



G CONSELLERIA
O MEDI AMBIENT,
I AGRICULTURA
B I PESCA



XARXA DE MONITORATGE DE LA POSIDÒNIA DE LES ILLES BALEARS

Informe final del període 2017–2019







Autora:

Elena Burgos Juan

Tragsatec, Grupo Tragsa.

Amb la col·laboració de María del Mar Gil Oviedo

Responsable:

Antoni M. Grau Jofre

Servei de Recursos Marins, Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació, Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

ÍNDEX

0. RESUM.....	5
1. INTRODUCCIÓ	6
1.1. Importància biològica i ecològica	6
1.2. Amenaces i protecció	7
1.3. La Xarxa de Monitoratge	8
1.4. Objectius	10
2. METODOLOGIA.....	12
2.1. Estacions mostrejades	12
2.2. Mostreig	19
2.3. Descriptors de l'estat ecològic de les praderies	19
2.3.1. Densitat de feixos	19
2.3.2. Cobertura de la praderia.....	20
2.3.3. Densitat global	20
2.3.4. Nacres (<i>Pinna nobilis</i>).....	21
2.3.5. Algues invasores i <i>Caulerpa prolifera</i>	21
2.3.6. El medi físic: temperatura.....	22
2.4. Xarxa de voluntaris.....	23
2.4.1. Centres voluntaris.....	23
2.4.2. Formació de bussejadors voluntaris.....	23
2.5. Tractament i presentació de dades	25
2.5.1. Valors de referència	25
2.5.2. Diferències entre estacions i subestacions	27
2.5.3. Anàlisis temporals	27
3. RESULTATS	29
3.1. Referències internes	29
3.2. Estat actual	31
3.2.1. Estructura de la praderia: Densitat, cobertura, densitat global	31
3.2.2. <i>Pinna nobilis</i>	52
3.2.3. Algues invasores i <i>Caulerpa prolifera</i>	53
3.2.4. Temperatura.....	57



3.3.	Anàlisi temporal.....	58
3.3.1.	Regressions.....	58
3.3.2.	Variació neta des de l'inici del monitoratge	77
4.	DISCUSSIÓ	80
4.1.	Aspectes metodològics	80
4.1.1.	Estacions de mostreig.....	80
4.1.2.	Descriptors de l'estat ecològic de les praderies	81
4.1.3.	Referències.....	82
4.1.4.	Anàlisi temporal	82
4.2.	<i>Pinna nobilis</i>	83
4.3.	Algues invasores i <i>Caulerpa prolifera</i>	83
4.4.	Temperatura.....	84
4.5.	Estat general	84
4.6.	Estudi de les amenaces	91
4.7.	Punts forts, punts febles i oportunitats de la Xarxa de Monitoratge	96
5.	DIFUSIÓ DEL PROJECTE.....	97
5.1.	Pàgina web	97
5.2.	Xarxes socials	98
5.3.	Comunicacions a la premsa	98
5.4.	Jornades de medi ambient	99
5.5.	Identitat gràfica i marxandatge	100
6.	PERSPECTIVES DE FUTUR	101
7.	CONCLUSIONS	104
8.	BIBLIOGRAFIA.....	105
9.	ANNEX 1	109
10.	ANNEX 2.....	117
11.	ANNEX 3.....	118

0. RESUM

Aquest informe recull i sintetitza les tasques realitzades i els resultats obtinguts en el marc de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia de les Illes Balears entre els anys 2017 i 2019. L'objectiu general de la Xarxa és la determinació de l'estat de conservació de les praderies de posidònia de les Balears, incloent la descripció i avaluació de les tendències temporals en l'estat de les praderies de les diferents localitats. La Xarxa de Monitoratge es va posar en marxa per la Direcció General de Pesca i Medi Marí l'any 2002, va ser interrompuda l'any 2012 i recuperada l'any 2017 gràcies al finançament provinent de l'Impost de Turisme Sostenible. Des del seu inici, el funcionament de la Xarxa sempre ha estat possible gràcies de la implicació voluntària de diverses institucions, clubs de busseig i grups de bussejadors.

La metodologia es basa en el seguiment periòdic de 39 estacions fixes (36 establertes durant el primer període i 3 de nou establiment) distribuïdes entorn les principals illes de l'arxipèlag Balear. De la planta Posidonia oceanica, es mesuren la densitat de feixos i la cobertura del substrat disponible. Addicionalment, es registra la presència de la nacra Pinna nobilis i de diferents espècies d'algues invasores, i es prenen mesures continuades de la temperatura de l'aigua.

Les densitats màximes es varen donar a Son Bou (Menorca) i Cala Lliteras (Mallorca), prenent valors per sobre dels 1100 feixos/m². Els valors mínims, d'entre 270 i 300 feixos/m², es varen donar a Cala Figuera (Mallorca) i Fornells (Menorca). Els valors màxims de cobertura, entre 60 i 70%, es varen enregistrar a Son Bou, Tirant (Menorca) i Caló de s'Oli (Formentera). Els valors mínims, entre 10 i 20%, es varen enregistrar a Fornells, Cala Sant Esteve, Cala Blanca (Menorca) i Illot d'en Caragoler (Eivissa). Es varen detectar algues invasores a tot l'arxipèlag, sobretot les espècies Acrothamnion preisii i Caulerpa cylindracea. Pel que fa a la nacra Pinna nobilis, només es varen detectar individus morts en moments i llocs puntuals. Les tendències temporals entre l'inici del monitoratge i l'actualitat varen ser positives o estables en la gran majoria de les estacions, tant de la densitat com de la cobertura. Considerant el conjunt dels resultats obtinguts, es va definir un estat general de conservació per a cada estació, que va ser bo o molt bo a 27 estacions, regular a 9 estacions i dolent a 3 estacions. La majoria d'estacions en estat regular es concentren als costats sud i oest de Mallorca, on també es troben les estacions en estat dolent (Puigderrós, Illa del Sec somera, i Portopetro).

En conclusió, els resultats mostren que, en general, l'estat de conservació de les praderies de posidònia de les Illes Balears és bo, encara que no òptim. En un futur, les prioritats haurien de ser controlar l'estat de les estacions pitjor conservades actualment, avaluar l'evolució d'aquelles que han presentat tendències temporals negatives en l'abundància de posidònia i parar especial atenció a l'augment de la temperatura de l'aigua i el seus possibles efectes.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Importància biològica i ecològica

Les praderies de posidònia són praderies submarines mil·lenàries formades per la fanerògama marina *Posidonia oceanica*, endèmica a la mar Mediterrània. Aquestes praderies són l'ecosistema predominant sobre fons d'arena cobrint una extensió total d'uns 50.000 km² (Béthoux i Copin-Montégut, 1986). A les Illes Balears, aquest hàbitat ocupa més de 460 km² a les aigües costaneres (Vaquer-Sunyer i Barrientos, 2020) (fig. 1).

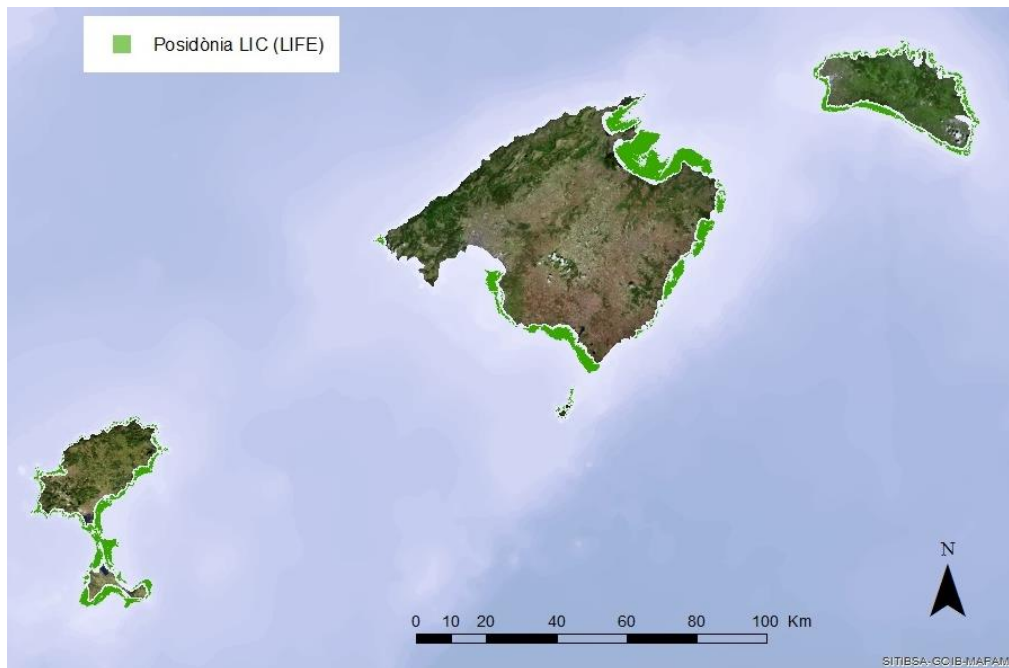


Figura 1. Distribució de les majors praderies de *Posidonia oceanica* a les costes de les Illes Balears. Existeixen també nombroses praderies de petita extensió que no apareixen a la cartografia. Font: SITIBSA, GOIB.

A més de la seva gran extensió, les praderies de posidònia tenen una extraordinària importància biològica i ecològica. Aquestes proporcionen protecció a la zona costanera amb l'esmortiment de l'acció de l'onatge, ja que absorbeixen l'energia de les ones reduint la taxa d'erosió de sediments fins a 4-6 vegades més que a zones amb absència de praderies (Boudouresque i Meinesz, 1982; Fonseca i Fisher, 1986; Gacia i Duarte, 2001). A més, les praderies capten i retenen sediments minimitzant la seva pèrdua mar endins (Scoffin, 1970), i fins i tot, intervenen en la producció sedimentària, ja que els organismes calcaris que viuen sobre les fulles són arrossegats i depositats a les platges (Jaume i Fornós, 1992). La producció de sediments ha estat estimada en uns 65 g de carbonats per m² de praderia i per any (Canals i Ballesteros, 1997). Per altra banda,

les praderies, a través de l'activitat fotosintètica, contribueixen a la producció d'O₂ i a la captació de CO₂. Aquestes generen entre 4 i 20 litres diaris d'oxigen per cada m², constituint una de les fonts d'oxigenació més importants de la mar Mediterrània (WWF/Adena, 2000). Mitjançant la producció primària, les praderies produeixen una mitjana de 38 tones de biomassa en pes sec per hectàrea (Boudouresque i Meinesz, 1982). D'aquesta manera, capten una gran quantitat de diòxid de carboni, i per tant, funcionen com a element mitigador del canvi climàtic, contribuint alhora al compliment de l'Acord de París adoptat el 12 de desembre de 2015 per la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, ratificat per l'Estat espanyol el 23 de desembre de 2016 (BOE de 2 de febrer de 2017). Finalment, les praderies de posidònia formen uns dels ecosistemes més biodiversos de la mar Mediterrània, amb més de 400 espècies vegetals i 1.000 d'animals que les habiten (WWF/Adena, 2000). Les praderies són importants zones de reproducció, posta i reclutament per moltes espècies, proporcionen refugi i són un important recurs alimentari per diferents animals (Barbier, 2017).

1.2. Amenaces i protecció

Degut a la seva localització costanera, les praderies de posidònia es troben exposades a un conjunt heterogeni d'impactes antropogènics, tant directes (danys causats per l'ancoratge d'embarcacions o destrucció per construccions a la costa, per exemple) com indirectes (alteracions ambientals com augment de la turbulència o de la temperatura de les aigües) (Boudouresque *et al.*, 2009; Marbà i Duarte, 2010; Jordà *et al.*, 2012). Aquests impactes han causat la degradació o la pèrdua total de grans extensions de praderies de posidònia a la Mediterrània (Marbà *et al.*, 2014; Telesca *et al.*, 2015). L'eliminació de les pertorbacions i la recuperació de les condicions ambientals permetria la recuperació local de les praderies, no obstant, el lent creixement vegetatiu i la floració irregular de *Posidonia oceanica* determinen que la capacitat de recuperació natural de les praderies pertorbades sigui molt limitada (Ott, 1980; Díaz-Almela *et al.*, 2006; de los Santos *et al.*, 2019).

Degut al seu gran valor ecològic i patrimonial i a la seva vulnerabilitat, les praderies de posidònia estan identificades com a hàbitat prioritari a conservar (mitjançant els anomenats Llocs d'Importància Comunitària o LIC) dins del territori de la Unió Europea segons la Directiva d'Hàbitats (92/43/CEE). A més, el Reglament de Pesca de la Unió Europea per la Mediterrània (Reglament UE núm. 1967/2006), prohibeix expressament la pesca d'arrossegament damunt de les praderies de fanerògames marines. A Espanya, la Directiva d'Hàbitats va ser adaptada al Reial Decret 1997/1995 (7 de desembre de 1995) on es consideren les praderies com a sistemes a conservar, establint mesures per garantir la biodiversitat. Més tard, el Real Decret 139/2011 per al desenvolupament de la Llista d'espècies silvestres en règim de protecció especial i del Catàleg espanyol d'espècies amenaçades va incloure la *Posidonia oceanica*, implicant l'obligació d'aplicar-se l'article 61 de la llei 42/2007 del patrimoni natural i de la biodiversitat. A les Illes Balears, la Comunitat Autònoma té competència exclusiva en matèria de protecció del medi ambient,

ecologia i espais naturals protegits, sense perjudici de la legislació bàsica de l'Estat, com també en normes addicionals de protecció del medi ambient (Article 30.46 de l'Estatut d'Autonomia de les Illes Balears). Per aquest motiu, la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca va activar recentment el Decret 25/2018 (27 de juliol de 2018), destinat a garantir la conservació de la *P. oceanica* i les comunitats biològiques de que forma part, a l'àmbit de les Illes Balears.

1.3. La Xarxa de Monitoratge

Els programes de monitoratge dirigits a determinar l'estat de conservació i l'evolució dels ecosistemes que conformen el nostre patrimoni natural són una peça fonamental per a l'adequada gestió d'aquest patrimoni (Serrano *et al.*, 2012). A més, avaluacions periòdiques de l'estat dels ecosistemes permeten avaluar també els efectes de les mesures dirigides a la seva protecció i adaptar la gestió per respondre eficaçment a les diferents realitats que sorgeixen a diferents escales temporals i espacials.

S'ha de tenir en compte que el reconeixement de les praderies de posidònia com a habitat prioritari i la legislació per a la seva protecció no suposen la desaparició de les pressions sobre aquests ecosistemes. La pressió exercida pels fondejos d'embarcacions d'esbarjo, l'alteració de la qualitat de les aigües per presència de emissaris de dessaladores o d'aigües residuals i els possibles efectes de l'escalfament de les aigües, són amenaces que encara poden afectar l'estat de les praderies de les Balears.

Per tant, el monitoratge de les praderies de posidònia resulta essencial per proveir informació fiable sobre el seu estat de conservació i els canvis que es produeixen al llarg del temps, a més de poder utilitzar el seu estat de conservació com a indicador de l'estat de tot l'ecosistema litoral en general. El monitoratge també permet investigar les causes de millora i empitjorament de la qualitat de les praderies i l'avaluació i determinació de mesures per a la seva gestió.

Per aquests motius, l'any 2002, el Govern Balear mitjançant la Direcció General de Pesca i Medi Marí, va posar en marxa la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia a les Illes Balears. Aquesta xarxa va estar funcionant durant deu anys i va permetre conèixer l'estat de salut de les praderies i la seva evolució durant aquest període. Malauradament, els treballs duts a terme en el marc de la Xarxa de Monitoratge es varen interrompre l'any 2012 per diversos motius relacionats amb la crisi econòmica que afectava a tot l'estat espanyol en aquell moment. L'any 2017, gràcies al finançament provinent de l'Impost de Turisme Sostenible, va ser possible reprendre les activitats de monitoratge. Tan en el primer període com en l'actualitat, el bon funcionament de la Xarxa de Monitoratge depenia, i depèn, de la implicació de diverses institucions, clubs de busseig i grups de bussejadors voluntaris, és a dir, de la consciència i participació ciutadana.

Tant la instal·lació de la Xarxa de Monitoratge com les metodologies emprades es basen en diferents estudis desenvolupats a Espanya i a altres països (Muñoz-Ramos *et al.*, 1999; Díaz-Almela i Marbà, 2009; Romero *et al.*, 2016). La Xarxa es compon de diverses estacions de mostreig fixes

on es controlen periòdicament una sèrie de paràmetres descriptors de l'estat de les praderies. De la planta *Posidonia oceànica*, es mesuren la densitat de feixos (agrupacions de fulles), la cobertura del substrat disponible i la presència de fruits i flors. Pel que fa a altres organismes, es controla la presència de nacres vives i mortes, i la presència d'algues invasores i d'algues autòctones indicadores de degradació. Addicionalment, es prenen mesures continuades de la temperatura de l'aigua, que pot ser condicionant per al creixement, la mortalitat i la floració de les praderies (Díaz-Almela *et al.*, 2007; Marbà i Duarte, 2010; Jordà *et al.*, 2012) i pot facilitar l'arribada i expansió d'espècies exòtiques.



Figura 2. Voluntaris prenent mesures a una praderia de posidònia. Fotografia: Joc de Volt.

La densitat de feixos i el grau de cobertura de la praderia permeten caracteritzar fàcilment l'estructura del dosser foliar, la qual es troba íntimament lligada a les funcions ecosistèmiques d'emmagatzemament de carboni, producció primària, provisió d'hàbitat, etc. Densitat i cobertura són, de fet, paràmetres àmpliament estudiats i acceptats com a indicadors de l'estat de conservació de les praderies (Pergent *et al.*, 1995; Pergent-Martini i Pergent, 1996; Renom *et al.*, 1998; Marbà *et al.*, 2015 ; Hereu *et al.*, 2016).

Les nacres de l'espècie *Pinna nobilis* són mol·luscs bivalves endèmics de la Mediterrània i l'estat de les seves poblacions s'ha utilitzat freqüentment com a indicador de l'estat de conservació de les praderies (Guallart i Templado, 2012). Malauradament, en els darrers anys aquestes poblacions estan sent afectades per la infecció d'un paràsit que està produint pràcticament un 100% de mortalitat a la conca oest de la Mediterrània. Per aquest motiu, la localització i recompte d'individus vius i morts és una feina crucial per avaluar l'estat de les poblacions i els efectes de la infecció a les Illes Balears.

Les algues invasores, detectades a la conca Mediterrània en les darreres dècades, poden competir amb la posidònia per l'espai i altres recursos i, per tant, posar en risc la integritat de les praderies (De Villèle i Verlaque, 1995; Ballesteros *et al.*, 2007). La vigilància d'aquestes espècies permet avaluar-ne l'expansió i impacte. Per altra banda, s'ha descrit que les praderies sanes són millor competidores i, per aquest motiu, tant la presència d'algues invasores com la presència de determinades algues autòctones amb estratègies de vida oportunistes, poden ser indicadors de degradació de les praderies (Montefalcone *et al.*, 2007).

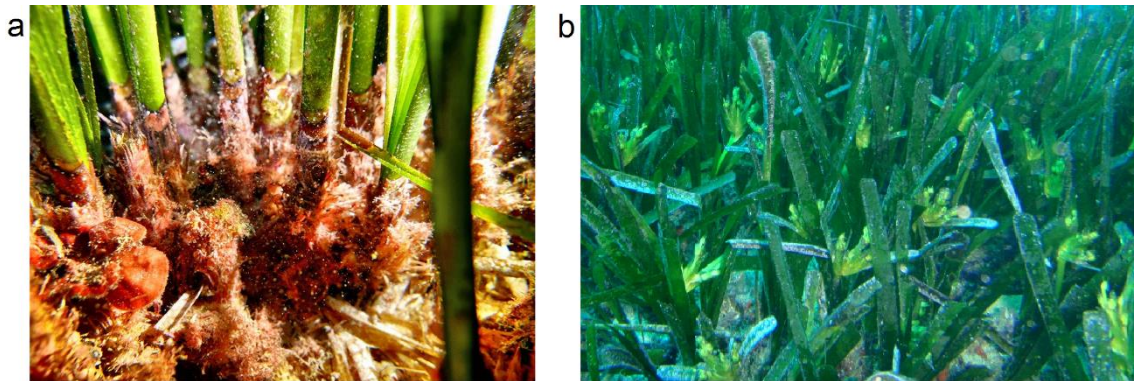


Figura 3. Detall de feixos (a) i flors (b) de *Posidonia oceanica*.

Els resultats obtinguts durant el període 2017-2019 de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia s'han publicat en 4 documents, 3 memòries anuals (Gil, 2017; Gil, 2018; Gil, 2019) i aquest informe final.

1.4. Objectius

L'any 2017, la Direcció General de Pesca i Medi Marí (Govern de les Illes Balears) es va plantejar l'objectiu de recuperar la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia com a eina fonamental per a la conservació de les praderies de posidònia de les Balears. El monitoratge s'ha pogut mantenir, de moment, fins a l'any 2019.

Des del seu inici, la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia es va establir per a determinar l'estat de conservació de les praderies de posidònia de les Balears a escala local i regional, descriure i avaluar les tendències temporals, relacionar els resultats amb les pressions antropogèniques i avaluar l'efectivitat de les mesures implementades per a la protecció de les praderies. Els objectius concrets del període 2017-2019 varen ser:

- Reprendre les relacions amb els grups de voluntaris que varen participar a la Xarxa anteriorment i també establir noves relacions per tal de reprendre les feines de camp periòdiques a les estacions establertes al període 2002-2012.



- Recopilar noves dades a les mateixes estacions per a ser comparades amb la sèrie temporal existent i conèixer la tendència de l'estat de conservació a nivell d'estació, d'illa i d'arxipèlag.
- Determinar l'estat de salut de les praderies en l'actualitat, explorar les causes considerant l'història i les característiques de les diferents estacions i detectar punts prioritaris d'actuació.
- Aconseguir informació complementària a altres estudis sobre l'estat de les poblacions de nacres a les Balears.
- Iniciar el monitoratge de la presència d'algues invasores associades a les praderies.
- Iniciar el monitoratge de la temperatura de l'aigua, mitjançant mesures *in situ*, per a la caracterització del medi físic.
- Continuar construint una sèrie temporal de dades robusta que permeti avaluar l'evolució de les praderies en el futur.

2. METODOLOGIA

2.1. Estacions mostrejades

El primer pas per a la reactivació de la Xarxa de Monitoratge va ser la recopilació de la informació existent. Gràcies al Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí, es va recuperar la localització de les estacions de mostreig establertes en el període 2002-2012 i es pogueren recopilar i analitzar una gran quantitat de dades i documents generats en aquell període. L'any 2012 hi havia un total de 36 estacions en funcionament distribuïdes a les costes de les Illes Balears (fig. 4). A l'illa de Mallorca hi havia localitzades 18 estacions, a Menorca hi havia 14 estacions dividides en 35 subestacions, ja que la disponibilitat de recursos va permetre que a Menorca cada estació es mostregés a diferents fondàries, a l'illa d'Eivissa es localitzaven 2 estacions i a Formentera 2 estacions més. Una estació, a Port Adriano (Mallorca), va desaparèixer amb les obres d'ampliació del port que es varen dur a terme l'any 2012. Els detalls i els anys de mostreig de cada estació es poden consultar a la taula 1.

L'any 2017, es va reactivar la Xarxa i es va recopilar la informació existent sobre el període 2002-2012. Per raons logístiques i burocràtiques, les tasques de camp es varen veure limitades al monitoratge de tres estacions, dues a Mallorca i una a Formentera, totes tres recuperades de l'antiga Xarxa. L'any 2018, es varen mostrejar un total de 19 estacions, 1 ja monitoritzada l'any 2017 (Mallorca), 16 estacions recuperades per primera vegada de l'antiga Xarxa (2 a Eivissa, 5 a Menorca i 9 a Mallorca), i 2 de nou establiment per a una millor representació del sud de Mallorca. L'any 2019, es varen mostrejar un total de 27 estacions, donant prioritat a les estacions encara no recuperades de l'antiga Xarxa i a les no monitoritzades l'any 2018. L'any 2019 es varen recuperar 17 estacions de l'antiga Xarxa (1 a Formentera, 7 a Mallorca i 9 a Menorca, a on es varen mantenir les subestacions), es va continuar el monitoratge de 9 estacions ja recuperades (1 a Formentera, 1 a Menorca i 7 a Mallorca) i es va establir una nova estació a l'oest de Mallorca. Les estacions de Menorca es varen recuperar amb les seves subestacions en tots els casos. Els detalls i els anys de mostreig de totes les estacions i subestacions es detallen a la taula 1 i la seva localització es mostra a la figura 4.

En el procés de recuperació de les estacions no sempre va ser possible mostrejar exactament a les mateixes fondàries mostrejades al període 2002-2012. Quan les fondàries mitjanes dels dos períodes de temps són iguals o varien fins a 3 metres, es consideren completament comparables (aquesta variació pot donar-se a un mateix transsecte o entre transsectes). Només es casos puntuals, la variació de la fondària mitjana va ser major de 3 metres (valors ressaltats a la taula). En aquests casos s'han realitzat també les anàlisis temporals de les dades però aquestes han de ser interpretades amb precaució. En el cas de Fornells III, s'ha de considerar que els resultats dels dos períodes no són comparables, es poden considerar dos subestacions diferents ja que la variació de la fondària és de 15m. A l'apartat de resultats es detalla cada cas.



Taula 1. Informació detallada de totes les estacions i subestacions de la Xarxa de Monitoratge. S'indiquen les fondàries mitjanes (m) als diferents períodes de la Xarxa i, amb creus, els anys en que ha estat mostrejada cada estació i subestació.

Codi	Nom estació	Illa	Localitat	Fond. 2002-2012	Fond. 2017-2019	Coordenades		Any													
						N	E	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2017	2018	2019
1	Cala Marmacen	Mallorca	Andratx	15	14	39° 32.143'	2° 22.607'	X	X	X		X	X	X		X					X
2	Caló de la Reina	Mallorca	Llucmajor	5	4	39° 29.617'	2° 44.316'	X	X	X			X								X
3	Portocristó	Mallorca	Manacor	5	5	39° 32.123'	3° 20.381'	X	X	X										X	X
4	Cala Figuera	Mallorca	Calvià	17	19	39° 27.830'	2° 31.369'	X	X	X		X	X		X	X				X	X
5	Es Caló	Mallorca	Artà	4	5	39° 46.423'	3° 20.022'		X	X										X	X
6	S'Estanyol	Mallorca	Llucmajor	5	5	39° 21.453'	2° 55.045'		X	X		X	X	X		X					X
7	Cala Tuent	Mallorca	Escorca	10	5	39° 50.476'	2° 46.533'		X	X		X		X							X
8	Puigderros	Mallorca	Llucmajor	9	7	39° 26.021'	2° 44.692'		X	X		X	X	X		X				X	
9	Cala Matzoc	Mallorca	Artà	10	6	39° 45.605'	3° 24.392'		X	X			X							X	
10	Caló des Monjo	Mallorca	Calvià	10	10	39° 31.706'	2° 25.882'		X	X		X	X	X						X	X
11	Port Adriano	Mallorca	Calvià	17	-	39° 29.220'	2° 28.550'			X			X	X	X						
12	Cala Llúter	Mallorca	Capdepera	10	10	39° 43.263'	3° 27.685'		X	X			X							X	X
13	Cala Murta	Mallorca	Pollença	7	8	39° 56.395'	3° 10.914'			X											X
14	La Victòria	Mallorca	Alcúdia	6	4	39° 52.412'	3° 09.676'			X		X		X						X	
15	Illa del Sec profunda	Mallorca	Calvià	19	9	39° 28.721'	2° 32.480'			X		X	X					X			X
16	Caló des Moro	Mallorca	Calvià	15	10	39° 28.541'	2° 28.875'			X			X	X	X				X		X
17	Port de Sóller	Mallorca	Sóller	17	18	39° 47.827'	2° 41.356'						X							X	
18	S'Aguiot	Mallorca	Andratx	12	18	39° 32.069'	2° 21.901'									X			X	X	
19	Illa del Sec somera	Mallorca	Calvià	8	10	39° 28.766'	2° 32.497'											X			X
20	Illa de Santa Eulària	Eivissa	Santa Eulària	15	12	38° 58.943'	1° 35.014'		X	X		X	X	X		X		X		X	
21	Illot de'n Caragoler	Eivissa	Eivissa	10	11	38° 49.554'	1° 24.346'		X	X		X	X	X	X	X		X		X	
22	Caló de s'Oli	Formentera	Formentera	6	7	38° 43.832'	1° 24.079'		X	X		X	X	X	X	X		X	X		X
23	Punta Gavina	Formentera	Formentera	14	18	38° 43.283'	1° 22.942'			X		X	X	X	X	X		X			X



Continuació taula 1

Codi	Nom estació	Illa	Localitat	Fond. 2002- 2012	Fond. 2017- 2019	Coordenades		Any													
						N	E	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2017	2018	2019
24a	Es Grau I	Menorca	Maó	4	5	39° 57.483'	4° 16.469'			X			X	X		X				X	
24b	Es Grau II	Menorca	Maó	12	10	39° 57.343'	4° 16.786'			X			X	X		X				X	
25a	Son Bou I	Menorca	Migjorn Gran	5	5	39° 53.946'	4° 04.245'			X			X		X						X
25b	Son Bou II	Menorca	Migjorn Gran	15	15	39° 53.894'	4° 04.071'			X			X		X						X
25c	Son Bou III	Menorca	Migjorn Gran	30	30	39° 53.596'	4° 03.888'			X			X		X						X
26a	Cala en Porter I	Menorca	Alaior	7	8	39° 52.220'	4° 07.952'			X			X		X						X
26b	Cala en Porter II	Menorca	Alaior	15	15	39° 51.814'	4° 08.212'			X			X		X						X
26c	Cala en Porter III	Menorca	Alaior	32	31	39° 51.590'	4° 08.050'			X			X		X						X
27a	Cala S. Esteve I	Menorca	Maó	10	12	39° 51.785'	4° 18.416'			X			X		X						X
27b	Cala S. Esteve II	Menorca	Maó	15	17	39° 51.833'	4° 18.463'			X			X		X						X
27c	Cala S. Esteve III	Menorca	Maó	27	27	39° 51.800'	4° 18.581'			X			X		X						X
28	Port de Maó	Menorca	Maó	10	9	39° 52.432'	4° 18.465'			X			X		X					X	
29a	Addaia I	Menorca	Maó	7	6	40° 00.894'	4° 12.165'			X			X	X		X				X	
29b	Addaia II	Menorca	Maó	13	16	40° 01.019'	4° 12.173'			X			X	X		X				X	
29c	Addaia III	Menorca	Maó	28	25	40° 01.204'	4° 12.304'			X			X	X		X				X	
30a	Saniŧja I	Menorca	Mercadal	6	8	40° 04.672'	4° 05.305'			X			X		X						X
30b	Saniŧja II	Menorca	Mercadal	16	16	40° 04.730'	4° 05.289'			X			X		X						X
30c	Saniŧja III	Menorca	Mercadal	30	29	40° 04.832'	4° 05.013'			X			X		X						X
31a	Tirant I	Menorca	Mercadal	8	7	40° 03.264'	4° 06.168'			X			X	X		X					X
31b	Tirant II	Menorca	Mercadal	16	14	40° 03.772'	4° 06.103'			X			X	X		X					X
31c	Tirant III	Menorca	Mercadal	33	30	40° 04.121'	4° 06.128'			X			X	X		X					X
32a	Fornells I	Menorca	Mercadal	7	7	40° 03.507'	4° 08.269'			X			X	X	X	X				X	X
32b	Fornells II	Menorca	Mercadal	15	15	40° 03.462'	4° 08.223'			X			X	X	X	X				X	X
32c	Fornells III	Menorca	Mercadal	30	15	40° 03.712'	4° 08.174'			X			X	X	X	X				X	X
33	Binidali	Menorca	Sant Lluís	12	10	39° 49.424'	4° 13.268'			X			X		X						X

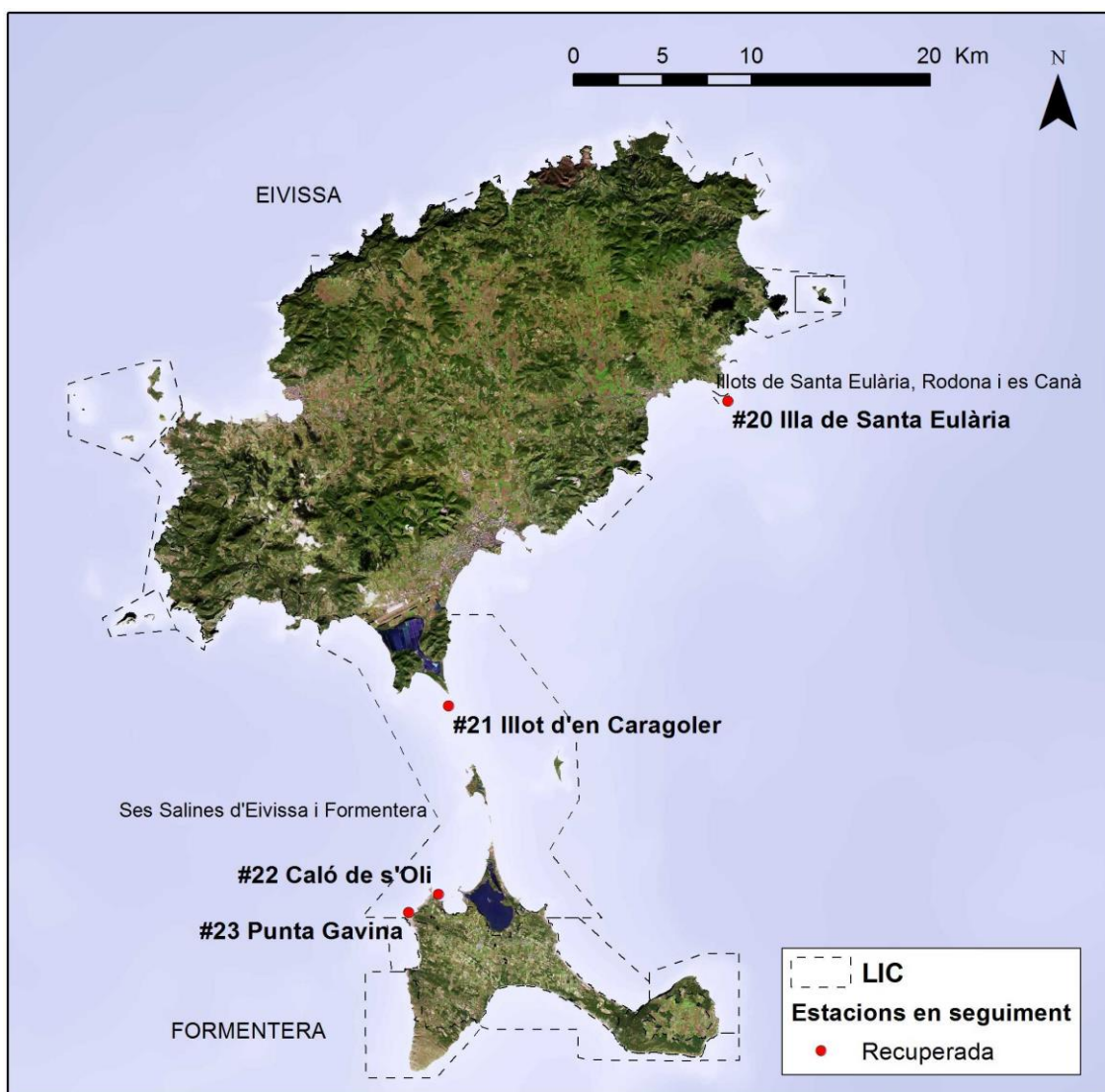


Continuació taula 1

Codi	Nom estació	Illa	Localitat	Fond. 2002- 2012	Fond. 2017- 2019	Coordenades		Any													
						N	E	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2017	2018	2019
34a	Cala Blanca I	Menorca	Ciudadela	8	10	39° 57.989'	3° 49.967'														X
34b	Cala Blanca II	Menorca	Ciudadela	16	18	39° 57.979'	3° 49.830'			X				X		X					X
34c	Cala Blanca III	Menorca	Ciudadela	35	33	39° 57.965'	3° 49.421'														X
35a	Son Saura II	Menorca	Mercadal	15	15	40° 02.332'	4° 10.141'			X			X		X						X
35b	Son Saura III	Menorca	Mercadal	27	28	40° 02.857'	4° 10.769'			X			X		X						X
36a	Sa Farola II	Menorca	Ciudadela	15	17	39° 59.753'	3° 49.051'			X			X		X			X		X	
36b	Sa Farola III	Menorca	Ciudadela	29	27	39° 59.492'	3° 49.164'			X			X		X			X		X	
37a	Algaiarens I	Menorca	Ciudadela	8	11	40° 03.096'	3° 55.210'						X	X		X					X
37b	Algaiarens II	Menorca	Ciudadela	16	15	40° 03.383'	3° 55.122'						X	X		X					X
37c	Algaiarens III	Menorca	Ciudadela	35	32	40° 03.659'	3° 54.796'						X	X		X					X
38	Portopetro	Mallorca	Portopetro	-	7	39° 21.518'	3° 13.224'													X	
39	Portocolom	Mallorca	Felanitx	-	5	39° 24.969'	3° 16.232'													X	X
40	Son Caliu	Mallorca	Calvià	-	3	39° 31.528'	2° 32.894'														X

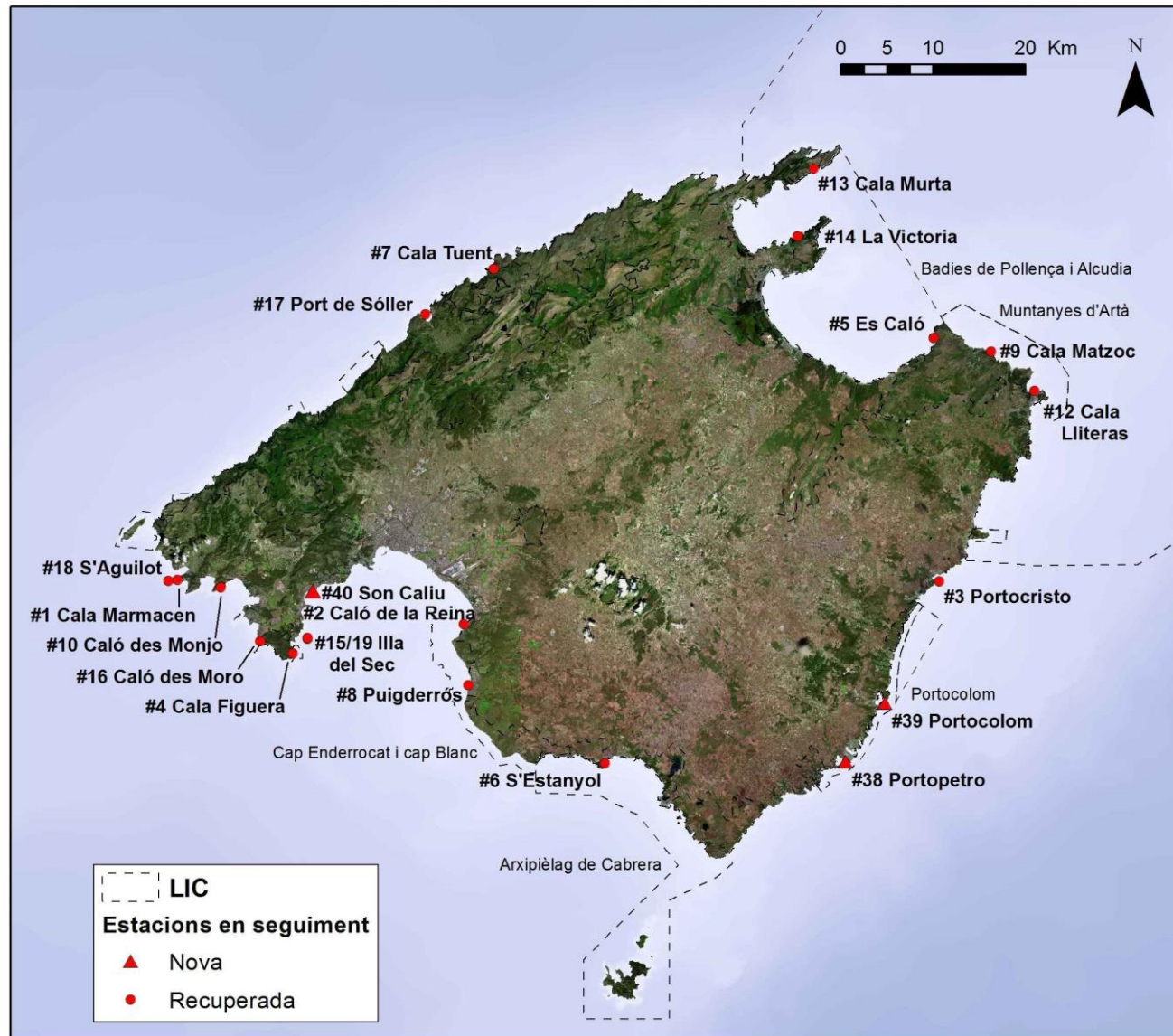
Figura 4. Localització de les estacions a Eivissa i Formentera (a), Mallorca (b) i Menorca (c). S'indica nom i codi, i si es tracta d'estacions recuperades del període 2002-2012 (recuperades) o si s'han establert al període 2017-2019 (noves). LIC: Lloc d'Importància Comunitària.

4. a

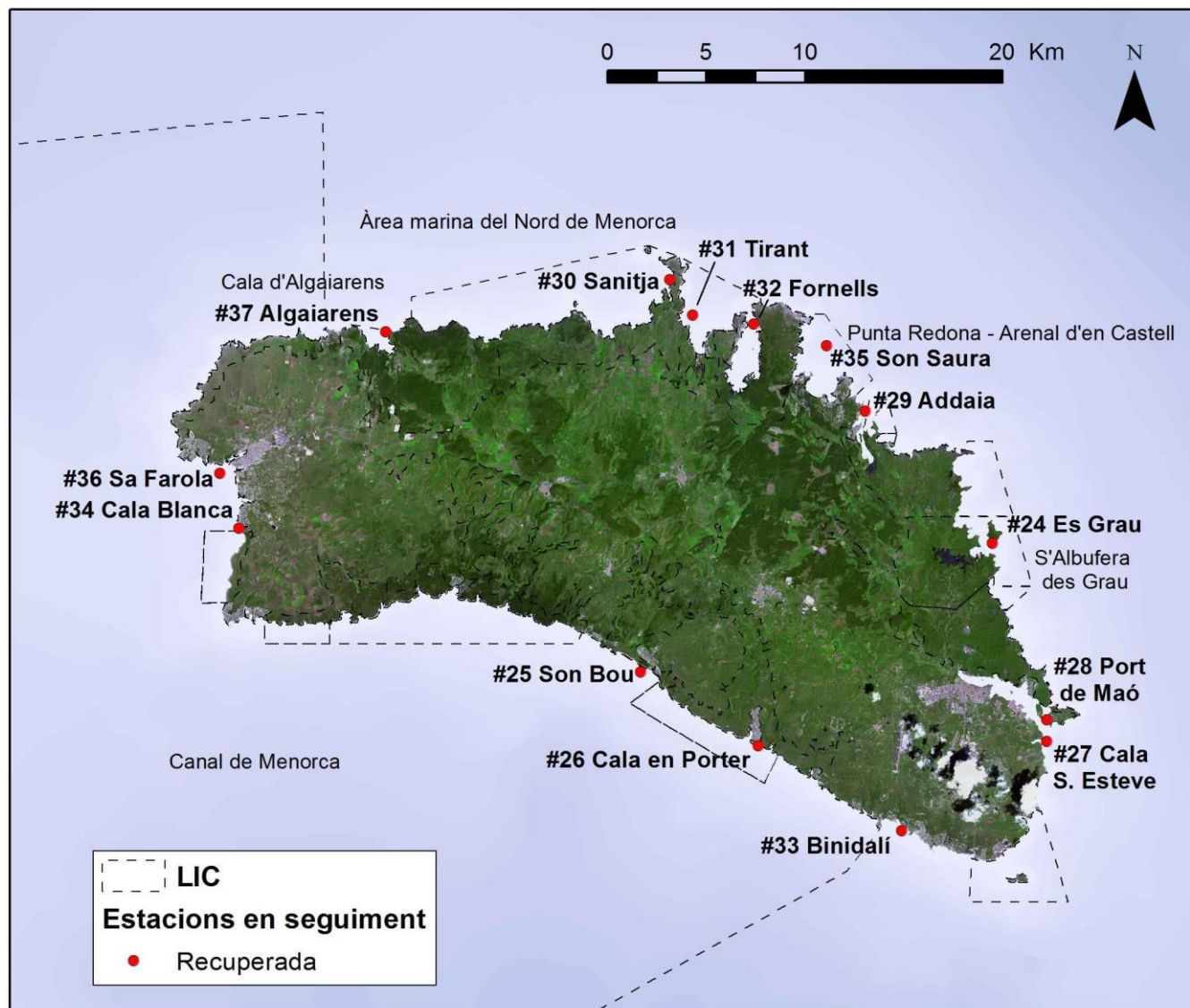




4. b



4. c



2.2. Mostreig

La preparació del material necessari per als mostrejos es va dur a terme al taller del Laboratori d'Investigacions Marines i Aqüicultura (LIMIA) del Govern Balear i la presa de dades es va realitzar *in situ* en immersió amb equip autònom. Les feines de camp es varen realitzar entre els mesos d'abril i octubre de cada any. A cada estació es varen instal·lar 3 barres fixes de senyalització separades entre elles entre 2 i 3 metres. Quan va ser possible, les barres es varen fixar al punt exacte a on es varen instal·lar al període 2002-2012. Cada barra es va prendre com a punt inicial d'un transecte de 30 m assenyalat amb cinta mètrica, al llarg del qual es varen recollir les dades corresponents als paràmetres detallats en l'apartat "2.3. Descriptors de l'estat ecològic de les praderies". El nombre de transectes mostrejats a cada estació va dependre del nombre de bussejadors voluntaris disponibles. Es va anotar la fondària inicial i final de cada transecte i, per a garantir que en anys subseqüents els transectes es localitzen als mateixos punts, es va registrar l'orientació de cada transecte respecte a la barra fixa d'inici mitjançant una brúixola. Les fondàries que es mostren a la taula 1 corresponen a les fondàries mitjanes dels transectes de cada estació, considerant la mitjana entre fondària inicial i fondària final com a mitjana del transecte, i posteriorment realitzant la mitjana entre transectes. A la Memòria Anual 2017 de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia (Gil, 2017) i a la *Guia de camp* (<http://www.caib.es/sites/posidonia/f/247300>) es poden consultar més detalls sobre el material emprat. Igualment, a les memòries anuals de 2017, 2018 i 2019 (Gil, 2017; Gil, 2018; Gil, 2019), segons l'estació, es poden consultar:

- Les dates exactes de mostreig.
- El número de bussejadors per estació.
- El número total de transectes realitzats a cada estació.
- L'orientació respecte a la barra d'inici i les fondàries exactes d'inici i de fi de cada transecte.
- El número de mesures realitzades de cada paràmetre a cada estació.

La metodologia emprada per a cada paràmetre es detalla a l'apartat següent.

