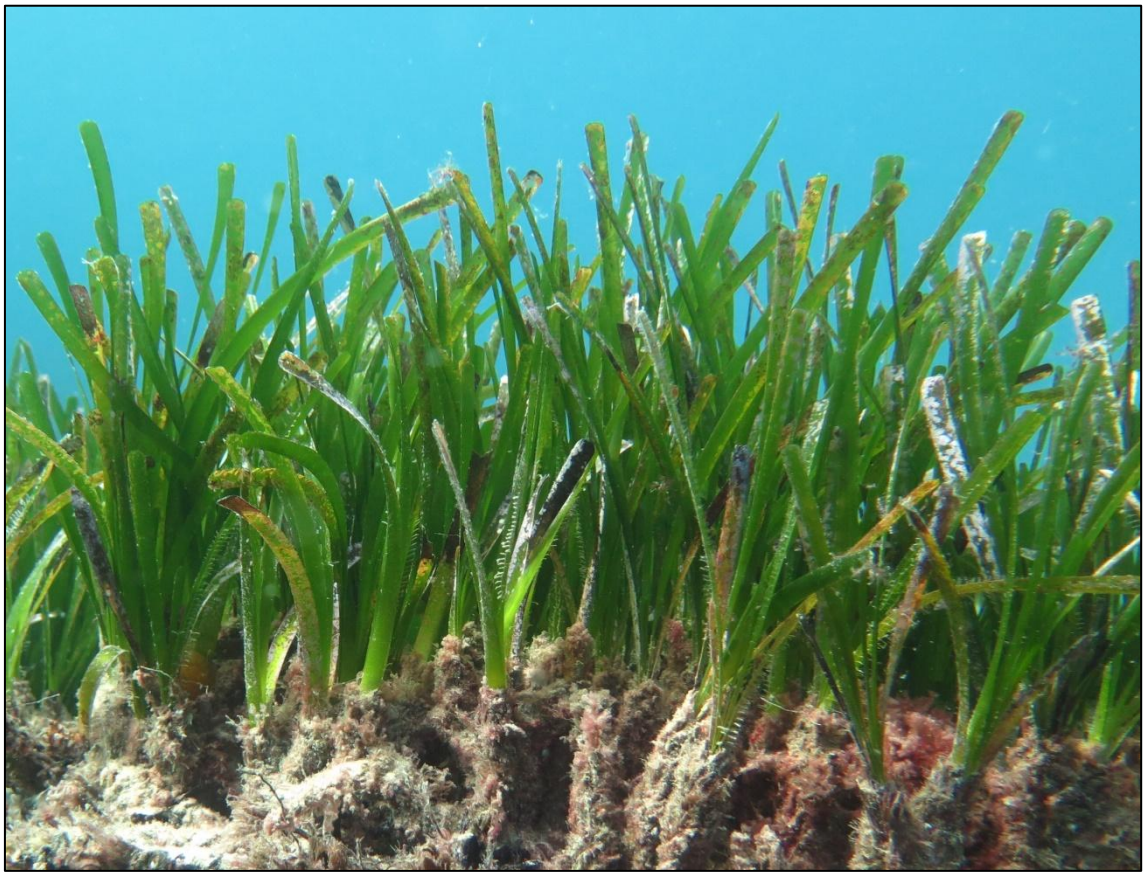
Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigües costaneres de les Illes Balears utilitzant l'indicador biològic de qualitat *Posidonia oceanica* mitjançant la aplicació de l'índex POMI



Memòria tècnica del període 2024/25

Responsable del Projecte:

- Juan Francisco Mir Massanet. (Llicenciat en Biologia).

Equip redactor:

- *Introducció* y *Metodologia dels Treballs*
  - Benjamí Reviriego Riudavets. (Llicenciat en Biologia, especialista en ecologia marina).
  - Regino Martínez Castillo. (Llicenciat en Biologia, especialista en ecologia marina).
- *Resultats*
  - Regino Martínez Castillo. (Llicenciat en Biologia, especialista en ecologia marina).
- *Discussió*
  - Benjamí Reviriego Riudavets. (Llicenciat en Biologia, especialista en ecologia marina).
  - Antoni Maria Siquier Salvà. (Llicenciat en Ciències Ambientals).

Treball de camp:

- *Coordinació*
  - Regino Martínez Castillo. (Llicenciat en Biologia, especialista en ecologia marina).
  - Jaime Sintes Vila. (Llicenciat en Biologia Marina).
- *Participació*
  - Regino Martínez Castillo. (Llicenciat en Biologia, especialista en ecologia marina).
  - Xabier Amonarráiz Arcos. (Llicenciat en Ciències del Mar).
  - Jaime Sintes Vila. (Llicenciat en Biologia Marina).

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ 1

METODOLOGIA DELS TREBALLS 8

Descripció 8

Desenvolupament del mostreig i obtenció de dades 9

Processament de les dades i càlcul del *Ecological Quality Ratio* (EQR): Aplicació de l'índex POMI 16

RESULTATS 20

Característiques i descriptors de les praderies estudiades 20

Profunditat de la praderia 24

Cobertura 25

Densitat 27

Rizomes plagiòtrops (àpexs) 29

Superfície foliar i fulles amb necrosi 31

Descriptors químics 33

Contingut de nitrogen en fulles, rizomes i epífits 33

Composició isotòpica del nitrogen ($\delta^{15}N$) en fulles i rizomes 37

Contingut de fòsfor a les fulles i rizomes 39

Contingut de sofre total a les fulles i rizomes 40

Composició isotòpica del sofre ($\delta^{34}S$) a les fulles i rizomes 43

Concentració de carbohidrats no estructurals: sacarosa i midó 46

Establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres: l'índex multivariable *Posidonia oceanica* (POMI 11) 49

POMI 11: Estacions (2024/25 vs 2017/18) 51

POMI 11: Masses d'aigua (2024/25 vs 2017/18) 58

Establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres: l'índex multivariable *Posidonia oceanica* (POMI 5) 62

POMI 5: Estacions (2024/25 vs Estudis anteriors) 65

POMI 5: Masses d'aigua (2024/25 vs Estudis anteriors) 70

DISCUSSIÓ 76

Característiques i descriptors de les praderies estudiades **¡Error! Marcador no definido.**

POMI 11 vs POMI 5. QUIN ÍNDEX CAL TENIR EN COMPTE? 87

CANVIS EN LA DENOMINACIÓ I LA LOCALITZACIÓ DE LES ESTACIONS DES DEL PRIMER ESTUDI REALITZAT (2005/06) 92

Estacions Illa de l'Aire i Biniancolla (Menorca, massa d'aigua MEMC04M4) 92

Estacions Cales Coves i Cap de Ses Penyes (Menorca, massa d'aigua MEMC04M4) . 94

Estacions Illa d'en Colom i Es Grau (Menorca, massa d'aigua MEMC06M2) 95

Estacions Cap Pentinat i S'Arenal de s'Olla (Menorca, massa d'aigua MEMC06M2) . 96

Estacions Ses Balandres i Cap Mussons (Eivissa, massa d'aigua EIMC01M2) 97

Estacions S'Estany den Mas i Porto Cristo (Mallorca, massa d'aigua MAMC09M3) .. 98

Estacions Ses Salines i Es Caragol (Mallorca, massa d'aigua MAMC11M3) 100

Estacions Portals Vells i Cala Figuera (Mallorca, massa d'aigua MAMC01M2) 101

BIBLIOGRAFÍA 102

ANNEX 1. TAULA DE DADES FENOLÒGIQUES D' ESTACIONS (Mitjanes) 104

ANNEX 2. TAULA DE DADES QUÍMIQUES D' ESTACIONS (Mitjanes) 105

ANNEX 3. TAULA DE DADES FENOLÒGIQUES DE MASSES D'AIGUA (Mitjanes) 106

ANNEX 4. TAULA DE DADES QUÍMIQUES DE MASSES D'AIGUA (Mitjanes) 107

ANNEX 5. LLISTAT DE TAULES 108

ANNEX 6. LLISTAT DE FIGURES 111

ANNEX 7. DATA DELS MOSTRETJOS EN ELS DIFERENTS ESTUDIS REALITZATS 114

INTRODUCCIÓ

Amb la publicació el 2000 de la Directiva Marc de l'Aigua (Directiva 2000/60/CE, per la que s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües), els països europeus es van enfrontar a un nou enfocament en el camp de la gestió de l'aigua. Aquesta Directiva introdueix el concepte d'estat ecològic de les masses d'aigua com a expressió de la qualitat de l'estructura i del funcionament dels ecosistemes aquàtics associats a les aigües superficials. L'objectiu principal de la Directiva era assolir un bon estat de totes les aigües europees l'any 2015. Una de les innovacions fonamentals d'aquesta directiva va ser l'obligatorietat d'utilitzar organismes (bioindicadors) per a la determinació i l'avaluació de l'estat ecològic. Es van proposar alguns organismes o grups d'organismes (indicadors biològics de qualitat) per a aquesta finalitat. Per a les aigües marines costaneres, els indicadors biològics de qualitat proposats en la Directiva són el fitoplàncton, les macroalgues i les fanerògames, així com la fauna d'invertebrats bentònics i els peixos.

El principal objectiu d'aquesta directiva és la protecció de les aigües superficials, els estuaris, les costes i les aigües subterrànies a tot el territori de la Unió Europea per promoure un consum sostenible del recurs i garantir una millora dels ecosistemes aquàtics. En aquesta directiva es troba la definició d'estat ecològic com "una expressió de la qualitat de l'estructura i del funcionament dels ecosistemes aquàtics associats a les aigües superficials... que es centra especialment en la condició dels elements biològics del sistema". Com mesurar aquest estat ecològic és alguna cosa que la pròpia directiva esbossa al seu annex V, on s'introdueix el concepte d'estat ecològic natural o del seu màxim potencial ecològic en el cas d'ecosistemes artificials com els embassaments.

La UE ha adoptat nombroses directrius amb l'objectiu d'establir normes de qualitat pel que fa a usos específics de l'aigua i la limitació d'emissions de substàncies

contaminants, reflectint així aquesta política comunitària en matèria d'aigües. Aquestes directrius tracten, entre altres qüestions, de la qualitat de les aigües de bany, de la qualitat de l'aigua per al consum humà, de la qualitat de les aigües continentals que requereixen protecció o millora per a ser aptes per a la vida dels peixos, de la protecció del medi ambient dels efectes adversos dels abocaments d'aigües residuals urbanes i de les aigües residuals de certs sectors industrials, de la contaminació de l'aigua causada pels nitrats procedents de l'agricultura, de la contaminació causada per determinades substàncies perilloses abocades en el medi aquàtic de la Unió.

Segons estableix la Directiva 2000/60/CE, els Estats membres han de recollir i conservar la informació sobre el tipus i la magnitud de les pressions antropogèniques significatives a les quals poden estar exposades les masses d'aigua superficials de cada demarcació hidrogràfica, especialment la contaminació significativa de font puntual, produïda particularment per les substàncies enumerades al seu annex VIII, provinents d'instal·lacions i activitats urbanes, industrials, agràries i d'altres tipus.

Addicionalment, la Directiva 2000/60/CE obliga als Estats membres a establir programes de seguiment de l'estat de les aigües amb l'objectiu d'obtenir una visió global, coherent i completa de l'estat de les aigües en cada demarcació hidrogràfica. Pel que fa a les aigües superficials, els programes inclouen el seguiment de l'estat ecològic i químic, així com del potencial ecològic. Per a això, s'estableix una xarxa de seguiment de les aigües dissenyada de manera que ofereixi una visió global, coherent i completa de l'estat ecològic i químic de cada conca hidrogràfica i permeti classificar les masses d'aigua segons la seva qualitat ecològica i avaluar l'impacte de les activitats humanes.

L'annex II de la Directiva Marc de l'Aigua estableix el sistema per caracteritzar els diferents tipus de masses d'aigua, que per a les aigües superficials queda establert de la següent manera:

Les masses d'aigua superficial dins de la demarcació hidrogràfica es classificaran en un dels següents tipus d'aigües superficials: rius, llacs, aigües de transició, aigües costaneres o com a masses d'aigua superficials artificials o com a masses d'aigua superficials molt modificades.

MASSES D'AIGUA COSTANERES DE LA DEMARCACIÓ HIDROGRÀFICA DE LES ILLES BALEARS

La Directiva Marc de l'Aigua defineix les aigües costaneres com aquelles aigües superficials situades des de la línia de costa fins a 1 milla nàutica mar endins. A la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears, s'ha pres com a línia de costa la línia de base que serveix per mesurar l'amplada de les aigües territorials, coincidint amb la línia de baixa mar escorada. El límit exterior de les masses d'aigua seria, llavors, la línia on tots els punts es troben a una distància d'una milla nàutica mar endins des del punt més proper de la mencionada línia de base.

La Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears s'estén més enllà de la milla nàutica, la qual cosa ha fet necessari considerar, a més de les masses costaneres que responen a la definició anterior, l'existència de masses d'aigua costaneres profundes, i ha calgut incorporar part de la zona profunda en algunes de les masses costaneres.

A la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears la classificació inicial de les masses d'aigua costaneres es va realitzar tenint en compte els descriptors de profunditat i naturalesa del substrat, establint les següents tipologies

Tipologia
Costa rocosa soma (M1)
Costa rocosa profunda (M2)
Costa sedimentària soma (M3)
Costa sedimentària profunda (M4)
Massa costanera molt profunda (Cp)

Taula 1. Distintes tipologies costaneres de Balears

La classificació de cada massa en un determinat tipus es realitza en funció dels valors que presenten per a cada massa en condicions naturals les variables que defineixen la tipologia, d'acord amb els rangs reflectits a la taula següent:

Codi	Denominació	Profunditat (m)	Substrat
AC-T22	Aigües costaneres rocoses profundes	>40	Rocós
AC-T23	Aigües costaneres sedimentàries profundes	>40	Sedimentari
AC-T24	Aigües costaneres sedimentàries somes	<40	Sedimentari
AC-T30	Aigües profundes de la demarcació Illes Balears	>40	Rocós/ Sedimentari

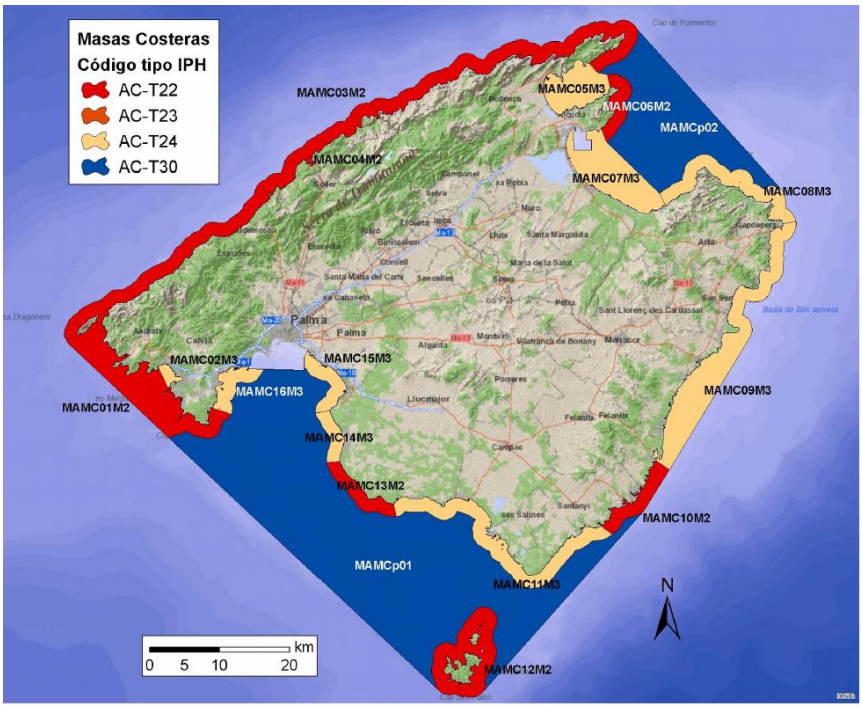
Taula 2. Classificació de les masses d'aigua costaneres de Balears

Per a les aigües costaneres mediterrànies espanyoles, s'ha aplicat millor la relació directa amb la salinitat. Per això, s'ha proposat una nova definició basada en la salinitat mitjana anual, redefinint la tipificació de les aigües costaneres amb tres nous tipus, que presenten diferents graus d'influència continental. Segons aquesta nova tipificació, la totalitat de les masses de la Demarcació de Balears estan incloses en el

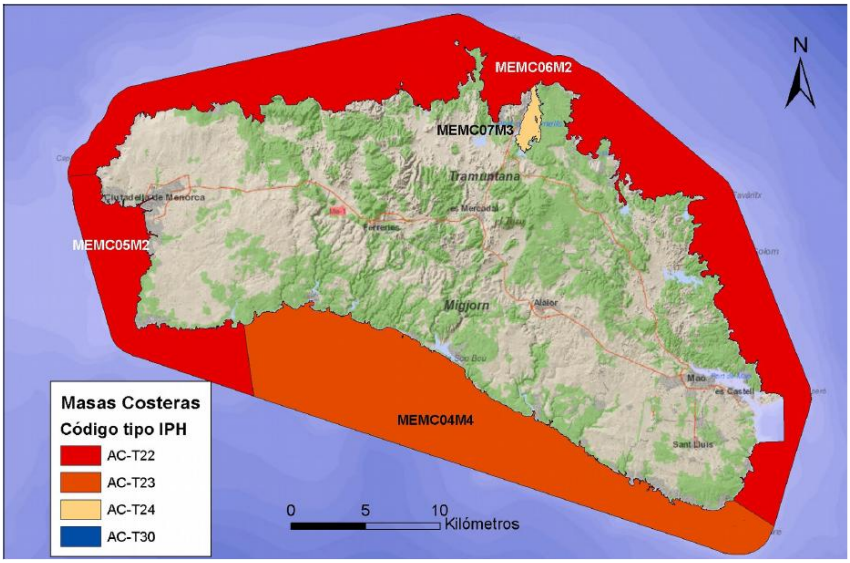
Tipus IIIW, que correspon a zones insulars sense influència continental del Mediterrani occidental.

Seguint aquests criteris, en l'actual Segons el Pla Hidrològic 2022-2027, a la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears hi ha definides 36 masses d'aigua costaneres naturals, a les que s'afegeixen els 5 ports d'interès general (Palma, Alcúdia, Maó, Eivissa i la Savina) com a masses molt modificades.

