

Seguiment de les Comunitats Marines d'Espais Naturals Protegits de les Illes Balears

**AVALUACIÓ DE LES POBLACIONS DE PEIXOS VULNERABLES
A LA PESCA SUBMARINA A LES RESERVES NATURALS DES
VEDRÀ, ES VEDRANELL I ELS ILLOTS DE PONENT.**

**BASES PER A L'ESTABLIMENT D'UN PLA DE CONSERVACIÓ I
D'APROFITAMENT PESQUER**



Informe tècnic per a la Direcció General d'Espais Naturals i
Biodiversitat del Govern de les Illes Balears

Juliol de 2019

Autors: Josep Coll, Oliver Navarro, Xisco Verger i Gabriel Morey



G CONSELLERIA
O MEDI AMBIENT,
I AGRICULTURA
B I PESCA



Índex

Resum Executiu	Pàg. 1
1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS	Pàg. 5
2. ÀREA D'ESTUDI I METODOLOGIA	Pàg. 8
3. RESULTATS	
3.1. Descripció de l'hàbitat	Pàg. 21
3.2. La riquesa d'espècies	Pàg. 28
3.3. La densitat de peixos demersals	Pàg. 32
3.4. La biomassa d'espècies demersals	Pàg. 38
3.5. L'anàlisi d'espècies concretes	Pàg. 48
3.6. Les captures de la flota d'arts menors	Pàg. 59
4. DISCUSSIÓ, CONCLUSIONS I BASES PER A LA REDACCIÓ D'UN PLA DE CONSERVACIÓ I APROFITAMENT PESQUER	Pàg. 67
Els indicadors de conservació	Pàg. 67
La pesca sostenible	Pàg. 71
Proposta d'un pla de conservació i aprofitament pesquer	Pàg. 78
5. CONSIDERACIONS FINALS	Pàg. 82
6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CITADES	Pàg. 83

Resum executiu

La Reserva Natural des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent va ser declarada el 2002 (BOIB núm. 23 de 21/02/2002), i des del 2005 s'ha aplicat una normativa reguladora de la pesca submarina per tal d'afavorir la conservació de les espècies de peixos més vulnerables dels fons rocosos litorals. L'objectiu del present informe tècnic ha estat avaluar l'estat de conservació d'aquest grup d'espècies més sensibles a la pressió pesquera, i revisar en conseqüència la normativa i la gestió vigents al respecte.

L'avaluació de les poblacions de peixos s'ha abordat mitjançant la metodologia no destructiva dels censos visuals en escafandre autònom, que és la més recomanada quan es tracta d'estudis dins espais protegits i sobre fons de gran complexitat estructural. Els criteris per determinar l'estat de conservació dels peixos s'han abordat a través de tres enfocaments complementaris: a) mitjançant la comparació de la reserva natural amb una reserva marina del mateix àmbit geogràfic (Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera-RMFEF), b) mitjançant la revisió bibliogràfica de la literatura científica i tècnica que tracta aquest espai natural, i c) mitjançant l'anàlisi de l'estructura de talles de les espècies més rellevants dins la reserva natural.

El principal criteri, que ha estat el comparatiu amb la reserva marina, ha requerit estudiar el potencial ecològic de cada zona per albergar més o menys biomassa de peixos. La variable emprada ha estat la combinació de l'exposició a vents i corrents (E), la rugositat del fons (R), i el pendent a mesoescala (fins a 500 m del punt d'estudi). La combinació d'aquestes variables donà resultats molt elevats dins la reserva natural respecte la reserva marina, aspecte que situa la RMFEF com a una referència de llindar baix; un resultat que ha estat tingut en compte a l'hora d'avaluar l'estat de conservació dins la reserva natural.

La feina de camp ha suposat la realització de 90 transsectes de 250 m² (50x5 m) dins la reserva natural, la qual cosa ha suposat la inversió de 22 hores d'immersió i l'avaluació de 2,25 ha d'hàbitats rocosos. De la RMFEF es disposa d'una base de dades que ens ha permès emprar 89 transsectes de 50x5 m realitzats també sobre hàbitats rocosos. En ambdós casos els censos es van realitzar en un estrat superficial (3-15 m) i en un de profund (20-30 m).

Apart dels censos visuals i amb l'objecte de conèixer la importància d'impactes potencials sobre els recursos marins de l'àrea d'estudi, s'han analitzat les captures de la flota professional d'arts menors de les confraries d'Eivissa i de Sant Antoni. L'anàlisi s'ha realitzat per a diferents components de la captura, tot destriant aquelles espècies que són objectiu conjunt, tant de la pesca professional com de la recreativa de superfície i embarcació, com de la pesca submarina.

Les aigües superficials de la reserva natural han presentat en general menor biomassa de peixos (6,4 kg/250 m²) respecte la reserva integral (13,2 kg/250 m²) i parcial (7,2 kg/250 m²) de la RMFEF. Aquestes diferències s'accentuen quan tenim en compte tan sols les espècies de major nivell tròfic (NT) (meso i macro-carnívors amb NT>3,5). Per al conjunt d'aquestes espècies, la biomassa a la reserva natural (1,4 kg/250 m²) és quasi 4 vegades inferior respecte la reserva integral de la RMFEF (5,3 kg/250 m²), i dues vegades inferior respecte l'àrea parcialment protegida de la reserva marina (2,9 kg/250 m²).

En les aigües profundes, la biomassa observada dins la reserva natural (10,1 kg/250 m²) és tres vegades inferior a l'observada tant a la reserva integral (34,7 kg/250 m²) com a la reserva parcial (33,2 kg/250 m²) de la RMFEF. La biomassa d'espècies amb major nivell tròfic és fins a sis vegades inferior dins la reserva natural (3,8 kg/250 m²) respecte la reserva marina integral (22,8 kg/250 m²) i tres vegades inferior respecte la reserva marina parcial (13,0 kg/250 m²).

La flota d'arts menors que opera en aquest àmbit geogràfic mostra una tendència a la baixa, amb una minva de flota del 21% a Eivissa i del 52% a Sant Antoni en els darrers 17 anys (2002-2018). La incidència de la flota sobre les espècies que són també objecte de la pesca submarina es fa palesa sobretot per al cas de la roja (*Scorpaena scrofa*), amb una captura anual d'entre 4.000 i 6.000 kg en els darrers anys. Tot i saber que l'àrea d'acció de la flota és molt superior a l'àrea protegida per la reserva natural, la captura d'espècies com el sard, l'escorball o l'anfós és molt baixa, especialment a Sant Antoni. A mode d'exemple, la captura d'anfós declarada per la confraria de Sant Antoni ha estat de 50 kg anuals en els darrers cinc anys, mentre que al Parc Nacional de Cabrera, on la pesca recreativa de superfície i submarina resten prohibides totalment, la captura mitjana anual és de 1.200 kg (Coll *et al.*, en premsa).

La diagnosi sobre l'estat dels peixos de la reserva natural des d'un caire merament conservacionista, posa de manifest la pobresa dels nivells tròfics més elevats; i en concret de les tres espècies de grans serrànids: anfós llis (*Epinephelus costae*), anfós bord (*Mycteroperca rubra*) i anfós (*Epinephelus marginatus*). Les dues primeres espècies són gairebé absents dels censos mentre que l'anfós ha presentat una població amb tan sols el 14% dels individus per damunt de la talla legal de captura (53 cm). La revisió de la bibliografia que conté zones d'estudi dins la reserva natural, ratifica els valors baixos d'aquestes espècies d'elevat nivell tròfic (Sala *et al.*, 2012; Guidetti *et al.*, 2014, Vázquez-Luís *et al.*, 2018) així com la realitat de què uns hàbitats ben conservats, com n'és el cas dels de la reserva natural, no sempre duen aparellats una bona conservació dels peixos vulnerables (Thibaut *et al.*, 2017).

Des d'un criteri pesquer, el diagnòstic de la reserva natural és d'una sobreexplotació del conjunt d'espècies amb major nivell tròfic: escorball, mòllera, roja, anfosos, congre, etc. Mentre que la biomassa total, que inclou espècies d'espàrids com el sard, la variada o la càntara, és elevada respecte el context geogràfic de les Illes Balears, la biomassa de les de major nivell tròfic no assoleix el 35% de la biomassa verge (no explotada) a la majoria d'estacions estudiades (5 sobre 7). Pel que fa a espècies concretes, on el llinar recomanat per la política pesquera de la UE, és del 50% de la biomassa verge, la majoria d'espècies l'acompleixen tan sols entre 1 i 3 estacions de les 7 estudiades. Tan sols el sard presenta una biomassa superior al llinar del 50% a 4 estacions sobre les 7 estudiades dins la reserva natural. La revisió del treball de Box (2011) mostra com la incidència de la pesca tradicional de volantí sobre les espècies de major nivell tròfic és molt baixa.

Els resultats d'aquest estudi, les necessitats de conservació que estableix el PORN, les diferències observades entre els diferents illots, bàsicament pel que fa el dèficit de reclutament als illots més allunyats de costa (ses Bledes), els usos tradicionals que s'han vingut realitzat en aquest àmbit geogràfic, i la necessitat de donar facilitats a la gestió, ens han dut a recomanar una zonificació de la reserva natural amb diferent grau de protecció que es resumeix aquí:

- I) Zona de reserva integral sense pesca: ses Bledes i esculls associats
- II) Zona de protecció mitjana, amb pesca d'arts menors i recreativa d'embarcació regulades, i sense pesca submarina: es Vedrà i es Vedranell
- III) Zona d'usos tradicionals permesos, amb pesca d'arts menors, recreativa d'embarcació i submarina regulades: sa Conillera, illa des Bosc i s'Espartar.

Finalment, i vists els resultats parcials de la normativa aplicada sobre pesca submarina en la reserva natural, on tan sols les espècies menys preuades, de menor nivell tròfic, presenten un bon estat de conservació, es recomana incrementar els esforços de vigilància i control de l'activitat pesquera, amb majors mitjans (embarcacions i tripulació), amb capacitat d'inspecció i sancionadora, amb l'establiment de protocols d'actuació consensuats amb altres cossos de guarderia, i amb major coordinació (guardes de pesca, inspectors de pesca, SEPRONA, AMAs). Aquesta passa és veu com a ineludible per assolir els estàndards de conservació marina a un dels espais marins protegits de major interès i potencial ecològic a la Mediterrània Occidental, tal com s'ha posat de manifest en el present i en altres estudis anteriors (Ballesteros *et al.*, 2007, 2010; Linares *et al.*, 2010; García-Rubies *et al.*, 2010; Thibaut *et al.*, 2017).

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

Les reserves naturals des Vedrà, es Vedranell i dels illots de Ponent (Reserva Natural VVIP) van ser declarades pel Decret 24/2002 de 15 de febrer (BOIB núm. 23 de 21 de febrer de 2002). Seguidament a aquestes dates es publicà el Pla d'Ordenació dels Recursos Naturals (PORN) (BOIB Núm. 25 de 26 de febrer de 2002), que assenyalava els illots com a zones de conservació estricta pel seu elevat valor paisatgístic i natural. L'àrea marina que ha estat objecte del present informe tècnic té una extensió de 949,4 ha i s'emmarca dins l'àmbit marí de les reserves naturals (Capítol VI del PORN). Entre els objectius concrets que afecten els ecosistemes marins, el PORN preveia:

- Promoure la protecció i reproducció de la biodiversitat marina, mitjançant la gestió de les àrees marines de conservació i dels recursos pesquers
- Afavorir l'assentament, el manteniment i la reproducció de les comunitats faunístiques
- Fomentar les labors científiques i d'investigació per aprofundir en el coneixement dels valors ambientals i paisatgístics de l'espai natural.
- Aprovar un pla de conservació i d'aprofitament pesquer amb caràcter de pla especial

Tant els illots de Ponent com es Vedrà i es Vedranell passaren, a més a més, a formar part de la Xarxa Natura 2000 de les Illes Balears, declarant-se els LICS ES5310023 i ES0000078 respectivament. Tant en la figura de reserva natural com en la de LIC, es subratllava la necessitat de definir l'estat de conservació dels recursos naturals, els ecosistemes i els paisatges, amb una diagnosi i previsió de futur. En aquest marc de coses, cal dir que els estudis sobre el medi marí en aquests espais eren gairebé inexistents fins les primeres prospeccions encarregades per la Direcció General d'Espais Naturals i de Biodiversitat al Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC). Així, el 2007 es van publicar les primeres dades (Plans de Gestió dels LICs esmentats) referents al medi marí, amb una relació inicial de comunitats biològiques, d'espècies d'interès comunitari i del seu estat de conservació, aspectes que serien posteriorment refinats i ampliat en estudis més detallats (Ballesteros *et al.*, 2007; 2010; García-Rubies *et al.*, 2010; Linares *et al.*, 2010).

La informació amb què ens forneixen aquests primers estudis ens permet diferenciar bé, en front del gestor i de la societat, el que és, per una banda, l'estat de conservació dels hàbitats bentònics i, per altra, la dels recursos pesquers. Els autors citats defineixen aquestes reserves naturals com a llocs singulars per la seva diversitat de comunitats bentòniques i espècies; catalogant fins a 25 comunitats i 592 taxons marins als illots de Ponent, i 24 comunitats i 568

taxons a es Vedrà i es Vedranell. Les defineixen, a més a més, com a magnífics exemples de comunitats balears de mar oberta, amb elevat hidrodinamisme, bona qualitat de l'aigua i bon o molt bon estat de conservació, on tan sols la presència d'algues alienes introduïdes representava una certa amenaça per a la qualitat de l'ecosistema litoral.

La cosa canvia això no obstant quan s'entrà a valorar espècies que eren objecte d'explotació pesquera. Inicialment, als plans de gestió dels LICs es fa relació tan sols a les espècies catalogades a convenis internacionals (e.g. Conveni de Barcelona) o en la pròpia Directiva Hàbitats (92/93/CEE de 21 de maig de 1992), i que afectava a quatre espècies: l'anfós (*Epinephelus marginatus*), l'escorball (*Sciaena umbra*), la cigala (*Scyllarides latus*), i el corall vermell (*Corallium rubrum*), l'estat de conservació de les quals fou catalogat com a "regular", cas de la cigala, i baix, en el cas dels peixos. En el cas del corall vermell, els plans de gestió van proposar directament la prohibició de la seva recol·lecció. Posteriorment, en un estudi detallat dels peixos de les reserves naturals, García-Rubies *et al.*, (2010) van determinar un estat de conservació relatiu (en comparació a altres llocs de Balears) bo, però amb un gran potencial; és a dir, lluny del seu estat de màxim desenvolupament. Un bon resum de l'esdevenir legal de les reserves naturals i dels coneixements científics bàsics que permetrien proposar una protecció marina d'aquests espais es troba a Prats-Ramon (2014).

Els primers estudis del CEAB-CSIC que permeteren la redacció dels plans de gestió dels LICs es van desenvolupar sota un règim de protecció marina que podem considerar baix, però que no es pot obviar. Les regulacions bàsiques que havia establert el PORN respecte l'àmbit marí, a l'espera de la redacció d'un pla de pesca eren:

- Prohibició de la pesca d'arrossegament
- Prohibició de la pesca d'encerclament
- Prohibició del palangre de superfície
- Prohibició dels concursos de tota mena
- Autorització prèvia per a la realització de la pesca submarina

Aquestes mesures, tot i ser importants, tenien poc efecte sobre el medi rocós litoral (primers 50 metres de fondària) i les seves espècies, simplement perquè les arts professionals esmentades no incideixen en aquesta franja batimètrica i sobre l'hàbitat rocós, i perquè l'autorització prèvia no suposava cap regulació d'esforç en el cas de la modalitat de pesca submarina. Posteriorment, el 2005 i d'acord amb els objectius del Capítol VI del PORN referents a l'àmbit marí, on es feia palesa la necessitat de conservar els recursos marins i el seu aprofitament ordenat, es va regular

la pràctica de la pesca submarina, tot establint uns dies hàbils, unes quotes i unes talles mínimes de captura per a certes espècies, mesures que en conjunt eren més restrictives respecte la normativa general vigent a les aigües de les Illes Balears.

Després de l'estudi de Garcia-Rubies *et al.*, (2010), en coneixement de la importància dels hàbitats rocosos en aquestes reserves naturals, dels poblaments de peixos que les habiten, i de la necessitat d'avaluar les mesures de gestió adoptades en vers la pesca submarina, la Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat, encarregà una nova avaluació de l'estat de conservació dels peixos litorals a l'equip de seguiment de les reserves marines d'àmbit pesquer del Govern de les Illes Balears (Tragsatec).

En el present informe tècnic s'exposen els resultats d'aquesta presa de dades actualitzada. L'objectiu de l'estudi ha estat, per una banda, descriure l'estat de conservació d'un conjunt d'espècies de peixos que són vulnerables a la pesca professional, a la pesca recreativa des d'embarcació i a la pesca submarina, amb especial atenció a aquesta darrera modalitat, per ser especialment eficient sobre certes espècies que habiten els fons rocosos abruptes litorals, i perquè les mesures reguladores adoptades el 2005 ho són en vers aquesta modalitat.

Els efectes de la pesca submarina han estat estudiats i comprovats a altres indrets de la geografia balear, concretament al Parc Nacional Marítim Terrestre de l'Arxipèlag de Cabrera (Reñones *et al.*, 1998, 2001; Coll *et al.*, 1999; Goñi *et al.*, 2008) i a diferents reserves marines d'àmbit pesquer: Reserva del Nord de Menorca i Reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera (Cardona *et al.*, 2007; Coll *et al.*, 2012, 2013). Aquests estudis han permès deslligar en gran mesura els efectes particulars de les diferents modalitats de pesca litoral, degut a les condicions experimentals que oferien els diferents escenaris, amb diferents normatives reguladores.

L'estat de conservació dels peixos a les reserves naturals tractades aquí, s'ha abordat mitjançant l'anàlisi d'indicadors habituals: riquesa d'espècies, densitat d'espècies concretes, biomassa i distribució de talles; analitzant el potencial físic dels llocs d'estudi per desenvolupar poblacions madures de les espècies objectiu, i prenent com a referència estudis ja publicats, dades biològiques de les espècies, dades pesqueres, i indicadors d'una àrea marina protegida de referència dins el mateix context geogràfic: la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera.

Finalment i com a conseqüència dels resultats obtinguts es fa una proposta de conservació i de regulació pesquera que hauria de servir de base per a la redacció d'un Pla Especial de Pesca per a les reserves naturals.

2. ÀREA D'ESTUDI I METODOLOGIA

La diagnosi sobre l'estat de conservació dels peixos litorals requereix, per una banda, el coneixement directe de certs paràmetres dels poblaments (conjunt d'espècies) i de les poblacions (espècies concretes), així com de les causes d'impacte que les afecten (veure Grau *et al.*, 2015). El gruix del present estudi s'ha basat en censos directes sobre un conjunt d'espècies vulnerables a diferents modalitats de pesca litoral, tant professional com recreativa. A més a més, s'ha fet ús de les estadístiques de captura d'aquestes espècies a partir de les notes de venda de les confraries de pescadors dins l'àmbit geogràfic atès: la confraria de pescadors de Sant Antoni de Portmany i la confraria d'Eivissa.

2.1. L'àrea d'estudi

La reserva natural té una extensió de 797 ha, de les quals 567 són marines. L'àmbit marí de la reserva és reduït, amb uns límits que es troben molt propers als illots en tots els casos (Fig. 1). Geogràficament es poden diferenciar tres grups d'illots dins la reserva natural. Pel que fa als illots de Ponent, tenim per una banda els illots més propers a costa: sa Conillera i s'Espartar, amb 234 ha i 48 ha marines respectivament. A unes dues milles mar endins, cap a ponent, tenim el conjunt de ses Bledes, format, de nord a sud, per na Plana, na Bosc i sa Gorra, a més d'una desena d'illots de menor entitat. L'espai marí de ses Bledes ocupa una àrea de 93,4 ha. En el conjunt dels illots de Ponent, Ballesteros *et al.*, (2010) van descriure fins a 25 comunitats d'organismes bentònics, destacant el paisatge de penya-segats submarins, amb fondàries màximes de -80 m, i l'aparició de comunitats d'invertebrats suspensívors (*Paramuricea clavata*) a cotes molt superficials en el context de les Illes Balears.

Es Vedrà i es Vedranell es troben a menys d'una milla d'Eivissa, a la que es troben connectades per una batimetria de menys pendent, amb cotes d'entre -18 i -30 m cap a l'entrant de costa situat entre el cap des Jueu i el cap Blanc (Fig. 1). Tot i això, i en els vessants més allunyats de la costa, el pendent del fons és pronunciat, tocant els -50 m quasi en la mateixa vorera, al sud-oest des Vedrà, i amb fondàries màximes properes als -80 m. Els autors citats abans van descriure fins a 24 comunitats bentòniques en aquest illots, destacant-ne igualment els fons coral·lígens amb suspensívors o amb dominància algal.

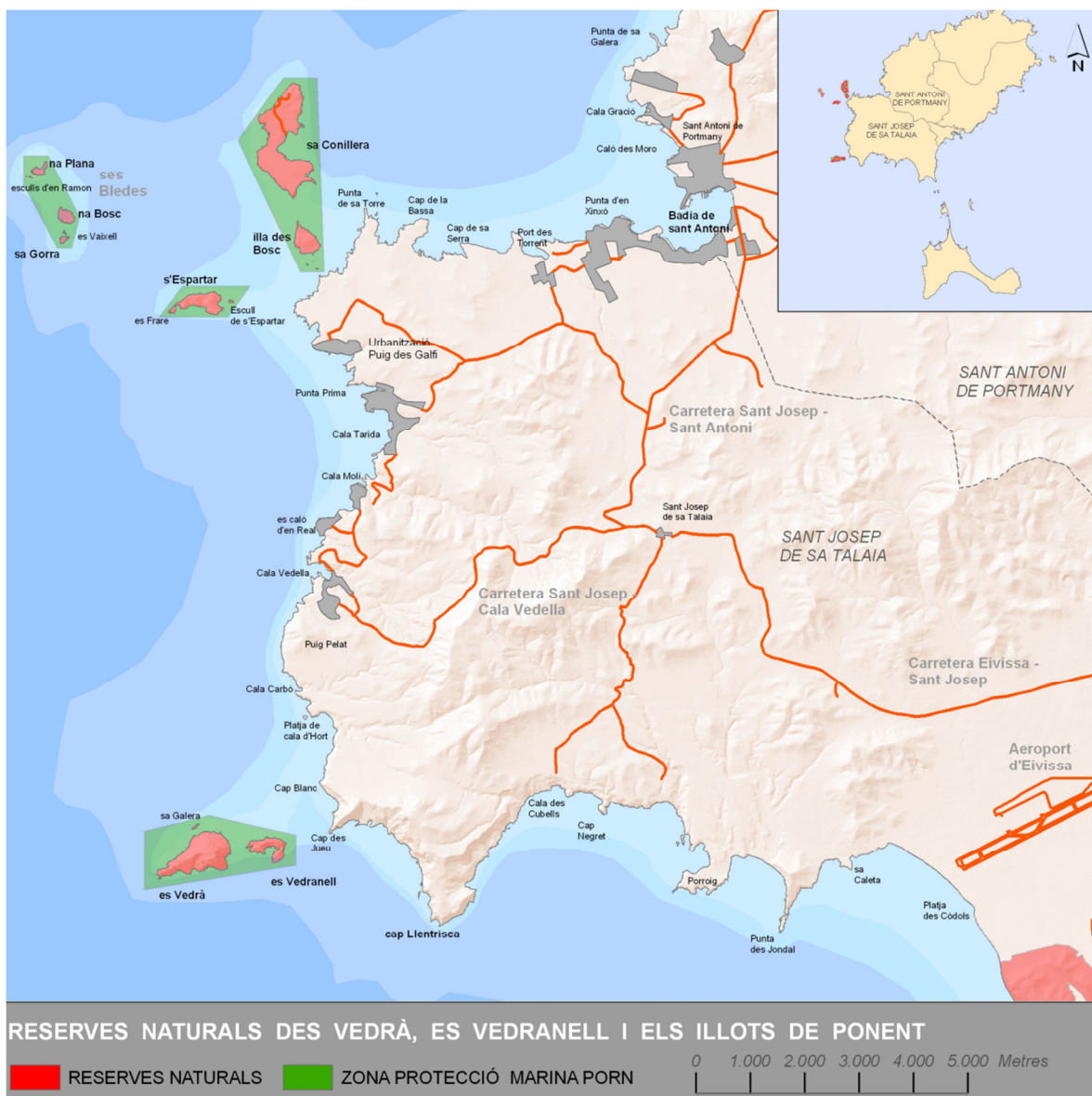


Figura 1. Reserves Naturals des Vedrà, es Vedranell i dels illots de Ponent

Com s'ha comentat a la introducció d'aquest informe tècnic, hi ha una sèrie de modalitats pesqueres prohibides dins la reserva natural, mentre que la pesca submarina hi està regulada per espècies i nombre de peces, per dies i talles, a més de la normativa pesquera general que l'afecta (Decret 34/2014 d'1 d'agost de pesca recreativa).

Les regulacions concretes sobre pesca submarina a la reserva natural són les següents:

- Obligatorietat d'una llicència personal i exclusiva per pescar a la reserva natural, de caràcter anual.

- Limitació dels dies hàbils de pesca a: dimarts, dijous, dissabtes, diumenges i festius.
- Limitació de captura a una sola peça per pescador i dia de les següents espècies:
 - Llop (*Dicentrarchus labrax*)
 - Sarg reial (*Diplodus cervinus*)
 - Anfossos i xernes (*Epinephelus* spp.)
 - Anfós bord o gitano (*Mycteroperca rubra*)
 - Tord massot (*Labrus merula*)
 - Grívia (*Labrus viridis*)
 - Escorball o corva (*Sciaena umbra*)
 - Orada (*Sparus aurata*)
- Talles mínimes superiors a les permeses fora de la reserva natural:
 - Llop (*Dicentrarchus labrax*): 43 cm
 - Sarg reial (*Diplodus cervinus*): 30 cm
 - Anfossos i xernes (*Epinephelus* spp.): 53 cm
 - Anfós bord o gitano (*Mycteroperca rubra*): 53 cm
 - Tord massot (*Labrus merula*): 32 cm
 - Grívia (*Labrus viridis*): 35 cm
 - Escorball o corva (*Sciaena umbra*): 35 cm
 - Orada (*Sparus aurata*): 37 cm
 - Morena (*Muraena helena*): 95 cm
 - Sarg (*Diplodus sargus*): 25 cm
 - Variada (*Diplodus vulgaris*): 20 cm

2.2. Els censos visuals en escafandre autònom i la presa de dades

Els censos visuals com a mètode de mostreig

Si bé la majoria de pesqueries mundials s'han estudiat majoritàriament mitjançant mostreigs a bord dels mateixos vaixells de pesca, o a campanyes oceanogràfiques que empren ormeigs semblants als emprats pels pescadors, l'estudi dels fons litorals abruptes, que degut a la seva complexitat topogràfica constitueixen en certa mesura refugis naturals en front dels ormeigs de pesca tradicionals (tremalls i palangres), necessita d'una aproximació directa. L'ús de l'escafandre autònom en aquests fons litorals es va manifestar com a un mètode òptim en els primers estudis sobre el medi bentònic a la Mediterrània (Pérès i Picard, 1964; Ros *et al.*, 1984; Ballesteros *et al.*, 1993) i també en l'estudi dels peixos (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). L'ús de l'observació directa en escafandre autònom, com a mètode no destructiu, es fa a més a més

necessària, quan les àrees objecte d'estudi gaudeixen d'algun tipus de protecció legal, com n'és el cas que ens ocupa.

Més enllà del simple inventari qualitatiu d'espècies, es van desenvolupar els censos visuals en escafandre autònom com a metodologia quantitativa en l'estudi de poblacions de peixos a indrets d'alta complexitat estructural, com són els esculls de corall (Brock, 1954; Sale i Sharp, 1983; Samoylis i Carlos, 1992), i que s'aplicaren amb èxit als fons rocosos de la Mediterrània (Bell, 1983; Garcia-Rubies i Zabala, 1990; Francour, 1991; García-Charton *et al.*, 2004 entre molts d'altres).



La presa de dades

S'ha emprat el transsecte de 50x5 m (250 m²) com a unitat de mostra, que es realitzava estenent una cinta mètrica sobre el perfil del fons mentre el bussejador avançava. Cada transsecte va ser mostrejat per un sol bussejador que estava familiaritzat en el reconeixement de les espècies, el cens i l'estima de talla. El cens es realitzà sobre un conjunt d'espècies que per les seves característiques el feien quasi tancat: espècies de substrat rocós que són objectiu de la

pesca professional, submarina i recreativa, i amb *home ranges* reduïts. Són espècies demersals que en la seva majoria s'agrupen en les categories espacials 3, 5 i 6 d'Harmelin (1987). Treballar amb aquest grup reduït d'espècies millora considerablement la precisió del cens, tal com Greene i Alevizon (1989) demostraren amb l'anomenat *Discret Group Censusing*; consumeix menys temps i permet un major nombre de rèpliques que quan es té en compte tot el poblament de peixos. A efectes faunístics i de valoració de la biodiversitat, s'enregistraren així mateix espècies de caire més pelàgic i costaner, o divagants de plataforma, que també són d'interès pesquer (e.g. cirviola *Seriola dumerili*, espet *Sphyræna* spp., déntol *Dentex dentex*) però no residents en l'espai d'estudi degut a l'ampli abast dels seus moviments (la majoria dins la Categoria 1 segons Harmelin (1987)).

Sobre cadascun dels transsectes s'identificaren les espècies objectiu i se'n va estimar el nombre d'individus i la seva talla. Es va procurar, en tot cas, que l'estima del nombre d'exemplars fos el més acurada possible. Si els peixos formaven moles denses es va atribuir el nombre d'individus estimat a classes d'abundància preestablertes que seguien, aproximadament, una progressió geomètrica de classe 2 (1; 2; 3-5; 6-10; 11-30; 31-50; 51-100; etc).

L'estima de talla s'ha vingut entrenant per l'equip de treball amb els anys, especialment després de seguir protocols amb distribucions de peixos artificials, i contrastar l'agrupament per classe de talla que menys diferència dóna entre la distribució observada i la real (els peixos artificials) mitjançant un test de Kolmogorov-Smirnov (veure Bell *et al.*, 1985). De mode general, les talles s'estimaren en classes de 2cm. L'error en l'estima visual de les talles s'ha demostrat com a mínim (2 cm) en exemplars de fins a 30 cm de longitud total, però s'incrementa, tendint a una certa subestima, en classes de talla superiors. En qualsevol cas, i malgrat l'error inherent a l'observador, ha estat demostrat que a partir d'inventaris visuals, incrementant, si cal, l'interval de talla establert (de 2 a 5 o 10 cm) es podia obtenir una distribució de talles que no diferia significativament de la real en peixos amb mides variables de fins a 100 cm de longitud total.

És important destacar que el mostreig ha estat més estratificat que el que realitzaren García-Rubies *et al.*, (2010) en el primer estudi realitzat sobre els peixos de la reserva natural. Aquests autors van realitzar recorreguts llargs de 5 minuts com a unitat de mostra, tot admetent la gran heterogeneïtat d'hàbitats de les seves mostres, que reflectien la pròpia diversitat de les reserves naturals, on hi dominaven els fons de roca homogènia de baixa estructura. De fet, en els seus resultats, aquests autors ressenyen la gran importància de la rugositat (Luckhurst i Luckhurst,

1978) en explicar la distribució de les espècies objecte d'estudi i les diferències observades entre illots. Malgrat aquest mètode és molt vàlid per tal de realitzar un seguiment temporal, en l'estudi que aquí es presenta hi ha tres aspectes diferents que ens permetran comparar les dades amb les d'altres àrees marines protegides (AMPs) de les Illes Balears:

- a) Dins l'àmbit del substrat rocós s'han triat zones amb la major complexitat topogràfica possible per ser l'hàbitat de les espècies amb major interès pesquer. Per tant, es defineix el primer estrat de mostreig com a zones rocoses amb complexitat estructural mitjana-alta dins cada zona.
- b) Les fondàries s'han restringit a dos estrats ben definits, el superficial (3-15 m) i el profund (20-30 m)
- c) Els transectes foren ben limitats per cinta mètrica de 50 m i amplada de 2,5 m per banda, cobrint així una àrea de 250 m².

Feta aquesta puntualització, dir que tots els transectes es varen desenvolupar a l'atzar dins els estrats d'hàbitat i fondària esmentats abans, amb una distància entre transectes contigus superior a 20 m per tal d'evitar casos d'autocorrelació (Ordines *et al.*, 2005).