2.3. Descriptors de l'estat ecològic de les praderies

2.3.1. Densitat de feixos

Les poblacions de *Posidònia oceanica* estan compostes per feixos (agrupacions de fulles unides per la base) produïts vegetativament per la ramificació de feixos preexistents. L'abundància numèrica dels feixos per unitat de superfície és una eina bàsica per descriure l'abundància de la praderia. A més, és una aproximació a altres variables quantitatives més complexes de mesurar com són la producció primària, la biomassa, etc. S'ha de tenir en compte que, com a conseqüència de l'atenuació de la llum a la columna d'aigua, la densitat de feixos de posidònia varia inversament

amb la fondària. Aquest paràmetre es va mesurar (generalment) 10 vegades al llarg de cada transsecte, a on la cobertura de la praderia era del 100%, comptant el nombre de feixos a dins de quadres de 20 x 20 cm (fig. 5). Posteriorment, les dades es varen transformar en nombre de feixos per metre quadrat.

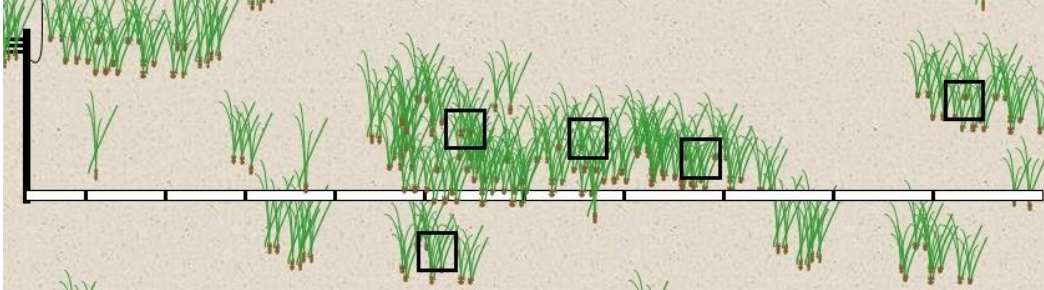


Figura 5. Esquema de la metodologia de mostreig de la densitat de feixos de *Posidonia oceanica* al llarg d'un transsecte: mesures només a on la cobertura és del 100%.

2.3.2. Cobertura de la praderia

Com que la distribució de feixos es dona per contagi, la posidònia forma taques que cobreixen progressivament el terreny. La cobertura es defineix com el percentatge de superfície recobert per rizomes vius de *P. oceanica* i és una altra mesura de l'abundància de la planta, encara que a una escala d'observació major. La cobertura es va mesurar (generalment) 15 vegades al llarg de cada transsecte mitjançant quadres de 50 x 50 cm subdividits en quatre quadrats iguals (fig. 6). A cada subdivisió, el percentatge de recobriment de la praderia es va estimar visualment segons la projecció vertical dels rizomes. Per tal de minimitzar errors derivats de la subjectivitat de l'estima visual, cada mesura es va realitzar per dos bussejadors.

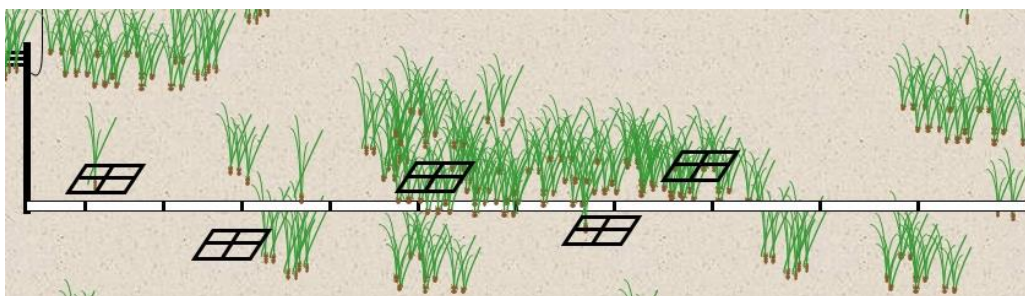


Figura 6. Esquema de la metodologia de mostreig de la cobertura de la praderia al llarg d'un transsecte: mesures aleatòries al llarg de tot el transsecte.

2.3.3. Densitat global

La densitat global és un descriptor que combina els dos anteriors: el grau de recobriment del substrat (cobertura) i la densitat de feixos a on la cobertura és total, de manera que s'obté el nombre de feixos per metre quadrat de substrat. Es calcula multiplicant densitat mitjana (per metre quadrat) pel percentatge de cobertura mitjana dividit entre 100 (Romero, 1985).

2.3.4. Nacres (*Pinna nobilis*)

El recompte d'individus del mol·lusc *Pinna nobilis* (fig. 7) es va efectuar al llarg de cada transsecte, indicant si es tractava d'individus morts o individus vius. Cada transsecte es va recórrer considerant un metre a cada banda de la cinta, mostrejant així una superfície de 2 x 30 m per transsecte.



Figura 7. Individus de nacra de l'espècie *Pinna nobilis*.

2.3.5. Algues invasores i *Caulerpa prolifera*

La recerca d'algues invasores i autòctones oportunistes es va realitzar de manera simultània al recompte de nacres. En aquest cas es va anotar la presència de les diferents espècies a cada transsecte sense considerar la seva abundància per superfície. Els bussejadors voluntaris disposaven d'una guia de camp submergible per a facilitar la identificació de les diferents espècies i, addicionalment, varen prendre fotografies per a ser revisades per una persona experimentada en la identificació i classificació d'aquestes. Quan la presència i classificació de les espècies no va poder ser confirmada *in situ* o a través de fotografies, les dades no es varen considerar fiables i no s'inclouen als resultats que es presenten a continuació. Les espècies considerades varen ser les invasores *Caulerpa cylindracea*, *Caulerpa taxifolia*, *Halimeda incrassata*, *Lophocladia lallemandii*, *Acrothamnion preisii* i *Womersleyella setacea* i l'alga autòctona habitual en ambients alterats, *Caulerpa prolifera* (fig. 8).

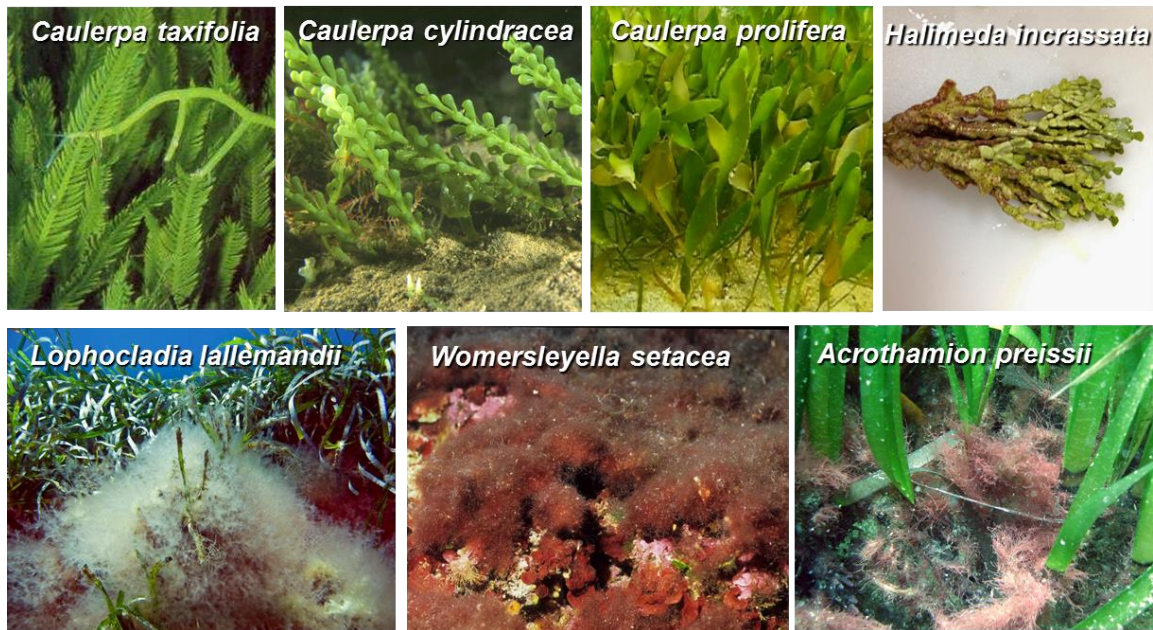


Figura 8. Espècies invasores considerades durant els mostrejos de la Xarxa de Monitoratge 2017-2019. S'inclou l'espècie autòctona *Caulerpa prolifera* com a indicadora de possible degradació.

2.3.6. El medi físic: temperatura

Per determinar la possible influència de la temperatura de l'aigua en l'estat de les praderies de posidònia de les Balears, es varen realitzar mesures de temperatura mitjançant sensors del tipus data logger de la marca Star Oddi (www.star-oddi.com) i model DST milli-T. Aquests sensors són ceràmics, tenen unes petites dimensions (4 cm aproximadament), poden mesurar temperatures des de 5 a 45°C i la bateria pot durar fins a 5 anys. La freqüència de mesura es va programar en 1 cada hora i es varen instal·lar en perfils rocosos de més de 20 metres de fondària per tal de col·locar-los a diferents fondàries en un mateix punt. Els sensors es varen introduir en fundes protectores i es varen fixar al fons mitjançant perns d'acer i massilla (fig. 9b). Es varen instal·lar sensors a la Reserva Marina de l'Illa del Toro a 15 i 20 m de fondària (coordenades: 39°27.955' N; 2°28.522' E) el dia 13/12/2017 i a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Ratjada (coordenades: 39°44.825' N; 3°27.645' E) (fig. 9a). No obstant, els sensors del Llevant mallorquí es varen perdre. A finals d'agost de 2019 es varen recuperar els sensors fondejats a l'Illa del Toro i els resultats es presenten per primera vegada en aquest informe. En el moment de la recuperació es varen instal·lar nous sensors tant a la Reserva Marina de l'Illa del Toro com a la Reserva Marina del Llevant de Mallorca-Cala Ratjada, i actualment, aquests sensors continuen instal·lats i està previst retirar-los l'estiu pròxim, si és possible.

A la memòria anual 2017 de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia (Gil, 2017) es poden consultar més detalls sobre el material emprat.



Figura 9. Localització dels sensors de temperatura (a) i detall d'un sensor de temperatura instal·lat al fons marí (b).

2.4. Xarxa de voluntaris

2.4.1. Centres voluntaris

L'any 2017 es va reprendre el contacte amb alguns dels centres que havien participat més activament a l'antiga Xarxa de Monitoratge de la Posidònia. Els anys següents es va continuar ampliant la xarxa de voluntaris per recuperar el màxim nombre possible d'estacions mostrejades durant l'antiga Xarxa i, puntualment, establir-ne de noves. Avui dia, són 21 centres d'immersió els que han participat en alguna activitat de camp del període 2017-2019 de la Xarxa de Monitoratge. A Menorca, els mostrejos es varen realitzar íntegrament en col·laboració amb el personal tècnic de l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM, IME, Consell Insular de Menorca). A la taula 2 es pot consultar el nom de tots els centres voluntaris, l'illa en la que es troben i les estacions que es varen mostrejar gràcies a la seva participació i a la participació dels seus bussos voluntaris.

2.4.2. Formació de bussejadors voluntaris

Abans de les activitats de mostreig, va ser necessari realitzar sessions de formació pels bussejadors voluntaris. La formació es va realitzar el mateix dia de la immersió a les instal·lacions dels centres voluntaris, tenia una duració aproximada de 30 minuts i es dividia en quatre grans blocs: (1) presentació del projecte de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia i els seus objectius principals, (2) explicació detallada de la metodologia de la feina en immersió, analitzant un per un els paràmetres a mesurar, (3) repàs de les mesures de seguretat a tenir en compte durant la immersió i, (4) una demostració d'uns 10 minuts dels mètodes de recollida de dades de densitat i cobertura

emprant una maqueta d'una praderia de posidònia (fig. 10a). Una vegada a l'estació de mostreig, es varen realitzar demostracions *in situ* dels mostrejos (fig. 10b) i la presa de dades.

Mallorca		Menorca	
Centres d'immersió	Estacions		Estacions
BIG BLUE DIVING	#19 Illa del Sec somera	Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM)	#24 Es Grau
BLAUSUB	#3 Portocristo		#25 Son Bou
	#5 Es Caló		#26 Cala en Porter
	#9 Cala Matzoc		#27 Cala S. Esteve
	#39 Portocolom		#28 Port de Maó
DIVE CORNET DE TAP	#2 Caló de la Reina		#29 Addaia
ISURUS	#10 Caló des Monjo		#30 Sanitja
	#14 La Victòria		#31 Tirant
LIMIA	#18 S'Aguilot		#32 Fornells
MALLORCA DIVING ADVENTURE	#1 Cala Marmacen (2019)		#33 Binidali
MAR BALEAR	#4 Cala Figuera		#34 Cala Blanca
	#16 Caló des Moro		#35 Son Saura
MERO DIVING	#12 Cala Lliteras		#36 Sa Farola
OCTOPUS	#17 Port de Sóller		#37 Algaiares
PALMA DIVING	#40 Son Caliu	Eivissa	
PETRO DIVERS	#38 Portopetro	Centres d'immersió	Estacions
SIETE MARES	#1 Cala Marmacen (2018)	ANFIBIOS	#21 Illot de'n Caragoler
SUBDELMAR	#15 Illa del Sec profunda	DIVESTAR IBIZA	#20 Illa de Santa Eularia
TOP DIVE	#8 Puigderros	Formentera	
TRAMUNTANA DIVING	#13 Cala Murta	Centres d'immersió	Estacions
TUENT ADVENTURE	#7 Cala Tuent	BLUE ADVENTURE	#23 Punta Gavina
TURSIOPS	#6 S'Estanyol	VELLMARI	#22 Caló de s'Oli

Taula 2. Llistat de totes les entitats i centres d'immersió que varen participar voluntàriament en els mostrejos de la Xarxa de Monitoratge. S'indiquen el codi i el nom de les estacions mostrejades per cada centre o entitat voluntaris. Quan no s'especifica l'any, el centre o entitat ha estat el mateix a tots els possibles mostrejos del període 2017-2019.

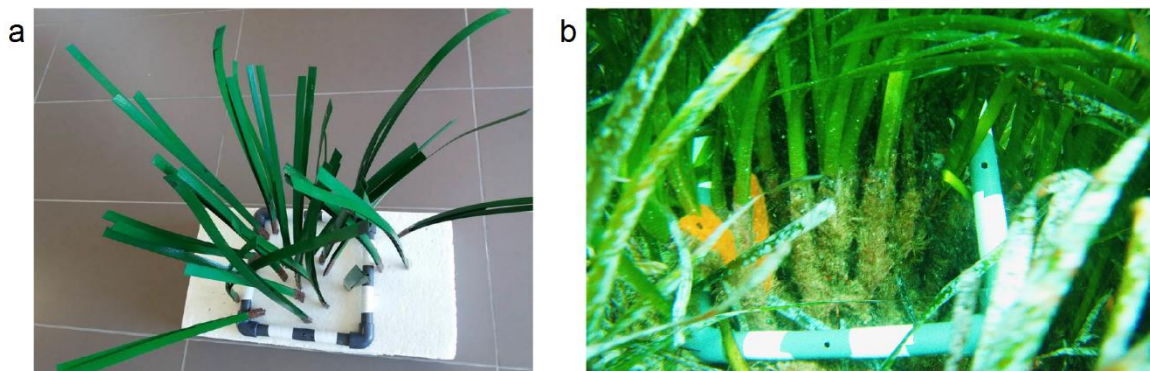


Figura 10. Maqueta emprada durant la formació dels voluntaris (a) i exemple de mesura de densitat *in situ* (b).

2.5. Tractament i presentació de dades

En primer lloc, cal destacar que els resultats obtinguts en el període 2017-2019 de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia es presenten en 4 documents: 3 memòries anuals i aquest informe final, els quals tenen finalitats diferents. Les memòries anuals dels anys 2017, 2018 i 2019 (Gil, 2017; Gil, 2018; Gil, 2019) presenten els resultats de l'any corresponent per estació i transsecte, a més d'un anàlisi temporal per estació. Les memòries anuals inclouen:

- Anàlisi de possibles diferències entre mostrejadors per transsecte i estació.
- Recompte de nacres per transsecte i estació.
- Absència o presència d'espècies invasores per transsecte i estació.
- Densitat i cobertura per transsecte i estació.
- Per estació, un anàlisi temporal de totes les dades disponibles fins a l'any de redacció de la memòria (incloent el període 2002-2012) de densitat, cobertura i densitat global.

Les dades que es poden consultar a cada memòria es corresponen amb els mostrejos per estació i any detallats a la taula 1, amb l'excepció de les dades recollides a Menorca l'any 2018, ja que aquestes no es presenten a la memòria anual de 2018. La memòria de 2019 inclou tots els detalls i resultats de les estacions i subestacions de Menorca mostrejades aquell any, no obstant, no es va realitzar l'anàlisi temporal de les subestacions superficials ni fondes. L'informe final inclou les dades de Menorca pendents de publicar, l'anàlisi temporal de totes les subestacions, anàlisis addicionals per permetre una millor comparativa entre estacions i subestacions, i mapes, taules i gràfics per sintetitzar tots els resultats obtinguts durant el període 2017-2019.

2.5.1. Valors de referència

2.5.1.1. Estat actual: Classificació de Pergent i referències internes

El valor mitjà de la densitat de feixos de cada estació es va fer servir per determinar l'estat de conservació de les praderies (favorable–alt, favorable–normal, desfavorable–inadequat o desfavorable–dolent) en funció de la classificació desenvolupada per Pergent *et al.*, 1995 (Taula 3). Aquesta classificació relaciona densitat de feixos i fondària mitjançant una expressió logarítmica i es va basar en un ampli recull de dades, provinents de tota la conca nord-oest de la Mediterrània i d'ambients antropitzats i no antropitzats.

No obstant, les dades provinents d'un ampli ventall geogràfic poden incloure l'efecte de factors que afecten la densitat i la cobertura de la posidònia i que poden variar a escala regional, com la salinitat, la temperatura o la transparència de l'aigua. De fet, es coneix que a les illes Balears les aigües són, en general, més transparents i més calentes que a altres regions de la Mediterrània nord-occidental.

Fondària (metres)	Estats segons densitat (feixos/m ²)			
	DESFAVORABLE- DOLENT	DESFAVORABLE- INADEQUAT	FAVORABLE- NORMAL	FAVORABLE- ALT
1	< 822	822 - 934	934 - 1158	> 1158
5	< 413	413 - 525	525 - 749	> 749
10	< 237	237 - 349	349 - 573	> 573
15	< 134	134 - 246	246 - 470	> 470
20	< 61	61 - 173	173 - 397	> 397
21	< 48	48 - 160	160 - 384	> 384
22	< 37	37 - 149	149 - 373	> 373
23	< 25	25 - 137	137 - 361	> 361
24	< 14	14 - 126	126 - 350	> 350
25	< 4	4 - 116	116 - 340	> 340
26		< 106	106 - 330	> 330
27		< 96	96 - 320	> 320
28		< 87	87 - 311	> 311
29		< 78	78 - 302	> 302
30		< 70	70 - 294	> 294
35		< 31	31 - 255	> 255

Taula 3. Classificació de l'estat de conservació de les praderies segons la densitat mitjana (expressada en feixos per metre quadrat) a una determinada fondària, proposada per Pergent et al., 1995.

Per evitar possibles biaixos respecte a la classificació de Pergent (1995), per tal de contrastar els resultats amb dades específiques del nostre context geogràfic i, a més, poder contrastar també dades de cobertura i densitat global, es va construir una referència interna. Per fer-ho, es varen prendre els valors mitjans per estació obtinguts durant tots els anys de la Xarxa de Monitoratge (2002-2019). Les mitjanes per estació dels tres descriptors principals (densitat, cobertura i densitat global) es varen classificar per rang de fondària (rangs de 5 metres) i es varen calcular els percentils 25, 50 i 75 per a cada descriptor i rang de fondària. Incloent totes les dades disponibles per estació, s'inclou la variabilitat espacial i interanual que pot ser deguda tant a causes naturals com a causes antropogèniques. En excloure l'efecte de la fondària, no existir gradients marcats de temperatura o salinitat a l'àrea d'estudi, i disposar de dades de localitats en un ampli ventall de graus d'impacte, s'espera que la variabilitat deguda a impactes antropogènics sigui la més rellevant en la distribució per quartils de les dades. En qualsevol cas, la interpretació d'aquests resultats va ser prudent, i es va considerar que les estacions per sobre del percentil 75 s'apropen en major o menor mesura a un estat òptim per a determinat rang de fondària al nostre arxipèlag, mentre que les estacions per sota del percentil 25 s'allunyen més d'aquest òptim i requereixen més atenció sobre els factors que poden causar els valors relativament baixos dels descriptors.

2.5.1.2. Evolució temporal

Les autores Diaz-Almela i Marbà (2009) varen definir tres tipus d'estat de conservació segons l'evolució temporal de la cobertura mitjana a una estació de monitoratge donada: *Favorable*, quan la cobertura augmenta o no varia significativament entre mostres; *desfavorable-inadequada*, quan la cobertura disminueix significativament i la disminució és inferior al 10% anual i;

desfavorable-dolenta, quan la cobertura disminueix significativament i la disminució és superior al 10% anual. L'anàlisi temporal dels descriptors a les estacions va permetre estimar les taxes de canvi anuals i definir l'estat de conservació segons l'evolució temporal de la cobertura i també, seguint el mateix criteri, de la densitat.

2.5.2. Diferències entre estacions i subestacions

Per comparar l'estructura del dosser foliar a les diferents estacions i subestacions en l'actualitat, es varen considerar les dades més recents disponibles de densitat de feixos i cobertura de les praderies.

En primer lloc, totes les estacions o subestacions (en cas d'haver-les) es varen classificar segons la seva fondària, en rangs de fondària de 5m, i es varen realitzar tests estadístics per detectar diferències entre les estacions dins de cada rang. En primer lloc, es va testar la homogeneïtat i normalitat dels residus mitjançant el test de Bartlett i el test de Shapiro-Wilk, respectivament. En la gran majoria dels casos es varen aconseguir resultats positius i es varen realitzar tests ANOVA i comparacions dos a dos mitjançant T de Student i ajustant el p-valor pel mètode de Holm. Puntualment, quan no es va donar homogeneïtat i normalitat de residus, es varen realitzar test de Kruskal-Wallis i comparacions dos a dos mitjançant el test de Wilcoxon ajustant el p-valor segons Holm.

En una segona aproximació, només es varen considerar les estacions amb dades de diferents fondàries (subestacions) i es varen realitzar tests estadístics per detectar diferències entre fondàries dins de la mateixa estació. En primer lloc, la homogeneïtat i normalitat dels residus es varen testar mitjançant el test de Bartlett i el test de Shapiro-Wilk, respectivament. En aconseguir resultats negatius en la majoria de les estacions, es va optar per fer servir el test de Kruskal-Wallis per detectar diferències significatives degudes a la fondària, i, en cas de ser significatiu, es varen realitzar comparacions dos a dos amb el test de Wilcoxon (p-valor ajustat segons Holm) per detectar diferències significatives entre les diferents fondàries.

2.5.3. Anàlisis temporals

Per a la realització de les anàlisis temporals, es varen considerar totes les dades disponibles per cada estació, incloent les dades del període 2017-2019 i també les del període 2002-2012. Les anàlisis de densitat es varen realitzar amb les dades per quadre de mostreig, mentre que les anàlisis de cobertura es varen realitzar amb els valors mitjans per transsecte (per qüestions metodològiques, les dades per quadre no són comparables amb les dades prèvies a 2009). En el cas de la densitat global, es va estimar un únic valor anual per estació a partir de la mitjana anual de la densitat de feixos i la mitjana anual de la cobertura, això va fer que en alguns casos el nombre de dades fos molt limitat per realitzar anàlisis estadístiques. Per a cada estació es va realitzar una regressió lineal de les dades de densitat, cobertura i densitat global en funció del temps. Sempre



que va ser possible realitzar-la, la regressió lineal va permetre detectar tendències temporals positives o negatives i el seu grau de significació.

Per descriure i comparar la magnitud dels canvis temporals a les estacions, mostrejades de manera heterogènia al llarg dels anys, es varen adoptar dues estratègies: en primer lloc, es varen estimar les taxes de canvi de la densitat i la cobertura en l'últim any (entre 2018 i 2019) mitjançant les equacions de les regressions significatives. L'estat de conservació segons les tendències temporals es va definir segons aquestes taxes de canvi. En segon lloc, es varen calcular els percentatges de variació neta per estació entre l'inici de la Xarxa de Monitoratge i l'actualitat, prenent les dades de l'any 2004 (per ser l'any en que es varen mostrejar més estacions) i les més actuals disponibles (2018 o 2019). Les diferències entre les dues mitjanes es varen testar estadísticament mitjançant el test T de Student.

3. RESULTATS

3.1. Referències internes

A continuació es mostra la variació dels valors de densitat de feixos (fig. 11a), cobertura de la praderia (fig. 11b) i densitat global (fig. 11c) en funció de la fondària. Per a l'elaboració dels gràfics s'han considerat totes les dades disponibles de 2002 a 2019, prenent els valors mitjans per estació i any. A la figura 11a, veiem que, no obstant la variabilitat que pot ser deguda a variacions interanuals i diferències entre estacions, la disminució de densitat amb la fondària s'ajusta a un model exponencial que explicaria fins a un 35% de la variabilitat. També comprovem que la majoria de les estacions es troben per sobre del llindar de l'estat que Pergent (1995) anomena "favorable-normal" (línia groga), mentre que la línia de tendència es troba per sobre del llindar de l'estat "favorable-alt". En el cas de les estacions profundes, cap valor cau per sota d'aquest límit. A la taula 4, es presenten les mitjanes, les desviacions i els errors estàndard i els percentils 25, 50 i 75, de cada descriptor per rangs de 5m de fondària. Els percentils 50 de la densitat a determinades fondàries sempre superen lleugerament els llindars de l'estat "favorable-alt".

Fondària (m)	Densitat (feixos/m ²)						
	$\bar{x}$	DE	N	EE	p75	p50	p25
(0-5]	823	237	35	40	992	788	660
(5-10]	761	266	93	28	945	761	582
(10-15]	590	209	73	24	766	546	424
(15-20]	609	257	36	43	802	601	400
(25-30]	368	128	31	23	456	355	254
(30-35]	347	92	13	26	440	338	278

% Cobertura de la praderia						
$\bar{x}$	DE	n	EE	p75	p50	p25
35	9	34	2	39	35	28
36	14	90	1	47	37	26
30	10	73	1	34	28	23
27	10	37	2	30	26	20
36	11	14	3	40	35	28
24	5	6	2	26	22	20

Fondària (m)	Densitat global (feixos/m ²)						
	$\bar{x}$	DE	N	EE	p75	p50	p25
(0-5]	294	134	32	24	365	259	190
(5-10]	287	150	86	16	382	287	171
(10-15]	186	95	74	11	228	166	119
(15-20]	163	79	38	13	215	163	102
(25-30]	132	67	13	19	140	115	95
(30-35]	74	22	7	8	77	68	61

Taula 4. Mitjana ($\bar{x}$), desviació estàndard (DE), número de dades (n, valors mitjans per estació i any), error estàndard (EE), i percentils 75, 50 i 25, per rangs de fondària de 5m.

En el cas de la cobertura (fig. 11b), la variació amb la fondària s'ajusta millor a un model logarítmic que explica un 9% de la variabilitat. En qualsevol cas, s'ha mantingut el criteri de classificar les estacions en funció de la fondària pel càlcul dels estadístics. La fondària també explicaria prop d'un 30% de la variabilitat de la densitat global, segons un model logarítmic (fig. 11c).

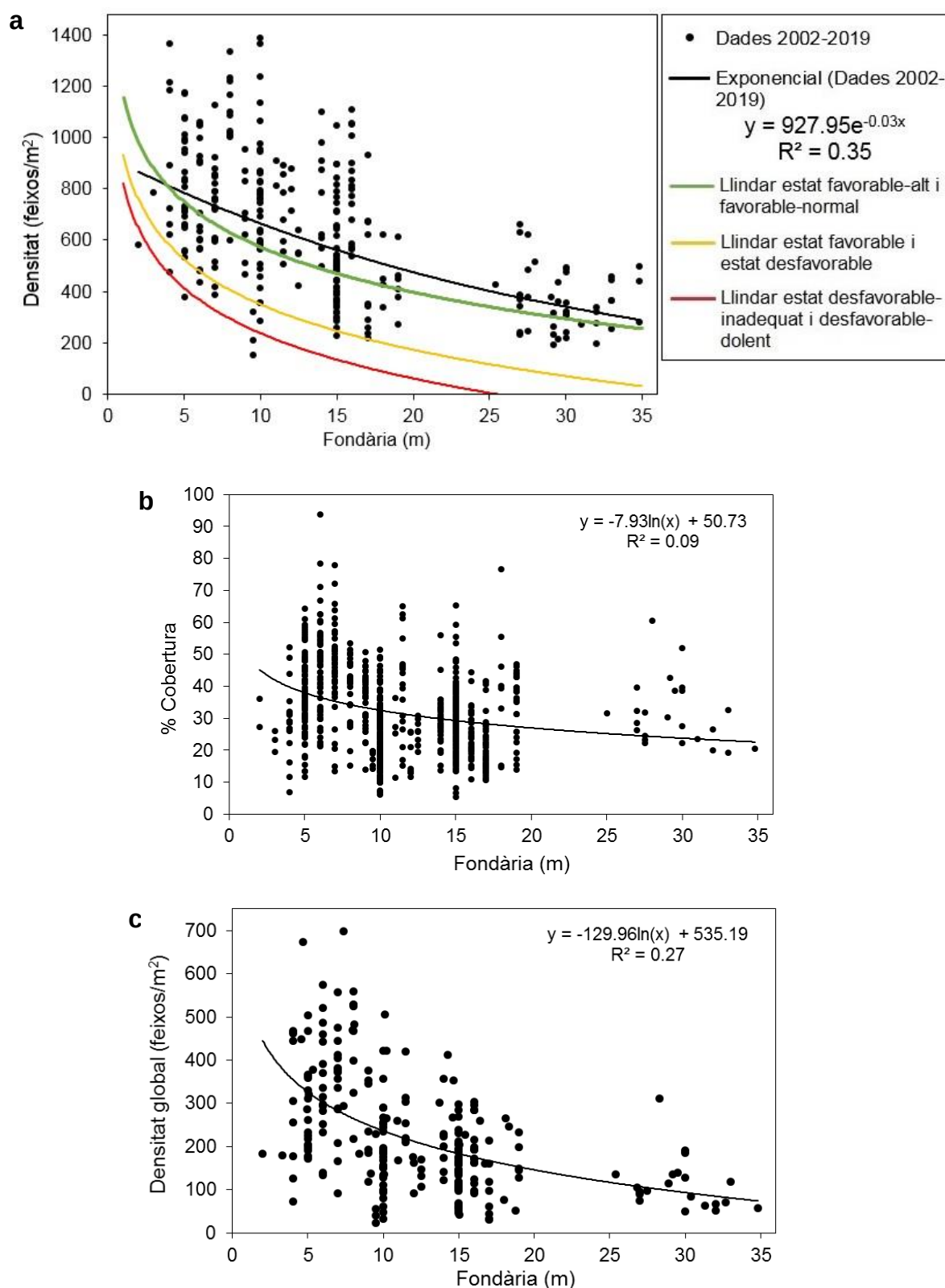


Figura 11. Variació de la densitat (a), la cobertura (b) i la densitat global (c) en funció de la fondària. Es representen totes les dades mitjanes per estació del període 2002-2019. La figura 11a inclou els líndars de densitat per a la classificació de les praderies segons Pergent (1995).

3.2. Estat actual

En aquest apartat es presenten els resultats del període 2017-2019. En primer lloc, es presenten els resultats obtinguts per als descriptors de l'estructura de la praderia (densitat, cobertura, densitat global), dels quals s'han pres les dades més recents disponibles per a cada estació (sempre corresponents a 2018 o 2019). A continuació, es presenten les dades sobre la nacra *Pinna nobilis*, les algues invasores o oportunistes, i la temperatura, considerant totes les dades del període 2017-2019.

3.2.1. Estructura de la praderia: Densitat, cobertura, densitat global

A la taula 5 es presenten els resultats numèrics i l'estat segons els valors de referència de la densitat de feixos, la cobertura de la praderia i la densitat global. Addicionalment, s'han elaborat cartografies mitjançant ArcGIS per permetre una comparativa senzilla dels valors mitjans per estació i mostrar els resultats en els seu context geogràfic (figures 12, 13 i 14). S'ha de tenir en compte que les dades de diferents fondàries no són directament comparables, per això les estacions i subestacions s'han subdividit en superficials (de 0 a 10.4 metres), de mitjana fondària (a partir de 10.5 m i fins a 20.4 m) i fondes (a partir de 20.5 m). Per a un major detall, s'han calculat els valors mitjans (taula 6) i s'han elaborat gràfics de caixes agrupant les estacions en rangs de fondària de 5 metres (fig. 15-20). Els resultats detallats dels tests estadístics per a detectar diferències significatives entre les estacions d'un mateix rang de fondària es poden consultar a l'annex 1.

Els valors més baixos de densitat es troben entre 270 i 300 feixos/m² i es donen a Cala en Porter III (26c), Cala Figuera (#4) i Fornells II (32b), mentre els valors més elevats superen els 1100 feixos/m² i es donen a Tirant I (31a), Son Bou I (25a) i Cala Lliteras (#12).

A les Pitiüses (fig. 12a) predominen les estacions de mitjana fondària i destaquen els valors elevats al costat sud d'Eivissa, en contrast amb les densitats relativament baixes pels rangs de fondària al nord de Formentera. A Mallorca (fig. 12b) la majoria d'estacions són superficials i les majors densitats es troben a nord-est de l'illa, a Cala Lliteras (#12) i també a Cala Matzoc (#9). Les estacions amb densitats més baixes es troben distribuïdes al llarg del costat sud-sud-oest, a Portopetro (#38), Puigderros (#8) i Caló des Monjo (#10). Pel que fa a les estacions de mitjana fondària, es concentren a l'oest i cap no supera els 500 feixos/m², excepte Cala Marmacen (#1), amb prop de 800 feixos/m². A Menorca (fig. 12c), les majors densitats es troben al sud (Son Bou I, 25a i Cala en Porter I, 26a) i al nord (Sanitja, 30a i Tirant, 31a), mentre que la densitat més baixa al rang superficial es va registrar al Port de Maó (#28). Les estacions de mitjana fondària són més elevades també a Tirant II (31b) i Algaiarens II (37b) (prop de 900 feixos/m²) en contrast amb Addaia II (29b) i Fornells III (36c), a on les densitats ronden els 500 feixos/m². Cal destacar que a Fornells II (36b), la densitat no arriba als 300 feixos/m². Totes les subestacions fondes presenten densitats entre 250 i 430 feixos/m², a excepció de Son Saura III (35b) i Tirant III (31c), amb densitats properes als 500 feixos/m².

Taula 5. Valors mitjans ($\bar{x}$) per estació més actuals de la densitat (feixos/m² de praderia), el percentatge de cobertura de la praderia i la densitat global (feixos/m² de substrat). S'indica fondària mitjana en metres (Fond.), any més recent del qual es tenen dades (Any), mitjana, error estàndard (EE), quartil ordenant les estacions de major a menor valor del descriptor (Q) i estat segons densitat proposat per Pergent (1995), que pot ser: favorable-alt (FA), favorable-normal (FN), desfavorable-inadequat (DI) o desfavorable-dolent (DD, no es dona).

Codi	Estació	Illa	Fond.	Any	Densitat				Cobertura			Densitat global	Q
					$\bar{x}$	EE	Q	Estat	$\bar{x}$	EE	Q		
1	Cala Marmacen	Mallorca	14	2019	783.9	35	1	FA	38.4	1.6	1	300.8	1
2	Caló de la Reina	Mallorca	4	2019	661.2	49.1	3	FN	26.9	2.2	4	178.1	4
3	Portocristo	Mallorca	5	2019	559.9	31.2	4	FN	31.4	1.4	3	176.1	4
4	Cala Figuera	Mallorca	19	2019	273.7	22.2	4	FN	18.6	1.2	3	51.0	4
5	Es Caló	Mallorca	5	2019	952.5	41.9	2	FA	47.1	1.9	1	448.6	2
6	S'Estanyol	Mallorca	5	2019	987.5	58.3	2	FA	38.3	2	2	378.4	1
7	Cala Tuent	Mallorca	5	2019	650	40.7	4	FN	44.0	2.1	2	285.8	2
8	Puigderros	Mallorca	7	2018	417	29.9	4	DI	39.9	2.4	2	166.5	3
9	Cala Matzoc	Mallorca	6	2018	1053	61.9	1	FA	46.3	2.2	1	487.0	1
10	Caló des Monjo	Mallorca	10	2019	356.6	19.7	4	FN	26.2	1.3	3	93.5	4
12	Cala Lliteras	Mallorca	10	2019	1388	71.7	1	FA	36.5	2	2	506.4	1
13	Cala Murta	Mallorca	8	2019	598.7	34.7	3	FA	30.5	2.3	3	182.9	3
14	La Victoria	Mallorca	4	2018	725	60.1	3	FN	42.2	2.8	2	306.3	2
15	Illa del Sec profunda	Mallorca	9	2019	712.5	31.4	3	FA	19.3	1.3	4	137.8	4
16	Caló des Moro	Mallorca	10	2019	639	60.1	3	FA	35.7	1.9	2	228.5	3
17	Port de Sóller	Mallorca	18	2018	338.7	17.4	4	FN	22.8	2.4	3	77.3	4
18	S'Aguilot	Mallorca	18	2018	425	51	3	FA	26.8	2.1	2	114.1	3
19	Illa del Sec somera	Mallorca	10	2019	521	32.1	4	FN	26.1	1.6	3	136.3	4
20	Illa de Santa Eulària	Eivissa	12	2018	799.1	72.3	1	FA	20.2	1.3	4	161.5	3
21	Illot de'n Caragoler	Eivissa	11	2018	909.6	66.3	1	FA	18.4	1.8	4	167.1	2
22	Caló de s'Oli	Formentera	7	2019	790	39.1	2	FA	60.2	1.7	1	475.9	1
23	Punta Gavina	Formentera	18	2019	451.2	20.9	3	FA	54.7	2.7	1	246.6	1
24a	Es Grau I	Menorca	5	2018	808.3	48.3	2	FA	44.4	5.4	1	358.9	2
24b	Es Grau II	Menorca	10	2018	633.0	45.8	3	FA	38.7	5.8	2	244.8	3
25a	Son Bou I	Menorca	5	2019	1175	47.9	1	FA	57.4	4	1	674.3	1
25b	Son Bou II	Menorca	15	2019	766.2	28.7	1	FA	46.2	2.9	1	353.8	1
25c	Son Bou III	Menorca	30	2019	309.1	26.6	3	FA	27.5	3.9	3	84.9	4
26a	Cala En Porter I	Menorca	8	2019	1004	59.4	1	FA	46.8	3	1	470.0	1
26b	Cala En Porter II	Menorca	15	2019	788.7	29.8	1	FA	25.9	3.1	3	204.5	2
26c	Cala En Porter III	Menorca	31	2019	272.5	18.4	4	FN	23.5	2.8	2	64.0	3
27a	Cala S. Esteve I	Menorca	12	2019	881.2	33.1	1	FA	20.0	2.1	4	176.3	2
27b	Cala S. Esteve II	Menorca	17	2019	623.7	24.4	2	FA	17.0	1.9	4	160.0	3
27c	Cala S. Esteve III	Menorca	27	2019	367.5	17.1	2	FA	28.5	5.5	3	104.7	3
28	Port de Maó	Menorca	9	2018	465.0	16.9	4	FN	25.6	2.7	3	118.8	4

Continuació taula 5

Codi	Estació	Illa	Fond.	Any	Densitat				Cobertura			Densitat global	Q
					$\bar{x}$	EE	Q	Estat	$\bar{x}$	EE	Q		
29a	Addaia I	Menorca	6	2018	903.4	30.5	2	FA	41.1	4.5	2	371.2	2
29b	Addaia II	Menorca	16	2018	536.4	38.6	2	FA	30.4	4.0	2	162.9	2
29c	Addaia III	Menorca	25	2018	427.5	40.2	2	FA	31.6	6.8	4	134.9	2
30a	Sanitja I	Menorca	8	2019	1019	24	1	FA	47.3	4.1	1	482.2	1
30b	Sanitja II	Menorca	16	2019	681.2	59.2	2	FA	38.0	4	1	258.8	1
30c	Sanitja III	Menorca	29	2019	380	30.9	2	FA	30.3	5.1	3	115.1	2
31a	Tirant I	Menorca	7	2019	1128	61.5	1	FA	61.9	3.5	1	698.4	1
31b	Tirant II	Menorca	14	2019	911.2	50.3	1	FA	45.1	4.2	1	411.5	1
31c	Tirant III	Menorca	30	2019	492.5	86.5	1	FA	38.7	4.3	2	190.7	1
32a	Fornells I	Menorca	7	2019	606.2	25.2	3	FN	48.5	2.5	1	293.8	2
32b	Fornells II	Menorca	15	2019	298.7	26.7	4	FN	14.1	1.9	4	42.3	4
32c	Fornells III	Menorca	15	2019	520	51.6	3	FA	45.9	4.3	1	283.5	2
33	Binidali	Menorca	10	2019	765	39	2	FA	34.7	4.1	2	265.8	3
34a	Cala Blanca I	Menorca	10	2019	953.1	33.8	1	FA	44.3	4.3	2	422.3	1
34b	Cala Blanca II	Menorca	18	2019	623.7	28.1	2	FA	50.4	4.2	1	266.1	1
34c	Cala Blanca III	Menorca	33	2019	365	25.7	2	FA	19.2	3.6	4	70.0	2
35a	Son Saura II	Menorca	15	2019	895	37.4	1	FA	29.9	3.9	2	267.9	1
35b	Son Saura III	Menorca	28	2019	515	44.1	1	FA	60.6	3.5	1	312.0	1
36a	Sa Farola II	Menorca	17	2018	671.4	40.6	2	FA	24.0	3.6	2	161.1	3
36b	Sa Farola III	Menorca	27	2018	342.5	38.2	3	FA	26.2	3.6	4	89.7	4
37a	Algaiarens I	Menorca	11	2019	812.5	37	1	FA	31.8	3.8	2	258.8	1
37b	Algaiarens II	Menorca	15	2019	898.7	23.3	1	FA	25.3	3.5	3	227.4	2
37c	Algaiarens III	Menorca	32	2019	337.5	32.7	3	FA	20.0	1.8	4	67.5	2
38	Portopetro	Mallorca	7	2018	385.9	42.1	4	DI	24.3	1.8	4	94.0	4
39	Portocolom	Mallorca	5	2019	865.3	42.8	2	FA	37.0	1.8	2	320.6	2
40	Son Caliu	Mallorca	3	2019	787.5	72.3	3	FN	22.9	1.7	4	180.4	4

Taula 6. Valors mitjans dels descriptors de l'estructura de les praderies per rang de fondària.

Rang fond. (m)	Fond. mitjana (m)	Densitat (feixos/m ²)	Cobertura (%)	Dens. global (feixos/m ²)
(0-5]	4.7	817.2	39.2	330.7
(5-10]	8.4	754.5	38.6	309.3
(10-15]	13.6	772.1	30.1	238
(15-20]	17.5	513.9	31.4	166.4
(25-30]	28.1	404.9	34.8	147.4
(30-35]	32	325	20.9	67.2

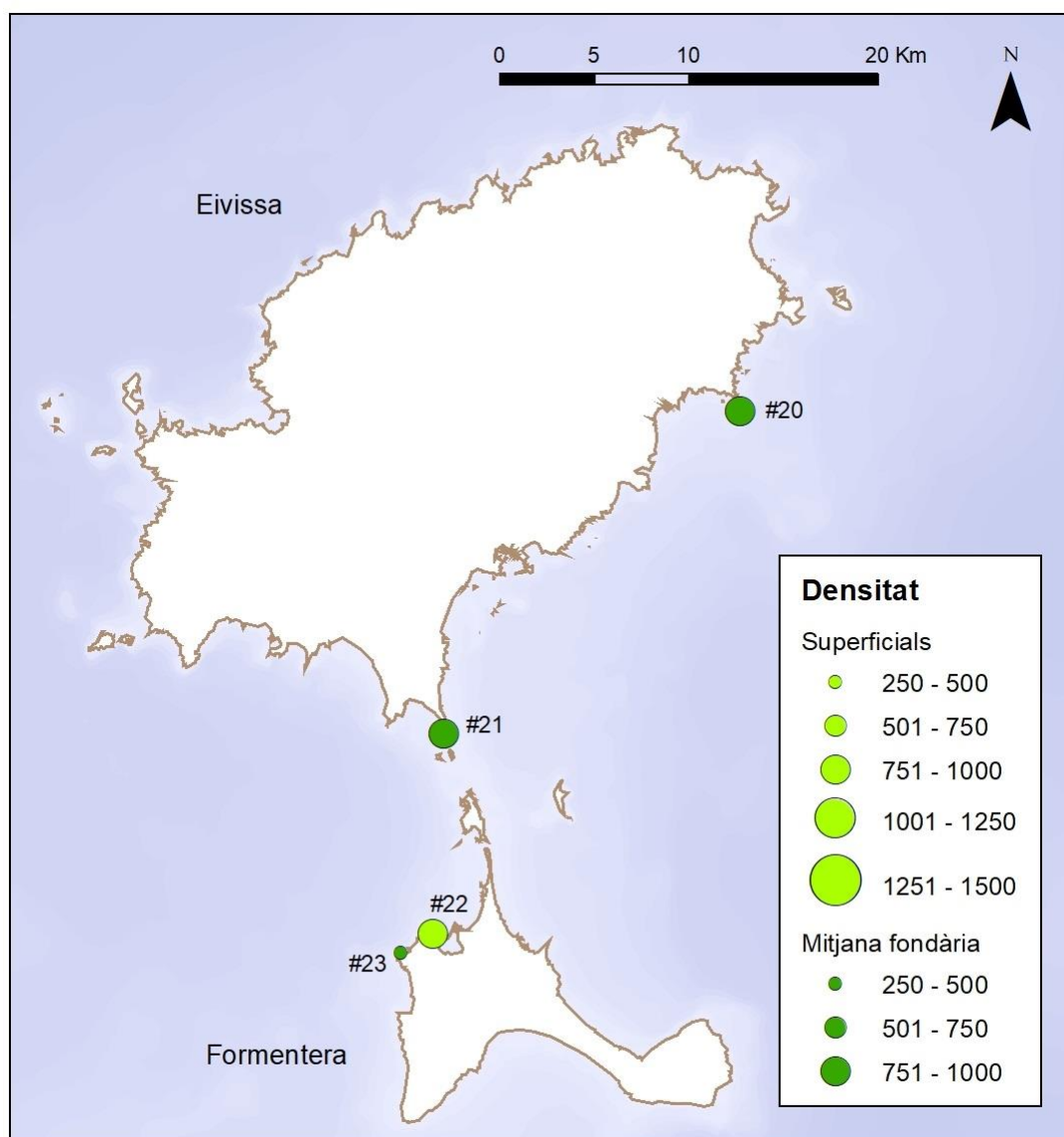
Per la cobertura de les praderies, el valor mitjà registrat a les Balears es del 34,6%. A les Pitiüses (fig. 13a), les estacions de Formentera presenten valors sempre majors al 50%, en fort contrast amb les estacions d'Eivissa, a on les cobertures es troben entre el 18 i el 20%. A l'illa de Mallorca (fig. 13b), les cobertures més elevades (al voltant del 45%) es troben, de nou, al costat nord-est (Es Caló, #5 i Cala Matzoc, #7) i també són elevats a Cala Tuent (#7), al nord. Destaquen les cobertures més baixes al sud-est (Portopetro, #38) i sobretot al costat oest de la Baia de Palma (Illa del Sec, #15 i #19, Son Caliu, #40 i Cala Figuera, #4), a on els valors volten el 20% de cobertura. A Menorca (fig. 13c), els valors de cobertura més elevats (40-60%) es troben al sud-est (Cala Blanca, #34 i Son Bou, #25) i al nord (Sanitja, #30 i Tirant, #31). Destaquen les baixes cobertures a Cala S. Esteve I i II (27a, b) i a Fornells III (32b), a on els valors mai sobrepassen el 20%.

