisi del impacte econòmic de la pesca submarina resulta extraordinàriament complex.

Es tracta d'una modalitat esportiva. En cap cas, es pot vendre el peix capturat, pel que qualsevol anàlisi relatiu amb les captures, hauria de contemplar aquest possible benefici com per a consum personal, amb la conseqüent complexitat estadística. Tanmateix, no és tenen declaracions de captures, pel que aquest punt no es pot desenvolupar.

Fins al 2012, els permisos per a la pràctica de la pesca submarina a les reserves de les Illes Balears, era gratuït. Així, el caire econòmic lligat amb l'activitat era nul o pràcticament nul. Hauria d'analitzar-se el preu de la llicència federativa, del cost del material..., però que, sense tenir dades de quin percentatge d'aquests costs són deguts a la pesca estrictament dins la reserva, són valors sense cap tipus de representació. A més, presumiblement, la figura de les reserves marines no ha fet augmentar el nombre de practicants d'aquesta modalitat esportiva.

Al 2013, s'han lliurat 179 llicències de pesca submarina a les reserves del Migjorn i Llevant de Mallorca. La taxa d'aquest servei és de 50 €. És a dir, l'administració ha ingressat per aquest concepte, un total de 8,950 €. Quantitat, a tot cas, anecdòtica a la comptabilitat referent a la declaració i gestió d'una reserva marina.

6.1.2.2 Busseig esportiu.

Si l'impacte econòmic de la pesca submarina resulta anecdòtic a la gestió de les reserves marines, no passa el mateix amb el busseig esportiu. Els nombres que es manegen a aquest cas, tant a nivell individual com a col·lectiu, són d'un altre ordre. Així, al 2013, darrer any complet amb dades, s'han tramitat 1,033 llicències de busseig individual i 114 per a clubs, centres, associacions o similars que han reportat un total de 29,331 d'usuaris.

Fent una revisió de l'oferta dels diferents centres de busseig, una immersió té un preu de, al voltant, 36-40 €. Si s'inclou l'equip, el total és d'entre 50-60 €. Aquest preus són semblants tant per excursions dins com fora de la reserva, si bé, n'hi ha centres que poden afegir un complement per immersió a les reserves. Fent un càlculs conservadors, és a dir, considerant el preu mínim (l'usuari porta el seu equip), el més accessible, i sense afegir l'extra per reserva, al 2012, el volum de bussejadors a nivell col·lectiu poden suposar un moviment de 1,055,916 €. Si, pel contrari, es considera el preu més alt i el recàrrec per immersió a reserva, el moviment arriba als 1,906,515 €. El més lògic, per tant, és pensar a una quantitat a la forquilla entre els dos càlculs anteriors.

A més, s'ha de tenir en compte tot el moviment econòmic de l'oferta complementària lligada a aquesta activitat: restaurants als centres de busseig o zones properes, allotjament pel turisme d'immersió, cursos de busseig, desplaçaments fins al lloc d'immersió, venda de material, assegurances... que d'una o altra manera es poden veure influïts per l'existència d'una reserva marina. Així, l'estudi exhaustiu de l'impacte econòmic d'aquesta activitat queda fora de l'abast d'aquest treball, emperò, els càlculs realitzats són suficients per donar la mesura de la seva importància.

Al 2013, la Direcció General de Medi Rural i Marí, instaurà una taxa pel busseig a les reserves:

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- ✓ Per al busseig col·lectiu: 850 € per a les reserves de les Illes Malgrats i El Toro, i 400 € per a la resta de reserves,
- ✓ Per al busseig individual: 15 € per setmana per a les reserves de les Illes Malgrats i El Toro, i 10 € mensuals per a la resta de reserves.

Aquest fet ens proporciona la capacitat d'analitzar l'impacte econòmic del busseig, no a nivell col·lectiu, si no de les llicències individuals, ja que els permisos fins al 2012 d'aquesta activitat, eren gratuïts. Si es comparen els nombres d'autoritzacions de busseig individual entre 2012, darrer any gratuït, i 2013 (Figura 25), es pot comprovar com, l'aplicació de una taxa per l'activitat, ha fet baixar considerablement el nombre d'usuaris, 1,033 al 2012, per 324 al 2013, és a dir, un descens de l'ordre del 70%. Curiosament, dins la baixada global, hi ha una reserva que n'ha augmentat el nombre de bussejadors que, a nivell individual, han demanat autorització, els Freus d'Eivissa i Formentera.

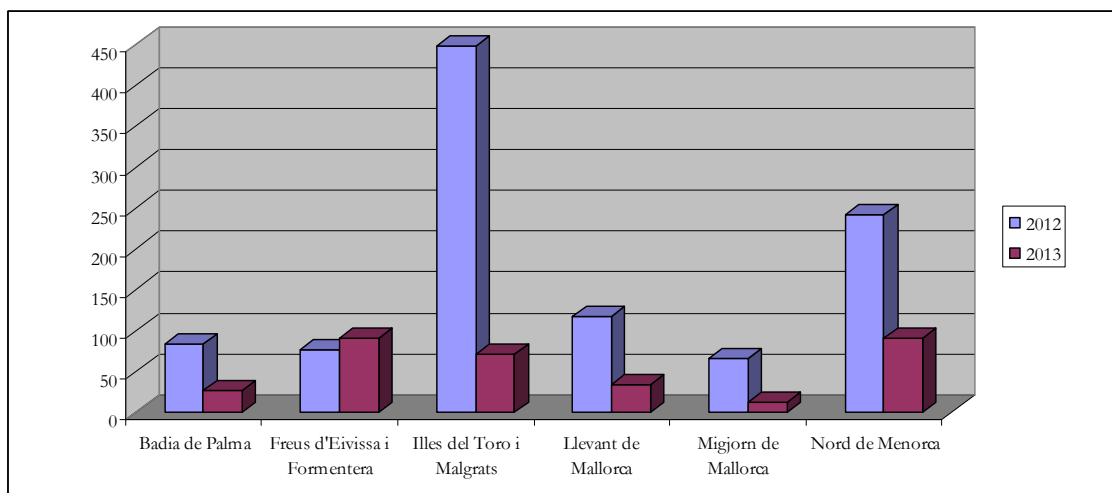


Figura 25. Nombre d'autoritzacions de busseig individual per reserves al 2012 i 2013.

Les 324 autoritzacions de 2013 han suposat un ingrés de 3,595 €. Desgraciadament no es pot comparar amb el total que suposarien les llicències de 2012 si es cobressin, ja que també s'han canviat, d'un any per l'altre, la durada dels permisos. Si bé, podem aplicar el 70% de baixada d'usuaris, per tenir una aproximació: 6,111.5 €. Tanmateix, aquest nombre és poc significant enfront del total que suposen les autoritzacions pel busseig col·lectiu, com s'ha desenvolupat anteriorment.

Com ja s'ha indicat, els centres que volen bussejar a les reserves marines, al 2013, s'han vist obligats al pagament d'una taxa. Malauradament, al moment d'escriure aquesta memòria, no es tenen les dades totals per tal d'analitzar el possible impacte de la implantació d'aquesta. Dades obtingudes després de la campanya d'estiu, indiquen un total de 14,696 immersions. Nombre molt per sota dels 29,331 usuaris de 2012. L'aportació dels mesos de tardor fins a final d'any, no sol ser molt elevada, pel que ja es pot concloure que la taxa ha fet minvar el nombre d'immersions a les reserves, emperò, sense els nombres finals no es poden donar valors totals i la repercussió sobre el moviment econòmic.

Malgrat les limitacions exposades es pot concloure que, el busseig turístic a les reserves marines, és una activitat amb una tendència clarament a l'alça i que du lligat un component econòmic molt important. El volum de negoci que pot assolir aquesta activitat és prou important per a la realització d'un estudi individualitzat i amb profunditat, per tal de

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

dissenyar una gestió eficaç que deu permetre, al menys en part, l'autofinançament del manteniment de les reserves marines i l'ús sostenible d'aquestes per al busseig.

6.1.3 Us de l'espai.

Finalment, per causes meteorològiques, de les 18 campanyes previstes a les reserves del Nord de Menorca i Llevant i Migjorn de Mallorca segons el punt 5.3.2, només s'han desenvolupat 17 amb els nombres generals resumits a la Taula 3.

La cronologia prevista s'ha vist molt afectada, especialment a les reserves del Llevant de Mallorca i Nord de Menorca, per una meteorologia adversa, obligant a canvis i postergacions constants. Malauradament, la darrera campanya del Nord de Menorca, prevista per a principis de novembre de 2013, no s'ha pogut desenvolupar en no trobar una finestra meteorològica abans de la conclusió del període d'estudi.

Taula 3. Resum campanyes de mostreig.

Reserva	Campanyes	Milles	Minuts
NORD DE MENORCA	5	558	5483
LLEVANT	6	401	4290
MIGJORN	6	442	4732
TOTALS	17	1401	14505

Emperò, malgrat aquests problemes, el nombre total de milles navegades, 1,401, i la seva distribució per reserves, Taula 3, són, tant pel nombre com per la seva distribució, suficients i adients pels anàlisis prevists (Figura 26, Figura 27, i Figura 28).

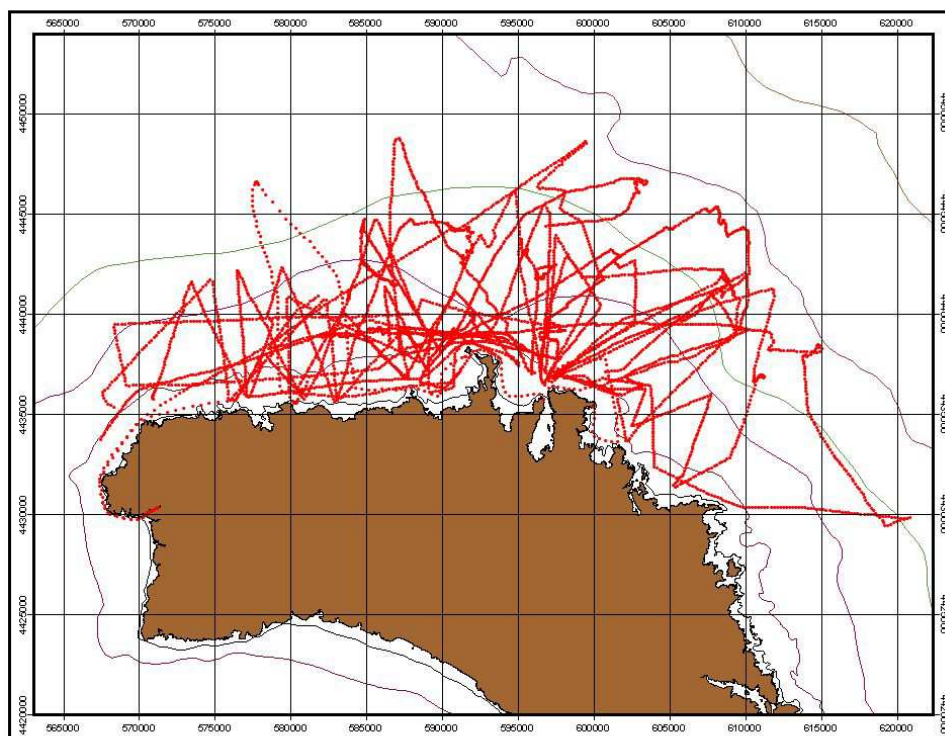


Figura 26. Navegació de recerca a l'àrea de la Reserva del Nord de Menorca.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

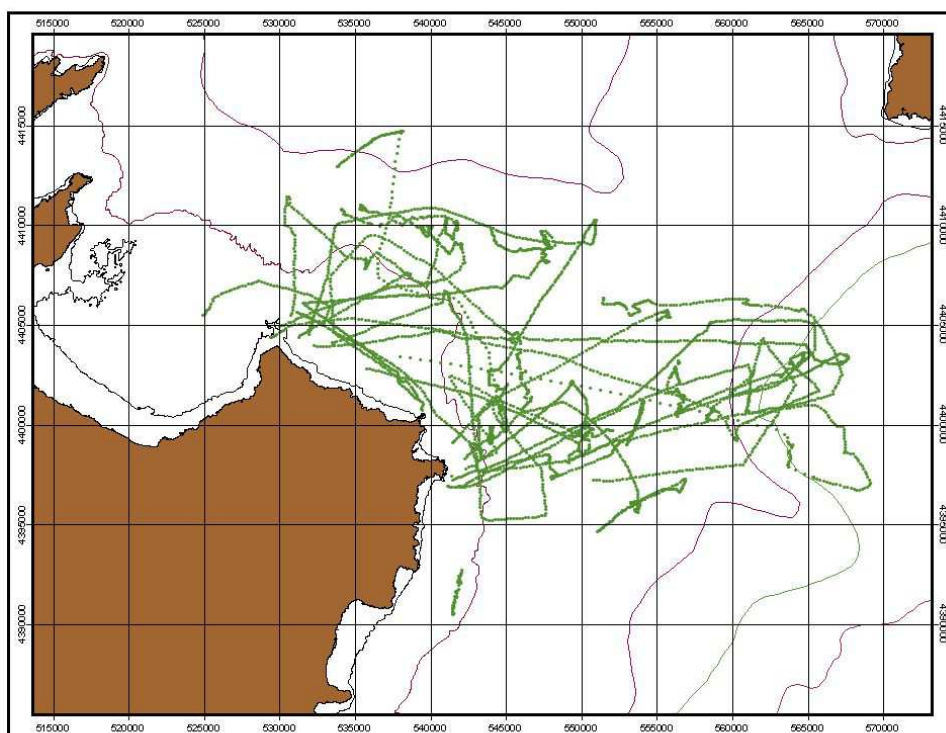


Figura 27. Navegació de recerca a l'àrea de la Reserva del Llevant de Mallorca.

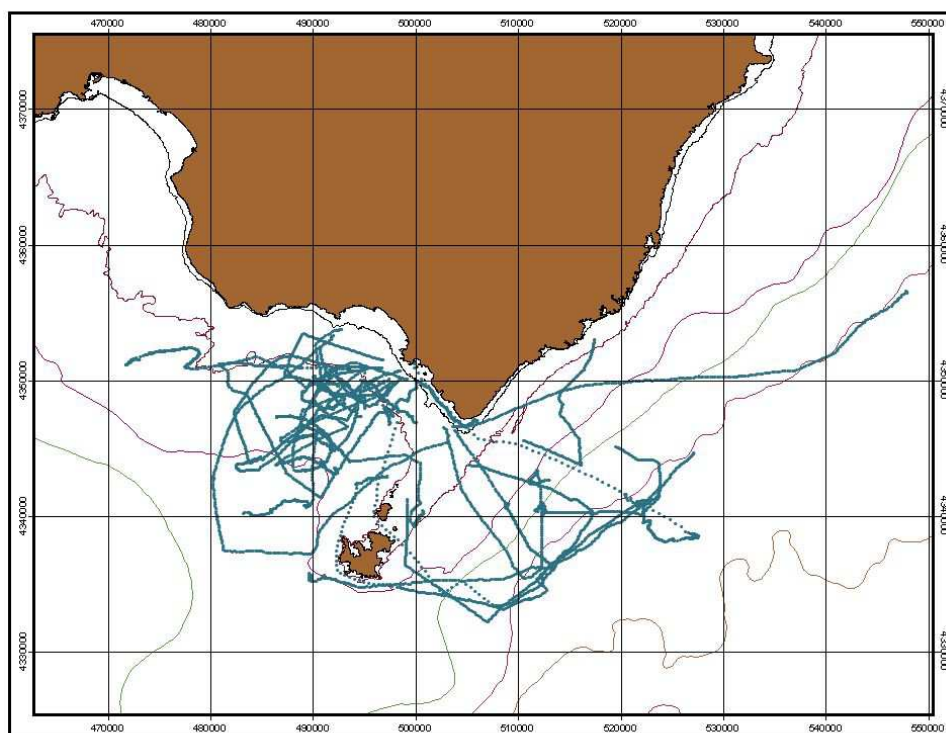


Figura 28. Navegació de recerca a l'àrea de la Reserva del Migjorn de Mallorca.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Com es pot comprovar als mapes de distribució de l'esforç de mostreig (Figura 26, Figura 27 i Figura 28), aquest cobreix la totalitat de les reserves i zones adjacents per estudis comparatius. Cal considerar que als mapes, només es representa la derrota de l'embarcació sense tenir-ne present la distàncies de detecció visual de les diferents activitats o acústica al cas dels cetacis.

Als 14,505 minuts de recerca, (10 dies, 10 hores i 45 minuts, aproximadament), no s'ha registrat cap de les activitats relacionades amb aquest punt 6.1, és a dir, o busseig esportiu o pesca submarina. Cal esmentar que ambdues activitats es troben molt lligades a la costa i que, per tant, a la navegació de recerca, la possibilitat de detectar-les era molt baixa.

Per tal de poder descriure un mapa d'usos d'ambdues activitats caldria el desenvolupament de navegacions específiques amb aquest objectiu. Fet no programat a les activitats d'aquest projecte.

6.2 Activitat pesquera professional.

6.2.1 Dades històriques.

Entre febrer de 2002 (primer mes amb registre d'activitat a una reserva), fins al setembre de 2013 (darrer mes complet registrat a l'hora d'elaborar aquesta memòria), 89 vaixells de pesca artesanal han reportat, al menys, un dia d'activitat a una de les reserves de les Illes Balears. A aquest interval, aquestes embarcacions han transmès a la Direcció General de Medi Rural i Marí un total de **7,715 fulles d'activitat** pesquera a les reserves. Les dades obtingudes per aquest mitjà, s'han complementat amb les **81,579 notes de venda** dels mateixos vaixells al mateix període. A aquestes, s'han declarat un total de **2,675,909.26 Kg** de captura per un valor de **19,653,406.63 €**,

El total de mesos que engloben els registres històrics al que hem tingut accés és de 142. Així, a partir del total de captures i venda declarades, es pot calcular una mitjana per mes: 138,404.272 € i 18,844.4314 Kg. Els 89 vaixells controlats no han operat conjuntament tot el període d'estudi. Calculant la mitjana per anys, aquesta és de 55. Emprant aquesta mitjana com a nombre general de vaixells actius per mes, el **rendiment brut per barca és de 2,516.44 €/mes i 342.62 Kg/mes**, o el que és el mateix, **30,197.3 € bruts per barca i any**. Tot tenint en compte la variabilitat dels gastos generals a deduir d'aquest total brut (adquisició i reparació de l'ormeig, combustible, manteniment de la barca, impostos...) i que hi ha embarcacions de diferents eslores i nombre de tripulants, és difícil donar una aproximació real als ingressos nets per treballador. Emperò, i tot partint de total brut, cal pensar a una activitat econòmica viable però amb marges reduïts, que amb la important variació entre vaixells, deu segmentar econòmicament al col·lectiu entre explotacions clarament positives i d'altres al límit de la sostenibilitat.

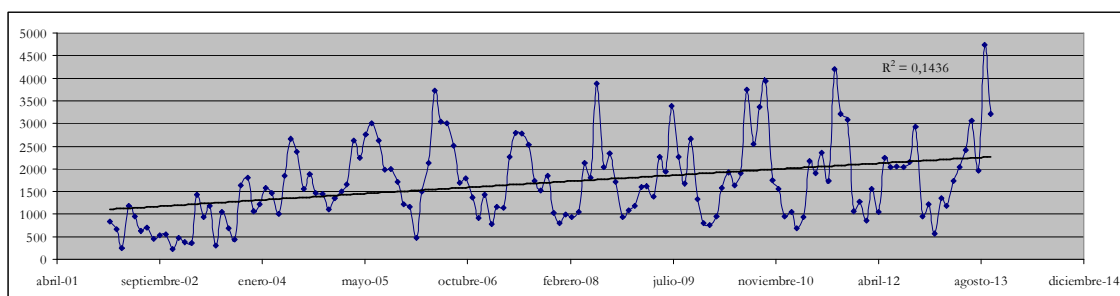


Figura 29. Evolució del total de captures (Kg).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

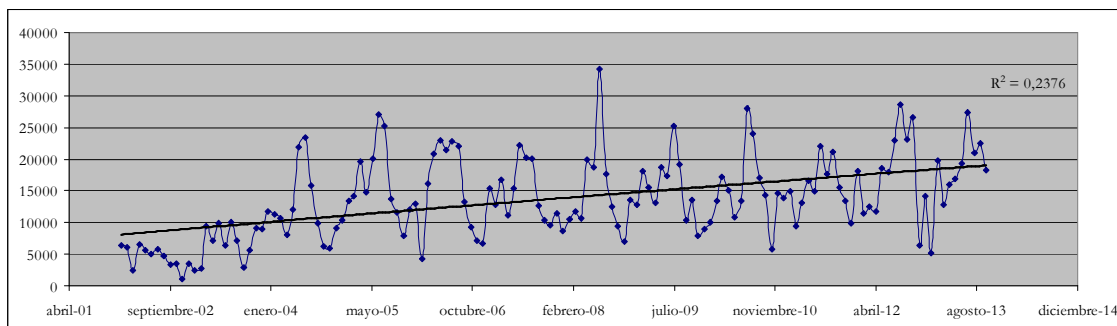


Figura 30. Evolució del valor de venda del total de captures (€).

Als, quasi, 12 anys de dades revisades, el sumatori de captura per mes presenta una clara tendència a l'alça, tant als Kg desembarcats (Figura 29) com al seu valor de venda (Figura 30). És a dir, el total capturat per part de les embarcacions d'arts menors a les Illes Balears al període d'estudi augmenta.

Emperò, al mateix temps, la captura desembarcada declarada per activitats a les reserves marines presenta tendència a la baixa (Figura 31). Els pescadors, també, declaren visitar cada vegada menys les aigües protegides (Figura 32).

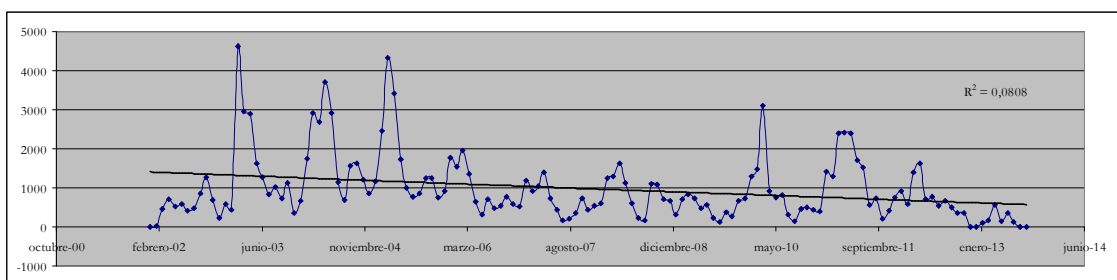


Figura 31. Evolució del total de captures declarats a les reserves marines(Kg).

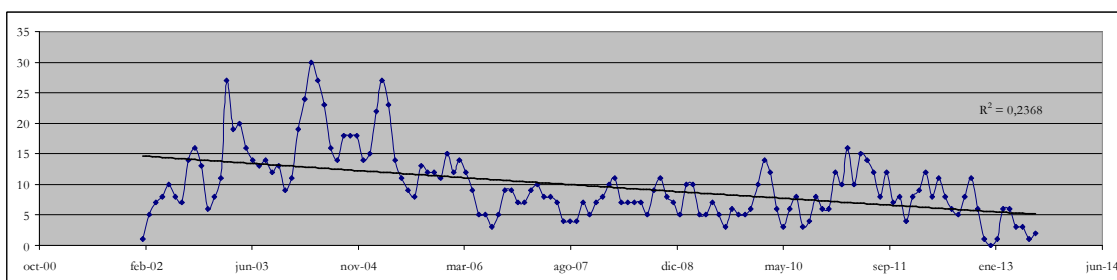


Figura 32. Evolució del nombre de fulles d'activitats a les reserves.

És a dir, es presenta un escenari on l'activitat pesquera cada vegada declara una major captura, però l'origen d'aquesta és, cada vegada més, de zones no protegides. Mentrestant, la captura i les visites a les reserves minven.

Aleshores, la qüestió que es planteja és: minva la captura per un exhauriment del recurs o per una reducció de l'esforç?

Desgraciadament no es té cap control sobre l'esforç pesquer real. Les notes de venda diàries no recullen el nombre de xarxes o si aquestes s'han calat una o dues vegades, per exemple. Tampoc les dades enviades per al control de les reserves contemplen aquesta circumstància. Per això, per tal de realitzar una aproximació a l'esforç, només s'ha pogut

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

normalitzar el total capturat per mes, referint aquest nombre al total de notes de venda i/o comunicacions de pesca a la reserva, segons s'analitzi el rendiment fora o dins zones protegides (Figura 33).

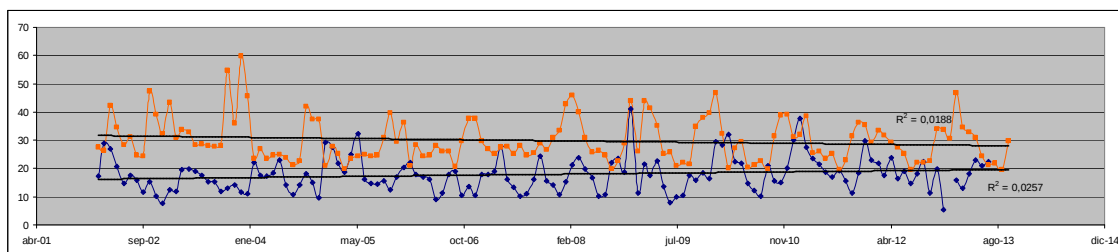


Figura 33. Rendiment de l'activitat pesquera dins i fora reserva.

Si bé, a aquest cas, les tendències són menys clares, encara es pot observar com la captura per registre augmenta dins les reserves (línia blava) i minva fora d'elles (línia taronja). Emperò, el rendiment és major fora de la reserva, i les seves diferències són significatives (Mann-Whitney U test $z=-11.82$, $p=0.00$) (Figura 34).

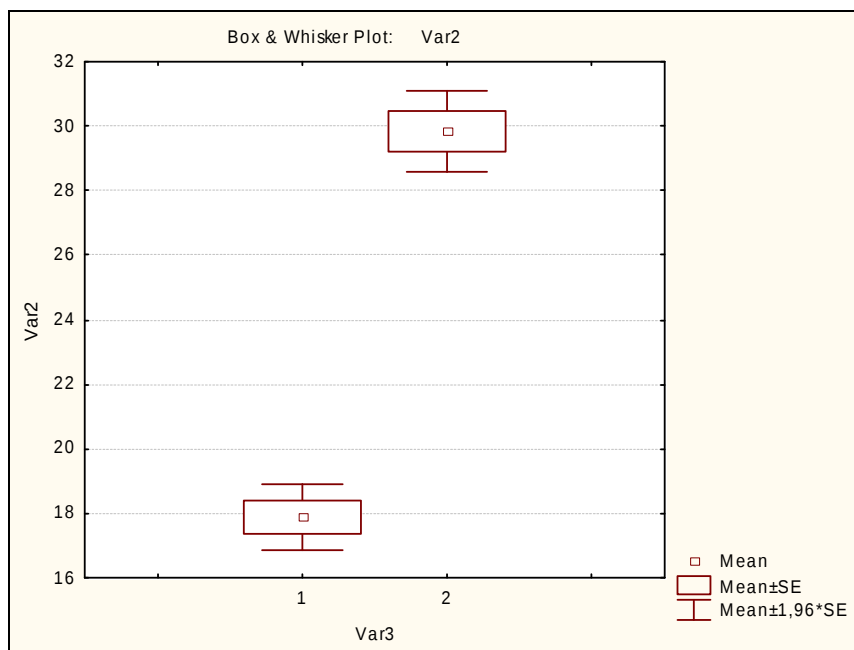


Figura 34. Mitjanes de rendiment de l'activitat pesquera dins (1) i fora reserva (2).

Tot plegat, aquests resultats són difícils d'explicar. Resumint, per una banda, el rendiment dins les reserves, malgrat mostri un augment lleuger, és significativament menor que fora de les reserves; la captura total fora de les reserves presenta una tendència a l'alça mentre que a les reserves minva; i, finalment, els pescadors són cada vegada menys freqüents a les àrees protegides. Però, per altra banda, els estudis de seguiment de les reserves indiquen un efecte positiu.

Aquests resultats siguin possiblement un artefacte estadístic producte de l'origen i natura de les dades. Primerament, es pot considerar que no hi ha cap tipus de control sobre el rendiment real. A una mateixa nota de venda es poden aglutinar les pesques de més d'un dia, amb cales amb diferent nombre de xarxes, i inclòs tipus d'ormeig (xarxa de diferents mides de llum de malla)... i encara, acceptant que tota la captura arribi a ser declarada. Als

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

registres d'activitats de les reserves, tampoc es recull de forma exhaustiva l'esforç. Així, les possibles diferències i tendències del rendiment es deuen observar amb cura.

Les captures globals augmenten fora de les reserves i minven dins les mateixes. Però, la pregunta és la mateixa: quantes xarxes s'han calat dins i fora? quants de dies d'activitat a cada àrea? Únicament es pot afirmar que el nombre d'embarcacions que han declarat fer feina a la reserva per anys, roman més aviat estable.

I encara, s'hauria d'afegir a la varianza, el renou produït per motius socials com ara la falta de presència de pescadors a les reserves per fugir del control dels vigilants.

Tot plegat fa que el seguiment històric de les dades pesqueres, tal i com es recullen a l'actualitat, no sigui, per si mateix, un indicador fiable de sostenibilitat per les reserves.

6.2.2 Us de l'espai.

A les campanyes de seguiment de l'activitat dels cetacis a les reserves, es recolliren totes les dades relatives a l'activitat pesquera observada, tal i com es recull a 5.3.2. A cada minut de registre, s'hi havia presència d'un art de pesca, aquest hi quedava enregistrat. Finalment, a la base de dades, les entrades per arts de pesca foren tal i com indica la Taula 4. La tipologia del tipus de pesca depèn tant de la zona, com de l'època de l'any, i per tant, s'ha de contemplar a l'hora de realitzar qualsevol anàlisi.

Taula 4. Resum observació d'arts de pesca.

Reserva	Campanyes	Bou	Llampuga	Palangre fons	Palangre sup.	Tremall	Volanti.	Currican	Il·legal	TOTAL
NORD DE MENORCA	5	14		1		224	14	1	1	255
LLEVANT	6	313	48	50	1	98	9			519
MIGJORN	6	1003		1		8	12	1		1025
TOTALS	17	1330	48	52	1	330	35			1796

Aquest recull d'observacions d'arts de pesca es troba molt influenciat per la metodologia de mostreig. Cal n'oblidar que l'objectiu de les campanyes era la localització i seguiment de grups de dofins mulars. La localització es realitzà acústicament mitjançant un hidròfon de rosec. L'ús d'aquesta tecnologia permet la detecció dels cetacis a distància majors que amb sistemes visuals. Per aquesta raó, la navegació mai va ser molt costanera, ja que des de certa distància ja es tenia la certesa de que es cobria l'àrea entre l'embarcació i la costa. Amb aquestes condicions, la probabilitat d'observar els ormeigs emprats a poca fondària és més baixa que aquells calats ja més allunyats.

Al mateix temps, si el comportament dels dofins estava relacionat amb un ormeig concret, a l'etapa de seguiment del grup, l'observació de dit ormeig augmentava exponencialment la seva probabilitat d'observació. Per exemple, si es trobava un grup de dofins depredant a un bou, tot el temps de seguiment dels cetacis es feia amb presència de l'activitat pesquera i amb conseqüència quedava registrada a cada posició.

