



# Seguiment del medi marí al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter

## Memòria 2016 (Volum I)



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

 Generalitat de Catalunya  
Departament de Territori  
i Sostenibilitat

 Parc Natural  
del Montgrí, les Illes Medes  
i el Baix Ter

 Parc Natural  
de Cap de Creus

**SEGUIMENT DEL MEDI MARÍ AL PARC  
NATURAL DEL CAP DE CREUS I AL PARC  
NATURAL DEL MONTGRÍ, LES ILLES  
MEDES I EL BAIX TER**

**MEMÒRIA 2016**

**(VOLUM I)**



**Gestió i direcció del projecte**

Bernat Hereu Fina<sup>1</sup>

David Díaz Viñolas<sup>3 i 4</sup>

Antoni García-Rubies<sup>2</sup>

Cristina Linares Prats<sup>1</sup>

**Tècnics contractats**

Simone Mariani<sup>1</sup>

Aurora Martínez Ricart<sup>1</sup>

Neus Matamalas Rodríguez

Alba Medrano Cuevas<sup>1</sup>

Marta Pagès Escolà<sup>1</sup>

Marta Pérez Vallmitjana<sup>1</sup>

**Investigadors involucrats**

Eneko Aspillaga Cuevas<sup>1</sup>

Javier Romero Martinengo<sup>1</sup>

Isaac Atienza Mañas

Graciela Rovira Mestres

Itziar Burgués Martínez

Neus Sanmartí Boixeda<sup>1</sup>

Pol Capdevila Lanzaco<sup>1</sup>

Mikel Zabala Limousin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 643, 08028 Barcelona

<sup>2</sup> Centre d'Estudis Avançats de Blanes CEAB-CSIC. C/Accés Cala St. Francesc 14, 17300 Blanes.

<sup>3</sup> Institut de Ciències del Mar ICM-CSIC. Passeig Marítim de la Barceloneta 37-49, 08003 Barcelona.

<sup>4</sup> Centre Oceanogràfic de les Illes Balears – Instituto Español de Oceanografía (COB-IEO). Moll de Ponent s/n. 07015 Palma de Mallorca.

Citar com:

Hereu B, , Aspillaga E, Atienza I, Burgués I, Capdevila P, Díaz D, García-Rubies A, Linares C, Mariani S, Martínez-Ricart A, Matamalas N, Medrano A, Pagès M, Pérez M, Romero J, Rovira G, Sanmartí N, Zabala M, 2014. Seguiment del medi marí al Parc natural del Cap de Creus i al Parc natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria 2016. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals.



# Índex

<b>Presentació .....</b>	<b>9</b>
<b>Introducció .....</b>	<b>11</b>
El Cap de Creus .....	13
El conjunt Montgrí-Illes Medes .....	13
<b>Seguiment dels peixos vulnerables a l'activitat pesquera.....</b>	<b>15</b>
Introducció .....	16
Material i mètodes .....	19
Poblacions de peixos vulnerables.....	19
Anàlisi de dades .....	20
Descripció d'una campanya tipus .....	21
Estacions .....	22
Campanyes 2016 .....	26
Resultats .....	27
Cap de Creus .....	28
Patró general.....	28
Espècies altament vulnerables.....	31
<i>Epinephelus marginatus</i> .....	31
<i>Dentex dentex</i> .....	33
<i>Diplodus cervinus</i> .....	36
<i>Dicentrarchus labrax</i> .....	38
<i>Sparus aurata</i> .....	40
<i>Sciaena umbra</i> .....	42
Espècies mitjanament vulnerables .....	44
<i>Diplodus sargus</i> .....	44
<i>Diplodus vulgaris</i> .....	46
<i>Diplodus puntazzo</i> .....	49
<i>Spondyllosoma cantharus</i> .....	51
Altres espècies i observacions .....	53
Anàlisi global .....	54
Montgrí-Medes.....	56
Patró general.....	56

Espècies altament vulnerables.....	58
<i>Epinephelus marginatus</i> .....	58
<i>Dentex dentex</i> .....	62
<i>Diplodus cervinus</i> .....	66
<i>Dicentrarchus labrax</i> .....	69
<i>Sparus aurata</i> .....	72
<i>Sciaena umbra</i> .....	75
Espècies mitjanament vulnerables .....	78
<i>Diplodus sargus</i> .....	78
<i>Diplodus vulgaris</i> .....	80
<i>Diplodus puntazzo</i> .....	83
<i>Spondyliosoma cantharus</i> .....	85
Anàlisi global .....	88
Discussió.....	90
Cap de Creus .....	90
Montgrí-Medes.....	95
Resultat de l'avaluació de la gestió realitzada .....	97
Meridionalització .....	98
Introducció d'espècies exòtiques .....	98
Xarxes abandonades .....	99
Conclusions .....	100
Proposta de millores de gestió .....	101
<b>Seguiment de grans decàpodes .....</b>	<b>103</b>
Introducció .....	104
Materials i Mètodes .....	105
Estacions de mostreig.....	105
Poblacions de grans decàpodes .....	109
Resultats .....	110
Cap de Creus .....	110
Llagostes.....	110
Altres decàpodes .....	113
Montgrí - Medes.....	113
Llagostes.....	113
Evolució temporal de la biomassa i de l'abundància a les Illes Medes .....	116

Altres decàpodes .....	116
Rendiment per unitat d'esforç.....	116
Evolució temporal .....	117
Discussió.....	117
Metodologia .....	117
Conclusions .....	121
Recomanacions per a la gestió .....	122
<b>Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacres.....</b>	<b>123</b>
Introducció .....	124
Material i mètodes .....	126
Els herbeis de <i>Posidonia oceanica</i> .....	126
Les poblacions de <i>Pinna nobilis</i> .....	129
Estacions de mostreig.....	129
Descripció d'un dia tipus de campanya.....	133
Campanyes 2016 .....	134
Anàlisi de dades .....	135
Resultats .....	137
CAP DE CREUS.....	137
Descripció de les estacions .....	137
Els herbeis de posidònia .....	140
Les poblacions de nacres.....	144
MONTGRÍ-MEDES .....	146
Descripció de les estacions .....	146
Els herbeis de posidònia .....	148
Les poblacions de nacres.....	152
Discussió.....	154
Aspectes metodològics.....	154
Evolució en el temps.....	160
El fondeig i altres pressions .....	164
Mortalitats de <i>Pinna nobilis</i> .....	167
Valoració global .....	168
Conclusions .....	170
Les praderies de cap de Creus .....	170
Les praderies de les illes Medes i la costa del Montgrí.....	170



Recomanacions per a la gestió .....	171
Aspectes generals .....	171
Praderies del Parc Natural de Cap de Creus .....	172
Efectes del fondeig .....	172
<b>Literatura citada .....</b>	<b>173</b>
Introducció .....	173
Seguiment dels peixos vulnerables a l'activitat pesquera .....	174
Seguiment de grans decàpodes .....	176
Seguiment de les praderies de posidònia i de poblacions de nacres .....	177

## Presentació

Aquesta memòria recull els resultats del grup de treball del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona relatiu al seguiment del medi marí al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter de l'any 2016, tal i com consta al plec de prescripcions amb expedient PTOP-2016-451 en compliment de la llei 19/1990 de 10 de desembre del Parlament de Catalunya, i amb les millores proposades a l'oferta tècnica homònima

Els resultats dels treballs de camp tenen com a objectiu central l'avaluació de l'estat de les poblacions i dels hàbitats marins en relació tant amb les activitats humanes que es duen a terme als espais naturals estudiats com amb els factors ambientals. Així mateix s'analitza la seva evolució en el temps dels descriptors i s'intenta avaluar l'efecte de la protecció. El darrer objectiu és de detectar altres situacions de risc pel patrimoni natural com podrien ser l'arribada d'espècies alienes o invasores o bé els possibles efectes del canvi climàtic.

La memòria consta de dos volums a més d'un volum Resum. Cada un dels 8 descriptors es troba en un capítol diferent seguint el següent esquema per al volum I:

**Peixos vulnerables a l'activitat pesquera**



**Grans decàpodes**



**Praderies de posidònia i poblacions de nacres**





## Introducció

Tal i com s'esmenta al web de La Generalitat de Catalunya, els espais naturals protegits són una peça clau del patrimoni natural del país i tenen un paper preeminent cara a la seva gestió i protecció. Així com per la resta d'espais protegits, la gestió dels espais litorals i marins es coordina seguint les figures de protecció establertes a la Llei 12/1985. En les darreres dècades, arreu del món, les àrees marines protegides (AMP) han demostrat de funcionar com a eines de gestió imprescindibles per fer front a la degradació creixent dels ecosistemes litorals. Tanmateix, es tracta d'experiències relativament recents (sobretot per la dinàmica de les espècies més longeves) com per saber quin grau de recuperació dels ecosistemes marins protegits es pot assolir i quina és la millor forma de regular-ne els usos. El principi general anomenat gestió adaptativa implica l'avaluació periòdica del patrimoni natural cara a determinar l'efecte de les mesures endegades en la seva evolució. Aquest tipus de gestió representa la funció principal del projecte de seguiment del medi marí al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.

A causa del gran nombre d'espècies i hàbitats marins litorals, és utòpic plantejar el seguiment de totes o, fins i tot, d'una gran part de les seves poblacions. Algunes espècies i alguns hàbitats marins concrets són des de fa temps objecte d'especial atenció de part tant de la comunitat científica com dels responsables de la gestió dels espais protegits. Molts d'aquests organismes són peces clau a nivell dels sistemes marins, per varies raons: perquè tenen un rol especial a nivell tròfic (per ex. són importants preses o depredadors), perquè han sigut o són l'objecte d'una pesca intensiva (per ex. les llagostes), perquè constitueixen elements d'alt atractiu turístic (per ex. alguns grans peixos o les gorgònies), perquè estan patint certa regressió per causes lligades al canvi climàtic (per ex. algunes espècies de cnidaris i d'algues), i, tot plegat, perquè són part del nostre patrimoni natural. Tots aquests valors tant ecològics, com econòmics, culturals, o estètics representen això que avui en dia s'anomenen serveis ecosistèmics. Els descriptors triats per a aquest seguiment intenten, justament, d'avaluar l'evolució patrimonial dels principals serveis ecosistèmics a les àrees protegides.

Els Parcs Naturals del Cap de Creus i del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i, concretament, les corresponents AMP representen dues de les reserves marines més importants del litoral mediterrani. Salvant la singularitat, la comparació entre les Illes Medes i la major parts dels fons marins del Cap de Creus amb qualsevol altre espai protegit és complexa, ateses les característiques especials d'aquests dos espais. La relació entre les mides de les àrees protegides, la quantitat del patrimoni natural present i la intensitat de les visites (sobretot en el cas de les Illes Medes) determinen els trets excepcionals d'aquests espais. La intensitat d'utilització pels submarinistes d'esbarjo i un coneixement en molts casos encara imprecís sobre el comportament dels ecosistemes marins enfront d'una situació parella representen el principal perill de degradació del patrimoni natural d'aquests espais.

El Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i, en segon terme, el Parc del Cap de Creus han esdevingut uns atractius turístics de primer ordre en les darreres dècades. L'efecte del turisme que practica el busseig ha tingut cada cop un pes més important sobre l'economia dels municipis de les àrees en qüestió, fins al punt que, tot sovint, s'han prioritzat les necessitats econòmiques sobre la protecció del medi natural. En concret, la conservació del patrimoni natural de la Reserva de les Illes Medes, ha esdevingut un objectiu molt important no sols des d'una perspectiva conservacionista, sinó també des d'una perspectiva econòmica. Un pas necessari per la conservació d'un patrimoni natural és la seva catalogació. Aquest objectiu va ser parcialment assolit ja fa dues dècades amb l'edició del llibre *Els Sistemes Naturals de les Illes Medes*, publicat per l'Institut d'Estudis Catalans sota la iniciativa del nostre

Departament (Ros *et al.*, 1984). Aquest tipus de catàlegs no existeix per al Parc Natural del Cap de Creus.

El segon pas és l'estudi de l'evolució d'aquest patrimoni per tal d'estimar si, al llarg del temps, hi ha una capitalització o bé una pèrdua de patrimoni. Per a aquest objectiu fan falta més informació detallada i una metodologia escaient per a la quantificació dels possibles canvis. Per aquesta raó el nostre grup de treball va desenvolupar metodologies específiques per a la monitorització d'una sèrie de paràmetres que permetessin diagnosticar l'evolució del patrimoni natural.

Des de l'any 1990, concretament, el projecte de seguiment va implementar els controls sobre una sèrie d'espècies seleccionades: el corall vermell, *Corallium rubrum*; la gorgònia vermella, *Paramuricea clavata*; la garota comuna, *Paracentrotus lividus*; la llagosta vermella, *Palinurus elephas*; el nero, *Epinephelus marginatus* i comunitats (herbei de posidònia, coral·ligen, ictiofauna), que varen servir de línia de base, o situació zero, per estudiar llur evolució posterior. Aquests estudis es varen complementar o ampliar amb altres descriptors, com els briozous o les comunitats algals, i el 2003 es van estendre al Parc Natural de Cap de Creus.

La gran quantitat d'informació obtinguda sobre les poblacions dels organismes descriptors han permès de descriure les dinàmiques de les seves poblacions al llarg de tot aquest temps, pràcticament, de any en any. Aquesta informació té un valor incalculable, d'una banda permet detectar canvis i estudiar-ne les possibles causes i, d'una altra ens ajuda a conèixer com els diferents nivells de protecció influeixen la dinàmica de les poblacions de nombroses espècies d'interès. A banda de les aplicacions òbvies cara a la gestió dels espais naturals com ara i per primera vegada a la Mediterrània, l'estudi de l'efecte d'erosió involuntària per part dels visitants subaquàtics de la fauna invertebrada fixada al fons (Sala *et al.*, 1997; Garrabou *et al.*, 1998; Coma *et al.*, 2004; Linares *et al.*, 2012) o l'aportació de criteris quantitius, tant per a la selecció dels llocs més idonis, com per a la delimitació de les intensitats d'ús que aquestes comunitats poden suportar, les recerques paral·leles estimulades pels seguiments han permès de fer nombrosos descobriments de gran rellevància científica. A tall d'exemple, podem esmentar la descripció del cycle reproductor de la gorgònia *Paramuricea clavata*, el comportament reproductor i de la fresa del nero *Epinephelus marginatus*, el període i el microhàbitat d'assentament al fons de la llagosta *Palinurus elephas*, o el desenvolupament de tècniques de replantació de corall vermell *Corallium rubrum*. A més, el seguiment ha estimulat l'elaboració de tesis doctorals, que entre d'altres temes, han abordat l'estudi dels factors que condicionen el desenvolupament de les poblacions de peixos (Garcia-Rubies, 1997), han permès desenvolupar un model de les interaccions entre algues, garotes i peixos (Sala, 1996; Hereu, 2004), el cycle biològic de les llagostes (Díaz, 2010) o descriure la dinàmica poblacional (Coma, 1994; Garrabou, 1997; Linares, 2006) i l'alimentació (Coma, 1994; Ribes, 1998) dels organismes dominants a les comunitats del coral·ligen.

Finalment, podem afirmar que la sèrie acumulada des de 1990 és la més llarga obtinguda mai en un espai protegit submarí mediterrani, i ha estat presa com a model per espais protegits, òrgans gestors i associacions estrangers com per exemple MEDPAN.

La informació resumida de tota la recerca realitzada aplicada a la gestió fruit del programa de seguiment va ser revisada el 2012 amb el llibre *El fons marí de les illes Medes i el Montgrí. Quatre dècades de recerca per a la conservació*, editat per la càtedra d'ecosistemes litorals Mediterranis, del Museu de la Mediterrània de Torroella de Montgrí (Hereu i Quintana, 2012).

A la present memòria es presenten els resultats del seguiment de 8 diferents descriptors dels Parcs Naturals del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i del Cap de Creus. Aquests són: les praderies de posidònia i les poblacions de nacs, els peixos vulnerables a l'activitat pesquera, els grans decàpodes, els briozous, la gorgònia vermella, les coves submarines i les algues coral·linàcies incrustants. A aquests

sis descriptors d'espècies i hàbitats s'hi afegeixen les prospeccions del fons marí del Cap de Creus des de la Cala Tamariua al Terme Municipal del Port de la Selva a l'illot de Culleró al terme municipal de Cadaqués. Els resultats d'aquest informe, a més de avaluar l'estat actual d'aquestes poblacions i comunitats, s'incorporaran a la sèrie temporal per a conèixer-ne la seva evolució, i així poder realitzar una diagnosi per a la seva gestió i conservació.

## **El Cap de Creus**

Des d'un punt de vista geomorfològic, el Cap de Creus està format per granits i esquists, una estructura força diferent d'aquella que caracteritza la costa del Montgrí, típicament calcària. A nivell climàtic, l'exposició a la tramuntana determina un clima relativament fred (hi trobem les aigües superficials més fredes de tota la Mediterrània Occidental) i corrents molt fortes.

Mitjançant el Decret 328/1992 l'espai natural de Cap de Creus va ser inclòs dins del Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN) segons disposava la llei 12/1085 de 3 de juny. La protecció del Parc Natural de Cap de Creus arribà amb la Llei 4/1998 del 12 de març. L'àrea protegida s'estén des de la punta del Bol Nou, a cala Tamariua (Port de la Selva) fins a punta Falconera (Roses) amb l'exclusió de la badia de Cadaqués. Es tracta d'una zona marina protegida que conté tres zones, amb una amplitud que va des de les 0,2 fins les 1,3 milles mar endins, separades per extenses àrees amb menor protecció: Els Farallons (entre el Brescó i la punta dels tres Frares), el cap de Creus (entre l'illa del Culleró i cala Jugadora) i el cap Norfeu. Finalment es creà una reserva natural integral marina al nord de l'illa de s'Encalladora.

Al Parc Natural de Cap de Creus, podem trobar diferents espais amb diferents nivells de protecció (Figura 1a): el Parc Natural (PN) on la pesca, inclosa la pesca submarina, està permesa amb poques limitacions; la Reserva Natural Parcial (RNP) on està permesa la pesca, tant professional com esportiva, però està prohibida la pesca submarina; i la Reserva Natural Integral (RNI) on es prohibeix qualsevol activitat, tant extractiva com no, incloent l'accés d'embarcacions i la immersió, a excepció de la immersió amb motius científics, i que requereix permís previ de l'Administració del Parc.

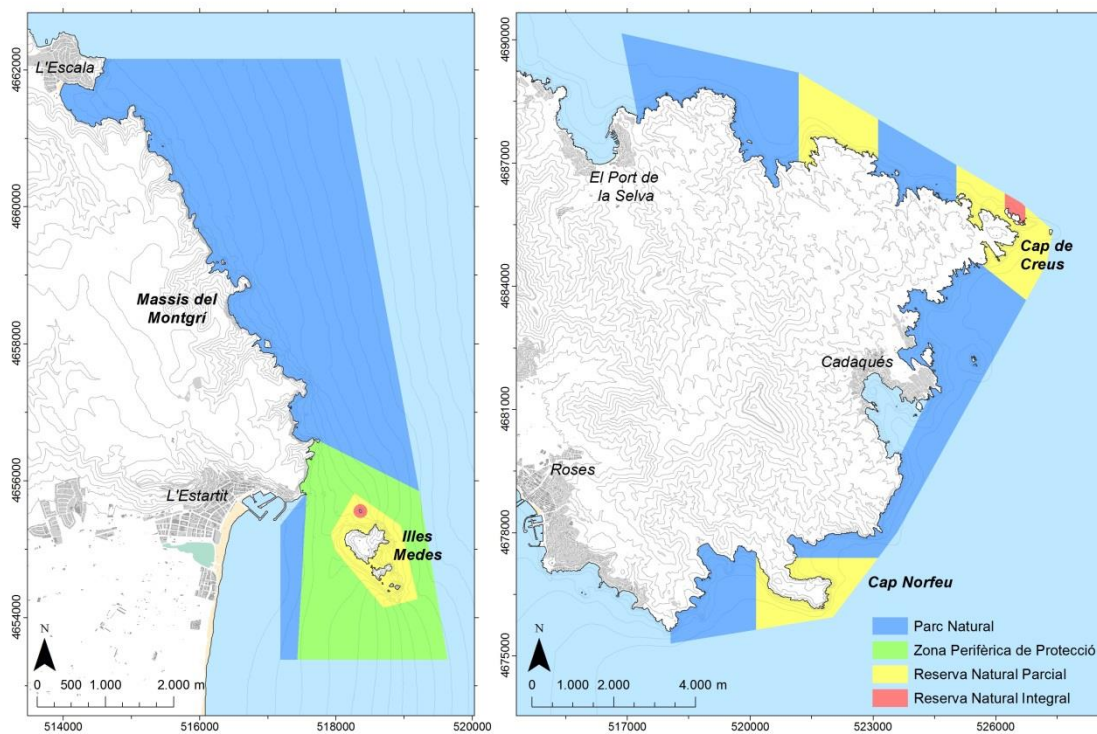
## **El conjunt Montgrí-Illes Medes**

El Montgrí és un massís calcari situat entre la badia de Pals i el Golf de Roses. Les illes Medes sorgeixen com a prolongació sud del massís i, tot i tenir una extensió força reduïda, són les illes més grans de tot el litoral català. La natura calcària del massís afavoreix la presència de coves submergides que augmenten la complexitat d'un espai ja per si mateix variegat.

Les mesures de protecció a les Illes van entrar en vigor el 1983, amb una Ordre de la Generalitat de Catalunya que establia la Reserva Marina de les Illes Medes i que comportava restringir l'activitat. El 1985 una resolució establia normes de compliment obligatori a la zona vedada i el 1990 i la Llei 19/1990 va convertir-se en el marc jurídic de la protecció i conservació de la flora i fauna del fons marí de les illes Medes i del tros de costa del Montgrí, entre la roca del Molinet i la Punta Salines.

Finalment, El Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter es va crear per la Llei 15/2010, de 21 de maig de 2010, amb l'objectiu principal d'unificar la normativa de protecció dels tres espais que conformen el Parc Natural (massís del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). En aquest espai protegit podem trobar diferents zones amb diferents nivells de protecció (Figura 1b): 1) la zona de Parc Natural (PN) a la costa del Montgrí entre la punta del Milà i la punta Salines, on la pesca, inclosa la pesca submarina és permesa; 2) la Zona Perifèrica de Protecció (ZPP) que correspon al tram de costa entre punta Milà i punta del Molinet, on la pesca submarina és prohibida; i 3) la Reserva Natural Parcial (RNP),

que comprèn les illes Medes, on no es permet cap tipus d'activitat pesquera. La normativa específica dels usos i activitats de la zona estan regulats pel Pla Rector d'Usos i Gestió recollit aprovat el 2008 (en el Decret 222/2008, d'11 de novembre, pel qual s'aprova el Pla rector d'ús i gestió de l'Àrea Protegida de les Illes Medes), i que recentment ha estat modificat en els seus annexes 1 i 6 (ORDRE AAM/112/2015, de 30 d'abril). En aquesta nova normativa s'ha determinat la zona de l'illot del Medallot com a reserva Integral. D'aquesta manera, i per primer cop, es delimita una zona on s'hi anul·len els possibles efectes derivats de la pràctica del busseig i i es regula el nombre de submarinistes segons el grau de fragilitat de les comunitats en les que s'hi desenvolupa aquesta activitat. Aquesta normativa preveu que aquest nombre pugui anar canviant al llarg del temps en funció de la informació que es vagi obtenint sobre l'estat de conservació es comunitats i l'impacte del submarinisme sobre els fons.



**Figura 1.** Localització i zonació de la part marina del Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter. Els colors indiquen els diferents graus de protecció. **PN:** zona de Parc Natural (blau), **RNP** : zona de Reserva Natural Parcial (groc), **ZPP:** zona Perifèrica de Protecció (verd) i **RNI:** zona de Reserva Natural Integral (vermell). Les coordenades es donen en UTM fus 31, utilitzant el sistema de referència ETRS 1989.

## Seguiment dels peixos vulnerables a l'activitat pesquera

### CAP DE CREUS

- La biomassa de peixos segueix augmentant des de 2014. Això es deu, principalment, al nombre de déntols i nerros, abundants sobretot a la Massa d'Or.
- Mentre el corball augmenta lleugerament, el llobarro i la dorada són cada vegada menys freqüents.
- La dorada, el sarg soldat i el sarg mantenen el patró de reducció de les seves poblacions, mentre la variada i la morruda augmenten una mica respecte al 2014.

### MONTGRÍ I MEDES

- Les Illes Medes presenten més espècies de peixos, densitats més altes i més biomassa que la zona del Montgrí.
- Els nerros han baixat de nombre a nivells de la dècada dels 90, tot i mantenir-se constant la biomassa. La biomassa de déntols ha augmentat al Medallot, dins de la Reserva Natural Integral.
- El sarg soldat es manté constant, mentre a les Medes disminueixen llobarros, dorades i corballs, els sargs i les variades.

- S'han detectat molts arts de pesca abandonats al Cap de Creus
- Les figures de protecció més efectives són les zones on es prohibeix la pesca submarina.
- Es recomana establir un sistema de vigilància efectiu que eviti la pesca il·legal dins i fora dels Parcs Naturals.
- Es recomana restringir la pesca submarina dins de l'àmbit dels Parcs Naturals.

### Aquest capítol ha de ser citat com:

Hereu B, Aspillaga E, Capdevila P, García-Rubies A, Mariani S, Zabala M, 2016. Seguiment dels peixos vulnerables al Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Informe tècnic. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya.



## Introducció

La pesca a la Mediterrània es realitzava ja des del neolític (Desse i Desse-Berst, 1999). Des d'aleshores, ha estat una constant en tot el Mediterrani al llarg de la història. Com sigui que la població humana i per tant l'explotació dels recursos ha augmentat molt, els mètodes emprats en la captura de peixos han tingut forçosament que perfeccionar-se. L'evolució dels mètodes de pesca ha tendit a optimitzar les captures, i l'ús massiu de combustibles fòssils ha permès augmentar l'esforç de pesca. La pesca ha deixat de ser en gran part aleatòria i, actualment, el recurs pot ser perfectament situat, tant en fondària com geogràficament, amb enginys d'una tecnologia tan sofisticada que inclou l'ús de satèl·lits per situar i localitzar els llocs de pesca. Poca cosa queda doncs a l'atzar en la pesca actual.

A menor escala -pel què fa les captures- també la pesca esportiva ha evolucionat paral·lelament a la professional. Ha augmentat molt el nombre de practicants com a conseqüència de l'increment del turisme de costa i de la popularització de la nàutica esportiva. Darrerament, alguns estudis demostren que l'efecte de la pesca esportiva és molt més gran del que es pensava sobre les poblacions d'algunes espècies (Grim, 2004; Lloret *et al.*, 2008). A mitjans segle XX, la pesca esportiva va fer, a més, un salt qualitatiu important en travessar la superfície: la pesca submarina permeté accedir a la captura d'una sèrie d'espècies que, fins aleshores, s'havien vist poc afectades per les modalitats tradicionals de pesca des de la superfície. I si bé la pesca submarina, pot considerar-se com a relativament poc important des d'un punt de vista quantitatiu, és evident que ha tingut una influència molt notable en l'enriment d'algunes espècies concretes. Aquest gran impacte és degut, precisament, a l'alta selectivitat d'aquesta modalitat de pesca, l'única en la que el pescador pot triar, individualment, cadascun dels peixos que vol capturar. És evident que els pescadors submarins sempre trien les peces més grosses d'aquelles espècies més valuoses. L'alta selectivitat, sovint esgrimida com a defensa d'aquesta pesca, fa que la pesca submarina s'escapi de la llei que regula la majoria d'altres modalitats, i que no és altre que la pròpia abundància del recurs: quan hi ha menys peixos es pesca menys, no hi ha volta de full. En la pesca "cega" de superfície la "capturabilitat" - la fracció de la població que es captura - és normalment denso-dependent; en la pesca submarina la "capturabilitat" no depèn de la densitat -és, doncs, denso-independent- per la qual cosa el recurs pot ser explotat fins a arribar al pràctic exhauriment (Hansen *et al.*, 2000).

Les espècies més afectades per aquest tipus de pesca són aquelles de gran talla, que presenten un creixement lent i que són de caràcter marcadament sedentari, les quals coses les fan especialment vulnerables (Bohnsack, 1990). El nero (*Epinephelus marginatus*) i el corball (*Sciaena umbra*) serien dues espècies paradigmàtiques. La cosa es pot complicar, a més, per determinades característiques biològiques pròpies de cada espècie, com seria, per exemple, el caràcter hermafrodita proterogènica del nero. Donada la selectivitat de la pesca submarina sembla clar que els exemplars que tendeixen a desaparèixer primer són els més grossos, és a dir, els mascles, per la qual cosa la població pot quedar ràpidament escapçada i la reproducció de l'espècie es pot fer inviable en un període relativament curt de temps.

Com sigui, els peixos litorals es troben sota una forta pressió; moltes poblacions presenten els símptomes clàssics de la sobre-pesca i, fins i tot, algunes espècies poden donar-se com a pràcticament desaparegudes (Dayton, 1998; Mayol *et al.*, 2000). Sembla clar que la gestió clàssica de la pesca, si realment n'hi ha hagut, no ha funcionat com per a obtenir un resultat concret que garantissin la sostenibilitat del recurs. En les pesqueres litorals hi ha moltes espècies involucrades i un gran nombre de pescadors professionals o afeccionats, legals o il·legals, que són molt difícils de controlar. Al davant d'aquest panorama sembla que l'única opció possible rau en la gestió o prohibició total de la pesca en

algunes zones determinades, és a dir, en l'establiment de reserves marines (Bohnsack, 1998), que preservin una part intacta de la població a fi d'assegurar-ne la continuabilitat.

En l'actualitat, ja es pot considerar plenament demostrada l'efectivitat de les reserves marines en la recuperació de les poblacions de peixos litorals explotades (Bell, 1983; Garcia-Rubies i Zabala, 1990, Francour, 1991; Harmelin *et al.*, 1995; Garcia-Rubies, 1997; Garcia-Rubies, 1999). Tant pel que fa a la recuperació de les densitats com a les talles de les espècies normalment explotades, els resultats són sovint espectaculars. Hi ha molt poques excepcions que, a més, es poden atribuir a una presa de dades deficient (Dufour *et al.*, 1995), o a un disseny excessivament complex (Garcia-Charton i Pérez-Ruzafa, 1999). En alguns casos, l'existència de reserves marines ha permès la recuperació de poblacions funcionals i plenament reproductores, com és, precisament, el cas del nero a les illes Medes (Zabala *et al.*, 1997a, 1997b) i, molt possiblement, en d'altres reserves mediterrànies (Culioli i Quignard, 1999), totes elles situades fora del que es considerava el límit septentrional de la reproducció de l'espècie (Chauvet i Francour, 1990). La majoria d'estudis sobre l'efecte de la protecció acostumen a ser, però, molt limitats en el temps (Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour, 1991); hi ha pocs estudis que abastin períodes temporals més o menys llargs (Alcala, 1988; Francour, 1994, Russ i Alcala, 1996). Hom ha de tenir en compte que l'efectivitat de les reserves marines depèn, en gran part, de la pròpia biologia de les espècies (edat, reproducció, reclutament, caràcter més o menys sedentari, etc) i de les característiques de la reserva (extensió de l'àrea protegida, hàbitats adients, hidrografia, etc). Els estudis a curt termini, independentment dels resultats, no són sinó una imatge fixa d'un moment determinat i d'una situació concreta, mentre que l'estudi de l'evolució temporal de les poblacions protegides pot donar molta més informació sobre l'efectivitat de la protecció com a eina de gestió en les poblacions de peixos, especialment d'aquelles que, en base a estudis previs, han demostrat ser les més vulnerables a la pesca (Garcia-Rubies, 1997). Arrel del seguiment del patrimoni natural de les illes Medes durant més de vint anys, hom ha pogut comprovar que l'efecte de la protecció sembla aclaparadorament bo per aquelles espècies més sedentàries, com el nero o el corball. D'altres espècies, tot i que indubtablement beneficiades, no han produït, potser, uns resultats tan espectaculars; és evident que en aquests casos (orades o déntols, per exemple), l'efectivitat de la reserva pot veure's modulada per la mobilitat habitual (el denominat *home-range*) de les espècies i l'extensió de l'àrea protegida (Eristhee i Oxenford, 2001). Hom assumeix que molts peixos poden entrar i sortir de la zona protegida, per la qual cosa, poden considerar-se només com a parcialment protegits. Des d'un punt de vista estrictament conservacionista això implica que la reserva és limitada per a protegir aquestes espècies mòbils; en aquest sentit, la propagació de peixos adults fora de la zona protegida, anomenada *spill-over* (Roberts *et al.*, 2001) és considerada per alguns autors com un subproducte indesitjable de la protecció (DeMartini, 1993); però des del punt de vista de la gestió pesquera aquesta protecció parcial pot tenir un efecte beneficiós en permetre la captura de més exemplars, i més grossos, a les rodalies de la zona protegida. Però l'equilibri entre la protecció efectiva d'un nucli prou important de reproductors, per a garantir la continuabilitat de la població, i la propagació d'adults que es pugui produir cap a zones no protegides, és el futur repte de les reserves marines si es vol que aquestes siguin plenament efectives com a eina de gestió de les pesqueries. I això no sols depèn de l'extensió de la reserva sinó també de les característiques de l'hàbitat i dels desplaçaments habituals de les espècies que es vulguin protegir (Eristhee i Oxenford, 2001). Amb tot, l'*spill-over* ha estat rarament demostrat d'una manera clara (Alcala, 1988; Russ i Alcala, 1996), tot i ser molt previsible.

Les Reserves marines en poden ser una eina, però no és segur que la seva creació sigui una mesura suficient. Per poder protegir efectivament una espècie amenaçada dins un espai protegit cal conèixer les causes de la seva regressió, la seva dinàmica demogràfica, els seus desplaçaments i formular les mesures que aquest coneixement faci més recomanables.

La Costa Brava, i especialment les àrees d'interès per aquest estudi, presenten uns fons d'una morfologia molt variada que ofereix una amplíssima riquesa d'hàbitats i una elevada biodiversitat. L'explotació continuada d'aquests indrets, tant des del punt de vista pesquer, des de molt antic, com del turístic, molt més recentment, han deixat la seva empremta: la pesca ha afectat especialment els peixos i grans decàpodes, i moltes poblacions es troben actualment sobreexplotades, inclús algunes ja han pràcticament desaparegut. Malgrat tot, la recuperació de les poblacions d'algunes espècies de peixos tan emblemàtics com ara el nero a les reserves marines evidencia clarament que la posada en pràctica de mesures de protecció faria possible la recuperació d'aquesta i d'altres espècies que actualment es troben en una situació crítica allà on es poden pescar.

Però els objectius que impulsen la creació de les àrees marines protegides (AMP) van més enllà de la protecció d'algunes espècies explotades. Breument, són els següents:

- 1) Conservació del patrimoni natural i la biodiversitat
- 2) Recuperació dels estocs de pesca
- 3) Educació i recerca
- 4) Contribució al desenvolupament de l'economia local per la via del turisme i la freqüentació dels espais en general

Per a avaluar l'efectivitat de les mesures de protecció, els seguiments a llarg termini són una referència de primer ordre per tal de controlar possibles canvis en les comunitats i poblacions causats per agents externs, ja siguin d'origen humà (aparició d'espècies invasores, canvi climàtic, etc.) o d'origen natural (temporals, malalties, etc.) o fins i tot per detectar cicles. Tenir com a referència dades de primera mà sobre comunitats i poblacions no explotades és vital per tal d'avaluar els efectes d'aquestes pertorbacions, siguin de l'origen que siguin.

El seguiment temporal del patrimoni protegit és primordial per tal d'avaluar l'eficàcia de les mesures de protecció per aconseguir els objectius de l'Àrea Protegida i assegurar que ho facin d'una manera complementària i sostenible. En aquest sentit, val a dir que no sempre el que és bo per al desenvolupament de l'economia local ho és per garantir la conservació del patrimoni natural. És difícil conjuminar uns objectius tan dispars com els esmentats més amunt, en un ambient sotmès a una pressió turística tan forta com la Costa Brava. En darrera instància, són els gestors els que han de decidir, i per això necessiten les dades, el més actualitzades possible, sobre l'estat i l'evolució del patrimoni natural.

Els objectius d'aquest estudi romanen els mateixos dels que hom es va plantejar des de l'inici del seguiment de la Reserva Marina de les Illes Medes ara fa vint-i-tres anys. Com sempre del què es tracta és de caracteritzar demogràficament les poblacions protegides d'una sèrie d'espècies, tant pel que fa a la densitat com a les talles, i als diferents graus de protecció.

En l'estudi dels peixos vulnerables s'analitzen amb detall set espècies considerades com altament vulnerables i, per tant, molt poc freqüents a les zones a on la pesca és lliure (Garcia-Rubies, 1997), com són el nero (*Epinephelus marginatus*), déntol (*Dentex dentex*), els sarg imperial (*Diplodus cervinus*), el llobarro (*Dicentrarchus labrax*), el corball (*Sciaena umbra*) i l'orada (*Sparus aurata*). Totes aquestes espècies es poden considerar com a bones indicadores de la protecció, del denominat "efecte reserva", que és la conseqüència d'una mortalitat menor deguda a la manca d'explotació.

Les dades que aquí es presenten són un bon punt de referència, tant per a veure l'evolució d'aquestes espècies en les zones d'estudi, com de cara a la possible comparació entre els dos Parcs Naturals o

altres reserves marines de la Mediterrània, o per a documentar efectes no desitjats de les activitats humanes incloent els episodis de furtivisme. Integrar en l'estudi diferents graus de protecció i a diferents distàncies de les zones protegides de la pesca respon tant a la comprovació del possible propagació de peixos adults des de les Medes, com per a intentar esbrinar quin és l'efecte aïllat de la pesca submarina, l'única modalitat teòricament prohibida a la zona del Molinet a la Punta Salines al Montgrí i a les Reserves Naturals Parcials de Cap de Creus.

## Material i mètodes

El seguiment de peixos vulnerables s'ha desenvolupat mitjançant censos visuals amb escafandre autònom. Han participat en cada mostreig dos submarinistes que tenen una àmplia experiència en la realització d'aquests censos visuals. A superfície resta un tercer membre de l'equip que fa de barquer.

### Poblacions de peixos vulnerables

Les estimes d'abundàncies i talles de les poblacions de peixos s'han realitzat mitjançant censos visuals amb escafandre autònom (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). Aquesta metodologia és la mateixa que hem fet servir als anteriors informes de seguiment (Garcia-Rubies *et al.*, 1991-2008, Hereu *et al.*, 2016), és a dir: inventaris d'una a dues hores de durada, fets sobre recorreguts llargs (de 450 a 650 metres) i paral·lels a la costa, sobre uns 15-20 metres de fondària. Es tracta d'explorar un espai prou extens com per a poder tenir l'oportunitat de veure algun exemplar de les espècies més vulnerables, i difícils d'observar en àrees no protegides. Els comptatges es divideixen en trams de cinc minuts, i venen a correspondre a uns 50 metres de longitud. Com que l'amplada de l'àrea d'estudi és d'uns 10 metres, d'aquesta manera obtenim rèpliques de 500m<sup>2</sup> d'àrea mostrejada. Així es dóna més importància al nombre mitjà d'individus (o a la biomassa mitjana) que al nombre absolut.

Durant aquests recorreguts, s'apunta l'hàbitat i el substrat: (grans blocs >2m Ø; blocs mitjans: entre 1 i 2m; blocs petits <1m; roca base) el recobriment de sorra o grava, coral·ligen o *P. oceanica*. També es registra el relleu del fons o "rugositat" (*sensu* Lukhurst i Lukhurst, 1978) que s'ha estimat *de visu*, establint-se una escala de 4 graus: 1, relació entre la longitud real i la longitud lineal igual, o lleugerament superior a 1, sense esclatxes ni anfractuositats aparents, ni importants variacions verticals; 2: relació entre ambdues longituds clarament superior a 1, amb variacions verticals poc importants (menor de 2 metres) i poques esclatxes i anfractuositats; 3: relació clarament superior a 1,5, amb esclatxes i anfractuositats d'una certa entitat, ocupant almenys un 25% de la longitud total del transsecte. Finalment, a cada transsecte s'estima el pendent del substrat en base a una escala de l'1 al 4, on 1: pendís entre 0 i 30°, 2 de 30 a 60°, 3 de 60 a 90° i 4 si supera els 90°, donant lloc a superfícies extra plomades.

A més de caracteritzar al principi de cada transsecte l'hàbitat, el substrat, la rugositat i el pendent, s'apunta la fondària i es procedeix a fer el cens de peixos. Quan s'observa un exemplar d'alguna de les espècies indicadores, s'apunta la fondària a la qual es troba, l'espècie, i se n'estima la longitud.

A partir de les talles de les diferents espècies, s'estimarà la biomassa (**W**) mitjançant la fórmula:  $W=a \cdot L^b$  on **L** és la longitud total, i **a** i **b** són dos coeficients específics per cada espècie (Morey *et al.*, 2003).

Tots els transectes han estat filmats amb una càmera submarina tipus Gopro<sup>R</sup> pels submarinistes que feien els censos. Les càmeres estaven fixades a una barra que sostenien els mostrejadors, de forma que aquestes filmacions s'han dut a terme simultàniament amb els censos de peixos, fet que ens permet tenir un registre gràfic dels censos. Aquestes filmacions ens han ajudat a determinar en alguns casos el nombre d'individus d'agrupacions nombroses de peixos, o verificar la presència d'espècies rares o que no hagin quedat ben determinades als censos.

Amb la finalitat de reduir la possible variabilitat que pugui haver en el fet de mostrejar cada estació només una vegada en un dia determinat, cada estació ha estat replicada dues vegades en dos dies diferents. Tot i que no estava determinat en el plec de prescripcions tècniques, comparar i integrar en els anàlisis les dades de censos de dos dies diferents ens assegura no incorporar valors excepcionals.

Les espècies objecte del nostre estudi (taula 1) són 24, entre les que diferenciem: (1) espècies altament vulnerables a la pesca com el nero (*Epinephelus marginatus*), el déntol (*Dentex dentex*), el sarg imperial (*Diplodus cervinus*), el llobarro (*Dicentrarchus labrax*) i la daurada (*Sparus aurata*) i el corball (*Sciaena umbra*), (2) espècies moderadament vulnerables, i (3) espècies "peculiaris" (molt rares, com *Raja* sp.) o *Myliobatis aquila*, que és pràcticament exclusiva a les illes Medes.

**Taula 1.** Llista d'espècies ordenades alfabèticament que es tindran en compte en aquest estudi a les àrees de cap de Creus i del Montgrí-Medes. En negreta les espècies assenyalades com a altament vulnerables, i les assenyalades amb asterisc són les que es consideren com a grans piscívors.

Espècies indicadores de peixos vulnerables		
<i>Chelon labrosus</i>	<b><i>Epinephelus costae</i>*</b>	<i>Pagrus pagrus</i>
<i>Dasyatis pastinaca</i>	<b><i>Epinephelus marginatus</i>*</b>	<i>Raja</i> sp.
<b><i>Dentex dentex</i>*</b>	<i>Labrus merula</i>	<i>Sarda sarda</i> *
<b><i>Dicentrarchus labrax</i>*</b>	<i>Labrus viridis</i>	<b><i>Sciaena umbra</i></b>
<b><i>Diplodus cervinus</i></b>	<i>Mola mola</i>	<i>Seriola dumerilii</i> *
<i>Diplodus puntazo</i>	<i>Muraena helena</i> *	<b><i>Sparus aurata</i></b>
<i>Diplodus sargus</i>	<b><i>Mycteroperca rubra</i></b>	<b><i>Sphyræna viridensis</i>*</b>
<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Myliobatis Aquila</i>	<i>Spondyliosoma cantharus</i>

## Anàlisi de dades

Per a cada lloc de mostreig, s'ha fet la mitjana de tots els valors (densitat, talles i biomassa de totes les espècies censades) entre els dos transectes realitzats.

Per a testar estadísticament les diferències entre diferents nivells de protecció i l'evolució temporal tant de les abundàncies com de les densitats de les espècies estudiades, s'ha utilitzat anàlisi de variància multivariant amb base a permutacions (PERMANOVA). El llindar de significació s'ha establert a  $p=0,05$ .

S'ha fet una anàlisi de similituds (ANOSIM) utilitzant l'abundància de totes les espècies censades (amb una aparició superior al 5% dels transectes analitzats) com a variables per tal de veure si hi havia

diferències qualitatives importants entre nivells de protecció a nivell multivariant. Posteriorment, s'ha fet una anàlisi del percentatge de similituds (SIMPER), per tal de veure quines espècies eren les responsables principals de les diferències entre nivells de protecció.

A més, per a l'anàlisi global de totes les estacions de cada una dels Parcs Naturals estudiats s'ha fet un anàlisi de components principals (PCA), utilitzant com a variables la biomassa de les espècies censades (amb una aparició superior al 5% dels transectes analitzats). Per a testar l'efecte del substrat sobre la composició i abundància en cada estació, s'ha realitzat un Anàlisi de Redundància basat en distàncies (Distance-based Redundancy Analysis, dbRDA), on s'ha utilitzat com a covariables el percentatge de cada tipus de substrat en cada una de les estacions estudiades.

Finalment, s'ha fet un anàlisi de components principals per a comparar tot el conjunt d'estacions dels dos Parcs Naturals.

Tots els càlculs estadístics han estat fets utilitzant el programari lliure "R" (R Core Team, 2014), i els paquets estadístics STATISTICA® (StataCorp., 2009) i PRIMER® (Clarke and Warwick, 2001).

### Descripció d'una campanya tipus

L'equip de mostreig l'acostumen a formar 3 persones; dues desenvolupen els censos de les espècies, i el tercer resta de barquer en superfície. Abans d'iniciar el recorregut, des de la barca es registra la posició GPS que correspon a l'inici del transecte. Per cada recorregut baixen dos bussejadors, que es dediquen a realitzar el cens de l'ictiofauna, tant la que es troba a la columna d'aigua com la més propera al substrat rocós. Un cop sota l'aigua, els dos observadors es desplacen lentament a una distància d'un metre sobre el fons. El recorregut del transecte es divideix en trams de cinc minuts. Cada vegada que s'inicia un nou transecte de cinc minuts, es caracteritza el tipus de substrat, la pendent i la rugositat. Quan es fa una observació d'una de les espècies seleccionades, l'observador apunta a la pissarra l'espècie, la fondària en què es troba i se n'estima la longitud de l'individu per poder tenir la talla. Si hi ha alguna observació destacable, com la lliurea (en el cas dels neros), actitud de fugida de peixos o arts de pesca, zones de reclutament, o presència d'espècies invasores també es registren. Un cop finalitzat el transecte, des de la barca es torna a prendre la posició GPS, de manera que queda enregistrat el punt d'inici i de fi de cada estació.

A la taula de baix es fa una llista del material necessari per dur a terme els censos de peixos.

Embarcació pneumàtica	Càmera fotogràfica submarina
Equip d'immersió amb escafandre autònom	Càmera GoPro
GPS	Pissarres subaquàtiques amb llapis
Sonda	

## Estacions

Per donar continuïtat a les dades obtingudes en els seguiments anteriors i garantir la coherència de les anàlisis temporals, s'han seguit tant els descriptors com la metodologia de treball anteriorment utilitzades en els programes de seguiment realitzats pels especialistes del Departament d'Ecologia.

Pel seguiment d'enguany, es varen fer les mateixes estacions (8) que els anys 2009, 2011 i 2014.

**Taula 3.** Estacions mostrejades pel seguiment peixos vulnerables i grans decàpodes al cap de Creus l'any 2016. Prot: nivell de protecció, on **PN**: Parc Natural, **RNP**: zona de Reserva Natural Parcial i **RNI**: Reserva Natural Integral **Freq**: freqüentació: \*: freqüentació baixa, \*\*: freqüentació moderada, \*\*\*: freqüentació elevada -: No freqüentat **N trans**: nombre de transectes, Xi Yi: coordenades inicials i Xf Yf: coordenades finals GPS en UTM fus 31 i sistema de referència ETRS 1989 UTM Zona 31N.

CAP DE CREUS									
Nom estació	Codi	Prot	Freq	N trans	Rang batimètric (m)	Xi	Yi	Xf	Yf
Tres Frares	TFRAR	RNP	**	10	15-20	522488	4687599	522970	4687508
Portaló	PORTA	PN	**	10	15-20	523758	4686970	523339	4687007
Culip	CULIP	RNP	**	11	15-20	526078	4685950	526488	4685687
Encalladora	ENCALL	RNI	-	9	15-20	526435	4686080	526836	4685876
Massa d'Or	MASSA	RNP	*	9	15-20	527505	4685577	527508	4685561
Messina	MESSI	PN	***	9	15-20	525466	4682465	525465	4682430
P Figuera	PFIG	PN	**	11	15-20	523353	4678231	522759	4678086
Cap Norfeu	CNORF	RNP	**	10	15-20	521551	4676402	522045	4676851

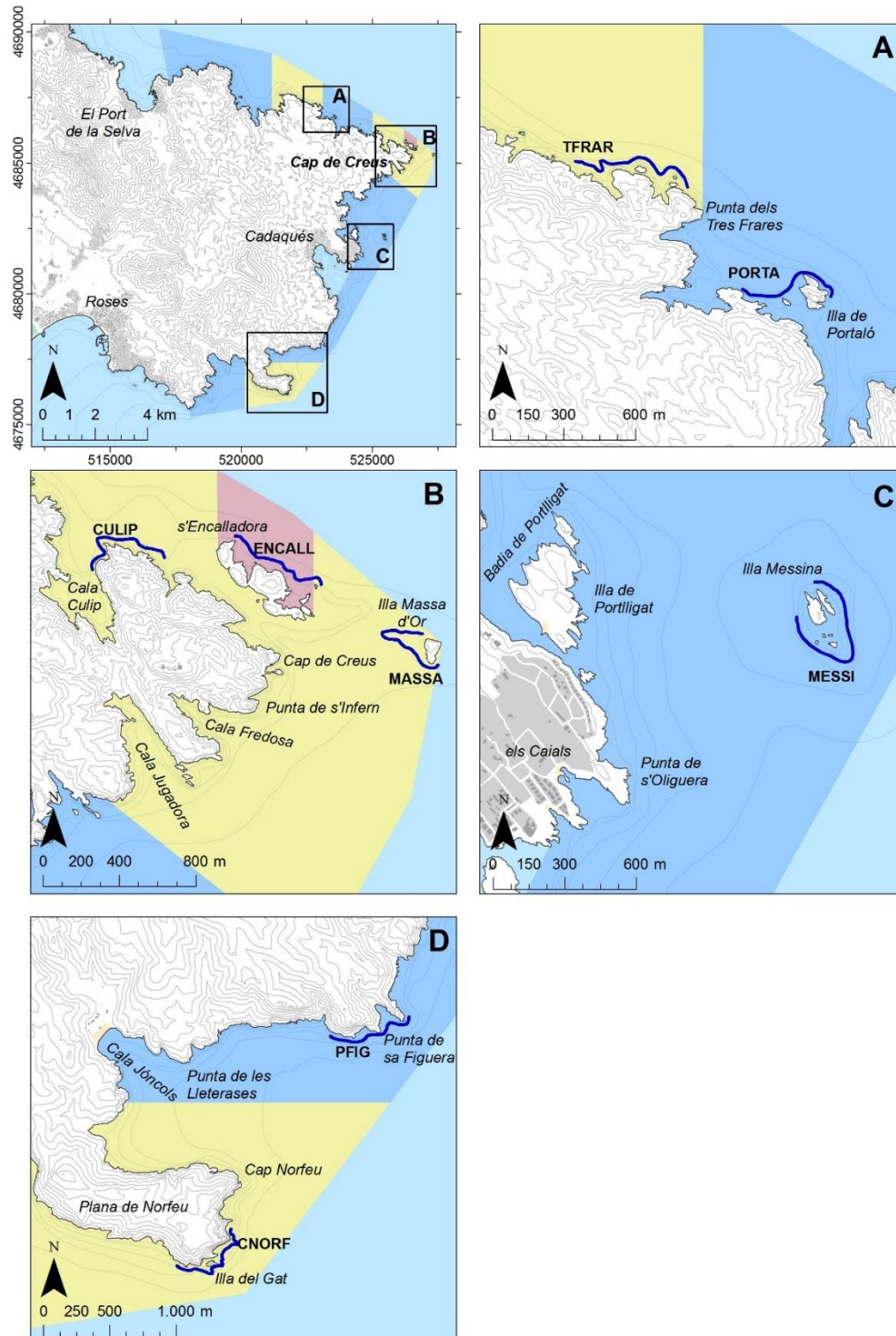
En total són 8 estacions que s'han realitzat a la zona de cap de Creus, de les quals 3 estan a la zona de Parc Natural (punta Figuera, Portaló, illa Messina), 4 són Reserva Natural Parcial (punta tres Frares, Culip, Massa d'Or i Norfeu) i 1 estació a la Reserva Natural Integral (Encalladora).

**Taula 4.** Estacions mostrejades pel seguiment peixos vulnerables i grans decàpodes a cap de Creus l'any 2016. Prot: nivell de protecció, on **PN**: zona de Parc Natural, **RNP**: zona de Reserva Natural Parcial, i **ZPP**: zona perifèrica de protecció, **Freq**: freqüentació: \*: freqüentació baixa, \*\*: freqüentació moderada, \*\*\*: freqüentació elevada, **N Trans**: nombre de transsectes , **Xi Yi**: coordenades inicials i **Xf Yf**: coordenades finals GPS en UTM fus 31 i sistema de referència ETRS 1989 UTM Zona 31N.

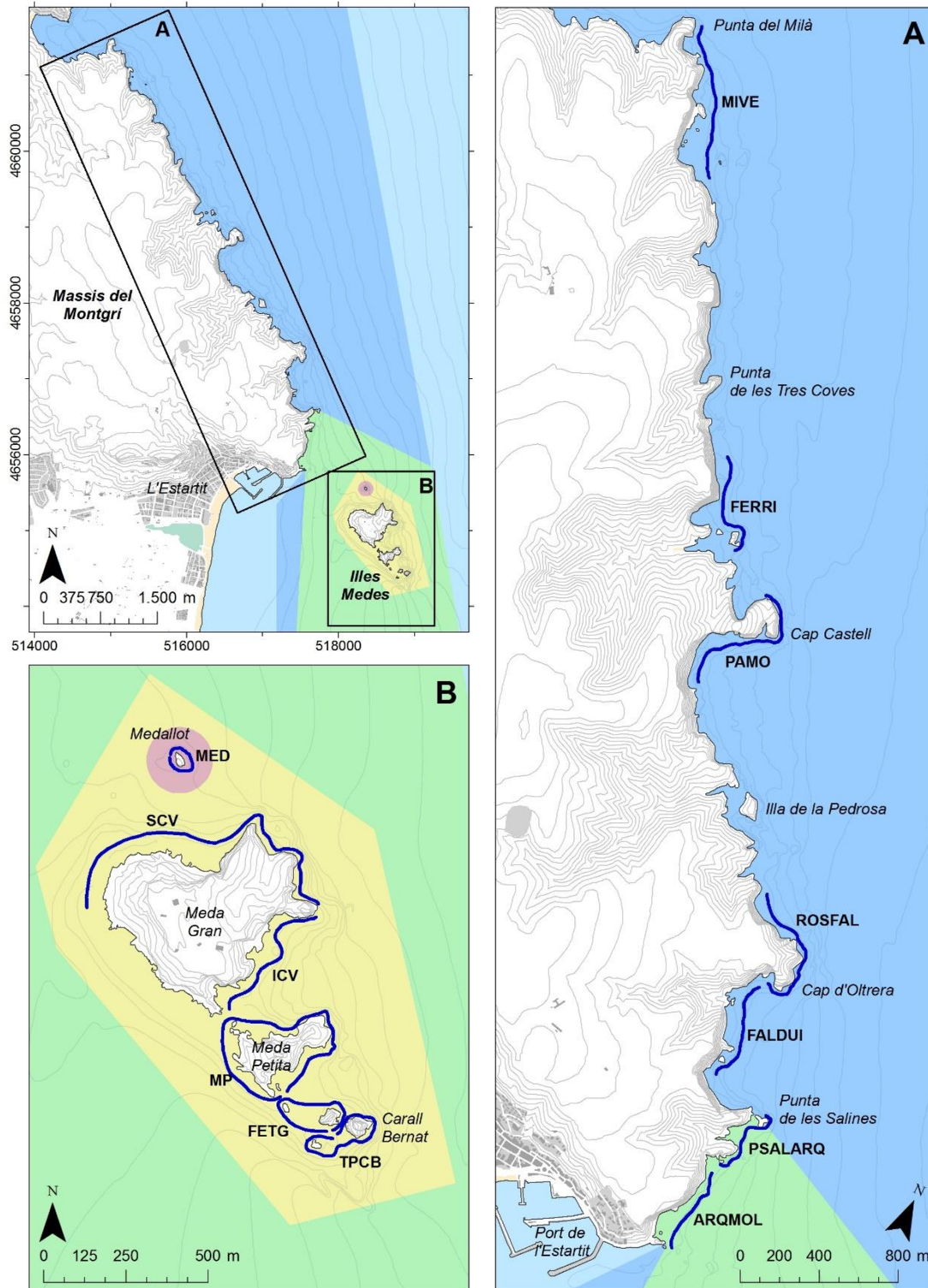
MONTGRÍ-MEDES										
	Nom	Codi	Prot	Freq	N Trans	Rang batimètr ric (m)	Xi	Yi	Xf	Yf
MONTGRÍ	<b>Punta Milà</b>	MIVE	PN	**	9	15-20	515176	4661671	515539	4660993
	<b>Ferriol</b>	FERRI	PN	**	8	15-20	516463	4659342	516227	4659755
	<b>Castell</b>	PAMO	PN	*	7	15-20	516703	4659203	516583	4658660
	<b>R Falaguer</b>	ROSFAL	PN	**	9	15-20	517357	4657837	517553	4657430
	<b>Dui</b>	FALDUI	PN	*	7	15-20	517523	4657393	517513	4656902
	<b>Arquets</b>	PSALARQ		**	8	15-20				
			ZPP				517831	4656821	517727	4656498
	<b>Molinet</b>	ARQMOL	ZPP	**	7	15-20	517708	4656439	517687	4656010
MEDES	<b>Medallot</b>	MED	RNP	**	10	15-20	518421	4655765	518422	4655775
	<b>M Gran1</b>	ICV	RNP	**	7	15-20	518603	4655001	518865	4655280
	<b>M Gran2</b>	SCV	RNP	***	17	15-20	518872	4655321	518169	4655310
	<b>M Petita</b>	MP	RNP	**	9	15-20	518777	4654750	518757	4654734
	<b>Ferranelles</b>	FETG	RNP	***	32	15-20	518896	4654628	518916	4654632
	<b>C Bernat</b>	TPCB	RNP	***	31	15-20	518915	4654607	518930	4654620

A la zona del Montgrí s'han mostrejat 7 estacions totes dins de la zona de Parc Natural, havent-hi les estacions Arquets i Molinet a la zona Perifèrica de Protecció. A la zona de les illes Medes, que és Reserva Natural Parcial, s'ha fet el seguiment a 6 estacions. Aquestes 13 estacions en total mostrejades enguany al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter són les mateixes que s'havien mostrejat en els anteriors informes de seguiment realitzats pel Departament d'Ecologia.





**Figura 1.** Localització de les estacions marcades en color vermell, del seguiment de peixos vulnerables i grans decàpodes al Parc Natural de Cap de Creus. Els colors indiquen els diferents graus de protecció. **PN:** zona de Parc Natural (blau), **RNP:** zona de Reserva Natural Parcial (groc-verd pàl·lid), i **RNI:** zona de Reserva Natural Integral (vermell). Les coordenades es donen en UTM fus 31, utilitzant el sistema de referència ETRS 1989 UTM.



**Figura 2.** Localització de les estacions, marcades en color vermell, del seguiment de peixos vulnerables i grans decàpodes al Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter. Els colors indiquen els diferents graus de protecció. PN: zona de Parc Natural (blau), RNP: zona de Reserva Natural Parcial (groc-verd pàl·lid) i ZPP: Zona Perifèrica de Protecció (verd-blavós). Les coordenades es donen en UTM fus 31, utilitzant el sistema de referència ETRS 1989.

## Campanyes 2016

A cap de Creus s'han realitzat un total de 16 immersions pel seguiment de peixos vulnerables, 21 immersions a Montgrí-Medes,. Atès que a cada immersió baixaven dos mostrejadors, parlem d'un total de 84 immersions per fer el seguiment de peixos vulnerables l'any 2016.

**Taula 5.** Estacions mostrejades en el seguiment de peixos vulnerables i grans decàpodes l'any 2016 (en color blau)on: **F:** fondària, **N Trans:** nombre de transectes realitzats, **N im:** nombre d'immersions, **M:** mostrejadors i **E:** embarcació.

	Estació	Codi	F (m)	N Trans	N im	Dies mostreig	M	E	Port base
CAP DE CREUS	Pta. Figuera	PFIG	15-20	10	2	2	2	Carallot	Portlligat
	Portaló	PORTA	15-20	10	2	2	2	Carallot	Portlligat
	Messina	MESSI	15-20	9	2	2	2	Carallot	Portlligat
	Massa d'Or	MASSA	15-20	9	2	2	2	Carallot	Portlligat
	Cap Norfeu	CNORF	15-20	10	2	2	2	Carallot	Portlligat
	Tres Frares	TFRAR	15-20	10	2	2	2	Carallot	Portlligat
	Culip	CULIP	15-20	11	2	2	2	Carallot	Portlligat
	Encalladora	ENCALL	15-20	9	2	2	2	Carallot	Portlligat
MONTGRÍ-MEDES	Medallot	MED	15-20	10	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Carall Bernat	TPCB	15-20	31	4	4	2	Anova	L'Estartit
	Meda Gran 1	ICV	15-20	7	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Meda Gran2	SCV	15-20	17	2	2	2	Anova	L'Estartit
	Meda Petita	MP	15-20	9	2	2	2	Anova	L'Estartit
	Ferranelles	FETG	15-20	32	4	4	2	Anova	L'Estartit
	Arquets	PSALAR	15-20	8	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Molinet	ARQMO	15-20	7	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Punta Milà	MIVE	15-20	9	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Ferriol	FERRI	15-20	8	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Castell	PAMO	15-20	7	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Ros Falaquer	ROSFAL	15-20	9	1	1	2	Anova	L'Estartit
	Dui	FALDUI	15-20	7	1	1	2	Anova	L'Estartit

## Resultats

De les 24 espècies que formen part del seguiment de peixos, enguany s'han observat 22, concretament 20 a cap de Creus i 19 a Montgrí-Medes (taula 6).

**Taula 6.** Llista d'espècies, ordenades alfabèticament, que han estat observades en aquest estudi durant els censos en les dues àrees d'estudi, cap de Creus i Montgrí-Medes, on +: observat i -: no observat. En negreta, les espècies altament vulnerables; en verd les mitjanament vulnerables que han estat tractades individualment; les assenyalades amb l'asterisc són les que han estat considerades com a grans piscívors.

	Cap de Creus	Montgrí-Medes
<i>Chelon labrosus</i>	+	+
<i>Dasyatis pastinaca</i>	+	-
<b><i>Dentex dentex</i>*</b>	+	+
<b><i>Dicentrachus labrax</i>*</b>	+	+
<b><i>Diplodus cervinus</i></b>	+	+
<i>Diplodus puntazzo</i>	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	+	+
<b><i>Epinephelus costae</i>*</b>	-	-
<b><i>Epinephelus marginatus</i>*</b>	+	+
<i>Labrus merula</i>	+	+
<i>Labrus viridis</i>	-	+
<i>Mola mola</i>	-	-
<i>Muraena helena</i>	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i> *	+	-
<i>Myliobatis aquila</i>	+	+
<i>Pagrus pagrus</i>	+	+
<i>Raja</i> sp.	+	-
<i>Sarda sarda</i> *	+	+
<b><i>Sciaena umbra</i></b>	+	+
<i>Seriola dumerilii</i> *	-	+
<b><i>Sparus aurata</i></b>	+	+
<b><i>Sphyraena viridensis</i>*</b>	+	+
<i>SpondylIOSoma cantharus</i>	+	+

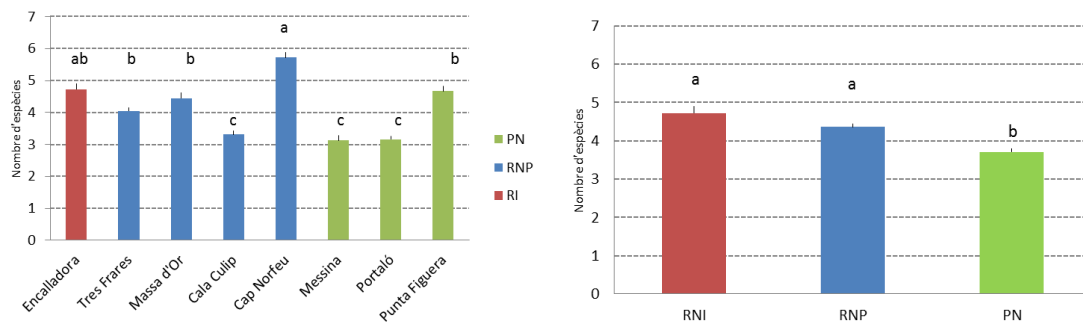
A continuació presentem els resultats per cada espai natural protegit estudiat (cap de Creus i Montgrí-Medes), tot i que al final es fa una anàlisi general conjunta per a la seva comparació.

## Cap de Creus

### Patró general

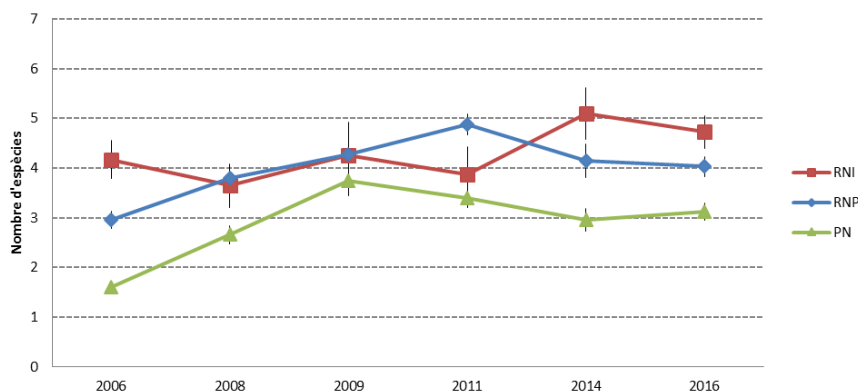
El nombre d'espècies varia entre estacions. Les anàlisis mostren que hi ha una grup d'estacions diferenciades on s'observa un major nombre d'espècies: l'Encalladora, dins de la RNI on qualsevol tipus de pesca és prohibida, i les estacions de tres Freres, cap Norfeu i Massa d'Or, dins de la RNP, a més de Punta Figuera, a la zona de PN (Figura 3).

Fent una anàlisi general agrupant les estacions per nivell de protecció (Figura 3), les estacions de les zones RNI i RNP son les que tenen un major nombre mig d'espècies, mentre que a la zona de PN, on el nivell de protecció és mínim, te els valors significativament més baixos.



**Figura 3.** Nombre d'espècies observades (mitjana/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

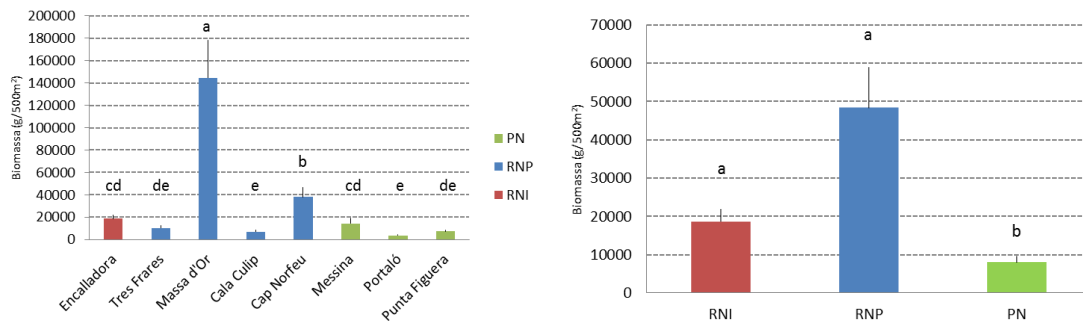
Pel que fa a l'evolució temporal, el nombre mitjà d'espècies observades (Figura 4) s'ha mantingut respecte als anys anteriors, i s'observa un major nombre d'espècies dins la RNI, seguit de la RNP i la zona de PN, amb un menor nombre mitjà d'espècies observades ( $p < 0,001$ ).