Pel que fa a la densitat global, el valor mitjà registrat a Balears és de 253.1 feixos/m², per classe de fondària, la mitjana a les estacions superficials és de 318.1 feixos/m², a les de mitjana fondària és de 213.8 feixos/m² i a les fondes és de 146.9 feixos/m².

A les Pitiüses (fig. 14a), trobem valors de densitat global mitjans per les determinades fondàries, encara que destaca l'estació Caló de s'Oli (#22) pel valor relativament elevat de 476 feixos/m². A Mallorca (fig. 14b), els valors més elevats de densitat global (entre 450 i 500 feixos/m²) es troben al nord-est, a Es Caló (#5), Cala Matzoc (#9) i Cala Lliteras (#12), en coherència amb els resultats de densitat i cobertura. Els valors més baixos es troben cap al sud-oest, concentrats sobretot al oest, ja que en les estacions entre Son Caliu (#40) i Caló des Monjo (#10) mai no es superen els 250 feixos/m². A Menorca (fig. 14c), els valors més elevats (prop de 700 feixos/m²) es troben a Son Bou (25a), al sud, i a Tirant I (31a), al nord. Entre els valors més baixos, destaquen les estacions del nord-est, Es Grau I i II (24a, b) i el Port de Maó (#28). Com succeïa per la densitat i la cobertura, l'estació de Fornells III (32b) presenta els valors més baixos respecte a la seva fondària. L'estació fonda Son Saura III (35c), destaca per l'elevada densitat global en comparació a les altres estacions fondes.

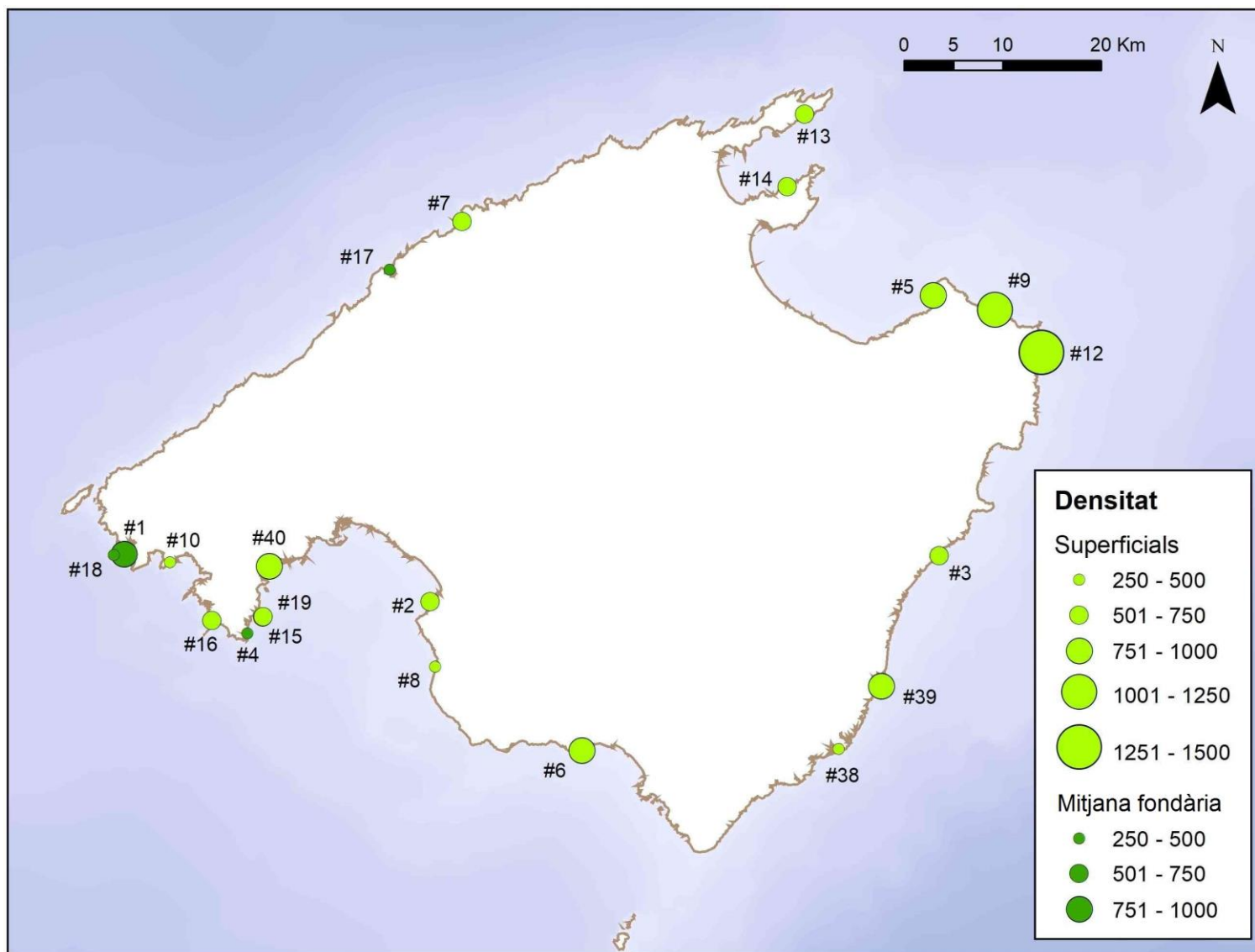
Figura 12. Rang de la densitat mitjana (feixos/m²) actual a les estacions d'Eivissa i Formentera (a), Mallorca (b) i Menorca (c). Es diferencia entre estacions superficials (entre 2 i 10 metres, inclosos), de mitjana fondària (entre 11 i 20 metres, inclosos) i fondes (a partir de 20 metres i fins a 33, inclosos). S'indica el codi de cada estació.

12. a





12. b



12. c

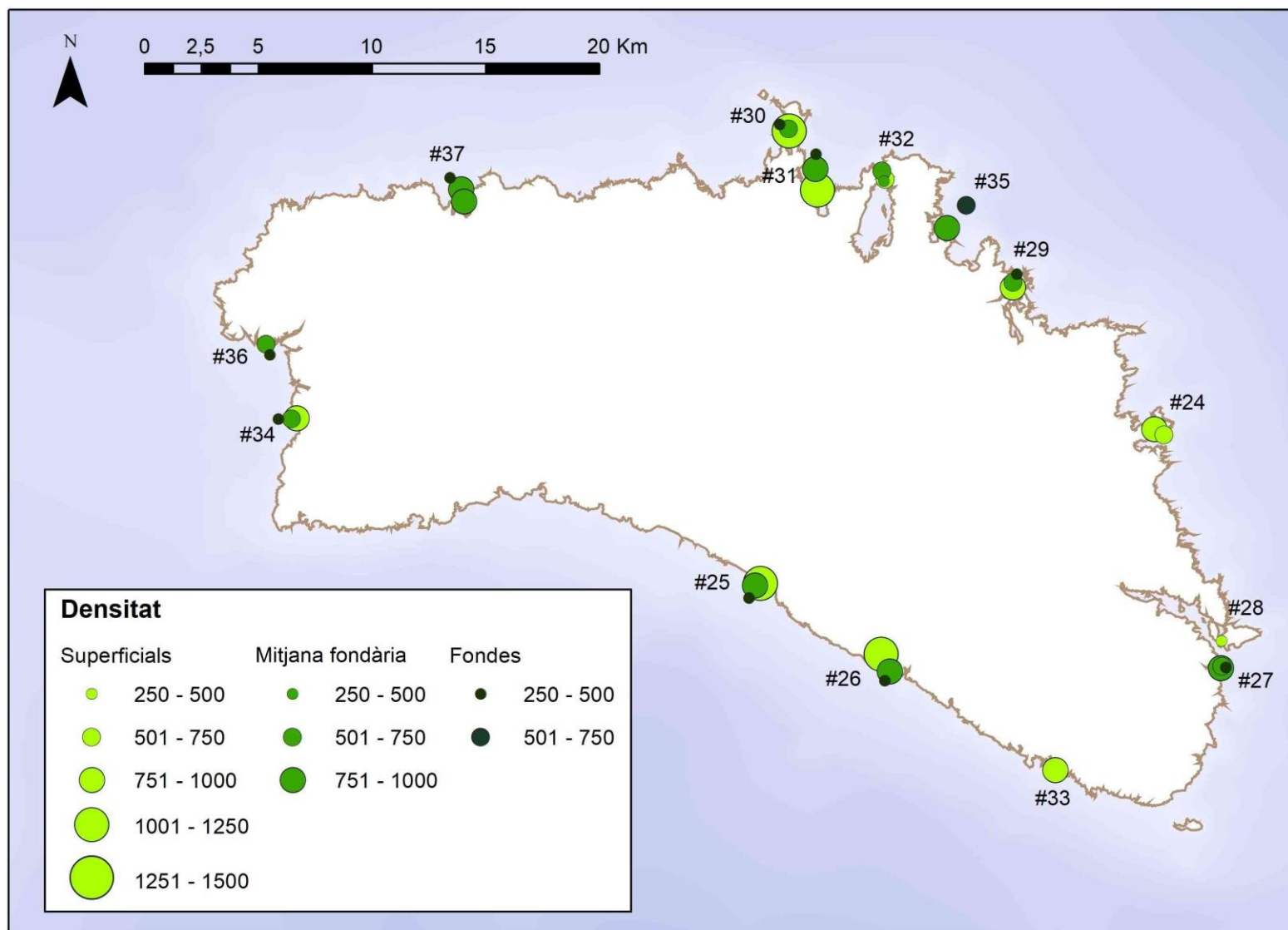
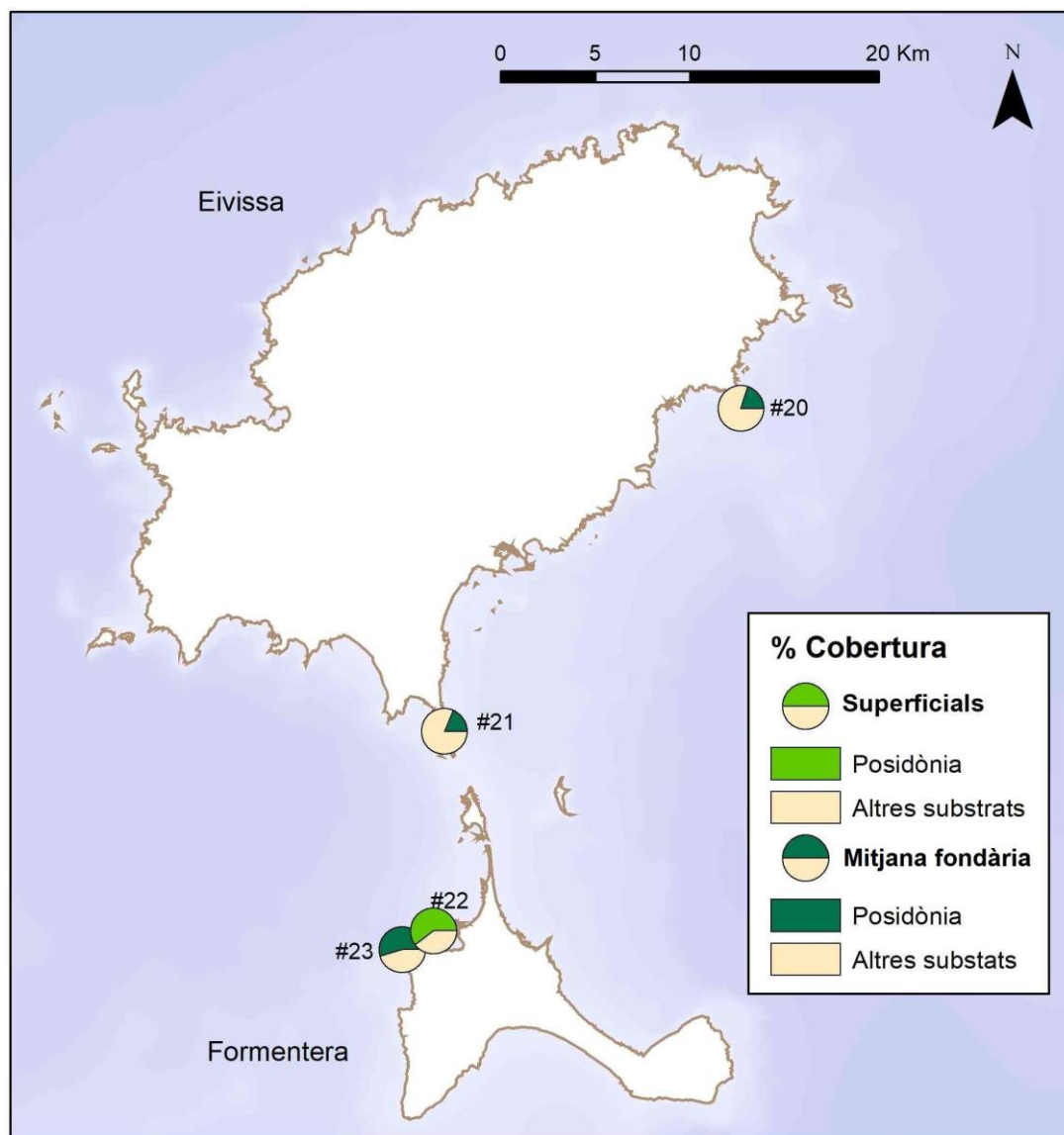
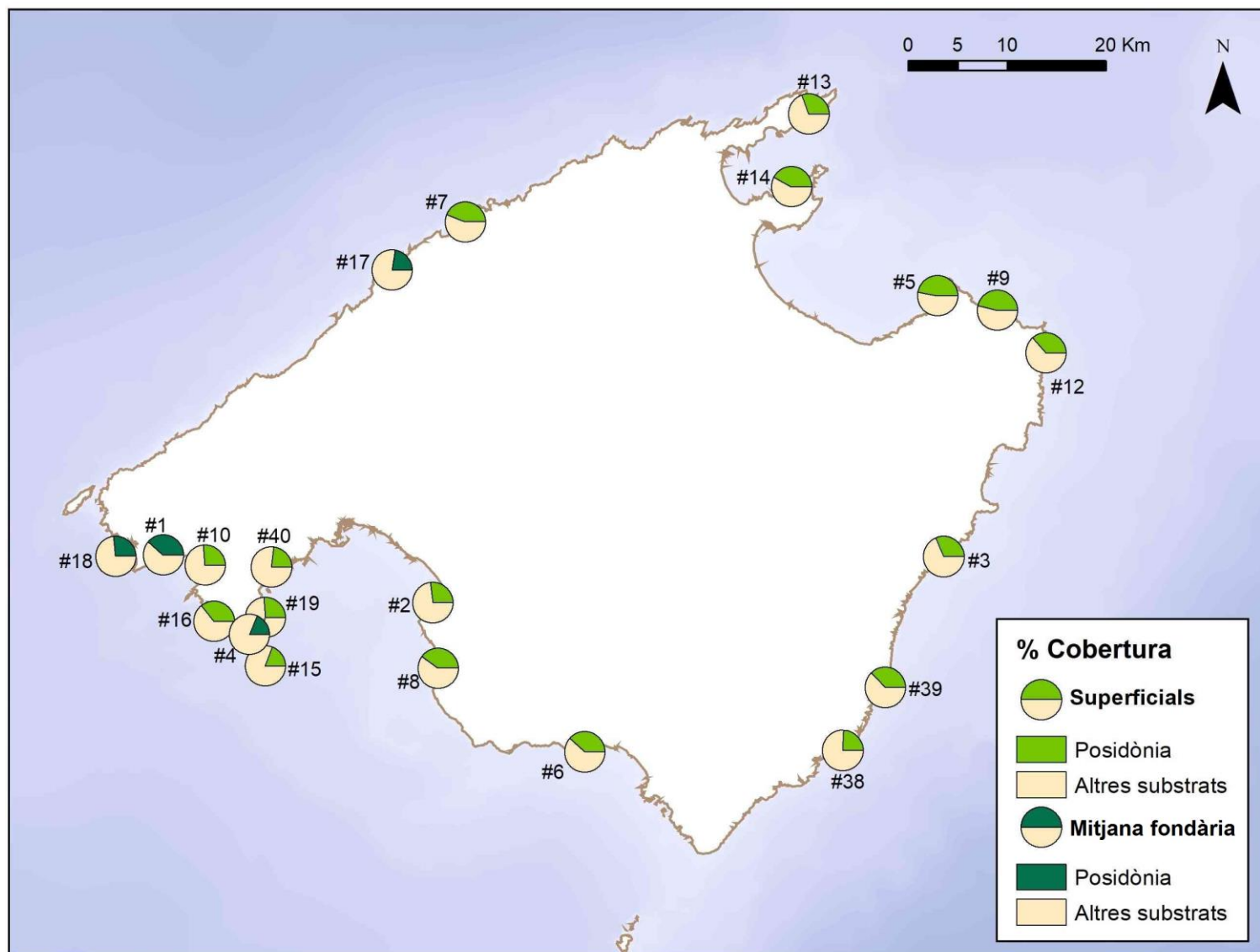


Figura 13. Percentatge mitjà de cobertura actual a les estacions d'Eivissa i Formentera (a), Mallorca (b) i Menorca (c). Es diferencia entre estacions superficials (entre 2 i 10 metres, inclosos) i de mitjana fondària (entre 11 i 20 metres, inclosos). S'indica el codi de cada estació o subestació.

13. a



13. b



13. c

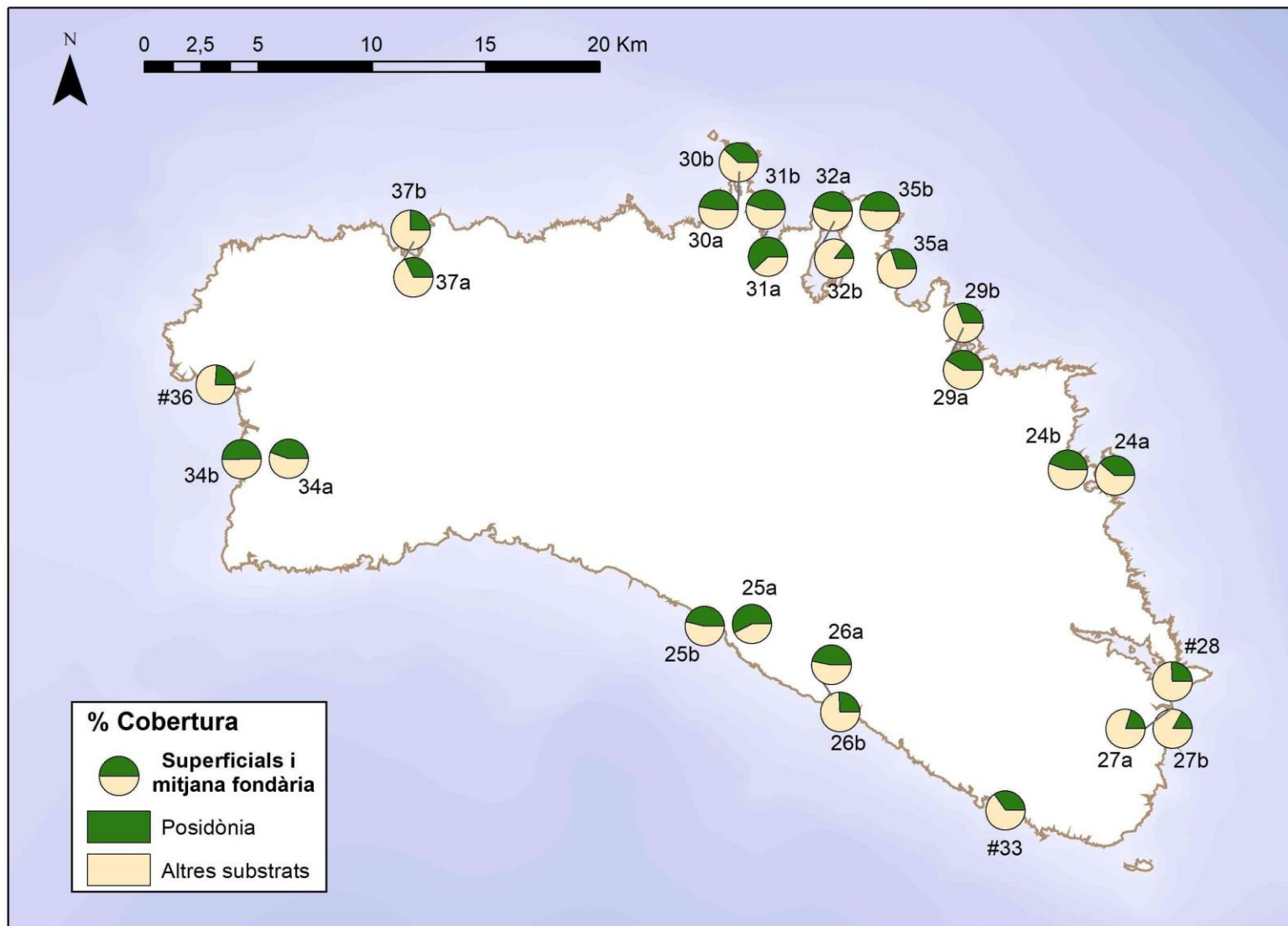
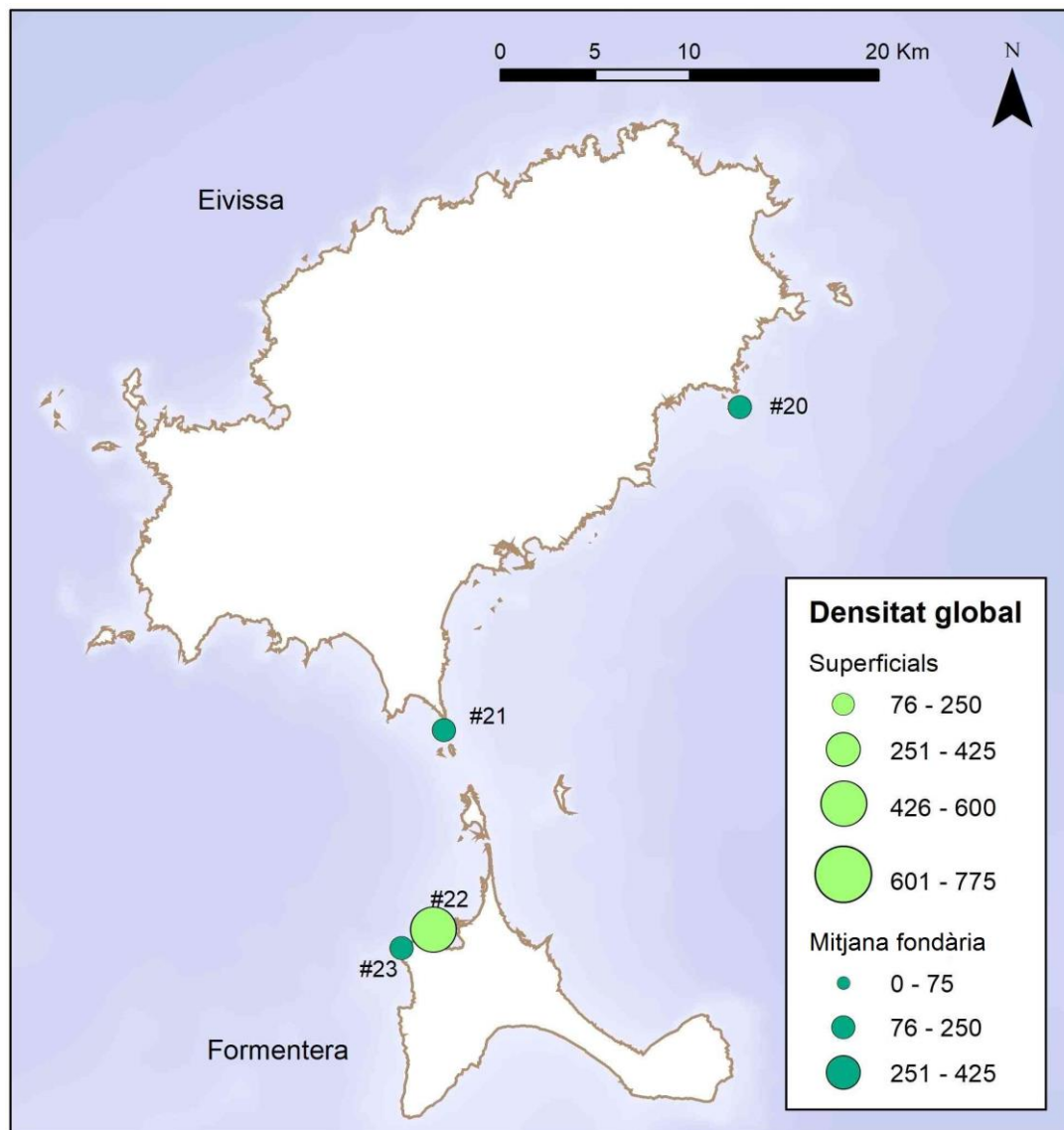


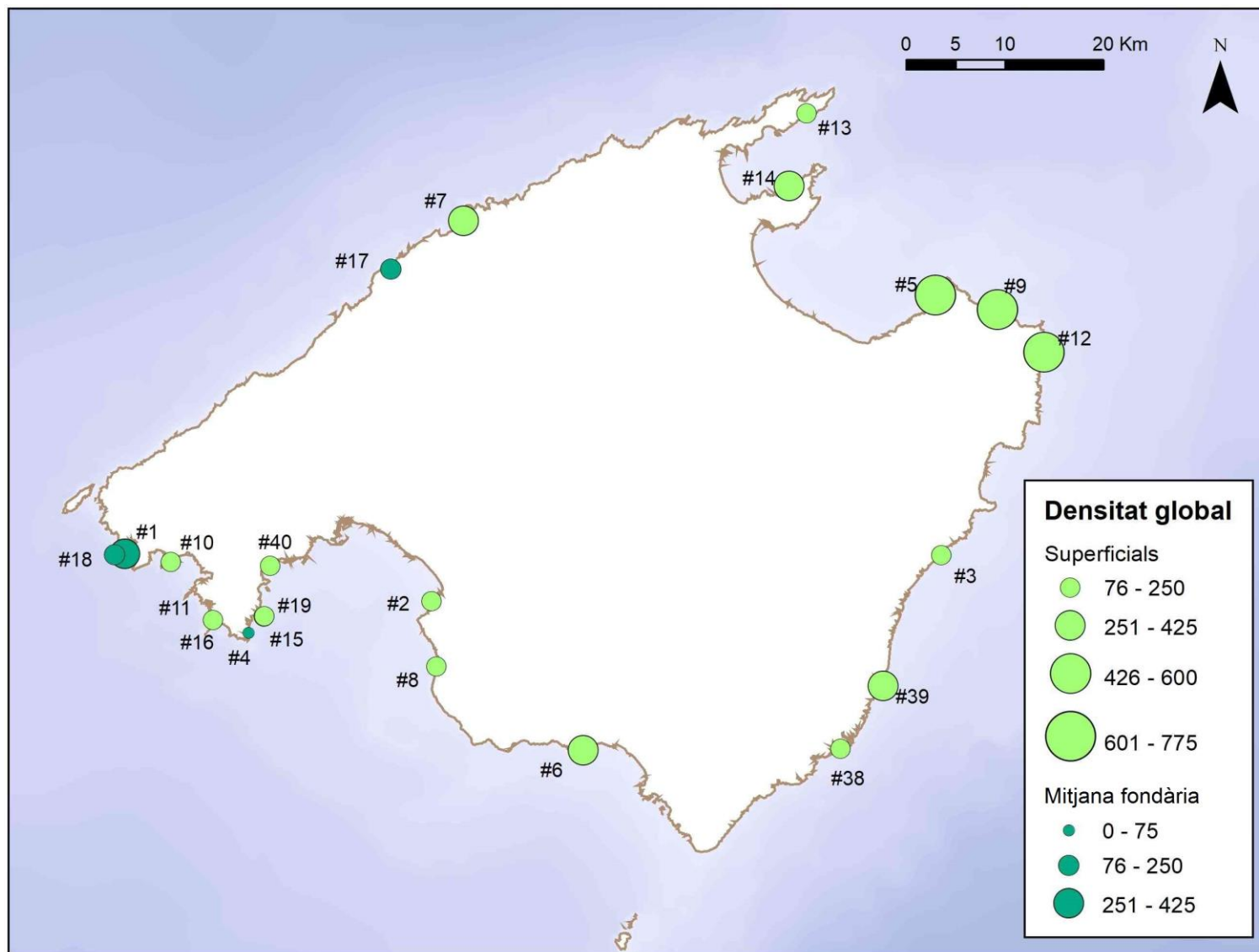
Figura 14. Densitat global mitjana (feixos/m²) actual a les estacions d'Eivissa i Formentera (a), Mallorca (b) i Menorca (c).. Es diferencia entre estacions superficials (entre 2 i 10 metres, inclosos), de mitjana fondària (entre 11 i 20 metres, inclosos) i fondes (a partir de 20 metres i fins a 33, inclosos). S'indica el codi de cada estació.

14. a



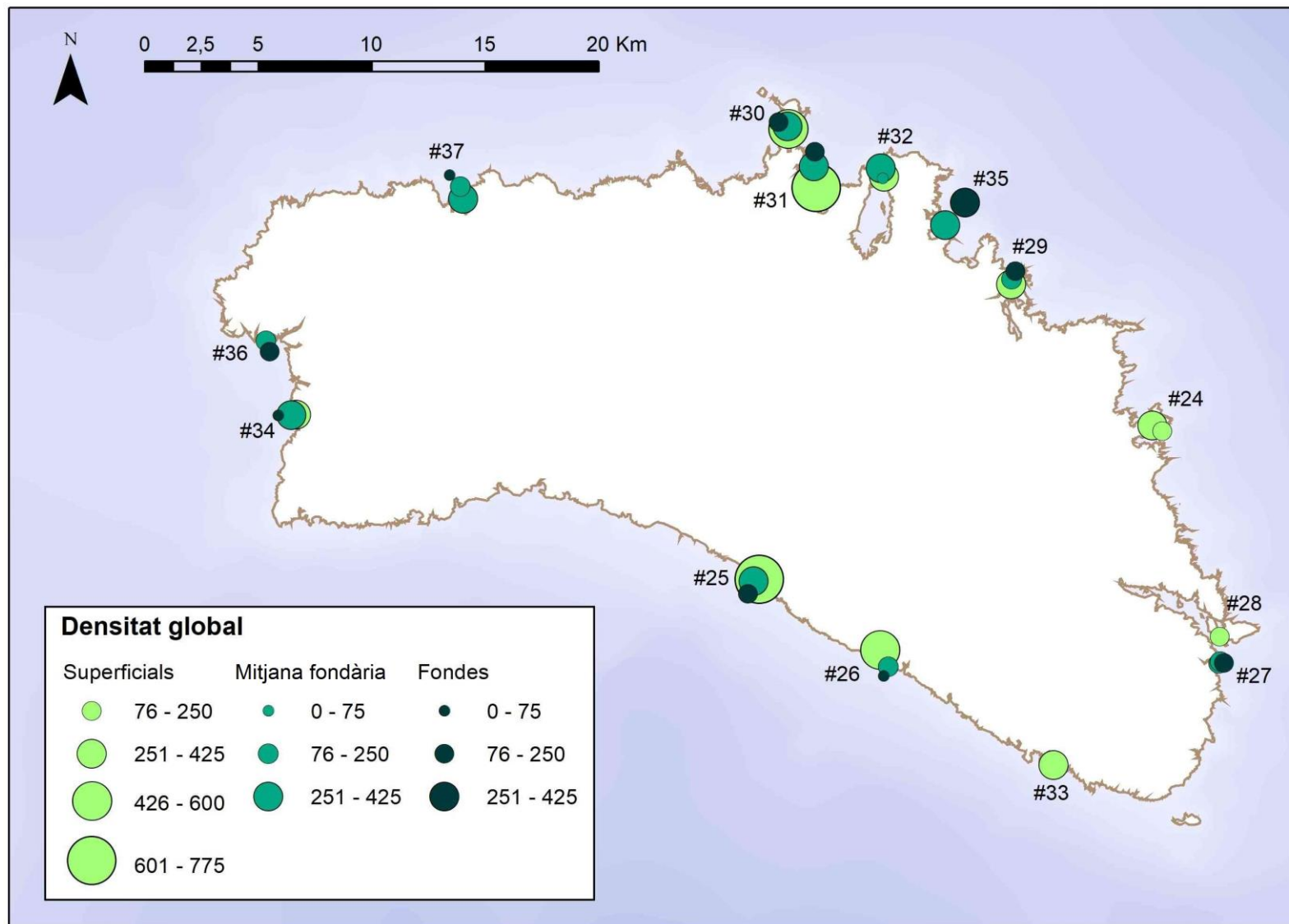


14. b





14. c



Quan es comparen els resultats de densitat a un mateix rang de fondària de 5m, s'observa que entre les més superficials (fig. 15a) destaquen Son Bou I (25a) i Portocristo (#3), les dues diferenciades significativament de la majoria de les estacions. Al rang entre 5 i 10m (fig. 16a), l'estació Cala Lliteras (#12) es diferencia significativament de totes les altres, mentre que Tirant (31a), Sanitja (30a) i Cala Matzoc (#9) s'agrupen (no hi ha diferències significatives entre elles) i es diferencien de les altres estacions. Entre els valors més baixos, trobem les estacions Caló des Monjo (#10), Puigderrós (#8) i Portopetro (#38), que s'agrupen i es diferencien significativament de les altres. Al rang de 10 a 15 metres (fig. 17a), la majoria d'estacions presenten mitjanes al voltant de 750 feixos/m² i no es diferencien significativament entre elles, excepte les subestacions de Fornells (32b, c) que s'agrupen i es diferencien significativament presentant valors molt inferiors. Al rang de 15 a 20 metres (fig. 18a), s'aprecia que les estacions de Menorca presenten valors lleugerament superiors (per sobre de 500 feixos/m²) que la resta d'estacions. En efecte, les

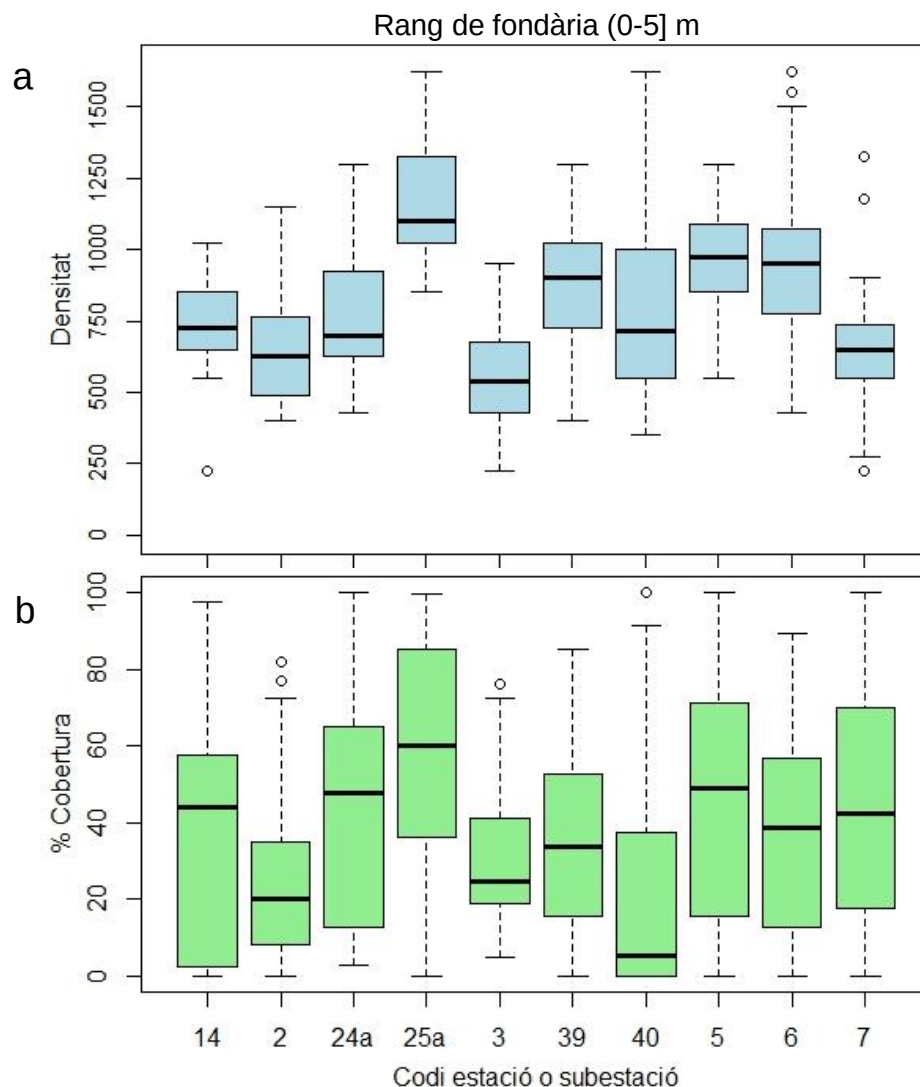


Figura 15. Densitat (feixos/m²) (a) i percentatge de cobertura (b) a les estacions entre 0 i 5 metres de fondària. La línia més gruixuda indica la mediana; els límits de les caixes, els percentils 25 i 75; i les línies puntejades indiquen el mínim i el màxim sense valors atípics.

estacions de Port de Sóller (#17) i Punta Gavina (#23) presenten valors significativament més baixos, i Cala Figuera (#4) també és significativament diferent d'aquestes. Al següent rang (fig. 19a), els valors varien poc, trobant-se entre 300 i 450 feixos/m². Només les estacions Son Saura III (35b) i Son Bou III (25c) es diferencien significativament. Al rang més profund (fig. 20a), no es dona un efecte significatiu del factor estació.

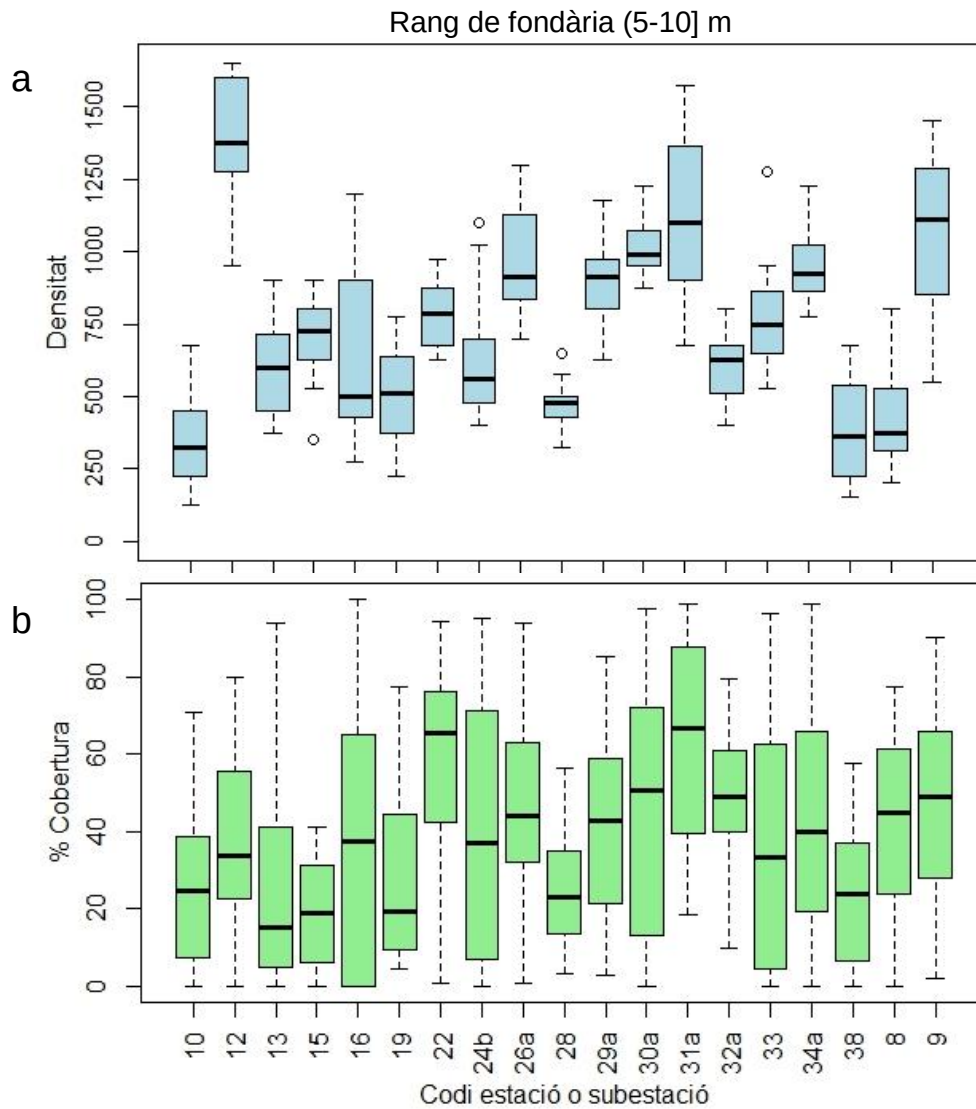


Figura 16. Densitat (feixos/m²) (a) i percentatge de cobertura (b) a les estacions entre 5 i 10 metres de fondària. La línia més gruixuda indica la mediana; els límits de les caixes, els percentils 25 i 75; i les línies puntejades indiquen el mínim i el màxim sense valors atípics.

En general, els valors de cobertura són molt variables a una mateixa estació degut a que es presenten els resultats per quadre de mostreig (no per transsecte), i la cobertura pot ser molt variable al llarg d'un mateix transsecte. Quan comparem els resultats de cobertura per rang de fondària, s'aprecia que Son Caliu (#40) presenta una mitjana més baixa que la resta d'estacions superficials (fig. 15b) i, en efecte, presenta diferències significatives amb les estacions amb major

cobertura (Es Caló, #5; Cala Tuent, #7; Son Bou I, 25a). Al rang de 5 a 10 metres (fig. 16b), les estacions Caló de s'Oli (#22) i Tirant I (31a) no es diferencien significativament entre elles i sí ho fan de les altres estacions. Al llindar inferior, només l'estació 15 presenta diferències significatives amb aproximadament la meitat de les estacions. Al rang entre 10 i 15 metres (fig. 17b), l'estació Son Bou II (25b) es diferencia significativament de les estacions amb menor cobertura i és igual a Fornells (32b), encara que aquesta no es diferencia significativament de cap estació. Les estacions d'Illot d'en Caragoler (#21) i Fornells II (32b) presenten els valors mitjans més baixos. Al rang entre 15 i 20 metres (fig. 18b), les estacions de Punta Gavina (#23) i Cala Blanca II (34b) són iguals entre elles i es diferencien significativament de les altres. Addaia II (29b) i Sanitja II (30b), també tenen

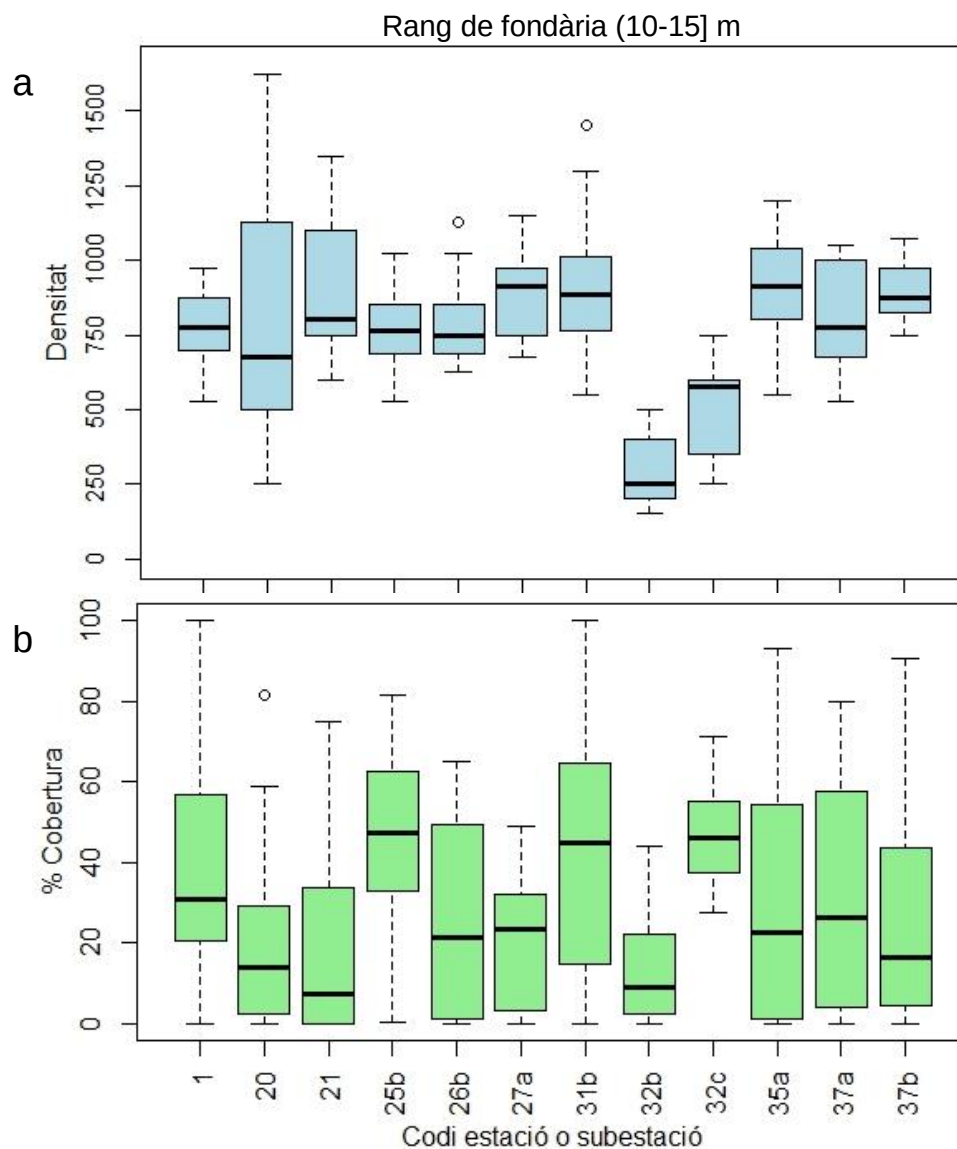


Figura 17. Densitat (feixos/m²) (a) i percentatge de cobertura (b) a les estacions entre 10 i 15 metres de fondària. La línia més gruixuda indica la mediana; els límits de les caixes, els percentils 25 i 75; i les línies puntejades indiquen el mínim i el màxim sense valors atípics.

cobertures relativament elevades sense diferenciar-se significativament de les altres, que s'agrupen al voltant del 20% de cobertura mitja. Al rang entre 25 i 30 metres (fig. 19b), les estacions varien entre el 20 i el 40% sense diferenciar-se, a excepció de l'estació Son Saura III (35b), que té una cobertura significativament més elevada que les altres. Al rang entre 30 i 35 metres (fig. 20b), no hi ha un efecte significatiu del factor estació.