A aquesta situació, és lògic que l'art de pesca més observat sigui el bou (o rosec de fons) Taula 4, i que els seus nombres estiguin molt per damunt de la resta. Emperò, la seva presència canvia de forma important entre les 3 reserves (Taula 4Figura 35. Localització arts de pesca observades per tipus a l'àrea del Nord de Menorca.Figura 35, Figura 36, i Figura 37), essent quasi inexistent al Nord de Menorca i molt freqüent al Migjorn de Mallorca. Aquest fet és fàcilment explicable per la tipologia del fons i l'ús tradicional de les zones. Per aquesta mateixa raó, al nord de Menorca, el tremall és l'art de pesca més observat.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

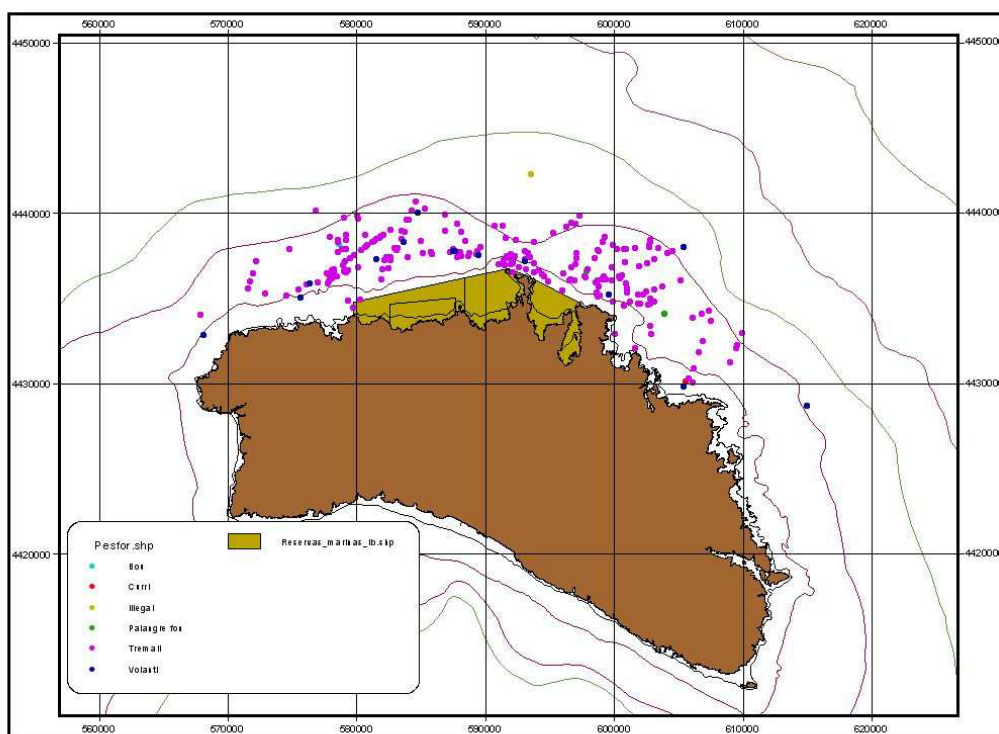


Figura 35. Localització arts de pesca observades per tipus a l'àrea del Nord de Menorca.

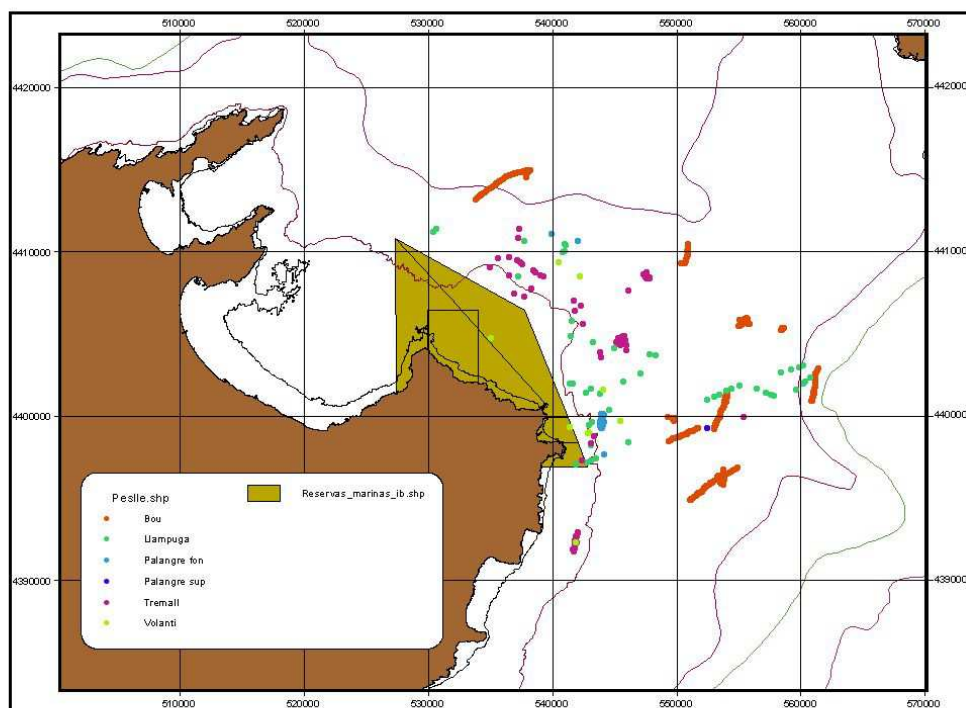


Figura 36. Localització arts de pesca observades per tipus a l'àrea del Llevant de Menorca.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

El Llevant de Mallorca, presenta una distribució d'ormeigs més heterogènia d'acord amb les seves característiques. L'aparició de l'activitat "Llampuga" a aquesta reserva, és producte de la distribució temporal de les campanyes, que coincidiren a aquesta localització amb el tradicional desplegament d'andanes de capsers per a la captura de la llampuga.

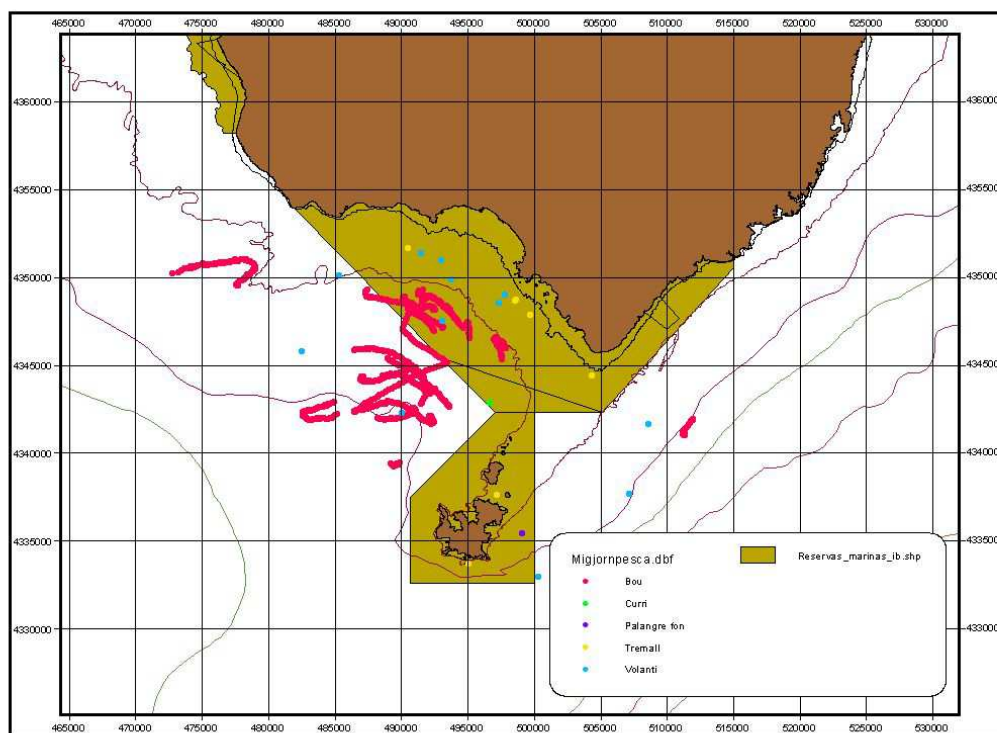


Figura 37. Localització arts de pesca observades per tipus a l'àrea del Migjorn de Mallorca.

En general per a les 3 reserves, les observacions d'activitats pesqueres són més freqüents a la zona d'influència que a la mateixa reserva (Figura 35, Figura 36, Figura 37). Només al Migjorn de Mallorca existeix una major presència d'ormeigs dins la mateixa reserva.

La distribució de l'activitat pesquera i la seva coincidència amb les reserves marines es pot discutir de forma més senzilla si es calculen les àrees de cobertura Kernel 50% i 95% de les localitzacions d'observacions d'ormeigs i vaixells pesquers (Figura 38, Figura 39 i Figura 40). Es pot observar com al Nord de Menorca, malgrat existir intersecció entre les àrees de reserva i la distribució de l'activitat pesquera, no hi ha cap punt calent dins la reserva. Tan sols al cap de Cavalleria, coincideix reserva marina i alta activitat. La distribució és molt homogènia i associada amb la batimetria (Figura 38).

Tot al contrari, al Llevant de Mallorca, la distribució de l'activitat pesquera és molt més heterogènia, resultat de la major variabilitat de la tipologia de fons i dels ormeigs, que amb conseqüència, s'empren. Existeix com a zona d'intersecció entre la reserva i punt calent d'activitat pesquera, una petita àrea a les proximitats del cap de Capdepera, que, al seguiment dels dofins mitjançant acústica passiva, també és molt visitat pels cetacis. Aquestes coincidències fan pensar a una localització amb una dinàmica ecològica molt interessant pel seu seguiment a llarg plaç.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

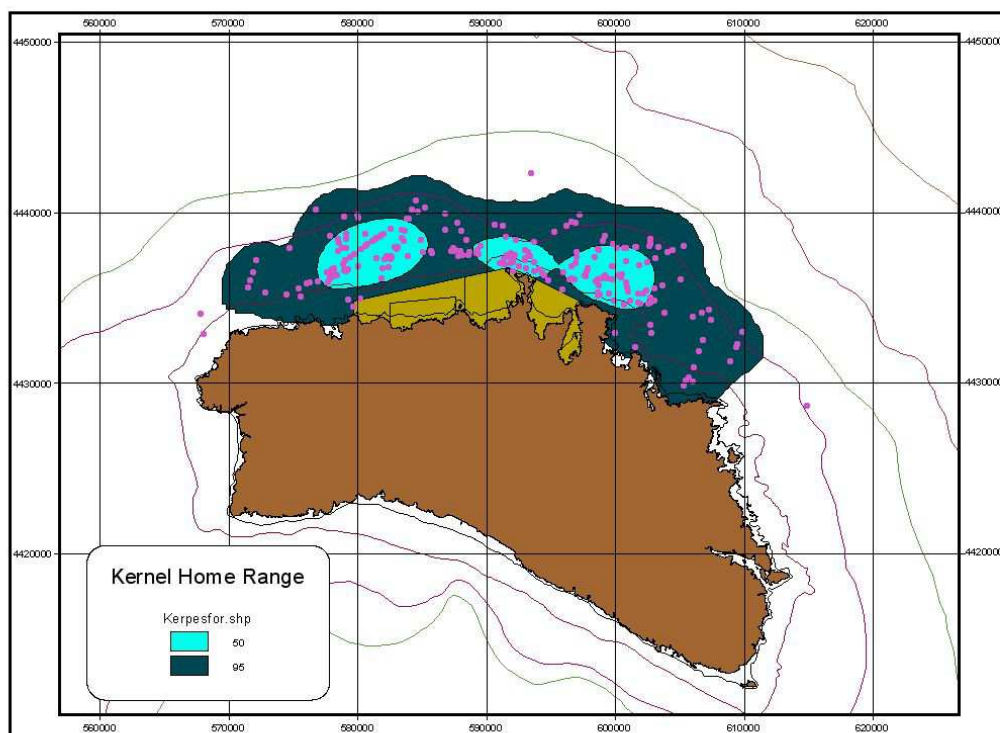


Figura 38. Distribució Kernel del 50 i 95% de la distribució d'ormeigs de pesca al Nord de Menorca.

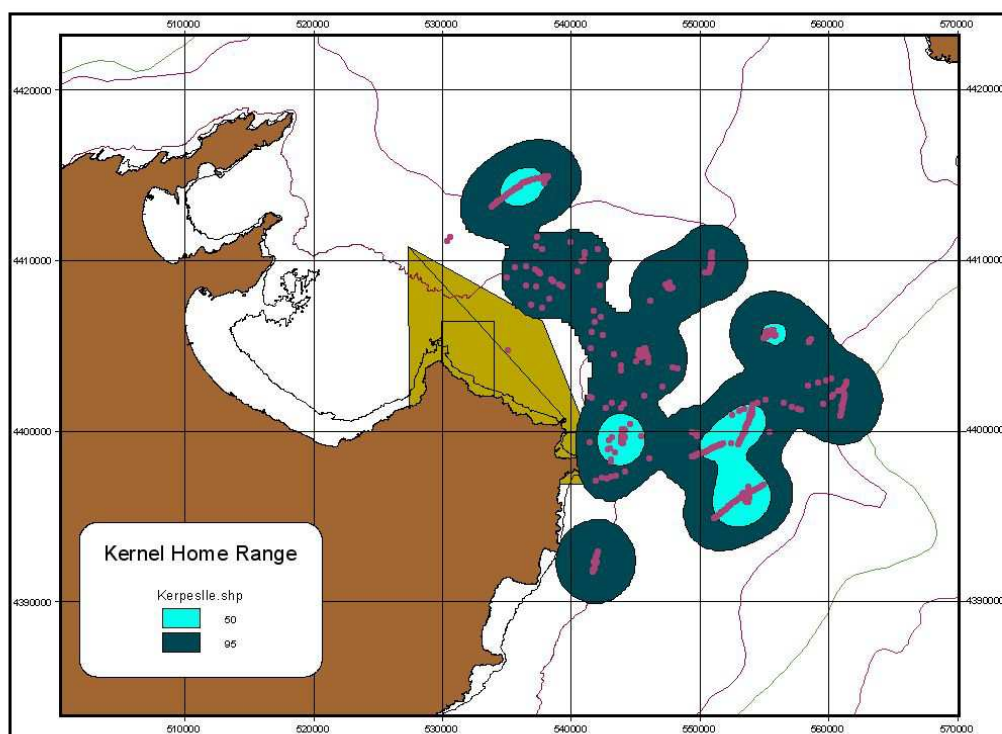


Figura 39. Distribució Kernel del 50 i 95% de la distribució d'ormeigs de pesca al Llevant de Mallorca.

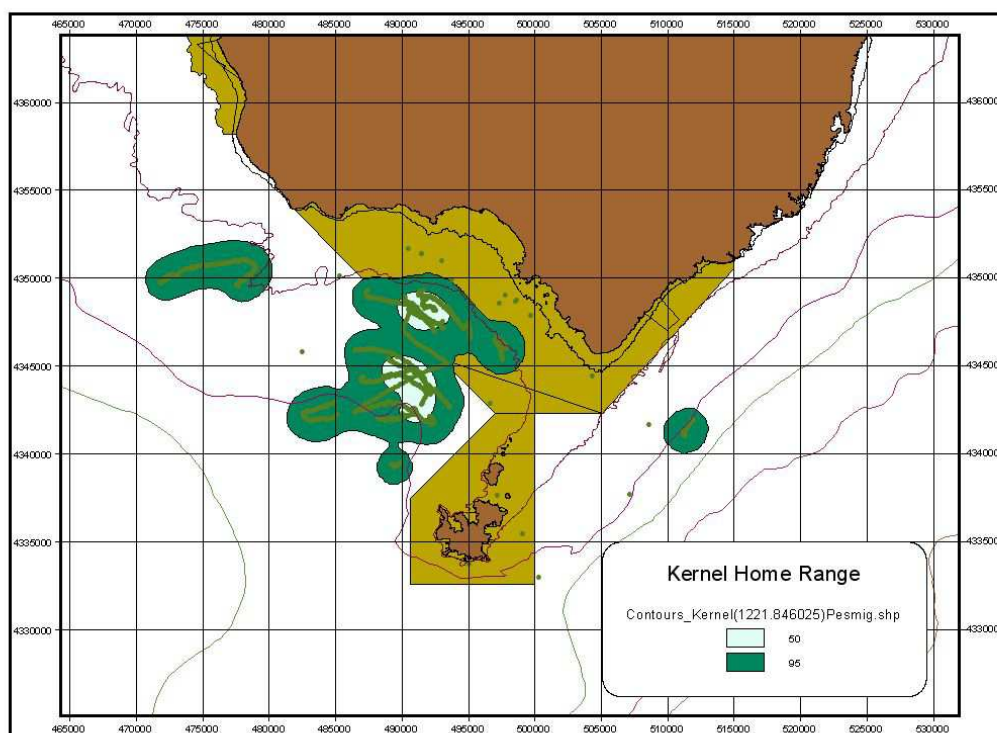


Figura 40. Distribució Kernel del 50 i 95% de la distribució d'ormeigs de pesca al Migjorn de Mallorca.

La reserva amb una major àrea d'ús pesquer és el Migjorn de Mallorca. Existeixen diverses raons per explicar aquest fet. La seva extensió, fa que sigui complex, segons el seu port base, per molts pescadors realitzar la seva activitat fora d'ella, ja que emprarien massa temps en navegació. Existeix dins la reserva, una àmplia zona on el rosec es troba permès, i que tradicionalment, per la seva ubicació protegida dels temporals de component nord, és d'ús freqüent per diferents confraries de Mallorca.

Seria erroni aprofundir més a l'anàlisi de l'ús de l'espai a partir de dades obtingudes aprofitant un mostreig no dissenyat amb aquest objectiu. En tot cas, aquesta aproximació, ens permet valorar la qualitat de les dades obtingudes mitjançant una observació directa.

Dades obtingudes amb sortides dissenyades amb l'únic objectiu d'obtenir un mapa exhaustiu d'usos de les reserves i zones adjacents són el millor sistema per a descriure la presència i activitat humana a àrees marines protegides i preveure impactes.

6.3 Efectes sobre els dofins mulars.

6.3.1 Acústica passiva.

Les dades i els resultats recollits de les unitats PODs a les reserves marines del Migjorn i Llevant de Mallorca als dos primers anys de projecte, juntament amb dades de projectes anteriors, han resultat prou valuoses i interessants com per formar part d'un article científic sobre el seguiment de reserves arreu de l'estat amb acústica passiva. Consideram que incloure l'article com a resultat és, de molt, l'anàlisi més exhaustiu possible. Les dades dels PODs de les reserves de les Illes del Toro i Malgrats s'analitzen independentment i de forma més simple car foren recuperats dels seus calats a finals de desembre de 2013.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Aquest article es troba a aquests moments a revisió, pel que la seva difusió es troba restringida i per tant no es pot citar com a tal, si no només fer referència a les dades relacionades amb les reserves marines incloses a aquest projecte. Per aquesta raó, les dades i discussions referents a altres reserves que no afectaven a l'enteniment general s'han eliminat. Per tal d'evitar confusions, els nombres afectats per aquesta eliminació es subratllaran en doble. Així mateix es conservarà la numeració, tant per taules, figures i apartats, de la memòria general.

6.3.1.1 Bottlenose dolphins and Marine Protected Areas in Spanish Mediterranean Sea: seasonal presence and displacement by recreational use.

Manuel Castellote¹, José María Brotons^{2,4}, Manel Gazo³, Carla Chicote³, Margalida Cerdà⁴

1 Parques Reunidos Valencia S. A. L'Oceanogràfic, Ciudad de las Artes y las Ciencias. 46013 Valencia, Spain. Current address: National Marine Mammal Laboratory. Alaska Fisheries Science Center. NOAA Fisheries. 7600 Sand Point Way N.E. Seattle, WA 98115 USA.

2 Direcció General de Medi Rural i Marí, Govern de les Illes Balears. C/Foners, 10, 07006 Palma. Balearic Islands. Spain

3 SUBMON Conservation, study and awareness of marine environment- Rabassa, 49-51 – 08024 Barcelona, Spain

4 Asociación TURSIOPS. c/ del Pop, 25. Sa Ràpita, 07639. Balearic Islands. Spain

6.3.1.1.1 Abstract

The presence of bottlenose dolphins was monitored with echolocation loggers (T-POD) for 12 months in seven Spanish Mediterranean Marine Protected Areas (MPA). Although in most of these MPAs dolphins were detected year round and at all hours, there was a clear preference for the winter period and night time. MPAs with presence of fish farms or nearby fish trawling activity concentrated prey resources yielding highest levels of dolphin presence. Based on the recorded echolocation activity, at least two of these MPAs were successful in providing a more suitable foraging habitat than their surrounding environments. The relatively high level of dolphin presence obtained in some of these MPAs supports their importance for the conservation of the Mediterranean bottlenose dolphin subpopulation in Spanish waters. Dolphin seasonality was compared to the intensity of recreational activity within MPAs. This activity is strongly intensified during summer months and primarily occurs during the day. A highly significant inverse relationship between dolphin presence and average recreational intensity was found. Both the seasonal and diel patterns in dolphin presence described in these MPAs support the hypothesis of a seasonal displacement by recreational activities. These results suggest that the current regulation of recreational activities or its absence in these MPAs should be considered inadequate to provide a comprehensive conservation of their ecosystems. Considering the current conservation status of the Mediterranean bottlenose dolphin subpopulation and the requirements of the EU Marine Strategy Framework Directive, the impact of recreational activities in MPAs on bottlenose dolphins should be urgently addressed.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

6.3.1.1.2 Introduction

The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) is considered an Endangered species by most national and international conservation agreements (e.g. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Convention on Migratory Species, EU Habitats Directive (92/43/EEC), Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area, Spanish Law 42/2007 and Red Data List of the vertebrates from Spain (ICONA 1986)). Bottlenose dolphins in the Mediterranean Sea are considered a Vulnerable subpopulation (IUCN 2013). Their current conservation status is based on a concerning decline due to intentional kills and extermination campaigns that took place until the end of the 1960's across the Mediterranean Sea, to the current high mortality rates associated to fishing activities, overfishing impacts and to general habitat degradation (Notarbartolo di Sciara et al. 2002, Bearzi et al. 2004, Bearzi & Fortuna 2006). However, to date, there is still no Mediterranean-wide abundance estimate for bottlenose dolphins. The only large scale studies have been focused in the NW Mediterranean Sea (Forcada et al. 1994, 1995, Forcada & Hammond 1998, Forcada et al. 2004) with a common characteristic being an overall low density of bottlenose dolphins, and rarely found in pelagic waters. Most groups occurred in coastal areas of the main insular systems, the Balearic Islands, Corsica, Sardinia, and around small islands near the continent. Little information exists on the distribution and abundance of bottlenose dolphins in the eastern and southern regions of the Mediterranean basin. Other smaller-scale surveys (Cañadas & Hammond 2006, Gómez de Segura et al. 2006, Bearzi et al. 2008) have been focused on areas of relatively high dolphin density. These surveys showed that in some Mediterranean areas bottlenose dolphins are present both near shore and offshore, and densities can range between four and 20 animals per 100 km². Considering that most dedicated studies have been focused in high density areas and that their distribution range frequently includes very low density areas, it is not likely that the Mediterranean subpopulation of bottlenose dolphins exceeds 10,000 individuals with a current scattered and intermittent distribution throughout the Mediterranean basin (Bearzi & Fortuna 2006, IUCN 2013). Indirect but convincing evidence suggests a declining trend for the Mediterranean bottlenose dolphin subpopulation (Bearzi et al. 2004, Bearzi and Fortuna 2006, Blanco and González 1992, Borrell et al. 2000). The current status varies from one location to another but in general the Mediterranean subpopulation has suffered a 30% reduction in the last 60 years (Reeves & Notarbartolo-di-Sciara 2006). Mediterranean bottlenose dolphins exhibit population structure based on toxicology, diet (Borrell et al. 2006) and genetics (Natoli et al. 2005) and are currently divided into 5 populations with one of them occupying the western Mediterranean Sea. In the Balearic Islands and adjacent waters, a putative subpopulation has been considered to be among those best preserved in the Spanish Mediterranean (Blanco & González 1992). Their low absolute density in open waters of the Balearic Sea but relatively high mean abundance around the Balearic Islands suggest that the inshore waters of the islands provide a critical habitat for these dolphins (Forcada et al. 2004).

The factors involved in the declaration of marine protected areas (MPAs) in Spain have been diverse (Ramos & McNeil 1994). Spanish MPAs have been declared under different legislation since 1982 until an effort to standardize their definition was established in Law 42/2007 and their management procedures consequently improved in Law 41/2010 where the concept of MPA network was defined. Although the basic purpose of Spanish MPAs is not economic development but ecosystem conservation, their influence on the local economic system plays an important role in the declaration process. Tourism, including the

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

recreational use of MPAs, has been highlighted for providing the most important economic revenue to be derived from Mediterranean MPAs (e.g. Badalamenti et al. 2000).

There has been a considerable effort to incorporate information regarding the presence of cetaceans into the decision making process for the establishment of MPAs in the Spanish Mediterranean Sea (e.g. Raga & Pantoja 2004, Cañadas et al. 2005, INDEMARES Life NAT/E/000732). Although the number of MPAs established to protect cetacean populations has been increasing worldwide (see Hoyt (2011) for a review), there is still much debate on whether spatial-based management is appropriate for these highly mobile organisms (Game et al. 2009). MPAs may be placed in areas where threatening human activities significantly overlap with the population's range or important habitats (Game et al. 2009, Ashe et al. 2010). However, identifying and monitoring important areas for cetaceans is not straightforward and variability in cetacean space-use patterns presents enormous challenges to protected area design (e.g. Wilson et al. 2004). Thus, if the presence of cetaceans is a key element for the declaration of MPAs, it is necessary to monitor the spatio-temporal distribution of the populations of interest to periodically assess the effectiveness of the protected areas. Nevertheless, there has been an evident lack of any sort of systematic cetacean monitoring continuity in the already established MPAs in Spanish Mediterranean waters. The Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC) underlines this need and forces all Member States to take measures to achieve and maintain good environmental status by 2020, requiring an effective monitoring of their protected waters. Therefore, there is a current need to implement cetacean monitoring plans in MPAs, especially in those where cetacean presence played a key role for their declaration. Several Spanish MPAs might play a key role in the conservation of the bottlenose dolphin in the Western Mediterranean Sea (GRUMM 2002, Cañadas et al. 2005). However, protecting waters might not be enough of an effort if the declaration of a MPA is not followed by a long-term monitoring plan. This is often hampered by the high costs of vessel or aerial based cetacean monitoring techniques. Prior studies have demonstrated how passive acoustic monitoring is a cost-effective method to monitor the presence and behavior of bottlenose dolphins in relatively small areas, with multiple benefits over traditional survey methods (Philpott et al. 2007, Bailey et al. 2010). Among the different acoustic methods currently available, monitoring the echolocation activity of bottlenose dolphins seems promising for long term purposes in MPAs due to the low overlap of the target signal with anthropogenic acoustic sources and the potential ability to discriminate between different behaviors (Cärlstrom 2005, Leeney et al. 2011, Nuutila et al. 2013).

Multiple studies have evaluated or reviewed the impacts of anthropogenic use of MPA habitats (Francour et al. 2001, Milazzo et al. 2002, Halpern et al. 2010) but none have been focused on the effects in cetaceans. Temporary displacement is a commonly reported behavioral effect in bottlenose dolphins when exposed to human activities (Lusseau 2004, Bejder et al. 2006). The regions of Catalonia, Valencia and Balearic Islands are among the 5 areas of highest tourism in Spain (IET 2013) and noise pollution, boat traffic, and overall habitat encroachment caused by tourism increases markedly during the summer period in these coastal regions. Potential disturbance to bottlenose dolphins has been previously highlighted as a subject to further research in the Spanish Mediterranean Sea (Forcada et al. 2004, Gonzalvo et al. 2008). This study evaluates the application of passive acoustic monitoring using echolocation loggers to monitor the presence of bottlenose dolphins and describe their seasonal occurrence and habitat use in seven MPAs in Catalonia, Valencia and Balearic Islands, marked by a strong seasonality in recreational use.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

6.3.1.1.3 Materials and methods

6.3.1.1.3.1 Study areas

Between 2006 and 2011, seven different MPAs from the regions of Catalonia, Valencia and Balearic Islands in the Spanish Mediterranean Sea were sampled for this study (Figura 41):

Los Freus de Ibiza y Formentera Marine Reserve (Freus) (39° N 1° E) is a coastal area located in a channel between two Balearic Islands. Total reserve size is 13617 ha.

Sa Dragonera Natural Park (Dragonera) (39° N 2° E) is a coastal area with terrestrial protected space located in the western tip of Mallorca in the Balearic Islands. It is composed of three islands. Total area is 908 ha.

Migjorn de Mallorca Marine Reserve (Migjorn) (39° N 3° E) is a coastal area located in the southern tip of Mallorca in the Balearic Islands. Total reserve size is 22332 ha.

Levante de Mallorca – Cala Rajada Marine Reserve (Levante) (39° N 3° E) is a coastal area located in the northern tip of Mallorca in the Balearic Islands. Total reserve size is 11286 ha.

6.3.1.1.3.2 Selection of deployment locations

For all MPAs except for Dragonera, potential deployment locations were initially selected based on a homogeneous coverage of the protected area, already existing moorings for demarcation buoys and depth. For both Migjorn and Levante, one deployment location was also selected outside of the protected area and was used as control site (see 2.5). For Serra Gelada Natural Park, two of the three T-PODs were installed in demarcation buoys signaling fish farm cages. These locations were selected to analyze any potential effect in bottlenose dolphin presence by fish farming activity within this MPA.

Background noise in these locations was recorded with a broadband system with 0-160 kHz flat frequency response (± 3 dB), sampling at a rate of 350 kHz, composed of a single omni-directional hydrophone (Brüel and Kjaer model 8103), with a conditioner amplifier (Brüel and Kjaer model 2692-OS1) that had high pass (80 dB/decade) and low pass (40 dB/decade) filters set to 10 Hz and 160 kHz, respectively, and a 16 bit data acquisition board (National Instruments model USB6251) connected to a laptop computer. Three samples of 10 minutes were taken in each location. The amount of pulsed noise in the band 20-160 kHz was evaluated through visual and aural inspection of waveforms and spectrograms, in particular for noise from mooring gear or pulses from snapping shrimp. The potential deployment locations were rated based on the average amount of pulsed noise present in the three recorded files and only locations with least amount of pulsed noise were selected for deployment.

In Dragonera, deployment locations were selected in specific sites where local fishermen traditionally set their set nets. This criterion was adopted because there was an interest in documenting potential interactions between bottlenose dolphins and this type of fishing gear.

Artisanal shore-based set nets in Mallorca termed “morunas” and defined in Law AAA/2794/2012 consist of a single netting wall normally set in a straight line and kept vertical by a floatline and a weighted groundline set from shore perpendicular to coastline. The netting wall, with a maximum length of 200 m, directs fish towards a trap area at the offshore end of the wall. Fishing season with Morunas and setting times are regulated by Law AAA/2794/2012. Set net season is strictly enforced from May 1st until September 15th

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

for this type of gear that is permanently set for the whole period with daily visits to collect the catch.