A més de les dades referents al poblament de peixos, sobre cada transecte es va realitzar una caracterització de l'hàbitat en base als trets més rellevants del fons. Així, s'enregistrà sempre la profunditat mínima i màxima, i es va tipificar la natura física del substrat en base al tipus de cobertura. Aquesta es va diferenciar en: roca homogènia; grans blocs ($\varnothing > 2\text{m}$), blocs mitjans ($1\text{m} < \varnothing < 2\text{m}$) i blocs petits ($\varnothing < 1\text{m}$); la cobertura d'arena o grava, i la de *Posidonia oceanica*. Les cobertures de cada tipus de substrat s'estimaren en base als percentatges ocupats sobre la llargada total del transecte, assenyalada per la cinta mètrica de 50m que serveix de corda guia. El relleu del fons, o "rugositat" (sensu Lukhurst i Lukhurst, 1978), es va estimar *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 escletxes ni anfractuositats aparents, ni importants variacions verticals; 2: relació entre ambdues longituds clarament superior a 1, amb variacions verticals poc importants (menors de 2m), pocs blocs i poques escletxes i anfractuositats; 3: relació entre longitud real i lineal clarament superior a 1,5, amb escletxes, blocs rocosos i anfractuositats d'una certa entitat, ocupant, al menys un 50% de la longitud total del transecte i/o variacions verticals de més de 2m; 4: presència de blocs i d'escletxes importants, ocupant més del 50% de la longitud del transecte i/o pregoneres variacions verticals amb una relació entre la longitud real i

la lineal propera o superant el 2. Finalment, a cada transsecte s'estimà el pendent del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent: 1, un pendent d'entre 0 i 30°; 2 de 30° a 60°; 3 de 60° a 90°; i 4, si el pendent superava els 90°, formant superfícies extraplomades.

El disseny de mostreig

Malgrat la validesa de les dades obtingudes dins la mateixa reserva natural per treure conclusions sobre l'estat de conservació dels peixos, vàrem considerar, a més a més, emprar una zona protegida de referència. En el context geogràfic d'estudi, tan sols podíem emprar la referència de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera (RMFEF), creada el 1999 i, per tant, amb 17 i 18 anys d'existència quan es van realitzar les campanyes de 2016 i 2017 en la reserva natural. La reserva marina consta de dues àrees ben definides pel que fa al seu nivell de protecció. Per una banda hi ha la zona de protecció màxima o reserva integral, on hi està prohibida qualsevol activitat extractiva, i, per altra, hi ha la reserva parcial, on hi està prohibida la pesca submarina però s'hi permeten altres modalitats de pesca recreativa (volantí, canya, potera, fluixa) i professional (tremalls, soltes, palangres, arts de tir), amb menys esforç que fora de la reserva i amb zones de veda (Decret 63/1999 de 28 de maig) (Fig. 2).

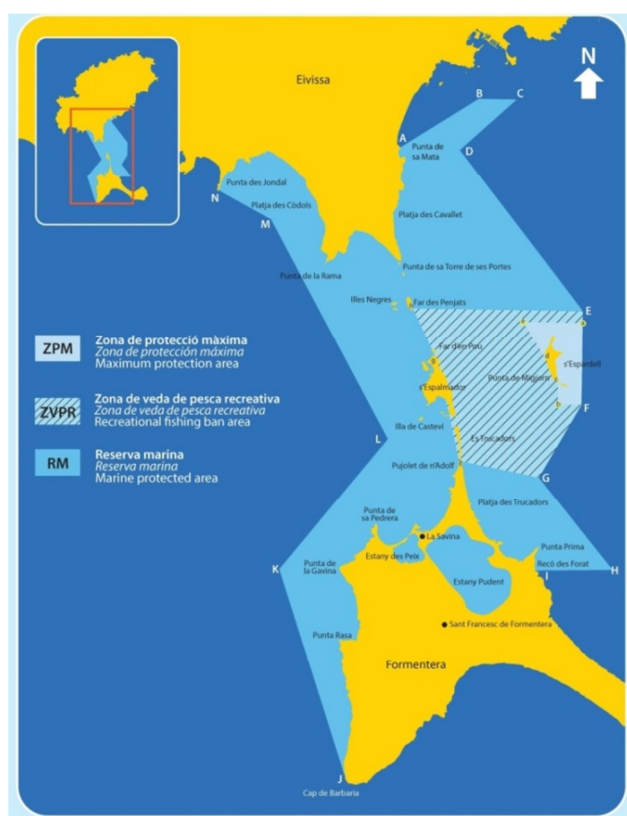


Figura 2. Límits i zonificació actual de la reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera

La reserva marina consta d'un seguiment regular per part de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears, que ha proporcionat una sèrie temporal de dades, de les quals tan sols s'han emprat aquelles preses en les mateixes dates, o en les dates més properes (2016 per a l'estrat superficial i 2018 per al profund) que en l'estudi de la reserva natural (2016 i 2017). Dins la reserva natural s'estudiaren tots els illots de major entitat, a excepció de l'illa des Bosc, pel fet de què els seus fons marins són més soms, i amb menor presència d'hàbitats rocosos (García-Rubies *et al.*, 2010).

Dins cada zona d'estudi (reserva integral, reserva parcial, illots de la reserva natural) es van estudiar un mínim de 2 llocs o estacions diferents (Fig. 3). Tan sols en els casos dels illots petits, on l'extensió de l'hàbitat era limitada, es va estudiar un sol lloc. Els llocs estudiats dins la reserva natural, a la reserva marina i el nombre de mostres es pot apreciar a la Taula 1. En l'àmbit de la reserva natural però actualment fora dels seus límits s'estudià també l'escull de Tramuntana (o escull de Fora) amb N= 4 transsectes profunds.

Tots els censos, tant a la reserva natural com a la RMFEF es van realitzar en el mes d'octubre dels anys indicats abans, i dins l'interval horari de les 10:30 a 14:30 (GMT+2).

Taula 1. Nombre de transsectes realitzats a les diferents estacions d'estudi de la Reserva Natural de VVIP (Conillera, Espartar, Na Plana, Na Bosc, sa Gorra, es Vedrà, es Vedranell) i a la RMFEF. R= reserva integral; R1: s'Espardelló, R2: s'Espardell. RP= reserva parcial. Estrat superficial, RP1= es Banc, RP2= s'Espalmador. Estrat profund, RP1= punta Prima, RP2= es Dau Petit.

	Reserva Natural VVIP							Reserva Marina Freus			
	Conil	Espart	Plana	Na Bosc	Sa Gorra	Vedrà	Vednell	R1	R2	RP1	RP2
Estrat superficial	8	12	3	3	3	20	8	18	18	18	18
Estrat profund	3	3	3	3	—	12	5	5	3	6	3
Total	11	15	6	6	3	32	13	23	21	24	21

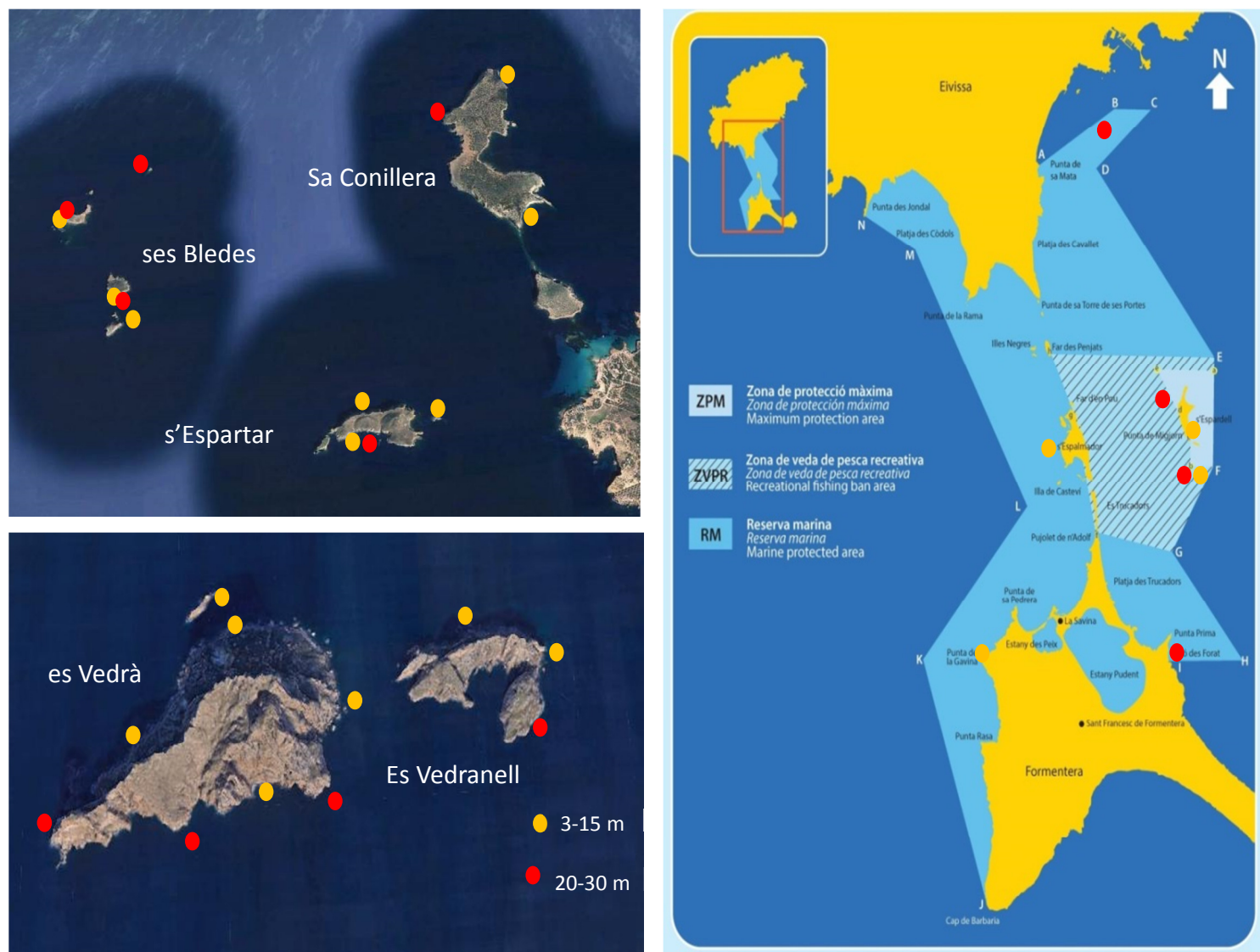


Figura 3. Distribució dels diferents llocs de mostreig a cadascuna de les diferents estacions de la reserva natural i a la RMFEF

El tractament de les dades

A partir de les dades d'espècies i talles es va generar una matriu de mostres/espècie/densitat i una altra matriu de mostres/espècie/biomassa. Cada transsecte es va prendre com a unitat de mostra o rèplica, i es va calcular el nombre d'espècies vulnerables o riquesa d'espècies, la densitat total, la biomassa total, i la densitat i biomassa per a cada espècie. Per al càlcul de la biomassa es va fer ús de les relacions talla:pes descrites per Morey *et al.* (2003). La biomassa i la densitat total es varen calcular tan sols per a les espècies demersals de baix *home range*, de caire més resident, obviat les espècies més pelàgiques. Així mateix es va separar la mostra en dos components tròfics: un que estava format per omnívors i carnívors que s'alimenten bàsicament sobre invertebrats, fins al nivell tròfic 3,5 segons Froese i Pauly, (2019) (www.fishbase.org) i un altre component que podem definir com de meso i macrocarnívors, on a part d'invertebrats hi entren també els peixos en la dieta (nivell tròfic >3,5) (veure Taules 2 i 4).

Les comparacions entre estacions per a cada estrat de fondària, s'han fet mitjançant anàlisi de la variància d'un sol factor (lloc o estació de mostreig), o de la covariància (afegint-hi la covariable rugositat) per a les espècies o conjunt d'espècies més sensibles a aquesta variable d'hàbitat (García-Rubies *et al.*, 2010). Degut a l'elevat nombre d'estacions (11), s'ha obviat la informació referent a les anàlisis a posteriori (*post hoc* tests) entre parells d'estacions, interpretant simplement el resultat general de l'anova o ancova i l'anàlisi gràfic.

Prèviament a l'anàlisi es va comprovar l'homogeneïtat de les variàncies (mitjançant el test de Cochran (Zar, 1984)), l'absència de correlació entre mitjanes i desviacions típiques, i la normalitat de les dades. En el cas, freqüent, que no s'acomplissin aquests requeriments, les dades foren transformades logarítmicament ($x'=\log(x+1)$). En qualsevol cas, les dades varen ser analitzades malgrat que no s'acomplissin totes aquestes condicions, prenent la precaució d'elevat el nivell de significació fins a 0,01 (en lloc de l'habitual $p<0,05$) per tal d'evitar el risc de cometre un error de tipus I, és dir, d'afirmar que hi ha diferències quan realment no n'hi ha (Underwood, 1997).

Tal com s'ha comentat, i com s'especificarà al següent apartat, les diferències fisiogràfiques de la Reserva Marina dels Freus i de la Reserva Natural de VVIP són importants, afectant sobretot al reclutament diferencial de les espècies (el reclutament de juvenils és, en general, superior a la reserva marina), i a la capacitat de càrrega (Coll *et al.*, 2013). Degut a que el factor diferencial del reclutament afecta molt al nombre d'individus, i que aquest no és un indicador entre els més sensibles a la protecció (Guidetti i Sala, 2007; Coll *et al.*, 2012), l'anàlisi de la variància entre llocs per a espècies concretes tan sols s'ha efectuat per a l'indicador biomassa.

Per aquest mateix motiu del reclutament diferencial, l'anàlisi de talles s'ha realitzat tan sols per a l'àrea objecte d'estudi: la reserva natural, i per a aquelles espècies que han presentat un nombre suficient d'individus ($N \approx 30$).

2.3. El potencial dels llocs d'estudi envers la biomassa de peixos

En un estudi comparatiu de distintes AMPs i Espais Naturals Protegits en el seu àmbit marí, García-Charton *et al.*, (2004) varen demostrar que la distribució dels peixos no era uniforme sinó a “taques”, i que aquestes “taques” es donaven a diferents escales espacials, des de cents de metres a milers de kilòmetres. Les causes que les determinaven eren diferents també a cada escala, actuant variables d'hàbitat enregistrades a nivell de transsecte (profunditat, rugositat, pendent) a petita escala, i altres variables no analitzades aleshores, però de distinta natura i major abast a major escala espacial. Fins i tot en el treball de Gudetti i Sala (2007) es parla de variacions idiosincràtiques entre diferents llocs i reserves marines, deixant entreveure l'acció de variables ambientals diverses. En aquest sentit i posteriorment, Coll *et al.*, (2013) varen observar la diferent capacitat de càrrega (en biomassa de peixos) de llocs diferents situats en una mateixa reserva integral, o entre diferents reserves integrals; i determinaren que la “idiosincràsia” de cada lloc era en part explicada per la funció: $\text{Log}_{10}(\text{Bt}+1) = 2,979 + 0,026(\text{MD}) + 0,008 (\text{ERS})^{1/2}$; essent Bt=biomassa total de peixos vulnerables a la pesca, MD= fondària mitjana del transsecte, E= exposició del lloc d'estudi a vents i corrents, R= rugositat del transsecte, i S= pendent/slope cap a aigües obertes. Aquesta funció combina variables mesurades a nivell de transsecte i d'altres de major escala, en un radi de 500 m respecte el lloc d'estudi. Aquestes mateixes variables i d'altres correlacionades van ser incloses per Edgar *et al.*, (2014) entre les 5 causes majors per a l'èxit d'una reserva marina.

Més recentment, el seguiment de les reserves marines d'àmbit pesquer de les Illes Balears, algunes de les quals ja havien acumulat fins a 19 anys de protecció, ha constatat que les variables esmentades seguien essent vàlides, però que l'equació exposada es va quedar curta, subestimant la biomassa que podia assolir una zona totalment protegida si es deixava passar el temps. Per aquest motiu, en el present estudi s'ha obviat realitzar inferències de biomassa a partir de l'equació, però hem analitzat la variació de la combinació de variables més importants (ERS) entre els diferents llocs, i que sens dubte estan altament correlacionades amb la biomassa de peixos que hi pot haver a una zona. La variació d'ERS ens informa per tant del potencial relatiu

entre diferents zones d'estudi i ens ajuda a fer servir com a referència un lloc fisiogràficament diferent com és la RMFEF respecte la Reserva Natural de VVIP.

El càlcul dels valors de E (exposició, mesurada com a l'àrea marina del cercle de 500 m de radi), i del pendent a mesoescala (mitjana de la diferència de fondària entre el transsecte i les isòbates situades a 3 punts equidistants allunyats 500 m del transsecte) es va realitzar amb el software d'ArcMap sobre les cartografies de base: https://ideib.caib.es/geoserveis/services/public/GOIB_Espais_Rellevancia_Ambiental/MapServer/WMSServer

i amb les batimetries del Ministeri de Medi Ambient (*Ecocartografias del Magrama*) i del treball de Ballesteros *et al.*, (2010) en el cas dels Illots de Ponent.

2.4. L'anàlisi de dades pesqueres de les flotes professionals d'arts menors de les confraries de Sant Antoni de Portmany i d'Eivissa

Per a l'anàlisi de l'evolució de la flota i de les captures d'ambdues confraries es va consultar la base de dades disponible a la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears. Aquesta base de dades es troba informatitzada des de 2002, podent-se detallar, entre d'altres aspectes, la captura diària, mensual i anual per a cada embarcació, per a la captura total i per a cadascuna de les espècies enregistrades a les notes de venda. La descripció de la flota s'ha basat en aquesta mateixa base de dades, tenint en compte aquelles embarcacions de pesca artesanal que havien presentat captures en el període analitzat (2002-2018).

Els camps considerats per a l'anàlisi foren: embarcació, espècie, any i captura en kg. El càlcul de la captura per unitat d'esforç es va realitzar dividint la captura de cada any (total, per espècie o per grups d'espècies) pel nombre d'embarcacions que presentaren captures a cadascun dels anys de la sèrie. Així, s'analitzà l'evolució de la captura de:

- La captura total i per grups taxonòmics principals: osteïctis, elasmobranquis, crustacis decàpodes i cefalòpodes.
- El conjunt format per les espècies demersals incloses als censos visuals en immersió: sard *Diplodus sargus*, variada *Diplodus vulgaris*, morruda *Diplodus puntazzo*, grans serrànids (*Epinephelus caninus*, *Epinephelus costae*, *Epinephelus marginatus*,

Mycteroperca rubra), tords del gènere *Labrus* (*L. merula*, *L. mixtus*, *L. viridis*), orada *Sparus aurata*, càntera *Spondylus cantharus*, escorball o corva *Sciaena umbra*, escórpora o rascassa *Scorpaena porcus*, caproig o roja *Scorpaena scrofa*, mòllera *Phycis phycis*, congre *Conger conger* i morena *Muraena helena*.

I de forma individualitzada:

- L'anfós.
- El sard.
- L'escorball o corva
- La roja

3. RESULTATS

3.1. Descripció de l'hàbitat dels llocs d'estudi i el seu potencial per als peixos

Les aigües superficials

A la majoria dels llocs estudiats dins la Reserva Natural de VVIP dominen els fons de blocs rocosos, que ocupen més de $\frac{3}{4}$ parts de l'àrea d'estudi. A més a més, també en la majoria de llocs, aquests blocs són de mida grossa ($\varnothing > 2$ m) (Fig. 4). La posidònia resulta un substrat minoritari que té tan sols certa presència a sa Conillera i a es Vedranell ($\approx 10\%$), i a es Vedrà i s'Espartar (2,5- 5%). L'illot de na Bosc és l'únic que trenca amb el patró de dominància de blocs doncs la major part de l'hàbitat estudiat (58%) està constituït per roca homogènia (Fig. 4).

Aquesta composició de l'hàbitat d'estudi difereix lleugerament de l'àrea emprada com a referència a la Reserva Marina dels Freus, on la roca homogènia ocupa bona part dels transsectes a s'Espardelló, s'Espardell i es Banc, oferint una menor complexitat estructural (Fig. 4).

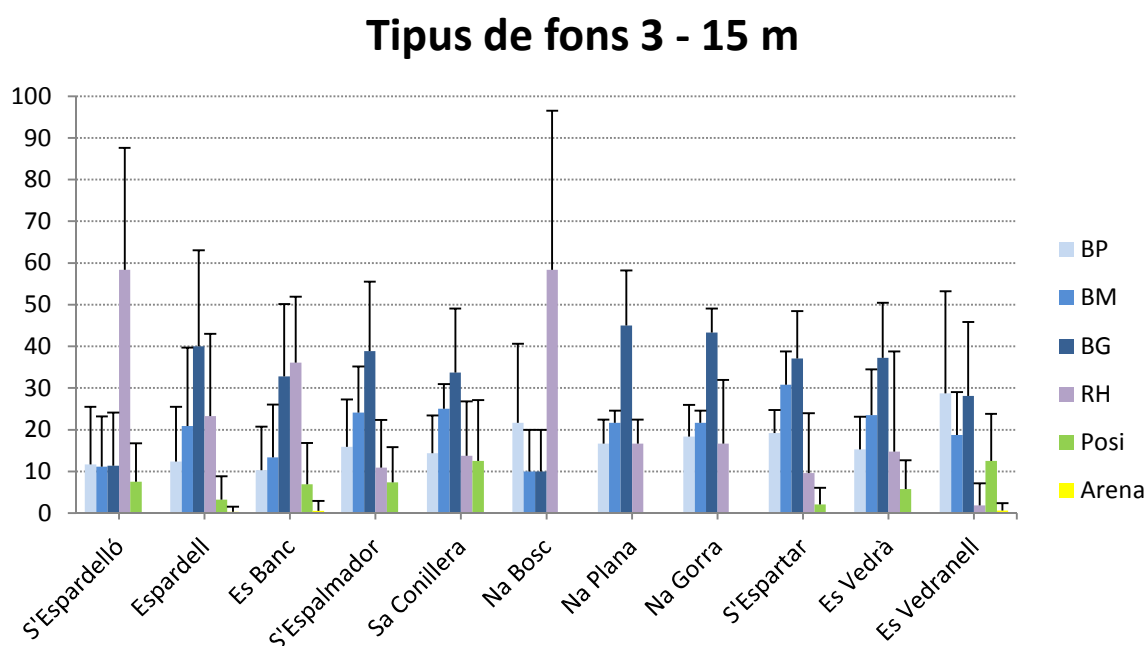


Figura 4. Distribució percentual dels diferents hàbitats. BP: blocs petits, BM: blocs mitjans, BG: grans blocs, RH: roca homogènia, Posi: posidònia, i Arena.

La presència de roca homogènia pot presentar una complexitat nul·la o, per contra, trobar-nos amb estructures tipus balmes, coves, escletxes, que augmenten la complexitat i els requeriments

d'hàbitat de certes espècies. En funció de la presència d'aquestes estructures i de la proporció de blocs varia l'indicador de rugositat. Els valors d'aquest indicador es troben entre 2,5 i 3,0 en la majoria de llocs estudiats; amb valors mínims a la reserva integral de s'Espardelló (2,1) i màxims a na Plana (3,5), a ses Bledes (Fig. 5). Altres llocs amb rugositat elevada han estat sa Gorra, s'Espartar i es Vedrà dins la reserva natural, i l'estació de s'Espardell dins la reserva marina (Fig. 5).

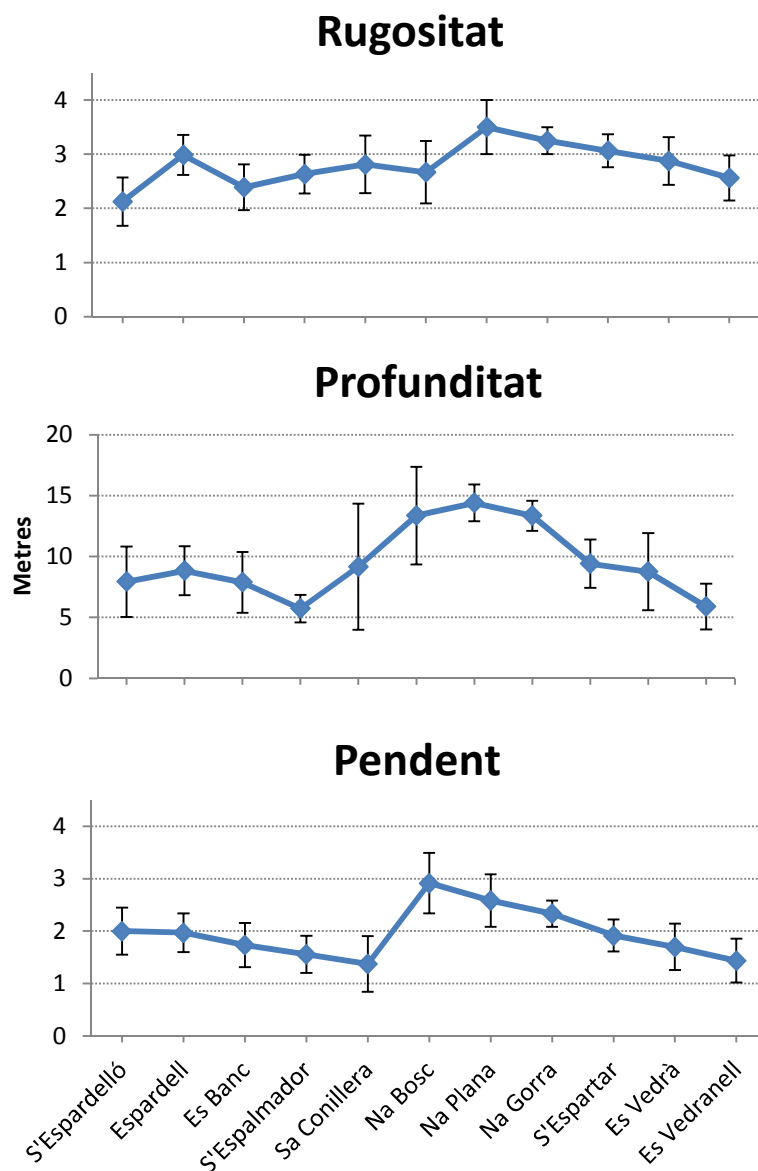


Figura 5. Variables d'hàbitat a cada estació de mostreig en l'estrat superficial (5-15 m): Rugositat (1-4, adimensional), Profunditat (m), Pendent (1 a 4, adimensional).

La profunditat on es desenvolupen els transectes està influenciada en certa mesura per la presència d'hàbitats adients per a les espècies objecte d'estudi. Les fondàries mitjanes han estat baixes dins la Reserva Marina dels Freus, entre 6 i 9 metres; elevades a Ses Bledes, entre 13 i 14 metres, i de tipus mitjà-baix a sa Conillera, s'Espartar, es Vedrà i es Vedranell, entre 6 i 9 metres (Fig. 5). Pel que respecta al pendent del fons, ses Bledes són els llocs amb major presència de penya-segats submarins i major pendent ($>2,0$) mentre que totes les altres estacions d'estudi presenten un pendent inferior o igual a 2 (Fig. 5).

Les aigües profundes

Amb l'excepció de les estacions de l'escull de Tramuntana i d'es Vedranell, els fons de blocs rocosos dominen l'hàbitat dels transectes a les aigües profundes de la reserva natural. Els grans blocs i els blocs mitjans dominen a sa Conillera, na Plana, s'Espartar i a n'es Vedrà, mentre que a na Bosc hi ha una proporció més equilibrada entre blocs de distinta mida (Fig. 6). A l'escull de Tramuntana i a es Vedranell, per contra, és el fons de roca homogènia el que predomina, ocupant fins a un 70% de l'àrea mostrejada en el primer cas.

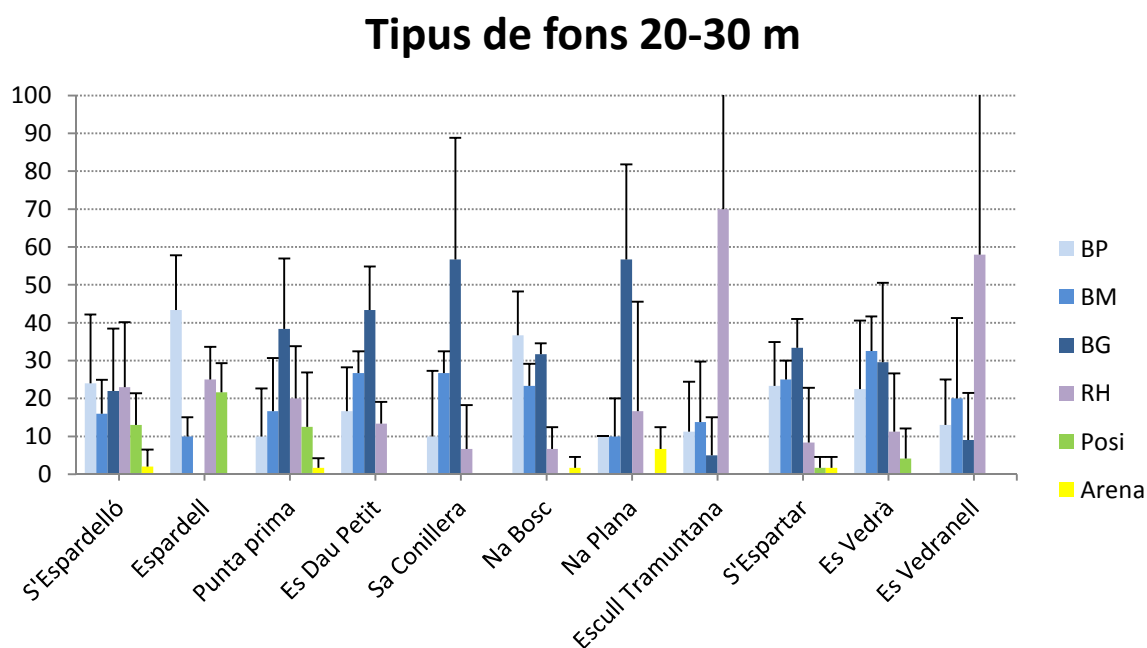


Figura 6. Distribució percentual dels diferents hàbitats. BP: blocs petits, BM: blocs mitjans, BG: grans blocs, RH: roca homogènia, Posi: posidònia, i Arena.

Les estacions que s'han pres com a referència dins l'àrea parcialment protegida de la Reserva Marina dels Freus (punta Prima i es Dau Petit) presenten proporcions importants de blocs rocosos, majoritàriament grossos, mentre que dins la reserva integral el fons és de menor complexitat, trobant-se una bona proporció (30-40%) de roca homogènia i posidònia (Fig. 6).

Pel que fa als indicadors d'hàbitat que són independents del tipus de cobertura dels transsectes; la fondària mitjana se situa entre 21 i 26 m a tots els llocs d'estudi a excepció d'es Vedranell, on els fons adients per establir-hi els transsectes foren més profunds: 28,8 m com a mitjana (Fig. 7). Els ambients de major complexitat estructural de la reserva natural s'han trobat a sa Conillera, na Bosc i na Plana, amb valors de rugositat del voltant de 3,5; una rugositat també força alta a s'Espartar i a es Vedrà ($\approx 3,0$), i baixes rugositats ($\leq 2,5$) a l'escull de Tramuntana i a es Vedranell. Els ambients més comparables dins la Reserva Marina dels Freus són els de les estacions parcialment protegides de punta Prima i es Dau Petit, amb rugositats $\geq 3,0$; mentre que la reserva integral ve caracteritzada per una baixa rugositat del fons: 2,3-2,6. La major part dels transsectes es van realitzar sobre fons de talús suau tant a la reserva natural com a la reserva marina, amb pendents del voltant de 2,0-2,5, essent l'estació de na Plana aquella que presentà hàbitats més verticals, amb un pendent proper a 3,0 (Fig. 7).

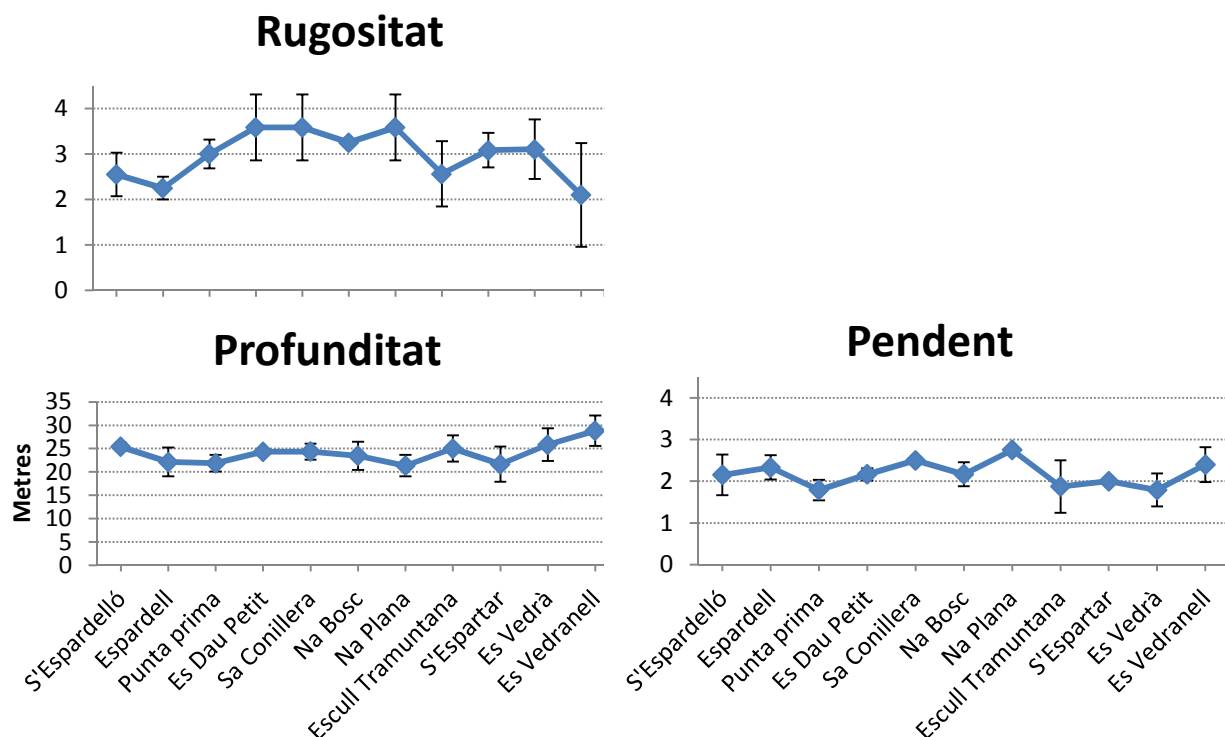


Figura 7. Variables d'hàbitat a cada estació de mostreig en l'estrat profund (20-30 m): Rugositat (1-4, adimensional), Profunditat (m), Pendent (1 a 4, adimensional).