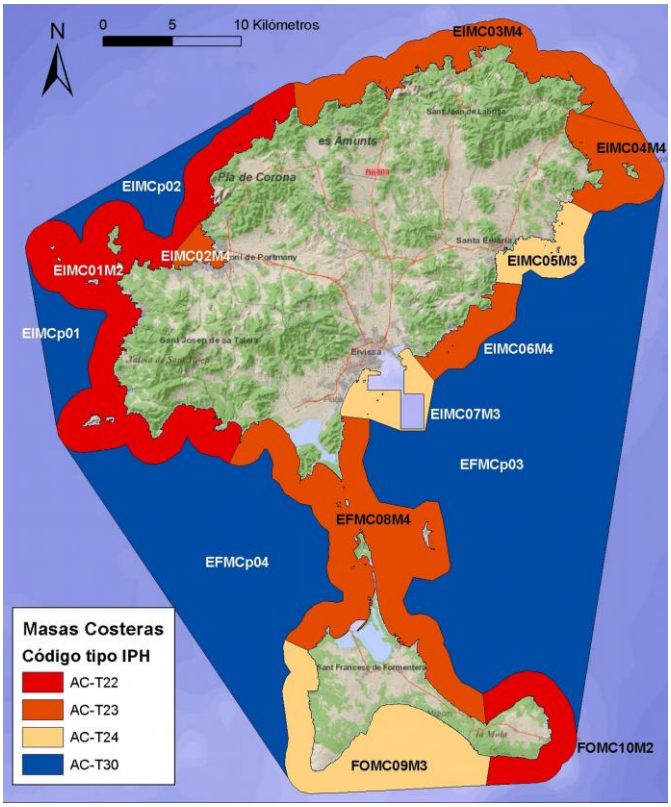
A les següents imatges es mostren les diferents masses d'aigua de les Illes Balears.



Imatge 1. Masses d'aigua de Mallorca



Imatge 2. Masses d'aigua de Menorca



Imatge 3. Masses d'aigua de les Pitiuses

En el primer cicle de planificació hidrològica es van dur a terme 2 estudis per a l'establiment de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres de la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears (DHIB) utilitzant l'índex multivariable *Posidonia oceanica* (POMI) com a indicador de qualitat biològica de la flora aquàtica: Angiospermes. En el segon cicle de planificació hidrològica es va dur a terme 1 estudi d'aquest tipus. Els anys en els que se han realitzat els estudis han estat:

- 2007
- 2011
- 2017

En la taula següent es recullen les estacions definides en l'actual PHIB per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de la DHIB utilitzant l'índex POMI:

Estació	Codi Massa	Estació	Codi Massa	Estació	Codi Massa	Estació	Codi Massa
Platja de ses Salines	EFMC08M4	Platja des Mitjorn	FOMC09M3	Can Picafort	MAMC07M3	Hotel Delta	MAMC14M3
Cala Torreta	EFMC08M4	Punta Rasa	FOMC09M3	Son Serra de Marina	MAMC07M3	Cala Gamba	MAMC15M3
Es Pujols	EFMC08M4	Punta de sa Creu	FOMC10M2	Es Caló	MAMC08M3	Son Verí	MAMC15M3
Illetes (Formentera)	EFMC08M4	Port de la Savina	FOMCM01	Cala Matzoc	MAMC08M3	Magalluf	MAMC16M3
Cap Mussons	EIMC01M2	El Toro	MAMC01M2	Portocolom	MAMC09M3	Illetes (Mallorca)	MAMCM01
Cap Llentrisca	EIMC01M2	Cala Figuera (Portals Vells)	MAMC01M2	Cala Ratjada	MAMC09M3	Port d'Alcúdia, zona II	MAMCM02
Cala Tarida	EIMC01M2	Dragonera	MAMC01M2	Cala Millor	MAMC09M3	Illes Bledes	MEMC01M2
Cap Negret	EIMC01M2	Punta Galinda	MAMC01M2	Portocristo	MAMC09M3	Cala es Grau	MEMC01M2
Sant Antoni	EIMC02M4	Cala Marmacen	MAMC01M2	Cala Montdragó	MAMC10M2	S'arenal de s'Olla	MEMC01M2
Punta des Gat	EIMC03M4	Santa Ponça	MAMC02M3	Cala d'Or	MAMC10M2	S'Algar	MEMC01M2
Punta sa Creu	EIMC03M4	Cap Formentor	MAMC03M2	Colonia de Sant Jordi	MAMC11M3	Fornells	MEMC02M3
Punta de'n Valls	EIMC04M4	Cala Deià	MAMC03M2	S'Estanyol	MAMC11M3	Cala Morell	MEMC04M4
Cala Llenya	EIMC04M4	Cala Tuent	MAMC03M2	Es Cargol	MAMC11M3	Cala en Porter	MEMC04M4
Santa Eularia	EIMC05M4	Port de Sóller	MAMC04M2	Es Castell (Cabrera)	MAMC12M2	Ses Penyes	MEMC04M4
Cala Llonga	EIMC06M4	Illa Formentor	MAMC05M3	Santa María (Cabrera)	MAMC12M2	Biniancolla	MEMC04M4
Punta dets Andreus	EIMC06M4	Pollença	MAMC05M3	S'Olla (Cabrera)	MAMC12M2	Cala Galdana	MEMC04M4
Talamanca	EIMC07M3	Cap Pinar	MAMC05M3	Cap Blanc	MAMC13M2	Cala Blanca	MEMC05M2
Platja de'n Bossa	EIMC07M3	Cap de Menorca	MAMC06M3	Punta Llobera	MAMC13M2	Arenal de son Saura	MEMC05M2
Port d'Eivissa	EIMCM01	Port d'Alcúdia	MAMC07M3	Cap Enderrocat	MAMC14M3	Port de Maó	MEMCM02

Taula 3. Estacions per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de la DHIB utilitzant l'índex POMI.

METODOLOGIA DELS TREBALLS

Descripció

Per abordar l'avaluació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears a partir de l'element de qualitat Flora aquàtica: Angiospermes, s'aplicarà l'indicador *Posidonia oceanica multivariate index* (POMI). Per a això, es seguirà la metodologia, testada i estandarditzada, basada en el mètode proposat per Romero *et al*., (2007), document de treball del grup POMI, Universitat de Barcelona i Centre d'Estudis Avançats de Blanes - CSIC. Aquest és un mètode per determinar la qualitat de l'aigua i l'estat ecològic basat en un índex obtingut a partir de variables biològiques de les praderies de *Posidonia oceanica* i el seu ecosistema. Per desenvolupar-lo és necessària tant la determinació de paràmetres *in situ* com la presa de mostres i el seu anàlisi en laboratori. El seu objectiu és proveir d'una eina adequada perquè els gestors puguin determinar l'estat de les aigües costaneres com requereix la Directiva Marc de l'Aigua, en la qual les praderies de fanerògames són proposades com elements de qualitat biològica. El mètode ha estat desenvolupat per CEAB (CSIC) i el Departament d'Ecologia (Universitat de Barcelona) com a resposta al requeriment de l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua, Generalitat de Catalunya).

Tot el treball de mostreig es desenvolupa en immersió amb escafandre autònoma. Durant el mostreig es realitza la mesura *in situ* de determinats paràmetres (cobertura, densitat de feixos, densitat de àpexs, nivell d'enterrament o desenterrament de rizomes) i el mostreig biològic per realitzar anàlisis posteriors en laboratori. En cada una de les masses d'aigua, segons estiguin definides en el Pla Hidrològic de les Illes Balears, s'establiran entre 1 i 4 estacions de mostreig. Aquestes masses d'aigua sumen un total de 35, del conjunt de 40, incloent-hi els ports d'interès general, com s'ha justificat en l'apartat anterior. El nombre total d'estacions de mostreig és de 76.

Material i equips

Les embarcacions destinades al treball de mostreig han estat pneumàtiques semi-rígides amb motor fora-borda. Els equips d'immersió han estat equips autònoms de cicle obert.

Desenvolupament del mostreig i obtenció de dades

Un cop la embarcació està situada a l'estació de mostreig mitjançant posicionament amb un GPS, es comencen les feines d'immersió. En primer lloc, es marca el centre de l'estació amb una piqueta que s'enfonsa al substrat i que serveix de referència per als transsectes a desenvolupar. A partir d'aquesta piqueta, es descriuen tres transsectes longitudinals de 20 metres de longitud amb rumbs diferents, al llarg dels quals s'obtenen les dades *in situ* i les mostres per al seu posterior anàlisi en laboratori.

En cada punt de mostreig, a la piqueta del punt central s'assegura l'extrem d'una cinta mètrica de 25 m, la qual s'estén mantenint el rumb al llarg de tot el transsecte. Es fixa el final del transsecte, als 20 m, mitjançant una altra piqueta.

Posteriorment, es recorre la cinta, realitzant les mesures de cobertura i densitat de feixos, així com la presa de mostres. Un cop finalitzat el transsecte, s'allibera la segona piqueta i es recull la cinta. Aquest procés es repeteix per als altres dos transsectes de cada estació. S'anota el rumb traçat en estendre la cinta per a cada transsecte.

A cada estació, es recullen 20 feixos verticals per analitzar els paràmetres morfomètrics i realitzar les anàlisis químiques, així com 9 fragments de rizoma plagiòtrop per mesurar el contingut de nutrients i sucres en els rizomes. Un cop a la embarcació, es conserven en fred durant el seu transport fins al laboratori.

Prèviament a la campanya o campanyes de camp, s'ha sol·licitat al Servei de Protecció d' Especies, Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural, l'autorització especial per a

la recol·lecció de flora protegida. També s'ha sol·licitat al Servei de Recursos Marins, de la mateixa Conselleria, autorització especial per a la recol·lecció de flora dins Reserves Marines de gestió autonòmica.

Els descriptors que es tenen en compte i es mesuren són els següents:

- Cobertura de praderia.
- Densitat total de feixos (verticals + àpexs).
- Percentatge de rizomes plagiòtrops (àpexs) respecte als rizomes ortòtrops (feixos verticals)
- Superfície foliar per feix.
- Percentatge de fulles necrosades
- Contingut de nitrogen en epífits de fulles.
- Contingut de nitrogen en rizomes.
- Contingut de fòsfor en fulles.
- Contingut de fòsfor en rizomes.
- Carbohidrats no estructurals (sacarosa i midó).
- Relació isotòpica de N ($\delta^{15}N$) en fulles.
- Relació isotòpica de N ($\delta^{15}N$) en rizomes.
- Contingut total de sofre en fulles.
- Contingut total de sofre en rizomes.
- Relació isotòpica de S ($\delta^{34}S$) en fulles.
- Relació isotòpica de S ($\delta^{34}S$) en rizomes.

Tots els descriptors han estat determinats a nivell d'estació i massa d'aigua. Els valors dels descriptors a nivell d'estació es van obtenir com la mitjana del valors obtinguts a cada rèplica realitzada en aquesta estació per al descriptor en qüestió (superfície foliar, cobertura, densitat, etc.). En els casos en què per determinar un descriptor no s'hagin

realitzat rèpliques, sinó mostres compostes, el valor del descriptor s'ha obtingut com el valor del resultat de l'anàlisi de la mostra composta (fòsfor, nitrogen, etc.).

De la mateixa manera, en els casos en què a una mateixa massa d'aigua hi ha diverses estacions, el valor de cada descriptor per a una massa d'aigua es va obtenir com la mitjana dels valors obtinguts del descriptor a les diferents estacions existents en una mateixa massa d'aigua.

Superfície foliar per feix

La superfície foliar per feix es la superfície acumulada de la totalitat de les fulles pertanyents a un mateix feix. Per a una mateixa estació, es va determinar la superfície foliar en 10 rèpliques de feixos diferents, mesurant la longitud i l'amplada de cada fulla per calcular-ne la seva superfície. Després, es sumen les superfícies de totes les fulles d'un feix i el resultat s'expressa en cm^2/feix. La superfície foliar/feix de la estació es va calcular com la mitjana de la superfície foliar dels 10 feixos analitzats.

Percentatge de necrosis foliars

Les necrosis foliars apareixen com a punts o taques marrons o negres sobre les fulles. Tot i que la necrosi és un fenomen natural que apareix sobre fulles velles, la seva freqüència és major quan existeixen factors d'estrès. Aquest paràmetre s'expressa com el percentatge de fulles amb necrosi respecte del total de fulles de cadascuna de les rèpliques de feixos analitzades (10).

Contingut de N en fulles, rizomes i epífits foliar

Es va determinar el contingut de N per separat en fulles, rizomes plagiòtrops i epífits foliars, analitzant una mostra composta (5 rèpliques) per a cada matriu per estació. Cada mostra d'epífits s'obté raspant la superfície de totes les fulles d'un mateix feix. Cada mostra de fulles s'obté a partir de la segona fulla més interior de cada feix. Cada mostra de rizoma procedeix de 5 trossos dels 4 centímetres més joves dels àpexs (rizomes plagiòtrops) després d'haver retirat totes les fulles. Les mostres es congelen fins a la seva anàlisi. Per procedir a les anàlisis, les mostres prèviament han de descongelar-se, assecar-se a 60 °C durant almenys 24 hores. Les mostres seques es molen en un morter de vidre fins a obtenir una pols fina. Les determinacions es realitzen mitjançant un analitzador elemental CHNS/O.

Contingut de P en fulles i rizomes

S'ha determinat el contingut de P per separat en fulles i rizomes plagiòtrops, analitzant una mostra composta (5 rèpliques) de cada matriu per estació. Cada mostra de fulles s'obté a partir de la segona fulla més interior (més jove) de cada feix. Cada mostra de rizoma procedeix de 5 trossos dels 4 centímetres més joves dels àpexs (rizomes plagiòtrops) després d'haver retirat totes les fulles. Les mostres es congelen fins a la seva anàlisi. Per procedir a les anàlisis, les mostres prèviament han de descongelar-se, assecar-se a 60 °C durant almenys 24 hores. Les mostres seques es molen en un morter de vidre fins a obtenir una pols fina. Les determinacions es realitzen mitjançant anàlisi espectrofotomètrica de contingut en fosfats després d'oxidació i hidròlisi àcida de les mostres.

Contingut de S en fulles i rizomes

S'ha determinat el contingut de S per separat en fulles i rizomes plagiòtrops, analitzant una mostra composta (5 rèpliques) de cada matriu per estació. Cada mostra de fulles s'obté a partir de les parts verdes desepifitades de totes les fulles de cada feix. Les fulles es submergeixen en aigua desionitzada durant 5 minuts i després es congelen. Cada mostra de rizoma procedeix de 5 trossos dels 4 centímetres més joves dels àpexs (rizomes plagiòtrops) després d'haver retirat totes les fulles, es submergeixen en aigua desionitzada durant 5 minuts i després es congelen. Per procedir a les anàlisis, les mostres prèviament han de descongelar-se, assecar-se a 60 °C durant almenys 24 hores. Les mostres seques es molen en un morter de vidre fins a obtenir una pols fina. Les determinacions es realitzen mitjançant un analitzador elemental CHNS/O.

Contingut de Carbohidrats no estructurals de rizomes (midó i sacarosa)

Es determina el contingut en midó i sacarosa de rizomes ortòtrops (feixos verticals), analitzant una mostra composta (5 rèpliques) de cada per estació. Cada mostra s'obté a partir dels 2 primers cm (els més joves) de cadascun dels 5 rizomes ortòtrops, que es pelen i es congelen. Per procedir a les anàlisis, les mostres prèviament han de descongelar-se, assecar-se a 60 °C durant almenys 24 hores. Les mostres seques es molen en un morter de vidre fins a obtenir una pols fina. Els carbohidrats s'extreuen d'una mostra de pes conegut de rizoma en pols, mitjançant etanol calent i centrifugació. Després es força l'evaporació de l'etanol i el precipitat es dissol en NaOH. Per a la determinació, l'extracte es redissol en aigua desionitzada i es llegeix en un espectrofotòmetre la concentració del compost verd que es genera en afegir antrona.

Relació isotòpica de N ($\delta^{15}N$) de fulles i rizomes

Sobre les mateixes mostres de fulles i rizomes preparades per a la determinació del contingut de N, també es determina la relació isotòpica de N (δ15N), mitjançant l'ús d'un espectròmetre de masses segons la tècnica EA-IRMS (Anàlisi Elemental - Espectrometria de Masses de Ràtios Isotòpics).

Relació isotòpica de S ($d^{34}S$) de fulles i rizomes

Sobre les mateixes mostres de fulles i rizomes preparades per a la determinació del contingut de S, també es determina la relació isotòpica de S (δ34S) mitjançant l'ús d'un espectròmetre de masses segons la tècnica EA-IRMS (Anàlisi Elemental - Espectrometria de Masses de Ràtios Isotòpics).

Mesura de la cobertura

La determinació de la cobertura de la praderia es realitzarà mitjançant transsectes lineals de 20 m (3 rèpliques per estació). A cada un dels transsectes es registra la longitud de la cinta en què es troben diferents substrats des de l'inici del transsecte, amb una precisió de 20 centímetres. Aquesta longitud és proporcional a l'ocupació del fons per cada tipus de substrat i representa una estimació de la cobertura de la praderia, expressada en percentatge de recobriment. Es registren substrats com: Praderia de *P. oceanica* (P), Mata morta de *P. oceanica* (MM), Arena (A), Roca (R), i superfície colonitzada per algues invasores.

Mesura de la densitat de feixos

Les fanerògames marines són plantes clonals, i les seves poblacions estan compostes per elements similars, produïts vegetativament. Els feixos són les unitats bàsiques de les praderies i la seva quantitat és fonamental per descriure'n l'estructura. La densitat es defineix com el nombre de feixos de planta per unitat de superfície. Per calcular-la, es fa servir un marc de PVC d'àrea coneguda (25 x 25 cm), que es deixa caure aleatòriament a les marques 0, 5, 10, 15 i 20 de dos dels transsectes utilitzats per estimar la cobertura a cada estació.

Dominància de la tipologia de creixement dels rizomes

La *Posidonia oceanica* té dos tipus de feixos, els dels rizomes verticals (ortòtrops) i els dels rizomes horitzontals (plagiòtrops), que es on es troben els àpexs de creixement horitzontal, unitat fonamental per a l'augment de la cobertura i densitat de la praderia. La densitat de feixos verticals és major que la dels horitzontals (àpexs). La dominància del creixement horitzontal (plagiotròpic) o vertical (ortotròpic) dels rizomes es calcula en utilitzant marcs de PVC d'àrea coneguda (50 x 50 cm) que es deixa caure aleatòriament a les marques 0, 5, 10, 15 i 20 de dos dels transsectes utilitzats per estimar la cobertura a cada estació.