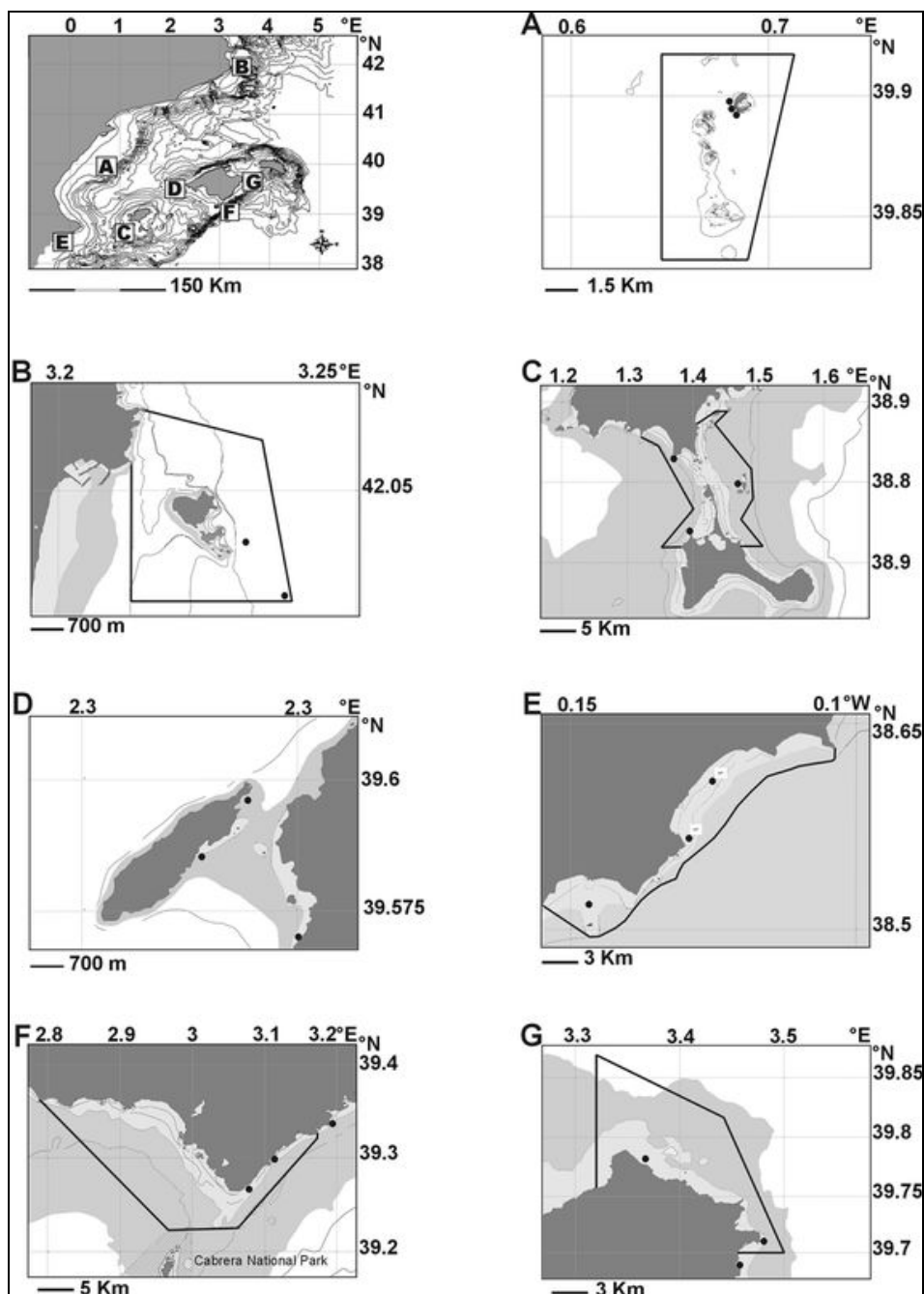


Figura 41. Seven different MPAs from the regions of Catalonia, Valencia and Balearic Islands in the Spanish Mediterranean Sea. Black line denotes MPA area, black dots denote T-POD deployment locations. a) Columbretes Islands Natural Reserve, b) Medes islands Natural Park, c) Los Freus de Ibiza y Formentera Marine Reserve, d) Sa Dragonera Natural Park, e) Serra Gelada Natural Park, f) migjorn de Mallorca Marine Reserve and g) Levante de Mallorca – Cala Rajada Marine Reserve.

6.3.1.1.3.3 T-POD settings and moorings.

The Timing Porpoise Detector or T-POD (Chelonia Ltd.) has been mainly developed for harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) detection but they have been modified to detect

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

bottlenose dolphins as well. Echolocation clicks are registered as being detected when the ratio of the output of a predefined target frequency to the output of a predefined reference frequency exceeds a value set by the user. Different target and reference frequency configurations can be set for successive 10 s time periods ('scans') within each minute. Chelonia Ltd. provides settings files specifically developed to optimize the detection of bottlenose dolphin clicks. The automated click-train detection function in the T-POD.exe program filters out random clicks from background noise, resulting in files containing only clicks that occur in sequences ('trains'), which can include both cetacean and boat sonar sources (depth sounders, etc.). Todd et al. (2009) provide a description of the T-POD hardware and of the processes of data collection and classification; numerous studies have reviewed settings and T-POD functionality for both odontocete species (e.g., Thomsen et al. 2005; Philpott et al. 2007; Kyhn et al. 2008; Simon et al. 2010).

In Freus, Migjorn, Dragonera and Levante, all T-PODs were deployed attached to a subsurface mooring consisting of a concrete block (24 kg in water weight), a 5 m line and a subsurface buoy (8 kg floatation), maintaining the hydrophone vertically deployed at approximately 1 meter above the sea bottom and far enough from the subsurface buoy to avoid acoustic shadowing or reflections. Servicing in all these MPAs was made through scuba diving. Default bottlenose dolphin T-POD scanning settings were adapted to minimize the addition of snapping shrimp pulses into the detection log but without compromising the detection of bottlenose dolphin echolocation clicks (Taula 5). T-PODs were set to log continuously in all MPAs.

6.3.1.1.3.4 Data analysis

All T-POD data was processed with T-POD.exe software version 8.24 (train filter Version 4.1, www.chelonia.co.uk). Only clicks classified as "Cet all" by the T-POD software were included in the analysis. These are trains with the two lowest levels ("Cet Hi" and "Cet Lo") out of four of "false positive" cetacean detections; the four levels are determined by the post-processing software and correspond to differing positions along a receiver operating characteristic curve for the detector (see Thomsen et al. 2005 for an explanation of classifications). All detections were manually validated to avoid the inclusion of encounters exclusively consisting of "Cet Lo" type click trains, as suggested in the T-POD.exe reference guide, because in the presence of noise "Cet Lo" type click trains can arise by chance. Therefore, encounters consisting of "Cet Hi", or "Cet Hi" and "Cet Lo" click train types were included, but encounters consisting of exclusively "Cet lo" were excluded for the analysis.

In order to describe bottlenose dolphin seasonal presence in each of the study areas, the total number of detection-positive hours (hours in which at least one echolocation click train was detected, DPH) for each sampled month was calculated for each T-POD deployment location. Deployment design in Migjorn and Levante included 2 T-PODs inside protected waters and one T-POD outside the MPA, 2 nautical miles from the MPA border in areas of similar habitat characteristics as the ones included in the MPAs. These external deployment sites were considered control sites and were included in this design to evaluate the potential bottlenose dolphin attraction to the protected waters. Therefore, control and MPA data for these study areas was analyzed separately.

For all study areas except Migjorn and Levante, the total number of DPH of each deployment location was summed for all deployment locations within each MPA and the DPH percentage over the total number of hours sampled per month per MPA (% DPH)

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

was calculated to normalize the results and compare across MPAs. This metric was considered a simple way to quantify the amount of time bottlenose dolphins spent within the T-PODs range in each of the seven MPAs included in this study. For Migjorn and Levante, control deployment sites were treated independently and therefore two % DPH were calculated, one from all deployment locations within each MPA and one from each respective control deployment site.

Differences in bottlenose dolphin presence (%DPH) were compared between the periods June-September (summer) and October-May (winter) for each MPA using Kruskal–Wallis one-way analysis of variance. Dragonera was excluded from this analysis because here only 4 months were sampled.

In order to describe the diel pattern in bottlenose dolphin presence in each MPA, the % DPH over the total number of hours sampled for each hour of the day was calculated and compared across areas. Day and night time differences in dolphin presence were analyzed by comparing the % DPH for each hour of the day grouped by sun rise and sun set local times using Kruskal–Wallis one-way analysis of variance.

The presence of echolocation click trains with very short inter-click intervals, termed buzzes, in echolocation logger data has been used as a proxy for feeding behavior in the bottlenose dolphin (Nuuttila et al. 2013, Pirodda et al. 2013). Maximum, minimum and average ICI was calculated for all click trains detected in each hour of the day for each deployment location and lowest values were used as an indicator of potential feeding behavior. ICI results were averaged per hour for all locations of each MPA in order to test for differences between day and night. Overall ICI average for each MPA was compared across MPAs. For Migjorn and Levante, ICI was also tested for differences between MPA and control locations. For Levante, average ICI was also calculated for the fishing prohibited zone within the MPA and for the entire MPA area including fishing prohibited and permitted areas.

6.3.1.1.3.5 Anthropogenic use of MPAs

Data on anthropogenic use was requested to the corresponding authorities managing the MPAs included in this study, but data from Columbretes and Serra Gelada was never provided. Anthropogenic activities included fish farming, SCUBA diving, snorkeling and recreational vessel anchoring reported by the MPA authorities. The intensity of these recreational activities was calculated as total number of events reported per month for each MPA (e.g SCUBA dives made per month, anchored vessels per month). In order to evaluate a relationship between the seasonal intensity of recreational activities and the seasonal presence of bottlenose dolphins in all MPAs, the average recreational activity intensity value per month from all MPAs except Columbretes and Serra Gelada was used in the analysis. Monthly average recreational intensity was divided in three levels, low, moderate and high, according to the 33.33 and 66.66 percentile ranking for the monthly average recreational intensity. The relationship between bottlenose dolphin presence (%DPH) and intensity of recreational activities (the three levels described above) was tested with Pearson's chi-squared test.

Commercial and recreational fishing related activities were not included in this study because of the different degrees of protection applied to each of the MPAs of this study. MPAs in Spain are declared in four different categories with four different legislative approaches to fishing: hunting refuges, fishery preserved zones, marine reserves and

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

marine-terrestrial parks (for a review see Ramos & McNeil 1994). Also, the reported data for these activities lacks uniformity and effort units, therefore it would not be correctly quantified for this analysis.

6.3.1.1.4 Results

6.3.1.1.4.1 Dolphin presence

Bottlenose dolphins were detected in all seven MPAs. Year-round detections occurred in Serra Gelada, Migjorn and Levante and for 10 months out of 12 in Medes and Freus. The highest %DPH was obtained in Columbretes even if the sampling was interrupted in 3 months (Figura 42).

6.3.1.1.4.1.1 Freus

Passive acoustic monitoring was completed for a total of 20,769 hours. Continuous monitoring was achieved for a full year. Bottlenose dolphin detections occurred in a total of 452 hours.

Bottlenose dolphins were detected in every month sampled except in February and May, suggesting an almost year-round use of this MPA. The % DPH per month varied between 0 and 9.8 (Figura 42). Highest presence occurred in May and lowest in August, however differences in dolphin occurrence between summer and winter was not significant ($H_{1,12} = 0$, $p = 1$, Winter mean rank = 6.5 and Summer mean rank = 6.5).

Bottlenose dolphins were detected in the 24 hours. Differences in %DPH between day time and nighttime were not significant ($H_{1,24} = 1.5$, $p > 0.05$, Day mean rank = 10.8 and Night mean rank = 14.3). Dolphin presence did not show a diel pattern in this MPA, although the data suggest that occurrence was lower during the central hours of the day (Figura 43).

Average ICI was obtained for the 24 hours. Click rate did not show any significant diel pattern ($H_{1,24} = 0.02$, $p > 0.05$, Day mean rank = 12.3 and Night mean rank = 12.7), although click rate was faster at 8 h and lowest at 15 h (Figura 44).

6.3.1.1.4.1.2 Dragonera

Passive acoustic monitoring was successfully completed for a total of 6609 hours. Continuous monitoring was achieved for all 4 months of sampling, based on the regulated artisanal fishing periods. Bottlenose dolphin detections occurred in a total of 108 hours.

Bottlenose dolphins were detected in every month sampled suggesting potential interactions with fishing gear throughout the season. The % DPH per month varied between 2.6 and 5.6 (Figura 42). Highest presence occurred in June and lowest in May.

Bottlenose dolphins were detected in the 24 hours. Differences in %DPH between day and night periods were not significant ($H_{1,24} = 1.3$, $p > 0.05$, Day mean rank = 11.0 and Night mean rank = 14.3). Dolphin presence was lowest at 9 h and highest at 21 h (Figura 43).

Average ICI was obtained for the 24 hours. Click rate did not show any significant diel pattern ($H_{1,24} = 0.4$, $p > 0.05$, Day mean rank = 11.7 and Night mean rank = 13.5).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

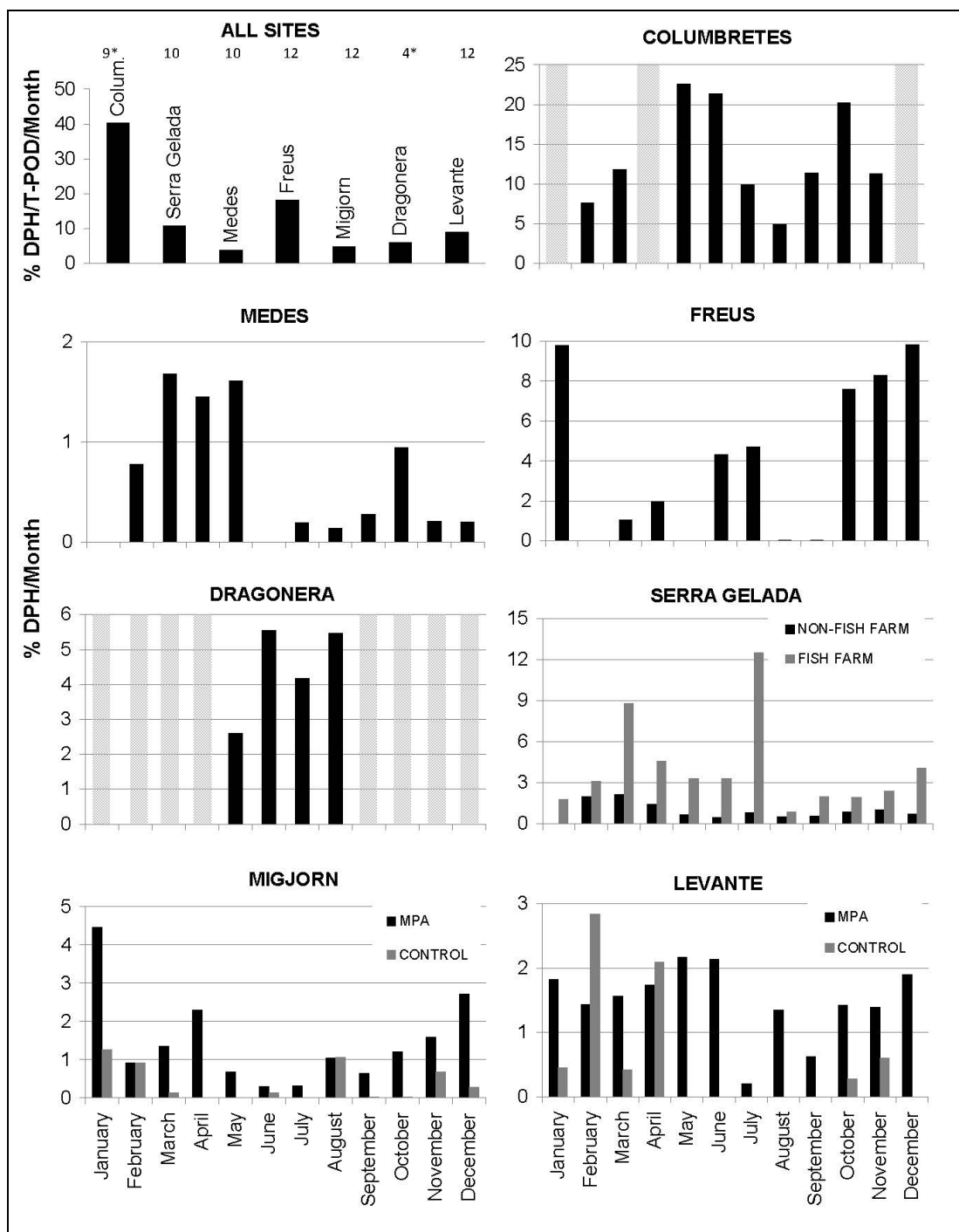


Figura 42. Bottlenose dolphin seasonal presence in % DPH/month for every MPA. Note: For all sites panel y axis is %DPH/month/T-POD. For Columbretes and Dragonera, grey boxes denote lack of data.

6.3.1.1.4.1.3 Migjorn

Passive acoustic monitoring was successfully completed for a total of 17,750 hours. Continuous monitoring was achieved for the full year of monitoring. Bottlenose dolphin detections occurred in a total of 189 hours, 64 % of the DPH occurred within the MPA and 36 % in the control location.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Bottlenose dolphins were detected in every month sampled suggesting a year-round use of this MPA. The % DPH per month within the MPA varied between 0.3 and 4.5 (Figura 42). Highest presence occurred in January and lowest in July. Seasonal dolphin occurrence was significantly higher in winter than summer within the MPA ($H_{1,12} = 5.7$, $p < 0.05$, Winter mean rank = 8.3 and Summer mean rank = 3.0) but differences were not significant in the control location ($H_{1,12} = 0.07$, $p > 0.05$, Winter mean rank = 6.3 and Summer mean rank = 6.9).

Bottlenose dolphins were detected within the MPA in 23 of the 24 hours. The use of this MPA indicates a highly significant preference for night time hours in both the MPA and the control locations (for MPA: $H_{1,24} = 16.7$, $p < 0.01$, Day mean rank = 7.1 and Night mean rank = 18.9, for control location: $H_{1,24} = 12.6$, $p < 0.01$, Day mean rank = 7.8 and Night mean rank = 18.0) (Figura 43).

Average ICI was obtained for 20 of the 24 hours. Click rate did not show any significant diel pattern within the MPA or the control location (for MPA: $H_{1,24} = 0.4$, $p > 0.05$, Day mean rank = 11.7 and Night mean rank = 13.5, for control location: $H_{1,24} = 0.5$, $p > 0.05$, Day mean rank = 11.5 and Night mean rank = 13.7) (Figura 44).

6.3.1.1.4.1.4 Levante

Passive acoustic monitoring was successfully completed for a total of 13,204 hours. Continuous monitoring was achieved for a full year. Bottlenose dolphin detections occurred in a total of 158 hours, 80 % of the DPH occurred within the MPA and 20 % in the control location.

Bottlenose dolphins were detected in every month sampled suggesting a year-round use of this MPA. The % DPH per month within the MPA varied between 0.2 and 2.2 (Figura 42). Highest presence occurred in May and lowest in July. Differences in dolphin occurrence between summer and winter was not significant both within the MPA and the control location (for MPA: $H_{1,12} = 2.3$, $p > 0.05$, Winter mean rank = 7.7 and Summer mean rank = 4.3, for control location: $H_{1,12} = 3.2$, $p > 0.05$, Winter mean rank = 5.9 and Summer mean rank = 2.0).

Bottlenose dolphins were detected within the MPA in the 24 hours. The use of this MPA indicates a highly significant preference for night time hours within the MPA and significant preference for night time hours in the control location (for MPA: $H_{1,24} = 14.0$, $p < 0.01$, Day mean rank = 7.5 and Night mean rank = 18.4, for control location: $H_{1,24} = 4.5$, $p < 0.05$, Day mean rank = 9.7 and Night mean rank = 15.8) (Figura 43).

Average ICI was obtained for the 24 hours within the MPA but only for 19 of the 24 hours in the control location. Differences in ICI between day and night time were highly significant within the MPA, with lowest ICIs at night time ($H_{1,24} = 9.3$, $p < 0.01$, Day mean rank = 16.5 and Night mean rank = 7.7). There were no significant differences in ICI in the control location ($H_{1,24} = 0.1$, $p > 0.05$, Day mean rank = 10.4 and Night mean rank = 9.6) (Figura 44).

Results from Migjorn (excluding the control location) yielded lowest average ICIs with 37.7 ms. This MPA was followed by average ICIs of 45.74 ms in fish farm locations in Serra Gelada. Average ICIs in all other MPAs were above 50 ms (Figura 45).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

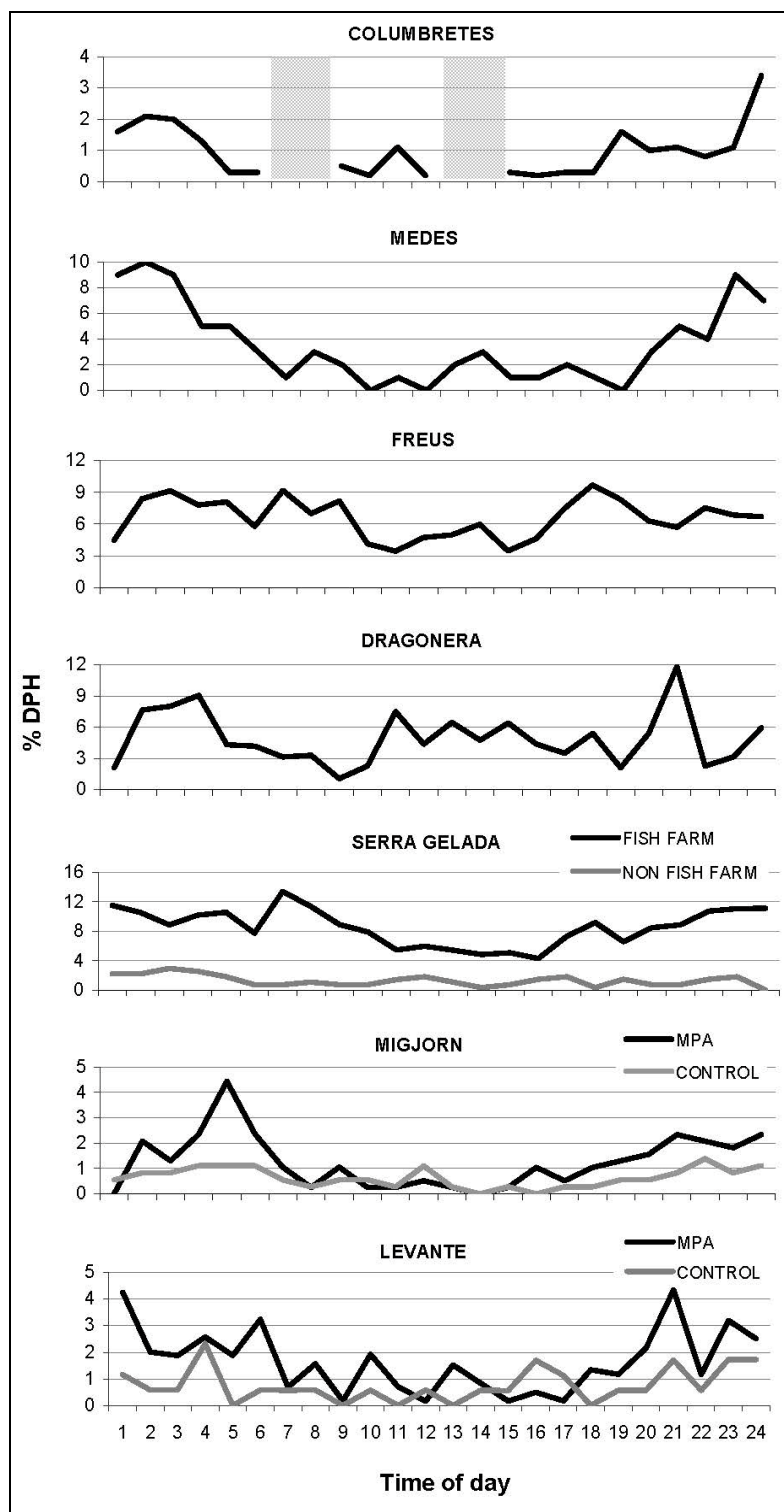


Figura 43. Bottlenose dolphin diel presence in %DPH over the total number of hours sampled for each hour of the day in each MPA. For Columbretes, grey boxes denote lack of data.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

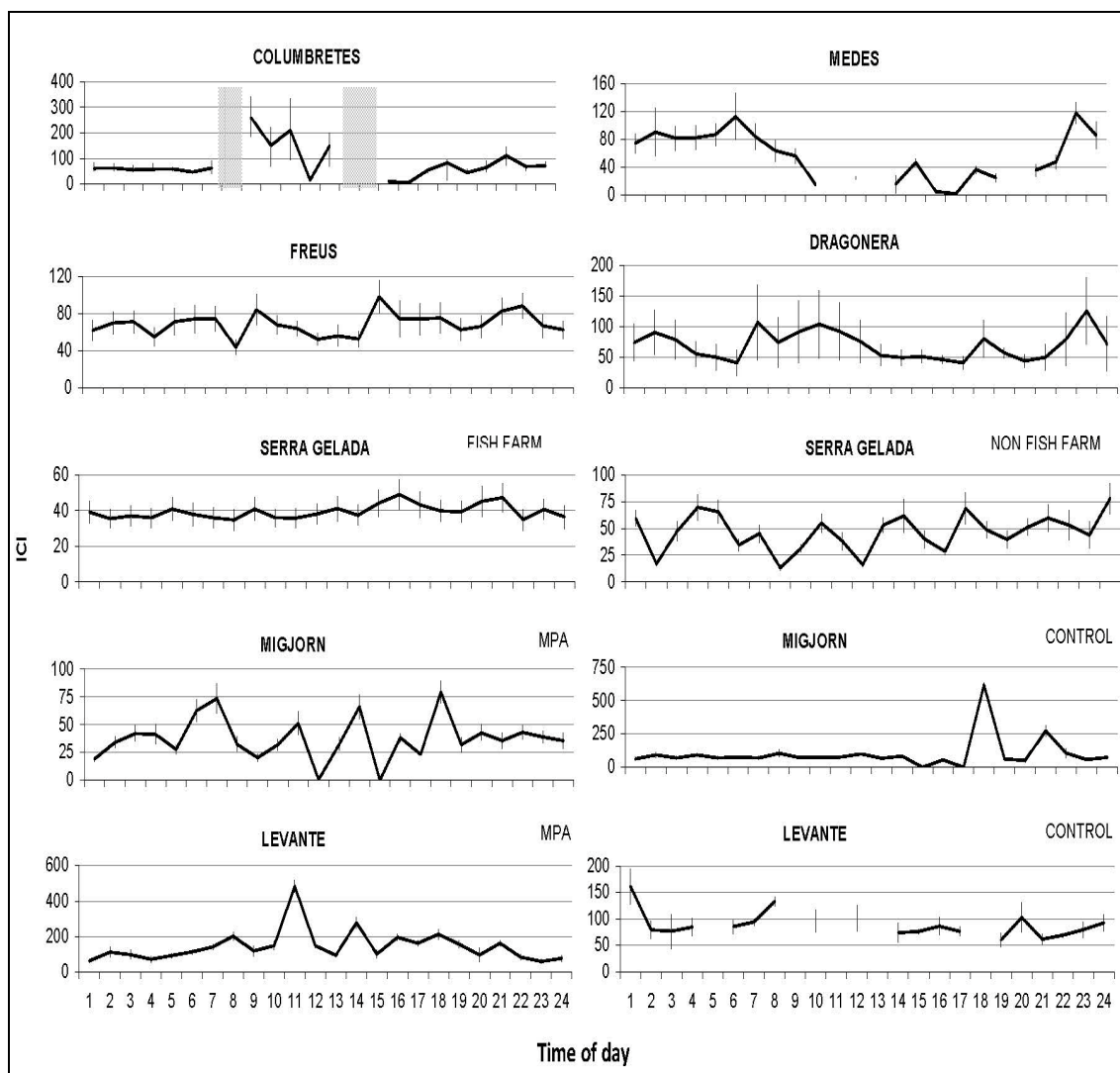


Figura 44. Maximum, minimum and average ICI calculated for all click trains detected in each hour of the day averaged for all deployment locations in each MPA. In Serra Gelada, average results were separated from fish farm and non-fish farm locations. For Migjorn and Levante average results were separated from the control locations and the MPA locations.

Taula 5. Characteristics of bottlenose dolphin presence (year-round presence, seasonal differences and diel differences) and echolocation behavior (diel differences in ICI) in each MPA.

MPA	Sample size (days)	Year round presence	Summer/winter differences in presence	Day/night differences in presence	Day/night differences in ICI
Freus	20,769	No	No significant	No significant	No significant
Dragonera	6609	n/a	n/a	No significant	No significant
Migjorn	11,833	Yes	Significant	Highly significant	No significant
Migjorn control	5917	No	No significant	Highly significant	No significant
Levante	8803	Yes	No significant	Highly significant	Highly significant
Levante control	4401	No	No significant	Significant	No significant

6.3.1.1.4.2 Anthropogenic use

Monthly average recreational intensity was classified as low for 3 months (January, March and December), moderate for 4 months (February, April, October and November) and high for 5 months (May to September) (Figura 46). The 33.33 percentile corresponded to 149 recreational events logged per month and the 66.66 percentile to 2308 events per

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

month. The maximum average per month was 4291 and occurred in August and the lowest was 66 in December.

Pearson's chi-squared test results highlighted an inverse relationship between bottlenose dolphin presence (%DPH) and the level of intensity of recreational activities in MPAs. For months with low average recreational intensity there was no relationship with dolphin presence (Chi-Square = 3.2, df = 5, $p > 0.05$), for months with moderate average recreational intensity there was a significant decrease in dolphin presence (Chi-Square = 11.2, df = 5, $p < 0.05$) and for months with high average recreational intensity there was a highly significant decrease in dolphin presence (Chi-Square = 16.0, df = 5, $p < 0.01$).

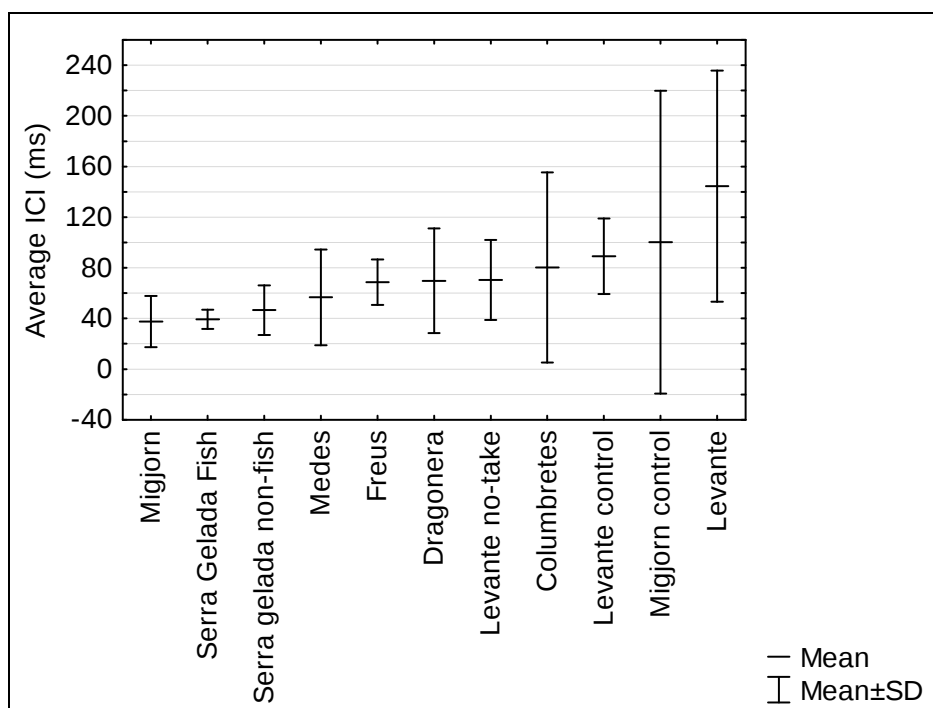


Figura 45. Overall ICI average (in milliseconds) and 1x standard deviation from all the echolocation click trains detected in each MPA. Note: For Levante, averages were calculated for three different areas: the fishing prohibited MPA zone alone (Levante no-take), both the fishing prohibited and permitted MPA zones (Levante) and the control location alone (Levante control).