L'hàbitat a meso-escala i el potencial per a la biomassa de peixos

Pel que fa a la combinació amb variables d'hàbitat de major escala espacial, s'ha descrit el valor d'ERS (Exposició a corrents i vents * Rugositat mitjana dels transsectes*Slope (pendent cap a aigües obertes)). A les figures 8, 9 i 10 es pot observar com els majors valors d'exposició es troben a ses Bledes i a s'Espardelló, i els menors a les altres estacions de la Reserva Marina dels Freus. Per altra banda, el pendent cap a aigües obertes és clarament superior dins la reserva natural, on la majoria de llocs d'estudi presenten pendents superiors als 40 metres (Fig. 11). L'única estació amb valors menors és la de es Vedranell, on els llocs estudiats estaven orientats cap a l'illa d'Eivissa, amb cotes batimètriques inferiors.

La combinació d'aquest conjunt de variables en l'indicador d'ERS ens mostra un potencial relatiu de biomassa molt elevat a tots els illots de la Reserva Natural de VVIP respecte la Reserva Marina dels Freus (Fig. 12). Tan sols l'illot d'es Vedranell presenta un potencial teòric menor, que és semblant als de la reserva integral dels Freus (Fig. 12).

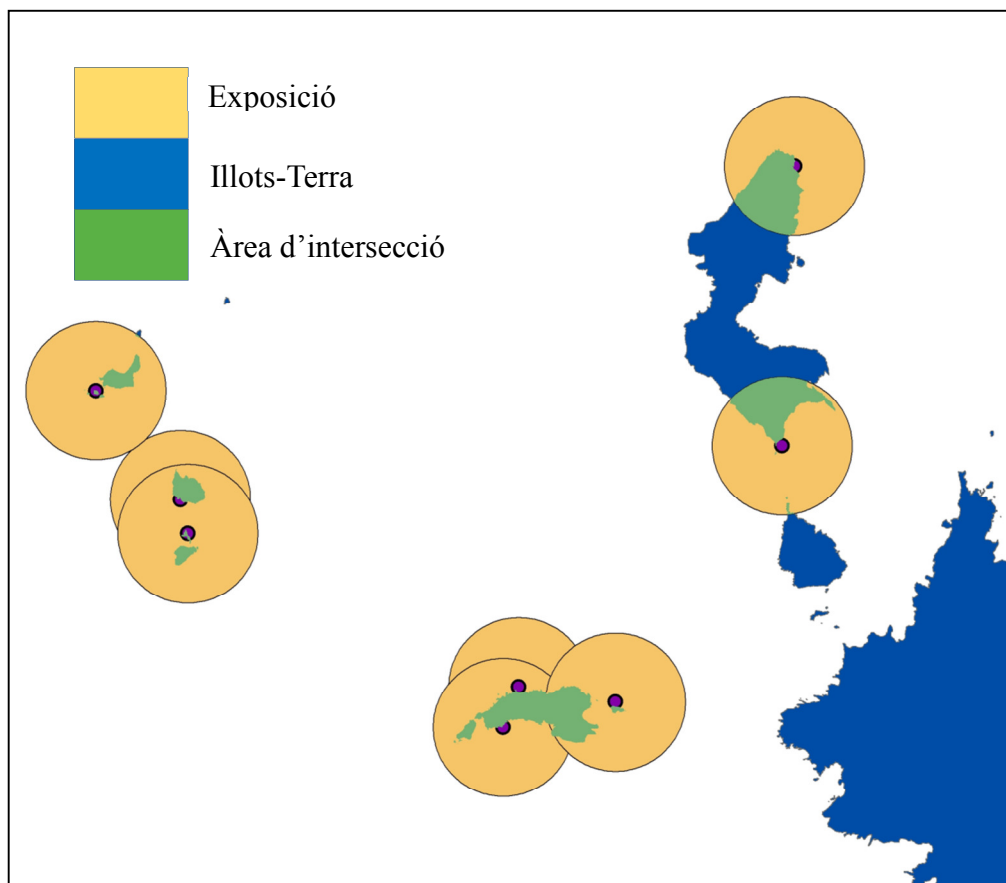


Figura 8. Exposició a vents i corrents de les diferents estacions d'estudi als illots de Ponent

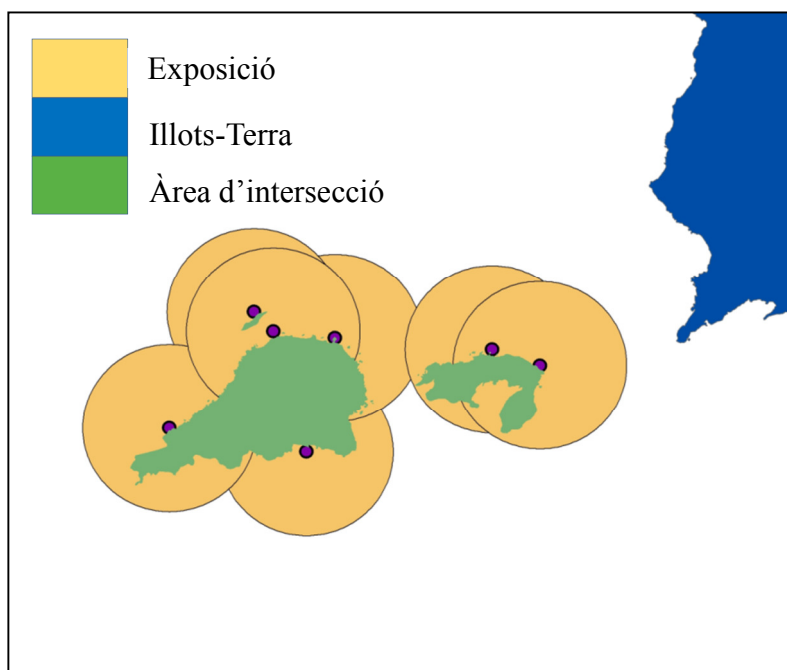


Figura 9. Exposició a vents i corrents de les diferents estacions d'estudi a es Vedrà i es Vedranell

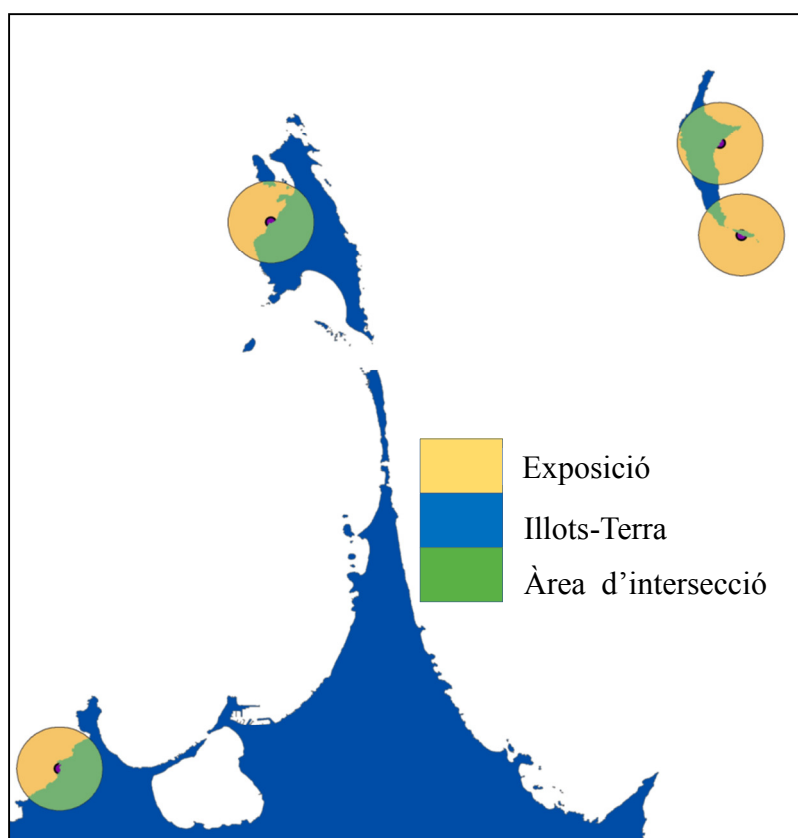


Figura 10. Exposició a vents i corrents de les diferents estacions d'estudi a la Reserva marina dels Freus

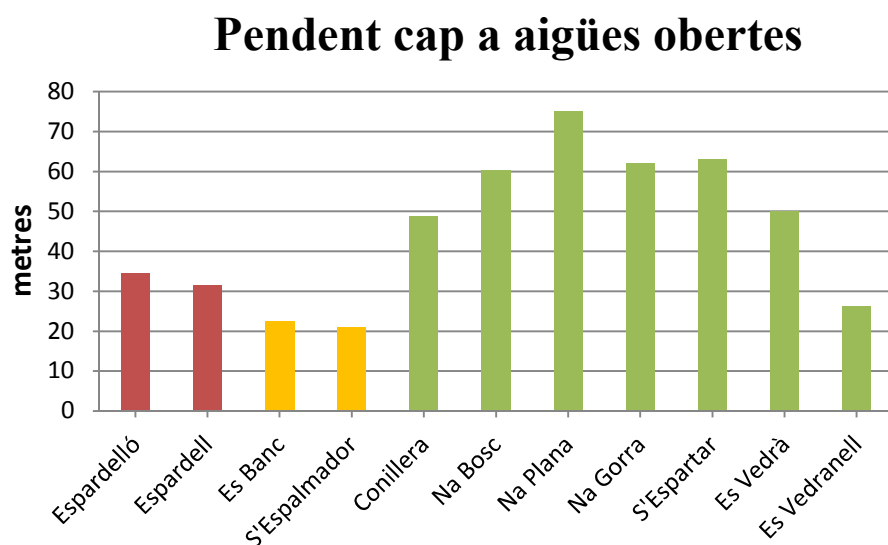


Figura 11. Pendent cap a aigües obertes en un radi de 500 respecte les estacions d'estudi dins la Reserva Natural de VVIP (verd) i dins la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

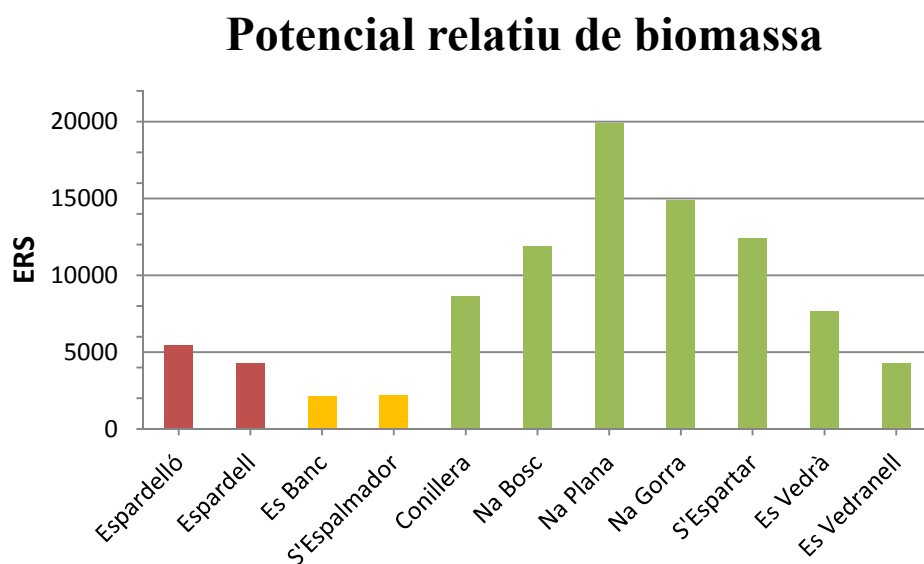


Figura 12. Potencial relatiu de biomassa (ERS: Exposició*Rugositat*Pendent) a les estacions d'estudi dins la Reserva Natural de VVIP (verd) i dins la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

3.2. La riquesa d'espècies vulnerables a la pesca

Les aigües superficials

S'han enregistrat 23 espècies vulnerables a la pesca en el conjunt de les estacions superficials estudiades a la Reserva Natural de VVIP i a la Reserva Marina dels Freus (Taula 2). Tot i això, cinc d'aquestes espècies són de caràcter pelàgic costaner (melva, bacoreta, palomida, cirviola i espet) i una sisena espècie, el déntol, es de caràcter demersal però caracteritzada per realitzar moviments divagants entre el litoral i la plataforma (Riera *et al.*, 1993). Aquestes sis espècies es relacionen aquí a efectes faunístics i com a indicador de diversitat (riquesa d'espècies) però no s'han emprat en els càlculs posteriors de densitat i biomassa degut a que l'abast dels seus moviments o *home range* és superior al de l'àrea d'estudi (Green *et al.*, 2015).

La Reserva Natural de VVIP presenta una riquesa mitjana d'espècies lleugerament inferior a la de la Reserva Marina dels Freus (Fig. 13). El major nombre mitjà d'espècies s'ha observat a la reserva marina, concretament dins les estacions de la reserva integral i a l'estació parcialment protegida d'es Banc. En aquests llocs el valor mitjà de riquesa és ≥ 6 espècies/250 m² mentre que a l'estació de s'Espalmador, i a les estacions de la reserva natural, mai no arriba a 6 espècies/250 m². Aquestes diferències són detectades per l'anàlisi de la variància entre estacions de mostreig, amb una probabilitat força baixa de que siguin degudes a l'atzar (Taula 3a). És a destacar, a més a més, que la covariable rugositat, malgrat es menor a la reserva marina, no té influència en els resultats, tal com es pot veure a l'anàlisi de la covariància, on l'efecte de l'estació continua essent significatiu ($p < 0,025$) (Taula 3b).

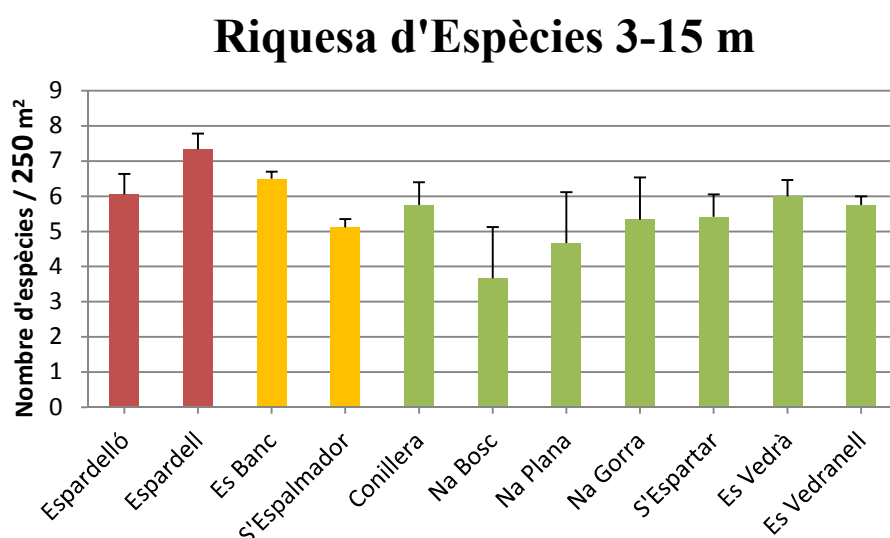


Figura 13. Nombre mitjà d'espècies vulnerables a les diferents estacions de la Reserva natural de VVIP (verd) i a la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa)

Taula 2. Taula de presència/absència (+/0) en els inventaris superficials (5-15 m) de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera i en la Reserva Natural d'Es Vedrà, Verdanel·l i Illots de Ponent. N= nombre de transsectes efectuats. Riquesa total= nombre acumulat d'espècies per estació. *:espècies demersals i vulnerables a la pesca emprades en els càlculs posteriors. +: presència, 0: absència. (NT): nivell tròfic segons Froese i Pauly (2019)

		Reserva Integral Freus		Reserva Parcial Freus		Reserva Natural VVIP		
		Espardelló	Espardell	es Banc	s'Espalmador	Bledes	Conillera i Espartar	Vedrà i Vedranell
Nom científic	Nom vernacle (NT)	N= 18	N= 18	N= 18	N= 18	N= 9	N= 20	N= 28
<i>Auxis rochei</i>	Melva	+	0	0	0	0	0	0
<i>Euthynnus alleteratus</i>	Bacoreta	+	0	0	0	0	0	0
<i>Lichia amia</i>	Palomida	0	0	0	+	0	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	Cirviola	+	+	+	0	+	+	+
<i>Sphyraena viridensis</i>	Espet	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dentex dentex</i>	Déntol	0	+	+	+	0	+	0
<i>Muraena helena</i> *	Morena* (4,2)	+	+	0	0	+	0	+
<i>Gymnothorax unicolor</i> *	Morenot* (3,4)	0	0	0	0	0	+	0
<i>Diplodus puntazzo</i> *	Morruda* (3,2)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i> *	Sard* (3,4)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i> *	Variada* (3,5)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sparus aurata</i> *	Orada* (3,7)	0	0	0	+	0	0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i> *	Càntara* (3,3)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Epinephelus caninus</i> *	Xerna* (3,8)	0	+	0	0	0	0	0
<i>Epinephelus costae</i> *	Anfós llis* (3,9)	+	+	+	+	0	0	0
<i>Epinephelus marginatus</i> *	Anfós* (4,4)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i> *	Anfós bord* (4,1)	0	0	+	+	0	0	0
<i>Labrus merula</i> *	Tord massot* (3,6)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labrus viridis</i> *	Grívia* (3,9)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sciaena umbra</i> *	Escorball* (3,8)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scorpaena porcus</i> *	Escòrpora/Rascassa* (3,9)	0	+	+	0	+	+	+
<i>Scorpaena scrofa</i> *	Cap-roig/Roja* (4,3)	+	+	+	0	+	+	+
<i>Scorpaena notata</i> *	Cap tinyós* (3,7)	0	+	0	0	0	0	0
	Riquesa total	15	17	15	14	13	14	13

Taula 3. A) Anàlisi de la variància de la riquesa mitjana d'espècies entre estacions de mostreig en l'estrat superficial (3-15 m). SQ: suma de quadrats; MQ: mitjana quadràtica; GL: graus de llibertat; F: valor del test d'F; p= significància estadística (en vermell si és significativa). B) Anàlisi de la covariància amb la covariable "Rugositat".

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	2362,1	1	2362,1	720,0	0,0000
Estació	78,6	10	7,9	2,4	0,0126
Error	387,1	118	3,3		
B)					
Intercept	67,6	1	67,6	20,3	0,0000
Rugositat	0,3	1	0,3	0,1	0,7589
Estació	79,7	10	8,0	2,4	0,0127
Error	386,0	116	3,3		

Les aigües profundes

El nombre total d'espècies ha estat de 22, entre les quals hi ha tres espècies pelàgiques costaneres: cirviola, bacoreta i espet, així com l'espècie divagant del déntol (Taula 4). La reserva natural presenta un bon nombre mitjà d'espècies, independentment de l'estat poblacional de cadascuna d'elles, i comparable al de la reserva marina (Fig. 14). L'excepció a aquesta pauta general està a les estacions de na Plana i de l'escull de Tramuntana, amb valors baixos d'entre 3 i 4 espècies/250 m². Si extraïem el factor rugositat de la comparació entre estacions, introduint-lo coma a covariable, minva l'error i es veu que les diferències entre estacions resulten significatives (Taula 5a,b).

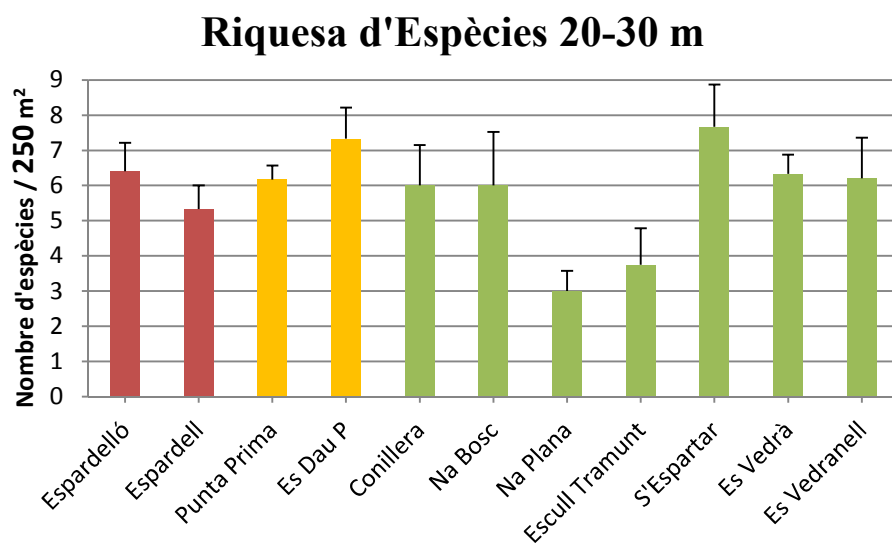


Figura 14. Nombre mitjà d'espècies vulnerables a les diferents estacions de la Reserva natural de VVIP (verd) i a la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa)

Taula 4. Taula de presència/absència (+/0) en els inventaris profunds (20-25 m) de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera i en la Reserva Natural des Vedrà, es Verdanel·l i els illots de Ponent. N= nombre de transectes efectuats. Riquesa= nombre acumulat d'espècies per estació. *:espècies demersals i vulnerables a la pesca emprades en els càlculs posteriors. +: presència, 0: absència. (NT): nivell tròfic segons Froese i Pauly (2019)

		Reserva Integral Freus		Reserva Parcial Freus		Reserva Natural VVIP		
		Espardelló	Espardell	Pta Prima	es Dau Petit	Bledes	Conillera i Espartar	Vedrà i Vedranell
Nom científic	Nom vernacle	N= 5	N= 3	N= 6	N= 3	N= 10	N= 6	N= 17
<i>Euthynnus alleteratus</i>	Bacoreta	0	0	0	0	+	0	0
<i>Seriola dumerili</i>	Cirviola	0	0	0	+	0	+	+
<i>Sphyraena viridensis</i>	Espet	+	0	+	0	+	+	+
<i>Dentex dentex</i>	Déntol	+	0	0	0	+	0	+
<i>Diplodus puntazzo</i> *	Morruda (3,2)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i> *	Sard (3,4)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i> *	Variada (3,5)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sparus aurata</i> *	Orada (3,7)	0	0	0	+	0	0	0
<i>Pagrus pagrus</i> *	Pagre (3,9)	0	0	0	0	+	+	+
<i>Spondyllosoma cantharus</i> *	Càntara (3,3)	+	0	+	+	+	+	+
<i>Epinephelus caninus</i> *	Xerna (3,8)	0	0	0	0	+	0	0
<i>Epinephelus costae</i> *	Anfòs Llis (3,9)	+	+	+	0	0	0	+
<i>Epinephelus marginatus</i> *	Anfòs (4,4)	+	+	+	0	+	+	+
<i>Labrus merula</i> *	Tord massot (3,6)	+	0	+	+	+	+	+
<i>Labrus viridis</i> *	Grívia (3,9)	0	+	0	+	+	+	+
<i>Labrus mixtus</i> *	Pastanaga (3,9)	0	0	0	0	0	0	+
<i>Muraena helena</i> *	Morena (4,2)	+	0	0	+	+	+	+
<i>Phycis physis</i> *	Mòllera (4,3)	0	0	0	+	0	0	+
<i>Sciaena umbra</i> *	Escorball (3,8)	+	+	+	+	0	+	+
<i>Scorpaena notata</i> *	Cap-tinyós (3,7)	0	0	0	0	0	0	+
<i>Scorpaena porcus</i> *	Escòrpora (3,9)	0	0	0	0	+	+	+
<i>Scorpaena scrofa</i> *	Cap-roig (4,3)	+	+	0	+	+	+	+
	TOTAL	12	8	9	12	15	14	19

Taula 5. A) Anàlisi de la variància de la riquesa mitjana d'espècies entre estacions de mostreig en l'estrat profund (20-30 m). SQ: suma de quadrats; MQ: mitjana quadràtica; GL: graus de llibertat; F: valor del test d'F; p= significància estadística (en vermell si és significativa). B) Anàlisi de la covariància amb la covariable "Rugositat".

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	1420,5	1	1420,5	406,6	0,0000
Estació	64,6	10	6,5	1,8	0,0838
Error	136,3	39	3,5		
B)					
Intercept	15,5	1	15,5	4,9	0,0334
Rugositat	15,5	1	15,5	4,9	0,0333
Estació	69,1	10	6,9	2,2	0,0418
Error	120,7	38	3,2		

3.3. La densitat de peixos demersals

Les aigües superficials

Dins la Reserva Natural hi ha una clara diferència entre els illots de ses Bledes, més allunyats de costa, i la resta. En els primers, la densitat de peixos no arriba mai als 20 individus/250 m², llindar que sí s'assoleix a sa Conillera, a s'Espartar, i que fins i tot es duplica a es Vedrà i a es Vedranell (Fig. 15). La densitat de peixos del conjunt d'espècies no és el millor indicador de l'efecte de la protecció, doncs està influenciada per altres factors, com la proximitat de fonts de reclutament per a les espècies més abundants (bàsicament espàrids) (García-Rubies i MacPherson, 1995). Tot i això, els valors més elevats de densitat s'han trobat dins la reserva integral dels Freus, a s'Espardelló, i a la zona de reserva marina parcial de es Banc. La resta d'estacions de la reserva marina presenten valors molt semblants al dels illots més costaners de la reserva natural. Les diferències de densitat mitjana entre estacions són molt significatives, amb una probabilitat molt baixa de què siguin degudes a l'atzar ($F_{(10, 118)} = 20,6$; $p < 0,001$).

La densitat mitjana de cadascuna de les espècies censades en l'estrat superficial es pot observar a les taules 6, 7 i 8.

Densitat de peixos 3-15 m

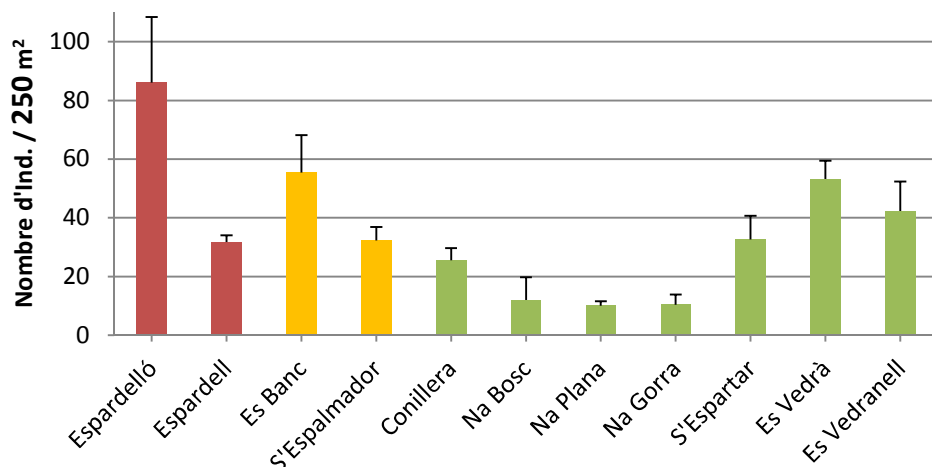


Figura 15. Densitat mitjana del conjunt d'espècies vulnerables a la pesca a les diferents estacions superficials de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus.

Taula 6. Densitat mitjana ($\pm$ EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades als illots de Ponent de la RNVVIP en les seves aigües superficials (5-15 m). N= nombre de transectes de 250 m².

	na Bosc		na Plana		na Gorra		Conillera		s'Espartar	
	N= 3		N= 3		N= 3		N= 8		N= 12	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lichia amia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	1,7	1,7	0,3	0,3	0,6	0,4	0,6	0,5
<i>Sphyraena viridensis</i>	10,3	10,3	5,3	5,3	0,0	0,0	0,4	0,3	0,1	0,1
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,6	0,6	1,5	0,4
<i>Diplodus sargus</i>	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	1,2	6,0	1,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	5,3	4,8	5,7	2,4	2,0	0,6	13,5	2,8	21,3	6,4
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	4,0	1,5	0,7	0,3	4,3	3,8	0,0	0,0	1,0	0,6
<i>Epinephelus caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,7	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,3	0,3	2,0	0,6	1,3	0,7	1,6	0,4	1,0	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7	0,3	0,4	0,2	0,6	0,2
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,3	0,7	0,3	0,2
<i>Scorpaena porcus</i>	0,3	0,3	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1
<i>Scorpaena notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 7. Densitat mitjana ($\pm$ EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades a es Vedrà i es Vedranell en les seves aigües superficials (5-15 m). N= nombre de transsectes.

	es Vedrà		es Vedranell	
	N= 20		N= 8	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lichia amia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	1,4	0,6	2,3	1,6
<i>Sphyræna viridensis</i>	5,6	5,5	0,4	0,4
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,4	0,1	0,1	0,1
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,8	0,3	0,6	0,3
<i>Diplodus sargus</i>	7,9	0,9	12,0	2,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	36,7	5,6	24,8	10,7
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	2,6	0,6	1,6	0,6
<i>Epinephelus caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,7	0,2	0,4	0,3
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	1,0	0,3	2,3	0,4
<i>Labrus viridis</i>	0,3	0,1	0,6	0,2
<i>Sciaena umbra</i>	2,7	1,4	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,2	0,1	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,2	0,1	0,0	0,0
<i>Scorpaena notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 8. Densitat mitjana ($\pm$ EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades a la Reserva Marina del Freus d'Eivissa i Formentera en les seves aigües superficials (5-15 m). N= nombre de transsectes.

	Espardelló		Espardell		es Banc		s'Espalmador	
	N= 18		N=18		N=18		N= 18	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>A. rochei</i>	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. alleteratus</i>	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>L. amia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>S. dumerili</i>	0,4	0,4	1,4	0,7	0,7	0,6	0,0	0,0
<i>S. viridensis</i>	1,7	1,7	0,1	0,1	1,4	1,1	0,1	0,1
<i>D. dentex</i>	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>M. helena</i>	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>G. unicolor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. puntazzo</i>	1,4	0,3	0,5	0,2	0,7	0,3	0,7	0,2
<i>D. sargus</i>	5,3	1,3	2,8	0,6	11,2	2,0	10,8	1,5
<i>D. vulgaris</i>	64,9	20,9	16,0	2,2	32,8	10,8	17,0	3,8
<i>S. aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>S. cantharus</i>	5,2	3,5	1,9	0,6	0,3	0,1	0,4	0,2
<i>E. caninus</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. costae</i>	0,4	0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1
<i>E. marginatus</i>	2,1	0,4	2,2	0,4	2,4	0,4	1,9	0,3
<i>M. rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>L. merula</i>	2,8	0,5	2,1	0,4	1,3	0,3	0,8	0,2
<i>L. viridis</i>	0,5	0,2	1,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,1
<i>S. umbra</i>	2,6	1,1	3,6	0,6	5,6	2,2	0,3	0,1
<i>S. porcus</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>S. scrofa</i>	0,5	0,2	0,9	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0
<i>S. notata</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Les aigües profundes

La densitat de peixos és molt baixa a les estacions de ses Bledes i a sa Conillera, amb menys de 30 ind./250 m², llindar que es veu superat a s'Espartar i a es Vedrà i Vedranell (Fig. 16). Les majors densitats de peixos (> 75 ind/250 m²) s'observen dins la reserva marina, a l'estació de màxima protecció de s'Espardelló, i a les parcialment protegides de punta Prima i es Dau Petit (Fig. 16). L'estació de s'Espardell presenta també una baixa densitat, degut a les seves pobres condicions d'hàbitat (baixa presència de blocs, baixa fondària i baixa rugositat) (veure apartat 3.1). Les diferències de densitat són detectades per l'anàlisi de la variància, amb una probabilitat molt baixa de què siguin degudes a l'atzar ($F_{(10, 39)} = 6,23$; $p < 0,001$ sobre dades transformades $\log_{10}(x+1)$).

La densitat mitjana de cadascuna de les espècies censades en l'estrat profund es pot observar a les taules 9, 10 i 11.