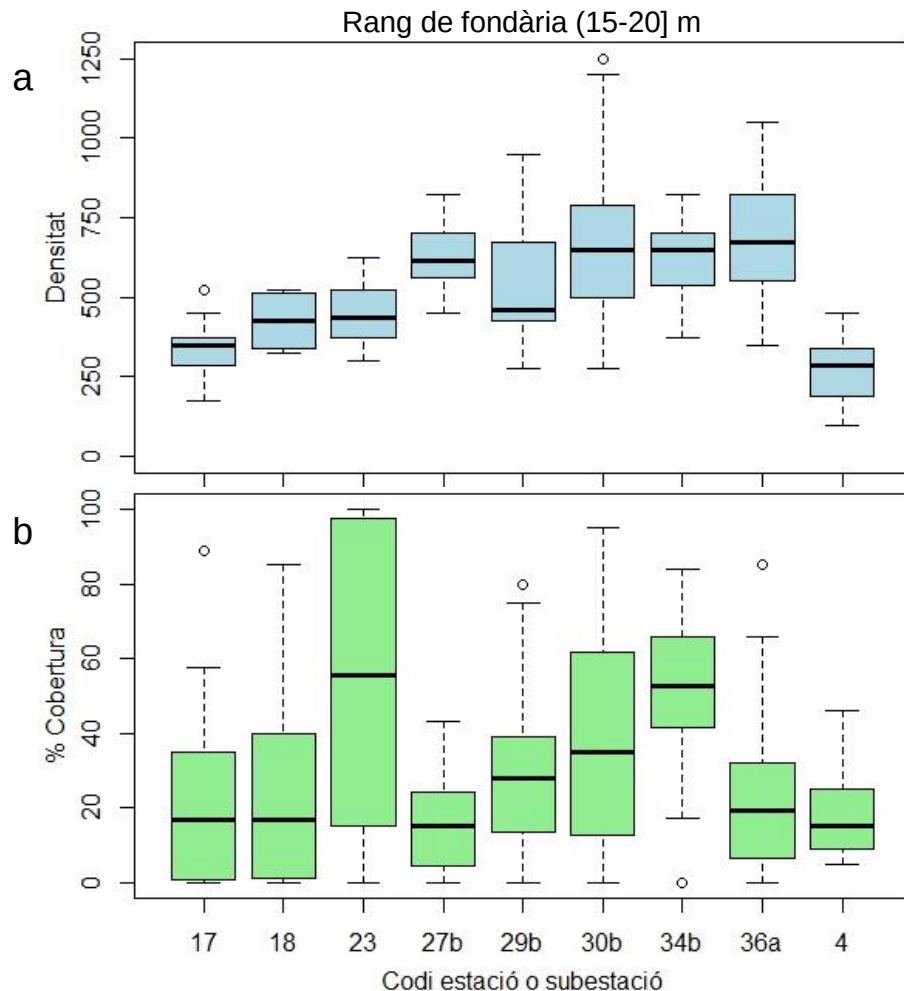


Figura 18. Densitat (feixos/m²) (a) i percentatge de cobertura (b) a les estacions entre 15 i 20 metres de fondària. La línia més gruixuda indica la mediana; els límits de les caixes, els percentils 25 i 75; i les línies puntejades indiquen el mínim i el màxim sense valors atípics.

Per últim, es va investigar l'efecte de la fondària en una mateixa estació (fig. 21). Evidentment, això només va ser possible a les estacions de Menorca, on es varen mostrejar dos o tres subestacions de diferent fondària. Els resultats detallats dels tests estadístics es poden consultar a l'annex 2. Com era d'esperar, l'efecte de la fondària sobre la densitat va ser significatiu a les 12 estacions considerades. Igualment, les comparacions dos a dos entre les diferents fondàries varen ser sempre significatives, excepte entre les subestacions a 11 i 15 metres a Algaiarens (#37). Pel que fa a la cobertura, l'efecte de la fondària va ser significatiu a 6 de les 12 estacions i, quan ho va ser, no es varen donar diferències significatives entre tots els nivells.

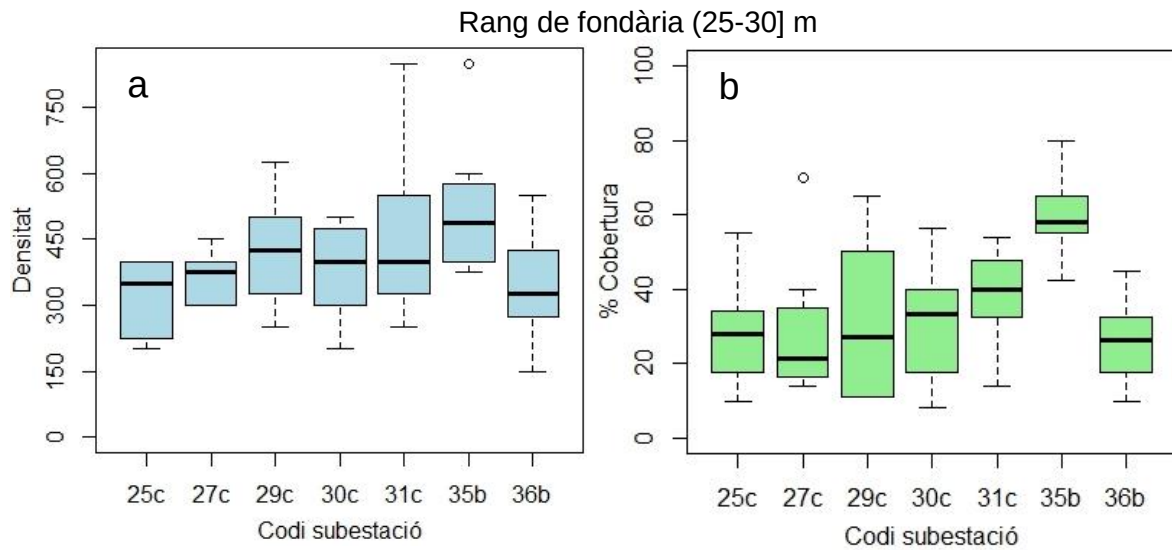


Figura 19. Densitat (feixos/m²) (a) i percentatge de cobertura (b) a les estacions entre 25 i 30 metres de fondària. La línia més gruixuda indica la mediana; els límits de les caixes, els percentils 25 i 75; i les línies puntejades indiquen el mínim i el màxim sense valors atípics.

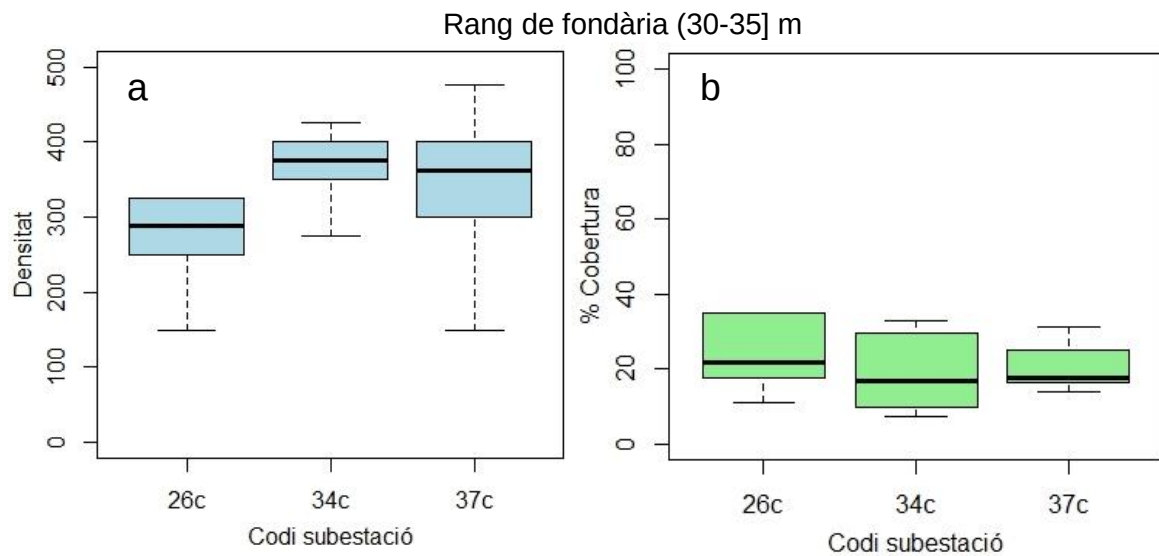
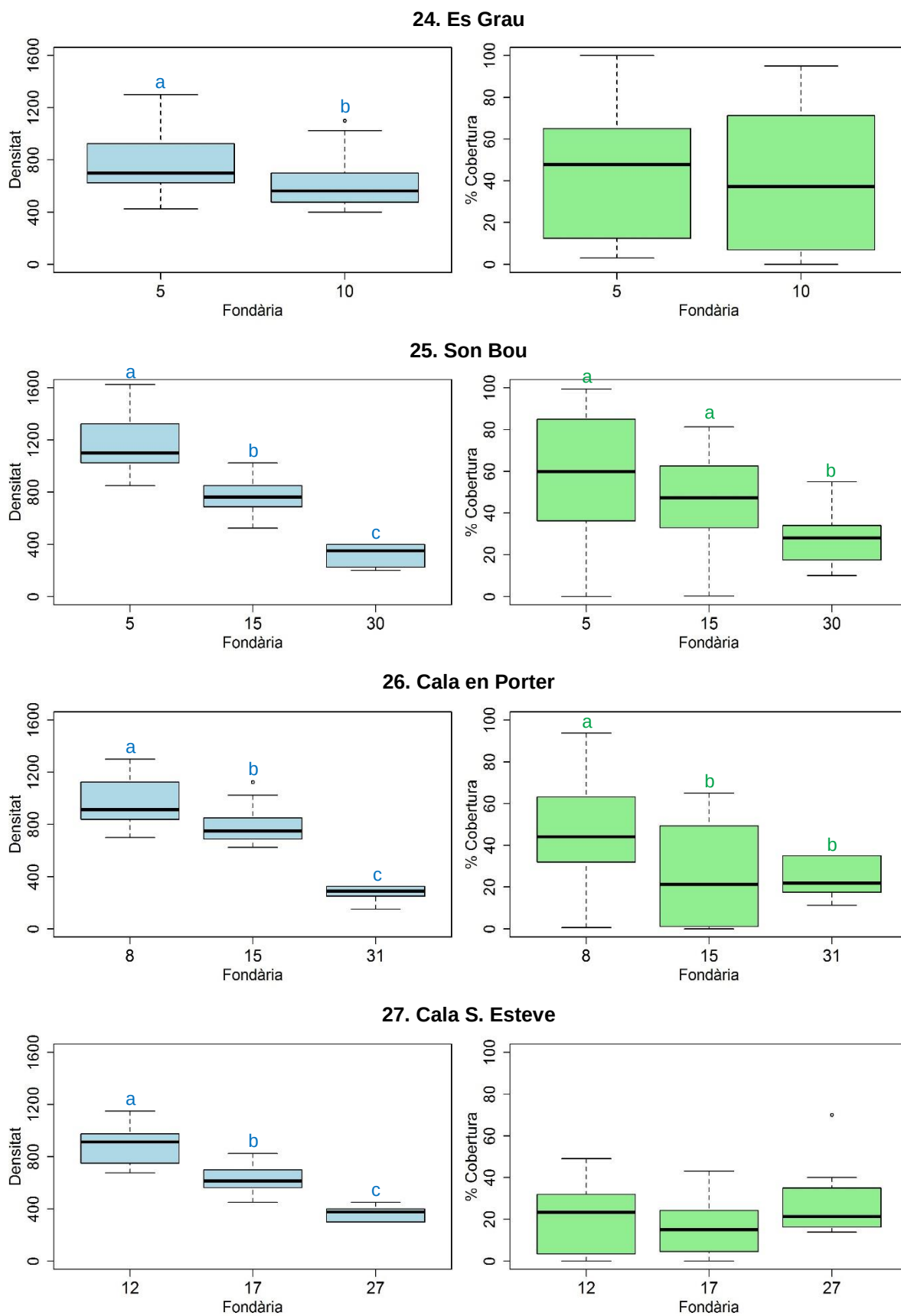


Figura 20. Densitat (feixos/m²) (a) i percentatge de cobertura (b) a les estacions entre 30 i 35 metres de fondària. La línia més gruixuda indica la mediana; els límits de les caixes, els percentils 25 i 75; i les línies puntejades indiquen el mínim i el màxim sense valors atípics.

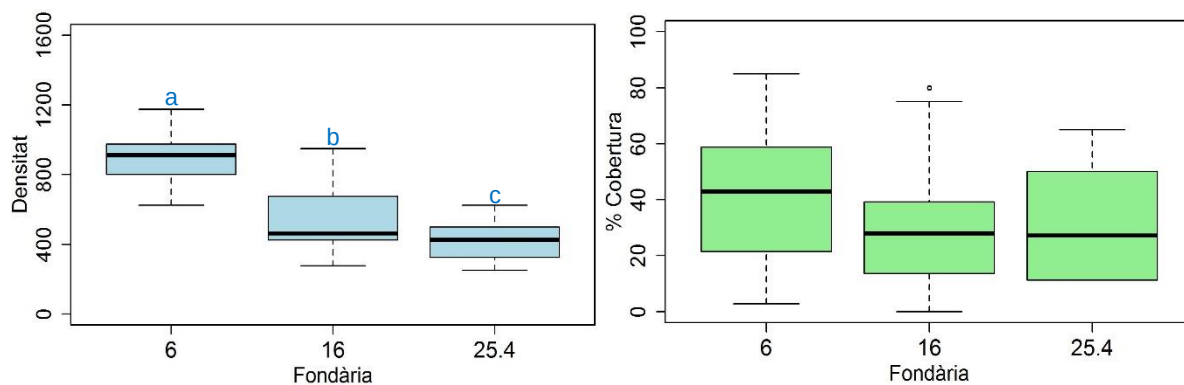
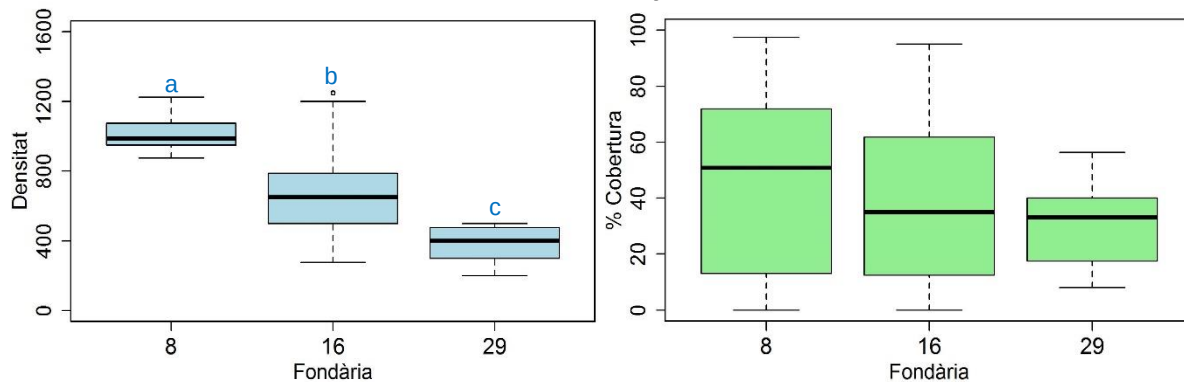
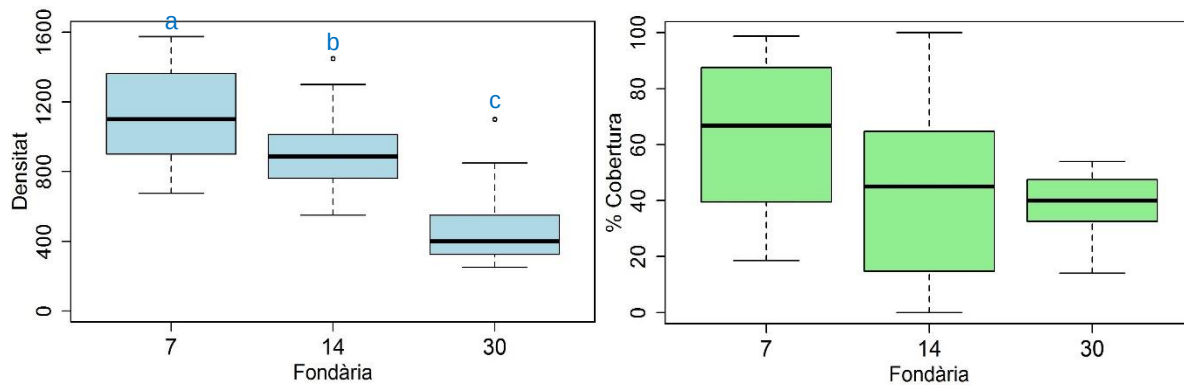
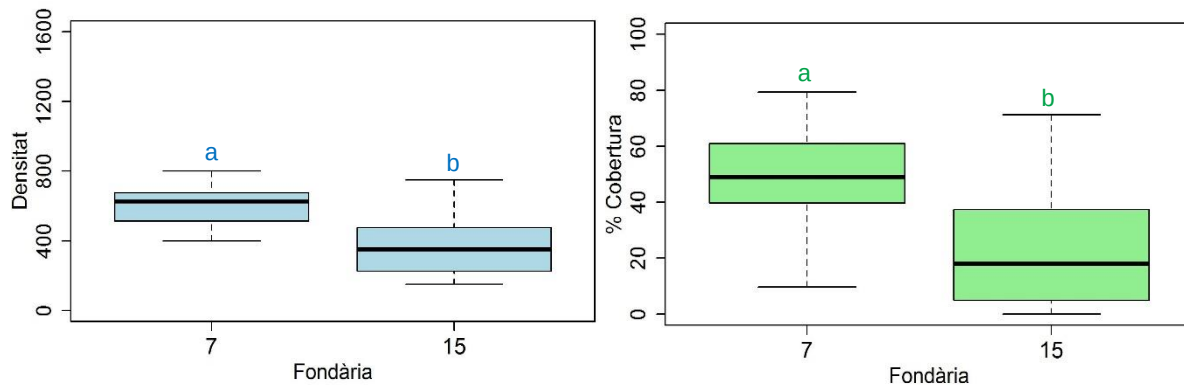
A continuació,

Figura 21. Densitat (feixos/m²) i percentatge de cobertura a les estacions amb subestacions de diferents fondàries (fondàries mitjanes en metres). La línia més gruixuda indica la mediana; els límits de les caixes, els percentils 25 i 75; i les línies puntejades indiquen el mínim i el màxim sense valors atípics. Les lletres a, b i c indiquen diferències significatives entre els nivells de fondària. Veure annex 2 per detalls dels tests estadístics.

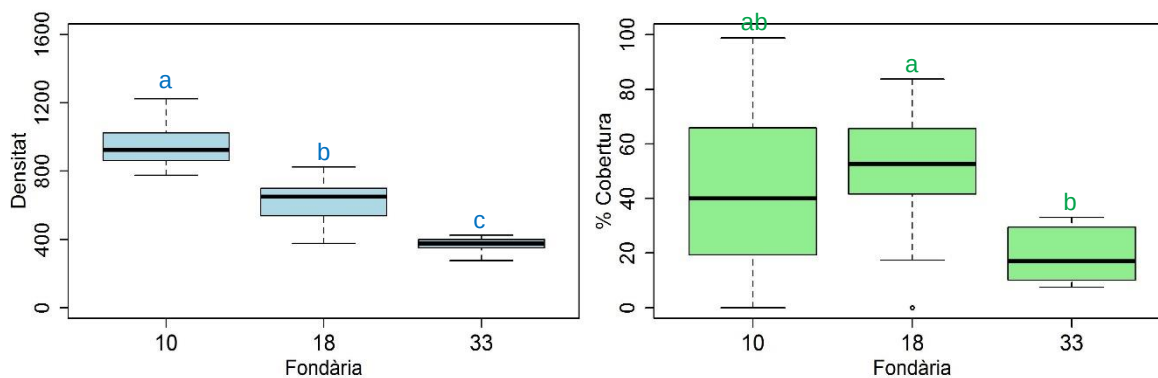
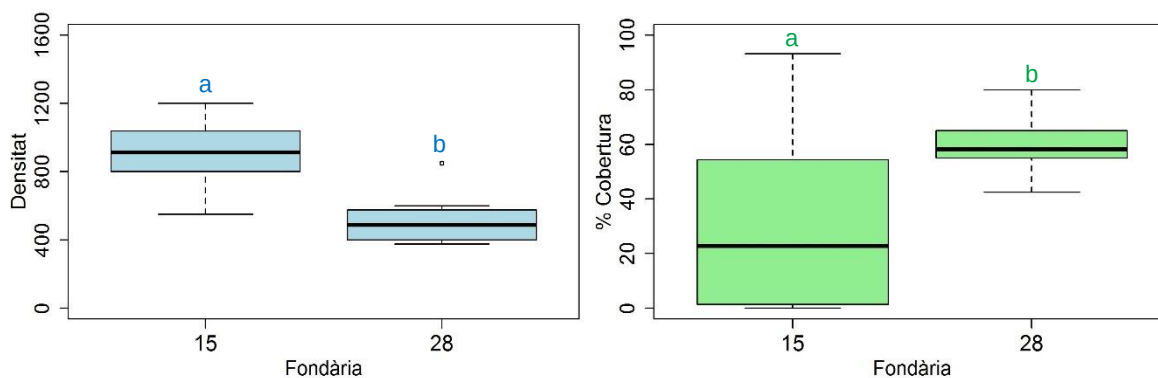
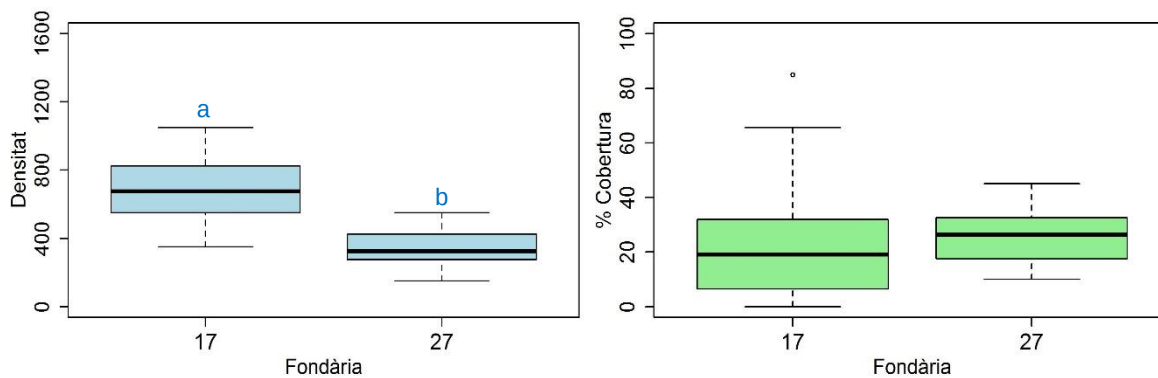
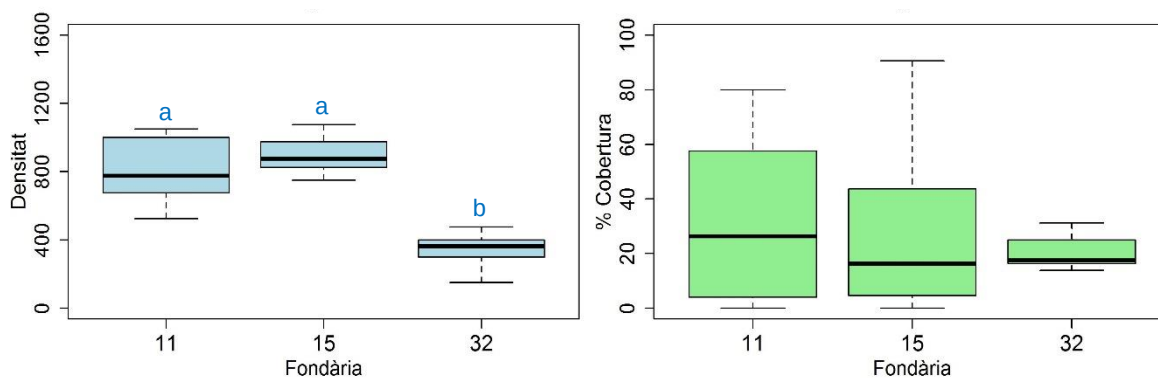
Figura 21



Continuació figura 21

29. Addaia**30. Sanitja****31. Tirant****32. Fornells**

Continuació figura 2

34. Cala Blanca**35. Son Saura****36. Sa Farola****37. Algaiarens**

3.2.2. *Pinna nobilis*

Malauradament, durant el període 2017-2019 de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia, no es va trobar cap individu de *Pinna nobilis* viu a cap dels transectes mostrejats. No obstant, es varen trobar entre 17 i 19 individus morts en aquest mateix període. Les dades del nombre d'individus morts trobats per any i estació es poden consultar a la taula 7. La figura 22 mostra les estacions a on es varen comptabilitzar nacres en els tres darrers anys. D'entre les estacions mostrejades, l'aparició d'individus es va concentrar a la costa de Mallorca i a una estació de Formentera.

Any	<i>P. nobilis</i> mortes per any	Estacions	<i>P. nobilis</i> mortes per estació
2017	3	Caló des Moro	3
2018	7	Portocolom	7
2019	9	S'Estanyol	2
		Portocristo	2
		Portocolom	2
		Punta Gavina	2
		Cala Marmacen	1

Taula 7. Distribució d'individus morts de *P. nobilis* per estació i per any.

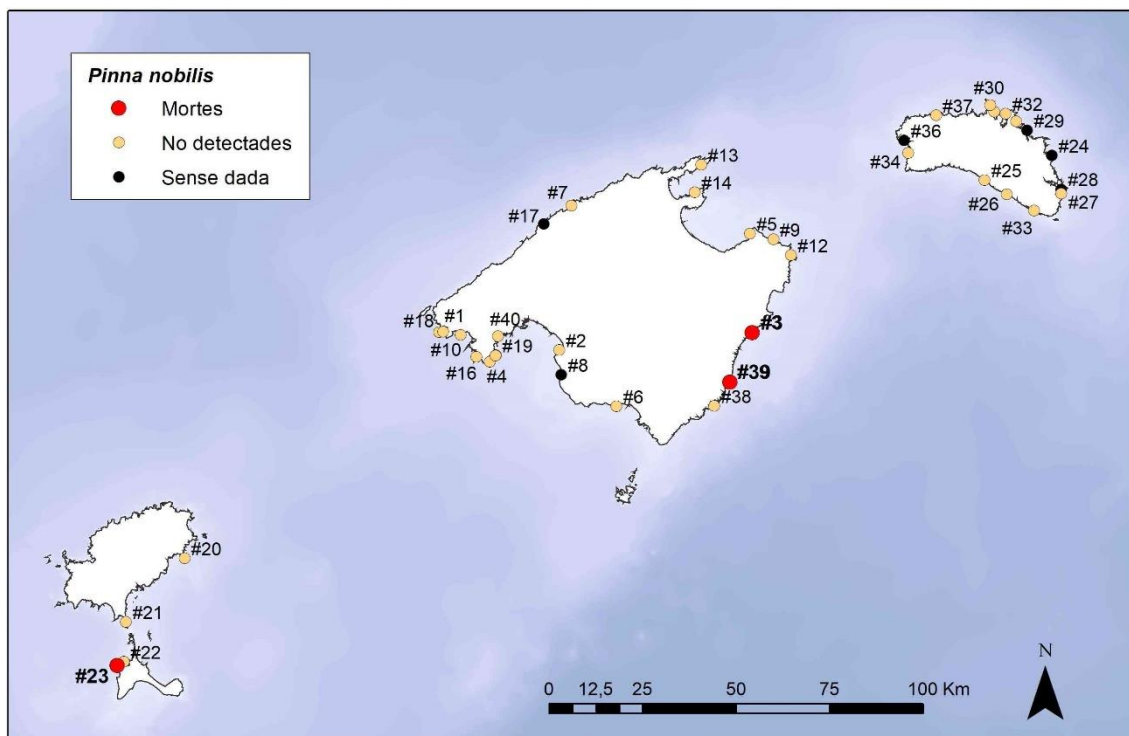
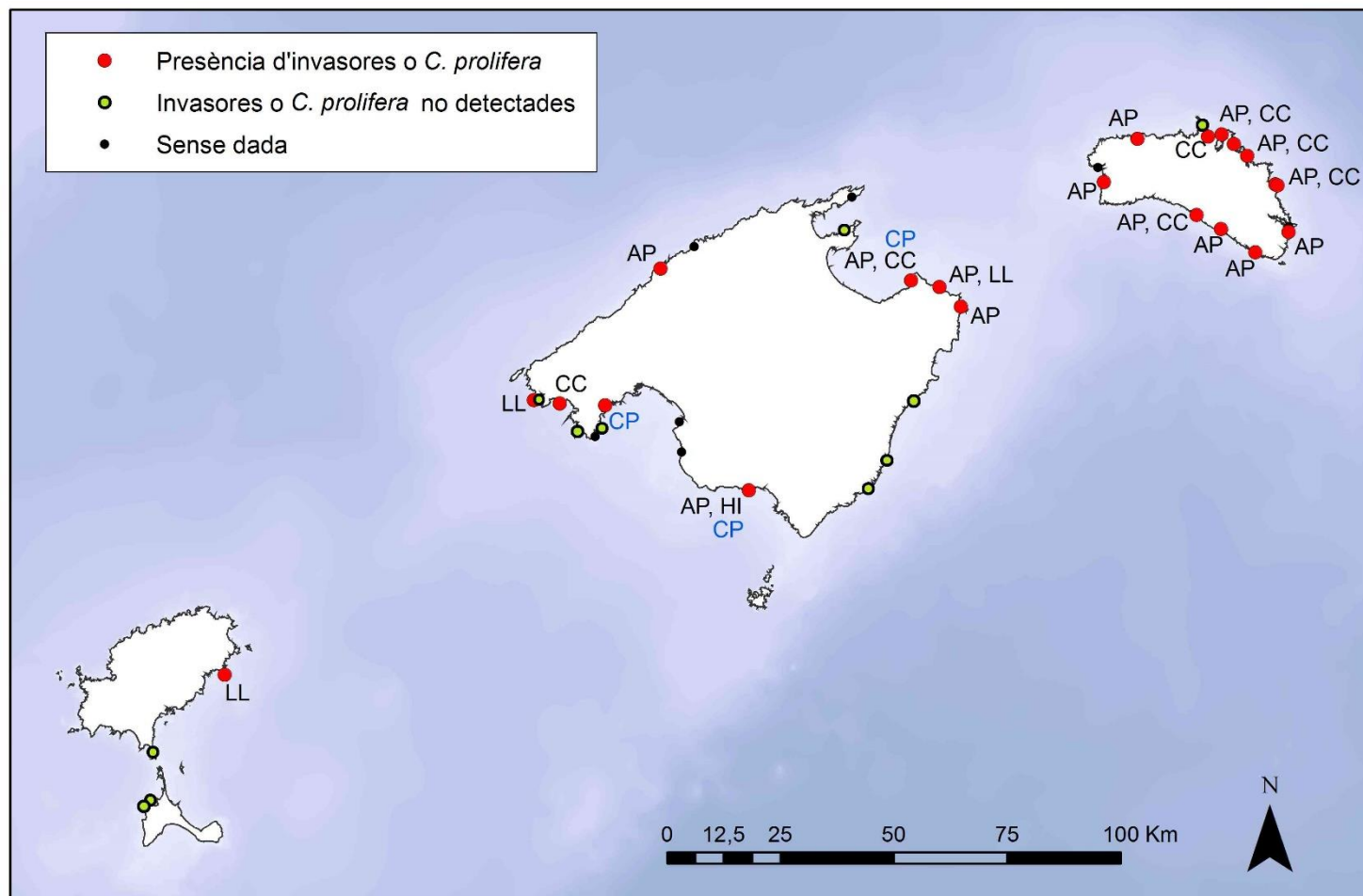


Figura 22. Distribució d'individus morts de *P. nobilis* trobats durant el període 2017-2019. S'indica el codi de les estacions.

3.2.3. Algues invasores i *Caulerpa prolifera*

La figura 23 mostra els punts de detecció d'algues invasores i *C. prolifera* a tot l'arxipèlag durant el període 2017-2019. A la taula 8 es detalla on i quan es va detectar presència d'algues invasores o de l'alga autòctona *Caulerpa prolifera*. L'any 2017 es varen mostrejar 3 estacions, a una de les quals es va detectar l'espècie *Caulerpa cylindracea*. L'any 2018, es varen detectar algues invasores a 7 de les 15 estacions a les quals es varen obtenir dades fiables, és a dir, a un 47% de les estacions. L'any 2019 es varen detectar algues invasores a 13 de les 25 estacions amb dades fiables, és a dir, a un 52% de les estacions. Cal destacar el major esforç de mostreig de l'any 2019, que incloïa nombroses estacions a Menorca mostrejades per personal experimentat de l'OBSAM. Només les estacions de Es Caló (#5), Caló des Monjo (#10), Caló de s'Oli (#22) i Fornells (#32) varen permetre comparacions entre els anys 2017 o 2018, i 2019. A Es Caló es va detectar *C. prolifera* tant al 2018 com al 2019 a tots els transsectes mostrejats, mentre que la invasora *Acrothamnion preisii* es va detectar a tots els transsectes el 2018 i només a un dels tres mostrejats el 2019. A Caló des Monjo es va detectar *C. cylindracea* al 2018, a tots els transsectes, i al 2019 a la meitat dels transsectes. A Caló de s'Oli (#22) es va detectar *C. cylindracea* a tots els transsectes realitzats l'any 2017, no obstant, no es va detectar a cap transsecte del mateix mes (octubre) de l'any 2019. A Fornells (#32), l'any 2018 només es va detectar *A. preisii* mentre que a l'any següent aquesta espècie no es va tornar a detectar, però sí *C. cylindracea*. Pel que fa a les espècies considerades, *A. preisii* es va detectar a 4 estacions l'any 2018 i a 10 estacions l'any 2019, degut a la seva freqüent aparició a Menorca. *C. cylindracea* es va detectar a 3 estacions l'any 2018 i a 5 estacions l'any 2019. *Lophocladia lallemandii* només es va detectar l'any 2018, a dues estacions, mentre que *Halimeda incrassata* es va detectar només l'any 2019 a una estació. Els bussos voluntaris varen indicar la presència de *Womersleyella setacea* en estacions puntuals d'Eivissa i Mallorca els anys 2018 i 2019, però la seva presència no va poder ser confirmada i, per tant, aquestes dades no s'inclouen a la taula 7. En cap cas es va detectar l'espècie *Caulerpa taxifolia*. L'alga autòctona *C. prolifera* es va detectar a una estació l'any 2018 i a tres estacions l'any 2019, sempre a Mallorca. En general, quan es va detectar un alga invasora a una estació, es va detectar a tots els transsectes de la mateixa fondària, amb les excepcions de *A. preisii*, detectada a 1 transsecte dels 3 realitzats a Es Caló (#5) l'any 2019, i *C. cylindracea*, detectada a 1 transsecte dels 2 realitzats a Caló des Monjo (#10) l'any 2019. Pel que fa a les estacions de Menorca, a on es varen fer observacions a tres fondàries diferents per estació, les algues invasores apareixen sempre a les estacions someres (4-8 m) i en la majoria dels casos també a mitjana fondària (11-16 m), però només en dues estacions (Cala Blanca, #34, i Son Saura, #35) es van detectar algues invasores més enllà dels 20m: *A. preisii* a 35 metres i *A. preisii* i *C. cylindracea* a 27m, respectivament.

Figura 23. Localització de les espècies de macroalgues detectades durant el període 2017-2019. Es precisa la localització de les invasores *Caulerpa cylindracea* (CC), *Caulerpa taxifolia* (CT), *Halimeda incrassata* (HI), *Lophocladia lallemandii* (LL) i *Acrothamnion preisii* (AP), i de l'espècie autòctona *Caulerpa prolifera* (CP).





Taula 8. Informació detallada sobre els llocs i moments de detecció d'algues invasores i *C. prolifera* durant el període 2017-2019. A l'apartat d'observacions es detalla a quants dels transsectes mostrejats es va trobar cada espècie.

Codi	Nom estació	Illa	Localitat	Fondària	Data mostreig	Presència d'algues per any			Observacions
						2017	2018	2019	
5	Es Caló	Mallorca	Artà	5	30/09/2018 02/11/2019	-	<i>A. preisii</i> <i>C. prolifera</i>	<i>A. preisii</i> <i>C. prolifera</i>	2018 2/2 transsectes - 2019 <i>A. preisii</i> 1/3 transsectes, <i>C. prolifera</i> 3/3 transsectes
6	S'Estanyol	Mallorca	Llucmajor	5	25/06/2019	-	-	<i>A. preisii</i> <i>H. incrassata</i> <i>C. prolifera</i>	<i>A. preisii</i> 1/2 transsectes <i>H. incrassata</i> i <i>C. prolifera</i> 2/2 transsectes
9	Cala Matzoc	Mallorca	Artà	6	30/09/2018	-	<i>A. preisii</i> <i>L. lallemandii</i>	-	2/2 transsectes
10	Caló des Monjo	Mallorca	Calvià	10	27/05/2018 30/06/2019	-	<i>C. cylindracea</i>	<i>C. cylindracea</i>	2018 2/2 transsectes 2019 1/2 transsectes
12	Cala Lliteras	Mallorca	Capdepera	10	31/08/2019	-	-	<i>A. preisii</i>	2/2 transsectes
18	S'Aguilot	Mallorca	Andratx	18	13/09/2018	-	<i>L. lallemandii</i>	-	2/2 transsectes
22	Caló de s'Oli	Formentera	Formentera	7	24/10/2017	<i>C. cylindracea</i>	-	-	2/2 transsectes
24	Es Grau I i II	Menorca	Maó	5 i 10	19/07/2018	-	<i>A. preisii</i> <i>C. cylindracea</i>	-	5 m 2/2 transsectes 10 m 2/2 transsectes
25	Son Bou I i II	Menorca	Es Migjorn Gran	5 i 15	17/07/2019	-	-	<i>A. preisii</i> <i>C. cylindracea</i>	5 m 2/2 transsectes 15 m 2/2 transsectes
26	Cala En Porter I	Menorca	Alaior	8	16/07/2019	-	-	<i>A. preisii</i>	2/2 transsectes
27	Cala S. Esteve I i II	Menorca	Maó	12 i 17	18/07/2019	-	-	<i>A. preisii</i>	12 m 2/2 transsectes 17 m 2/2 transsectes
29	Addaia I i II	Menorca	Maó	6 i 16	24/07/2018	-	<i>A. preisii</i>	-	6 m 2/2 transsectes 16 m 2/2 transsectes



Continuació taula 8

Codi	Nom estació	Illa	Localitat	Fondària Mitjana	Data mostreig	Presència d'algues per any			Observacions
						2017	2018	2019	
31	Tirant I i II	Menorca	Mercadal	7 i 14	12/07/2019	-	-	A. preisii C. cylindracea	8 m 2/2 transsectes 16 m 2/2 transsectes
32	Fornells I i II	Menorca	Mercadal	7 i 15	23/07/2018 08/07/2019	-	A. preisii	C. cylindracea	les dues espècies: 7 m 2/2 transsectes 15 m 2/2 transsectes
33	Binidali	Menorca	Sant Lluís	10	11/07/2019	-	-	A. preisii	2/2 transsectes
34	Cala Blanca I, II i III	Menorca	Ciutadella	8, 18 i 33	15/07/2019	-	-	A. preisii	8 m 2/2 transsectes 18 m 2/2 transsectes 33 m 1/1 transsecte
35	Son Saura II i III	Menorca	Mercadal	15 i 28	27/09/2019	-	-	A. preisii C. cylindracea	15 m 2/2 transsectes 28 m 1/1 transsecte
37	Algaiarens I i II	Menorca	Ciutadella	11 i 15	28/09/2019	-	-	A. preisii	11 m 2/2 transsectes 15 m 2/2 transsectes
40	Son Caliu	Mallorca	Calvià	3	07/09/2019	-	-	<i>C. prolifera</i>	3/3 transsectes

3.2.4. Temperatura

A continuació, es presenten les dades de temperatura enregistrades a la Reserva Marina de l'Illa del Toro, a l'oest de Mallorca (fig. 9a). Es presenten els resultats mesurats a 15 metres, fondària que s'apropa més a la fondària mitjana de les estacions de la Xarxa de Monitoratge. Hem de considerar aquests resultats com a preliminars, a l'espera d'afegir dades en anys vinents i ampliar la xarxa, recollint dades en diferents punts de l'arxipèlag, i a un rang més ampli de fondàries. Encara que de moment no puguem detectar possibles diferències en la temperatura de l'aigua a diferents punts de l'arxipèlag, si podem observar diferències entre l'any 2018 i 2019. A la figura 24 i a la taula 9, es comparen les temperatures a la primavera i l'estiu dels dos anys. Veiem que en primavera les temperatures són similars però aquestes es diferencien cada cop més a mesura que s'apropa l'estiu. De mitja, l'any 2019 va ser més càlid durant els mesos considerats, amb temperatures elevades mantingudes en el temps, amb mínims mensuals més elevats però també màxims mensuals més baixos. Només el mes d'agost, el 2018 va ser més càlid que el 2019, sent la diferència entre les mitjanes mensual de 1°C. Al gràfic (fig. 24), s'aprecia clarament com l'any 2018 va ser més variable i va presentar temperatures màximes i mínimes més extremes. S'observa que els elevats valors màxims de 2018 no es mantien en el temps (fet rellevant per a la generació d'estrès tèrmic), fins al mes d'agost, quan la temperatura va superar els 27°C durant 30 dies consecutius (també la primera setmana de setembre, que no es mostra).

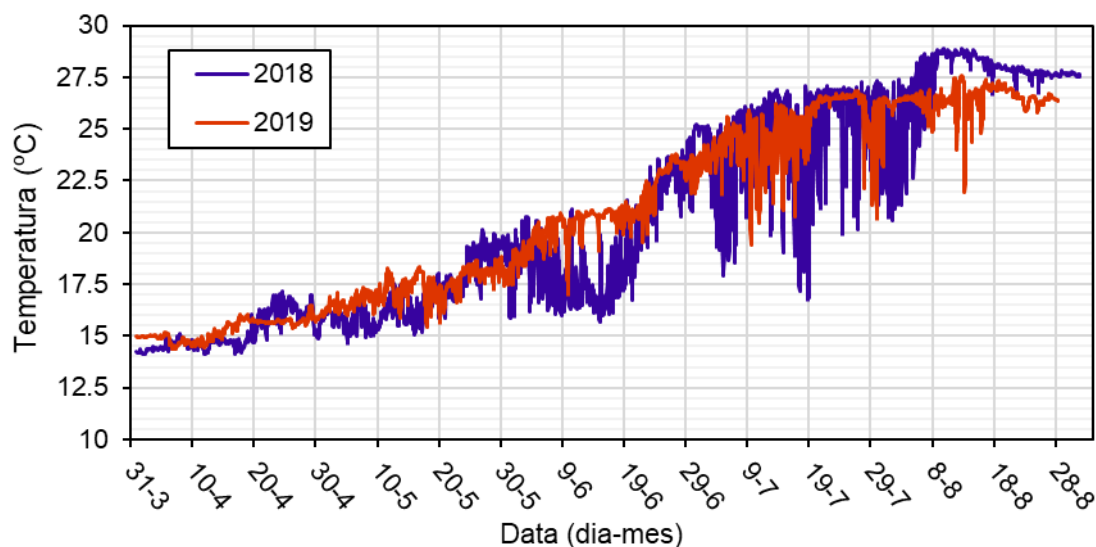


Figura 24. Temperatura de l'aigua (°C) entre el 1 d'abril i el 31 d'agost dels anys 2018 i 2019.

Mes	2018				2019			
	Mitjana	DE	Màx.	Mín.	Mitjana	DE	Màx.	Mín.
Abril	15.1	0.8	17.1	14.1	15.3	0.5	16.5	14.4
Maig	17.0	1.4	20.1	14.7	17.3	0.7	18.8	15.4
Juny	19.3	2.5	25.2	15.7	21.0	1.4	23.8	17.0
Juliol	24.5	2.4	27.3	16.8	25.0	1.5	26.9	19.4
Agost	27.5	1.4	28.9	20.6	26.5	0.5	27.6	21.9

Taula 9. Temperatures mitjanes (°C), desviació estàndard (DE), i temperatures màximes i mínimes mensuals, d'abril a agost dels anys 2018 i 2019.

3.3. Anàlisi temporal

3.3.1. Regressions

En aquesta secció, es presenten gràficament les regressions lineals per les dades de densitat de feixos, cobertura i densitat global, de totes les estacions i subestacions de la Xarxa de Monitoratge del 2002 al 2019 (fig. 25, 26 i 27). A més, s'ha elaborat una taula a on s'han recollit les equacions i els graus de significació de les regressions (taula 10). S'ha considerat tendència positiva o negativa (segons el signe de la pendent) només quan el resultat ha estat significatiu, quan no s'ha pogut acceptar cap de les hipòtesis alternatives s'ha considerat que la tendència temporal és estable.

3.3.1.1. Densitat

En el cas de la densitat (feixos/m²), la tendència temporal va ser positiva en 23 estacions, negativa en 7 estacions i estable en 26 estacions. Quan la tendència ha estat positiva i es tenen dades de més de dos anys, l'augment anual estimat entre 2018 i 2019 sempre s'ha trobat per sota el 5% (entre 1.1 i 4.6%). Les estacions amb tendències més elevades (4.6%) són Illa de Santa Eulària (#20) i Port de Maó (#28). Les estacions de Cala Murta (#13) i Portocolom (#39) s'han mostrejat dos anys. La primera, es va mostrejar el 2004 i el 2019 i hauria guanyat un 21,4% de densitat en aquest temps, sent la taxa anual estimada del 1,2%. Portocolom es va mostrejar al 2018 i al 2019 i l'augment anual correspon al 21,2%. Quan la tendència de la densitat és negativa i es tenen dades de més de dos anys, la disminució anual estimada entre 2018 i 2019 es troba sempre per sota del 3,5% (entre 1.5 i 3.3%). No obstant, les dues estacions mostrejades en dos ocasions han perdut prop del 50% de la seva densitat. Port de Sóller (#17) va perdre un 49.8% de densitat entre 2007 i 2018, de manera que la taxa anual estimada és del 9%. Illa del Sec somera (#19) va perdre un 53.9% de densitat entre 2012 i 2019, sent la disminució anual estimada del 14.3%.