**Figura 4.** Nombre d'espècies observades (mitjana/500m<sup>2</sup> ± ES) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus.

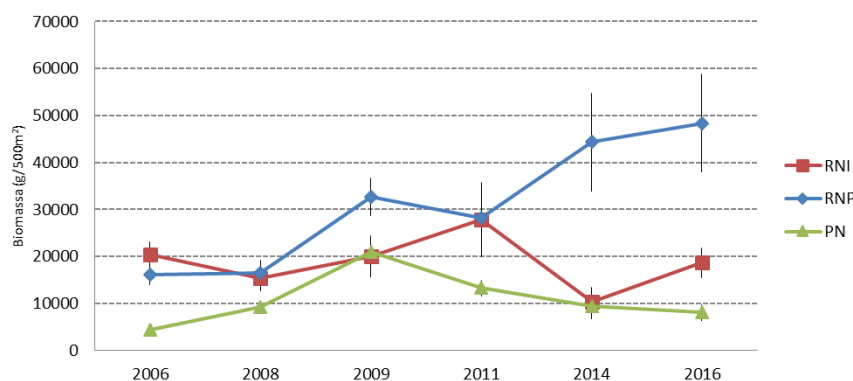
La biomassa del conjunt d'espècies censades mostra unes diferències molt marcades i estadísticament significatives. Fou a l'estació de la Massa d'Or on s'observà una biomassa més elevada, degut, sobre tot, a la gran abundància de (*E. marginatus*) i espets (*S. viridensis*) (Figura 5).

Si analitzem la biomassa total segons nivell de protecció, observem que la major biomassa d'espècies vulnerables es troba a la zona de RNP, que es diferencia clarament de tota la resta, tot i que no mostra diferències estadísticament significatives amb la zona de RNI degut a la gran variabilitat de les dades, derivada sobretot de l'agregació de neros i espets en zones molt determinades del fons (Figura 5).



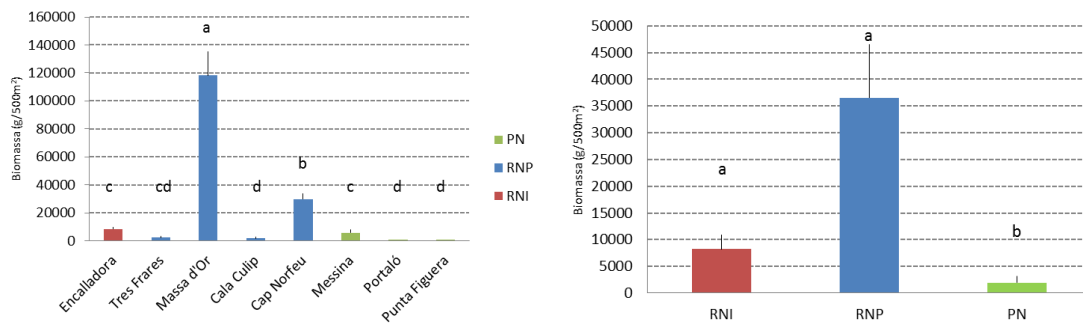
**Figura 5.** Biomassa total d'espècies vulnerables a la pesca ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal de la biomassa total mostra que l'augment en la biomassa de les zones de RNP observat els anys anteriors es manté amb nombres molt elevats. A la RNI s'observa certa recuperació respecte l'any 2016, que va patir una davallada, tot i que els valors estan molt per sota dels observats en la zona de RNP. A la zona de PN, anteriors la biomassa total es manté amb valors molt baixos respecte les altres zones, disminuint fins i tot lleugerament (Figura 6).



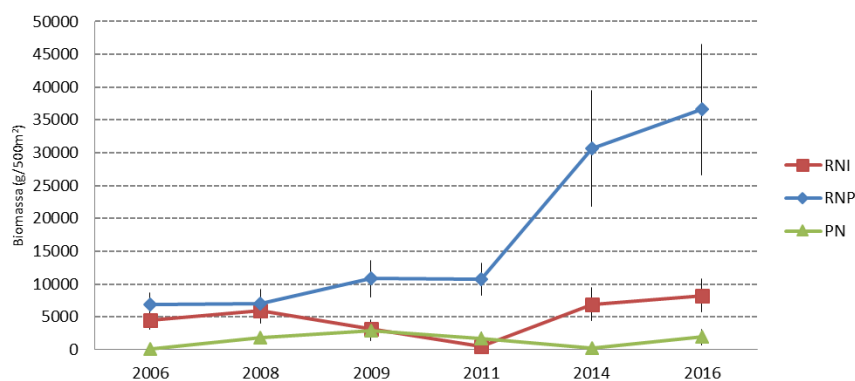
**Figura 6.** Biomassa total d'espècies vulnerables a la pesca ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

Analizant només les espècies piscívores, és a dir, sense tenir en compte els espàrids, que representen una gran part de la biomassa (veure més endavant), les diferències entre estacions observades anteriorment s'accentuen (Figura 7). Quan comparem entre els diferents graus de protecció, tot i les diferències observades en el valor absolut, no trobem diferències estadísticament significatives entre la RNI i la RNP, degut a la gran variabilitat entre les estacions de la RNP. En canvi, per a la zona de PN sí que trobem valors significativament inferiors (Figura 7).



**Figura 7.** Biomassa d'espècies piscívores ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal de la biomassa d'espècies piscívores mostra el mateix patró al llarg dels anys: una major biomassa a les zones de RNP, i una menor biomassa a la zona de PN, mentre que la RNI tot i que té valors de biomassa més elevats que la zona de PN, es manté per sota de la zona de RNP. La pujada molt significativa que es va observar el 2014 a la zona de RNP es manté enguany. No obstant, el valor de la RNI es manté estable, amb un lleuger increment respecte als anys anteriors, mentre que la biomassa a la zona de PN disminueix fins a valors molt baixos, pràcticament nuls (Figura 8).



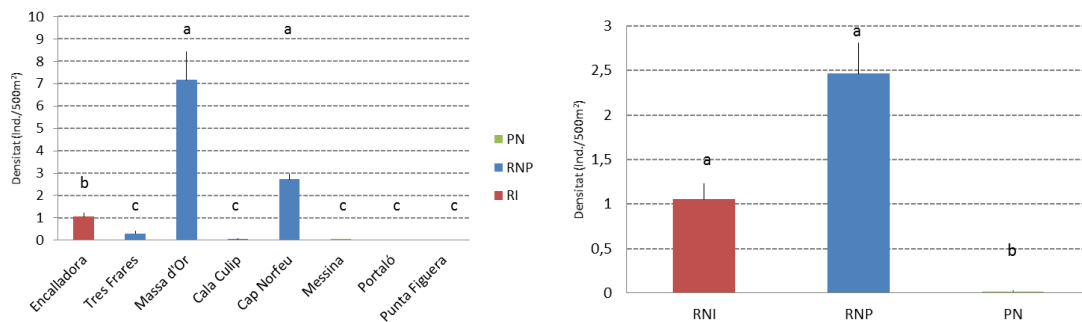
**Figura 8.** Biomassa total d'espècies piscívores ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

## Espècies altament vulnerables

### *Epinephelus marginatus*

El nombre de nerros mostra diferències estadísticament significatives entre estacions ( $p < 0,001$ ). L'estació que destaca per sobre qualsevol altra és la Massa d'Or, on un any més s'han enregistrat els valors més elevats del seguiment. Aquesta elevada variabilitat espacial, és encara més acusada si tenim en compte que la major part d'individus varen ser comptabilitzats en un dels transectes, concretament en una barra de roca que es disposa perpendicularment en direcció Oest des de l'extrem nord de l'illa Massa d'Or. Aquesta forta variabilitat espacial ve donada per la distribució agregada de l'espècie. Aquest any les densitats han donat valors molt similars als censos del 2014. Els valors anormalment baixos del cens del 2011 es deuen probablement a que no es va mantenir el mateix recorregut. Cap Norfeu també mostra una densitat elevada, encara molt per sota de les densitats de Massa d'Or, tot i que l'anàlisi estadístic no indica diferències significatives. La resta d'estacions a les zones de RNP mostren una davallada en les densitats respecte als anys anteriors, equiparant-se les seves densitats amb les estacions de la zona de PN. Pel que fa a l'estació de l'Encalladora (RNI), mostra valors similars als anys anteriors, per sota de Massa d'Ors i cap Norfeu, però superior a la resta d'estacions (Figura 9).

Quan analitzem la densitat de nerros segons el nivell de protecció, tot i la gran diferència en la mitjana, no trobem diferències estadísticament significatives entre la RNI i les RNP degut a la gran variabilitat que hi ha entre estacions ( $p = 0,523$ ). En canvi, les zones de PN sí que es diferencien clarament de la resta ( $p < 0,001$ ) (Figura 9 dreta).

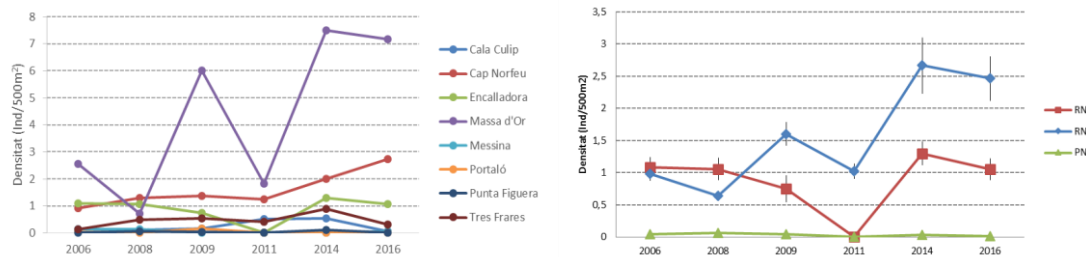


**Figura 9.** Densitat de nerros (*E. marginatus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal de la densitat de nerros a les diferents zones estudiades mostra una certa estabilitat en les zones de RNP i RNI, exceptuant l'estació de Massa d'Or i cap Norfeu (Figura 10). A l'estació de Massa d'Or, el 2016 s'han obtingut valors similars als del 2014, fet que sembla indicar que l'augment de les poblacions a partir de 2009 es mantenen (si no tenim en compte els valors del 2011 que probablement es deuen a una subestima de les densitats). A cap Norfeu, sembla que l'augment detectat el 2014 es manté el 2016, fet que indica que hi ha una certa recuperació de les poblacions en aquesta zona. Agrupant les estacions per nivell de protecció, i sense tenir en compte els valors de 2011, es pot observar que zona de RNP mostra també una certa estabilitat, donat que l'augment que es va produir l'any 2009 i sobretot el 2014. La zona de RNI mostra també una certa estabilitat, donat que l'augment que es va produir l'any 2009 i sobretot el 2014 es manté, amb uns

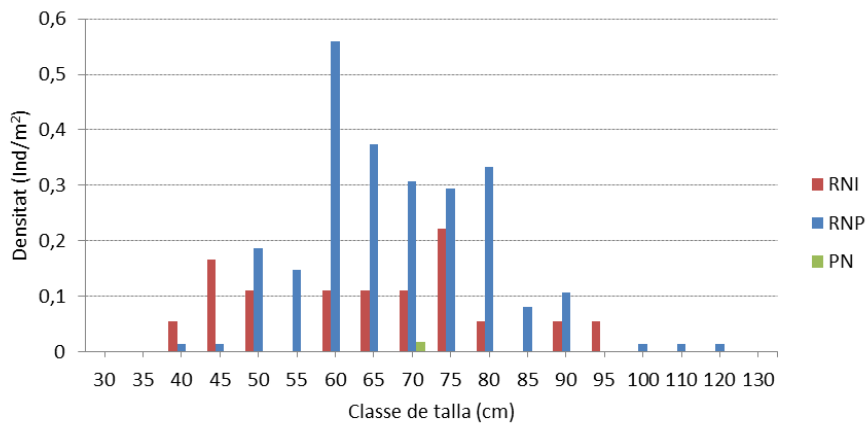


valors molt similars La zona de RNI mostra també una certa estabilitat, amb valors molt similars als anys anteriors (exceptuant el 2011). Pel que fa a la zona de PN, les densitats son molt baixes (Figura 10).



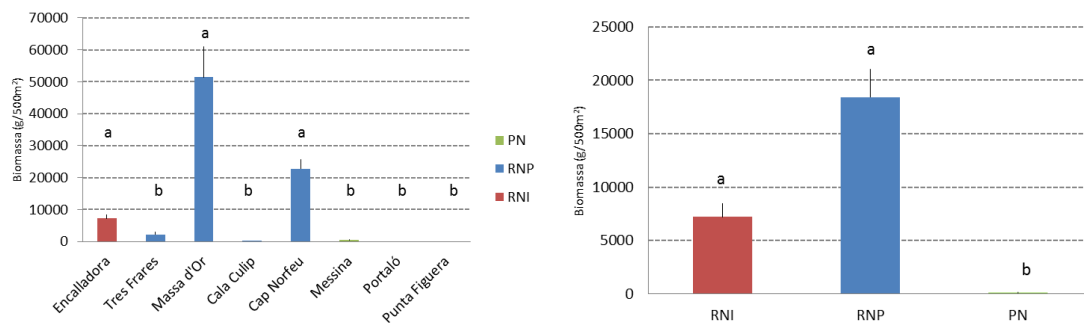
**Figura 10.** Densitat de neris (*E. marginatus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

L'estructura de talles de les poblacions de neris mostra un cert augment de les talles a la zona de RNP respecte als anys anteriors, on s'ha estimat una talla mitjana de 65 cm, amb un domini de les classes de talla de entre 60 i 70 cm (Figura 11), i amb una talla màxima de 110 cm, que correspon al grans mascles. A l'estació Massa d'Or es van poder observar almenys tres mascles amb coloració reproductora i perseguint femelles en els seu territori, fet que permet assegurar que en aquesta zona es produeix la reproducció d'aquesta espècie. A la RNI s'ha observat una estructura de talles semblant als anys anteriors al 2011, amb una mitjana de 62,72 cm, a més d'un augment de la talla màxima, on es va observar un individu de 95 cm. A la zona de PN només es va observar un individu de 45 cm.



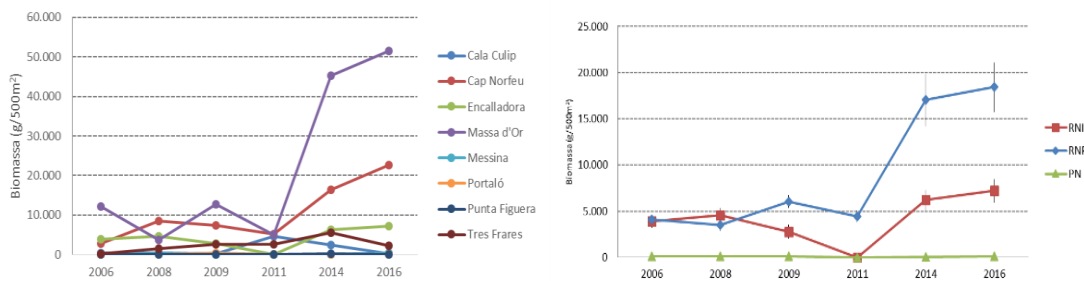
**Figura 11.** Estructura de talles dels neris (*E. marginatus*) observats als censos de Cap de Creus ordenats per zones de protecció.

Pel que fa a la biomassa de neris, al cap de Creus els valors mitjans majors s'han observat a les zones de Massa d'Or i cap Norfeu,(RNP), així com a l'Encalladora (RNI); tot i el major valor de Massa d'Or, no mostren diferències estadísticament significatives entre elles (Figura 12). Entre la resta d'estacions, amb valors molt baixos, no s'han constatat diferències significatives entre elles (Figura 12).



**Figura 12.** Biomassa de neris (*E. marginatus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal de la biomassa de neris mostra un patró similar al de la densitat, amb un manteniment de la biomassa a l'estació de la Massa d'Or després de la forta pujada de 2014, i també un augment de l'estació de l'Encalladora, tot i que amb valors inferiors (Figura 12). Pel que fa al nivell de protecció, la major biomassa es troba a la zona de RNP, on es manté després de l'augment de 2014 (Figura 13). A la RNI, els valors de biomassa es mantenen per sota de les zones de RNP, però són més o menys estables en el temps exceptuant el 2011 quan no es va comptabilitzar cap individu. A la zona de PN, els valors baixos impedeixen observar qualsevol tipus de tendència (Figura 13).

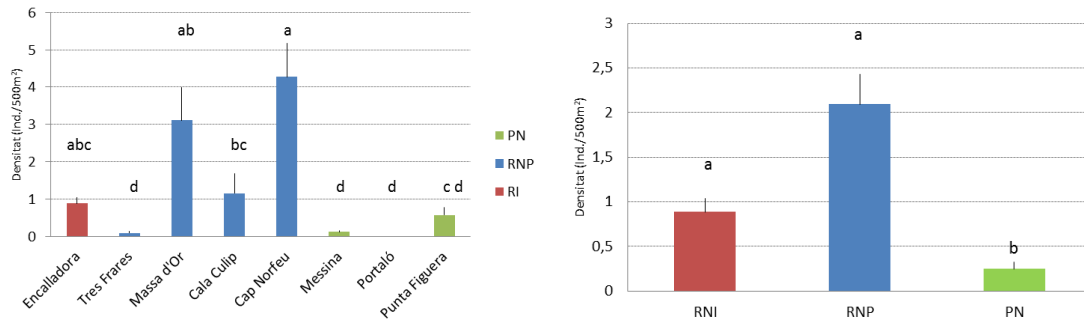


**Figura 13.** Biomassa de neris (*E. marginatus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### ***Dentex dentex***

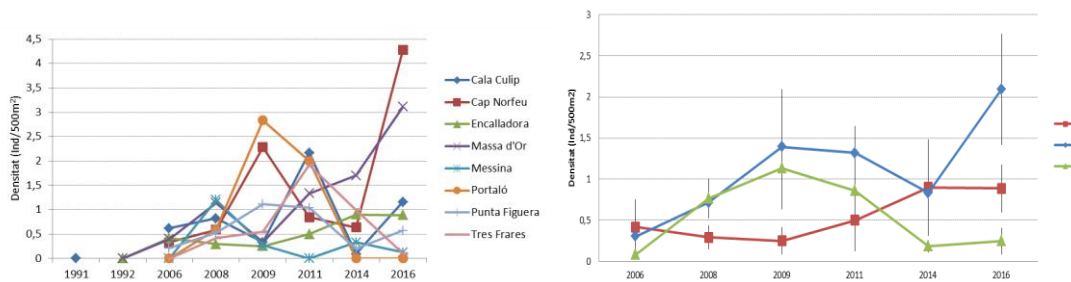
El nombre de déntols a les diferents estacions estudiades mostra una gran variabilitat ( $p < 0,001$ ). Aquesta espècie presenta unes densitats més elevades a cap Norfeu, amb un augment de les densitats molt notables respecte l'any anterior, seguit de la Massa d'Or. La resta de zones dins de les RNP i la RNI també mostren unes densitats elevades, excepte a Tres Frares, on s'observa una menor abundància, mostrant una davallada respecte els anys anteriors (Figura 14).

Analizant la densitat de déntols segons el nivell de protecció, no trobem diferències estadísticament significatives entre RNI i RNP degut a la gran variabilitat que hi ha entre estacions i entre transectes, a les mateixes estacions, tot i que sí es mostren diferències respecte la zona de PN.



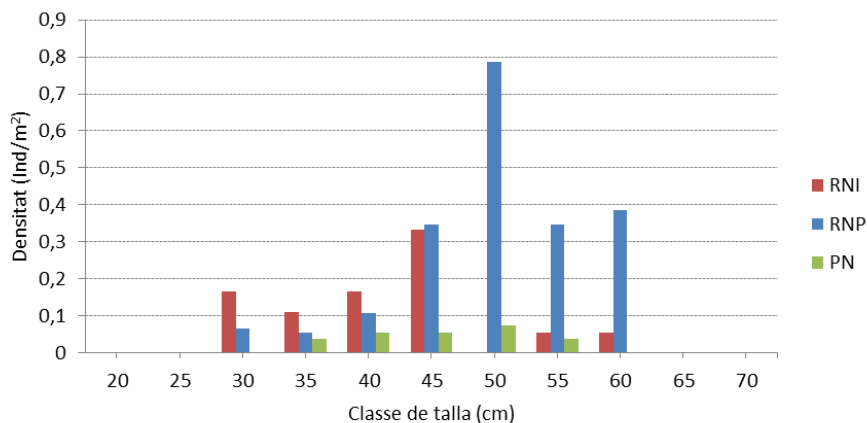
**Figura 14.** Densitat de déntols (*D. dentex*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal de la densitat de déntols a les diferents zones estudiades mostra una forta variabilitat, amb un augment significatiu el 2016 en les estacions de cap Norfeu i Massa d'Or (Figura 15a). Agrupant les estacions pel nivell de protecció, s'observa un augment també molt marcat a la zona de RNP degut al fort augment a l'estació de cap Norfeu i Massa d'Or; a la zona de RNI es mantenen els valors dels anys passats, i a la zona de PN es manté la davallada observada l'any 2014. (Figura 15).



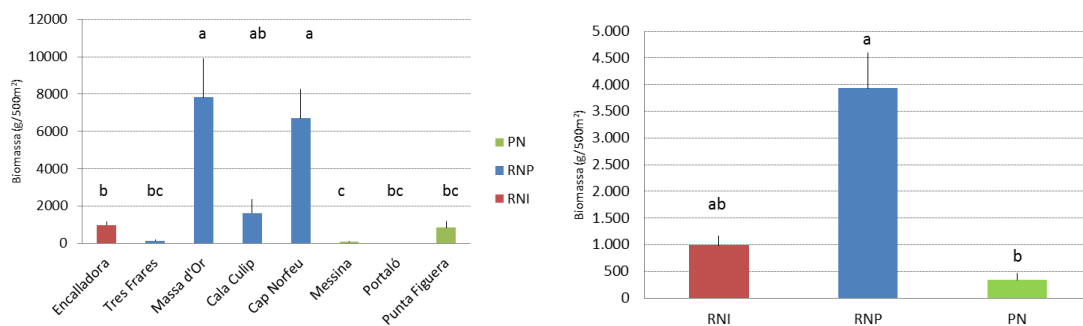
**Figura 15.** Densitat de déntols (*D. dentex*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

L'estructura de talles de les poblacions mostra una certa homogeneïtzació, al menys a la zona de RNP, on s'observa una distribució unimodal, amb una talla mitjana de 50,3 cm, i una talla màxima de 65 cm (Figura 16). A la RNI, igual que els anys anteriors, es varen comptabilitzar menys individus de talles més petites, amb una mitjana de 42,18 cm i una talla màxima de 55 cm. Pel que fa a la zona de PN, tot i les baixes densitats, s'han observat alguns individus de talles grosses, tot i que la talla mitjana segueix sent més baixa respecte als altres nivells de protecció (45 cm i 42 cm respectivament) (Figura 16).



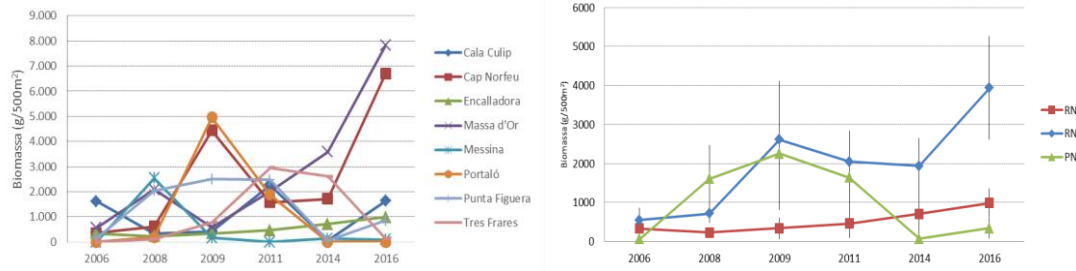
**Figura 16.** Estructura de talles dels déntols (*D. dentex*) observats als censos de Cap de Creus ordenats per zones de protecció.

En termes de biomassa, les diferències entre zones es fan més evidents. Les estacions de la Massa d'Or i cap Norfeu són les que presenten una biomassa major. La biomassa a l'estació de l'Encalladora és més baixa que aquestes dues estacions, i no mostra diferències estadísticament significatives amb la resta d'estacions estudiades, exceptuant Messina, amb uns valors pràcticament insignificants. Cal destacar una forta davallada a l'estació de Tres Frares, i cert augment a Cala Culip, i a Punta Figuera (Figura 17).



**Figura 17.** Biomassa de déntol (*D. dentex*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

En l'evolució temporal de la biomassa de déntols en les diferents estacions i graus de protecció, es constata un fort augment en les estacions de Massa d'Or i Cala Culip, i en menor mesura de Cala Culip, fet que fa augmentar els valors de la zona RNP, en general. No obstant, també s'observa una forta davallada en l'estació de Tres Frares, tot i trobar-se a la zona RNP. A la RNI es pot observar uns valors similars als d'anys anteriors, o inclòs un petit augment, mentre que a les zones de PN es manté constant la forta davallada, que ja fou observada el 2014 (Figura 18).

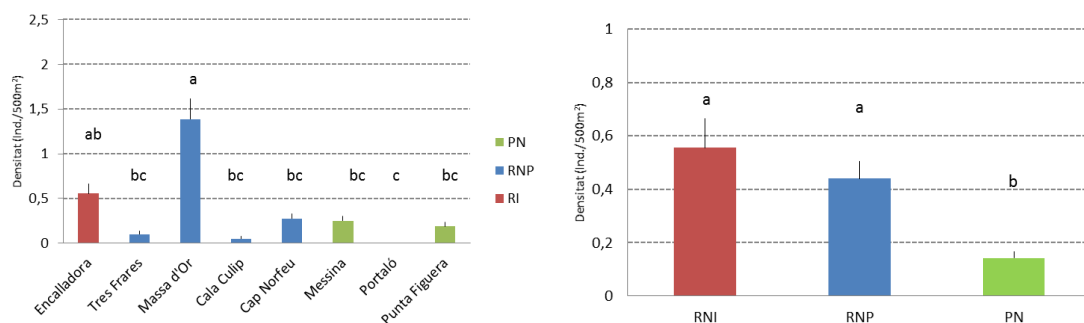


**Figura 18.** Biomassa de déntols (*D. dentex*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### *Diplodus cervinus*

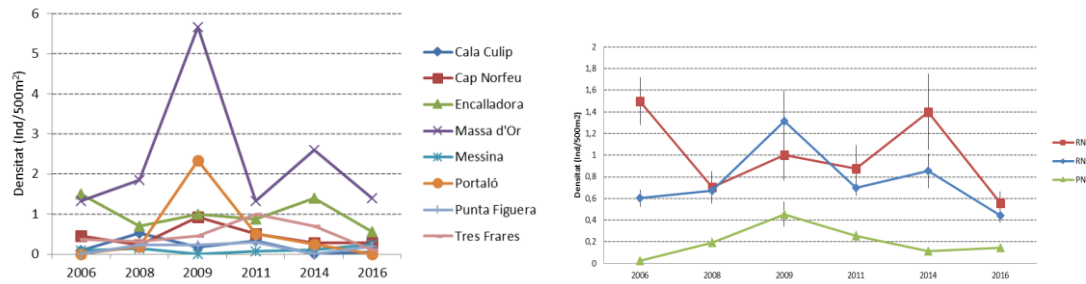
Les abundàncies de sarg imperial també mostren certa variabilitat entre estacions. L'única zona que destaca per la seva abundància es la Massa d'Or (RNP), amb una abundància molt elevada, seguida de l'Encalladora (RNI), amb una abundància molt menor. Degut a l'elevada variabilitat d'abundàncies no s'observen diferències estadístiques entre la resta d'estacions (Figura 19).

A nivell general, integrant totes les estacions de cada tipus de protecció, les abundàncies dins de les zones protegides de RNI i RNP les densitats són més elevades que a les zones de PN (Figura 19).



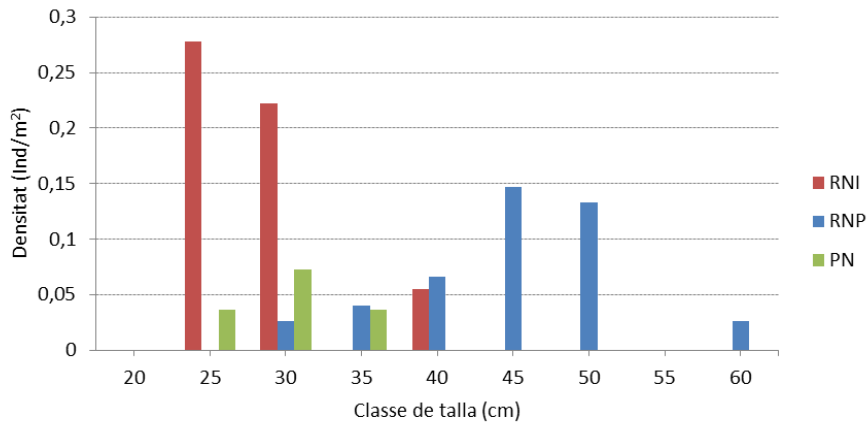
**Figura 19.** Densitat de sarg imperial (*D. cervinus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució de les densitats de sarg imperial no mostra diferències significatives respecte als anys anteriors (Figura 20), tot i observar-se un cert increment a la RNI, i un descens a la zona de PN.



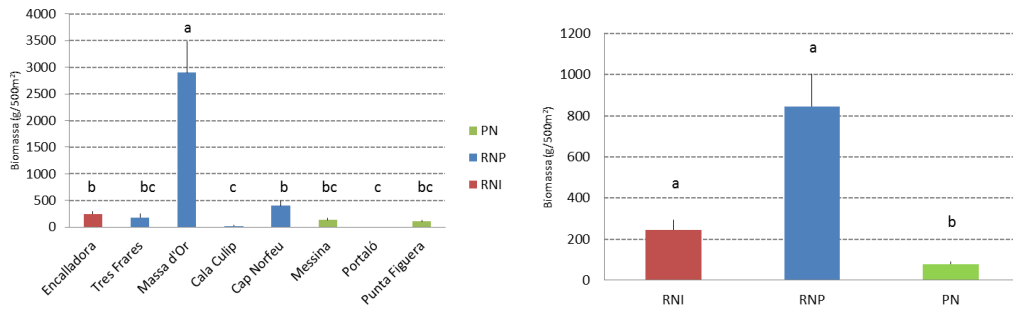
**Figura 20.** Densitat de sarg imperial (*D. cervinus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

L'anàlisi de talles de les poblacions de sarg imperial mostren força variabilitat segons les zones de mostreig (Figura 21). Pot observar-se que els individus de talles més grans es troben a la zona de RNP, mentre que tant a la zona de RNI i PN, els individus són menors.



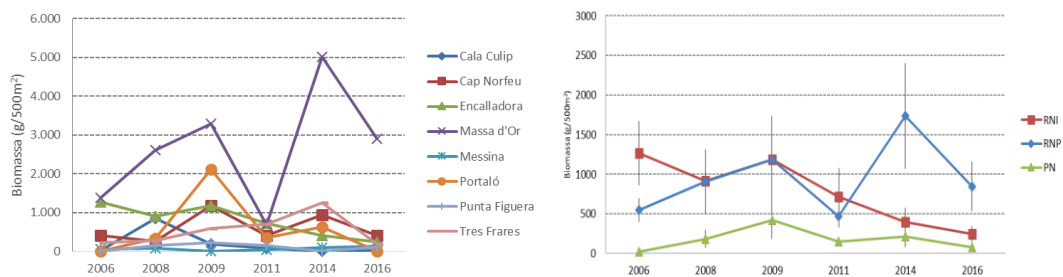
**Figura 21.** Estructura de talles de sarg imperial (*D. cervinus*) observats als censos de Cap de Creus ordenats per zones de protecció.

La biomassa segueix el mateix patró que l'abundància, amb un valor màxim a l'estació de la Massa d'Or, que es troba molt per sobre de la resta d'estacions mostrejades. A la zona de PN, la biomassa mitjana és més aviat baixa, i es diferencia estadísticament a la de les zones de RNP i RNI (Figura 22).



**Figura 22.** Biomassa de sarg imperial (*D. cervinus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

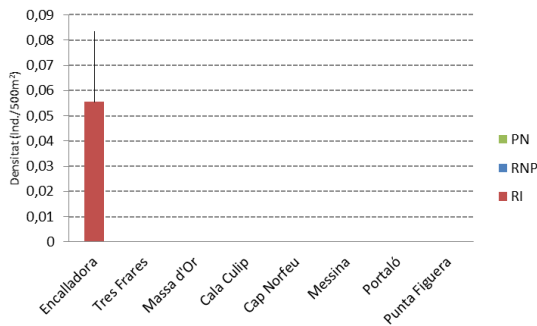
L'evolució temporal de la biomassa de sarg imperial presenta una elevada variabilitat i no mostra variacions significatives entre els diferents anys del seguiment en les diferents estacions (sense tenir en compte les variacions a Portaló i l'any 2009 i a Massa d'Or el 2011, que creiem pot correspondre a un error de mesura), i en els diferents nivells de protecció (Figura 23).



**Figura 23.** Biomassa de sarg imperial (*D. cervinus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

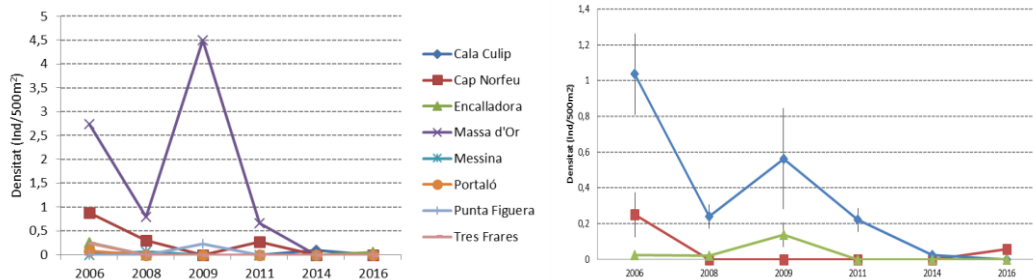
### *Dicentrarchus labrax*

Tot i que el llobarro ha estat sempre una espècie molt escadussera al cap de Creus. Enguany només ha estat observat un únic individu a l'Encalladora, fent impossible qualsevol comparació estadística entre estacions (Figura 24).



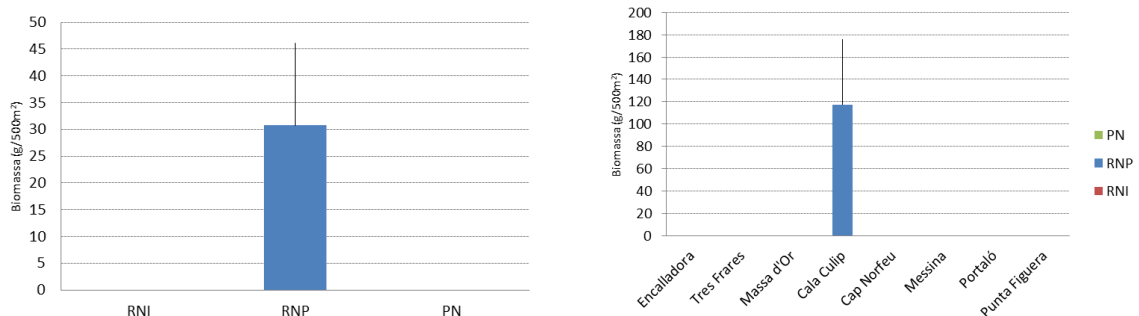
**Figura 24.** Densitat de lobarro (*D. labrax*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació i per nivell de protecció al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

Malgrat ser una espècie que mostra fortes variacions, l'escàs nombre d'individus observats enguany sembla confirmar la tendència a la progressiva disminució d'aquesta espècie del Parc Natural de Cap de Creus, on el nombre d'individus observats ha anat disminuint paulatinament fins arribar a la pràctica desaparició (Figura 25).



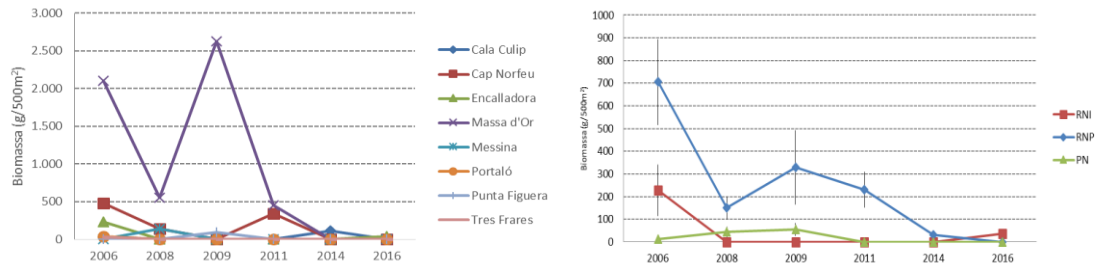
**Figura 25.** Densitat de lobarro (*D. labrax*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

La biomassa mitjana de lobarros a cap de Creus ve igualment condicionada pel baix nombre d'exemplars, i confirmen la tendència a la baixa d'aquesta espècie al Parc Natural de Cap de Creus. (figures 26 i 27).



**Figura 26.** Biomassa de lobarro (*D. labrax*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

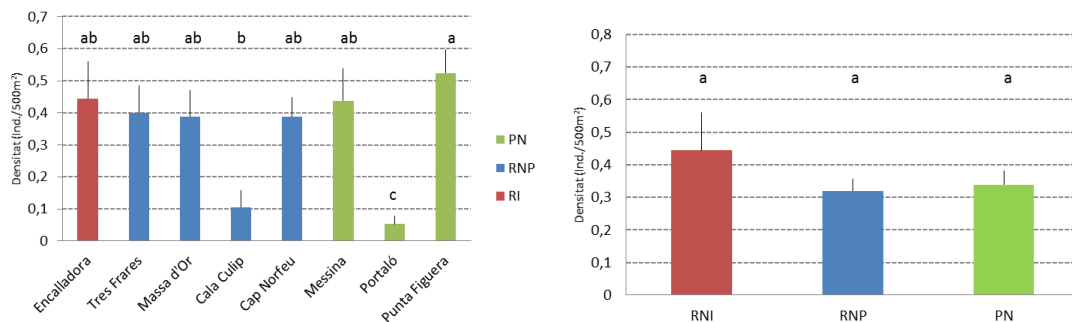




**Figura 27.** Biomassa de llobarro (*D. labrax*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

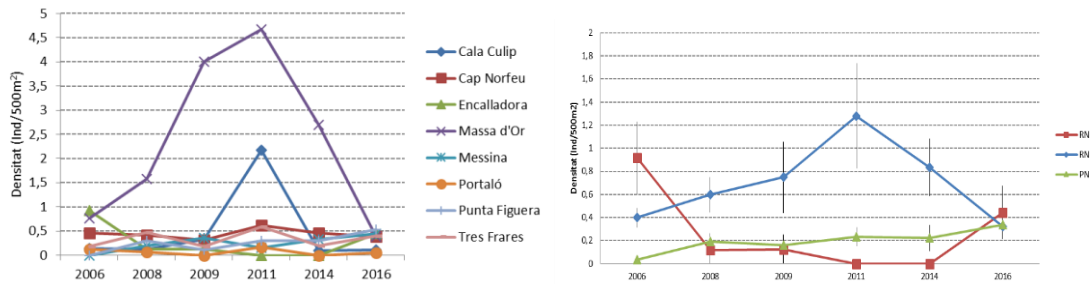
### *Sparus aurata*

La distribució de l'orada a les zones de cap de Creus es homogènia en la majoria de les estacions, però amb unes densitats relativament baixes, especialment a les zones de Cala Culip i Portaló (Figura 28). Un fet remarcable aquest any es la baixa densitat trobada a l'estació de la Massa d'Or, on s'havien observat unes densitats molt elevades, destacant de la resta d'estacions (Figura 28). Tampoc s'observa cap diferència entre els diferents nivells de protecció (Figura 28).



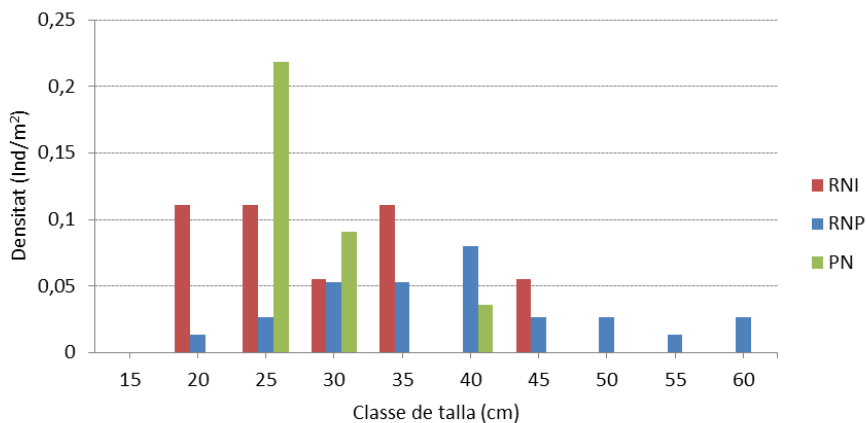
**Figura 28.** Densitat d'orada (*S. aurata*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal d'aquesta espècie mostra un patró molt variable, especialment en les zones en les que havia assolit unes densitats elevades, com a la Massa d'Or. En aquesta estació es remarcable el gran descens de la densitat de daurades, que ja s'intuïa l'any 2014. Aquesta davallada contrasta amb l'augment de les densitats a la zona de RNI i PN, tot i que els nombres són d'un ordre de magnitud menor a densitats màximes assolides a la Massa d'Or els anys 2009 i 2011 (Figura 29).



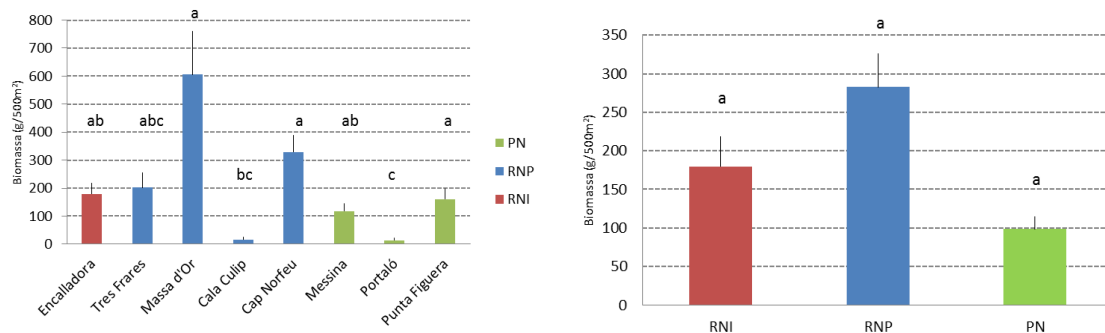
**Figura 29.** Densitat d'orada (*S. aurata*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

Respecte a les talles, hom observa un augment de les classes de talla grans a la zona de RNP, amb una talla mitjana de 39,6 cm i una talla màxima de 60 cm a la Massa d'Or. A les zones de RNI i PN, les talles mitjanes són més petites (31,8 i 30 respectivament), i mostren una estructura de talles similars als anys anteriors (Figura 30).



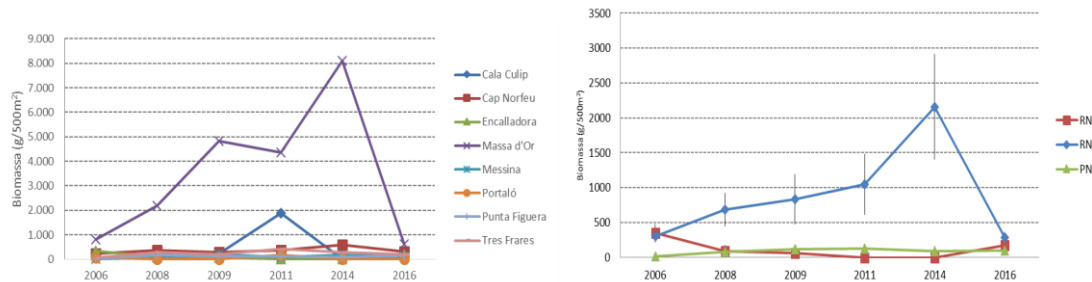
**Figura 30.** Estructura de talles d'orada (*S. aurata*) observada als censos de Cap de Creus ordenades per zones de protecció.

Pel que fa a la biomassa mitjana, hom pot veure que presenta una distribució entre zones molt similar a la de la densitat mitjana, amb una concentració, encara més marcada, a la zona de la Massa d'Or. La comparació de valors mitjans entre anys i zones només dona com a resultat significatiu que la biomassa mitjana de la daurada a la Massa d'Or és superior a les de la resta de zones (Figura 31). Entre nivells de protecció, i com és previsible, la biomassa mitjana més elevada s'observa a la Reserva Natural Parcial (RNP) essent aquest l'únic resultat significatiu de l'anàlisi de la variància, tot i que la variació anual en cada nivell de protecció ha estat prou notable (Figura 31).



**Figura 31.** Biomassa d'orada (*S. aurata*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal de la biomassa confirma un cop més la gran davallada a l'estació de la Massa d'Or, i els baixos valors de la resta d'estacions, la mateixa tendència s'observa quan s'analitzen les dades a nivell del nivell de protecció (Figura 32).



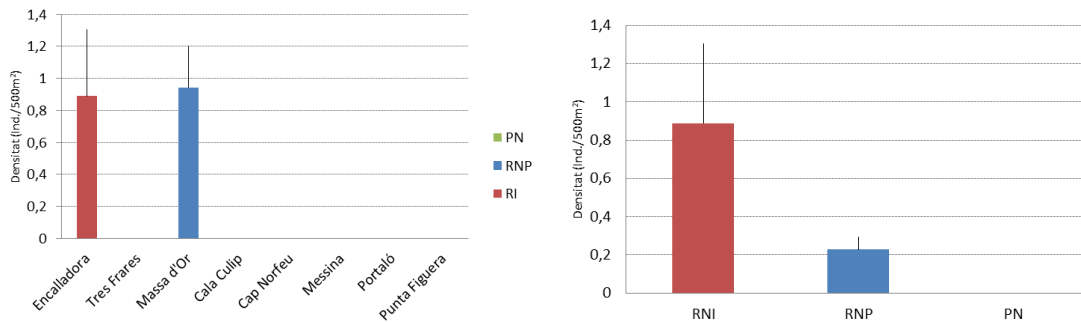
**Figura 32.** Biomassa d'orades (*S. aurata*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### *Sciaena umbra*

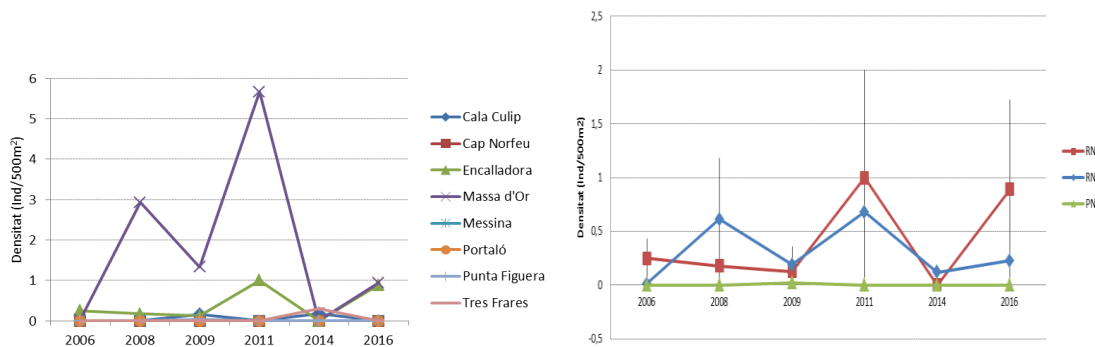
Enguany s'han trobat molt pocs exemplars de corball, que han estat observats només en dues estacions, l'Encalladora (16 exemplars) i la Massa d'Or (17 exemplars), on ja s'havien enregistrat densitats més elevades els anys anteriors (figures 33 a 36).

De totes les espècies altament vulnerables, el corball és la que presenta una distribució més irregular, ja que es troba en grups agregats en zones relativament petites (majoritàriament a sota de grans blocs o esquerdes). Aquest podria ser en part el motiu dels baixos valors trobats aquest any, i la seva variabilitat, ja que si el recorregut no passa per sobre de les zones on s'agreguen no es comptabilitzen. Considerem, però, que no es pot haver produït un error degut al fet d'haver fet recorreguts diferents, sinó que les baixes densitats trobades es deuen a la variabilitat en la distribució d'aquesta espècie, que per altra part, i degut al seu elevat sedentarisme, és altament vulnerable a la pesca.

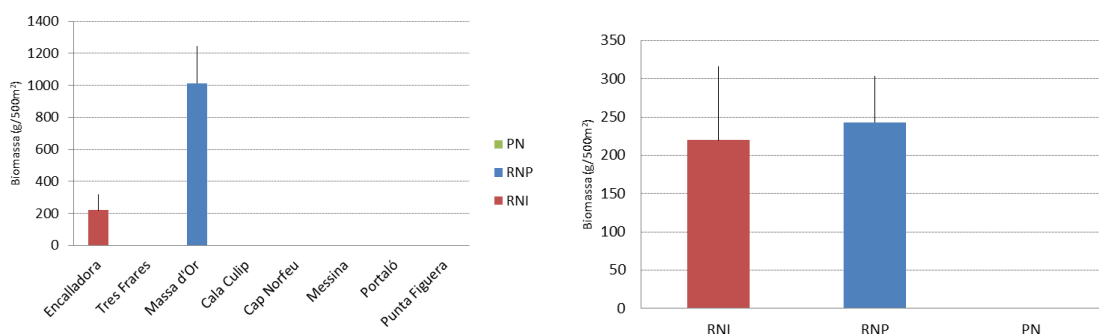
Degut al baix nombre d'individus censats, no s'han pogut fer tests estadístics que confirmin les tendències observades, tot i que semblen prou evidents a simple cop d'ull.



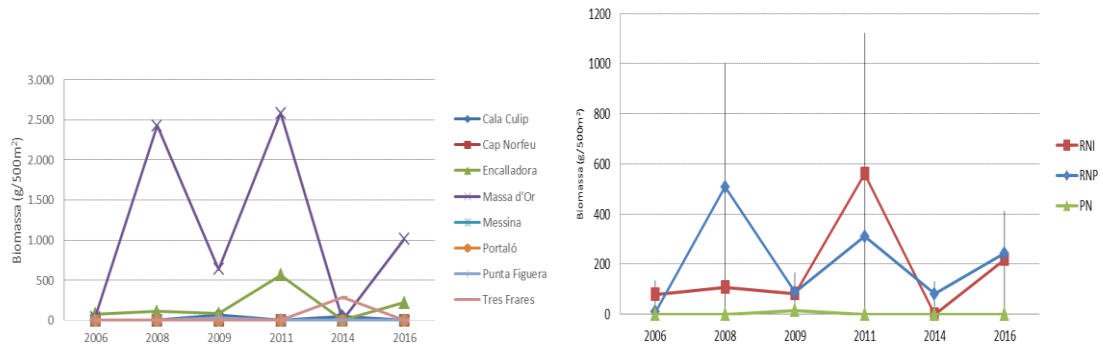
**Figura 33.** Densitat de corbals (*S. umbra*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.



**Figura 34.** Densitat de corbals (*S. umbra*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.



**Figura 35.** Biomassa de corball (*S. umbra*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

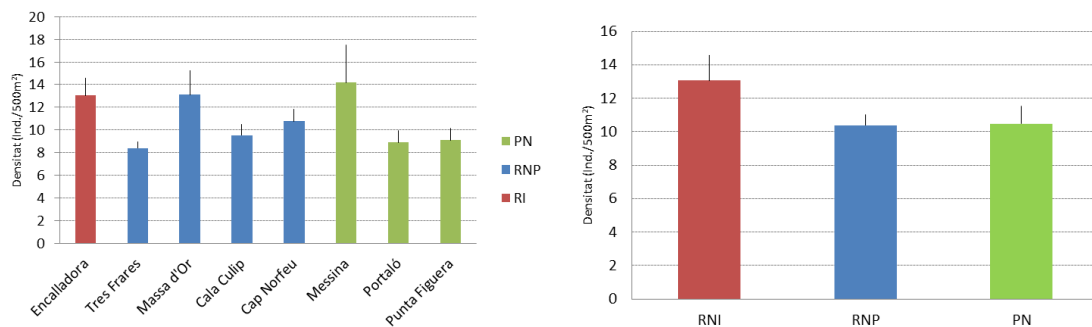


**Figura 36.** Biomassa de corball (*S. umbra*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

## Espècies mitjanament vulnerables

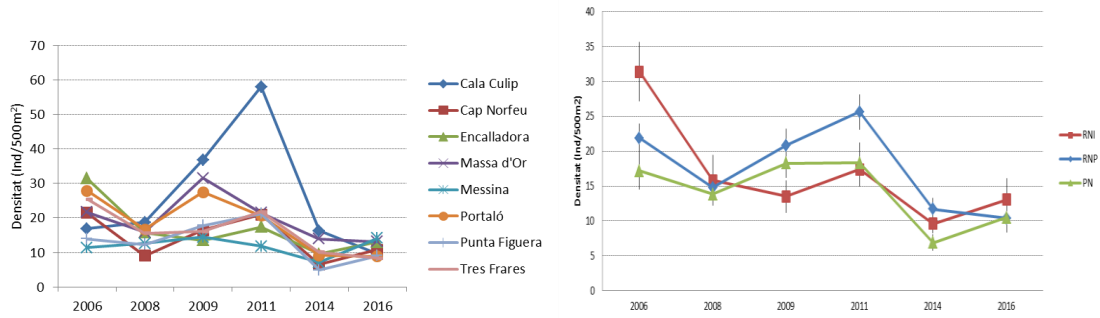
### *Diplodus sargus*

El sarg és una espècie molt comuna a tot el Parc Natural de Cap de Creus, on presenta una densitat elevada i homogènia a totes les estacions (Figura 37). Tot i que hi ha certes diferències entre estacions, l'anàlisi estadística no mostra diferències significatives entre estacions, ni tampoc entre els diferents nivells de protecció.



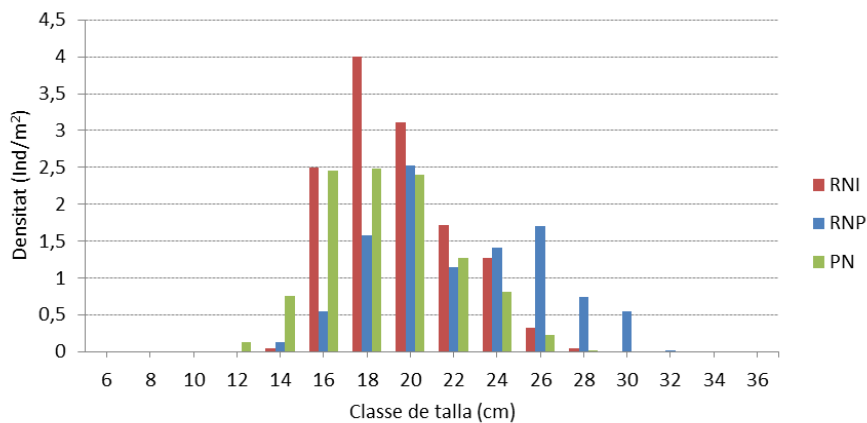
**Figura 37.** Densitat de sargs (*D. sargus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

L'evolució temporal de les densitats de sargs mostra una certa estabilitat respecte als valors dels anys anteriors, després de una certa disminució en la majoria d'estacions el 2004, que podien ser degudes, en part, al canvi d'observadors, especialment dels anys 2009 i 2011, ja que els valors tornen als nivells dels observats l'any 2008. No obstant, observant la mitjana per nivell de protecció, enguany s'observa una certa recuperació en les densitats, tot i que els valors estan per sota respecte a 2009 i 2001, amb valors molt similars als trobats el 2008 (Figura 38).



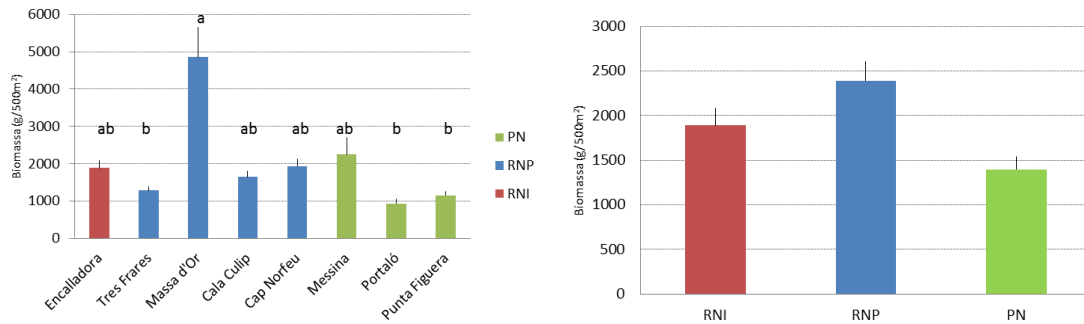
**Figura 38.** Densitat de sargs (*D. sargus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

L'anàlisi de l'estructura de talles mostra una distribució unimodal amb una mitjana de 20,8, 20,9 i 24 cm a les zones de PN, RNI i RNP respectivament (Figura 39). Tot i que s'observen talles més grans a la zona de RNP, no s'han observat diferències estadísticament significatives entre els diferents graus de protecció. Aquesta distribució de talles es molt semblant a la de l'any 2014.



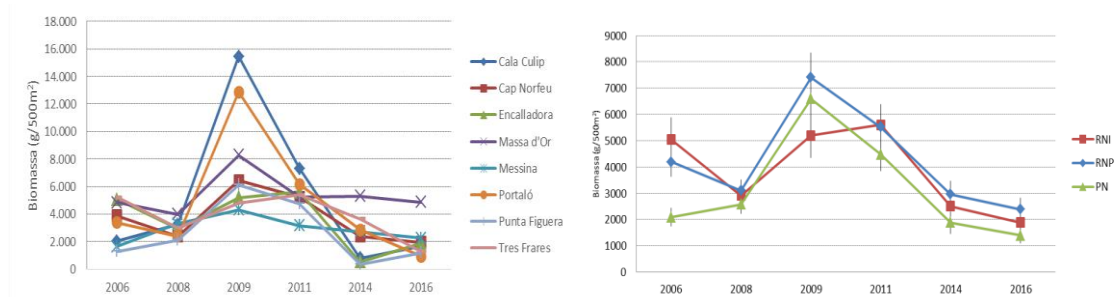
**Figura 39.** Estructura de talles de sargs (*D. sargus*) observats als censos de Cap de Creus ordenats per zones de protecció.

En termes de biomassa, s'observa que els valors més elevats han estat observats a la zona de Massa d'Or, tot i que no es mostren diferències estadísticament significatives entre la resta d'estacions, excepte als Tres frares, Portaló i Punta Figuera, que tenen els valors més baixos (Figura 40). Aquesta diferència es deu als individus més grossos censats a la zona de Massa d'Or. Tot i que el test estadístic no és significatiu, degut a la forta variabilitat entre estacions, és a la zona de RNP on s'observen els valors més elevats, mentre que a la zona de PN s'han constatat els valors més baixos de biomassa (Figura 40).



**Figura 40.** Biomassa de sargs (*D. sargus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

En l'evolució temporal de la biomassa al llarg dels anys del seguiment es pot observar que els valors de biomassa enguany es mantenen als valors de 2014 i de 2008 i 2006, després de fortes oscil·lacions els anys 2009 i 2011 (Figura 41). Creiem que la pujada dels anys 2009 i 2011 no es correspon realment a un augment i posterior davallada de la biomassa dels sargs, sinó a l'efecte dels mostrejadors.

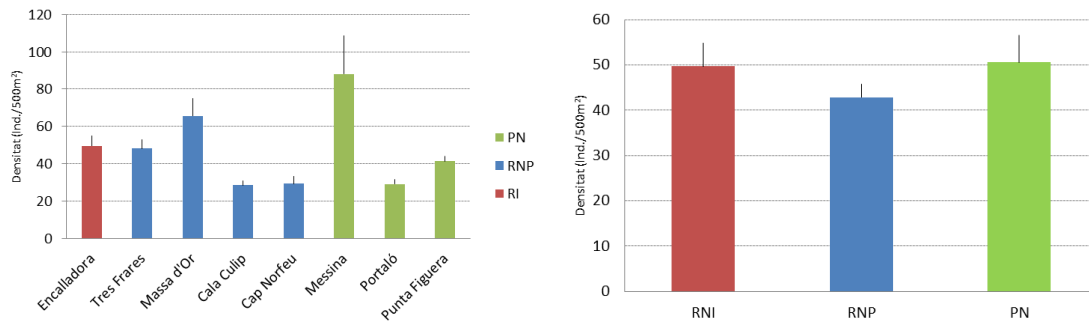


**Figura 41.** Biomassa de sarg (*D. sargus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### *Diplodus vulgaris*

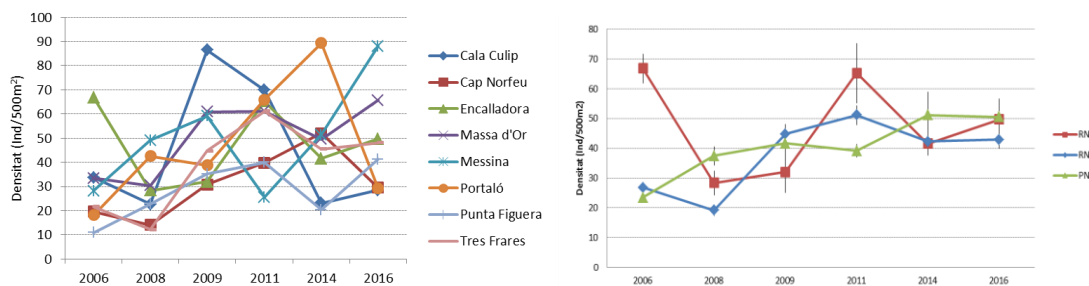
De totes les espècies que han estat analitzades enguany, la variada és la més freqüent (present a un 96,2% de les mostres) i, sense dubte, la més abundant de totes: més de la meitat (un 61,9%) de tots exemplars observats han estat variades. És tracta, doncs, d'una espècie ubíqua que, a més a més, és gregària ocasional, la qual cosa implica una gran variància entre comptatges. Per aquesta raó no és l'espècie ideal per a ser tractada estadísticament, ni tan sols una bona indicadora del que s'anomena "efecte reserva"; la gran variància associada a les dades que s'obtenen d'aquest peix pot considerar-se gairebé aleatòria.

Examinant les densitats mitjanes d'aquesta espècie entre les estacions no pot veure's una pauta clara deguda a l'efecte de la protecció, ja que les densitats són molt semblants, podent ser fins i tot superiors en zones de PN, com Messina (Figura 42). Ni tan sols agrupant les densitats per nivell de protecció s'observa cap diferència (Figura 42).



**Figura 42.** Densitat de variada (*D. vulgaris*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

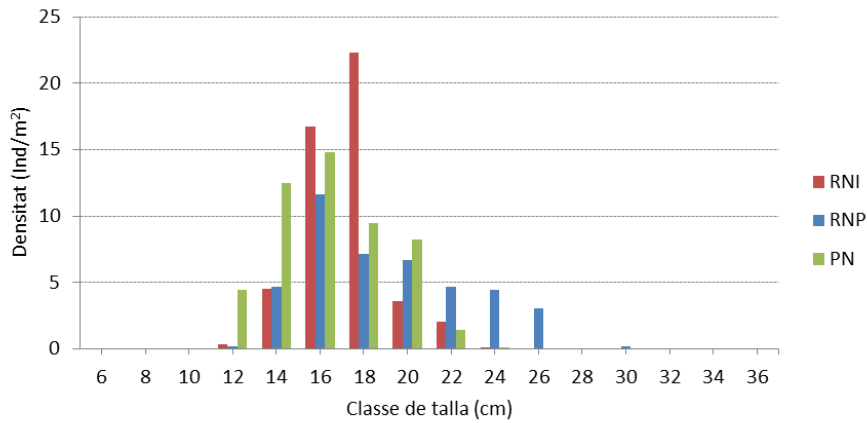
L'evolució temporal tampoc mostra una pauta clara, amb una forta variabilitat entre anys tant entre estacions com entre nivells de protecció. Tampoc es poden veure diferències estadísticament significatives ( $p=0,14$ ) (Figura 43).



**Figura 43.** Densitat de variada (*D. vulgaris*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg els anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

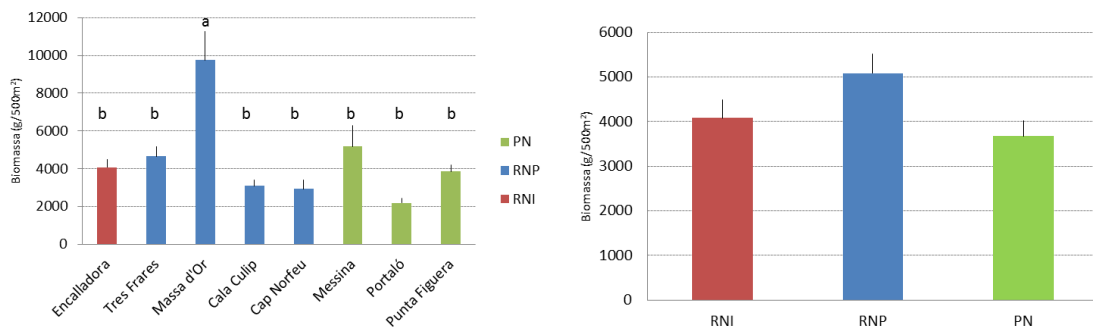
Pel que fa a l'estructura de talles, tampoc s'observen diferències importants respecte uns anys i els altres, excepte una lleugera disminució de les talles mitjanes (18,5, 19,7 i 21,2 a les zones de PN, RNI i RNP respectivament) (Figura 44).



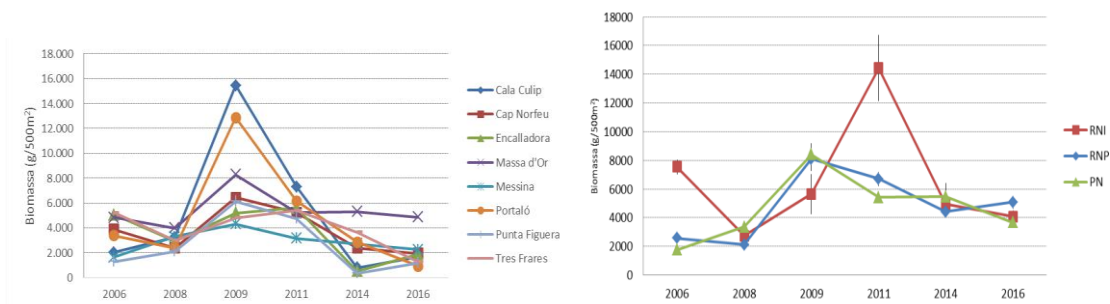


**Figura 44.** Estructura de talles de variada (*D. vulgaris*) observats als censos de Cap de Creus ordenats per zones de protecció.

En termes de biomassa, destaca l'estació de Massa d'Or, degut a la mida major dels individus censats. No obstant, aquesta diferència no es fa palesa cap diferència significativa entre zones (figures 45 i 46).