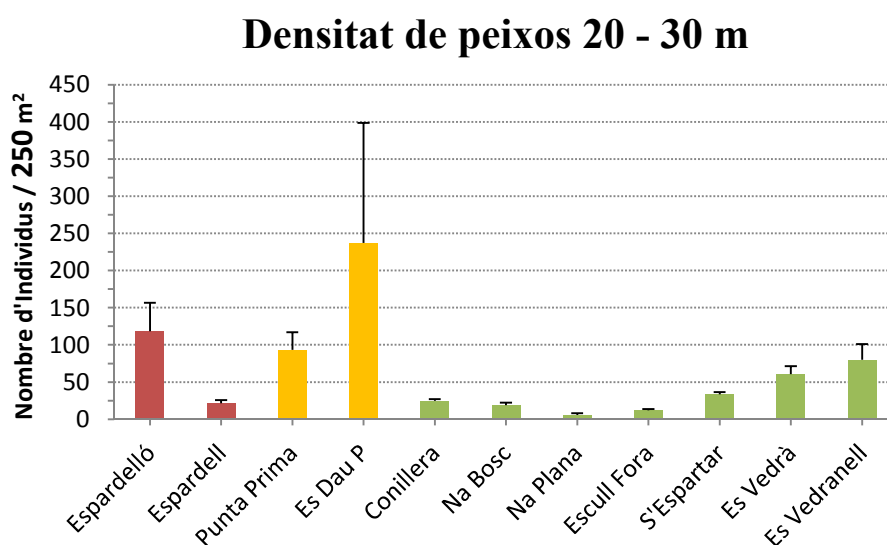


Figura 16. Densitat mitjana del conjunt d'espècies vulnerables a la pesca a les diferents estacions profundes de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

Taula 9. Densitat mitjana ($\pm$ EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades als illots de Ponent de la RNVVIP en les seves aigües profundes (20-25 m). N= nombre de transectes de 250 m².

	na Bosc		na Plana		Escull Tramuntana		Conillera		s'Espartar	
	N= 3		N= 3		N= 4		N= 3		N= 3	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>Sphyaena viridensis</i>	23,3	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,7	0,3	0,3
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	1,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	1,3	0,3
<i>Diplodus sargus</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	1,0	0,7	4,7	1,9	4,7	1,8
<i>Diplodus vulgaris</i>	5,3	2,0	3,3	1,7	2,5	0,6	13,0	2,6	15,0	4,6
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pagrus pagrus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	9,3	1,8	0,0	0,0	7,8	1,0	0,7	0,7	2,0	1,5
<i>Epinephelus caninus</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,7	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Labrus mixtus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,3	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,3	0,3
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	2,7	5,7	3,2
<i>Scorpaena notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>Scorpaena scrofa</i>	1,0	0,6	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,1

Taula 10. Densitat mitjana ($\pm$ EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades a es Vedrà i es Vedranell en les seves aigües profundes (20-25 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	es Vedrà		es Vedranell	
	N= 12		N= 5	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	1,0	0,8	0,0	0,0
<i>Sphyraena viridensis</i>	1,5	0,8	1,4	1,4
<i>Dentex dentex</i>	0,3	0,3	2,4	1,9
<i>Diplodus puntazzo</i>	1,8	0,7	2,2	1,1
<i>Diplodus sargus</i>	8,0	1,1	10,6	2,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	25,8	7,2	29,8	9,6
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pagrus pagrus</i>	0,0	0,0	0,6	0,6
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	18,6	6,3	24,4	11,0
<i>Epinephelus caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,4	0,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,4	0,2	0,2	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,2	0,1	0,0	0,0
<i>Labrus mixtus</i>	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Muraena helena</i>	0,2	0,1	0,4	0,2
<i>Phycis phycis</i>	0,4	0,3	0,4	0,4
<i>Sciaena umbra</i>	4,4	2,1	10,4	6,4
<i>Scorpaena notata</i>	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,5	0,2	0,2	0,2

Taula 11. Densitat mitjana ($\pm$ EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades a la Reserva Marina del Freus d'Eivissa i Formentera en les seves aigües profundes (20-25 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	Espardelló		Espardell		Pta Prima		es Dau Petit	
	N= 5		N= 3		N= 6		N= 3	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>E. alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. dumerili</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	10,0
<i>S. viridensis</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	7,5	7,5	0,0	0,0
<i>D. dentex</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. puntazzo</i>	2,0	1,1	1,7	0,3	2,2	0,9	4,0	2,3
<i>D. sargus</i>	3,0	2,5	2,7	1,5	11,2	1,1	15,0	8,0
<i>D. vulgaris</i>	77,6	31,4	7,0	4,7	64,3	19,1	192,3	155,2
<i>S. aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
<i>P. pagrus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. cantharus</i>	8,6	4,0	0,0	0,0	0,8	0,8	14,0	11,5
<i>E. caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. costae</i>	1,2	0,7	1,0	1,0	0,8	0,4	0,0	0,0
<i>E. marginatus</i>	2,8	1,0	2,3	0,7	1,5	0,4	0,0	0,0
<i>M. rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>L. merula</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,7	0,2	0,7	0,3
<i>L. viridis</i>	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>L. mixtus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>M. helena</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3
<i>P. phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>S. umbra</i>	21,0	6,7	2,3	2,3	12,0	6,2	8,0	3,0
<i>S. notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. scrofa</i>	1,8	0,5	4,0	1,2	0,0	0,0	0,3	0,3

3.4. La biomassa d'espècies demersals

Les aigües superficials

La Reserva Natural de VVIP presenta en general menor biomassa ($6,4 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) respecte la reserva integral ($13,2 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) i parcial ($7,2 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) de la Reserva Marina dels Freus (Fig. 17). La variació dins la reserva natural és elevada i està força correlacionada amb l'abundància de peixos ($R=0,867$; $p<0,01$). Així, trobam biomasses per sobre dels $5 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$ a s'Espartar, es Vedrà i es Vedranell, mentre que a sa Conillera i a ses Bledes els valors són sempre inferiors als $5 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$. Les diferències entre llocs de mostreig han resultat força significatives mitjançant anàlisi de la variància ($F_{(10, 118)}=3,3$; $p<0,01$).

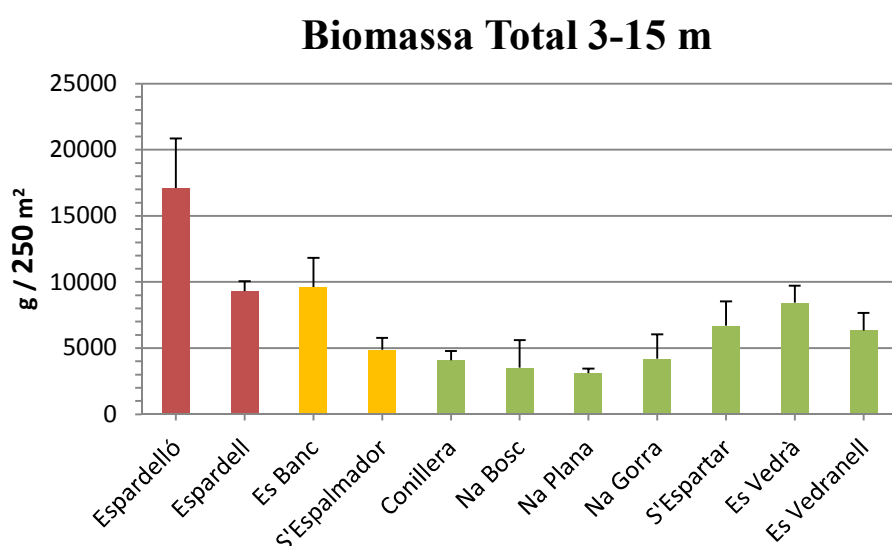


Figura 17. Biomassa mitjana del conjunt d'espècies vulnerables a la pesca a les diferents estacions superficials de la Reserva Natural de VVIP i de la Reserva Marina dels Freus.

Aquestes diferències de biomassa s'accentuen quan analitzam les espècies de major nivell tròfic ($NT>3,5$), que són de creixement més lent i més cobejades pels pescadors. A la reserva natural aquest indicador és quasi 4 vegades ($\times 3,7$) inferior ($1,4 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) respecte la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus ($5,3 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$), i dues vegades inferior respecte l'àrea parcialment protegida de la reserva marina ($2,9 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$). El valor més elevat s'ha observat a l'estació de mostreig de s'Espardell ($5,9 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) i el més baix, 10 vegades inferior, a l'estació de na Bosc ($0,5 \text{ kg}/250 \text{ m}^2$) (Fig. 18). Si bé la rugositat és un factor que pot afectar de forma significativa la presència d'aquestes espècies de major nivell tròfic, l'anàlisi de la variància i de la covariància (efecte de la rugositat) mostren diferències molt significatives entre les diferents estacions d'estudi, sense un efecte de la covariable esmentada (Taula 12a,b). Aquest

fet es deu sens dubte a que les estacions de s'Espardelló i d'es Banc, a la reserva marina, tenen encara una rugositat més baixa respecte la de na Bosc i, això no obstant, presenten una major biomassa de meso i macro-carnívors respecte totes les estacions estudiades dins la reserva natural (Fig. 18).

A les taules 13, 14 i 15 es pot observar la biomassa mitjana per a cada espècie censada en l'estrat superficial.

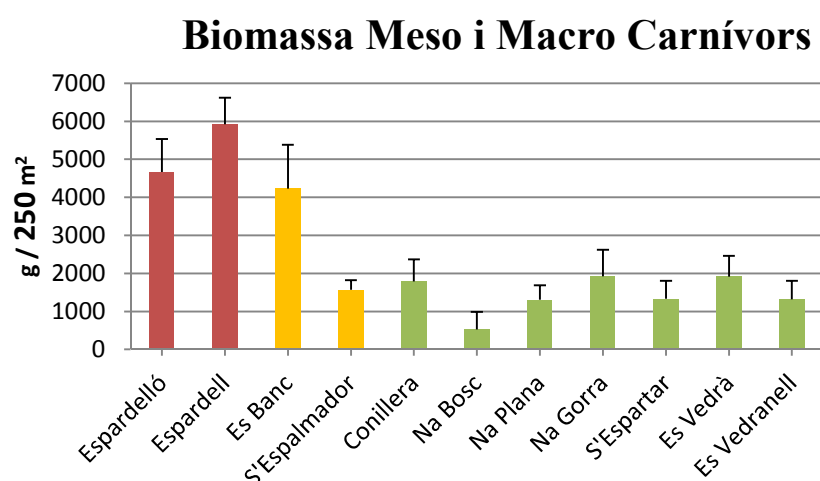


Figura 18. Biomassa mitjana del conjunt d'espècies amb nivell tròfic elevat (>3,5) a les diferents estacions superficials de la Reserva Natural de VVIP i de la Reserva Marina dels Freus.

Taula 12. A) Anàlisi de la variància de la biomassa mitjana de meso i macro-carnívors entre estacions de mostreig en l'estrat superficial. SQ: suma de quadrats; MQ: mitjana quadràtica; GL: graus de llibertat; F: valor del test d'F; p= significància estadística (en vermell si és significativa). B) Anàlisi de la covariància amb la covariable "Rugositat"

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	436569661	1	436569661	51,9	0,0000
Estació	389775358	10	38977536	4,6	0,0000
Error	993149614	118	8416522		
B)					
Intercept	21,4	1	21,4	32,0	0,0000
Rugositat	0,0	1	0,0	0,0	0,9918
Estació	24,1	10	2,4	3,6	0,0003
Error	77,4	116	0,7		

Taula 13. Biomassa mitjana (g±EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades als illots de Ponent de la RNVVIP en les seves aigües superficials (5-15 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	na Bosc		na Plana		sa Gorra		sa Conillera		s'Espartar	
	N= 3		N= 3		N= 3		N= 8		N= 12	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lichia amia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	785,2	785,2	144,9	144,9	290,2	197,8	183,1	143,3
<i>Sphyaena viridensis</i>	4621,3	4621,3	2492,7	2492,7	0,0	0,0	198,0	148,4	60,9	60,9
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	30,9	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	391,5	391,5	339,6	339,6	499,4	499,4	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,1	33,1
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	179,8	179,8	247,1	88,4	295,9	139,6
<i>Diplodus sargus</i>	535,1	535,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1302,9	415,4	2030,5	687,9
<i>Diplodus vulgaris</i>	919,9	804,2	1693,0	726,5	265,0	149,1	747,3	213,7	2813,1	1073,8
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	1545,7	738,2	111,5	71,0	1847,4	1599,2	0,0	0,0	230,8	195,0
<i>Epinephelus caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	28,7	28,7	0,0	0,0	33,0	17,5	416,1	376,7	428,0	333,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	63,3	63,3	664,0	401,5	529,2	321,7	568,1	168,8	379,2	104,9
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	199,6	199,6	169,2	164,4	126,1	63,0	267,3	110,5
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	455,1	455,1	621,1	466,4	138,0	93,5
<i>Scorpaena porcus</i>	37,7	37,7	107,2	82,2	0,0	0,0	0,0	0,0	42,4	42,4
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	234,8	234,8	53,5	40,3	44,1	20,3
<i>Scorpaena notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 14. Biomassa mitjana (g±EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades al Vedrà i al Vedranell en les seves aigües superficials (5-15 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	es Vedrà		es Vedranell	
	N= 20		N= 8	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Auxis rochei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lichia amia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	761,9	429,8	810,5	581,2
<i>Sphyaena viridensis</i>	3618,5	3612,2	118,2	118,2
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	146,0	47,1	49,7	49,7
<i>Gymnothorax unicolor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	203,1	70,1	146,5	61,8
<i>Diplodus sargus</i>	1812,9	263,2	2149,8	556,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	4049,5	814,8	2545,0	1473,8
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	465,4	169,9	187,9	67,5
<i>Epinephelus caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	263,5	62,5	266,3	221,6
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	279,0	91,0	776,6	244,8
<i>Labrus viridis</i>	107,5	52,4	221,6	75,2
<i>Sciaena umbra</i>	999,3	510,9	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	19,8	18,1	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	96,7	84,3	0,0	0,0
<i>Scorpaena notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 15. Biomassa mitjana (g±EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades a la Reserva Marina del Freus d'Eivissa i Formentera en les seves aigües superficials (5-15 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	Espardelló		Espardell		es Banc		s'Espalmador	
	N= 18		N= 18		N= 18		N= 18	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>A. rochei</i>	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. alleteratus</i>	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>L. amia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>S. dumerili</i>	0,4	0,4	1,4	0,7	0,7	0,6	0,0	0,0
<i>S. viridensis</i>	1,7	1,7	0,1	0,1	1,4	1,1	0,1	0,1
<i>D. dentex</i>	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>M. helena</i>	275,9	129,4	176,4	101,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>G. unicolor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. puntazzo</i>	430,0	127,9	127,5	41,8	104,4	37,5	54,8	20,4
<i>D. sargus</i>	1473,5	453,3	873,2	218,2	1847,0	298,2	1900,5	441,9
<i>D. vulgaris</i>	8479,7	3411,0	1987,6	260,2	3353,0	1407,8	1277,9	411,9
<i>S. aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	14,3
<i>S. cantharus</i>	2057,2	1456,9	387,6	169,7	83,2	38,4	73,7	44,0
<i>E. caninus</i>	0,0	0,0	23,5	23,5	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. costae</i>	121,8	81,3	12,1	8,9	76,7	36,7	81,8	81,8
<i>E. marginatus</i>	660,3	223,3	998,8	232,6	1077,4	281,7	1035,4	224,1
<i>M. rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	72,6	72,6	34,9	34,9
<i>L. merula</i>	1611,8	422,1	833,7	198,8	542,8	268,3	222,4	79,0
<i>L. viridis</i>	232,0	141,0	816,8	293,1	76,0	36,7	51,7	29,2
<i>S. umbra</i>	1501,4	797,3	2268,5	448,5	2294,3	900,3	125,8	78,7
<i>S. porcus</i>	0,0	0,0	1,8	1,8	8,6	8,6	0,0	0,0
<i>S. scrofa</i>	263,5	105,1	788,3	351,6	76,9	57,9	0,0	0,0
<i>S. notata</i>	0,0	0,0	1,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0

Les quatre espècies amb nivell tròfic (NT) més baix: la morruda (NT: 3,2), la càntara (NT: 3,3), el sard (NT: 3,4) i la variada (NT: 3,5) dominen la biomassa dins la reserva natural (Fig. 19). Als illots de Ponent situats més a prop de costa, sa Conillera presenta una biomassa dominada en un 56% per aquestes espècies, que pugen fins un 80% a s'Espartar. A ses Bledes, els valors són semblants, i situats entre el 54% i el 85%, mentre que a es Vedrà i a es Vedranell la proporció d'aquests espàrids és molt elevada: 77% i 79% respectivament. A la reserva integral dels Freus, s'Espardelló està dominat també pels espàrids esmentats (73%) degut a la baixa rugositat ambiental d'aquest lloc, mentre que a l'estació de s'Espardell, amb major rugositat, els espàrids tenen una representació pobre (32%) i els meso i macrocarnívors dominen la mostra. Entre aquests, destaquen l'escorball o corva, la roja, l'anfós i els grans làbrids (*L. merula* i *L. viridis*) (Fig. 19).

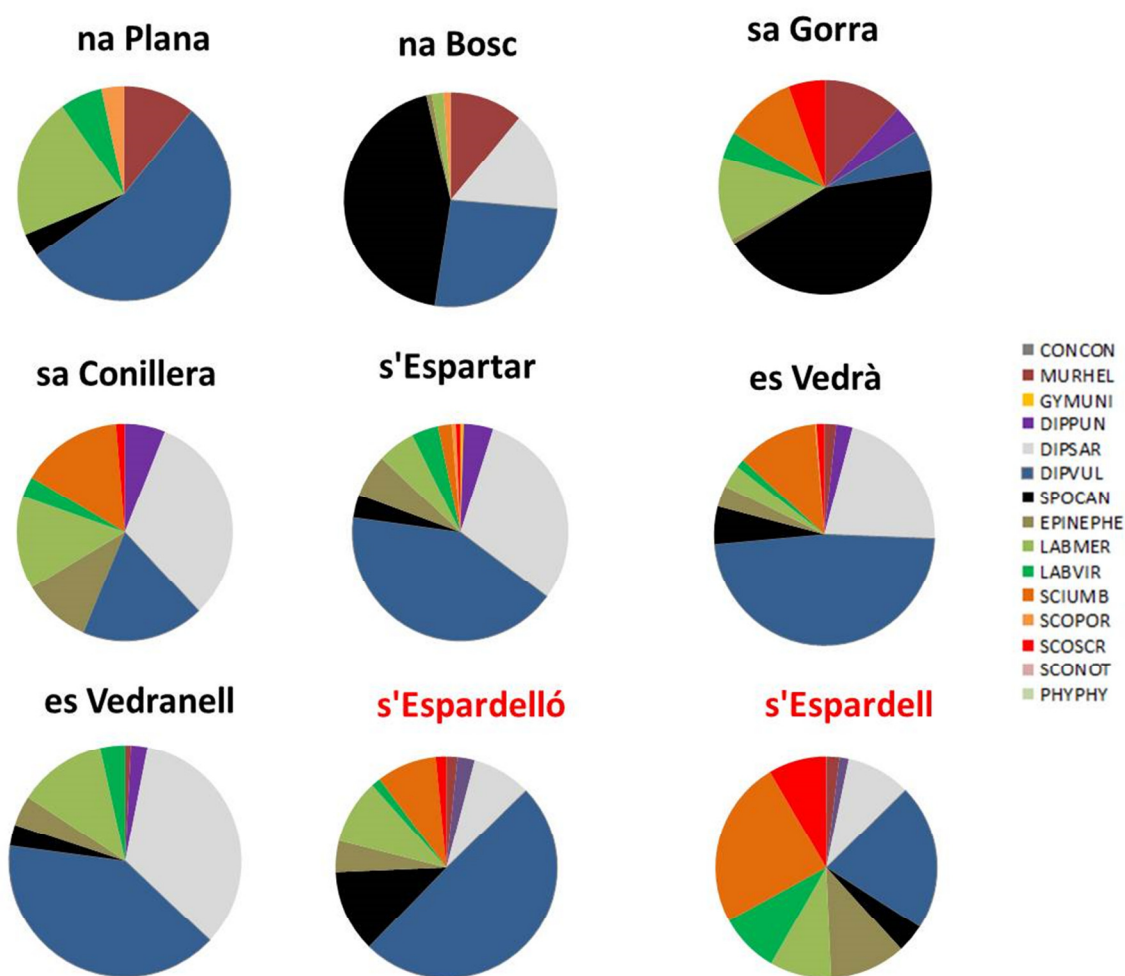


Figura 19. Composició (%) de la biomassa acumulada a les diferents estacions superficials de la Reserva Natural de VVIP i de la zona integral de la Reserva Marina dels Freus.

Les aigües profundes

La biomassa observada dins la Reserva Marina dels Freus, tant a la reserva integral (34,7 kg/250 m²) com a la reserva parcial (33,2 kg/250 m²) és superior respecte la de la Reserva Natural (10,1 kg/250 m²). Dins la reserva natural, es Vedranell és l'única estació que presenta una biomassa comparable (17,1 kg/250 m²) a la de la reserva marina (Fig. 20). Les sis estacions restants de la reserva natural presenten biomasses mitjanes inferiors. Les estacions amb major biomassa estan situades dins la reserva marina i són les de s'Espardelló (46,9 kg/250 m²), punta Prima (29,2 kg/250 m²) i es Dau Petit (41,2 kg/250 m²). Les majors diferències observades ens mostren un factor de x17 vegades major biomassa dins la reserva integral de s'Espardelló (46,9 kg/250 m²) respecte na Plana (2,8 kg/250 m²), a ses Bledes. Aquestes diferències són molt consistents en comparar mitjançant anàlisi de la variància l'efecte "estació" així com extraient de la comparació l'efecte significatiu d'una covariable important com n'és la rugositat (Taula 16 a, b).

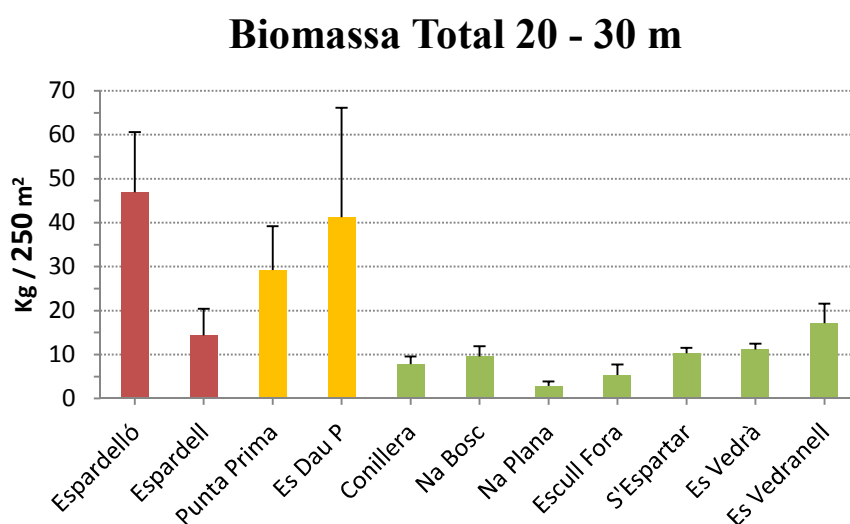


Figura 20. Biomassa mitjana del conjunt d'espècies vulnerables a la pesca a les diferents estacions profundes de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

Taula 16. A) Anàlisi de la variància de la biomassa mitjana ($\log_{10}(x+1)$) entre estacions de mostreig en l'estrat profund (20-30 m). SQ: suma de quadrats; MQ: mitjana quadràtica; GL: graus de llibertat; F: valor del test d'F; p= significància estadística. B) Anàlisi de la covariància amb la covariable "Rugositat"

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	49,7	1	49,7	651,7	0,0000
Estació	3,7	10	0,4	4,9	0,0001
Error	2,9	39	0,1		
B)					
Intercept	0,72	1	0,73	10,6	0,0023
Rugositat	0,38	1	0,38	5,6	0,0232
Estació	4,07	10	0,41	5,9	0,0000
Error	2,59	38	0,07		

Pel que respecta a la biomassa d'espècies de major nivell tròfic (meso i macrocarnívors), els valors dins la reserva natural són molt baixos, especialment a ses Bledes i a es Vedrà, on la mitjana és inferior a 4 kg/250 m² (Fig. 21). Sa Conillera, s'Espartar i es Vedranell presenten mitjanes quelcom majors, entre 5 i 7 kg/250 m². La reserva integral dels Freus té la major biomassa a s'Espardelló, amb 29,4 kg/250 m² i 11,8 kg a s'Espardell. Els valors són també elevats a la zona de reserva marina parcial de punta Prima, amb 17,2 kg/250 m², però baixos a es Dau petit, amb tan sols 4,6 kg/250 m². Les diferències entre estacions d'estudi són molt significatives (p<0,01) tant si la comparació es corregeix amb la covariable "rugositat" com si no (Taula 17 a, b).

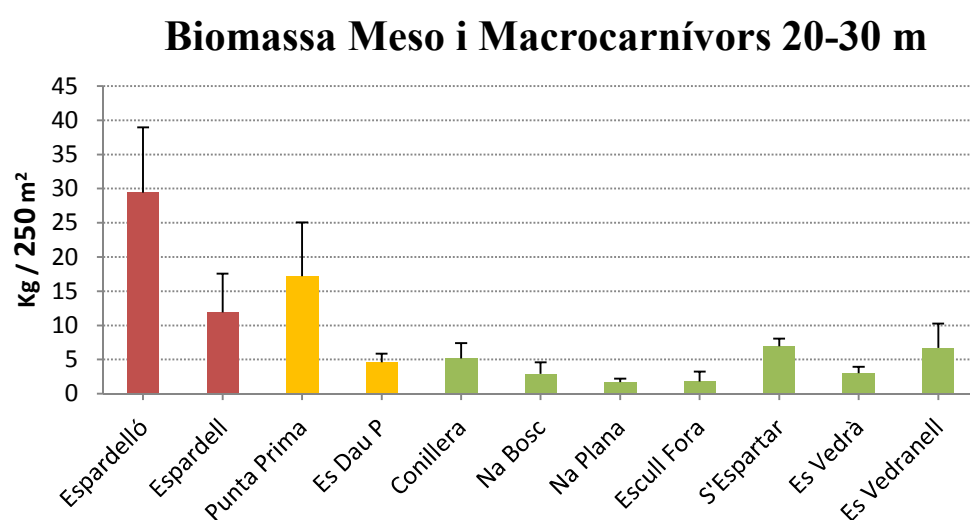


Figura 21. Biomassa mitjana del conjunt d'espècies amb nivell tròfic elevat (>3,5) a les diferents estacions profundes de la Reserva Natural de VVIP i de la Reserva Marina dels Freus.

Taula 17. A) Anàlisi de la variància de la biomassa mitjana de meso i macro-carnívors ($\log_{10}(x+1)$) entre estacions de mostreig en l'estrat profund (20-30 m). SQ: suma de quadrats; MQ: mitjana quadràtica; GL: graus de llibertat; F: valor del test d'F; p= significància estadística (en vermell si és significativa). B) Anàlisi de la covariància amb la covariable "Rugositat"

A)	SQ	GL	MQ	F	p
Intercept	22,6	1	22,6	158,4	0,0000
Estació	5,4	10	0,5	3,8	0,0013
Error	5,6	39	0,1		
B)					
Intercept	0,0	1	0,0	0,2	0,6440
Rugositat	1,4	1	1,4	12,2	0,0001
Estació	6,5	10	0,6	5,9	0,0000
Error	4,2	38	0,1		

La biomassa mitjana de totes les espècies censades en l'estrat profund es pot observar a les taules 18, 19 i 20.

El que s'ha comentat en el paràgraf anterior es veu també reflectit quan es representa la composició específica (%) de la biomassa total acumulada a cada lloc d'estudi. En la reserva natural dominen els espàrids de baix nivell tròfic: variada, sard i càntara en la majoria de llocs, amb l'excepció de sa Conillera i s'Espartar, que percentualment mostren una major proporció d'altres espècies amb major nivell tròfic (Fig. 22). Prenent com a referència la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus, s'observa que tant a s'Espardelló com a s'Espardell, espècies com l'anfós, s'escorball o la roja són proporcionalment més importants que els espàrids (Fig. 22).

Taula 18. Biomassa mitjana (Kg $\pm$ EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades als illots de Ponent de la RNVVIP en les seves aigües profundes (20-25 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	na Bosc		na Plana		Escull Tramuntana		sa Conillera		s'Espartar	
	N= 3		N= 3		N= 4		N= 3		N= 3	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sphyræna viridensis</i>	12,9	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,9	0,4	0,4
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,1
<i>Diplodus sargus</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,5	0,3	1,4	0,7	1,4	0,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,9	0,6	1,1	0,6	0,7	0,2	0,9	0,3	1,2	0,5
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	3,9	1,2	0,0	0,0	2,3	0,7	0,0	0,0	0,2	0,1
<i>Pagrus pagrus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
<i>Epinephelus caninus</i>	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	2,0	1,3	0,0	0,0	1,5	1,5	1,9	1,0	0,5	0,5
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
<i>Labrus mixtus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,1	0,1	0,9	0,3	0,0	0,0	1,0	1,0	0,2	0,2
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	3,7	2,6
<i>Scorpaena notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,3	0,2	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,7

Taula 19. Biomassa mitjana (Kg±EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades a es Vedrà i es Vedranell en les seves aigües profundes (20-30 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	es Vedrà		es Vedranell	
	N= 12		N= 5	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>Euthynnus alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sphyraena viridensis</i>	1,0	0,6	0,8	0,8
<i>Seriola dumerili</i>	0,6	0,5	0,0	0,0
<i>Dentex dentex</i>	0,8	0,8	4,0	3,5
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,5	0,2	0,6	0,3
<i>Diplodus sargus</i>	2,6	0,4	3,4	0,9
<i>Diplodus vulgaris</i>	2,4	0,6	2,7	1,2
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spondylusoma cantharus</i>	2,7	0,9	3,8	1,7
<i>Pagrus pagrus</i>	0,0	0,0	0,4	0,4
<i>Epinephelus caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,8	0,8
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Labrus mixtus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus viridis</i>	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,3	0,2	0,2	0,1
<i>Phycis phycis</i>	0,1	0,1	0,4	0,4
<i>Sciaena umbra</i>	2,0	0,9	4,5	2,8
<i>Scorpaena notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,3	0,1	0,1	0,1

Taula 20. Biomassa mitjana (Kg ±EE, error estàndard) d'espècies vulnerables a la pesca censades a la Reserva Marina del Freus d'Eivissa i Formentera en les seves aigües profundes (20-30 m). N= nombre de transsectes de 250 m².

	Espardelló		Espardell		Pta Prima		es Dau petit	
	N= 5		N= 3		N= 6		N= 3	
	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE	Mitjana	EE
<i>E. alleteratus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. viridensis</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
<i>S. dumerili</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	11,1
<i>D. dentex</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>D. puntazzo</i>	0,6	0,3	0,7	0,2	0,6	0,2	1,1	0,6
<i>D. sargus</i>	1,3	1,1	1,3	0,7	2,9	0,7	4,4	2,1
<i>D. vulgaris</i>	12,9	5,2	0,5	0,3	8,3	3,1	27,9	22,7
<i>S. aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>S. cantharus</i>	2,8	1,2	0,0	0,0	0,2	0,2	3,1	2,4
<i>P. pagrus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. caninus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>E. costae</i>	1,4	0,9	1,4	1,4	0,7	0,3	0,0	0,0
<i>E. marginatus</i>	6,2	2,8	2,2	0,5	4,4	1,5	0,0	0,0
<i>M. rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>L. merula</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1	0,4	0,2
<i>L. mixtus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>L. viridis</i>	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>M. helena</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9
<i>P. phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>S. umbra</i>	19,5	7,3	3,8	3,8	11,9	7,7	2,7	1,2
<i>S. notata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>S. scrofa</i>	2,0	0,6	4,0	1,0	0,0	0,0	0,1	0,1

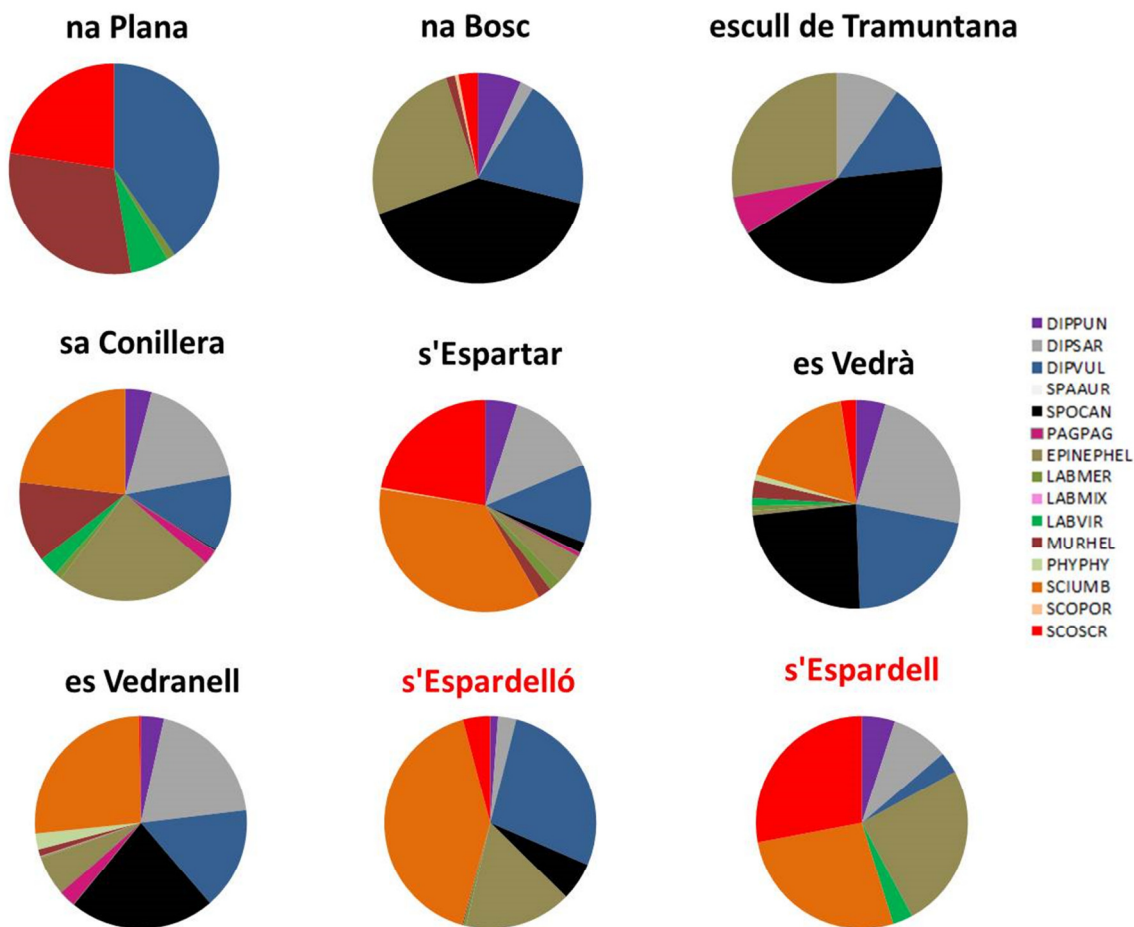
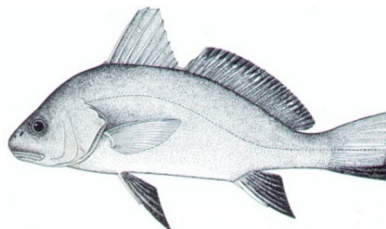


Figura 22. Composició (%) de la biomassa acumulada a les diferents estacions profundes de la Reserva Natural de VVIP i de la zona integral de la Reserva Marina dels Freus.