Cal destacar les particularitats d'algunes de les estacions. En primer lloc, cal esmentar que, d'aquelles estacions amb variació de fondària mitjana entre els dos períodes de la Xarxa de Monitoratge, només l'estació d'Illa del Sec profunda (#15) té un resultat significatiu. En aquesta estació, la diferència entre les fondàries mitjanes és de 10 metres (passant de 19 a 9 m), per la qual cosa no podem descartar que l'augment significatiu de la densitat sigui només degut a la disminució de la fondària i, per tant, es considera que la tendència creixent és, en realitat, no significativa. La resta d'estacions amb variació de la fondària de més de 3 metres s'han d'interpretar amb precaució (veure Taula 1). Per exemple, a Punta Gavina (#23), s'observa una tendència creixent entre el 2004 i el 2010 (període en el qual es varen mostrejar 7 anys), no obstant el 2019 es varen enregistrar densitats més baixes, semblants a les de fa 15 anys. En aquesta estació, les dades de 2019 es varen prendre, de mitja, 4 metres més profund que les altres. Per últim, cal destacar el resultat anòmal que s'observa a Cala Figuera (#4) l'any 2010 en relació als altres anys mostrejats. L'augment del 100% entre 2009 i 2010 no s'explica pel coneixement que tenim de la dinàmica poblacional de *P. oceanica*, pel qual es varen descartar els resultats de 2010 i la tendència temporal es va considerar estable.

Pel que fa a les estacions amb subestacions, els resultats apunten a que la tendència de les subestacions es relaciona amb la tendència de les subestacions de la mateixa estació, sense un efecte clar de la fondària. De les 10 subestacions amb tendències positives, 4 varen ser superficials,

3 de mitjana fondària i 3 fondes. Cal destacar els resultats positius de Sanitja (#30) i Sa Farola (#36). De les dos subestacions amb tendències negatives, una va ser superficial i l'altra fonda, sent les dues subestacions d'Algaiarens (#37).

3.3.1.2. Cobertura

La tendència temporal de la cobertura de les praderies va ser positiva en 16 estacions, negativa en 4 estacions i estable en 28 estacions. En aquest cas, la limitació de dades per transsecte va suposar que cap estació mostrejada dos anys tingués una tendència significativa. Quan la tendència va ser positiva, l'augment anual estimat es va trobar entre el 1.8 i el 4.6%, trobant-se per sobre del 4% a Cala Matzoc (#9), Tirant II (31b) i Sanitja II (30b). Quant a les tendències negatives, la disminució anual estimada pren valors d'entre 3.7 i 5.6% (variació que apunta a un estat desfavorable-inadequat) a Binidali (#33), Illa de Santa Eulària (#20) i Illot d'en Caragoler (#21). El valor més baix es dona a Sa Farola II (36b), sent del 10.7% (variació que apunta a un estat desfavorable-dolent). A Sa Farola I (36a) la tendència es decreixent i aparentment, té una pendent molt similar, però la manca de dades no permet considerar-la significativa.

Respecte a altres casos contrets, a Illa del Sec profunda (#15) s'aprecien diferències entre les estacions mostrejades en els diferents períodes de la Xarxa (i a diferent fondària), encara que la tendència no és significativa. Illa del Sec somera (#19) sembla tenir una tendència decreixent molt acusada, encara que no és significativa.

Pel que fa a les estacions amb subestacions, la interpretació dels resultats a les estacions profundes es veu limitada perquè en aquestes subestacions sovint només es va poder mostrejar un transsecte. Sembla que, pel que fa a la cobertura, hi ha més variabilitat en les tendències de les diferents subestacions d'una mateixa estació que en el cas de la densitat. De les regressions significatives, destaquen les tendències positives a Son Bou I i II (25a, b), i Tirant I i II (31a, b) i la tendència molt negativa ja esmentada a Sa Farola (36b).

3.3.1.3. Densitat global

En 5 estacions, es varen donar tendències temporals positives tant en la densitat com en la cobertura: Cala Marmacen (#1), La Victoria (#14), Caló de s'Oli (#22), Son Bou II (35b) i Port de Maó (#28). Curiosament, sempre que la tendència de la cobertura va ser negativa, la tendència de la densitat va ser positiva. Les estacions d'Eivissa (Illa de Santa Eulària, #20, i Illot d'en Caragoler, #21) presenten taxes anuals d'augment de densitat entre les més elevades i taxes de disminució de la cobertura també relativament elevades.

La densitat global (nombre de feixos per m² de substrat) combina densitat i cobertura de la praderia i ens permet obtenir una imatge més completa de l'estat i, en aquest cas, la història, de les praderies. No obstant, la limitació en el nombre de dades per estació va suposar que es poguessin detectar poques estacions (7) amb tendències significatives. Sempre que la tendència va ser significativa va ser positiva, amb un augment anual estimat d'entre el 2 i el 6%. A més, 3 de les 7 estacions varen tenir tendències positives de densitat i cobertura, 3 varen tenir densitats estables i cobertures en augment i a Illa de Santa Eulària (#20), l'augment de la densitat compensa la tendència negativa pel que fa a la densitat global. Destaquen les taxes d'augment de densitat global elevades a Port de Maó (#28, 5.8%), Tirant II (31b, 4%) i Cala Marmacen (#1, 3.9%).

Taula 10. Informació detallada de les regressions lineals realitzades amb totes les dades disponibles de 2002 a 2019, per descriptor i estació (fig. 25-27). S'indica número d'anys dels quals es tenen dades (anys), ordenada a l'origen (a) i pendent (b) de les rectes, nivells de significació segons p-valor ($p \geq 0.05$: no significatiu; $p < 0.05$: *; $p < 0.01$: **; $p < 0.001$: ***) i p-valor. SD=sense dada. En cas de resultat significatiu, s'ha estimat el percentatge d'augment o disminució teòric (mitjançant l'equació) entre 2018 i 2019 (% anual). Els resultats destacats s'han de considerar no significatius (veure text).

Codi	Estació	Densitat (feixos/m ²)					Cobertura (%)					Densitat global (feixos/m ²)			
		anys	a	b	p-valor	% anual	anys	a	b	p-valor	% anual	a	b	p-valor	% anual
1	Cala Marmacen	8	-34498	17.5 ***	0.000	2.4	8	-1641	0.8 ***	0.000	2.1	-21703	10.9 ***	0.000	3.9
2	Caló de la Reina	5	11631	-5.4	0.198		4	19	0.0	0.990		3952	-1.9	0.444	
3	Portocristo	5	16160	-7.8 **	0.006	-1.5	5	-1515	0.8	0.064		-324	0.3	0.821	
4	Cala Figuera	9	-15257	7.8 *	0.019	1.7	8	-1455	0.7 *	0.033	2.6	-6977	3.5	0.412	
5	Es Caló	4	-8403.4	4.5	0.240		4	-2637	1.3 **	0.007	3.4	-20450	10.3	0.436	
6	S'Estanyol	7	-33152	17.0 ***	0.000	1.6	7	-111	0.1	0.908		-16146	8.2	0.332	
7	Cala Tuent	5	4196	-1.7	0.681		5	-2249	1.1 **	0.002	2.7	-14357	7.3	0.180	
8	Puigderrós	7	29368	-14.3 **	0.001	-2.5	7	-710	0.4	0.239		4853	-2.3	0.787	
9	Cala Matzoc	4	-13483	7.2	0.265		3	-4287	2.1 ***	0.000	4.6	-47263	23.7	0.129	
10	Caló des Monjo	7	16786	-8.1 **	0.002	-1.8	8	-1920	1.0 ***	0.000	3.8	-9871	5.0	0.120	
12	Cala Lliteras	5	-59481	30.0 ***	0.000	2.9	4	-863	0.4	0.325		-25765	12.9	0.356	
13	Cala Murta	2	-13590	7.0 **	0.005	1.2	2	-1566	0.8	0.271		-12025	6.0	SD	
14	La Victoria	4	-32054	16.3 *	0.046	1.9	4	-2116	1.1 **	0.002	2.7	-23903	12.0	0.191	
15	Illa del Sec profunda	5	-41980	21.1 ***	0.000	3.0	7	1434	-0.7	0.191		1158	-0.5	0.909	
16	Caló des Moro	6	-8018.5	4.3	0.206		6	-1182	0.6	0.098		-11370	5.7	0.062	
17	Port de Sóller	2	62025	-30.6 ***	0.000	-9.0	2	-1798	0.9	0.376		7581	-3.7	SD	
18	S'Aguilot	3	-10132	5.4	0.565		3	-3203	1.6	0.098		-11990	6.0	0.568	
19	Illa del Sec somera	2	171400	-84.6 ***	0.000	-14.3	2	6353	-3.1	0.078		113229	-56.0	SD	
20	Illa de Santa Eulària	8	-68679	34.4 ***	0.000	4.6	8	1793	-0.9 **	0.006	-4.0	-9711	4.9 *	0.037	2.9
21	Illot de'n Caragoler	9	-103554	52.0 ***	0.000	3.7	8	2356	-1.2 ***	0.000	-5.6	-3834	2.0	0.794	
22	Caló de s'Oli	10	-22084	11.3 ***	0.001	1.4	8	-2324	1.2 *	0.011	1.8	-27782	14.0	0.055	



Continuació taula 10

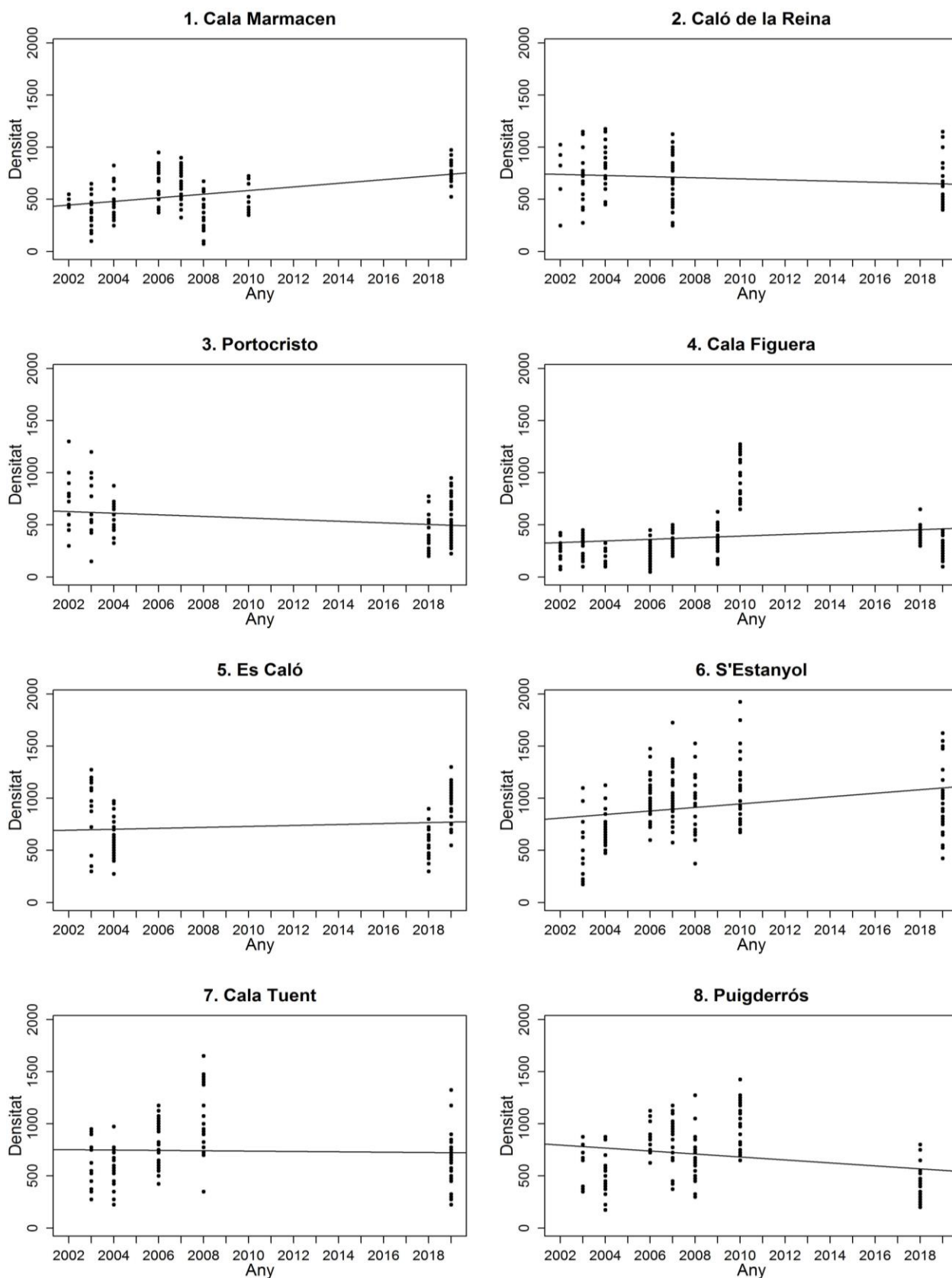
Codi	Estació	Densitat (feixos/m ²)					Cobertura (%)					Densitat global (feixos/m ²)			
		anys	a	b	p-valor	% anual	anys	a	b	p-valor	% anual	a	b	p-valor	% anual
23	Punta Gavina	8	8023.4	-3.6	0.492		8	-3279	1.6 **	0.001	3.6	-18258	9.2	0.132	
24a	Es Grau I	5	29873	-14.4	0.158		5	-1727	0.9	0.241		-47	0.2	0.990	
24b	Es Grau II	5	12945	-6.1	0.406		5	-609	0.3	0.705		-3783	2.0	0.334	
25a	Son Bou I	4	-17599	9.3	0.284		4	-3590	1.8 *	0.010	3.4	-47582	23.9	0.066	
25b	Son Bou II	4	-22684	11.6 *	0.020	1.5	4	-1967	1.0 ***	0.000	2.2	-21817	11.0 *	0.031	3.3
25c	Son Bou III	4	-4000.3	2.1	0.416		2	-1038	0.5	SD		-7204	3.6	SD	
26a	Cala en Porter I	4	-20886	10.8 *	0.029	1.1	4	569	-0.3	0.782		-4993	2.7	0.771	
26b	Cala en Porter II	4	-13092	6.9	0.096		4	442	-0.2	0.624		-9	0.1	0.989	
26c	Cala en Porter III	4	2218.6	-1.0	0.684		2	649	-0.3	SD		-2379	1.2	SD	
27a	Cala S. Esteve I	4	-38319	19.4 ***	0.001	2.2	4	195	-0.1	0.790		-9926	5.0	0.217	
27b	Cala S. Esteve II	4	-27597	14.0 ***	0.000	2.2	4	399	-0.2	0.411		-12596	6.3	0.069	
27c	Cala S. Esteve III	4	1614	-0.6	0.847		2	2266	-1.1	SD		-1934	1.0	SD	
28	Port de Maó	4	-42897	21.5 ***	0.000	4.6	4	-1338	0.7 *	0.014	2.7	-13763	6.9 ***	0.001	5.8
29a	Addaia I	5	-27931	14.3 *	0.011	1.5	5	1199	-0.6	0.106		-6520	3.4	0.508	
29b	Addaia II	5	-5110.8	2.8	0.501		5	-666	0.3	0.477		-5103	2.6	0.352	
29c	Addaia III	5	-9254.3	4.8	0.362		2	-1495	0.8	0.298		-9476	4.8	SD	
30a	Sanitja I	4	-34055	17.4 ***	0.001	1.6	4	-888	0.5	0.129		-21989	11.1	0.317	
30b	Sanitja II	4	-1479.9	1.1	0.827		4	-3151	1.6 **	0.007	4.6	-22517	11.3	0.068	
30c	Sanitja III	4	-13204	6.7 *	0.047	1.7	2	1706	-0.8	SD		5122.2	-2.5	SD	
31a	Tirant I	5	1429.7	-0.1	0.983		5	-3594	1.8 **	0.002	3.0	-42380	21.4 *	0.034	3.0
31b	Tirant II	5	-4707.9	2.8	0.610		5	-3448	1.7 **	0.002	4.1	-32354	16.2 **	0.010	4.0
31c	Tirant III	5	-20593	10.5 *	0.018	2.1	2	-1358	0.7	SD		-15984	8.0	SD	
32a	Fornells I	7	5285.4	-2.3	0.573		7	-163	0.1	0.807		1279.7	-0.5	0.934	
32b	Fornells II	7	4078.4	-1.9	0.436		7	580	-0.3	0.346		2524	-1.2	0.448	
32c	Fornells III ⁺	7	-5516.3	2.9	0.366		4	1505	-0.7	0.545		-9603	4.9	0.683	



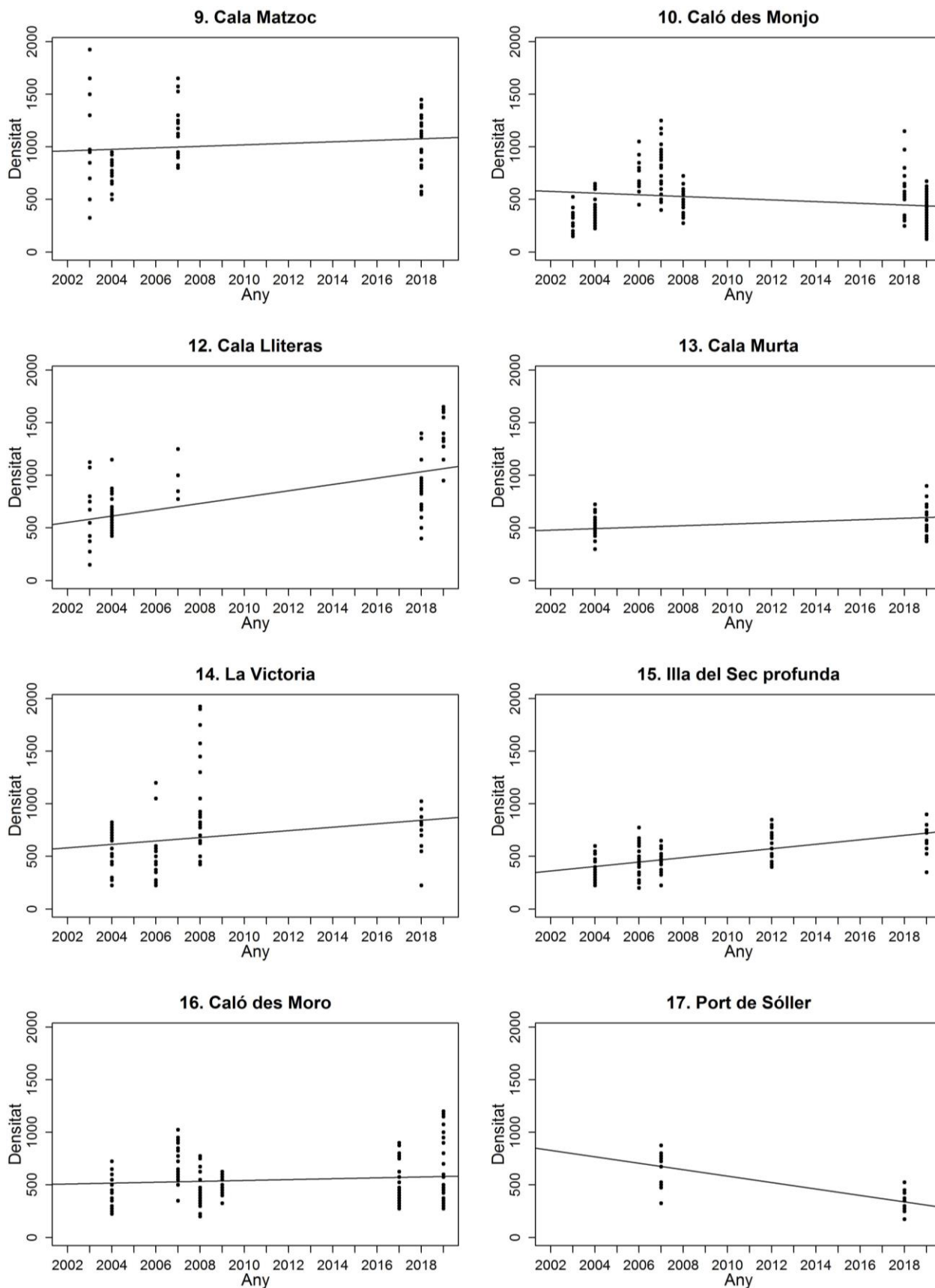
Continuació taula 10

Codi	Estació	Densitat (feixos/m ²)					Cobertura (%)					Densitat global (feixos/m ²)			
		anys	a	b	p-valor	% anual	anys	a	b	p-valor	% anual	a	b	p-valor	% anual
33	Binidali	4	-17628	9.1 *	0.025	1.3	4	2851	-1.4 *	0.043	-3.7	16617	-8.1	0.203	
34a	Cala Blanca I	1	SD	SD	SD		1	SD	SD	SD		SD	SD	SD	
34b	Cala Blanca II	4	14512	-6.9	0.096		4	-2942	1.5 *	0.034	3.2	-10327	5.2 *	0.036	2.0
34c	Cala Blanca III	1	SD	SD	SD		1	SD	SD	SD		SD	SD	SD	
35a	Son Saura II	4	-1470.4	1.2	0.803		4	-858	0.4	0.198		-8714	4.4	0.320	
35b	Son Saura III	4	15629	-7.5	0.207		2	-5649	2.8	SD		-47518	23.7	SD	
36a	Sa Farola II	5	-29810	15.1 ***	0.000	2.4	5	4382	-2.2 *	0.017	-10.7	14539	-7.1	0.201	
36b	Sa Farola III	5	-18038	9.1 **	0.003	2.7	2	5593	-2.8	SD		15561	-7.7	SD	
37a	Algaiarens I	4	57926	-28.3 ***	0.000	-3.3	4	0	0.0	0.982		19452	-9.5	0.556	
37b	Algaiarens II	4	4178	-1.6	0.771		4	310	-0.1	0.780		4323	-2.0	0.822	
37c	Algaiarens III	4	20662	-10.1 *	0.020	-3.1	2	153	-0.1	SD		-2153	1.1	SD	
38	Portopetro	1	SD	SD	SD		1	SD	SD	SD		SD	SD	SD	
39	Portocolom	2	-304318	151.2 **	0.006	21.2	2	-20120	10.0	0.336		-3E+05	124.6	SD	
40	Son Caliu	1	SD	SD	SD		1	SD	SD	SD		SD	SD	SD	

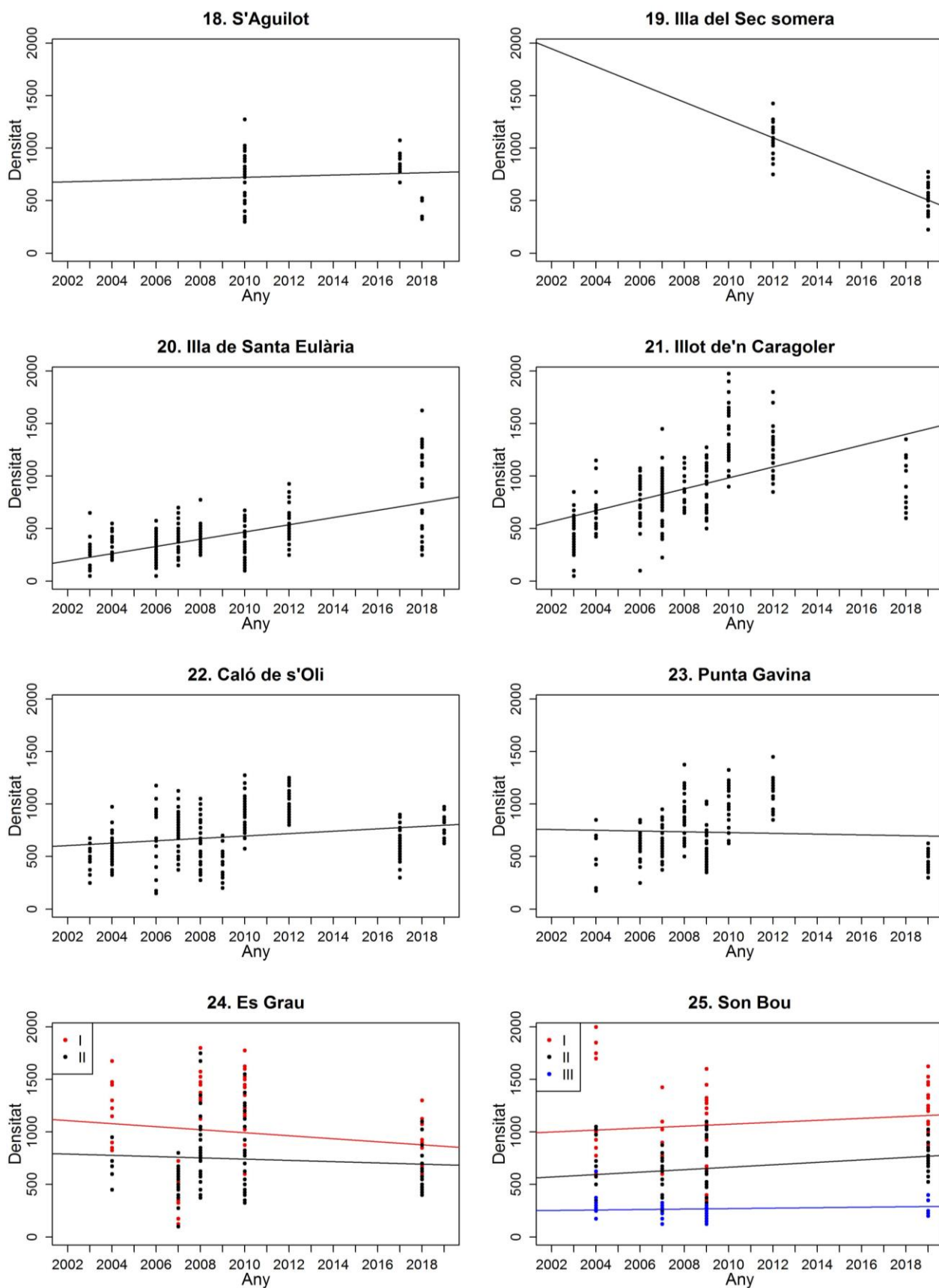
Figura 25. Regressió lineal de totes les dades de densitat (feixos/m²) disponibles de 2002 a 2019 a cada estació. S'indica codi i nom de cada estació i subestació. Veure taula 10 per consultar equacions de les rectes i nivells de significació.



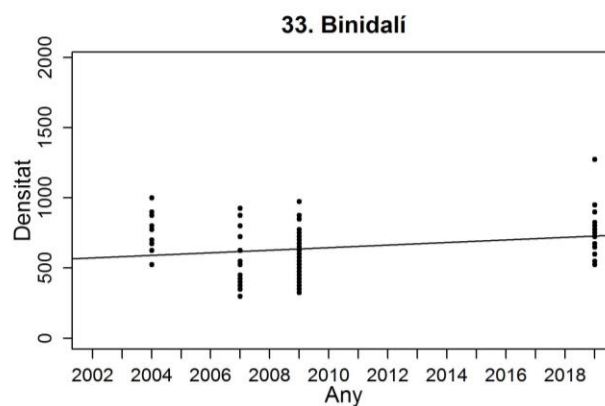
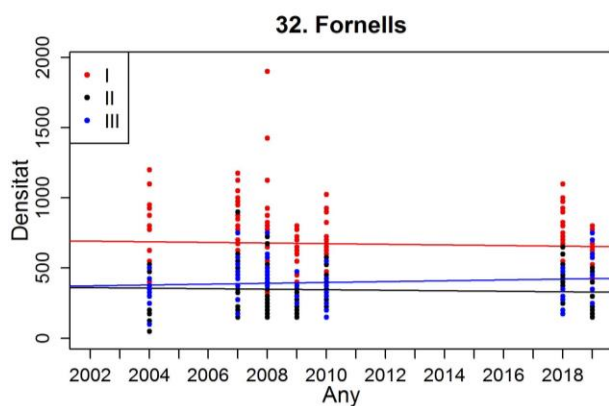
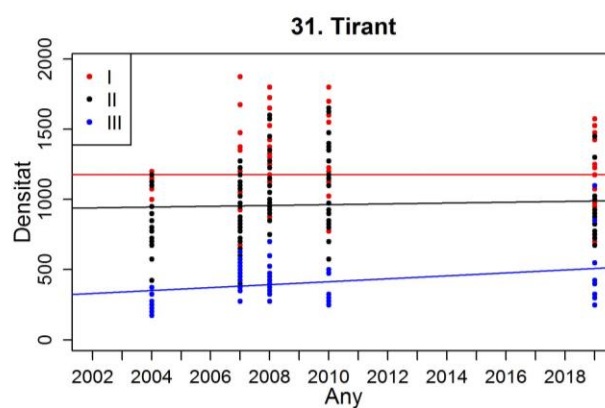
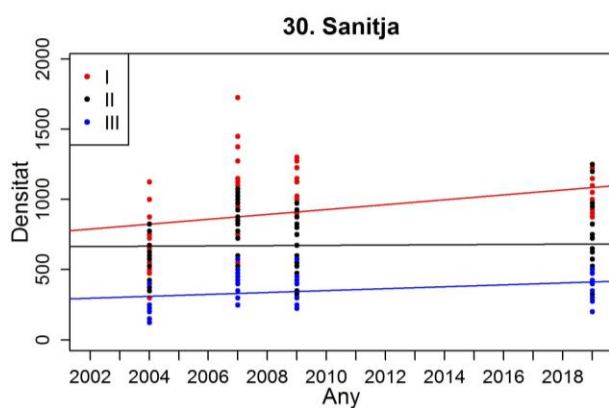
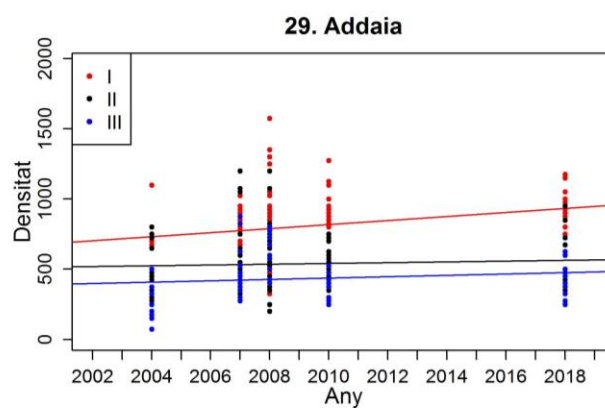
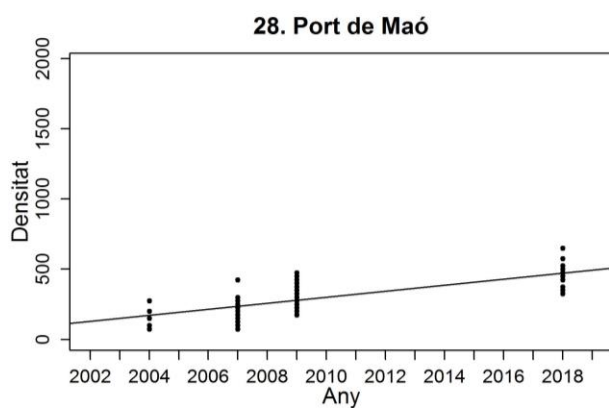
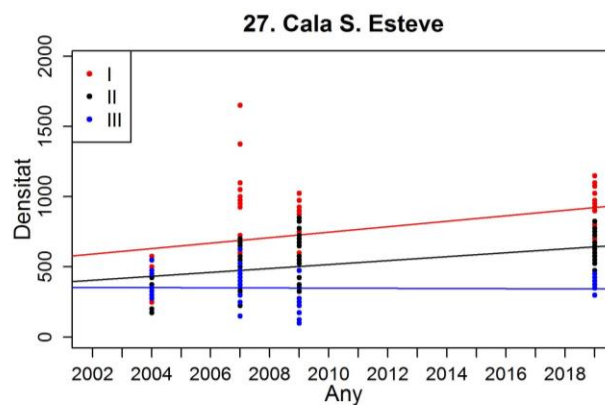
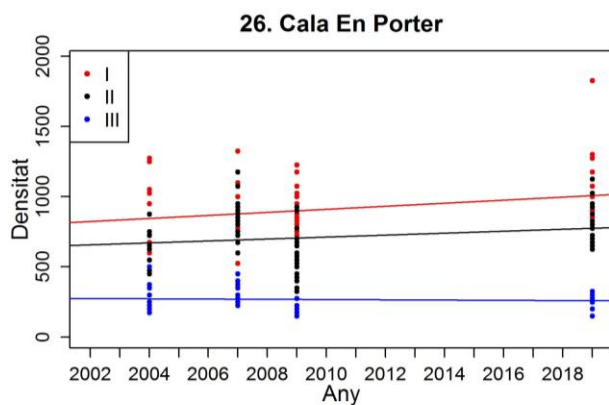
Continuació figura 25



Continuació figura 25



Continuació figura 25



Continuació taula 25

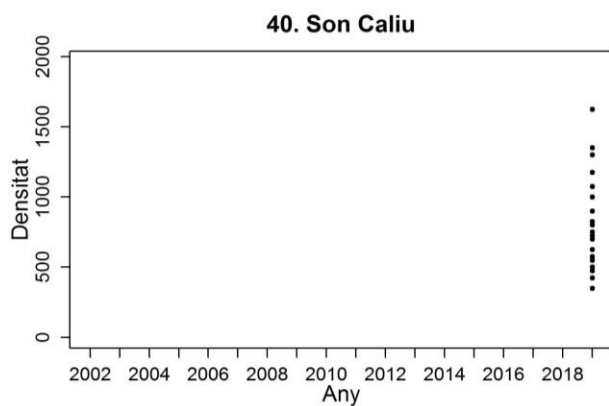
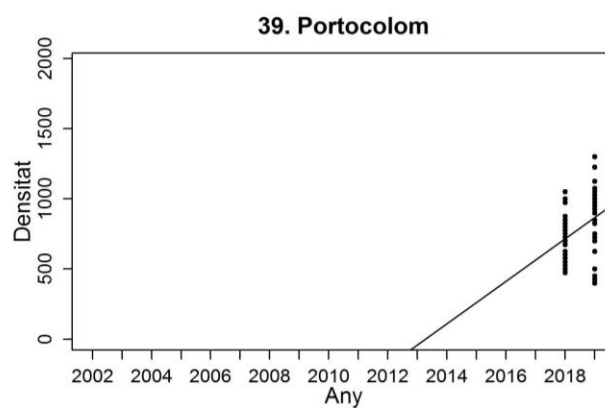
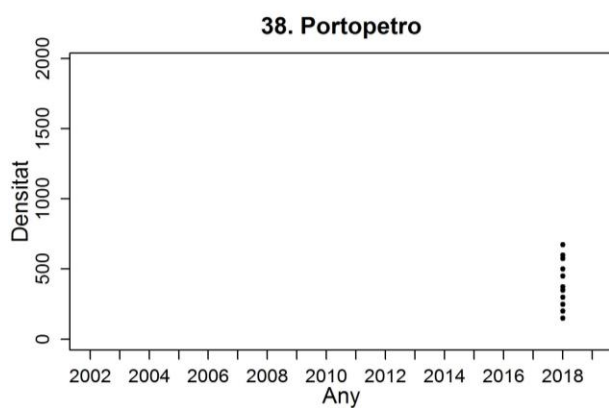
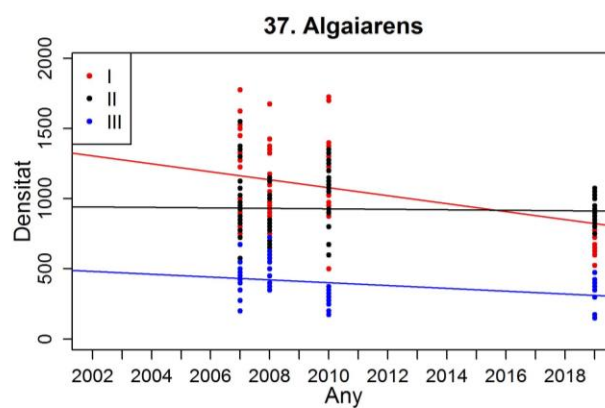
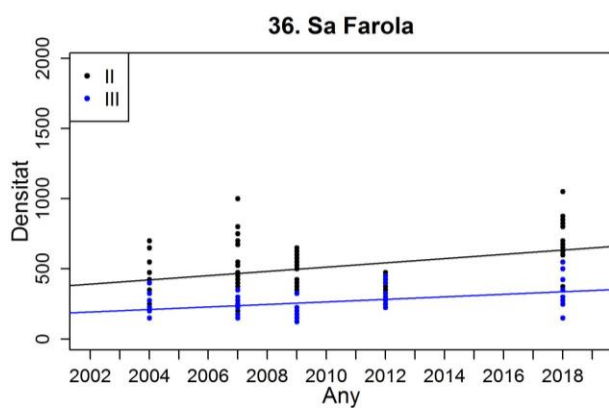
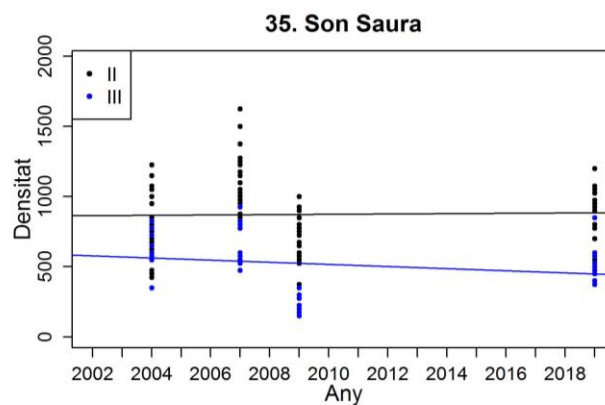
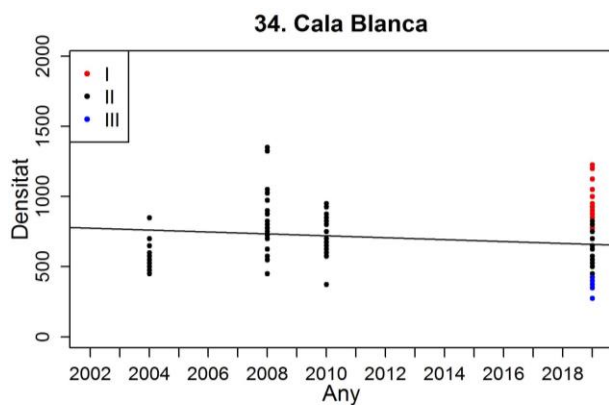
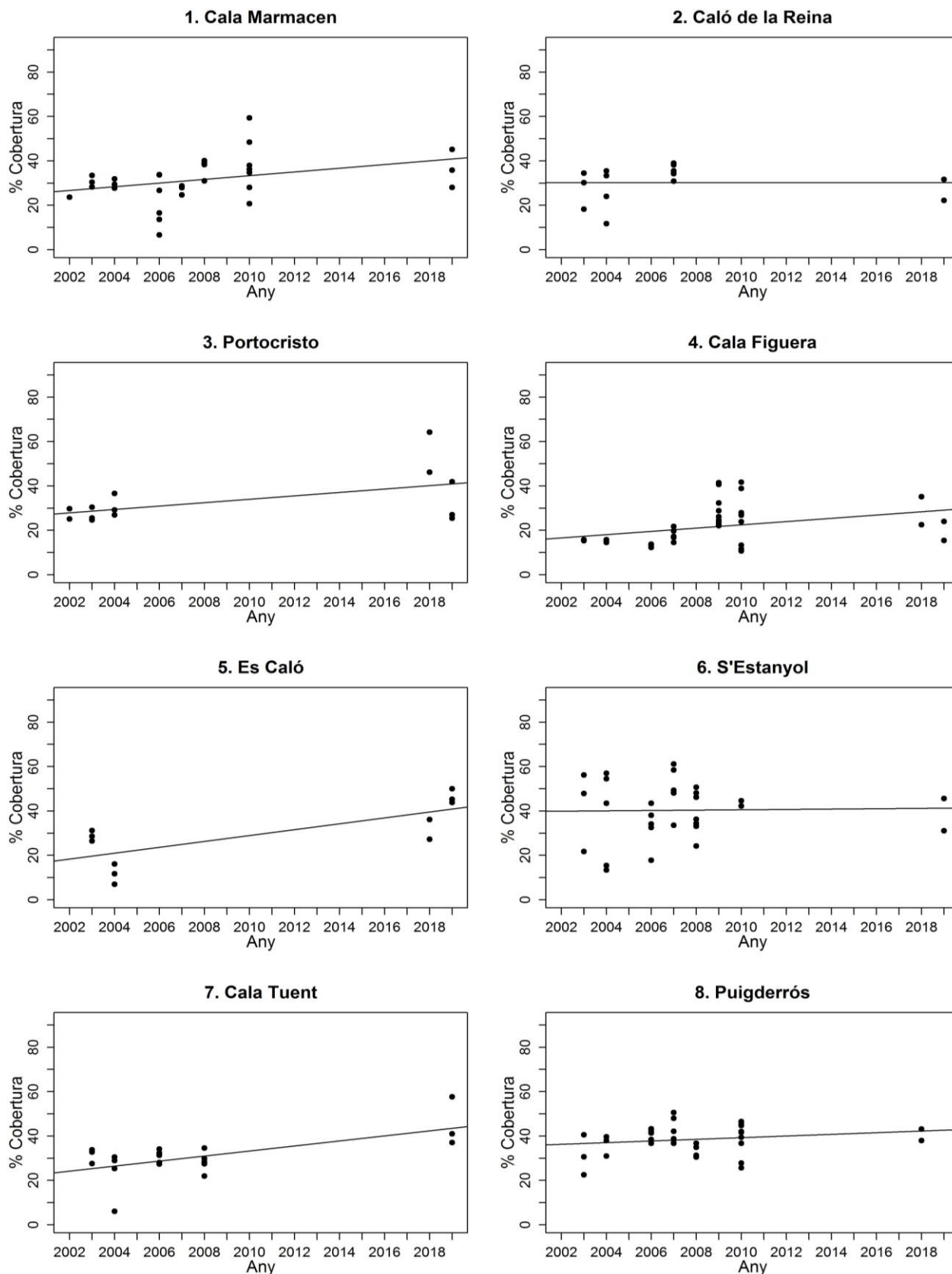
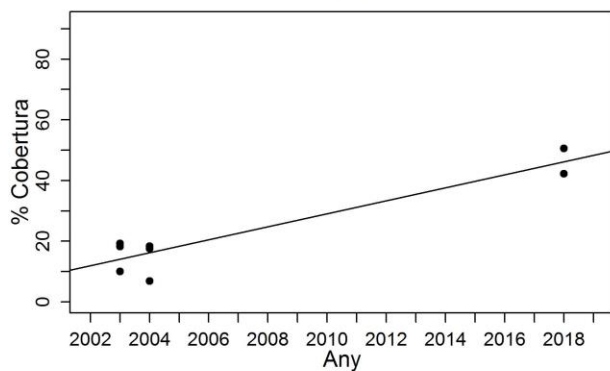


Figura 26. Per a cada estació, regressió lineal de totes les dades de percentatge de cobertura disponibles de 2002 a 2019. S'indica codi i nom de cada estació i subestació. Veure taula 10 per consultar equacions de les rectes i nivells de significació.