**Figura 45.** Biomassa de variada (*D. vulgaris*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

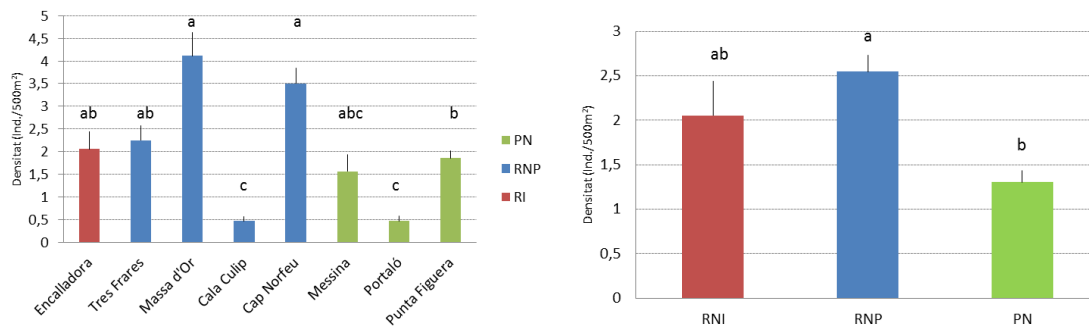


**Figura 46.** Biomassa de variada (*D. vulgaris*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### *Diplodus puntazzo*

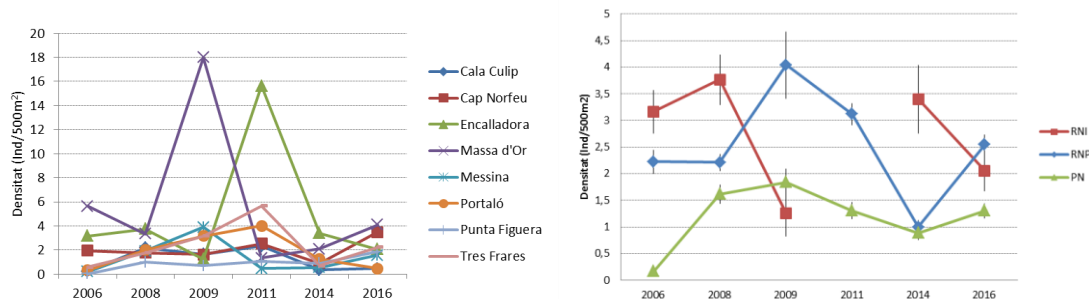
Tot i que aquesta es una espècie que podria ser considerada una bona indicadora de l'efecte de la pesca, no hem trobat patrons clars en la seva distribució respecte al nivell de protecció. Així, les densitats més elevades les hem trobat a les estacions de RNP (Massa d'Or i cap Norfeu), mentre que les menors han estat observades a les zones de RNP i PN (cala Culip i Portaló), mentre que la resta tenen valors intermedis entre uns i els altres (Figura 47).

Analitzant les dades agrupades segons els tres nivells de protecció, hom comprova que la densitat mitjana de la morruda a la zona de PN es inferior a la resta de nivells de protecció, tot i que només presenta diferències estadísticament significatives amb la zona de RNP (Figura 47).



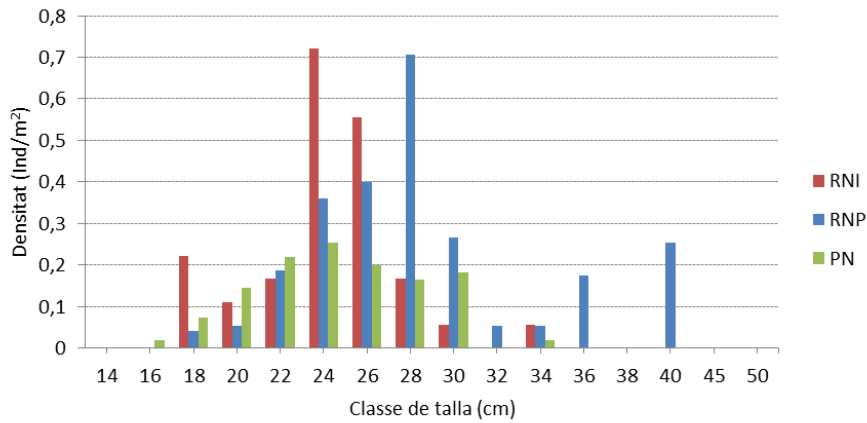
**Figura 47.** Densitat de morruda (*D. puntazzo*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal mostra una certa estabilitat al llarg del temps, exceptuant algunes dades puntuals, com són els valors de la Massa d'Or el 2009 i l'Encalladora el 2011 (Figura 48). Agrupant les dades per nivells de protecció, es pot observar una estabilitat sense que es comprovin diferències significatives, (Figura 48).



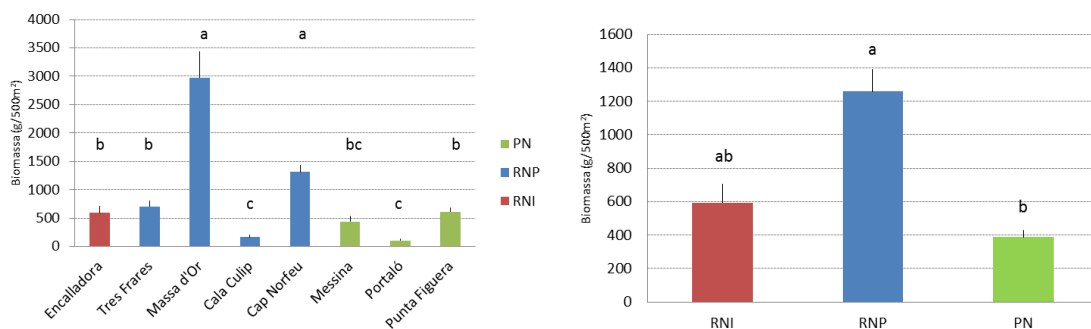
**Figura 48.** Densitat de morruda (*D. puntazzo*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. En aquesta gràfica s'ha prescindit del valor corresponent a l'any 2011 de la zona de RNI degut a l'elevada densitat i variabilitat degut a un possible error en el mostreig aquell any.

La distribució de talles mostra un patró unimodal en totes les zones de protecció, tot i que a la zona de RNP s'han observat els individus més grossos. Les talles mitjanes, presenten valors similars als observats en censos anteriors, situant-se en 26,1, 26,3 i 30,1 cm a les zones de PN, RNI i RNP respectivament (Figura 49).

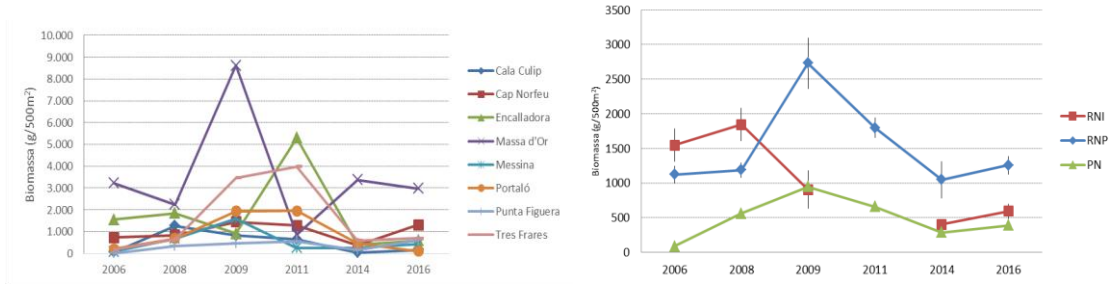


**Figura 49.** Estructura de talles de morruda (*D. punitzoo*) observats als censos de cap de Creus ordenats per zones de protecció.

Les diferències entre els nivells de protecció s'accentuen quan analitzem els valors de biomassa. Les anàlisis estadístiques mostren diferències significatives entre estacions, especialment entre la Massa d'Or i cap Norfeu la resta (Figura 50). Aquesta diferència es fa palesa també quan agrupem les dades segons el grau de protecció. L'evolució temporal de les diferents estacions, així com dels diferents nivells de protecció mostren certa variabilitat però es mantenen relativament constants respecte als valors dels anys anteriors (Figura 51).



**Figura 50.** Biomassa de morruda (*D. punitzoo*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

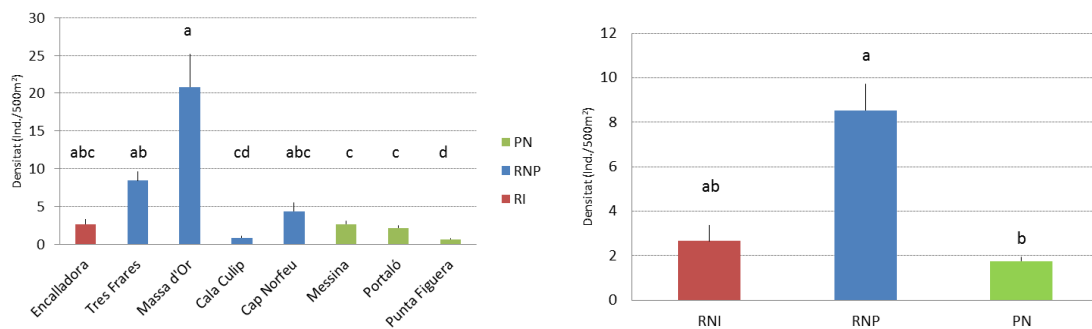


**Figura 51.** Biomassa de morruda (*D. puntazzo*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. En aquesta gràfica s'ha prescindit del valor corresponent a l'any 2011 de la zona de RNI degut a l'elevada densitat i variabilitat degut a un possible error en el mostreig aquell any.

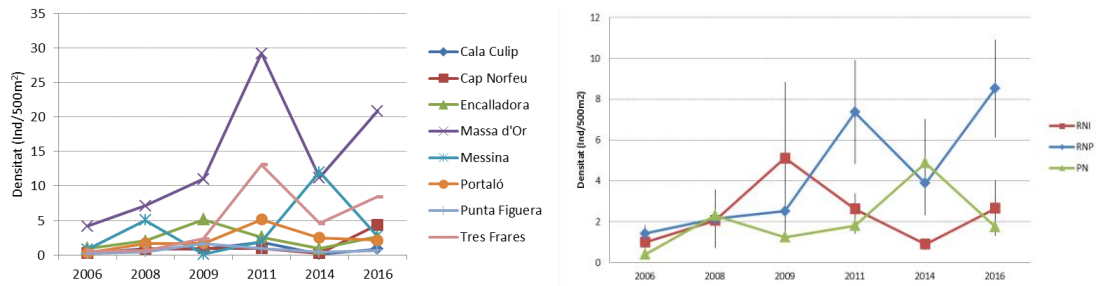
### *Spondyliosoma cantharus*

Tot i que es una espècie que en principi pot ser indicadora de l'efecte de la protecció, les dades abundàncies i estructura de talles d'aquesta espècie presenten una forta variabilitat entre llocs i entre anys. L'abundància d'aquesta espècie es veu molt condicionada pels individus juvenils, que poden arribar a ser molt abundants. En canvi, els individus adults son molt més escadussers, i aquests són precisament els que realment ens poden donar informació sobre l'efecte de la protecció.

Malgrat aquesta forta variabilitat, s'ha pogut observar que l'estació de Massa d'Or es la que presenta, una major abundància, seguida per la dels Tres Frares, mentre que les estacions amb densitats menors, com Punta Figuera o Cala Culip, son també les que presenten les menors densitats d'altres espècies. Segons el nivell de protecció, s'observa una major abundància en la zona de RNP, degut, en gran part, a les densitat elevades a l'estació de Massa d'Or. No obstant això, a nivell estadístic només es poden observar diferències entre les zones de RNP i PN (Figura 57). Analitzant l'evolució temporal, veiem que hi ha una variabilitat molt alta, tot i que és en l'estació de la Massa d'Or on es mantenen sempre unes densitats majors, seguida per l'estació dels Tres Frares; tampoc s'ha observat un patró clar en l'evolució temporal de les densitats durant els diferents anys de seguiment (Figura 58).

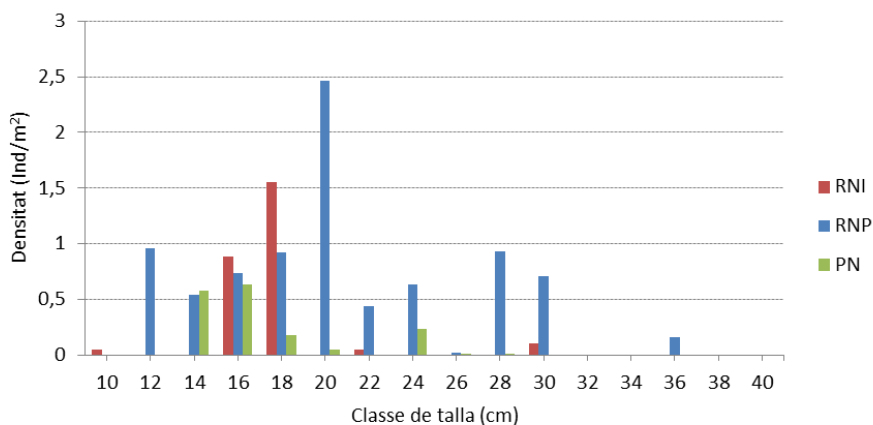


**Figura 57.** Densitat de càntera (*S. cantharus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).



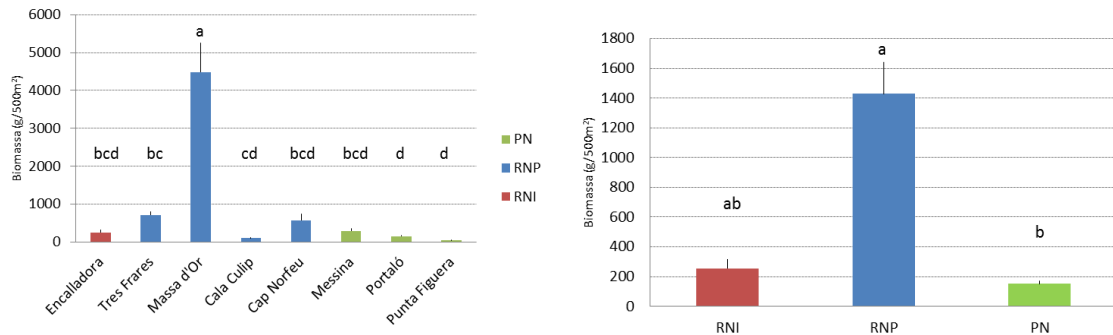
**Figura 58.** Densitat de càntera (*S. cantharus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

L'estructura de talles de les cànteres es mostra clarament bimodal, amb un pic molt marcat en els individus més joves, que se situa al voltant dels 18 cm, i un altre pic d'adults, al voltant dels 30 cm, sent a les zones de RNP on s'observen els individus de major mida (Figura 59).

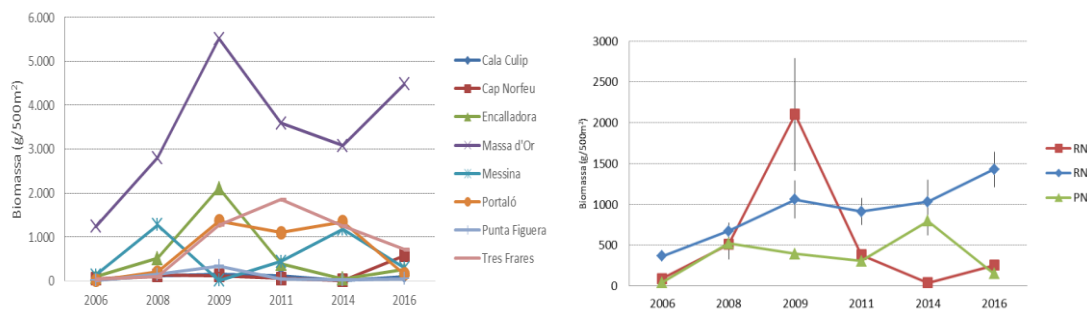


**Figura 59.** Estructura de talles de càntera (*S. cantharus*) observats als censos de cap de Creus ordenats per zones de protecció. S'afegeixen els gràfics dels anys anteriors per a la seva comparació.

Pel que fa a la biomassa, es pot apreciar un patró molt similar a l'observat amb les densitats. Tot i que hi ha diferències entre estacions, l'anàlisi estadística mostra el mateix patró que l'observat en les densitats, tant entre estacions, com entre nivells de protecció (Figura 60). L'evolució temporal de la biomassa també mostra una forta variabilitat sense que es pugui definir cap patró clar, exceptuant la major biomassa, amb diferència, de l'estació de la Massa d'Or (Figura 61).



**Figura 60.** Biomassa de càntera (*S. cantharus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.



**Figura 61.** Biomassa de càntera (*S. cantharus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural de Cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### Altres espècies i observacions

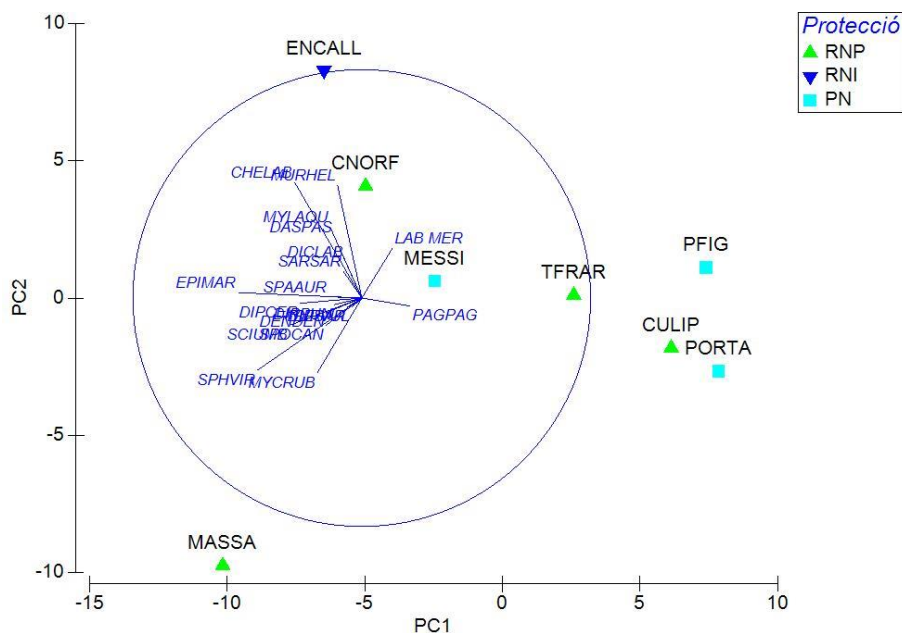
Enguany s'han observat diversos exemplars de *Mycteroperca rubra*. Aquesta espècie de nero, més pròpia de latituds més meridional, és rara en aquesta zona, i només s'havia observat en els censos de 2011. Aquesta és una espècie també altament vulnerable, que només s'ha pogut observar a la Massa d'Or, la zona on hi ha la màxima abundància d'altres molt vulnerables, probablement perquè té una orografia més apropiada per a la presència de grans depredadors. La seva presència, així com l'augment en l'abundància d'espècies que també es consideren termòfiles, com ara els déntols o els espets, podria estar determinada per l'augment gradual de la temperatura de les aigües, tot i que només l'evolució en els propers anys podrà corroborar aquesta hipòtesi.

D'altra banda, no s'han trobat espècies exòtiques en cap dels censos, fet que demostra que aquest Parc encara no està afectat per espècies al·lòctones, algunes de les quals poden tenir un elevat potencial de produir canvis en el funcionament tot l'ecosistema.

## Anàlisi global

Quan analitzem el global de les estacions de cap de Creus tenint en compte totes les variables mesurades (és a dir, totes les espècies comptades, incloent les que no s'han comentat a nivell individual més amunt), obtenim un patró força clar de la composició de les estacions segons l'abundància de les diferents espècies.

L'anàlisi de components principals (PCA) de totes les estacions les ordena en els primers dos eixos, que expliquen el 45,9% i el 26% de la variància respectivament. El primer eix està determinat per l'abundància d'espècies altament vulnerables, i el segon eix bàsicament per l'abundància de espets i *Mycteroperca rubra* en els valors negatius, i espècies menys vulnerables, com *Muraena helena* o *Chelon labrosus* en el segon eix (Figura 62). En general, les estacions no semblen agrupar-se pel nivell de protecció, sinó que s'ordenen segons les característiques de cadascuna segons l'abundància d'aquestes espècies. Massa d'Or es l'estació que més es diferencia de les altres, determinada en gran mesura per l'abundància d'espècies, i específicament per la gran abundància d'espets, i la presència de *M. rubra*. L'Encalladora, i en segon terme Cap Norfeu, son les estacions que també es distingeixen de la resta, determinades en gran mesura per l'abundància d'espècies vulnerables. La resta d'estacions, s'ordenen a través del primer eix, seguint un ordre d'abundància de biomassa: Messina i Tres Frares en un primer terme, seguit de les estacions de Portaló, Cala Culip i Punta Figuera, que formen un grup sense que es pugui distingir el nivell de protecció (Figura 62).

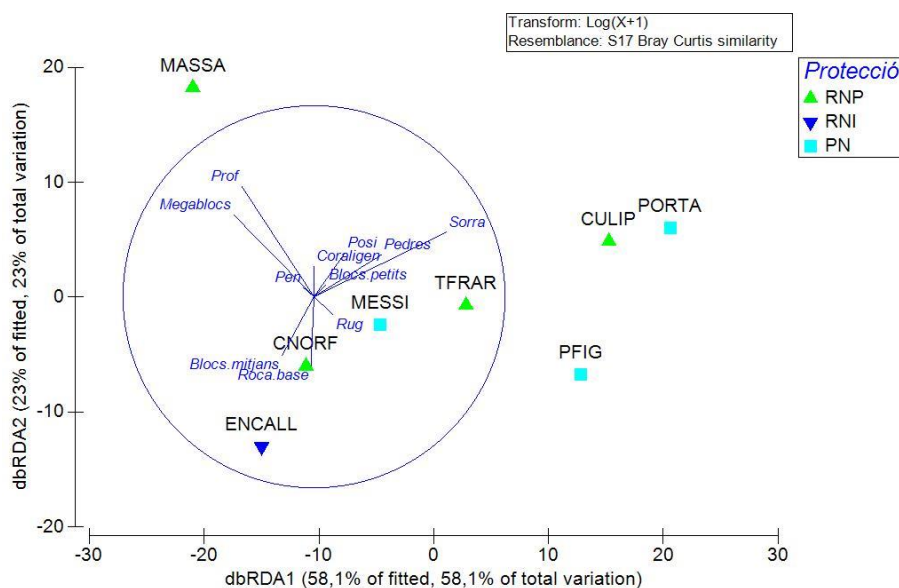


**Figura 62.** Anàlisi de Components Principals (PCA) de les diferents estacions de cap de Creus, tenint en compte totes les espècies censades com a variables. Els dos primers eixos acumulen el 81,1% de la variància (RDA1: 58,1%, RDA2: 23%).

Per tal de determinar si les variables ambientals, com el tipus de fons, la rugositat o el pendent tenen certa importància a l'hora d'explicar aquesta distribució, hem fet un anàlisi de redundància (dbRDA), analitzant la distribució de les estacions segons les variables ambientals mesurades. Aquest anàlisi ordena les estacions en dos eixos que expliquen el 32 i el 28,2 % de la variància. El primer eix ordena les estacions en un gradient de blocs i grans blocs, que se situen en els valors positius, i de roca base en els valors negatius. El segon eix està determinat, en gran mesura, per l'abundància de blocs petits amb valors negatius, i de blocs de gran mida en els valors positius.

L'anàlisi mostra una agrupació de les estacions de Massa d'Or, Cap Norfeu i Punta Figuera com les estacions que tenen una rugositat més elevada, amb un major percentatge de blocs de gran mida, i la resta d'estacions que s'ordenen a través del primer eix, sent l'estació dels Tres Frares la que es situa amb valors més negatius degut a la dominància de fons de roca base. L'estació de Cala Culip, queda separada de la resta degut als fons dominats per blocs petits i substrat sedimentari, amb presència de *Posidonia oceanica* (Figura 63).

Així, les estacions amb una major abundància d'espècies són les que presenten una major fondària, i una cobertura important de grans blocs, fet que augmenta notablement la complexitat espacial. S'ha demostrat que aquest tipus de fons són especialment favorables als peixos (Coll *et al.*, 2010.) Un exemple paradigmàtic d'aquest tipus de fons seria la Massa d'Or. D'altra banda, les estacions amb abundàncies menors de peixos es caracteritzen per la presència de sorra o pedres, na menor fondària i una baixa presència de grans blocs, essent força menys complexos (Figura 63).



**Figura 63.** Anàlisi Canònic de Redundància de les diferents estacions de cap de Creus, tenint en compte totes les espècies censades com a variables i les variables ambientals mesurades com a variables predictores. Els dos primers eixos acumulen el 61,8% de la variància (dbRDA1: 40,15%, dbRDA2: 27,67%).



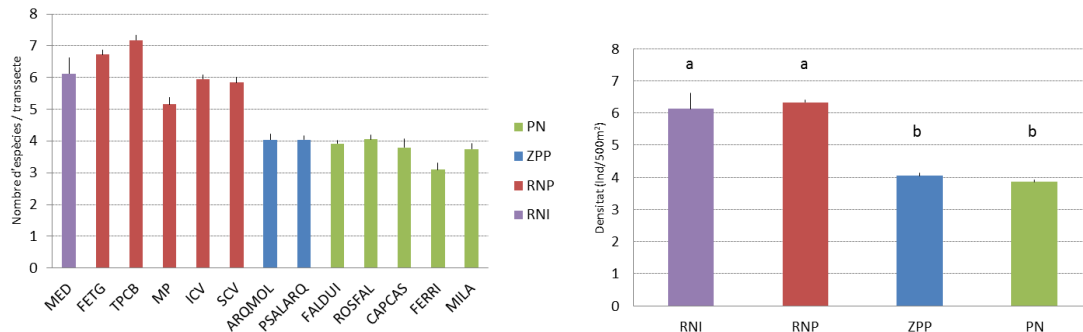
## Montgrí-Medes

### Patró general

Com a novetat, aquest any hem incorporat l'estació del Medallot en la una nova categoria de protecció definida com a "Zona de Reserva Integral", segons el nou PRUG . De resultes d'aquest nou nivell de protecció s'han limitat les immersions en aquesta zona.

El nombre mitjà d'espècies per comptatge és significativament superior a la majoria de zones de l'àrea protegida de les Illes Medes, respecte a la costa del Montgrí, ja sigui parcialment protegida o no (Figura 69a). Això vol dir que a les Medes hi ha espècies que són més freqüents als comptatges o, dit d'una altra manera: a la costa hi ha un clar enrariment d'algunes espècies. Les zones amb més diversitat dins l'àrea protegida de les Illes Medes corresponen a les Ferranelles-Tascó Gros (FETG) i del Tascó Petit-Carall Bernat (TPCB), que presenten un nombre mitjà d'espècies superior (Figura 64a) que a la resta d'estacions en l'àmbit de la reserva, incloent el Medallot (MED). Els valors més baixos s'obtenen al sector de Punta Salines-Arquets (PSALARQ), que corresponen a la zona parcialment protegida (ZPP) que va del Molinet a la punta. Salines.

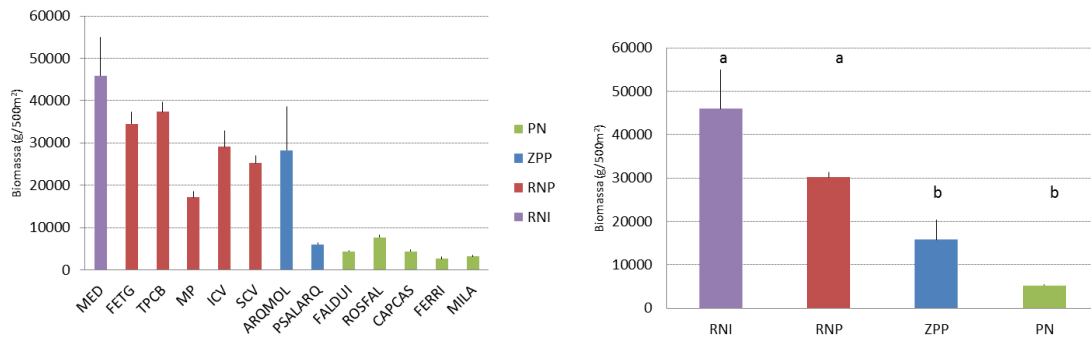
Agrupant les mostres per nivell de protecció, es pot veure que el nombre mitjà d'espècies és significativament superior a la zona de Reserva Natural Parcial (RNP) de les Illes Medes en comparació a la Zona Parcialment Protegida (ZPP) i la zona de Parc Natural (PN) (Figura 64b) que presenten uns valors molt similars. Comparant les mitjanes de cada nivell de protecció, el nombre mitjà d'espècies és significativament major a l'àrea totalment protegida de les Medes respecte de l'àrea no protegida o parcialment protegida de la costa del Montgrí (RNP>ZPP=PN).



**Figura 64.** Nombre d'espècies vulnerables observades (mitjana/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA). Els noms de les estacions es mostren a la taula 3.

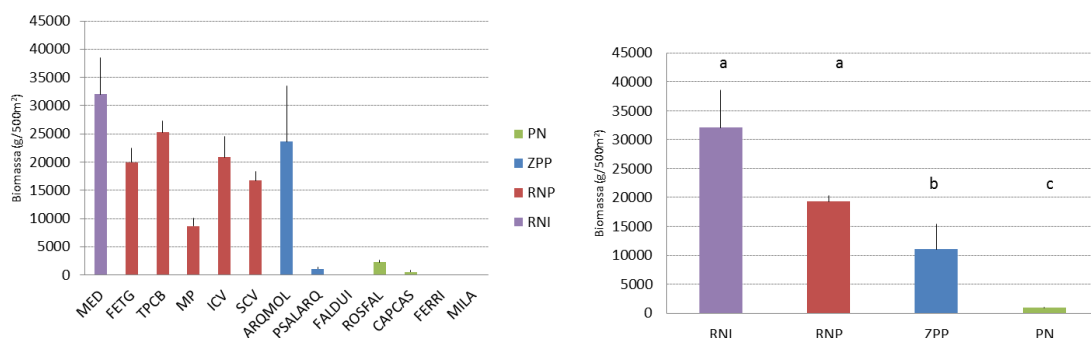
Si les diferències que s'estableixen entre l'àrea estrictament protegida i la resta són importants a nivell qualitatiu, hom pot dir que encara ho són més a nivell quantitatiu, especialment quan s'analitza una variable com la biomassa, que sintetitza les diferències que s'estableixen tant a nivell d'abundància com de talla. Com podem veure a la Figura 65, les biomasses mitjanes més elevades s'assoleixen indefectiblement a les zones que es troben a la reserva de les Illes Medes. La diferència entre les zones que presenten les majors biomasses mitjanes (com ara Medallot i FETG) i les de l'exterior de la reserva estricta, arriba a ser fins d'un ordre de magnitud, la qual cosa dona una idea ben clara de quin és el paper de la protecció real en la població d'algunes espècies. Tot i que la biomassa del Medallot és més elevada que la resta d'estacions de la zona protegida, l'anàlisi estadística no mostra diferències significatives, però

sí que n'hi ha entre aquestes i les zones de la costa del Montgrí que no mostren diferències entre elles (RNI=RNP > ZPP = PN).



**Figura 65.** Biomassa total d'espècies vulnerables a la pesca ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA). Els noms de les estacions es mostren a la taula 3.

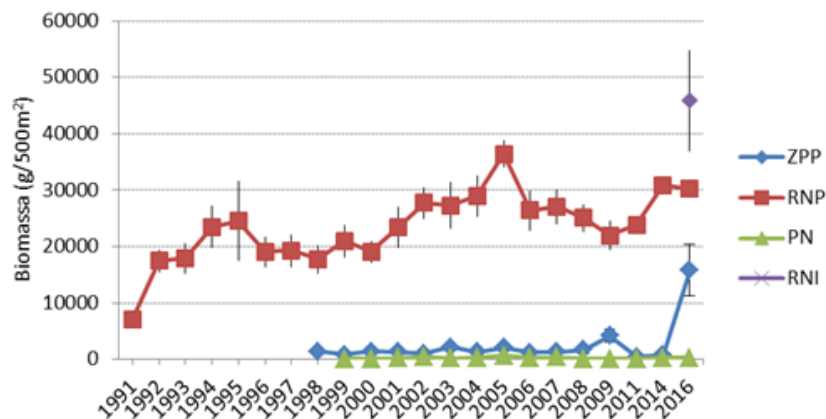
Les diferències, però, van més enllà. Fins ara hom ha comprovat que les espècies altament vulnerables eren més freqüents a les Medes que no a la costa veïna; però també són més abundants. Moltes d'aquestes espècies corresponen als grans predadors que s'alimenten d'altres peixos; tal és el cas del nero (*E. marginatus*), el llobarro (*D. labrax*), el déntol (*D. dentex*) i d'altres, més passavolants, com ara l'espet (*S. viridensis*) o el bonítol (*S. sarda*). Ajuntant les biomasses de totes aquestes espècies amb alguna de més escadussera com la morena (*M. helena*), hom obté la biomassa mitjana de piscívors que també és molt superior a les zones totalment protegides, que no presenten diferències estadísticament significatives entre elles) que no pas a les de la costa a on la biomassa d'aquests grans predadors pot ser considerada com a merament testimonial (Figura 66).



**Figura 66.** Biomassa d'espècies piscívores ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Analitzant l'evolució de la biomassa de les diferents zones de protecció al llarg del temps, podem observar que la biomassa a les zones protegides es manté alta (la biomassa del Medallot es representa per primer any). Fora de la reserva s'ha observat un augment molt significatiu de la biomassa en la zona

parcialment protegida (ZPP), tot i que aquest increment es deu, en gran part, a l'aparició d'un banc de sèrvies que varen fer augmentar molt la biomassa (i també la variància en la mitjana, com es pot observar al gràfic). Aquesta espècie, tot i que es molt vulnerable a la pesca, es molt mòbil, de forma que, de moment, podem considerar aquesta aparició com un fet puntual. Tot i així, si fem els càlculs de la biomassa en la ZPP sense tenir en compte l'aparició d'aquest banc de sèrvies, també es pot observar un cert augment respecte els anys anteriors (8390 g/500m<sup>2</sup>). En canvi, en la zona de PN la biomassa es manté en uns nombres molt baixos, pràcticament nuls, sense mostrar cap signe de recuperació (Figura 67).

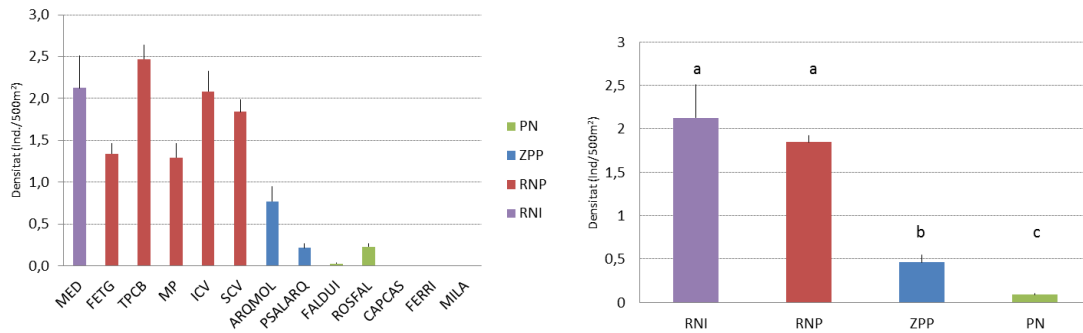


**Figura 67.** Biomassa d'espècies piscívores (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

## Espècies altament vulnerables

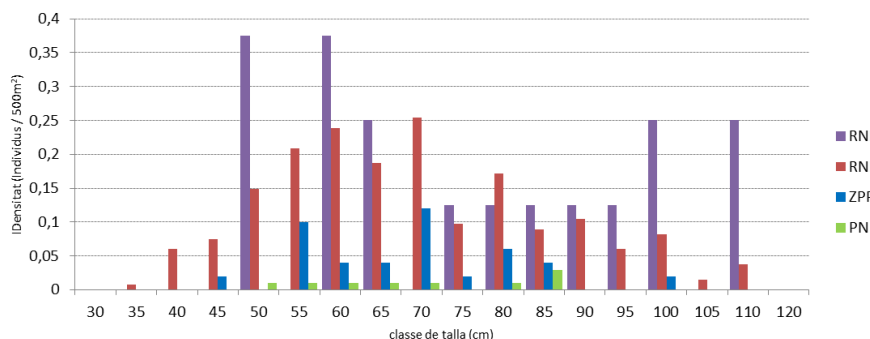
### *Epinephelus marginatus*

La densitat mitjana d'aquesta espècie és molt més elevada a la Reserva marina de les Illes Medes que no pas a la costa veïna, independentment del nivell de protecció que presenti. Tot i així, a diferència dels anys anteriors, s'ha observat una certa disminució de les densitats, especialment en algunes de les zones, com les Ferranelles (FETG) i la Meda Petita (MP) (Figura 68a). Les densitats a la costa del Montgrí son molt baixes en ambdós nivells de protecció, tot i que la zona de protecció parcial les densitats son significativament més elevades que en la zona no protegida (Figura 68b).



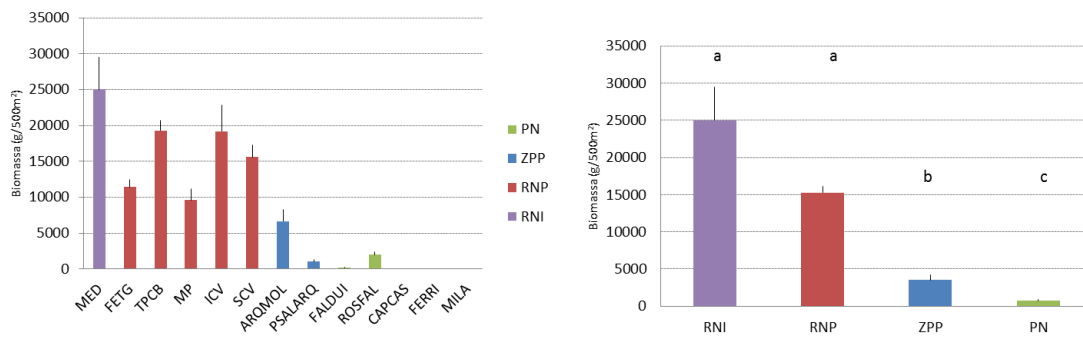
**Figura 68.** Densitat de nerros (*E. marginatus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Qualsevol comparació de talles sembla quedar fora de lloc donada l'acusada divergència que hi ha en les densitats entre les Medes i la costa veïna. Tot i així, la distribució de talles, salvant les diferències en la densitat, no es diferencia massa entre zones, exceptuant la zona del Medallot on les talles mitjanes són majors (79,7 cm) que a la resta de zones (68,6, 67,4 i 70,6 cm a les zones de RNP, ZPP i PN respectivament). El que més crida l'atenció, però, és l'ampli ventall de classes de talla de les poblacions de les Medes, que va dels 35 fins als 110cm, i que contrasta amb la població de la costa, integrada per molt pocs individus, tot i que enguany s'han observat exemplars de talles més grans, de fins a 100 cm en la zona parcialment protegida.



**Figura 69.** Estructura de talles del nerros (*E. marginatus*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter ordenats per zones de protecció.

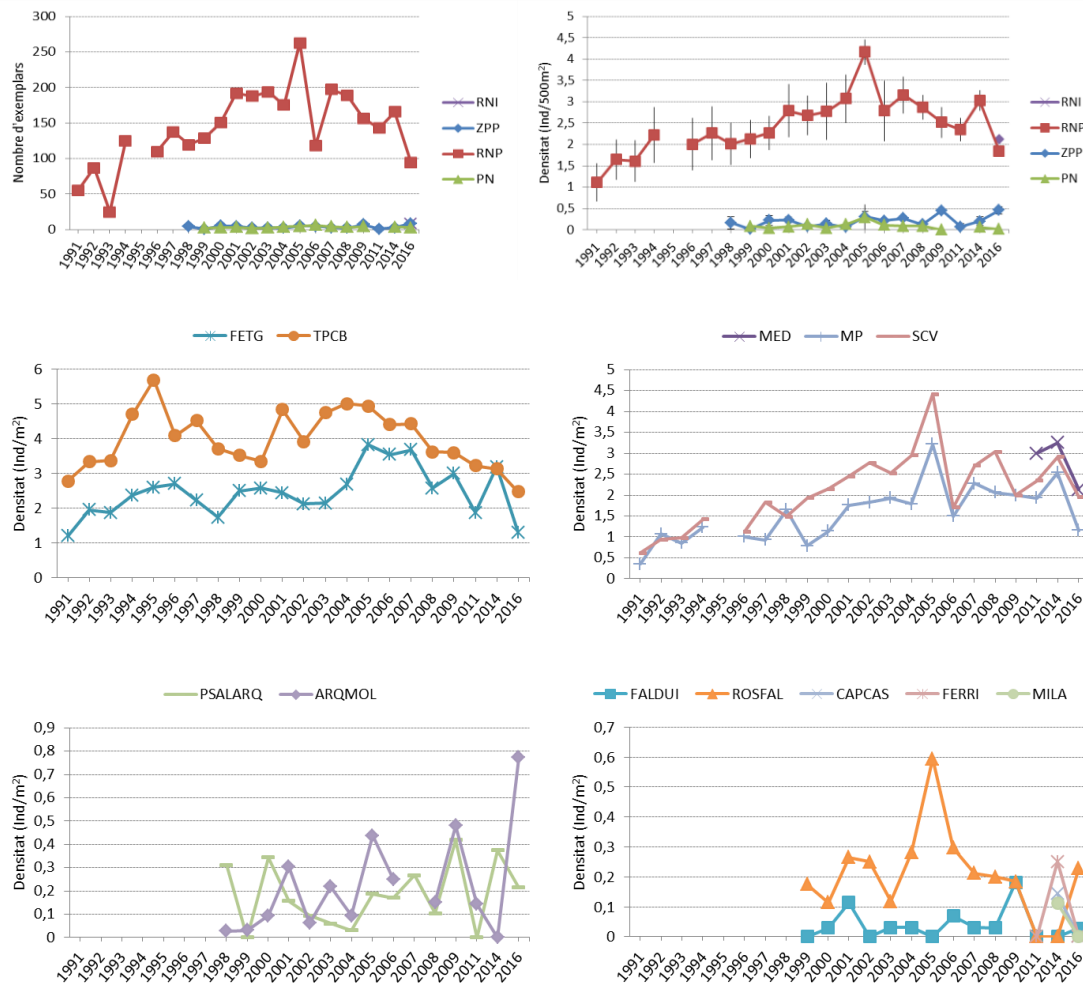
Analizant la biomassa de nerros, es pot observar el mateix patró que amb les densitats, si bé les diferències són encara més marcades. D'una banda, a dins de la reserva s'observa una disminució en l'abundància d'aquesta espècie, especialment a la zona de les Ferranelles (FETG) i la Meda Petita (MP), mentre que la densitat màxima al Medallot sembla mantenir-se. A la zona de Protecció Parcial, s'observa un cert augment a l'estació del Molinet (ARQMOL), mentre que a la zona de Parc Natural la biomassa d'aquesta espècie pot considerar-se gairebé anecdòtica (Figura 70). A nivell dels diferents graus de protecció, la zona del Medallot és la que té una biomassa més important, tot i que no presenta diferències estadísticament significatives amb la resta de RNP. Les zones de ZPP i PN tenen valors molt més baixos, diferenciant-se significativament entre ells (RNI=RNP>ZPP>PN) (Figura 70).



**Figura 70.** Biomassa de neris (*E. marginatus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

El nombre total de neris dins la Reserva de les Illes Medes es caracteritza per uns certs d'alts i baixos d'un any a l'altre, tot i que la tendència general va ser d'augment des de l'any 1990, fins a una certa estabilització a partir del 2000, tot i que amb alguna remuntada puntual, com el 2005 (considerem que els valors extrems de l'any 2006 poden haver sofert algun biaix per un error de mostreig). No obstant, es pot observar que a partir de l'any 2009 el nombre d'individus observats disminueix progressivament, i especialment el 2016, on disminueix significativament fins arribar a valors que no s'observaven des de fa una dècada (Figura 71). En termes de densitat es pot observar la mateixa tendència, amb densitats dins de la RNP que no s'observaven des de 1993 (Figura 71).

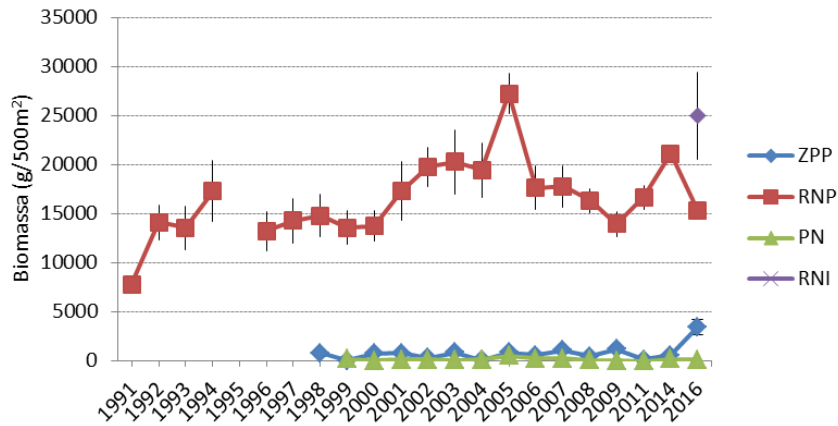
Analizant per sectors, veiem que les zones de les Ferranelles i el Carall Bernat han sofert una progressiva disminució des de l'any 2006 fins arribar als valors mínims enguany. Tot i que poden patir certes variacions, aquesta tendència a la baixa mantinguda durant els darrers 10 anys s'hauria de tenir en compte, ja que difícilment pot atribuir-se a oscil·lacions temporals, i podria tractar-se d'una pèrdua efectiva d'individus. Pel que fa als altres sectors de les Medes, les densitats es mantenen en la darrera dècada, tot i que aquest any també han disminuït molt significativament (Figura 71). La pèrdua d'individus de les zones amb una elevada densitat com la dels Tascons i Carall Bernat (amb grans blocs, fondària i força heterogeneïtat, alhora que és una zona exposada a les corrents), podrien correspondre a una tendència dels neris a ocupar primer aquestes més favorables, arribar a la seva capacitat de càrrega, i desplaçar-se posteriorment cap a altres zones perifèriques, tal i com es va apuntar en l'informe de 2014. Les dades d'enguany, però, semblen demostrar que la pèrdua generalitzada a totes les zones de les Medes no obeeix a un fenomen de recol·locació sinó que s'ha produït una pèrdua efectiva i generalitzada d'individus.



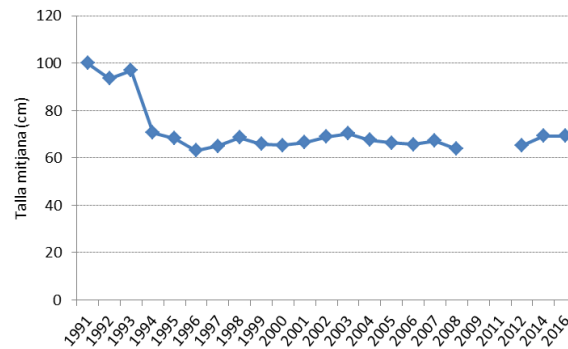
**Figura 71.** Evolució temporal (1991-2016) del nero (*E. marginatus*). A dalt esquerra) nombre d'exemplars, a dalt dreta) densitat ( $\text{ind}/500\text{m}^2$ ) en les diferents figures de protecció. Al mig) densitat en les zones replicades i no replicades de la RNP, a baix dreta) en les zones de la ZPP, a baix esquerra) en les zones de la PN. Es dona la mitjana.

La davallada de la densitat es podria explicar en base a una disminució dels individus joves deguda a la dominància dels individus adults, que mantenen la biomassa en els valors elevats que correspondrien a la capacitat de càrrega d'aquesta espècie. No obstant, la biomassa mitjana ( $\text{grams} \times 500\text{m}^{-2}$ ) ha seguit una evolució temporal molt similar a la de la densitat, amb un fort increment inicial (els quatre primers anys), i que darrerament ha tendit a disminuir significativament (Figura 72). A més, l'anàlisi de l'evolució de la talla mitjana dels individus censats no denota un augment significatiu (Figura 73), fet que sembla corroborar la hipòtesi que hi ha hagut una pèrdua efectiva d'individus de la població de nerros de les Medes.

A la zona parcialment protegida, tampoc s'ha observat un augment significatiu del nombre o biomassa d'individus deguda a una exportació de biomassa i que pugui explicar la pèrdua d'individus de les Medes. Malgrat que hi ha certes variacions, també hi ha una manca d'evolució a la costa veïna, on ambdues variables presenten sempre valors molt baixos. En el cas de la zona parcialment protegida, aquests valors són sorprenents, ja que si en principi no hi hagués pesca submarina, les densitats de nerros haurien de ser molt superiors, tal com es pot observar en les zones de RNP de cap de Creus. Aquest fet, juntament amb l'observació directa d'indis de pesca submarina, ens confirma un any més que en aquesta zona s'hi practica la pesca submarina furtiva, que mantenen les abundàncies de nerros i altres espècies vulnerables en valors més que res testimonials.



**Figura 72.** Biomassa ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) (biomassa mitjana de neros (*E. marginatus*) ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

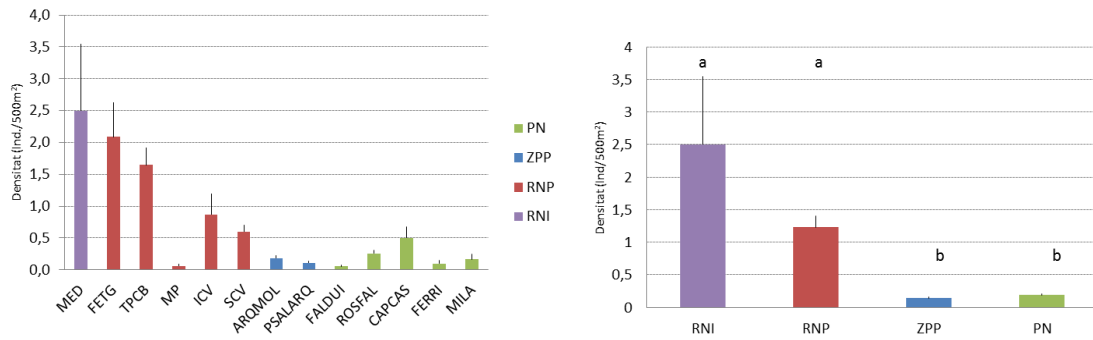


**Figura 73.** Talla mitjana (cm) de neros (*E. marginatus*) a les illes Medes.

### ***Dentex dentex***

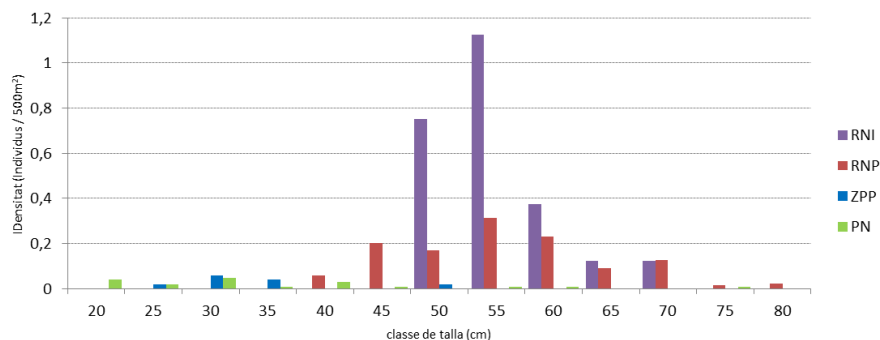
Les diferències en la densitat mitjana del déntol entre zones són molt notables; en general, hom pot dir que la densitat és més elevada a les zones incloses a la Reserva de les Illes Medes, tot i que també hi ha una distribució irregular, sent més abundant als extrems de les illes (Medallot i zona de Tascons i Ferranelles), mentre que a les zones de la Meda Gran i especialment a la Meda Petita tendeix a ser més escadusser. A les zones de la costa, les densitats són molt baixes, tot i que puntualment a les zones més exposades (cap Castell i cap d'Utrera) les densitats poden ser elevades (Figura 74).

En qualsevol cas, però, agrupant les dades per nivell de protecció queda clar que la densitat mitjana és clarament superior a la Reserva de les Illes Medes ( $\text{RNI}=\text{RNP}>\text{ZPP}=\text{PN}$ ) (Figura 74).



**Figura 74.** Densitat de déntols (*D. dentex*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

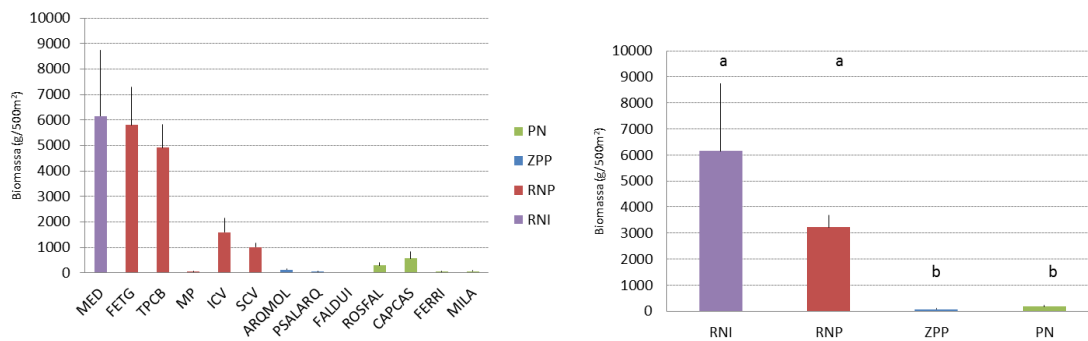
Les talles també dels déntols mostren diferències significatives entre graus de protecció, amb poblacions dominades per individus grans a les Medes (58,1 cm de mitjana a la zona de RNI i 55,e a la zona RNP), i exemplars més petits a les zones parcialment protegides (32,7 i 36,5 cm de mitjana a ZPP i PN respectivament) (Figura 75).



**Figura 75.** Estructura de talles del déntol (*D. dentex*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter ordenats per zones de protecció.

L'augment en la densitat i les talles es tradueix en un notable increment de la biomassa mitjana respecte de les zones estudiades, i entre les àrees protegides i parcialment protegides (Figura 76). És prou evident que la diferència entre àrees és significativa i que la biomassa mitjana del déntols a les Medes és major que a la costa (RNI=RNP>ZPP=PN) ja sigui parcialment protegida o no (Figura 76).



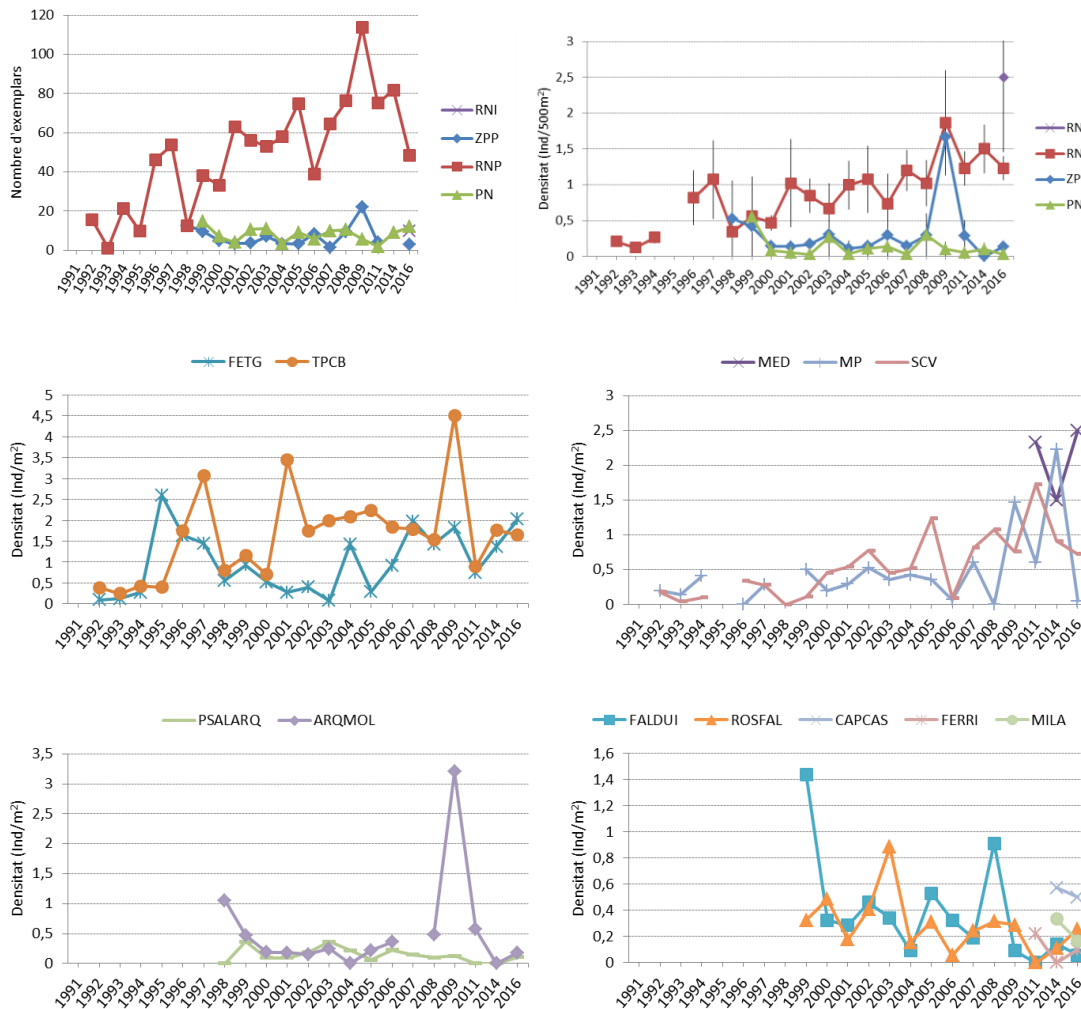


**Figura 76.** Biomassa de déntol (*D. dentex*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Aquest any s'han comptabilitzat menys individus que els anys anteriors, fet que mostra una aturada al clar augment del nombre total d'exemplars de déntols des del segon any de seguiment a les Medes (Figura 77). Tot i així, aquesta és una espècie força mòbil que pot ocasionar certes variacions en els censos, de manera que no podem determinar si s'ha trencat la positiva dels darrers anys a les zones protegides. En qualsevol cas, l'evolució del nombre total d'exemplars observat a les Medes contrasta força amb la que s'ha produït a l'àrea ZPP i PN (Figura 77) a on els màxims es varen assolir d'inici del seguiment i no han mostrat una tendència a l'alça (Figura 77).

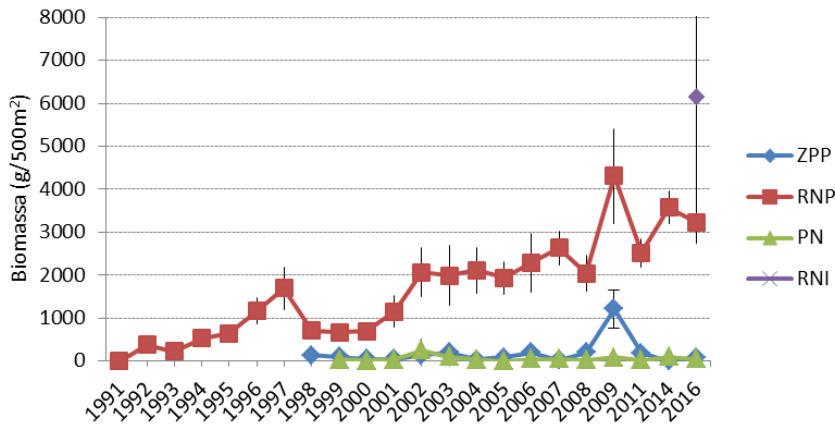
En termes de densitat mitjana també hi ha hagut un augment des de 1992 si bé d'una manera menys acusada que en el cas del nombre total d'individus (Figura 77). El contrast entre la zona de RNP i RNI i les zones de ZPP i PN és notable, tal i com pot es veure a la Figura (77).

Si analitzem l'evolució de la densitat en les diferents estacions, podem observar que a les Medes hi ha certa regularitat, excepte en la zona de la Meda Petita, ja que les densitats es mantenen constants. A la Meda Petita, s'ha observat una baixada molt important, tot i que l'evolució al llarg del temps ens indica que en aquesta estació les densitats varien molt, de forma que no creiem que es tracti d'una baixada real de les poblacions (Figura 77 b, c). Un patró completament diferent s'observa tant en les zones de ZPP com PN, ja que les densitats són molt baixes i no mostren cap tendència clara (Figura 77). Cal destacar, un cop més, el poc efecte de la reserva parcial ZPP en la recuperació d'aquesta espècie vulnerable.



**Figura 77.** Evolució temporal (1991-2016) del déntol (*D. dentex*). A dalt esquerra) nombre d'exemplars, a dalt dreta) densitat (ind/500m<sup>2</sup>) en les diferents figures de protecció. Al mig) densitat en les zones replicades i no replicades de la RNP, a baix dreta) en les zones de la ZPP, a baix esquerra) en les zones del PN. Es dona la mitjana.

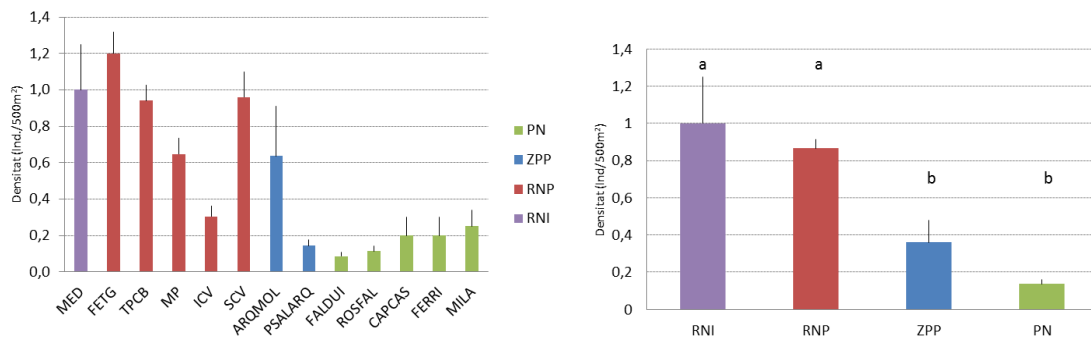
Amb la biomassa mitjana passa quelcom de similar, si bé en aquest cas l'estació del Medallot mostra valors molt elevats i una forta variabilitat degut a que la superfície mostrejada es menor; les diferències de biomassa entre l'àrea de RNP i les de la costa (PN i ZPP) són encara més acusades (Figura 78) que en el cas de les densitats (Figura 77). En la zona protegida s'observa clarament una evolució positiva en el temps que, tot i la disminució d'enguany, mostra un augment constant de la biomassa de les poblacions de déntols, mentre que a les zones no protegides no s'observa cap tipus de recuperació.



**Figura 78.** Biomassa de déntol (*D. dentex*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

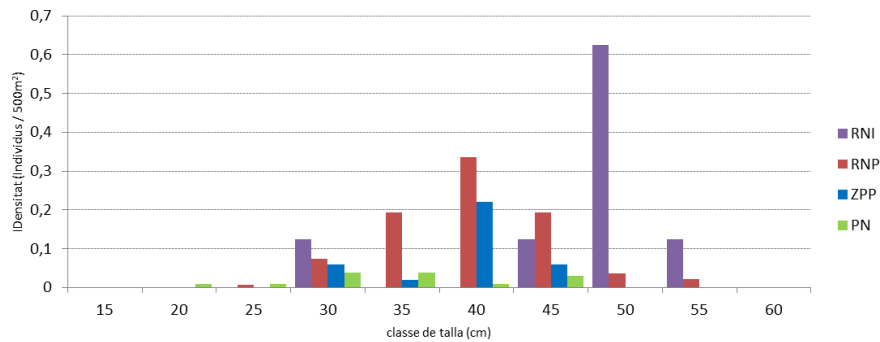
### *Diplodus cervinus*

El sarg imperial és present en totes les estacions de les zones protegides, amb densitats baixes, més o menys homogènies, però amb una certa variabilitat entre transectes. En canvi a les zones ZPP i PN la presència de sarg imperial és escassa, tot i que es manté constant, un fet positiu respecte als anys anteriors, en els que només apareixia en poques estacions (Figura 79). Analitzant les densitats, en funció del nivell de protecció, una vegada més es veu una gran diferència entre les zones protegides de RNI i RNP i les ZPP i PN, que no mostren diferències entre elles (Figura 79).



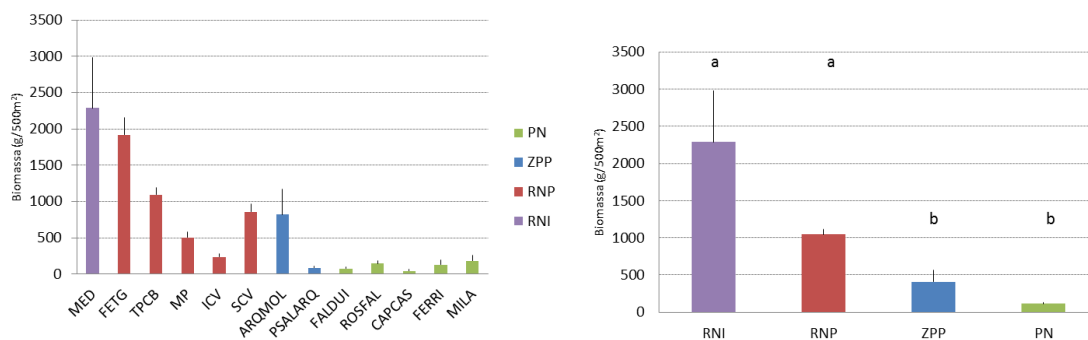
**Figura 79.** Densitat de sarg imperial (*D. cervinus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Les diferències en la distribució de mides entre les quatre àrees rau en que els exemplars més grossos (>40 cm), que dominen a la població de les Medes, especialment a la zona del Medallot (amb talles mitjanes de 46 i 38,5 cm a la RNI i RNP respectivament), són molt escadussers a les àrees costaneres (amb talles mitjanes de 35,9 i 33,3 cm a la ZPP i PN respectivament) (Figura 80).



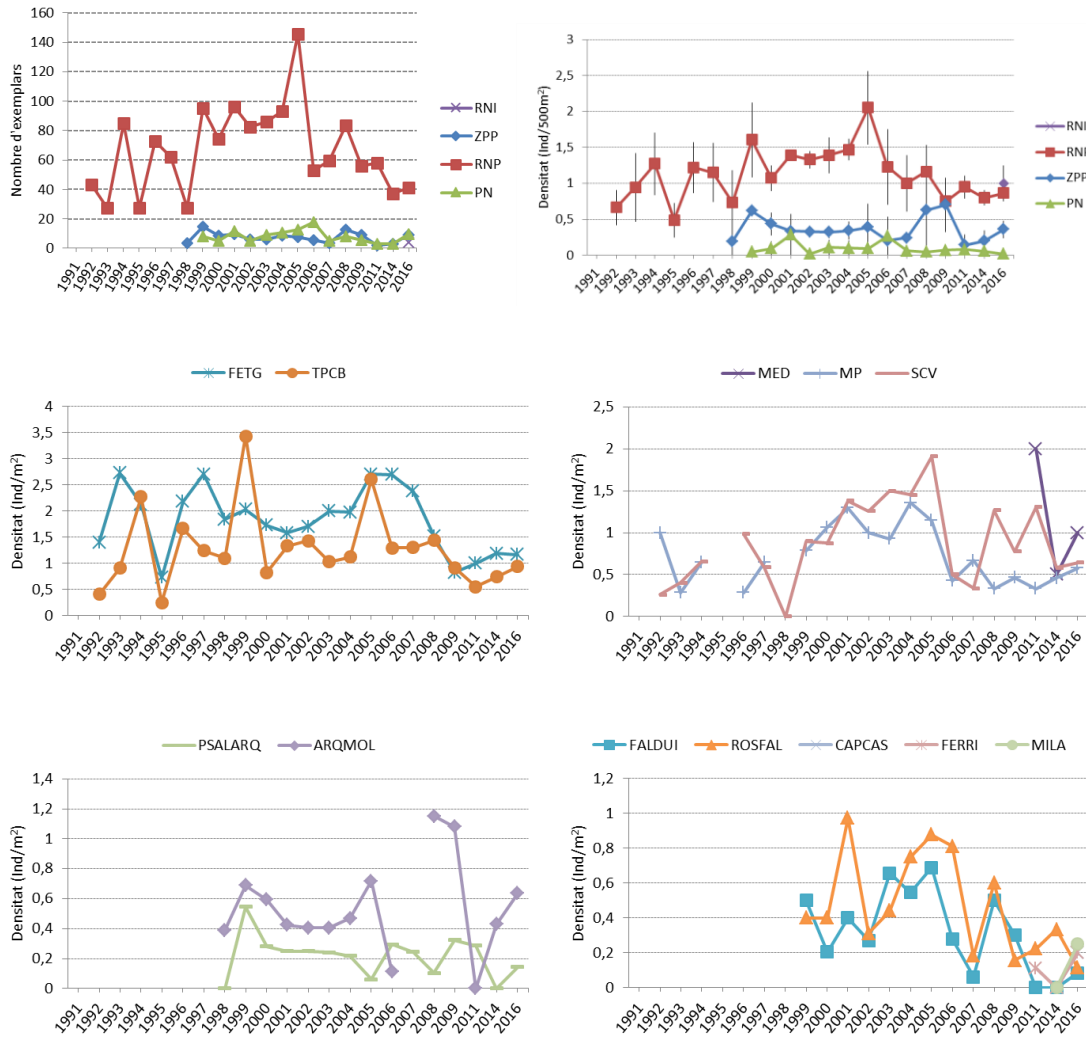
**Figura 80.** Estructura de talles del sarg imperial (*D. cervinus*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter per zones de protecció.