6.3.1.1.5 Discussion

6.3.1.1.5.1 Overall bottlenose dolphin presence

Bottlenose dolphins were present in all MPAs included in this study with year round detections in three of the five MPAs that were successfully monitored for 12 consecutive months. Months without detections in Columbretes occurred because of instrument servicing delays. However the overall amount of acoustic detections obtained during all other months, over 40 % DPH/month/T-POD, doubles the amount of detections from the second highest MPA. This suggests that bottlenose dolphins are very common in this area and might be present year round. This suggestion is supported by opportunistic sightings observed year-round by the MPA staff (Belenguer & Kersting, 2011) and by results from Raga & Pantoja (2004), the only study that covered all seven MPAs with visual methods. These authors underlined that the upwelling conditions in this archipelago make it an ideal foraging habitat for the bottlenose dolphin.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

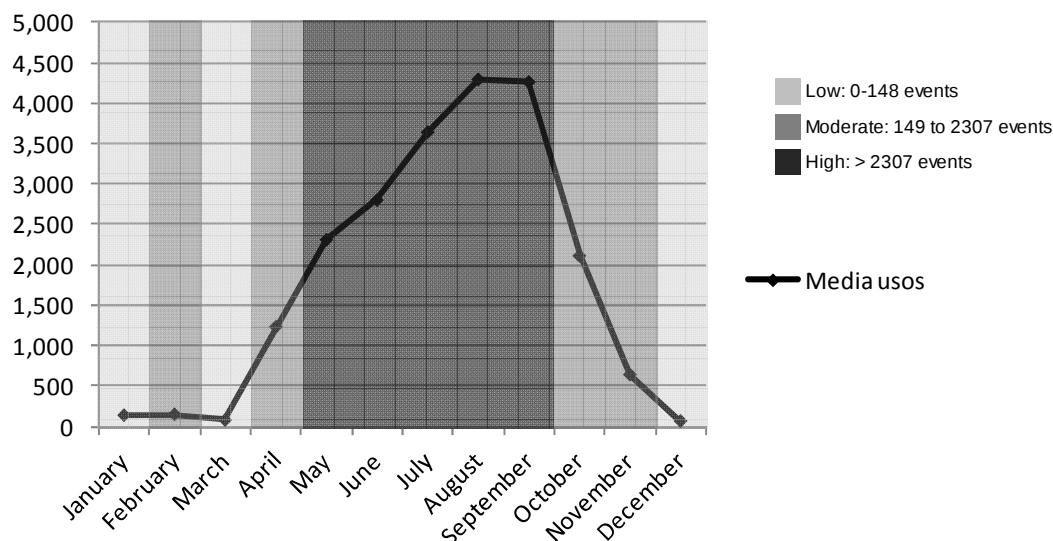


Figura 46. Amount of recreational use events per month averaged from the seven MPAs and divided in three levels of intensity, low, moderate and high, according to the 33.33 and 66.66 percentile ranking.

Freus was ranked the second MPA based on the amount of overall bottlenose dolphin presence with 18.2 % DPH/month/T-POD. Even if dolphins were absent or rarely detected in four of the twelve months sampled here, dolphins spent many hours within the T-POD detection range when present. This MPA is located between two islands in the Balearic archipelago, Ibiza to the north and Formentera to the south. The northeastern sector of this MPA, where a T-POD was deployed, is particularly protected from westward dominant winds (Cirer Costa 2002). The west side of this MPA includes an integral reserve area withholding maximum fish protection and therefore providing higher potential for prey availability. Also, the main trawler fleet from Ibiza and Formentera (11 vessels in 2009) usually crosses this MPA while transiting to and from fishing areas, providing additional foraging opportunities (Gonzalvo et al. 2008). These three features enhance the importance of this MPA for bottlenose dolphins and explains, at least in part, the high % DPH obtained in this area.

Bottlenose dolphin presence in the rest of MPAs monitored (Levante, Dragonera, Migjorn and Medes) was below 10% DPH/month /T-POD and even if each MPA habitat is characterized by different management or ecosystem features (e.g. differences in fishing regulations, in underwater habitats and coverages like seagrass *Posidonia oceanica* meadows, sandy, coralligenous and precoraligenous sea beds), none was identified as having any remarkable influence in bottlenose dolphin presence.

Overall, bottlenose dolphin detections were obtained in most of the months for all seven MPAs included in this study. These results clearly highlight the importance of these areas as part of the habitat of the highly fragmented and vulnerable Mediterranean bottlenose dolphin subpopulation. This study does not allow determining the interconnection or relationship between acoustic detections in the different MPAs monitored, but considering the substantial amount of DPH obtained across MPAs, the offshore presence of bottlenose dolphins around these MPAs (Forcada et al. 2004) and the habitat ranges of other bottlenose dolphin populations (Bearzi et al. 2006), it is probable that several of these MPAs are used by the same groups of bottlenose dolphins. Therefore, the relatively high

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

number of DPH obtained in some of these MPAs must be interpreted as a consequence of habitat preferences rather than high dolphin abundance and demonstrates the importance of MPAs for the conservation of the Mediterranean bottlenose dolphin subpopulation in Spanish waters.

6.3.1.1.5.2 Seasonality in dolphin presence

Only Migjorn showed significant summer/winter seasonality in bottlenose dolphin presence. Dolphins were detected more often during winter than summer months. However, this pattern was not significant in the control location. These differences could suggest that bottlenose dolphins use both areas in different ways.

The lack of continuity in sampling at Columbretes, with January, April and December unsampled, impeded a correct evaluation of seasonal preferences. The lack of significance between summer and winter presence might be due, at least in part, to this interruption of data. Results from opportunistic sightings made by MPA staff over a period of 20 years suggests a peak in presence in Spring, from March to June and lowest presence from July to February (Belenguer & Kersting 2011). These results are in accordance to the acoustic data presented here except for the month of October, where we identified a relatively high number of %DPH. Both the visual and the acoustic data suggest that, while bottlenose dolphins are present year-round in this MPA, they have a general preference for the spring season.

The two MPAs where a control location was included in the design, Levante and Migjorn, offered an opportunity to evaluate potential preferences for protected waters. The %DPH was consistently higher in both MPAs than in their respective control locations, supporting this hypothesis.

Dolphin monthly presence in Levante, Freus and Medes was variable but without significant differences between summer and winter. However, monthly distribution of acoustic detections was different across these three MPAs. Differences in dolphin presence between these three MPAs could reflect dissimilarities in habitat characteristics between areas such as differences in prey accessibility, but could also be related to dolphin movement patterns across a broad region encompassing the MPAs included in this study. For instance, the %DPH is high in early winter in all the MPAs from the Balearic basin (Freus, Migjorn and Levante) while this occurs in spring in all MPAs within the Iberian continental shelf (Medes, Columbretes, Serra Gelada). This broader scale difference (i.e. Balearic vs. continental shelf areas) fits well with the limited knowledge on population structure in Spanish Mediterranean waters. Stable isotope signatures from stranded dolphins from Catalonia and Valencia (regions where Medes, Serra Gelada and Columbretes are located) were indistinguishable, suggesting a common distribution area; however, dolphin samples from the Balearic Islands differed from those of mainland Spain in their DDT/PCB ratio, suggesting that the deep waters between the Balearic Islands and the Iberian Peninsula represent an effective barrier for the species (Borrell et al., 2006). This information suggests that bottlenose dolphins detected in Medes, Columbretes and Serra Gelada correspond to a different population than the ones detected in Freus, Migjorn and Levante. Unfortunately, there is not enough knowledge regarding dolphin movement patterns within the Balearic Islands or the continental waters of the Spanish Mediterranean Sea to enable a more detailed interpretation of the differences in our seasonal presence results across MPAs. Seasonal differences in dolphin presence between MPAs from the Balearic Basin and the Iberian continental shelf could also be well related to geographical

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

differences in their foraging habits. Diet and foraging behavior appear to vary widely depending on area, season or trophic niche occupied by bottlenose dolphins and even geographically contiguous groups may show dramatically different prey preferences (Bearzi et al. 2008). Therefore, it could be possible that the peak in dolphin presence in spring in MPAs from the Iberian continental shelf and in early winter in MPAs from the Balearic basin is related to different prey species becoming available in these areas at different seasons. However, limited knowledge on demersal and epipelagic fish species typically found in the Mediterranean bottlenose dolphin diet indicates that these are available year-round and do not present significant seasonal changes in their abundance based on both trawling surveys and recreational fishing (Massuti & Reñones 2005, Morales-Nin et al. 2005, Coll 2005). Despite the fact that this data is not exhaustive, it suggests that prey availability might not be the main explanation for differences in dolphin seasonal presence across these MPAs.

6.3.1.1.5.3 Diel pattern in dolphin presence

There was a marked diel pattern in bottlenose dolphin presence in most of the MPAs, with a clear increase in the %DPH during night time. Only Freus and Dragonera did not show significant differences in dolphin detections between day and night time. Food availability seems to be one of the main drivers of bottlenose dolphin distribution (Hastie et al. 2004). Bottlenose dolphins have commonly been reported to follow trawling boats to take advantage of discarded fish or seize fish from the net in different areas of the Mediterranean Sea (Bearzi et al. 1999, Gonzalvo et al. 2008, Fortuna et al. 2010, Pace et al. 2012) and elsewhere (Leatherwood, 1975; Fertl & Leatherwood, 1997; Corkeron et al., 1990; Broadhurst, 1998; Chilvers & Corkeron, 2001, Svane 2005, Saifullah et al. 2009, Ansmann et al. 2012). As such, the presence of a trawler fishery fleet of 11 vessels in the nearby ports of Ibiza, San Antonio and Formentera, recurrently transiting near or through Freus, might have an important influence in diel bottlenose dolphin presence in this MPA. Trawling in Balearic Islands territorial waters is regulated by Law BOCAIB number 82, limiting the trawler to operate for a maximum of 13 hours per day, starting at 4 am and ending at 4 pm for the fleet in Ibiza. This means that trawlers would leave the port of Ibiza anytime after 4 am and return to this area before 4 pm each day. The % DPH in Freus is lower between 10 am and 4 pm, suggesting that dolphin presence is lower during the central hours of the day, when trawlers are operating offshore, away from Freus, but are more commonly detected before and during trawler departure by 4 am and after their recall at 4 pm. This relationship between dolphin presence and trawler schedule activity is even more pronounced in Migjorn. This MPA embraces the waters around the city of Majorca, the island capital with a commercial trawler fleet of 32 vessels in 2011. In this MPA, diel pattern in dolphin presence peaks at 5 am, is lowest during the central hours of the day and increases again after 5 pm. Regulations for the fleet in Majorca allow trawlers to operate from 5 am to 5 pm, therefore bottlenose dolphin presence peaks right at the departure time of trawlers from the port of Majorca, is lowest during the day when trawlers are operating offshore away from the MPA and increases after vessels recall at 5 pm.

Bottlenose dolphins were detected more often during nighttime than during daytime in Columbretes, Medes and Levante. In these cases, an increase in prey availability during nighttime could explain opposite results to Díaz López et al. (2012). Columbretes is the only offshore MPA near the continental shelf included in this study. It has been described as a favorable foraging area for bottlenose dolphins (Raga & Pantoja 2004). In the absence of fish farms, a nightly increase in zooplanktivorous fish could attract bottlenose dolphins

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

to Columbretes. Results from Levante also fit with this hypothesis because dolphins showed stronger preference for protected waters than the control area.

In contrast, echolocation detection characteristics in Medes, suggest that bottlenose dolphins engaged in foraging more often during daytime than nighttime, despite a highly significant preference to use this area during nighttime. These results can only be explained if environmental differences between Columbretes, Levante and Medes provide habitats of different use by bottlenose dolphins. For example, Columbretes and Levante could be preferred sites to forage during nighttime due to the availability of prey, while Medes could be a preferred site to rest or mill during nighttime due to its coastal and protected nature. Predictable daily movement patterns moving into protected inshore areas to rest has been described in other dolphin species (Johnston et al. 2008, Notarbartolo di Sciara et al. 2008),

Differences in diel presence were not significant in Dragonera. However the % DPH is highest from 2 am to 4 am and at 9 pm. While shore-based set nets where T-PODs were placed are permanently set for the whole permitted period, fishermen visit their nets twice daily to collect the catch and visits, typically early in the morning and late in the evening (Martínez 1992). Interactions with artisanal fisheries are common in the Balearic Islands and often dolphins avoid encounters with fishermen when visiting their gear (Brotons et al. 2008). Therefore, the peak in dolphin presence between 2 and 4 am could be related to an avoidance behavior to fishermen while visiting their nets before they collect their catch later in the morning and same for the peak at 9 pm before the evening visit by fishermen.

6.3.1.1.5.4 Diel pattern in echolocation inter-click interval (ICI)

It is expected that bottlenose dolphins use MPAs with different environmental characteristics in different ways as this species has shown to be extremely opportunistic and adaptive (Shane et al. 1986). Results from both Migjorn and Levante, the only two MPAs where the sampling design included a control deployment, suggest that bottlenose dolphins use these MPAs to forage during nighttime because in both MPAs, dolphins were detected more often within the MPAs than in the control locations, ICIs were shorter within the MPAs and significantly shorter during night time. Results suggest that at least these two MPAs are successful in providing a more suitable foraging habitat than their surrounding environments.

The peak in presence between 2 am and 4 am in Dragonera, presumably before fishermen collect their catch from their set nets, corresponds well with low average ICIs, suggesting that the echolocation behavior is often aimed to prey targets.

When comparing average ICI results across the seven MPAs, it is clear that echolocation characteristics are different in each location and that results cannot be generalized. However, locations where prey resources are concentrated, such as fish farms or trawling activity, yielded lowest average ICIs, supporting the relationship between low hourly average ICI and feeding behaviour. Differences in feeding behaviour characteristics across MPAs are indicative of dissimilarities in the type and timing of available resources offered by MPAs to bottlenose dolphins, highlighting the ecological variability of their habitat and the opportunistic nature of their habitat preference.

The observed opposite diel patterns in foraging behaviour, substantial differences in overall foraging activity among MPAs and differences in primary behaviour emphasize the dissimilar use of MPAs by bottlenose dolphins and the need for caution when generalizing what resources are provided by protected waters for cetaceans.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

6.3.1.1.5.5 Anthropogenic use

An evident and general observation across all MPAs included in this study is the preference by dolphins for winter months and night time periods. While dolphin night time preference could be explained by natural variations in prey availability, dolphin seasonal presence is not supported by the available information on seasonality of prey presence. Therefore, other features than prey availability must have an important weight in the habitat preference by bottlenose dolphins. Forcada et al. (2004) argued the need to investigate the relationship between the seasonality of bottlenose dolphins in the northwest Mediterranean basin and the increased level of tourism, in particular during the summer period. The authors underscored their concern for potential adverse effects such as the abandonment of primary foraging habitats and the urgency to regulate tourism in key areas in an ecosystem-management context. Even if recreational boat traffic has increased dramatically in the Mediterranean in recent decades (Dobler 2002) and negative effects have been reported from other places around the world (Allen & Read 2000; Dolman et al. 2001, Lusseau 2004, 2005; Bejder et al. 2006), bottlenose dolphin displacement or habitat loss in the Mediterranean Sea has been reported only in coastal waters of Croatia (Rako et al. 2013). Both the seasonal and diel patterns in dolphin presence described in the seven MPAs included in this study support the hypothesis of a temporary displacement during summer by recreational activities. These activities are strongly intensified during summer months and primarily occur during the day. The strong inverse relationship between dolphin presence and average recreational intensity can be interpreted as a direct measure of displacement: There is no evident displacement during months of low average recreational intensity, but when the level of recreational intensity is moderate the displacement is significant, and for high levels very significant.

Diel differences in prey availability and in recreational intensity might cause an additive effect in bottlenose dolphin presence. An increase in prey availability during nighttime concurrent with a decrease in recreational intensity might enhance the preference for MPAs during nighttime. It would be important to better understand if the absence of recreational activities during the day time would improve bottlenose dolphin foraging opportunities in MPAs.

It is important to note that displacement might have a stronger impact in the survival of bottlenose dolphins if this happens in critical areas or areas of high importance. As discussed in section 6.3.1.1.5.1, the relatively high number of DPH obtained in some of these MPAs demonstrates the importance of these areas for the conservation of the Mediterranean bottlenose dolphin subpopulation in Spanish waters. Seasonal displacement seems to be recurrently happening in these areas from February to November every year.

While the declaration of MPAs acts as a protection measure for marine biodiversity, it also facilitates a seasonal increase in recreational activities which in turn displace bottlenose dolphins. Many MPAs in Spanish Mediterranean waters enclose strict regulations regarding fishing activities because these directly impact the ecosystem, but very few regulate recreational activities. The observed seasonal displacement as a consequence of an increase in seasonal activities in these MPAs reflects a direct impact in the ecosystem. These results suggest that the current regulation of recreational activities or its absence in these MPAs should be considered inadequate to provide a comprehensive conservation of their ecosystems. This is of particular importance in MPAs where the presence of bottlenose dolphins was an important element in their declaration. Considering the current conservation status of the Mediterranean bottlenose dolphin subpopulation and in view of

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

the requirements of the EU Marine Strategy Framework Directive, the impact of recreational activities in MPAs on bottlenose dolphins should be urgently addressed.

6.3.1.1.6 Conclusions

The results of this study suggest that long term acoustic monitoring of bottlenose dolphins with echolocation loggers in Spanish Mediterranean MPAs is a successful and cost-effective method that could cover the needs required under the EU Habitats Directive (92/43/EEC) and the Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC). In general, the acoustic results obtained in this study provided a detailed description of MPA use by bottlenose dolphins. These results allowed the description of important features for an appropriate conservation management framework, such as strong differences in bottlenose dolphin presence among MPAs with different human recreational use regimes and important seasonality and diel pattern in dolphin presence related to the intensity of recreational use. The observed dissimilar use of MPAs by bottlenose dolphins call for caution when generalizing what resources are provided by different protected waters for cetaceans and highlight the importance and need of long-term cetacean monitoring plan in MPAs. This would further facilitate informed ecosystems-based management decisions towards more effective conservation of marine resources, including the vulnerable Mediterranean bottlenose dolphin.

6.3.1.1.7 Literature cited

Allen MC, Read AJ (2000) Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. *Mar Mammal Sci* 16:815-824

Ansmann IC, Parra GJ, Chilvers BL, Lanyon JM (2012) Dolphins restructure social system after reduction of commercial fisheries. *Anim Behav* 84:575-581

Ashe E, Noren DP, William R (2010) Animal behaviour and marine protected areas: incorporating behavioural data into the selection of marine protected areas for an endangered killer whale population. *Anim Conserv* 12:196–203

Badalamenti F, Ramos AA, Voultsiadou E, Sánchez-Lizaso JL, D'Anna G, Pipitone C, Mas J, Ruiz-Fernandez JA, Whitmarsh D, Riggio S (2000) Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environ Conserv* 27:110–120

Bailey H, Clay G, Coates EA, Lusseau D, Senior B, Thompson PM (2010) Using T-PODs to assess variations in the occurrence of coastal bottlenose dolphins and harbour porpoises. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 20:150–158

Bearzi G, Fortuna C, Reeves R (2009) Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Rev* 39:92–123

Bearzi G, Fortuna CM (2006) Common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation) In: The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea (eds) R.R. Reeves & G. Notarbartolo di Sciarra, p 64–73. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Málaga, Spain

Bearzi G, Fortuna CM, Reeves RR (2008) Ecology, behaviour and conservation of Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Mediterranean Sea. *Mammal Rev* 39:92–123

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- Bearzi G, Holcer D, Notarbartolo di Sciara G (2004) The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 14:363–379
- Bearzi G, Politi E, di Sciara GN (1999) Diurnal behavior of free-ranging bottlenose dolphins in the Kvarneric (northern Adriatic Sea). *Mar Mam Sci* 15:1065-1097
- Bejder L, Samuels A, Whitehead H, Gales N, Mann J, Connor R, Heithaus M, Watson-Capps J, Flaherty C, Krützen M (2006) Decline in relative abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp) exposed to long-term disturbance. *Conserv Biol* 20:1791-1798
- Belenguer R, Kersting D (2011) Cetáceos en la Reserva Marina de las Islas Columbretes (Mediterráneo noroccidental): 20 años de avistamientos oportunistas. *Mediterranea* 22:101-125
- Blanco JC, González JL (1992) Libro rojo de los vertebrados de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA, Colección Técnica, Madrid
- Borrell A, Aguilar A, Forcada J, Fernández M, Aznar FJ, Raga JA (2000) Varamiento de cetáceos en las costas españolas del Mediterráneo durante el período 1989–1992. *Misc Zool* 23:53–69
- Borrell A, Aguilar A, Tornero V, Sequeira M, Fernandez G, Alis S (2006) Organochlorine compounds and stable isotopes indicate bottlenose dolphin subpopulation structure around the Iberian Peninsula. *Env Int* 32:516-523
- Broadhurst M (1998) Bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, removing bycatch from prawn-trawl codends during fishing in New South Wales, Australia. *Mar Fish Rev* 60:9–14
- Brotons JM, Grau AM, Rendell L (2008) Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearic Islands. *Mar Mammal Sci* 24:112–127
- Cañadas A, Hammond PS (2006) Model-based abundance estimates for bottlenose dolphins off Southern Spain: implications for conservation and management. *J Cetacean Res Manag* 8:13–27
- Cañadas A, Sagarminaga R, de Stephanis R, Urquiola E, Hammond PS (2005) Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst* 15:495–521
- Carlström J (2005) Diel variation in echolocation of wild harbor porpoises. *Mar Mamm Sci* 21:1–12
- Chilvers BL, Corkeron PJ (2001) Trawling and bottlenose dolphins' social structure. *Proc R Soc Lond B* 268:1901–1905
- Cirer Costa F (2002) Formentera In: Enciclopèdia d'Eivissa i Formentera (eds.) Tur JM, Ribas Fuentes JA, Tur Marí J, Bennàsar Roig A, Marí Marí J, Ribes i Marí E. p: 91-259 Volume 6. Consell Insular d'Eivissa i Formentera./ Res Pública Edicions, Ibiza, Spain.
- Coll (2005) Seguiment de la reserva marina de la Badia de Palma, Informe final. Conselleria d'Agricultura i Pesca, Govern de les Illes Balears, Spain.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- Corkeron PJ, Bryden MM, Hedstrom KE (1990) Feeding by bottlenose dolphins in association with trawling operations in Moreton Bay, Australia. In: Leatherwood S, Reeves RR (Eds.) The bottlenose dolphin. Acad Press, San Diego, California. p 329–336
- Díaz B, Bernal J (2007) Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) presence and incidental capture in a marine fish farm on the north-eastern coast of Sardinia (Italy). J Mar Biol Assoc UK 87:113–117
- Díaz López b, Addis A, Fabbiano F (2013) Ecology of common bottlenose dolphins along the North-western Sardinian coastal waters (Italy). Thalassas 29(2):35–44
- Díaz López B (2012) Bottlenose dolphins and aquaculture: interaction and site fidelity on the north-eastern coast of Sardinia (Italy). Mar Biol. DOI 10.1007/s00227-012-2002-x
- Dobler JP (2002) Analysis of shipping patterns in the Mediterranean and Black seas. CIESM Workshop Monographs 20:19–28
- Dolman SJ, Parsons ECM, Simmonds MP (2001) Noise sources in the cetacean environment. International Whaling Commission doc SC/54/E7. International Whaling Commission, Impington, Cambridge
- Fertl D, Leatherwood S (1997) Cetacean interactions with trawlers: a preliminary review. J Northwest Atl Fish Sci 2:219–248
- Forcada J, Aguilar A, Hammond PS, Pastor X, Aguilar R (1994) Distribution and numbers of striped dolphins in the western Mediterranean Sea after the 1990 epizootic outbreak. Mar Mamm Sci 10:137–150
- Forcada J, Gazo M, Aguilar A, Gonzalvo J, Fernández-Contreras M (2004) Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: addressing heterogeneity in distribution. Mar Ecol Prog Ser 275:275–287
- Forcada J, Hammond PS (1998) Geographical variation in abundance of striped and common dolphins of the western Mediterranean. J Sea Res 39:313–325
- Forcada J, Notarbartolo di Sciara G, Fabbri F (1995) Abundance of fin whales and striped dolphins summering in the Corso-Ligurian Basin. Mammalia 59:127–140
- Fortuna CM, Vallini C, Filidei E (2010) By-catch of cetaceans and other species of conservation concern during pair trawl fishing operations in the Adriatic Sea (Italy). Chem Ecol 26:65–76
- Francour P, Harmelin JG, Pollard D, Sartoretto S (2001) A review of marine protected areas in the northwestern Mediterranean region: siting, usage, zonation and management. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst 11:155–188
- Game ET, Grantham HS, Hobday AJ, Pressey RL, Lombard AT, Beckley LE, Gjerde K, Bustamante R, Possingham HP, Richardson AJ (2009) Pelagic protected areas: the missing dimension in ocean conservation. Trends Ecol Evol 24:360–369
- Gómez de Segura A, Crespo EA, Pedraza SN, Hammond PS, Raga JA (2006) Abundance of small cetaceans in waters of the central Spanish Mediterranean. Mar Biol 150:149–160
- Gonzalvo J, Valls M, Cardona L, Aguilar A (2008) Factors determining the interaction between common bottlenose dolphins and bottom trawlers off the Balearic Archipelago (western Mediterranean Sea). J Exp Marine Biol Ecol 367:47–52

Grup D'estudi I Conservació De Mamífers Marins (GRUMM) (2002) Actuaciones para la conservación del delfín Mular, Memoria final. Universitat De Barcelona – Departament De Biologia Animal. Spain 179 p.

Halpern SH, Lester SE, McLeod K (2010) Placing marine protected areas onto the ecosystembased management seascape. *Proc Natl Acad Sci USA* 107:18312–18317

Hastie GD, Wilson B, Wilson LJ, Parsons KM, Thompson PM (2004) Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: Hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Mar Biol* 144:397-403

Hoyt E (2011) Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises: a World Handbook for Cetacean Habitat Conservation and Planning. Earthscan, Oxon, USA

ICONA (1986) Red Data List of the vertebrates from Spain. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Spain

INDEMARES (2009) Inventory and designation of marine Natura 2000 areas in the Spanish sea (INDEMARES). EU Environment LIFE program. <http://www.indemares.es/>

Instituto de Estudios Turísticos (IET) (2013) Balance del turismo 2012. Resultados de la actividad turística en España. Ministerio de Industria Energía y Turismo, Instituto De Turismo De España

IUCN (2013) IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org (version 2013.1.)

Jaaman SA, Lah-Anyi YU, Pierce GJ (2009) The magnitude and sustainability of marine mammal by-catch in fisheries in East Malaysia. *J Mar Biol Assoc UK* 89:907-920

Johnston DW, Robbins J, Chapla ME, Mattila DK, Andrews KR (2008) Diversity, habitat associations and stock structure of odontocete cetaceans in the waters of American Samoa, 2003–2006. *J Cetacean Res Manag* 10:59-66

Kyhn LA, Tougaard J, Teilmann J, Wahlberg M, Jørgensen PB, Bech NI (2008) Harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) static acoustic monitoring: laboratory detection thresholds of T-PODs are reflected in field sensitivity. *J Mar Biol Assoc UK* 88:1085–1091

Law 41/2010. BOE 317 December 30, p 108464-108488.

Law 42/2007. BOE 299 December 14, p 51275-5132742/2007.

Law AAA/2794/2012. BOE 312 December 28, p 88675-88682.

Law BOCAIB 82, 4/7/2000, p 10430.

Leatherwood, S., 1975. Some observations of feeding behavior of bottle-nosed dolphins (*Tursiops truncatus*) in the northern Gulf of Mexico and *Tursiops* (cf *T. gilli*) off southern California, Baja California, and Nayarit, Mexico. *Mar Fish Rev* 37:10–16

Leeney RH, Carslake D, Elwen SH (2011) Using static acoustic monitoring to describe echolocation behaviour of Heaviside's dolphins (*Cephalorhynchus heavisidii*) in Namibia. *Aquat Mamm* 37:151–160

Lusseau, D (2004) The hidden cost of tourism: Detecting long-term effects of tourism using behavioral information. *Ecol Soc* 9: 2

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- Lusseau, D (2005) Residency pattern of bottlenose dolphins (*Tursiops* spp.) in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. *Mar Ecol Prog Ser* 295:265-272
- Marine Strategy Framework Directive. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008. *Oficial Journal L* 164:19-40, 25/06/2008
- Martínez J (1992) Las técnicas de pesca en la antigüedad y su implicación en el abastecimiento de las industrias de Salazón. *CuPAVAM* 19:219-244
- Massutí E, Reñones O (2005) Demersal resource assemblages in the trawl fishing grounds off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Sci Mar* 69:167-181
- Milazzo M, Chemello R, Badalamenti F, Camarda R, Riggio S (2002) The Impact of Human Recreational Activities in Marine Protected Areas: What Lessons Should Be Learnt in the Mediterranean Sea?. *PSZNI: Mar Ecol* 23:280-290
- Morales-Nin B, Moranta J, García C, Tugores P, Grau A, Riera F, Cerdà M (2005) The recreacional fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource Management. *ICES J Mar Sci* 62:727-739
- Natoli A, Birkun A, Aguilar A, Lopez A, Hoelzel AR (2005) Habitat structure and the dispersal of male and female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *P Roy Soc Lond B Bio* 272:1217-1226
- Notarbartolo di Sciara G, Aguilar A, Bearzi G, Birkun A, Frantzis A (2002) Overview of known or presumed impacts on the different species of cetaceans in the Mediterranean and Black Seas. In: Notarbartolo di Sciara G (eds) *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas*. ACCOBAMS, Monaco, p 194-196
- Notarbartolo di Sciara G, Hanafy MH, Fouda MM, Afifi A, Costa M (2008) Spinner dolphin (*Stenella longirostris*) resting habitat in Saadai Reef (Egypt, Red Sea) protected through tourism management. *Jour Mar Biol Assoc UK* 89:211-216
- Nuuttila HK, Meier R, Evans P, Turner JR, Bennell JD, Hiddink JG (2013) Identifying foraging behaviour of wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) with static acoustic dataloggers. *Aquat Mamm* 39:147-161
- Pace DS, Pulcini M, Triossi F (2012) Anthropogenic food patches and association patterns of *Tursiops truncatus* at Lampedusa island, Italy. *Behav Ecol* 23:254-264
- Philpott E, Englund A, Ingram S, Rogan E (2007) Using T-PODs to investigate the echolocation of coastal bottlenose dolphins. *J Mar Biol Assoc UK* 87:213-221
- Piroddi C, Bearzi G, Christensen V (2011) Marine open cage aquaculture in the eastern Mediterranean Sea: a new trophic resource for bottlenose dolphins. *Mar Ecol Prog Ser* 440:255-266
- Raga JA, Pantoja J (2004) Proyecto mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español. Ministerio de Medio Ambiente. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Técnica, Madrid, p 191-217
- Rako N, Fortuna CM, Holcer D, Mackelworth P, Nimak-Wood M, Pleslić G, Sebastianutto L, Vilibić I, Wiemann A, Picciulin M (2013) Leisure boating noise as a trigger for the

Wilson B, Reid RJ, Grellier K, Thompson PM, Hammond PS (2004) Considering the temporal when managing the spatial: a population range expansion impacts protected areas-based management for bottlenose dolphins. *Anim Conserv* 7:331–338.