Grau d'enterament/desenterrament dels rizomes

En praderies amenaçades per fondejos i ancoratges, arrossegaments il·legals o per canvis en la dinàmica sedimentària, és convenient prendre mesures del grau d'exhumació dels rizomes de la planta, que evidència l'erosió de la praderia per desequilibri sedimentari i per l'efecte de fondejos i ancoratges. Es mesura amb una

regla la distància entre la superfície del sediment i el punt on comença la lígula d'una de les fulles externes del feix. Es repeteix la mesura en 12 feixos per estació.

Processament de les dades i càlcul del *Ecological Quality Ratio* (EQR): Aplicació de l'índex POMI

Amb els resultats obtinguts per a cadascun dels descriptors (variables) analitzats es crea una matriu de dades (Annex 1 i 2), sobre la qual es realitza l'anàlisi estadística. L'anàlisi fonamental del POMI és una anàlisi de components principals (PCA).

A partir dels valors de cada estació al primer eix del PCA, considerat l'eix de referència per determinar l'estat ecològic de les aigües costaneres (Romero *et al*., 2007), es van calcular els valors de les ràtios de qualitat ecològica (EQR') per a cada una de les estacions, seguint les fórmula expressada per Romero *et al*., (2007):

$$EQR' = \frac{CI_x - CI_{pèssima}}{CI_{òptima} - CI_{pèssima}}$$

On:

- **CIx** és la puntuació respecte de l'eix 1 (ACP) de l'estació.
- **CIpèssima** és la puntuació de l'estació "pèssima" a l'eix 1.
- **CIòptima** és la puntuació de l'estació "òptima" a l'eix 1.

Posteriorment, segons els criteris establerts per Romero *et al*. (2007), s'han corregit els valors d'EQR' a partir de la fórmula següent:

$$EQR = \frac{EQR' + 0.11}{1 + 0.10}$$

Amb aquesta correcció s'aconsegueix que, per la simple presència de *P. oceanica*, s'obtingui un valor d'EQR major o igual a 0,1. En cas que l'element de qualitat desaparegui (per destrucció de la planta), es considera que l'EQR té un valor inferior a 0,1.

Finalment, es manté l'escalat dels valors EQR a les 5 classes requerides per a la Directiva Marc de l'Aigua utilitzades en els dos estudis anteriors, i s'ha corregit el valor EQR´ per EQR.

Seguint la metodologia de l'índex POMI, l'estat ecològic de les masses d'aigua es classifica en 5 categories d'estat, en funció dels valors d'EQR obtinguts a cada estació.

EQR	Estat Ecològic
0.775 - 1	MOLT BO
0.550 - 0.774	BO
0.325 - 0.549	MODERAT
0.1 - 0.324	DEFICIENT
< 0.1	DOLENT

Taula 4. Classificació dels diferents estats ecològic segons el índex POMI

- Estat ecològic **MOLT BO**: No hi ha alteracions antropogèniques als valors dels indicadors de qualitat fisicoquímica i hidromorfològica corresponents al tipus de massa d'aigua superficial, o bé, existeixen alteracions de molt escassa importància, en comparació amb els associats normalment amb aquest tipus en condicions inalterades. Els valors dels indicadors de qualitat biològica corresponents a la massa d'aigua superficial reflecteixen els valors normalment associats amb aquest tipus en

condicions inalterades, i no mostren indicis de distorsió, o mostren indicis de poca importància.

- Estat ecològic **BO:** Els valors dels indicadors de qualitat biològica corresponents al tipus de massa d'aigua superficial mostren baixos nivells de distorsió causada per l'activitat humana, però només es desvien lleugerament dels valors normalment associats amb el tipus de massa d'aigua superficial en condicions inalterades.
- Estat ecològic **MODERAT**: Els valors dels indicadors de qualitat biològica corresponents al tipus de massa d'aigua superficial es desvien moderadament dels valors normalment associats amb el tipus de massa d'aigua superficial en condicions inalterades. Els valors mostren signes moderats de distorsió causada per l'activitat humana i es troben significativament més alterats que en les condicions corresponents al bon estat.
- Estat ecològic **DEFICIENT**: Aigües que mostren indicis d'alteracions importants dels valors dels indicadors de qualitat biològica corresponents al tipus de massa d'aigua superficial i en les quals les comunitats biològiques pertinents es desvien considerablement de les comunitats normalment associades amb el tipus de massa d'aigua superficial en condicions inalterades.
- Estat ecològic **DOLENT**: Aigües que mostren indicis d'alteracions greus dels valors dels indicadors de qualitat biològica corresponents al tipus de massa d'aigua superficial i en les quals estan absents àmplies proporcions de les comunitats biològiques pertinents normalment associades amb el tipus de massa d'aigua superficial en condicions inalterades.

L'anàlisi de components principals i la construcció de les estacions òptima i pèssima es fa tenint en compte els descriptors següents:

- Cobertura de praderia.
- Densitat total de feixos.
- Percentatge de rizomes plagiòtrops (respecte als rizomes ortòtrops).

- Superfície foliar per feix.
- Percentatge de fulles necrosades.
- Contingut de nitrogen en epífits de fulles.
- Contingut de nitrogen en rizomes.
- Contingut de fòsfor en rizomes.
- Carbohidrats no estructurals (sacarosa i midó).
- Delta ^{15}N en rizomes.
- Delta ^{34}S en rizomes.

RESULTATS

Característiques i descriptors de les praderies estudiades

Entre els mesos de juliol de 2024 i febrer de 2025 es van mostrejar un total de 76 estacions, abastant 35 masses d'aigua costanera de la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears. Les estacions estudiades en el present estudi han estat les recollides en l'actual Pla Hidrològic de les Illes Balears com a estacions per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de Balears mitjançant l'índex POMI. En les següents taules (Taules 5 i 6) es presenta el llistat de les estacions que han estat mostrejades, les seves coordenades UTM, la profunditat mitjana i la data en què s'ha realitzat el mostreig.

Illa	Estació	X	Y	Profunditat mitjana (m²)	Data de mostreig
MALLORCA	Cap Enderrocat	476046	4369527	9.6	16/07/2024
	Hotel Delta	476747	4368148	7.6	16/07/2024
	Illetes (Mall)	465236	4376917	16.4	17/07/2024
	Magalluf	460727	4372830	5.2	17/07/2024
	Son Verí	477988	4372051	4.2	19/07/2024
	Colonia Sant Jordi	499940	4351112	8.5	23/07/2024
	Es Caragol	503562	4347095	5.1	23/07/2024
	Cabera_Olla	496958	4333401	9.0	25/07/2024
	Cabrera_Port	493865	4333758	11.0	25/07/2024
	Cabrera_Santa Marla	495248	4333646	10.0	25/07/2024
	Cap Formentor	515720	4421025	13.2	31/07/2024
	Illa de Formentor	512750	4419055	11.9	31/07/2024
	Cala Matzoc	535180	4401167	9.6	01/08/2024
	Es Calò	528347	4402726	6.1	01/08/2024
	Cap Pinar	515553	4415020	13.0	06/08/2024
	Pollensa	507873	4416274	5.0	06/08/2024
	Son Serra de Marina	520048	4399448	11.5	07/08/2024
	Can Picafort	513859	4402319	8.2	09/08/2024
	Port de Alcudia	512030	4404570	10.3	09/08/2024
	Port de Alcudia ZII	511572	4407970	9.8	09/08/2024
	Cala D'or	519941	4357796	6.1	10/08/2024
	Cala Mondragó	516647	4355735	7.4	10/08/2024
	Cap Menorca	515563	4410015	11.4	12/08/2024
	Cala Figuera	459285	4369941	8.5	18/08/2024
	Cala Gamba	473895	4377025	4.7	18/08/2024
	Dragonera	442994	4382796	12.5	27/08/2024
	Punta Galinda	443942	4379715	12.2	27/08/2024
	El Toro	454476	4368292	11.7	28/08/2024
	Santa Ponsa	454521	4374467	5.1	28/08/2024
	Cala Tuent	480775	4410156	7.5	29/08/2024
	Port de Sóller	472997	4404975	12.0	29/08/2024
	Porto Colom	523216	4363143	5.5	11/09/2024
	Porto Cristo	529124	4376248	4.7	11/09/2024
	Cala Millor	533501	4383502	7.2	16/09/2024
	Cala Ratjada	540593	4395822	9.4	16/09/2024
	Cap Blanc	483469	4357277	12.0	19/09/2024
	Punta Llobera	480311	4359062	6.6	19/09/2024
	S'Estanyol	492823	4356320	4.7	30/09/2024
	Cala Deià	469379	4401492	13.2	07/10/2024

Taula 5. Estacions de mostreig de la illa de Mallorca per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costanera de les Balears mitjançant l'índex POMI.

Illa	Estació	X	Y	Profunditat mitjana (m²)	Data de mostreig
MENORCA	Cala Marmassen	446394	4376479	8.8	11/10/2024
	Es Grau	609083	4421173	8.3	29/11/2024
	Cala Blanca	570987	4424088	11.9	30/11/2024
	Cala Morell	608487	4406716	8.5	30/11/2024
	Fornells	597035	4434648	9.4	01/12/2024
	Illa de ses Bledes	570987	4434729	11.7	01/12/2024
	Arenal de Son Saura	576358	4419338	12.6	10/12/2024
	Cala Galdana	581527	4421090	8.6	10/12/2024
	Biniancolla	608514	4407324	7.3	11/12/2024
	Arenal de S'olla	599953	4432033	9.9	13/12/2024
	Port de Maó	612254	4414331	8.0	14/12/2024
	S'Algar	611374	4409622	8.6	14/12/2024
	Cala en Porter	596754	4413752	8.7	15/12/2024
	Cap de Ses Penyes	592508	4416086	5.3	15/12/2024
EIVISSA	Platja de ses Salines	360553	4300070	6.9	16/12/2024
	Platja den Bossa	361795	4304078	2.5	16/12/2024
	Cala Llenya	379379	4320796	9.3	17/12/2024
	Cala Llonga	372379	4312702	7.7	17/12/2024
	Punta de'n Valls	378510	4323929	7.9	18/12/2024
	Punta des Gat	373651	4329731	8.4	18/12/2024
	Santa Eularia	373731	4315778	5.8	18/12/2024
	Talamanca	366210	4308554	3.1	19/12/2024
	Port Eivissa	364881	4307688	4.6	03/02/2025
	Pta. Andreus	367840	4308377	5.3	03/02/2025
	Cala Tarida	346809	4311570	6.6	04/02/2025
	Cap Llentrisca	348773	4303372	6.8	04/02/2025
	Cap Mussons	356404	4324034	8.8	05/02/2025
	Pta. Sa Creu (Ib)	364954	4327389	7.2	05/02/2025
	Cap Negret	351745	4318180	8.8	06/02/2025
	Sant Antoni	351975	4316931	8.3	06/02/2025
FORMENTERA	Cala Torreta	362753	4294759	7.8	26/11/2024
	Illetes (For)	363625	4290880	6.3	26/11/2024
	Platja des Mitjorn	365236	4281828	13.2	27/11/2024
	Punta Rasa	359146	4283876	10.9	27/11/2024
	Els Pujols	365825	4287868	8.5	28/11/2024
	Punta de sa Creu (For)	373788	4282820	6.9	28/11/2024
	Port de La Savina	362425	4288629	5.0	29/11/2024

Taula 6. Estacions de mostreig de les illes de Menorca, Eivissa i Formentera per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costanera de les Balears mitjançant l'índex POMI.

A efectes d'evitar confusions en possibles estudis futurs, convé assenyalar que diverses estacions de mostreig establertes en el primer estudi realitzat (2005/06) van canviar posteriorment la seva denominació i en alguns casos la ubicació. Aquest aspecte es tracta amb més detall a l'apartat del present informe **«Canvis en la denominació i la localització de les estacions des del primer estudi realitzat»**. Com es pot observar en l'esmentat apartat, el canvi de nom i d'ubicació d'algunes estacions ha tingut com a conseqüència la desaparició d'estacions establertes en el primer estudi realitzat (2005/06) i la creació de noves estacions en el segon estudi (2008/09), que posteriorment (2017/18) han estat avaluades com si fossin una sola estació. Tanmateix, aquesta situació no ha afectat la valoració de les masses d'aigua.

En la següent taula es llisten aquestes estacions, així com les seves posicions UTM mostrades en la memòries corresponents, i la denominació i ubicació que van prendre en els estudis posteriors.

Illa	Dades 2005/06			Dades 2008/9 i anys posteriors				
	Nom de la estació	X	Y	Nom de la estació	2008/09		2017/18 y 2024/25	
					X	Y	X	Y
Mallorca	S'estany d'en Mas	441118	4374375	Porto Cristo	529123	4376248	529124	4376248
Mallorca	Ses Salines	503536	4347517	Es Caragol	503562	4347095	503562	4347095
Mallorca	Portals Vells	458887	4369599	Cala Figuera	459285	4369941	459285	4369941
Menorca	Cales Coves	597846	4413288	Cap de Ses Penyes	592508	4416086	592508	4416086
Menorca	Cap Pentinat	599737	4432185	S'Arenal de s'olla	599953	4432033	599953	4432033
Menorca	Illa de l'Aire	610599	4406912	Biniancolla	596753	4413752	608514	4407324
Menorca	Illa des Colom	608724	4424315	Es Grau	609750	4421277	609083	4421173
Eivissa	Ses Balandres	354856	4322220	Cap Mussons	356217	4324626	356404	4324034
Eivissa	Es Figueral	378518	4323928	Punta de'n Valls	378509	4323929	378510	4323929

Taula 7. Llistat de les estacions de mostreig que han canviat la seva denominació. Els canvis de color representen canvis en la ubicació de l'estació en els diferents estudis. Les coordenades corresponents als estudis anteriors s'han obtingut de les seves respectives memòries i s'han convertit a UTM quan ha estat necessari.

També cal assenyalar que algunes de les coordenades UTM corresponents a les estacions de 2005/06 y 2008/09 són errònies, tal com es pot comprovar si se'n realitza

la geolocalització digital de, per exemple, S'estany d'en Mas (2005/6) i Biniancolla (2008/9). En aquests dos casos, el canvi d'ubicació (segons les coordenades mostrades a les memòries corresponents) és tan gran que s'entén que es tracta d'un error tipogràfic en la redacció de les memòries d'aquests estudis. Si fos així, no es disposa de la ubicació en què es van prendre les mostres d'aquestes dues estacions.

Profunditat de la praderia

La profunditat a la qual es trobaven les praderies de *P. oceanica* localitzades a les estacions de mostreig ha oscil·lat entre els 2,5 m i els 16,4 m, essent la majoria entre 3 m i 12 m, tal com es mostra a la figura següent.

Les profunditats mitjanes de cada una de les estacions es pot veure a les taules 5 i 6.

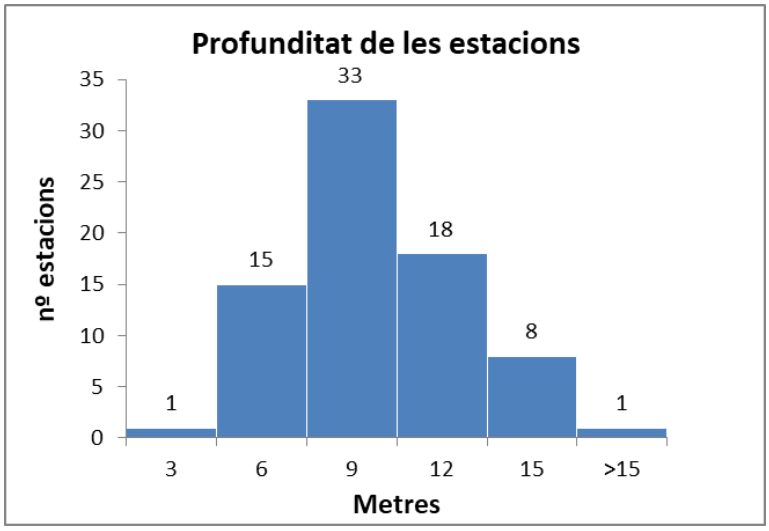


Figura 1. Histograma de profunditats de les estacions de mostreig (2024/25).

Cobertura

La cobertura es defineix com el percentatge de superfície del fons que es troba cobert per rizomes vius, en aquest cas de *Posidonia oceanica*. Per tant, és un paràmetre adimensional.

Per determinar la cobertura, a cada estació es van realitzar tres transsectes, tal com es descriu a l'apartat de metodologia del present document. La cobertura de l'estació es va calcular com la mitjana dels valors de cobertura obtinguts en els tres transsectes. Alhora, per determinar la cobertura mitjana de cada massa d'aigua, es calcula la mitjana i l'error estàndard entre les estacions de cada massa d'aigua.

Les estacions amb menor cobertura han estat la d'Illes Bledes (40,8 %), Cap de Ses Penyes (47,2 %) i Port d'Alcúdia (50,7 %). Si observem els resultats dels estudis realitzats en anys anteriors, veiem que l'estació de Port d'Alcúdia també va presentar valors molt baixos de cobertura (35,4 % el 2005/06; 38,83 % el 2008/09 i 48 % el 2017).

Contràriament, les estacions que van presentar una major cobertura han estat les de Pollença (98 %), Son Verí (93 %); i Platja des Migjorn, Cap Llentrisca i Port de la Savina, amb un 90 % de cobertura. Veiem així que les estacions de Pollença, Port de la Savina i Son Verí continuen tenint cobertures del 90 % o superior, tal com ja es va registrar a l'estudi de 2017. Seguint amb les dades obtingudes el 2017, veiem que l'estació on es va registrar una major cobertura va ser la de Cala Torreta (93 %) i, en el present estudi, s'ha registrat un 83 % de cobertura a aquesta mateixa estació.

Si agrupem les estacions per rangs de cobertura, veiem que el 64 % de les estacions van presentar més del 60 % de cobertura y en un 25% de les estacions es va registrar una cobertura de més del 80 %, tal com queda representat a la figura següent.