3.5. L'anàlisi d'espècies concretes

L'escorball o corva *Sciaena umbra*



La densitat d'escorball ha estat molt baixa en les aigües superficials (3-15 m) de la reserva natural. Tan sols l'estació d'es Vedrà ha presentat valors al voltant dels 2 individus/250 m², els més elevats dins la reserva natural, i que en general són inferiors als observats a la reserva

marina (Fig. 23). La distribució contagiosa d'aquesta espècie i l'elevada variància associada als valors mitjans, fa que la comparació entre estacions no hagi estat estrictament significativa ($F_{(10, 118)} = 1,82$; $p = 0,064$). Aquest patró de variació és molt semblant al de la biomassa, tot i que les diferències s'accentuen amb aquest indicador, observant-se diferències significatives entre estacions mitjançant anàlisi de la variància ($F_{(10, 118)} = 6,039$; $p = 0,000$), i valors superiors dins la majoria d'estacions de la Reserva Marina dels Freus (Fig. 23).

A més fondària s'han trobat diferències significatives entre estacions, tant per a la densitat ($F_{(10, 39)} = 2,57$; $p = 0,017$), com per a la biomassa ($F_{(10, 39)} = 2,67$; $p = 0,013$), observant-se la major densitat i biomassa dins la reserva marina, concretament a les estacions de s'Espardelló i a punta Prima. Dins la reserva natural destaca la densitat zero de ses Bledes i la major densitat a es Vedranell (Fig. 23).

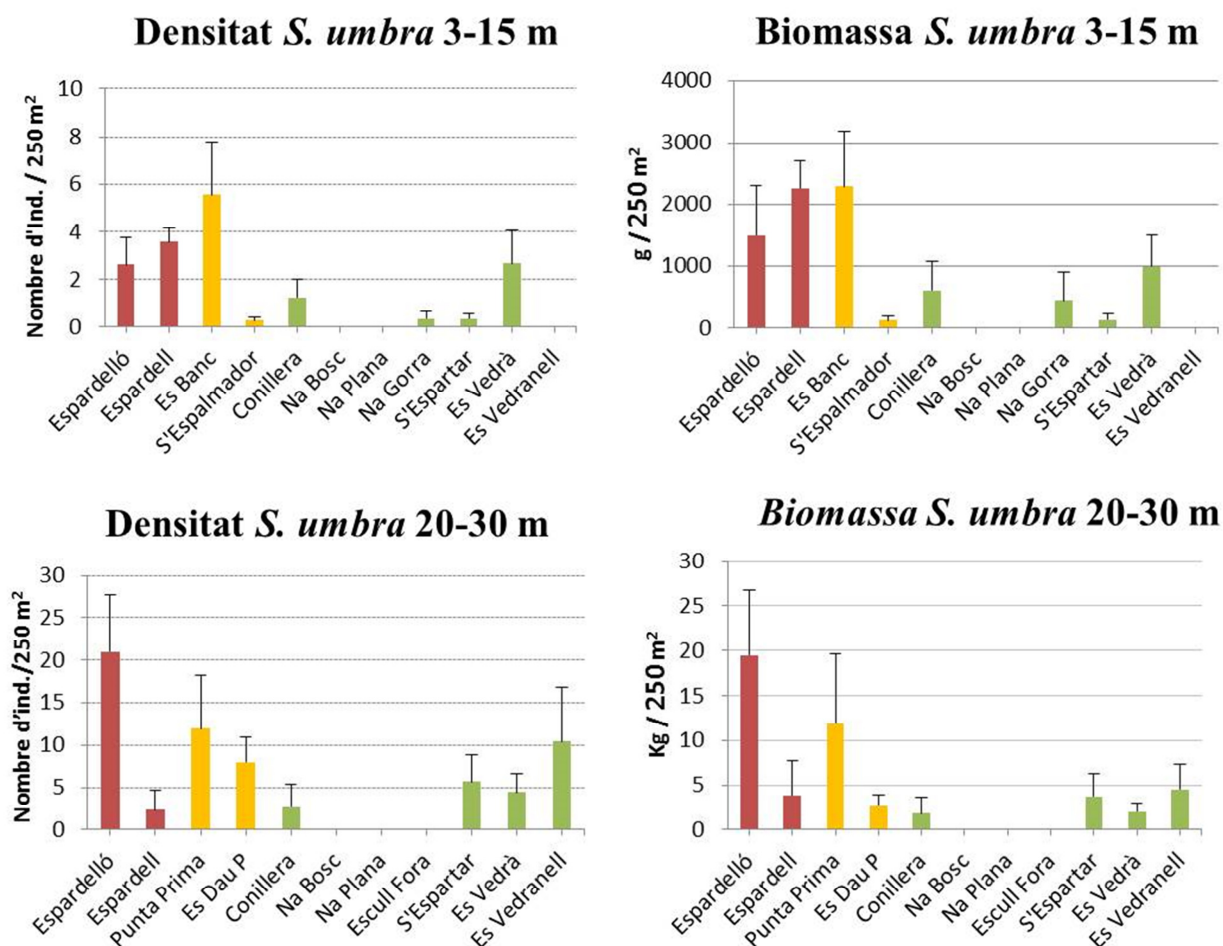


Figura 23. Densitat i biomassa mitjanes d'escorball a les diferents estacions superficials i profundes de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

L'anàlisi de talles sobre els 198 peixos d'aquesta espècie enregistrats dins la reserva natural, ens mostra una distribució on la freqüència d'individus grossos (>40 cm) és baixa. La talla mitjana (32,0 cm) se situa per davall de la talla legal de captura dins la reserva natural (35 cm), i els peixos amb mida superior a la legal representen tan sols el 30% de la població conjunta de les aigües superficials i profundes (Fig. 24).

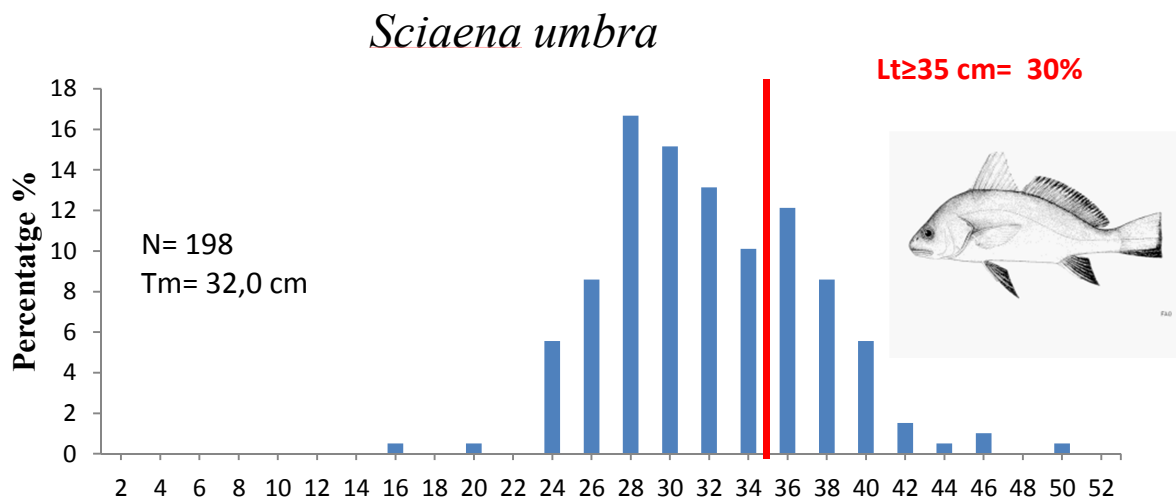
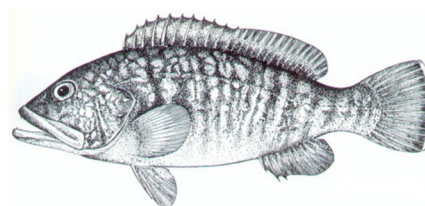


Figura 24. Distribució de freqüències de talla en % per a tots els escorballs *Sciaena umbra* censats a la Reserva Natural de VVIP. N= nombre de peixos. Tm= talla mitjana.

L'anfós *Epinephelus marginatus*



La densitat d'anfós dins la Reserva Natural de VVIP no arriba a 1 individu/250 m² en cap de les estacions superficials i profundes (Fig. 25). Per contra, dins la reserva marina, la densitat se situa al voltant de 2 ind./250 m² en les aigües superficials i entre 1,5 i 3 ind./250 m² en les profundes. Aquestes diferències entre estacions són força significatives, tant a poca fondària ($F_{(10, 118)} = 7,36$; $p = 0,000$) com a més de 20 metres ($F_{(10, 39)} = 2,55$; $p = 0,017$). En aigües superficials, la biomassa mitjana no arriba als 500 g/250 m² dins la reserva natural, mentre que se situa entre 600 i 1.000 g/250 m² dins la reserva marina; unes diferències que no són atribuïbles a l'atzar segons l'anàlisi de la variància ($F_{(10, 118)} = 7,71$; $p = 0,000$). A més fondària,

les majors biomasses s'han trobat a dues estacions de la reserva marina, s'Espardelló i punta Prima, amb 6 i 4 kg/250 m² respectivament, mentre que a la resta d'estacions, amb l'excepció de s'Espardell, no s'arriba als 2 kg/250 m² ($F_{(10, 39)} = 2,67$; $p = 0,013$) (Fig. 25).

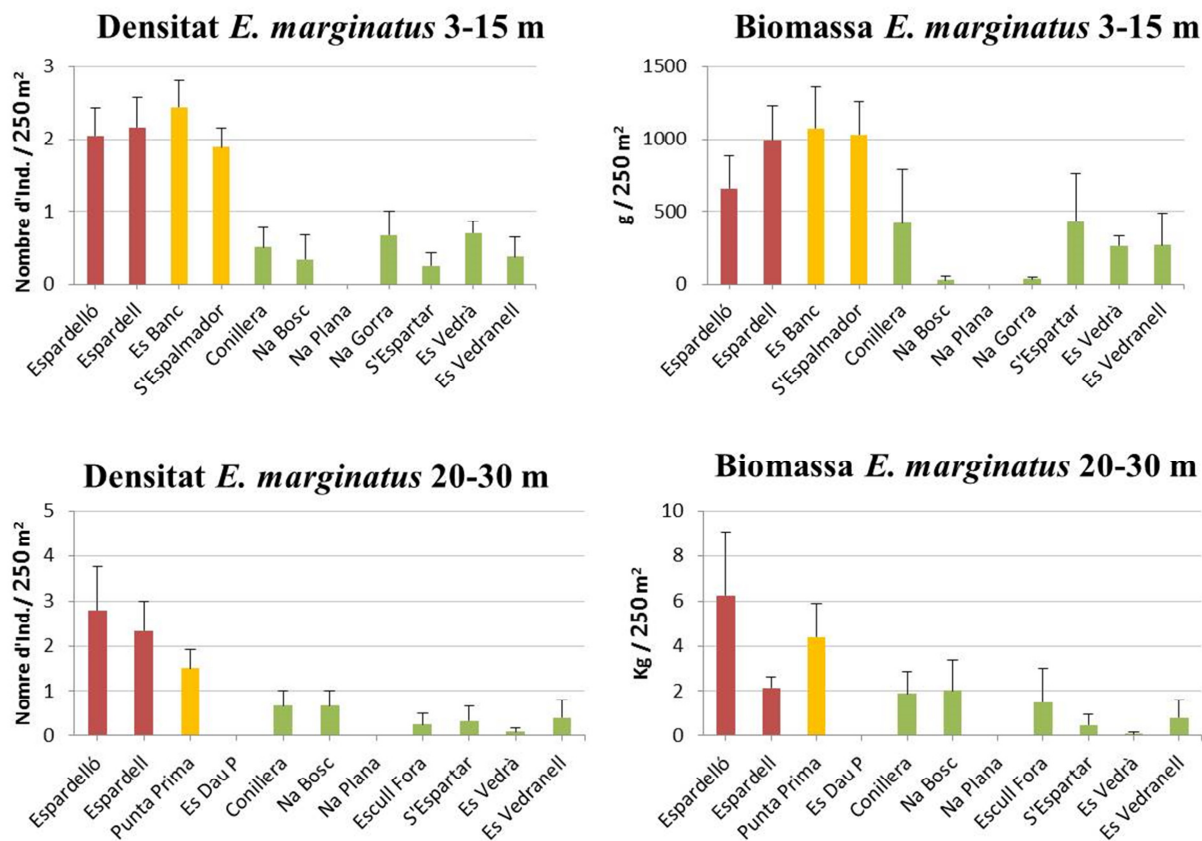


Figura 25. Densitat i biomassa mitjanes d'anfós a les diferents estacions superficials i profundes de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

Pel que fa a les talles, els 36 anfossos censats dins la reserva natural, presenten una talla mitjana (35,5 cm) inferior a la legal de captura (53 cm), i una moda constituïda per peixos d'entre 11 i 40 cm. La proporció d'individus amb mida superior a la legal es tan sols del 14% de la població (Fig. 26).

Epinephelus marginatus

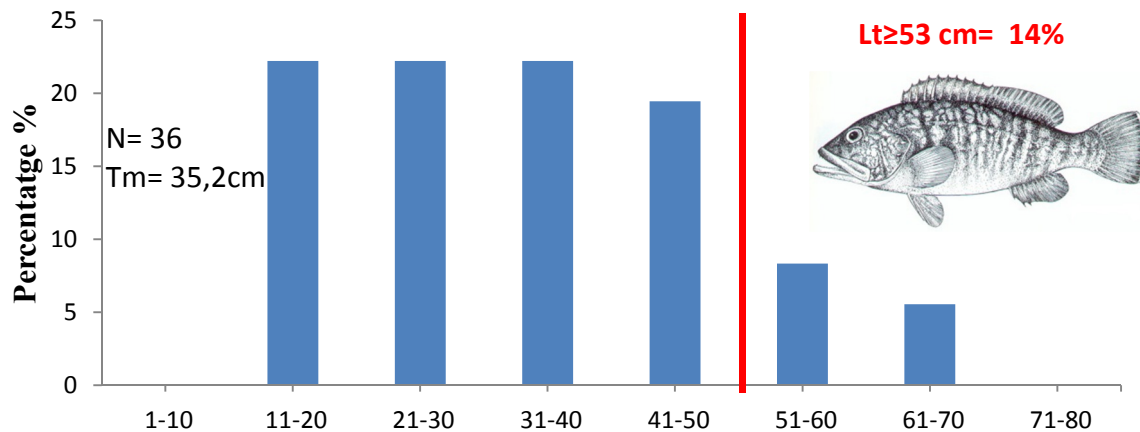
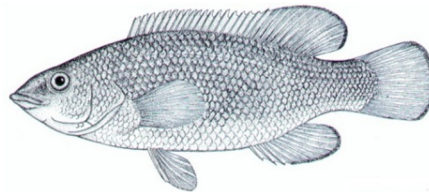


Figura 26. Distribució de freqüències de talla en % per a tots els anfossos *Epinephelus marginatus* censats a la Reserva Natural de VVIP. N= nombre de peixos. Tm= talla mitjana.

El tord massot *Labrus merula*



El tord massot té una bona presència a l'estrat superficial de la Reserva Natural de VVIP, amb densitats d'entre 1 i 2 ind./250 m² a la majoria d'estacions amb l'excepció de na Bosc, on fou més baixa (Fig. 27). La major densitat s'observà dins l'estació de s'Espardelló, a la Reserva Marina dels Freus, amb quasi 3 ind./250 m². Les diferències entre estacions són significatives ($F_{(10, 118)} = 2,88$; $p = 0,003$), i si bé la densitat de la reserva marina integral és elevada ($2,42 \pm 0,31$), els valors d'aquest paràmetre són semblants entre la reserva marina parcial ($1,05 \pm 0,17$) i la reserva natural ($1,3 \pm 0,14$). Aquest patró és molt semblant en el cas de la biomassa, amb el valor més elevat observat a s'Espardelló (1611 g/250 m²) mentre que la resta d'estacions, tant de la reserva marina com de la reserva natural, estan al voltant dels 500 g/250 m², unes diferències que no han resultat significatives ($F_{(10, 118)} = 1,82$; $p = 0,294$) (Fig. 27).

A major fondària s'han hagut d'integrar les dades d'ambdues espècies de *Labrus* degut a la baixa densitat de cadascuna. La major densitat de grans làbrids en fondària s'ha trobat dins la reserva parcial de la Reserva Marina dels Freus, a l'estació d'es Dau Petit ($1,0 \pm 0,6$ ind./250 m²), si bé no hi ha diferències significatives entre el conjunt d'estacions ($F_{(10, 39)} = 0,898$; $p = 0,544$). Els valors generals de biomassa entre 20 i 35 m són nominalment superiors dins la reserva

integral ($0,29 \pm 0,19$ kg/250 m²) i parcial ($0,29 \pm 0,09$ kg/250 m²) respecte la reserva natural ($0,15 \pm 0,05$ kg/250 m²) però sense una homogeneïtat en l'espai d'estudi, que ha provocat gran dispersió sobre la mitjana i que no hi hagi diferències significatives ($F_{(10, 39)} = 0,710$; $p = 0,709$) (Fig. 27).

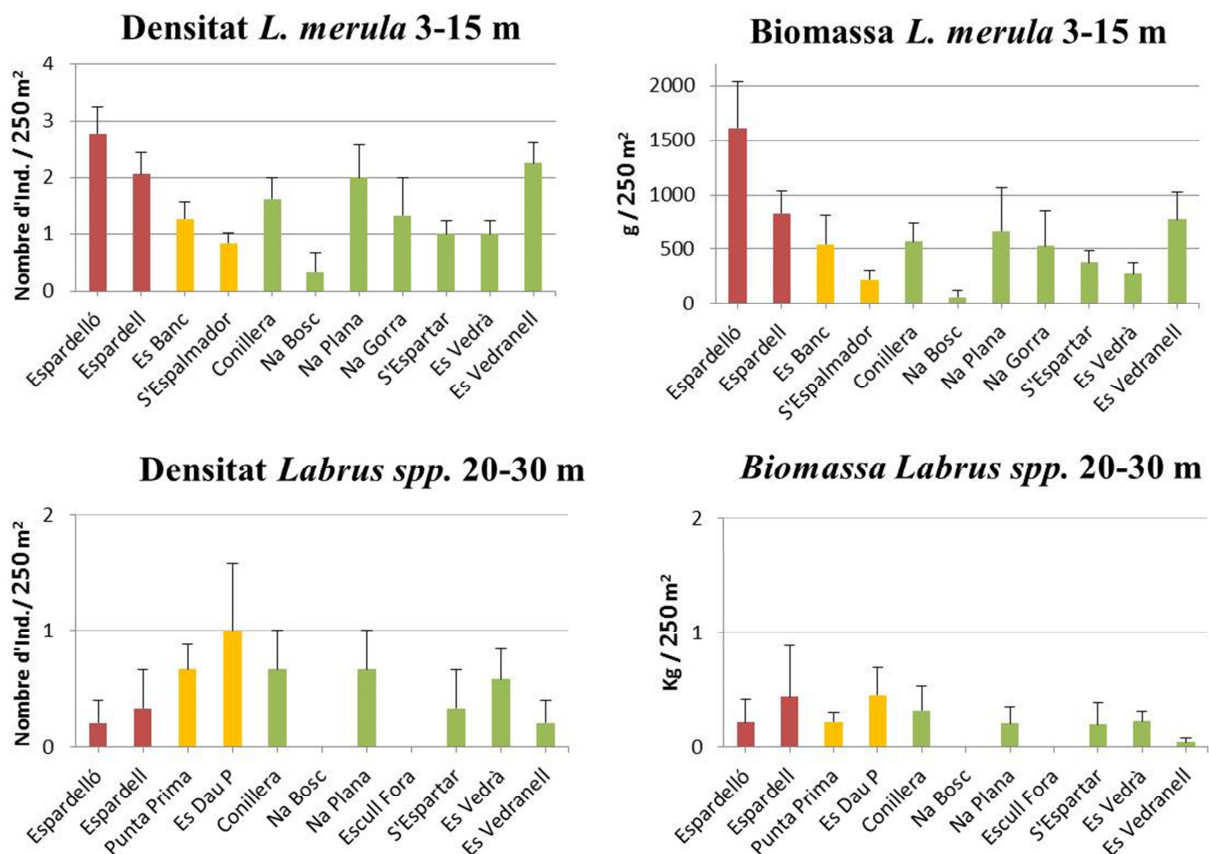


Figura 27. Densitat i biomassa mitjanes de tord massot *Labrus merula* a les diferents estacions superficials de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa). En les estacions profundes les dades estan integrades per a tord massot i grívia *Labrus viridis*.

La distribució de talles de *L. merula* dins la reserva natural s'ha construït sobre N= 83 individus d'ambdós estrats batimètrics. La talla mitjana (26,5 cm) i modal (26 cm) han resultat inferiors a la talla legal de captura (32 cm) dins l'espai protegit. La freqüència d'individus amb mida superior a 32 cm és del 24% (Fig. 28).

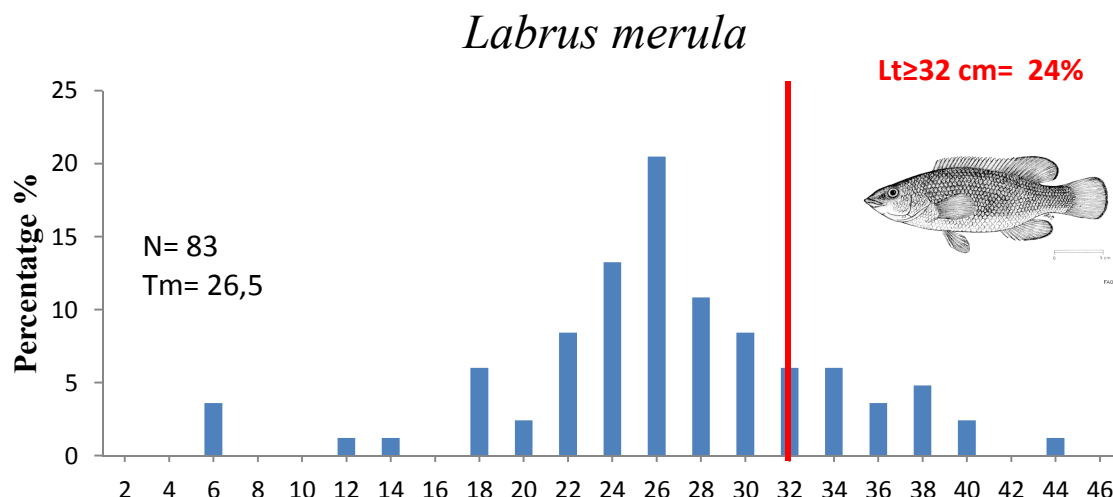


Figura 28. Distribució de freqüències de talla en % per a tots els tords massots *Labrus merula* censats a la Reserva Natural de VVIP. N= nombre de peixos. Tm= talla mitjana.

La grívia *Labrus viridis*



No s'observa una relació entre la densitat de grívies i l'estatus de protecció (Fig. 34). Si bé l'anàlisi de la variància expressa diferències entre estacions ($F_{(10, 118)} = 2,14$; $p = 0,026$), es tracta de variacions puntuals com la major densitat observada a s'Espardell ($1,33 \pm 0,32$ ind./250 m²), que no es dona a la resta d'estacions de la reserva marina o de la reserva natural, on la mitjana no arriba a 1 ind./250 m². La biomassa segueix un patró semblant, amb un efecte molt local de l'estació de s'Espardell que no es dona de forma general a la reserva marina o a la reserva natural (Fig. 29). Les diferències entre estacions no han resultat significatives en tractar l'indicador biomassa ($F_{(10, 118)} = 1,57$; $p = 0,121$).

El nombre total d'individus observat a la reserva natural és baix (N= 28), i presenta una talla mitjana (30,6 cm) i modal (32 cm) inferiors a la talla mínima legal de captura (35 cm) (Fig. 30). Tan sols el 25% dels individus es troba per damunt de la talla legal estipulada a la normativa de pesca submarina de la reserva natural.

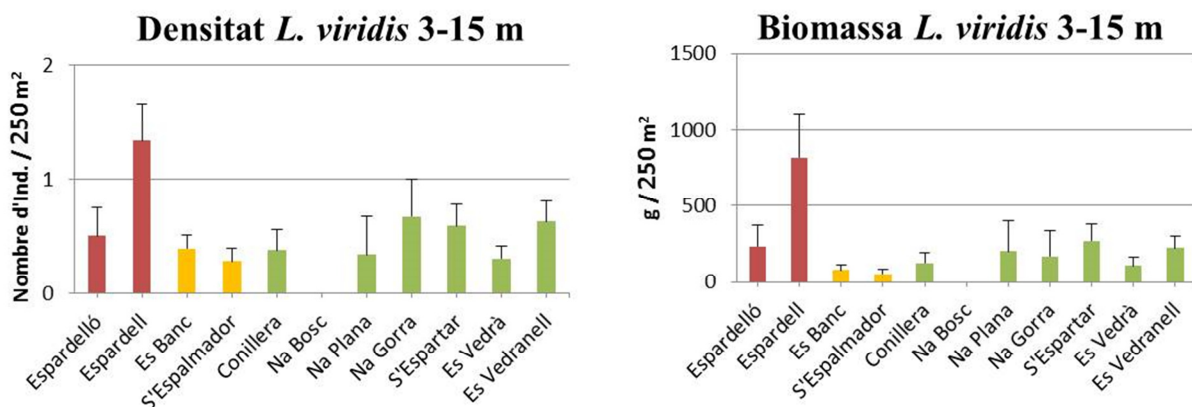


Figura 29. Densitat i biomassa mitjanes de grúvia *Labrus viridis* a les diferents estacions superficials de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

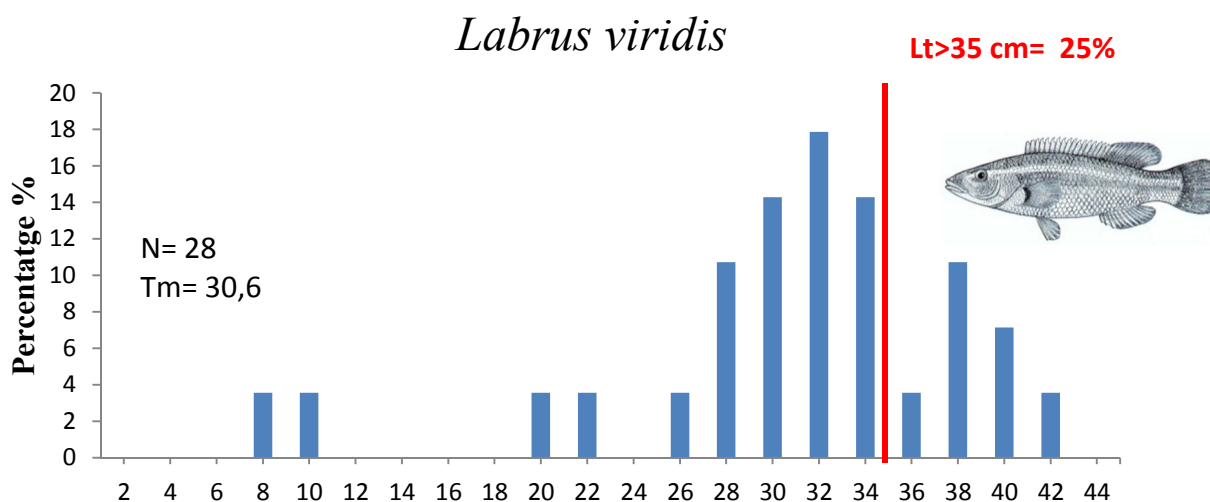
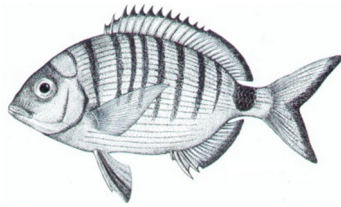


Figura 30. Distribució de freqüències de talla en % per a totes les grúvies *Labrus viridis* censades a la Reserva Natural de VVIP. N= nombre de peixos. Tm= talla mitjana.



El sard *Diplodus sargus*

El sard presenta uns valors elevats de densitat i biomassa als illots de la reserva natural que són més costaners i què, a les hores, estan més propers a les fonts de reclutament de juvenils. En les estacions superficials de sa Conillera, s'Espartar, es Vedrà i es Vedranell, la biomassa és del mateix ordre, i fins i tot en alguns casos superior, a l'observada a la Reserva Marina dels Freus (Fig. 31). Tot i això, en tenir en compte també ses Bledes, les diferències de densitat entre estacions es fan manifestes degut a la baixa densitat observada en aquests illots ($F_{(10, 118)} = 8,66$; $p < 0,001$) (Fig. 31). En el cas de la biomassa, les diferències generals no són tan accentuades ($F_{(10, 118)} = 1,56$; $p = 0,128$) (Fig. 31).

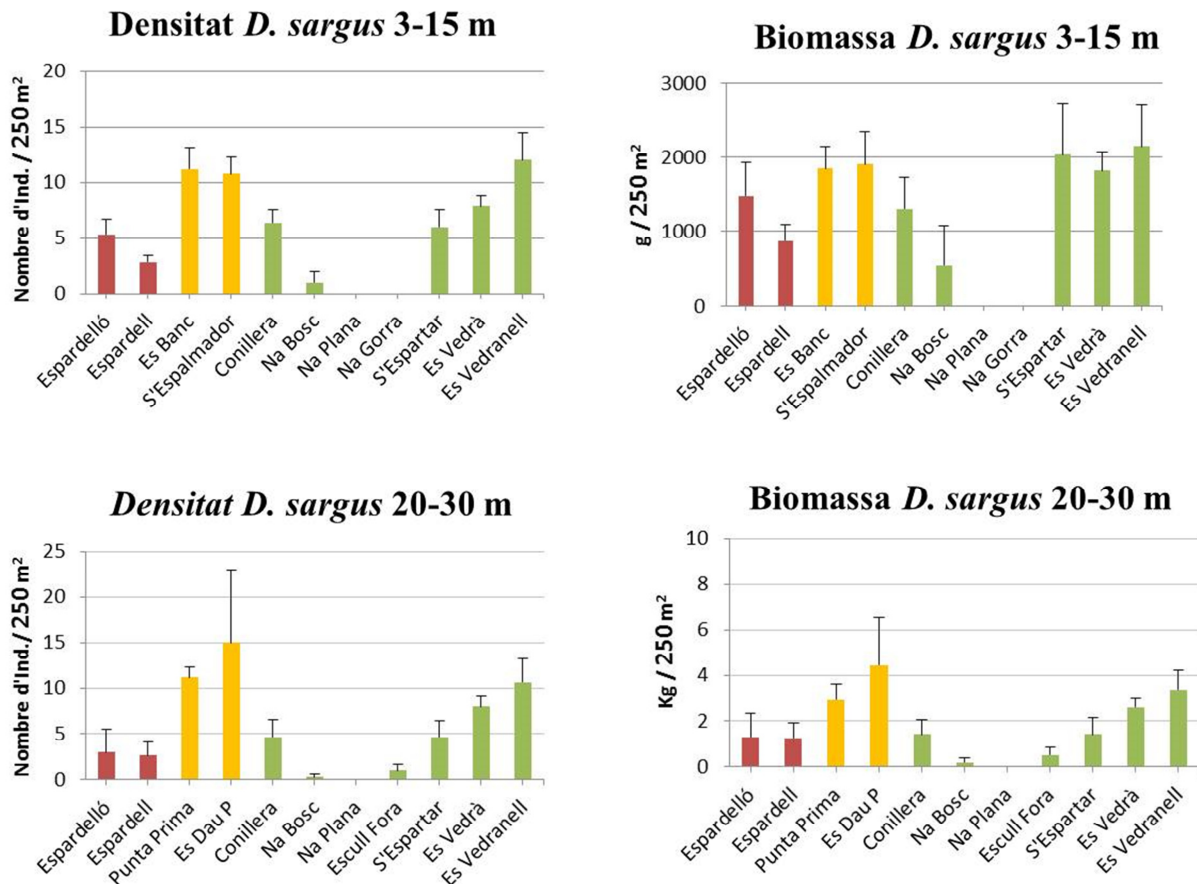


Figura 31. Densitat i biomassa mitjanes de sards *Diplodus sargus* a les diferents estacions superficials i profundes de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

A més fondària el patró és molt semblant, amb major densitat de sards a les estacions més costaneres, tant de la reserva natural (sa Conillera, s'Espartar, es Vedrà i es Vedranell) com de la reserva marina (punta Prima i es Dau Petit) (Fig. 31). Les diferències de densitat i biomassa entre estacions han resultat significatives ($F_{(10, 39)} = 9,37$; $p < 0,001$ i $F_{(10, 39)} = 9,37$; $p < 0,001$), observant-se els majors valors dins l'àrea parcialment protegida de la Reserva Marina dels Freus (Fig. 31).