[illegible]

80

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

La localització dels punts de calament a les reserves seguí criteris acústics (nivell de renou de fons) i de cobertura i al mateix temps, s'intentà minimitzar les possibles interaccions amb les abundants activitats de busseig que a dites reserves tenen lloc, allunyant els aparells de les rutes més freqüentades. Tant per a aquesta elecció, com per als treballs de manteniment, descàrrega de informació i canvi de bateries, el suport de **Mar Balear**, empresa de busseig a Port Adriano, ha estat indispensable. El punt de control s'escollí per tal de ser comparable amb els registres de Malgrats i El Toro.

En total s'han enregistrat un total de 9,839 hores, distribuïdes de la següent forma: El Toro, 4,215 h, Malgrats 2,408 i Zona Control 3,216.

El POD instal·lat a les Illes Malgrats ha perdut moltes hores d'escolta (al voltant del 50%) degut a la continuada visita d'un grup de bussejadors. Sembla ser que un club de la zona, localitzà l'aparell i de tant en tant el visitava. Aquest fet no hauria de tenir cap influència al registre si no fos perquè a les visites el manipulaven per a instal·lar al sistema de pedrals i cordes, figures de taurons, "barbies"... a mode de Betlem subaquàtic. El moviment ocasionat al POD el desactivà a un parell d'ocasions, perdent així hores d'escolta.

La Zona de Control també té un nombre de registres més baix, emperò per d'altres raons. Sembla ser que és un àrea amb alta activitat pesquera, i el POD ha registrat molta informació de polsos de sondes. Aquests ocupen espai a la memòria interna de la unitat interna i han limitat la seva autonomia per davall de la durada de les bateries.

A la gràfica del percentatge d'hores positives de detecció sobre el total d'hores d'escolta, es pot observar com la presència dels dofins és més freqüent a les reserves i que, com a les altres localitzacions recollides a 6.3.1.1, són més abundants als mesos d'hivern (Figura 48).

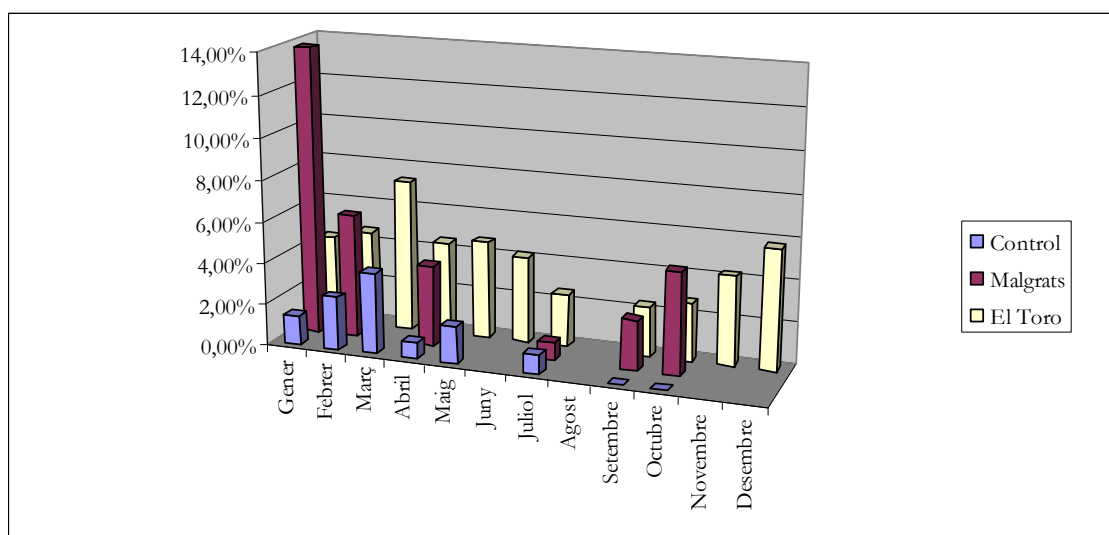


Figura 48. Percentatge DPH/hores escolta per localitzacions.

Si es calculen les mitjanes per total del mostreig a l'àrea de les Illes del Toro i Malgrats i es comparen, de forma paral·lela a 6.3.1.1, els resultats pels períodes d'hivern (octubre-maig) i d'estiu (juny-setembre) s'observen diferències (Figura 49).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

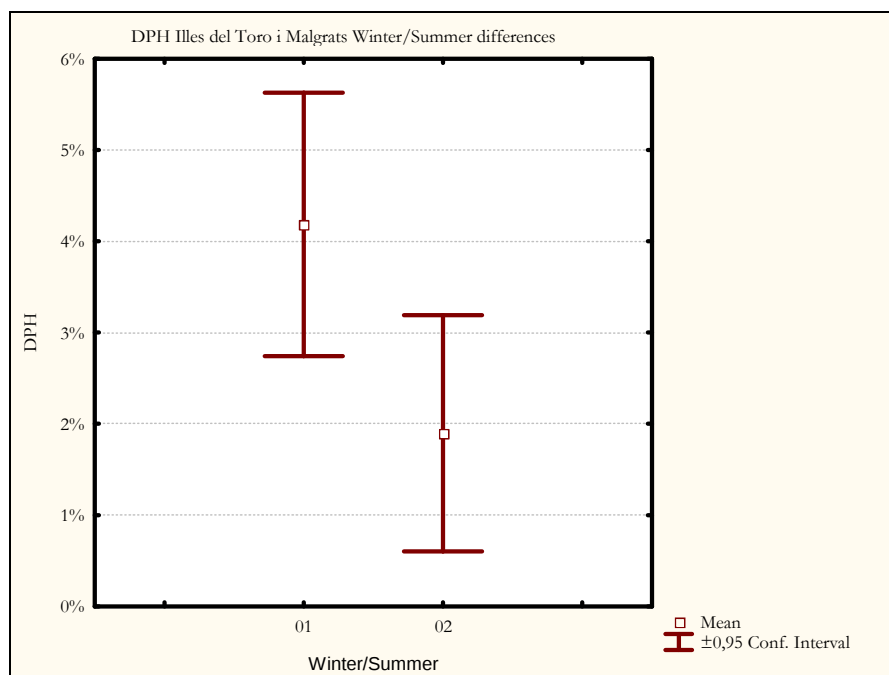


Figura 49. Mitjanes i intervals de confiança DPH/hores als períodes hivern i estiu.

Emperò, aquestes diferències, malgrat trobar-se al llindar de la significància no són estadísticament significatives, t-value 1.9228, df 24, p 0.065. Molt probablement, aquesta manca de significància estigui relacionada amb el buit de dades a les 3 localitzacions el mes d'agost que reduí el nombre de valors d'estiu. Tot veient el comportament a la resta de reserves, amb aquests nombres, es pot dir que els dofins, a les reserves marines mostren un marcat comportament estacional.

Per a la redacció d'aquesta memòria no s'ha disposat del nombre de bussejadors a les reserves per mesos. Emperò, és obvi que es tracta d'una activitat molt estacional i de gran impacte pels nombres de practicants (6.1.1.2). Al punt 6.3.1.1.5.5 ja es comenta la relació entre l'activitat antropogènica i la presència dels dofins a les reserves.

És, per tant, indispensable, per la correcta valoració i gestió de la sostenibilitat de les reserves, desenvolupar un projecte per aclarir l'impacte sobre l'ús de les zones marines protegides pels dofins de les activitats humanes.

La presència dels dofins a les reserves marines de les Illes del Toro i Malgrats no sembla presentar cap patró diari si s'observa la gràfica de distribució dels percentatges de DPH per hores al conjunt de l'any (Figura 50) per punt de mostreig. Emperò, es pot observar certa tendència a les hores nocturnes si es segueix el global de totes les localitzacions.

Si s'agrupen el total de les dades segons les hores locals de sortida i posta de sol i es calculen les seves mitjanes, les diferències horàries es veuen de forma més clara (Figura 51). Les diferències a les mitjanes, són estadísticament significatives (t-value 2.1812, df 22, p 0.040).

Per veure si aquest patró diari té a veure, de nou, amb les activitats antròpiques (molt més freqüent durant les hores diürnes, emperò, sense valors registrats), cal descartar un augment d'activitat acústica lligada a l'alimentació.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

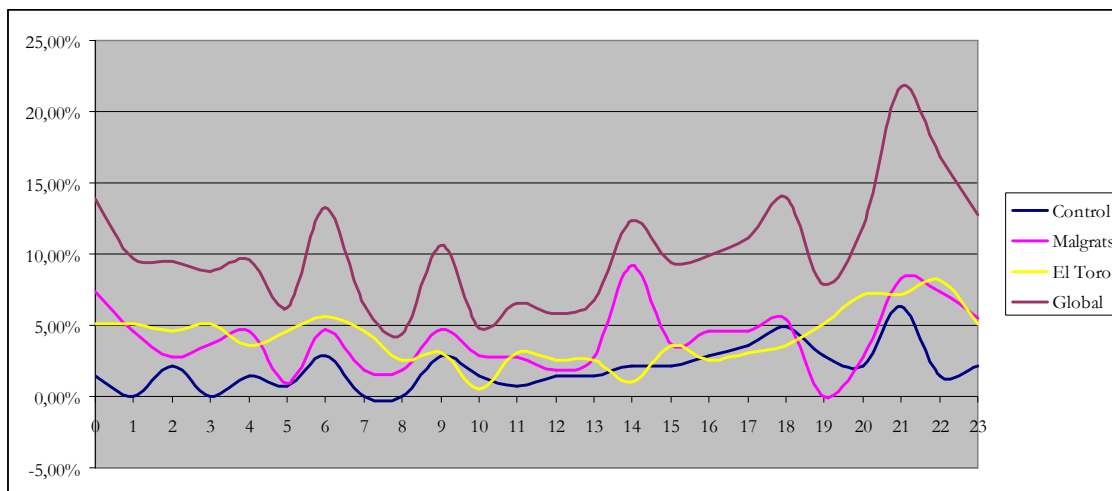


Figura 50. Percentatges DPH per hores als 3 punts d'escolta i al global.

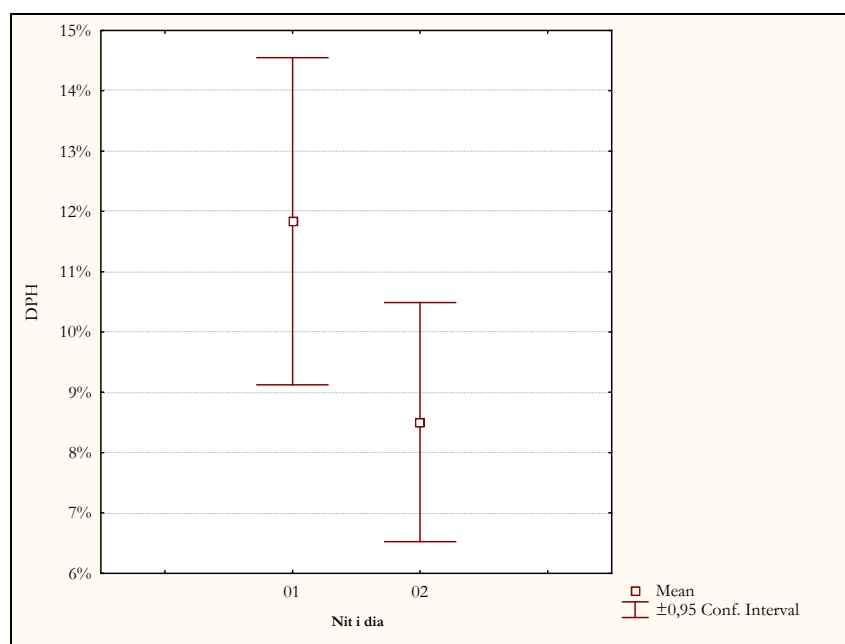


Figura 51. Mitjanes i intervals de confiança DPH/hores als períodes nit i dia.

Si s'observen els nombres dels ICI ("Intervals Inter-Clicks") a les diferents localitzacions, es pot descriure un patró marcat d'alimentació (Figura 52, Figura 53 i Figura 54). Sembla que durant els horaris nocturns, els ICI presenten valors més baixos (més ràpids) i que per tant es poden associar amb activitats d'alimentació (Figura 55).

Si s'analitzen les mitjanes dels ICI mitjans i es comparen segon l'horari, les diferències són significatives, Mann-Whitney U test, U 188.00, z -4.74, p 0.0000.

Sembla, per tant, que aquest patró diari té relació amb l'alimentació, i que el temps nocturn de permanència a les reserves es troba lligat a aquesta activitat.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

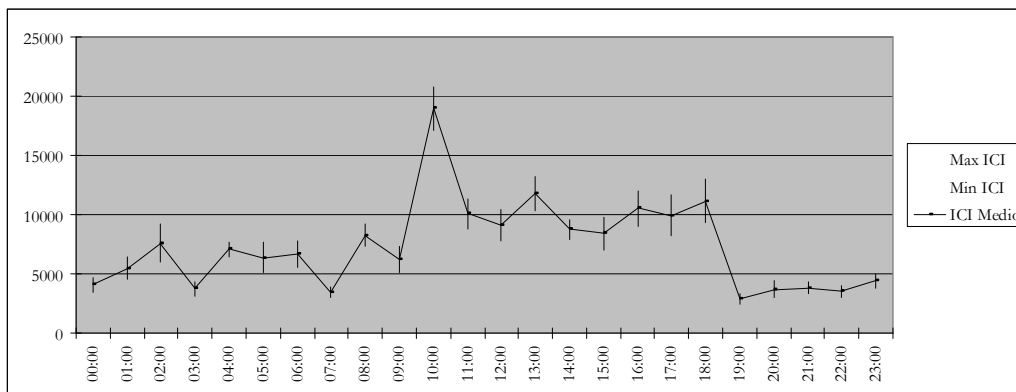


Figura 52. Min, Max i mitjana de ICI per hores a l'Illa del Toro.

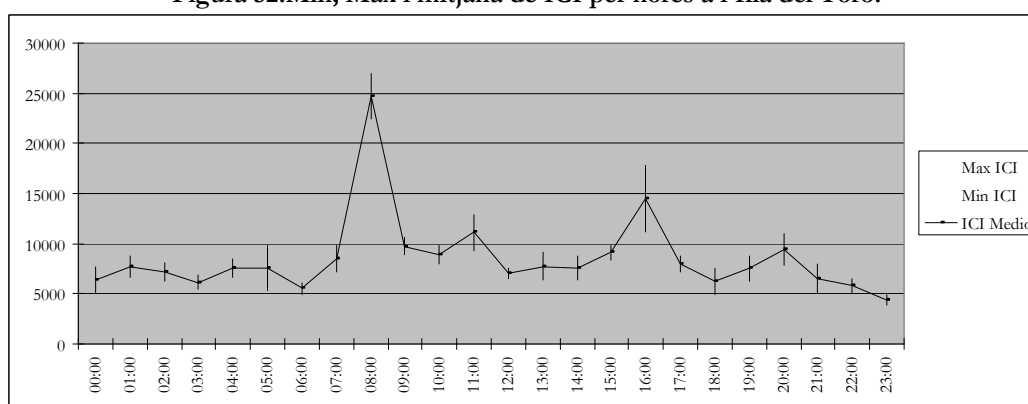


Figura 53. Min, Max i mitjana de ICI per hores a les Illes Malgrats.

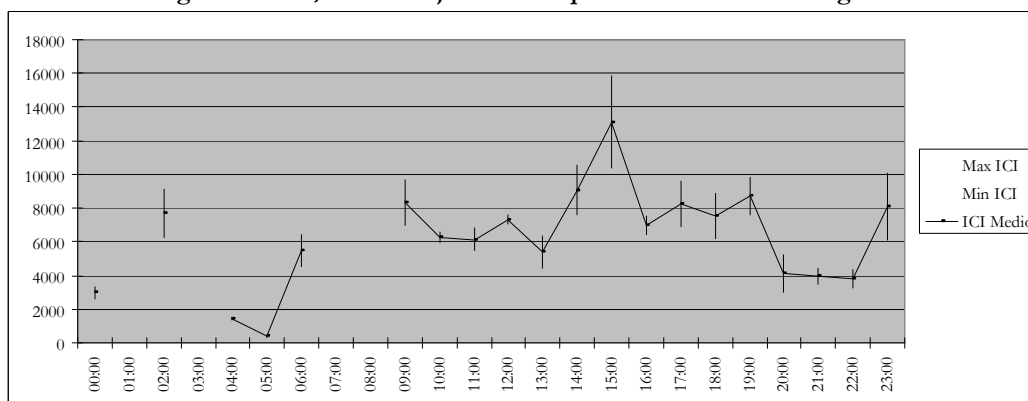


Figura 54. Min, Max i mitjana de ICI per hores a la zona de control.

Si es comparen els ICI registrats a les localitzacions dins les reserves i fora d'elles, es pot comprovar com, en general, els nombres a les àrees marines protegides és més baix. És a dir, que els dofins mostren una activitat més alta lligada a l'alimentació dins la reserva que fora.

Malauradament, el baix nombre de control fan agosarat concloure que les reserves marines de les Illes del Toro i Malgrats s'empren selectivament pels dofins per a l'alimentació. Emperò, totes les dades, semblen indicar-ho.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

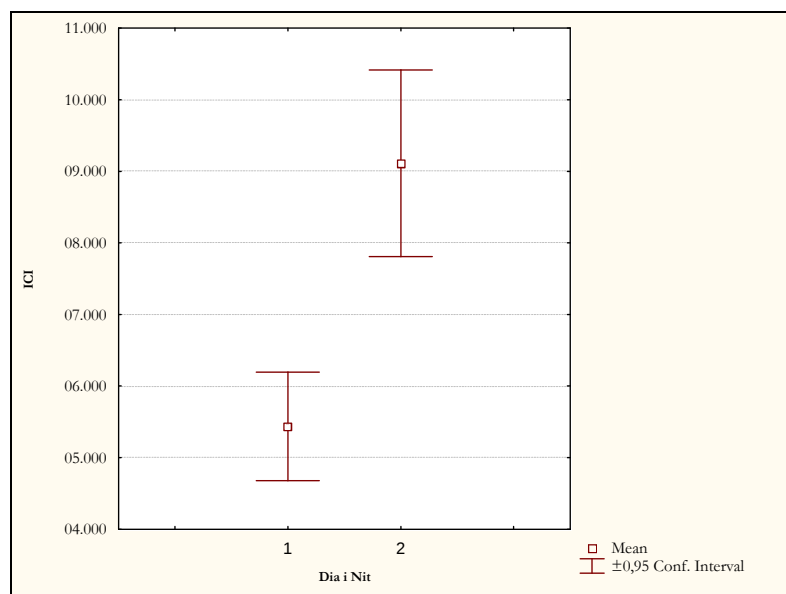


Figura 55. Mitjanes i intervals de confiança ICI als períodes nit(1) i dia (2).

Per la qualitat i quantitat de les dades obtingudes, així com per l'excel·lent relació cost econòmic/rendiment del seguiment acústic passiu de cetacis a les reserves, juntament amb les importants repercussions que per a l'ecologia d'aquests animals tenen les reserves marines i que s'han descrit a aquest treball, l'ús de PODs a zones marines protegides és l'eina indispensable per a la correcta gestió d'aquestes en relació amb els cetacis.

6.3.2 Fotoidentificació.

A les 17 campanyes desenvolupades per a la localització i seguiment de dofins mulars a les reserves marines del Nord de Menorca, Llevant de Mallorca i Migjorn de Mallorca, s'han navegat un total de 1,401 milles nàutiques. Esforç important ja descrit al punt 6.1.3.

A les mateixes s'han identificat 5 espècies; *T. truncatus* (dofí mular), *Stenella coeruleoalba* (dofí llistat), *Grampus griseus* (Cap d'olla gris o dofí de Risso), *Physeter macrocephalus* (Catxalot) i *Balaenoptera physalus* (rorqual comú); a un total de 69 albiraments, distribuïts tal i com es detalla a la Taula 6.

Taula 6. Nombre d'albiraments per espècie i reserva.

	NORD DE MENORCA	LLEVANT de MALLORCA	MIGJORN de MALLORCA
<i>Tursiops truncatus</i>	6	23	24
<i>Stenella coeruleoalba</i>	7	3	2
<i>Grampus griseus</i>	1		1
<i>Physeter macrocephalus</i>			1
<i>Balaenoptera physalus</i>		1	

La distribució espacial dels albiraments respon a les característiques etològiques de les espècies (Figura 56, Figura 57 i Figura 58).

Així, tots els albiraments de *T. truncatus* es localitzen sobre la plataforma continental, a fondàries sempre menors dels 200 metres, ratificant la seva condició de cetaci més costaner de la Mediterrània occidental.

L'únic albirament d'una espècie diferent al dofí mular sobre la plataforma és, a la reserva del Llevant de Mallorca, de 3 rorquals comuns (Figura 57), al procés de migració sud-nord

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

que dit animal realitza a la primavera per accedir a les seves zones d'alimentació d'estiu al Golf de Lleó o mar Lligur.

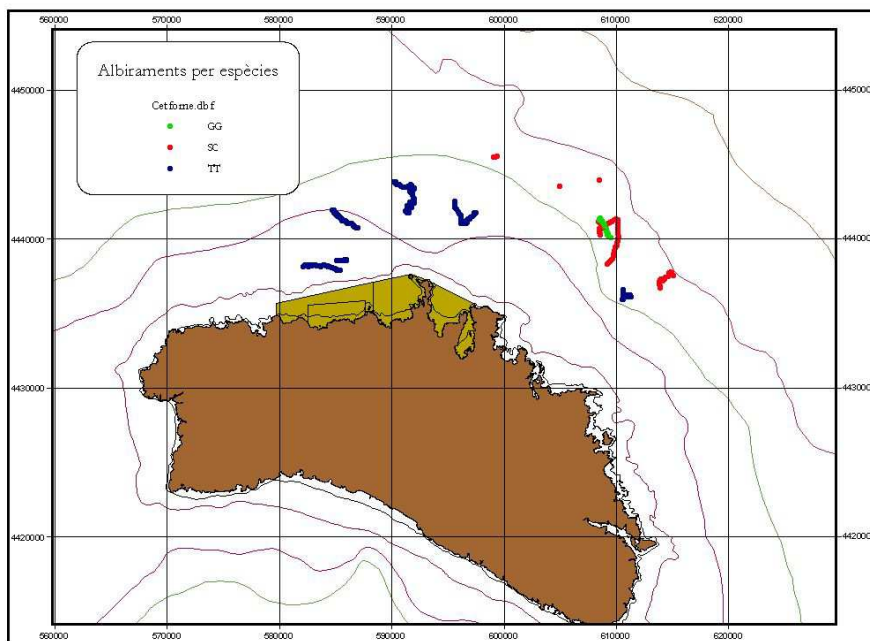


Figura 56.Albiraments per espècies a l'àrea del Nord de Menorca.

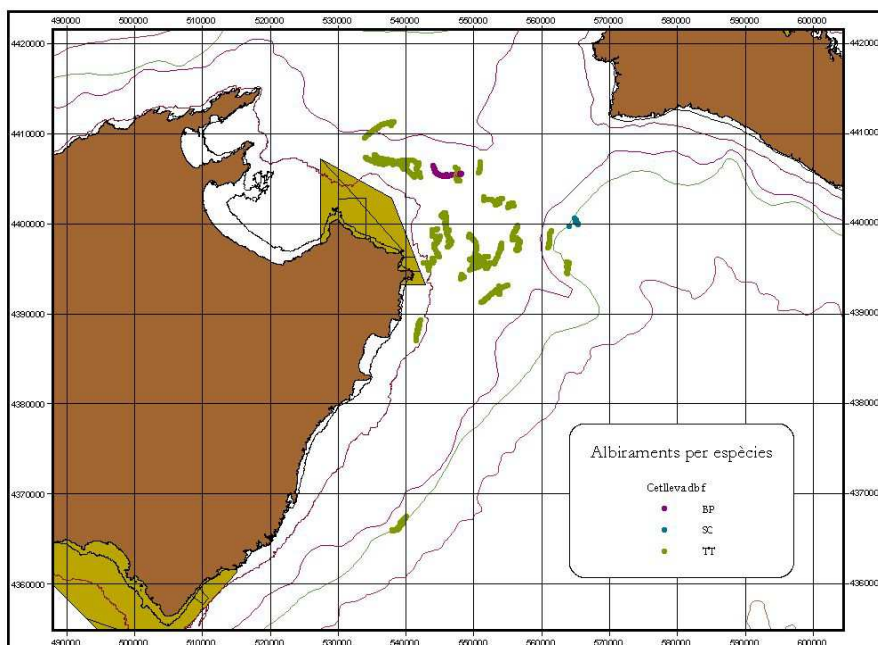


Figura 57.Albiraments per espècies a l'àrea del Llevant de Mallorca.

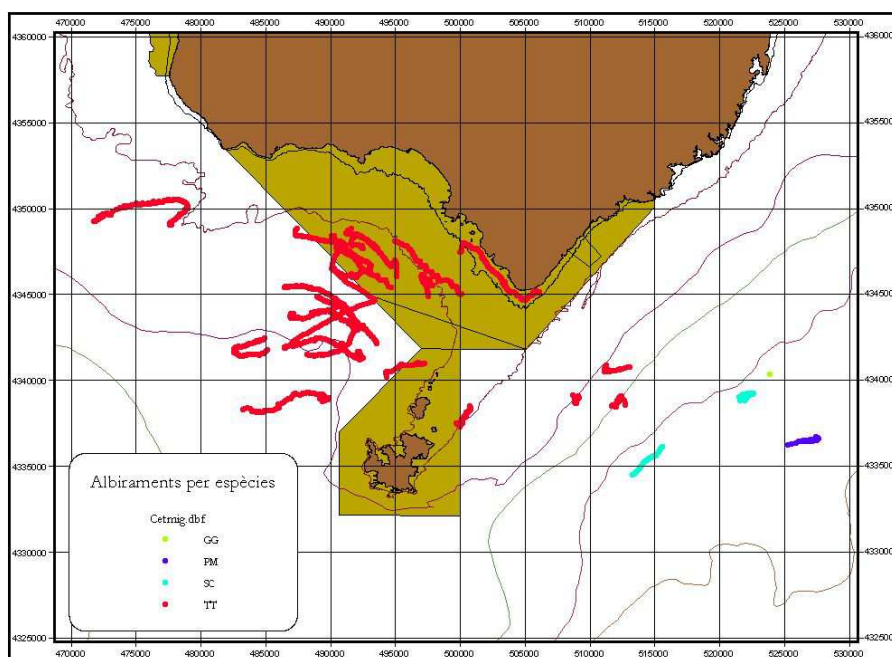


Figura 58. Albiraments per espècies a l'àrea del Migjorn de Mallorca.

Les taxa total d'albirament és de 0.0495 grups per milla. Existeix, emperò, una gran desigualtat entre les taxes de les reserves marines de Mallorca i el nord de Menorca. Així, el Llevant i Migjorn, presenten unes taxes molts similars de 0.06733 i 0.06334, respectivament, mentre que el nord de Menorca, 0.0250 encontres per milla navegada, és a dir, al voltant d'un 63% dels registres obtinguts a les primeres. Malauradament, aquest indicador d'una menor abundància de cetacis al nord de Menorca, no pot ser contrastat amb les dades d'acústica passiva, ja que el mostreig programat per a aquesta reserva, es substituï, a demanda de la Direcció General de Medi Rural i Marí, pel seguiment a les reserves de les Illes del Toro i Malgrats.

No te gaire sentit fer càlculs d'abundància relativa de totes les espècies en conjunt car presenten característiques etològiques molt diverses. Quan es segrega la informació per espècies, només el dofí mular, presenta nombres suficients per ser analitzat. Si en referència a les taxes d'encontre existeixen diferències importants entre el nord de Menorca i les reserves a Mallorca, quan es comparen les abundàncies, aquestes diferències són més marcades. Així, el Llevant i el Migjorn presenten una abundància de 0.48 i 0.68 ind/milla respectivament, que, amb les taxes semblants registrades, indica l'existència de grups més nombrosos al Migjorn. El nord de Menorca cau a una abundància de només 0.09 ind/milla, al voltant d'un 80% inferior al nivell més baix a Mallorca.

Aquest gradient de major abundància de dofins mulars a les reserves de nord a sud, coincideix amb l'augment al solapament i proximitat entre les reserves marines i les àrees d'alta possibilitat d'encontre amb els dofins (Figura 59. Kernel Home-range per a *T. truncatus* al Nord de Menorca. Figura 59, Figura 60 i Figura 61).

Així, l'abundància relativa més alta es troba a l'àrea del Migjorn de Mallorca, on, l'ús per part dels dofins de la reserva marina és també més alt.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

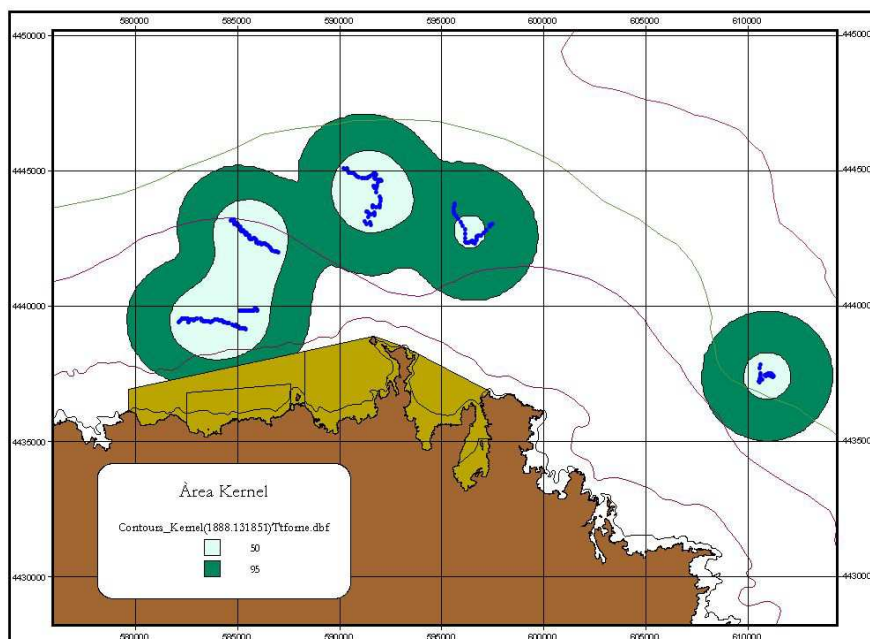


Figura 59. Kernel Home-range per a *T. truncatus* al Nord de Menorca.