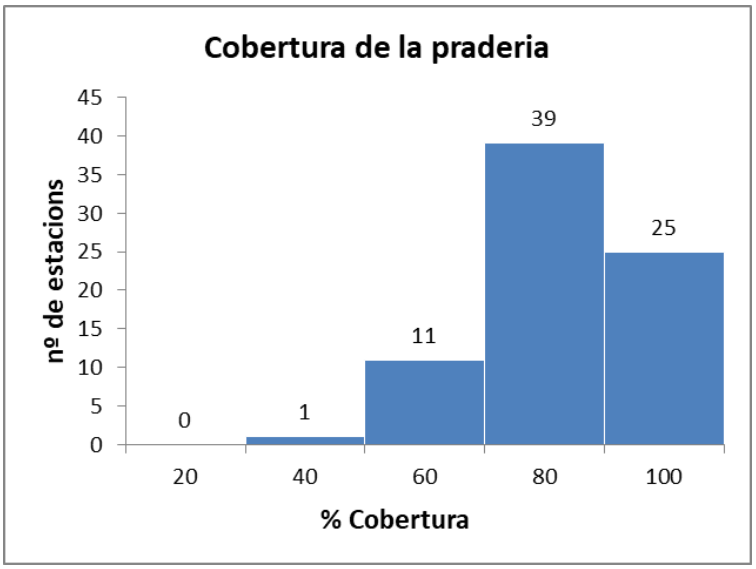


Figura 2. Histograma del percentatge del fons recobert *P. oceanica.*

En aquest punt, convé tenir en compte que, tal com ja es va comentar a la memòria de l'estudi realitzat el 2008/09, els valors del descriptor cobertura de la praderia s'han de prendre amb cautela quan es comparen estudis d'una mateixa praderia. Això es deu, d'una banda, al fet que en la majoria dels casos les praderies presenten una cobertura heterogènia, fins i tot a petita escala, i es poden obtenir resultats substancialment diferents en estudis realitzats en posicionaments (estacions) diferents dins de la mateixa praderia**,** la qual cosa es deu principalment al tipus de substrat present al fons**.** D'altra banda, si bé la cobertura de la praderia no presenta variacions estacionals, l'equip tècnic del present treball té l'opinió unànime que el registre d'un transsecte de cobertura realitzat sobre la praderia quan la *Posidonia oceanica* presenta la seva màxima longitud de fulla (fins a més de 80 cm, des del final de la primavera fins a la tardor) pot estar sobreestimat respecte a si aquest mateix transsecte es realitza a les estacions en què la *P. oceanica* ha perdut les fulles velles i té la seva mínima longitud de fulles (20-30 cm). Això és degut al fet que, amb una major longitud de les fulles, poden no localitzar-se petites superfícies no cobertes pels feixos (clarianes).

Densitat

La densitat de feixos ha variat entre 1094 feixos/m² al Port de Maó i 269 feixos/m² al Port d'Alcúdia ZII. En els estudis realitzats en anys anteriors, l'estació d'Illetes (Mallorca) va ser l'estació que va presentar menor densitat (111 feixos/m² el 2017 i 224 feixos/m² el 2005/06) o densitat molt baixa (140,22 feixos/m² el 2007/08). El 2024, l'estació d'Illetes (Mallorca) ha tornat a presentar un dels valors més baixos de densitat, amb 310 feixos/m².

En corregir les dades de densitat amb la cobertura, segons la següent equació, s'obté la densitat global de la praderia.

$$Densitat\ global = Densitat * \frac{Cobertura}{100}$$

Dels valors obtinguts, veiem que l'estació de Punta Galinda (Mallorca) és la que ha mostrat el valor més baix, amb 175 feixos/m², i que l'estació amb major cobertura global ha estat la de Cala Tarida (Eivissa), amb 929 feixos/m².

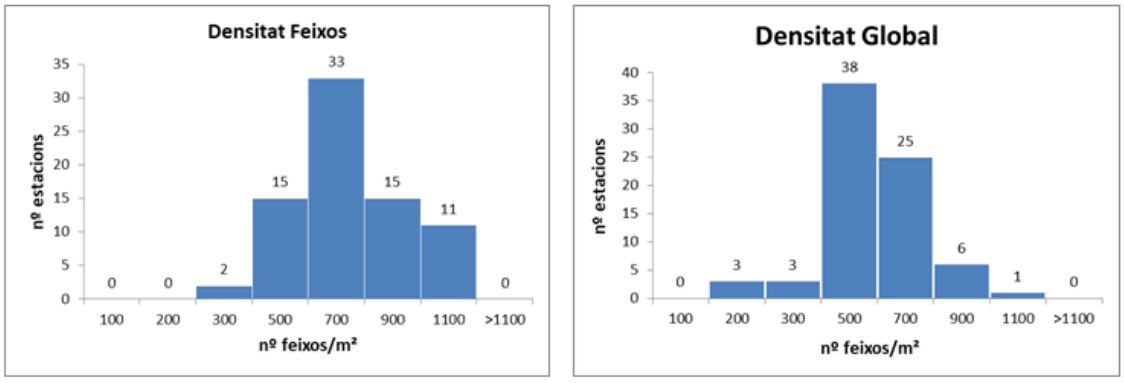


Figura 3. Histogrames de la densitat i densitat global de feixos de *P. oceanica* (2024/25).

Tenint en compte que la densitat és un dels pocs descriptors de les praderies de *P. oceanica* que no presenta una variabilitat estacional i amb l'objectiu d'esclarir la variabilitat registrada en la densitat fonamental (és a dir, la que no depèn de la cobertura) entre les estacions estudiades, i de la mateixa manera que es va fer en els estudis de 2007 i 2017, es va realitzar un gràfic de correlació entre la densitat de feixos i la profunditat. En aquest cas, en realitzar el gràfic de dispersió amb les dades de totes les illes no s'observa una correlació forta entre aquestes dues variables (Figura 4).

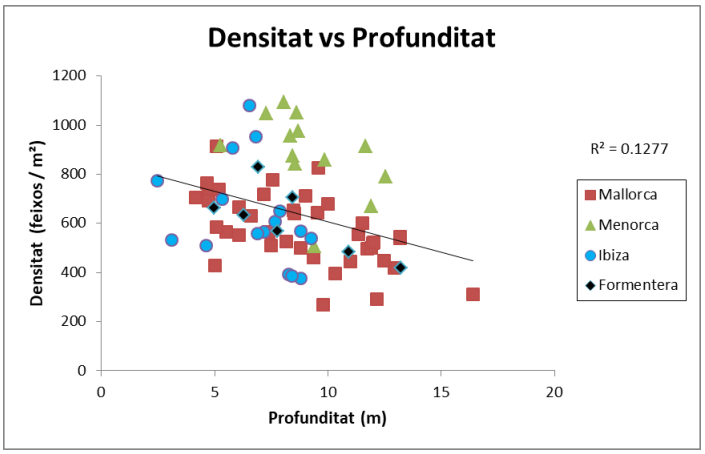


Figura 4. Correlació entre la densitat fonamental de la praderia i la profunditat a la que es troba la praderia.

Malgrat això, si es fa un gràfic per a cada illa si s'observa una millor correlació entre la profunditat i la densitat de feixos, sent aquesta correlació més elevada a Formentera i més feble a Eivissa (Figura 5). En aquest punt, convé recordar que nombrosos estudis previs (Pergent *et al*., 1995) (Dalla Via J, 1998), (Diaz, 2009), assenyalen que el principal factor limitant és la llum, i aquesta disminueix amb la profunditat. Tanmateix, poden existir altres factors, com per exemple la transparència de l'aigua, que també influeixen en la quantitat de llum que arriba al fons.

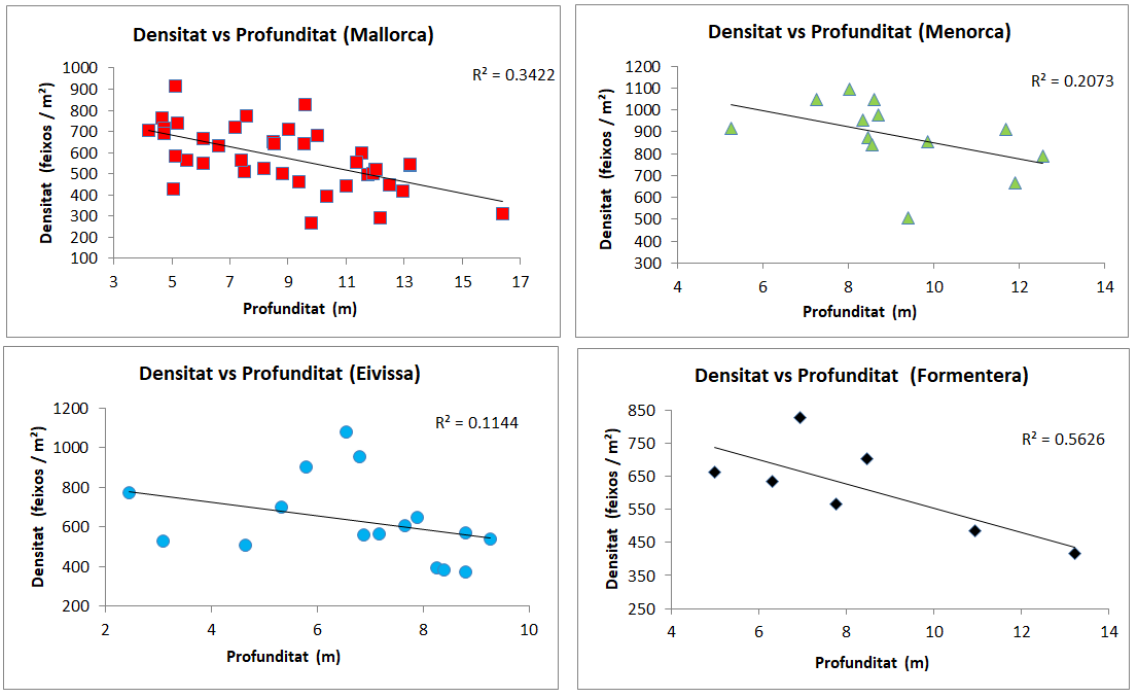


Figura 5. Correlació entre la densitat fonamental de la praderia i la profunditat a la que es troba la praderia a cada illa.

Rizomes plagiòtrops (àpexs)

Els àpex de *Posidonia oceanica*, de creixement plagiòtrop, són l'element estructural principal de la praderia que aporta nous feixos verticals (feixos ortòtrops) a la praderia i que colonitza nous espais del bentos. És a dir, incrementa la cobertura, la densitat fonamental i, per tant, la densitat global de la praderia.

La mitjana de densitat d'àpex registrada ha estat de 9 ± 0,8 àpex/m². Les tres densitats més altes d'àpex s'han registrat a les estacions d'Es Castell (35 àpex/m²), Cala Santa Maria (33 àpex/m²), ambdues situades a l'illa de Cabrera, i Es Caragol (31 àpex/m²). Aquests valors mostren que la densitat màxima d'àpex registrada en els successius estudis realitzats ha anat disminuint, essent de 77,6 àpex/m² el 2007/08 (Son Serra de Marina) i 52,4 àpex/m² el 2005/06 (Colònia de Sant Jordi). Tornant a les dues estacions amb major densitat d'àpex el 2024, veiem que, segons les dades obtingudes, en

ambdues s'ha incrementat considerablement el nombre d'àpex per metre quadrat de praderia respecte als valors obtinguts el 2017, tal com es mostra a la taula següent.

	Àpexs/m²		% Àpexs	
	2024	2017	2024	2017
Santa María (Cabrera)	35.2	11.6	4.8	2.8
Es Castell (Cabrera)	32.8	2.4	7.9	0.7
Es Caragol	30.8	27.2	3.4	4.3

Taula 8. Estacions amb major densitat i percentatge d'àpex el 2024/25 i dades de les mateixes estacions obtingudes a l'estudi del 2017/18.

D'altra banda, si ens fixem en l'estació de Cap Blanc (va ser l'estació que més àpex va presentar el 2017, amb una mitjana de 52,8 àpex/m² i representant el 12 % de la densitat de feixos de la praderia), veiem que les dades obtingudes el 2024 (mitjana de 4,4 àpex/m², i un 0,8 % de la densitat de feixos) mostren un fort descens en aquest paràmetre respecte als obtinguts el 2017.

Pel que fa a la densitat mínima d'àpex obtinguda el 2024, el valor més baix s'ha registrat a l'estació de Cala Morell (Menorca), on s'ha registrat una densitat de 0,4 ± 0,4 àpex/m², enfront dels 44,7 ± 14 àpex/m² que es van registrar a aquesta mateixa estació el 2017.

Així doncs, tant el mínim com el màxim de la densitat d'àpex han disminuït respecte als estudis anteriors, fet que també es va observar en l'estudi realitzat el 2017.

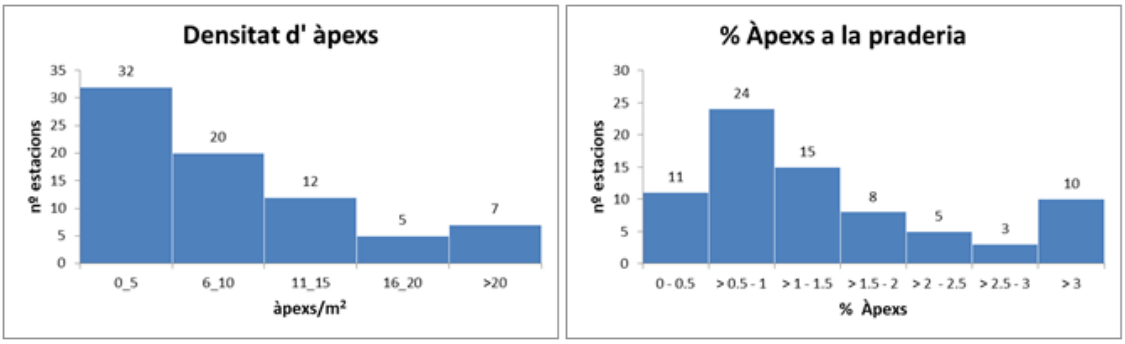


Figura 6. Histogrames de densitat i percentatge de rizomes plagiòtrops (àpexs) de *P. oceanica*.

Superfície foliar i fulles amb necrosi

En els següents histogrames (Figura 6) es pot veure que aquests dos descriptors han presentat una elevada variabilitat.

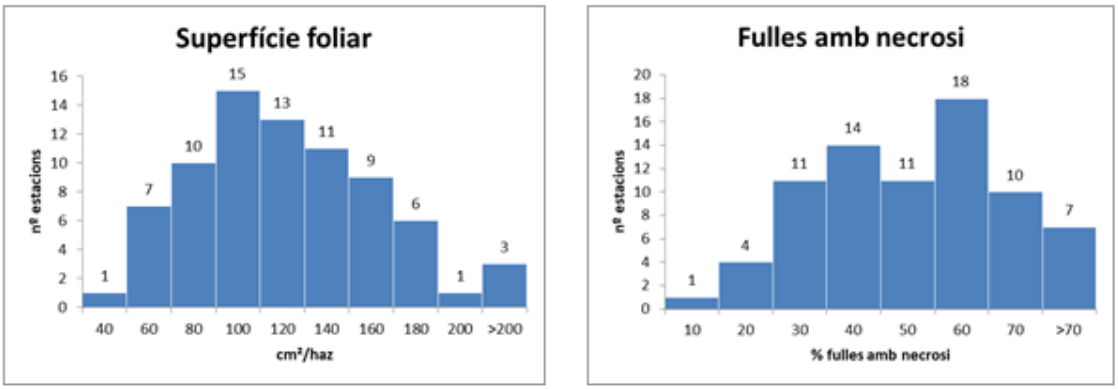


Figura 7. Histogrames de superfície foliar i de percentatge de fulles necrosades

La superfície foliar mitjana de les 76 estacions és de 113,3 ± 5 cm²/feix, amb el màxim a l'estació de Cap Formentor (257,8 cm²/feix), seguida de Cala Figuera (218 cm²/feix) i Sant Antoni (214,5 cm²/feix). En canvi, les estacions amb menor superfície foliar van

ser Es Grau (39,6 cm²/feix), Cala Morell (46 cm²/feix) i l'Arenal de S'Olla (50,6 cm²/feix). Si ens fixem en el conjunt d'estacions, veiem que la majoria han presentat una superfície foliar mitjana d'entre 60 i 160 cm²/feix (Figura 6).

Com ja es va comentar a la memòria de l'estudi realitzat el 2005/06, la variabilitat registrada és deguda al component estacional d'aquests dos descriptors (veure Figura 8), de manera que les fulles presenten la seva màxima longitud (fins a més de 80 cm) a l'estiu i el mínim a l'hivern (20 – 30 cm).

Pel que fa al percentatge de fulles amb necrosi, s'ha de tenir en compte que en les mostres obtingudes a final d'estiu es produeix una sobreestimació dels resultats d'aquest descriptor. Per l'estiu és quan les fulles presenten un grau més elevat de senescència en les fulles velles, i no sempre és possible distingir el teixit foliar senescent (procés natural de la fenologia de la planta) del teixit necrosat (degut a una patologia).

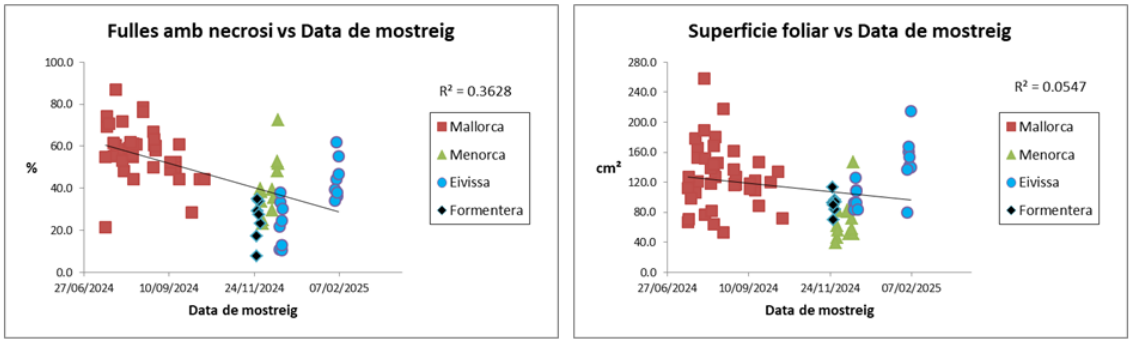


Figura 8. Correlació de les fulles amb necrosi per feix (esquerra) i la superfície foliar per feix (dreta) amb la data de mostreig

Descriptors químics

A l' annex 2 es recullen els resultats de les anàlisis de concentració de nutrients (nitrogen i fòsfor) i sofre, així com l'abundància natural de l'isòtop ^{15}N en fulles, rizomes i epífits; i de ^{34}S en fulles i rizomes de *Posidonia oceanica*.