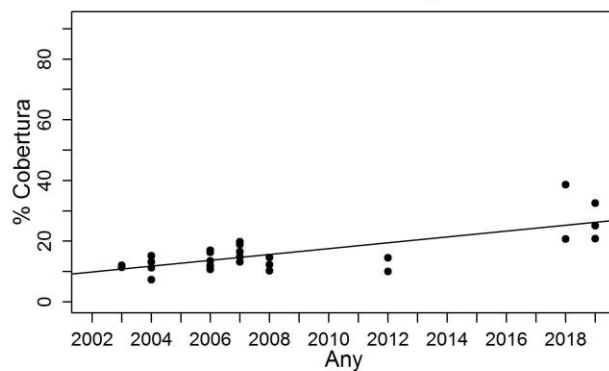


Continuació figura 2

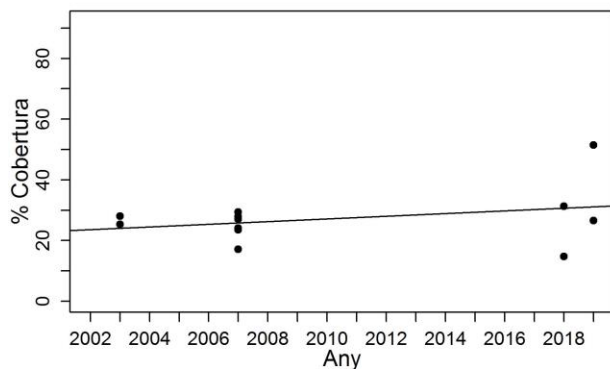
9. Cala Matzoc



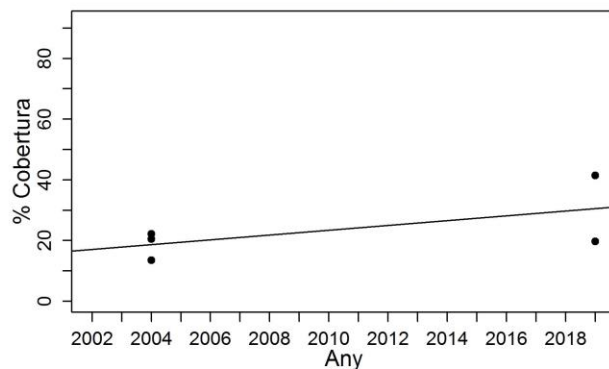
10. Caló des Monjo



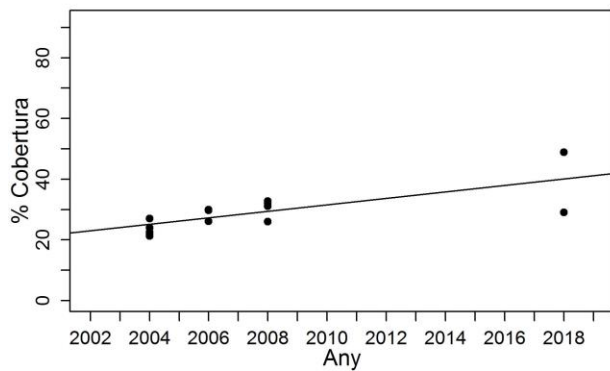
12. Cala Lliteras



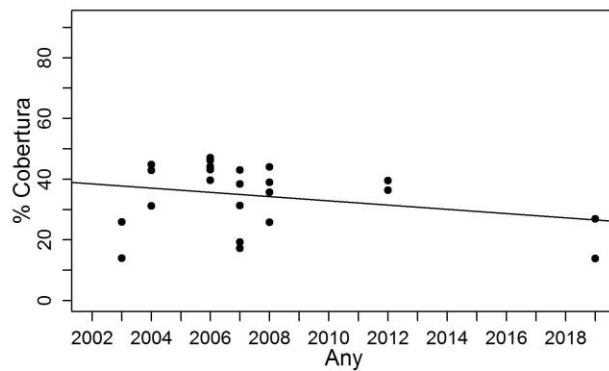
13. Cala Murta



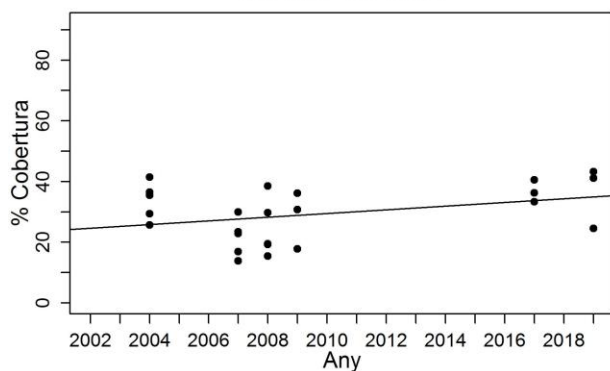
14. La Victoria



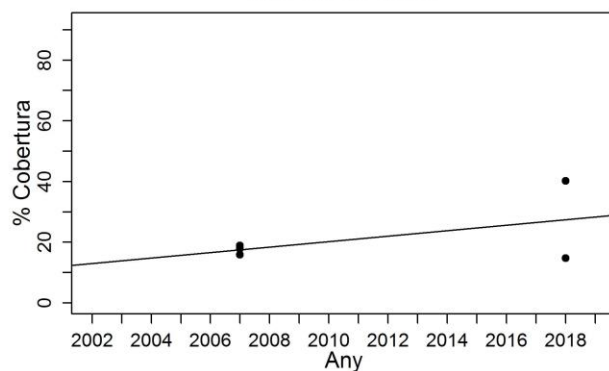
15. Illa del Sec profunda



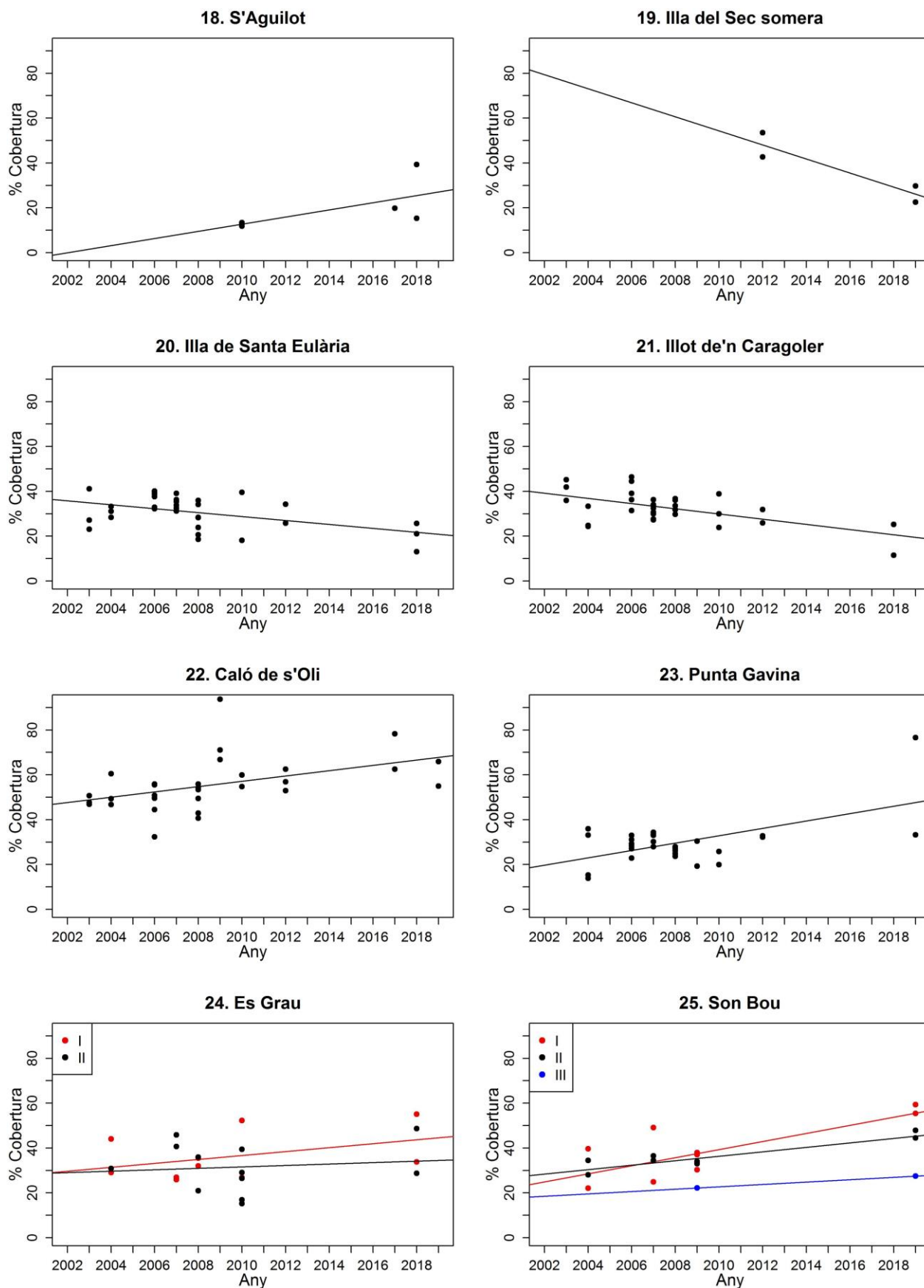
16. Caló des Moro



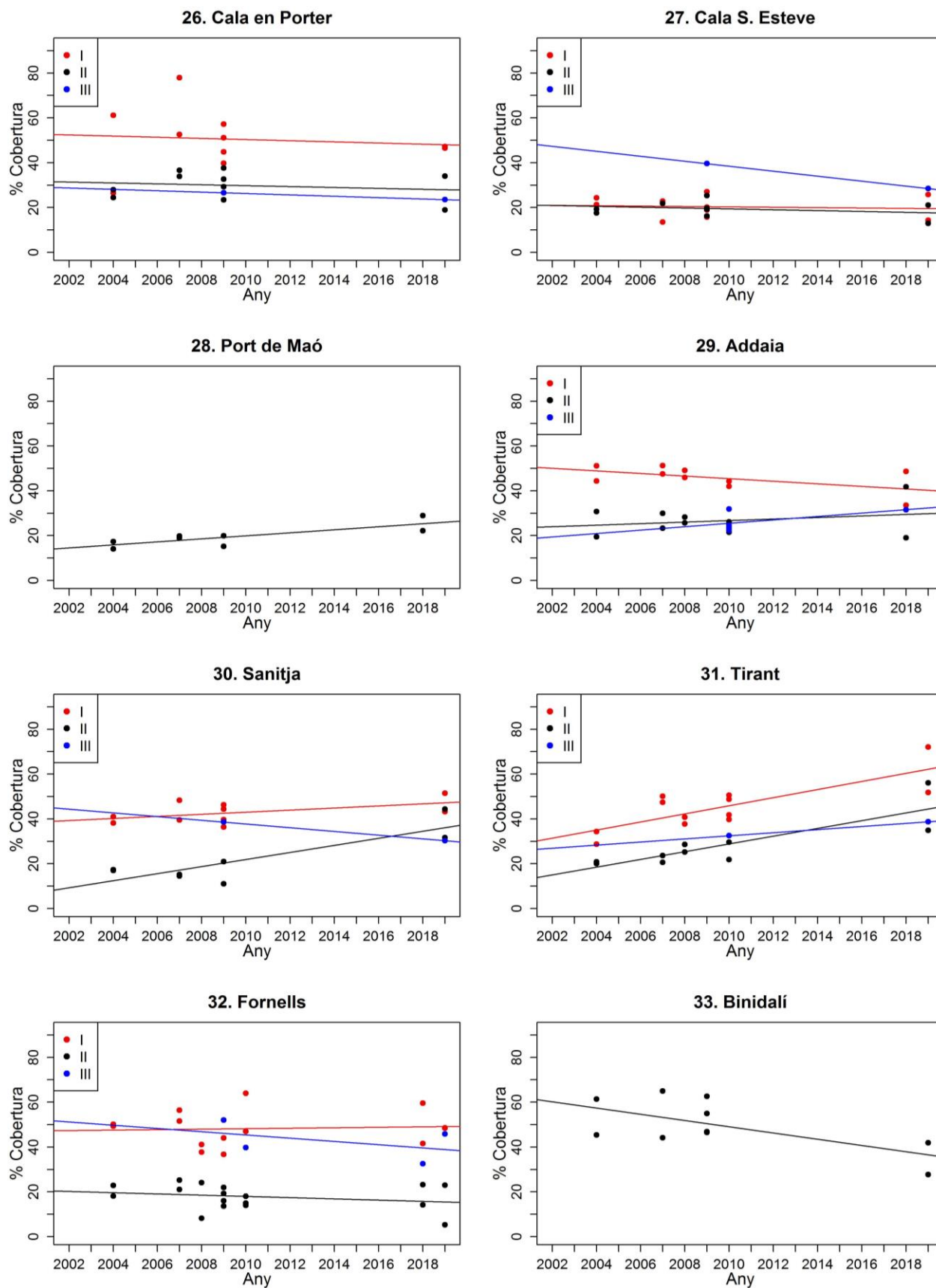
17. Port de Sóller



Configuració figura 26



Continuació figura 26



Contiunacio figura 26

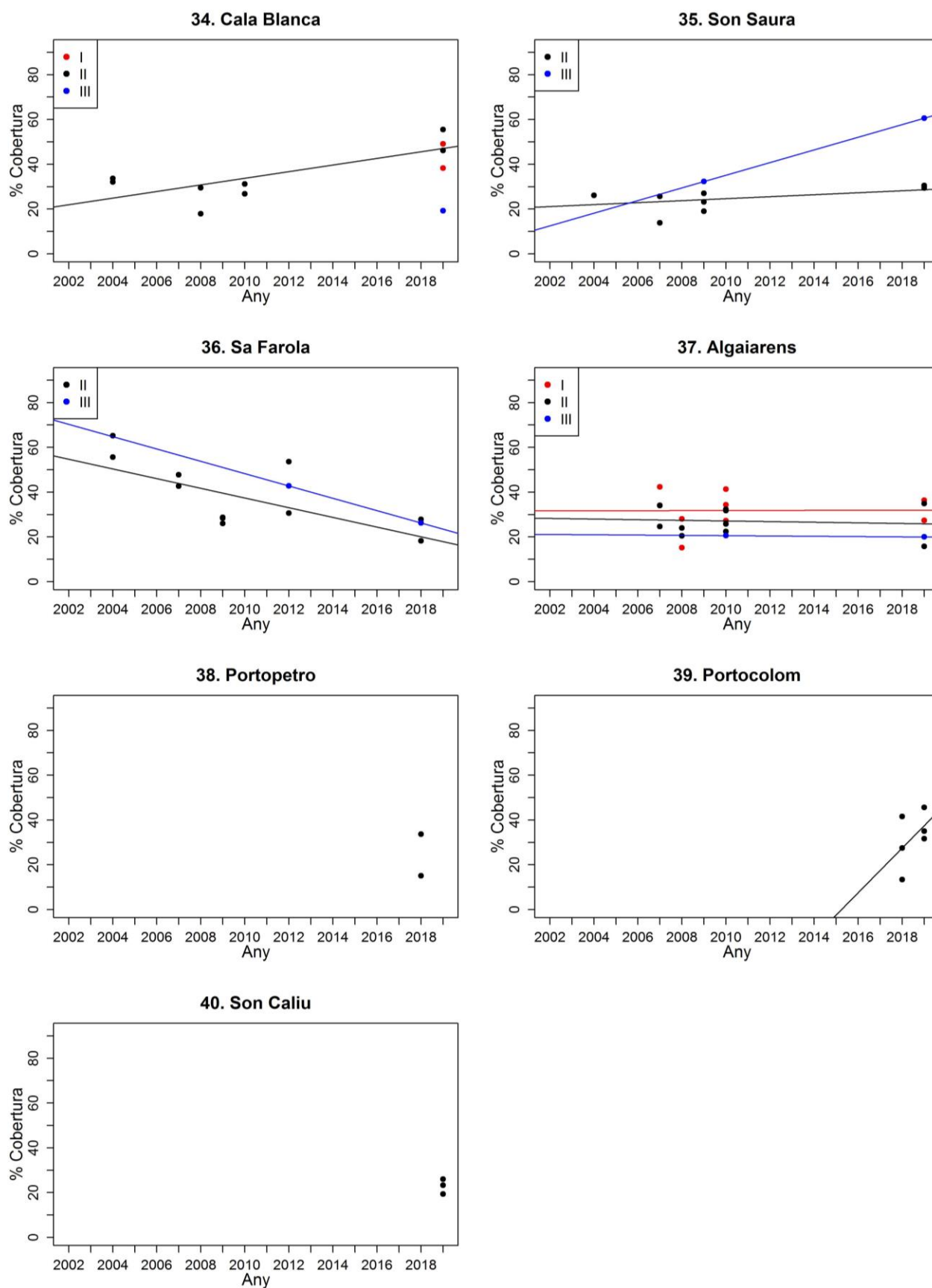
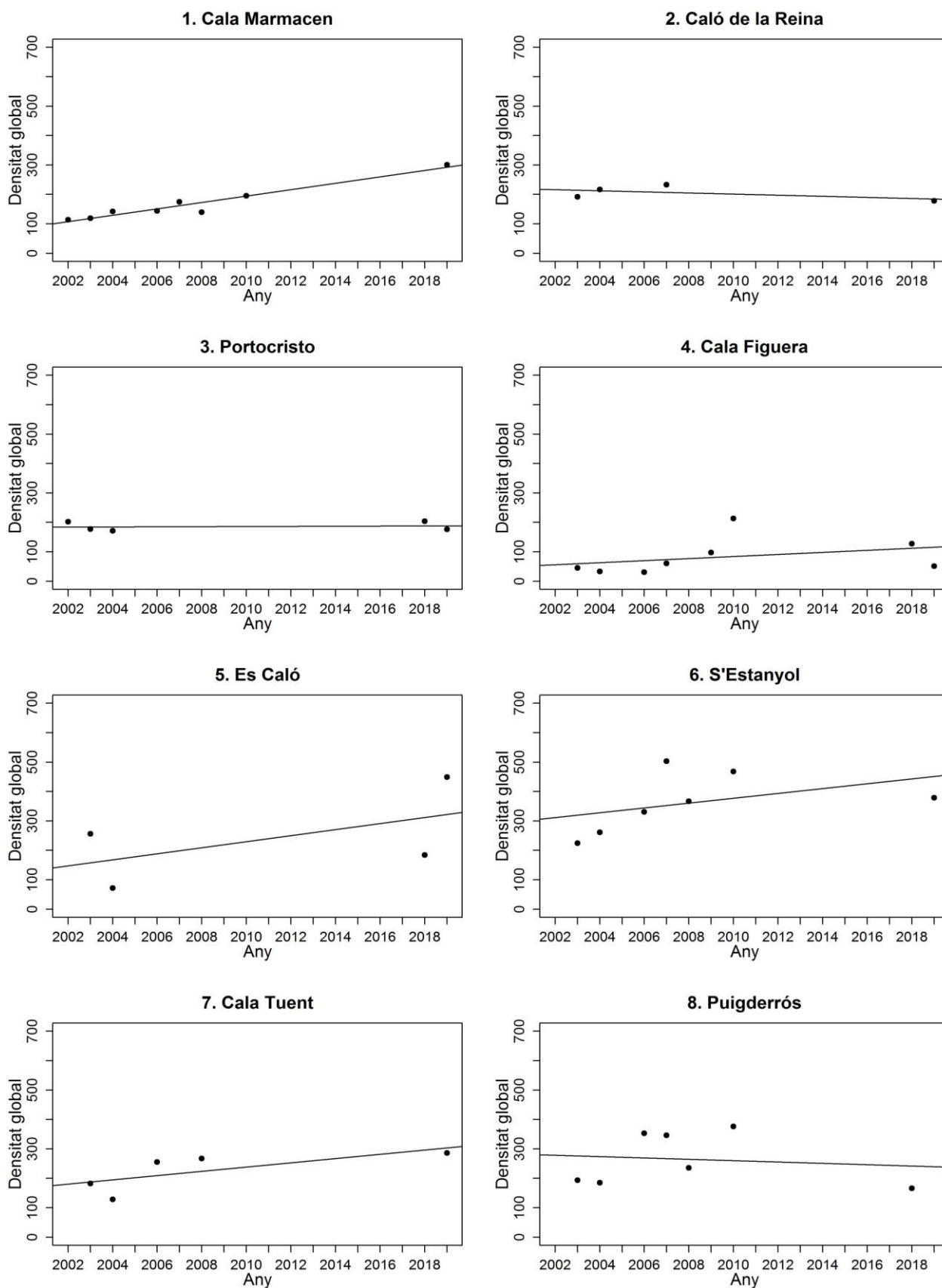
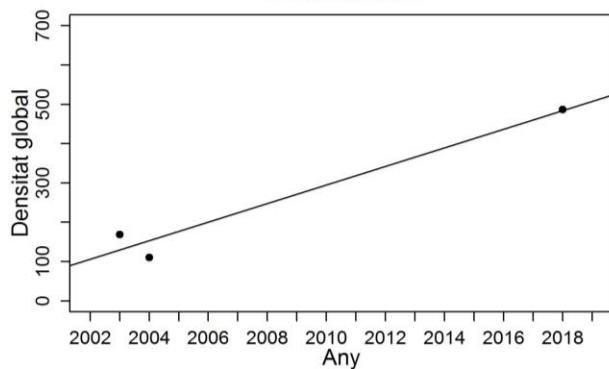
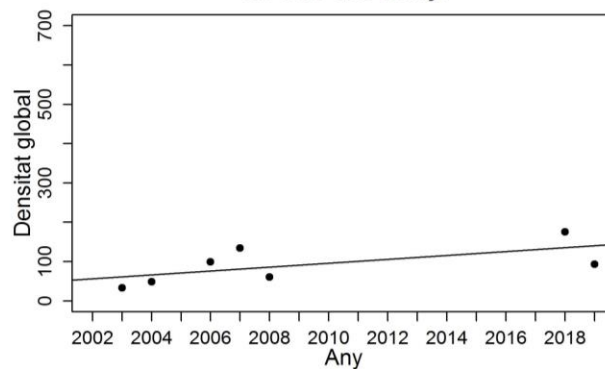
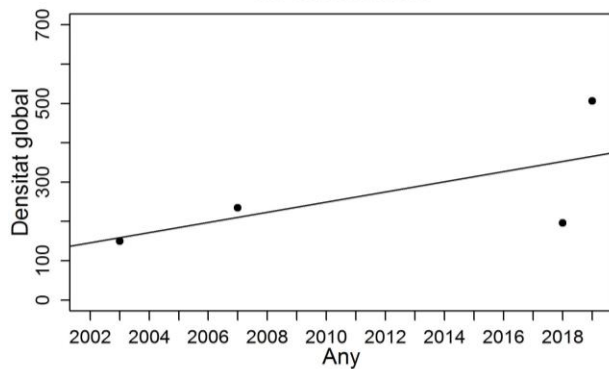
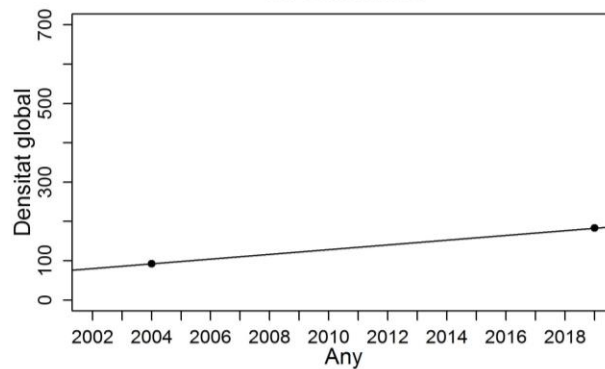
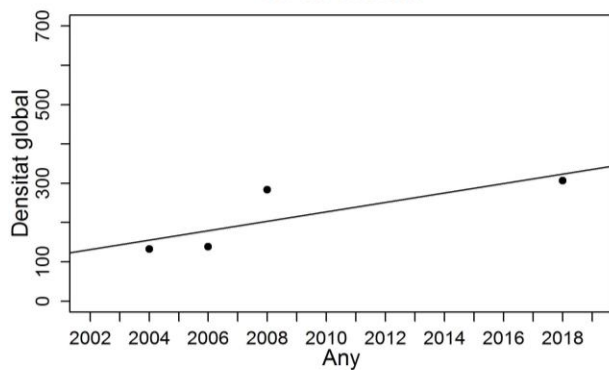
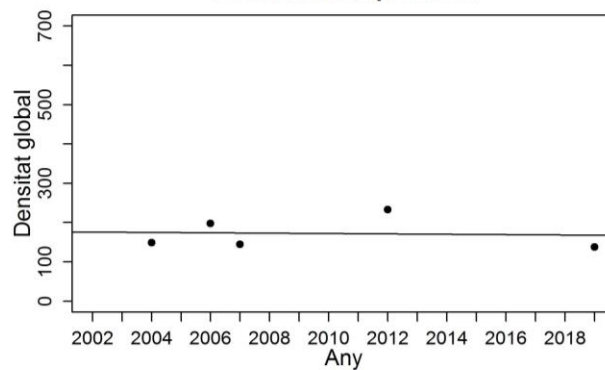
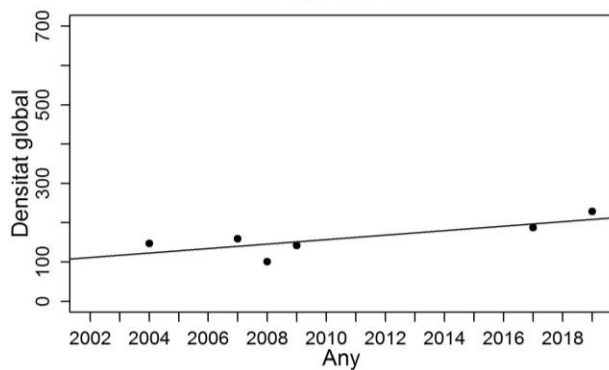
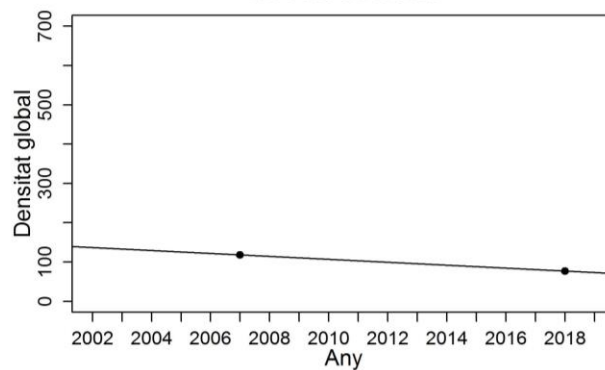


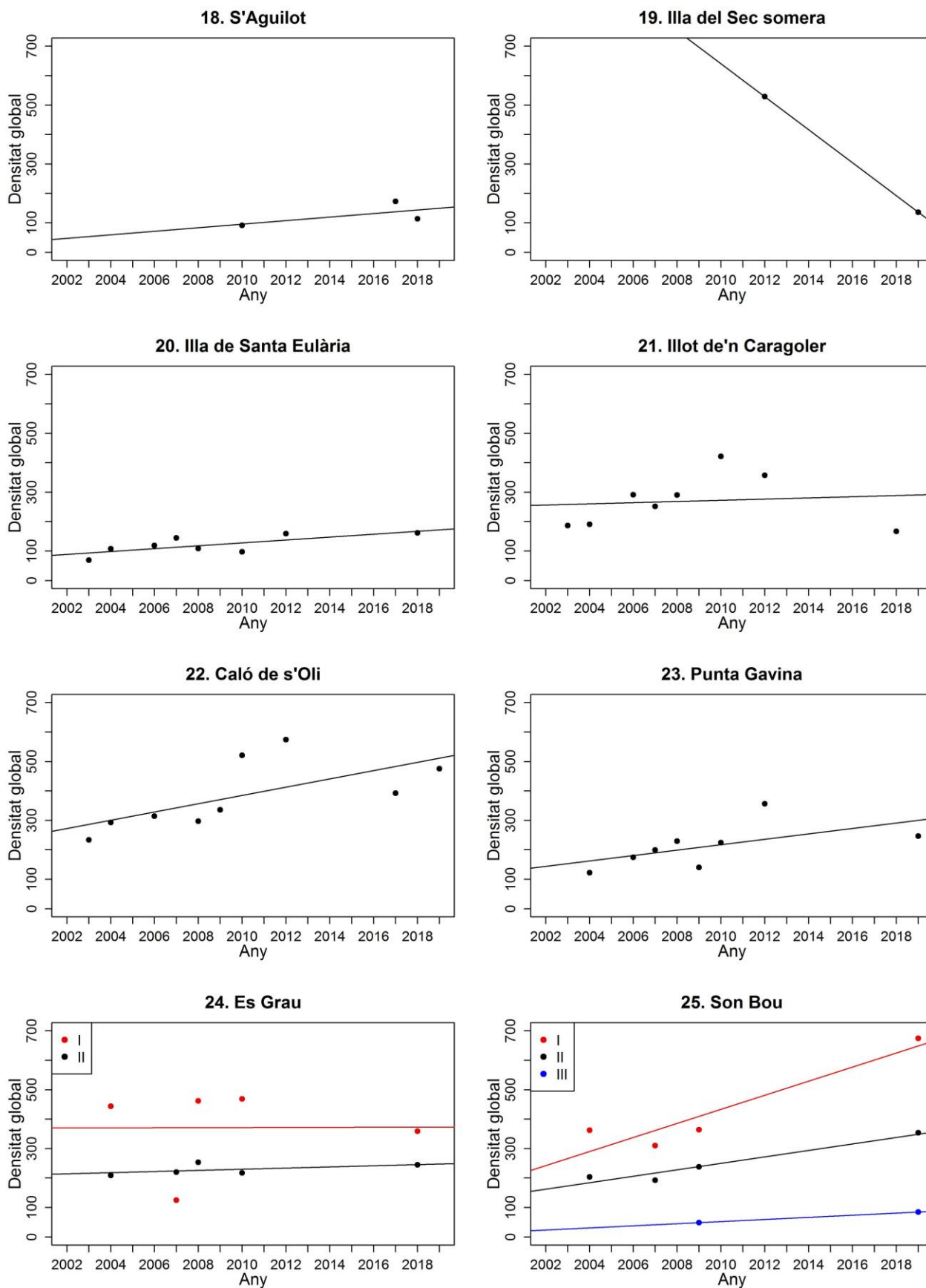
Figura 27. Per a cada estació, regressió lineal de totes les dades de densitat global (feixos/m²) disponibles de 2002 a 2019. S'indica codi i nom de cada estació i subestació. Veure taula 10 per consultar equacions de les rectes i nivells de significació.



Continuació figura 27

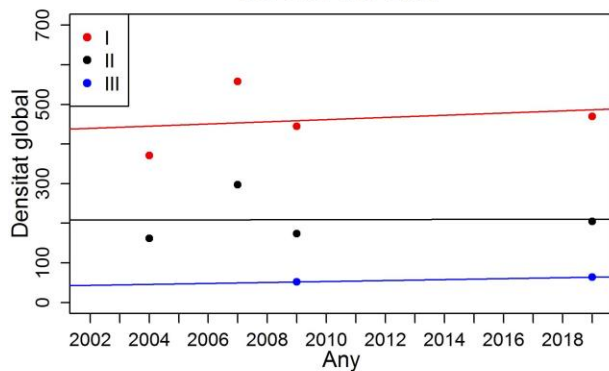
9. Cala Matzoc**10. Caló des Monjo****12. Cala Lliteras****13. Cala Murta****14. La Victoria****15. Illa del Sec profunda****16. Caló des Moro****17. Port de Sóller**

Continuació figura 27

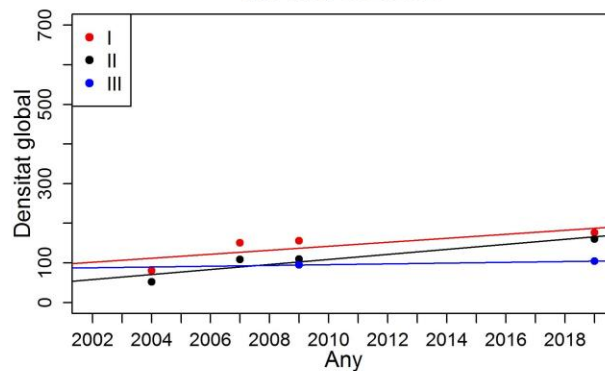


Continuació figura 27

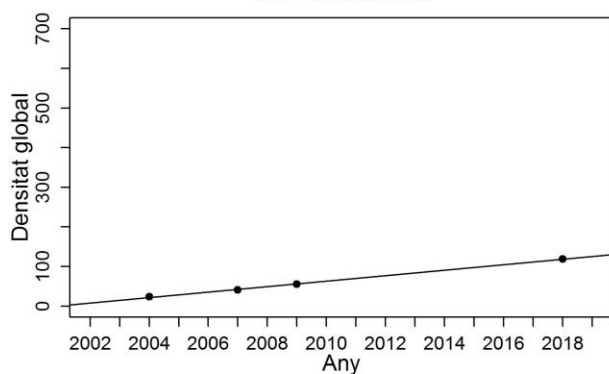
26. Cala en Porter



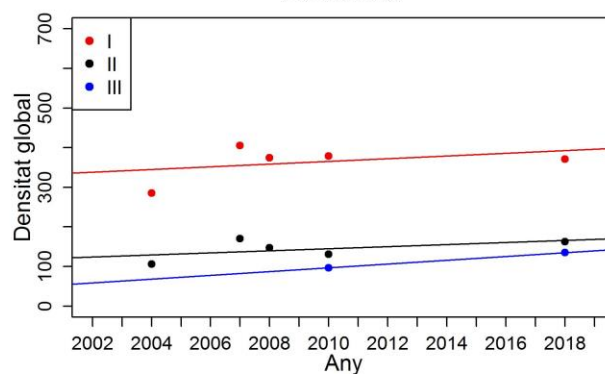
27. Cala S. Esteve



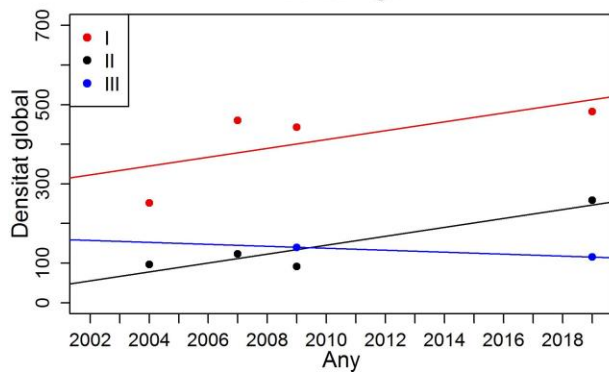
28. Port de Maó



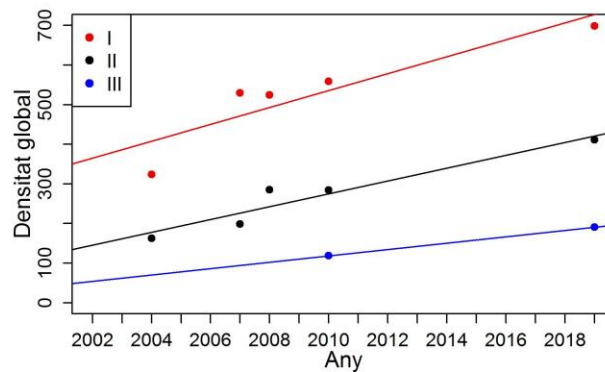
29. Addaia



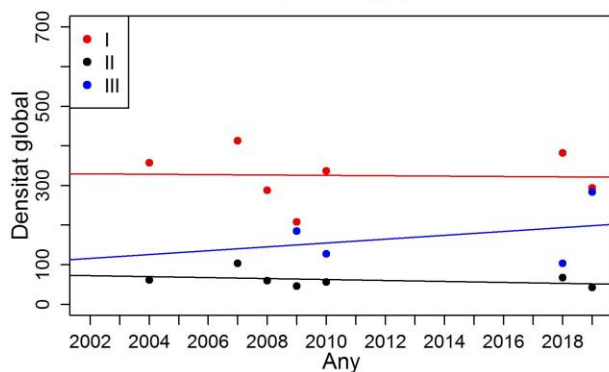
30. Sanitja



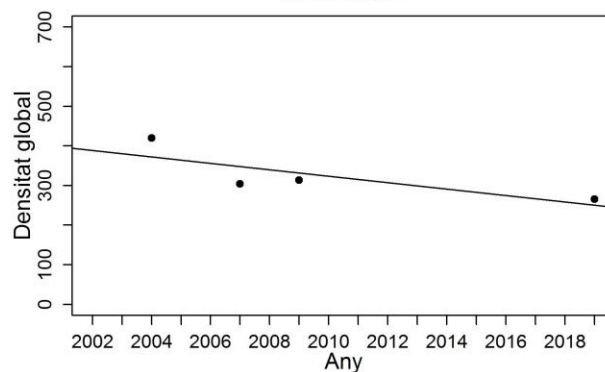
31. Tirant



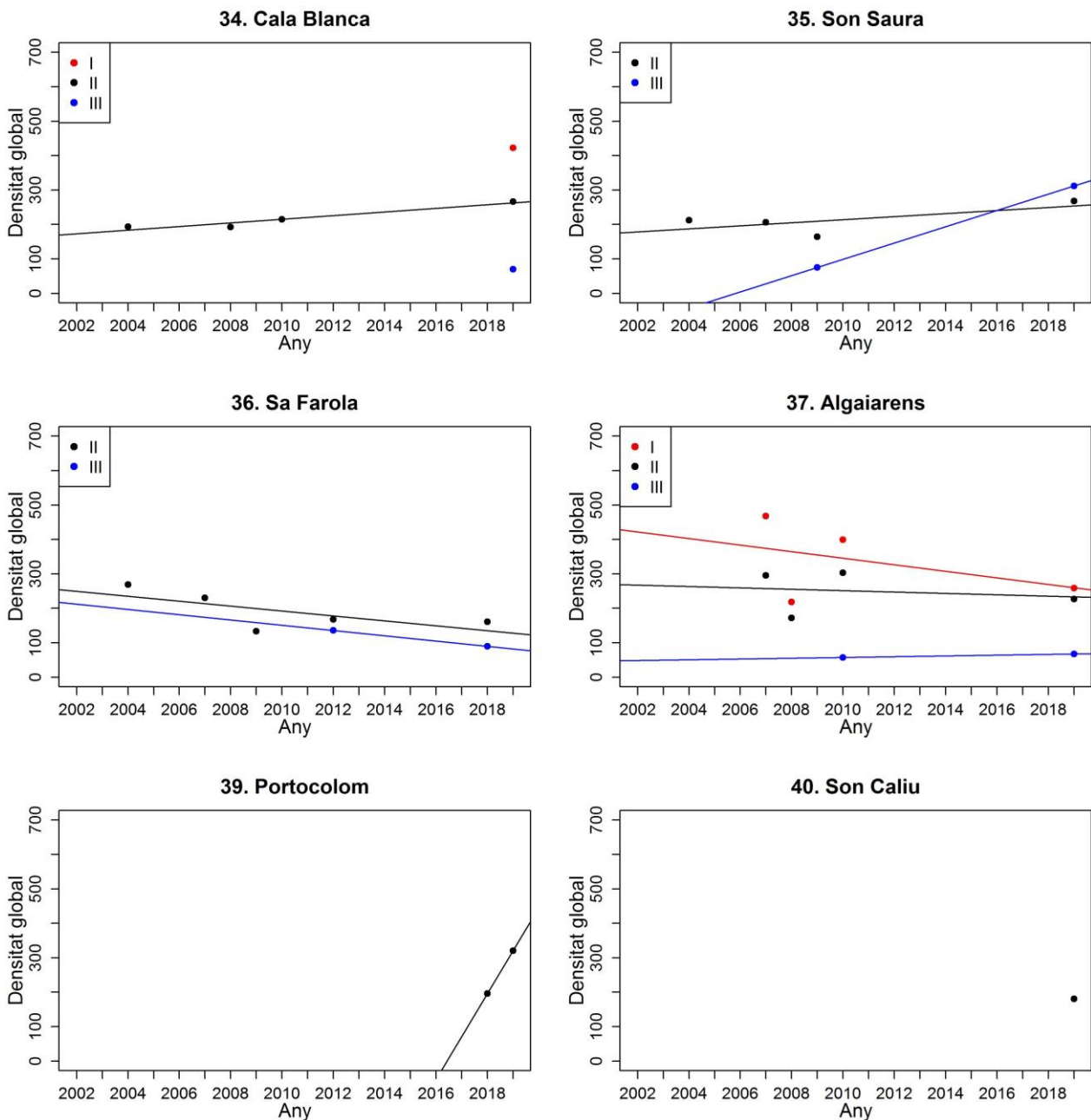
32. Fornells



33. Binidali



Continuació figura 27



3.3.2. Variació neta des de l'inici del monitoratge

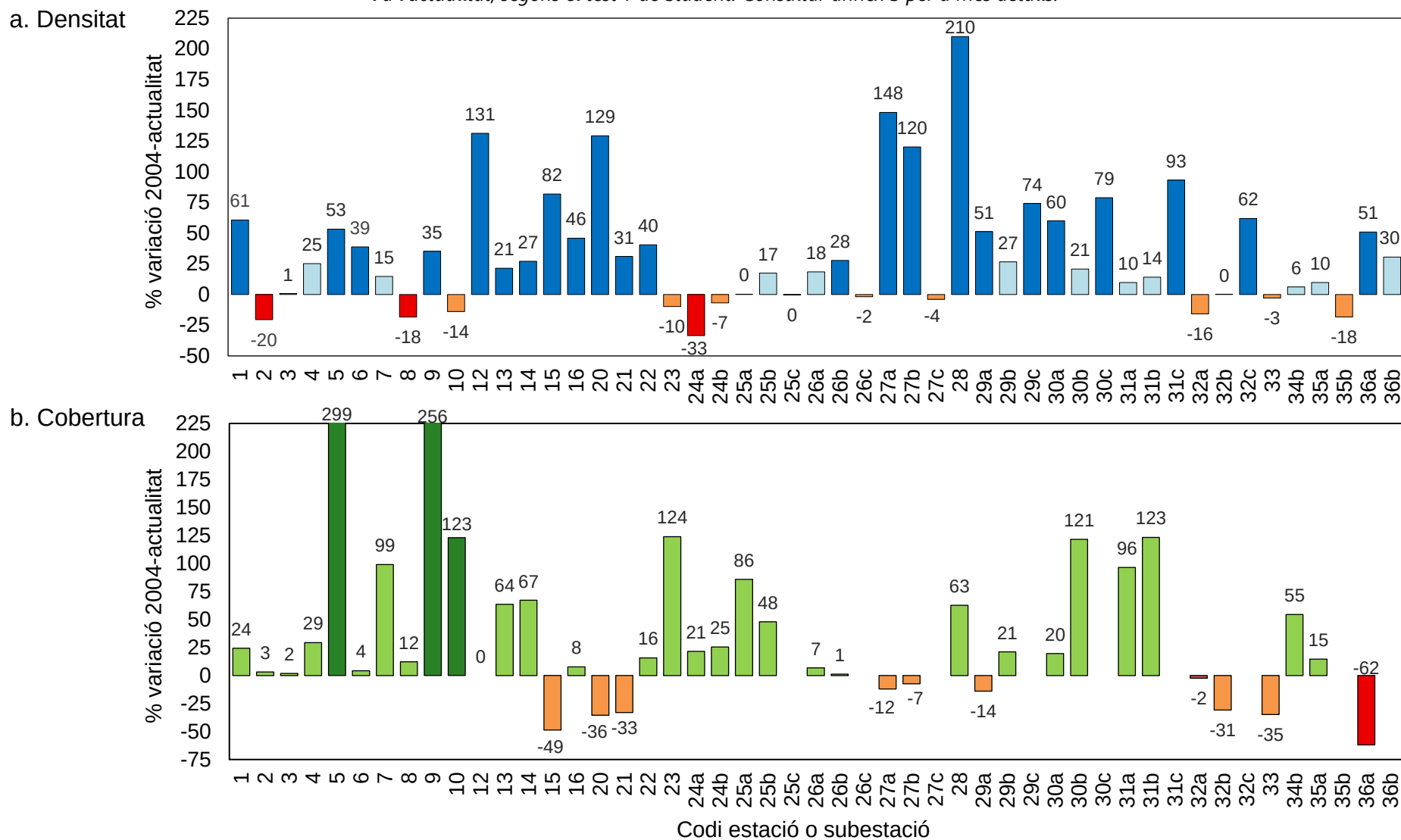
Els percentatges de variació nets entre 2004 i l'actualitat, per estació, de la densitat de feixos i la cobertura, es mostren a la figura 28. Les dades exactes i els detalls dels tests estadístics es poden consultar a l'annex 3.

Pel que fa a la densitat (fig. 28a), es disposa de dades de 49 de les 60 estacions i subestacions, de les quals 26 presenten diferències significatives entre la mitjana de l'any 2004 i la mitjana actual. La variació neta de la densitat pren valors entre -33,5% i +210%, i només a tres de les estacions

la densitat ha disminuït significativament, a la resta ha augmentat. Destaca el percentatge d'augment net molt elevat a Port de Maó (#28, 210%), a on la densitat va passar de 150 a 465 feixos/m², trobant-se sempre al quartil 4 però passant d'un estat "desfavorable-dolent" a un estat "favorable-normal". També destaquen els casos de Cala Lliteras (#12), Illa de Santa Eulària (#20), i Cala de S. Esteve I i II (27a, b), a on els valors superen el 100%. A la primera, la densitat s'ha duplicat passant del quartil 3 al 1, però sempre presentat un estat "favorable-alt". En les tres últimes, es va passar de densitats relativament baixes (entre 200 i 400 feixos/m², quartil 4 i estat "favorable-normal") a densitats relativament elevades (entre 600 i 900 feixos/m², quartil 1 o 2 i estat "favorable-alt"). Les regressions d'aquestes estacions varen estar sempre significatives i positives, i es varen observar augments graduals, sense variabilitats interanuals, de manera que els canvis ocorreguts en períodes de 14-15 anys es tradueixen en taxes d'augment en l'últim any d'entre el 2 i el 5%. També es poden destacar altres estacions en les que s'han donat variacions netes entre el 50 i el 100%, com Cala Marmacen (#1), Es Caló (#5), Addaia I (29a), Sanitja I i III (30a, c), Tirant III (31c) i Sa Farola II (36a). En aquests casos les regressions també són significatives, amb taxes estimades en l'últim any inferiors i, en general, s'observen lleugeres fluctuacions al llarg dels anys. Les estacions a on s'ha donat pèrdua neta de densitat de feixos en el període monitoritzat són Es Grau I (24a) (-33.5%) i, Caló de la Reina (#2) i Puigderrós (#8) (prop del -20%). A es Grau I (24a) i Puigderrós (#8) les pèrdues de densitat no s'han donat de manera gradual sinó que s'observen períodes de recuperació i descensos abruptes. La pendent de la regressió va tenir signe negatiu en els tres casos, però només a Puigderrós (#8) va ser significativa.

En el cas de la cobertura (fig. 28b), es disposava de dades de 39 de les 60 estacions i subestacions. La limitació d'haver de treballar amb dades per transsecte suposa que la majoria dels resultats no siguin estadísticament significatius. Es varen detectar 4 diferències significatives entre les mitjanes, 3 positives i 1 negativa. Sense considerar la significació, 10 de les 39 resultats varen ser negatius, valor que representa aproximadament el 25% dels resultats (equivalent als resultats negatius de densitat sense considerar la significació). Destaquen els augments nets de la cobertura a Es Caló (#5) i a Cala Matzoc (#9), amb variacions per sobre del 200%. En els dos casos les cobertures varen passar de ser molt baixes l'any 2004 (11.6 i 14.2%, quartil 4) a ser relativament elevades a l'actualitat (46%, quartil 1). Cal esmentar que a Cala Matzoc es dona un augment de fondària de 4 metres entre els dos períodes, i no es pot descartar com a part de la causa d'aquest augment aparent. A Cala Monjo (#10), Punta Gavina (#23), Sanitja II (30b) i Tirant II (31b), es donen augments nets per sobre del 100%, però només en el primer cas les mitjanes són significativament diferents. En tots els casos esmentats les regressions lineals varen ser positives i significatives. L'única disminució negativa i significativa s'ha donat a Sa Farola II (36a)(62%), que també va presentar una regressió negativa i una taxa de pèrdua en el últim any de més del 10%. L'any 2004 la cobertura en aquesta praderia era elevada (60.4%) i ha anat disminuint fins al 23% en l'actualitat. D'entre les variacions negatives no significatives, destaca l'Illa del Sec profunda (#19)(prop del 50%), i Illa de Santa Eulària (#20), Illot d'en Caragoler (#21), Fornells II (32b) i Binidali (#33) (per sota del -25%). A les estacions d'Eivissa (#20 i #21) i Binidali (#33) les regressions varen ser negatives i significatives.

Figura 28. Percentatge de variació entre l'any 2004 (a l'inici de la Xarxa de Monitoratge) i l'any mostrejat més recentment (2018 o 2019 -veure taula 5) de densitat de feixos (feixos/m²) (a) i percentatge de cobertura (b). Els colors més intensos indiquen mitjanes significativament diferents (p-valor<0.05) al 2004 i a l'actualitat, segons el test T de Student. Consultar annex 3 per a més detalls.



4. DISCUSSIÓ

4.1. Aspectes metodològics

4.1.1. Estacions de mostreig

En qualsevol activitat de monitoratge, la selecció de les estacions de mostreig és una passa clau per tal d'obtenir conclusions robustes. En el cas de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia, el nombre, la distribució i les característiques de les estacions són molt adients en el sentit de que es considera un ampli ventall de condicions mediambientals independents de les pressions antropogèniques (p. ex.: fondària, tipus de costa, exposició a les onades, etc.) i també diversos graus de pressió antropogènica (p. ex.: distàncies als nuclis urbans i ports, distància d'abocaments d'emissaris, nivells de protecció, etc.). No obstant, es dona un compromís entre els recursos disponibles i la distribució de les estacions per illes i per fondàries. Per motius evidents, el monitoratge de les estacions de Mallorca és el menys complex logísticament, i la col·laboració amb l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) possibilita el mostreig de nombroses estacions i subestacions a Menorca. Idealment, en cas de disposar de recursos suficients, s'hauria de plantejar incrementar el nombre d'estacions a Eivissa i Formentera. Només a Menorca, la participació de bussejadors experimentats de l'OBSAM possibilita el monitoratge de subestacions fondes. Aquesta informació és molt important ja que les pressions que causen la degradació de les praderies poden estar fortament relacionades amb la fondària (p. ex: manca de llum o pressió de fondeig) i la Xarxa de Monitoratge es beneficia enormement de disposar d'aquesta informació en 12 localitats diferents al voltant de l'illa. Evidentment, la distribució de les subestacions fondes es troba esbiaixada a Menorca i, de nou, en cas de disposar de recursos suficients, s'hauria de plantejar afegir subestacions fondes a estacions ja existents de Mallorca i les Pitiüses. Per últim, cal remarcar la importància de realitzar les mesures als mateixos transsectes i a les mateixes fondàries any rere any: encara que dins d'un rang de variabilitat raonable, s'han de tenir molt presents les fondàries als diferents períodes de la Xarxa a l'hora d'interpretar els resultats. Igualment, es recomana seguir escrupolosament les indicacions de les Memòries Anuals de la Xarxa de Monitoratge de Gil (2017; 2018; 2019) per a repetir les mesures en futures campanyes de mostreig.

En conclusió, es pot considerar que les estacions estudiades ofereixen una visió prou completa de l'ecosistema de les praderies de posidònia a les Balears, permetent obtenir conclusions amb base estadística sobre el seu estat de conservació. Sigui com sigui, l'augment dels recursos disponibles permetria optimitzar el monitoratge ampliant la informació sobre l'estat de les praderies en fondària i augmentant la representació de l'arxipèlag Pitiús.