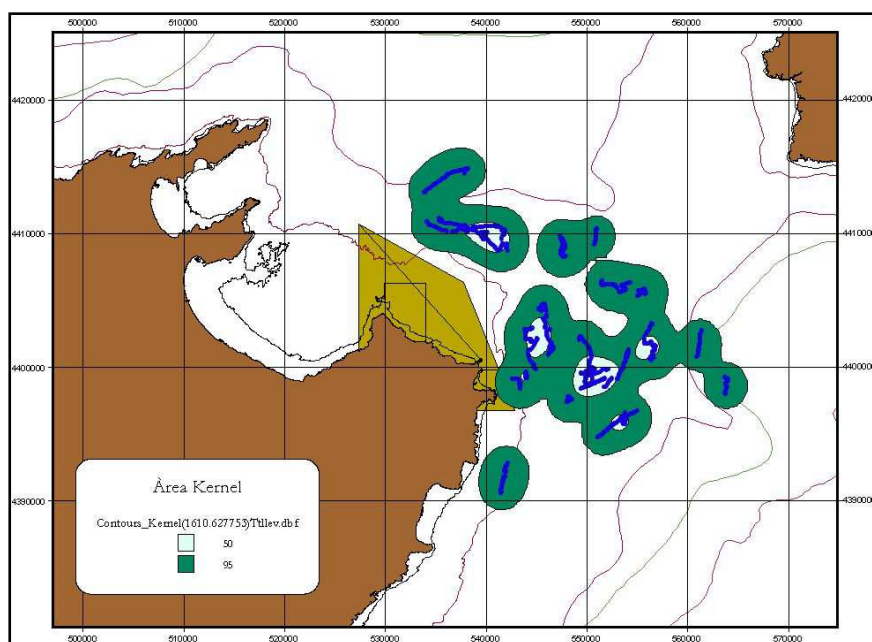


Figura 60. Kernel Home-range per a *T. truncatus* al Llevant de Mallorca.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

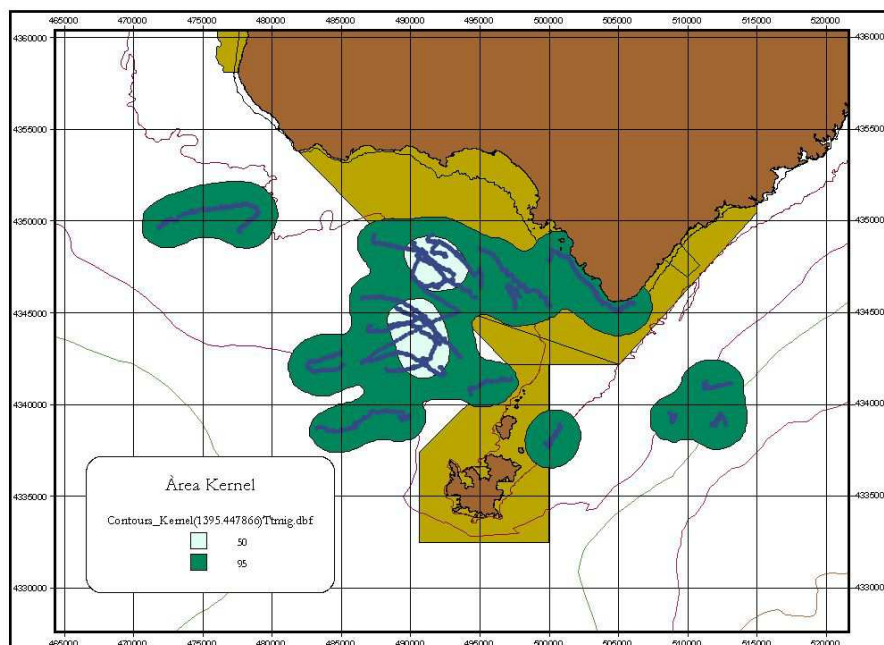


Figura 61. Kernel Home-range per a *T. truncatus* al Migjorn de Mallorca.

¿És la major abundància de dofins mulars a la zona del Migjorn un efecte diferencial d'aquesta reserva?.

Més aviat, la resposta es troba a la mateixa activitat humana, i a les relacions que s'estableixen entre aquestes i les espècies. Al punt 6.2.2, on es descriu l'activitat pesquera a les reserves, el nombre de registres de rosec de fons presenta el mateix gradient nord-sud, essent la reserva del Migjorn de Mallorca, la més freqüentada pels bous. A anteriors treballs ja s'esmentà l'estreta relació entre l'activitat extractiva del rosec de fons i els dofins mulars. Si s'analitzen els registres d'alimentació al seguiment de dofins, aquests s'han observat a 40 ocasions en activitat lligada a l'alimentació. El tipus d'alimentació observada es distribueix tal i com es recull a la Taula 7.

Taula 7. Tipus d'alimentació observada per reserves.

Reserva	Natural	Tremall	Palangre de fons	Bou	TOTALS
NORD DE MENORCA	2	1			3
LLEVANT	6	3	1	8	18
MIGJORN	3			16	19
TOTALS	11	4	1	24	40

Globalment, al 60% de les ocasions a les que s'han observat activitats d'alimentació, aquesta era interaccionant amb un vaixell de rosec. Només al 27.5% l'alimentació era natural. Ja de forma més marginal, un 10% de les ocasions es trobaren depredant sobre tremalls i un 2.5% sobre palangre de fons (una ocasió al Llevant de Mallorca).

Aquests percentatges varien extraordinàriament si es comparen entre àrees. Així, al Migjorn el bou representa el 84.21% de l'activitat d'alimentació, mentre que al Llevant és del 44.4% i és inexistent al Nord de Menorca.

Els resultats dels anàlisis fins ara descrits, indiquen una major influència sobre la presència dels dofins de les activitats pesqueres que de la pròpia existència de la reserva, pel que la

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

identificació, control i seguiment de la població del dofí mular i les seves interaccions amb l'activitat pesquera desenvolupada correctament pot ser una poderosa eina per a la correcta gestió i sostenibilitat de les reserves marines.

Emperò, cal considerar una important limitació com és la manca de dades a l'horari nocturn. Aquesta mancança es pot minimitzar complementant la recerca acústica des d'embarcació amb l'establiment d'una xarxa d'acústica passiva, amb la que les dades del seguiment de l'activitat dels cetacis a la zona seria d'alta qualitat i proveiria de valuosa informació per a la gestió.

Les dades de fotoidentificació, a l'igual que a estudis anteriors, indiquen una alta fidelitat a les zones, ja que no hi ha individus compartits entre els catàlegs a les diferents zones.

6.3.3 Isòtops.

L'anàlisi d'isòtops realitzats al projecte, conjuntament amb dades obtingudes a accions anteriors, a l'igual que amb l'acústica passiva, han proveït de dades d'alta qualitat que s'han integrat a una publicació científica. Rés més oportú i explicatiu dels resultats d'aquesta actuació que incloure les dades publicades.

Aquest article es troba a aquests moments a revisió, pel que la seva difusió es troba restringida. A més inclou dades sobre genètica que, essent fora dels objectius d'aquest estudi, s'han eliminat del text, si be no de la discussió per que aquesta no perdi sentit.

6.3.3.1 Population structure and diet variation of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) around the Balearic islands.

José M Brotons^{1, 2}, Valentina Islas-Villanueva³, Salud Deudero⁴, Carme Alomar⁴ & Ariadna Tor⁴

⁽¹⁾ Direcció General de Medi Rural i Marí, Govern de les Illes Balears, Foners 10, 07006, Palma, Balearic Islands, Spain.

⁽²⁾ Asociación Tursiops, c/Pop, 25 1er. 07639, Sa Ràpita, Balearic Islands, Spain.

⁽³⁾ Sea Mammal Research Unit, Scottish Oceans Institute, University of St. Andrews, St. Andrews, Fife, KY16 8LB, UK

⁽⁴⁾ Instituto Español de Oceanografía, Centre Oceanogràfic de les Balears, Moll de Ponent s/n, 07015, Palma, Balearic Islands, Spain.

6.3.3.1.1 Introduction.

Although the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, is globally one of the best studied cetacean species (Leatherwood & Reeves, 1990; Wells & Scott, 1999; Reynolds *et al.*, 2000), there are still knowledge gaps in areas of special concern, such as in the Mediterranean (Notarbartolo-di-Sciara & Bearzi, 2005). There are no estimates of the total population size and the information available typically comes from localised studies produced with different methodologies. The vast majority of these studies are based on relatively small coastal fragments that are not likely to cover the whole area the groups of dolphins are actually using. Recent studies have shown that the bottlenose dolphin can be found in both oceanic and neritic environments and that their density can vary from 4 to 20

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

individuals per Km² (Ben Naceur *et al.*, 2004, Forcada *et al.*, 2004, Cañadas & Hammond, 2006, Gomez de Segura *et al.*, 2006).

There is no overall estimate of the Mediterranean population. Little information exists on the distribution and abundance of bottlenose dolphin in the eastern and southern parts of the Mediterranean basin. Considering that several studies have been done in high density areas, that the distribution of the animals is not homogeneous, that in their range there are frequently areas with very low density and that the factors determining study location are as often logistic as they are scientific, it is not likely that the Mediterranean population of bottlenose dolphins exceeds 10,000 individuals (Bearzi & Fortuna, 2006, UICN, 2012).

The present intermittent distribution in the basin is probably due jointly to the effects of past extermination campaigns (Bearzi *et al.*, 2004) and the current variety of anthropogenic threats in this heavily impacted marine habitat. Indirect but convincing evidence shows that the general trend for the Mediterranean population is in decline (Bearzi *et al.*, 2004, Bearzi & Fortuna, 2006, Blanco & González, 1992, Borrell *et al.*, 2000). The situation is different from one location to another but general best estimates are that the Mediterranean population has been reduced by 30% in the last 60 years (Reeves & Notarbartolo-di-Sciara, 2006).

The bottlenose dolphin is regularly observed in coastal waters of the Mediterranean, but they can also be found over the continental shelf or over the beginning of the continental slope at any distance from the shore (Notarbartolo-di-Sciara *et al.*, 1993, Bearzi *et al.*, 2004, Ben Naceur *et al.*, 2004, Gomez de Segura *et al.*, 2004, Gannier, 2005, Gnone *et al.*, 2006, Azzellino *et al.*, 2008). Bottlenose dolphins are present in a great variety of habitats that include the continental platform (Gomez de Segura *et al.*, 2004, Azzellino *et al.*, 2008), closed seas (Bearzi *et al.*, 2008) and the coastal waters of islands and archipelagos (Bearzi *et al.*, 1997, Mussi & Miragliuolo, 2003, Forcada *et al.*, 2004). In the Alboran sea and the Balearic islands it is possible to find them along all the continental platform and its edge, and in deep waters away from the continental slope (Cañadas *et al.*, 2002, Forcada *et al.*, 2004, Cañadas *et al.*, 2005). There is no genetic or morphologic evidence that differentiate a coastal bottlenose dolphin "ecotype" from an offshore one (Natoli *et al.*, 2005). The only available information on behavior and social structure in the Mediterranean bottlenose dolphin is based on studies from coastal groups and little is known about the offshore groups. In several coastal studies their social dynamics have been defined as fission-fusion with a fluid exchange of individuals between groups (Bearzi *et al.*, 1997, 2005). However, it has to be taken into account that *T. truncatus* behavior differs considerably among groups depending on the habitat they use. The species has a very flexible behavior and a cosmopolitan diet (Shane *et al.*, 1986, Barros & Odell, 1990, Cockcroft & Ross, 1990, Connor *et al.*, 2000). In the Mediterranean bottlenose dolphins forage mainly on demersal prey (Miokovic *et al.*, 1999, Blanco *et al.*, 2001) with dive times of 3-8 minutes depending on the depth, within feeding sessions (Bearzi *et al.*, 1999, 2005). A large number of these prey species are of commercial interest (Blanco *et al.*, 2001) with declining stocks (FAO, 2005), provoking conflicts between the dolphins and the fisheries in several areas (Reeves *et al.*, 2001). Interactions between cetaceans and fisheries in the Mediterranean are especially relevant (UNEP, 1998) and have been studied in different regions (Consiglio *et al.*, 1992, Lauriano *et al.*, 2004, Díaz-López, 2006). In 1991 in the Balearics, for example, up to 30 dead dolphins were victims of these interactions (Silvani *et al.*, 1992).

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

The Mediterranean subpopulation of *T. truncatus* is considered “vulnerable” within the criteria used by the IUCN (IUCN, 2012). The classification was based on concerns of a population decline due to intentional kills and extermination campaigns that took place until the end of the 1960’s, and to the current mortality associated to fishing activities. It was also considered that the impact of overfishing and the general habitat degradation were likely to be significant problems (Bearzi & Fortuna, 2006).

The Mediterranean bottlenose dolphin population is genetically differentiated from the neighbouring Eastern and North Atlantic populations. Mitochondrial and nuclear DNA analysis has differentiated several populations between the Black Sea and the Mediterranean (Natoli *et al.*, 2005). From samples obtained on a continuous geographic range from the Black Sea to the Eastern North Atlantic, it was concluded that the boundaries for each population coincided with the submarine topography, superficial salinity, productivity and temperature. Five populations were identified: Black Sea, Eastern Mediterranean, Western Mediterranean, Eastern North Atlantic and Scotland (Natoli *et al.*, 2005).

The population structure of bottlenose dolphins around the Iberian Peninsula has been previously investigated with stable isotope and organochloride contaminants analysis from stranded animals’ tissue from Cataluña, Valencia, the Balearic Islands and adjacent waters (Borrell *et al.*, 2006). Significant differences in the percentages of carbon ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) and the PCB profiles show a low rate of mixture between the Atlantic and the Mediterranean dolphins. In the Mediterranean, the samples from Cataluña and Valencia cannot be distinguished, suggesting a common distribution. However, the differences in the DDT/PCB ratio and other PCB profiles between the Balearic animals in relation with the Iberian Mediterranean indicate that deep waters between the archipelago and the peninsula could represent a effective barrier for the movement of individuals (Borrell *et al.*, 2006). Carbon and nitrogen stable isotopes have been used as tracers to examine trophic relationships and origins of prey in marine food webs. Nitrogen isotopic values can be used to quantitatively asses trophic level, while carbon isotopic values are generally applied to indicate relative contributions to the diet of different potential primary sources in a food web, giving evidence of inshore versus offshore food intake (Rau *et al.*, 1992, Hobson *et al.*, 1995, Smith *et al.*, 1996, Lepoint *et al.*, 2000).

These results, together with similar evidence shown in other species (Natoli *et al.*, 2008, Fossi *et al.*, 2004, Gaspari *et al.*, 2007a, Gaspari *et al.*, 2007b), suggest that it is not only obvious physical boundaries like the Strait of Gibraltar that can act as barriers to the movement of animals. There is therefore a possibility that these barriers not only isolate the Balearics animals from the Iberian Peninsula, but that within the same archipelago there is segregation between islands. If populations associated with different islands were isolated from each other, this could have very important implications for the conservation of the bottlenose dolphin in the Balearics, within the delicate situation in the Mediterranean.

This study aims to evaluate the extent to which deep water barriers have restricted bottlenose dolphin movements between the Balearics and the Iberian Peninsula and between the islands that form the archipelago. We predict that if these barriers have resulted in population differentiation, it will be reflected in genetic and dietary patterns measured through mitochondrial and nuclear DNA and stable isotope analyses. The advanced learning ability of bottlenose dolphins makes them extremely quick in discovering new foraging opportunities and the transmission of this information among a

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

group of individuals can split up populations in relatively short time frames (Whitehead *et al.*, 2004). For this reason a fine scale stock structure analysis is needed in combination with a more dynamic population structure indicator such as stable isotopes.

6.3.3.1.2 Methods.

6.3.3.1.2.1 Study site and subareas

Skin and bubbler samples from the posterior region of the dorsal fin were taken from 50 bottlenose dolphins from March 2009 to May 2011 around the Balearic Islands (western Mediterranean, Spain) and the coast off Comunitat Valenciana (East coast of the Iberian peninsula, Spain). The study site can be divided into three large scale areas, Gimnèsies, Pitiüses, and Comunitat Valenciana, and these can be further broken down into smaller zones in which sample collection was concentrated (Figura 62).

6.3.3.1.2.2 Sample collection

Biopsies were collected using 150 lb pull cross bow, manufactured by Barnett International, fitted with 25 mm cutting heads mounted on carbon fiber arrow shafts with molded flotation around the shaft so that the arrows could be retrieved (designed by Ceta-Dart, F. Larsen, Copenhagen, Denmark), a system that has been employed in multiple other studies of bottlenose dolphins (Quérrouil *et al.*, 2007, Nicolas *et al.*, 2001).

To increase the number of samples from the Comunitat Valenciana population, seven samples from strandings occurring between July 2008 and March 2009 were added to this study. Only very fresh animals were sampled to avoid possible contamination from strandings resulting from long range drift of carcasses. These samples were not employed in the isotope analysis due to the rapid degradation of isotopes once an animal is dead. Once the samples were obtained they were divided into two parts, one was preserved at -18 °C for isotope analysis and the other was preserved in 90% ethanol and stored at -20 °C for posterior DNA extraction. For isotope analysis the samples were grouped by localities shown in Figura 62.

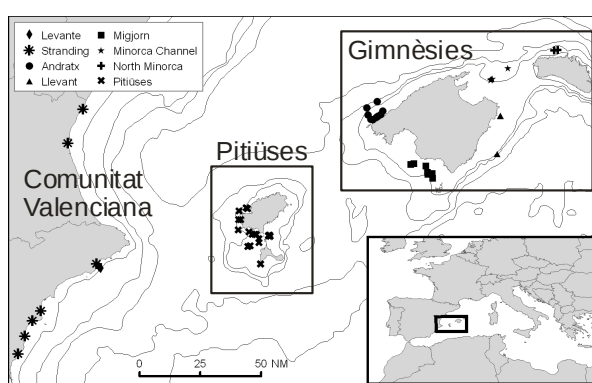


Figura 62. Area study and biopsies and strandings locations.

6.3.3.1.2.3 Stable Isotope Analysis

Muscle samples were rinsed with distilled water and dried at 60°C for 48 hours and then ground to a fine powder using a mortar and pestle. Dolphin muscle samples contained large amounts of lipids, which interfere with carbon ($^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$) isotope analysis results (Morin & Lesage, 2003), therefore they had to be extracted and eliminated from the sample

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

before analysis. For lipids extraction a modification of Folch's method (Folch *et al.*, 1957), suggested by Morin & Lesage (2003) was carried out. Lipids were removed by rinsing the ground muscle several times with a 2:1 chloroform: methanol mixture using an automated agitator for 10 minutes. The samples were kept for at least 12 hours at 4°C, then were centrifuged at 750 rpm for 10 minutes and the supernatant was eliminated. The extraction was repeated two more times at room temperature with one hour periods between extractions.

The samples were left to dry and solidify at 60°C for at least 12 hours. The solid residue was dissolved in 10 ml of distilled water and was agitated during 5 minutes with an automated agitator, centrifuged at 1200 rpm for 10 minutes, and the supernatant was eliminated. This process was repeated two more times and then the solid residue was left to dry at 60°C for at least a further 12 hours. Finally, 2 ± 0.1 mg of this dried sample was placed into a tin cup and combusted for ^{15}N and ^{13}C isotope analysis with a continuous flow mass spectrometer (Thermo Finnegan Delta x-plus). Analyses were conducted at the Scientific-Technical Services Institute (SCTI) of the University of the Balearic Islands. Reference standards used were Vienne Pee Dee Belemnite (VPDB) for C and atmospheric nitrogen for N. Every eight samples of bottlenose dolphin, one sample of an internal reference material (Bovine Liver standard (BLS); 1577b; U.S Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899, USA) was analyzed in order to calibrate the system and to compensate for drift over time. The analytical precision of the stable isotopes analyses was based on the standard deviation of replicates of the BLS reference and was of 0.08 ‰ for $\delta^{13}\text{C}$ and 0.09 ‰ for $\delta^{15}\text{N}$. Stable isotopes ratios were expressed in δ notation (Peterson & Fry 1987) with units of parts per thousands (‰) according to the following equation, where R is the corresponding $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ and $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ratio (Abelson & Hoering, 1961):

$$\delta^{13}\text{C} \text{ or } \delta^{15}\text{N} = [(R_{\text{sample}} / R_{\text{reference}}) - 1] \times 1000$$

Differences in isotopic values of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and C:N ratio were analysed using Analysis of Variance (ANOVA). First, a one-way ANOVA was used to test differences among large scale areas (Gimnèsies and Pitiüses), and a second one-way ANOVA was carried out to test differences among sites inside Gimnèsies (Andratx, Minorca Channel and Migjorn) and Pitiüses (Formentera). When ANOVA indicated a significant difference, the source was identified using a Tukey HSD post hoc test.

6.3.3.1.3 Results.

6.3.3.1.3.1 Isotopes analyses.

Isotopic $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values of dolphins are summarized in Taula 8. Gimnèsies and had slightly higher average $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values (-14.94 ± 0.10 ‰ and 13.69 ± 0.25 ‰, respectively), than Pitiüses (-15.14 ± 0.10 ‰ and 13.43 ± 0.15 ‰, respectively) but these were not statistically significant (ANOVA $p > 0.05$; Table 5). When analysing sites inside Gimnèsies, values of $\delta^{15}\text{N}$ were highest at Minorca Channel (15.32 ± 0.31 ‰), and lowest at Andratx (12.87 ± 0.11 ‰). Values of $\delta^{13}\text{C}$ were highest at Migjorn, (-14.55 ± 0.12 ‰), and lowest at Andratx (-15.24 ± 0.12 ‰). However, significant differences were only found between values of $\delta^{13}\text{C}$ from Migjorn to those from Formentera and Andratx (ANOVA $p < 0.05$) and values of $\delta^{15}\text{N}$ from Minorca Channel were significantly different to the rest of the sampling sites (ANOVA $p < 0.05$). Values of $\delta^{13}\text{C}$ showed a greater variability between

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

sampling sites than $\delta^{15}\text{N}$ values. For $\delta^{15}\text{N}$ values, samples from Minorca Channel showed the highest variability and those from Andratx the lowest.

Pitiüses samples had higher C:N ratios (1.93 ± 0.01) than Gimnèsies (1.88 ± 0.01), and these differences were significant (ANOVA $p < 0.05$; Table 5). When comparing sites inside Gimnèsies, values were highest in samples from (Andratx, 1.89 ± 0.01) and lowest at Minorca Channel (1.87 ± 0.01). However, values of Formentera (1.93 ± 0.01) were highest and there were only significant differences between the C:N ratio of Formentera with Migjorn and Minorca Channel (ANOVA $p < 0.05$; Table 5).

Taula 8. Mean $\pm$ S.E isotopic values for $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and C:N for *Tursiops truncatus* sampled at macrosites (Gimnèsies and Pitiüses) and sites (Andratx, Minorca Channel, Migjorn and Formentera). n, number of individuals used to calculate the mean values.

		$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N
	n	mean	mean	mean
Macrosites				
Gimnèsies	18	-14.94 ± 0.10	13.69 ± 0.25	1.88 ± 0.01
Pitiüses	16	-15.14 ± 0.10	13.43 ± 0.15	1.93 ± 0.01
Sites				
Andratx	7	-15.24 ± 0.12	12.87 ± 0.11	1.89 ± 0.01
Minorca Channel	4	-15.10 ± 0.14	15.32 ± 0.31	1.87 ± 0.00
Migjorn	7	-14.55 ± 0.12	13.58 ± 0.22	1.88 ± 0.01
Formentera	16	-15.14 ± 0.10	13.43 ± 0.15	1.93 ± 0.01

6.3.3.1.4 Discussion.

Our results show that while samples from the different areas of the study region show differentiation in dietary preferences, these differences are not strong or old enough to greatly impact genetic population structure. Microsatellite genetic differentiation between the analyzed samples from Pitiüses and Comunitat Valenciana (Taula 9), confirm the suggestion of Borrell *et al.* 2006 about the barrier effect that deep waters surrounding the Balearics archipelago have over the bottlenose dolphin population. However, this barrier effect between the peninsula and the Balearics does not have an geographic explanation that does not also apply within the archipelago (Massutí, 1991), between Gimnèsies and Pitiüses (Figura 62). If it was simply that deep waters are a barrier, then the differentiation observed between Pitiüses and Comunitat Valenciana should also be observed between Pitiüses and Gimnèsies (as the distances and water depths are comparable. However, nuclear microsatellites do not show this differentiation (Taula 9).

There is other evidence that support this hypothesis. Isotope analysis reveals differences between the islands and even between very close localities (Taula 10) in different isotopic profiles ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y C:N). This variability found in isotopic values of bottlenose dolphins could result from the differences in diet composition, differences in the prey isotopic composition according to the sampling area, or most likely due to both at the same time (García-Tiscar, 2010). Comparison of our isotope results to those from the literature is quite difficult as there are no results from fresh muscle biopsies from the same area or any other area. Our results show generally higher isotope ratios, especially those of $\delta^{13}\text{C}$, compared to values obtained from stranded dolphin muscles samples from the same sampling area

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

(Cardona *et al.*, 2007). Most isotopic values available are from stranded individuals and from skin/blubber tissues and not muscle (Borell *et al.*, 2006; García Tiscar 2009; Fernández *et al.*, 2011). However, we can say that when comparing our results to either muscle or skin samples from stranded individuals of the Mediterranean Sea, our results show higher isotopic $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ signals (2.14 ± 0.50 ‰ and 0.68 ± 0.50 ‰ respectively). This differences results from degradation processes in stranded individuals due to microbial alteration of isotopic composition of inorganic substrates, such as sulfur and nitrogen compounds (Nakai & Jensen, 1964; Chambers & Trudinger, 1979; Miyazaki *et al.*, 1980) and due to fractionation of carbon and nitrogen isotopes during assimilation and synthesis processes (Estep *et al.*, 1978; Macko *et al.*, 1982). Results in this study are higher but in the same range as values from the literature, however we have to take into account that results obtained here are from fresh samples and most of isotopic results from literature are from stranded or individuals which have been caught dead at fishing nets (Borell *et al.*, 2006; Cardona *et al.*, 2007; García-Tiscar 2009; Fernández *et al.*, 2011). Another possible source of bias is that off Valencia, females with calves were shown from isotope studies to have a different diet than females without calves and adult males. This difference was probably due to females with calves and juveniles having to reduce the depth and duration of their foraging dives (Blanco *et al.*, 2001). In this study, all sampled animals were adults that were not accompanied by calves, so for this reason could not have contributed to any bias in our data. These live biopsy isotopic ratios of bottlenose dolphins provide new and promising results, and contribute to the less extended existing isotopic library of cetaceans at the Mediterranean.

Taula 9. Fst below diagonal with P-values obtained after: 3000 permutations. Indicative adjusted nominal level (5%) for multiple comparisons is: 0.016667. Above diagonal Rst with P values and in parenthesis Dest. **MIGRATION RATES (MR)** obtained with Bayesass for simulations showing no information in the data, will have a 0.833 mean and 95% confidence interval for the non-migration rates are 0.833 (0.675, 0.992) and for the migration rate mean and 95% confidence interval for data sets with 3 populations are 0.0837 (0.00125, 0.261).

Population	into Gimnèsies	into Pitiüses	Into Comunitat Valenciana
from Gimnèsies	MR=0.701413 SD=0.0312032 CI= (0.667628, 0.78208)	0.00111 P=0.3892 (0.00124) MR=0.0177635 SD= 0.0170295 CI= (0.000578769, 0.0654715)	0.09142 P=0.0192 (0.02297) MR=0.0287905 SD= 0.0341252 CI= (0.00025437, 0.131028)
from Pitiüses	0.0029 P=0.019 MR=0.0514648 SD=0.0470805 CI=(0.00192852, 0.17921)	MR=0.689218, SD= 0.0229059 CI= (0.667215, 0.753357)	0.07175 P=0.00340 (0.019317) MR=0.0302372 SD= 0.0359874 CI= (0.000263105, 0.135068)
from Comunitat Valenciana	0.0412 P=0.017 MR=0.247122 SD= 0.0483144	0.0498 P=0.005 MR=0.293018, SD= 0.0275996	MR=0.940972, SD= 0.0522565 CI= (0.804319, 0.99834)

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

	CI= (0.135096, 0.314667)	CI= (0.225424, 0.328075)	
--	--------------------------	--------------------------	--

In other delphinid species such as the pilot whale (*Globicephala melas*), relatedness significantly influences the similarities between individual's diets (De Stephanis *et al.*, 2008), although this does not seem to be the case in bottlenose dolphins from the Strait of Gibraltar and the Alboran sea area (García-Tiscar, 2010). The social organization of the two species is quite different. Pilot whales have a matrilineal social organization (De Stephanis *et al.*, 2008), while bottlenose dolphin societies are generally organized under a fission-fusion model (Bearzi *et al.*, 2005). This type of society, with no strong bonds, can contribute to horizontal cultural transmission of prey and foraging techniques, this transmission dilutes the possible differences in trophic habits between family groups.

Taula 10. Summary of the results of the one-way ANOVA to test $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and C:N ratio for macrosites (Gimnèsies and Pitiüses) and all sites (Andratx, Minorca Channel, Migjorn and Formentera). *P < 0.05 and n.s for non significant differences.

Source of variation	$\delta^{13}\text{C}$				$\delta^{15}\text{N}$				C:N			
	Df	SS	MS	F	Df	SS	MS	F	Df	SS	MS	F
Intercept	1	7664.15	7664.15	44720.83	1	6232.2	6232.2	8306.7	1	122.95	122.95	98987.7
Macrosite	1	0.33	0.33	1.942 ^{n.s}	1	0.56	0.56	0.75 ^{n.s}	1	0.02	0.02	16.628*
Error	32	5.48	0.17		32	24.01	0.75		32	0.04	0	
Intercept	1	6.024.028	6024.03	49205.8	1	5094.2	5.094.201	17615	1	95.672	95.672	74015.5
Site	3	2.144	0.715	5.838*	3	15.895	5.298	18.321*	3	0.022	0.007	5.576*
Error	30	3.673	0.122		30	8.676	0.289		30	0.039	0.001	
Tukey HSD post hoc test for sites Migjorn = Minorca Channel > Formentera = Andratx Minorca Channel > Migjorn = Formentera = Andratx Formentera = Andratx > Migjorn = Minorca Channel												

However, the advanced learning abilities of bottlenose dolphins makes them quick to discover new foraging opportunities, and the spread of this information can disgregate populations ecologically in relatively short times (Whitehead *et al.*, 2004).

If isotopic profiles obtained from skin samples are taken into account, they reveal information about the diet of the animals in the last 90 days (García-Tiscar, 2010), the obtained differences from the subsamples within the same macroarea (Gimnèsies and Pitiüses), indicate a high degree of philopatry on a relatively local scale. This site fidelity is supported by photo-id data as well (Brotons, 2009), and so may acquire chemical signatures distinctive to a restricted habit zone compared to the potential dispersal capabilities of the species. Such site-fidelity would facilitate the gradual isolation of these populations, especially between areas differentiated by oceanographic factors that would influence the distribution of bottlenose dolphins, such as depth. This could be reflected in the population differentiation shown by the mtDNA control region between Gimnèsies and Pitiüses (Table 3). Results from Structure failed to show any differentiation between the three populations analyzed but it is known that when genetic structure is very subtle the program has limitations detecting this differentiation. F_{ST} scores do reveal certain degree of differentiation between Comunitat Valenciana and Pitiüses, it is possible that foraging

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

differences and philopatry to their foraging areas is starting to cause a very subtle population differentiation.

Our data shows that the bottlenose dolphin population in Pitiüses maintains a certain degree of isolation with the peninsular population and with Gimnèsies in the Balearics.

It is surprising that there are no significant differences between Gimnèsies and Comunitat Valenciana as they are farthest away from each other but that we find these differences between Comunitat Valenciana and Pitiüses. This phenomenon could be reflecting a closer ancestral origin for Comunitat Valenciana and Gimnèsies shown by their clustering pattern in the mtDNA haplotype network. It would however only take a very small number of animals to move between these areas to maintain genetic cohesion, even if the matriline represented by the mtDNA analysis are relatively segregated.

From the integrated data obtained in this study it can be concluded that the bottlenose dolphin populations from Gimnèsies and Pitiüses, in the Balearics, should be considered separate management units as well as Comunitat Valenciana with the rest of the Iberian Peninsula, with all the implications these policies include.