Contingut de nitrogen en fulles, rizomes i epífits

La mitjana de la concentració de nitrogen en fulles obtinguda el 2024 ha estat de 1,6 ± 0,03 %, trobant-se el valor màxim a l'estació de Cap Mussons (2,5 %) i el mínim a les estacions de Cala Matzoc, Es Castell (Cabrera) i Es Caragol, totes amb un 1,1 %. Per aquest període d'estudi, un 74,6 % de les estacions han presentat valors per sota de l'1,8 % N (gDW), límit a partir del qual es considera que la planta pot patir un dèficit de nitrogen per al seu creixement (Duarte, 1990). En aquest aspecte, ha augmentat el nombre d'estacions amb baixos valors de nitrogen en fulles respecte a l'estudi realitzat el 2017, quan el 43,4 % de les estacions van presentar concentracions de nitrogen a les seves fulles per sota de l'1,8 % N (gDW).

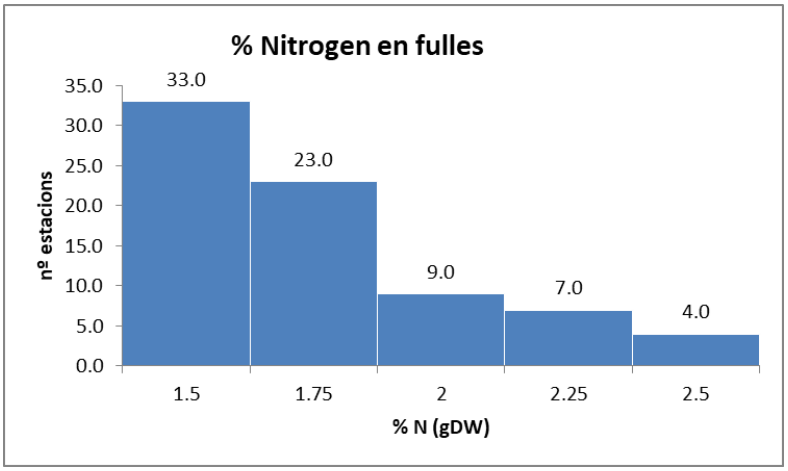


Figura 9. Histograma de la concentració de nitrogen (N) en fulles de *P. oceanica*, expressat com a percentatge de N en pes sec de fulles.

La matriu següent analitzada correspon als àpex de rizomes plagiòtrops. La mitjana del contingut de nitrogen en els àpex analitzats ha estat de 1,6 ± 0,08 % N (gDW), sent els àpex amb major contingut de nitrogen els de les estacions de Porto Colom i S'Estanyol, amb un 3,6 % N (gDW) a ambdues estacions.

D'altra banda, les estacions amb les concentracions més baixes de nitrogen en els àpex horitzontals han estat les estacions de Port de la Savina (Formentera) i Cala Santa Maria (Cabrera), ambdues amb un 0,4 % N (gDW). Si comparem aquestes dades amb les obtingudes en els estudis anteriors, veiem que el contingut de nitrogen als àpex ha disminuït respecte als anys anteriors. En aquest punt, cal recordar que el 2017 el valor mitjà del contingut de N en àpex va ser de 2,16 ± 0,1 % N (gDW).

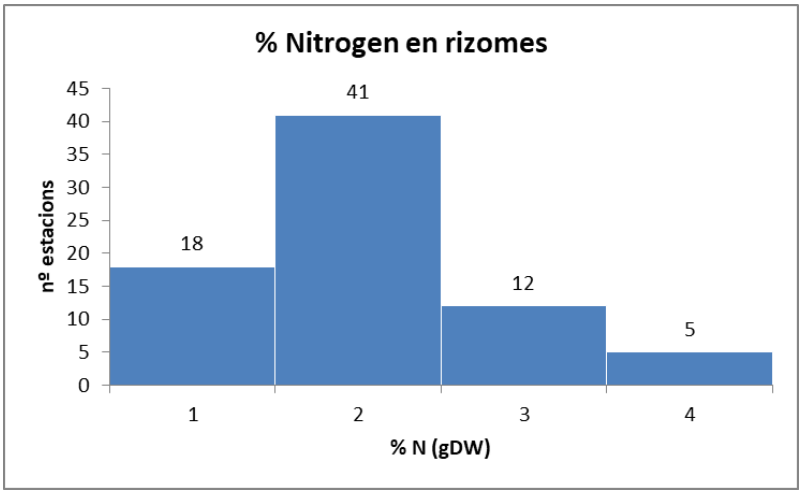


Figura 10. Histograma de la concentració de nitrogen (N) en rizomes de *P. oceanica*, expressat com a percentatge de N en pes sec de rizoma.

Per comprovar la variabilitat estacional del contingut de nitrogen en fulles i en rizomes, s'ha realitzat una correlació entre el contingut de nitrogen i la data de mostreig. Com es pot observar en el gràfic següent, el contingut de nitrogen en les fulles ha presentat una clara variabilitat estacional, amb una concentració més elevada de nitrogen a

l'hivern i una concentració més baixa a l'estiu, coincidint així amb els resultats publicats per Fourqueran (Fourqueran, 2007), Peirano (Peirano, 2001), Alcoverro (Alcoverro, 1997) i Pirc (Pirc, 1988). No obstant això, aquesta variabilitat no s'ha observat en els rizomes.

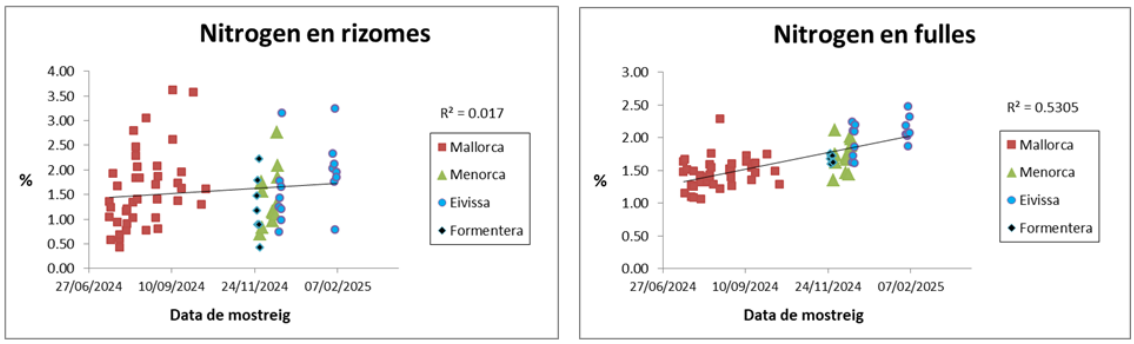


Figura 11. Correlació del contingut de nitrogen en rizomes (plagiòtrops) i fulles amb la data de mostreig.

Per últim, el contingut de nitrogen en els epífits foliar va mostrar un rang molt similar al dels rizomes, sent la mitjana de 1,7 ± 0,1 % N (gDW). El màxim es va registrar a l'estació de Cap Negret (Eivissa), amb un 4,8 % N (gDW), i el mínim a Can Picafort i Cap Menorca, amb un 0,7 % N (gDW) a ambdues estacions.

Els valors mitjans i màxims del contingut de nitrogen en els epífits foliars obtinguts el 2024 estan per sota dels registrats a l'estudi del 2017, quan es va obtenir una mitjana de 1,5 ± 0,1 % N (gDW), i uns màxims de 6,1 % i 5,4 % N (gDW) en dues estacions del Port d'Alcúdia.

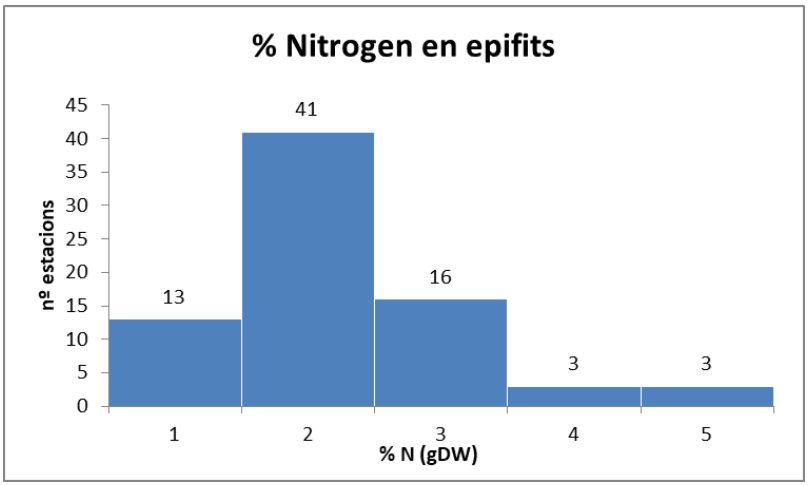


Figura 12. Histograma de la concentració de nitrogen (N) en epífits foliars de *P. oceanica*, expressat com a percentatge de N en pes sec d'epífits.

De la mateixa manera que s'ha fet amb les fulles i els rizomes, s'ha realitzat la correlació entre el contingut de nitrogen en epífits i la data de mostreig. En aquest cas, els resultats també mostren una tendència en el contingut de nitrogen, sent més elevat en les mostres preses a l'hivern que en les preses a l'estiu

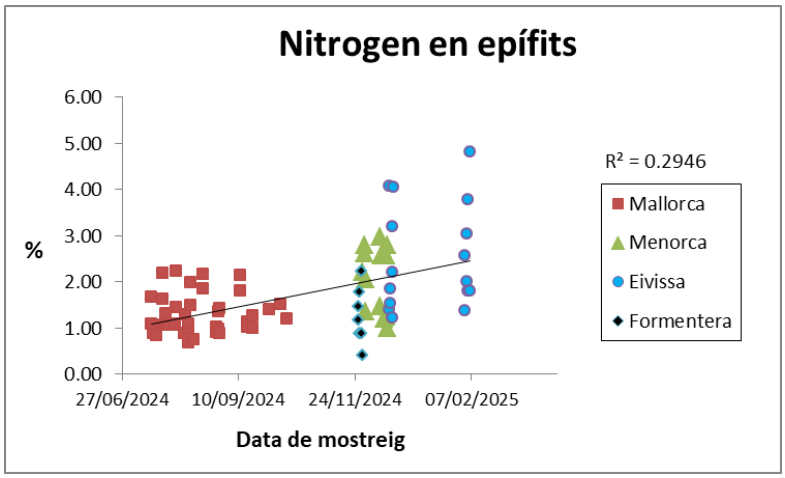


Figura 13. Correlació del contingut de nitrogen i la data de mostreig en els epífits de les fulles.

Composició isotòpica del nitrogen ($\delta^{15}N$) en fulles i rizomes

La relació entre el ^{15}N i el ^{14}N, o composició isotòpica del nitrogen ($\delta^{15}N$), és un descriptor que indica l'origen del nitrogen que la planta ha assimilat. El senyal isotòpic del ^{15}N a l'atmosfera constitueix el 0,37 %, per la qual cosa, si el senyal isotòpic obtingut en una mostra és baix (proper a 0), indicarà que l'origen del nitrogen contingut en aquesta mostra és atmosfèric. De la mateixa manera, quan la relació $^{15}N/^{14}N$ augmenta per damunt de 6 ‰, indica que el nitrogen que forma part de la planta és d'origen antròpic (aigües residuals, aqüicultura, processos d'eutrofització, etc.) (Hernandez, 2011).

Als rizomes, la $\delta^{15}N$ ‰ varia dins d'un rang de concentracions amb un màxim de 10,3 ‰ N (gDW) a l'estació de Cala Gamba (Badia de Palma) i un mínim de 0,5 ‰ N (gDW) a Es Grau (Menorca), sent el valor mitjà 4,3 ± 0,24 ‰ N (gDW).

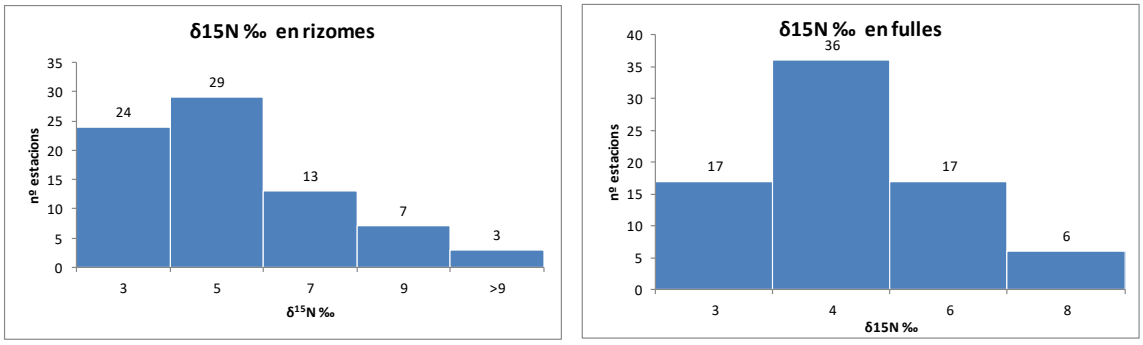


Figura 14. Histogrames de $\delta^{15}N$ en rizomes i en fulles de *P. oceanica*.

La concentració mitjana de l'isòtop $\delta^{15}N$ a les fulles (2ª fulla més jove) ha estat de 3,2 ± 0,18 ‰, sent molt similar a la obtinguda el 2017 (3,29 ± 0,17 ‰). Les estacions que han presentat el valor màxim (6,8 ‰ a Son Verí) i mínim (0,8 ‰ a Es Grau) han estat

les mateixes que el 2017, any en què es va registrar un màxim de 7,37 ‰ a Son Verí i un mínim de 0,58 ‰ a Es Grau.

En estudiar els valors obtinguts en els estudis anteriors, s'observa que el valor màxim de $\delta^{15}N$ trobat al present estudi, es molt similar als valors màxims trobats al altres estudis realitzats: 7,37 ‰ en 2017 , 8,28 ‰ en 2008/09 i 7,6 ‰ en 2005/06; així com en l'estudi realitzat per Fourqueran (2007), en el qual es van mostrejar les praderies de *Posidonia oceanica* en 159 localitats diferents de les Illes Balears, amb un valor màxim de 7,1 ‰.

Per comprovar la variabilitat estacional del contingut de $\delta^{15}N$ en fulles i en rizomes, s'ha realitzat una correlació entre el contingut de $\delta^{15}N$ i la data de mostreig. Com es pot observar en el gràfic següent, la $\delta^{15}N$ en les fulles i els rizomes ha presentat una lleugera variabilitat estacional, amb uns valors mes alts del $\delta^{15}N$ a l'estiu que a l'hivern, obtenint així resultats contraris als obtinguts en l'estudi de Fourqueran citat anteriorment.

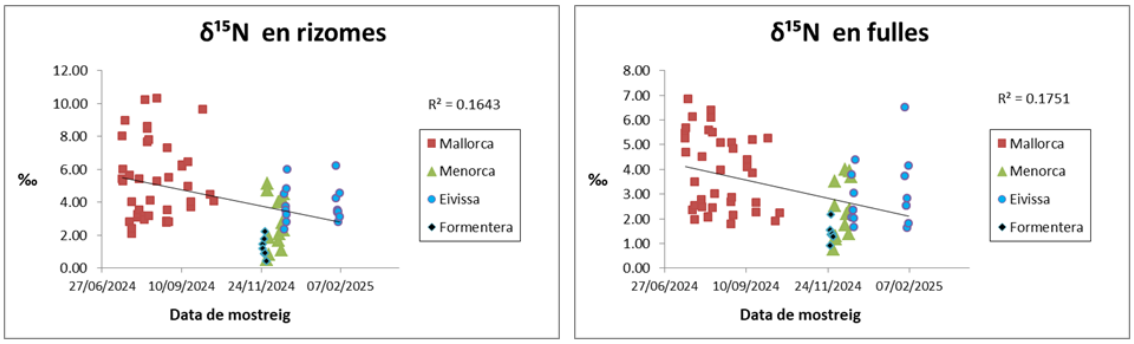


Figura 15. Correlació de la senyal isotòpica del nitrogen ($\delta^{15}N$) i la data de mostreig en rizomes i fulles.

Contingut de fòsfor a les fulles i rizomes

El contingut de fòsfor s'incrementa amb l'augment de les pressions antròpiques, de manera que un augment de la seva concentració dins la planta podria considerar-se negatiu. No obstant això, es tracta d'un nutrient essencial per al creixement de la planta, de manera que si es troba en valors inferiors al 0,2 % P (gDW) es pot veure compromès el creixement de la planta (Duarte, 1990).

La mitjana obtinguda a les fulles (2ª fulla més jove) ha estat de 0,07 ± 0,002 % P (gDW). L'estació amb el valor més alt ha estat Cala Matzoc, amb un 0,13 % P (gDW), i el més baix s'ha registrat a les estacions d'Es Castell (Cabrera), Cala Mondragó, Portocristo, Illetes (Mallorca), Punta Llobera i Cala D'Or; totes amb un 0,03 % P (gDW). Comparant els valors obtinguts el 2024 amb els registrats el 2017 (mitjana = 0,05 ± 0,002 %, màxim = 0,11 % i mínim = 0,02 %), veiem que la concentració de fòsfor en els dos compartiments analitzats ha presentat pocs canvis.

Pel que fa a aquest paràmetre, cal mencionar que, tal com ja va succeir a l'estudi realitzat el 2017, les concentracions de fòsfor han estat per sota del llindar crític de creixement de la planta a totes les estacions, la qual cosa suggereix que el fòsfor es un nutrient limitant per la *Posidonia oceanica* de les Balears.