Les talles majors i la densitat més elevada, fan que la biomassa mitjana de l'espècie sigui notablement superior a les zones protegides de les Medes que en ambdues àrees costaneres (Figura 81). Agrupant les dades de cadascun dels nivells de protecció, la biomassa mitjana de sargs imperials és significativament major a les zones protegides que no a les àrees de la costa (Figura 81), independentment de llur status de protecció (RNI=RNP>ZPP=PN).



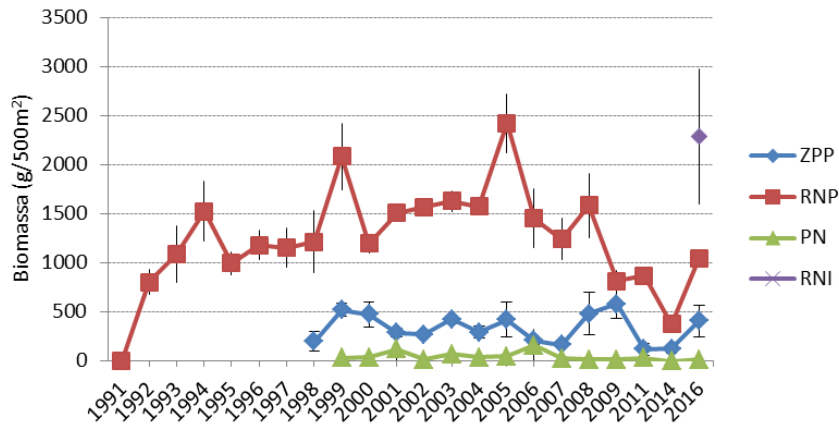
**Figura 81.** Biomassa de sarg imperial (*D. cervinus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

El nombre d'exemplars que han estat observats a les Illes Medes des de l'any 1992 presenta variacions força acusades d'un any a l'altre: el màxim es va assolir l'any 2005, amb 144 exemplars, mentre que enguany només se n'han quantificat 41, una xifra més aviat discreta en el marc del seguiment i que confirma la davallada que es va observar el 2014 (Figura 82). En termes de densitat, els valors es mantenen relativament baixos, tot i que estables respecte els darrers anys, i per sota dels màxims valors assolits fa una dècada (Figura 82). Analitzant per sectors, veiem que hi ha una certa baixada de densitat a la zona dels Tascons i Carall a partir de l'any 2007, i que s'ha mantingut en els darrers anys (Figura 82 al mig a la dreta i a l'esquerra). A la costa veïna, hom pot apreciar una davallada generalitzada de les densitats respecte a anys anteriors, tot i que a la zona del Molinet, es manté la pujada que es va observar l'any 2014 (Figura 82 a baix a la dreta i a l'esquerra).



**Figura 82.** Evolució temporal (1991-2016) de sarg imperial (*D. cervinus*). A dalt esquerra) nombre d'exemplars, a dalt dreta) densitat (ind/500m<sup>2</sup>) en les diferents figures de protecció. Al mig) densitat en les zones replicades i no replicades de la RNP, abaix dreta) en les zones de la ZPP, a baix esquerra) en les zones del PN. Es dona la mitjana.

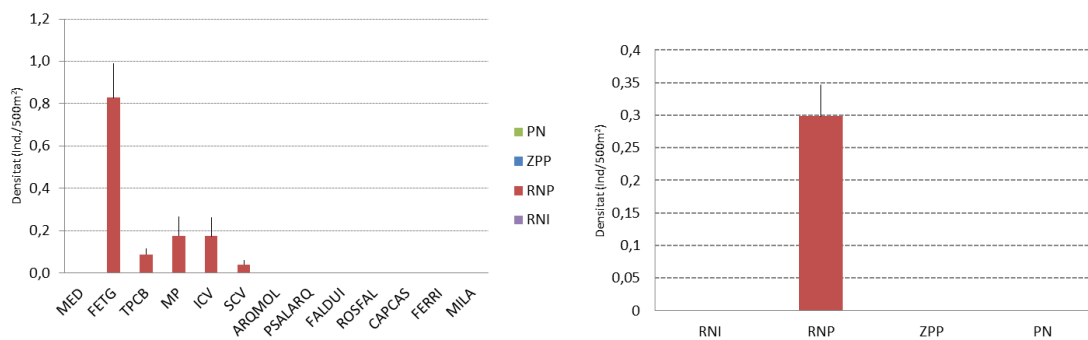
L'evolució de la biomassa mitjana dels sargs soldats al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter és similar a la que hem observat en les densitats. En la zona de RNP la biomassa es manté en els valors dels darrers anys (inclús es recupera respecte els 2014), però que encara se situa molt per sota de la biomassa de fa una dècada. A la zona del Medallot (RNI) les densitats son molt elevades, tot i que amb una gran variabilitat degut a la poca superfície del recorregut. A la zona Parcialment Protegida, sembla que hi ha una certa recuperació, mentre que a la zona de PN la biomassa d'aquesta espècie és pràcticament anecdòtica (Figura 83).



**Figura 83.** Biomassa de sarg imperial (*D. cervinus*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

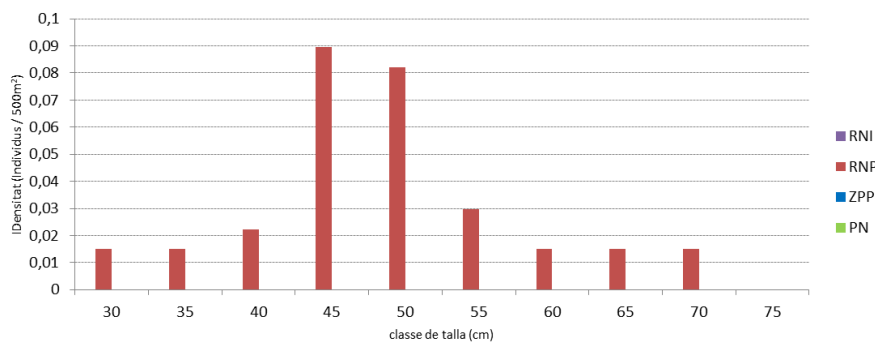
### *Dicentrarchus labrax*

El llobarro pot ser considerat un peix relativament escadusser no tan sols a l'àrea parcialment protegida o a la no protegida, sinó fins i tot a la Reserva de les Medes, on és absent d'algunes zones (Medallot, MP). La població de llobarros de les Medes es concentra pràcticament tota en la zona FETG a on assoleix unes densitats relativament importants (Figura 84). En ser de caràcter laxament gregari, aquest peix es belluga d'una zona a una altra en funció de les corrents i l'onatge, buscant bons llocs de caça. Aquest costum fa que les dades resultants dels inventaris visuals continguin una variància molt acusada que dificulta molt el tractament estadístic de les dades (Figura 84).



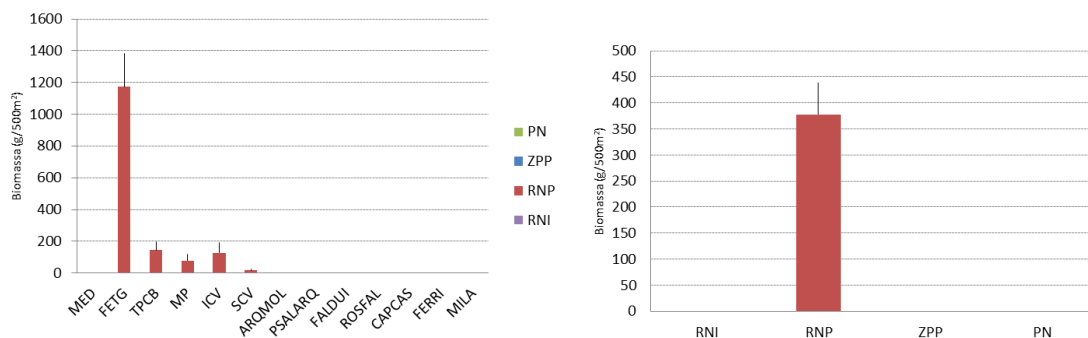
**Figura 84.** Densitat de llobarro (*D. labrax*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Degut a que no s'ha observat cap individu fora de Medes, la comparació de talles entre àrees queda fora de lloc. En qualsevol cas, paga la pena fixar-se en la distribució de talles a l'àrea totalment protegida de les Medes per a constatar que una gran part de la població de llobarros està constituïda per un pic d'individus de uns 50-55 cm, amb una talla màxima de 70 cm (Figura 85).



**Figura 85.** Estructura de talles del llobarro (*D. labrax*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter per zones de protecció.

La major biomassa mitjana s'assoleix a la zona de Ferranelles (Figura 86). És evident que les diferències entre nivells de protecció són altament significatives.



**Figura 86.** Biomassa de llobarro (*D. labrax*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Enguany el nombre d'exemplars de llobarro (16 individus) ha estat relativament baix en el marc del seguiment (Figura 87), molt lluny del màxim històric (233 individus), que s'assolí l'any 2004, com a conseqüència d'un escapament d'una granja de llobarros de Castelló d'Empúries, formant un pic aïllat que també es detectà la costa. Si deixem de banda aquest pic, els valors d'enguany segueixen estant molt lluny dels trobats els darrers 15 anys, ja que des del 2011 hi ha hagut una davallada constant. Tot i les relatives baixes abundàncies d'enguany a la zona de la RNP, el nombre d'exemplars que s'han quantificat a les Medes contrasta amb la de la costa veïna, que es manté regularment en uns valors molt menors o inclús nuls, com aquest any.

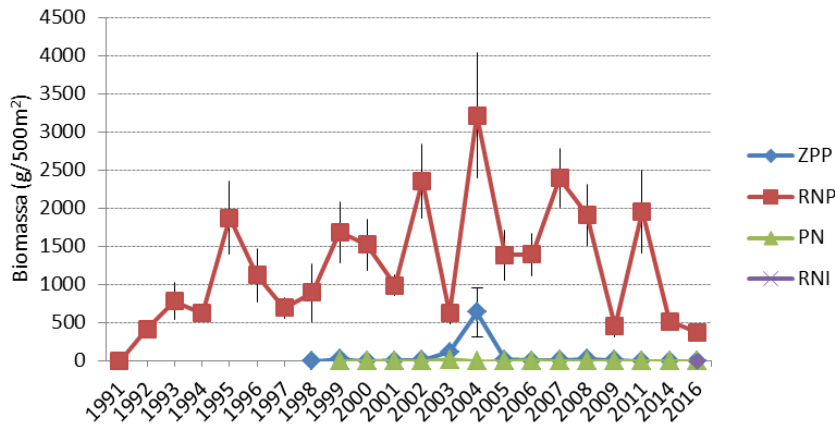
La densitat mitjana de llobarros es caracteritza per uns marcats alts i baixos interanuals, i una davallada els darrers anys, juntament amb uns valors molt baixos a la costa veïna, sense cap mena de tendència clara (Figura 87). Tot plegat, fa que quan s'analitzen les dades el resultat més evident sigui l'efecte significatiu de la protecció i l'any (degut, sobre tot al pic de 2004) i una manca de interacció significativa entre ambdós factors.



**Figura 87.** Evolució temporal (1991-2016) del llobarro (*D. labrax*). A dalt esquerra) nombre d'exemplars, a dalt dreta) densitat (ind/500m<sup>2</sup>) en les diferents figures de protecció. Al mig) densitat en les zones replicades i no replicades de la RNP, a baix dreta) en les zones de la ZPP, a baix esquerra) en les zones del PN. Es dona la mitjana.

La mateixa pauta segueix la biomassa mitjana, ja que a les zones protegides la biomassa està en valors molt per sota dels seus màxims històrics (Figura 88).

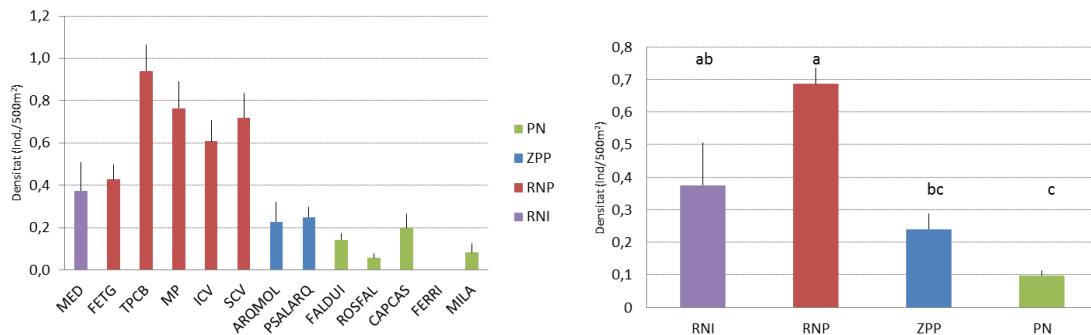




**Figura 88.** Biomassa de llobarro (*D. labrax*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

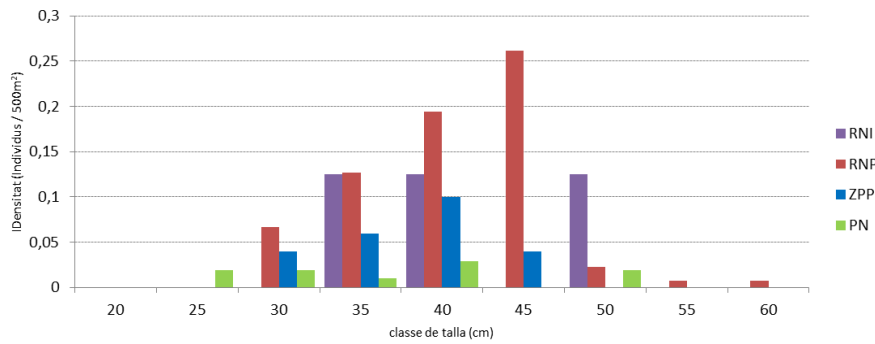
### *Sparus aurata*

En comparació de l'any passat, que varen ser moltes, especialment a dins la zona de RNP, les densitats d'orades assoleixen uns valors similars als anys anteriors al 2014 (Figura 89). Hi ha una major abundància en les estacions de la zona de RNP, que no es diferencien de la zona de RNI, però sí de la ZPP i especialment de la zona de PN, que mostra les densitats significativament més baixes entre tots els nivells de protecció (Figura 89).



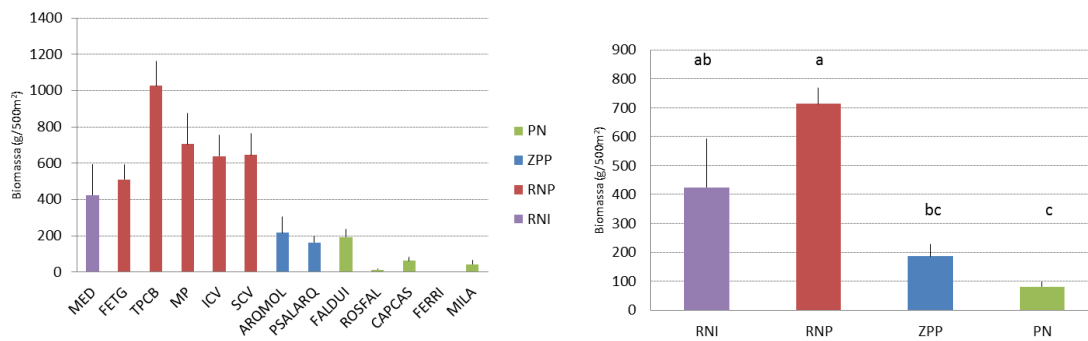
**Figura 89.** Densitat d'orada (*S. aurata*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Si les densitats mitjanes són significativament majors a la Reserva de les Illes Medes, el mateix podria dir-se de les talles, amb mitjanes majors a les zones protegides (amb talles mitjanes de 40,3 i 39,8 cm a la RNI i RNP respectivament), i més petites a les zones de la costa (amb talles mitjanes de 35,6 i 35,2 cm a la ZPP i PN respectivament), tot i que el rang de talles no varia entre els diferents graus de protecció, havent-se trobat alguns individus de gran mida fins i tot a les zones no protegides de la costa.



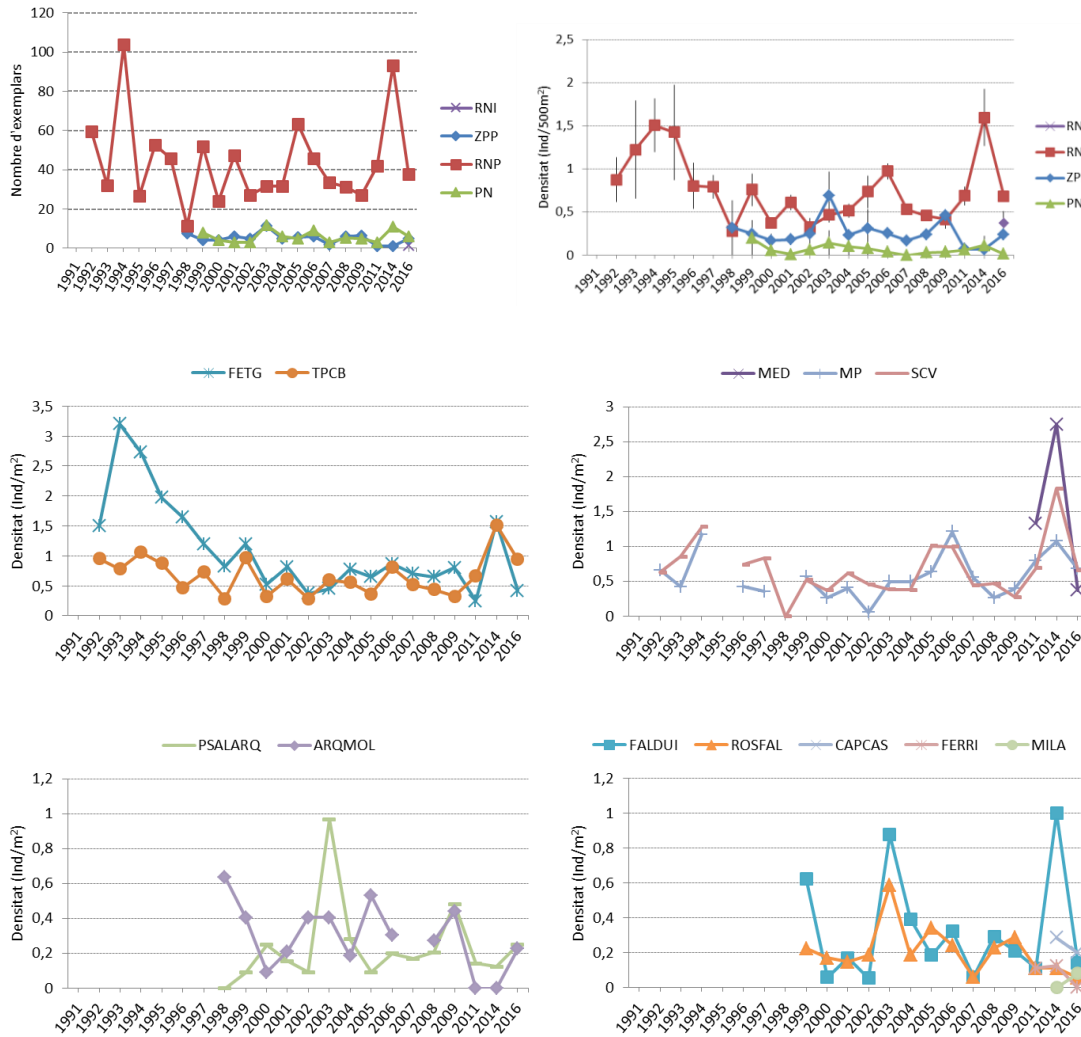
**Figura 90.** Estructura de talles d'orada (*S. aurata*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter per zones de protecció.

Les talles grans trobades a les zones protegides es tradueixen en un important augment de la biomassa mitjana que marca la diferència entre la zona de RNP i les zones de RNI i ZPP, i PN. Totes les zones de la Reserva de les Illes Medes presenten unes biomasses mitjanes superiors a la resta de zones (Figura 96), sense que hi hagi diferències entre la RNI i la ZPP. La zona de PN, tot i que amb certa presència, té una biomassa molt inferior a la resta de nivells de protecció (Figura 91).



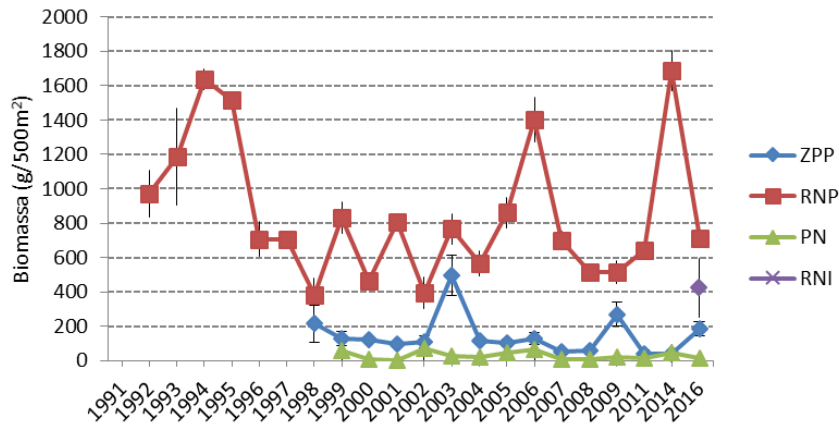
**Figura 91.** Biomassa d'orada (*S. aurata*) ( $g/500m^2 \pm ES$ ) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució al llarg del temps mostra que l'any 2014 l'orada va fer una remuntada molt notable a dins la zona RNP, però que aquest any ha tornat a valors similars als anys anteriors (Figura 92). Analitzant per zones, veiem que aquest descens ha estat generalitzat a tots els sectors estudiats de les Medes (Figura 92 al mig a la dreta i a l'esquerra). En canvi, a la zona ZPP i PN, aquest descens no ha estat tan marcat, excepte a la zona del Falaguer (Figura 92 a baix a l'esquerra i a la dreta).



**Figura 92.** Evolució temporal (1991-2016) de l'orada (*S. aurata*). A dalt esquerra) nombre d'exemplars, a dalt dreta) densitat (ind/500m<sup>2</sup>) en les diferents figures de protecció. Al mig) densitat en les zones replicades i no replicades de la RNP, a baix dreta) en les zones de la ZPP, a baix esquerra) en les zones de la PN. Es dona la mitjana.

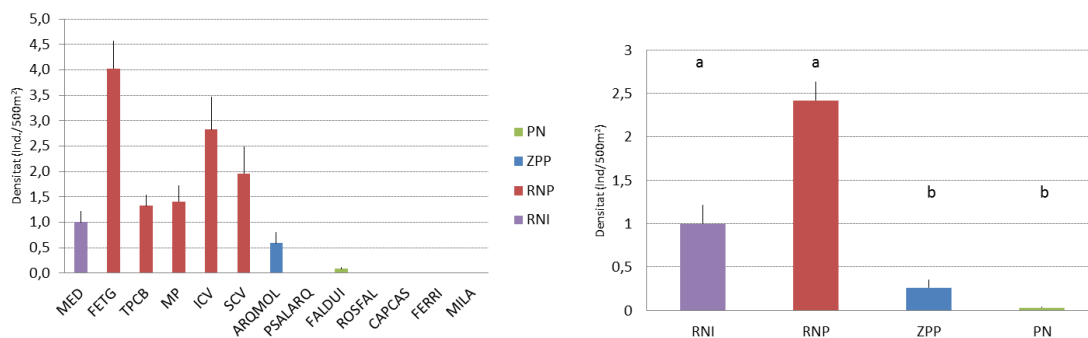
En termes de biomassa, aquesta davallada ha estat similar, ja que enguany els valors són els similars als anys anteriors a 2014, i posteriors al 1995 (Figura 93). Aquestes oscil·lacions mostren que la dorada és una espècie molt mòbil i que pot tenir oscil·lacions molt importants en les seves poblacions, especialment si es pesca de forma intensiva com hi ha evidències de la pesca il·legal d'encerclament que probablement està afectant de forma molt important aquesta espècie.



**Figura 93.** Biomassa d'orada (*S. aurata*) (g/500m<sup>2</sup> ± ES) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

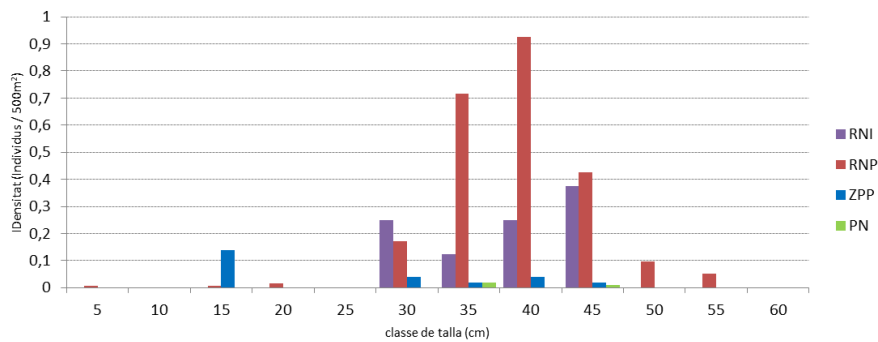
### *Sciaena umbra*

El corball presenta una distribució pràcticament restringida a les Illes Medes, tot i que amb una forta variació entre els censos degut al caràcter gregari d'aquesta espècie que es concentra en punts molt determinats. Fora de la Reserva marina tan sols es troba a l'estació del Molinet (ZPP) i al Falaguer (PN), amb una densitat pràcticament anecdòtica (Figura 94). La densitat mitjana de corballs és significativament superior a les zones protegides, especialment a la zona de RNP i no hi ha diferències significatives entre l'àrea de protecció parcial i l'àrea no protegida (RNP>ZPP=PN) (Figura 94).



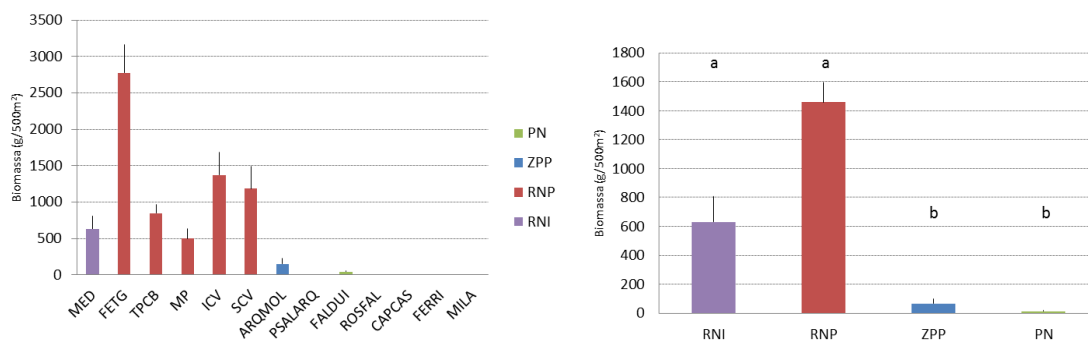
**Figura 94.** Densitat de corballs (*S. umbra*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

La comparació de les talles dels corballs entre zones (Figura 95) mostra una distribució de talles més o menys homogènies, tot i que a la RNP hi ha individus de talles més grans i les talles mitges són més grans (37,6 cm) respecte a les zones de RNI, ZPP i PN (37,6, 32,4 i 35,3 cm de talla mitjana, respectivament) (Figura 94).



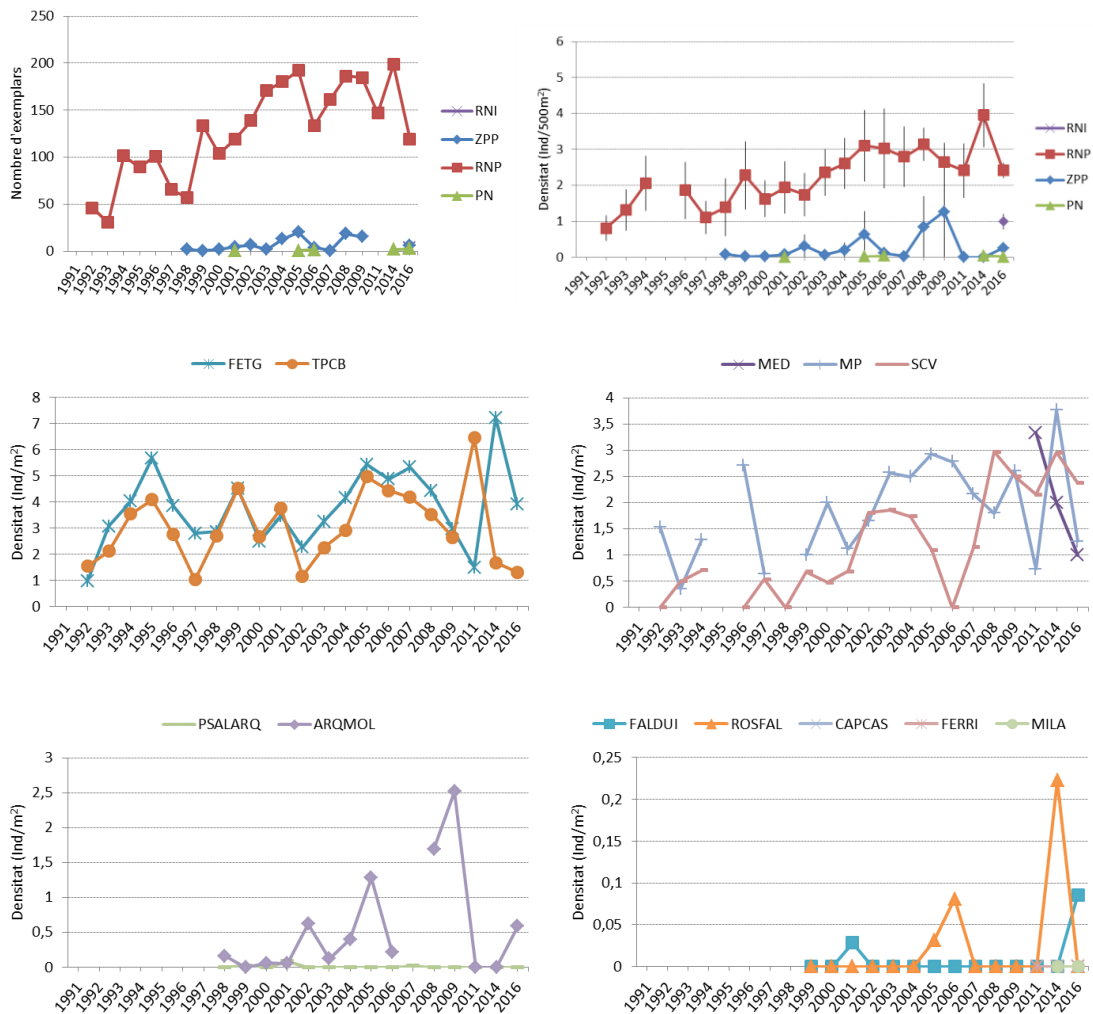
**Figura 95.** Estructura de talles del corball (*S. umbra*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter per zones de protecció.

La biomassa mostra el mateix patró, amb valors variables segons les zones dins la reserva, però amb biomasses més elevades a les zones de protecció respecte a les zones de la costa (RNI=RNP>ZPP=PN) (Figura 96).



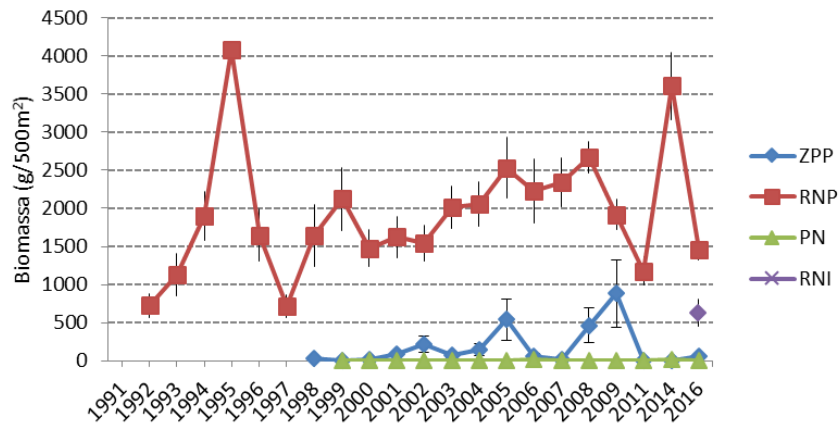
**Figura 96.** Biomassa de corball (*S. umbra*) (grams/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució temporal d'aquesta espècie mostra una certa disminució respecte el 2014, tornant a valors similars dels anys anteriors, (Figura 97 al mig a l'esquerra). Aquest descens es generalitza en totes les zones, tot i que a la ZPP s'han comptabilitzat nous individus que no es varen observar el 2014 (Figura 97 al mig a la dreta).



**Figura 97.** Evolució temporal (1991-2016) del corball (*S. umbra*). A dalt esquerra) nombre d'exemplars, a dalt dreta) densitat (ind/500m<sup>2</sup>) en les diferents figures de protecció. Al mig) densitat en les zones replicades i no replicades de la RNP, a baix dreta) en les zones de la ZPP, a baix esquerra) en les zones del PN. Es dona la mitjana.

En termes de biomassa, podem comprovar que hi ha hagut una baixada molt significativa respecte dels valors observats el 2014, situant-se en un dels valors més baixos comptabilitzats en tota la sèrie temporal (Figura 98).

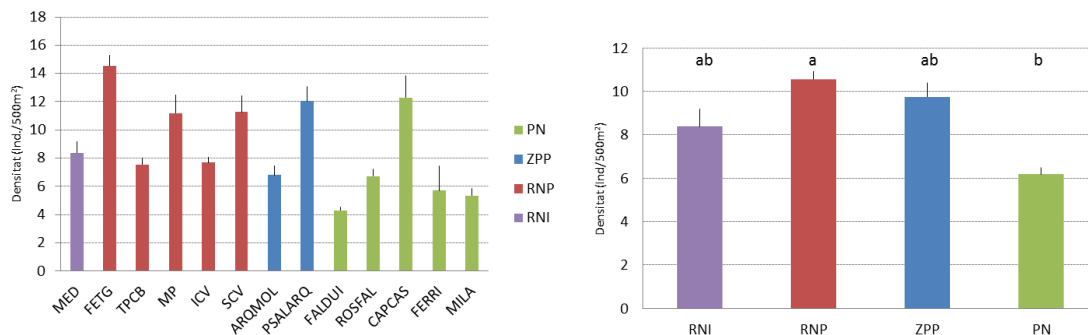


**Figura 98.** Biomassa ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) de corball (*S. umbra*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

## Espècies mitjanament vulnerables

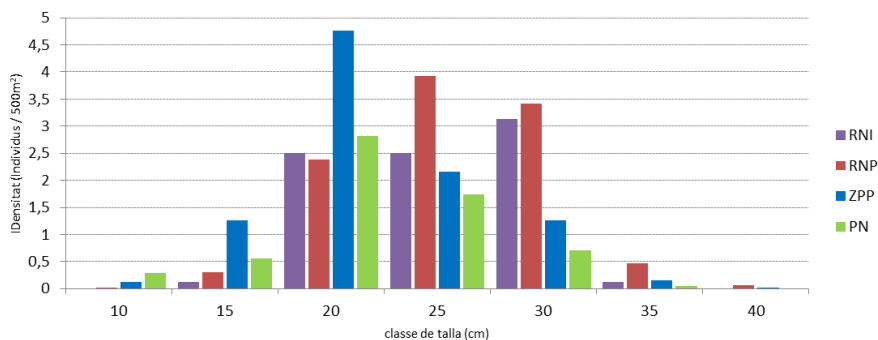
### *Diplodus sargus*

El sarg és una espècie molt comuna i abundant en totes les zones estudiades, ja que ha estat present en més d'un 97% dels censos. Malgrat que té una certa variabilitat entre estacions no hi ha una gran diferenciació entre els nivells de protecció, tot i que sí es mostren diferències entre la zona RNP i PN (Figura 99). Hom pot veure, doncs, que no hi ha un resultat del tot unívoc; les densitats d'algunes zones de RNP (TPCB, ICV) són lleugerament superades per les densitats de zones de PN (cap Castell) (Figura 99).



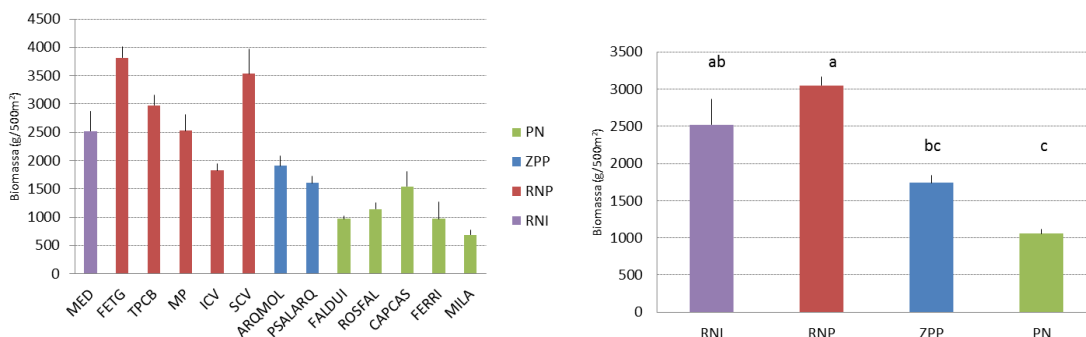
**Figura 99.** Densitat de sargs (*D. sargus*) (individus/500m<sup>2</sup>  $\pm$  ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Si en les densitats l'efecte de la protecció no es pot considerar excessivament acusat, les diferències en les són molt més clares: la talla mitjana de la població de RNI i RNP (23,3 i 24,1 cm respectivament) supera de 3 cm les talles mitjanes estimades a la ZPP i PN, que se situa al voltant dels 20 cm. Aquestes diferències es deuen, sobre tot, a la gran quantitat d'exemplars grossos existents a la població de les Medes (a on la talla màxima arriba fins als 40 cm). Aquests grans exemplars són absents a la costa veïna a on cap exemplar dels observats ha superat els 36 cm. És l'abundància dels exemplars grossos els que provoquen les diferències tan marcades en la talla mitjana entre la població de les Medes i les de la costa veïna (Figura 100).



**Figura 100.** Estructura de talles de sargs (*D. sargus*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter ordenats per zones de protecció.

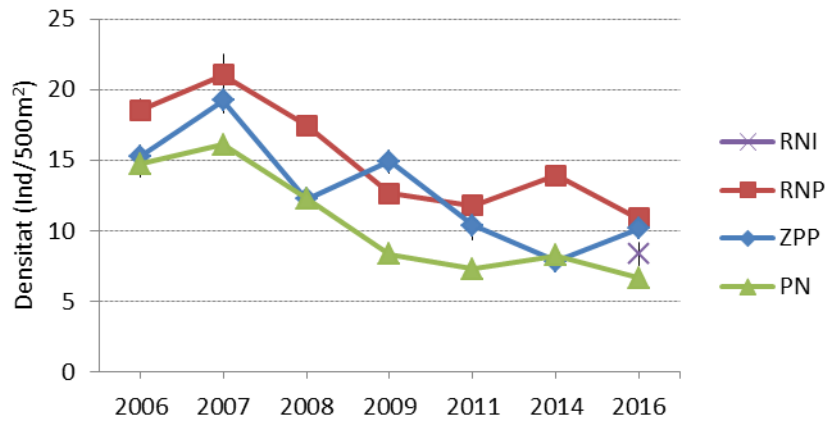
La biomassa és un paràmetre de la població que sintetitza molt bé les possibles diferències de talla i abundància entre distintes zones. No és estrany, doncs, que les biomasses mitjanes siguin superiors a totes les zones de les Medes respecte de les estimades a la costa veïna, ja sigui parcialment protegida o no. L'augment de la talla mitjana de la població en les àrees protegides contraresta en aquest cas les densitats similars o inferiors d'algunes zones de la costa del Montgrí (Figura 101). Així, la biomassa mitjana de sargs a les Medes gairebé duplica la de la costa veïna (Figura 106). Com sembla del tot evident, la biomassa mitjana de les Medes és significativament superior a les de les àrees parcialment protegida i no protegida de la costa, tot i que no hi ha diferències entre la zona RNI i ZPP (Figura 101).



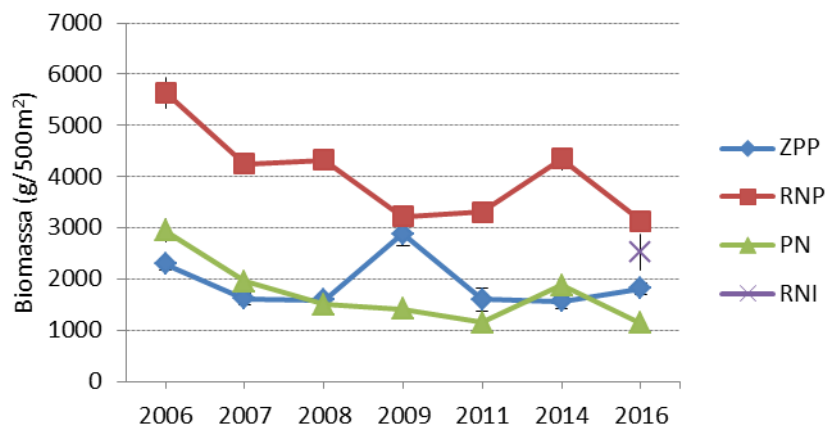
**Figura 101.** Biomassa de sarg (*D. sargus*) ( $\text{g}/500\text{m}^2 \pm \text{ES}$ ) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).



Enguany es presenta per primer cop l'evolució temporal de les espècies mitjanament vulnerables, que es varen començar a comptabilitzar el 2006. Pel que fa als sargs, s'observa que les densitats i biomasses els anys 2006-2008 eren les més elevades, i varen fer una forta davallada, fins a estabilitzar-se a partir de l'any 2009 per situar-se als valors actuals (Figures 102 i 103).



**Figura 102.** Densitat (ind/500m<sup>2</sup> ± ES) de sarg (*D. sargus*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.



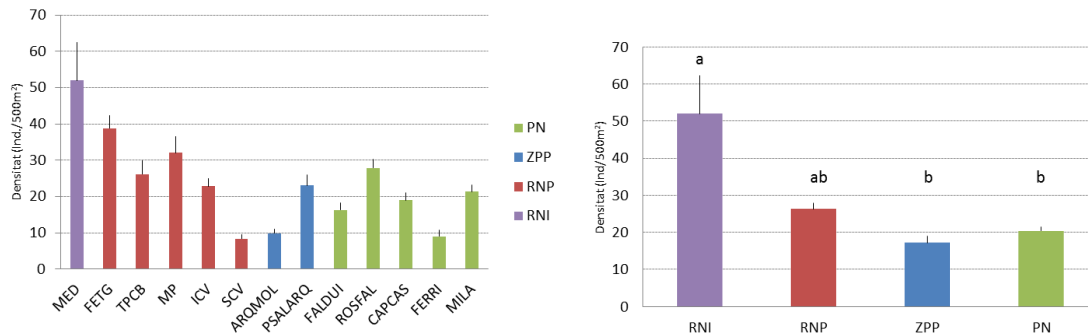
**Figura 103.** Biomassa (g/500m<sup>2</sup> ± ES) de sarg (*D. sargus*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### *Diplodus vulgaris*

De totes les espècies que han estat analitzades de vell nou enguany, la variada és molt freqüent i, sense dubte, la més abundant de totes ja que han suposat més de la meitat de les observacions. Es tracta d'una espècie ubíqua que, a més a més, és gregària ocasional, la qual cosa implica una gran variància entre comptatges. No és, doncs, l'espècie ideal per a ser tractada estadísticament; tampoc pot considerar-se

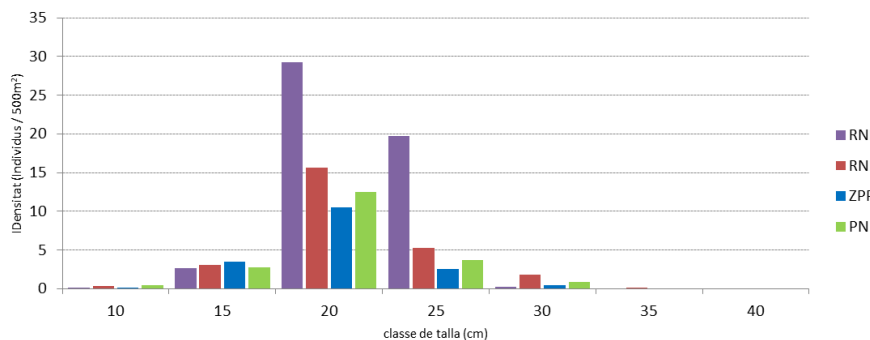
una excel·lent indicadora del que s'anomena "efecte reserva". L'elevada variància associada a les dades que s'obtenen d'aquest peix pot ser l'efecte de qualsevol factor ambiental.

Si hom examina les densitats mitjanes d'aquesta espècie en el marc de totes les estacions que han estat mostrejades (Figura 104) no es veu cap pauta massa clara sobre el possible efecte de la protecció, tot i que a l'estació del Medallot les densitats sí que són més elevades. Agrupant les dades per nivell de protecció, veiem que la zona de RNI i RNP no es diferencien entre elles, però RNI sí que és superior a la resta de zones, que no mostren diferències entre elles (Figura 104).



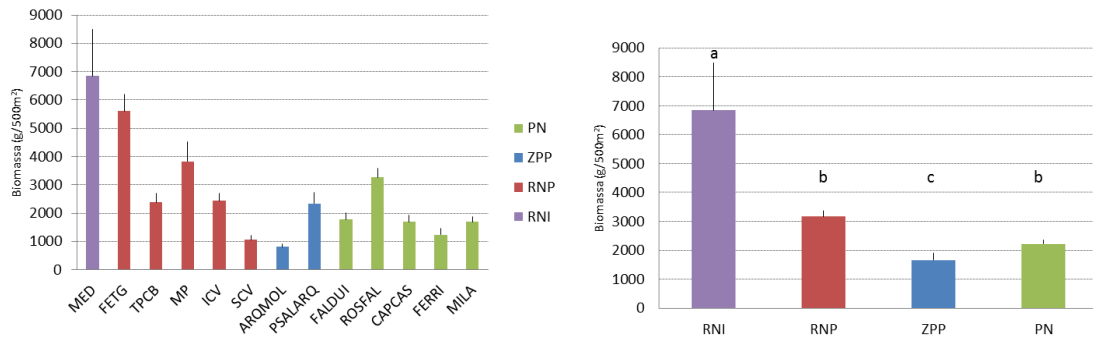
**Figura 104.** Densitat de variada (*D. vulgaris*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, Illes Medes i Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Tampoc en les talles es veuen unes diferències clares entre els nivells de protecció (Figura 105), tot i que les talles mitges a les zones de RNI, RNP i ZPP (18,9, 18,6 i 17,4 cm respectivament) són superiors a la de la zona de PN (18,3 cm).



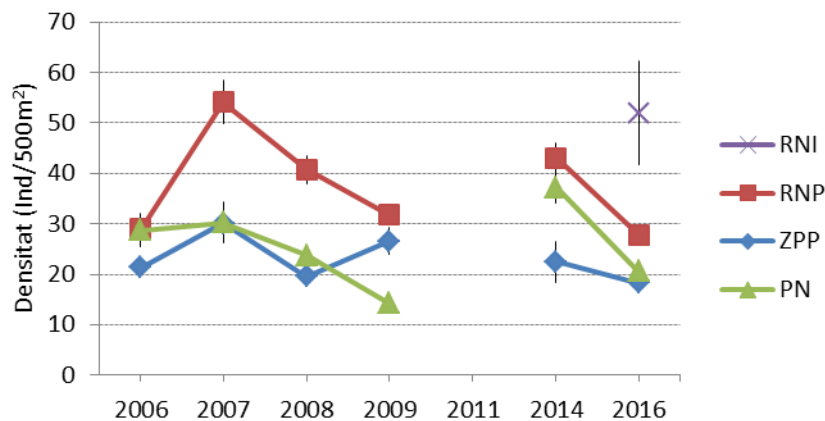
**Figura 105.** Estructura de talles de la variada (*D. vulgaris*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter per zones de protecció.

L'anàlisi de la biomassa mitjana accentua l'observat amb les talles, on l'estació del Medallot, RNI presenta un valor molt superior a la resta d'estacions (Figura 106). Agrupant les dades segons el nivell de protecció es pot comprovar que la biomassa de RNI és clarament superior a les de les zones RNP i PN, que són similars, i alhora estadísticament superiors de la ZPP (Figura 106).

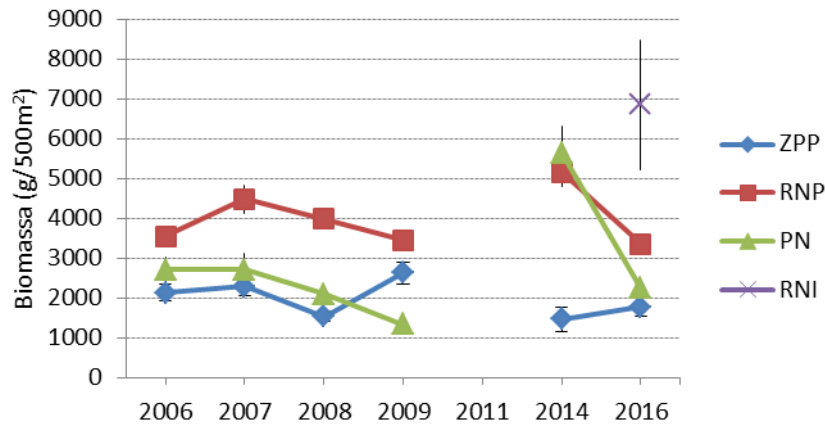


**Figura 106.** Biomassa de variada (*D. vulgaris*) (grams/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució de la densitat i la biomassa de la variada no mostra cap tendència clara, ja que tant les densitats i la biomassa es mantenen estables al llarg dels anys (Figura 107 i 108). No es mostren les dades de 2011 degut a que els valors no es corresponen a les magnituds dels estimats anteriorment i el 2016 degut a que es varen fer per altres observadors.



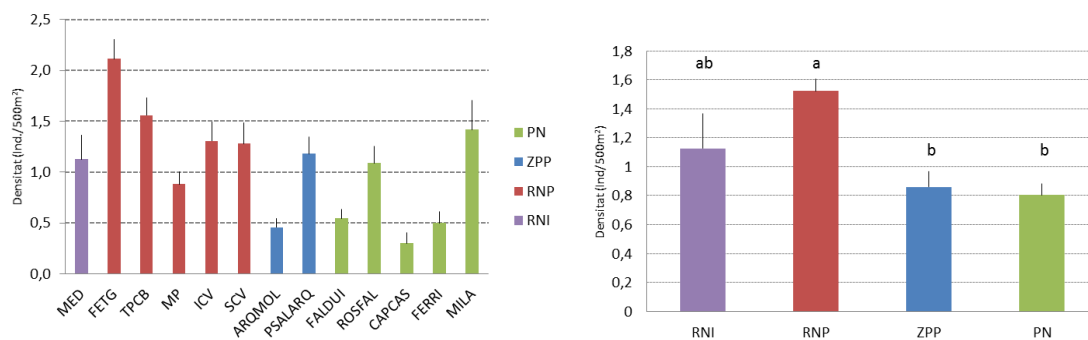
**Figura 107.** Densitat (ind/500m<sup>2</sup> ± ES) de variada (*D. vulgaris*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.



**Figura 108.** Biomassa (g/500m<sup>2</sup> ± ES) de variada (*D. vulgaris*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

### *Diplodus puntazzo*

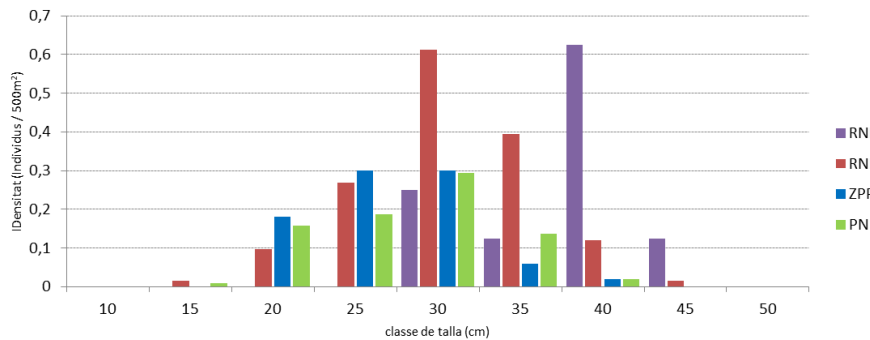
La densitat mitjana de la morruda és més elevada en qualsevol de les zones de la Reserva de les Medes que no pas a la costa veïna (Figura 109), especialment a la zona de Ferranelles (FETG) on aquesta espècie assolix la densitat màxima (Figura 109). Analitzant les dades agrupades segons els tres nivells de protecció, hom comprova que la densitat mitjana de la morruda a la RNP es superior a la resta de zones, mostrant diferències estadístiques significatives amb les zones de la costa (Figura 109) essent la diferència significativa (RNP>ZPP=PN).



**Figura 109.** Densitat de morruda (*D. puntazzo*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

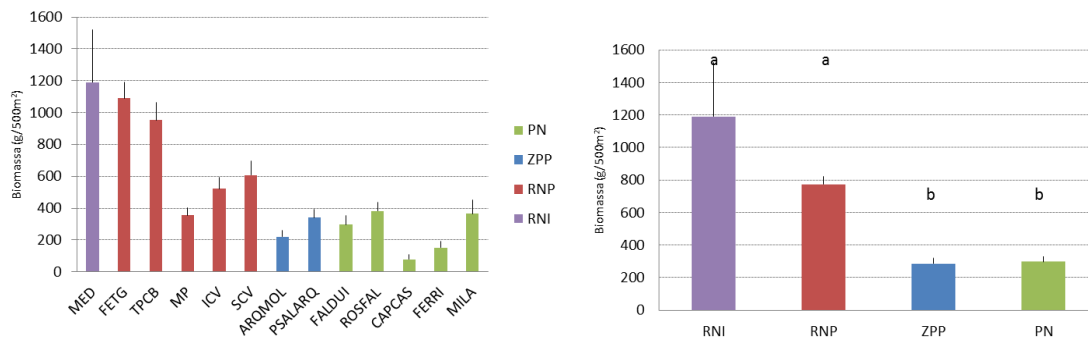
La distribució de talles mostra diferències molt clares entre nivells de protecció, ja que a les zones de RNI i RNP hi ha una major proporció d'exemplars grossos, que fan augmentar notablement la talla mitjana

(36,1 cm a la RNI i 28,8 cm a la RNP) respecte a les zones parcialment protegides (25,4 i 25,6 cm de talla mitjana a la ZPP i PN respectivament) (Figura 110).



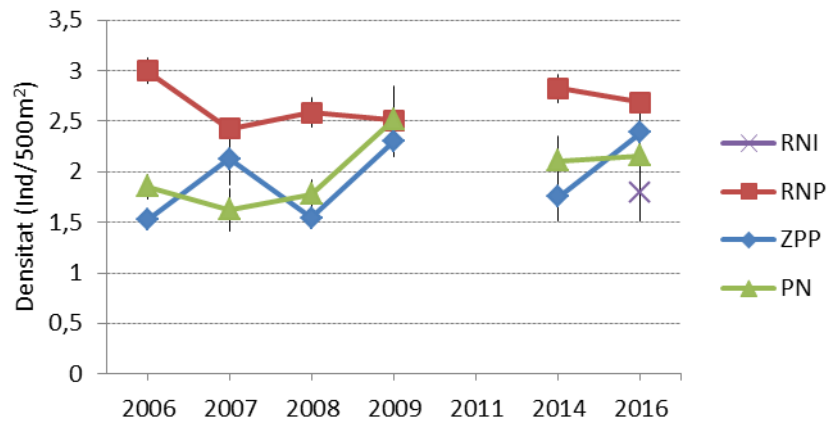
**Figura 110.** Estructura de talles de la morruda (*D. puntazzo*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter per zones de protecció.

La major proporció de talles grans es tradueix en una diferència important de la biomassa que és màxima en la zona del Medallot. La diferència deguda a la protecció és prou important, ja que quan agrupem les dades per nivell de protecció, la biomassa mitjana de la morruda a les zones de RNI i RNP és molt superior a les de la costa (Figura 111).

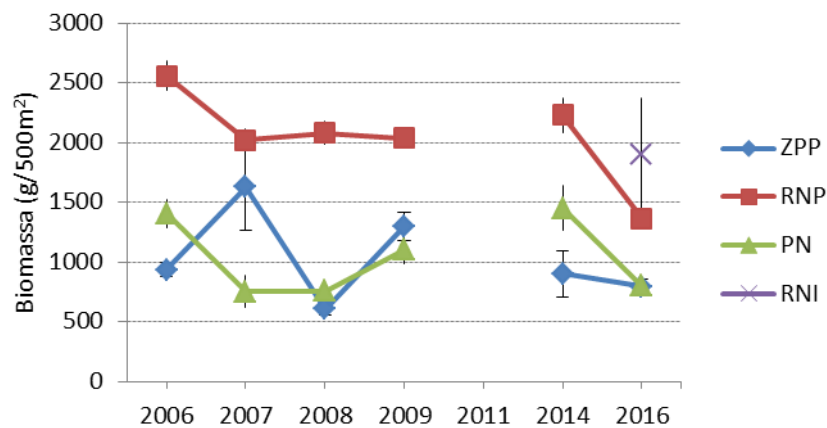


**Figura 111.** Biomassa de morruda (*D. puntazzo*) (grams/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució de la densitat i la biomassa de la variada no mostren una tendència clara, ja que es mantenen estables al llarg dels anys, tot i que sí es pot observar una certa disminució en la biomassa a la zona de RNP (Figura 112 i 113). No es mostren les dades de 2011 degut a que els valors no es corresponen a les magnituds dels estimats anteriorment i el 2016 degut a que es varen fer per altres observadors.



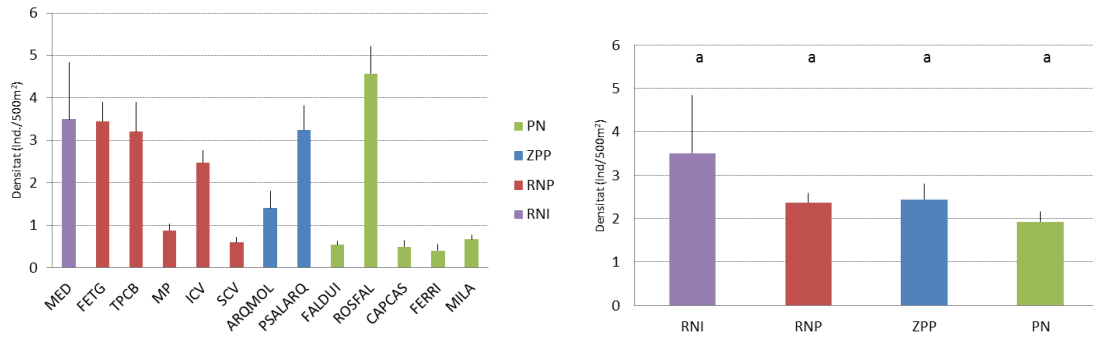
**Figura 112.** Densitat (ind/500m<sup>2</sup> ± ES) de morruda (*D. puntazzo*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.



**Figura 113.** Biomassa (g/500m<sup>2</sup> ± ES) de morruda (*D. puntazzo*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

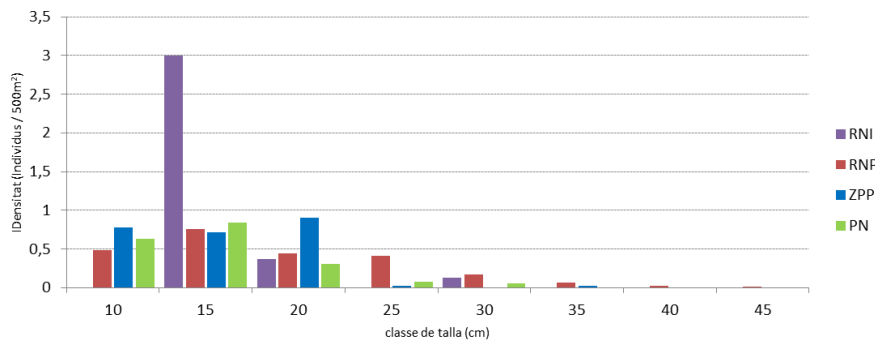
### *Spondyliosoma cantharus*

Les abundàncies de càntera no mostren diferències estadísticament significatives entre nivells de protecció, ja que la variació entre estacions és molt notable (Figura 114).



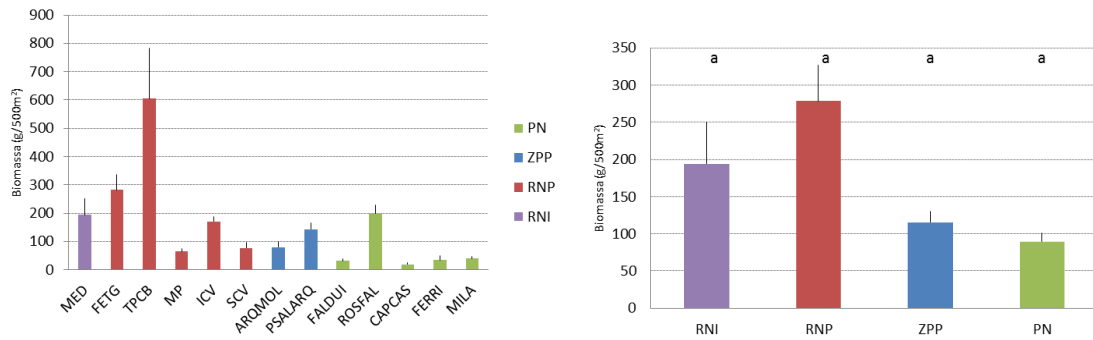
**Figura 114.** Densitat de càntera (*S. cantharus*) (individus/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

Analitzant l'estructura de talles, a diferència d'altres anys, no podem observar una gran diferència en les poblacions de les diferents zones o graus de protecció, on dominen les classes de talla petites, tot i que a la zona de RNP s'observen individus de talles més grans (Figura 115).



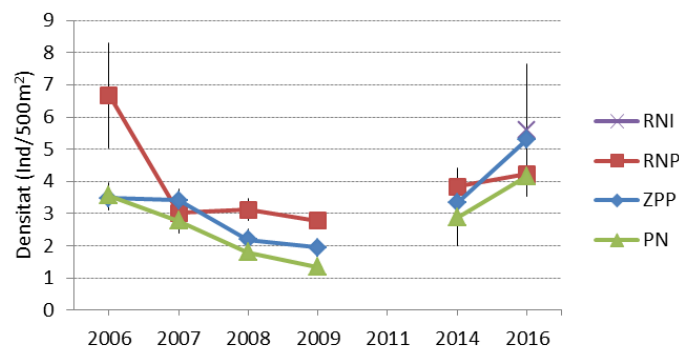
**Figura 115.** Estructura de talles de càntera (*S. cantharus*) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter per zones de protecció.

L'abundància de individus més grans a la zona de Tascons fa que hi hagi una gran diferència en termes de biomassa entre estacions, tot i que agrupant per nivell de protecció no es mostren diferències significatives (Figura 116).

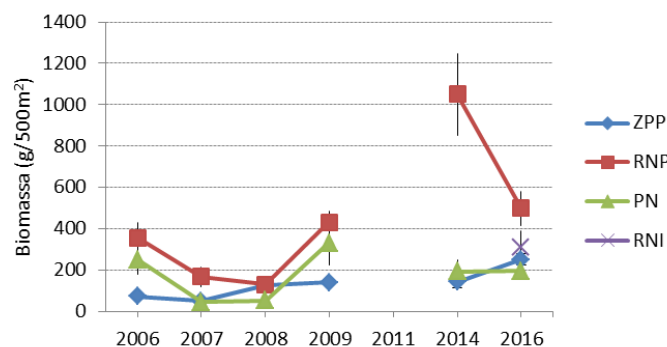


**Figura 116.** Biomassa de càntera (*S. cantharus*) (grams/500m<sup>2</sup> ± ES) per estació (esquerra) i per nivell de protecció (dreta) al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadística significativa en la seva densitat (anàlisi PERMANOVA).

L'evolució de la densitat i la biomassa de càntera no mostra un patró clar, i excepte alguna pujada, es manté una tendència fixa (Figura 117 i 118).



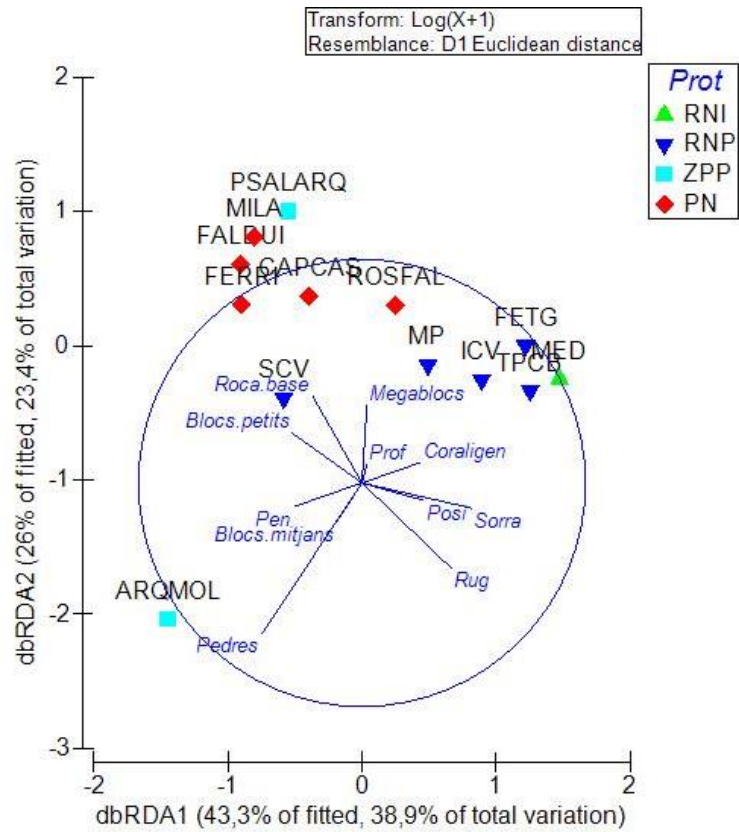
**Figura 117.** Densitat (ind/500m<sup>2</sup> ± ES) de càntera (*S. cantharus*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.



**Figura 118.** Biomassa (g/500m<sup>2</sup> ± ES) de càntera (*S. cantharus*) per nivell de protecció al llarg dels anys de seguiment del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Es donen la mitjana i l'error estàndard.