6.3.3.1.5 Literature cited.

Abelson, P.H. and Hoering, T.C. 1961. Carbon isotope fractionation in formation of amino acids by photosynthetic organisms. *Proceedings of the National academy of science* , 47 (5): 623-632

Azzellino, A., Gaspari, S., Aioldi, S. y Lanfredi, C., 2008. Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. *Deep-Sea Research I*, 55, 296-323.

Barros, N. B. y Odell, D. K., 1990. Food habits of bottlenose dolphins in the Southeastern United States. En: *The bottlenose Dolphin* (Ed. por Leatherwood & R. R. Reeves), pp. 309-328. Academic press, San Diego, CA, USA.

Bearzi, G. y Fortuna, C. M., 2006. Common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Mediterranean subpopulation). En: *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea* (Ed. por R. R. Reeves & G. Notarbartolo-di-Sciara), pp. 64-73. UICN Centre for Mediterranean Cooperation, Málaga, Spain.

Bearzi, G., Agazzi, S., Bonizzoni, S., Costa, M. y Azzellino, A., 2008. Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf, Greece. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18, 130-146.

Bearzi, G., Holcer, D. y Notarbartolo-di-Sciara, G., 2004. The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 14, 363-379.

Bearzi, G., Notarbartolo-di-Sciara, y G. Politi, E., 1997. Social ecology of bottlenose dolphin in the Kvarneric (northern Adriatic Sea). *Marine mammal Science*, 13, 650-668.

Bearzi, G., Notarbartolo-di-Sciara, y G. Politi, E., 1999. Diurnal behavior of free-ranging bottlenose dolphins in the Kvarneric (northern Adriatic Sea). *Marine mammal Science*, 15, 1065-1097.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- Bearzi, G., Politi, E., Agazzi, S., Bruno, S., Costa, M. y Binizzoni, S., 2005. Occurrence and present status of coastal dolphins (*Delphinus delphis* and *Tursiops truncatus*) in the eastern Ionian Sea. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15, 243-257.
- Ben Naceur, L., Gannier, A., Bradai, M. N., Drouot, V., Bourreau, S., Laran, S., Khalfallah, N., Mrabet, R., y Bdioui, M., 2004. Recensement du grand dauphin *Tursiops truncatus* dans les eaux tunisiennes. *Bulletin del l'Institut des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô*, 31, 75-81.
- Blanco, C., Salomon, O. y Raga, J. A., 2001. Diet of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the western Mediterranean sea. *Journal of the Marine Biology Association U. K.*, 81, 1053-1058.
- Blanco, J. C. y González, J. L., 1992. *Libro rojo de los Vertebrados de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA, Madrid.
- Borrell, A., Aguilar, A., Forcada, J., Fernández, M., Aznar, F. J. y Raga, J. A. 2000. Varamiento de cetáceos en las costas españolas del Mediterráneo durante el periodo 1989-1992. *Miscellània Zoològica*, 23, 53-69.
- Borrell, A., Aguilar, A., Tornero, V., Sequeiro, M., Fernández, G. y Alis, S., 2006. Organochlorine compounds and stable isotopes indicate bottlenose dolphin subpopulation around the Iberian Peninsula. *Environment International*, 32, 516-523.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R., y García-Tiscar, S., 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research I*, 49, 2053-2073.
- Cañadas, A., y Hammond, P. S., 2006. Model-based abundance estimates for bottlenose dolphins off southern Spain: implications for conservation and management. *Journal of Cetacean Research and Management*, 8, 13-27.
- Cardona, L., Revelles, M., Sales, M., Aguilar, A., Borrell, A., 2007. The meadows of the seagrass *Posidonia oceanica* are a relevant source of organic matter for adjoining ecosystems. *Mar Ecol Prog Ser* 335, 123-131.
- Chambers, L. A. and Trudinger, P. A. 1979 Microbiological fractionation of stable sulfur isotopes: critique. *Geomicrobiology Journal*, 1: 249-293.
- Cockroft, V. G. y Ross, G. J. B. (1990) Food and feeding of the Indian Ocean bottlenose dolphin off southern Natal, South Africa. In: Leatherwood S, Reeves RR (Eds) The bottlenose dolphin. Academic press, San Diego, p. 295-308.
- Connor, R. C., Wells, R. S., Mann, J. y Read, A. J. 2000. The bottlenose dolphin: social relationships in a fission-fusion society. Pages 91-126 en J. Mann, R.C. Connor, P.L. Tyack and H. Whitehead eds. *Cetacean societies: Field studies of dolphins and whales*. Chicago University Press, Chicago, IL.
- Consiglio, C.; Arcangela, A.; Cristo, B.; Mariani, L.; Marini, L. y Torchio, A. (1992) Interacciones between *Tursiops truncatus* and fisheries along North-Eastern coast of Sardinia, Italy. *Proc. Sixth Annual Conf. E.C.S.*, 35.
- De Stephanis, R., García-Tiscar, S., Verbough, P., Esteban-Pavo, R., Pérez, S., Minvielle-Sebastia, L. and Guinet, C., 2008. Diet of the social groups of long-finned pilot whales (*Globicephalamelas*) in the Strait of Gibraltar. *Marine Biology*, 154 (4), 603-612.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Díaz López, B. 2006. Interactions between Mediterranean bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and gill nets of Sardinia, Italy. *ICES Journal of Marine Science* 63:946-951.

Estep M. F., Tabita F. R., Parker P. L. and Van Baalen C. 1978 Carbon isotope fractionation by ribulose-1,5- biphosphate carboxylase from various organisms. *Plant Physiology*, 61: 680-687.

FAO 2005. Review of the state of world marine fishery resources. *FAO Fisheries Technical Paper* N° 457. FAO, Rome, Italy.

Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.

Forcada, J., Gazo, M., Aguilar, A., Gonzalvo, J. y Fernández-Contreras, M., 2004. Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: addressing heterogeneity in distribution. *Marine Ecology Progress Series*, 275, 275-287.

Fossi, M. C., Marsili, L., Lauriano, G., Fortuna, C., Canese, S., Ancora, S., Leonzio, C., Romeo, T., Merino, R., Abad, E. y Jiménez, B., 2004. Assessment of toxicological status of a SW Mediterranean segment population of striped dolphin (*Stenellacoeruleoalba*) using skin biopsies. *Marine Environmental Research*, 58, 269-274.

Gannier, A., 2005. Summer distribution and relative abundance of delphinids in the Mediterranean Sea. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 60, 223-238.

García-Tiscar, S., 2010. Interacciones entre delfines mulares (*Tursiops truncatus*), orcas (*Orcinus orca*) y pesquerías en el Mar de Alborán y el estrecho de Gibraltar. Directores: Angel Baltanás, Graham Pierce y María Begoña Santos, Enero 2010, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

Gaspari, S., Airoidi, S. y Hoelzel, A. R., 2007a. Risso's dolphins (*Grampus griseus*) in UK waters are differentiated from a population in the Mediterranean Sea and genetically less diverse. *Conservation Genetics*, 8, 727-732.

Gaspari, S., Azzellino, A., Airoidi, S. y Hoelzel, A. R., 2007b. Social kin associations and genetic structuring of striped dolphins populations (*Stenellacoeruleoalba*) in the Mediterranean Sea. *Molecular Ecology*, 16, 2922-2933.

Gnone, G., Nuti, S., Bellingeri, M., Pannoncini, R. y Beddocchi, D., 2006. Spatial behaviour of *Tursiops truncatus* along the Ligurian sea coast: preliminary results. *Biologia Marina Mediterranea*, 13, 272-273.

Gomez de Segura, A., Crespo, E. A., Pedraza, S. N., Hammond, P., y Raga, J. A., 2006. Abundance of small cetaceans in the waters of the central Spanish Mediterranean. *Marine Biology*, 150, 149-160.

Gomez de Segura, A., Tomas, J., y Raga, J. A., 2004. Sector Centro (Comunidad Valenciana y Región de Murcia). En: Proyecto Mediterráneo: zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español. (Ed. por J.A. Raga y J. Pantoja) pp. 67-131. Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica. Ministerio de Medio Ambiente, Organismo autónomo Parques Nacionales.

Goodman, S. J. 1997 RST CALC: A collection of computer programs for calculating unbiased estimates of genetic differentiation and determining their significance for microsatellite data. *Molecular Ecology* 6, 881-885.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- Hobson, K.A., Ambrose Jr, W.G. and Renaud, P.E. 1995. Sources of primary production, benthic-pelagic coupling, and trophic relationships within the Northeast Water Polynya: insights from $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 128 (1-3): 1-10
- Hooker, S. K., Baird, R., Whitehead, H., Al-Omari, S. and Shannon, G. 2001. Behavioural reactions of northern bottlenose whales (*Hyperoodon ampullatus*) to biopsy darting and tag attachment procedures. *Fishery Bulletin*. 99: 303-308.
- IUCN, (2012). *Marine Mammals and Sea Turtles of the Mediterranean and Black Seas*. Gland, Switzerland and Malaga, Spain: IUCN, 32 pages.
- Lauriano, G., Fortuna, C. M., Moltedo, G. y Nortarbartolo di Sciarra, G. 2004. Interactions between common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the artisanal fishery in Asinara Island National Park (Sardinia): Assessment of match damage and economic loss. *Journal of Cetacean Research and Management* 6:165-173.
- Leatherwood, S. y Reeves, R. R., 1990. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego. 653 pp.
- LeDuc, R.G., Perrin, W.F. and Dizon A.E. 1999. Phylogenetic Relationships among the delphinid Cetaceans based on full cytochrome B sequences. *Marine Mammal Science*, 15 (3):619-648
- Lepoint, G., Nyssen, F., Gobert, S., Dauby, P. and Bouqueneau, J.-M. 2000. Relative impact of a seagrass bed and its adjacent epilithic algal community in consumer diets. *Marine Biology*, 136 (3): 513-518
- Lesage, V., Hammill, M. O. and Kovacs, K. M., 2001. Marine Mammals and the Community Structure of the Estuary and Gulf of St Lawrence, Canada: Evidence from Stable Isotope Analysis. *Marine Ecology-Progress Series*. 210: 203-221.
- Macko S. A., Estep M. L. F. and Hoering T. C. 1982. Nitrogen isotope fractionation by blue-green algae cultured in molecular nitrogen and nitrate. *Carnegie Institute Washington, Yearbook* 81, 413-417.
- Macko, S.A. and Estep, M.L. 1984. Microbial alteration of stable nitrogen and carbon isotopic compositions of organic matter. *Organic Geochemistry* 6: 787-790.
- Massutí, M., 1991. Les Illes Balears, un àrea de pesca individualitzada a la Mediterrània Occidental. *Quaderns de Pesca*, 2. Ed. Govern de les Illes Balears, Conselleria d'Agricultura i Pesca.
- Miokovic, D., Kovacic, D. y Pribanic, S., 1999. Stomach content analysis of one bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) from the Adriatic Sea. *Natura Croatia*, 8, 61-65.
- Miyazaki T., Wada E. and Hattori A. 1980. Nitrogen isotope fractionation in the nitrate respiration by the marine bacterium *Serratia maritima*. *Geomicrobiology Journal*, 2: 115-126.
- Morin, Y. & Lesage, V. 2003. Effects of DMSO and lipid extraction methods on stable carbon and nitrogen isotopes ratios in the skin of odontocetes and mysticetes. *Proceedings of the 15th biennial conference on the biology of marine mammals*. Greensboro, NC.
- Mussi, B. y Miragliuolo, A., 2003. I cetacei della costa nordoccidentale dell'isola di Ischia (Canyon di Cuma). In: *Ambiente marino e costiero e territorio delle isole Flegree (Ischia, Procida e Vivara-Golfo di Napoli): risultati di uno studio multidisciplinare. Memorie dell'Accademia di*

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Scienze Fisiche e Matematiche, Società Italiana di Scienze, Lettere e Arti in Napoli. (Ed. por M. C. Gambi, M. de Lauro y F. Jannuzzi), pp. 213-232. Liguori Editore, Napoli.

Nakai N. and Jensen M. L. 1964. The kinetic isotope effect in the bacterial reduction and oxidation of sulfur. *Geochimica Cosmochimica Acta* 28: 1893-1912.

Natoli, A., Birkun, A., Aguilar, A., Lopez, A. y Hoelzel, A. R., 2005. Habitat structure and the dispersal of male and female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society B*, 272, 1217-1226.

Natoli, A., Cañadas, A., Vaquero, C., Politi, E., Fernandez-Navarro, P. y Hoelzel A. R., 2008. Conservation genetics of the short-beaked common dolphin (*delphinus delphis*) in the Mediterranean Sea and in the eastern North Atlantic Ocean. *Conservation Genetics*. doi: 10.1007/s10592-007-948-1.

Nicolas, J., Potter, D. C., Potter, C. W., Rosel, P. E., 2001. Results of a field collection of biopsy samples from coastal bottlenose dolphins in the Mid-Atlantic. *Northeast Fish. Sci. Cent. Ref. Doc.* 01-09; 8 pp. Available from: National Marine Fisheries Service, 166 Water St., Woods Hole, MA 02543.

Nortarbartolo-di-Sciara, G. y Bearzi, G., 2005. Research on cetaceans in Italy. En: *Marine Mammals of the Mediterranean Sea: Natural History, Biology, Anatomy, Pathology, Parasitology*. (Ed. por B. Cozzi). Massimo Valdina Editore, Milano (libro interactivo en CD-rom).

Nortarbartolo-di-Sciara, G., Venturino, M. C., Zanardelli, M., Bearzi, G., Borzani, J. F., y Cavalloni, B., 1993. Cetaceans in the central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. *Italian Journal of Zoology*, 60, 131-138.

Peterson, B. J., and B. Fry. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review: Ecology Evolution and Systematics* 18:293-320.

Quérrouil, S., Silva, M.A., Freitas, L., Prieto, R., Magalhaes, S., Dinos, A., Alves, F., Matos, J. A., Mendoza, D., Hammond, P. S. and Santos, R. S., 2007. High gene flow in oceanic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of the North Atlantic. *Conservation Genetics*, 81: 1405-1419.

Rau, G. H., Ainley, D. G., Bengtson, J. L., Torres, J. J. and Hopkins, T. L. 1992. $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ in Weddell Sea birds, seals, and fish: implications for diet and trophic structure. *Marine Ecology Progress Series*, 84: 1-8.

Reeves, R. R., Read, A. J. y Notarbartolo di Sciara, G. 2001. Report of the workshop on interactions between dolphins and fisheries in the Mediterranean: Evaluation of mitigation alternatives. Report of ICRAM, Rome, Italy 44 pp (Disponible en Istituto Centrale per la Ricerca Applicata al Mare, Via di Casalotti 300, 00166, Rome Italy).

Reeves, R., Stewart, B. R., Clapham, P. J. and Powell, J. A., 2002. Guide to marine mammal of the world. National Audubon Society, 527 pp.

Reeves, R., y Notarbartolo-di-Sciara, G., 2006. *The Status and Distribution of Cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea*. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Málaga, España. 137 pp.

Reynolds, J. E., Wells, R. S., y Eide, S. D., 2000. *The Bottlenose Dolphin: Biology and Conservation*. University Press of Florida, Gainesville, 288 pp.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Shane, S. H., Wells, R. S. y Würsig, B., 1986. Ecology, behaviour and social organisation of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science*, 2, 34-63.

Silvani, L.; Raich, J. y Aguilar, A. (1992) Bottle-nosed dolphins, *Tursiops truncatus* interacting with fisheries in the Balearic Islands, Spain. Proc. Sixth Annual Conf. E.C.S., 32.

Smith, R.J., Hobson, K.A., Koopman, H. N. and Lavigne, D. M. 1996. Distinguishing between populations of fresh- and salt water harbour seals (*Phocavutulina*) using stable-isotope ratios and fatty acid profiles. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53:272-279.

UNEP, 1998. Interaction of fishing activities with cetacean populations in the Mediterranean Sea. UNEP (OCA)/MED WG 146/4. Arta, Greece, 29-31 October 1998.

Wells, R. S. y Scott, M. D., 1999. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). En: *Handbook of Marine Mammals, Volumen VI, The second Book of Dolphins and Porpoises*. (Ed. por S. H. Ridgway y R. Harrison), pp 137-182. Academic press, San Diego.

Whitehead, H., Rendell L., Osborne R. W. y Würsig B. 2004. Culture and conservation of non-humans with reference to whales and dolphins: Review and new directions. *Biological Conservation* 120:427-437.

6.3.4 Impacte socioeconòmic de la presència de dofins.

Per tal de valorar una futura explotació comercial de la presència de dofins a les reserves marines i el possible impacte socioeconòmic de la mateixa, durant la campanya de juny de 2013 a la reserva del Migjorn de Mallorca, mitjançant la col·laboració d'un complex hotelier de la zona, es procedí a l'embarcament d'entre dos o tres turistes a les sortides de recerca de dofins. Aquests embarcaments foren, òbviament gratuïts. A canvi, es demanà que es respongués a un qüestionari per tal d'analitzar el impacte de l'activitat (Taula 11).

Taula 11. Resum qüestionari turisme/dofins.

NACIONAL	EDAT	GÈNERE	PROFESSIÓ	PRES. DIARI	VALORACIÓ	VALOR ECONÒMIC	EXPL.COMERCIAL	FIN.CIENTÍFICA
Alemania	26	Home	Tècnic	50	10	30	SI	SI
Alemania	46	Dona	Administratiu		8	20	SI	SI
Espanya	27	Home	Enginyer		7	15	SI	SI
Espanya	24	Dona	Estudiant		10	15	SI	SI
Austria	24	Dona	Estudiant		10	50	NO	SI
Alemania	50	Dona	Administratiu	25	10	20	NO	NO
Alemania	53	Home	Químic	25	10	20	NO	NO
Austria	45	Home	Relacions públiques	50	8	20	SI	SI
Austria		Dona	Dependiente	20	10	20	SI	SI
Austria	56	Home	Tècnic	20	10	25	SI	SI
Alemania	50	Dona	Farmacèutica	30	10	50	NO	SI
Alemania	56		Administratiu	30	10	40	NO	SI
Alemania	55	Dona	Metge	50	8	25	NO	SI
Alemania	54	Home	Enginyer	40	9	25	NO	SI
Alemania	26	Dona	Perruquer	80	10	25	SI	SI

Al total de 12 dies campanya, per raons meteorològiques, només es realitzaren un total de 6 sortides amb turistes convidats. De les 6 sortides, a 5 s'albiraren cetacis. Les enquestes retornades foren 15. Els turistes, una vegada al vaixell, eren informats de l'objectiu de l'estudi. Així mateix eren instruïts bàsicament a la metodologia de treball acústic.

Dels 15 turistes embarcats, el 60% era originari d'Alemanya, el 27% Austríac i la resta (13%), de nacionalitat espanyola (Figura 63). Aquesta distribució pot ser representativa de la zona turística. Caldria fer un estudi més ampli per veure la resposta des d'altres zones amb repartiment de nacionalitats diferents.

La mitjana d'edat fou de 40.1 anys, amb un mínim de 24 i un màxim de 56.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

La valoració mitjana de l'activitat desenvolupada fou de 9.27 sobre 10, amb un mínim de 7 i un màxim de 10. La moda, o valor més freqüent fou de 10 sobre 10. Curiosament, el mínim 7, no fou la valoració d'un turista de l'única sortida sense albirament. Aquestes dades són índex d'una més que alta acceptació de les sortides.

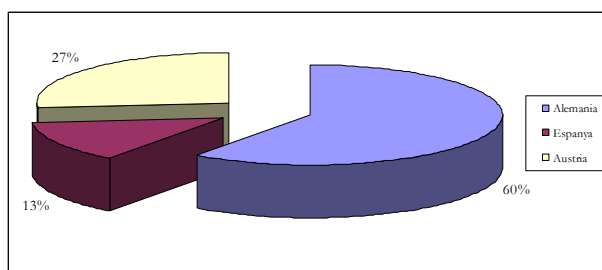


Figura 63. Nacionalitat del turistes embarcats.

El valor econòmic assignat a l'activitat, o el que és el mateix, quina quantitat pagarien els turistes per realitzar la sortida si aquesta fou de pagament, varià entre 15 i 50 €, amb una mitjana de 24.83 €. Òbviament, aquesta quantitat és a totes llum insuficient per a mantenir l'activitat tal i com es desenvolupa: dos tècnics amb dos o tres turistes. Emperò obre la reflexió de la possibilitat de desenvolupar l'activitat amb eines adequades. Cal considerar, que la valoració econòmica és el 71% del pressupost diari reconegut.

Emperò, si bé tant la valoració total com l'econòmica obrin la porta a una possible explotació, 7 sobre 15 enquestes (46%), rebutgen que es desenvolupi aquesta activitat de forma comercial. Però si entenen que podria ser una forma de finançar els estudis científics i de gestió de poblacions. Així 13 sobre 15 (86%), acceptarien pagar per sortir a veure cetacis si els ingressos i l'activitat es dedicà a investigació.

Tot plegat amb l'opinió majoritària (14 sobre 15) de que aquesta activitat millora la imatge que es té sobre les Illes Balears fa que el plantejament d'una estructura per a l'albirament de cetacis amb finalitats científiques i de conservació finançada per turistes que participin a les presa de mostres sigui, com a mínim, una possibilitat a estudiar de forma més ampla.

6.3.5 Efectes de les reserves marines sobre les poblacions de corbmarins emplomallats (*Phalacrocorax aristotelis*) i gavina corsa (*Ichthyaeetus audouini*).

El recompte es va efectuar al llarg de set dies de sortida des del 3 de maig al 24 d'agost de 2013. La longitud total dels transectes fou de 169 Km. Les dades posteriors al 24 d'agost s'han descartat per la baixa densitat de corbmarins que es trobaren a tota la costa. La baixa densitat va ser comprovada amb un recorregut per les colònies de l'Est de la Badia de Palma, al qual es va comptabilitzar menys d'un 30% de les xifres habituals a les quatre quadrícules de major densitat. En total s'han comptabilitzat 341 individus:

Taula 12. Recompte d'exemplars de Corbs Marins.

Corbmarins adults	120
“ joves 1er. any	65
“ joves 2on. any	85
“ edat no determinada	12
Gavina corsa	59

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

L'esforç de mostreig i els resultats en conjunt es resumeixen a la Taula 13:

Taula 13. Esforç de mostreig.

<i>Zona recompte</i>	<i>Longitud recompte (Km)</i>	<i>Dens. mitjana corbmarí (ind/ Km)</i>	<i>Densitat mitjana gavina corsa (ind/ Km)</i>
Reserva integral	14, 5	2,21	0,28
Reserva	83,3	0,97	0,43
Pesca lliure	71,6	2,43	0,27
TOTAL	169,3	1,67	0,35

6.3.5.1 Corbmarí

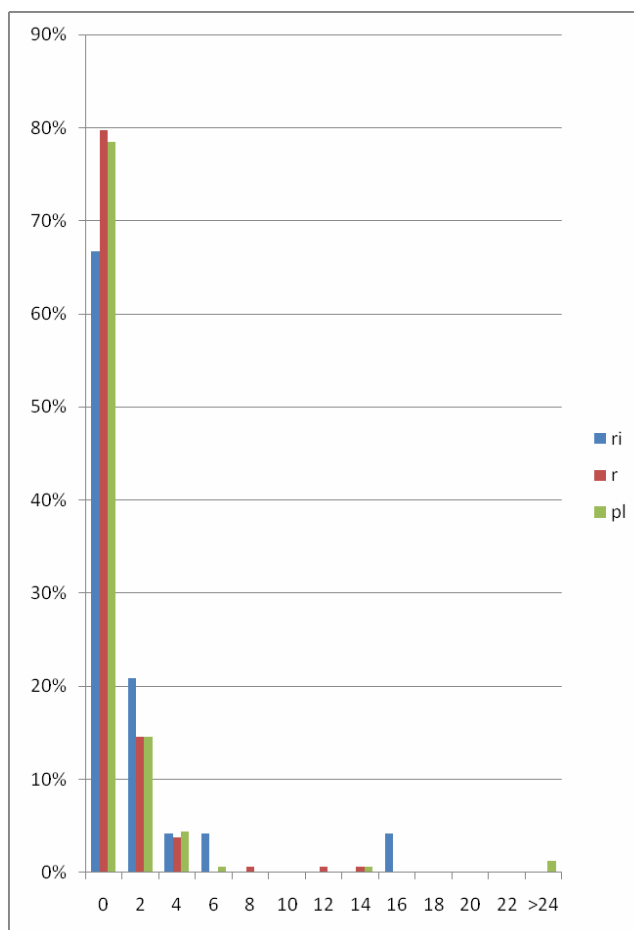


Figura 64. Nombre d'individus per unitat de mostreig (5 minuts) en percentatge respecte al total d'observacions a cada zona. Reserva integral (ri), reserva (r) i pesca lliure (pl).

La significació de les diferències és baixa (test de la U de Mann-Whitney: $H=2.52$, $p=0.283$ per l'anàlisi de les tres zones a la vegada). Els resultats de les comparacions dos a dos, jugant amb diferents agrupaments de les dades es descriuen a la Taula 14.

Taula 14. Diferències entre zones.

	Reserva integral	Reserva	Reserva + Reserva integral
Pesca lliure	H=1.317 P=0.178	H=0.147 P=0.701	H=0.0008 P=0.978
Reserva	H=2.535 P=0.111		
Reserva + Pesca lliure	H=2.377 P=0.123		

L'anàlisi de les dades per quadrícules es resumeix a l'histograma (Figura 65) i a la Taula 15.

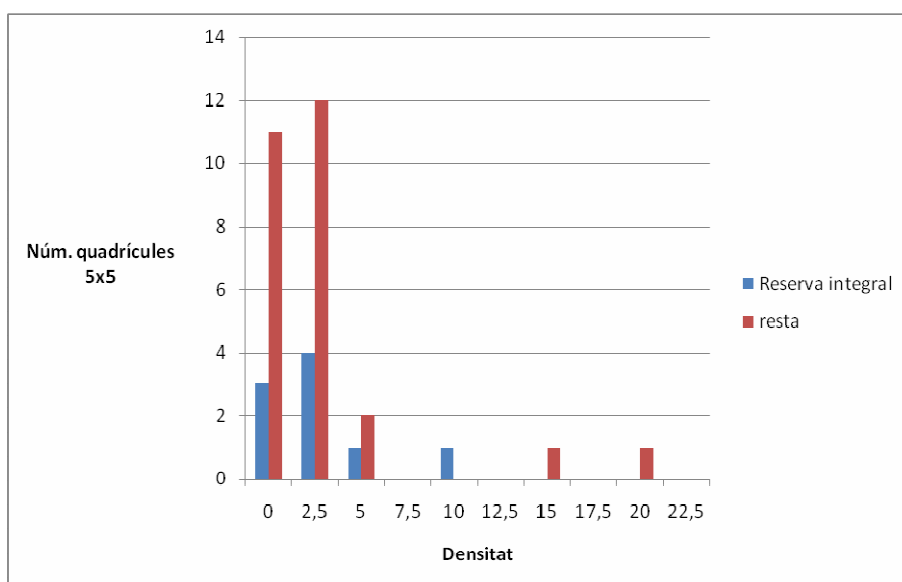


Figura 65. Histograma de les densitats (en ind/Km) a les diferents quadrícules UTM 5 x 5.

Taula 15. Promedi de densitat lineal (Ind/km). Entre parèntesi, nombre de quadrícules a cada categoria.

	≤ 10 parelles	> 10 parelles
Reserva integral	0,45 (5)	1,97 (4)
Reserva	0,90 (9)	4,07 (11)
Pesca lliure	0,16 (7)	0,66 (1)

Pel contrast d'hipòtesis s'han agrupat totes les quadrícules sense reserva integral dins una única categoria (Reserva o pesca lliure), per evitar que la quadrícula sense reserva amb alta densitat de nius quedi tota sola a una categoria. S'han separat les quadrícules en dos grups per la seva densitat de parelles, per tal d'estudiar l'efecte colònia. S'ha triat com a límit 10 parelles, per ser el valor més proper a la mitjana. A la Taula 16 es mostren els resultats d'aplicar el test de la t de Student a les dades aparellades de diferents maneres.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Com es pot comprovar les diferències més significatives es donen entre quadrícules amb moltes parelles nidificants i quadrícules amb poques. Les diferències entre les densitats de les quadrícules amb reserva integral i a la resta no són significatives.

Taula 16. t-student per a les diferents combinacions.

	≤ 10 parelles		> 10 parelles	
Reserva integral	<i>mitja = 0,45</i>	P=0.25	<i>mitja = 1,97</i>	P=0.40
	P=0.77		P=0.39	
Reserva o pesca lliure	<i>mitja = 0,58</i>	P=0.10	<i>mitja = 3,78</i>	
	P=0.06			

Els coeficients de correlació de Spearman (ρ) i la seva significació estadística (P: probabilitat d'error de tipus I) prenent com a unitats de mostreig les quadrícules de 5 x 5 km es resumeixen a la Taula 17.

Taula 17. Coeficients de correlació de Spearman.

	% longitud de costa r.i.	% r. + r.i.	Parelles a la quadrícula (cens 2006)
Densitat lineal a la quadrícula	$\rho = 0,04$ P = 0.82	$\rho = -0,05$ P = 0.79	$\rho = 0,49$ P = 0.002
Parelles a la quadrícula (cens 2006)	$\rho = 0,19$ P = 0.27	$\rho = -0,02$ P = 0.91	

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NB.AL00002

6.3.5.2 Gavina corsa.

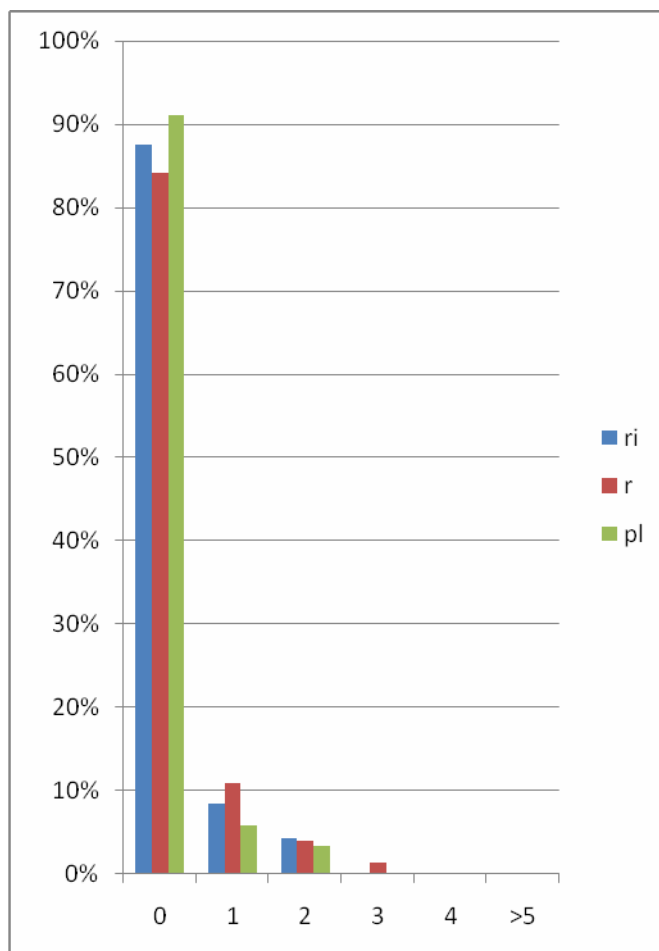


Figura 66. Nombre d'individus per unitat de mostreig (5 minuts) en percentatge respecte al total d'observacions a cada zona. Reserva integral (ri), reserva (r) i pesca lliure (pl).

La significació de les diferències és baixa (test de la U de Mann-Whitney: $H=3.501$, $p=0.174$ per l'anàlisi de les tres zones a la vegada). Els resultats dels diferents agrupaments de les dades es mostren a la taula, on s'observa una modesta significació per les diferències entre la densitat a les zones de reserva i la resta.

Taula 18. Diferències entre zones.

	Reserva integral	Reserva	Reserva + Reserva integral
Pesca lliure	$H=0.319$ $P=0.572$	$H=3.502$ $P=0.061$	$H=3.288$ $P=0.070$
Reserva	$H=0.177$ $P=0.674$		
Reserva +Pesca lliure	$H=0.0004$ $P=0.985$		

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

L'anàlisi per quadrícules es resumeix a l'histograma i a la taula següent.

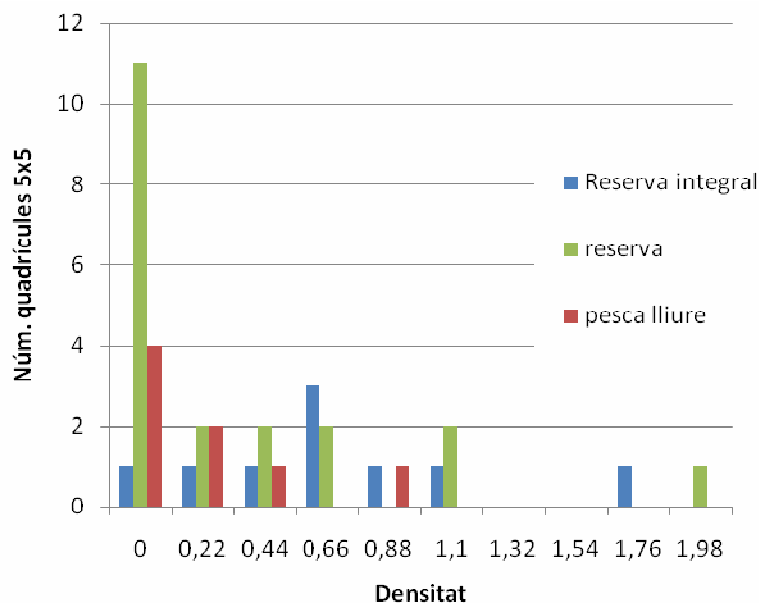


Figura 67. Histograma de les densitats (en ind/Km) a les diferents quadrícules UTM 5 x 5.

Taula 19. Promedi de densitat lineal. Entre parèntesi, nombre de quadrícules a cada categoria.

	Sense colònies	Amb colònies
Reserva integral	0,62 (4)	0,59 (5)
Reserva	0,43 (17)	0,32 (12)
Pesca lliure	0,12 (10)	0,04 (10)

L'estudi de l'efecte colònia és més difícil amb la gavina corsa. Aquesta espècie és nòmada i canvia la situació de les seves colònies d'un any per l'altre. El 2013 només es van detectar sis colònies al litoral de Mallorca, dues d'elles a la mateixa quadrícula de 5 x 5. Per poder efectuar un anàlisi semblant al realitzat pel corbmarí s'han considerat per una banda les quadrícules amb alguna colònia o amb una colònia a una quadrícula veïnada (17) i la resta (19).

El contrast d'hipòtesis mitjançant la prova de la t de Student es resumeix a Taula 20, on es mostra la significació de les diferències trobades en aparellar les mostres de diferents maneres.

Els coeficients de correlació de Spearman (ρ) i la seva significació estadística (P: probabilitat d'error de tipus I) prenent com a unitats de mostreig les quadrícules de 5 x 5 km es resumeixen a la Taula 21.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Taula 20. t-student per a diferents combinacions.

	sense parelles a la quadrícula 15 x 15		amb parelles a la quadrícula 15 x 15	
Reserva integral	<i>Mitja</i> = 0,62	P=0.91	<i>Mitja</i> = 0,59	
	P=0.29		P=0.45	P=0.27
Reserva	<i>Mitja</i> = 0,43	P=0.59	<i>Mitja</i> = 0,32	
	P=0.07		P=0.07	P=0.006
Pesca lliure	<i>Mitja</i> = 0,12	P=0.38	<i>Mitja</i> = 0,04	
	P=0.46			

Taula 21. Coeficients de correlació de Spearman.

	% longitud de costa r.i.	% longitud de costa r. + r.i.	Parelles a la quadrícula 15 x 15
Densitat lineal a la quadrícula	$\rho = 0,42$ P = 0.009	$\rho = 0,35$ P = 0.04	$\rho = 0,19$ P = 0.25
Parelles a la quadrícula 15 x 15 *	$\rho = 0,03$ P = 0.87	$\rho = -0,31$ P = 0.07	

* S'han agrupat les parelles nidificants a la quadrícula i a les vuit que l'enrevolten.

6.3.5.3 Discussió.

Segons Wanless *et al.* 1998 els factors més importants per a l'analitzar l'ús de l'espai pels aucells marins són la distància a la colònia, la profunditat i la naturalesa del substrat. La impressió que es va obtenir des de les primeres sortides és que la proximitat a grans colònies és amb diferència el principal factor que afecta la densitat de corbmarins. El període reproductor d'aquesta espècie dura des de febrer a juny. Les dates del cens són, per tant, tardanes i es suposa que els adults no es troben tan limitats per la distància a la colònia.

El primer anàlisi de les dades per unitat d'esforç mostra que la densitat mitjana de corbmarins és lleugerament més alta fora de les zones de reserva, però la diferència no és prou significativa. Cal tenir en compte que el corbmarí és una espècie gregària i molt lligada a la seva àrea de nidificació la major part de l'any. L'efecte de grans concentracions trobades a prop de les grans colònies pot suposar un factor molt més important que qualsevol altre. És necessari analitzar l'efecte de la proximitat de colònies importants.

Efectivament, com es pot comprovar, en separar les unitats de mostreig en zones d'alta i baixa densitat de nius, les diferències entre les quadrícules amb reserva integral i la resta deixen de ser significatives.

Els resultats d'aplicar el test de la t de Student a les dades aparellades de diferents maneres mostren que les diferències més significatives es donen entre quadrícules amb moltes parelles nidificants i quadrícules amb poques. Les diferències entre les densitats de les quadrícules amb reserva integral i a la resta són molt menys significatives que les que podem atribuir a l'efecte colònia.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

De la mateixa manera, l'única correlació significativa és la que s'observa entre la densitat lineal i nombre de parelles a la quadrícula. L'efecte colònia és preponderant sobre l'efecte de la presència de zones de reserva a la quadrícula.

Amb la gavina corsa s'observa alguna diferència significativa entre les densitats dins i fora de les reserves, tant a les zones properes a les colònies com a les llunyanes. S'ha de tenir en compte que aquesta espècie no és tan gregària com el corbmarí i que el nombre total d'individus comptabilitzats és més baix. Les dades són probablement insuficients per aprofundir les comparacions, pensem que la densitat a la zona de reserva integral es basa en el recompte de només quatre individus.

El contrast d'hipòtesis mitjançant la prova de la t de Student confirma les diferències significatives trobades amb l'anàlisi d'unitats de mostreig de 5'. La màxima significació s'obté en comparar les zones de reserva i les de pesca lliure. No s'observa "efecte colònia".

L'anàlisi de les correlacions mostra resultats coincidents. A més, les quadrícules amb reserva i/o reserva integral es troben significativament allunyades de les colònies de gavina corsa (per efecte de la colònia de Dragonera, que és la més grossa), per la qual cosa la correlació positiva entre la densitat de gavines i la presència de reserva podria ser fins i tot més significativa.

Aquesta preferència de la gavina corsa per les zones de reserva es contradiu amb el que s'espera segons els models ecològics desenvolupats per Pinnegar i Polunin (2004), que prediuen un increment de la densitat d'aucells marins amb la sobrepesca, com a conseqüència de la captura selectiva, per part dels pescadors, dels peixos depredadors amb els quals competeixen. L'efecte reserva, en afavorir la supervivència dels grans predadors, aniria en el sentit oposat i, segons el seu model, reduiria la presència d'aucells marins a les zones de reserva. En el mateix sentit actuarien els efectes selectius de la pesca, especialment la recreativa, sobre les poblacions de petits demersals, que, segons Alos (2008) i Alos *et al.* (2008) redueix la mida dels adults i avancen la maduresa sexual. A més, els pescadors recreatius retornen a la mar molts d'individus en males condicions, que constitueixen preses fàcils.

És possible que altres factors, com ara l'efecte frontera a les zones de reserva integral o l'activitat de la flota de pesca hi tenguin influència. En qualsevol cas, els recomptes de gavina corsa obtinguts durant aquesta campanya són molt vulnerables a efectes espuris conseqüència del petit nombre d'individus i la localització de les poques colònies de l'espècie.

7 Discussió.

La present memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines", tot intentant ser senzilla i clara, degut a l'ampla varietat de temes tractats i la seva disparitat, és extensa i en certs casos, la informació es troba fraccionada. Per això, aquesta discussió pretén ser a la vegada un resum i un marcador per aquelles conclusions més importants.

La **pesca submarina**, tal i com s'ha desenvolupat i supervisat fins l'actualitat no pot ser considerada com a indicador de gestió per a les reserves. Aquesta activitat es troba permesa a 3 reserves i només, és necessària autorització a dues d'elles. A més, durant la sèrie històrica, el sistema d'autorització ha sofert modificacions i s'ha aplicat una taxa. Tot plegat impossibilita l'anàlisi històric i emprar-ho com a indicador. Emperò, el seu potencial, per la tipologia de dades que pot aportar, és molt interessant. Per això seria necessari implementar un sistema eficaç de registre dels usuaris, el seu esforç pesquer i les captures. A aquest cas, seria un excel·lent indicador i eina per millorar la gestió de les reserves, i finalment, el seu estat de conservació.

El **busseig turístic** és, tan pel nombre de practicants com pel volum econòmic lligat a l'activitat, un dels entorns on més necessari és una ordenació eficient i eficaç. Amb un voltant de 1,000 llicències individuals i quasi 30,000 bussejadors declarats pels clubs de busseig al 2012, és obvi que es tracta d'una activitat amb un gran impacte social, econòmic i, probablement, ecològic, si bé aquest punt no es troba ben estudiat. Per tant, el primer pas seria desenvolupar els estudis necessaris per fixar el límit de càrrega per cada reserva. Cal pensar que la distribució dels 30,000 bussejadors és molt desigual, concentrant-se majoritàriament a certes reserves, essent les Illes del Toro i les Illes Malgrats, les més importants. Una vegada fixat aquest nivell màxim de càrrega, un desenvolupament controlat de l'activitat podria ser indicador del bon estat de la reserva, car una millor conservació repercutiria amb una major satisfacció de l'usuari, i un augment de l'activitat. A més, l'activitat econòmica lligada podria repercutir per a l'implantament d'un sistema d'autofinançament de part dels costos del manteniment de les reserves.

L'activitat pesquera que es desenvolupa a les reserves marines és, possiblement, la de major impacte per a la sostenibilitat de les mateixes. Emperò, i malgrat la seva importància, les dades sobre la seva activitat són, fins a l'actualitat, deficientes. És molt complex fer un seguiment pesquer fiable sense les dades reals d'esforç i captura. És per tant indispensable per a la correcta gestió de les reserves marines la implantació d'un sistema de control eficient de l'activitat pesquera a les mateixes que permeti l'accés a una sèrie de dades, a les que no pot faltar l'esforç i la captura, per tal de valorar l'impacte de l'activitat sobre el recurs. Si no es té accés a càlculs de rendiments fiables i comparables a la línia temporal, es desconeix l'evolució de l'estat de la reserva. L'activitat pesquera és, pel volum de biomassa a la que afecta, la més crítica per a la sostenibilitat, i la que, per tant, hauria de ser més controlada; però que una vegada activat el sistema de control, reportarà una major informació sobre l'estat de la reserva. Hauria de ser, per tant, una prioritat, la implantació d'un sistema de registre eficient de l'activitat pesquera.

La **presència de dofins** i la seva activitat, són, segons les dades obtingudes al present estudi, indicadors aplicables al seguiment de la sostenibilitat de les reserves marines. El fet de que els dofins mulars mostrin preferències espacials i usos específics per àrees, pot ser

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

emprat per a un disseny de gestió més eficient. Cal pensar que els dofins, pel seu estil de vida i la seva posició a la xarxa tròfica, fidel reflex del medi al que viuen.

D'entre els sistemes de seguiment per als dofins, l'**acústica passiva** és, per a la seva relació cost/esforç, el més adequat per a una implantació generalitzada a les àrees marines protegides. No es veu afectada per les condicions meteorològiques ni pels cicles diurns/nocturns i a més, tal i com s'ha descrit a la present memòria, preveu de dades d'alta qualitat de la presència i activitats dels dofins a les reserves. I per tant, del bon estat de les mateixes.

El seguiment per **fotoidentificació** i l'anàlisi d'**isòtops estables**, si be són potents eines per a l'estudi de la dinàmica poblacional del dofins i les seves pautes alimentàries, i que reporten dades derivades de les campanyes de mostreig, per a anàlisis de l'ús del medi, no són aconsellables per a un seguiment perllongat al temps per la seva relació cost/dades obtingudes. Les campanyes mobilitzen un nombre important de recursos i són molt susceptibles a les condicions meteorològiques, la darrera campanya al Nord de Menorca fou suspesa, per exemple, i per a la valoració del bon estat de les reserves, l'acústica passiva reporta dades més robustes. Només al cas d'estudis a àrees més amples podria ser acurat el disseny d'aquest tipus de mostreig.

L'anàlisi de les dades obtingudes de la petita campanya per a estudiar el possible **impacte econòmic de la presència de dofins** a les reserves, indica que és viable un retorn econòmic d'activitats relacionades amb el seu albirament. Emperò, l'opinió generalitzada és d'emprar aquest ingrés per a finançar estudis de conservació dels mateixos cetacis. Es tracta d'una via oberta pel que seria aconsellable el disseny d'un pla pilot específic per veure més exactament el seu potencial real i les mesures de gestió necessàries pel seu correcte desenvolupament.

No es detecta un efecte apreciable de les reserves sobre les densitats de **corbmarí**. La distribució molt uniforme de les seves colònies fa més complicat destriar l'efecte de la densitat de nidificants.

La **gavina corsa**, per la seva part, mostra tendència a freqüentar més les zones de reserva. Aquesta tendència, contrària al que cal esperar de l'efecte reserva, s'ha de confirmar amb més observacions

S'ha de considerar la possibilitat d'estudiar, a més de la densitat, l'ús que fan els aucells marins de l'hàbitat, parant atenció al temps dedicat a pescar, bussetjar i/o descansar a cada zona i la duració dels viatges dels progenitors durant el període de reproducció. Aspecte que es poden mesurar amb certa facilitat, encara que interpretar-ho no és senzill.

Tot plegat, aquest estudi revela una sèrie de mancances al seguiment de les reserves marines a les Illes Balears, al mateix temps que aporta un seguit de nous indicadors que podrien ser aplicats. Desenvolupant aquests darrers i millorant els primers, es podria obtenir una excel·lent radiografia de l'estat de les àrees marines protegides i observar la seva evolució.

8 Bibliografia.

Alos, J. 2008. Influence of anatomical hooking depth, capture depth, and venting on mortality of painted comber (*Serranus scriba*) released by recreational anglers. ICES Journal of Marine Science, 65: 1620-1625. (Chapter 5).

Alos, J., Palmer, M., Grau, A. M., and Deudero, S. 2008. Effects of hook size and barbless hooks on hooking injury, catch per unit effort, and fish size in a mixed-species recreational fishery in the western Mediterranean Sea. ICES Journal of Marine Science, 65: 899-905. (Chapter 6)

Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. 1992 Bird census techniques. BTO-RSPB

Cole, R.G., Ayling, T.M., Creese, R.G. 1990. Effects of marine reserve protection at Goat Island, northern New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 24-2. 197-210.

Coll, J. 2013. Avaluació dels esculls artificials i de les reserves marines com a eines de gestió dels recursos íctics litorals a les Illes Balears. Tesis doctoral UIB (<http://hdl.handle.net/10803/113367>).

Culik, T., Koschinski, J., Tregenza, N. i Ellis, R., 2001. Reactions of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and herring (*Clupea harengus*) to acoustic alarms. Marine Ecology Progress Series 211: 255-260.

Galbraith, R., 1999. The digital photojournalist's guide. Little Guy Media, Calgary.

Irvine A. B., Scott, M. D., Wells, R. S. y Kaufmann, J. H., 1981. Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. Fish Bull 79(4): 671-688.

Markowitz, T. M., Harbin, A. y Würsig, B., 2003. Digital photography improves efficiency of individual dolphin identification. Mar. Mamm. Sci., 19, 217-223.

Mazzei, M., McCulloch, S. D., DeFranco, R. H., Murdoch, E., 2004. Use of digital photography and analysis of dorsal fins for photo-identification of bottlenose dolphins. Aquatic Mammals, Vol. 30 (2).

McDonald, J.H. 2009. Handbook of Biological Statistics, 2nd ed. Baltimore: Sparky House Publishing. (<http://udel.edu/~mcdonald/statintro.html>)

Pinnegar, J.K., Polunin, N.V.C. 2004 Predicting indirect effects of fishing in Mediterranean rocky littoral communities using a dynamic simulation model. *Ecological Modelling* 172; 249–267

Sapoznikow, A., Quintana, F. 2003 Foraging Behavior and Feeding Locations of Imperial Cormorants and Rock Shags Breeding Sympatrically in Patagonia, Argentina. Waterbirds 26(2):184-19 ([http://www.bioone.org/doi/abs/10.1675/1524-4695\(2003\)026%5B0184:FBAFLO%5D2.0.CO%3B2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1675/1524-4695(2003)026%5B0184:FBAFLO%5D2.0.CO%3B2))

Tregenza, N., 2001. Some recent and ongoing work on pingers using porpoise click loggers (PODs). ICRAM/AHD/INFO4. International workshop Mitigation of interactions between dolphins and fisheries through the use of Acoustic Harassment Devices: effectiveness, impact and possible alternatives. ICRAM, 4-5 May, Rome.

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

- Tregenza, N., Northridge, S., Rogan, E., i Hammond, P., 2001. Monitoring echo-location activity of porpoises around set gill nets. Proceedings 15 ECS Conference, Rome.
- Wanless, S, Bacon, PJ, Harris, MP, Webb, AD 2002 Evaluating the coastal environment for marine birds. *Journal of Coastal Conservation* 8-1, 17-24
- Wells, R. S., 1986. Structural aspects of dolphins societies. Doctoral thesis presented to the University of California, Santa Cruz, 234 pp.
- Wells, R. S., Irvine, A. B. y Scott, M. D., 1980. The social ecology of inshore odontocetes. pp. 263-317. In: L. M. Herman (ed.). Cetacean Behaviour: Mechanisms and Functions. Wiley and Sons, New York, 463 pp.
- Wells, R. S., Scott, M. D. y Irvine, A. B, 1987. The social structure of free-ranging Bottlenose dolphins. In; Current Mammalog Vol 1 (ed, Genoways, H. H.)Plenum Press, New York and London, 247-305.
- Würsig B. y Würsig M., 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). Science, 198: 755-756.
- Würsig B., 1978. Occurrence and group organization of Atlantic bottlenose porpoises (*Tursiops truncatus*) in an Argentina Bay. Bio. Bull. 154:348-59.

9 Annexos.

9.1 Anàlisi de les dades històriques de barques i mariners actius per confraria.

Al plec de condicions del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines" estava previst l'anàlisi de l'evolució del nombre de barques i mariners actius per confraries i la seva distància a les reserves marines.

Aquesta informació roman en possessió de les mateixes confraries de pescadors, pel que es va sol·licitar la seva col·laboració. Al final del projecte, i malgrat la insistència, només dues confraries havien enviat les dades.

Per tal de concedir una mica més de temps per a la recepció de la informació, es redactà aquesta memòria i es decidí incorporar aquest anàlisi com annex.

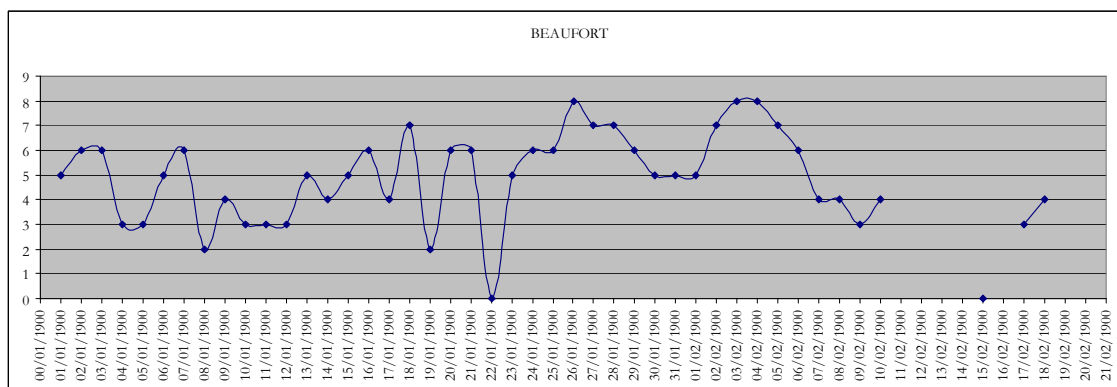
A dia d'avui només es compta amb la informació de les confraries de Ciutadella i Porto Colom, pel que dit anàlisi no té cap validesa estadística.

Volem agrair des de aquí als secretaris de dites confraries per la seva aportació.

9.2 Suspensió campanya Octubre 2013 al Nord de Menorca.

Per a l'octubre de 2013 estava prevista la darrera campanya a la reserva del Nord de Menorca. Malauradament, una meteorologia adversa aquesta tardor i inici d'hivern provocaren la suspensió de la mateixa.

A aquest punt de l'annex s'incorpora gràfic del règim de vent que impossibilità la campanya.



9.3 Llistat de figures.

Figura 1. Plànol Reserva Marina del Migjorn de Mallorca.....	9
Figura 2. Plànol Reserva Marina del Nord de Menorca.....	12
Figura 3. Plànol Reserva Marina del Llevant de Mallorca.....	15
Figura 4. Plànol Reserva Marina de les Illes del Toro.....	20
Figura 5. Plànol Reserva Marina de les Illes Malgrats.....	22
Figura 6. PODs submergit.....	24

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Figura 7. Protocols d'enregistraments dels PODs.	24
Figura 8. Fotografia tipus per a fotoidentificació.....	26
Figura 9. Maleta control del hidròfon.	29
Figura 10. Cap i coa del hidròfon.	30
Figura 11. Equip d'escolta complet.	31
Figura 12. Espectrograma de clicks i xiulos de <i>Tursiops truncatus</i>	32
Figura 13. Ballesta muntada per al seu us.....	33
Figura 14. Biòpsia de dofí mular.....	34
Figura 15. Resultats del cens de parelles nidificants de corbmarí de 2006 (no publicat). A l'histograma, nombre de parelles per quadrícula.	38
Figura 16. Evolució dels permisos de pesca submarina a les Reserves Marines del Migjorn i Llevant de Mallorca.	40
Figura 17. Distribució de les llicències de busseig individual per reserves marines al 2012..	41
Figura 18. Històric de les llicències per a busseig turístic al total de les reserves marines a les Illes Balears.	42
Figura 19. Històric de les llicències per a busseig turístic per reserves.	42
Figura 20. Històric de les llicències per a busseig col·lectiu per reserves.	43
Figura 21. Històric del nombre de bussejadors declarats pel busseig col·lectiu per reserves.	43
Figura 22. Històric del global de llicències pel busseig col·lectiu.	43
Figura 23. Històric del nombre total de bussejadors declarats pel busseig col·lectiu.	44
Figura 24. Composició per reserves dels bussejadors declarats de busseig col·lectiu al 2008 i 2012.....	44
Figura 25. Nombre d'autoritzacions de busseig individual per reserves al 2012 i 2013.	46
Figura 26. Navegació de recerca a l'àrea de la Reserva del Nord de Menorca.....	47
Figura 27. Navegació de recerca a l'àrea de la Reserva del Llevant de Mallorca.	48
Figura 28. Navegació de recerca a l'àrea de la Reserva del Migjorn de Mallorca.....	48
Figura 29. Evolució del total de captures (Kg).....	49
Figura 30. Evolució del valor de venda del total de captures (€).	50
Figura 31. Evolució del total de captures declarats a les reserves marines(Kg).....	50
Figura 32. Evolució del nombre de fulles d'activitats a les reserves.....	50
Figura 33. Rendiment de l'activitat pesquera dins i fora reserva.	51
Figura 34. Mitjanes de rendiment de l'activitat pesquera dins (1) i fora reserva (2).	51
Figura 35. Localització arts de pesca observades per tipus a l'àrea del Nord de Menorca. .	53

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Figura 36. Localització arts de pesca observades per tipus a l'àrea del Llevant de Menorca.	53
Figura 37. Localització arts de pesca observades per tipus a l'àrea del Migjorn de Mallorca.	54
Figura 38. Distribució Kernel del 50 i 95% de la distribució d'ormeigs de pesca al Nord de Menorca.	55
Figura 39. Distribució Kernel del 50 i 95% de la distribució d'ormeigs de pesca al Llevant de Mallorca.	55
Figura 40. Distribució Kernel del 50 i 95% de la distribució d'ormeigs de pesca al Migjorn de Mallorca.	56
Figura 41. Seven different MPAs from the regions of Catalonia, Valencia and Balearic Islands in the Spanish Mediterranean Sea. Black line denotes MPA area, black dots denote T-POD deployment locations. a) Columbretes Islands Natural Reserve, b) Medes islands Natural Park, c) Los Freus de Ibiza y Formentera Marine Reserve, d) Sa Dragonera Natural Park, e) Serra Gelada Natural Park, f) migjorn de Mallorca Marine Reserve and g) Levante de Mallorca – Cala Rajada Marine Reserve.	61
Figura 42. Bottlenose dolphin seasonal presence in % DPH/month for every MPA. Note: For all sites panel y axis is %DPH/month/T-POD. For Columbretes and Dragonera, grey boxes denote lack of data.	65
Figura 43. Bottlenose dolphin diel presence in %DPH over the total number of hours sampled for each hour of the day in each MPA. For Columbretes, grey boxes denote lack of data.	67
Figura 44. Maximum, minimum and average ICI calculated for all click trains detected in each hour of the day averaged for all deployment locations in each MPA. In Serra Gelada, average results were separated from fish farm and non-fish farm locations. For Migjorn and Levante average results were separated from the control locations and the MPA locations.	68
Figura 45. Overall ICI average (in milliseconds) and 1x standard deviation from all the echolocation click trains detected in each MPA. Note: For Levante, averages were calculated for three different areas: the fishing prohibited MPA zone alone (Levante no-take), both the fishing prohibited and permitted MPA zones (Levante) and the control location alone (Levante control).	69
Figura 46. Amount of recreational use events per month averaged from the seven MPAs and divided in three levels of intensity, low, moderate and high, according to the 33.33 and 66.66 percentile ranking.	70
Figura 47. Localització calament PODs a les reserves de les Illes Malgrats i El Toro.	80
Figura 48. Percentatge DPH/hores escolta per localitzacions.	81
Figura 49. Mitjanes i intervals de confiança DPH/hores als períodes hivern i estiu.	82
Figura 50. Percentatges DPH per hores als 3 punts d'escolta i al global.	83
Figura 51. Mitjanes i intervals de confiança DPH/hores als períodes nit i dia.	83
Figura 52. Min, Max i mitjana de ICI per hores a l'Illa del Toro.	84

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

Figura 53.Min, Max i mitjana de ICI per hores a les Illes Malgrats.....	84
Figura 54.Min, Max i mitjana de ICI per hores a la zona de control.	84
Figura 55.Mitjanes i intervals de confiança ICI als períodes nit(1) i dia (2).	85
Figura 56.Albiraments per espècies a l'àrea del Nord de Menorca.....	86
Figura 57.Albiraments per espècies a l'àrea del Llevant de Mallorca.	86
Figura 58.Albiraments per espècies a l'àrea del Migjorn de Mallorca.....	87
Figura 59.Kernel Home-range per a <i>T. truncatus</i> al Nord de Menorca.....	88
Figura 60.Kernel Home-range per a <i>T. truncatus</i> al Llevant de Mallorca.....	88
Figura 61.Kernel Home-range per a <i>T. truncatus</i> al Migjorn de Mallorca.....	89
Figura 62. Area study and biopsies and strandings locations.	93
Figura 63. Nacionalitat del turistes embarcats.	104
Figura 64. Nombre d'individus per unitat de mostreig (5 minuts) en percentatge respecte al total d'observacions a cada zona. Reserva integral (ri), reserva (r) i pesca lliure (pl).105	
Figura 65. Histograma de les densitats (en ind/Km) a les diferents quadrícules UTM 5 x 5.	106
Figura 66. Nombre d'individus per unitat de mostreig (5 minuts) en percentatge respecte al total d'observacions a cada zona. Reserva integral (ri), reserva (r) i pesca lliure (pl).108	
Figura 67. Histograma de les densitats (en ind/Km) a les diferents quadrícules UTM 5 x 5.	109

9.4 Llistat de taules.

Taula 1. Us del medi.	18
Taula 2. Taula de comportament.	26
Taula 3. Resum campanyes de mostreig.	47
Taula 4. Resum observació d'arts de pesca.	52
Taula 5. Characteristics of bottlenose dolphin presence (year-round presence, seasonal differences and diel differences) and echolocation behavior (diel differences in ICI) in each MPA.....	68
Taula 6. Nombre d'albiraments per espècie i reserva.	85
Taula 7. Tipus d'alimentació observada per reserves.....	89
Taula 8. Mean $\pm$ S.E isotopic values for $\delta^{13}C$, $\delta^{13}N$ and C:N for <i>Tursiops truncatus</i> sampled at macrosites (Gimnèsies and Pitiüses) and sites (Andratx, Minorca Channel, Migjorn and Formentera). n, number of individuals used to calculate the mean values.	95
Taula 9. Fst below diagonal with P-values obtained after: 3000 permutations. Indicative adjusted nominal level (5%) for multiple comparisons is: 0.016667. Above diagonal Rst with P values and in parenthesis Dest. MIGRATION RATES (MR) obtained with Bayesass for simulations showing no information in the data, will have a 0.833	

Memòria del "Servei per a la determinació de nous indicadors de sostenibilitat a les reserves marines". FEP 311NBAL00002

mean and 95% confidence interval for the non-migration rates are 0.833 (0.675, 0.992) and for the migration rate mean and 95% confidence interval for data sets with 3 populations are 0.0837 (0.00125, 0.261). 96

Taula 10. Summary of the results of the one-way ANOVA to test $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and C:N ratio for macrosites (Gimnèsies and Pitiüses) and all sites (Andratx, Minorca Channel, Migjorn and Formentera). *P < 0.05 and n.s for non significant differences.	97
Taula 11. Resum qüestionari turisme/dofins.....	103
Taula 12. Recompte d'exemplars de Corbs Marins.....	104
Taula 13. Esforç de mostreig.	105
Taula 14. Diferències entre zones.....	106
Taula 15. Promedi de densitat lineal (Ind/km). Entre parèntesi, nombre de quadrícules a cada categoria.	106
Taula 16. t-student per a les diferents combinacions.....	107
Taula 17. Coeficients de correlació de Spearman.....	107
Taula 18. Diferències entre zones.....	108
Taula 19. Promedi de densitat lineal. Entre parèntesi, nombre de quadrícules a cada categoria.	109
Taula 20. t-student per a diferents combinacions.	110
Taula 21. Coeficients de correlació de Spearman.....	110