Pel que respecta les talles i situant-nos dins la reserva natural, el nombre de juvenils de l'any ($Lt < 12$ cm, segons Gordo i Molí, 1997) és molt baix, havent-se censat tan sols 10 individus. La talla mitjana dels sards (24 cm) ha estat molt semblant a la talla legal (25 cm) dins la reserva natural, i la talla modal és fins i tot superior (28 cm) (Fig. 32).

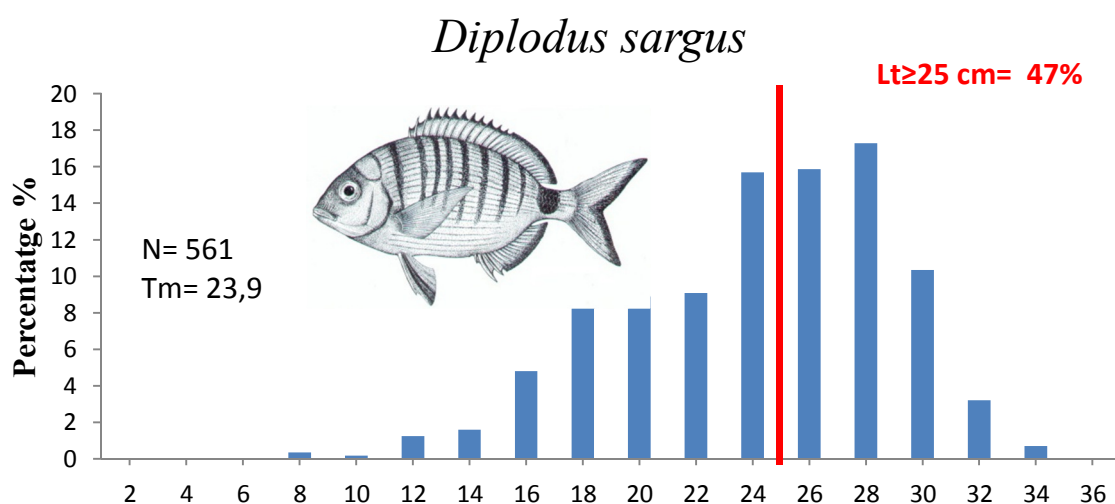
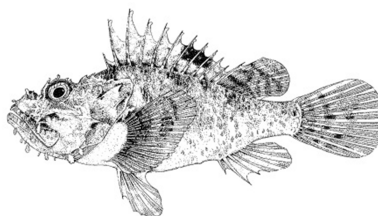


Figura 32. Distribució de freqüències de talla en % per a tots els sards censats a la Reserva Natural de VVIP. N= nombre de peixos. Tm= talla mitjana.



La roja *Scorpaena scrofa*

A la figura 33 es pot observar com tant la densitat com la biomassa de roja és superior a les aigües superficials de la reserva integral respecte la reserva parcial i la reserva natural ($F_{(10, 118)} = 1,97$; $p = 0,04$ i $F_{(10, 118)} = 2,19$; $p = 0,026$). A major profunditat, tant la densitat com la biomassa

augmenten, trobant-se també que la reserva integral conté quasi 4 vegades la densitat ($2,6 \pm 0,6$ ind./250 m² vs $0,7 \pm 0,2$ ind./250 m²) i quasi 7 vegades la biomassa ($2,7 \pm 0,6$ Kg/250 m² vs $0,4$ kg/250 m²) observades a la reserva natural. En ambdós casos l'anàlisi de la variància detecta diferències significatives entre estacions: $F_{(10, 39)} = 4,9$; $p < 0,001$ i $F_{(10, 39)} = 7,4$; $p < 0,001$ per a densitat i biomassa respectivament. El nombre de roges ha estat molt baix dins la reserva natural i no s'ha representat la distribució de talles.

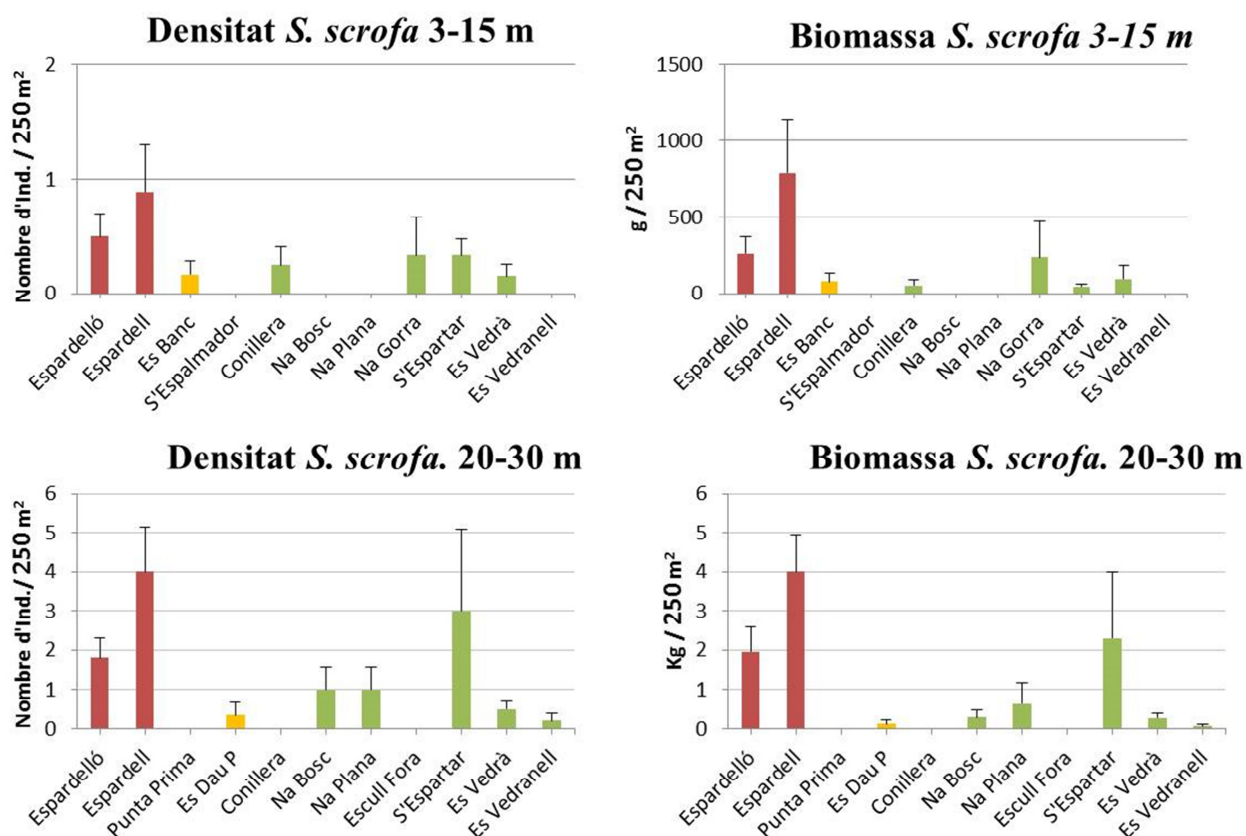


Figura 33. Densitat i biomassa mitjanes de roja *Scorpaena scrofa* a les diferents estacions superficials i profundes de la Reserva Natural de VVIP (verd) i de la Reserva Marina dels Freus (vermell i carabassa).

3.6. Resultats de les captures de la flota d'arts menors en el període 2002-2018

Les flotes de les confraries d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany es divideixen entre les embarcacions dedicades a l'arrossegament de fons i aquelles agrupades com a d'arts menors. Durant el període 2002-2018 hi hagué 8 barques de bou actives a la confraria d'Eivissa i 5 a la de Sant Antoni, de les quals només 5 i 3, respectivament, quedaven actives el 2018.

La flota d'arts menors d'ambdues confraries va minvar en el període analitzat (Fig. 34), reduint-se de 29 a 23 barques a Eivissa (-21%), i de 25 a 12 a Sant Antoni (-52%).



Evolució de la flota

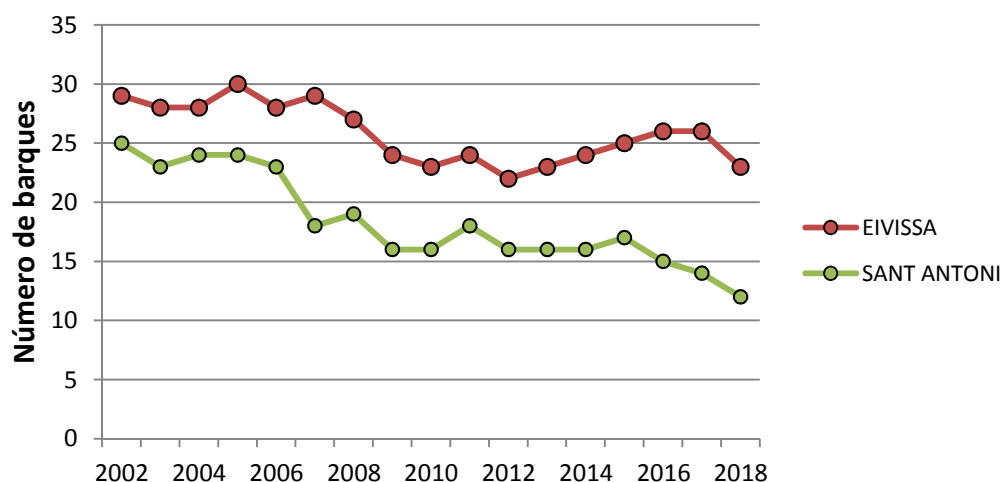


Figura 34. Evolució de la flota d'arts menors a les confraries amb influència a la reserva natural

Per a la flota d'Eivissa, la captura total va reduir-se en un 30% entre 2002 i 2018 (de 59 tones a 41 tones), amb mínims situats al voltant de les 30 tones els anys 2009 i 2012 (Fig. 35). La captura per unitat d'esforç (CPUE) va seguir una evolució semblant a la de la captura total, passant de 2 a 1,8 tones per barca i any amb mínims als mateixos anys (Fig. 36). La reducció de la CPUE va ser de menor consideració (12%) que la de la captura total, que està lligada òbviament a la reducció de la flota.

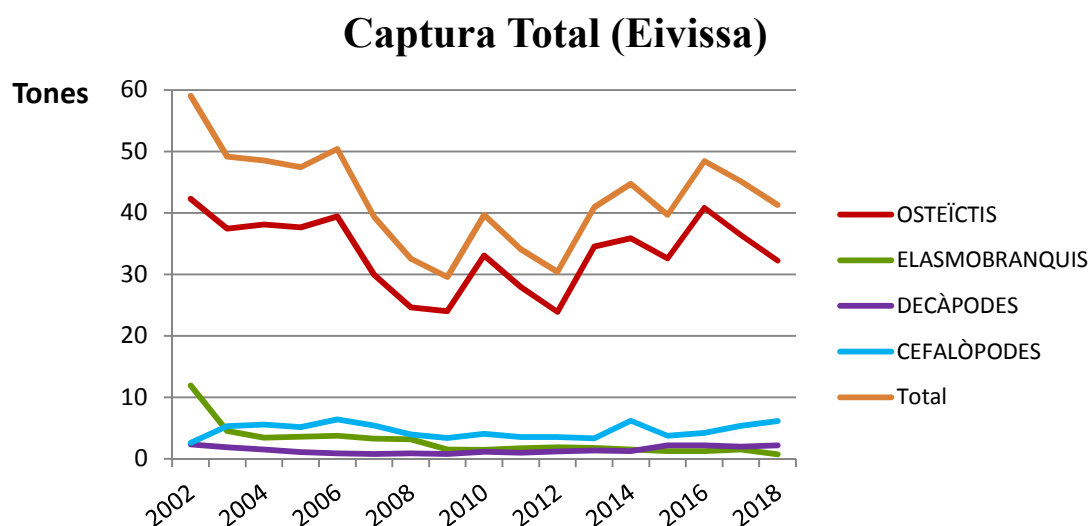


Figura 35. Evolució de la captura per a la flota d'Eivissa

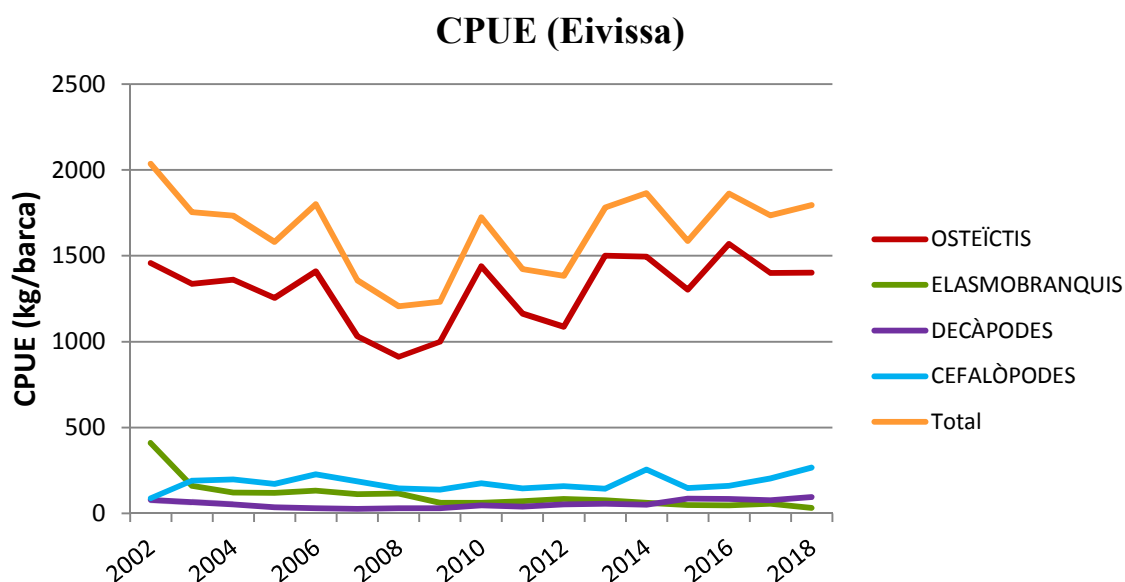


Figura 36. Evolució de la captura per unitat d'esforç (barca i any) a la flota d'Eivissa

La captura total de la flota de Sant Antoni es va reduir en 12 tones entre 2002 i 2018 (35 tones i 23 tones, respectivament; Figura 37), la qual cosa va suposar una minva del 35%. En canvi, i com a conseqüència de la notable reducció de la flota en aquest període, la CPUE va augmentar de 1,4 tones/barca a 1,9 tones/barca (Figura 38), significant un increment del 35%.

Captura Total (Sant Antoni)

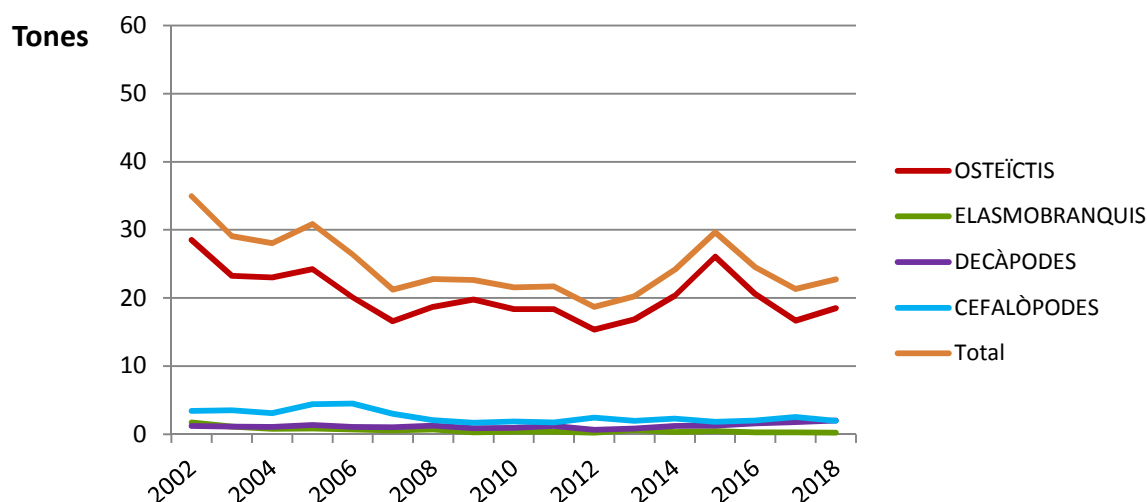


Figura 37. Evolució de la captura per a la flota de Sant Antoni de Portmany

CPUE (Sant Antoni)

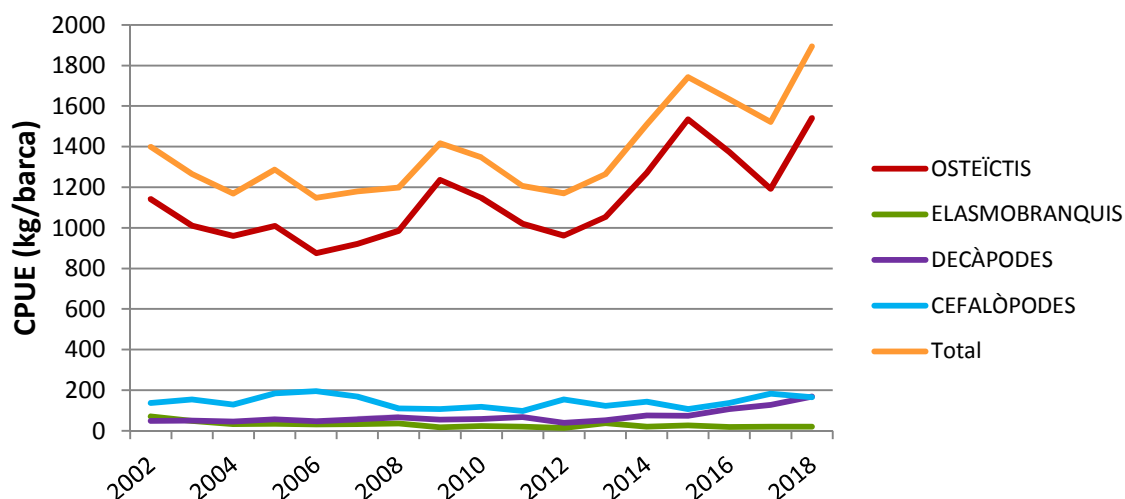


Figura 38. Evolució de la captura per unitat d'esforç (barca i any) a la flota de Sant Antoni

Quant al conjunt de les espècies seleccionades en els censos visuals, també se n'observà una minva a les dues confraries. A Eivissa varià entre les quasi 16 tones de 2002 i les 10 tones de 2018, amb una tendència general decreixent (Fig. 39). Això no ha afectat de forma important la CPUE, que mostra una tendència relativament estable, encara què amb valors lleugerament menors en els darrers 11 anys de la sèrie (Fig. 40). La confraria de Sant Antoni manté una captura relativament estable al llarg d'aquest període, al voltant de les 11 tones anuals (Fig. 39). Aquesta estabilitat i la minva de flota fan que la CPUE d'aquest grup d'espècies hagi augmentat un 79% entre 2002 i 2018, passant de 488 kg/barca a 873 kg/barca (Fig. 40).

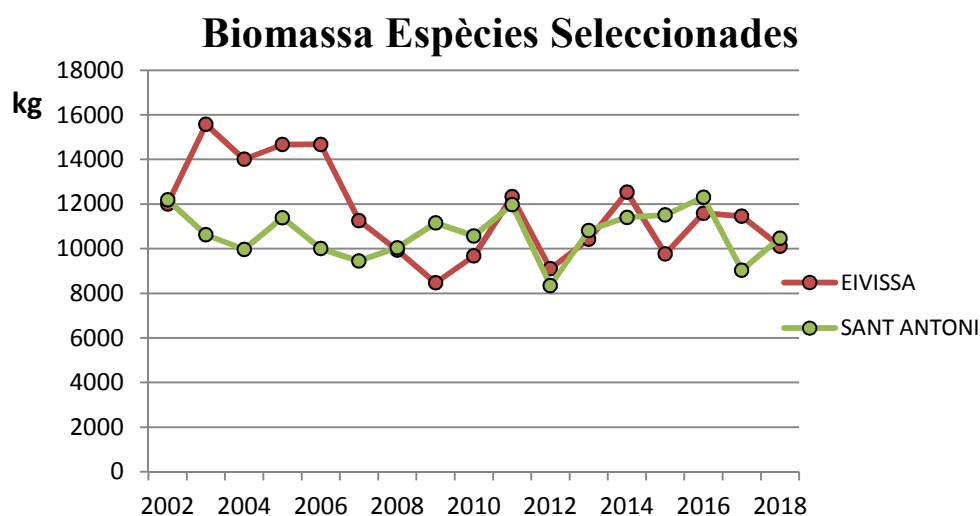


Figura 39. Evolució de la captura de les espècies tractades als censos visuals per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

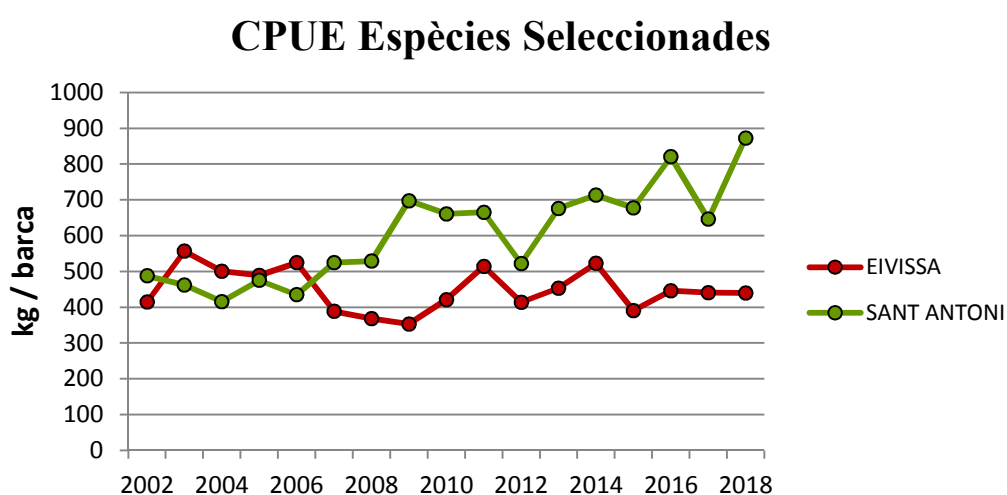


Figura 40. Evolució de la captura per unitat d'esforç (CPUE) de les espècies tractades als censos visuals per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

La captura d'anfossos de la confraria d'Eivissa es va mantenir entre 100 kg i 150 kg anuals durant la major part de la sèrie analitzada (Fig. 41). Els màxims observats al 2016 i 2017 van estar condicionats a la captura d'una sola embarcació, que en aquests dos anys presentà captures declarades molt per sobre de la resta d'anys, i que suposaren el 50% del total anual de la flota. La CPUE presentà una tendència similar, amb valors que es poden considerar molt baixos (entre 4 i 7 kg/barca·any) per a la major part dels anys (Fig. 42). A Sant Antoni, la captura total d'anfossos va disminuir de 113 kg el 2002 a 23 kg el 2018, i tot i les oscil·lacions entre anys, la tendència minvant fou clara (Fig. 41). La CPUE també mostrà un descens, passant de 4,5 a 1,9 kg/barca·any entre el primer i el darrer any (Fig. 42).

Captura total d'anfossos

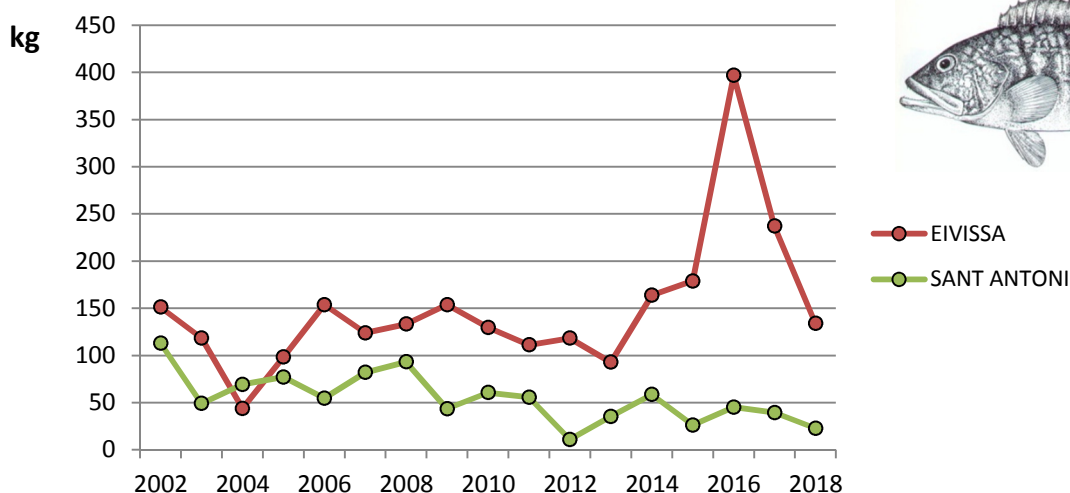


Figura 41. Evolució de la captura d'anfós *Epinephelus marginatus* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

CPUE d'anfossos

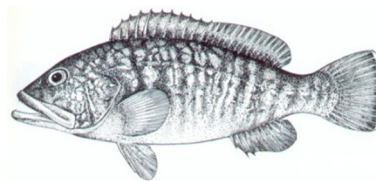
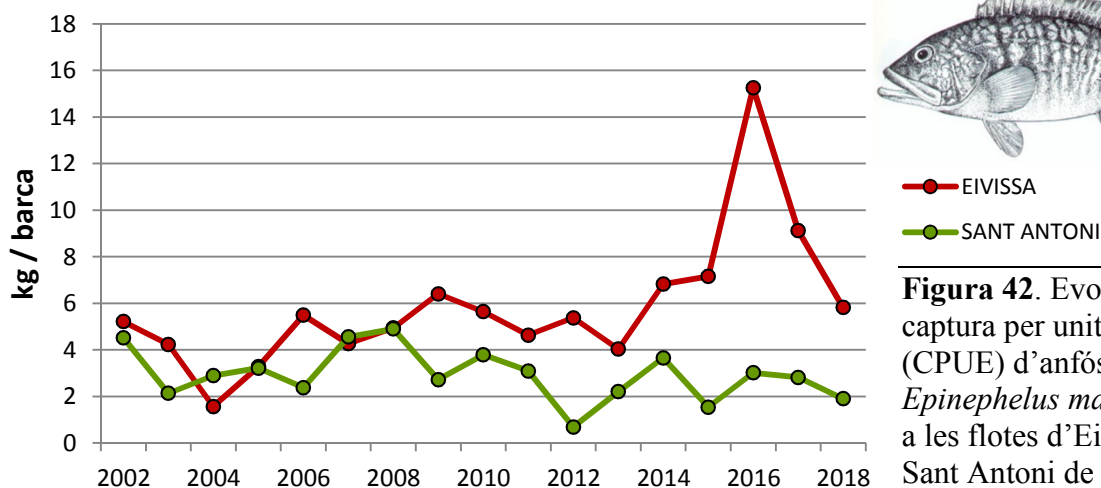


Figura 42. Evolució de la captura per unitat d'esforç (CPUE) d'anfós *Epinephelus marginatus* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

Quant a l'escorball, la seva captura total es va incrementar a Eivissa, seguint una tendència clara però amb notables oscil·lacions, fins a situar-se en valors aproximats d'entre 200 i 350 kg durant els darrers quatre anys (Fig. 43). El patró de CPUE va ser idèntic, passant de valors inferiors als 4 kg/barca any a més de 8 kg en la majoria dels darrers 6 anys (Fig. 44). A Sant Antoni, en canvi, s'observa un descens tant en la captura d'escorball com en la CPUE (Figures 55 i 56). Els màxims se situen entre 2002 i 2006, mentre que en el període 2013-2015 hi ha una aparent absència de captures.

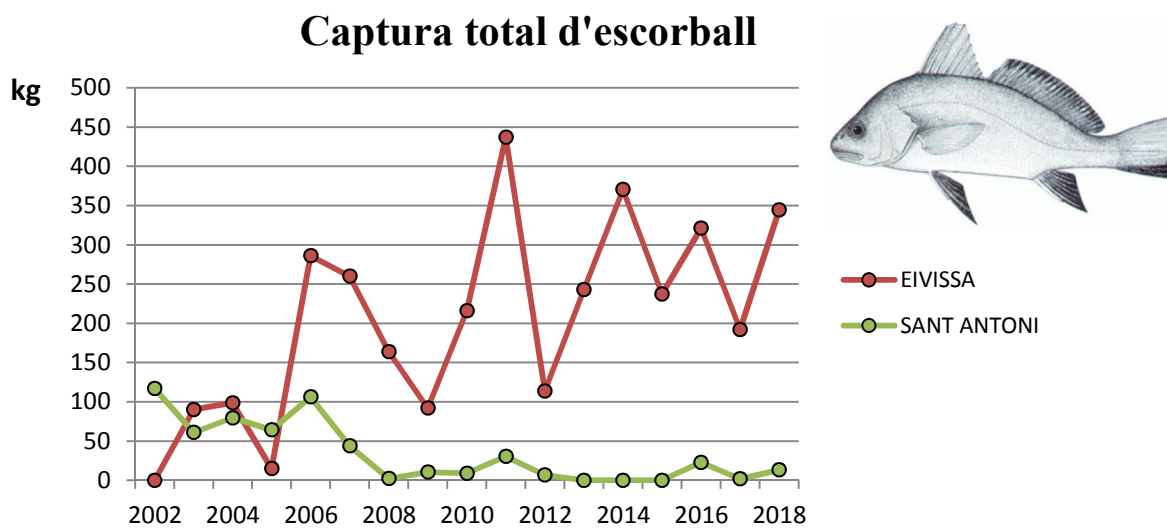


Figura 43. Evolució de la captura d'escorball *Sciaena umbra* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

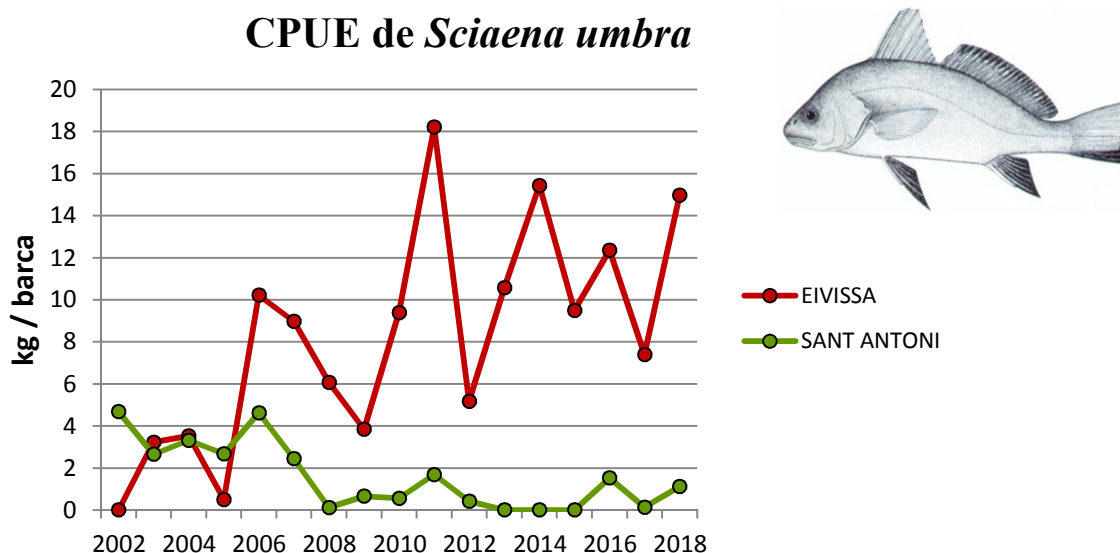


Figura 44. Evolució de la captura per unitat d'esforç (CPUE) d'escorball *Sciaena umbra* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

La roja és l'espècie més important en volum, amb unes captures d'entre 4 i 6 tones tant a Eivissa com a Sant Antoni al llarg del període d'estudi (Fig. 45). Les CPUEs es mostren relativament estables a Eivissa, al voltant dels 200 kg/barca·any, i, degut a l'efecte ja comentat de la minva de flota i d'un augment de captures, es veu un patró creixent a Sant Antoni, amb valors finals al voltant dels 350 kg/barca·any (Fig. 46).