4.1.2. Descriptors de l'estat ecològic de les praderies

4.1.2.1. Densitat i cobertura

Com ja s'ha tractat a la introducció i la metodologia d'aquest informe, nombrosos treballs han descrit com la densitat de feixos i la cobertura poden disminuir com a efecte d'impactes directes o del deteriorament del medi. No obstant, la variabilitat d'aquests paràmetres també es troba lligada a diversos factors naturals a part de la fondària, com són l'acció de les onades i els corrents marins sobre el fons (Vacchi *et al.*, 2010; Abadie *et al.*, 2018) o la tipologia del sòl (per exemple, s'ha descrit que en fons rocosos la posidònia recobreix un percentatge menor del substrat formant taques més denses que les que es troben sobre sorra) (Giovannetti *et al.*, 2008). Aquesta variabilitat natural implica que la interpretació de les dades es faci de manera prudent, combinant la informació de l'estat d'aquests paràmetres en un moment donat amb la seva evolució temporal i la informació addicional disponible sobre les característiques de cada localitat estudiada. En aquest sentit, pot ser útil incloure a l'estudi la tipologia del substrat, no només per diferenciar tipus de fons sinó també per detectar la presència de mata morta de posidònia (entramat d'arrels i sediment que queda al descobert quan la planta mor), signe inequívoc de pèrdua de cobertura.

4.1.2.2. Algues invasores i *Caulerpa prolifera*

La detecció d'algues invasores i *Caulerpa prolifera* és un altre aspecte que pot trobar-se limitat per la disponibilitat de bussejadors experimentats i familiaritzats amb les macroalgues mediterrànies. Les espècies detectades pels voluntaris es veuen sovint limitades a les espècies incloses a les guies impermeables proporcionades, de manera que es dificulta la possible detecció d'altres espècies. Igualment, s'ha vist que els voluntaris poden tenir dificultats a l'hora de distingir certes espècies filamentosos, com *Acrothamnion preissii* i *Womersleyella setacea*. No obstant, els voluntaris poden contrastar les seves observacions amb els bussos experimentats que els acompanyen o prendre fotografies i corroborar els dubtes després de la immersió, de manera que la gran majoria de les observacions obtingudes es consideren fiables. Al cap i a la fi, la detecció de les principals espècies d'algues invasores a les estacions monitoritzades és molt rellevant per a determinar l'expansió de les invasores al nostre arxipèlag i la seva possible relació amb l'estat de les praderies. A més, les dades aconseguides es poden contrastar, i alhora es complementen, amb altres estudis i bases de dades sobre espècies invasores tant a les Balears com a la costa Mediterrània.

4.1.2.3. Temperatura

Les mesures de temperatura es varen iniciar al segon període de la Xarxa de Monitoratge, de manera que actualment es disposa de dades de temperatura preses a la Illa del Toro, a l'Oest de Mallorca, a fondàries de 15 i 20m, i entre desembre de 2017 i finals d'agost de 2019. A l'informe s'han inclòs les dades de 15 metres de primavera i estiu de 2018 per ser comparables amb les de 2019, com a resultats preliminars. En un futur, s'obtidran dades de 2019 i 2020, tant a l'Illa del Toro com a Cala Ratjada, a l'est de Mallorca, dels sensors instal·lats al fons marí a final d'agost de 2019. Quan aquests receptors es retirin i s'instal·lin de nous, seria convenient prendre mesures a 5, 15 i 25-30 metres, com a punts mitjans de cada classe de fondària definida per a classificar les

estacions (superficial, mitjana fondària, fonda). Igualment, seria convenient ampliar els punts de registre de la temperatura per obtenir dades de Menorca i les Pitiüses.

4.1.3. Referències

La variabilitat natural ja esmentada de la densitat i la cobertura suposa una limitació per definir valors de referència que es puguin considerar els d'una praderia en estat òptim de conservació. La classificació segons Pergent (1995) ha permès comparar les dades de la Xarxa amb dades de la resta de la conca nord-oest de la Mediterrània i definir un estat de conservació en aquest context. No obstant, cal considerar que la manca de rius i les pendents suaus a les Illes Balears limiten l'arribada de material terrigen al mar, implicant que les aigües de les Illes siguin més oligotròfiques i per tant, més transparents, que a les altres regions del Mediterrani nord-occidental. Per això, per a una determinada fondària, la disponibilitat de llum a les Illes serà major. Això fa que, no obstant la majoria de les estacions presenten densitats per sobre del valor descrit com a "favorable" per Pergent (1995), no es pugui descartar que aquest mètode sobreestimi el bon estat de conservació de les praderies, sobretot de mitjana fondària a fondes. Per això es va considerar la utilització d'altres valors de referència de manera complementària. Encara que existia l'opció d'estimar un valor òptim de densitat a partir de la base de dades de la Xarxa de Monitoratge, finalment es va triar el mètode dels quartils per evitar prendre com a òptims valors atípicament elevats que només es donarien en unes condicions locals molt concretes i per aconseguir una classificació de les estacions evitant al màxim interpretacions errònies degudes a la variabilitat natural.

Els resultats de variació neta de la densitat des del inici del monitoratge ens han permès detectar estacions on l'estat segons Pergent (1995) mai deixa de ser "favorable" però a on la densitat ha arribat a duplicar-se al llarg del anys (passant del quartil 4 al 1), demostrant que el grau d'alteració d'aquestes praderies en el passat, que havien vist reduïda la seva abundància, al menys, a la meitat de la seva capacitat, hagués estat subestimat considerant només la classificació de Pergent (1995).

4.1.4. Anàlisi temporal

La heterogeneïtat de la distribució dels mostresjos en el temps a cada estació, va plantejar un repte per comparar les tendències temporals i les magnituds dels canvis ocorreguts a les diferents estacions i arribar a conclusions sobre el seu estat de conservació. La regressió lineal realitzada indistintament a totes les estacions va ser útil a l'hora de detectar tendències positives o negatives al llarg dels anys del monitoratge, considerant també la variabilitat pròpia de cada estació i cada any. Aquesta aproximació reflexa millor la història de les praderies quan els descriptors s'han mantingut estables o quan aquests han patit canvis graduals al llarg del temps, com en el cas de la recuperació després d'una pertorbació. Encara que la degradació de les praderies també pot ocórrer de manera gradual, la disminució de la densitat o la cobertura sí es pot donar de manera sobtada, fet que no sempre es reflecteix mitjançant un ajust lineal. Això és especialment cert a les estacions on, des de l'inici del monitoratge, ha hagut períodes d'augment gradual d'algun dels

descriptors seguit d'una disminució acusada. Per aquests motius, és important completar la informació dels resultats numèrics amb la representació gràfica de les dades per any i amb el càlcul de la variació neta a cada estació, per obtenir una imatge completa de la història de les praderies.

4.2. *Pinna nobilis*

La detecció puntual d'individus de *Pinna nobilis* morts era el resultat més probable tenint en compte l'escenari pessimista provocat per la ràpida dispersió i l'elevadíssima taxa de mortalitat de la malaltia provocada pel paràsit *Haplosporidium pinnae* (Cabanellas-Reboredo *et al.*, 2019). Entre setembre i desembre de l'any 2017 només es tenia constància d'un individu viu a les illes, i, encara que s'han descrit reservoris d'individus supervivents en refugis de determinades característiques de temperatura (per sota del 13°C) i salinitats (per sota de les 36.4 UPS), no s'espera trobar un refugi d'aquestes característiques a les illes. No obstant, aquests reservoris podrien tenir el potencial de repoblar zones veïnes passat un temps suficient. Per això, en un futur, seria recomanable inspeccionar les zones de treball en busca d'exemplars de *Pinna nobilis* mentre es realitzen els mostrejos dels altres descriptors.

4.3. Algues invasores i *Caulerpa prolifera*

En els tres últims anys s'han detectat algues invasores a tot l'arxipèlag balear, destacant les espècies *Acrothamnion preissi* i *Caulerpa cylindracea*. *Lophocladia lallemandii* es va detectar a Eivissa i Mallorca però no a Menorca. En cap cas la presència de algues invasores o de *Caulerpa prolifera* va semblar relacionada amb els principals descriptors de l'estructura de les praderies. En el cas de Menorca, on la majoria de les estacions presenten valors relativament elevats de densitat i cobertura, es varen detectar invasores a 11 de les 13 estacions amb dades. Altre aspecte a tenir en compte, és el mes de l'any en que va estar mostrejada cada estació, ja que algunes espècies d'algues invasores són perennes, com *Acrothamnion preissi* (Weitzmann *et al.*, 2009) i altres disminueixen molt la seva biomassa a l'hivern, com *C. cylindracea* i *C. prolifera* (Ruitton *et al.*, 2005; Terrados i Ros, 1995).

Per contrastar i completar els resultats de la Xarxa de Monitoratge, s'han consultat bases de dades preexistents sobre la presència d'espècies invasores a la les Illes, en concret la informació recopilada a l'Informe Mar Balear (Vaquer-Sunyer i Barrientos, 2020) i les dades publicades a la pàgina web de *Observadores del Mar* (<https://www.observadoresdelmar.es>), en relació al seu projecte "Algas invasoras". Sobre *C. prolifera*, només es compta amb dades de l'Informe Mar Balear, on es descriu la presència d'aquesta espècie a Menorca i a les Pitiüses, a més de a Mallorca, mentre que a la Xarxa de Monitoratge només es va detectar a l'illa de Mallorca. En el cas de *L. lallemandii*, l'Informe Mar Balear indica la seva presència a les quatre illes, sent molt freqüent a Eivissa i Menorca en relació a la longitud de la línia de costa. A *Observadores del Mar*, es té una

informació molt similar sobre Eivissa i es té constància de detecció a més punts de l'illa de Mallorca, però no consta cap detecció a Menorca. Durant la Xarxa de Monitoratge, aquesta espècie tampoc es va detectar a Menorca en cap ocasió. A les dues fonts consultades, *C. cylindracea* s'ha descrit en nombroses localitats al voltant d'Eivissa, Mallorca i Menorca, i només puntualment a Formentera, mentre que els resultats de la Xarxa de Monitoratge mostren que aquesta espècie és més abundant a Menorca, està present en estacions puntuals a Mallorca i no s'ha detectat a les Pitiüses. *A. preissi* és l'espècie que s'ha detectat en més ocasions en la Xarxa de Monitoratge, sent molt habitual a Menorca, i apareixent puntualment al voltant de Mallorca. Diversos treballs indiquen que es tracta d'una espècie molt estesa a les Balears (Ballesteros i Cebrián, 2007; Weitzmann *et al.*, 2009), no obstant, a *Observadores del Mar* només s'indica la seva presència a Mallorca, mentre que l'Informe Mar Balear només es presenta informació de Menorca, on és molt abundant. *Halimeda incrassata* es va detectar per primera vegada a les Illes Balears l'any 2011 a la Badia de Palma i, des de llavors, s'ha estès al costat sud-oest de l'illa de Mallorca. Mentre que l'informe Mar Balear reporta la seva presència només a al costat sud-oest, Observadores del Mar també inclou també una observació al nord-est, a la Baia d'Alcúdia. La Xarxa de Monitoratge la va detectar només una vegada, al sud-sud-oest de l'illa.

4.4. Temperatura

Dades molt recents apunten a que en els últims 40 anys la temperatura superficial de la Mediterrània occidental ha augmentat aproximadament 1,3 °C (Pisano *et al.*, 2020) i que, al mar Balear, la temperatura mitjana a l'estiu arriba als 25°C amb màximes de més de 27°C (Gomis *et al.*, *in press*). Els resultats dels registres de temperatura efectuats durant la Xarxa de Monitoratge varen reflectir la mateixa situació a la Reserva Marina de l'Illa del Toro, excepte per les màximes de casi 29°C l'estiu de 2018. Aquest fet és especialment rellevant ja que s'ha descrit (Marbà i Duarte, 2010), que quan la temperatura de l'aigua excedeix els 28°C i es manté un temps suficient (quan es donen onades de calor), pot causar mortalitat de feixos a les praderies. En agost de l'any 2018, a 15 metres de fondària, la temperatura va estar per sobre dels 27.5°C durant una setmana, encara que això no es va repetir l'any 2019. Tot plegat, sembla que la temperatura de l'aigua s'apropa lentament als límits de tolerància de la posidònia, raó per la qual serà fonamental seguir prenent registres de temperatura a les Illes en els pròxims anys i ampliar els mesuraments a fondàries més superficials.

4.5. Estat general

L'estat general de conservació de les praderies a les estacions estudiades es va definir en funció dels resultats obtinguts. Es varen considerar 5 paràmetres: el quartil de la dada de densitat mitjana actual, l'estat segons la densitat, el quartil de la dada de cobertura actual i les tendències

temporals de la densitat i la cobertura. Per definir l'estat general es va crear un senzill índex numèric. En primer lloc, es va atorgar un valor numèric als resultats de cada paràmetre (taula 11) i el valor de l'índex va ser el resultat de la suma dels 5 valors. Quan la taxa estimada de pèrdua de densitat o cobertura va ser major al 10% anual, es va indicar amb un asterisc. Mai es va donar una taxa d'augment major al 10% anual i, tampoc, cap estació va presentar un estat actual desfavorable-dolent, segons la seva densitat.

Taula 11. Valors atorgats a cadascun dels paràmetres considerats per descriure l'estat general de les praderies. Es consideren quartils de densitat (feixos/m²) i percentatge de cobertura de les praderies, estat segons densitat proposat per Pergent (1995) i tendències temporals de densitat i cobertura, considerant el valor de la taxa estimada d'increment anual.

Quartils (2)	Valor	Estat segons densitat	Valor	Tendències temporals (2)	Valor
Q1	+1	Favorable-alt (FA)	+2	Positiva (taxa anual < 10%)	+1
Q2	0	Favorable-normal (FN)	+1	Estable	0
Q3	0	Desfavorable-inadequat	-1	Negativa (taxa anual < 10%)	-1
Q4	-1	(DI)		Negativa* (taxa anual ≥ 10%)	-2

L'estat general (taula 12) es va definir com a "molt bo" quan l'índex va ser 4 o superior; "bo", quan l'índex va ser 2 o 3; "regular", quan l'índex es va trobar entre +1 i -1 i; "dolent", quan l'índex va resultar -2 o inferior. A la figura 28 es mostra l'estat general a les estacions de cada illa.

En general, les praderies de les Illes Balears es troben en bon estat de conservació, encara que no òptim, i aquest depèn de l'illa i la zona considerada (taula 13). Si es pren la mitjana dels índexs de les subestacions com a índex de la estació (arrodonint el resultat a una xifra sense decimals), llavors de les 40 estacions estudiades, 27 es troben en bon i molt bon estat, 9 en estat regular, 3 en estat dolent, i una es va perdre completament. Es fa evident que les estacions en estat dolent i regular es concentren a l'illa de Mallorca, a excepció del costat est, i de la estació de Fornells, a Menorca. Si es consideren les 61 estacions i subestacions, totes les estacions en estat dolent es troben a la franja superficial (fins a 10m) però que, en general, l'estat de conservació no sembla depenent de la fondària. De fet, a Menorca es troben 6 subestacions en estat regular, cap a la mateixa estació, sent 2 de fondària mitjana i 4 fondes. En efecte, en la majoria d'estacions es donen diferències d'estat entre les subestacions, especialment en els casos de Cala en Porter (#26) i Cala Blanca (#34), on hi ha subestacions en estat molt bo, bo i regular, a la mateixa estació. Això pot ser degut als diferents graus de pressió que poden patir les praderies a diferents fondàries. En els casos on els estats de les subestacions varien entre molt bo i bo, no es pot descartar completament l'efecte de la variabilitat natural, que també pot actuar a nivell local. En els casos on els estats de conservació són més diferents entre subestacions, sembla més probable que les diferències siguin degudes a diferents tipus de pressions antropogèniques. Per exemple, a les subestacions superficials els danys físics deguts als fondejos poden ser més intensos, però les estacions fondes poden ser més sensibles a qualsevol alteració del medi que afecti a la transparència de l'aigua, limitant la disponibilitat de llum. Els resultats obtinguts a Menorca, apunten a que el tipus i el grau de les pressions antropogèniques varien entre localitats i en alguns casos, també a nivell local. Igualment, a Mallorca també es fa evident la variabilitat entre localitats,

ja que, encara que les estacions més degradades es concentren al costat oest d'aquesta illa, no totes les estacions d'aquest costat es troben en un estat inadequat. Contrasten especialment els estats regulars i dolents de les estacions de la Baia de Palma amb el bon estat de les estacions del costat més occidental: Caló des Moro(#16), S'Aguilot (#18) i, sobretot, Cala Marmacen (#1), entre les millor conservades de l'arxipèlag.

Taula 12. Resultat de cadascun dels paràmetres considerats per descriure l'estat general de les estacions, valor del índex, i estat general segons el valor del índex. Es presenten quartils (Q) de densitat (feixos/m²) i percentatge de cobertura de les praderies, estat segons densitat proposat per Pergent (1995) i tendències temporals de densitat i cobertura. Consultar taula 11 per més detalls.

Codi	Estació	Illa	Densitat			Cobertura		Índex	Estat general
			Q	Estat	Tendència	Q	Tendència		
1	Cala Marmacen	Mallorca	1	FA	positiva	1	positiva	6	molt bo
2	Caló de la Reina	Mallorca	3	FN	estable	4	estable	0	regular
3	Portocristo	Mallorca	4	FN	negativa	3	estable	-1	regular
4	Cala Figuera	Mallorca	4	FN	estable	3	positiva	1	regular
5	Es Caló	Mallorca	2	FA	estable	1	positiva	4	molt bo
6	S'Estanyol	Mallorca	2	FA	positiva	2	estable	3	bo
7	Cala Tuent	Mallorca	4	FN	estable	2	positiva	1	regular
8	Puigderros	Mallorca	4	DI	negativa	2	estable	-3	dolent
9	Cala Matzoc	Mallorca	1	FA	estable	1	positiva	5	molt bo
10	Caló des Monjo	Mallorca	4	FN	negativa	3	positiva	0	regular
11	Port Adriano	Mallorca	-	-	-	-	-	-	perduda
12	Cala Lliteras	Mallorca	1	FA	positiva	2	estable	4	molt bo
13	Cala Murta	Mallorca	3	FA	positiva	3	estable	3	bo
14	La Victoria	Mallorca	3	FN	positiva	2	positiva	3	bo
15	Illa del Sec profunda	Mallorca	3	FA	estable	4	estable	1	regular
16	Caló des Moro	Mallorca	3	FA	estable	2	estable	2	bo
17	Port de Sóller	Mallorca	4	FN	negativa	3	estable	-1	regular
18	S'Aguilot	Mallorca	3	FA	estable	2	estable	2	bo
19	Illa del Sec somera	Mallorca	4	FN	negativa*	3	estable	-2	dolent
20	Illa de Santa Eulària	Eivissa	1	FA	positiva	4	negativa	2	bo
21	Illot de'n Caragoler	Eivissa	1	FA	positiva	4	negativa	2	bo
22	Caló de s'Oli	Formentera	2	FA	positiva	1	positiva	5	molt bo
23	Punta Gavina	Formentera	3	FA	estable	1	positiva	4	molt bo
24a	Es Grau I	Menorca	2	FA	estable	1	estable	3	bo
24b	Es Grau II	Menorca	3	FA	estable	2	estable	2	bo
25a	Son Bou I	Menorca	1	FA	estable	1	positiva	5	molt bo
25b	Son Bou II	Menorca	1	FA	positiva	1	positiva	6	molt bo
25c	Son Bou III	Menorca	3	FA	estable	3	sense dada	2	bo
26a	Cala en Porter I	Menorca	1	FA	positiva	1	estable	5	molt bo
26b	Cala en Porter II	Menorca	1	FA	estable	3	estable	3	bo
26c	Cala en Porter III	Menorca	4	FN	estable	2	sense dada	0	regular

Continuació taula 12

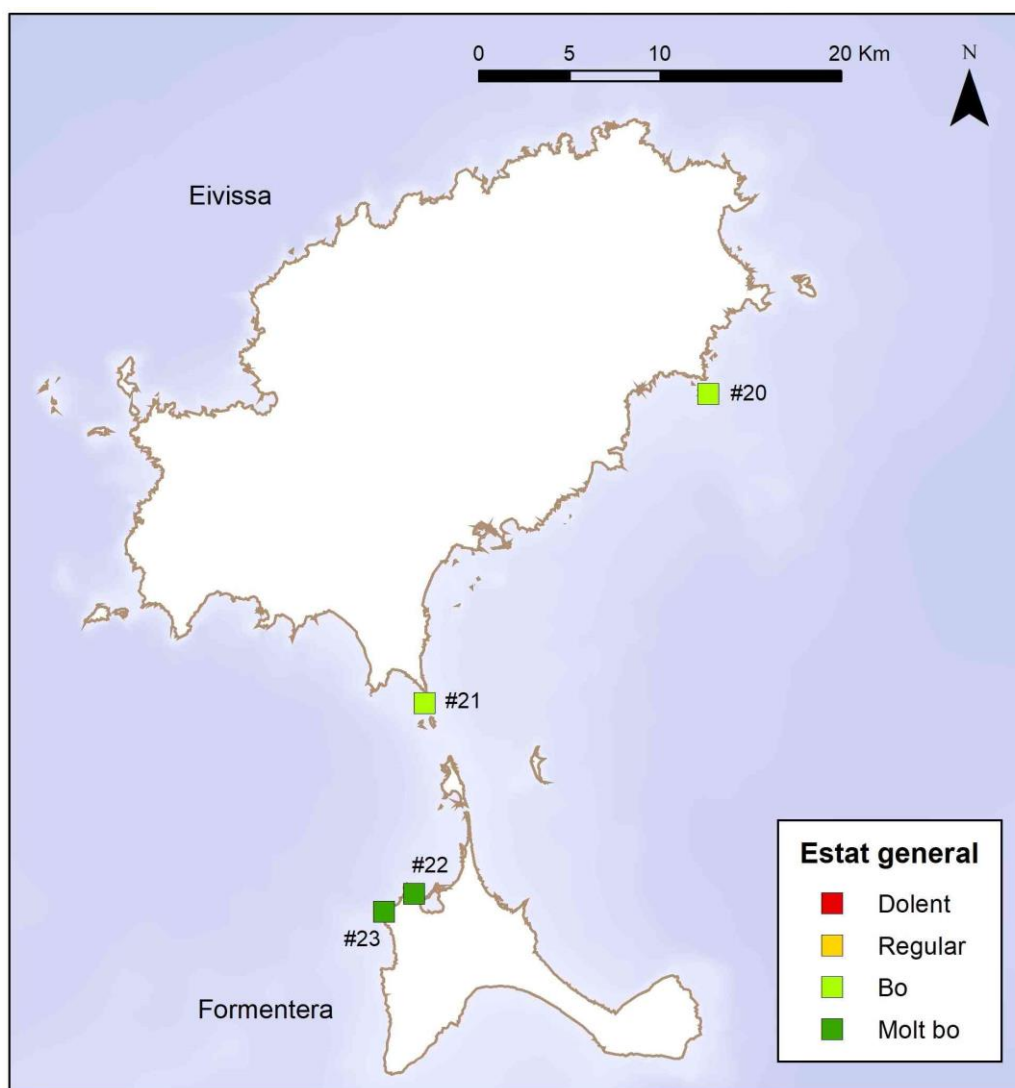
Codi	Estació	Illa	Densitat			Cobertura		Índex	Estat general
			Q	Estat	Tendència	Q	Tendència		
27a	Cala S. Esteve I	Menorca	1	FA	positiva	4	estable	3	bo
27b	Cala S. Esteve II	Menorca	2	FA	positiva	4	estable	2	bo
27c	Cala S. Esteve III	Menorca	2	FA	estable	3	sense dada	2	bo
28	Port de Maó	Menorca	4	FN	positiva	3	positiva	2	bo
29a	Addaia I	Menorca	2	FA	positiva	2	estable	3	bo
29b	Addaia II	Menorca	2	FA	estable	2	estable	2	bo
29c	Addaia III	Menorca	2	FA	estable	4	estable	1	regular
30a	Sanitja I	Menorca	1	FA	positiva	1	estable	5	molt bo
30b	Sanitja II	Menorca	2	FA	estable	1	positiva	4	molt bo
30c	Sanitja III	Menorca	2	FA	positiva	3	sense dada	3	bo
31a	Tirant I	Menorca	1	FA	estable	1	positiva	5	molt bo
31b	Tirant II	Menorca	1	FA	estable	1	positiva	5	molt bo
31c	Tirant III	Menorca	1	FA	positiva	2	sense dada	4	molt bo
32a	Fornells I	Menorca	3	FN	estable	1	estable	2	bo
32b	Fornells II	Menorca	4	FN	estable	4	estable	-1	regular
32c	Fornells III	Menorca	3	FA	estable	1	estable	3	bo
33	Binidali	Menorca	2	FA	positiva	2	negativa	2	bo
34a	Cala Blanca I	Menorca	1	FA	sense dada	2	sense dada	3	bo
34b	Cala Blanca II	Menorca	2	FA	estable	1	positiva	4	molt bo
34c	Cala Blanca III	Menorca	2	FA	sense dada	4	sense dada	1	regular
35a	Son Saura II	Menorca	1	FA	estable	2	estable	3	bo
35b	Son Saura III	Menorca	1	FA	estable	1	sense dada	4	molt bo
36a	Sa Farola II	Menorca	2	FA	positiva	2	negativa*	1	regular
36b	Sa Farola III	Menorca	3	FA	positiva	4	sense dada	2	bo
37a	Algaiarens I	Menorca	1	FA	negativa	2	estable	2	bo
37b	Algaiarens II	Menorca	1	FA	estable	3	estable	3	bo
37c	Algaiarens III	Menorca	3	FA	negativa	4	sense dada	0	regular
38	Portopetro	Mallorca	4	DI	sense dada	4	sense dada	-3	dolent
39	Portocolom	Mallorca	2	FA	positiva	2	estable	3	bo
40	Son Caliu	Mallorca	3	FN	sense dada	4	sense dada	0	regular

Taula 13. Distribució dels estats generals de conservació per illes, sense considerar les subestacions, i per classe de fondària, considerant les diferents subestacions.

Estat	Estacions (40)				Estacions i subestacions (61)			
	Pitiüses	Mallorca	Menorca	Total	Superficials	Mitjana fond.	Fondes	Total
Molt bo	2	4	4	10	8	6	2	16
Bo	2	6	9	17	12	11	4	27
Regular	0	8	1	9	6	4	4	14
Dolent	0	3	0	3	3	0	0	3
Perduda	0	1	0	1	0	1	0	1
TOTAL	4	22	14	40	29	22	10	61

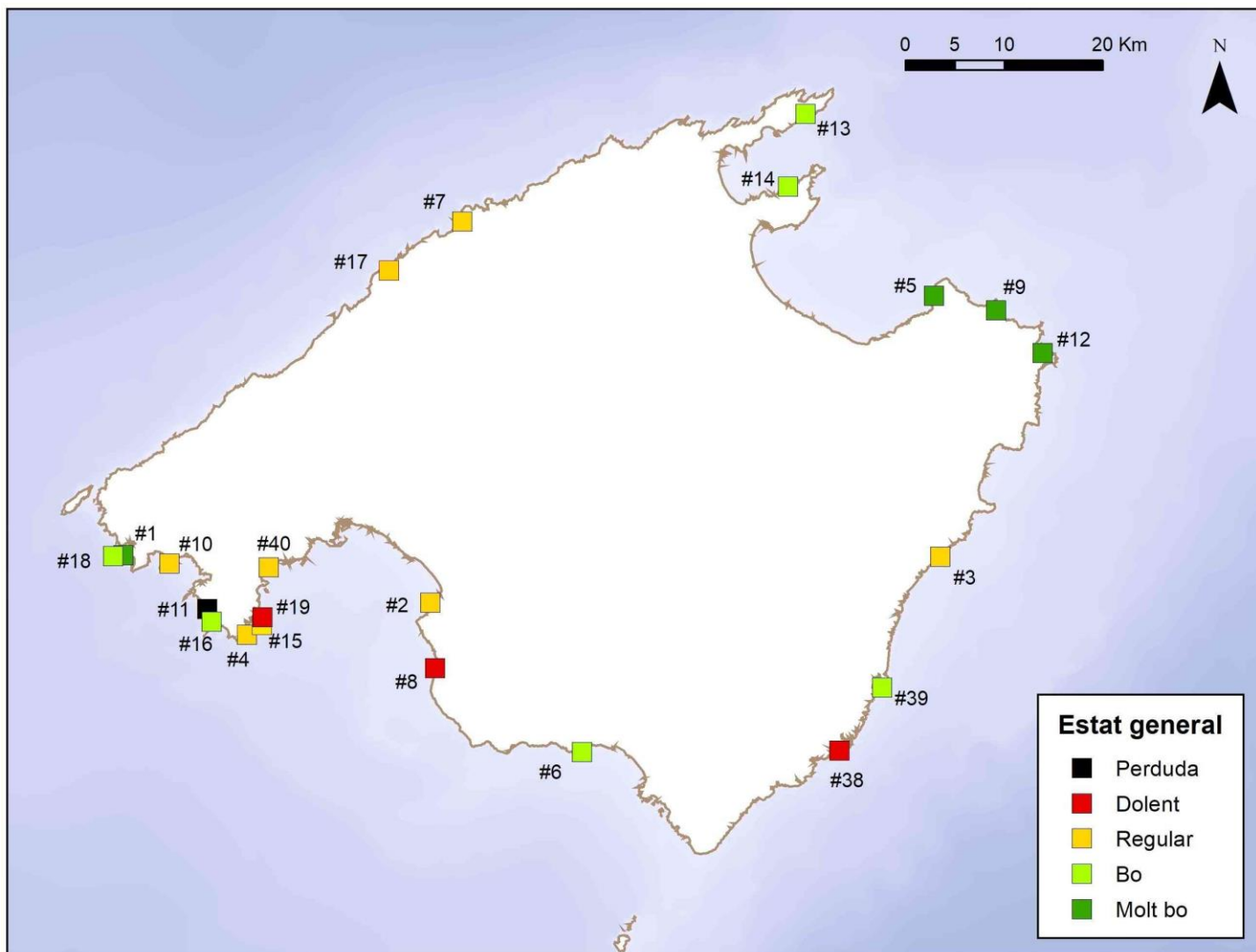
Figura 29. Estat general de conservació a les estacions d'Eivissa i Formentera (a), Mallorca (b) i Menorca (c). S'indica el codi de cada estació

29. a



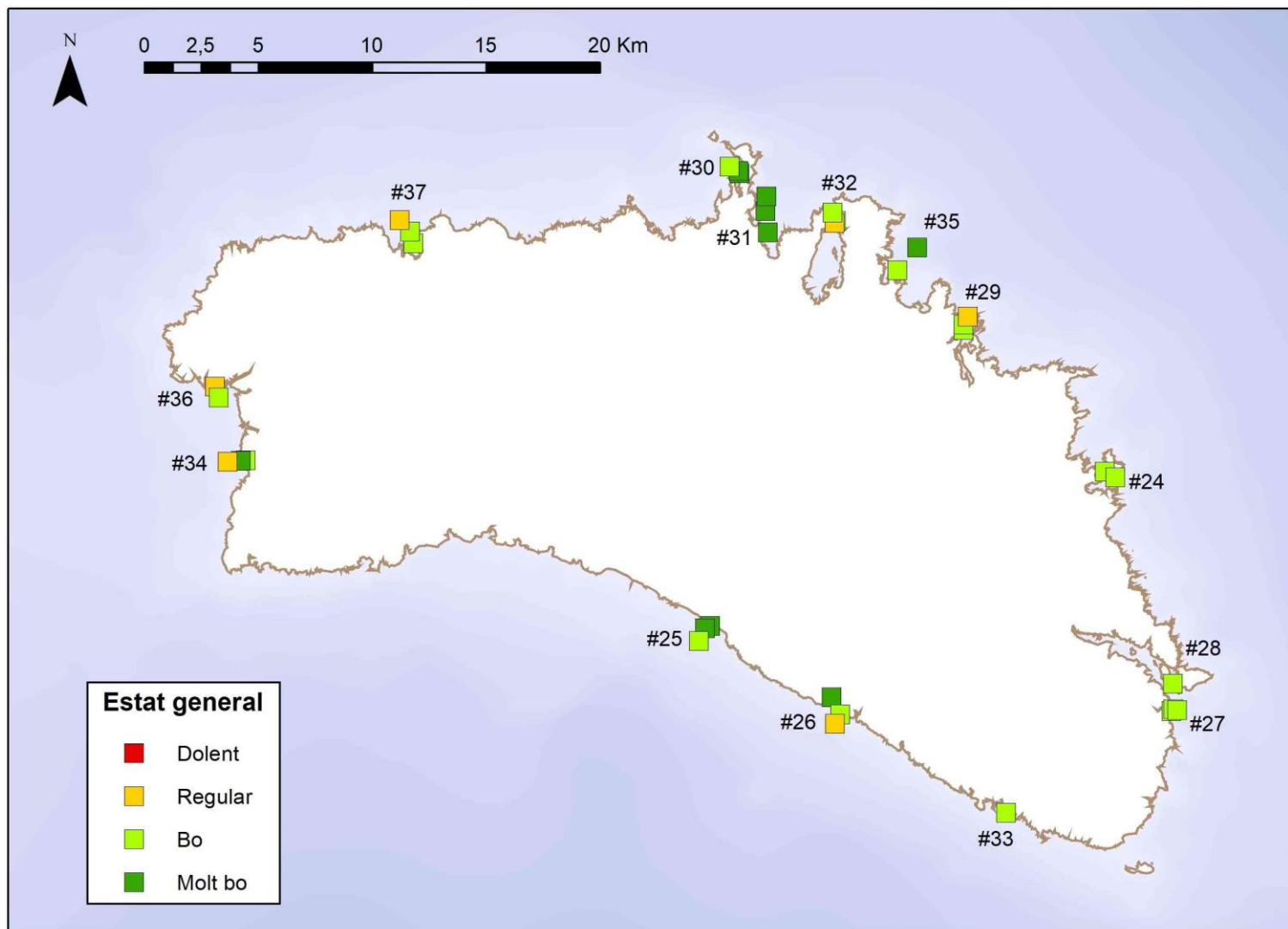


29. b





29. c



Les anàlisis temporals varen revelar que moltes estacions i subestacions han augmentat l'abundància de posidònia en termes de densitat de feixos o de cobertura de la praderia, a moltes altres la densitat i la cobertura s'han mantingut estables i en molt poques ha disminuït un dels dos paràmetres. També s'ha vist com les magnituds dels increments nets positius han estat clarament majors que les dels increments nets negatius. Aquesta situació general de millora i/o estabilitat des de l'any 2000 es va descriure, també, per al conjunt de les fanerògames marines a la Mediterrània en un article molt recent (de los Santos et al., 2019). Aquest article conclou que, no obstant l'important pèrdua de fanerògames, en termes d'extensió i densitat, que es va donar en l'últim segle, en l'actualitat la tendència s'ha invertit, i ho atribueix, sobretot, a accions per a millorar la qualitat de l'aigua (mitjançant el tractament de les aigües residuals que s'aboquen al mar) i a les mesures de protecció dels ecosistemes costaners.

4.6. Estudi de les amenaces

La identificació de les causes de pèrdua i recuperació de les praderies també és necessària per a la implementació de mesures de gestió adequades, de manera que aquestes no siguin innecessàriament estrictes, ni massa laxes. Encara que a Balears els principals tipus de pressió antropogènica actuïn a nivell local, esperem trobar escenaris recurrents al llarg de la costa als quals concorrin varis tipus de d'amenaces (proximitat de ports i/o grans poblacions, proximitat d'emissaris d'aigües de rebuig o dessaladores, alteracions recents en la línia de costa, pressió per fondejos). En aquest apartat, es va indagar la història de les diferents estacions, parant especial atenció sobre les pitjor conservades, i es va tractar d'identificar punts en comú i diferències en els impactes antropogènics que puguin haver causat les diferències d'estat entre les estacions.

Principalment, es varen fer servir dues fonts d'informació: la informació recopilada a l'informe Mar Balear (Vaquer-Sunyer i Barrientos, 2020), i les seves fonts, i informació disponible al lloc web Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears, del Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (IDEIB, SITISBA). De l'Informe Mar Balear, es varen considerar els capítols: (i) Vaixells en port, nombre de trànsit total de vaixells per any i port (data de les dades: 2014-2019, font: Ports de Balears). (ii) Superfície de costa urbanitzada, dades per municipi (data de les dades: 2005, font: Murray, 2013). (iii) Concentració de contaminants en sediments, que recull informació sobre concentració de metalls pesants, compostos bifenils policlorats (PCB), hidrocarburs policíclics aromàtics (PAH), compostos orgànics volàtils (VOC) i pesticides organoclorats (data de les dades: 2005-2009, fonts principals: Albertí *et al.*, 2010; Ballesteros *et al.*, 2007). (iv) Nombre i evolució d'embarcacions fondejades en platges (només dades de Menorca, data de les dades: 2018, fonts: OBSAM, 2017; Carreras *et al.*, 2018). Mitjançant la informació disponible al SITISBA, es va crear un document en ArcGIS que incloïa la localització de les estacions i subestacions de la Xarxa de Monitoratge a més de: (i) la delimitació no oficial dels nuclis de població llistats per l'Institut Nacional d'Estadística, en base al Mapa Urbanístic de les Illes Balears (2017), (ii) delimitacions de zones dedicades a la protecció mediambiental mitjançant mecanismes legals, incloent espais naturals protegits i Xarxa Natura 2000 (LIC), (iii) localització de ports (principals i secundaris), i (iv)

localització de punts i conduccions d'abocaments a les aigües marines (2007-2011). Mitjançant aquestes dades espacials i la informació recopilada de l'Informe Mar Balear, es va construir una taula que recollia, per a cada estació: figures de protecció, nombre de punts d'abocament en una distància de fins a 2 km (per mar) de cada estació, distàncies a ports principals i secundaris (quan aquestes no eren majors de 20 km), si la costa adjacent a l'estació es troba urbanitzada o no, si s'ha detectat algun tipus de contaminant als sediments (a la mateixa localitat) i de quin tipus, i observacions sobre altres possibles amenaces (taula 14).

Cal remarcar, que encara que el fondeig sobre posidònia estigui prohibit, la pressió deguda al fondeig d'embarcacions segueix sent elevada en determinades localitats. Només l'any 2019, el servei de vigilància de la posidònia va moure fins a 8500 embarcacions que havien ancorat sobre posidònia (font: Conselleria de Medi Ambient i Territori i IBANAT).

Els ports principals indicats a la taula 14 són els ports de la Savina, a Formentera, el port d'Eivissa, els ports de Palma i Alcúdia, a Mallorca i el Port de Maó, a Menorca. L'activitat als ports, considerant el moviment de tot tipus d'embarcacions, té una marcada estacionalitat, i curiosament, és molt més elevada als ports d'Eivissa i Formentera (fins a 3200 vaixells mensuals), degut a la gran quantitat de ferris que circulen entre els dos ports. Els moviments al port de Palma poden ser de fins a 400 vaixells al mes, a Alcúdia fins a 270 i a Maó fins a 100 (font: Ports de Balears). Considerant tant ports principals com secundaris, només el 40% de les estacions en molt bon estat es troben a menys de 20 km d'algun port, mentre que el 82% de les estacions en bon estat i el 100% de les estacions en estat regular o dolent es troben a menys de 20 km d'algun port. Pel que fa als punts d'abocament a les aigües, només 6 de les 39 estacions no tenen punts d'abocament a prop (a menys de 2 km). Les estacions en bon i molt bon estat es troben a prop d'entre 3 i 5 punts d'abocament (de mitjana), mentre que les estacions en estat dolent i regular es troben a prop d'entre 9 i 11 punts d'abocament (de mitjana). Si es consideren els municipis allà on es localitzen les estacions, els millors representats són Calvià (6 estacions), Mercadal (4 estacions, 11 subestacions), Maó (4 estacions, 9 subestacions), Ciutadella (3 estacions, 8 subestacions) i Lluçmajor (3 estacions). Calvià i Lluçmajor són adjacents al municipi de Palma (on es troba el major nucli urbà i el major port de les Illes) i part de les seves costes donen a l'oest i a l'est de la badia de Palma, respectivament. Calvià, a més, és el municipi amb major superfície artificial als primers 500m de costa (11,52 km², en total, l'any 2005) (Murray, 2013). A Calvià i Lluçmajor es troben 2 estacions en estat bo, 5 en estat regular i 2 en estat dolent. La majoria es troben prop del port de Palma i/o d'algun port secundari dins de la badia de Palma, i, encara que no totes són adjacents a costes urbanitzades, les estacions regulars i dolentes tenen en comú el trobar-se a prop de nombrosos punts d'abocament. A més, en dos de les estacions es varen detectar contaminants en els sediments. L'estació de Puigderros (#8), en estat dolent, es troba relativament lluny del port de Palma (16 km) i només consten 2 punts d'abocament propers. Una possible causa per explicar el seu estat, es la possible degradació per arribada de material terrigen derivat de construccions a la costa i facilitada per les pendents en aquest punt (fig. 30a). Aquesta estació es troba adjacent a les urbanitzacions de Sa Torre i Puigderros, i aquest conjunt d'urbanitzacions es troba entre les construccions costaneres més importants en extensió que s'han fet a la badia de Palma entre els anys 1975 i 2000 (Estat del Medi Ambient de les Illes Balears

2008-2001). L'altra estació en estat dolent, Portopetro (#38) es troba prop de 10 punts d'abocament, dels quals un és un emissari, és adjacent a un nucli urbà i es troba molt a prop (1 km) d'un port secundari (fig. 30b).



Figura 30. Vistes aèries de Puigderros (a) i Portopetro (b).

A continuació,

Taula 14. Llistat de possibles amenaces per a la conservació de les praderies, per estació.

S'inclouen també valors mitjans de l'índex per descriure l'estat general i les figures de protecció (LIC: Lloc d'Interès Comunitari, RM: Reserva Marina, PN: Part Natural). Com a possibles amenaces, es consideren: nombre de punts d'abocament a una distància de fins a 2 km al mar (entre parèntesi, quants d'ells són emissaris), distància en km a un port secundari, distància en km a un port principal (en blanc: la distància és superior a 20 km), urbanització de la costa adjacent, tipus de contaminants trobats als sediments a la mateixa localitat i altres possibles amenaces.



Taula 14

Codi	Estació	Illa	Localitat	Índex	Estat general	Protecció	Punts d'abocament	Dist. port secundari	Dist. port ppal.	Costa urbanitzada	Contaminants als sediments	Altres
1	Cala Marmacen	Mallorca	Andratx	6	molt bo		11 (1)	5.2		sí		
2	Caló de la Reina	Mallorca	Llucmajor	0	regular	LIC, RM	9 (3)	5	11	sí	pesticides	
3	Portocristo	Mallorca	Manacor	-1	regular	LIC	6	0.6		no		
4	Cala Figuera	Mallorca	Calvià	1	regular	LIC	8		14	no	metalls pesants, COV, PAH	
5	Es Caló	Mallorca	Artà	4	molt bo	LIC, RM	4		18	no		
6	S'Estanyol	Mallorca	Llucmajor	3	bo	LIC, RM	1	0.5		límit		
7	Cala Tuent	Mallorca	Escorca	1	regular		1	10		no	metalls pesants al port	
8	Puigderrós	Mallorca	Llucmajor	-3	dolent	LIC, RM	2		16	sí		
9	Cala Matzoc	Mallorca	Artà	5	molt bo	LIC, RM	2			no		
10	Caló des Monjo	Mallorca	Calvià	0	regular		6 (3)	3.4		no		
12	Cala Llitas	Mallorca	Capdepera	4	molt bo	LIC, RM	3			sí		
13	Cala Murta	Mallorca	Pollença	3	bo	LIC	7	10	17	no		
14	La Victoria	Mallorca	Alcúdia	3	bo	LIC	5	7	17	no		
15	Illa del Sec profunda	Mallorca	Calvià	1	regular		20	6	12	no		
16	Caló des Moro	Mallorca	Calvià	2	bo		0	2		límit		
17	Port de Sóller	Mallorca	Sóller	-1	regular		12 (1)	0.3		sí	metalls pesants	
18	S'Aguilot	Mallorca	Andratx	2	bo		4 (1)	2.3		sí		
19	Illa del Sec somera	Mallorca	Calvià	-2	dolent		20	6	12	no		
20	Illa de Santa Eulària	Eivissa	Santa Eulària	2	bo	LIC	17 (3)	3.7	15	no	metalls pesants al port	



Continuació taula 14

Codi	Estació	Illa	Localitat	Índex	Estat general	Protecció	Punts abocament	Dist. port secundari	Dist. port ppal.	Costa urbanitzada	Contaminants als sediments	Altres
21	Illot de'n Caragoler	Eivissa	Eivissa	2	bo	LIC, PN, RM	0		11	no		prop de zona molt transitada
22	Caló de s'Oli	Formentera	Formentera	5	molt bo	LIC, PN, RM	6 (1)		1.3	no		
23	Punta Gavina	Formentera	Formentera	4	molt bo	LIC, PN, RM	0		3.8	no		
24	Es Grau	Menorca	Maó	2.5	bo	LIC, PN	3		13	no		elevada densitat de vaixells fondejats a les platges
25	Son Bou	Menorca	Migjorn Gran	4.3	molt bo	LIC	0			límit		
26	Cala en Porter	Menorca	Alaior	2.7	bo	LIC	2 (1)			sí		
27	Cala S. Esteve	Menorca	Maó	2.3	bo		5 (1)		6	no		
28	Port de Maó	Menorca	Maó	2	bo		6 (1)		5	no	metalls pesants, PAH	
29	Addaia	Menorca	Maó	2.0	bo	PN	12	1		sí		
30	Sanitja	Menorca	Mercadal	4.0	molt bo	LIC, RM	0			no		
31	Tirant	Menorca	Mercadal	4.7	molt bo	LIC, RM	4			no		
32	Fornells	Menorca	Mercadal	1.3	regular	LIC, RM	5	0.7		sí	metall pesants	
33	Binidali	Menorca	Sant Lluís	2	bo		2		18	sí		
34	Cala Blanca	Menorca	Ciutadella	2.7	bo	LIC	1 (1)	1.4		sí	pesticides	
35	Son Saura	Menorca	Es Mercadal	3.5	molt bo	LIC	2			no		elevada densitat de vaixells fondejats a les platges
36	Sa Farola	Menorca	Ciutadella	1.5	bo	LIC	8 (1)	3.8		sí		
37	Algaiarens	Menorca	Ciutadella	1.7	bo	LIC	0	18		no		
38	Portopetro	Mallorca	Portopetro	-3	dolent		10 (1)	1		sí		
39	Portocolom	Mallorca	Felanitx	3	bo	LIC	4 (1)	1		sí		
40	Son Caliu	Mallorca	Calvià	0	regular		21 (2)	1.4	9	sí		

4.7. Punts forts, punts febles i oportunitats de la Xarxa de Monitoratge

Els punts febles de la Xarxa i la seva metodologia s'han tractat des de l'inici d'aquesta discussió, i els principals són els biaixos en les fondàries d'algunes estacions, la dependència de la participació d'entitats i bussos voluntaris, i les limitacions d'aquests per realitzar la feina de camp en determinades condicions (per exemple, en fondària) i per identificar determinades espècies. No obstant, la Xarxa té també nombrosos punts forts. En primer lloc, la densitat de feixos i la cobertura de les praderies són descriptors no destructius, que no requereixen feina posterior al laboratori i els quals s'utilitzen de manera generalitzada. D'aquests descriptors, ja es disposa d'una sèrie de dades de més de 5 anys en moltes estacions, que sovint comprenen períodes de més de 15 anys. A més, la societat balear té una elevada sensibilitat pel medi ambient i, en particular, està molt conscienciada sobre la importància de preservar les praderies de posidònia, i cada any, la Xarxa ha comptat amb la participació de nombroses institucions, clubs de busseig i grups de bussejadors voluntaris. La Xarxa de Monitoratge suposa també la oportunitat de donar resposta a amenaces no considerades abans, com l'augment de la temperatura de l'aigua en relació a la supervivència de *P. oceanica*, l'expansió de les espècies invasores o la mortalitat de *Pinna nobilis*. A més, la Xarxa pot seguir contribuint a la conscienciació ciutadana, que a la vegada pugui portar a una major fidelització dels voluntaris. La continuació del monitoratge permetria, no només conèixer l'estat de les praderies en el futur, sinó també disposar d'una sèrie de dades temporals robusta per conèixer les dinàmiques que poden esdevenir a les praderies, com la interrupció sobtada de la recuperació gradual, l'efecte de l'augment de la temperatura en les variacions interanuals dels descriptors i l'evolució d'aquelles praderies que es troben en estat regular i dolent i semblen empitjorar any a any.