**Figura 120.** Anàlisi Canònic de Redundància de les diferents estacions del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, tenint en compte totes les espècies censades com a variables i les variables ambientals mesurades com a variables predictores. Els dos primers eixos acumulen el 62,4% de la variància (dbRDA1: 43,3%, dbRDA2: 23,4%).

## Discussió

### Cap de Creus

Els beneficis esperats d'una xarxa de Reserves marines, com el Parc Natural de Cap de Creus, amb diverses figures de protecció intercalades, són diversos. Per una part, a les zones on la pesca està prohibida s'espera que es produeixi un augment generalitzat tant de la densitat com les talles de les espècies pescades. Per altra banda, s'espera que hi hagi un augment també a les zones no protegides intercalades degut a l'exportació d'individus i larves des de les zones protegides. Per aquest motiu, al Parc Natural de Cap de Creus, en estar les zones protegides intercalades a la mateixa línia de costa, o molt a prop, l'intercanvi de peixos amb les zones pescades hauria de ser fluid i això donaria com a resultat un efecte de la protecció més subtil i menys acusat que en el cas de la Reserva marina de les Medes, que es troben aïllades de la costa

Els resultats d'enguany confirmen la tendència observada en els censos del 2014, en els que es va poder observar una certa recuperació de les poblacions en els espais protegits, però amb alguna excepció. Considerem que són resultats parcialment positius, amb alguns matisos que considerarem més endavant. En qualsevol cas, segueix sense aconseguir-se l'objectiu de recuperar les zones perifèriques amb un grau de protecció menor, com són les zones del PN

Pel que fa a les RNI i RNP, hem pogut observar que la majoria d'espècies es mantenen, inclús després de la remuntada observada l'any 2014. Però hi ha certes consideracions que cal tenir en compte.

Cal destacar, una vegada més, que la majoria de descriptors, exceptuant el nombre mitjà d'espècies, la RNI segueix per sota de la major part d'estacions de les RNP. Aquest fet pot ser degut, en part, a la limitada capacitat de la RNI en acumular biomassa, explicada per la limitada extensió de la Reserva, que afavoreix el desplaçament d'individus fora de la zona protegida a on poden ser pescats. A més, sempre cal tenir en compte que es faci algun tipus de pesca il·legal, en ser una zona amagada i de difícil accés. En aquest sentit, destaquem que hem observat restes d'arts de pesca, com caps i fils de niló enganxats al fons, fet que indica que es practica la pesca il·legal a la zona

Pot resultar sorprenent que en algunes zones de RNP, com a la Massa d'Or, cap Norfeu o tres Frares s'hagin observat densitats i biomasses superiors de moltes espècies vulnerables que la pròpia RNI,.

Cal destacar els resultats obtinguts a la Massa d'Or, on enguany s'ha mantingut la gran abundància i biomassa d'espècies vulnerables, especialment neros, déntols i espets: També és l'única estació on s'han observat exemplars de llobarro i diversos exemplars de *Myxeroperca rubra*, una espècie altament vulnerable i rara que només s'havia observat el 2011. També es l'estació que ha mostrat tenir una densitat i biomassa més elevada d'espècies menys vulnerables, com sargs, variades, morrudes i cànteres. Els resultats d'aquesta estació han estat similars a l'any 2014, realitzats pels mateixos observadors, i contrasten amb els resultats de 2009 i 2011, fet que no creiem que correspongui únicament a un augment respecte als anys anteriors, sinó que creiem que és degut als observadors, que probablement varen realitzar recorreguts diferents. Pensem que en els anys anteriors no es va resseguir la barra de roca que s'estén a la part nord occidental de l'illa en direcció al cap de Creus, on s'han comptabilitzat la majoria d'espècimens d'aquestes espècies (fins a 39 individus de neros de grans talles en un transecte de 5 minuts), tal com es pot observar en les gravacions de vídeo que s'adjunten amb aquest informe. Aquest recorregut sí que es va fer els anys 2006 i 2008, però no es varen trobar altes densitats, be perquè no eren tan elevades, o per un biaix en el mostreig degut a les corrents que hi havia en aquesta zona durant els censos (Garcia-Rubies et al., 2008). El fet és que l'estació de la Massa d'Or

ha tots els valors de biomassa dels que es tenen constància, al menys pel que fa a la densitat de neros, incloent fins i tot les Illes Medes, on tradicionalment resultaven les màximes biomasses d'aquesta espècie. Tot i que és una zona on es pot pescar, creiem que l'èxit en la recuperació de l'ictiofauna és degut a varis factors, a més de la protecció parcial. Primer, l'hàbitat d'aquesta zona és l'òptim per a que s'hi acumuli una gran biomassa de peixos bentònics, ja que està format per fons dominats per grans blocs que generen una alta complexitat espacial, amb multitud de microhàbitats i refugis, i alhora amb un pendent pronunciat però regular que permet una gran fondària al costat de zones més someres. A més, la situació de l'illa Massa d'Or, a l'extrem més oriental de cap de Creus, i exposada a les fortes corrents que dominen la zona, afavoreix un augment de les espècies planctòfagues que, alhora, serveixen d'aliment als grans depredadors, com els neros, déntols o espets. Un hidrodinamisme accentuat, junt amb una elevada complexitat estructural i un canvi de fondària proper i el fet d'estar aïllada de la costa són els factors ambientals que més afavoreixen una elevada biomassa de peixos (Coll et al. 2012). Així com altres reserves estan connectades a zones amb un menor grau de protecció per un continu de costa, la Massa d'Or està totalment aïllada de la resta de costa, de forma que el possible moviment d'individus de dins cap a fora de la reserva sigui molt menys probable. En aquest sentit, els resultats del projecte de recerca E-CATE, amb un equip mixt de la Universitat de Barcelona, Universitat de Girona i la Universitat de Perpinyà, i que té com a objectius determinar els patrons de moviment d'espècies vulnerables com els neros i sargs, ens confirmen que els neros i sargs són altament residents, i que rarament surten d'aquesta zona durant tot l'any. Aquest any s'han marcat nous individus, durant el mateix període de mostreig, de forma que hem pogut observar els individus marcats amb emissors acústics a la Massa d'Or amb un comportament totalment normal, fet que confirma que les operacions desenvolupades en el marc d'aquest projecte no ha tingut cap efecte negatiu sobre el seu comportament o supervivència.

Un factor addicional que pot explicar l'èxit de la Massa d'Or, és que aquesta zona està més freqüentada per submarinistes, i pescadors artesanals i professionals, de forma que d'alguna manera està més vigilada i es poden produir menys episodis de furtivisme.

Volem destacar que en aquesta zona (Massa d'Or) també es produeix la reproducció del nero, ja que hem observat en diverses ocasions mascles grans amb lliurea reproductora i el comportament d'aparellament típic de l'espècie, tot i que no hem pogut observar la fresa. Aquesta població, amb presència de femelles de varies mides i grans mascles reproductors, representa una de les poques poblacions reproductores conegudes, juntament amb les de la cap Norfeu i la de les Medes (Zabala et al., 1997a,b; Hereu et al., 2008), a la costa catalana, fet que posa encara més en valor la riquesa i excepcionalitat d'aquesta zona .

A més de la Massa d'Or, la zona de cap Norfeu mostra uns valors relativament elevats de biomassa d'espècies vulnerables, fet que confirma un altre cop l'èxit de les mesures de protecció. Aquesta estacióenguany ha mostrat un augment molt significatiu de la densitat i biomassa d'espècies altament vulnerables, com el nero i el déntol, i ha mantingut la densitat d'espècies que en general han baixat, com la dorada (veure comentaris més avall). Creiem que aquesta estació està progressant pel que fa a la recuperació de la biomassa d'espècies vulnerables, tot i que considerem que encara està força per sota de la seva capacitat de càrrega, degut a la qualitat dels seus hàbitats, amb fons molt complexos i prop de zones profundes que malgrat no ser una zona aïllada, pot considerar-se molt similar a les característiques ambientals de la Massa d'Or.

Per contra, les estacions de Tres Frares i Cala Culip mostren uns valors molt baixos de densitat i biomassa d'espècies vulnerables, que no les distingeixen de les zones de Parc Natural.

La zona de cala Culip, tot i estar dins de la RNP, segueix mostrant uns valors molt baixos de biomassa, fet que mostra que en aquesta zona no hi ha un efecte sensible de la protecció. En aquesta estació hem observat una gran quantitat de restes d'activitat pesquera, que ja s'havia observat el 2014, fet que indica

una forta pressió de pesca tant artesanal com esportiva. El que aquesta sigui una zona més protegida dels temporals que la Massa d'Or, fa possible que l'activitat pesquera sigui més intensa. A més, l'hàbitat d'aquesta zona no és tant favorable com en la resta de zones censades de RNP, ja que hi ha una gran presència de sorra i pedres amb baixa complexitat espacial, de manera que pot estar limitada pel tipus d'hàbitat.

Paradoxalment, la zona de Tres Frares mostra uns valors de densitat i biomassa molt baixos, tot que el tipus de fons mostra que aquesta estació presenta un tipus de fons prou bo per a l'acumulació de biomassa, fet que ens fa pensar que la capacitat de càrrega d'aquestes zones està molt per sobre de les biomasses actuals. En l'estudi de Coll et al., 2012 es demostra que els llocs més favorables per generar una elevada biomassa de peix, són els llocs que presenten una biomassa real més baixa respecte a l'esperada si la zona fos protegida, degut a l'efecte de la pesca que es concentra particularment en aquests llocs.

Contràriament a l'èxit relatiu de les figures amb un grau més elevat de protecció, les zones de PN mostren uns valors pràcticament nuls de densitat i biomassa de les espècies considerades vulnerables a la pesca. L'any 2014 es va poder observar una certa baixada de les abundàncies de peixos vulnerables, i aquest any s'han mantingut els valors pràcticament inapreciables per la majoria de les espècies, excepte les que tenen una mobilitat més elevada, com ara la dorada o el déntol, que han mostrat certa abundància, però tot i així molt inferior als valors trobats en les altres zones de més protecció.

Aquest fet evidencia, per una part, que hi ha una forta sobrepesca en aquesta zona, i que no només afecta a les zones de Parc Natural, sinó que també pot afectar a les zones de Reserva Natural Parcial, ja que al estar comunicades, fa que l'esperat efecte de l'exportació de biomassa no es produeixi o que, i fins i tot, provoqui una disminució de la biomassa dins de les zones protegides veïnes.

Cal destacar també que els alts valors de biomassa d'espècies vulnerables en les zones de RNP (exceptuant les zones de cala Culip i Tres Frares) es produeixen en una zona on es desenvolupa pesca esportiva i professional, fet que indica que aquest tipus de pesca és compatible amb unes densitats relativament elevades d'espècies que tenen un alt interès comercial. Al contrari, a totes les zones de PN sense excepció, on l'única mesura de protecció que les diferencia de les zones de RNP és que la pesca submarina és permesa, les poblacions de peixos vulnerables són pràcticament inexistentes. Aquest fet evidencia un any més els efectes dràstics de la pesca submarina, que és capaç de reduir fins a nivells molt baixos les poblacions de peixos vulnerables de zones molt extenses de cap de Creus.

S'ha demostrat que la pesca submarina, és un factor que pot afectar a la composició i l'estructura de les comunitats de peixos litorals (Coll et al., 1999; Coll et al., 2004). Aquesta és una pesca molt selectiva i altament eficient, amb unes taxes de captura per unitat d'esforç (CPU) d'uns 1.300 grams de peix per persona i hora, molt per sobre dels 300 grams per persona i hora de la pesca recreativa des d'embarcació, o els 100 grams per persona i hora de la pesca des de roques (Font i Lloret, 2010). La pesca submarina, al ser una pesca molt selectiva, té un major impacte sobre les espècies altament vulnerables, com el nero, corball, orada etc., i sol capturar individus de talles més grans que no pas amb els altres dos mètodes de pesca esportiva, afectant al potencial reproductor de les espècies explotades (Font i Lloret, 2010). A més, degut a que la pràctica d'aquest tipus de pesca es fa normalment des de l'aigua, pot passar més desapercebuda, i és més fàcil que es produeixin episodis de furtivisme. En un informe de Font i Lloret (2010), on varen entrevistar 65 pescadors submarins que normalment pesquen per tota la costa del cap de Creus, un 9% dels pescadors submarins entrevistats varen reconèixer que pescaven dins les Reserves Naturals Parcials, i fins i tot a la Reserva Natural Integral (Font i Lloret, 2010). En els informes del seguiment dels anys 2008 i 2014 ja s'alertava que la pesca submarina furtiva també

afectava, poc o molt, fins i tot la Reserva Natural Integral de l'Encalladora a on es va observar un exemplar de nero amb una ferida d'arpó molt òbvia (Ballesteros et al., 2008).

A més, si tenim en compte que aquest tipus de pesca es practicat per un nombre molt baix de persones (65 pescadors submarins poden pescar 19 tones de peix l'any d'espècies altament vulnerables i de talles grans), i que pràcticament la mateixa quantitat de peix (23 tones l'any d'espècies no seleccionades) són pescades per 485 pescadors de canya (Font i Lloret, 2010), arribem a la conclusió que aquesta activitat causa uns perjudicis molt elevats que no es compatible en un Parc Natural que té per objectius la conservació el patrimoni natural per el gaudi i aprofitament de moltes persones.

Es dóna la circumstància, a més, que a la costa Francesa la captura de nero i corball amb pesca submarina està prohibida, de forma que és habitual veure la presència de pescadors submarins francesos fent pesca submarina a les costes de cap de Creus on sí els es permès la captura d'aquestes espècies.

En aquest sentit, una de les mesures que més ajudarien a la recuperació de les espècies vulnerables no només de les zones de RNP, sinó de tota l'àrea del parc incloent la zona de PN, a més d'ajudar a evitar el furtivisme, seria la prohibició de la pesca submarina en tot l'àmbit del parc.

Pel que fa a les espècies, cal destacar els resultats obtinguts amb el nero (*Epinephelus marginatus*), que sembla mantenir-se estable després de la remuntada dels anys anteriors, especialment a la Massa d'Or (RNP), on aquesta espècie forma poblacions molt estructurades i amb un potencial reproductor molt elevat. Cal considerar que la remuntada observada l'any 2014 no va ser tan sobtada, ja que el canvi d'observador podria fer que els anys anteriors les seves densitats estiguessin subestimades. Aquesta espècie manté una recuperació sostinguda ja observada el 2014 a Cap Norfeu, fet que mostra l'efectivitat del grau de protecció d'aquesta zona, tot i que no hem d'oblidar que la biomassa d'aquesta espècie encara es troba molt per sota de la seva capacitat de càrrega en aquesta zona. Cal destacar també que la zona de Reserva Integral manté les densitats de neros en nivells per sota d'aquestes dues àrees, tot i que efectivament molt superiors a la resta. Aquest fet evidencia les limitacions d'aquesta Reserva Integral per a retenir una biomassa elevada d'aquesta espècie (veure comentaris més amunt).

El déntol (*Dentex dentex*) en canvi, ha experimentat una pujada en la majoria de zones, especialment a la Massa d'Or i a cap Norfeu, on ha augmentat més del doble la seva biomassa, i més moderadament a cala Culip. A les zones de PN, i Tres Frares no s'ha detectat aquesta pujada, i el déntol fins i tot ha disminuït al Portaló. Aquest efecte pot estar causat per la pesca, especialment de la pesca submarina, ja que estudis que s'estan fent a les Illes Medes mostren que aquesta espècie és relativament sedentària, de forma que les poblacions de les zones protegides es mantenen, mentre que les zones de PN són pescades sense que hi hagi un intercanvi evident d'individus entre una zona i l'altra.

El sarg imperial o soldat (*Diplodus cervinus*) és relativament freqüent, tot i que mostra certa variabilitat, i les densitats més elevades s'han trobat a l'Encalladora i per suposat a la Massa d'Or, on assoleixen densitats i biomasses molt superiors a la resta d'estacions.

El corball (*Sciaena umbra*) es una espècie molt gregària i sedentària que te una clara resposta a la protecció. Així, no es d'estranyar que enguany només s'hagi observat a la Reserva Integral i a la Massa d'Or, les dues zones on hi ha més restricció de la pesca o les poblacions responen de forma més favorable.

El llobarro (*Dicentrarchus labrax*) es una espècie actualment molt escadussera, en clar declivi arreu, i que mostra una forta variabilitat. Enguany només s'han observat un exemplar a l'Encalladora, fet que fa pensar que aquesta espècie està fortament explotada. Aquesta espècie ha experimentat una forta

davallada respecte als primers anys de seguiment. Es tracta d'una espècie molt mòbil i ocasionalment gregària, la qual cosa fa que els comptatges puguin ser molt variables, i que es pugui pescar intensament en altres àrees fora de les zones protegides. En aquest sentit, pensem que pot patir un efecte de la pesca industrial, com es probablement el cas de la dorada.

Una altra possible causa que no cal descartar seria una mortalitat causada per patògens propagats a través de instal·lacions d'aqüicultura, tal com s'ha pogut detectar en altres zones de la mediterrània (Terlizzi et al., 2012), tot i que no s'han trobat indicis d'aquest tipus d'infecció a la costa catalana.

L'orada (*Sparus aurata*) ha patit una forta davallada en tota l'àrea de cap de Creus, excepte a l'Encalladora, i les densitats són molt més baixes que els valors de fa una dècada. Les variacions en les densitats d'aquesta espècie podrien ser degudes al seu comportament més mòbil, i a les probables agregacions reproductores en zones de platja molt someres al golf de Roses. Durant la primavera, es produeixen agregacions a les zones de platja dels golf de Roses i probablement al Golf de Pals, i és a principis de tardor quan fan la reproducció. Aquestes agregacions són conegudes pels pescadors de cercle que les pesquen a la primavera. Aquesta pesca és il·legal, ja que els fons on les pesquen no superen ni de bon tros la isòbata de 35 metres. Una prova irrefutable de que aquest tipus de pesca industrial il·legal està afectant les nostres costes, es la troballa d'una xarxa d'encerclament dins la Reserva Marina de les Illes Medes (veure comentaris més avall).

Els anys anteriors es va observar un cert increment d'aquesta espècie, i a través d'entrevistes a pescadors artesanals de l'Escala, vàrem poder constatar que les captures d'orades per part de la flota artesanal també varen augmentar. Els pescadors l'atribuïen aquest fet a que aquell any no hi va haver pesca il·legal en la zona del golf de Roses (Marc Castells com. pers.). Sigui com sigui, es clar la pesca d'encerclament il·legal està afectant molt significativament les espècies més mòbils, com les dorades o llobarros, que ben gestionades i pescades amb arts de pesca legals poden representar un recurs sostenible i d'un alt valor econòmic, fins i tot en l'àmbit del parc.

Es per això que un dels aspectes claus a tenir en compte per a la gestió es establir una vigilància efectiva, no només dels pescadors furtius de modalitats esportives, com la pesca submarina, sinó també de la flota industrial que operen dins o fora de l'àmbit del parc, però que poden tenir greus conseqüències per a la conservació de les poblacions de peixos del Parc Natural i altres zones no protegides, però regulades per la llei general de pesca.

Un dels aspectes que cal considerar en la gestió és tot el cicle de vida de les diferents espècies que es volen conservar. Per una part, s'hauria de conèixer i protegir les agregacions reproductores que poden mantenir les poblacions de tota la zona. És el cas de les poblacions de neris de la Massa d'Or i el Cap Norfeu, que poden exportar larves arreu, o de les agregacions reproductores d'orades que, si bé es produeixen fora de l'àmbit del parc, ho fan il·legalment i que poden afectar greument no tan sols les poblacions de tot el parc sinó fins i tot les de tot el litoral

Una altra fase sensible de moltes espècies és la fase de reclutament. El reclutament de moltes espècies es produeix en hàbitats considerats essencials, en zones rocoses someres arrecerades, hàbitats que solen estar en zones on a la primavera i sobretot l'estiu hi ha una alta freqüentació de banyistes, que poden dificultar el seu desenvolupament. En aquest sentit, el projecte de recerca E-CATE que s'està desenvolupant actualment a la zona pretén identificar aquestes zones més sensibles per a poder, si es el cas, gestionar i delimitar les activitats que més poden afectar al desenvolupament d'aquestes espècies.

També s'ha observat en tot l'àmbit del Parc, una gran quantitat de restes d'arts de pesca abandonats i caps. Aquestes restes, que van des de fils de niló fins a caps o nanses, poden seguir pescant, ocasionant

una mortalitat inútil de peixos i altres organismes de manera successiva (els que es queden emmallats atrauen a d'altres que també queden atrapats, i així successivament) . A més, el moviment d'aquestes restes sobre el fons degut a temporals poden malmetre les comunitats bentòniques per erosió. Tot i que és molt difícil eradicar els fons de niló de la pesca esportiva, sí que seria possible i desitjable treure els caps, nanses, tresmall i altres estructures més grans que poden representar – i que de fet, ja representen- un seriós problema al Cap de Creus.

Es recomana per tant que es duguin a terme programes d'avís i retirada d'aquestes restes. En aquest sentit, el programa “Evitem la Pesca Fantasma” dut a terme al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix ter, ja ha generat molt bons resultats, no només en enretirar els arts de pesca abandonats que malmeten el fons, sinó també per l'important efecte de sensibilització en els diferents col·lectius que operen al parc.

Un aspecte metodològic que cal ressaltar és el canvi d'observadors. En alguns dels descriptors, l'any 2014 es va poder observar canvis importants en l'abundància d'algunes espècies respecte els anys 2009 i 2001 en que els censos el va fer un altre equip de biòlegs. Els resultats d'enguany, han estat molt concordants als trobats el 2014 i també amb els valors dels anys 2006, 2008, realitzats també pels mateixos observadors. Tot i que aquesta monitorització segueix una metodologia comuna, i estandarditzada, aquestes diferències evidencien que els censos visuals requereixen un grau d'entrenament i experiència, de forma els observadors han de tenir un grau d'expertesa suficient per assegurar uns resultats fiables i comparables. De la mateixa forma, degut a que el sentit del seguiment a llarg termini es poder observar les tendències que segueixen les diferents espècies, canvis continus d'observador creen discordances fins al punt que fan inservibles els resultats, com ha passat en gran mesura en aquest seguiment els anys 2009 i 2011, tant a cap de Creus com al Montgrí.

## Montgrí-Medes

Tal com s'havia recomanat durant molts anys, enguany s'ha incorporat el Medallot com a zona de reserva integral, .Aquesta zona ens servirà de referència de zona no freqüentada, fet que pot tenir certs efectes sobre l'abundància i el comportament de les espècies íctiques, a més de la fauna bentònica sobre el fons, tal com es comenta en els altres apartats d'aquesta memòria.

Atenent-nos als resultats obtinguts enguany, la tendència general de les poblacions de peixos mitjanament i altament vulnerables confirmen l'efecte de la protecció un any més, tant en el major nombre d'espècies observades com en el nombre mitjà d'espècies per comptatge. La biomassa total (de les espècies mitjanament vulnerables i les altament vulnerables) en l'àmbit totalment protegit de la Reserva marina de les Illes Medes és clarament superior a la resta de zones de la costa, especialment si tenim en compte només la biomassa de grans piscívors.

Tot i això, aquest any s'ha observat una marcada davallada de les poblacions de neros. Ja en els darrers anys es va observar una certa disminució de la densitat i biomassa d'aquesta espècie, però enguany la baixada ha estat força important. Descartem que aquesta baixada hagi estat un error de mostreig, o a una variabilitat temporal degut a causes naturals. D'una banda, aquesta davallada s'ha constatat a les zones a on tradicionalment hi havia més densitat (els recorreguts de Tascons i Carall Bernat,) que han estat replicades quatre vegades, en quatre dies diferents i sempre en condicions òptimes per al comptatge (a l'estiu, amb bona visibilitat, sense corrent). La variabilitat entre els transectes ha estat molt baixa, i els valors han estat consistentment inferiors als anys precedents. Aquesta davallada també s'ha observat en



la resta de recorreguts que, si bé només s'han replicat una vegada, ho han estat en dies diferents, i subdividits en sectors, de forma que la variabilitat mostrada entre sectors també ha estat molt baixa.

Una altra possible causa seria que hi ha hagut una redistribució natural dels individus degut a que en les zones de més densitat s'ha arribat a la capacitat de càrrega. També descartem aquesta opció, perquè aquesta baixada s'ha observat en diverses zones, i no s'ha pogut observar un augment en altres zones amb més densitat i tampoc a la Zona Parcialment Protegida del Montgrí, que continua amb densitats molt baixes (veure comentaris més avall). El fet de no observar cap canvi en la talla mitjana ni en l'estructura de talles de les poblacions, indica que no hi ha hagut cap canvi a nivell poblacions, com seria d'esperar en el cas que s'hagués produït una redistribució a altres zones.

Així doncs, creiem que disminució de la població de neros ha estat real i que podria ser deguda a episodis de pesca furtiva dins de la reserva.

El déntol també ha sofert una baixada en les densitats, però es deu principalment al baix nombre d'individus observats al transecte de la Meda petita. Aquest baix nombre d'individus comptabilitzats pot respondre al comportament més mòbil i gregari d'aquesta espècie, ja que en la resta d'estacions, especialment els recorreguts que han estat replicats, les densitats s'han mantingut o fins i tot ha augmentat. Analitzant l'evolució d'aquesta espècie en termes de biomassa, observem que hi ha una tendència a un increment progressiu i mantingut des dels primers anys de protecció. Creiem que aquest increment es deu en gran part a l'efecte de la protecció, però també possiblement a l'augment generalitzat de les poblacions d'aquesta espècie degut a que es una espècie d'afinitats termòfiles, i probablement es afavorida per l'augment de la temperatura de l'aigua del mar.

La resta d'espècies han mantingut la tendència mostrada els darrers anys. Es de destacar que les poblacions de llobarro segueixen trobant-se molt per sota de les densitats de la darrera dècada, amb valors semblants als inicis de la creació de la reserva. Tal com s'ha comentat a dalt, aquesta espècie es probablement més mòbil i es pescada fora de la reserva. No obstant, aquesta espècie també es susceptible infeccions víriques propagades a través de granges d'aqüicultura (Terlizzi et al., 2012).

També volem destacar que les densitats de dorada a la zona de RNP, que han tornat als valors de la darrera dècada després de l'augment sobtat detectat l'any 2014. Cal recordar que aquesta espècie va experimentar una forta davallada després que assolís els valors màxims els primers anys del seguiment (1994, 1995, 1996). Des de 1998 (any en que s'obtingueren els valors més baixos) la població es va estabilitzar en xifres molt menors que les que caracteritzaren la població en els primers anys del seguiment, (sempre amb valors superiors als observats a la costa veïna parcialment protegida). Una explicació a aquesta tendència és que aquesta espècie no estigués restringida a l'àmbit estrictament protegit de la reserva i que en pogués sortir habitualment o ocasional per a reproduir-se, moment en el que és més susceptible de ser capturada per arts de pesca d'encerclament, que son il·legals en les fondàries on es distribueix normalment aquesta espècie. Tenim evidències que aquesta espècie forma agregacions reproductores en zones de platja a poca fondària, properes a les Medes, i que aquestes agregacions reproductores són intensivament pescades de forma il·legal per la flota industrial mitjançant arts d'encerclament de forma il·legal.

Basant-nos en consultes fetes a pescadors artesanals de l'Estartit i l'Escala, creiem que el fort augment de l'any 2014 va ser degut a que un dels vaixells industrials d'encerclament que habitualment pesca il·legalment aquestes agregacions, aquell any no ho ha fet degut a que va ser denunciat i ha canviat de zona de pesca. Malauradament aquest increment sembla que no s'ha mantingut, i les poblacions de dorades tornen a estar en un estat de sobreexplotació.

Fins al moment només teníem indicis d'aquesta pesca il·legal, però la descoberta aquest any de una xarxa d'encerclament dins de l'àmbit estrictament protegit de la reserva (Hereu et al., 2016) confirma que aquesta pesca il·legal s'ha produït efectivament, inclús dins l'àmbit de la reserva.

Aquest tipus de pesca és evidentment del tot insostenible, ja que es fan captures massives d'una espècie que poden representar el 20% de les captures de la flota artesanal (Sacanell, 2013), i a més es produeix abans que es pugui reproduir, impedit així la seva recuperació. En un sol any en que aquesta pesca no es va produir (o es va fer parcialment) les poblacions d'orades es varen més que duplicar, fet que posa en evidència que cal impedir que es produeixi en els propers anys per a recuperar les poblacions d'aquesta espècie, i que es pugui desenvolupar la seva pesca al voltant de la Reserva de forma sostenible per la flota artesanal. És urgent, doncs, conèixer exactament on es produeixen aquestes agregacions per a protegir-les efectivament de la pesca il·legal.

Aquests fets, juntament amb la baixada de les poblacions de nerros, indiquen clarament que la falta de vigilància efectiva es un problema real que està afectant en gran mesura la conservació d'aquest espai i els seus recursos. Es doncs urgent que es replantegi el sistema de vigilància i es faci un control efectiu del furtivisme i la pesca il·legal dins el parc.

### **Resultat de l'avaluació de la gestió realitzada**

Sembla que la protecció total a la Reserva de les Medes és prou eficaç com per a permetre el manteniment de poblacions estables de peixos mitjanament o altament vulnerables. Cal fer, però, un toc d'atenció respecte del què passa a la Reserva parcialment protegida del Molinet a la Punta Salines; o més ben dit, del què no passa. Després de molts anys de protecció parcial no sembla que hagi donat els fruits esperats. Així, es pot veure que, per a la majoria de les variables analitzades, aquesta àrea no tan sols es troba lluny dels valors que s'obtenen a la reserva de les Medes, sinó que no difereixen significativament de la costa veïna no protegida, a on la pesca és lliure. Quines en són les causes? Probablement dues de fonamentals: la primera, el tipus de fons, que no és en gran part favorable per a que s'hi instal·lin grans concentracions de peixos de roca altament vulnerables; i segon, l'acció de la pesca submarina furtiva que és recurrent a la zona. Ambdues causes es complementen per explicar la manca de resultats evidents de la protecció parcial, ja que els peixos vulnerables més sedentaris (nerros i corballs, per exemple) són propis de fons de blocs rics en escletxes i anfractuositats. Aquests tipus de fons només es donen amb una certa extensió aigües endins, a prop del Molinet, en la zona que va dels Arquets al Molinet (ARQMOL). És aquí on es veien la majoria de nerros i corballs els anys anteriors.

Però és evident que aquests fons són coneguts i fàcilment localitzables pels pescadors submarins i que l'estol de corballs no ha estat només observat per nosaltres. Durant una bona part de l'estiu, pescadors submarins (principalment francesos) pesquen regularment a la zona, tal com ja hem explicat anteriorment (veure, per exemple l'informe de 2008 on s'explica en detall aquest fet). Hom creu que és l'efecte d'aquesta pesca furtiva, maximitzada per la poca extensió dels fons més favorables, la que impedeix l'evolució que s'hauria d'esperar en una Reserva parcial.

A partir dels resultats obtinguts, hom pot dir que la protecció de la Reserva de les Illes Medes ha disminuït, i que tenim indicis de pesca furtiva i pesca industrial il·legal, de forma que cal fer un esforç urgent per a aturar aquestes activitats. Per altra banda, a l'àrea parcialment protegida de la Punta Salines al Molinet sembla evident la manca de vigilància efectiva donat que la presència de pescadors submarins és un fenomen recurrent cada any. La solució més senzilla seria incrementar la vigilància en la zona actual i senyalitzar adequadament de forma més clara la prohibició de la pesca en aquesta zona.

En aquest sentit, i de la mateixa forma que es comenta per cap de Creus, creiem que l'activitat de la pesca submarina dins un Parc Natural no és compatible amb la seva conservació i els usos, de forma que no s'hauria de permetre en tot l'àmbit del parc.

Com a aspectes metodològics, cal destacar un cop més que les dades del 2009 i 2011 s'haurien d'agafar amb certa cautela degut a possibles biaixos degut a l'efecte dels observadors. Tot i que aquesta monitorització segueix una metodologia comuna, els censos visuals requereixen un grau d'entrenament i experiència, de forma que considerem que els observadors han de tenir un grau d'expertesa suficient per assegurar uns resultats fiables. Un vegada més, recomanem que en els futurs seguiments se seleccioni equips amb molta experiència en els censos de peixos.

## Meridionalització

L'augment de la distribució d'espècies afins a aigües calentes representa el més evident i citat lligam entre el canvi climàtic i la composició i distribució de les espècies. En l'actualitat, més de 30 espècies de peixos mediterranis, entre les quals hi ha espècies comunes a les nostres costes, com *Thalassoma pavo*, *Xyrichtis novacula*, *Pomatomus saltatrix*, *Epinephelus marginatus*, *Mycteroperca rubra*, *Epinephelus costae*, *Diplodus cervinus*, *Pagrus auriga*, *Sphyræna viridensis*, etc. han estat citat en distribucions més septentrionals del seu rang de distribució original. En les zones a límit de la seva distribució, la meridionalització ha provocat un augment en les seves poblacions.

En la campanya d'aquest any no s'ha apreciat grans canvis respecte a les tendències que es mantenen en els darrers anys. Per una banda, l'abundància de *Dentex dentex* segueix creixent, tant a les reserves com en zones de fora de les reserves, i en les captures de pesca documentades. L'augment d'aquestes poblacions està lligat probablement al canvi climàtic, fet que fa pensar que aquest canvi serà progressiu en els propers anys. S'ha pogut observar que l'augment de la densitat de *Sphyræna viridensis* observat els anys anteriors s'ha mantingut tot i que aquest augment ha estat en una zona molt determinada, la Massa d'Ors, fet que fa difícil discernir entre l'efecte de canvis de règim o el mer efecte de la protecció o la possible variabilitat en els censos anuals. Només el seguiment en els propers anys ens proporcionarà una tendència en l'abundància d'aquests depredadors. Per altra banda, no s'ha detectat canvis en la presència i abundància d'altres espècies amb afinitats termòfiles.

## Introducció d'espècies exòtiques

Les invasions d'espècies exòtiques són una de les amenaces més evidents per al patrimoni de biodiversitat dels espais marins protegits mediterranis. La presència de *Caulerpa cylindracea* i de *Womersleyella setacea* a la costa catalana obliguen a pensar que l'arribada d'aquestes espècies als nostres espais protegits pot no ser més que qüestió de temps. Al costat d'aquestes macroalgues, l'efecte ecològic de les quals és ja innegable, hom ha constatat l'arribada d'animals al·lòctons d'afinitats termòfiles que, en alguns casos, han demostrat tenir un important efecte nociu sobre les comunitats. Podem citar com exemple el crustaci decàpode *Percecnon gibbesi*, el corall d'origen incert *Oculina patagonica* i algunes espècies de peixos com l'herbívor del Carib *Kyphosus sectator*, els herbívors lessepsians *Siganus luridus* i *Siganus rivulatus* (pel moment detinguts a les costes de Sicília) o el peix ictiòfag *Fistularia commersoni*.

En els censos d'enguany s'ha fet un especial èmfasi en la detecció de espècies exòtiques. A més, s'ha realitzat una campanya d'alerta a través d'entrevistes a pescadors i els centres de busseig locals, i també

a través del programa “observadores del mar” (<http://www.observadoresdelmar.es>) on hi col·laboren els membres de l'equip.

Els censos d'enguany no han mostrat cap espècie exòtica a les zones estudiades. No obstant, l'expansió d'espècies exòtiques està augmentant, i ja s'han realitzat cites de *Fistularia commersoni* a Palamós (<http://www.observadoresdelmar.es>), o s'han realitzat captures de l'anomenat peix globus *Lagocephalus lagocephalus* a Blanes, pel que s'espera que en els propers anys apareguin aquestes o altres espècies en els Parcs Naturals marins de Catalunya.

Pel que fa a les algues, a més de la presència de *Womersleyella setacea* a la costa del Montgrí i les illes Medes, aquest any s'ha observat *Caulerpa cylindracea* a la costa de Begur fet que fa pensar que podria arribar als Parcs Naturals marins de Catalunya en breu.

## Xarxes abandonades

Tot i ser el tipus de pesca més sostenible, alguns arts usats pels pescadors artesanals (generalment xarxes) poden causar greus impactes als ecosistemes marins quan han estat perduts o han quedat enrocats al fons i abandonats pels pescadors. Per una part, aquests arts enrocats i abandonats poden seguir pescant durant molts mesos, amb una eficiència major degut a l'efecte atractor dels individus ja capturats a les xarxes, que actuen a modus d'esquer. Un altre efecte no desitjat d'aquests arts de pesca abandonats és l'erosió que pot causar al fons. Degut al moviment de l'aigua causat pels temporals i les corrents, les xarxes abandonades es van arrossegant sobre el fons, enganxant i arrencant els organismes sèssils que hi viuen. Aquests mecanismes produeixen uns efectes molt nocius no només malmetent els ecosistemes bentònics, sinó també econòmicament, ja sigui en la pesca (on es produeix una pesca que no és aprofitada), o en el turisme degut a la degradació dels hàbitats i els possibles problemes de seguretat, especialment en zones com la costa catalana on hi ha una gran activitat de lleure relacionada amb els fons marins.

Durant el període del seguiment s'ha dut a terme un cens de xarxes i arts de pesca abandonats a les zones d'estudi, i al PNMIMBT s'ha posat a punt un protocol per a la seva detecció i retirada. Aquestes xarxes s'han detectat ja sigui per l'observació directe durant els censos, o bé per la informació rebuda a través d'altres observadors als que prèviament s'havia informat de la problemàtica. A la zona de cap de Creus, es va poder observar una gran abundància de xarxes i nanses abandonades, generalment sobre fons rocosos o de coral·ligen, de forma que el seu efecte de pesca i erosiu sembla important.

El fet més preocupant, però, va ser la troballa d'una xarxa de pesca d'encerclament dins de l'àrea estrictament protegida de la Reserva Marina de les Illes Medes, que evidencia que es produeix aquest tipus de pesca dins el Parc Natural. Aquesta xarxa va estar trobada a la zona del Guix, entre la boia perimetral de la reserva i la Meda Gran, sobre un fons mixt de detrític de blocs rocosos amb coral·ligen. Aquesta troballa indica que es va fer pesca d'encerclament de forma il·legal dins del perímetre de la reserva, ja que degut al pes i la mida de la xarxa no es possible que fos arrossegada fins allí de forma passiva per corrents o temporals des de zones més allunyades.

És evident que aquest tipus de pesca en aquesta zona és il·legal, així com ho és en tota la zona del parc. L'actual regulació d'aquest art especifica que no es pot pescar en fons amb comunitats de fanerògames marines, i en fons amb menys de 300 metres de la costa, i 50 metres de fondària (Reglament (CE) 1967/2006, del Consell, de 21 de desembre de 2006).

El fet que es pesqui de forma il·legal dins el Parc Natural, pot tenir un efecte molt important sobre les poblacions de peixos i hàbitats del Parc. De fet, els resultats del programa de seguiment de la biodiversitat marina del parc indiquen una davallada d'algunes espècies comercials, com la dorada, i es sospitava que la causa era la pesca d'encerclament. El fet de trobar aquesta xarxa sembla confirmar doncs aquesta hipòtesi. A més, aquesta i altres espècies formen agregacions reproductores que probablement són espoliades pels pescadors il·legals. La pesca d'agregacions reproductores, tal com s'ha demostrat en altres mars ha demostrat tenir un efecte devastador sobre les poblacions, ja que es produeix una pesca intensiva de una gran part de la població, impedit, a més, la seva reproducció.

## Conclusions

En general, hem constatat que les figures de protecció més efectives són les zones on cap tipus de pesca és permesa, o la pesca submarina és prohibida, com les zones de RNP i RNI de Cap de Creus. En aquestes zones, l'evolució de les poblacions d'espècies vulnerables és favorable. Al contrari, les zones sense cap tipus de regulació especial, com les zones de PN, on tot tipus de pesca és permesa han tingut en tots els anys de seguiment uns resultats negatius. En aquestes zones, les abundàncies de peixos vulnerables a la pesca són molt baixes, i no han evolucionat en cap moment, com mostren les sèries històriques del seguiment. Creiem que la sobrepesca, especialment per la pesca submarina, és la causant d'aquest estat.

Aquest fet deixa en evidència el fort impacte de la pesca submarina, i creiem que aquesta activitat es incompatible dins de l'àmbit dels Parcs Naturals de Catalunya.

És de destacar que la zona de Reserva Integral (RNI) de Cap de Creus no mostra unes abundàncies i biomasses com s'hauria d'esperar. Aquest fet pot ser degut a varies causes que poden actuar conjuntament: les petites dimensions de la zona protegida, la possible limitació de l'hàbitat (en comparació a altres zones com la Massa d'Or), o la possible pesca il·legal (tal com fa sospitar per la presència de restes d'arts de pesca).

No obstant, aquest any a les Illes medes s'ha detectat una disminució en les poblacions de neros. A més, es va detectar i extreure una xarxa de pesca d'encerclament de dins de l'àrea estrictament protegida, fet que demostra que s'està produint pesca industrial de forma il·legal inclús dins de l'àrea estrictament protegida, que té (en les poblacions de dorades com a mínim) i pot tenir efectes molt importants en les poblacions de peixos.

Aquests fets evidencien una manca de vigilància. Aquesta vigilància no només competeix als gestors dels parcs, sinó també a la regulació de la flota pesquera. En aquest sentit, doncs, es urgent una efectiva coordinació entre les diferents administracions per a la implementació d'una vigilància i control efectiu de les activitats extractives dels Parcs Naturals i de les seves zones perifèriques.

Si el que es pretén amb la gestió és millorar les poblacions d'aquestes espècie vulnerables, és necessari doncs replantejar-se mesures de gestió com la re-zonificació de les activitats extractives (sobretot referent a la pesca esportiva), i un manteniment de la vigilància de forma que es respecti la normativa.

Cal destacar també la gran abundància de restes d'arts de pesca i altres derelictes, que poden malmetre no només la ictiofauna, sinó també la flora i fauna bentòniques degut a l'erosió que poden provocar.

## Proposta de millores de gestió

### Generals

- a) **Mantenir i augmentar el nivell de vigilància.** Tot i que es un tema recurrent, els resultats d'aquest any, especialment al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el baix ter, ens indiquen que aquestes activitats estan perjudicant de forma molt significativa i evident la biodiversitat i els recursos pesquers que genera el parc. Aquesta vigilància no només s'ha de restringir als òrgans del parc, sinó que ha de implicar també de forma coordinada les diverses administracions amb competències sobre el mar i les diferents activitats que s'hi desenvolupen, incloent el sector pesquer.
- b) **No permetre l'activitat de la pesca submarina en tot l'àmbit del Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.** Si els objectius de la gestió són conservar i millorar l'estat de conservació del patrimoni natural, i que el major nombre de ciutadans i actors del territori en gaudeixin i se'n beneficiïn, creiem que aquesta activitat és incompatible amb la conservació i explotació sostenible dels recursos pesquers.
- c) **Conèixer i incorporar les agregacions reproductores en la gestió dels parcs.** El cas de l'orada ens ha permès constatar que protegir les agregacions reproductores d'algunes espècies, tot i que es produeixin fora de l'àmbit del parc, pot contribuir en gran mesura a la recuperació de les seves poblacions. No obstant, encara cal investigar per a conèixer millor quines zones i èpoques són les més sensibles per a poder focalitzar la vigilància sobre una possible explotació il·legal d'aquestes agregacions.
- d) **Cal un major control i retirada de restes de pesca i derelictes sobre el fons.** Les restes d'arts de pesca i altres derelictes poden provocar seriosos danys tant a la ictiofauna com a la fauna bentònica, de forma que caldria programes de sensibilització, localització i enretirada d'aquestes restes.
- e) **Mantenir una major qualitat en la metodologia del seguiment.** S'ha constatat que el canvi d'observadors pot donar lloc a errors de mesura que són difícils d'interpretar i corregir. És per això que es recomana en el futur que els censos els realitzin equips de biòlegs experimentats.
- f) Fer un **control sistemàtic i rutinari de les captures comercials** al voltant de la Reserva, per tal de seguir-ne l'evolució.

### Cap de Creus

- g) **Augmentar la zona de Reserva Integral.** Degut a que la Reserva de l'Encalladora sembla ser petita per la retenció de biomassa, es recomana augmentar la zona de Reserva Integral, incloent tot el perímetre de l'illa de l'Encalladora. A més, degut a que la veïna illa Massa d'Or aglutina una gran quantitat de biomassa, aquesta zona es podria incorporar en aquesta Figura de protecció.

- h) **Desenvolupar programes de retirada d'arts de pesca abandonats, i de sensibilització a tots els col·lectius respecte aquesta problemàtica.** La gran quantitat de restes trobats, així com l'èxit del programa desenvolupat al PNMIMBT, ens fa pensar que seria una mesura molt efectiva per a la conservació del parc.

### **Montgrí-Medes**

- **Augmentar el nivell de vigilància** actual sobre l'àrea totalment protegida de les Illes Medes i també en les zones perifèriques on es produeix pesca industrial de forma il·legal.
- **Fer més evident (rètols i/o boies) que la pesca submarina és una activitat prohibida a la Reserva Parcial del Molinet a la Punta Salines.** Tots els pescadors que hem detectat en aquesta àrea han al·legat que desconeixien la prohibició.

## Seguiment de grans decàpodes

- A les Illes Medes les llagostes es conserven les abundàncies de 2014, tot i que la biomassa ha augmentat lleugerament.
- A més d'un llamàntol, s'han pogut censar 32 llagostes, la major part reclutes i juvenils al Cap de Creus.
- Al Montgrí i a les Illes Medes s'han censat 167 llagostes, 6 llamàntols i 2 esclops. La major part de les llagostes eren juvenils al Puig de la Sardina (Montgrí). Els altres grans decàpodes es trobaven a les Medes.

- Les poblacions d'esclop i llamàntol són pràcticament relictos i la cranca és una espècie que es pot considerar actualment extinta.
- El potencial reproductor de les llagostes a les Illes Medes és pràcticament nul.
- Un pla de gestió adequat faria possible la recuperació de llagostes al Parc Natural del Montgrí.
- El PN del Cap de Creus presenta un elevat potencial geogràfic per recuperar les poblacions de grans decàpodes.

### Aquest capítol ha de ser citat com:

Díaz D., Muñoz A, Aspillaga E, Capdevila P, Mariani S, Zabala M, Hereu B. 2016. Seguiment dels grans decàpodes al Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Informe tècnic. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals.



## Introducció

Els crustacis decàpodes presenten una gran varietat de formes, fruit de seva adaptació evolutiva als diferents hàbitats. En aquest grup trobem moltes de les espècies marines més conegudes, des dels crancs, escamarlans i llagostins fins a les llagostes, les cigales o els crancs ermitans. Els censos del seguiment de grans decàpodes dels Parcs Naturals de Cap de Creus i del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, es centren en quatre espècies ben conegudes. Dues d'aquestes espècies, la llagosta vermella (*Palinurus elephas*) i l'esclop (*Scyllarides latus*) pertanyen a la família Palinuridae, la cranca (*Maja squinado*) pertany a la família Majidae, i per últim el llobregant o llamàntol (*Homarus gammarus*) a la família dels Nephropidae. D'aquestes quatre espècies, la llagosta representa el descriptor principal d'aquest estudi, ja que es tracta de l'espècie actualment més important tant com a recurs pesquer com per l'interès de part dels escafandristes. A més la llagosta s'utilitza sovint com a emblema del bon estat de conservació dels hàbitats on viu, es sinònim de qualitat i la seva presència a les nostres costes es un valor afegit per qualsevol zona turística. Malauradament hi ha espècies de grans decàpodes que a les costes catalanes ja no es poden considerar d'interès pesquer, degut a la manca de captures regulars. Hom coneix que espècies de grans decàpodes com el llamàntol, l'esclop o la cabra de mar, representaven fa unes dècades captures freqüents o es podien observar bussejant. La sobrepesca a la qual han estat sotmeses n'ha determinat la quasi completa desaparició, i, com en el cas de la cranca, es poden considerar pràcticament extintes. Per aquesta raó, actualment s'estan duent a terme diversos projectes d'investigació i reintroducció focalitzats en aquestes espècies de grans decàpodes. Es per això que bàsicament centrarem l'estudi del descriptor grans decàpodes al seguiment i evolució de la llagosta vermella.

La llagosta vermella (*Palinurus elephas*) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) és una espècie de gran interès econòmic, tradicionalment vinculada a les activitats pesqueres artesanals de les costes de la Mediterrània occidental. A l'interès pesquer s'hi afegeix un innegable valor turístic, lligat al caràcter d'espècie bandera o emblemàtica que indubtablement té en la gastronomia i el busseig d'esbarjo. La popularització de les activitats subaquàtiques ha convertit moltes zones de la costa Mediterrània més atractives i ben conservades en centres on els turistes esperen de contemplar, sobretot, espècies emblemàtiques com el corall, les gorgònies, els grans peixos i la mateixa llagosta. D'aquesta manera, l'espècie esdevé d'interès per a l'economia dels pobles mariners tant si la seva activitat principal és la pesca, cosa ja rara al nostre país, com si, seguint la tendència actual, és el turisme. Paradoxalment, la importància creixent ve acompanyada d'una evident rarificació a les costes catalanes d'espècies com el corall, la llagosta i els grans peixos; això obliga a l'administració a gestionar amb molta cura les seves poblacions per intentar canviar aquesta tendència.

Un punt clau en la gestió de les espècies de grans decàpodes rau en conèixer els factors que causen la seva rarificació. De fet, la pesca artesanal és el factor més important de la davallada de la població, en part degut a la seva gran eficiència en la captura d'aquestes espècies. Això es veu afavorit, de ben segur, per la manca de control i compliment de la normativa pesquera, que tot i ser restrictiva, no es compleix fil per randa. Per altra banda, factors com la depredació o la destrucció dels hàbitats són elements clau cara a la presència de la llagosta en un espai natural. En tots aquest factors en certa manera l'administració hi pot intervenir per tal d'afavorir la recuperació de les poblacions. Contràriament, hi ha un factor essencial en la dinàmica poblacional d'aquestes espècies sobre el qual no podem intervenir, i que és determinant per l'evolució de la població; estem parlant del reclutament. Entenem com a reclutament el nombre d'individus nous que provenen de l'assentament larvari i que s'incorporen a la població en una fase que són explotables.

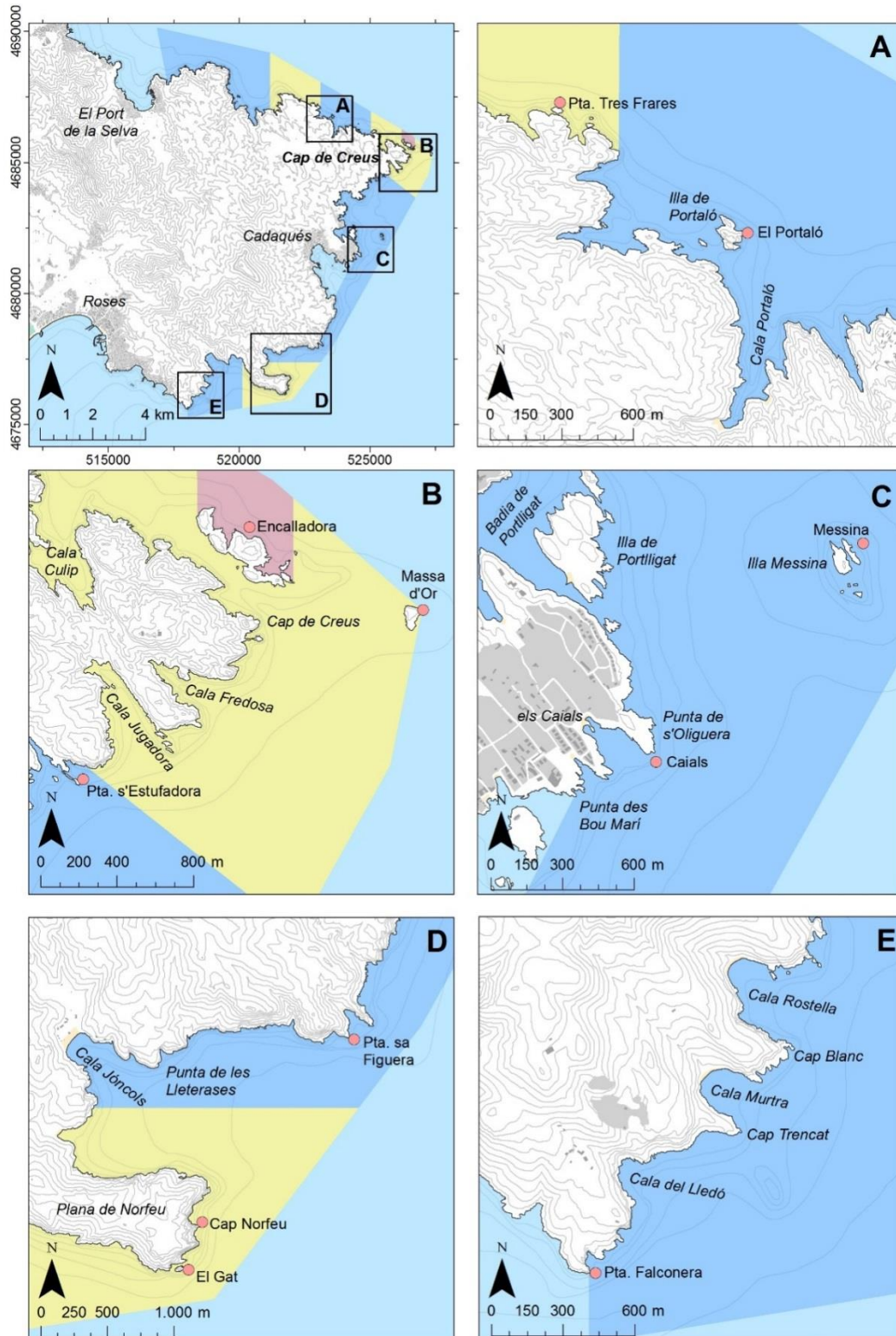
Seguir el reclutament a la població explotable, passa per realitzar pesques experimentals, a la fi de minimitzar l'esforç i emprar tècniques menys invasives per el medi natural, i a la vegada establir amb mes cura la dinàmica poblacional es va decidir avaluar els individus recent assentats o els anomenats post-puérulus. En el cas de la llagosta, es necessari que els individus recentment assentats, els primers estadis bentònics passin almenys un any als fons marins perquè es puguin observar pels bussejadors. Tanmateix, per poder pescar llagostes amb els actuals ormeigs (tresmall llagoster), han de passar un mínim de 3 anys, aquest individus de 3 anys son els anomenats reclutes. És per aquest motiu que és molt important poder establir l'assentament anual de l'espècie a les nostres costes, ja que això permetrà d'obtenir una capacitat de gestió de les poblacions a llarg termini i poder establir les àrees amb millor capacitat de recuperació de les poblacions.

Pel que fa al seguiment de grans decàpodes, l'objectiu d'aquest treball ha estat avaluar la població de llagosta (*Palinurus elephas*) als Parcs Naturals de Cap de Creus i del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, detectar zones d'assentament, així com avaluar la presència d'altres grans decàpodes com el llamàntol (*Homarus gammarus*), l'esclop (*Scyllarides latus*) i la cabra de mar o cranca (*Maja squinado*).

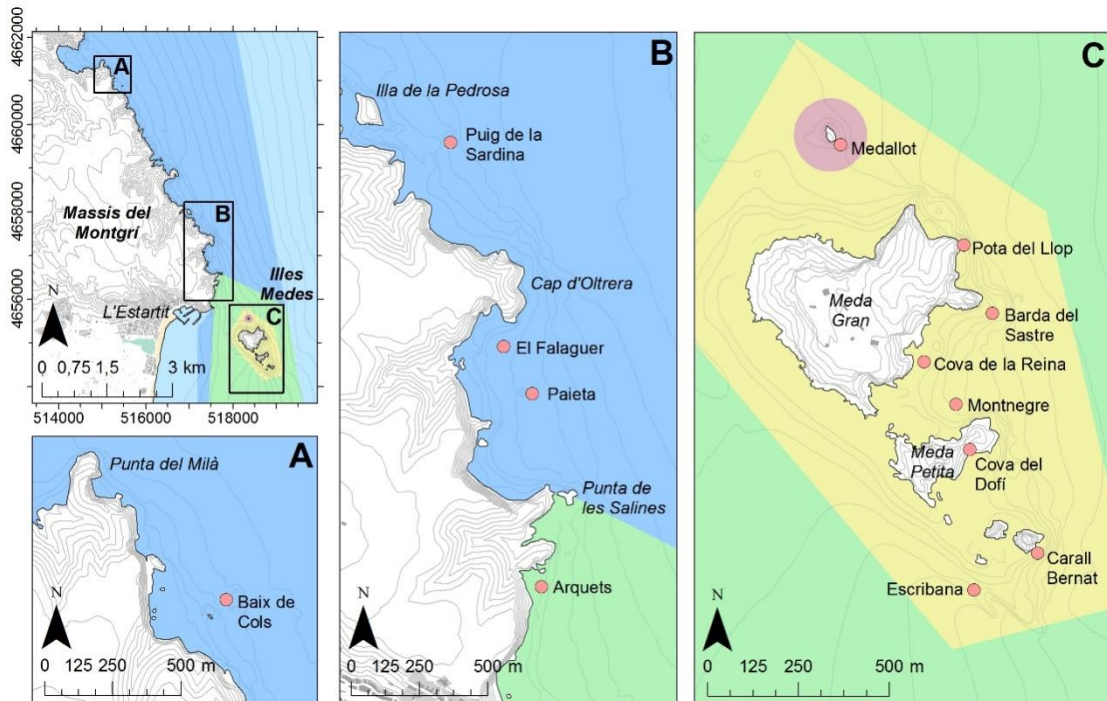
## Materials i Mètodes

### Estacions de mostreig

Es van dur a terme censos de grans decàpodes al Parc Natural del Cap de Creus (Figura 1) i al Parc Natural del Montgrí i les illes Medes (Figura 2). S'han mostrejat un total de 11 estacions al Parc Natural del Cap de Creus (vegeu Taula 1.1) i a 11 estacions a les Illes Medes i 5 estacions en el Parc Natural del Montgrí (vegeu Taula 1.2). El mostreig es va dur a terme mitjançant censos visuals amb escafandre autònom. A cada mostreig participen dos submarinistes que tenen una àmplia experiència en la realització d'aquests censos visuals. En les estacions de la costa del Montgrí i en el Cap de Creus hi ha un tercer membre de l'equip que fa de barquer. Com que les abundàncies son molt baixes, els transectes de mostreig no son realitzats a l'atzar, ja que aquestes espècies tenen un hàbitat molt definit i per tant el que s'ha realitzar es mostrejar dins de l'hàbitat que prèviament es coneix com a idoni per la presència de l'espècie, tot i així la freqüència d'individus es molt baixa.



**Figura 1.** Mapa dels punts corresponents a les estacions de mostreig dels grans decàpodes al Cap de Creus. Les àrees grogues representen la Reserva Natural Parcial (RNP), les blaves el Parc Natural (PN) i la vermella la Reserva Natural Integral (RNI).



**Figura 2.** Mapa dels punts corresponents a les estacions de mostreig dels grans decàpodes al Parc Natural del Massís del Montgrí-Illes Medes. Les àrees grogues representen la Reserva Natural Parcial (RNP), les blaves el Parc Natural (PN) i la vermella la Reserva Natural Integral (RNI).

**Taula 1.1.** Estacions mostrejades pels grans decàpodes al Cap de Creus l'any 2016. Es detallen la Zona, el nom de l'estació (**Nom\_est**), el nivell de protecció (**Prot**), la fondària en metres (**Fond\_m**), i les coordenades en el sistema de referència utilitzat: UTM, ETRS89.

Zona	Nom_est	Prot	Fond_m	Fus_UTM_89	X_ETRS89	Y_ETRS89
Cap de Creus	Pta. TresFrares	PN	30	31	522873	4687312
Cap de Creus	El Portaló	PN	40	31	523662	4686764
Cap de Creus	Encalladora	RNI	30	31	526499	4685791
Cap de Creus	Massa d'Or	RNP	32	31	527409	4685357
Cap de Creus	Pta. s'Estufadora	RNP	35	31	525626	4684471
Cap de Creus	Messina	PN	28	31	525548	4682283
Cap de Creus	Caials	PN	25	31	524680	4681366
Cap de Creus	Pta. saFiguera	PN	40	31	523081	4677893
Cap de Creus	Cap Norfeu	RNP	15	31	521934	4676515
Cap de Creus	El Gat	RNP	30	31	521831	4676154
Cap de Creus	Pta. Falconera	PN	30	31	518080	4675592

**Taula 1.2.** Estacions mostrejades pels grans decàpodes al Montgrí i les Illes Medes el 2016. Es detallen la Zona, el nom de l'estació (**Nom\_est**), el nivell de protecció (**Prot**), la fondària en metres (**Fond\_m**), i les coordenades en el sistema de referència utilitzat: UTM, ETRS89.

Zona	Nom_est	Prot	Fond_m	Fus_UTM_89	X_ETRS89	Y_ETRS89
Medes	Medallot	RNI	35	31	518385	4655525
Medes	Pota del Llop	RNP	40	31	518725	4655249
Medes	Barda del Sastre	RNP	40	31	518803	4655062
Medes	Cova de la Reina	RNP	12	31	518615	4654928
Medes	Montnegre	RNP	30	31	518703	4654811
Medes	Cova del Dofí	RNP	30	31	518741	4654687
Medes	Carall Bernat	RNP	40	31	518928	4654403
Medes	Escribana	RNP	35	31	518752	4654301
Montgrí	Baix de Cols	PN	20	31	515521	4660945
Montgrí	Puig Sardina	PN	35	31	517297	4657879
Montgrí	El Falguer	PN	30	31	517491	4657130
Montgrí	Paieta	PN	22	31	517597	4656958
Montgrí	Arquets	ZPP	25	31	517631	4656251

Tot i les baixes abundàncies trobades el 2014, s'ha preferit aquest any repetir els mostrejos a part de les localitats visitades anteriorment. La única estació del 2014 que no s'ha mostrejat ha estat la de Cala Culip. Les noves estacions són Punta Estufadora, El Gat, Punta Falconera.

A les Illes Medes i al Montgrí, s'han mantingut enguany les Estacions del 2014, tot i que se n'han afegit 3 noves estacions i s'han ubicat a la nova zona del Parc Natural del Montgrí. Son les estacions del Baix de Cols, El Falguer i la Paieta.

## Poblacions de grans decàpodes

Les poblacions dels grans decàpodes han estat estimades mitjançant censos visuals amb escafandre autònom per un equip de dos persones, que prospecten un transecte adreçat a trobar el màxim nombre de decàpodes. Tots els mostrejos es tenen que realitzar amb llanterna ja que durant les hores diürnes, moment en que s'han realitzat els mostrejos, les espècies objectiu es troben encauades en refugis i en condicions de baixa lluminositat. Per cada transecte, es compta el nombre d'individus de cada espècie i se n'annota la mida del cefalotòrax segon la següent subdivisió: menor de 25mm (post-puerulus), T1: entre 25 i 60mm, T2: entre 60 i 80mm, T3: entre 80 i 120mm i T4: majors de 120mm, el sexe (quan és possible), la fondària i el tipus de fons. Altres observacions destacables com serien arts de pesca, zones de post-puerulus, o presència d'espècies invasores també s'enregistren.

A cada cens, cada observador prospecta un corredor d'una amplada d'uns 2 m que es poden reduir a un metre als censos realitzats dins de coves, a les màximes profunditats mostrejades o amb aigües brutes o, també durant els censos dels individus més petits. Cada cens dura uns 5 minuts i, a cada immersió, l'observador realitza un màxim de 6 censos. Si sumem l'esforç dels dos observadors podem tenir un màxim de 12 censos, per una durada en total d'una hora efectiva d'observació per immersió. Desplaçant-se a una velocitat mitjana de 10 metres per minut, cada observador prospecta per cada transecte una superfície d'aproximadament entre 50-60 m<sup>2</sup>.

La llagosta i els altres grans decàpodes tenen una distribució extremadament contagiosa i fidel a roques o indrets determinats. Fora d'aquests indrets la probabilitat de trobar-ne és molt reduïda. Sovint l'amplada de la zona propícia és tan limitada, que el segon observador no té opció de fer recomptes positius. Essent zero tots els seus censos, la inclusió dels seus resultats en el còmput total rebaixa sistemàticament les estimes de densitat. De la mateixa manera, és molt important tenir en compte que qualsevol cens realitzat fora de les zones o dels habitats on més sovint viuen els grans decàpodes pot dur a estimes de densitats que s'apropen a zero tot i la presència d'individus en un punt concret del transecte. Tot això fa que convertir els resultats dels censos a valors de densitat, així com es pot fer per molts organismes amb distribucions menys agregades, no tingui massa sentit en el cas dels grans decàpodes. Pel baix nombre d'individus censats i per les diferències a nivell dels recorreguts duts a terme a les diferents localitats (llargada, durada, profunditats, etc.), aquest any hem optat per proporcionar dades de densitats de grans decàpodes en individus per minut mostrejat.

Finalment, per calcular la biomassa en grams (**W**) en el cas de les llagostes, s'han utilitzat les següents fórmules de conversió, en funció de si es tractava d'individus mascles o femelles, on **CL** és la longitud del cefalotòrax en mm:

$$\text{Pes fresc (W)} = 0,0012\text{CL}^{2,882} \text{ (mascles; rang 45-169 mm CL)}$$

$$\text{Pes fresc (W)} = 0,0016\text{CL}^{2,834} \text{ (femelles; rang 41-142 mm CL)}$$

## Resultats

### Cap de Creus

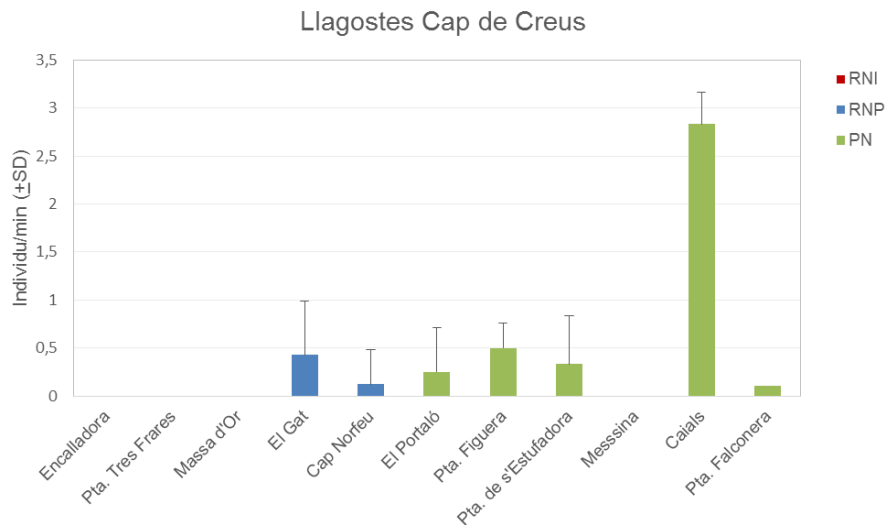
#### Llagostes

Aquest any s'han censat 33 grans decàpodes al Cap de Creus, dels quals 32 eren llagostes (Figura 3).



**Figura 3.** Una exemplar recent assentat de llagosta vermella de 14 mm de longitud de cefalotòrax (CL) a l'estació del Falaguer (Superior). Agrupació d'exemplars juvenils ( 1 i 2 anys d'edat) en el Puig de la Sardina, un dels "hotspots" del PN Montgrí (Inferior)

L'abundància de les llagostes al Cap de Creus varia seguint el patró que es presenta a la Figura 4 per les 11 estacions mostrejades.