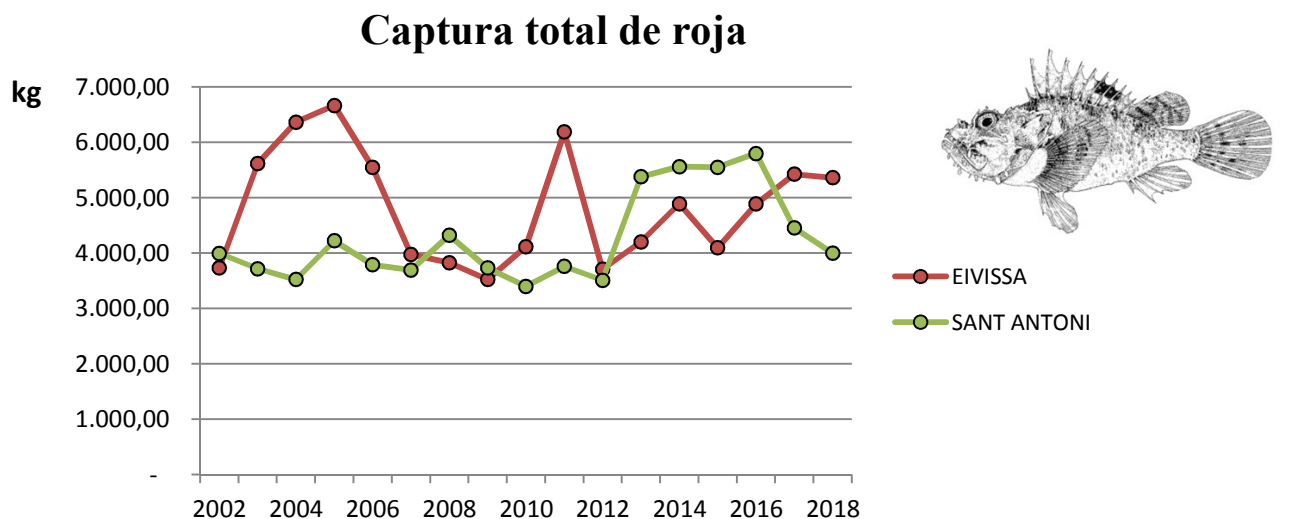


Figura 45. Evolució de la captura de roja *Scorpaena scrofa* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

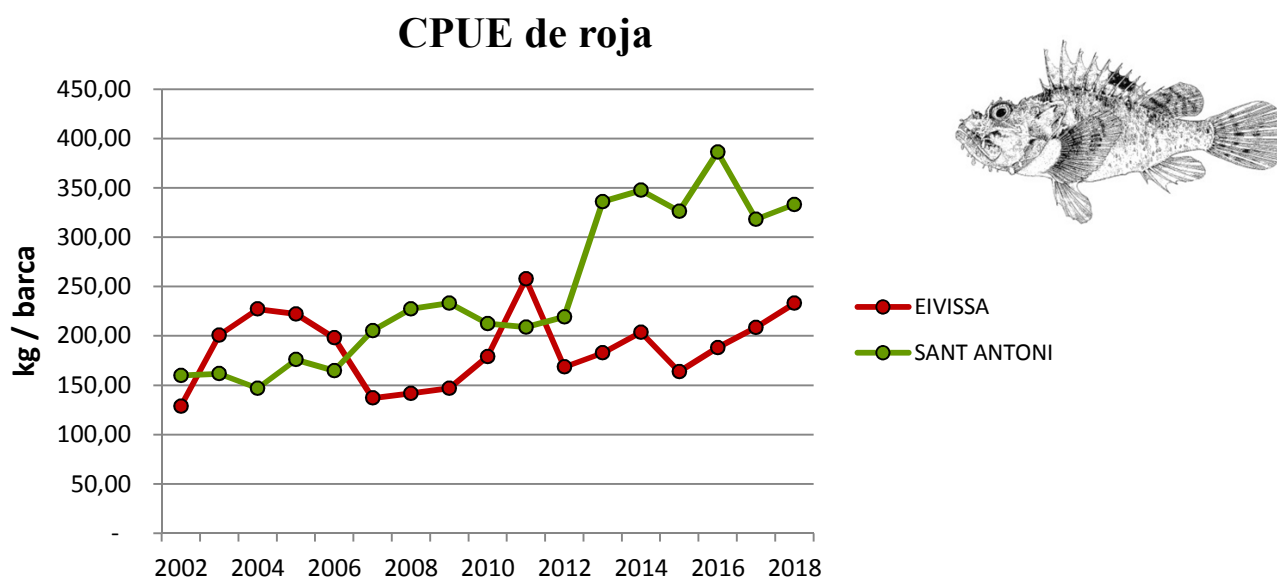


Figura 46. Evolució de la captura per unitat d'esforç (CPUE) de roja *Scorpaena scrofa* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

En el cas del sard es detectà un enorme declivi de les seves captures a ambdues confraries (Fig. 47). A Eivissa, entre 2002 i 2018 decaigué dels 2400 kg a 22 kg. A Sant Antoni, passà de 508 kg a 8,5 kg. Entre 2002 i 2018, les CPUE d'Eivissa minvaren de 83 kg/barca a 1 kg/barca, mentre que les de Sant Antoni passaren de 20 kg/barca a 0,7 kg/barca (Fig. 48).

Captura total de sard

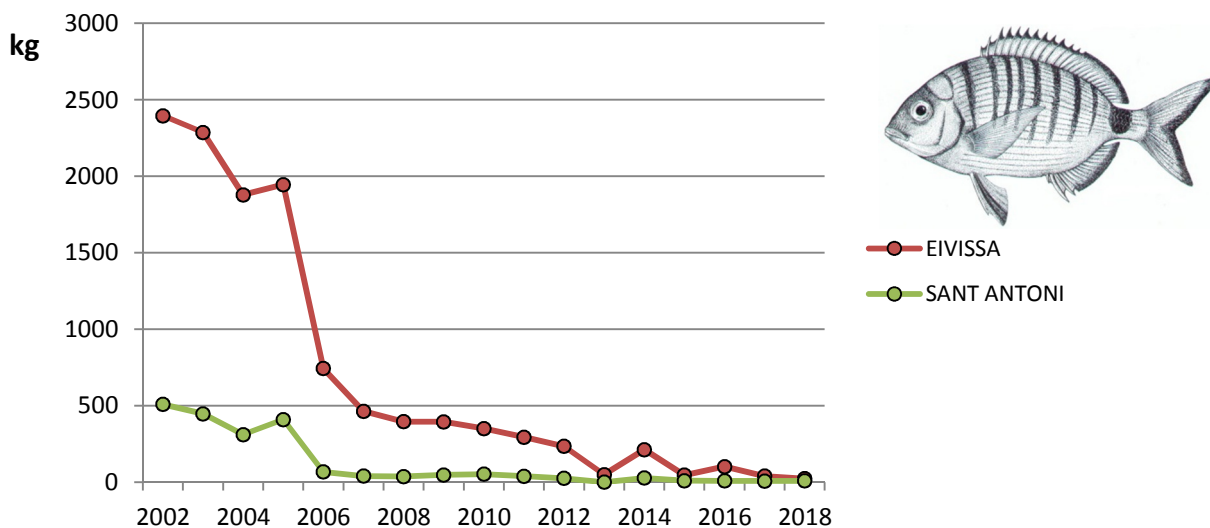


Figura 47. Evolució de la captura de sard *Diplodus sargus* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

CPUE de sard

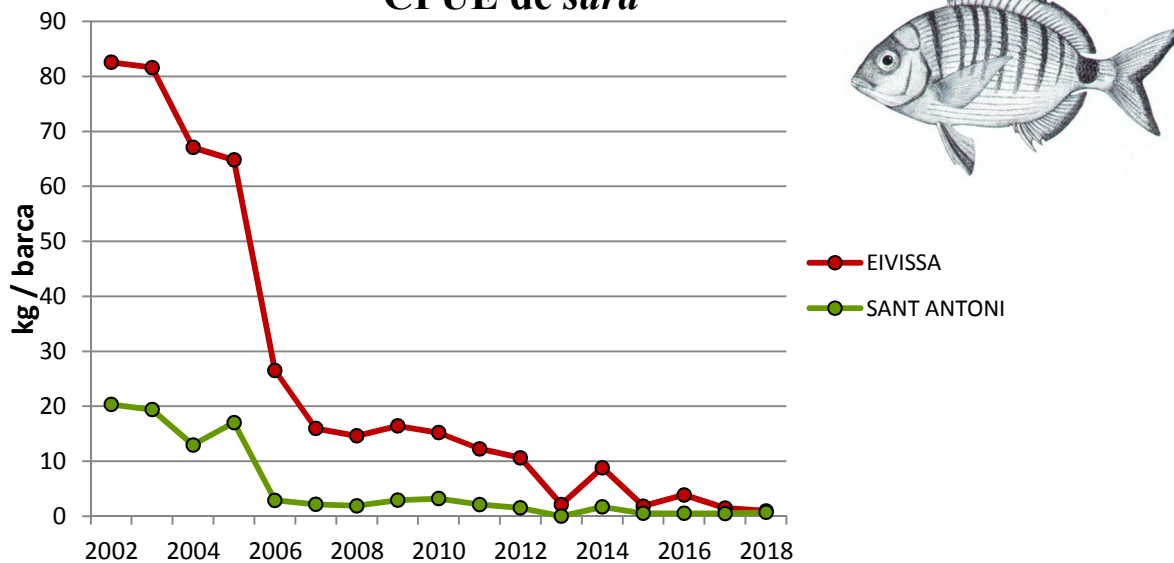


Figura 48. Evolució de la captura per unitat d'esforç (CPUE) de sard *Diplodus sargus* per a les flotes d'Eivissa i de Sant Antoni de Portmany

4. DISCUSSIÓ, CONCLUSIONS I BASES PER A LA REDACCIÓ D'UN PLA DE CONSERVACIÓ I APROFITAMENT PESQUER

Els resultats del present informe tècnic ens indiquen, per una banda, que estam en front d'un espai excepcional en el context geogràfic de la Mediterrània Occidental, un espai que presenta un estat de conservació relatiu millor, si el comparam amb altres llocs de les Illes Balears que no gaudeixen de cap tipus de protecció (veure Coll *et al.*, 2013). Però, per altra banda, és el gran potencial ecològic d'aquest espai i la comparació amb altres àrees que sí estan protegides, el que delata que la Reserva Natural de VVIP no aconsegueix amb els estàndards de conservació esperats per a un espai de les seves característiques.

Aquest diagnòstic és fàcilment deduïble quan observam que les variables emprades per mesurar el potencial ecològic (ERS: Exposició, Rugositat, Pendent) resulten en un producte menor en l'àrea presa com a referència: la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera, i què, això no obstant, aquesta àrea mostra uns valors superiors respecte la reserva natural per a indicadors com la biomassa total de peixos d'interès pesquer, la biomassa d'espècies amb alt nivell tròfic, la riquesa d'espècies, i la biomassa d'espècies concretes que són objectiu de pesca.

Profunditzant en aquest diagnòstic, podem abordar el seu anàlisi revisant la consecució dels dos objectius principals que el PORN establí en el seu capítol VI referent a l'àmbit marí: a) la necessitat de conservar els recursos marins, i b) la necessitat d'un aprofitament ordenat dels recursos.

La necessitat de conservar els recursos marins. Els indicadors de conservació

La biota litoral mediterrània ha estat profundament alterada per l'home durant segles, bàsicament per l'aprofitament dels recursos pesquers mitjançant la pesca (Massuti, 1989; Sala, 2004; Prato *et al.*, 2013; Quetglas *et al.*, 2016). Impactes com la contaminació o la destrucció de l'hàbitat poden ser fins i tot més greus que la pesca (Grau *et al.*, 2015), però a les Illes Balears aquests impactes es circumscriuen a indrets ben delimitats (àrees portuàries, petites cales i badies, i zones d'abocaments), i que com es pogué apreciar en els estudis del CEAB-CSIC, no afectaren als fons, ni a les comunitats bentòniques, ni als peixos de la Reserva Natural de VVIP (Ballesteros *et al.*, 2010; Linares *et al.*, 2010; García-Rubies *et al.*, 2010).

El que ha fet la pesca durant segles ha estat bàsicament simplificar les xarxes tròfiques (Pauly *et al.*, 1998) i extingir regionalment algunes espècies abans comunes a les nostres aigües (e.g. *Pristis pristis*, *Torpedo torpedo* (Grau *et al.*, 2015)). Els grans depredadors com el vell marí (*Monachus monachus*), els taurons costaners (*Galeorhinus galeus*, *Sphyrna* spp., *Carcharodon carcharias*) i teleostis de gran mida han desaparegut o minvat molt els seus efectius (e.g grans exemplars de *Seriola dumerili*) a la nostra mar (veure Morey *et al.*, 2003; Grau *et al.*, 2015, Prato *et al.*, 2013), i les AMPs no han ofert el potencial per restaurar les seves poblacions. Sala (2004) explica bé aquest fenomen, i situant-se en l'ecosistema que ens ocupa: els fons rocosos litorals, demostra que sense aquests grans depredadors, l'indicador principal del bon estat de conservació dels poblaments de peixos el constitueix la diversitat i biomassa dels grans serrànids. Els anfòssos de les tres espècies més freqüents a les nostres aigües: l'anfós (*Epinephelus marginatus*), l'anfós llis (*Epinephelus costae*) i l'anfós bord (*Mycteroperca rubra*) són els substituïts dels grans depredadors ja esvaïts, i indicadors d'un bon estat de conservació, especialment dins un espai protegit. Unes espècies que s'ha demostrat que ja eren molt abundants a les nostres costes fa milers d'anys, tot i la presència de predadors superiors, al mesolític i al neolític, (Desse i Desse-Berset, 1998; Prato *et al.*, 2013). Aquests grans serrànids presenten nivells tròfics elevats, fins i tot comparables al del propi vell marí (Cardona. Com .pers), i la seva abundància i biomassa dins la reserva natural ha estat molt baixa. Si bé l'anfós és relativament comú i present a la majoria d'estacions mostrejades dins la reserva natural, tot i presentar una densitat i biomassa baixes, l'anfós llis i l'anfós bord estan en una situació d'exhauriment greu dins la reserva natural. L'anfós bord no ha entrat a cap dels 90 transsectes realitzats sobre hàbitats rocosos abruptes de la reserva natural (veure taules 6, 7, 9 i 10), i s'observà tan sols un exemplar d'anfós llis a un dels 90 transsectes realitzats.



Anfós (esquerra) i anfós bord (dreta).

Autor: Paco Valdés ©

Seguint criteris de la UICN (Hudson, 1996) i adaptant-los als peixos, Mayol *et al.*, (2000) van catalogar l'anfós bord com a “vulnerable”, i l'anfós i l'anfós llis com a “quasi amenaçats” al Llibre Vermell dels Peixos de les Balears, un estatus que ha canviat en la reedició del llibre 15 anys després (Grau *et al.*, 2015), quan els autors expliquen que les àrees marines protegides (AMPs) han recuperat molt les poblacions d'aquestes espècies (l'anfós i l'anfós llis passen a ser de “preocupació menor” mentre que l'anfós bord roman ara com a “quasi amenaçat”). Malgrat la qualificació d'aquests estats de conservació s'aplica a l'escala geogràfica balear, l'estat poblacional dels gran serrànids dins la Reserva Natural de VVIP és de gran escassetat.



Anfós llis adult (mascle). Autor: Nando Darder ©

Els resultats del present informe indiquen així mateix que la situació d'aquest grup d'espècies és extensible a totes les espècies meso i macrocarnívores que estan situades a dalt en la xarxa tròfica (mòllera *Phycis phycis*, congre *Conger congre*, morena *Muraena helena*, roja *Scorpena scrofa*, escorball o corva *Sciaena umbra*, entre d'altres). La biomassa total d'espècies és elevada en algunes estacions, com per exemple es Vedranell, o s'Espartar, però està constituïda bàsicament per espècies de menor nivell tròfic (< 3,5) com els espàrids. Per tant, la xarxa tròfica d'un espai marí protegit com ho és la Reserva Natural de VVIP se'ns mostra esbiaixada, i hi manquen els nivells tròfics superiors. Això ha afectat a la seva vegada a la riquesa mitjana d'espècies, indicador principal de diversitat biològica, que ha estat menor a les aigües

superficials de la Reserva Natural de VVIP respecte la Reserva Marina dels Freus (veure figura 13).

En conjunt, i pel que fa a la diagnosi de l'estat de salut de la reserva natural, amb una visió ecosistèmica, la situació descrita cauria dins el que Prato *et al.*, (2013) anomenen com a baixa redundància funcional, és a dir, una menor diversitat dins nivells tròfics concrets, que duen a una menor seguretat de les funcions ecològiques que desenvolupen les comunitats biològiques. Un escenari, tot sigui dit, que seria xocant a un espai protegit terrestre, on hi manquessin els falcons, les àguiles, els voltors, o els llops i onsos, en el cas dels ecosistemes peninsulars de muntanya.

Paral·lelament als estudis del CEAB-CSIC abans citats i al present estudi, trobem referències bibliogràfiques a la literatura científica, que si bé no van tenir com a objectiu directe la Reserva Natural de VVIP, sí que en van emprar alguns llocs d'estudi dins d'ella, en el marc d'un meta-anàlisis de l'efecte reserva a gran escala geogràfica. D'aquests treballs en podem extreure dues reafirmacions d'interès. Per una banda Sala *et al.*, (2012) situen la seva estació de la Reserva Natural de VVIP entre les AMPs mediterrànies poc efectives, en catorzè lloc, pel que fa a la biomassa de peixos, d'un conjunt de 32 espais protegits i no protegits, des de Gibraltar a Turquia; i tal com s'ha exposat també aquí, per darrera de la Reserva Marina dels Freus, situada en cinquè lloc respecte el major valor de biomassa que havien enregistrat. Posteriorment, Guidetti *et al.*, (2014), amb les mateixes dades, van analitzar amb més detall els diferents components tròfics dels poblaments de peixos, tot observant biomasses de depredadors apicals gairebé nul·les dins la Reserva Natural de VVIP, fins el punt que deixaren, a efectes pràctics, de considerar-la com a AMP en les seves anàlisis. Més recentment, Vázquez-Luís *et al.*, (2018) també observen gairebé el doble de biomassa d'espècies vulnerables a la pesca dins la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus respecte una estació a sa Conillera, en concordança amb els resultats del present informe tècnic, i amb pesques experimentals de volantí efectuades per la Direcció General de Pesca del Govern (Box, 2011).

Per altra banda, i dins del *pool* de literatura científica recent que ha fet menció a la Reserva Natural de VVIP, és important subratllar que els bons resultats en l'estat de conservació de les comunitats bentòniques i en la qualitat de l'aigua, no sempre es veuen reflectits en un bon estat dels poblaments de peixos. Això queda molt clar en l'estudi de Thibaut *et al.*, (2017), que mitjançant un indicador multivariant, situa a la Reserva Natural de VVIP entre les millors de la Mediterrània Occidental, tot i obtenir una baixa puntuació en el compartiment funcional dels peixos.

Des d'un punt de vista ecosistèmic, i directament deduïble dels nostres resultats, resulta també molt indicador que la biomassa dels llocs amb major potencial com ses Bledes (Fig. 12) presentin els valors de biomassa més baixos de l'estudi ($< 5\text{kg} / 250\text{ m}^2$) (Fig. 17). Cal dir al respecte que gran part de la biomassa enregistrada a altres llocs, amb valors més elevats (e.g. s'Espartar o es Vedranell), està formada per espàrids, bàsicament sards, variades i cànteres; i que les dues primeres espècies tenen un coll d'ampolla molt clar a ses Bledes, constituït per la manca de llocs somms arrecerats adients per a l'assentament de juvenils. Un fet que ha estat observat a altres illots exposats de la Mediterrània (e.g. Cabrera (García-Rubies, 1993), i que té implicacions en una regeneració molt més lenta de les poblacions, deficitàries en juvenils, quan la pressió de pesca és alta.

La necessitat d'un aprofitament ordenat dels recursos. La pesca sostenible

Els indicadors de la biologia pesquera no són tan estrictes com els que avaluen un ecosistema en règim legal de conservació, on tots els seus components han d'estar ben representats i han de presentar un bon estat. Els punts de referència d'una pesca sostenible se situen sobre una fracció del que es considera la biomassa màxima o verge, no explotada, ja sigui d'una pesqueria monoespecífica o multiespecífica (Caddy i Mahon, 1995; Worm *et al.*, 2009). Abans de tractar però amb aquestes eines, cal fer menció al que s'ha observat en l'anàlisi de les captures.

Les captures de la flota d'arts menors

L'anàlisi de flota i de captures ens mostra una tendència general de pèrdua de vaixells i de captura. A Eivissa sembla que la captura estava equilibrada entre les barques que ja foren donades de baixa i les que romanen encara en actiu, observant-se així una estabilitat temporal en la CPUE de les espècies selectes (aquelles avaluades també als censos visuals) (Fig. 40). La tendència és diferent a Sant Antoni, on menys barques capturen la mateixa quantitat de peix i, per tant, amb una CPUE superior i creixent (Fig. 40). Si bé aquestes tendències indiquen sostenibilitat, els valors absoluts indiquen també que la incidència de la flota artesanal sobre les espècies tractades és molt baixa, amb l'excepció de la roja (*S. scrofa*). De l'anàlisi d'espècies concretes (anfossos, corva i sard) s'observen tendències decreixents que no es poden interpretar com a sobreexplotació per la manca d'un estudi dels *métiers* (Reñones *et al.*, 2004); és a dir, sense conèixer si la minva és deguda a una minva de captura o a un forta variació en l'ús dels

ormeigs i pesqueres adients per a cada espècie, una informació que no ve especificada en les notes de venda de cada confraria. Tanmateix, com s'ha dit, en la darrera dècada i de forma especial per a la confraria de Sant Antoni, els valor absoluts d'anfós (2-3 k/barca i any), escorball (0-1 kg/barca i any), sard (0-1 kg/barca i any) són insignificants. Fins i tot la captura d'anfossos a la confraria d'Eivissa, amb 4-7 kg/barca i any durant gairebé tota la sèrie temporal és molt inferior a les captures d'altres ports pesquers de les Illes Balears (Mallol i Goñi, 2004; Coll *et al.*, 2007).

Pel que fa la captura anual acumulada per tota la flota, els valors de la confraria de Sant Antoni per a l'anfós no superen els 50 kg anuals en els darrers 4 anys mentre que, per exemple, la pesquera d'anfós al Parc Nacional de Cabrera, on hi està prohibida la pesca recreativa de superfície i submarina, aporta un mitjana declarada de 1200 kg/any (Coll *et al.*, en premsa). Cas apart és, com s'ha comentat, la roja, que presenta valors d'entre 4.000 i 6.000 kg/any en la sèrie temporal estudiada, tant a Eivissa com a Sant Antoni, i una CPUE creixent a Sant Antoni que els darrers anys se situa en torn dels 350 kg/barca (Fig. 46).

Tot i la referència que suposen aquests valors eminentment pesquers, no ens podem oblidar que les captures a la reserva natural serien, a més a més, una fracció de la que s'ha enregistrat a les confraries, doncs la labor diària de pesca no es limita ni molt menys a l'àmbit de la reserva natural.

La política pesquera comú obliga a fer un registre absolut de les captures per poder establir un seguiment dels recursos i una gestió adient (Regulació UE Núm. 1380/2013). Pensam que les baixes captures enregistrades per la flota d'arts menors sobre les espècies objecte d'estudi, resulta d'una combinació real de baixa captura i d'irregularitats en el seu registre, amb fenòmens de venda directa no enregistrada. Les dades pesqueres ens donen per tant una informació relativa, que apunta sens dubte a una baixa influència en els fons rocosos de la reserva natural, amb l'excepció eventual de la roja, que sí podria rebre un impacte directe per part de la flota d'arts menors mitjançant l'ús majoritari del tremall i, en menor grau, del palangre.

Vists els problemes en l'anàlisi de les dades de les confraries, i fent una aproximació més directa de l'estat de conservació d'espècies amb interès pesquer, Coll *et al.*, (2013) empraren els valors observats dins reserves integrals com a referències del bon estat de conservació, unes referències que s'interpreten com a biomassa "verge" o no pescada, en l'àmbit biològic de la capacitat de càrrega del sistema.

Diferències entre la biomassa màxima o “verge” i l’observada a la reserva natural

Si bé hem observat que el potencial ecològic de la Reserva Natural de VVIP era superior al de la Reserva Marina dels Freus, emprar les biomasses no explotades de la reserva integral dels Freus com a referència, pot ajudar a determinar si la biomassa de la reserva natural està lluny o no d’una situació òptima, essent conscients, en tot cas, d’estar rebaixant els requeriments que descriurien una situació sostenible. En aquest marc de coses, Worm *et al.*, (2009) van determinar que en pesqueries multiespecífiques es podia parlar del MMSY (Maximum Multiple Sustainable Yield o Rendiment Màxim Múltiple Sostenible), i que l’equació que assoleix un equilibri d’explotació sostenible implicava tenir al mar un 35% de la biomassa verge no explotada. A la figura 58 hem representat la biomassa mitjana de totes les mostres obtingudes a l’estrat profund de la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus d’Eivissa i Formentera, i hem contrastat el lílindar del 35% d’aquesta biomassa amb l’obtinguda a totes les estacions profundes de la reserva natural. La biomassa emprada ha estat la de les espècies amb major nivell tròfic, doncs són les que estan afectades per una pesca litoral de tremall, palangre i pesca submarina (anfós, roja, corva, morena, etc...). I s’ha elegit l’estrat profund (20-30 m) per ser aquell on és més probable trobar els exemplars grossos de les espècies d’interès, i que presenten major biomassa.

Tan sols dos dels set llocs estudiats a la reserva natural, concretament s’Espartar i es Vedranell, entren dins la finestra del 35% de la biomassa verge si tenim en compte els marges d’error, coincidint o superant-se lleugerament el límit de sostenibilitat (7,9 kg/250 m²) (Fig. 49). Estrictament parlant podríem dir que la majoria de llocs de la reserva natural estan sobreexplotats, a més a més i tenim en compte que la referència emprada és inferior als valors de biomassa observats per a les mateixes espècies a indrets d’alt potencial com Cabrera (Coll *et al.*, en premsa) o la reserva marina de l’Illa del Toro (Morey *et al.*, 2018).

En aquesta mateixa línia comparativa, si en lloc d’emprar una mostra multiespecífica, analitzam espècie per espècie; la corba d’equilibri tradicional situa la pesca sostenible (RMS- Rendiment Màxim Sostenible) quan el 50% de la biomassa verge es deixa al mar (Schaefer, 1954); un punt de referència que la política pesquera de la UE considera com a límit i no com a objectiu (Caddy i Mahon, 1995), és a dir, que resulta aconsellable que la biomassa d’una espècie objectiu no baixi fins el 50% respecte la seva biomassa verge. Aquests punts de referència pesquera s’han assolit també per part de la Directiva Marc d’Estratègies Marines de la CE, que fou transposada a la legislació espanyola (Ley 4/2010 de 29 de desembre de protecció del medi

mari), i que ara s'aconsella per a totes les aigües d'Europa amb l'objecte d'assolir l'anomenat "Bon Estat Ambiental-BEA" el 2020.

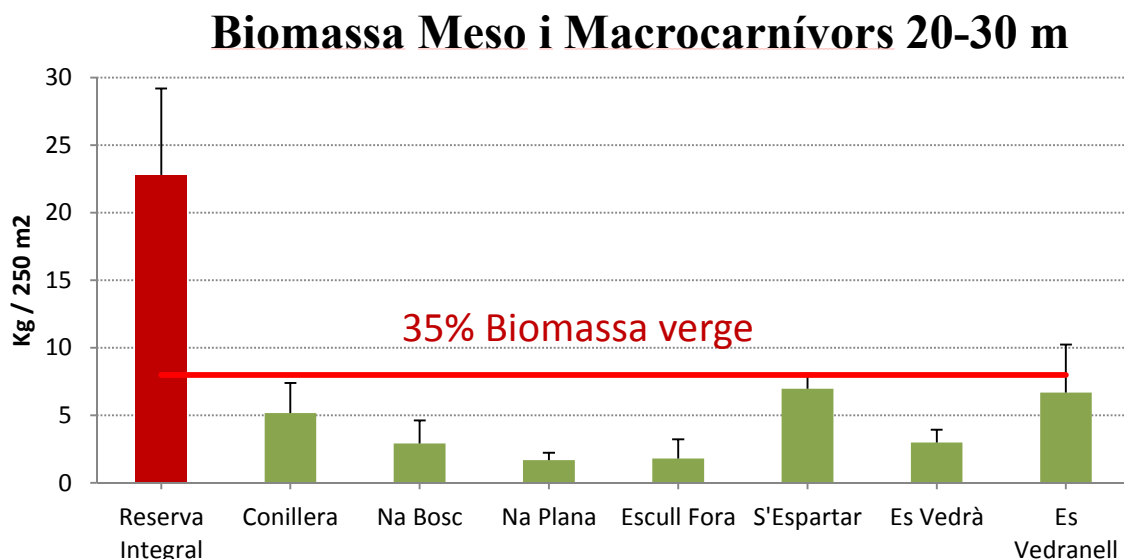
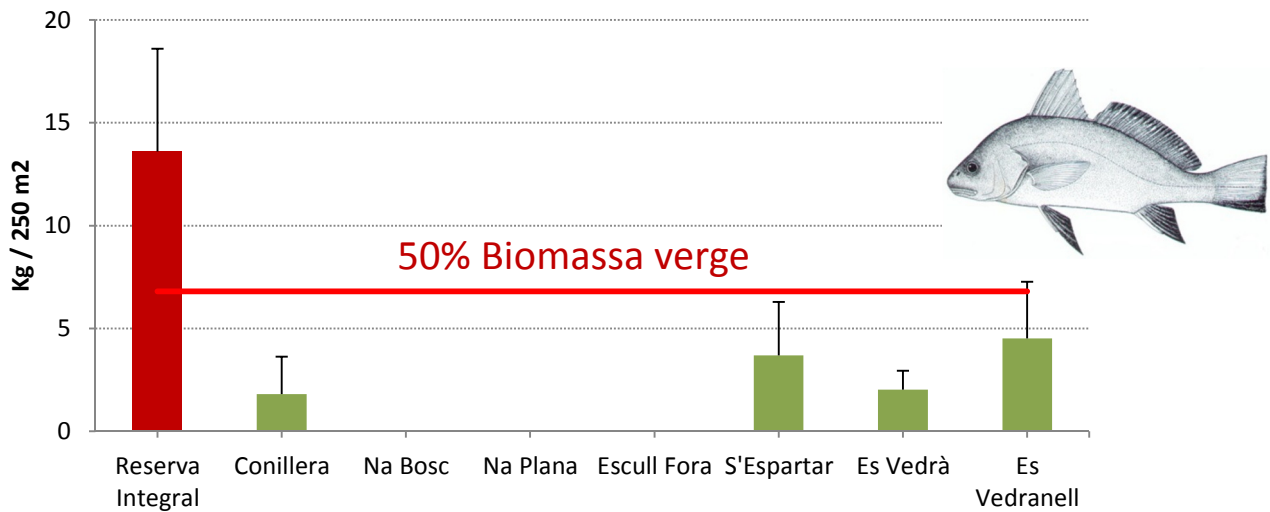


Figura. 49. Biomassa mitjana d'espècies demersals amb elevat nivell tròfic (>3,5) a la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus (valors mitjans d'Espardell i Espardelló) i a la Reserva Natural de VVIP. La línia vermella mostra el 35% de la biomassa no pescada o verge de la reserva integral, que constituïria la referència de sostenibilitat.

Analitzant el punt de referència del 50% de la biomassa verge, a la figura 50 es pot observar com per al cas de la corva (*S. umbra*) i de la roja (*S. scrofa*), i sempre tenint en compte els marges d'error, tan sols una de les set estacions estudiades a la Reserva Natural de VVIP es trobaria en cada cas dins els límits de biomassa sostenible: concretament es Vedranell (>6,8 kg/250 m²) en el cas de la corva, i s'Espartar (>1,4 kg/250 m²) en el cas de la roja. La resta d'estacions es troben sobreexplotades per a aquestes espècies. En el cas de l'anfós (*E. marginatus*), tres de set estacions presenten una biomassa assimilable al 50% de la biomassa verge (>2,4 kg/250 m²), concretament a sa Conillera, a na Bosc i a s'escull de Tramuntana, mentre que la resta es troben sobreexplotades (Fig. 51). Finalment, el sard és l'espècie que presenta més estacions dins els marges de sostenibilitat (>0,64 kg/250 m²), amb quatre sobre set, concretament a sa Conillera, a s'Espartar, a es Vedrà i a es Vedranell (Fig. 52). Els grans làbrids no s'han tractat en aquest apartat degut a la seva baixa densitat general en l'estrat profund.

Biomassa d'escorball 20-30 m



Biomassa de roja 20-30 m

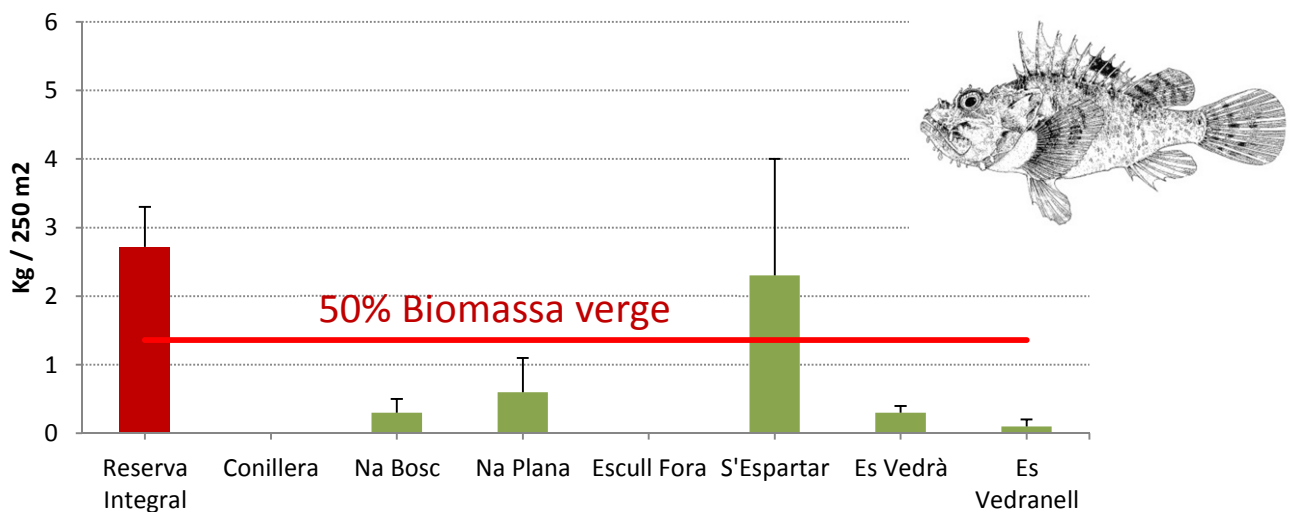


Figura. 50. Biomassa mitjana d'escorball *Sciaena umbra* i de roja *Scorpaena scrofa* a la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus (valors mitjans d'Espardell i Espardelló) i a la Reserva Natural de VVIP. La línia verda mostra el 50% de la biomassa no pescada o verge de la reserva integral, que constituïria la referència de sostenibilitat.

Biomassa anfós 20-30 m

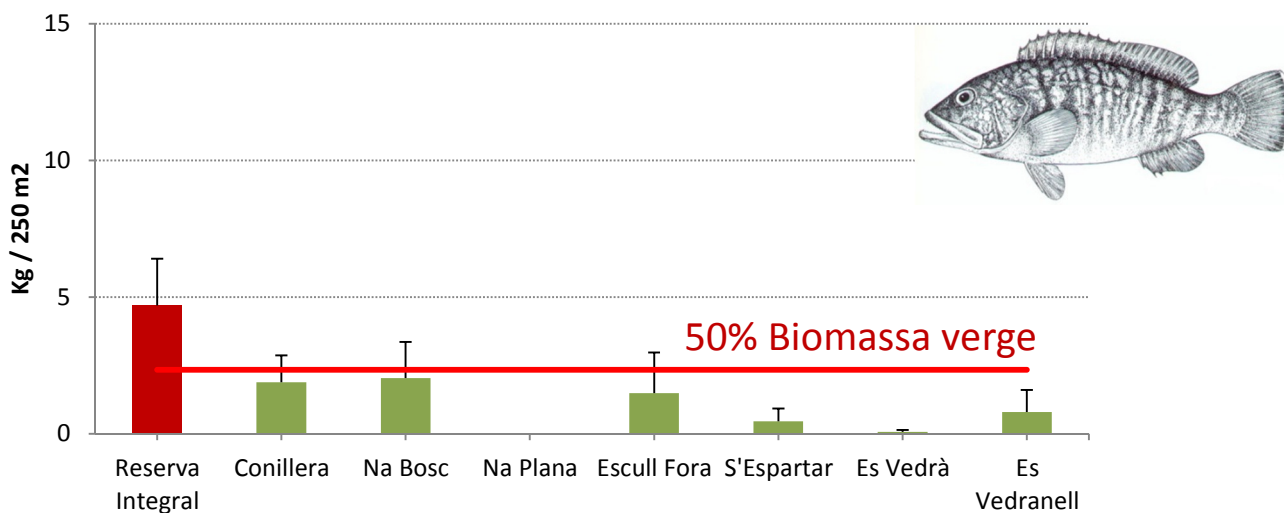


Figura. 51. Biomassa mitjana d'anfós *Epinephelus marginatus* a la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus (valors mitjans d'Espardell i Espardelló) i a la Reserva Natural de VVIP. La línia verda mostra el 50% de la biomassa no pescada o verge de la reserva integral, que constituïria la referència de sostenibilitat.

Biomassa de sard 20-30 m

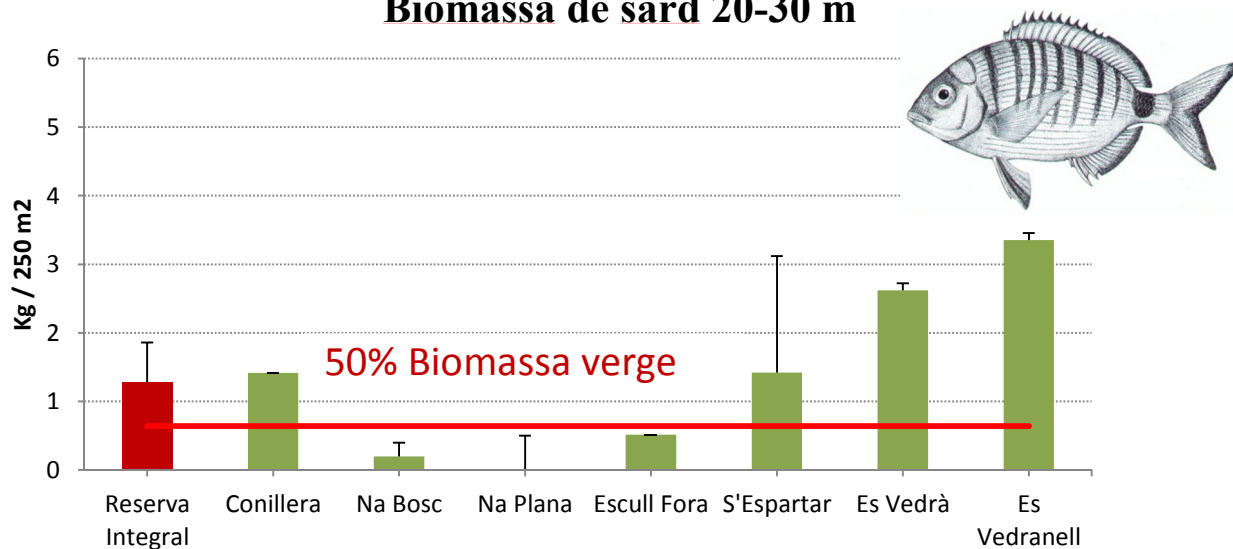


Figura. 52. Biomassa mitjana de sard *Diplodus sargus* a la reserva integral de la Reserva Marina dels Freus (valors mitjans d'Espardell i Espardelló) i a la Reserva Natural de VVIP. La línia verda mostra el 50% de la biomassa no pescada o verge de la reserva integral, que constituïria la referència de sostenibilitat.

Si a la diagnosi purament numèrica de la biomassa hi afegim les consideracions biològiques que es deriven de l'anàlisi de talles, podem veure que la proporció de la població d'aquestes espècies que superen la talla legal de captura és molt baixa al conjunt de la reserva natural: 30% per a la corva, 14% per a l'anfós, 24% per al tord massot, 25% per a la grúvia i, finalment, en millor estat, un 47% per al sard.



El nombre d'anfossos per sobre de la talla legal de captura ha estat tan sols del 14% de la població dins la Reserva Natural de VVIP

Així, i dins un context de baixa biomassa respecte el potencial màxim de l'àrea d'estudi, amb una baixa representació dels nivells tròfics superiors, i una baixa proporció d'individus reproductors de gran talla, considerant els resultats diferents entre illots dins la mateixa reserva natural, així com els ormeigs i modalitats de pesca que els afecten, es fa seguidament una proposta de conservació i aprofitament pesquer.

Proposta d'un pla de conservació de la fauna íctica i d'aprofitament pesquer

Abans de concretar les mesures més adients per a la conservació dels peixos de la reserva natural cal fer una sèrie de consideracions importants. En primer lloc, quant al disseny i els límits geogràfics de l'espai natural protegit, cal tenir en compte que aquest es troba dins d'unes àrees protegides de major abast, els LICs ES5310023 i ES0000078, el pla de gestió dels quals s'està elaborant en l'actualitat per a la seva declaració com a Zones Especials de Conservació (ZECs), i què al mateix PORN que tracta la reserva natural, els illots s'entenen com a indrets de màxim interès ecològic i amb necessitat de protecció màxima. Per tant, les mesures que s'exposen a continuació s'han d'entendre en el context d'aquestes unitats superiors de gestió.

També en referència als límits geogràfics actuals de la reserva natural, s'ha de dir que aquests dificulten molt la gestió pesquera i conservacionista, i que no s'adapten a les necessitats d'una AMP eficient. La distància dels illots als límits de la reserva natural és molt baixa en tots els casos, arribant-se en alguns a distàncies inferiors als 50 m (cas, per exemple, dels esculls d'en Ramon, a ses Bledes). Tant pel que respecta la inclusió d'hàbitats d'interès que tenen continuïtat més enllà d'aquest límits, com per tal d'evitar una pressió de pesca massa propera a la zona protegida, i casos de furtivisme, aquests límits s'haurien de veure incrementats almenys entre 250 i 300 m. Això s'hauria de fer sens dubte després de corregir l'exclusió actual dels esculls situats més al nord de ses Bledes: l'escull del cap Vermell i l'escull de Tramuntana, i que ja en l'actualitat generen els problemes de gestió esmentats pel que fa a la pesca.

Per altra banda s'han de tenir en compte els usos tradicionals, entre els quals hi ha sens dubte la pesca professional d'arts menors i la pesca recreativa (Grau, 2008), incloent-hi la pesca submarina, que es ve practicant a les Illes Balears des de la dècada dels anys 50 del segle XX; unes activitats que exploten uns recursos marins de titularitat pública i que segons les mateixes normes pesqueres estatals (Llei 3/2001 de 26 de març de pesca marítima de l'Estat) i autonòmiques (Llei 6/2013 de 7 de novembre de pesca marítima, marisqueig i aqüicultura en les illes Balears) es poden veure molt limitades i fins i tot excloses d'àrees concretes amb l'objecte de recuperar les poblacions de certes espècies.

La zonificació dels llocs que han estat objecte d'estudi en aquest informe tècnic quedaria de la següent manera:

- I) **Zona de màxima protecció: ses Bledes.** Aquest espai hauria d'incloure les tres illes principals, na Plana, na Bosc, sa Gorra, i tots els esculls i illots adjacents (escull del

cap Vermell i escull de Tramuntana). Aquests llocs han presentat els menors valors de biomassa, molt lluny del seu gran potencial ecològic, es troben fortament sobreexplotats si tenim en compte el conjunt de peixos de major nivell tròfic, i a la seva vegada tenen un dèficit de reclutament de certes espècies, per la qual cosa la seva resiliència en front de l'explotació és baixa. A més a més, s'han descrit valors naturals paral·lels als dels peixos, com l'existència de comunitats coral·lígenes, de suspensívors singulars en el context geogràfic balear, i d'espècies dels annexes IV i V de la Directiva Hàbitats 92/43/CEE (Ballesteros *et al.*, 2007; 2010; Linares *et al.*, 2010). La recuperació de la ictiofauna i la salvaguarda de les comunitats i espècies bentòniques aconsellen prohibir qualsevol tipus de pesca en el seu interior, ja sigui professional, recreativa de superfície o submarina. En tot cas, i tenint en compte els usos recreatius que puguin posar en valor la reserva natural, es pot admetre l'activitat dels centres d'immersió a l'illot de sa Gorra, amb un nombre limitat d'immersions, i evitant hores properes a la sortida o a la posta del sol per tal de facilitar-ne la gestió.

- II) **Zona de protecció mitjana: es Vedrà i es Vedranell.** Per la seva proximitat geogràfica aquests illots formen una unitat de gestió, i vists els resultats de l'estudi, si l'objecte primordial és la conservació, és necessari prohibir la pesca submarina així com dur a bord qualsevol ormeig per a la seva pràctica. La ineficàcia de les mesures adoptades el 2005 quant a la regulació de peces i talles, ha quedat manifesta per la baixa abundància, biomassa i talla d'espècies que són especialment sensibles a aquesta modalitat de pesca (e.g. espècies de nivell tròfic elevat, i en particular els grans serrànids). La recuperació d'aquestes i altres espècies s'ha demostrat a altres AMPs amb fons rocosos abruptes on la pesca submarina s'ha prohibit, mentre que s'han permès altres modalitats de pesca recreativa i professional: casos de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera, de les zones profundes de la Reserva Marina del Nord de Menorca, que en ambdós casos comparteixen pesca recreativa de superfície i pesca professional (Coll *et al.*, 2016, 2018), i també en les zones d'ús moderat del Parc Nacional de Cabrera, on s'exerceix la pesca professional d'arts menors (Reñones *et al.*, 2001; García-Charton *et al.*, 2004; Coll *et al.*, en premsa). Els indicadors d'un bon estat de conservació necessiten recuperar-se en es Vedrà i es Vedranell, indrets d'alt valor ecològic, on la pesca submarina és incompatible amb la recuperació desitjada i amb activitats que posin en valor la pròpia reserva natural (educació

ambiental, busseig recreatiu, *fish watching*, *snorkel*, etc...) i que estan en els objectius del PORN.

Pel que respecta a altres modalitats de pesca que també poden afectar a les espècies objecte d'estudi, les regulacions que consideram més adients en aquests indrets són:

- Permetre la pesca professional d'arts menors a més de 200 m de la costa de es Vedrà i es Vedranell i, dins els límits de la reserva, tan sols amb els següents ormeigs:
 - Tremall de peix o sípia (màxim de 500 m per embarcació i dia, i malla ≥ 80 mm)
 - Tremall de llagosta (màxim de 500 m per embarcació i dia, i malla > 100 mm)
 - Xarxes molleres i gerreteres (màxim de 500 m per embarcació i dia, i malla de 45 mm)
 - Gerretera
 - Palangró (Màxim de 150 hams per embarcació i dia)
 - Curricà de fons
- Permetre la pesca recreativa d'embarcació a més de 200 m de la costa dels illots i, dins els límits de la reserva, tan sols amb els següents ormeigs:
 - Volantí tradicional (un volantí o canya per pescador) amb un màxim de 4 hams d'una amplada mínima de 7 mm i màxima de 10 mm. En el cas del raor, i sempre sobre fons arenosos, l'amplada mínima serà de 5,7 mm
 - Fluixa de superfície sense llast (2 línies per embarcació)
 - Potera per a calamars (1 potera per pescador)

En qualsevol cas i per a la modalitat de pesca recreativa de superfície estarà prohibit l'ús d'esca viva i d'ormeigs que no s'ajustin a les característiques tradicionals del volantí, la fluixa i la potera, restant prohibits, a mode d'exemple, les modalitats de *jigging* i d'*inchiku*.

Tant la pesca recreativa com professionals permeses s'hauran d'ajustar a les vedes establertes per la normativa pesquera autonòmica en referència a ormeigs i espècies concretes.

III) **Zona d'usos tradicionals professionals i recreatius permesos: sa Conillera, s'illa des Bosc i s'Espartar**

Aquests són els illots més propers a les costes de Sant Antoni; i constitueixen aleshores els indrets més susceptibles de suportar un ús més freqüent. La connexió amb els alguers de *Posidonia oceanica* i altres hàbitats soms costaners (veure Ballesteros *et al.*, 2007) que afavoreixen la presència de peixos juvenils, pot incrementar la seva resiliència en front de l'explotació si la gestió que se'n faci és ferma. Així mateix aquests illots poden constituir per si mateixos un indicador de l'acompliment del contracte social que l'Administració assoleix amb els usuaris un cop s'apliqui la normativa. Uns testimonis de l'acompliment de les mesures, els resultats de les quals poden donar continuïtat a l'ús pesquer o, per contra, conduir a una veda total futura en cas de no recuperar-se les espècies objectiu.

Si bé s'Espartar ha presentat uns resultats en part acceptables (biomassa total de peixos) en les seves aigües superficials, aquest no ha estat el cas de sa Conillera, ni el dels grans serrànids en ambdós llocs. Per aquest motiu, les regulacions pesqueres haurien de ser més restrictives que les vigents en l'actualitat. Així, a la zona de s'Espartar i de sa Conillera, la regulació recomanada és:

- Permetre la pesca professional d'arts menors a més de 150 m de la costa dels illots, dins els límits de la reserva, i tan sols amb els següents ormeigs:
 - Tremall de peix o sípia (màxim de 500 m per embarcació i dia, i malla ≥ 80 mm)
 - Tremall de llagosta (màxim de 500 m per embarcació i dia, i malla > 100 mm)
 - Xarxes molles i gerreteres (màxim de 500 m per embarcació i dia, i malla de 45 mm)
 - Gerretera
 - Palangró (Màxim de 150 hams per embarcació i dia)
 - Curricà de fons
- Permetre la pesca recreativa d'embarcació a més de 150 m de la costa dels illots i, dins els límits de la reserva, tan sols amb els següents ormeigs:
 - Volantí tradicional (un volantí o canya per pescador) amb un màxim de 4 hams, i una amplada mínima de 7 mm i màxima de 10 mm. En el cas del raor, i sempre sobre fons arenosos, l'amplada mínima serà de 5,7 mm.
 - Fluixa de superfície sense llast (2 línies per embarcació)
 - Potera per a calamars (1 potera per pescador)

- Permetre la pesca submarina amb les condicions de nombre de peces i talles legals per espècie ara vigents (veure pàgina 10 d'aquest informe), i amb la reducció de la captura total a 6 peces per pescador i dia, tot respectant el pes final de la captura que estableix la normativa pesquera al respecte: 5 kg i una peça (Decret 34/2014 d'1 d'agost).

Tant la pesca recreativa com professionals permeses s'hauran d'ajustar a les vedes establertes per la normativa pesquera autonòmica en referència a ormeigs i espècies concretes.

5. CONSIDERACIONS FINALS

La normativa que es proposa en aquest informe tècnic s'adapta als objectius del que és un espai protegit, on els requeriments de conservació, mesurats amb indicadors qualitatius i quantitatius, tenen un llindar superior respecte zones sense cap mena de protecció. La fallida en l'acompliment dels objectius de conservació amb la normativa que ha estat vigent fins ara, es deu sens dubte a una combinació de pesca intensa, pesca il·legal (degut al baix percentatge de talles per sobre de la talla legal de captura en alguns indrets), i d'un control insuficient per part de l'Administració. La consecució dels objectius de conservació necessita de l'establiment d'un tracte clar amb els usuaris implicats i d'un increment dels esforços de vigilància i control de l'activitat pesquera. Són necessaris més mitjans materials (embarcacions) i humans (tripulacions), amb major amplitud horària, amb capacitat inspeccional i sancionadora, amb l'establiment de protocols d'actuació consensuats amb altres cossos de guarderia, i amb major coordinació (guardes de pesca, inspectors de pesca, agents de medi ambient i SEPRONA). Aquesta passa és veu com a ineludible per assolir els estàndards de conservació marina a un dels espais marins protegits de major interès i potencial ecològic a la Mediterrània Occidental, tal com s'ha posat de manifest en el present i en altres estudis anteriors.

6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES CITADES AL TEXT

BALLESTEROS E; ZABALA, M; URIZ, A; GARCIA-RUBIES, A y X. TURON, 1993. El bentos: les comunitats. En: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Alcover, J.A; Ballesteros, E; Fornós, J. (Eds). CSIC-Edit.Moll, 687-730.

BALLESTEROS, E., E. CEBRIAN, C. LINARES, F. TOMÀS, M. GARCIA I X. TORRAS. 2010. Els fons marins dels Illots de Ponent: espècies, comunitats i cartografia bionòmica. Informe final. CSIC. Govern de les Illes Balears.

BALLESTEROS, E., P. LÓPEZ, A. GARCIA-RUBIES, C. LINARES, E. CEBRIÁN. 2007. Els fons marins des Vedrà i es Vedranell: espècies, comunitats i cartografia bionòmica. Centre d'Estudis Avançats de Blanes, CSIC. Govern de les Illes Balears.

BELL, J. D., G. J. S. CRAIK, D. A. POLLARD i B. C. RUSSELL. 1985. Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4: 41-44.

BELL, J.D. 1983. Effects of depth and marine reserve fishing restrictions on the structure of a rocky reef fish assemblage in the north-western Mediterranean sea. *Journal of Applied Ecology*, 20: 357-369.

BOX, A. 2011. Informe pesques experimentals Eivissa 2011. Informe tècnic de la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears. 84 pàgines.

CADDY J. F i R. MAHON. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 347. Rome, FAO, 83 pp.

CARDONA, L., M. SALES, D. LÓPEZ. 2007. Changes in fish abundance do not cascade to sea urchins and erect algae in one of the most oligotrophic parts of the Mediterranean. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 72: 273-282.

COLL, J. G. MOREY, O. NAVARRO i G. MUCIENTES. 2018. La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018. Informe Tècnic de la Direcció General de Pesca i Medi Marí-Govern de les Illes Balears-Tragsatec 58 pàgines.

COLL, J., A. GARCIA-RUBIES, G. MOREY and A. M. GRAU. 2012. The carrying capacity and the effects of protection level in three MPAs in the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 76(4): 809-826.

COLL, J., A. GARCIA-RUBIES, G. MOREY, O. NAVARRO, S. MARTINO, F. RIERA y A.M. GRAU. 2007. The North of Minorca Marine Reserve (W Mediterranean) as a tool for a sustainable management of natural resources. The case of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). 2nd Symposium on Mediterranean Groupers. Francour, P., Gratiot, J (eds). Nice, May 10th-13th 2007. Pag: 55-57.

COLL, J., A. GARCIA-RUBIES, G. MOREY, O. REÑONES, D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI, O. NAVARRO i A. M. GRAU. 2013. Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(3): 578-590.

COLL, J., A. GARCÍA-RUBIES, J. MORANTA, S. STEFANNI & B. MORALES-NIN. 1999. Efectes de la prohibició de la pesca esportiva sobre l'estructura poblacional de l'anfós (*Epinephelus marginatus* Lowe, 1834. Pisces, Serranidae) en el Parc Nacional de Cabrera. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 125-138.

COLL, J., G. MOREY i O. NAVARRO. 2016. La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera. Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2016. Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears. Tragsatec. 78 pàg.

COLL, J., O. REÑONES, J. MORANTA, D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI i L. CARDONA. *En premsa*. Els peixos dels fons durs infralitorals de l'Arxipèlag de Cabrera. Efectes dels 25 anys de Parc Nacional. Monografia de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears.

DESSE, I i N. DESSE-BERSET. 1998. Préhistoire du mérou. Mémoires de l'Institut Océanographique Paul Ricard. Symposium International sur les Mérous de Méditerranée, Novembre 1998, Embiez, France. Pàgines 45-57.

EDGAR, G. J., R. D. STUART-SMITH, T. J. WILLIS et al., 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *NATURE*, 596. Doi: 10.1038/nature13022.

FRANCOUR, P. 1991. The effect of protection level on a coastal fish community at Scandola, Corsica. *Rev. Ecol (Terre Vie)*, 46: 65-81.

FROESE, R i D. PAULY. 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.

GARCÍA-CHARTON, J.A., A. PÉREZ-RUZAFÀ, P. SÁNCHEZ-JEREZ, J.T. BAYLE-SEMPERE, O. REÑONES and D. MORENO. 2004. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Marine Biology*, 144: 161-182.

GARCIA-RUBIES, A & MACPHERSON, E. 1995. Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Marine Biology*, 124: 35-42.

GARCIA-RUBIES, A & ZABALA, M. 1990. Effects of total fishing prohibition on the rocky fish assemblages of Medes Islands marine reserve (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, 54: 317-328.

GARCIA-RUBIES, A. , E. BALLESTEROS, E. HEREU i C. LINARES. 2010. Estudi de la biodiversitat íctica a les Reserves Naturals des Vedrà, es Vedranell i els Illots de Ponent. Departament d'Ecologia — Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Govern de les Illes Balears. Inèdit.

GARCIA-RUBIES, A. 1993. Distribució batimètrica dels peixos litorals de substrat rocós a l'illa de Cabrera. En: Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera. J.A. Alcover., E. Ballesteros., J.J Fornós (eds.).

GOÑI, R., S. ADLERSTEIN, D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI, A. FORCADA, O. REÑONES, G. CRIQUET, S. POLTI, G. CADIOU, C. VALLE, P. LENFANT, P. BONHOMME, A. PÉREZ-

- RUZAFÀ, J.L. SÁNCHEZ-LIZASO, J.A. GARCÍA-CHARTON, G. BERNARD, V. STELZENMÜLLER AND S. PLANES. 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*. 366: 159-174.
- GRAU, A. M., J. MAYOL, J. OLIVER, F. RIERA i I. RIERA. 2015. Llibre vermell dels peixos de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Govern de les Illes Balears. 150 pp.
- GRAU, A.M. 2008. Recreational maritime fishing in the Balearic Islands: Tradition and future. In: The Mediterranean Fisheries Sector. CIHEAM. Pàg. 113-121.
- GREENE L. E., ALEVIZON W. S. 1989. Comparative accuracies of visual assesment methods for coral reef fishes. *Bull. Mar. Sci.* 44: 899-912.
- GUIDETTI, P & E. SALA. 2007. Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 335: 43-56.
- GUIDETTI, P., P. BAIATA, E. BALLESTEROS, A. DI FRANCO, B. HEREU, E. MACPHERSON, F. MICHELI, A. PAIS, P. PANZALIS, A. A. ROSEMBERG, M. ZABALA & E. SALA. 2014. Large-scale asesment of Mediterranean marine protected áreas effects on fish assemblages. *PLOS ONE*, 9(4) e91841.
- HARMELIN, J-G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rochouse protégée en Méditerranée (Parc national de port Cros, France). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 8: 263-284.
- HARMELIN-VIVIEN, M.L., HARMELIN, J.G., CHAUVET, C., DUVAL, C., GALZIN, R., LEJEUNE, P., BARNABE, G., BLANC, F., CHEVALIER, R., DUCLERC, J y G. LASSERRE, 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol (Terre Vie)*. 40: 467-539.
- HUDSON, E., G. MACE, J. BAILLIE, J. SOBEL, A. PUNT, C. SAFINA, A. VINCENT, C. ROBERTS, Y. SADOVY & H. HALL. 1996. Threatened fish? Initial Guidelines for applying the IUCN Red List Criteria to Marine Fishes. *IUCN/WWF/ZSL Workshop on Marine Fish and the IUCN Red List of Threatened Animals, London, May 1996*.
- LINARES, C., E. CEBRIÁN i D. DÍAZ. 2007. Estudi de les poblacions de la gorgònia *Paramuricea clavata* a les Reserves Naturals des Vedrà, es Vedranell i els illots de Ponent. Departament d'Ecologia — Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Govern de les Illes Balears. Inèdit.
- LUCKHURST B. E i K. LUCKHURST. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol.* 49: 317-323.
- MALLOL, S & R. GOÑI. 2004. Seguimiento de las pesquerías (Punto Cero) en el ámbito de la futura Reserva Marina de Cala Rajada (Mallorca). IEO-COB y SGP. M/PESCALA I/04-1, 129 pp.
- MASSUTI, M. 1989. El libro azul de la pesca balear. Direcció General de Pesca i Cultius Marins. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Govern Balear. Palma, 253 pàg.

MAYOL, J. GRAU, A.M., RIERA, F & OLIVER, J. 2000. Llista vermella dels peixos de les Balears. Quadern de pesca nº 4. 126 pp. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Govern de les Illes Balears.

MOREY, G., COLL, J., NAVARRO, O. i F. VERGER. 2018. Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Juliol de 2018. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 76 pàgines.

MOREY, G., MARTÍNEZ, M., MASSUTI, E. i MORANTA, J. 2003. The occurrence of white sharks, *Carcharodon carcharias*, around the Balearic Islands (western Mediterranean Sea). *Environmental Biology of Fishes*, 68: 425-432.

PAULY, D., CHRISTENSEN, V., DALSGAARD, J., FROESE, R i TORRES, F. Jr. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279: 860–863.

PÉRÈS, J. M i J. PICARD. 1964. Nouveau manuel de bionomie bentique de la Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31: 1-137.

PRATO, G., P. GUIDETTI, F. BARTOLINI, L. MANGIALAJO i P. FRANCOUR. 2013. The importance of high-level predators in marine protected area management: Consequences of their decline and their potential recovery in the Mediterranean context. *Advances in Oceanography and Limnology*, 4 (2): 176–193.

PRATS-RAMON, V. 2014. Cap a una futura reserva marina als illots de Ponent, es Vedrà i es Vedranell. *RACO (Revistes Catalanes amb Accés Obert); Eivissa*, 56: 27-35.

QUETGLAS, A., G. MERINO, F. ORDINES, B. GUIJARRO, A. GARAU, A. M. GRAU, P. OLIVER, E. MASSUTÍ. 2016. Assessment and management of western Mediterranean small-scale fisheries. *Ocean and Coastal Management*, 133: 95-104.

REÑONES, O., GOÑI, R., POZO, M. and S. DEUDERO. (2001) Effects of the cessation of fishing in protected areas of the Cabrera Archipelago National Park: Results of species of the Serranidae and Sparidae families. *Actas de las I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas*. Secretaría General de Pesca, Publicaciones Especiales: 197-216.

REÑONES, O., R. GOÑI, J.L. FERNÁNDEZ, X. MAS and M. POZO. 2004. Small-scale fisheries in Cabrera Archipelago National Park (W Mediterranean): identification of fishing métiers. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 37: 426.

REÑONES, O., R. GOÑI, M. POZO, S. DEUDERO & J. MORANTA. 1998. Effects of protection on the demographic structure and abundance of *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). Evidence from Cabrera Archipelago National Park (West – central Mediterranean). *Mémoires de l'Institut océanographique Paul Ricard*. Symposium International sur les Mérous de Méditerranée, novembre 1998, Embiez, France. Pages 155-164.

ROS, J. D., I. OLIVELLA i J. M. GILI. 1984. Els Sistemes Naturals de les Illes Medes. Arxius de la Secció de Ciències 73. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 828 pp.

SALA, E. 2004. The past and present topology and structure of Mediterranean subtidal rocky-shore food webs. *Ecosystems*, 7: 333-340.

SALA, E., E. BALLESTEROS, P. DENDRINOS, A. DI FRANCO, F. FERRETTI, D. FOLEY, S. FRASCHETTI *et al.* 2012. The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *Plos One* 7(2): e32742. doi: 10.1371/journal.pone.0032742.

SALE, P. F i B. J. SHARP.1983. Correction for Bias in Visual Transect Censuses of Coral Reef Fishes. *Coral Reefs*, 2: 37-42.

SAMOILYS, M i G. CARLOS. 1992. Development of an underwater visual census method for assessing shallow water reef fish stocks in the south west Pacific. Queensland Department of Primary Industries Northern Fisheries Centre PO Box 5396 Cairns Queensland 4870 Australia. 99 pp.

THIBAUT, T., A. BLANFUNÉ, C. F. BOUDOURESQUE, S. PERSONNIC, S. RUITTON, E. BALLESTEROS, D. BELLAN-SANTINI, C. N. BIANCHI, S. BUSSOTTI, E. CEBRIAN, A. CHEMINÉE, J-M. CULIOLI, S. DERRIEN-COURTEL, P. GUIDETTI, M. HARMELIN-VIVIEN, B. HEREU, C. MORRI, J-C. POGGIALE, M. VERLAQUE. 2017. An ecosystem-based approach to assess the status of Mediterranean algae-dominated shallow rocky reefs. *Marine Pollution*, 117: 311-329.

UNDERWOOD, A.J., 1997. Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press. Cambridge. 504 pp

VÁZQUEZ-LUIS M., ÁLVAREZ E., DÍAZ D., ORDINAS F., HERNÁNDEZ C., SILVA L., BERNAL A., MAYOL E., VERGER X., DEUDERO, S. 2018. Informe de resultados campaña piloto INFRAROCK 2016. Instituto Español de Oceanografía – Centro Oceanográfico de Baleares. 146 pp.

WORM, B., R. HILBORN, J. K. BAUM, T. A. BRANCH, J. S. COLLIE, C. COSTELLO, M. J. FOGARTY, E. A. FULTON, J. A. HUTCHINGS, S. JENNINGS, O. P. JENSEN, H. K. LOTZE, P. M. MACE, R. R. McCLANAHAN, C. MINTO, S. R. PALUMBI, A. M. PARMA, D. RICHARD, A. A. ROSEMBERG, R. WATSON and D. ZELLER. 2009. Rebuilding Global Fisheries. *Science*. 325: 578-585.

ZAR J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Inc. New Jersey.