5. DIFUSIÓ DEL PROJECTE

La difusió de tot projecte finançat amb fons públics és una necessitat, ja que tot allò que la societat ha invertit s'ha de veure retornat. A més, en el cas dels projectes dependents de la participació ciutadana pel seu funcionament, com és el cas de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia, la divulgació adquireix un paper fonamental.

La divulgació realitzada durant l'any 2017 es va centrar en la pàgina web, les xarxes socials (Facebook) i la premsa. L'any 2018, a més, es va participar a les VII Jornades de Medi Ambient i es va produir marxandatge. L'any 2019 es varen mantenir aquests canals de difusió, i encara que al 2019 no es varen organitzar Jornades de Medi Ambient, cal destacar que es va incrementar l'activitat a les xarxes socials i es va dissenyar i produir nou marxandatge.

5.1. Pàgina web

La pàgina web de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia es va posar en funcionament amb l'antiga Xarxa. Es tracta d'un *microsite* de la pàgina web de la Direcció General de Pesca i Medi Marí:

<http://www.caib.es/sites/posidonia/ca/definicia/?campa=yes>

Aquesta pàgina va ser revisada i actualitzada per tal de reflectir el finançament, metodologia i dades de contracte actuals. La pàgina consta d'una presentació del projecte, un apartat d'informació general i un apartat d'informació específica. La informació general inclou:

- Una breu introducció, ressaltant la importància del projecte i el paper fonamental dels voluntaris.
- L'explicació dels aspectes generals de la metodologia i el link a la *Guia de Camp*, un document a on es poden consultar en detall quines metodologies i materials s'empren i com es desenvolupen els treballs de camp:

<http://www.caib.es/sites/posidonia/f/247300>

- Informació de contacte per a participar com a voluntari. S'inclou la pàgina de facebook, una direcció de correu electrònic i un telèfon mòbil al qual es pot trucat, escriure missatges de text o contactar mitjançant l'aplicació *Whatsapp*.
- Un formulari de contacte.

La informació específica inclou:

- Els logos de les entitats col·laboradores



- El link a la pàgina web d'Illes Sostenibles per trobar més informació sobre l'Impost de Turisme Sostenible que ha fet possible el període 2017-2019 de la Xarxa de Monitoratge: <http://www.illessostenibles.travel/en/its/actualidad>
- Informació sobre els programes europeus pels quals es va poder posar en funcionament la Xarxa.

5.2. Xarxes socials

Actualment, les xarxes socials constitueixen unes eines molt útils per interactuar amb un elevat nombre de persones. Per aquest motiu, l'any 2017 es va posar en marxa una pàgina de Facebook: <https://www.facebook.com/redmonitorizacionposidonia/>

Aquesta pàgina, a més de ser un mitjà per contactar amb la persona responsable de la Xarxa, també permet informar als voluntaris de les pròximes activitats, penjar fotos de les activitats realitzades, penjar notícies relacionades amb la Xarxa de Monitoratge i, fins i tot, permet als voluntaris comunicar-se entre sí per compartir experiències i opinions. Durant els anys 2018 i 2019 la pàgina de Facebook va augmentar notablement la seva visibilitat. De fet, actualment la pàgina compta amb 321 seguidors. És a dir, un total de 321 persones han decidit que volen rebre totes les actualitzacions que es realitzin a la pàgina de Facebook de la Xarxa Posidònia. Durant el període 2017-2019 es varen realitzar 95 publicacions a la pàgina de Facebook, tant per comunicar i donar a conèixer les activitats de seguiment de la Posidònia desenvolupades per la Xarxa, com per compartir publicacions relacionades amb la Posidònia en general. Aquestes publicacions varen generar un total de 2244 visites.

5.3. Comunicacions a la premsa

El dia 9 de desembre de 2017, la recuperació de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia va ser notícia al periòdic *Diario de Mallorca*:

<https://www.diariodemallorca.es/mallorca/2017/12/09/ojos-posidonia-oceanica/1270676.html>

El dia 8 de juliol de 2018 es va dur a terme la presentació oficial del projecte. Aquest acte es va fer coincidir amb el seguiment de l'estació de Portocristo amb el club de busseig Blausub, i varen assistir nombroses autoritats, com la vicepresidenta, Bel Busquets, el conseller de Medi Ambient, Agricultura i Pesca, Vicenç Vidal, i el director general de Pesca i Medi Marí, Joan Mercant. Aquest acte es va fer públic a diferents mitjans de comunicació:

- Informatiu d'IB3:
<https://ib3.org/torna-el-sistema-de-monitoratge-de-la-posidonia-despres-de-6-danys-dabsencia.html>



- *Diario de Mallorca:*

<https://www.diariodemallorca.es/part-forana/2018/07/08/govern-recurre-ecotasa-preservar-posidonia/1329237.html>

- *Diario Ultima Hora:*

<https://ultimahora.es/noticias/local/2018/07/08/1012011/govern-instala-seis-estaciones-muestreo-posidonia-para-seguir-estado-salud-praderas.html>

- *Diario de Ibiza:*

<https://www.diariodeibiza.es/pitiuses-balears/2018/07/08/govern-recupera-estaciones-seguimiento-posidonia/1000327.html>

A més a més, es va publicar una nota de premsa a la pàgina web de la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca i un vídeo informatiu a la pàgina de Facebook del Govern Balear:

- <http://www.caib.es/pidip2front/jsp/ca/fitxa-convocatoria/strongel-govern-recupera-les-estacions-per-monitoritzar-la-posidogravenia-strong1>
- https://www.facebook.com/GovernIllesBalears/?hc_ref=ARQqhQdsVdiyNOyIB5Xk3oU9BGtmxNZzmFJQ-uR1Oa2V9ayNCiJJExXnUEYqJ8ipQkwifref=nf

En novembre de l'any 2019, l'informatiu d'IB3 va publicar una notícia, acompanyada d'un breu vídeo, sobre el mostreig de la última estació de l'any 2019 a Es Caló:

<https://ib3.org/la-xarxa-de-monitoratge-de-la-posidonia-tanca-les-expedicions-amb-bones-sensacions>

5.4. Jornades de medi ambient

Els dies 28, 29 i 30 de novembre de 2018 es varen dur a terme les VII Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears organitzades per la Societat d'Història Natural de les Balears i la Universitat de les Illes Balears.

Per aquest acte es va presentar una comunicació en format pòster per tal de donar a conèixer els objectius i procediments de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia, així com les estacions de seguiment que s'havien pogut posar en funcionament fins al moment.

5.5. Identitat gràfica i marxandatge

Durant l'any 2018, es va crear la identitat gràfica de la Xarxa de la Posidònia (fig. 31). La identitat gràfica permet al projecte ser reconegut pels seus usuaris d'una forma ràpida i visual, i sobretot permet ser recordat més fàcilment. A més, la identitat corporativa dóna informació sobre el projecte perquè els usuaris tinguin una idea de què és o com funciona. El logotip es va crear en diferents formats per adaptar-se a qualsevol us que se li pugui donar.



Figura 31. Logotip de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia de les Illes Balears.

A més a més, es va gestionar la compra de regals d'agraïment per als bussejadors voluntaris. Es varen triar articles útils alhora de desenvolupar activitats al mar i es va triar un disseny atractiu que inclogués el logotip de la Xarxa. L'any 2018 el regal va consistir en cantimplores i llapis, mentre que l'any 2019 el regal va ser una tovallola. A través d'aquests petits regals es reconeix la importància del treball realitzat pels voluntaris al mateix temps que se li dóna publicitat al projecte. Els regals es varen repartir a tots els participants al finalitzar cada una de les activitats de mostreig.



6. PERSPECTIVES DE FUTUR

Com a última activitat en aquest període de la Xarxa de Monitoratge, s'ha contactat als centres d'immersió i altres entitats voluntàries per conèixer la seva situació actual i la seva disposició a seguir col·laborant amb la Xarxa en el futur. No obstant la situació excepcional i d'incertesa que afronten els centres de d'immersió de les Balears a la data de finalització d'aquest informe, en maig de 2020, la majoria de centres han respost positivament. Alguns dels centres no han reprès encara la seva activitat i es troben en situacions de major incertesa que d'altres, però, sigui com sigui, han expressat la seva voluntat de participar en una potencial campanya de camp de l'any 2020, sempre que finalment les circumstàncies els ho permetin. Malauradament, l'Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) no disposarà de finançament per realitzar el monitoratge aquest any. No obstant, el bon estat de les estacions de Menorca i els mostrejos realitzats el 2018 i 2019, fan que la majoria de les estacions de Menorca no es trobin entre les més prioritàries per a la propera campanya de recollida de dades de la Xarxa (Taula 15). De fet, en una propera campanya, seria positiu centrar els esforços en mostrejar les estacions de Mallorca i de les Pitiüses. A la Taula 15 s'han sintetitzat les respostes dels centres d'immersió i entitats voluntàries en relació a les estacions que havien mostrejat en el passat. En qualsevol cas, es podria proposar canviar l'estació mostrejada per una estació propera de prioritat més elevada. També podria explorar-se la possibilitat de que alguns dels centres més consolidats i amb més assiduitat de bussejadors locals, augmentessin el nombre d'estacions en les quals participen. Pel que fa als bussejadors voluntaris, la majoria són locals, i per tant no s'espera que el nombre de participants minvi aquest any.

Taula 15. *Criteris per assignar un ordre de prioritat a les estacions de cara a la propera campanya de recollida de dades de la Xarxa de Monitoratge (a) i índex de l'estat de conservació, ordre de prioritat, centre o entitat voluntària i resposta a la proposta de participació a la data de finalització de l'informe (29/05/2020) (b).*

a

Ordre de prioritat	Criteris
1	Estat general dolent
2	Estat general regular
3	Altres amb al menys una tendència negativa
4	Altres no mostrejades l'any 2019
5	Altres en estat general bo
6	Altres en estat general molt bo



Continuació taula 15

b

Codi	Estació	Illa	Localitat	2018	2019	Índex	Prioritat	Centre o entitat voluntari	Possible participació
1	Cala Marmacen	Mallorca	Andratx		X	6	6	MALLORCA DIVING ADVENTURE	sí
2	Caló de la Reina	Mallorca	Llucmajor		X	0	2	DIVE CORNET DE TAP	sí
3	Portocristo	Mallorca	Manacor	X	X	-1	2	BLAUSUB	sí
4	Cala Figuera	Mallorca	Calvià	X	X	1	2	MAR BALEAR	resposta pendent
5	Es Caló	Mallorca	Artà	X	X	4	6	BLAUSUB	sí
6	S'Estanyol	Mallorca	Llucmajor		X	3	5	TURSIOPS	sí
7	Cala Tuent	Mallorca	Escorca		X	1	2	TUENT ADVENTURE	resposta pendent
8	Puigderrós	Mallorca	Llucmajor	X		-3	1	SUBDELMAR	resposta pendent
9	Cala Matzoc	Mallorca	Artà	X		5	2	BLAUSUB	sí
10	Caló des Monjo	Mallorca	Calvià	X	X	0	2	ISURUS	sí
12	Cala Lliteres	Mallorca	Capdepera	X	X	4	6	MERO DIVING	resposta pendent
13	Cala Murta	Mallorca	Pollença		X	3	5	TRAMUNTANA DIVING	sí
14	La Victòria	Mallorca	Alcúdia	X		3	4	ISURUS	sí
15	Illa del Sec profunda	Mallorca	Calvià		X	1	2	SUBDELMAR	resposta pendent
16	Caló des Moro	Mallorca	Calvià		X	2	5	MAR BALEAR	resposta pendent
17	Port de Sóller	Mallorca	Sóller	X		-1	2	OCTOPUS	depèn de les circumstàncies
18	S'Aguiot	Mallorca	Andratx	X		2	4	LIMIA	sí
19	Illa del Sec somera	Mallorca	Calvià		X	-2	1	BIG BLUE DIVING	sí
20	Illa de Santa Eulària	Eivissa	Santa Eulària	X		2	3	DIVESTAR IBIZA	resposta pendent
21	Illot de'n Caragoler	Eivissa	Eivissa	X		2	3	ANFIBIOS	depèn de les circumstàncies



Continuació taula 15, b

Codi	Estació	Illa	Localitat	2018	2019	Índex	Prioritat	Centre o entitat voluntari	Participació
22	Caló de s'Oli	Formentera	Formentera		X	5	6	VELLMARI	depèn de les circumstàncies
23	Punta Gavina	Formentera	Formentera		X	4	6	BLUE ADVENTURE	depèn de les circumstàncies
24	Es Grau	Menorca	Maó	X		2.5	4	OBSAM	Aquest any no es finançarà el seguiment de posidònia
25	Son Bou	Menorca	Migjorn Gran		X	4.3	6		
26	Cala en Porter	Menorca	Alaior		X	2.7	5		
27	Cala S. Esteve	Menorca	Maó		X	2.3	5		
28	Port de Maó	Menorca	Maó	X		2.0	4		
29	Addaia	Menorca	Maó	X		2.0	4		
30	Sanitja	Menorca	Mercadal		X	4.0	6		
31	Tirant	Menorca	Mercadal		X	4.7	6		
32	Fornells	Menorca	Mercadal	X	X	1.3	4		
33	Binidali	Menorca	Sant Lluís		X	2.0	3		
34	Cala Blanca	Menorca	Ciudadela		X	2.7	5		
35	Son Saura	Menorca	Mercadal		X	3.5	3		
36	Sa Farola	Menorca	Ciudadela	X		1.5	3		
37	Algaiarens	Menorca	Ciudadela		X	1.7	3		
38	Portopetro	Mallorca	Portopetro	X		-3	1	PETRO DIVERS	resposta pendent
39	Portocolom	Mallorca	Felanitx	X	X	3	5	BLAUSUB	sí
40	Son Caliu	Mallorca	Calvià		X	0	2	PALMA DIVING	resposta pendent

7. CONCLUSIONS

En conclusió,

- Durant el període 2017-2019 de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia es varen reprendre i ampliar, amb èxit, les tasques dutes a terme durant el primer període de la Xarxa, entre 2002 i 2012. Igualment, les dades aconseguides durant el primer període es varen recuperar i les series de dades s'han ampliat.
- La majoria de les estacions es troben estables o en procés de recuperació, augmentant gradualment la densitat i/o cobertura de *Posidonia oceanica*, mentre que d'altres han vist reduïda la seva densitat o cobertura en les darreres dècades.
- En general, el balanç des de l'inici de la Xarxa de Monitoratge, és de guany net de densitat i cobertura de *P. oceanica* a les praderies de les Illes Balears.
- L'aparició d'espècies d'algues invasores va ser recurrent a tot l'arxipèlag, sobretot de les espècies *Acrothamnion preissi* i *Caulerpa cylindracea*.
- Entre 2017 i 2019 no es va detectar cap individu viu de *Pinna nobilis*.
- Els resultats mostren que, en general, l'estat de conservació de les praderies de posidònia de les Illes Balears és bo, encara que no òptim. Les praderies més impactades es troben a l'illa de Mallorca, sobretot a la Baia de Palma.
- Les amenaces més recurrents que poden afectar les praderies en estat dolent i regular semblen ser la proximitat a grans ports i la proximitat a nombrosos llocs d'abocament d'aigües residuals a la mar.
- En els pròxims anys, serà especialment important monitoritzar aquelles praderies que actualment es troben en estat dolent i regular, i d'aquelles que han presentat tendències temporals negatives en l'abundància de *P. oceanica*. A més, s'hauria de controlar l'efecte de l'augment de la temperatura de l'aigua, incloent possibles onades de calor, sobre l'estat de les praderies.
- No obstant l'actual situació d'incertesa, la majoria de centres d'immersió voluntaris han expressat la seva voluntat de seguir participant en les futures campanyes de recollida de dades de la Xarxa de Monitoratge de la Posidònia.

8. BIBLIOGRAFIA

- Abadie, A., Pace, M., Gobert, S. & Borg, J. A. (2018). Seascape ecology in *Posidonia oceanica* seagrass meadows: Linking structure and ecological processes for management. *Ecological Indicators*, 87, 1-13.
- Albertí, s. et al. (2010). Informe corresponent als contaminants prioritaris a mostres de sediments marins (BMQ1601-11). Palma: Direcció General de Recursos Hídrics. Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental.
- Ballesteros, E., Cebrian, E. & Alcoverro, T. (2007). Mortality of shoots of *Posidonia oceanica* following meadow invasion by the red alga *Lophocladia lallemandii*. *Botanica marina*, 50(1), 8-13.
- Barbier, E. B. (2017). Marine ecosystem services. *Current Biology*, 27(11), R507-R510.
- Ballesteros, E., Pinedo, S., Martínez-Crego, B., Vich, M., Díaz-Valdés, M., ...& Cefali, M.E. (2007). Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007). Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- Béthoux, J. P. & Copin-Montégut, G. (1986). Biological Fixation of Atmospheric Nitrogen in the Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography* 31, 1353-1358.
- Boudouresque, C.F. and Meinesz, A. (1982). Découverte de l'herbier de Posidonie. Cah. Parc nation. Port-Cros, Fr., 4, 1-79.
- Boudouresque, C. F., Bernard, G., Pergent, G., Shili, A., & Verlaque, M. (2009). Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. *Botanica Marina*, 52(5), 395-418.
- Cabanellas-Reboredo, M., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Álvarez, E., Deudero, S., Amores, Á., ... & García-March, J. R. (2019). Tracking a mass mortality outbreak of pen shell *Pinna nobilis* populations: A collaborative effort of scientists and citizens. *Scientific reports*, 9(1), 1-11.
- Canals, M. & Ballesteros, E. (1997) Production of Carbonate Particles by Phytobenthic Communities on the Mallorca-Menorca Shelf, Northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 44, 611-629.
- Carreras, L., et al. (2018). Servei d'informadors de la Reserva de la Biosfera de Menorca. Informe tècnic 02/2018. Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.
- de los Santos, C.B., Krause-Jensen, D., Alcoverro, T T., Marbà, N., Duarte, C. M., van Katwijk, M. M., ... & Jankowska, E. (2019). Recent trend reversal for declining European seagrass meadows. *Nature communications*, 10(1), 1-8.

De Villèle, X., & Verlaque, M. (1995). Changes and degradation in a *Posidonia oceanica* bed invaded by the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia* in the north western Mediterranean. *Botanica Marina*, 38(1-6), 79-88.

Díaz-Almela, E., Marbà, N., Álvarez, E., Balestri, E., Ruiz-Fernández, J. M. & Duarte, C. M. (2006). Patterns of seagrass (*Posidonia oceanica*) flowering in the Western Mediterranean. *Marine Biology*, 148(4), 723-742.

Díaz-Almela, E., Marbà, N. & Duarte, C. M. (2007). Consequences of Mediterranean warming events in seagrass (*Posidonia oceanica*) flowering records. *Global change biology*, 13(1), 224-235.

Díaz-Almela, E. & Marbà, N. (2009). 1120 Posidonion Oceanicae. Praderas de Posidonia Oceanica (*). In VV.AAAA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España* p. 129 Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Fonseca & Fisher, 1986.

Estat del medi ambient a les Illes Balears 2008-2011. Capítol 7, Medi marí. (2014). Elaborat per Gabinet d'Anàlisi Ambiental i Territorial S.L. Per a la Conselleria d'agricultura, medi ambient i territori del Govern de les Illes Balears.

Gacia, E. & Duarte, C. M. (2001). Sediment Retention by a Mediterranean *Posidonia Oceanica* Meadow: The Balance between Deposition and Resuspension. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52, 505-514.

Gil, M.M. Xarxa de Monitoratge de la Posidònia. Memòria anual 2017. (2017). Conselleria de Medi Ambient, Agricultura & Pesca de les Illes Balears. Direcció General de Pesca & Medi Marí.

Gil, M.M. Xarxa de Monitoratge de la Posidònia. Memòria anual 2018. (2018). Conselleria de Medi Ambient, Agricultura & Pesca de les Illes Balears. Direcció General de Pesca & Medi Marí.

Gil, M.M. Xarxa de Monitoratge de la Posidònia. Memòria anual 2019. (2019). Conselleria de Medi Ambient, Agricultura & Pesca de les Illes Balears. Direcció General de Pesca & Medi Marí.

Giovannetti, E., Lasagna, R., Montefalcone, M., Bianchi, C. N., Albertelli, G. & Morri, C. (2008). Inconsistent responses to substratum nature in *Posidonia oceanica* meadows: an integration through complexity levels?. *Chemistry and Ecology*, 24(S1), 83-91.

Gomis, D. *et al.* (2020). «Context oceanogràfic de l'illa de Cabrera». A: Arxipèlag de Cabrera: Història natural. Pendent de publicació.

Gualart, J., & Templado, J. (2012). *Pinna nobilis*.

Hereu Fina, B., Aspillaga Cuevas, E., Atienza, I., Burgués Martínez, I., Capdevila Lanzaco, P., Díaz Viñolas, D., ... & Matamalas Rodríguez, N. (2017). Seguiment del medi marí al Parc Natural del Cap de Creus i al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes & el Baix Ter. Memòria 2016.

Jaume, C. & Fornós, J. J. (1992). Composició i Textura Dels Sediments de Platja Del Litoral Mallorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* 35, 93-110.

Marbà, N. & Duarte, C. M. (2010). Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality. *Global Change Biology*, 16(8), 2366-2375.

Jordà, G., Marbà, N., & Duarte, C. M. (2012). Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming. *Nature Climate Change*, 2(11), 821-824.

Marbà, N., Díaz-Almela, E. & Duarte, C. M. (2014). Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) loss between 1842 and 2009. *Biological Conservation*, 176, 183-190.

Marbà, N., Alvarez, E., Vivas, S., Barrajon, A., Moreno, D., Remon, J. M., ... & Mendoza, R. M. (2015). Estudio demográfico de *Posidonia oceanica*. Proyecto LIFE09NAT/ES/000534. Conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* en el mediterráneo andaluz.

Montefalcone, M., Morri, C., Peirano, A., Albertelli, G. & Bianchi, C. N. (2007). Substitution and phase shift within the *Posidonia oceanica* seagrass meadows of NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(1-2), 63-71.

Murray, I. (2013). Anàlisi per comunitats autònoms: Illes Balears. En: Prieto, F.; Ruiz, J. B. Costas Inteligents. Estudio realizado para Greenpeace España. Madrid.

Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) (2017). Indicadors bàsics: Pressió nàutica a les platges de Menorca (2002-2017). Institut Menorquí d'Estudis.

Ott, J. A. (1980). Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology*, 1(1), 47-64.

Pergent, G., Pergent-Martini, C. & Boudouresque, C.F. (1995). Utilisation de l'herbier à *Posidonia Oceanica* comme indicateur biologique de La qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mesogée* 54, 3-27.

Pergent-Martini, C. & Pergent, G. (1996) Spatio-Temporal Dynamics of *Posidonia oceanica* Beds Near a Sewage Outfall (Mediterranean - France). In *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop* pp. 299-306 Rottneest Island (Western Australia).

Pisano, A., Marullo, S., Artale, V., Falcini, F., Yang, C., Leonelli, F. E., ... & Buongiorno Nardelli, B. (2020). New Evidence of Mediterranean Climate Change and Variability from Sea Surface Temperature Observations. *Remote Sensing*, 12(1), 132.

Ports de les Illes Balears: <http://www.portsdebalears.com/es/buques-en-puerto>.

Renom, P., Romero, J. & Muñoz-Ramos, G. (1998). Xarxa de Vigilància de La Qualitat Biològica Dels Herbassars de Fanerògames Marines. *Informe de Progrés Any 1998*. Spain.

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



- Ruitton, S., Verlaque, M. & Boudouresque, C. F. (2005). Seasonal changes of the introduced *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) at the northwest limit of its Mediterranean range. *Aquatic Botany*, 82(1), 55-70.
- Ruiz, J. M., Marín-Guirao, L., García-Muñoz, R., Ramos-Segura, A., Bernardeau-Esteller, J., Pérez, M., ... & Alcoverro, T. (2018). Experimental evidence of warming-induced flowering in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine pollution bulletin*, 134, 49-54.
- Telesca, L., Belluscio, A., Criscoli, A., Ardizzone, G., Apostolaki, E. T., Fraschetti, S., ... & Alagna, A. (2015). Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. Scientific reports, 5.
- Terrados, J. & Ros, J. (1995). Temporal variation of the biomass and structure of *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux meadows in the Mar Menor lagoon (SE Spain). *Scientia Marina*, 1995, vol. 59, num. 1, p. 49-56.
- Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (SITISBA), Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears (IDEIB): <http://ideib.caib.es/cataleg/srv/cat/catalog.search#/home>
- Scoffin, T. P. (1970). The Trapping and Binding of Subtidal Carbonate Sediments by Marine WWF/Adena, 2000.
- Vacchi, M., Montefalcone, M., Bianchi, C. N., Morri, C. & Ferrari, M. (2010). The influence of coastal dynamics on the upper limit of the *Posidonia oceanica* meadow. *Marine Ecology*, 31(4), 546-554.
- Vaquer-Sunyer, R. & N. Barrientos (Ed.). (2020). Informe Mar Balear. Illes Balears, Espanya. ISBN: 978-84-09-18951-9.
- Weitzmann, B., M. García, E. Cebrián & E. allesteros (2009). Les invasions biològiques en el medi marí: exemples i impactes a la Mediterrània Occidental. *L'Atzavara* 18: 39-49.

9. ANNEX 1

Tests estadístics per detectar diferències entre estacions d'un mateix rang de fondària (estat actual)

Tests significatius quan $p\text{-valor} < 0.05$

gll=graus de llibertat

1. Rang (0-5] m

Estacions

2. Caló de la Reina	7. Cala Tuent	39. Portocolom
3. Portocristo	14. La Victoria	40. Son Caliu
5. Es Caló	24a. Es Grau I	
6. S'Estanyol	25a. Son Bou I	

1.1. Densitat

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

$W = 0.984$, $p\text{-valor} = 0.008$

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

$K\text{-quadrat} = 18.167$, $gll = 9$, $p\text{-valor} = 0.033$

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estació	9	7970744	885638	14.886	<2.2e-16
Residus	237	14100532	59496		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm.

	14	2	24a	25a	3	39	40	5	6
2	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
24a	1.000	0.878	-	-	-	-	-	-	-
25a	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-
3	0.798	1.000	0.007	0.000	-	-	-	-	-
39	1.000	0.103	1.000	0.000	0.000	-	-	-	-
40	1.000	1.000	1.000	0.000	0.017	1.000	-	-	-
5	0.248	0.006	0.896	0.103	0.000	1.000	0.591	-	-
6	0.051	0.000	0.240	0.178	0.000	0.878	0.103	1.000	-
7	1.000	1.000	0.455	0.000	1.000	0.017	0.798	0.001	0.000

1.2. Cobertura

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

$W = 0.981$, $p\text{-valor} = 9.584e-05$

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

Bartlett's $K\text{-quadrat} = 21.009$, $gll = 9$, $p\text{-valor} = 0.013$

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estació	9	32461	3606.8	4.5	1.512e-05
Residus	353	285836	809.7		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm.

	14	2	24a	25a	3	39	40	5	6
2	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
24a	1.000	0.993	-	-	-	-	-	-	-
25a	0.449	0.010	1.000	-	-	-	-	-	-
3	1.000	1.000	1.000	0.006	-	-	-	-	-
39	1.000	1.000	1.000	0.111	1.000	-	-	-	-
40	0.590	1.000	0.059	0.000	1.000	0.651	-	-	-
5	1.000	0.430	1.000	1.000	0.476	1.000	0.005	-	-
6	1.000	1.000	1.000	0.374	1.000	1.000	0.686	1.000	-
7	1.000	0.590	1.000	1.000	0.686	1.000	0.010	1.000	1.000

1. Rang (5-10] m

Estacions

8. Puigderros	15. Illa del Sec profunda	26a. Cala En Porter I	32a. Fornells I
9. Cala Matzoc	16. Caló des Moro	28. Port de Maó	34a. Cala Blanca I
10. Caló des Monjo	19. Illa del Sec somera	29a. Addaia I	
12. Cala Llitas	22. Caló de s'Oli	30a. Sanitja I	
13. Cala Murta	24b. Es Grau II	31a. Tirant I	

1.1. Densitat

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.980, p-valor = 2.122e-05

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 88.941, gll = 18, p-valor = 2.236e-11

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estació	18	30061593	1670089	48.079	<2.2e-16
Residus	385	13373436	34736		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm

	24b	26a	28	29a	30a	31a	32a	33	34a	38	8
26a	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	0.125	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29a	0.000	1.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-
30a	0.000	1.000	0.000	1.000	-	-	-	-	-	-	-
31a	0.000	1.000	0.000	0.008	1.000	-	-	-	-	-	-
32a	1.000	0.000	0.561	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-
33	0.940	0.005	0.000	0.752	0.002	0.000	0.384	-	-	-	-
34a	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.294	0.000	0.156	-	-	-
38	0.005	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000	-	-
8	0.004	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.000	0.000	1.000	-
9	0.000	1.000	0.000	0.489	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

	10	12	13	15	16	19	22
12	0.000	-	-	-	-	-	-
13	0.000	0.000	-	-	-	-	-
15	0.000	0.000	1.000	-	-	-	-
16	0.000	0.000	1.000	1.000	-	-	-
19	0.125	0.000	1.000	0.384	0.777	-	-
22	0.000	0.000	0.420	1.000	1.000	0.007	-
24b	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
26a	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.179
28	0.725	0.000	0.758	0.040	0.063	1.000	0.000
29a	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	1.000
30a	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097
31a	0.000	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32a	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.542
33	0.000	0.000	0.272	1.000	1.000	0.001	1.000
34a	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	1.000
38	1.000	0.000	0.046	0.002	0.002	1.000	0.000
8	1.000	0.000	0.058	0.002	0.002	1.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021

1.2. Cobertura

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.984, p-valor = 8.663e-06

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 71.567, gll = 18, p-valor = 2.45e-08

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estació	18	73805	4100.3	6.4	1.975e-14
Residus	548	352379	643.0		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm.

	28	29a	30a	31a	32a	33	34a	38	8
29a	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
30a	0.133	1.000	-	-	-	-	-	-	-
31a	0.000	0.204	1.000	-	-	-	-	-	-
32a	0.090	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-	-
33	1.000	1.000	1.000	0.006	1.000	-	-	-	-
34a	0.676	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-
38	1.000	1.000	0.235	0.000	0.170	1.000	0.926	-	-
8	1.000	1.000	1.000	0.458	1.000	1.000	1.000	1.000	-
9	0.203	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.346	1.000

	10	12	13	15	16	19	22	24b	26a
12	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1.000	1.000	-	-	-	-	-	-	-
15	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-	-	-
16	1.000	1.000	1.000	0.843	-	-	-	-	-
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-
22	0.000	0.079	0.001	0.000	0.010	0.000	-	-	-
24b	1.000	1.000	1.000	0.576	1.000	1.000	0.135	-	-
26a	0.085	1.000	1.000	0.009	1.000	0.224	1.000	1.000	-
28	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.170
29a	1.000	1.000	1.000	0.197	1.000	1.000	0.424	1.000	1.000
30a	0.063	1.000	1.000	0.007	1.000	0.177	1.000	1.000	1.000
31a	0.000	0.035	0.000	0.000	0.003	0.000	1.000	0.061	1.000
32a	0.042	1.000	0.874	0.005	1.000	0.123	1.000	1.000	1.000
33	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.015	1.000	1.000
34a	0.433	1.000	1.000	0.055	1.000	0.862	1.000	1.000	1.000
38	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.292
8	1.000	1.000	1.000	0.629	1.000	1.000	0.843	1.000	1.000
9	0.103	1.000	1.000	0.011	1.000	0.268	1.000	1.000	1.000

2. Rang (10-15] m

Estacions

1. Cala Marmacen	26b. Cala En Porter II	32c. Fornells III
20. Illa de Santa Eulària	27a. Cala S. Esteve I	35a. Son Saura II
21. Illot de'n Caragoler	31b. Tirant II	37a. Algaiarens I
25b. Son Bou II	32b. Fornells II	37b. Algaiarens II

2.1. Densitat

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.980, p-value = 0.003

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 78.453, gll = 11, p-valor = 2.936e-12

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estacions	11	6645268	604115	14.404	<2.2e-16
Residus	213	8933221	41940		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm

	1	20	21	25b	26b	27a	31b	32b	32c	35a	37a
20	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1.000	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25b	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
26b	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-	-	-	-
27a	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-	-	-
31b	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-	-
32b	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-
32c	0.101	0.013	0.001	0.102	0.041	0.000	0.000	0.265	-	-	-
35a	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	-	-
37a	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.014	1.000	-
37b	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000

2.2. Cobertura

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.965, p-valor = 6.636e-08

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat= 42.169, gll = 11, p-valor = 1.514e-05

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estacions	11	41616	3783.3	6.4	8.191e-10
Residus	371	217844	587.2		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm

	1	20	21	25b	26b	27a	31b	32b	32c	35a	37a
20	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	0.014	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25b	1.000	0.000	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-
26b	0.973	1.000	1.000	0.083	-	-	-	-	-	-	-
27a	0.040	1.000	1.000	0.002	1.000	-	-	-	-	-	-
31b	1.000	0.001	0.002	1.000	0.140	0.005	-	-	-	-	-
32b	0.001	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	-	-	-	-
32c	1.000	0.115	0.101	1.000	0.989	0.172	1.000	0.021	-	-	-
35a	1.000	1.000	1.000	0.441	1.000	1.000	0.690	0.531	1.000	-	-
37a	1.000	1.000	1.000	0.909	1.000	1.000	1.000	0.225	1.000	1.000	-
37b	0.690	1.000	1.000	0.050	1.000	1.000	0.091	1.000	0.846	1.000	1.000

3. Rang (15-20] m

Estacions

4. Cala Figuera	23. Punta Gavina	30b. Sanitja II
17. Port de Sóller	27b. Cala S. Esteve II	34b. Cala Blanca II
18. S'Aguiot	29b. Addaia II	36a. Sa Farola II

3.1. Densitat

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.975, p-value = 0.004

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 48.004, gll = 8, p-valor = 9.862e-08

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estació	8	3436243	429530	18.138	<2.2e-16
Residus	158	3741579	23681		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm

	17	18	23	27b	29b	30b	34b	36a
18	1.000	-	-	-	-	-	-	-
23	0.333	1.000	-	-	-	-	-	-
27b	0.000	0.333	0.012	-	-	-	-	-
29b	0.001	1.000	0.951	0.951	-	-	-	-
30b	0.000	0.057	0.000	1.000	0.057	-	-	-
34b	0.000	0.333	0.012	1.000	0.951	1.000	-	-
36a	0.000	0.073	0.000	1.000	0.082	1.000	1.000	-
4	1.000	0.951	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

3.2. Cobertura

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.979, p-valor = 0.001

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 49.367, gll = 8, p-valor = 5.406e-08

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estacions	8	40298	5037.2	7.8	2.473e-09
Residus	246	158809	645.6		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm.

	17	18	23	27b	29b	30b	34b	36a
18	1.000	-	-	-	-	-	-	-
23	0.000	0.001	-	-	-	-	-	-
27b	1.000	1.000	0.000	-	-	-	-	-
29b	1.000	1.000	0.006	0.810	-	-	-	-
30b	0.687	1.000	0.230	0.039	1.000	-	-	-
34b	0.010	0.031	1.000	0.000	0.128	1.000	-	-
36a	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.524	0.004	-
4	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.135	0.001	1.000

4. Rang (25-30] m

Estacions

25c. Son Bou III	30c. Sanitja III	36b. Sa Farola III
27c. Cala S. Esteve III	31c. Tirant III	
29c. Addaia III	35b. Son Saura III	

4.1. Densitat

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.899, p-valor = 2.92e-05

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 27.147, gll = 6, p-valor = 0.000

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estacions	6	363029	60505	2.94	0.013
Residuals	64	1316091	20564		

Comparacions dos a dos: T test amb DE agrupades. P-valor ajustat segons Holm

	25c	27c	29c	30c	31c	35b
27c	1.000	-	-	-	-	-
29c	0.886	1.000	-	-	-	-
30c	1.000	1.000	1.000	-	-	-
31c	0.095	0.835	1.000	1.000	-	-
35b	0.035	0.420	1.000	0.627	1.000	-
36b	1.000	1.000	1.000	1.000	0.404	0.173

4.2. Cobertura

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.974, p-valor = 0.1396

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 6.372, gll = 6, p-valor = 0.3828

Kruskall-Wallis

Chi-quadrat	23.331	gll	6	p-valor	0.001
-------------	--------	-----	---	---------	-------

Comparacions dos a dos amb la prova dels rangs amb signe de Wilcoxon. P-valor ajustat segons Holm.

	25c	27c	29c	30c	31c	35b
27c	1.000	-	-	-	-	-
29c	1.000	1.000	-	-	-	-
30c	1.000	1.000	1.000	-	-	-
31c	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-
35b	0.006	0.029	0.071	0.014	0.018	-
36b	1.000	1.000	1.000	1.000	0.662	0.005

5. Rang (30-35] m

Estacions

26c. Cala en Porter III	34c. Cala Blanca III	37c. Algaiarens III
-------------------------	----------------------	---------------------

5.1. Densitat

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.915, p-valor = 0.039

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 3.38, gll = 2, p-valor = 0.184

Anàlisi de la variància

	gll	Suma quadrats	Mitjana quadrats	F	Pr(>F)
Estacions	2	35525	17762.5	2.7838	0.084
Residus	22	140375	6380.7		

5.2. Cobertura

Test de normalitat Shapiro-Wilk:

W = 0.921, p-valor = 0.037

Test de homogeneïtat de variàncies de Bartlett:

K-quadrat = 2.369, gll = 2, p-valor = 0.306

Kruskal-Wallis

chi-quadrat	1.7721
Gll	2
p-valor	0.4123

10. ANNEX 2

Tests estadístics per detectar diferències entre subestacions, de diferents fondàries, d'una mateixa estació

Test de Kruskal-Wallis pel factor fondària i comparacions dos a dos entre els nivells de fondària de la estació amb la prova dels rangs amb signe de Wilcoxon. P-valor ajustat segons Holm.

Chi= Chi-quadrat, gll= graus de llibertat

Tests significatius quan p-valor<0.05 (destacats en blau)

Codi	Estació	Densitat				Cobertura			
		Kruskal-Wallis			Wilcoxon		Kruskal-Wallis		
		Chi	gll	p-valor	nivells i p-valors		Chi	gll	p-valor
24	Es Grau	8.2	1	0.004	5	10	0.420	5	10
25	Son Bou	42.0	2	0.000	5	15	0.003	5	15
					15	30		15	30
					0.000	0.000		0.057	0.015
					0.000	0.000		0.015	0.017
26	Cala En Porter	30.0	2	0.000	8	15	0.002	8	15
					15	31		15	31
					0.002	0.000		0.008	0.008
					0.000	0.000		0.008	0.987
27	Cala S. Esteve	36.5	2	0.000	12	17	0.225	12	17
					17	27		17	27
					0.000	0.000		0.000	0.000
29	Addaia	33.3	2	0.000	6	16	0.159	6	16
					16	25		16	25
					0.000	0.000		0.000	0.120
30	Sanitja	30.1	2	0.000	8	16	0.211	8	16
					16	29		16	29
					0.000	0.001		0.000	0.001
31	Tirant	19.4	2	0.000	7	14	0.033	7	14
					14	30		14	30
					0.013	0.001		0.092	0.092
					0.001	0.003		0.092	0.641
32	Fornells	18.9	1	0.000	7	15	0.000	7	15
					15	33		15	33
					0.000	0.000		0.000	0.000
34	Cala Blanca	31.2	2	0.000	10	18	0.014	10	18
					18	33		18	33
					0.000	0.002		0.387	0.058
					0.002	0.002		0.058	0.007
35	Son Saura	15.6	1	0.000	15	28	0.005	15	28
					28	36		28	36
					0.000	0.000		0.005	0.005
36	Sa Farola	15.0	1	0.000	17	27	0.258	17	27
					27	37		17	37
					0.000	0.000		0.000	0.000
37	Algaiarens	25.6	2	0.000	11	15	0.687	11	15
					15	32		11	32
					0.071	0.000		0.071	0.000
					0.000	0.000		0.000	0.000

11. ANNEX 3

Percentatges de variació neta entre l'any 2004 i l'actualitat

Percentatges de variació neta entre l'any 2004 i la dada més actual disponible (2018 o 2019, taula 1) de la densitat (feixos/m²) i la cobertura (%). Resultats del test estadístic T de Student per a dos mostres independents.

%var= percentatge de variació respecte a l'any 2004, T= estadístic T, gll= graus de llibertat, SD= sense dada. Significació segons p-valor: p<0.001: ***, p<0.01: **, p<0.05: *

Codi	Estació	Densitat				Cobertura			
		% var	p-valor	T	gll	% var	p-valor	T	gll
1	Cala Marmacen	60.6 ***	0.000	-6.4	30.1	24.4	0.286	-1.4	2.1
2	Caló de la Reina	-20.5 *	0.016	2.5	37.9	3.2	0.914	-0.1	3.4
3	Portocristo	0.8	0.918	-0.1	62.9	1.9	0.930	-0.1	3.2
4	Cala Figuera	25.1	0.089	-1.8	28	29.4	0.486	-1	1
5	Es Caló	53.2 ***	0.000	-6.3	38.8	299.4 ***	0.001	-11	3.6
6	S'Estanyol	38.8 ***	0.000	-4.3	39.7	4.3	0.901	-0.1	4.2
7	Cala Tuent	14.7	0.126	-1.6	54	99.0	0.050	-2.6	4.5
8	Puigderrós	-18.3 *	0.040	2.1	51.1	12.2	0.324	-1.2	2.7
9	Cala Matzoc	35.3 ***	0.001	-3.9	28.5	226.1 *	0.017	-5.8	2.5
10	Caló des Monjo	-13.9	0.079	1.8	53.6	123.0 *	0.034	-3.8	2.9
12	Cala Lliteras	131.3 ***	0.000	-10	12	SD	SD	SD	SD
13	Cala Murta	21.4 *	0.012	-2.7	29.6	63.5	0.466	-1.1	1.1
14	La Victoria	27.0 *	0.040	-2.2	19.2	67.1	0.358	-1.6	1
15	Illa del Sec profunda	81.8 ***	0.000	-6.2	22.6	-48.7	0.140	2.5	1.9
16	Caló des Moro	45.9 **	0.007	-2.9	38.3	7.7	0.719	-0.4	2.9
17	Port de Sóller	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
18	S'Aguiot	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
19	Illa del Sec somera	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
20	Illa de Santa Eulària	129.2 ***	0.000	-5.9	33.4	-35.5	0.081	2.8	2.6
21	Illot de'n Caragoler	31.0 *	0.014	-2.7	22.5	-33.1	0.393	1.2	1.4
22	Caló de s'Oli	40.4 ***	0.000	-4.7	19.5	15.8	0.349	-1.2	2.2
23	Punta Gavina	-9.8	0.639	0.5	6.57	124.0	0.383	-1.4	1.1
24a	Es Grau I	-33.5 **	0.001	4	14.3	21.5	0.613	-0.6	1.8
24b	Es Grau II	-6.8	0.581	0.6	10.2	25.4	SD	SD	SD
25a	Son Bou I	0.2	0.990	-0	10.2	85.8	0.190	-2.9	1.1
25b	Son Bou II	17.4	0.259	-1.2	10.8	47.8	0.082	-4.1	1.5
25c	Son Bou III	-0.3	0.985	0	15.8	SD	SD	SD	SD
26a	Cala en Porter I	18.4	0.202	-1.3	15.4	6.9	0.891	-0.2	1
26b	Cala en Porter II	27.7 **	0.005	-3.2	17.3	1.2	0.974	-0	1.1
26c	Cala en Porter III	-1.8	0.896	0.1	14.2	SD	SD	SD	SD

Continuació taula annex 3

Codi	Estació	Densitat				Cobertura			
		% var	p-valor	T	gll	% var	p-valor	T	gll
27a	Cala S. Esteve I	148.2 ***	0.000	-10	21.3	-12.1	0.718	0.5	1.1
27b	Cala S. Esteve II	120.1 ***	0.000	-6.9	8.49	-7.4	0.793	0.3	1.1
27c	Cala S. Esteve III	-3.9	0.673	0.4	14.2	SD	SD	SD	SD
28	Port de Maó	210.0 ***	0.000	-8.9	8.27	62.6	0.168	-2.6	1.4
29a	Addaia I	51.2 ***	0.001	-4.2	13	-14.0	0.534	0.8	1.4
29b	Addaia II	26.6	0.051	-2	39.6	21.0	0.730	-0.4	1.5
29c	Addaia III	74.2 **	0.003	-3.4	18.4	SD	SD	SD	SD
30a	Sanitja I	59.9 ***	0.000	-7.8	34.3	19.5	0.290	-1.8	1.2
30b	Sanitja II	20.7	0.107	-1.7	30.4	121.5	0.189	-3.3	1
30c	Sanitja III	78.8 ***	0.000	-4.5	16.5	SD	SD	SD	SD
31a	Tirant I	9.8	0.184	-1.4	28.8	96.5	0.185	-2.9	1.2
31b	Tirant II	14.1	0.142	-1.5	33.8	123.3	0.253	-2.4	1
31c	Tirant III	93.1 *	0.024	-2.7	10.1	SD	SD	SD	SD
32a	Fornells I	-15.7	0.200	1.3	14.4	-2.5	0.209	2.9	1
32b	Fornells II	0.1	0.995	-0	28.7	-30.9	0.603	0.7	1.1
32c	Fornells III	61.9 **	0.004	-3.4	13.7	SD	SD	SD	SD
33	Binidali	-2.9	0.727	0.4	19.8	-34.9	0.226	1.7	2
34a	Cala Blanca I	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
34b	Cala Blanca II	6.2	0.453	-0.8	18.8	54.5	0.154	-3.8	1.1
34c	Cala Blanca III	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
35a	Son Saura II	9.8	0.185	-1.3	40.3	14.7	0.088	-7.1	1
35b	Son Saura III	-18.3	0.075	1.9	18	SD	SD	SD	SD
36a	Sa Farola II	50.9 **	0.003	-3.4	19.6	-62.0 *	0.032	5.5	2
36b	Sa Farola III	30.5	0.156	-1.5	13.1	SD	SD	SD	SD
37a	Algaiarens I	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
37b	Algaiarens II	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
37c	Algaiarens III	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
38	Portopetro	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
39	Portocolom	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
40	Son Caliu	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD