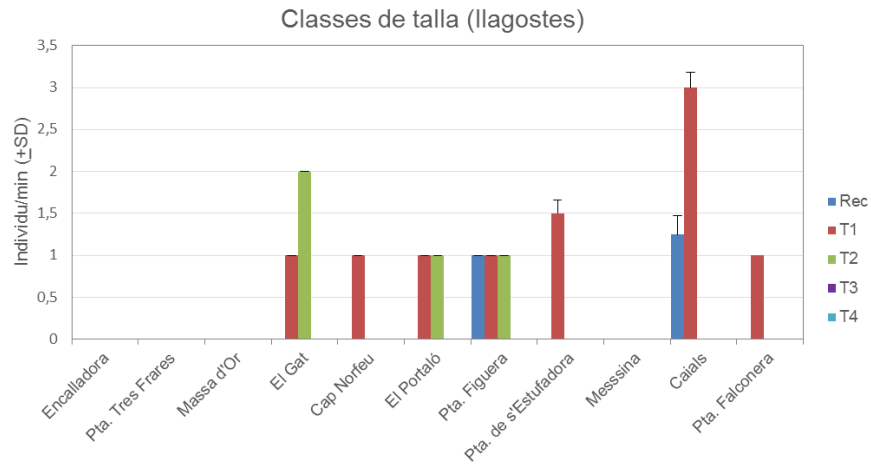


**Figura 4.** Mitjanes de les abundàncies (ind/min) de llagostes a les localitats mostrejades al Cap de Creus i pels diferents tipus de protecció. RNI: Reserva Natural Integral; RNP: Reserva Natural Parcial; PN: Parc Natural.

En general les abundàncies trobades han sigut molt baixes, a part de la localitat Caials on es van censar 17 llagostes. Un dels factors pot esser que en aquesta localitat s'han realitzat alguns censos una mica més profunds que a la resta, ja que gran part de les llagostes censades es troben a fondàries per sota dels 20 metres. Tot i que hi ha més estacions amb valors positius a la zona del parc natural, no s'ha trobat diferència significativa entre les tres zones de protecció. No hi ha un efecte clar de la protecció sobre els índex d'abundància de llagostes

Si observem l'índex d'abundància de llagostes per les diferents classes de talla, tenim en compte els exemplars recent assentats, la talla més abundant al Cap de Creus és la T1 (entre 25 i 60 mm), amb una freqüència més o menys constant. A l'estació dels Caials arriba a ser més del doble que a la resta de localitats. La talla que segueix, en freqüència es la talla dels reclutes (<25mm), mentre que la T2 i la T4 són inferiors i cap llagosta de la talla T3 ha estat censada.

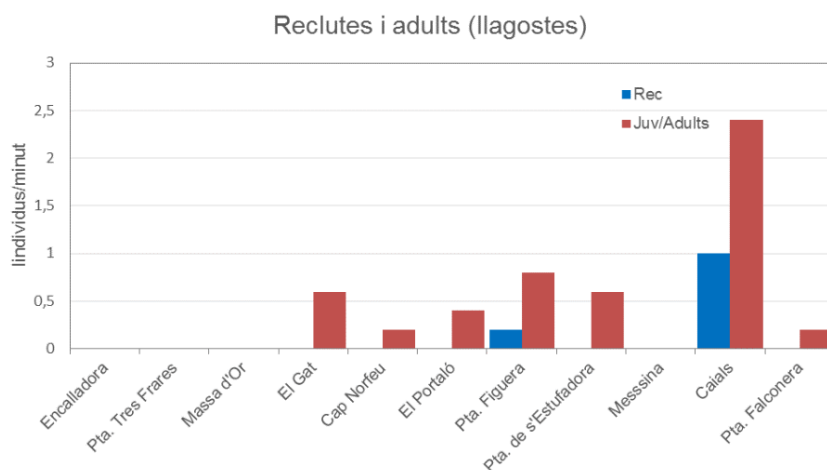




**Figura 5.** Mitjanes de les abundàncies de llagostes a les localitats mostrejades al Cap de Creus segons la classe de talla.

Quan observem el nombre d'individus censats per unitats de temps, el patró general no canvia gaire amb Caials representant la localitat amb la mitjana més elevada (Figura 5), però amb Punta Figuera que destaca sobre Punta de s'Estufadora – al contrari d'allò que es mostra al Figura 6 – degut possiblement a una major eficiència en el mostreig.

La representació dels individus trobat en funció del temps pot ser preferible a aquella amb mitjanes i errors estàndards (Figures a dalt) o amb nombres totals d'individus per localitat. Això es deu, com ja dèiem a l'apartat de la metodologia, a que la metodologia emprada pel censos de grans decàpodes no es pot considerar un recompte d'organismes dins d'una àrea determinada, sinó que cada cens, per estar adreçat a la detecció d'individus, es considera una cerca activa de durada variable.



**Figura 6.** El nombre total d'individus de llagosta a cada localitat del Cap de Creus tenint en compte la repartició al llarg del temps del mostreig. Rec: reclutes del primer any; Juv/Adults: individus juvenils o adults.

### Altres decàpodes

A l'estació de s'Encalladora és va censar un llamàntol (*Homarus gammarus*) (Figura 7), tot plegat abundàncies molt baixes si es considera el nombre de censos totals al Cap de Creus i per les quals no es presenta cap gràfic.



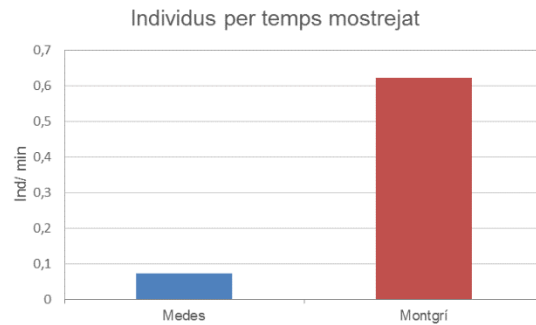
**Figura 7.** Un llamàntol de talla 3 (*Homarus gammarus*) dins un cau amb un fons detrític, a 35 metres a l'Encalladora.

### Montgrí - Medes

#### Llagostes

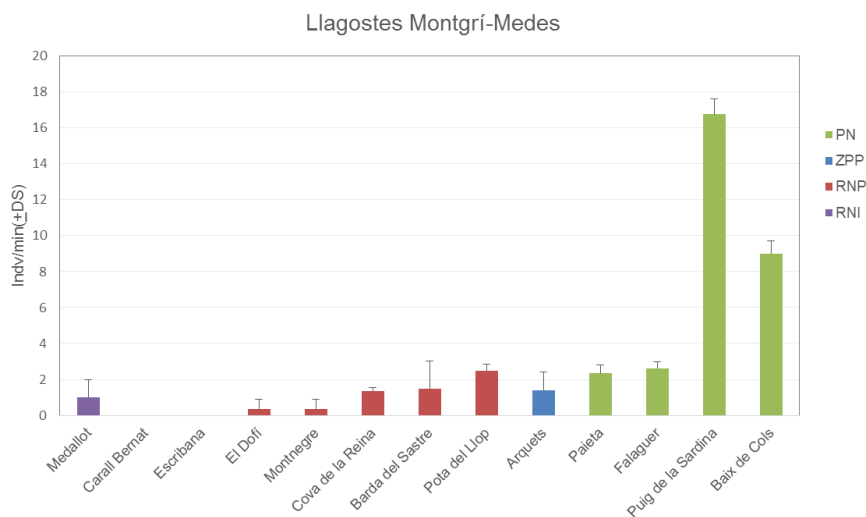
Aquest any s'han censat 170 decàpodes al Montgrí i a les Illes Medes, del quals 167 eren llagostes, 2 esclops i un llamàntol.

El nombre total d'individus censats al Montgrí ha sigut de 143, uns 4,4 individus de mitjana per estació però amb una grans dispersió, des de els 1,4 individus de mitjana als Arquets fins als 16,75 al Puig de la Sardina. A les Medes es van censar 27 llagostes, amb una mitjana per estació de 0,75. Aquestes diferències entre el Montgrí i les Medes queden paleses quan dividim els nombres totals d'individus per temps de mostreig (Figura 8).



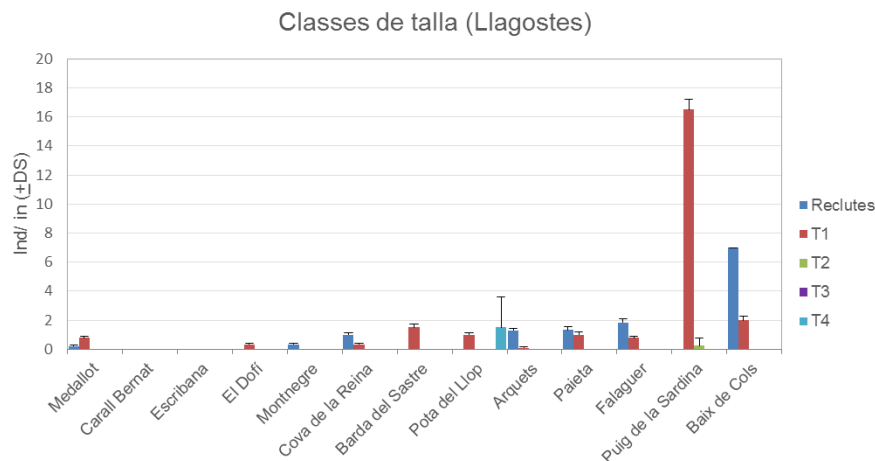
**Figura 8.** El total d'individus de llagosta censats a les Illes Medes i al Montgrí per cada minut de mostreig.

L'abundància de les llagostes al Montgrí i a les Illes Medes varia seguint un patró ja conegut d'anys anteriors, amb el Puig de la Sardina destacant molt marcadament per sobre del Baix de Cols (nova estació) i amb les dues localitats arribant a mitjanes fins a vuit vegades més altes que tota la resta de localitats (Figura 9).



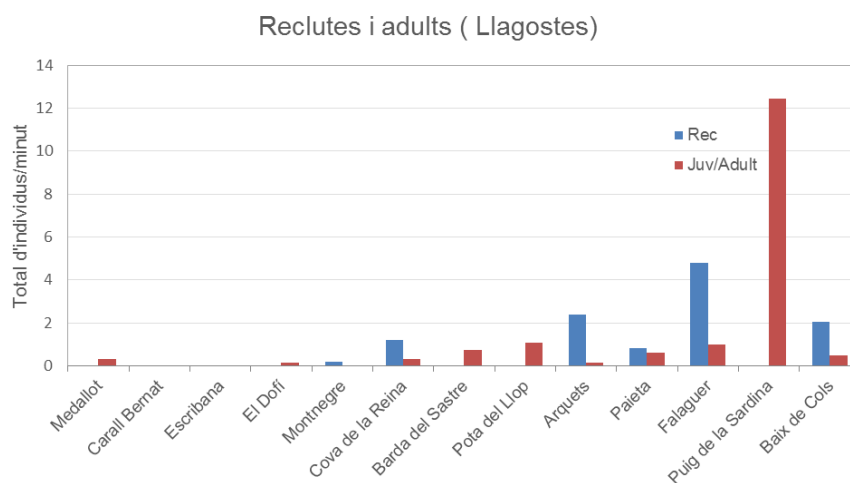
**Figura 9.** Mitjanes (i errors estàndard) de les abundàncies de llagostes a les localitats mostrejades al Montgrí i les Illes Medes i pels diferents nivells de protecció.

Les talles més abundants de llagostes com es d'esperar han estat la talla 1 (T1, entre 25 i 60 mm) i els recent assentats per sota de 25mm. De les 99 llagostes de talla 1 que es van censar, 66 es van trobar al Puig de la Sardina. En canvi, dels 64 reclutes, 24 es van trobar al Falaguer i 14 al Baix de Cols (vegeu Figura 10). De la talla 2 (60-80mm) només se'n va trobar un individu al Puig de la Sardina, mentre que cap individu de la talla 3 (80-120mm) es va poder censar. Finalment, tres individus de la talla 4 (més de 120 mm) i, concretament, de entre 16 i 17 centímetres de longitud de cefalotórax, es van censar a la Pota del Llop.



**Figura 10.** Mitjanes (i errors estàndard) de les abundàncies de llagostes a les localitats mostrejades al Montgrí -Medes segons la talla.

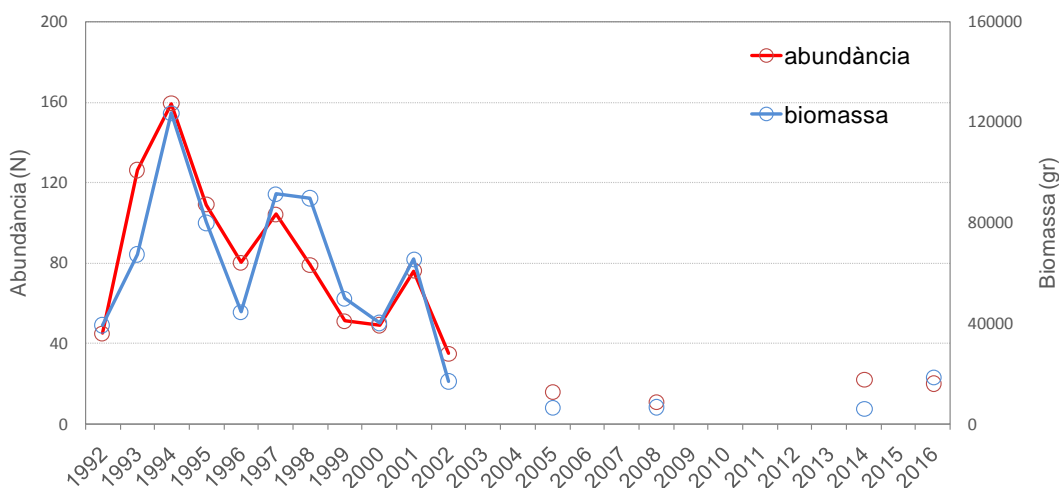
En el cas del Montgrí i de les Illes Medes, com ja dèiem a l'apartat sobre el Cap de Creus, la representació dels individus en funció del temps ens permet de veure com els reclutes del Baix de Cols i del Falaguer, per tenir distribucions diferents al llarg dels respectius censos, canvien les seves proporcions, essent el Falaguer la localitat amb major nombre de reclutes censats per minut (Figura 11).



**Figura 11:**El nombre total d'individus de llagosta a cada localitat del Montgrí i les Illes Medes tenint en compte la repartició al llarg del temps del mostreig. Rec: reclutes del primer any; Juv/Adults: individus juvenils o adults.

## Evolució temporal de la biomassa i de l'abundància a les Illes Medes

Aquest any tornem a disposar de dades per fer comparacions amb la biomassa i la abundància totals de llagostes per les Illes Medes. Com ja es comentava a la memòria de 2014, des de 2001-2002 s'està observant una lleugera davallada del nombre total de llagostes, però el 2014 i aquest any semblaria que estiguin pujant. Pel que fa labiomassa el 2016 ha pujat força degut al lleuger augment de la talla 4 tot i que el patró general no s'ha vist alterat (Figura 12). Tampoc cal esperar-se, com ja passava des de 2005, que la biomassa sigui molt alta, degut a que la major part dels individus són de la classe T1 (Figura 10, talles).



**Figura 12.** Evolució en el temps del nombre total de llagostes, exceptuant els individus recent assentats, a les Illes Medes. Abundància en nombre d'individus (vermell); biomassa en grams de pes fresc (blau). Hom no disposa de dades dels anys 2003-2004, 2006-2007 i 2009-2013.

## Altres decàpodes

El 2016 s'ha trobat només un llamàntol a la Barda del Sastre. Al recorregut del Dofí, i més concretament a la Cova dels Misidacis, s'han pogut observar dos esclops. Cal destacar, com ja passava en anys anteriors, que no s'ha vist cap cabra de mar (*Maja squinado*). Tot plegat, doncs, els patrons de grans decàpodes a les Illes Medes, no han canviat gaire respecte als observats el 2014.

## Rendiment per unitat d'esforç

Els resultats ens indiquen que per els grans decàpodes en general al Cap de Creus, Montgrí i Illes Medes el rendiment es molt proper a 0, potser amb excepció de les llagostes que en algunes estacions en específic hi ha valors que es poden considerar força elevats, però es fruit de la presència d'exemplars de talla 1. La unitat d'esforç que fem pot semblar força curiosa i complex d'entendre però es degut a les baixes densitats que censem en totes les estacions, tot i sempre cal tenir en compte que els censos ja parteixen d'un biaix en relació al hàbitat, que com hem comentat es completament essencial per avaluar les poblacions de grans decàpodes.

## Evolució temporal

No hem pogut fer cap comparació, dels seguiments dels anys 2009-2011, ja que no hem trobat dades disponibles.

La primera impressió, després de comparar els rendiments per unitat d'esforç a cap de Creus, Montgrí i illes Medes amb les dades del 2008 (Ballesteros *et al.*, 2008), és que enguany el nombre de llagostes ha augmentat 2,5 vegades als censos del Montgrí. Com és habitual aquest augment està liderat per la roca del Puig de la Sardina, però tot i que l'any anterior es va també censar 23 exemplars de llagosta juvenils no reproductors, el que ens indica que aquest valor depèn en gran mesura de la variabilitat anual del procés d'assentament. Per aquest motiu com ja hem explicat anteriorment, el nombre de llagostes recent assentades també es força variable entre anys. L'any 2008 es van trobar llagostes en totes les àrees que es van mostrejar. Els valors sempre són molt més elevats en la zona de la costa del Montgrí, ja que la depredació per part dels peixos és inferior i fa que els exemplars recent assentats presenten una major supervivència. La presència de llobregants i esclòps tant, l'any 2008 com l'any 2014 és anecdòtica, tot i que els llobregants es van observar amb molta més freqüència i en totes les zones l'any 2008. Això no vol dir que hagin mostrat un descens significatiu o preocupant, ja que aquesta espècie es troba en nombres tant baixos que en molts casos la certesa de ser observat rau en la casuística del moment de mostreig. En referència als esclòps, l'any 2008 es van observar major nombre d'exemplars. La presència o absència d'aquesta espècie segueix una mica el mateix raonament que els llobregants, però és cert que en general aquesta espècie darrerament és més fàcil d'observar. No obstant, aquesta espècie mai ha estat observada a cap de Creus, el que ens fa pensar que potser no estem mostrant l'hàbitat adequat en aquesta zona, per tant creiem que hauríem de fer un esforç per l'avaluació d'aquesta espècie.

## Discussió

### Metodologia

Per evitar les problemes esmentats a la Memòria de 2014 sobre la poca eficàcia que s'assoleix utilitzant els mateixos transectes per als censos de peixos i als de grans decàpodes, enguany, com ja hem vist a l'apartat de la metodologia, s'ha canviat totalment el sistema de mostreig tot mantenint gran part de les localitats mostrejades. Per tant com s'ha comentat en diversos apartats del descriptor, s'han realitzat un mostreig específic per l'avaluació de grans decàpodes. D'aquesta manera els valors són molt més acurats a la realitat, tot i que la presència contagiosa de l'espècie i el desconeixement de tots els punts on es poden acumular, sobretot per el cas de llagostes, fa difícil conèixer de manera molt exacte el nombre total de decàpodes. Tot i així el mètode que fem es el mètode que està validat per censar decàpodes per part de la comunitat científica.

*Llagostes* - Un altre aspecte clau es la selecció dels observadors, la complexitat que suposa l'estimació de la talla, sense la captura dels exemplars, a la fi de no malmetre cap apèndix i l'observació del recent assentats, (exemplars de meus de 25 mm de LC i 40mm LT) fa que sigui clau per la avaluació del descriptor. Sense la capacitat d'observació d'aquestes mides, la comprensió de la dinàmica de l'espècie es fa molt difícil i impossible d'interpretar.

### Cap de Creus

Les diferències d'abundància de grans decàpodes trobades enguany al Cap de Creus respecte als darrers anys de seguiment, o sigui un augment del nombre total d'individus (de 3 a 34, en total), poden atribuir-se a diferents factors, que bàsicament estan lligats a la dinàmica poblacional de l'espècie. És cert

però que algunes de les estacions noves, com ara el Gat i la Punta de s'Estufadora, han permès augmentar el nombre d'exemplars censats, encara que amb números molt baixos, s'ha de tenir en compte que aquestes noves estacions seleccionades presenten un hàbitat molt idoni per poder ser emprat com a refugi per llagostes, fet que es veu reflectit en la freqüentació per part dels bussejadors. Ja que la presència de llagostes es un incentiu més per seleccionar a quina zona es va a fer immersió.

Pel que fa als exemplars de talla inferior a 25 mm LC, enguany s'han censat 6 reclutes, 5 dels quals a la zona de Caials i l'altre a Pta. Figuera. La gran diferència entre aquest valor i els trobats al Montgrí i Illes Medes rau en l'origen geològic del Cap de Creus. Uns dels hàbitats òptims per les llagostes són els forats buits de dàtil de mar, la roca metamòrfica del Cap de Creus no es una superfície adequada per l'assentament de *L.lithophaga*, fet que fa que la presència del mol·lusc sigui molt baixa i per tant difícil hi troben exemplars recent assentats de llagosta. El fet que els Caials s'hagi trobat una presència més elevada de recent assentats que a la resta de les estacions del Cap de Creus, pot ser degut a que les condicions geomorfològiques fan que sigui una zona d'especial retenció d'influx de larves de llagostes, però aquest fet es només una suposició que es molt complexa de demostrar.

Si analitzem l'efecte del nivell de protecció al Cap de Creus vers l'abundància de llagostes, podem observar que no hi ha cap efecte significatiu, però si que es manté el patró de les Illes Medes i el Montgrí, en el sentit que a la zona on hi ha més protecció, i on a priori esperàriem trobar abundàncies més elevades ja que l'efecte de la pesca no hi es present, les abundàncies són menors. A la zona de s'Encalladora no es va trobar cap individu, ni de llagosta, ni de llamàntol o d'esclop. Les zones parcialment protegides tenen major abundància de l'Encalladora, i finalment les abundàncies màximes de grans decàpodes les trobem a les cinc zones restricció amb menys protecció.

Aquest fenomen respon l'efecte de la protecció en condicions de poblacions poc estables i una dinàmica molt dirigida pels processos anuals d'assentament. L'efecte de la depredació sobre fases juvenils es molt més elevat en zones on hi ha molta més presència de depredadors, que habitualment són les zones on hi ha més nivell de protecció. Per tant, si tenim en compte que els exemplars que formen part de la població són individus immaturs, aquest seran en major abundància en zones on hi hagi menys depredadors.

## Montgrí-Medes

Tot i el nombre força elevat de llagostes que aquest any s'han pogut censar al Montgrí i a les Illes Medes (167), cal remarcar que la major part dels individus es va veure al Montgrí i concretament al Puig de la Sardina. La major part dels individus censats eren exemplars no reproductors i els únics individus reproductors es van veure va ser a les Illes Medes. S'ha de tenir en compte que la talla de primera maduresa es situa al voltant dels 80 mm LC, el que representa que només són reproductors exemplars de Talla 3 i 4. Seguint el patró ja trobat el 2014, i tenint en compte les classes de talla, a la zona de les illes Medes es troben molt menys exemplars de T1 que a la zona de la costa del Montgrí, com és habitual, donat que la pressió per depredació és molt més gran en l'àrea estrictament protegida. Alhora, el fet de trobar individus grans faria pensar a un efecte positiu de la protecció.

En les estacions històriques de seguiments anteriors (1992) el nombre total de llagostes censades ha estat 73 a la zona del Montgrí i 94 a les Illes Medes. No obstant aquesta abundància de grans individus a les illes Medes és molt baixa, ja que tant per les fondàries mostrejades com pel tipus d'hàbitat, n'esperàriem trobar moltes més. Cada any es mes comú no trobar grans abundàncies de llagostes als llocs que tradicionalment es consideraven llagosters, així des de fa anys l'Escribana, la roca del Montnegre i la Barda del Sastre han deixat de ser els únics reductes on trobar llagostes. L'únic indret que encara podem observar llagostes de manera habitual i sense tenir en compte la dinàmica anual del procés d'assentament es la cova de la Pota del Llop.

Mirant les classes de talla, a la zona de les illes Medes es troben molt menys exemplars de T1 que a la zona de la costa del Montgrí, com és habitual, donat que la pressió per depredació és molt més gran en l'àrea estrictament protegida, efecte que hem explicat per el cas del Cap de Creus. Alhora els pocs individus de gran talla (1 individu talla 2 i tres individus talla 4) s'han trobat a les illes Medes, el que es podria interpretar com un efecte de la protecció. Tot i que per molts motius aquest efecte és molt poc efectiu.

Enguany sembla haver estat un bon any per l'assentament, ja que s'han trobat forces exemplars recent assentats (64). L'alta variabilitat en les dades de reclutament de la sèrie temporal ens fa pensar que el reclutament està sotmès a condicions ambientals que controlen el patró d'assentament anual, de manera que no tenen relació directa amb les poblacions establertes a la zona on s'assenten. Les fluctuacions d'aquest procés son altament impredecibles i complexes de predir, tot i que tenen una forta influència en l'estat futur de les poblacions que s'han de gestionar.

### **Biomassa i abundància illes Medes**

La sèrie temporal acumulada (anys 1993-2016) de biomassa i abundància a les illes Medes, malgrat ser incompleta, mostra clarament la baixíssima capacitat de recuperació demogràfica de la llagosta vermella (*Palinurus elephas*) dins l'àrea protegida de les Medes. Podríem dir que des de fa 14 anys, any 2002, les poblacions de llagostes de les Illes Medes no sobrepassen el llindar de les 40 llagostes. Aquest límit no te cap sentit biològic, però veient l'evolució valors propers a aquest nombre algun cop s'havien assolit com a valors baixos de la sèrie, però des de fa 12 anys sembla ser el valor límit a sobrepassar. El declivi de la població es patent i constant a llarg dels anys, tot i probablement les mesures de restricció i la conservació de l'espècie per part de bussejadors i pescadors sigui més elevada.

El declivi ha de ser entès irreversible ja que en una situació tant deprimida resulta difícilment recuperable, tant sols en zones on hi ha un reclutament consistent, malgrat les fluctuacions anuals pròpies del procés, poden ser susceptibles, amb una gestió adequada a poder ser recuperades. Aquest fracàs de la reserva envers la població de llagostes contrasta amb l'evolució favorable de la població de llagostes de la Reserva Marina de Columbretes (Goñi *et al.*, 2006). En canvi a les illes Medes, hi ha unes circumstàncies, (que anomenem a continuació) que han fet accelerar la depressió de la població fins a límits que creiem irrecuperables:

- 1) Mida petita de la reserva (200 metres de perímetre) en comparació al moviment de les llagostes
- 2) Hàbitat de reclutament molt restringits
- 3) Augment de la pressió de depredació per part dels peixos sobre les fases juvenils,
- 4) Pesca intensiva al voltant de la reserva
- 5) Pesca de talles il·legals (< 90 mm LC) en l'entorn de la reserva
- 6) Impacte de bussejadors sobre l'espècie
- 7) Variabilitat de l'assentament durant els últims anys.

Segons el nostre criteri expert, podríem dir que les llagostes estan extingides pràcticament *sensu stricto* de les Illes Medes, però aquesta situació és difícilment recuperable en termes de gestió, tot al contrari que al Parc Natural del Montgrí.



## Montgrí

En canvi, la costa del Montgrí és una altre cas força singular i diferent a les altres gran àrees. El litoral és un fons rocós continu fins al límit amb la sorra, que no sobrepassa els 40-45 metres de fondària, i presenta zones molt adequades per l'assentament donada la naturalesa calcària del substrat, afavorint molts tipus d'hàbitats òptims per les llagostes. Aquestes característiques la converteixen en un lloc ideal per al creixement de les poblacions de llagostes. No obstant, no trobem llagostes de talles superiors a 90 mm LC degut a la sobrepesca, i la pesca irresponsable de talles petites. Malgrat aquesta sobrepesca, el reclutament en certes localitats és realment excepcional, i en certa forma compensa la forta mortalitat per pesca, tot i que presenta fluctuacions anuals degudes a la variabilitat anual associada a processos oceànics i gratament és independent a la salut de les poblacions adjacents. Aquest potencial de reclutament, independent de les poblacions adultes converteix la costa del Montgrí en una zona totalment adequada per poder plantejar un pla de rescat de la població amb moltes garanties d'èxit.

Un dels problemes que hom ha trobat en totes les estacions de Montgrí-Medes, ha estat la falta de talles reproductores superiors a 90 mm. LC. Això implica que el potencial reproductor està molt malmès de manera que només podem esperar que la població pugui ser rescatada per poblacions d'altres àmbits geogràfics. Per tant podríem dir que no depenem del potencial reproductor de les poblacions de les nostres costes, sinó que hem d'esperar que les poblacions estiguin connectades per processos de dispersió larvària i que puguin ser objecte d'un rescat en forma de reclutament. Per tant la monitorització de l'assentament és clau per gestionar futures recuperacions de les poblacions.

En relació al nivell de protecció, hem vist que realment no es compliria la hipòtesis esperada (a més protecció, més llagostes). Això ho veiem reflectit en les densitat de la costa del Montgrí. Els resultats d'aquesta monitorització mostren clarament que la població de llagostes (*Palinurus elephas*) de la costa del Montgrí-Medes és una població oberta, no auto-suficient i que evita l'extinció local gràcies a una dinàmica meta-poblacional en la que actua com embornal (sink) sense que coneguem on resideix la font (source) que cada any garanteix el seu rescat a través de l'assentament. La llarga durada de la fase de vida larvària planctònica (4-5 mesos) dificulta la recerca, doncs permetria potencialment a qualsevol població de la conca mediterrània occidental actuar com a font de propàguls; per tant, l'origen d'aquest. He d'entendre que llocs el Puig de la Sardina, El Baix de Cols o les roques del Falaguer han de ser considerades com un dels punts més excepcionals d'assentament de llagostes de la Mediterrània occidental.

Mentrestant, hem pogut demostrar que l'assentament, que es repeteix cada any en quantitats significatives, dona pas a una fase de mortalitat juvenil que és molt més important dins les illes Medes que fora d'elles, degut a l'elevada densitat de peixos a les illes Medes. Tanmateix, l'extraordinària densitat de peixos de les illes Medes representa un cas excepcional a la costa catalana, la causa de la regressió de la llagosta a nivell més general l'hem de buscar en un altre lloc. I la causa principal a Catalunya és la sobrepesca, ja que es tracta d'una espècie de creixement molt lent que difícilment pot neutralitzar el gran esforç de pesca a què està sotmesa actualment. En cap cas es compleix la mida legal de captura, i aquest seria el primer pas important per complir en cas que es tingués intenció ferma de recuperar les poblacions de llagostes.

### Grans decàpodes Montgrí-Medes (Llamàntols, Esclops i Cranca)

Les poblacions de grans decàpodes d'interès pesquer és anecdòtica tant al Montgrí com a les illes Medes como al Cap de Creus. Cal remarcar que, tal i com era d'esperar, no s'ha trobat cap cabra de mar ni al Cap de Creus ni a les Illes Medes i al Montgrí. La presència de llamàntols, en tot el temps que hem estat realitzant censos en les illes Medes i costa del Montgrí, sembla molt fluctuant. Mai s'han vist exemplars juvenils i tots els exemplars s'han trobat en el límit més profund de les immersions. Els caus solitaris en fons detrítics o de grapissar son l'hàbitat preferit. Les abundàncies d'aquest exemplars son en molts casos fluctuacions de la pròpia població i per tant els censos si es poguessin fer en una altre època de l'any es podria determinar si existeix un efecte de la estacionalitat anual, igual que passa amb els esclops. Es ben conegut en altres indrets del Mediterrani que els esclops s'agreguen entre els mesos de maig i juny per tant els censos estan dirigits en aquesta època de l'any. Administrativament la realització dels censos en aquesta època de l'any no és possible i per tant pensem que potser els valors dels esclops poden estar subestimats.

## Conclusions

### Cap de Creus

Finalment enguany, s'ha aconseguit censar un nombre més elevat de grans decàpodes al Cap de Creus que en l'anterior exercici 2014. El mostreig a noves estacions podria ser una de les raons d'aquest petit èxit. Cal esmentar que alguns individus es van poder veure durant les prospeccions dutes a terme a tota la zona de la Mar d'Amunt (vegeu Capítol al Volum II d'aquesta memòria). Algunes de les estacions prospectades podrien entrar dins del grup de localitats de mostreig, fins i tot substituint-ne d'altres, on, des de fa anys no s'hi veu cap gran decàpode. Pensem que caldria fer un esforç dirigit a grans decàpodes en llocs que fins ara no s'ha mostrat potser independentment del coneixement de la zona o de les activitats de busseig que es donin. Es clau en aquestes poblacions amb un fort declivi conèixer on son els punts calents d'agregació, però això es molt complex d'esbrinar, tot i que caldria fer un esforç en aquest sentit.

### Montgrí-Medes

La costa del Montgrí segueix essent la zona on s'ha observat una major assentament, i també és on es troba un major nombre de llagostes petites (T1 i T2). En canvi a les Illes Medes trobem els pocs exemplars de llagostes adultes, així com els únics llamàntols i esclops observats en aquesta àrea. Però no veiem recuperació demogràfica de la llagosta vermella (*Palinurus elephas*) dins l'àrea protegida de les Illes Medes. Així, el declivi d'aquesta població ha de ser entès irreversible ja que en una situació tant deprimida resulta difícilment recuperable, tant sols en zones on hi ha un reclutament consistent, malgrat les fluctuacions anuals pròpies del procés, poden ser susceptibles, amb una gestió adequada a poder ser recuperades.

## Recomanacions per a la gestió

### Llagostes

Una població tant deprimida com la de les llagostes és irrecuperable simplement amb la creació de figures de protecció, ja que les talles que es veurien afavorides, els adults de més de 90 mm LC, pràcticament no existeixen. Per tant, les nostres recomanacions són:

- a) Dissenyar noves estacions de seguiment de grans decàpodes a Cap de Creus, tenint en compte els cicles vitals, i iniciar el seu seguiment el més aviat possible amb l'objectiu de disposar d'una sèrie temporal que permeti avaluar aquestes poblacions.
- b) Mantenir les estacions històriques de seguiment de grans decàpodes a la zona del Montgrí i Illes Medes.
- c) Fer accessible i promoure el coneixement de la normativa de pesca i biologia de la llagosta a tots els pescadors artesanals, ja que s'ha detectat un gran desconeixement i no per falta de voluntat dels implicats.
- d) Fer un seguiment acurat de l'assentament de manera que aplicant mesures de protecció específiques per aquestes fases es pugui millorar el futur reclutament a la població.
- e) Identificar les zones d'assentament, i considerar-los i gestionar-los com a hàbitats essencials per a aquesta espècie.
- f) Augmentar els controls i la vigilància en les embarcacions que es dediquen a la captura de la llagosta, així com les ventes que es fan a la llotja.
- g) Es recomana millorar la informació referent a l'espècie que apareix al web corporatiu i material didàctic de la Generalitat de Catalunya, ja que hi ha informació errònia de la biologia de les espècies i la seva nomenclatura, i sobretot perquè provoca confusió pel que fa a la talla mínima de captura  
[http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar\\_especies\\_calador\\_mediterrani/dar\\_crustacis/llagosta-comuna/](http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/pesca/dar_especies_calador_mediterrani/dar_crustacis/llagosta-comuna/).

A més d'aquestes recomanacions generals, al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i en cas d'existir la voluntat per part dels gestors d'aplicar un pla de rescat per la població de llagostes, es recomana, amb moltes garanties d'èxit, a) que es promogui una àrea d'especial interès per la protecció de la llagosta a la costa del Massís de Montgrí, b) obligar a una moratòria de pesca de llagosta durant els propers 5 anys, i c) fer un seguiment continuat de l'assentament i amb la participació activa del sector pesquer per poder fer una avaluació directa de la capacitat de recuperació de les poblacions de llagosta.

## Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacres

### CAP DE CREUS

L'estat de la major part de les praderies visitades a cap de Creus és bo, excepte les estacions de Portlligat, Jugadora i Montjoi a la part superficial, que és moderat.

S'han detectat dos problemes: una clapa oberta a la cala Pelosa, i una regressió històrica al límit profund de cala Culp.

### MONTGRÍ I MEDES

L'estat de les praderies es bo, excepte la part profunda de la Meda Petita, que mostra una regressió històrica.

### EFFECTE DEL FONDEIG

l'ancoratge no sembla tenir efecte significatiu sobre les variables d'abundància de les plantes (densitat i cobertura), encara que sí sobre l'abundància de les nacres.

#### Aquest capítol ha de ser citat com:

Romero J., Pérez M., Ricart A.M, Sanmartí N., Mariani S., 2016. Seguiment de les praderies de posidònia i de les poblacions de nacres del Parc Natural de Cap de Creus i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Memòria tècnica. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. Direcció General de Polítiques Ambientals.

## Introducció

Les fanerògames o angiospermes marines formen un grup de plantes singular, especialment per la seva història evolutiva. Tanmateix, les funcions ecològiques que duen a terme són molt importants (Romero, 2004; Romero et al., 2012). És un grup relativament petit (unes 70 espècies a tot el món) de plantes superiors adaptades secundàriament a la vida al mar. Des d'un punt de vista taxonòmic, es tracta d'espermatòfits o fanerògames, és a dir, plantes amb flor, arrel, tija i fulles, amb llavors embolcallades per un fruit (angiospermes) i emparentades, tot i que de manera llunyana, amb herbes terrestres com ara les gramínies (monocotiledònies). La seva diferenciació histològica i la seva anatomia, com així també els seus òrgans florals, són resultat d'una història evolutiva terrestre, i les separen de manera molt clara d'altres vegetals marins com ara les algues, grup molt diversificat, heterogeni i nombrós, però de constitució i estructura més simple. Les angiospermes marines, a més de flors, presenten una diferenciació clara de fulles, tiges i arrels. Són precisament les arrels les que han permès colonitzar els fons de sediment, molt més extensos que els fons rocosos, de manera que les seves praderies poden arribar a ocupar grans superfícies.

Les angiospermes marines, i les praderies que constitueixen, duen a terme funcions ecològiques crucials en les aigües costaneres, algunes de les quals tenen repercussions regionals o fins i tot globals. A tall d'exemple, esmentarem:

- a) el seu paper com a constructores d'hàbitat, degut a què tant les fulles com les tiges, modificades en forma de rizomes (parcialment enterrats, alguns d'ells amb creixement horitzontal i d'altres amb creixement vertical), formen un suport fisicobiològic que dona protecció o proveeix de substrat a una enorme varietat d'espècies vegetals i animals;
- b) la seva funció com reservoris de biodiversitat, fet que es deriva del seu paper de constructores d'hàbitat, però també la seva producció d'aliment, que nodreix les xarxes tròfiques;
- c) els serveis ecològics dels que són responsables, com ara producció d'oxigen, protecció de platges, filtre natural o embornal de carboni, entre d'altres.

Les praderies d'angiospermes marines són molt sensibles a l'acció humana, de manera que hi ha una certa preocupació d'abast mundial pel seu futur (Waycott et al., 2009), i també, per part de la societat, una demanda de mesures de protecció.

En general, els mecanismes bàsics pels quals els diferents impactes originats per les activitats humanes poden afectar aquestes praderies es classifiquen en:

- a) Modificacions directes dels recursos o factors primaris que controlen la producció, com la reducció de la llum incident, l'augment de temperatura (en particular, el derivat de l'escalfament global) o l'augment de la disponibilitat de nutrients (eutrofització).
- b) Modificacions indirectes de la disponibilitat de recursos a través de l'alteració d'altres factors del medi, de les característiques de l'hàbitat i/o de les interaccions biòtiques (per exemple: augment d'epífits, major incidència d'herbívors i mortalitat d'arrels per manca d'oxigen al sediment, entre d'altres).
- c) Eliminació directa dels organismes (per impactes mecànics, com ara certs tipus de pesca, ancoratge, obres costaneres...).
- d) Bioacumulació i efectes tòxics de contaminants (metalls, detergents, hidrocarburs, etc.) sobre el metabolisme i el creixement de la planta o dels organismes que viuen a la praderia.

Els valors patrimonials associats a les praderies d'angiospermes marines, així com els serveis que subministren, fan que el seu seguiment en general i, especialment, en l'àmbit d'espais marins protegits, sigui de gran importància. D'una banda, és cert que als espais marins protegits moltes de les activitats humanes amb impacte negatiu sobre les praderies estan minimitzades. Ara bé, això no vol dir que no hi hagi pressions. Dos exemples, força diferents, són especialment aplicables al cas de les praderies: la pressió exercida per la nàutica d'esbarjo, i en particular pels fondejos (activitat susceptible de regulació), i els possibles efectes de l'escalfament global (aspecte no susceptible de regulació però amb el què cal estar atent). Per l'òrgan gestor dels espais protegits és essencial disposar d'informació fiable sobre l'estat d'aquests ecosistemes, tant per determinar i avaluar mesures i actuacions, com per saber l'evolució del patrimoni submarí.

De les cinc espècies d'angiospermes marines existents a la Mediterrània (excloses les pertanyents al gènere *Ruppia*), a Catalunya es coneix la presència de tres: *Posidonia oceanica*, coneguda popularment com a alga de vidriers, *Cymodocea nodosa*, de nom popular algueró o alga de les nimfes, i *Zostera noltii*. Una quarta espècie, *Zostera marina*, havia estat vista, al menys a Portlligat, cala Jonquet (badia de Guillola) i a la badia dels Alfacs (delta de l'Ebre), si bé és pràcticament segur que ja no es trobi a les costes catalanes. Més concretament, en l'àrea protegida del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter trobem només *P. oceanica* i *C. nodosa*. Pel que fa a l'àrea que correspon al Parc Natural de Cap de Creus, a més d'aquestes dues espècies trobem també *Z. noltii*.

D'aquestes tres espècies, i tal com constava al plec de condicions, s'ha escollit *P. oceanica* per fer el seguiment. Aquesta elecció es basa en un seguit de raons:

- i. És la que forma les praderies amb un valor ecològic més elevat, tant pel que fa a funcions ecològiques (biodiversitat, producció, etc.) com a serveis ecosistèmics.
- ii. És la més abundant i la que forma praderies més extenses.
- iii. És la més sensible a alteracions antròpiques, pel qual pot donar informació sobre la qualitat general del medi.

Val a dir, també, que les praderies de *P. oceanica* es troben en l'annex I de la Directiva Hàbitats (Directiva 92/43/CEE, de 21 de maig), que fa referència als hàbitats naturals d'interès comunitari pels quals és necessari designar zones especials de conservació.

Finalment, i com ja s'ha dit, les praderies d'angiospermes marines, i en particular les de *P. oceanica*, hostatgen una rica comunitat animal. Un dels organismes singulars d'aquesta comunitat és el mol·lusc *Pinna nobilis*, endèmic de la Mediterrània. És probablement el bivalve de major mida de les nostres aigües, i les seves poblacions han estat greument alterades per l'home, tant per pertorbacions mecàniques (fondejos, xarxes de pesca, etc.) com per captures amb finalitats ornamentals, fins a conduir-les a una situació que alguns autors qualifiquen de vulnerable (Guallart i Templado, 2012). Per aquest motiu, l'espècie es troba en l'annex IV de la Directiva Hàbitats (Directiva 92/43/CEE, de 21 de maig). La seva fragilitat, el seu interès en conservació i l'associació a les praderies de *P. oceanica* fan que el seguiment de les seves poblacions, en el marc del seguiment de les praderies dels espais marins protegits de Catalunya, sigui d'una gran oportunitat.

L'objectiu del present treball, per tant, és avaluar l'estat de les praderies de *P. oceanica* així com les abundàncies de *P. nobilis* a elles associades en els Parcs Naturals marins de Catalunya (Cap de Creus i Montgrí, Illes Medes i Baix Ter) per tal d'obtenir una diagnosi del seu estat actual, relacionar-la amb les activitats que s'hi desenvolupen, comparar-lo amb l'estat passat i aportar informació contrastada per seguir l'evolució d'aquests ecosistemes en els propers anys.

## Material i mètodes

El treball s'ha dut a terme en dues grans fases: la presa de dades al camp i l'elaboració de la informació obtinguda. El mostreig i la presa de dades de camp s'han dut a terme mitjançant busseig amb escafandre autònom, per part d'un equip de quatre bussejadors experimentats en treball de camp amb *P. oceanica* i un barquer a superfície com a mesura de seguretat.

### Els herbeis de *Posidonia oceanica*

Pel seguiment dels alguers de *P. oceanica* s'utilitza una simplificació del mètode desenvolupat pels membres de l'equip de treball per diagnosticar l'estat ecològic de les masses d'aigua a partir de variables biològiques d'aquesta espècie i de l'ecosistema que forma. Aquest mètode es basa en la construcció d'un índex biòtic (*Posidonia Oceanica* Multivariate Index: POMI, Romero *et al.*, 2007), i ha estat acceptat oficialment per la UE durant el desplegament de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/EC), després d'un rigorós procés d'intercalibració (Mascaró *et al.*, 2012). Aquest índex no s'aplica en la seva totalitat per no ser necessari en espais naturals protegits ni estar dissenyat pels objectius del seguiment, però d'ell se'n han extret les variables i metodologies més adients. Part d'aquest mètode, a més, ja s'havia emprat anteriorment en el seguiment de la Reserva Marina de les Illes Medes des de l'any 1984 (Romero *et al.*, 2012), de forma que la utilització de la mateixa metodologia i les mateixes estacions de mostreig emprades fins al moment podrà donar continuïtat a les sèries temporals desenvolupades per membres de l'equip de treball, que són les més llargues de tota la Mediterrània.

Les variables que es mesuren són la densitat, la cobertura i el grau d'enterrament dels feixos. També es prenen dades sobre l'abundància de la macrofauna d'equinoderms (garotes i holoúries). A més, es fa un recorregut per l'herbei per observar-ne les seves característiques i es comproven les fites del límit profund, o se'n posen de noves si no hi havia. Tot i ser persones amb una llarga experiència mostrejant en herbeis de *P. oceanica*, abans de començar la primera estació, els bussejadors passen per un procés d'intercalibració, de forma que tots ells estimen la densitat i cobertura en un mateix quadrat (comparant els resultats i ajustant la metodologia si s'escau), per tal de mitigar biaixos per mostrejador.

### Densitat

La densitat és el nombre de peus (generalment anomenats feixos) per unitat de superfície. Els feixos de *P. oceanica* tenen l'aparença d'agrupacions individualitzades de fulles (de 3 a 7 fulles per feix) que s'uneixen per la base, i són el producte de la ramificació de les tiges (anomenades rizomes en estar parcialment o totalment enterrades). La densitat és un descriptor bàsic de vitalitat de la praderia, així com una primera aproximació a d'altres variables quantitatives ecològicament rellevants (producció, biomassa, etc.). La densitat s'estima a partir del recompte del nombre de feixos que trobem a l'interior d'un quadrat de 40x40 cm, el qual està dividit en 4 subquadrats de 20x20 cm amb l'objectiu de facilitar el comptatge. A cada punt de mostreig (o subestació, veure més endavant) es fan 10 mesures de densitat, anotant els feixos presents a cada subquadrat. Els 10 quadrats es distribueixen a l'atzar sobre la superfície que constitueix el punt de mostreig, és a dir, uns 500 m<sup>2</sup> al voltant del punt marcat per les coordenades i sempre sobre zones amb planta, és a dir, amb cobertura no nul·la (Romero, 1986). La distribució dels quadrats a l'atzar se sol fer mitjançant algun criteri adequat, com ara situar-se 1 m per sobre el fons i deixar-lo caure (Pergent *et al.*, 1995), nedar un cert nombre de cops d'aleta en direccions aleatòries, o disposar una cinta mètrica sobre la qual es determinen unes distàncies a l'atzar per fer les mesures.

Nosaltres vam fer servir la segona d'aquestes opcions. És molt important recordar que si algun quadrat o algun dels seus subquadrats cau en una zona sense feixos, resta invalidat i es fa una nova col·locació a l'atzar. Pel càlcul de la densitat, es considera que cada quadrat de 40x40 cm és una rèplica, i per tant el número de rèpliques és de 10 per punt de mostreig o subestació. La densitat s'expressa en feixos m<sup>-2</sup>.

### **Cobertura**

La cobertura és la fracció del substrat recobert per *P. oceanica* viva, és a dir, el quocient (com a percentatge) entre la superfície ocupada per la planta viva i la superfície ocupada per la planta més la no vegetada (clapes i clarianes, tant de sorra com de mata morta; Romero, 1986). A l'igual que la densitat, la cobertura és una expressió de l'abundància de la planta, i un indicador de la vitalitat de l'herbei, encara que a una altra escala d'observació.

La cobertura s'estima mitjançant transectes de 10 m de longitud, disposats en direccions aleatòries amb origen en un punt situat dins d'un radi no superior a 5 metres al voltant del punt que defineix la subestació. El transecte es marca amb una cinta mètrica, i a cada metre de la cinta es col·loca un quadrat de 40x40 cm dividit en 4 subquadrats de 20x20 cm. El transecte és recorregut per dos bussejadors, que, de manera independent, estimen la cobertura en cada subquadrat (en percentatge), de manera que a cada transecte es prenen 10x4 estimacions per duplicat. És important remarcar que la cobertura es refereix al percentatge de substrat recobert per la base dels feixos, i no per les fulles, la llargada de les quals pot variar estacionalment i donar lloc a estimacions errònies. Això vol dir que s'ha de treballar molt a prop del fons per tal d'esbrinar si un substrat està realment cobert o no per la base dels feixos, o bé és substrat no vegetat cobert per les fulles; quan cal, s'ha d'explorar amb les mans per major certesa. És molt important també tenir en compte que les petites clapes (de menys de 100 cm<sup>2</sup>) no es consideren; és a dir, si dos feixos estan separats per menys de 10 cm, es considera que recobreixen el 100 % del substrat.

Pel càlcul de la cobertura, es fa la mitjana, per a cada quadrat, de les estimes de cada subquadrat, i després es fan després les mitjanes entre els dos bussejadors, i finalment es fa la mitjana entre tots els quadrats de cada transecte. Per tant, el número final de rèpliques és de 3 per punt de mostreig o subestació. Aquesta mida mostral pot semblar petita, però cal recordar que cada rèplica comporta un total de 80 observacions.

### **Enterrament dels feixos**

L'enterrament d'un feix és la distància vertical entre la superfície del sediment i la lígula (sutura en forma de mitja lluna entre el limbe i el pecíol) de la seva fulla més externa. Quan la lígula està per sota la superfície del sediment (base dels feixos enterrada) considerem aquest valor negatiu, i quan la trobem per sobre (base dels feixos descalçada), positiu. L'enterrament indica si l'herbei està sotmès a un dèficit o a un excés de sediments. Per alguns autors, també, una major exposició (descalçament) dels rizomes pot implicar una major sensibilitat a les pertorbacions mecàniques, com el fondeig (Francour *et al.*, 1999).

L'enterrament es determina mitjançant un regle graduat, en un feix escollit a l'atzar dins de cada subquadrat de cada recompte de densitat; s'obtenen per tant 40 mesures per punt de mostreig o subestació, de les quals es calcula la mitjana. Per tant, el número final de rèpliques és de 40 per punt de mostreig o subestació.



### **Abundància d'equinoderms**

Entre la macrofauna més conspícua que podem trobar a les praderies de *P. oceanica*, destaquen sobretot els equinoderms, que, com a herbívors (com ara la garota comuna, *Paracentrotus lividus*) o com a detritívors (la garota de pues blanques, *Sphaerechinus granularis* i les holotúries, *Holothuria* spp.), hi tenen papers importants.

Per l'estimació de l'abundància d'equinoderms, s'inspeccionen curosament els quadrats de densitat (10 per subestació) i s'anota el nombre de garotes (i la seva espècie, encara que gairebé sempre es tracta de la garota comuna, *P. lividus*) i d'holotúries (*Holothuria poli* o complex *Holothuria tubulosa-mamatta*). Aquest mostreig, amb 10 quadrats de 40x40 cm, és probablement insuficient per fer una bona apreciació de les poblacions d'equinoderms, de manera que les dades resultants cal considerar-les informació complementària.

### **Comprovació i fitació del límit profund**

El límit profund de distribució de les praderies està molt freqüentment determinat per la transparència de l'aigua. El seguiment dels canvis en el temps (cinètica) del límit profund proporciona informació sobre variacions en l'extensió de les praderies en el què és, probablement, el seu límit de distribució més sensible. Aquest seguiment pot fer-se amb mètodes cartogràfics, molt costosos, o bé amb tècniques *in situ* (fitació) molt més econòmiques i, paradoxalment, molt més sensibles.

La tècnica de fitació emprada consisteix en, un cop localitzat el límit de distribució profund de l'herbei, clavar cinc barres de ferro, separades deu metres cada una de la següent, i cada barra just a tocar la darrera planta viva del lloc que li pertoca, tot resseguint el límit; queden per tant marcats 40 metres de límit. Les barres són de 2 m de llargària, i es claven 1 m, deixant 1 m fora del sediment. Es pren la profunditat a la base de cada barra, i a la barra considerada origen es deixa anar un globus de descompressió per poder georeferenciar-la des de la superfície. S'anoten també les característiques del límit (Boudouresque i Meinesz, 1982; Pergent *et al.*, 1995), és a dir, si és net, progressiu o erosiu, si hi ha evidències de mata morta més enllà del límit, etc. Aquesta tècnica de seguiment s'ha aplicat a les estacions "completes", és a dir, les que tenien subestació profunda i subestació superficial (veure l'apartat "estacions"). En la majoria d'estacions ja hi havia fites instal·lades del seguiment de 2014, o de projectes anteriors; en aquests casos, el què s'ha fet és controlar les fites existents (comprovant, per cada una d'elles, si seguia tocant l'última posidònia viva, o bé si la praderia havia retrocedit o avançat). Només s'ha fitat de nou l'estació de Taballera.

### **Recorreguts pels herbeis: altres observacions**

Simultàniament a la presa de dades, es fan diversos recorreguts per la praderia, que poden abastar o no tota la seva extensió, en funció de les seves dimensions. En aquests recorreguts s'observen aspectes generals, com la presència de clarianes, d'estructures erosives i de relleu de mata morta, així com el substrat, la inclinació, la possible presència de deixalles i en general tot allò que ajudi a entendre l'estat de la praderia. També s'ha parat especial atenció a la cerca d'espècies invasores, sobretot d'algues invasores anteriorment descrites en praderies de *P. oceanica*, com podrien ser *Acrothamnion preissii* a la base dels rizomes, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* a les zones de rizoma mort i marges de la praderia, o *Lophochladia lallemandii* epifitant les fulles.

### Les poblacions de *Pinna nobilis*

L'estudi de les poblacions de nacres s'ha fet per cada estació, sense distingir entre subestacions. Així, a cada estació es realitzen 3 transectes de 50 metres de llarg, iniciats a la subestació superficial de la praderia (llevat dels casos que només hi hagi una subestació fonda), i seguint (cap el fons) la línia de màxim pendent. El transecte es marca amb una cinta mètrica, a banda i banda de la qual neden dos bussejadors, inspeccionant la superfície compresa entre el transecte i un metre de distància, cadascú a la seva banda. La superfície total inspeccionada per transecte és per tant de 100 m<sup>2</sup>, amb 3 rèpliques per estació. Cada cop que es troba un individu de *P. nobilis* s'anoten les dades següents:

*Posició*: distància, en metres, a l'origen del transecte.

*Fondària*: en metres, mesurada al punt d'inserció de l'individu al sediment.

*Dimensions*: alçada, des del sediment fins la part més alta de les valves, i amplada màxima.

S'anoten també (i es mesuren) les nacres mortes, així com qualsevol altra observació d'interès.

Per estimar l'alçada real de cada individu de *P. nobilis*, s'ha fet servir l'equació de García-March (2005):

$$Ht=1,29xW^{1,24}$$

que es basa en la relació empírica entre **Ht** (alçada o longitud total de les valves) i **W** (amplada màxima de les valves). Ht i W s'expressen en cm.

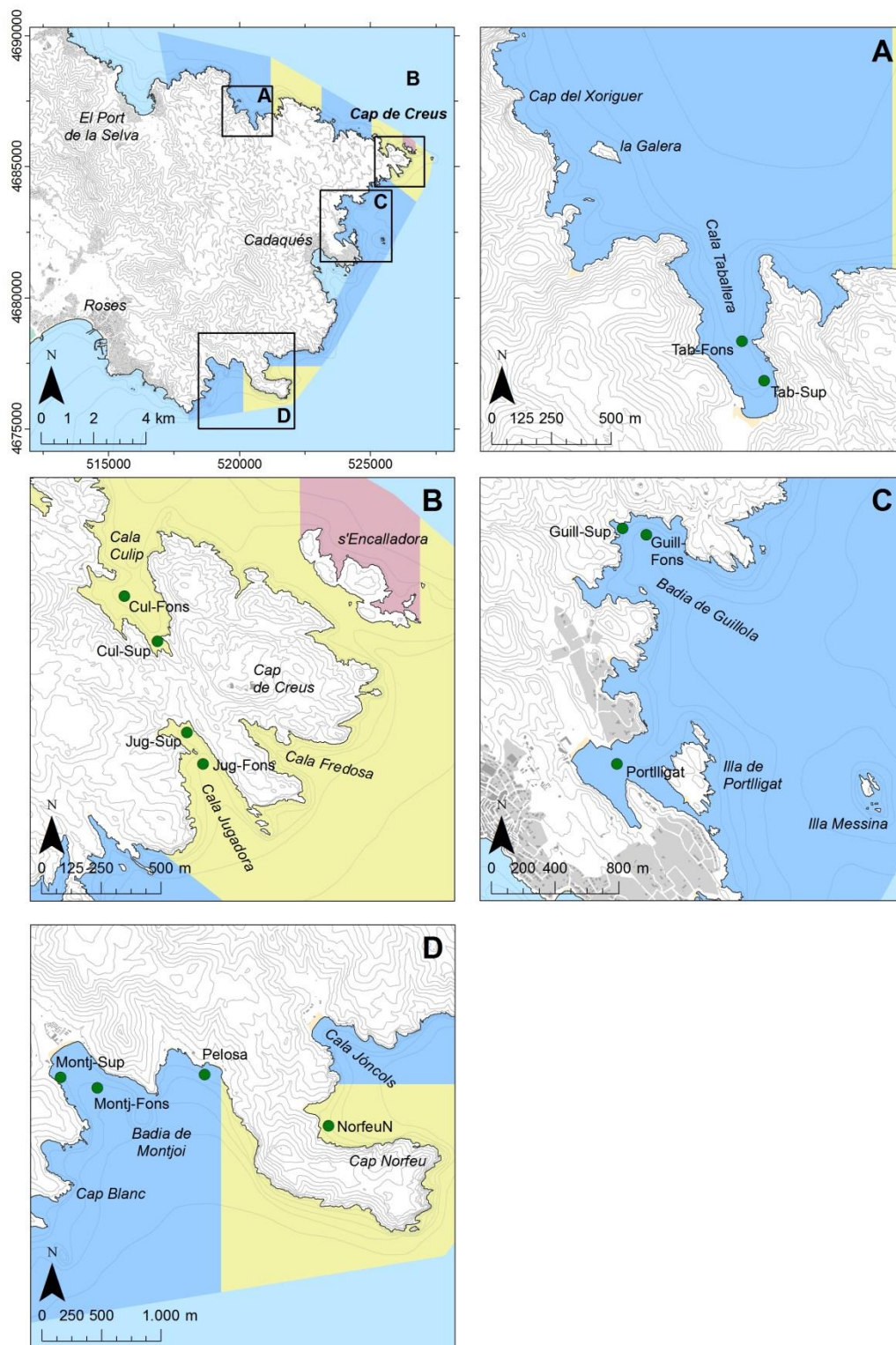
### Estacions de mostreig

La selecció de les estacions mostrejades s'ha fet, d'acord amb els responsables dels espais protegits, per abastar un ventall prou ampli de praderies, que inclogués diferents àmbits, diferents nivells de protecció, i diferents zones dins les àrees protegides. Com al 2014, s'han seleccionat com a fondàries-tipus els 5 i els 15 metres, per tal de fer les dades comparables. En alguns casos, i per la naturalesa de la praderia, ha calgut ajustar aquestes fondàries. Definim com a estació una localització concreta dins de les àrees d'estudi (per exemple, una cala o un punt de la costa), i com a subestació, o punt de mostreig, una fondària concreta dins d'aquesta localització. La subestació és doncs on es fa la presa de dades, i per tant hi ha tantes preses de dades com subestacions. S'han seleccionat un total de 13 estacions: 8 a cap de Creus, 3 a les illes Medes i 2 a la costa del Montgrí (taula 2, i figures 1 i 2). D'aquestes estacions, 9 (5 a cap de Creus, 3 a les illes Medes i 1 al Montgrí) consten de dues subestacions, corresponent a les dues fondàries-tipus, i les altres 4 tenen una única subestació. Per tant, s'han pres dades a un total de 22 punts de mostreig.

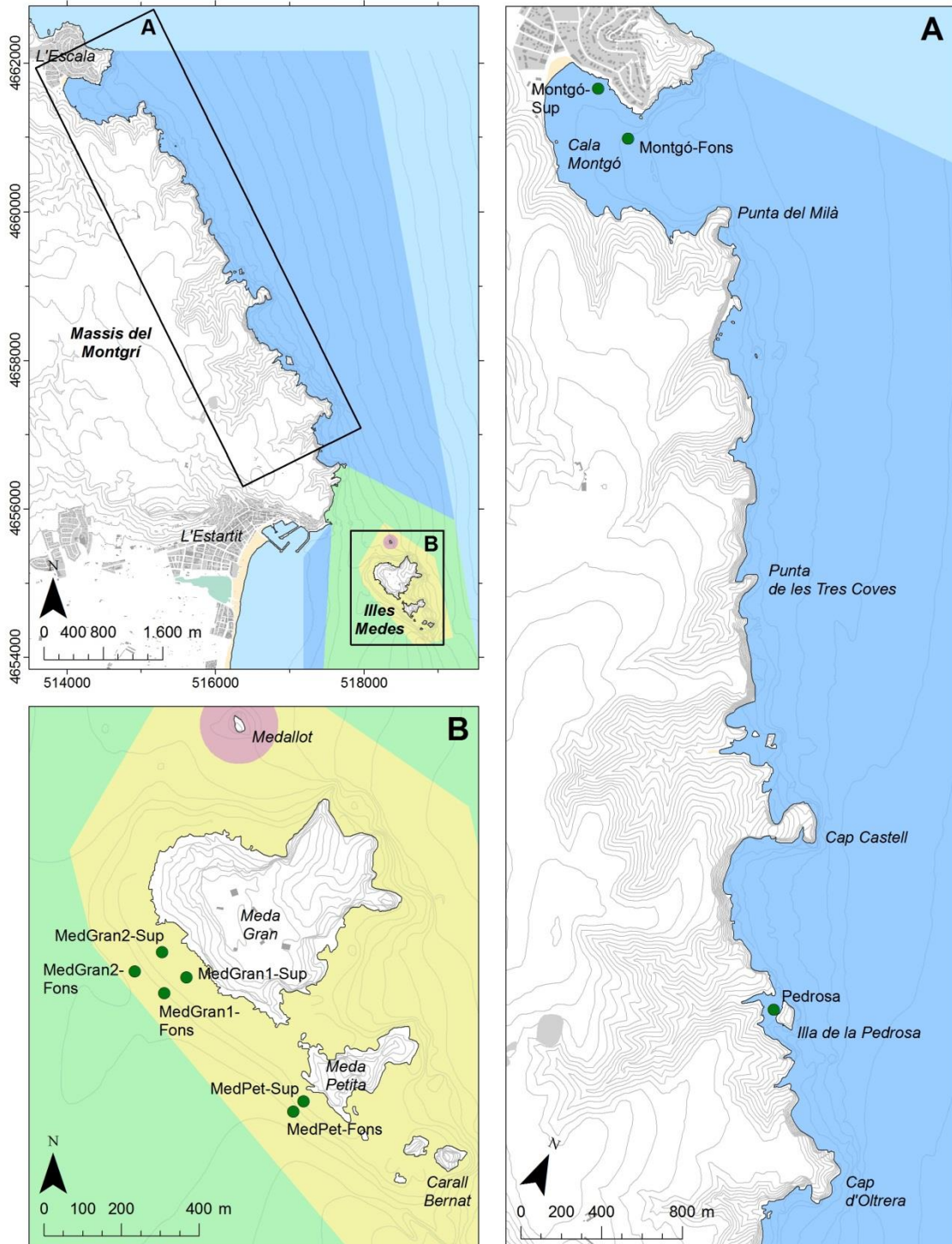
Per reduir la variabilitat espacial de les dades, és important que les mesures per cada subestació, es facin sempre al mateix lloc, és a dir, dintre d'una superfície d'uns 500 m<sup>2</sup> (vegeu metodologia) que no variï d'un any a l'altre. Així, totes les subestacions estan georeferenciades amb una opció avançada del GPS. Aquesta opció permet fer una mitjana de les coordenades preses durant un temps mínim de 10 minuts, el que augmenta molt la precisió de la posició.

**Taula 2.** Estacions mostrejades en el seguiment de fanerògames i nacres de l'any 2016. **Prot:** grau de protecció, on **PN:** zona de Parc Natural, **RNP:** zona de Reserva Natural Parcial; **Fondària:** fondària en metres; coordenades **X** i **Y:** posició en UTM fus 31 utilitzant el sistema de referència ESTR89.

Zona	Estació	Prot	Codi	Subestació	Fond	UTM	X (m)	Y (m)
Cap de Creus	Cala Taballera	PN	CCPOSI-1	Tab-SUP	6,5	31	520648	4686566
Cap de Creus	Cala Taballera	PN	CCPOSI-1	Tab-FONS	16	31	520555	4686731
Cap de Creus	Cala Culip	RNP	CCPOSI-2	Cul-SUP	5	31	525627	4685422
Cap de Creus	Cala Culip	RNP	CCPOSI-2	Cul-FONS	17	31	525489	4685612
Cap de Creus	Cala Jugadora	RNP	CCPOSI-3	Jug-SUP	5	31	525752	4685039
Cap de Creus	Cala Jugadora	RNP	CCPOSI-3	Jug-FONS	15	31	525819	4684907
Cap de Creus	Cala Guillola	PN	CCPOSI-4	Guill-SUP	5	31	523917	4683843
Cap de Creus	Cala Guillola	PN	CCPOSI-4	Guill-FONS	15	31	524067	4683800
Cap de Creus	Portlligat	PN	CCPOSI-5	Portlligat	4,5	31	523883	4682357
Cap de Creus	Norfeu Nord	RNP	CCPOSI-6	Norfeu N	15	31	521050	4677029
Cap de Creus	Cala Pelosa	PN	CCPOSI-7	Pelosa	5	31	520008	4677458
Cap de Creus	Cala Montjoi	PN	CCPOSI-8	Montj-SUP	5	31	518801	4677434
Cap de Creus	Cala Montjoi	PN	CCPOSI-8	Montj-FONS	16	31	519110	4677348
Montgrí	Montgó	PN	MMPOSI-5	Montg-SUP	5	31	514186	4661744
Montgrí	Montgó	PN	MMPOSI-5	Montg-FONS	16	31	514427	4661584
Montgrí	Cala Pedrosa	PN	MMPOSI-4	Pedrosa	6,5	31	516924	4657993
Medes	Meda Petita	RNP	MMPOSI-1	MedPet-SUP	5	31	518524	4654582
Medes	Meda Petita	RNP	MMPOSI-1	MedPet-FONS	15	31	518498	4654556
Medes	Meda Gran 1	RNP	MMPOSI-2	MedGran1-SUP	5	31	518222	4654902
Medes	Meda Gran 1	RNP	MMPOSI-2	MedGran1-FONS	15	31	518165	4654861
Medes	Meda Gran 2	RNP	MMPOSI-3	MedGran2-SUP	5	31	518160	4654966
Medes	Meda Gran 2	RNP	MMPOSI-3	MedGran2-FONS	15	31	518089	4654917



**Figura 1.** Localització de les subestacions, marcades en color verd, del seguiment de posidònia i nacres al Parc Natural de Cap de Creus. Els colors indiquen els diferents graus de protecció. **PN:** zona de Parc Natural (blau), **RNP:** zona de Reserva Natural Parcial (groc-verd pàl·lid) i **RNI:** zona de Reserva Natural Integral (vermellós). Les coordenades es donen en UTM fus 31, utilitzant el sistema de referència ETRS89.



**Figura 2.** Localització de les subestacions, marcades en color verd, del seguiment de posidònia i nacres al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Els colors indiquen els diferents graus de protecció. **PN:** zona de Parc Natural (blau), **RNP:** zona de Reserva Natural Parcial (groc-verd pàl·lid) i **ZPP:** zona Perifèrica de Protecció (verd). Les coordenades es donen en UTM fus 31, utilitzant el sistema de referència ETRS89.

## Descripció d'un dia tipus de campanya

Es descriu a continuació un dia tipus de campanya, que correspondria a la duta a terme en una estació de la qual s'ha de fitar el límit profund i on tenim tant subestació fonda com superficial. La descripció correspon a una situació ideal, és a dir, en la que no es presenten dificultats com podrien ser mala mar, corrent forta, dificultat en localitzar el límit, poca visibilitat o altres contingències que alenteixen el ritme de treball.

L'equip el formen cinc persones, A, B, C, D i un barquer. En primer lloc, i vista la previsió meteorològica i l'estat de la mar, es decideixen els objectius de la jornada. Un cop decidits, es carrega la barca amb els equips, el material de mostreig i 8 ampolles d'aire de 15 litres més una de seguretat de 10 litres, i es navega fins a l'estació.

Arribats a l'estació, i mitjançant la sonda manual, se situa la barca sobre una fondària propera a on es pensa que es pot trobar el límit profund, normalment cap als 20 metres. Baixen A i B, i a partir de l'àncora neden un màxim de 100 metres cap a mar obert (si l'àncora està situada a l'herbei) o cap a terra (si l'àncora està situada a fora de l'herbei), tot desplegant una cinta mètrica per facilitar el retorn a l'àncora. Un cop trobat el límit (si no es troba, A i B tornen a pujar, la barca es reesitua i es torna a intentar), els bussejadors llencen un globus i pugen a superfície. Mentrestant, la barca se situa a tocar el globus, i el barquer pren amb precisió les coordenades mitjançant el GPS, fent la mitjana de les lectures durant uns deu minuts. Un cop a dalt, A i B agafen les barres de ferro i tornen a baixar. Les barres es claven com s'ha indicat a l'apartat corresponent. A i B fan, a més, un recorregut pel límit per tal d'observar les seves característiques i fer-ne fotos o vídeos. Un cop acabat tot això, pugen a superfície amb una parada de seguretat allargada. Temps de fons: uns 30-40 minuts.

La barca se situa després sobre un fons de 15 metres, per fer la subestació profunda. Hi baixen A i B formant una parella i C i D formant-ne una altra. Totes les mesures es fan en una superfície de 500 m<sup>2</sup> al voltant de l'àncora. Els dos equips fan mesures de densitat (i paràmetres associats) i cobertura fins a que a A i B els hi manquen cinc minuts per entrar en descompressió. Llavors informen a C i D de la tasca feta i pugen a superfície amb una parada de seguretat allargada. C i D enllesteixen la presa de dades de densitat i cobertura, i després fan un recorregut en un radi de 50 metres de la subestació per tal d'observar-ne les característiques generals i prendre documentació visual. Pugen a superfície abans d'entrar en descompressió amb una parada de seguretat. Durada aproximada de la immersió profunda: entre 60 i 90 minuts. El barquer col·loca la barca a la vertical de l'àncora i pren les coordenades com s'ha descrit abans.

Després d'un temps de descans, se situa l'embarcació sobre una fondària de 5 metres per fer la subestació superficial. Es canvien les parelles (o en algun cas el barquer substitueix a algun dels bussejadors), i, per exemple, A i C fan un els transsecte pels recomptes de nacres, 5 quadrats de densitats i dos transsectes de cobertura; B i D fan dos transsectes pel recompte de nacres, 5 quadrats de densitats i un transsecte de cobertura. D'aquesta manera, tots els bussejadors participen en les mesures de totes les variables, i les parelles no són fixes, el qual evita possibles biaixos. Un cop enllestides aquestes tasques, les dues parelles neden en un radi de 50-100 metres al voltant del punt que defineix la subestació per fer una inspecció de l'herbei superficial, i obtenir-ne fotografies i vídeos. Després ambdós equips pugen a superfície, i el barquer posiciona el punt com ja s'ha explicat. Durada aproximada de la immersió superficial: uns 90 minuts.

Es navega fins a port, es descarreguen els equips i altre material i es porta tot fins a la base. Es netegen els equips, es porten les ampolles a carregar i es passen a net totes les dades i observacions de la jornada; s'arxiva i documenta el material fotogràfic i videogràfic.

Per la realització de tot el mostreig és necessari per una banda, material de navegació i submarinisme i per l'altra, material pel recompte i observació de les variables (taula 1).

- Embarcació pneumàtica	- Bossa de reixa per portar el material
- 4 equips complets d'immersió autònoma	- Cintes mètriques (de 10 i 50m) i piquetes de ferro
- 8 ampolles (15 l)	- Quadrats de PVC de 40x40 cm subdividits en 20x20 cm
- 1 ampolla d'aire de reserva (10 l)	- Pissarres subaquàtiques amb llapis i regle
- GPS	- Barres metàl·liques, brides i martell
- Sonda	- 4 cintes mètriques d'un metre
- Boia de superfície i globus de descompressió	
- Càmera fotogràfica i de vídeo	

**Taula 1.** Relació de material necessari per realitzar el mostreig del seguiment de praderies de posidònia i poblacions de nacres.

## Campanyes 2016

Per poder desenvolupar les tasques de seguiment, el nostre equip (de 4 submarinistes més un barquer) ha realitzat 18 immersions a les 8 estacions de cap de Creus, i 13 immersions a les 5 estacions del Montgrí i les illes Medes. Per tant, en total han estat 124 (31 immersions x 4 submarinistes) immersions pel seguiment de les praderies de posidònia i poblacions de nacres associades. Val a dir que el ritme d'immersions i el seu rendiment, tal com es descriu a l'apartat del dia de campanya tipus, només va ser possible per unes condicions meteorològiques benignes, i que, per tant, els valors que donem (taula 3) han de considerar-se valors mínims.

**Taula 3.** Relació de les estacions i esforç de mostreig realitzat.

	Estació	Codi	Fondària (m)	Nombre immersions	Dies mostreig	Nombre mostrejadors	Embarcació	Port base
<b>CAP DE CREUS</b>	Taballera	CCPOSI-1	6,5, 16 i 20	3	2	4	Carallot	Portlligat
	Culip	CCPOSI-2	5, 17 i 22	3	2	4	Carallot	Portlligat
	Jugadora	CCPOSI-3	5, 15 i 20	3	2	4	Carallot	Portlligat
	Guillola	CCPOSI-4	5, 15 i 21	3	2	4	Carallot	Portlligat
	Portlligat	CCPOSI-5	5	1	1	4	Carallot	Portlligat
	Norfeu N	CCPOSI-6	14	1	1	4	Carallot	Portlligat
	Pelosa	CCPOSI-7	5	1	1	4	Carallot	Portlligat
	Montjoi	CCPOSI-8	5, 15 i 22	3	2	4	Carallot	Portlligat
	Estació	Codi	Fondària (m)	Nombre immersions	Dies mostreig	Nombre mostrejadors	Embarcació	Port base
<b>MEDES-MONTGRÍ</b>	Montgó	MMPOSI-5	5, 15 i 18	3	2	4	Carallot	L'Estartit
	Pedrosa	MMPOSI-4	7	1	1	4	Anova	L'Estartit
	Meda Gran2	MMPOSI-3	5 i 15	3	2	4	Anova	L'Estartit
	Meda Gran1	MMPOSI-2	5 i 15	3	2	4	Anova	L'Estartit
	Meda Petita	MMPOSI-1	7 i 15	3	1	4	Anova	L'Estartit

### Anàlisi de dades

La variabilitat en les dades dels principals descriptors mesurats ha estat avaluada mitjançant tècniques d'anàlisi de la variància. Per tal de no dur a terme anàlisis amb resultats obvis i que només serviren per fer feixuga la memòria, hem reduït l'aplicació de les tècniques estadístiques; tanmateix, i per aquest motiu, les referències estadístiques a l'apartat de resultats s'han mantingut en un mínim estricte.

Les anàlisis fetes han estat les següents:

- i. S'han comparat les densitats i cobertures trobades a diferents fondàries, considerant independentment (per tant, fent diferents anàlisis) les estacions de cap de Creus i de Montgrí-Medes. S'ha considerat el factor fondària categòric (superficial o profund), introduint el factor estació com a factor aleatori.
- ii. Per les variables densitat i cobertura (de les praderies) i abundància i talla mitjana (de les nacres), s'ha avaluat la significació estadística de les diferències entre estacions per un mateix àmbit geogràfic (cap de Creus o Montgrí-Medes) i franja batimètrica en el cas dels descriptors de les praderies (superfície o fons, és a dir, 5 o 15 metres o fondària assimilable) utilitzant l'anàlisi de la variància d'un factor (subestació pels descriptors de les praderies i estació per les nacres), i aplicant, en cas de resultar significatiu aquest factor, el test *post-hoc* de Tukey per esbrinar entre quines estacions o subestacions apareixien les diferències.
- iii. S'ha avaluat la significació estadística de les diferències en densitat i cobertura a les zones on es fondeja i a les zones a on no, mitjançant una anàlisi de la variància amb dos factors fixos, fondària (superfície o fons) i fondeig (sí o no) i un d'aleatori (estació).
- iv. S'ha avaluat la significació estadística de les diferències en abundància i talles mitjanes de les nacres a les cales on es fondeja i a les cales a on no, amb el mateix procediment de l'apartat (iii) però sense el factor fondària.



- v. S'ha avaluat la significació estadística de les diferències en densitat i cobertura de les praderies i la abundància i talles mitjanes de les nacres entre els anys 2014 (seguiment anterior) i 2016 (aquest estudi), mitjançant una anàlisi de la variància amb dos factors fixos, fondària (superfície o fons) i any (2014 o 2016) i un d'aleatori (estació). Les comparacions subestació a subestació (densitat, cobertura i abundància de nacres) entre 2014 i 2016 s'han fet mitjançant un test de comparació de mitjanes per variàncies desiguals t-Student.

Per totes les variables, s'ha testat la seva normalitat i homoscedasticitat mitjançant inspecció visual dels residus (representacions del residu amb els valors ajustats i complets). El llindar de significació de tots els tests estadístics s'ha establert a  $p=0,05$ . Tots els càlculs estadístics han estat fets amb el programari lliure "R" (R Core Team, 2016), paquets lmer i aov, i la llibreria lme4 (Bates *et al.*, 2014).

## Resultats

Els resultats es presenten separatament per cada un dels espais naturals estudiats (Cap de Creus i Montgrí-Medes). Per cada àmbit geogràfic, l'exposició de resultats s'estructura en un apartat de descripció general de les estacions visitades i un altre de presentació de les dades dels descriptors mesurats.

### CAP DE CREUS

#### Descripció de les estacions

##### ***Cala Taballera***

La praderia de cala Taballera se situa dins la zona de El Golfet, a la mar d'Amunt. La praderia és força irregular, i ocupa sobre tot les parts laterals de la cala, deixant una ampla zona buida al centre. Comença a uns 200 metres de la platja, a una fondària d'entre 5 i 6 metres, i s'estén fins a profunditats variables, que puntualment poden arribar a uns 19 metres. La praderia, tot sovint, es presenta a taques discontinues, sobre tot en els seus límits superficial i profund. Ambdues subestacions es van situar al cantó de llevant. En aquesta banda, la praderia comença a taques cap als 5-5.5 metres de fondària, amb nombrosos canals erosius, i esdevé contínua cap als 6-6.5 metres, amb alguna clapa de sorra o de mata morta. La zona té bastant de relleu, amb estructures de mata, algunes força pronunciades. Els rizomes estan descalçats, i es veuen colonitzats per poblacions denses d'algues esciòfiles, de les que la més abundant és *Peyssonnelia* spp. En aquesta zona poc profunda hi trobem garotes abundants. Vam observar nombroses deixalles de tot tipus, així com feixos arrancats. Per la part central de la cala, la praderia sembla acabar cap als 10-11 metres, si bé es va trobar un límit profund paral·lel a la costa rocosa de la banda de llevant de la cala, a uns 50 metres de distància d'aquesta. Aquest límit va guanyant fondària, i es va fitar amb les tècniques descrites. Es tracta d'un límit net, sense mata morta. La praderia, a aquesta part pregonja, té bon aspecte, amb fulles llargues i amb poc relleu.

##### ***Cala Culip***

La praderia de cala Culip és molt extensa, i ocupa una gran part dels seus substrats sedimentaris, és a dir, la major part de la cala llevat dels seus costats i algunes altres petites formacions rocoses que afloren en forma de baus (baixos). Comença cap als 3-4 metres de fondària, del cantó de s'Arenella de Culip, encara que a taques una mica irregulars, i s'estén fins a més de 20 metres de fondària (24 metres en algun punt). Aquesta elevada amplitud batimètrica permet una gran variabilitat en el seu aspecte i constitució. Així, a prop de la superfície, i sobre tot a partir dels 5-6 metres, la praderia és bastant densa i contínua, amb algunes garotes i alguna clapa petita de mata morta. Sobre els rizomes domina l'esponja *Aplysina aerophoba*. A mesura que guanyem fondària, la praderia esdevé, sobre tot cap a la part central de la cala, molt regular i contínua, situació que es manté fins als 18-19 metres, on la pèrdua de densitat i

l'aparició de clapas són força evidents. El límit profund se situa entre 23 i 24 metres, i tocant al límit la praderia és força esclarissada i amb molt baixa cobertura. El límit és de tipus regressiu, amb mata morta que s'estén més enllà. A la part més fonda, sobre els rizomes domina la comunitat d'algues esciòfiles. La praderia limita amb una formació coral·lígena pel seu costat NW. El substrat és sedimentari, amb sorres mitjanes i fines, encara que apareixen, sobre tot a zones superficials, petites àrees recobertes per còdols i pedres. A tota la praderia, i especialment a la part més soma, s'han observat deixalles i alguns feixos arrencats.

### ***Cala Jugadora***

La praderia de cala Jugadora la podríem considerar dividida en dues parts, una a la zona interior, limitada per l'illa de cala Jugadora, i una segona que ocupa una gran part de la zona exterior de la cala (de l'illa cap a fora). A la part interna trobem una praderia irregular, sobre tot entre els 2 i els 4-5 metres de fondària. A aquesta part més superficial hi ha zones de mata morta, i vam observar esglaons, també de mata, de potència considerable (fins a 1 m). A partir dels 5 metres de fondària, i fins els 6-7, la praderia esdevé més regular. El substrat és sorrenc, amb algunes zones de cascull. Cal destacar la presència d'algunes taques d'extensió variable de *Z. noltii*, una d'elles a tocar d'on es va situar la subestació de mostreig.

La part externa està ocupada per una praderia molt més regular, amb poc relleu i força contínua, sobre fons sorrenc i que baixa en pendent suau des d'uns 7-8 metres fins al límit profund. A partir d'uns 18 metres, la praderia esdevé més esclarissada i es comencen a apreciar clapas. El límit profund se situa al voltant dels 20 metres (zones laterals, tant de ponent com de llevant), una mica més a la part central. Es tracta d'un límit net, però regressiu, amb mata morta més enllà. L'existència de mata morta més enllà del límit, així com l'existència d'un escarpament, també de mata morta, que va cap en fora de la praderia confirmen que hi ha hagut una regressió notable, encara que no se li pot posar data, en tot cas anterior a 1998 (data de la que tenim observacions similars a les exposades aquí), pot ser fins i tot molt anterior.

### ***Badia de Guillola***

La badia de Guillola és de gran extensió, i la podem considerar dividida en dues grans subunitats, una d'elles cap a llevant (més exactament cap al NE, inclou la platja Gran, la platja de Sant Lluís i la platja d'en Noues) i l'altra cap a ponent (més exactament cap el NW, amb el Jonquet, el racó d'en Paqueta i Talladofins). A totes dues trobem una extensa praderia; ha estat estudiada la que correspon a la zona de llevant, amb una subestació prop de la barraca d'en Borrell, i una altra prop de la platja d'en Noues.

El límit profund fitat és cap a la part central de la badia, entre 20 i 21 metres de fondària. Dades de finals dels anys 90 del nostre grup indiquen que cap a la part de la punta del Gavià (costat de Llevant tocant la roca) arribava a 24 metres; aquest punt no es va visitar enguany ni el 2014. El límit és molt irregular, amb taques que es van succeint separades per zones de sorra. Es tracta d'un límit net, però molt retallat. Més enllà del límit no s'observa, llevat d'unes poques excepcions, mata morta, pel què considerem que es tracta d'un límit estable.

A la zona on es va situar la subestació profunda, a 15-16 metres de fondària, la praderia presenta nombroses clapas, alguna de més de 10 metres quadrats, i hi observem alguns feixos arrencats. El sediment és bastant fi. Pel contrari, la praderia de la zona superficial (5-6 metres) sembla saludable, i és densa i contínua. A la zona de la subestació, la praderia no té quasi bé pendent, encara que si relleu,

però una mica més cap a fora guanya ràpidament fondària. Els rizomes estan molt descalçats, colonitzats per algues esciòfiles. Es van observar un cert número de closques de garotes mortes.

### ***Badia de Portlligat***

A Portlligat trobem la praderia més extensa de totes les del Parc Natural de Cap de Creus, que s'estén entre quasi bé la superfície (hi ha fulles que sobresurten de l'aigua a la platja de Sant Antoni, per exemple, o a Sota es Molí) i uns 15 metres de fondària cap a l'entrada de la badia, amb taques que baixen fins a 20-21 metres del costat de Sa Farnera. La major part de la praderia, força plana, se situa entre els 3 i els 6-7 m de fondària. La subestació (única) està al centre de la badia, a una profunditat de 5 metres. En aquest lloc, la praderia és bastant contínua, encara que s'hi aprecien algunes petites clapes de mata morta i algunes taques de sorra sense vegetació. La praderia té un cert relleu, amb petits desnivells causats per la irregularitat de la mata. Malgrat no haver estat observats en la zona de l'estació, a altres punts de la badia hi ha esglaons de mata morta d'una certa importància. El sediment és de color fosc, indicant una elevada demanda d'oxigen, probablement d'origen natural. Hi hem trobat bastants deixalles, inclosa un àncora abandonada.

### ***Norfeu Nord***

Anomenem l'estació "Norfeu Nord" per coherència amb seguiments anteriors, però de fet la praderia estudiada se situa no gaire lluny de la cala Canadell. Es tracta d'una praderia irregular, que comença a poca fondària en forma de taques disperses entre blocs de roca, i va adquirint més continuïtat a mesura que anem cap al fons i el substrat esdevé sobre tot sedimentari. La subestació (única) es va situar a una profunditat de 15 m. En la zona prospectada, la praderia està formada per grans taques (de 10-20 m de diàmetre) interrompudes per algunes clapes i canals sense vegetació. Aquestes clapes i canals no semblen tenir mata morta, i poden ser d'origen erosiu natural. A les zones vegetades, la praderia és força contínua, amb rizomes bastant descalçats. A les zones no vegetades, el sediment és groller, format sobretot per còdols petits.

### ***Cala Pelosa***

La praderia de cala Pelosa, a la banda de llevant de la badia de Montjoi, és molt extensa, i de fet s'estén, sense discontinuïtats, fins a cala Calitjar, cala veïna pel costat de ponent, a fondàries que van dels 3-6 fins als 21-22 metres aproximadament. Segons el pla de mostreig previst, només es va visitar la part superficial, a 5 metres de fondària, on es va situar la subestació (única). En la zona visitada, l'herbei és molt dens i en general continu, encara que amb algunes clapes, i diverses estructures de relleu de la mata. Les fulles són curtes, possiblement a causa de l'acció de peixos herbívors, dels què en vàrem veure varis bancs. Els rizomes estan bastant descalçats. Sobre l'herbei, hi ha fondejos permanents amb morts de ciment. A prop de la zona mostrejada, i a partir d'uns 6-8 metres de fondària, anant cap a mar enfora, la densitat de la praderia comença a disminuir de manera evident. Aquesta disminució es fa cada cop més palesa, fins que, entre 8 i 9 metres, ja no trobem feixos vius, encara que sí hi ha mata morta en

abundància, corresponent a una praderia que semblaria haver estat força densa, avui desapareguda. No es pot precisar la data d'aquesta desaparició, ni el seu abast, ja que no vam explorar aquesta clariana en la seva totalitat. Val a dir que dades antigues (1998-1999) semblen indicar l'existència d'una gran clariana més o menys en la zona aquí indicada, encara que aquest extrem hauria de ser estudiat més curosament. No sembla haver-hi hagut canvis en aquesta gran clariana del 2014 ençà, encara que aquesta afirmació només es basa en impressions visuals i mesures aproximades.

### ***Cala Montjoi***

La praderia de cala Montjoi és també força extensa. Comença bastant a prop de la platja, amb un límit molt irregular i a taques, cap a 3 metres de fondària, més som encara al costat dels marges rocosos, i va baixant en pendent suau fins als 21-23 metres. Ocupa la major part dels fons de la cala, i tan sols és interrompuda per un canal perpendicular a la platja sense vegetació, entre la superfície i uns 10 metres de fondària. Aquest canal és, molt probablement, un canal de retorn d'aigües i sediments; es tractaria, per tant, d'un fenomen totalment natural. La praderia és força heterogènia, amb bastant relleu i uns quants esglaons de mata, tant cap a la platja com cap al seu centre. Les clapas de mata morta s'hi troben una mica per tot arreu, encara que es fan més abundants cap a les zones més fondes.

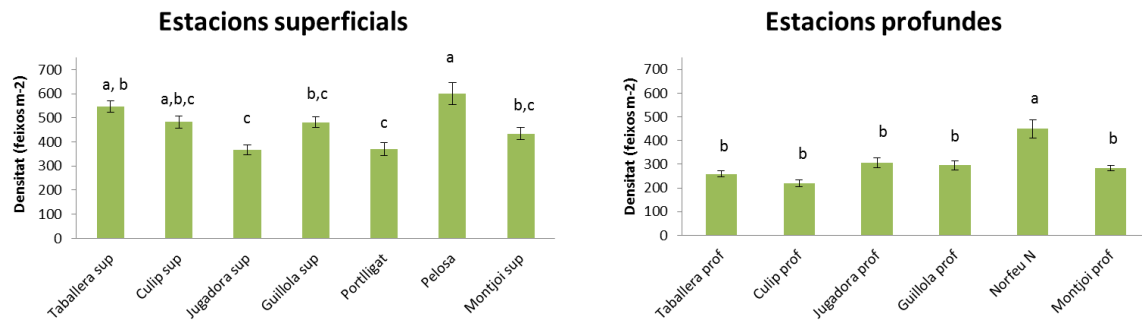
El límit profund és de tipus regressiu, amb taques disperses cada cop més esparses i una densitat progressivament decreixent, fins al punt que de vegades es fa difícil precisar el seu emplaçament exacte. El sediment és molt fi. Cap als 15 metres de fondària (subestació fonda), la praderia està molt més ben constituïda que al seu límit profund, encara que hi ha bastants clapas de mata morta. Cap als 5 metres de fondària (subestació superficial), la praderia és més densa, amb moltes estructures de relleu i erosives (esglaons de mata, alguna clapa...). Observem fondejos permanents amb grans blocs de ciment i cadenes, i algunes deixalles.

### **Els herbeis de posidònia**

#### ***Densitat***

A les subestacions superficials, els valors de densitat obtinguts (taula 4, Figura 3, esquerra) són bastant variables, amb valors que oscil·len entre el mínim de Jugadora ( $368 \pm 19$  feixos  $m^{-2}$ ) i el màxim de Pelosa ( $602 \pm 29$  feixos  $m^{-2}$ ). Jugadora i Portlligat presenten una densitat significativament menor a la resta (Figura 3), que varia entre els 400-500 (Montjoi, Culip i Guillola) i els 500-600 feixos  $m^{-2}$  (Taballera i Pelosa).

Els valors de densitat de les subestacions profundes són més homogenis, i significativament inferiors als de les subestacions superficials (Figura 3, dreta). La major part està compresa entre 200 i 300 feixos  $m^{-2}$ . Les subestacions profundes no presenten diferències significatives entre elles, amb l'única excepció de Norfeu Nord, que, amb  $450 \pm 38$  feixos  $m^{-2}$ , es situa per sobre de la resta de subestacions profundes.



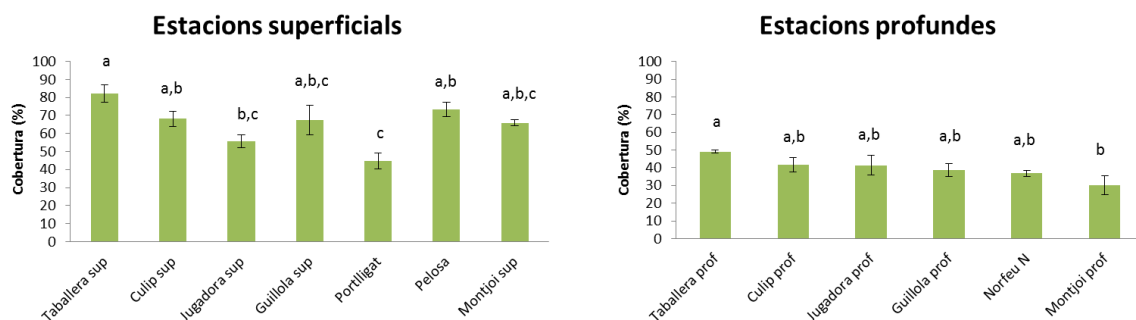
**Figura 3.** Densitat (en feixos m<sup>-2</sup>) de les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada Figura .

### Cobertura

A grans trets, els patrons trobats a la densitat es repeteixen als valors de cobertura (taula 4, Figura 4).

Els valors de les subestacions més superficials són bastant dispersos, i van del 45<sub>±</sub>5 % de Portlligat i el 56<sub>±</sub>4% de Jugadora, fins el 82<sub>±</sub>5 % de Taballera. La resta de subestacions (Culip, Guillola, Pelosa i Montjoi) presenten valors entre el 65 i el 73 % i no hi ha diferències significatives entre elles.

Els valors de cobertura de les subestacions profundes són significativament inferiors a les superficials, i se situen en l'interval que va del 30<sub>±</sub>5 % (Montjoi) fins al 49<sub>±</sub>1 % (Taballera). La resta de subestacions (Culip, Jugadora, Guillola i Norfeu N) presenten valors entre el 37 i el 42 %.



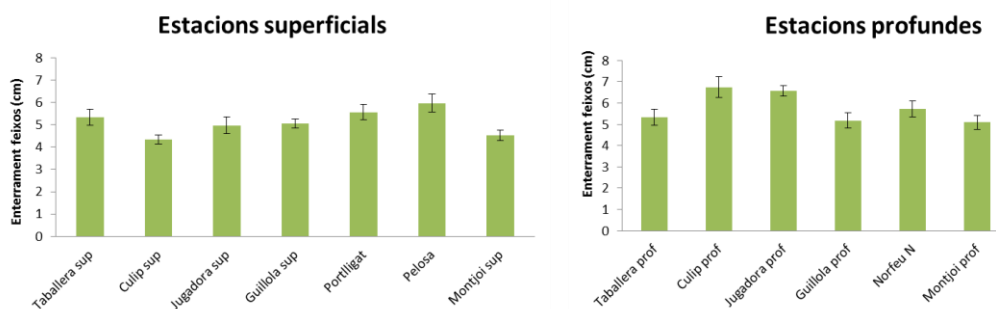
**Figura 4.** Cobertura (en %) de les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva cobertura. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada Figura .

## Enterrament dels feixos

Tots els valors mitjans d'enterrament obtinguts han estat positius (taula 4, Figura 5), el que indica que les plantes de les estacions prospectades estan majoritàriament descalçades, i que no es produeixen

situacions d'enterrament. La major part de subestacions superficials presenten valors que se situen entre els 4 i els 5,5 cm, i només ultrapassa aquest valor Pelosa, amb uns 6 cm d'enterrament mitjà.

A les subestacions profundes els feixos estan una mica més descalçats (diferències estadísticament significatives,  $p=0,01$ ), amb valors que se situen entre els 5 i els 6 cm, una mica més grans a Jugadora i Culip.



**Figura 5.** Enterrament dels feixos (en cm) de les subestacions superficials i profundes de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Cal recordar que l'enterrament positiu indica un descalçament dels feixos.

**Taula 4.** Valors dels principals descriptors estudiats a les praderies de cap de Creus el 2016. Es presenten la mitjana ( $\bar{y}$ ) i l'error estàndard (ES).

Subestació	Cobertura (%)		Densitat (feixos $m^{-2}$ )		Enterrament (cm)	
	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES
Taballera sup	82	4,7	546	23,8	5	0,4
Taballera prof	49	1,0	259	12,8	5	0,4
Culip sup	68	4,1	484	25,2	4	0,2
Culip prof	42	4,0	221	15,0	7	0,5
Jugadora sup	56	3,6	368	19,4	5	0,4
Jugadora prof	41	5,5	306	20,2	7	0,2
Guillola sup	67	8,3	482	21,4	5	0,2
Guillola prof	39	3,8	296	18,9	5	0,4
Portlligat	45	4,6	369	27,4	6	0,4
Norfeu N	37	1,7	450	38,1	6	0,4
Pelosa	73	4,0	602	46,1	6	0,4
Montjoi sup	66	1,7	434	26,1	5	0,2
Montjoi prof	30	5,3	284	10,9	5	0,3

### Límits profunds

S'han valorat i fitat (o, en el seu cas, s'han comprovat les fites existents) els límits profunds de les estacions de cala Taballera, cala Culip, cala Jugadora, cala Guillola i cala Montjoi (taula 5). D'aquestes cinc, trobem límit regressiu a cala Jugadora (en algun punt límit erosiu), a cala Montjoi i a cala Culip, i límit estable a cala Taballera i cala Guillola (segons la classificació de Boudouresque i Meinesz, 1982 i Pergent *et al.*, 1995). Val a dir que aquesta classificació no té implicacions cinètiques, al menys en períodes de temps definits, i que es basa tan sols en l'aspecte del límit i en l'existència o no de mata morta més enllà de les darreres plantes vives. A una de les estacions (Taballera) les fites han estat desplegades enguany, pel que no es pot dir res sobre l'evolució recent del seu límit profund. Respecte de les altres tres, predominen les barres sense canvis (Guillola) o amb petits retrocessos (Jugadora, Montjoi, Culip). Cal destacar, però, dues barres, l'una a Jugadora i l'altra a Montjoi, amb retrocessos més importants (taula 5). A cala Culip, on les fites es van plantar al 1998, s'observa una regressió important a partir d'aquella data (2 metres en mitjana).

Taula 5. Resum de l'estat i de la fitació dels límits estudiats a cap de Creus.

Estació	Fondària (m)	Fitació (any)	Cinètica límit (2014-2016)	Cinètica límit (anterior a 2014)
Taballera	15 a 19 metres	2016 (9 barres)	Sense dades	Sense dades
Culip	23-24	1998 (límit profund) i 2010 (límit lateral)	Barres laterals: progressió mitjana de 5 cm Barres fondes: dades del 2014 dubtoses	Des de 1998, 2 metres de regressió mitjana
Jugadora	19-21	2007	4 barres amb regressió d'uns 10 cm 1 barra perduda	4 barres amb regressions <20 cm 1 barra amb 1 m de regressió
Guillola	21-22	2014	ESTABLE	-
Montjoi	22-23	2007	5 barres amb una regressió mitjana d'uns 30 cm	molts pocs canvis, llevat d'una regressió de 1 m a una barra

### Macrofauna associada

S'ha trobat una baixa abundància de garotes, que només han estat observats en densitats suficients com per a ser comptades a les subestacions superficials de Taballera (3,75 individus m<sup>-2</sup>) i Culip (1,25 individus m<sup>-2</sup>). Alhora no s'ha trobat cap holotúria a dins dels quadrats de mostreig (taula 6).



**Taula 6.** Abundància de la macrofauna associada (en ind m<sup>-2</sup>), on les garotes son de la espècie *P. lividus*. Es donen la mitjana i l'error estàndard (ES).

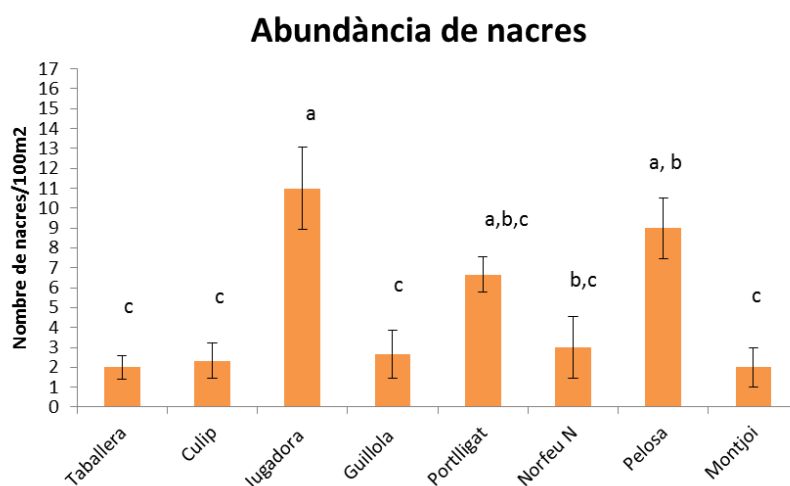
Subestació	Fondària (m)	Garotes	
		(ind m <sup>-2</sup> )	ES
Taballera sup	6,5	3,75	0,71
Taballera prof	16	0	
Culip sup	5	1,25	0,75
Culip prof	17	0	
Jugadora sup	5	0	
Jugadora prof	15	0	
Guillola sup	5	0	
Guillola prof	17	0	
Portlligat	4,5	0	
Norfeu N	14	0	
Pelosa	5	0	
Montjoi sup	5	0	
Montjoi prof	15	0	

## Les poblacions de naces

### Abundància

L'abundància de naces és molt variable entre estacions, amb valors màxims a Jugadora (11,0± 2,1 ind 100 m<sup>-2</sup>), i mínims a Taballera, Culip, Guillola i Montjoi (totes amb menys de 3 ind 100 m<sup>-2</sup>). La resta d'estacions presenten valors entre 3 i 9 ind 100 m<sup>-2</sup> (taula 7 i Figura 8).

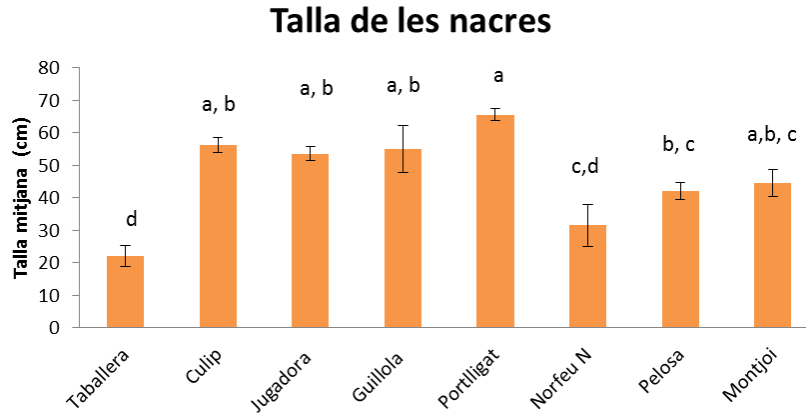
Vam trobar un total de 9 naces mortes a les cales de Montjoi, Guillola, Norfeu i Taballera, de les quals 5 eren individus adults i 4 juvenils (menys de 15 cm de longitud total). Això representa un 8% del total d'individus observats.



**Figura 8.** Abundàncies (en ind 100 m<sup>-2</sup>) de naces a les estacions de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva abundància.

### Talla mitjana

La talla mitjana també varia molt d'una estació a l'altra ( $p < 0,001$ ), amb mides petites a Norfeu i Taballera, mitjanes a Pelosa i Montjoi i grans a la resta (Figura 9 i taula 7).



**Figura 9.** Talla mitjana (en cm) de les poblacions de nacres de les estacions de cap de Creus. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la talla mitjana de les seves nacres.

**Taula 7.** Valors de les principals variables relacionades amb les poblacions de nacres de cap de Creus. Es presenten la mitjana i l'error estàndard (ES).

Estació	Abundància (ind 100 m <sup>-2</sup> )		Talla mitjana cm		Individus totals observats
		ES		ES	
Taballera	2,0	0,58	22,0	3,16	6
Culip	2,3	0,88	56,3	2,34	7
Jugadora	11,0	2,08	53,6	2,14	33
Guillola	2,7	1,2	55,1	7,31	8
Portlligat	6,7	0,88	65,5	1,78	20
Norfeu N	3,0	1,53	31,5	6,36	9
Pelosa	9,0	1,53	42,1	2,52	27
Montjoi	2,0	1	44,5	4,17	6

## MONTGRÍ-MEDES

### Descripció de les estacions

#### ***Cala Montgó***

La praderia de cala Montgó, al sud de l'Escala, ocupa la major part dels seus fons, a fondàries entre 5-6 (puntualment menys) i 18 metres. Ara bé, aquesta afirmació cal matisar-la, ja que la praderia és força irregular, i s'alternen zones contínues (entre els 6 i els 12 metres, si fa o no fa) amb d'altres amb evidents discontinuïtats, degudes a grans clapes de sorra (per exemple, a la part central), així com zones molt esclarissades i a taques (clapes de mata i clapes de sorra), com a la part més pregona, a partir del 16 metres aproximadament. El límit de l'herbei, entre 17,5 i 18,5 metres de fondària, és a vegades imprecís, d'altres més net. La praderia és força esclarissada, amb molta mata morta alternant amb taques de feixos vius. Es tracta d'un límit moderadament regressiu, és a dir, amb alguna taca de mata morta més enllà dels feixos vius.

Es va situar una primera subestació de mostreig no gaire lluny del límit profund, a 16 m de fondària. La praderia té aquí bastant pendent, i és més o menys contínua, encara que amb baixa cobertura. El sediment és fi, amb abundants restes organògenes grolleres. Hi apareixen, de forma dispersa, roques petites o pedres, sobre les quals de vegades hi creixen animals filtradors, com ara la gorgònia *Eunicella singularis*. Els rizomes estan colonitzats per algues esciòfiles.

La segona subestació de mostreig es va situar també al cantó nord, però molt més a prop de la platja, ja que sembla l'única zona amb una praderia més o menys contínua (encara que amb algunes clarianes) a 5 metres de fondària. El substrat és sedimentari fi, i les fulles són curtes, probablement per l'acció d'herbívors, dels que es van observar tant peixos (grans bancs de *Sarpa salpa*) com garotes (molt abundants, i pertanyent a totes les classes de mida). Els rizomes estan força descalçats, i abunden els elements de fondeig com ara morts, cadenes, etc.

#### ***Cala Pedrosa***

La praderia de cala Pedrosa, entre cala Montgó i l'Estartit, és petita, amb una superfície probable (estimada visualment) bastant inferior a 1 ha. Se situa adjacent a l'illa Pedrosa, a fondàries entre uns 6 i uns 10 metres aproximadament. Cap a la banda de terra apareixen clapes de mata morta d'alguns metres quadrats. Es tracta d'una praderia relativament atípica, tant pel seu substrat com per la seva fisonomia. Pel que fa al substrat, val a dir que és molt pedregós, amb elements que van des de blocs de gairebé un metre fins a petits còdols. Sota aquest substrat pedregós hi trobem un sediment gruixut amb força elements organògens. Pel que fa al seu aspecte, cal destacar que és una praderia relativament esclarissada, en la que es poden apreciar nombroses discontinuïtats. Les fulles són curtes, i s'hi troben bastants feixos terminals, que s'identifiquen fàcilment per les seves fulles corbades. Les garotes hi són molt abundants (sobre tot *P. lividus*, però també *S. granularis*), amb una distribució de mides molt variada.

### **Meda Gran 1**

Les tres estacions de les illes Medes (Meda Gran 1, Meda Gran 2 i Meda Petita) estan situades sobre la mateixa gran praderia, de més de 8 ha de superfície, que s'estén al llarg de la cara SW de les illes. L'estació Meda Gran 1 es va situar a la part propera a la Basseta. El pendent és moderadament suau, ja que entre la subestació superficial, a 5 metres, i la pregona, a 14-16 metres, hi ha una distància d'uns 80 metres. El límit profund és molt net i sembla estable, sense gairebé evidències de mata morta més enllà. Les observacions al llarg de més de 30 anys dels autors de l'estudi confirmen aquesta impressió, amb una regressió màxima estimada en menys de mig metre al llarg del període que va de 1982 a l'actualitat. El límit superficial se situa cap als 2-3 metres, encara que a aquesta fondària no es pot parlar, pròpiament dit, d'una praderia, sinó més aviat de taques disperses sobre un fons de sorra, amb alguns blocs de roca pel mig. La praderia contínua comença cap als 5 metres de fondària, amb algunes clapes de mata morta (1-2 m<sup>2</sup>), i va baixant suaument fins als 14-16 metres esmentats, amb una discontinuïtat notable entre els 10 i els 12-13 metres de fondària, on hi trobem una gran clapa de mata morta. Aquesta clapa, que s'estén des de la zona prospectada cap al SE, es va formar a principis dels anys noranta i en l'actualitat sembla que s'ha començat a recuperar molt lentament. La part d'herbei més propera al límit presenta nombroses clapes de sorra i mata morta, i als rizomes hi creixen abundants briozous, especialment *Pentapora fascialis*. Tota la praderia s'assenta sobre sediment, i a la tardor (el moment de la presa de dades) presenta fulles curtes prop de la superfície (per l'acció dels peixos herbívors) i llargues i epifitades a la zona més fonda. Enguany, a aquesta part fonda es va observar un cert recobriment de dictiotals i bacteris per sobre la volta foliar, encara que en quantitats inferiors a les dues altres estacions de les illes. Les nacres són molt abundants. Es van observar nombroses deixalles, de tipologia molt diversa (plàstics, tubs i ulleres d'immersió, tovalloles, estris electrònics, etc.).

### **Meda Gran 2**

La praderia d'aquesta estació, en front a la Meda Gran i davant la zona de l'Embarcador, també forma part de la gran praderia de les illes Medes. Les seves característiques són bastant semblants a les de l'estació Meda Gran 1, encara que sembla una mica més contínua en la seva part superficial. El pendent i la distància entre les subestacions soma i pregona són similars als de l'estació Meda Gran 1, així com la fondària del límit profund. Com a tota la praderia de les Medes, hi ha moltes nacres, i el substrat és arenós, amb sorra que sembla més fina a prop de la superfície i amb elements organògens més grollers (acompanyats de sediments molt fins) al fons. Hi ha una clapa sense vegetació de no gaire importància, a uns 35-40 m de distància a partir de la subestació soma i anant cap el fons, així com un petit esglaó de mata. Aquesta discontinuïtat ja va ser cartografiada al 1997, i no sembla haver sofert canvis significatius. Hem observat un mort de ciment a dins de la praderia, on s'amarra una boia verda, i un altra mort de ciment a prop del límit inferior, així com un parell de boies enfonsades amb caps arrossegant. El seu límit inferior és net, i presenta rizomes plagiòtrops progradants. En la franja batimètrica compresa entre el límit inferior (15-16 metres aproximadament) i els 12 metres, la praderia està densament coberta per un entramat d'algues brunes (dictiotals) barrejades amb bacteris filamentosos. Com a altres punts de la praderia de les illes, hem observat deixalles abundants.

## ***Meda Petita***

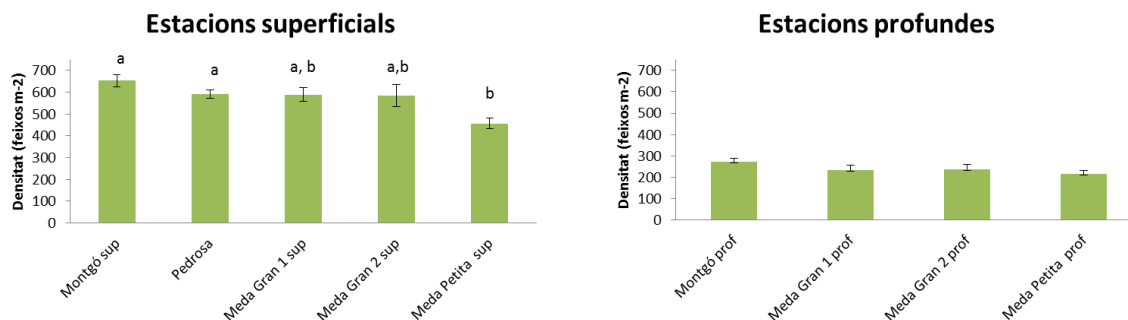
La part de la praderia tocar la Meda Petita a la què aquí ens referim té un fort pendent. El seu límit profund està 16 i 17 m, i en 50 metres lineals s'arriba al seu límit som, cap als 6-8 metres. El límit profund és net, però hi ha clares traces d'una regressió significativa, ja que més enllà del límit hi ha mata morta fins a una fondària d'uns 20 metres aproximadament, on comença un fons de cascall. El límit profund es va fitar per primer cop al 1987, i a l'alçada de la Meda Petita les fites se situaven cap als 19-19.5 metres. Una visita al 1992 va permetre comprovar petites regressions a la zona, de l'ordre de 1-3 metres lineals, així com una clara pèrdua de cobertura i densitat. Aquesta situació es mantenia al 1994. A la data de la darrera visita, 1997, es van detectar feixos vius fins a 20,5 metres de fondària, però, en general una situació molt degradada a tocar el límit. Aquesta zona tan degradada al 1997 és segurament la que s'ha perdut, i abasta un interval batimètric de 2-3 metres, que, donada la forta inclinació del substrat, pot correspondre a uns 20-30 metres lineals. No es pot situar exactament en el temps aquesta regressió, encara que sembla un fenomen que es va iniciar a principis dels anys 90 i que el 1997 ja estava força avançat. Per l'altre extrem, el límit som ve marcat per la desaparició del substrat sedimentari, que dona pas a grans blocs de roca, continuació del sòcol rocós de l'illa. El sediment on s'assenta la praderia és de mida variable, amb components fins a major fondària; hi apareixen petits rocs i còdols, així com restes organògenes. Entre els límits som i pregon no s'observen discontinuïtats notables, i l'aspecte general de la praderia és bo. En la franja batimètrica compresa entre el límit inferior i els 11 metres, la praderia està molt densament coberta pel mateix entramat d'algues dictiotals i bacteris filamentosos descrits a les altres estacions de les illes. A la zona profunda hi ha al menys un mort de ciment a dins la praderia, així com caps que uneixen punts de fondeig i que s'arrossegueu pel fons. Com a altres punts de la praderia de les illes, hem observat deixalles diverses i abundants.

## **Els herbeis de posidònia**

### ***Densitat***

Les densitats a les subestacions superficials (taula 8, Figura 11 esquerra) oscil·len entre els  $456 \pm 25$  feixos  $m^{-2}$  a Meda Petita i els  $654 \pm 29$  feixos  $m^{-2}$  a Montgó, encara que cal recordar que la subestació superficial de la Meda Petita (amb valors significativament inferiors a tota la resta) era a 7 metres de fondària, i no a 5 com les altres. A la resta de subestacions superficials (Meda Gran 1, Meda Gran 2 i Pedrosa) trobem valors propers als 600 feixos  $m^{-2}$ .

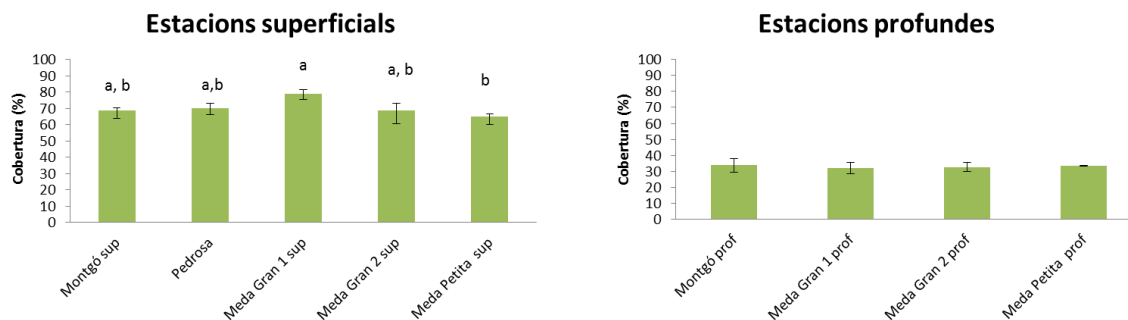
A les subestacions profundes (Figura 11, dreta) els valors són clarament i significativa menors i molt més homogenis, amb valors que ronden els 250 feixos  $m^{-2}$ .



**Figura 11.** Densitat (en feixos m<sup>-2</sup>) de les subestacions superficials i profundes de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva densitat. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada Figura .

### Cobertura

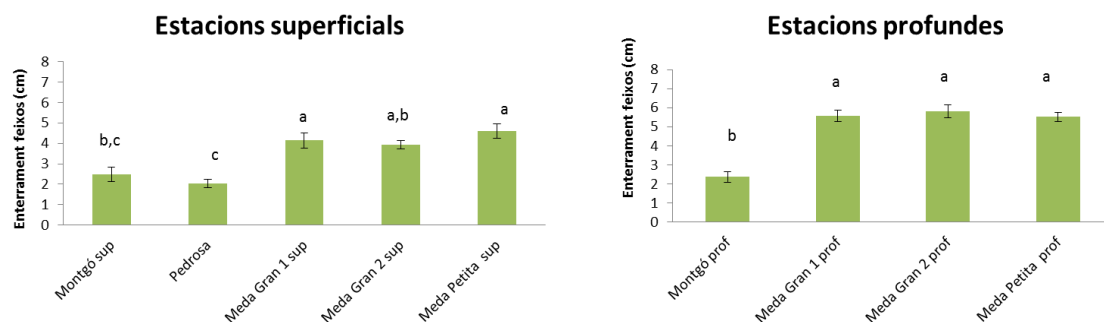
Els valors de cobertura de les subestacions superficials (taula 8, Figura 12, esquerra) varien entre el 65 ± 2 % (Meda Petita) i el 79 ± 3% (Meda Gran 1). A les subestacions profundes (Figura 12, dreta) la cobertura és significativament inferior, amb menys variabilitat que a superfície i valors que ronden el 33%.



**Figura 12.** Cobertura (en %) de les subestacions superficials i profundes de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les subestacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva cobertura. Les anàlisis han estat fetes independentment per les subestacions superficials i profundes, i per tant les lletres són només vàlides dins de cada Figura .

### Enterrament dels feixos

L'enterrament és sempre, al menys en valors mitjans, positiu, indicant per tant que hi ha un cert grau de descalçament. Les diferències entre les subestacions fondes i les superficials no són significatives ( $p > 0.05$ ). Els valors d'enterrament de les subestacions superficials són inferiors a la costa del Montgrí, al voltant de 2 cm a Pedrosa i Montgó, i entre 3 i 4 a la praderia de les illes Medes. Aquestes diferències també es manifesten a les subestacions profundes (taula 8, Figura 13).



**Figura 13.** Enterrament dels feixos (en cm) de les subestacions superficials i profundes de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Cal recordar que l'enterrament positiu indica un descalçament dels feixos.

**Taula 8.** Valors dels principals descriptors estudiats a les praderies a la zona de Montgrí-Medes el 2014. Es donen la mitjana i l'error estàndard.

Subestació	Cobertura (%)		Densitat (feixos m <sup>-2</sup> )		Enterrament (cm)	
	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES
Montgó sup	69	1,6	654	28,6	2	0,3
Montgó prof	34	4,4	271	17,6	2	0,3
Pedrosa	70	3,1	591	19,3	2	0,3
Meda Gran 1 sup	79	2,5	589	32,4	4	0,2
Meda Gran1 prof	32	3,6	235	22,8	6	0,3
Meda Gran 2 sup	69	4,1	584	51,7	4	0,3
Meda Gran2 prof	33	2,9	238	23,7	6	0,3
Meda Petita sup	65	1,9	457	24,9	5	0,3
Meda Petita prof	33	0,5	216	16,8	6	0,3

### Límits

S'han valorat els límits profunds de totes les estacions de les illes Medes i de la costa del Montgrí (llevat la de cala Pedrosa, per la seva reduïda extensió; taula 9), és a dir, un total de 4 estacions. El límit és regressiu a Montgó i a la Meda Petita, i estable a les dues estacions de la Meda Gran. Cal recordar que aquesta classificació no té implicacions cinètiques, al menys en períodes de temps definits, i que es basa tan sols en l'aspecte del límit i en l'existència o no de mata morta més enllà de les darreres plantes vives.

A una de les estacions (Meda Petita) s'han produït regressions importants en el període 2014-2016, de més d'un metre per terme mig, fet que coincideix amb dades més antigues que caracteritzen la zona com de molt clara regressió. Les dues estacions de la Meda Gran, pel contrari, semblen estar en un lent procés de progressió. Finalment, a cala Montgó, encara que han desaparegut algunes fites, la situació sembla ser de regressió lleu.

**Taula 9.** Resum de l'estat dels límits i de les fitacions a les estacions de Montgrí-Medes (any 2014).

Estació	Fondària (m)	Fitació (any)	Cinètica límit (2014-2016)	Cinètica límit (anterior a 2014)
Montgó	17-18	2009	3 barres desaparegudes, i una barra amb 19 cm de regressió	estabilitat amb regressions puntuals
Meda Gran 2	16	2007	progressions d'entre 10 i 30 cm	situació estable entre 2007 i 2014
Meda Gran 1	16	2014	total de 10 barres, 7 que mostren progressió i tres regressió. Progressió mitjana de 6 cm	petites progressions des de 2008, regressions modestes (0,5 metres màxim) entre 1982 i 2008
Meda Petita	16-17	2014	5 barres, 1,26 metres de regressió mitjana	evidències no quantificables de regressions de 20-30 metres del 1987 ençà

### Macrofauna associada

A les estacions de les illes Medes no trobem cap garota mentre que a les praderies de Pedrosa i de Montgó (subestació superficial) hi trobem una gran abundància (entre 4 i 14 ind m<sup>-2</sup>; taula 10). Per contra, a totes les subestacions profundes de les Illes Medes, així com a cala Pedrosa, trobem holotúries (0,63 ind m<sup>-2</sup> de mitjana), mentre que no en trobem cap a Montgó.

**Taula 10.** Abundància de la macrofauna associada (en ind m<sup>-2</sup>), on les garotes son de la espècie *P. lividus* i les holotúries del complex *Holothuria tubulosa-mammata*. Es donen la mitjana ( $\bar{y}$ ) i l'error estàndard (ES).

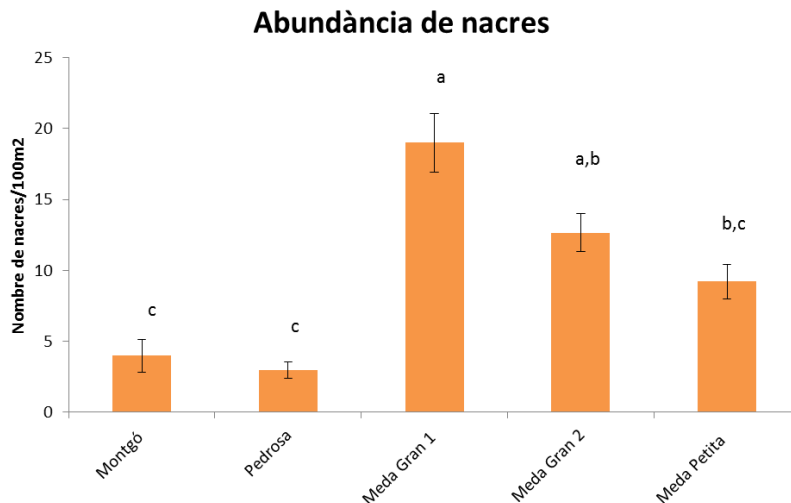
Subestació	Fondària (m)	Garotes (ind m <sup>-2</sup> )		Holotúries (ind m <sup>-2</sup> )	
		$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES
Montgó sup	5	4,4	0,64	0	
Montgó prof	16	0		0	
Pedrosa	6,5	14,4	0,82	0,6	0,79
Meda Gran 1 sup	5	0		0	
Meda Gran1 prof	14	0		0,6	0,79
Meda Gran 2 sup	5	0		0,6	0,79
Meda Gran2 prof	15	0		0,6	0,79
Meda Petita sup	7	0		0	
Meda Petita prof	14	0		0,6	0,79



## Les poblacions de nacres

### Abundància

Les nacres són molt més abundants a les estacions de les illes Medes (entre 12 i 19 ind 100 m<sup>-2</sup>, llevat de la Meda Peita, amb valors una mica per sota), que a les de la costa del Montgrí (valors entre 2 i 5 ind 100 m<sup>-2</sup>; taula 11, Figura 14). Les diferències entre aquest dos grups són estadísticament significatives.



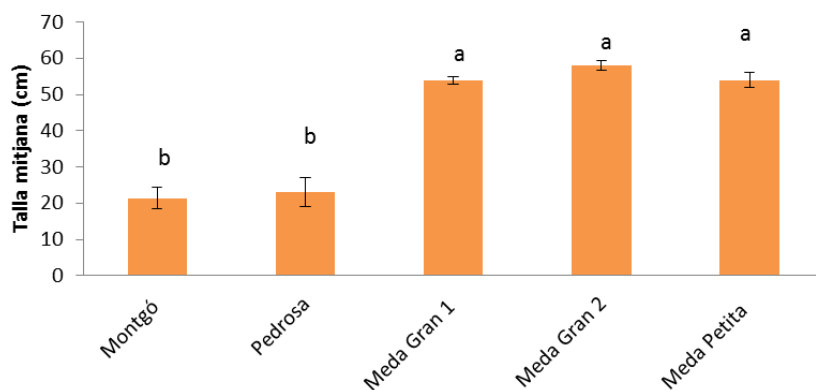
**Figura 14.** Abundàncies (en ind 100 m<sup>-2</sup>) de nacres a les estacions de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la seva abundància.

Vam trobar un total de 14 nacres mortes, el que representa un 10% del total d'individus observats. D'aquestes 8 eren adults (a les estacions Meda Petita, Meda Gran 1, Meda Gran 2 i Montgó), i 6 juvenils (menys de 15 cm de longitud total) a cala Montgó.

### Talla mitjana

La talla mitjana de les nacres (taula 11, Figura 15) és significativament superior ( $p < 0.001$ ) a les estacions de les illes Medes (amb valors mitjans de longitud total estimada superiors als 55 cm) respecte de les estacions de Pedrosa i Montgó, on la longitud mitjana és de 22 cm.

### Talla de les nacres



**Figura 15.** Talles (en cm) de les poblacions de nacres a les estacions de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana i l'error estàndard. Les estacions marcades amb la mateixa lletra no difereixen de manera estadísticament significativa en la talla mitjana de les seves nacres.

**Taula 11.** Valors de les principals variables relacionades amb les poblacions de nacres a la zona de Montgrí-Medes. Es donen la mitjana ( $\bar{y}$ ) i l'error estàndard (ES).

Estació	Abundància (ind 100m <sup>-2</sup> )		Talla mitjana (cm)		Individus totals observats
	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	
Montgó	4,0	1,15	21,4	2,99	12
Pedrosa	3,0	0,58	23,0	3,93	9
Meda Gran 1	19,0	2,08	53,9	1,12	57
Meda Gran 2	12,7	1,33	58,1	1,40	38
Meda Petita	9,2	1,22	54,0	2,34	23

## Discussió

Les campanyes dutes a terme el 2016 per l'estudi de les praderies de *P. oceanica* i de les poblacions associades de *P. nobilis* dels Parcs Naturals de Cap de Creus i Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, han mostrat que el disseny emprat, llevat d'algunes petites millores que s'hi poden introduir, està ben optimitzat. Les dades obtingudes mostren una gran variabilitat en l'espai, variabilitat que serà analitzada en detall en aquest apartat de la memòria. Pel que fa als descriptors propis de la praderia (essencialment, densitat, cobertura i evolució del límit profund), la seva variació no sembla inequívocament associada a activitats humanes, i les praderies no semblen haver sofert canvis generalitzats significatius recents, és a dir en un horitzó de 5-10 anys, ni a cap de Creus ni a l'àmbit Montgrí-Medes. Les nacres (*P. nobilis*) hi són abundants, i la seva abundància, molt variable, està estadísticament i negativa associada al fondeig d'embarcacions. Les praderies d'aquestes dues àrees protegides, considerades globalment, mostren un bon estat, encara que no òptim en alguns casos.

### Aspectes metodològics

#### *Estacions de mostreig*

En funció dels recursos (temps i esforç) disponibles, es considera que la selecció de les estacions és òptima. L'elecció de dues profunditats fixes (subestacions) per a cada estació ha clarificat notablement la interpretació dels resultats, tot fent més entenedora la comparació entre estacions, per exemple per tal d'obtenir conclusions amb base estadística sobre els efectes de l'activitat humana. Pel que fa a Montgrí-Medes, totes les praderies estan adientment mostrejades, i per tant les dades subministren una visió molt completa d'aquest ecosistema a l'espai protegit. Pel que fa a cap de Creus, i degut tant a la seva major extensió com a la dispersió de praderies en al menys una trentena de cales, el què s'ha estudiat és una mostra, que entenem prou representativa, del conjunt, encara que no abasta la totalitat de l'ecosistema a l'espai protegit. En qualsevol cas, les estacions visitades ofereixen un bon ventall de tipus de praderia, de graus de freqüentació i de distàncies als nuclis urbans o a les bases nàutiques, i estan situades a àrees amb diferents figures de protecció. De cara al futur, seria probablement desitjable afegir alguna subestació fonda (per exemple a Pelosa), i potser duplicar l'estació de Portlligat, encara que això demanaria més temps i esforç, i per tant recursos. L'única estació que veiem prescindible (per a ser substituïda per alguna de les esmentades) és l'estació de Norfeu Nord, degut a que no constitueix una praderia gaire extensa ni ben desenvolupada. Sigui com sigui, cal remarcar la importància de fer sempre les mesures als mateixos punts per tal de poder detectar possibles canvis al llarg del temps.

#### *Descriptors de l'estat de les praderies*

Els tres descriptors de més utilitat, tant pels resultats obtinguts com pel que s'indica a la bibliografia (Pergent *et al.*, 1995; Boudouresque *et al.*, 2006), són la densitat, la cobertura i la cinètica del límit profund, als que caldria afegir l'estudi de les poblacions de nacres (abundància i talles) i, en cas de trobar-ne, altres elements rellevants de la macrofauna (per exemple, garotes). Pel que fa a l'enterrament dels feixos, encara que no té una clara relació amb possibles impactes humans, pot aportar informació sobre la vulnerabilitat dels herbeis a pertorbacions mecàniques, com ara el fondeig (Francour *et al.*, 1999).

També es considera que seria molt interessant complementar les variables emprades amb un altre tipus d'estratègia més extensiva (vegeu apartats següents).

### **Metodologia de camp**

El concepte de densitat va ser introduït per l'escola francesa a mitjans dels anys 70 (Giraud, 1977), i millorat i matisat per treballs posteriors (Boudouresque i Pergent, 1992). Aquest concepte va ser completat amb el de cobertura pel nostre equip (Romero, 1986), i en l'actualitat ambdues variables són utilitzades rutinàriament en programes d'avaluació i vigilància de tot tipus (Pergent-Martini *et al.*, 2005; Boudouresque *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2007; Martínez-Crego *et al.*, 2008), i s'han convertit en un estàndard internacional. Malgrat tot, és essencial definir curosament el protocol de mesura d'aquests dos descriptors, especialment en programes de seguiment a llarg termini, per tal que les dades d'un any a l'altre siguin comparables, amb independència de l'equip que executi les feines. És una llàstima, per exemple, que les dades obtingudes en seguiments anteriors (Pozo *et al.*, 2009 i 2011) no siguin comparables a les nostres (veure més endavant), probablement per manca d'uniformitat metodològica. En el present informe, ens hem esforçat a donar el màxim de detalls sobre la metodologia emprada, per tal que sigui reproduïble en el futur. El nombre de rèpliques utilitzades per la densitat ( $n=10$ ), és més que suficient, ja que dona errors estàndard de menys del 20% de la mitjana, tal com es recomana (Pergent *et al.* 1995), i de fet en gairebé tots el casos és de menys del 10%. El nombre de rèpliques per la cobertura ( $n=3$ ) pot semblar una mica reduït, però cal recordar que cada dada de cobertura prové d'un total de 80 observacions, i també es compleix la condició d'estimacions d'errors de menys del 10%, llevat de dos o tres casos.

### **Estratègia**

El present treball de seguiment ha estat orientat a l'avaluació d'una sèrie de punts mitjançant una sèrie de mesures puntuals, com les de densitat i cobertura ja comentades; és pot per tant qualificar d'estratègia intensiva. Aquesta estratègia es considera prou adient i correcta. Ara bé, caldria pensar en la possibilitat de complementar-la amb algun tipus de visió extensiva, com ja s'ha dit abans, amb recorreguts d'un abast espacial més gran sobre el conjunt de les praderies. Aquests recorreguts, per exemple amb *scooter* o *planejador* submarí i documentats mitjançant filmacions, podrien ajudar a detectar problemes puntuals o evolucions negatives fora dels punts prospectats, aspecte més important probablement a cap de Creus (amb molta més proporció de superfície de praderia no visitada) que no pas a Montgrí-Medes.

### **Valoració de l'estat actual de les praderies**

En primer lloc, cal insistir en què l'extensió (més aviat, canvis en l'extensió, és a dir, cinètica del límit), la cobertura i la densitat no constitueixen, per sí soles, un criteri unívoc de l'estat de salut de les praderies, sinó, més aviat, mesures de l'abundància fetes a tres escales d'observació diferents. Sobre aquesta abundància poden influir molts factors, entre ells els relacionats amb l'activitat humana, però també fonts de variabilitat natural; uns i altres són difícils de destriar. Així, d'una banda, és innegable que el deteriorament de les praderies comporta una disminució de l'abundància de les plantes, en una o més de les tres escales esmentades, pel qual la informació que ens proporcionen aquestes tres mesures ens és molt útil per detectar possibles situacions de risc. Ara bé, d'altra banda, cal una mica de prudència a l'hora

d'interpretar les dades, sobre tot si són dades puntuals en el temps i basem la nostra interpretació en comparacions entre diversos punts.

Tenint en compte les precaucions expressades, en aquest apartat intentarem dur a terme una valoració de l'estat de les praderies de cap de Creus i de Montgrí-Medes, definint primer, de la millor manera possible, el què serien uns valors òptims (o de referència, per emprar terminologia de la Directiva Marc de l'Aigua) per la densitat i la cobertura, i després comparant les nostres dades amb aquests valors de referència.

### **Valors de referència**

Entenem per valors de referència els valors de densitat i cobertura que s'esperarien obtenir en praderies en estat de conservació òptim. El concepte és molt senzill d'entendre, però la seva aplicació porta uns certs problemes, relacionats amb la forta variabilitat natural d'aquests dos descriptors. Aquesta variabilitat està associada a factors que van de l'escala local (com ara la fondària) a l'escala regional (per exemple, la transparència de l'aigua o la temperatura). Cal per tant, ser molt curosos amb l'elecció dels valors de referència, ja que una atribució errònia pot portar a diagnòsics igualment errònies i, encara pitjor, a decisions de gestió que poden resultar tant excessives com insuficients. El que exposem a continuació és molt semblant al que ja va ser exposat a l'informe de 2014, amb algunes actualitzacions, principalment incorporant les dades d'aquest any al càlcul de la referència interna (veure més endavant). Creiem oportú repetir-ho, per la importància del tema en la diagnòsics dels espais protegits.

En el cas del present treball, el fet d'haver fixat dues profunditats ja ajuda a tenir en compte la variabilitat associada a la fondària, i proposem per tant uns valors de referència específics per les dues fondàries estudiades (5 i 15 metres). Ara bé, com no existeixen uns valors de referència normalitzats i acceptats, hem provat d'obtenir-los seguint diverses metodologies i criteris, per després contrastar els resultats i arribar a una proposta raonable. Els procediments es descriuen a continuació.

- a) **Utilització dels valors proposats per Pergent *et al.* (1995).** Aquests autors es basen en un recull ampli de dades de gran abast geogràfic (el conjunt de la Mediterrània), i separen praderies antropitzades de les no antropitzades, tot utilitzant una expressió logarítmica per relacionar densitat i fondària. Hem agafat els valors de les praderies no antropitzades per les fondàries de 5 i 15 metres. Aquest procediment té com a punts forts el partir d'una base de dades prou completa, i un bon tractament estadístic, i com a punts febles la manca d'especificitat per un entorn geogràfic precís com el nostre, i una certa dispersió metodològica, ja que les dades tenen procedències molt diverses. Només inclou dades de densitat, no de cobertura.
- b) **Dades de la costa catalana - Directiva Marc de l'Aigua.** Durant els anys 2004-2010, l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) va posar en funcionament unes xarxes de control, sota el mandat de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA). Una d'elles utilitzava *P. oceanica* com espècie indicadora (Roca *et al.*, 2015), el que fa que es disposi d'una bona base de dades de densitats i cobertures. D'aquesta base de dades (Romero *et al.*, 2010), hem pres els valors de densitat i cobertura dels tres últims anys disponibles, i hem extret els corresponents a les tres estacions amb valors més alts de densitat o de cobertura, seguint una metodologia acceptada en la implementació de la DMA. Aquest procediment té com a punts forts una molt major coherència geogràfica que en el procediment (a), així com la total comparabilitat metodològica (ja que les dades varen ser preses pel nostre mateix equip). Té com a punt feble el fet de què, malgrat que la base de dades és

àmplia, no estem totalment segurs de què les tres praderies escollides siguin realment praderies totalment inalterades. Les dades corresponen totes a 15 m de fondària, i per tant no hi ha referències, segons aquest procediment, per les subestacions a 5 metres.

- c) **Dades de la costa catalana - Xarxa de Vigilància de la Qualitat del Herbassars de Fanerògames Marines.** Aquesta xarxa de vigilància ha anat acumulant dades durant més de 10 anys (Submon, 2013). Els autors proposen una expressió exponencial negativa (veure també Renom i Romero, 2001) que relaciona densitat òptima i fondària, que nosaltres hem aplicat a les fondàries de 5 i 15 metres. Aquest procediment té com a punts forts la coherència geogràfica i com a punts febles, a més de l'esmentat pel procediment (b), la manca de suport estadístic, ja que no es dona informació sobre la bondat dels ajustos, per exemple, ni una estimació de la seva variabilitat, i una metodologia de presa de dades de camp probablement no del tot comparable amb la nostra. No hi ha expressió que relacioni fondària i cobertura, pel que només podem obtenir valors de referència per la densitat.
- d) **Dades històriques de les illes Medes.** La sèrie històrica de densitats i cobertures de les illes Medes, iniciada al 1984 (Romero *et al.*, 2012), és una font de possibles valors de referència, encara que, per acceptar aquests valors cal assumir que es tracta d'una estació no pertorbada i en condicions òptimes. Això no es pot garantir totalment, encara que d'una de les pressions que més preocupen en el marc d'aquest estudi (l'ancoratge) si que n'està exclosa. Hem agafat els valors mitjans dels últims tres anys (per a les profunditats de 5 i 14 metres) com a possibles valors de referència. Aquest procediment té com a punts forts l'elevada coherència geogràfica i metodològica, l'ampla dimensió temporal i la garantia d'absència d'ancoratges. Té com a punt feble el fet de tractar-se d'un únic punt, així com els dubtes expressats sobre la hipòtesi de què es tracti d'una estació en condicions òptimes.
- e) **Construcció d'una referència interna.** Finalment, existeix el recurs d'assumir que, entre les estacions mostrejades per nosaltres en els dos anys de seguiment (2014 i 2016), hi ha algunes que es troben en condicions òptimes. Això sembla raonable en un entorn com l'estudiat, i en particular per l'existència d'estacions on la possible principal pressió (l'ancoratge) resta exclosa. Ara bé, hi ha el risc, derivat de la limitació de la base de dades, de que els valors de referència quedin esbiaixats per la presència de punts amb densitats o cobertures puntuals i anòmalament elevats. Hem agafat, com a exercici, la mitjana del percentil 90 de les dades dels dos anys estudiats (2014 i 2016), tant de densitat com de cobertura, per a cada fondària, i n'hem calculat la mitjana. Aquest procediment té com a punts forts la total coherència geogràfica i metodològica, i com a punt feble el biaix esmentat.

El resultat obtingut d'aplicar els procediments descrits, resumits a la taula 12, un cop analitzats críticament en funció dels punts forts i dels punts febles de cada procediment, ens fan proposar que les densitats de referència a una profunditat de 5 m se situïn entre 550 i 700 feixos  $m^{-2}$ , i a 15 m entre 250 i 400 feixos  $m^{-2}$ . Anàlogament, i encara que es disposen de menys dades, suggerim uns valors de referència per les cobertures d'entre 55 i 70 % a 5 metres i d'entre 25 i 35 % a 15 metres. Aquestes referències no procedeixen d'un mètode de càlcul rigorós, sinó que han estat extretes dels valors de la taula mitjançant un criteri expert. Podem acceptar que les praderies amb valors entre la mitjana i el límit inferior de l'interval estan en condicions bones, i en condicions molt bones les que estan per sobre de la mitjana. Estarien, per tant, en condicions no satisfactòries les praderies amb valors per sota als valors mínims de l'interval. Cal remarcar que les dades que aquí proposem per la forma de càlcul són pràcticament idèntiques a les proposades al 2014.

**Taula 12.** Valors de referència de densitat (feixos m<sup>-2</sup>) i cobertura (%) segons els diferents autors i procediments emprats, i proposta pel present projecte de seguiment. El procediment (a) es basa en el treball de Pergent *et al.* (1995); el (b) en dades de les xarxes de la Directiva Marc de l'Aigua (Romero *et al.*, 2010); el (c) en dades de Submon (2013); el (d) en dades de la sèrie històrica de les illes Medes (Romero *et al.*, 2012) i el procediment (e) en les dades de les campanyes realitzades pel nostre equip en els seguiments de 2014 i 2016 (aquest treball).

Procediment		5 metres		15 metres	
		Densitat	Cobertura	Densitat	Cobertura
(a)	Mitjana	637	-	358	-
	Interval	525-749	-	246-470	-
(b)	Mitjana	-	-	280	37
	Interval	-	-	258-335	31-51
(c)	Mitjana	511	-	264	-
(d)	Mitjana	618	57	269	26
(e)	Mitjana	676	81	393	44
	Interval	654-711	80-82	335-450	41-49
<b>PROPOSTA</b>	Mitjana	611	69	308	36
	Interval	550-700	55-70	250-400	25-35

Pel que fa a l'extensió (o més exactament als seus canvis) mesurada mitjançant el seguiment de les fites, donada la baixa taxa de canvi i colonització de *P. oceanica*, la condició òptima hauria de ser la no regressió, és a dir, l'estabilitat o la progressió dels límits.

### **Valoració de les praderies: densitat i cobertura**

#### a) Cap de Creus

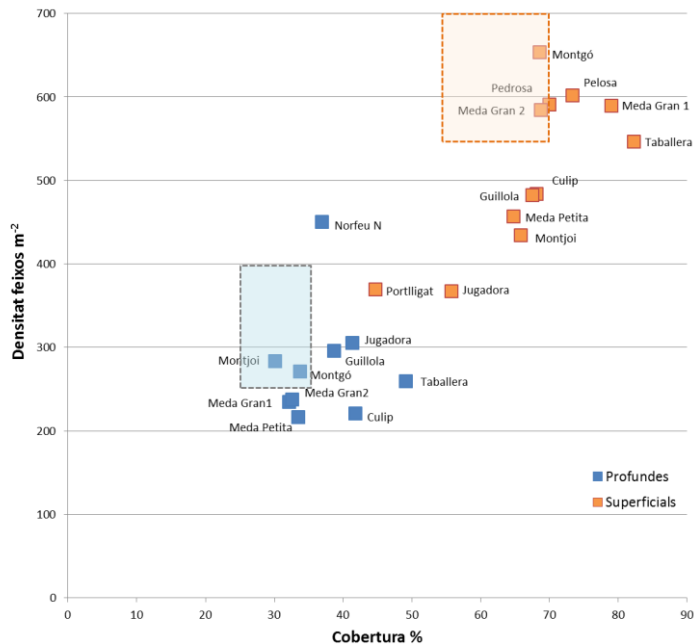
Totes les subestacions superficials del Parc Natural de Cap de Creus estan a dins de l'interval de valors de referència (o bé per sobre) pel que fa a la cobertura, llevat d'un cas (Portlligat). En canvi, pel que fa a la densitat, la meitat estan per sota, lleugerament (Guillola i Culip), moderadament (Montjoi) o molt per sota (Jugadora i Portlligat; taula 12 i Figura 16).

Pel contrari, totes les subestacions fondes del Parc Natural de Cap de Creus presenten valors de cobertura per sobre o dins de l'interval de referència, i valors de densitat generalment a dins de l'interval (Figura 16), amb l'excepció de Culip, però les diferències són molt petites.

#### b) Montgrí-Medes

Gairebé totes les subestacions superficials del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter presenten valors de densitat dins dels intervals de referència o per sobre (Montgó), i valors de cobertura també dins dels límits o fins i tot superiors (cas de Meda Gran 1). L'única excepció és l'estació de la Meda Petita, amb valors de cobertura normals però valors de densitat moderadament per sota del límit inferior de l'interval considerat de referència (taula 12, Figura 16). Cal senyalar, però, que aquesta estació està situada a més fondària (7 m), el que explicaria, al menys en gran part, la seva menor densitat.

A les subestacions fondes, els valors de densitat i cobertura es troben dins dels valors de referència (Figura 16). A l'estació fonda de la Meda Petita els valors de densitat són lleugerament més baixos que el límit inferior de l'interval considerat de referència.



**Figura 16.** Representació dels valors de densitat en funció dels de cobertura, per a totes les estacions i subestacions. S'han representat també els valors de referència, en forma d'interval, que corresponen als dos quadrats dibuixats en traç discontinu.

### Valoració basada en les fites

Pel que fa al seguiment de les fites cal, abans de tot, recordar que es tracta d'un mètode que dona una idea de l'evolució del sistema, en el seu límit inferior, a llarg termini, i que de manera més o menys sistemàtica tenim tan sols dades del període 2014-2016. Amb aquesta limitació present, podem remarcar alguns fets a tall de consideracions provisionals que caldrà verificar en exercicis successius.

- Praderies de cap de Creus: la tendència general entre 2014 i 2016 és estable (Guillola) o lleugerament regressiva (10 cm a Jugadora, 30 cm a Montjó, valors indeterminats però probablement semblants a Culip). Val a dir que algunes fitacions antigues (com la de cala Culip, al 1998) indiquen regressions força més importants (fins a 2 m) en els últims 20 anys.
- Praderia de les illes Medes: la tendència general entre 2014 i 2016 és lleugerament progressiva a la part de la Meda Gran (6-20 cm) i regressiva a la part de la Meda Petita (1,2 m de regressió mitjana). La tendència regressiva a la part de la Meda Petita està recolzada per dades històriques, algunes de les quals es remunten a 1987, i semblen indicar bastants metres de regressió.



## Evolució en el temps

### Praderies

La diagnosi de l'evolució en el temps dels valors de densitat i cobertura de les praderies es pot abordar de dues formes: una, comparant els resultats del present exercici amb les nostres dades del 2014, i l'altre, analitzant dades bibliogràfiques més antigues.

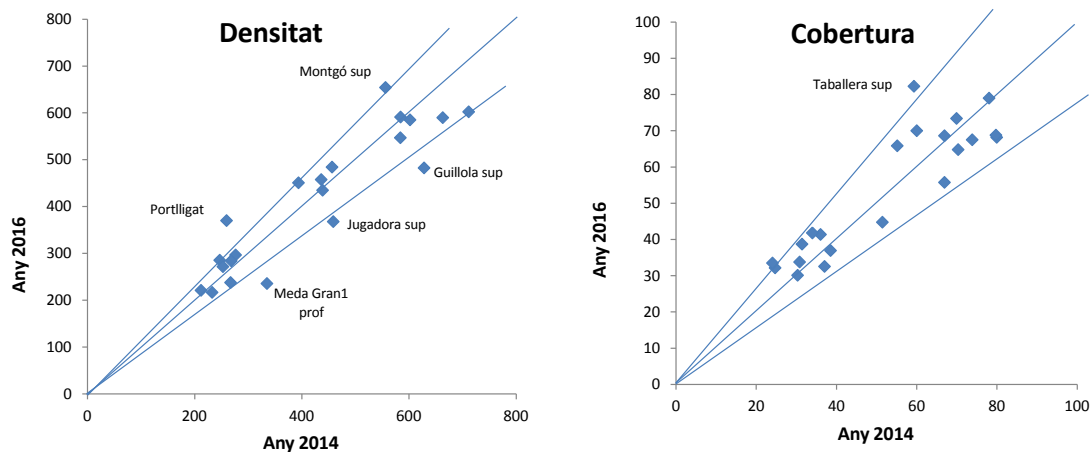
Pel que fa a les nostres dades, no hi ha diferències globals estadísticament significatives entre els anys 2014 i 2016, ni en densitat ni en cobertura, és a dir, no hi ha una tendència generalitzada ni a augmentar ni a disminuir cap d'aquests dos paràmetres. Ara bé, analitzant en detall (estació per estació) els resultats, podem veure que hi ha alguns punts on els indicadors augmenten, i d'altres on disminueixen (taula 13).

**Taula 13.** Comparació de dades mitjanes ( $\bar{y}$ ) de cobertura i densitat de feixos (amb el seu error estàndard, ES) de les praderies de les subestacions de cap de Creus i de Montgrí-Medes corresponents als seguiments dels anys 2014 i 2016. A la darrera columna s'indica si les variacions observades són estadísticament significatives, en densitat (Dens) o cobertura (Cob), i si representen augments (+), disminucions (-) o cap canvi (=).

Subestació	Densitat				Cobertura				Canvis (p<0,05)
	2014		2016		2014		2016		
	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES	
Taballera sup	584	27,3	546	23,8	59	3,1	82	4,7	Cob (+)
Taballera prof	-	-	259	12,7	-	-	49	1,0	=
Culip sup	456	13,9	484	25,2	80	4,6	68	4,1	=
Culip prof	212	11,2	221	15,0	34	5,9	42	4,0	=
Jugadora sup	459	35,8	368	19,4	67	4,3	56	3,6	Dens (-)
Jugadora prof	247	24,8	306	20,2	36	5,8	41	5,5	=
Guillola sup	628	31,3	482	21,4	74	4,2	67	8,3	Dens (-)
Guillola prof	276	21,8	296	18,9	32	5,6	39	3,8	=
Portlligat	259	19,5	369	27,4	52	6,6	45	4,5	Dens (+)
Norfeu N	394	27,8	450	38,1	39	2,3	37	1,7	=
Pelosa	711	28,6	602	46,1	70	5,3	73	4,0	=
Montjoi sup	439	43,1	434	26,1	55	3,8	66	1,7	=
Montjoi prof	268	19,1	284	10,9	30	4,2	30	5,3	=
Montgó sup	556	14,8	654	28,6	67	5,3	69	1,6	Dens (+)
Montgó prof	253	15,8	271	17,6	31	4,8	34	4,4	=
Pedrosa	584	17,6	591	19,3	60	3,1	70	3,1	=
Meda Gran 1 sup	663	26,5	589	32,4	78	4,0	79	2,5	=
Meda Gran1 prof	335	15,7	235	22,8	25	3,5	32	3,6	Dens (-)
Meda Gran 2 sup	602	37,3	584	51,7	80	4,7	69	4,1	=
Meda Gran2 prof	267	26,7	238	23,7	37	0,6	33	2,8	=
Meda Petita sup	436	25,7	457	24,9	70	2,5	65	1,9	=
Meda Petita prof	233	14,8	216	16,8	24	3,4	33	0,4	=

Les diferències subestació a subestació s'han avaluat mitjançant un test t de Student de comparació de mitjanes (veure metodologia), i s'observa com a tres subestacions la densitat ha baixat (Jugadora superficial, Guillola superficial i Meda Gran 1 profunda) i a dues ha pujat (Portlligat i Montgó superficial),

mentre que la cobertura tan sols ha augmentat significativament a Taballera superficial (taula 13). Aquests resultats es representen gràficament utilitzant un interval de confiança aproximat (Figura 17). Els increments són, en principi, una bona notícia, encara que cal ser prudents, i comprovar si les tendències positives es mantenen en el futur o són simplement una fluctuació esporàdica. Pel contrari, els decrements, amb els que cal ser igualment prudents per les mateixes causes, constitueixen avisos als que cal parar atenció. Ara bé, les tres estacions on s'han produït els decrements (subestacions superficials de Jugadora i Guillola, i profunda de Meda Gran 1) no semblen tenir res en comú. Així, a Guillola s'hi fondeja amb àncora, encara que el punt de l'estació no és pas dels més freqüentats, mentre que si ho és la subestació profunda, que no ha patit canvis. D'altra banda, a la subestació profunda de Meda Gran 1 hi ha freqüentació, però no ancoratge (fondejos de baix impacte instal·lats des de fa molt de temps), i és en tot similar a la subestació Meda Gran 2, que no ha patit canvis. Aquests tres casos, per tant, semblen estar causats per processos locals que no som capaços d'identificar i als que, òbviament, caldrà estar atents en anys successius.



**Figura 17.** Comparació entre les dades de 2014 (abscisses) i 2016 (ordenades), tant per la densitat (esquerra) com per la cobertura (dreta). Es representa la recta de pendent 1, on es situarien els punts si no s'hagués produït cap canvi, i un interval de confiança aproximat. Es considera que hi ha diferències significatives quan els punts estan per sobre o per sota d'aquests intervals. Com que aquests intervals són aproximats, l'estadística correcta és la que s'indica a la taula 13.

Pel que fa a les dades bibliogràfiques, cal dir que, llevat de la sèrie de Romero *et al.* (2012), el seguiment de les praderies de cap de Creus i Montgrí-Medes s'ha dut a terme amb una certa discontinuïtat metodològica; a més, les estacions no sempre coincideixen. Tot això dificulta les comparacions.

En primer lloc, tenim les dades de Pozo *et al.* (2009 i 2011), que afirmen que els herbeis, per la zona de Montgrí-Medes, es troben en condicions de pertorbació i amb una densitat baixa, i per la zona de cap de Creus, els consideren amb una densitat inferior entre el 25 i el 50 % al valor de densitat òptim. Als treballs esmentats, les estacions es distribueixen amb una gran variabilitat batimètrica, entre 2 i 14 metres, fet que complica les comparacions. Malgrat això, i quan les profunditats són raonablement similars a les mostrejades en el present estudi, els seus valors de densitat són molt inferiors als nostres, mentre que els seus valors de cobertura són molt superiors (taula 14). No trobem cap explicació a aquesta discrepància que no sigui metodològica, bé pel que fa a la selecció d'estacions, a la distribució dels quadrats per comptar o el propis conceptes de densitat i de cobertura. D'altra banda, curiosament, aquests autors no

utilitzen la cobertura com a criteri de diagnosi; d'haver-ho fet, la seva valoració hagués estat molt més positiva. Atribuïm, com ho vam fer al 2014, les diferències amb Pozo *et al.* (2009 i 2011) a aspectes metodològics.

**Taula 14.** Comparació entre les nostres dades de 2014 i 2016 i les dels seguiments 2009 i 2011.

	Pozo <i>et al.</i> (2009 i 2011)		Seguiment (2014 i 2016)	
	Prof. (m)	Densitat (feixos m <sup>-2</sup> )	Prof. (m)	Densitat (feixos m <sup>-2</sup> )
<b>Meda Petita</b>	14,42	115-141	14	216-232
<b>Meda Gran</b>	8,54	296-186	8,7*	390-417
<b>Pedrosa</b>	6,6	289-415	6,5	584-591
<b>Cala Culip</b>	13,07	131-213	17	211-221
<b>Cala Jugadora</b>	14,12	167-158	15	247-306
<b>Portlligat</b>	2,42	324-187	4,5	259-369
<b>Norfeu Nord</b>	11,27	216-282	14	393-450
<b>Cala Montjoi</b>	6,99	299-345	5	434-439

	Pozo <i>et al.</i> (2009 i 2011)		Seguiment (2014 i 2016)	
	Prof. (m)	Cobertura (%)	Prof. (m)	Cobertura (%)
<b>Meda Petita</b>	14,42	63-69	14	24-33
<b>Meda Gran</b>	8,54	94-97	8,7*	53-49
<b>Pedrosa</b>	6,6	74-63	6,5	60-70
<b>Cala Culip</b>	13,07	88-85	17	34-42
<b>Cala Jugadora</b>	14,12	88-91	15	36-41
<b>Portlligat</b>	2,42	80-74	4,5	45-52
<b>Norfeu Nord</b>	11,27	48-51	14	37-39
<b>Cala Montjoi</b>	6,99	76-76	5	55-66

\*Aquesta estació no forma part del seguiment, si bé es disposa de dades d'aquest 2014 i 2016 com a part de la sèrie de Romero *et al.* (2012).

Pel que fa a altres treballs, hem aplegat a la taula 15 tota la informació disponible sobre mesures de cobertura i densitat a la zona (especialment: Submon, 2013; Romero *et al.*, 2010 i Romero *et al.*, 2012), i n'hem extret les dades que, per coincidència o forta aproximació en quant a les estacions i la fondària, hem considerat comparables, fixant-nos especialment als darrers cinc anys.

**Taula 15.** Recull de dades de cobertura i densitat d'anys recents sobre les subestacions de cap de Creus i de l'àmbit Montgrí-Medes.

Subestació	Anys	Densitat	Cobertura	Fondària
Culip sup	2009-2012 <sup>(1)</sup>	235	58	5
	2014 <sup>(2)</sup>	456	80	5
	2016 <sup>(5)</sup>	484	68	5
Culip prof	2008-2010 <sup>(3)</sup>	187	23	16,5
	2014 <sup>(2)</sup>	212	34	17
	2016 <sup>(5)</sup>	221	42	17
Jugadora prof	2009-2012 <sup>(1)</sup>	148	43	14,4
	2008-2010 <sup>(3)</sup>	140	24	15,5
	2014 <sup>(2)</sup>	247	36	15
	2016 <sup>(5)</sup>	306	41	15
Portlligat	2008-2011 <sup>(1)</sup>	191	41	7
	2014 <sup>(2)</sup>	259	52	4,5
	2016 <sup>(5)</sup>	369	45	4,5
Montjoi prof	2008-2010 <sup>(3)</sup>	149	24	16
	2014 <sup>(2)</sup>	268	30	15
	2016 <sup>(5)</sup>	284	30	15
Montgó prof	2009-2011 <sup>(1)</sup>	124	37	13
	2008-2010 <sup>(3)</sup>	210	24	15
	2014 <sup>(2)</sup>	253	31	16
	2016 <sup>(5)</sup>	271	34	16
Pedrosa	2009-2011 <sup>(1)</sup>	238	52	6,5
	2014 <sup>(2)</sup>	584	60	6,5
	2016 <sup>(5)</sup>	591	70	6,5
Meda Gran 1 sup	2011-2013 <sup>(4)</sup>	691	57	5
	2014 <sup>(2)</sup>	663	78	5
	2016 <sup>(5)</sup>	589	79	5
Meda Gran1 prof	2011-2014 <sup>(4)</sup>	269	26	14
	2014 <sup>(2)</sup>	335	25	14
	2016 <sup>(5)</sup>	235	32	14

Referències: (1) Submon (2013); (2) Seguiment 2014; (3) Romero *et al.* (2010), (4) Romero *et al.* (2012); (5) Present treball.

A totes les estacions o subestacions per les quals hi ha dades, pot comprovar-se (taula 15) que tant la cobertura com la densitat o bé s'han mantingut o bé han augmentat al 2014 i 2016. Si bé cal interpretar aquest fet amb una certa prudència (els punts poden no haver estat exactament els mateixos, pot haver-hi algunes discrepàncies metodològiques), el què si és clar és que no s'ha produït cap davallada important, ni molt menys generalitzada, en els descriptors d'abundància de les praderies, al menys d'una manera consistent durant el període 2008-2016.

### Nacres

Pel que fa a les abundàncies de les poblacions de nacres, no hi ha canvis significatius globals entre 2014 i 2016. Malgrat que es pugui apreciar que les poblacions augmenten a algunes estacions i disminueixen a d'altres (taula 16), aquestes diferències estació a estació tampoc són significatives.

**Taula 16.** Dades mitjanes d'abundància de nacres de les praderies de les estacions de cap de Creus i de Montgrí-Medes corresponents als seguiments dels anys 2014 i 2016, amb el seus corresponents errors estàndard (ES).

Estació	Abundància Nacres (ind m <sup>-2</sup> )			
	2014		2016	
	$\bar{y}$	ES	$\bar{y}$	ES
Taballera sup	0,7	0,30	2,0	0,58
Culip sup	3	1,50	2,3	0,88
Jugadora sup	4	2,00	11,0	2,08
Guillola sup	2,3	1,30	2,7	1,20
Portlligat	11,3	2,80	6,7	0,88
Norfeu N	0		3,0	1,53
Pelosa	4,7	1,70	9,0	1,53
Montjoi sup	4,7	0,90	2,0	1,00
Montgó sup	1	0,60	4,0	1,15
Pedrosa	1	0,60	3,0	0,58
Meda Gran 1 sup	15	1,50	19,0	2,08
Meda Gran 2 sup	10,7	2,20	12,7	1,33
Meda Petita sup	9,3	2,90	9,2	1,22

## El fondeig i altres pressions

Donat que la pressió més evident sobre les praderies de les zones estudiades és la freqüentació per embarcacions esportives, i malgrat que el treball no estava dissenyat per avaluar els possibles impactes d'aquesta pressió, hem intentar veure si amb les nostres dades es podien esbrinar alguns dels seus efectes. La major part d'embarcacions esportives que visiten les cales o trams de costa estudiats hi fondegen, tirant l'àncora, o bé agafant-se a morts allà on l'ancoratge és prohibit o regulat. En principi, cal distingir entre el fondeig de dia (el què fan els vaixells esportius durant un temps que oscil·la entre uns minuts i unes poques hores, més rarament un dia o més) i el fondeig de temporada o permanent (el què fan per la temporada estival). El primer es du a terme amb l'àncora o ruixó, llevat de les zones on hi ha camp de boies; els seus efectes destructius s'originen, sobre tot, per l'arrencament de feixos en el moment de llevar l'àncora, o en els casos en què l'àncora garreja. El segon es basa en estructures permanents (morts de formigó, o més rarament àncores de mida gran, amb cadenes o caps i una boia a superfície). El seu efecte destructiu el produeix la pròpia estructura, a més de l'arrossegament de les cadenes pel fons, quan existeixen. Alguns fondejos permanents, o alguns camps de boies per fondeig de dia, són de baix impacte (també anomenats ecològics); les illes Medes i Portlligat en són els exemples més importants. A banda dels efectes mecànics, la freqüentació per embarcacions pot comportar altres tipus de danys sobre les praderies, com ara eutrofització per descàrregues de matèria orgànica (encara que avui dia la major part del vaixells amb inodor no llencen les aigües brutes al mar), contaminació per hidrocarburs (olis de sentines, restes de combustible, etc.) o altres contaminants (per exemple, per les pintures *anti-fouling*). Aquesta freqüentació és també l'origen de les deixalles diverses que hem anat observant i que, encara que no tenen un impacte ecològic significatiu, sí que ho tenen visual.

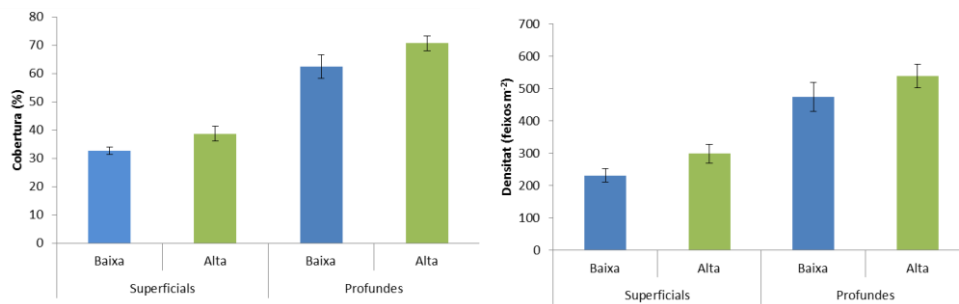
Hem recopilat dades per tal d'avaluar la intensitat de l'ancoratge, i en general del fondeig, sobre les diferents estacions estudiades, i a tal efecte hem recorregut als treballs de Romero *et al.* (2004), Lloret *et al.* (2008, citat a la memòria del PRUG de cap de Creus 2014) i Fuentes-Rosúa (2011). Tot i que les dades són una mica antigues i el nombre de vaixells pot haver-se modificat, segurament els hàbits dels usuaris no ho han fet, pel que, amb finalitat comparativa (entre cales) considerem les dades prou adients. Els valors aportats (taula 17) són força informatius, però fan difícil establir diversos nivells d'intensitat de l'activitat, especialment perquè el nombre de vaixells fondejats està en gran mesura influït per la grandària de la superfície on es pot fondejar a cada cala. A banda d'això, la meteorologia de la zona, canviant i no sempre benigna, fa que les àrees de fondeig vagin variant, i que sense un seguiment molt exhaustiu es faci difícil tenir una bona estimació de la pressió acumulada al llarg de l'any. Per tant, i a manca d'una informació més acurada sobre la distribució espacio-temporal de barques dins les cales, hem decidit dur a terme l'anàlisi amb dos nivells de pressió: d'una banda, totes les estacions on es pot tirar l'àncora o bé hi ha fondejos permanents amb blocs de formigó (pressió "alta") i de l'altra totes les estacions on no s'hi pot tirar l'àncora i els fondejos, en cas d'haver-ne, són ecològics (pressió "baixa"; no hem considerat mai la pressió nul·la per la potencial existència d'impactes lligats a la freqüentació no causats per l'àncora o el mort, com s'ha explicat anteriorment). Els treballs esmentats es refereixen només a cap de Creus; pel que fa a les illes Medes, l'ancoratge és prohibit, i els fondejos fixes són de baix impacte, i per tant considerem la pressió "baixa", mentre que a les estacions de Pedrosa i Montgó l'hem considerada "alta", per l'elevat número de vaixells que hi tiren l'àncora a l'estiu i, a Montgó, la presència de fondejos permanents amb blocs de formigó.

**Taula 17.** Recull de dades sobre el número d'embarcacions fondejades a les estacions, i atribució del valor de pressió a cada una.

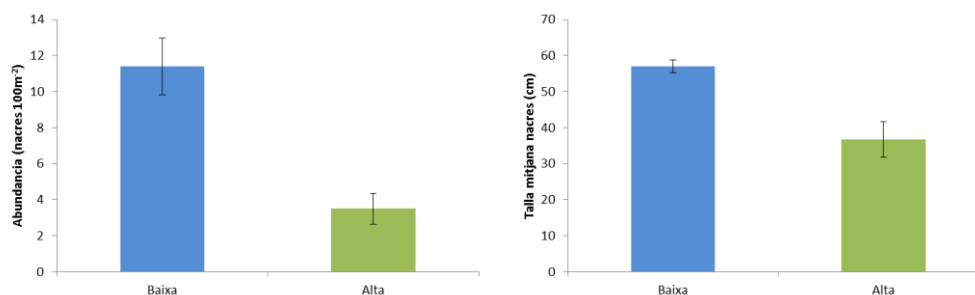
Zona	Subestació	Romero <i>et al.</i> (2004)	Lloret <i>et al.</i> (2008)	Fuentes-Rosúa (2011)	Tipus	Comentari	Pressió
Cap de Creus	Taballera	40	25-50	12	dia	-	alta
	Culip sup	40	<25	38	dia	-	alta
	Jugadora sup	0	-	-	-	Ancoratge exclòs per zona abalisada de bany	baixa
	Jugadora prof	22	<25	9	dia	-	alta
	Guillola	60	25-50	26	dia	-	alta
	Portlligat	150	-	-	temporada	Fondejos de tipus ecològic	baixa
	Norfeu N	-	25-50	-	dia	-	alta
	Pelosa	40	>50	29	dia/ temporada	Ancoratges i fondejos permanents amb blocs de formigó	alta
	Montjoi	90	>50	42	dia/ temporada	Ancoratges i fondejos permanents amb blocs de formigó	alta
Medes-Montgrí	Montgó	-	-	-	dia/ temporada	Ancoratges i fondejos permanents amb blocs de formigó i altres	alta
	Pedrosa	-	-	-	dia	-	alta
	Meda Petita	-	-	-	-	Zona estrictament protegida; fondejos de dia amb sistema ecològic	baixa
	Meda Gran 1	-	-	-	-		baixa
	Meda Gran 2	-	-	-	-		baixa

S'han analitzat dues variables de la praderia (densitat i cobertura) en funció de la profunditat i de la intensitat de la pressió de fondeig, i altres dues de la població de nacres associada (abundància d'individus i talles dels individus), només en funció de la intensitat de la pressió de fondeig. No trobem diferències rellevants degudes al fondeig ni en la densitat ni en la cobertura de les praderies (taula 18, Figura 18); per ser exactes, caldria dir que sí que hi ha diferències estadísticament significatives, però són molt petites i, a més a més, en el sentit contrari al esperat (és a dir, densitats i cobertures lleugerament superiors allà on es fondeja). Pel contrari, les nacres són molt més abundants a les estacions on la pressió de fondeig és baixa, i les seves talles tendeixen a ser netament més grans (taula 18, Figura 19 i 20). Així, l'abundància de nacres a estacions on la pressió de fondeig és alta (mitjana: 3.5 ind 100 m<sup>-2</sup>) és menys d'una quarta part de l'abundància a estacions on és baixa (mitjana: 11.4 ind 100 m<sup>-2</sup>). Aquests valors estan molt a prop del mínim i del màxim, respectivament, que es mencionen per a poblacions degradades o en òptim estat d'aquesta espècie (Guallart i Templado, 2012). Per tant, i amb les precaucions expressades al principi d'aquest apartat, hem de dir que no hi ha efectes clars de l'ancoratge sobre els descriptors de les praderies, però sí sobre les poblacions de nacres associades.

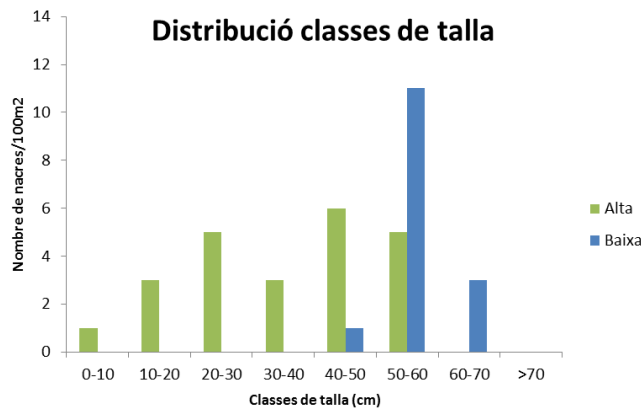
Per últim, val a dir que no hem estimat necessari fer cap anàlisi en funció del nivell de protecció "administratiu", donat que almenys a cap de Creus, les activitats amb impacte potencial sobre les praderies estan igualment permeses a les reserves parcials que al parc natural.



**Figura 18.** Representació dels principals descriptors estudiats a les praderies de posidònia agrupant les subestacions en funció de la pressió del fondeig (Alta o Baixa). Les línies verticals representen l'error estàndard.



**Figura 19.** Representació dels principals descriptors estudiats a les poblacions de *P. nobilis* de les praderies de posidònia agrupant les subestacions en funció de la pressió del fondeig (Alta o Baixa). Les barres verticals representen l'error estàndard.



**Figura 20.** Histograma de les classes de talla de les poblacions de *P. nobilis* de les praderies de posidònia agrupant les subestacions en funció de la pressió del fondeig (Alta o Baixa).

**Taula 18.** Resum de l'anàlisi estadística per establir la significació dels efectes de la pressió de fondeig, segons les tècniques explicades al capítol de metodologia. S'especifiquen les quatre variables independents analitzades i els factors inclosos (fixos i aleatoris) i el valor p (probabilitat d'error al rebutjar que hi ha un efecte de pressió de fondeig).

Variable dependent	Tipus de factor	Variabels independents	p
<b>Densitat</b>	Fix	Fondària	<0.001
	Fix	Pressió	<0.001
	Aleatori	Estació	-
<b>Cobertura</b>	Fix	Fondària	<0.001
	Fix	Pressió	0.009
	Aleatori	Estació	-
<b>Abundància de nacles</b>	Fix	Pressió	0.002
	Aleatori	Estació	-
<b>Talles de les nacles</b>	Fix	Pressió	0.013
	Aleatori	Estació	-

### Mortalitats de *Pinna nobilis*

Recentment, s'ha informat de mortalitats massives de nacles a les costes mediterrànies del sud de la península i a Balears. Aquesta mortalitat no sembla haver afectat les costes del Montgrí i de cap de Creus, ja que només es va observar un 8% d'individus morts, xifra aparentment normal i comparable a la d'anys anteriors. Ara bé, al llarg de la presa de dades vàrem intentar esbrinar el temps de reacció dels individus, és a dir, el temps que triguen a tancar les valves després d'un estímul mecànic (tocar les valves al seu punt més alt). En condicions normals, el tancament es produeix de manera molt ràpida; si es produeix una certa demora, o cal repetir l'estímul per un tancament complet, es considera que l'individu no està en bones condicions. Encara que no es van prendre dades de manera sistemàtica, les nostres observacions indiquen molt clarament que les nacles adultes tant del Parc Natural de Cap de Creus com del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter tenen un temps de reacció lent, i per tant caldrà estar vigilants davant de possibles mortalitats que es puguin produir en el futur immediat.



## Valoració global

Tenint en compte tots els aspectes discutits fins ara, és a dir, els valors actuals de densitat i cobertura (comparació amb els valors de referència), l'evolució en el temps (comparació amb dades anteriors i evolució dels límits), l'abundància i talles de les nacres i, finalment, altres apreciacions (deixalles i altres observacions *in situ*, resultats de fitacions antigues, etc.), hem intentat una valoració sintètica de les praderies estudiades (taula 19).

**Taula 19.** Resum de les diferents apreciacions sobre les subestacions estudiades, i valoració global pel 2016. Pels valors de densitat i de cobertura s'indica si es troben dins de l'interval considerat normal o bé per sota, i en quina mesura (lleugerament, moderadament, netament); s'indica també si s'han produït canvis significatius en la densitat o la cobertura (nc: no canvia), així com alteracions en el límit profund, detectats gràcies a la fitació.

Subestació	Valors densitat	Valors cobertura	Canvis densitat	Canvis cobertura	Canvis límit profund	Diagnosi 2016
Taballera sup	Normals	Normals	nc	Augmenta	sd	BO*
Taballera prof	Normals	Normals	nc	nc	sd	MOLT BO
Culip sup	Lleugerament inferiors	Normals	nc	nc	sd	BO
Culip prof	Lleugerament inferiors	Normals	nc	nc	Regressions històriques importants	BO
Jugadora sup	Netament inferiors	Normals	Disminueix	nc	sd	MODERAT
Jugadora prof	Normals	Normals	nc	nc	Regressions centimètriques	BO
Guillola sup	Lleugerament inferiors	Normals	Disminueix	nc	sd	BO
Guillola prof	Normals	Normals	nc	nc	estable	BO*
Portlligat	Netament inferiors	Moderadament inferiors	Augmenta	nc	sd	MODERAT
Norfeu N	Normals	Normals	nc	nc	sd	MOLT BO
Pelosa	Normals	Normals	nc	nc	sd	BO*
Montjoi sup	Moderadament inferiors	Normals	Augmenta	nc	sd	MODERAT*
Montjoi prof	Normals	Normals	nc	nc	Regressions centimètriques	BO
Montgó sup	Normals	Normals	nc	nc	sd	BO*
Montgó prof	Normals	Normals	nc	nc	Estable?	BO
Pedrosa	Normals	Normals	nc	nc	sd	BO
Meda Gran 1 sup	Normals	Normals	nc	nc	sd	BO*
Meda Gran1 prof	Normals	Normals	Disminueix	nc	Progressions centimètriques	BO
Meda Gran 2 sup	Normals	Normals	nc	nc	sd	BO*
Meda Gran2 prof	Normals	Normals	nc	nc	Progressions centimètriques	MOLT BO
Meda Petita sup	Moderadament inferiors	Normals	nc	nc	sd	BO
Meda Petita prof	Lleugerament inferiors	Normals	nc	nc	Regressions mètriques	MODERAT

BO\* o MODERAT\*: aquestes estacions, pels seus indicadors, estarien en un estat "MOLT BO" o "BO" però la presència de deixalles, feixos arrencats i altres símptomes de deteriorament fan que baixi la seva valoració.

La valoració general de les praderies és, per tant, bona o molt bona, amb les excepcions ja esmentades de Jugadora, Portlligat, Montjoi i Meda Petita, totes en la seva part superficial. Aquestes excepcions, en la seva majoria, no semblen revestir una especial gravetat, encara que caldrà continuar seguint la seva evolució futura amb atenció.

A la **subestació superficial de Montjoi** hi ha fondejos permanents, la major part amb mort de ciment i cadena. A l'estiu hi ha un gran nombre d'embarcacions, de manera permanent o de pas, i a la platja s'hi desenvolupen activitats, moltes vinculades al càmping/ciutat de vacances existent. Ara bé, a hores d'ara no es pot establir una relació causa-efecte, i, per altra banda, les diferències entre les densitats observades i les de referència són relativament modestes, i part de la valoració "moderat" d'aquesta pradera prové de l'abundància de deixalles, elements de fondeig, etc..

**L'estació de Portlligat (només existeix subestació superficial)** és la que sembla en pitjor situació de totes les prospectades. Curiosament, a Portlligat, si bé és cert que hi ha una important freqüentació per embarcacions, l'ancoratge està prohibit des de fa més de 10 anys, i el fondeig permanent és de baix impacte. Proposem tres explicacions no excloents per entendre la situació d'aquesta pradera:

- a) Que la causa de la baixa densitat sigui històrica, és a dir, que després de la gran quantitat d'ancoratges i morts incontrolats patida durant molt d'anys (probablement des de mitjans dels 70, i fins a principis dels 2000), la pradera no hagi tingut encara temps de recuperar-se.
- b) Que la causa de la baixa densitat sigui natural, relacionada amb el confinament de les aigües de Portlligat, que afavoreixen la deposició de matèria orgànica (inclosa la produïda per la pròpia pradera) i l'anoxificació del sediment.
- c) Que la causa de la baixa densitat estigui associada a l'elevada freqüentació d'embarcacions, per causes diferents de l'ancoratge (restes orgàniques, hidrocarburs, altres contaminants, brutícia, etc.).

En l'estat actual dels coneixements, no podem descartar cap d'aquestes tres hipòtesis, ni donar més probabilitats de certesa a l'una que a l'altra. Tampoc estem completament segurs de que la valoració feta pel punt de presa de dades sigui vàlida pel conjunt de la pradera, que és la més gran de tot cap de Creus i abasta prop de 8 ha. El que potser cal recordar és que la qualitat de l'aigua a Portlligat no pot ser massa dolenta, ja que s'hi desenvolupen magnífiques poblacions de nacres, espècie més o menys sensible a la contaminació (Lozano *et al.*, 2013). Finalment, l'augment detectat enguany en la densitat pot ser un bon símptoma si es manté en anys successius.

Per la **part superficial de cala Jugadora**, amb valors de densitat baixos, la diagnosi es fa encara més difícil, donat que la subestació superficial es situa a la zona de bany, més enllà de les boies a partir de les quals el fondeig està prohibit des de fa ja uns quants anys, i la freqüentació és bastant limitada. La baixa densitat podria atribuir-se a un problema de confinament de l'aigua, com a Portlligat, o a altres causes naturals no identificades.

Finalment, cal esmentar que els valors de densitat de la **Meda Petita** estan just al límit inferior (subestació fonda) o una mica per sota (subestació superficial) dels valors de referència. A més a més, el límit inferior de la pradera ha patit una regressió molt clara, regressió que, sembla ser, continua. El conjunt d'aquests indicadors és, si més no, una mica preocupant, encara que no es pugui atribuir a cap pressió humana coneguda.

## Conclusions

S'han obtingut dades d'una sèrie de descriptors dels herbeis de *P. oceanica* del Parc Natural de Cap de Creus i Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, així com de les seves poblacions de nacres. Un cop tractades, i posades en el context de l'estat actual dels coneixements, aquestes dades permeten extreure una sèrie de conclusions.

### Les praderies de cap de Creus

- a) Combinant diversos criteris (valors actuals de densitat, cobertura i abundància de nacres, en funció dels valors de referència, evolució temporal d'aquests valors i cinètica del límit inferior), concloem que la major part de les praderies visitades a cap de Creus estan en bon estat, fins i tot molt bo en alguns casos, amb les excepcions esmentades al punt següent.
- b) Considerem l'estat només moderat a les estacions de Portlligat, Jugadora i Montjoi, totes tres a la part superficial. No tenim una explicació evident per la situació d'aquestes tres praderies, però és evident que ha de respondre a causes locals, donat que les tres pateixen pressions molt diferents (freqüentació molt alta a Portlligat i Montjoi, baixa a Jugadora; fondeig freqüent a Montjoi, prohibit a Jugadora –zona de bany- i Portlligat).
- c) A banda d'aquesta diagnosi, hem detectat dos possibles problemes puntuals: una gran clapa oberta en data que ignorem a la praderia de la Pelosa i una certa regressió històrica (de 1998 ençà) al límit profund de cala Culip. En principi són dos fets que no semblen especialment greus, però que cal conèixer i dels quals convé seguir-ne l'evolució.
- d) No sembla pas que les praderies de cap de Creus estiguin patint un procés de degradació i regressió generalitzades, i els valors dels descriptors semblen, en el seu conjunt, raonablement constants, tant si els comparem amb les dades de 2014 com si les comparem amb dades més antigues. Les subestacions superficials de Jugadora i de Guillola són les úniques amb una davallada forta de densitat, davallada a la que no li trobem explicació i que caldrà controlar en el futur.
- e) L'abundància de nacres és variable, i aquesta variabilitat està molt influïda pel fondeig. Considerades totes les estacions estudiades globalment, les poblacions de nacres de cap de Creus cal considerar-les en un estat moderadament bo, a mig camí entre els valors mínims i els valors màxims esmentats a la bibliografia.

### Les praderies de les illes Medes i la costa del Montgrí

- a) Basant-nos en els mateixos criteris que els emprats per valorar les praderies de cap de Creus, concloem que totes les praderies visitades dins de l'àmbit Montgrí-Medes estan en estat bo, fins i tot molt bo en alguns casos, amb l'excepció que s'esmenta en l'apartat següent.
- b) La única estació que s'escapa d'aquesta diagnosi positiva es la de la Meda Petita, especialment en la seva subestació profunda, on les densitats estan una mica per sota dels valors de referència i, a més, hi ha constància d'una regressió important, tant històrica (de 1987 ençà, de varis metres) com recent (de més d'un metre, des del 2014), a prop del seu límit profund. No som capaços d'atribuir aquesta situació a cap causa concreta, i caldrà seguir-ne l'evolució en els propers anys.

- c) No sembla pas que les praderies de l'àmbit de Montgrí-Medes estiguin patint un procés de degradació generalitzada, i els valors dels descriptors semblen bastant constants al llarg del temps, fins i tot en algun cas semblen millorar, al menys els cinc anys. Aquesta afirmació es veu reforçada per les dades de l'estació Meda Gran 1, per la que existeix una bona sèrie temporal que confirma la diagnosi d'estabilitat feta. La davallada de densitat produïda aquest any a la subestació fonda no sembla preocupant, ja que davallades semblants, posteriorment recuperades, no son rares en els últims 25 anys. Són excepcions a aquesta diagnosi els casos ja esmentats de cala Montgó (regressió important a una de les fites) i de l'estació de la Meda Petita.
- d) L'abundància de nacres és variable, amb valors molt alts a les estacions de les illes Medes i baixos a les estacions de la costa del Montgrí, diferències molt probablement causades pel fondeig.

### Els efectes del fondeig

- a) Comparant les dades corresponents a estacions amb una pressió de fondeig elevada amb altres on aquesta pressió és baixa (incloent estacions tant de cap de Creus com de Montgrí-Medes), conclouem que l'ancoratge no sembla tenir efecte significatiu sobre les variables d'abundància de les plantes (densitat i cobertura), encara que sí sobre l'abundància de les nacres, més nombroses allà on està prohibit tirar l'àncora que a on està permès, així com sobre les seves talles mitjanes.

## Recomanacions per a la gestió

### Aspectes generals

- a) Cal mantenir el seguiment de les praderies dels àmbits protegits de Montgrí-Medes i de Cap de Creus com a part essencial del seguiment en el temps del patrimoni natural d'aquests parcs.
- b) Si bé el disseny aplicat enguany sembla, en funció dels recursos disponibles, molt a prop de l'òptim, caldria analitzar possibles millores, com ara noves estacions o subestacions (per exemple: Pelosa profunda, segona estació a Portlligat) en substitució d'alguna de les antigues (per exemple, Norfeu nord), i potser algun tipus d'observació més extensiva, especialment a la zona de cap de Creus.
- c) És molt important que la metodologia del seguiment quedi definitivament fixada, i que, independentment de qui executi la feina, se segueixin escrupolosament els protocols per tal de que les dades siguin comparables d'un exercici a un altre, i per tant serveixin realment com a eina de vigilància en el temps d'aquest important patrimoni submergit. La dimensió temporal és imprescindible per identificar i implementar possibles mesures de gestió als espais protegits, i per avaluar la seva eficàcia, així com per detectar canvis amb la major promptitud possible. Pels mateixos motius, cal que les mesures s'executin sempre en els mateixos punts.

## **Praderies del Parc Natural de Cap de Creus**

- d) A l'informe de 2014, dèiem que calia parar atenció a les praderies de Portlligat i Montjoi, i a la seva evolució. A aquestes, afegim enguany les de Guillola i Jugadora (superficials). De detectar-se un deteriorament sostingut, seria molt recomanable fer una investigació sobre les seves causes.
- e) Es recomana substituir, en un termini de temps raonable, els morts de ciment dels fondejos permanents que estan sobre praderies (cala Montjoi, cala Pelosa, d'entre les visitades, però probablement també d'altres, com cala Jòncols) per altres tipus de fondeig de més baix impacte.

## **Praderies del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter**

- f) Cal parar especial atenció a la praderia de la Meda Petita, i a la seva evolució futura. Igualment, caldria parar atenció a l'evolució de la praderia de cala Montgó, especialment en el seu límit profund. De detectar-se un deteriorament sostingut, seria molt recomanable fer una investigació sobre les seves causes.
- g) És urgent retirar el morts de ciment, i altres elements de fondeig que encara resten a la praderia de les illes Medes o a les zones de mata morta adjacents (a prop de l'embarcador, a la Meda Petita), i substituir-los per fondejos ecològics de ser necessari. El seu impacte a la praderia és limitat, però l'impacte visual és molt gran.
- h) És recomanable substituir, en un termini de temps raonable, els morts de ciment dels fondejos permanents que estan sobre la praderia de cala Montgó per fondejos ecològics.

## **Efectes del fondeig**

- i) A la vista dels resultats obtinguts, no es considera necessària una prohibició generalitzada de l'ancoratge a tot l'àmbit del Parc Natural de Cap de Creus. Ara bé, per tal de reduir una mica la pressió sobre les praderies, i permetre, en alguns punts, la recuperació de les poblacions de nacres, es podria endegar una limitació de fondeig a algunes cales (una o dues), preferentment a dins de les reserves parcials, i fer un seguiment acurat dels seus efectes per tal de determinar la necessitat, o no, d'estendre l'actuació a altres cales.

## Literatura citada

### Introducció

Coma, R., 1994. Evaluación del balance energético de dos especies de cnidarios bentónicos. Ph. D. thesis, Universitat de Barcelona.

Coma, R., Pola, E., Ribes, M., i Zabala, M. (2004). Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. Unprotected areas. *Ecological Applications*, 14(5), 1466-1478.

Garcia-Rubies, A., 1997. Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.

Garrabou, J., 1997. Structure and dynamics of North-Western Mediterranean rocky benthic communities along a depth gradient: a Geographical Information System (GIS) approach. PhD Thesis, Barcelona, Spain.

Garrabou, J., Sala, E., Arcas, A., i Zabala, M. (1998). The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population. *Conservation Biology*, 12(2), 302-312.

Hereu, B., 2004. The role of trophic interactions between fishes, sea urchins and algae in the northwest Mediterranean rocky infralittoral. PhD Thesis. Universitat de Barcelona.

Hereu, B., Quintana, X., 2012. El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació. Càtedra d'ecosistemes litorals mediterranis. Museu de la Mediterrània. ISBN: 2013-5939.

Linares, C., 2006. Population ecology and conservation of a long-lived marine species: the red gorgonian *Paramuricea clavata*. PhD. Departament d'Ecologia . Universitat de Barcelona.

Linares, C., Garrabou, J., Hereu, B., Diaz, D., Marschal, C., Sala, E., i Zabala, M. (2012). Assessing the effectiveness of marine reserves on unsustainably harvested long-lived sessile invertebrates. *Conservation Biology*, 26(1), 88-96.

Ribes, M., 1998. Feeding activity and diet of benthic suspension feeders related to metabolic requirements and seston composition. PhD thesis. Universitat de Barcelona.

Ros, J.D., Olivella, I , Gili, J.M, 1984. Els sistemes naturals de les illes Medes. Institut d'Estudis Catalans, Arxius de la Secció de Ciències, LXXIII. Barcelona. 828.

Sala, E., 1996. The role of fishes in the organization of a Mediterranean sublittoral community. Université d'Aix-Marseille 2.

Sala, E., Garrabou, J., i Zabala, M. (1996). Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*. *Marine Biology*, 126(3), 451-459.

## Seguiment dels peixos vulnerables a l'activitat pesquera

Alcalá, A.C., 1988. Effects of marine reserves on coral fish abundances and yields of Philippine coral reefs. *Ambio*, 17: 194-199.

Ballesteros, E., Garcia-Rubies, A., Mariani, S., Coma, R., Diaz, D., Zabala, M., Hereu, B., 2008. Seguiment de les àrees protegides de Cap de Creus, Montgrí i Illes Medes. Informe tècnic per a la Direcció General de Medi Natural, Generalitat de Catalunya.

Bell, J., 1983. Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the North-Western Mediterranean. *J. Appl. Ecol.*, 20: 357-369.

Bohnsack, J.A., 1990. The potential of marine fishery reserves for reef fish management in the US Southern Atlantic. *NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFC 261*: 1-40.

Bohnsack, J.A., 1998. Application of marine reserves to reef fisheries management. *Aust. J. Ecol.*, 23: 298-304.

Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth.

Coll, J., Garcia-Rubies, A., Moranta, J., Stefanni, S., Morales-Nin, B., 1999. Sport-fishing prohibition effects on the population structure of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Cabrera Archipelago National Park (Majorca, W. Mediterranean). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears* 42: 125-138.

Coll, J., Linde, M., Garcia-Rubies, A., Riera, F., Grau, A. M., 2004. Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean): species affected and catch evolution during the period 1975-2001. *Fish-Res* 70: 97-111.

Culioli, J.M., Quignard, J.P., 1999. Suivi de la démographie et du comportement territorial des mâles de mérour bruns *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) du site du Pellu (Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio, Corse, Méditerranée NO). *Mar. Life* 9.2 (1999): 3-9.

Chauvet C., Francour, P., 1990. Les mérour Les mérour *Epinephelus guaza* du parc National de Port-Cros (France). Aspects socio-démographiques. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 114(4): 5-12.

Dayton, P. K., 1998. Reversal of the burden of proof in fisheries management. *Science* 279: 821-821.

De Martini, E. E., 1993. Modelling the potential of fishery reserves for managing Pacific coral reef fishes. *Fish.Bull.* 91: 414-427.

Desse, J., Desse-Berset, N., 1999. Préhistoire du mérour. *Marine Life* 9.1: 19-30.

Dufour, V., Jouvenel, J.J., Galzin, R., 1995. Study of Mediterranean reef fish assemblage. Comparison in population distribution among depth in protected and unprotected areas over a decade. *Aquat. Living Resour.*, 81: 17-25.

Eristhee, N., Oxenford, H.A., 2001. Home range size and use of space by Bermuda chub *Kyphosus sectatrix* (L.) in two marine reserves in the Soufrière Marine Management Area, St. Lucia, West Indies. *Journal of fish Biology*, 59(A): 129-151.

Font, T., Lloret, J., 2010. Impacte ambiental i característiques socioeconòmiques de la pesca recreativa al Parc Natural de Cap de Creus. Informe tècnic. Generalitat de Catalunya, Dept. Medi Ambient i Habitatge.

Font, T., Lloret, J., Pianté, C., 2012. La pesca recreativa en las Áreas Marinas Protegidas del Mediterráneo. MedPAN North Project. WWFFrance. 168 pages.

Francour, P., 1994. Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, northwestern mediterranean). *Oceanologica Acta*, 17(3), 309-317.

Francour, P., 1992. Ichtyofaune de la réserve naturelle de Scandola (Corse, Méditerranée nord-occidentale), Analyse pluriannuelle de l'effet réserve. *MEDPAN News* 3: 3-14.

Garcia-Charton, J.A., Perez-Ruzafa, A., 1999. Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fish-Res.*, 42: 1-2.

Garcia-Rubies, A., 1999. Effects of fishing on community structure and on selected populations of Mediterranean coastal reef fish. *Naturalista Siciliano*, vol. XXIII (Suppl.): 59-81.

Garcia-Rubies, A., Hereu, B., Zabala, M., 2013. Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. *PLoS One*, 8(9), e73922.

Garcia-Rubies, A., Mariani, S., Zabala, M., 2008. Ictiofauna de fons rocosos litorals. In Garcia-Rubies A., Mariani S., Ballesteros E., Coma R., Diaz D., Zabala, M., Hereu, B.. Seguiment de l'àrea protegida de les Illes Medes, la costa del Montgrí i del Parc Natural del Cap de Creus. Informe anual. Any 2008. Informe tècnic. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.

Garcia-Rubies, A., Zabala, M., Hereu, B., 2001, 2002, 2003, 2005. Seguiment de la població de meros (*Epinephelus marginatus*) i d'altres espècies de peixos vulnerables a les illes Medes i la costa veïna. In: Anon. (Universitat de Barcelona): Seguiment temporal de la Reserva Marina de les illes Medes. Informe anual. Any 2005. Informe tècnic. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.

Garcia-Rubies, A., 1997. Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

Garcia-Rubies, A., Zabala, M., 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, 54(4): 317-328.

Hansen, J., M. Sato, R. Ruedy, A. Lacis, Oinas, V., 2000. Global warming in the twenty-first century: An alternative scenario. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 97, 9875-9880.

Harmelin-Vivien, M. L., Harmelin, J. G., Duval, C., Galzin, R., Lejeune, P., Barnabé, G., Blanc, F., Chevalier, R., Cucler, J., Lasserre, G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: methodes et problemes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-539.

Harmelin, J. G., 1990. Ichtyofaune des fonds rocheux de Méditerranée: structure du peuplement du coralligène de l'île de Port-Cros (Parc National, France). *Mésogée*, 50 :23-30.

Harmelin, J. G., Bachel, F., Garcia, F., 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *P. S. Z. N. I. Marine Ecology*, 16 (3): 233-250.

Hereu, B., 2004. The role of trophic interactions between fishes, sea urchins and algae in the northwest Mediterranean rocky infralittoral. PhD Thesis. Universitat de Barcelona.

Hereu, B., Quintana, X., 2012. El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació. Càtedra d'ecosistemes litorals mediterranis. Museu de la Mediterrània. ISBN: 2013-5939.

Hereu B, Romero J, Díaz D, Aspillaga E, Capdevila P, García-Rubies A, Garrabou J, Linares C, López-Sendino P, Martínez-Ricart A, Mascaró O, Montero I, Pérez M, Sanmartí N, Zabala M, 2014. Seguiment de la biodiversitat marina al Parc Natural de Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter. Informe 2014. Contracte nº AG-2014-654 amb la Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Servei d'Espais Naturals Protegits.

Hereu B., Aspillaga E., Capdevila P., Medrano A., Pages M. 2016. Evitem la pesca fantasma. Protocol per a la retirada de xarxes i altres arts de pesca abandonats al Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter. Any 2016. Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter i Universitat de Barcelona, 21 pp.

Luckhurst, B., Luckhurst, K., 1978. Analysis of the influence of the substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol.*, 49: 317- 323.



- Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D., Font, T., Casadevall, M., Riera, V., 2008. Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area. *Fish. Res.*, 94: 84-91.
- Morey, G., Moranta, J., Massutí, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F., Morales-Nin, B., 2003. Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research* 62: 89-96.
- Terlizzi, A., Tedesco, P., i Patarnello, P. (2012). Spread of Pathogens from Marine Cage Aquaculture-A Potential Threat for Wild Fish Assemblages Under Protection Regimes. *Health and Environment in Aquaculture*, 403-414.
- Pozo, M., Reviriego, B., Llop, J., Sardú, S., Mena, I., Mir, F., 2009. "Seguiment de la Biodiversitat Marina al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i al Parc Natural de Cap de Creus 2009-2012. Memòria de resultats 2009." Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Servei de Parcs.
- Pozo, M., Sardú, S., Reviriego, B., Llop, J., Mena, I., Mir, F., 2011. Seguiment de la Biodiversitat marina al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i al Parc Natural de Cap de Creus 2009-2012. Memòria de resultats 2011. "Contracte n° A 04.09.018 amb la Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Servei de Parcs. Centre Balear de Biologia Aplicada S.L. Mallorca.
- Roberts, C.M., Bohnsack, J.A., Gell, F., Hawkins, J. P., Goodridge, R., 2001. Effects of Marine Reserves on Adjacent Fisheries. *Science*, 294 : 1920-1923.
- Ros, J.D., Olivella, I , Gili, J.M, 1984. Els sistemes naturals de les illes Medes. Institut d'Estudis Catalans, Arxius de la Secció de Ciències, LXXIII. Barcelona. 828.
- Russ, G. R., Alcala, A.C., 1996. Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, central Philippines. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 132: 1-9.
- Sacanell, M., 2013. Estudi de les captures i els rendiments amb arts de pesca artesanal en tres zones amb diferent grau de protecció en el Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter (2010-2011). Informe tècnic per al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter.
- StataCorp. 2009. Stata Statistical Software: Release 11. College Station, TX: StataCorp LP.
- Zabala, M., Garcia-Rubies, A., Louisy, P., Sala, E., 1997a. Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61: 65-77.
- Zabala, M., Louisy, P., Garcia-Rubies, A., Gracia, V., 1997b. Socio-behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61: 79-89.

## Seguiment de grans decàpodes

- Ballesteros, E., Garcia-Rubies, A., Mariani, S., Coma, R., Diaz, D., Zabala, M., Hereu, B., 2008. Seguiment de les àrees protegides de Cap de Creus, Montgrí i Illes Medes. Informe tècnic per a la Direcció General de Medi Natural, Generalitat de Catalunya.
- Goñi, R., Quetglas, A., Reñones, O., 2006. Spillover of spiny lobsters *Palinurus elephas* from a marine reserve to an adjoining fishery. *Marine Ecology Progress Series*. 308: 207-219.

## Seguiment de les praderies de posidònia i de poblacions de nacres

Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S., 2014. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. <URL: <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>>

Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. Parc national du Port-Cros

Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub. : 1-202

Francour, P., Ganteaume, A. i M. Poulain, 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros national park (north-western Mediterranean sea). *Aquat. Conserv.*, 9: 391–400

Fuentes-Rosúa, M., 2011. Informe del servei de Vigilància i informació de la náutica d'esbarjo. Informe tècnic Parc Natural de Cap de Creus

García-March J.R., 2005. Aportaciones al conocimiento de la biología de *Pinna nobilis* Linneo, 1758 (Mollusca Bivalvia) en el litoral mediterráneo ibérico. Tesis Doctoral, Universitat de Valencia

Giraud, G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse de Doctorat de spécialité, Univ. d'Aix-Marseille II: 150pp

Guallart, J. Templado J., 2012. *Pinna nobilis*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 81 pp

Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D., Font, T., Casadevall, M., Riera, V., 2008. Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area. *Fish. Res.*, 94: 84-91

Mascaró O., Bennett S., Marbà N., Nikolic V., Romero J., Duarte C.M., Alcoverro T., 2012. Uncertainty analysis along the ecological quality status of water bodies: the response of the *Posidonia oceanica* multivariate index (POMI) in three Mediterranean regions. *Marine Pollution Bulletin* 64: 926–931

Martínez-Crego B., Alcoverro T., Vergés A., J. Romero., 2008. Selection of multiple seagrass indicators for environmental biomonitoring. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 361: 93-109

Pergent G., Pergent-Martini C., C.F. Boudouresque, 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: Etat des connaissances. *Mésogée* 54: 3-27

Pergent-Martini C., Leoni V., Pasqualini V., Ardizzone G.D., Balestri E., Bedini R., Belluscio A., Belsher T., Borg J., Boudouresque C.F., Boumaza S., Bouquegneau J.M, Buia M.C., Calvo S., Cebrian J., Charbonnel E., Cinelli E. F., Cossu A., Di Maida G., Dural B., Francour P., Gobert S., Lepoint G., Meinesz A., Molenaar H., Mansour H.M., Panayotidis P., P. Peirano P., Pergent G., Piazzzi L., Pirrotta M. , Relini G., Romero J., Sanchez-Lizaso J.L. , Semroud R., Shembri P., Shili A., Tomasello A., Velimirov B., 2005. Descriptors of *Posidonia oceanica* meadows: Use and application, Ecological Indicators, Volume 5, Issue 3, Pages 213-230

Pozo, M., Reviriego, B., Llop, J., Sardú, S., Mena, I., Mir, F., 2009. Seguiment de la Biodiversitat Marina al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i al Parc Natural de Cap de Creus 2009-2012. Memòria de resultats 2009. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Servei de Parcs

Pozo M., Sardu S., Reviriego B., Llop J., Mena I., F. Mir, 2011. Seguiment de la Biodiversitat marina al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter i al Parc Natural de Cap de Creus 2009-2012. Memòria de resultats 2011. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Servei de Parcs.

R Development Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <URL <http://www.R-project.org>>

- Renom, P., Romero, J., 2001. Xarxa de vigilància de la qualitat biològica dels herbassars de fanerògames marines. (pcc 31001/01) Informe de resultats. Exercici 2001. Direcció General de Pesca i Afers Marítics, Generalitat de Catalunya
- Roca, G., Alcoverro, T., de Torres, M., Manzanera, M., Martínez-Crego, B., Bennett, S., Farina, S., Pérez, M., J. Romero, 2015. Detecting water quality improvement along the Catalan Coast (Spain) using stress-specific biochemical seagrass indicators. Ecological indicators.
- Romero, J., 1986. Une méthode d'échantillonnage stratifié pour évaluer la densité des herbiers de *Posidonia oceanica* Rapp. Com. Int. Mer Médit 30:2 66pp
- Romero, J., 2004. Posidònia: els prats del fons del mar. La mirada del biòleg a un ecosistema mediterrani. Col.lecció Norai, 9. Ajuntament de Badalona. Badalona, 159 pp
- Romero, J., Martínez-Crego, B., Alcoverro T., Pérez, M., 2007. A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD). Marine Pollution Bulletin 55: 196-204
- Romero, J., Pérez, M., Alcoverro, T., Farina, S., Roca, G., 2010. Control d'una xarxa de vigilància dels herbeis de *Posidonia oceanica* a Catalunya, com a indicadors de la qualitat de les aigües litorals (CV07000395). Agència Catalana de l'Aigua, Generalitat de Catalunya
- Romero, J., Pérez, M., Alcoverro, T., 2012. L'alguer de *Posidonia oceanica* de les illes Medes: més de trenta anys d'estudi. El fons marí de les illes Medes i el Montgrí: quatre dècades de recerca per a la conservació Recerca i territori Volum 4 Ros J.D., Olivella I., Gili J.M., 1984. Els sistemes naturals de les illes Medes. Institut d'Estudis Catalans, Arxius de la Secció de Ciències, LXXIII. Barcelona. 828
- Submon, 2009. Servei de manteniment de la xarxa de vigilància de la qualitat biològica dels herbassars de fanerògames marines de la costa catalana i la difusió del seu estat. Memòria final 2008-2010. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural
- Submon, 2013. Xarxa de vigilància de la qualitat biològica dels herbassars de fanerògames. Valoració de les estacions de seguiment per municipis. Informe de juliol. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural
- Waycott M., Duarte C.M., Carruthers T.J.B., Orth R.J., Dennison W.C., et al., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 12377-12381