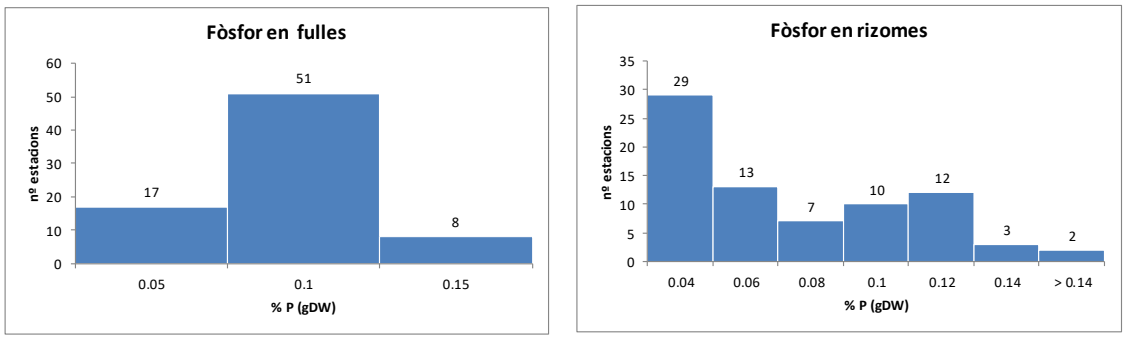


Figura 16. Histograma del contingut de fòsfor en rizomes plagiòtrops i en fulles de *P.oceanica.*

La concentració mitjana de fòsfor en els rizomes analitzats de les diferents estacions ha estat de 0,06 ± 0,004 % P (gDW), amb el valor màxim de 0,146 % obtingut a Cap Mussons (Eivissa) i el valor mínim de 0,008 % al Port de la Savina (Formentera). Finalment, cal esmentar que aquests valors són molt similars als obtinguts el 2017.

Per comprovar la variabilitat estacional d'aquest descriptor, s'ha realitzat una correlació entre el contingut de fòsfor i la data de mostreig. Com es pot observar en el gràfic següent, el contingut de fòsfor en els rizomes ha mostrat una lleugera variabilitat estacional. D'altra banda, els resultats obtinguts no han mostrat una variabilitat estacional en el contingut de fòsfor a les fulles.

Pel que fa a aquest descriptor, cal assenyalar que estudis duts a terme a la badia de Palma han descrit una variabilitat espacial, fins i tot a petita escala, en el contingut de fòsfor a les fulles de *P. oceanica* (Castejon-Silvo, 2012).

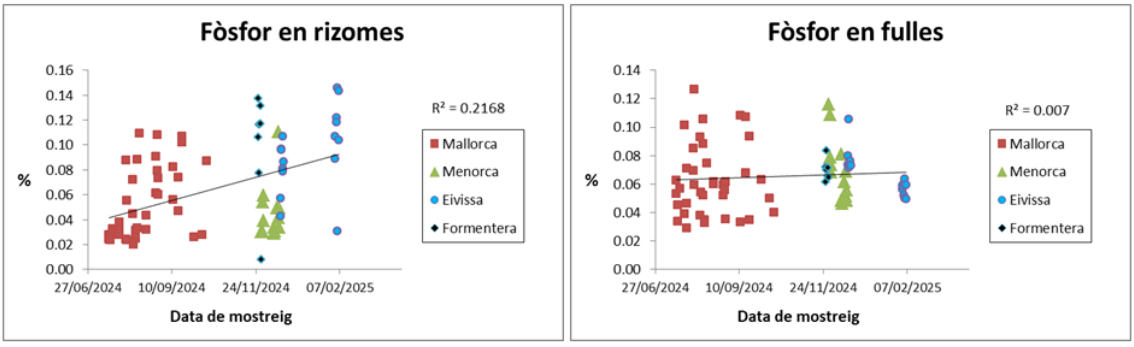


Figura 17. Correlació del contingut de fòsfor i la data de mostreig en rizomes i fulles.

Contingut de sofre total a les fulles i rizomes

El valor mitjà del contingut de sofre (S) a les fulles de *P. oceanica* per al conjunt de totes les estacions analitzades ha estat de 0,2 ± 0,01 % S, sent lleugerament superior a la mitjana obtinguda el 2017 per aquesta variable (0,16 ± 0,00 % S).

Si ens fixem en els valors extrems, veiem que les concentracions màximes de sofre (S) analitzades a les fulles de *P. oceanica* han estat de 0,48 % S (gDW) a l'estació de Platja d'en Bossa i de 0,42 % S (gDW) al Port d'Eivissa. Aquests valors són també lleugerament superiors al valor màxim obtingut el 2017 (0,24 % S a Cala d'Or), però inferiors als valors màxims obtinguts en estudis anteriors: 1,02 % S a Cala Rajada (2007/08) i 1,39 % S a Cap Llentrisca (2005/06).

D'altra banda, la concentració més baixa de sofre a totes les fulles analitzades el 2024 ha correspost a l'estació d'Es Grau, amb 0,10 % S (gDW), de manera que el valor mínim obtingut el 2024 ha estat també més baix que els obtinguts en anys anteriors: 0,12 % S a l'estació de Mondragó (2017); 0,28 % S també a l'estació de Mondragó (2007/08) i 0,16 % S a Ses Baladres (2005/06).

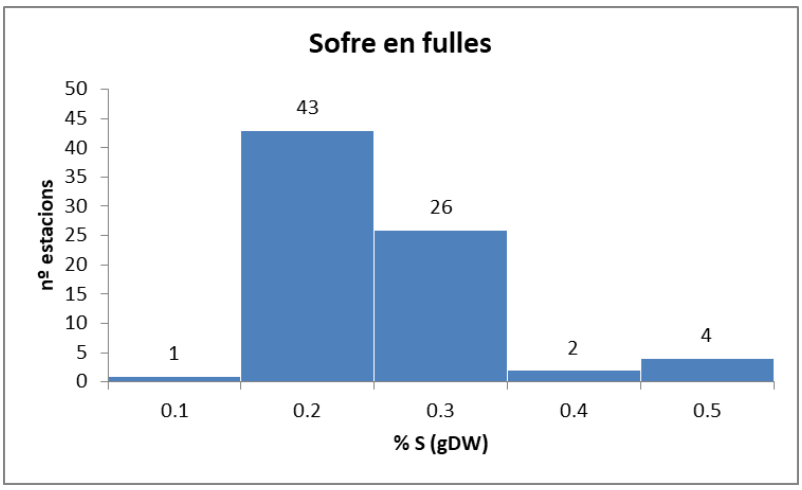


Figura 18. Histograma de la concentració de sofre en fulles de *P. oceanica*.

Pel que fa al contingut mitjà de sofre als rizomes (feixos verticals) en l'estudi de 2024 ha estat de 0,52 ± 0,02 % S (gDW), sent també lleugerament inferior al obtingut el 2017 (0,67 ± 0,01 % S).

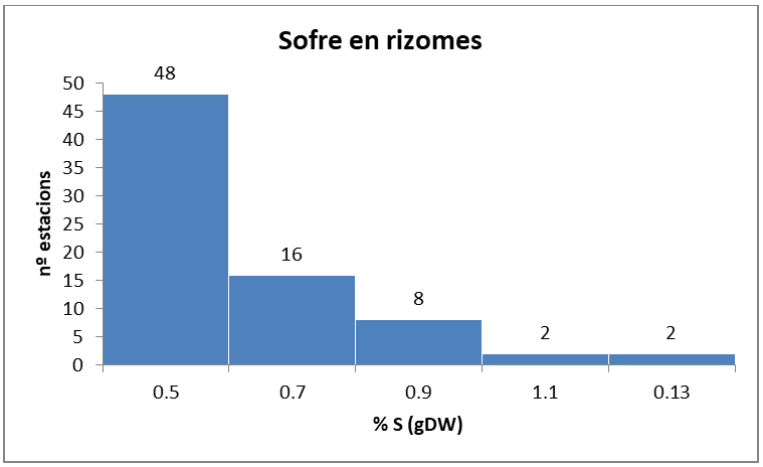


Figura 19. Histograma de la concentració de sofre en rizomes verticals de P. oceanica.

Veient els resultats d'anys anteriors, mostrats a la taula següent, podem dir que els valors màxims i mínims d'aquest paràmetre s'han mantingut en el mateix ordre de valors i que la majoria d'estacions ha presentat una concentració de sofre als rizomes d'entre 0 i 0,5 % (gDW).

	Màxim		Mínim	
Any	**% S (gDW)**	**Estación**	**% S (gDW)**	**Estación**
2024	1.18	Cala Blanca	0.26	Cala Tuent
2017	1	Por Soller	0.45	Platja des Mitjorn
2007	1.47	Cap Llentrisca	0.3	Cala Sta Maria
2005	1.18	Illa Colom	0.24	Illetes Mallorca

Taula 9. Valors màxims i mínims de la concentració de sofre en rizomes verticals de *P. oceanica* obtinguts en els diferents estudis realitzats.

Per comprovar la variabilitat estacional del contingut de S en fulles i en rizomes, s'ha realitzat una correlació entre el contingut de S i la data de mostreig. Com es pot observar a la figura següent, els resultats suggereixen una lleugera variabilitat estacional en el contingut de sofre als rizomes, però no a les fulles. També es pot veure que el contingut de sofre en els rizomes mostrejats a Menorca ha estat superior al de la resta de les illes.

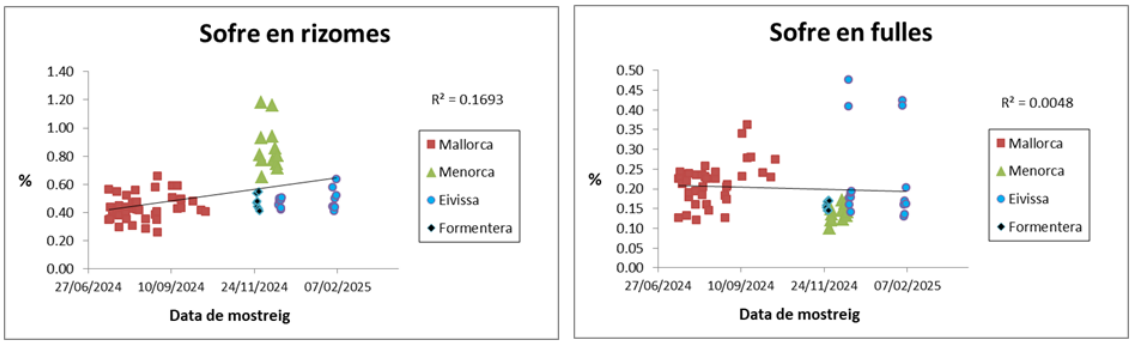


Figura 20. Correlació del contingut de sofre i la data de mostreig en rizomes i fulles.

Composició isotòpica del sofre ($\delta^{34}S$) a les fulles i rizomes

L'aigua de mar té una composició isotòpica per al sofre ($\delta^{34}S$) relativament estable de aproximadament el 21 ‰. Aquest valor es manté més o menys similar als teixits subterranis de les angiospermes marines. D'altra banda, la sulforeducció bacteriana que té lloc al sediment provoca que la $\delta^{34}S$ disminueixi a causa de la discriminació de l'isòtop pesant en aquest procés.

La *Posidonia oceanica* és especialment sensible a la intrusió de sofre des del sediment. L'augment de la temperatura de l'aigua de mar, l'increment de matèria orgànica al sediment i les condicions d'hipòxia en aquest activen la intrusió de sofre als teixits de la planta des del sediment, reduint la $\delta^{34}S$. D'aquesta manera, valors de ^{34}S a les fulles

que es trobin per damunt de 20,5 ‰ (indicatiu d'una intrusió de l'1% de sofre) podrien comprometre la salut de la *P. oceanica* (R. Garcia, 2012)

Pel que fa al contingut de l'isòtop estable de S a les fulles, la mitjana registrada a les estacions és de 16,2 ± 0,2 ‰ de $\delta^{34}S$ (el 2017 va ser de 13,5 ± 0,2 ‰), amb un màxim de 19,9 ‰ a les estacions de Cala Deià, Magalluf i Cala Figuera (2017: 16,94 ‰ a Cala Millor) i un mínim de 12,6 ‰ a l'estació del Port de la Savina (el 2017 va ser de 6,57 ‰ a Sant Antoni).

Segons l'esmentat anteriorment, aquests resultats suggereixen una intrusió de sofre als teixits de l'angiosperma i veiem que, igual que ja va ocórrer a l'estudi del 2017, el 100 % de les estacions estudiades es troben per sota del llindar establert per García *et al*. (2012), a partir del qual el sofre pot ser perjudicial per la *Posidonia oceanica*. També podem veure que la majoria d'estacions van presentar valors compresos entre 14 ‰ i 18 ‰, la qual cosa suposa una disminució de 2 % respecte als resultats del 2017.

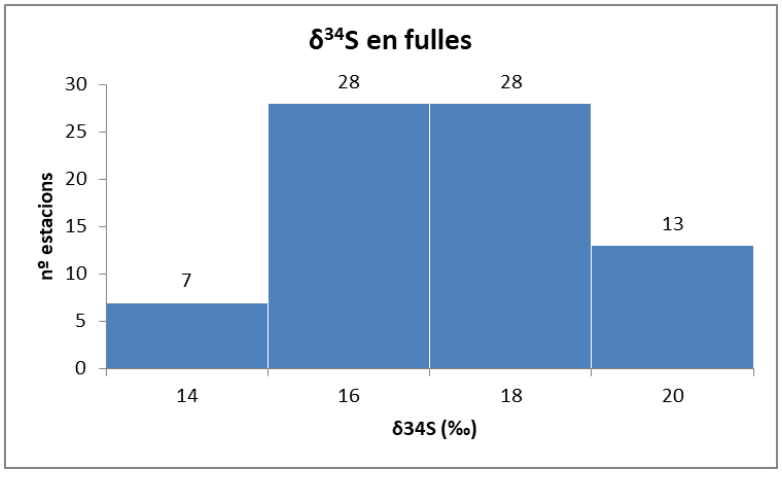


Figura 21. Histograma de la senyal isotòpica del sofre ($\delta^{34}S$) en fulles de *P. oceanica*.

Igual que a les fulles, els valors de la composició isotòpica del sofre als rizomes (Figura 16) també han estat lleugerament inferiors als obtinguts el 2017. El valor mitjà el 2024 ha estat de 16,28 ± 0,5 ‰ de $\delta^{34}S$ (17,9 ± 0,5 ‰ el 2017). El valor màxim el 2024 ha estat de 21,9 ‰ (Sant Antoni, Eivissa), mentre que el $\delta^{34}S$ màxim el 2017 es va detectar a l'estació de l'Illa de Formentor, amb 24,3 ‰.

Pel que fa al valor mínim, el 2024 s'ha obtingut a l'estació de l'Arenal de Son Saura, amb 3,7 ‰ de $\delta^{34}S$, mentre que el 2017 el valor mínim va ser de 5,16 ‰, corresponent a l'estació de Colònia de Sant Jordi.

Finalment, cal comentar que, igual que el 2017, els valors de $\delta^{34}S$ obtinguts el 2024 es troben concentrats entre els 15 i 18 ‰, tal com es pot veure a la figura següent.

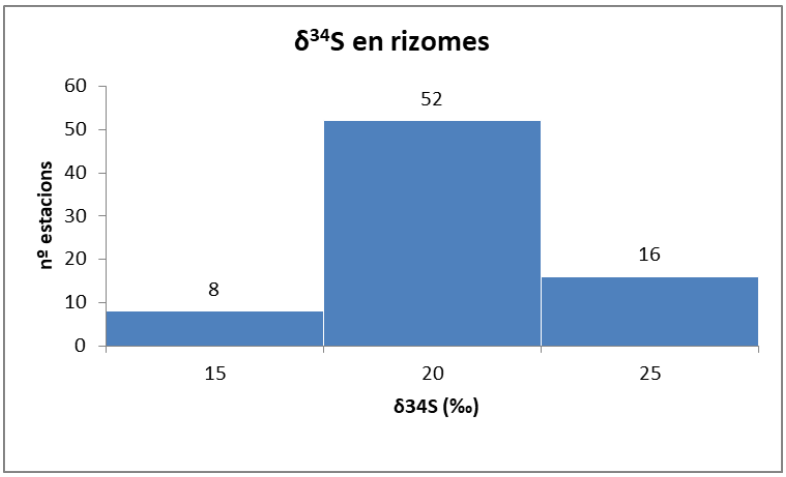


Figura 22. Histograma de la senyal isotòpica del sofre (δ34S) en rizomes horitzontals de *P. oceanica*.

Per comprovar la variabilitat estacional de la senyal isotòpica del sofre en fulles i en rizomes, s'ha realitzat una correlació entre els resultats i la data de mostreig. Com es pot observar a la figura següent, els resultats suggereixen una lleugera variabilitat

estacional, sent lleugerament més elevats els valors de $\delta^{34}S$ a les fulles mostrejades a l'estiu que a les mostrejades a l'hivern. Emperò, els resultats de les mostres de rizoma mostren una tendència contrària a l'obtinguda a les fulles.

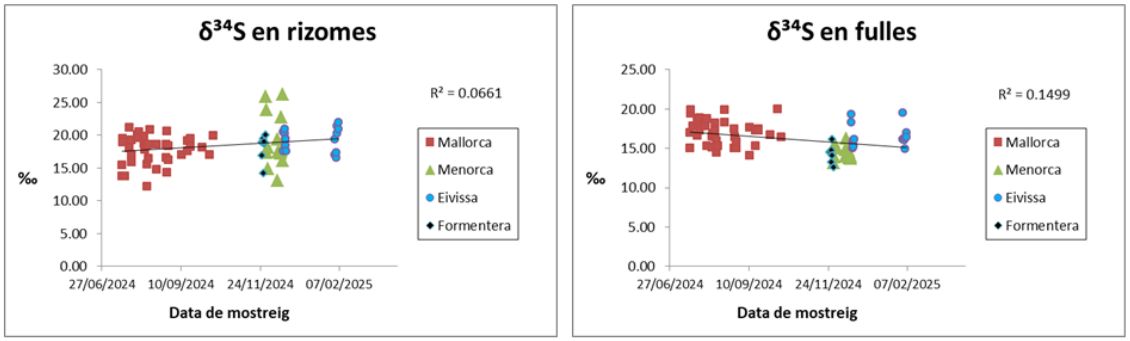


Figura 23. Correlació de la senyal isotòpica del sofre (δ34S) i la data de mostreig en rizomes i fulles.

Concentració de carbohidrats no estructurals: sacarosa i midó

La concentració mitjana de sacarosa als rizomes verticals ha estat de 7,36 ± 0,5 % (gDW). Les concentracions trobades a les diferents estacions han variat des d'un màxim de 22,5 % (gDW) a Cala Ratjada fins a un mínim d'1,3 % (gDW) a les estacions de Cap de ses Penyes (Menorca) i Cap Negret (Eivissa). Tot i que el valor mitjà obtingut el 2024 ha estat lleugerament superior al del 2017 (5,11 %), els valors màxims del 2024 s'han vist considerablement incrementats respecte als obtinguts el 2017, quan es va registrar un valor màxim de 10,51 % (gDW) a Cap Pinar.

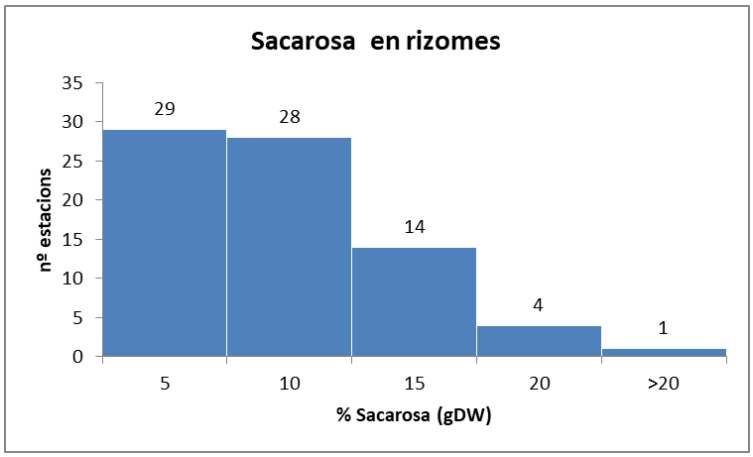


Figura 24. Histograma de la concentració de sacarosa als rizomes verticals de *P. oceanica*, expressat en percentatge de sacarosa per gram de pes sec de rizoma analitzat.

Les concentracions de midó han estat superiors a les de sacarosa, amb una mitjana de 16,7 ± 0,9 % (gDW), un màxim de 39,5 % (gDW) a l'estació de Pollença i un mínim de 4,1 % (gDW) a Cap Mussons (Eivissa). Com es pot veure a la figura següent, la majoria d'estacions han presentat una concentració de midó d'entre el 5 % i el 20 % (gDW).

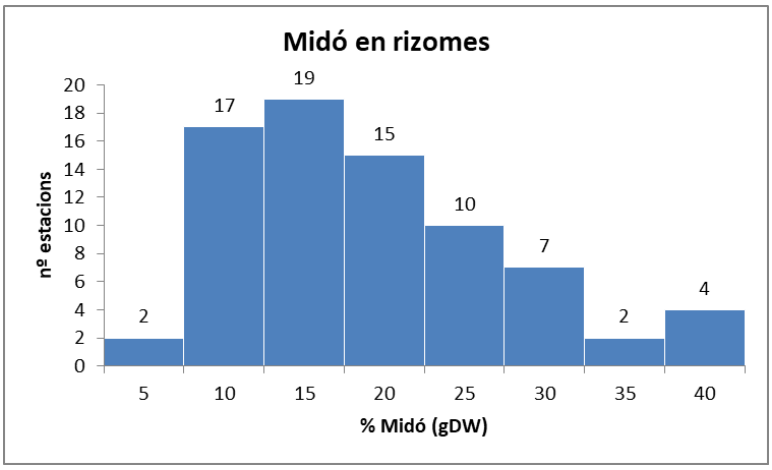


Figura 25. Histograma de la concentració de midó en rizomes de *P. oceanica*, expressat en percentatge de midó per gram de pes sec de rizoma analitzat.

De la mateixa manera que ha succeït amb la sacarosa, les concentracions de midó obtingudes el 2024 han estat considerablement superiors a les del 2017, quan la mitjana va ser de 5,5 ± 0,2 % (gDW), i es va registrar un màxim de 9,4 % a Illetes (Port de Palma) i un mínim de 1,6 % (gDW) a Son Serra de Marina; així com als resultats d'anys anteriors, on variaven entre el 17,5 % i el 4,9 % (2005/2006) i entre l'11,9 % i l'1,9 % (2007/2008).

Finalment, i tal com s'ha fet amb la resta de descriptors químics, s'ha elaborat un gràfic de dispersió per determinar si hi ha alguna correlació entre el contingut d'hidrats de carboni no estructurals i la data de mostreig.

Com es pot observar a la figura següent, els resultats mostren l'existència d'una correlació entre el contingut dels hidrats de carboni analitzats i la data de mostreig, sent més elevat el contingut de sacarosa i midó als mesos d'estiu i més baix a la tardor i a l'hivern; coincident així amb els resultats obtinguts en altres treballs realitzats sobre *P. oceanica* a Marsella (Marwa, 2023) i a les illes Medes (Alcoverro T. M., 2001).

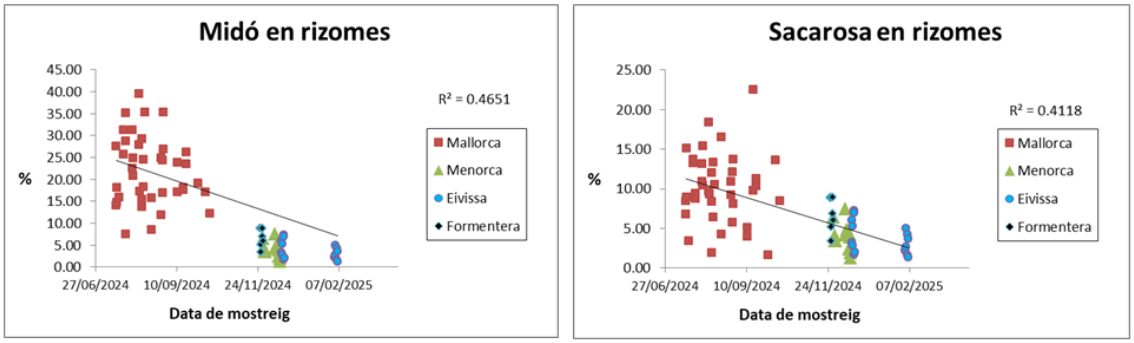


Figura 26. Correlació del contingut de midó i sacarosa i la data de mostreig en rizomes.

Establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres: l'índex multivariable *Posidonia oceanica* (POMI 11)

L'assignació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de les Balears s'ha realitzat mitjançant l'aplicació de l'índex multivariable *Posidonia oceanica* (POMI), proposat per Romero *et al*. (2007). Tal com s'indica al plec de prescripcions tècniques de la licitació del contracte, i amb l'objectiu de poder comparar els resultats del present estudi amb els obtinguts en el treball realitzat el 2017, l'aplicació de l'índex POMI s'ha realitzat amb els mateixos 11 descriptors que es van utilitzar el 2017 (POMI-11).

Els descriptors del POMI-11 són els següents:

- Cobertura.
- Densitat.
- Superfície foliar.
- Percentatge de fulles amb necrosi.
- Percentatge de rizomes plagiòtrops (àpex).
- Concentració de nitrogen als rizomes.
- Composició isotòpica del nitrogen ($\delta^{15}N$) als rizomes.
- Concentració de nitrogen als epífits.
- Concentració de fòsfor als rizomes verticals.
- Composició isotòpica del sofre ($\delta^{34}S$) als rizomes horitzontals (àpex).
- Contingut de carbohidrats no estructurals (sacarosa + midó) als rizomes verticals.

La classificació de l'estat ecològic de les estacions mostrejades requereix la creació d'unes estacions virtuals, de referència, que representin unes condicions ecològiques prístines, sense pertorbacions (estació òptima) i unes condicions altament pertorbades

(estació pèssima). L'obtenció dels valors dels descriptors de les estacions de referència (condicions de referència de l'estat millor) es realitza ordenant de millor a pitjor els valors de cada descriptor (variable) per a cada estació, i es calcula la mitjana del 10 % dels millors valors de cada descriptor i la mitjana del 10 % dels pitjors valors de cada descriptor.

La mitjana del 10 % dels millors valors d'un descriptor serà el valor d'aquest descriptor per a l' "estació òptima". De la mateixa manera, la mitjana del 10 % dels pitjors valors d'un descriptor serà el valor d'aquest descriptor per a l' "estació pèssima". En aquest cas, tenint 76 valors per a cada descriptor (és a dir, 1 valor per a cada estació), el 10 % de tots els valors s'ha ajustat als 7 millors i 7 pitjors valors de cada descriptor per calcular la mitjana.

En aquest context, els "millors" i "pitjors" valors es refereixen a la qualitat ecològica del paràmetre en qüestió que descriu o té influència sobre l'estat ecofisiològic de la praderia de *Posidonia oceanica*.

POMI 11: Estacions (2024/25 vs 2017/18)

Els valors dels 11 descriptors (POMI-11) de les 78 estacions (76 mostrejades i 2 de referència) es van normalitzar i es va realitzar una anàlisi de components principals (ACP). De l'ACP es va obtenir un primer component principal que explica un 23,4 % de la variància i un segon component que explica un 20,3 % de la variància (43,7 % de proporció acumulada de la variància), tal com es mostra a la figura següent.

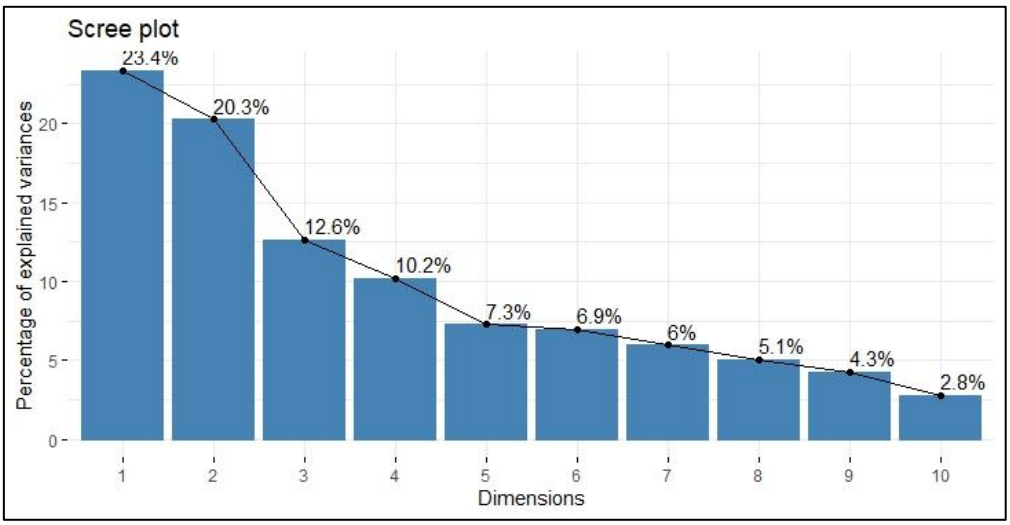


Figura 27. Proporció de la variància explicada pels components principals (Dimensions) obtinguts a l' ACP (POMI 11).

Amb la finalitat de conèixer en quina mesura contribueix cada variable al primer component principal, s'ha visualitzat la contribució de cada variable en aquest primer component. Com es pot veure al gràfic següent, les variables que més contribueixen a formar el primer component principal són el contingut de carbohidrats no estructurals (sacarosa + midó), el contingut de nitrogen als epífits, el percentatge d'àpex a la praderia respecte als feixos verticals, la superfície foliar i el contingut de nitrogen als rizomes.

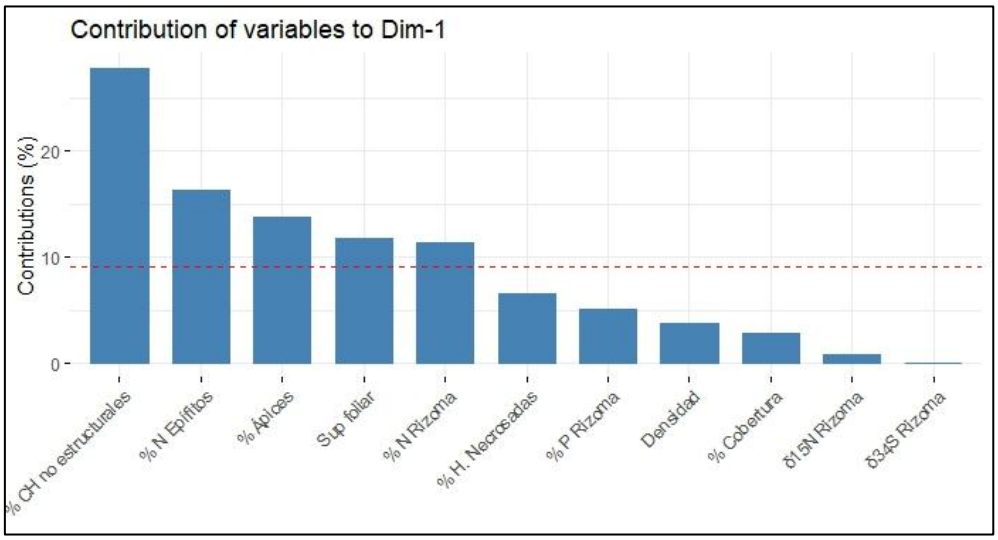


Figura 28. Contribució de cada variable al component 1 (Dim-1) de l'ACP (POMI 11).

D'altra banda, per tal de veure la correlació de cada variable respecte de l'eix 1, el tipus de correlació i la correlació entre variables, s'ha realitzat una anàlisi factorial, mostrada a la figura següent.

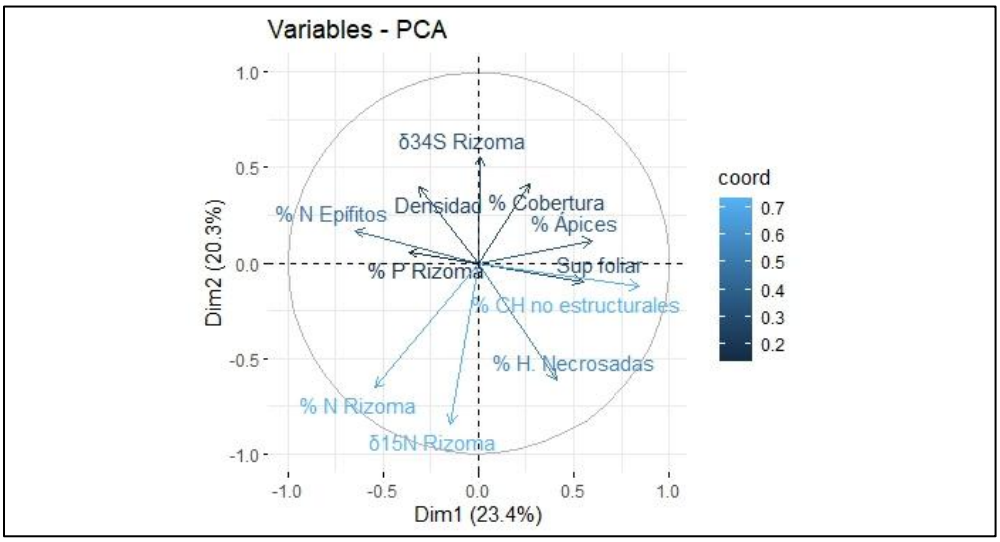


Figura 29. Coordenades de les variables als eixos 1 (Dim1) y 2 (Dim2) de l'ACP (POMI 11).

A partir dels valors de cada estació al primer eix de l'ACP, i tal com s'ha explicat a l'apartat de metodologia "Processament de les dades i càlcul del *Ecological Quality Ratio* (EQR): Aplicació de l'índex POMI" del present informe, es van obtenir els EQR de cada estació.

A les taules següents (Taules 10 i 11) es presenten els EQR obtinguts mitjançant l'aplicació de l'índex POMI-11 per a cada estació el 2024, així com els estats ecològics (E.E.) assignats a cada estació. Amb la finalitat de comparar els resultats del present estudi amb els de l'estudi de 2017, es presenten també els EQR i els E.E. obtinguts amb l'aplicació del POMI-11.

Illa	Massa d'aigua	Estació	EQR 2024 (POMI-11)	EQR 2017 (POMI-11)
MALLORCA	MAMC01M2	Cala Figuera	0.912	0.669
		Cala Marmassen	0.569	0.670
		Dragonera	0.751	0.646
		El Toro	0.693	0.827
		Punta Galinda	0.701	0.661
	MAMC02M3	Santa Ponsa	0.602	0.649
	MAMC03M2	Cala Deia	0.718	0.559
		Cala Tuent	0.722	0.721
		Cap Formentor	0.871	0.604
	MAMC04M2	Port de Sóller	0.787	0.505
	MAMC05M3	Cap Pinar	0.852	0.750
		Illa de Formentor	0.925	0.599
		Pollensa	1.045	0.769
	MAMC06M2	Cap Menorca	0.751	0.655
	MAMC07M3	Can Picafort	0.475	0.180
		Port d'Alcudia	0.578	0.110
		Son Serra de Marina	0.461	0.148
	MAMC08M3	Cala Matzoc	0.678	0.673
		Es Calò	0.726	0.552
	MAMC09M3	Cala Millor	0.560	0.516
		Cala Ratjada	0.715	0.621
		Porto Colom	0.423	0.517
		Porto Cristo	0.413	0.528
	MAMC10M2	Cala D'or	0.591	0.439
		Cala Mondragó	0.653	0.765
	MAMC11M3	Colonia Sant Jordi	0.813	0.408
		Es Caragol	0.726	0.767
		S'Estanyol	0.380	0.355
	MAMC12M2	Cala Santa Maria_Cabrera	0.963	0.740
		Es Castell_Cabrera	1.116	0.739
		S'Olla_Cabrera	0.782	0.699
	MAMC13M2	Cap Blanc	0.650	0.657
		Punta Llobera	0.644	0.646
	MAMC14M3	Cap Enderrocat	0.532	0.653
		Hotel Delta	0.649	0.646
	MAMC15M3	Cala Gamba	0.401	0.371
		Son Verí	0.626	0.505
	MAMC16M3	Magalluf	0.827	0.640
	MAMCM01	Illetes (Mall)	0.846	0.563
	MAMCM02	Port d'Alcudia ZII	0.739	0.103

ESTAT ECOLOGIC	MOLT BO	BO	MODERAT	DEFICIENT	DOLENT

Taula 10. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts el 2024 i 2017 a les estacions de Mallorca per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 11).

Illa	Massa d'aigua	Estació	EQR 2024 (POMI-11)	EQR 2017 (POMI-11)
MENORCA	MEMC04M4	Biniancolla	0.357	0.787
		Cala en Porter	0.284	0.580
		Cala Galdana	0.490	0.556
		Cap de Ses Penyes	0.548	0.517
	MEMC05M2	Arenal de Son Saura	0.391	0.624
		Cala Blanca	0.389	0.526
	MEMC06M2	Arenal de s'Olla	0.501	0.642
		Cala Morell	0.253	0.622
		Es Grau	0.364	0.763
		Illes Bledes	0.313	0.691
		S'Algar	0.385	0.727
	MEMC07M3	Fornells	0.538	0.655
	MEMCM02	Port de Maó	0.271	0.593
FORMENTERA	EFMC08M4	Cala Torreta	0.579	0.740
		Els Pujols	0.439	0.760
		Illetes (For)	0.427	0.810
	FOMC09M3	Platja des Mitjorn	0.535	0.712
		Punta Rasa	0.447	0.703
	FOMC10M2	Pta. de sa Creu (For)	0.464	0.904
	FOMCM01	Port de La Savina	0.549	0.762
EIVISSA	EFMC08M4	Platja de ses Salines	0.561	0.623
	EIMC01M2	Cala Tarida	0.284	0.732
		Cap Llentrisca	0.500	0.599
		Cap Mussons	0.174	0.627
		Cap Negret	0.246	0.768
	EIMC02M4	Sant Antoni	0.576	0.788
	EIMC03M4	Pta. Sa Creu (Ibz)	0.569	0.632
		Punta des Gat	0.488	0.654
	EIMC04M4	Cala Llenya	0.561	0.830
		Punta de'n Valls	0.399	0.765
	EIMC05M4	Sta. Eulària	0.339	0.612
	EIMC06M4	Cala Llonga	0.491	0.695
		Pta. Andreus	0.414	0.728
	EIMC07M3	Platja d'en Bossa	0.253	0.755
		Talamanca	0.176	0.649
	EIMCM01	Port Ibiza	0.338	0.535

ESTAT ECOLOGIC	MOLT BO	BO	MODERAT	DEFICIENT	DOLENT

Taula 11. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts el 2024 i 2017 a les estacions de Menorca, Eivissa i Formentera per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 11).

A les taules anteriors podem veure que, de les 76 estacions mostrejades el 2024, basant-nos en l'aplicació de l'índex POMI-11, els canvis respecte als resultats del 2017 han estat:

- 27 estacions han mantingut el seu estat ecològic.
- 17 estacions han millorat el seu estat ecològic.
- 32 estacions han empitjorat el seu estat ecològic.

Concretament, el nombre d'estacions en cada categoria d'estat ecològic ha estat:

Estat Ecològic	nº estacions		
	2024	**2017**	**variación**
MOLT BO	12	5	↑ 7
BO	26	55	↓ 29
MODERAT	29	12	↑ 17
DEFICIENT	9	2	↑ 7
DOLENT	0	2	↓ 2

Taula 12. Quantitat d' estacions assignades als diferents estats ecològics segons l'índex POMI (POMI 11).

Si ens fixem en els resultats per illes i comparem els resultats del 2024 amb els obtinguts el 2017 (Taula 13), veiem que el 84,6 % de les estacions de Menorca (totes excepte les de Cala Blanca i Cap de Ses Penyes) han vist reduïda la seva qualitat ecològica. També a les illes d'Eivissa i Formentera s'han obtingut resultats que mostren una reducció de la qualitat ecològica de les aigües costaneres, de manera que un 85,7 % de les estacions de Formentera i un 81,3 % de les estacions d'Eivissa han vist reduïda la seva qualitat ecològica.

No obstant això, a l'illa de Mallorca només el 5 % de les estacions han vist reduïda la seva qualitat ecològica, el 52,5 % de les estacions han mantingut la mateixa categoria del seu estat ecològic i el 42,5 % de les estacions han millorat el seu estat ecològic.

	IGUAL E.E.		MILLOR E.E.		PITJOR E.E	
	Nº St.	% St.	Nº St.	% St.	Nº St.	% St.
MALLORCA	21	52.5	17	42.5	2	5
MENORCA	2	15.4	0	0	11	84.6
EIVISSA	3	18.8	0	0	13	81.3
FORMENTERA	1	14.3	0	0	6	85.7

Taula 13. Canvis en l'estat ecològic (E.E.) de les estacions respecte als resultats de l'estudi realitzat en 2017/18.

POMI 11: Masses d'aigua (2024/25 vs 2017/18)

Per establir l'estat ecològic de les masses d'aigua s'ha obtingut un EQR per a cada massa d'aigua. L'EQR de les masses d'aigua s'ha obtingut de la mateixa manera que es va fer en el treball realitzat el 2017: en els casos en què una massa d'aigua només conté una estació de mostreig POMI, l'EQR assignat a aquella massa d'aigua ha estat l'EQR d'aquesta única estació.

En aquest punt, cal assenyalar que algunes masses d'aigua han canviat el seu codi identificatiu. Els canvis a tenir en compte per tal de poder comparar els resultats obtinguts el 2024 i el 2017 es mostren a la taula següent.

Illa	Codi massa aigua 2017	Codi massa aigua 2024
Menorca	MEMC02M3	MEMC07M3
Menorca	MEMC01M2	MEMC06M2
Ibiza	EIMC05M3	EIMC05M4

Taula 14. Canvis en els codis d'identificació de les masses d'aigua de Menorca i Eivissa.

En els casos en què la massa d'aigua compta amb més d'una estació de mostreig, l'EQR s'ha obtingut com la mitjana dels valors dels EQR de les estacions presents en la mateixa massa d'aigua. A la taula següent (Taula 15) es mostren els EQR de cada massa d'aigua, així com els estats ecològics (E.E.) assignats a cada massa. Amb la finalitat de facilitar la comparació dels resultats del present estudi amb els obtinguts el 2017, es presenten també els EQR i els E.E. del 2017.

Illa	Massa d'aigua	nº estacions a la massa d'aigua	EQR 2024	EQR 2017 (Datos informe 2017)
EIVISSA i FORM.	EFMC08M4	4	0.501	0.733
EIVISSA	EIMC01M2	4	0.301	0.684
	EIMC02M4	1	0.576	0.788
	EIMC03M4	2	0.528	0.643
	EIMC04M4	2	0.480	0.798
	EIMC05M3	1	0.339	0.612
	EIMC06M4	2	0.452	0.728
	EIMC07M3	2	0.214	0.702
	EIMCM01	1	0.338	0.535
FORMENTERA	FOMC09M3	2	0.491	0.707
	FOMC10M2	1	0.464	0.904
	FOMCM01	1	0.549	0.762
MALLORCA	MAMC01M2	5	0.725	0.695
	MAMC02M3	1	0.602	0.649
	MAMC03M2	3	0.770	0.628
	MAMC04M2	1	0.787	0.505
	MAMC05M3	3	0.941	0.684
	MAMC06M2	1	0.751	0.703
	MAMC07M3	3	0.504	0.146
	MAMC08M3	2	0.702	0.612
	MAMC09M3	4	0.528	0.555
	MAMC10M2	2	0.622	0.573
	MAMC11M3	3	0.639	0.510
	MAMC12M2	3	0.954	0.726
	MAMC13M2	2	0.647	0.651
	MAMC14M3	2	0.590	0.650
	MAMC15M3	2	0.514	0.438
	MAMC16M3	1	0.827	0.640
	MAMCM01	1	0.846	0.563
	MAMCM02	1	0.739	0.103
MENORCA	MEMC04M4	4	0.420	0.610
	MEMC05M2	2	0.390	0.575
	MEMC06M2	5	0.363	0.689
	MEMC07M3	1	0.538	0.655
	MEMCM02	1	0.271	0.593

Taula 15. Valors d'EQR y estat ecològic (E.E.) obtinguts el 2024 i 2017 a les masses d'aigua costaneres de les Illes Balears mitjançant l'índex POMI (POMI 11).

A la taula anterior (Taula 15) podem veure que, de les 35 masses d'aigua mostrejades el 2024, basant-nos en l'aplicació de l'índex POMI-11, els canvis respecte als resultats del 2017 han estat:

- 11 masses d'aigua (el 31,4 %) han mantingut el seu estat ecològic.
- 8 masses d'aigua (el 22,9 %) han millorat el seu estat ecològic.
- 16 masses d'aigua (el 45,7 %) han empitjorat el seu estat ecològic.

Concretament, el nombre d'estacions en cada categoria d'estat ecològic ha resultat:

Estat Ecològic	nº masses d'aigua	
	2024	**2017**
MOLT BO	5	3
BO	12	26
MODERAT	15	4
DEFICIENT	3	2
DOLENT	0	0

Taula 16. Masses d'aigua assignades als diferents estats ecològics segons l'índex POMI (POMI 11)

Si ens fixem en els resultats per illes i comparem els resultats del 2024 amb els obtinguts el 2017 (veure Taula 17), veiem que el 5,6 % de les masses d'aigua de Mallorca, el 100 % de les masses d'aigua de Menorca i el 83,3 % de les masses d'aigua de les Pitiüses han vist reduïda la seva qualitat ecològica.

	IGUAL E.E.		MILLOR E.E.		PITJOR E.E	
	Nº Masses	% Masses	Nº Masses	% Masses	Nº Masses	% Masses
MALLORCA	9	50	8	44.4	1	5.6
MENORCA	0	0	0	0	5	100
PITIÜSES	2	16.7	0	0	10	83.3

Taula 17. Canvis en el estat ecològic (E.E.) de les masses d'aigua respecte als resultats de l'estudi realitzat en 2017/18.

Establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres: l'índex multivariable *Posidonia oceanica* (POMI 5)

Per determinar l'estat ecològic de les masses d'aigua costanera de les illes Balears, en els estudis realitzats els anys 2005/06 i 2008/09 es va aplicar únicament l'índex POMI-5. En aquests estudis, per dur a terme l'anàlisi estadística mitjançant la qual s'obtenen els EQR de cada estació, es van utilitzar només 5 descriptors de les praderies de *Posidonia oceanica*.

En l'estudi realitzat el 2017, a més de l'índex POMI-11 i amb la finalitat de poder comparar els resultats obtinguts aquell any amb els estudis previs, també es va aplicar l'índex POMI-5, utilitzant els mateixos descriptors que en els treballs anteriors. Pel mateix motiu, en el present treball també s'ha aplicat el POMI-5, utilitzant els mateixos descriptors que es van emprar en els treballs anteriors, que són:

- Cobertura de la praderia
- Contingut de nitrogen als rizomes verticals (%)
- Contingut de fòsfor als rizomes verticals (%)
- $\delta^{34}S$ als rizomes horitzontals (àpex)
- $\delta^{15}N$ als rizomes verticals

A més, igual que en els treballs anteriors, per a l'obtenció de les estacions de referència òptima i pèssima, s'han utilitzat els tres millors resultats i els tres pitjors per a cada descriptor.

Els valors dels 5 descriptors (POMI-5) de les 78 estacions (76 mostrejades i 2 de referència) es van normalitzar i es va realitzar una anàlisi de components principals (ACP). De l'ACP es va obtenir un primer component principal, que explica un 39,7 % de la variància, i un segon component, que explica un 24,3 % de la variància (63,9 % de proporció acumulada de la variància), tal com es mostra a continuació (Figura 22).

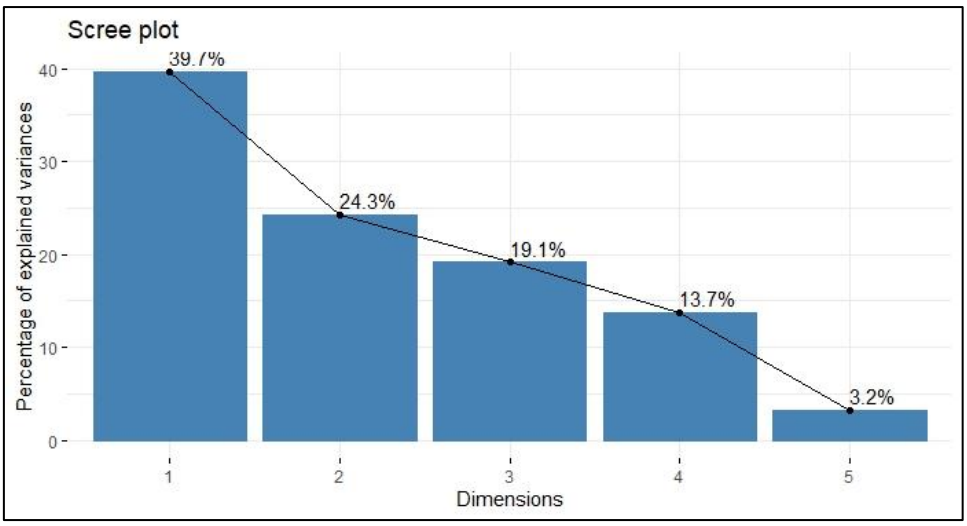


Figura 30. Proporció de la variància explicada pels components principals (Dimensions) obtinguts a l' ACP (POMI 5).

Per veure la correlació de cada variable, el tipus de correlació i la correlació entre variables, s'ha realitzat una anàlisi factorial, mostrada a la figura següent (Figura 23).

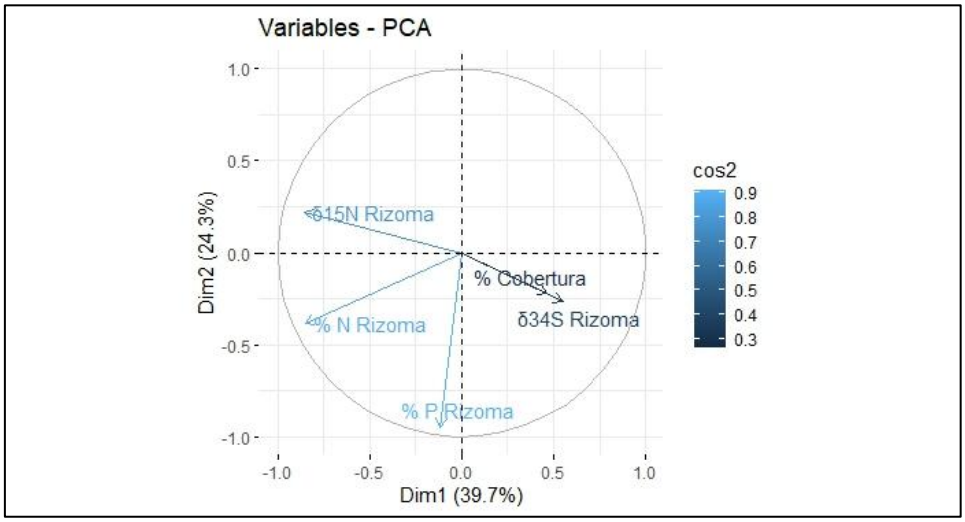


Figura 31. Coordenades de les variables als eixos 1 (Dim1) y 2 (Dim2) de l'ACP (POMI 5).

Com es pot veure en la figura anterior, l'eix principal de l'ACP separa clarament les praderies ben conservades, caracteritzades per una alta cobertura i condicions de sediments oxidats ($\delta^{34}S$ elevat), de les praderies enriquides amb nitrogen associades amb valors elevats de $\delta^{15}N$, cosa que indica una pressió antropogènica persistent. D'aquesta manera, la diferència principal que ens mostra l'eix 1 (Dim1) és l'existència d'un contrast entre praderies estructuralment sanes i praderies enriquides en nitrogen d'origen antròpic

Amb la finalitat de conèixer en quina mesura contribueix cada variable al primer component principal (Dim-1), s'ha representat gràficament la contribució de cada variable al Dim-1 (Figura 24). En aquest gràfic es pot veure que les variables que més contribueixen a formar el primer component principal són el $\delta^{15}N$ als rizomes i el contingut de nitrogen als rizomes.

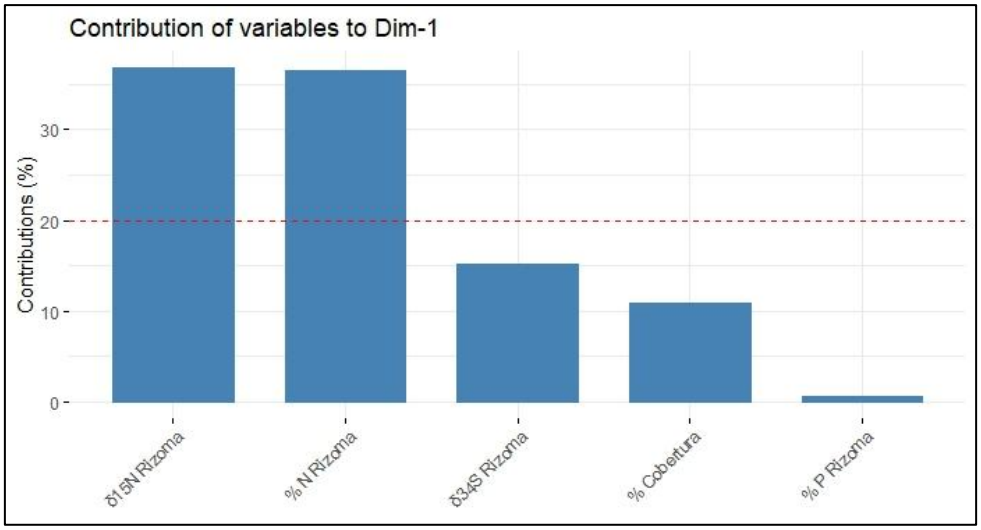


Figura 32. Contribució de cada variable al component 1 (Dim-1) de l'ACP (POMI 5).

A partir dels valors de cada estació al primer eix de l'ACP, i tal com s'ha explicat a l'apartat de metodologia "Processament de les dades i càlcul del *Ecological Quality Ratio* (EQR): Aplicació de l'índex POMI" del present informe, es van calcular els valors dels ràtios de qualitat ecològica (EQR) per a cadascuna de les estacions.

POMI 5: Estacions (2024/25 vs Estudis anteriors)

A les taules següents (Taules 18 i 19) es presenten els EQR obtinguts mitjançant l'aplicació de l'índex POMI-5 per a cada estació el 2024, així com els estats ecològics (E.E.) assignats a cada estació, segons la codificació per colors establerta a l'índex POMI per Romero *et al*. (2007). També es presenten els EQR i els E.E. (per codis de colors) obtinguts en els treballs realitzats els anys 2017/18, 2008/09 i 2005/06.

Els EQR dels anys 2017/18 i 2005/06 s'han obtingut de l'informe "Monitoratge i Avaluació de l'Estat Ecològic de les masses d'aigua costaneres de la Demarcació Hidrogràfica de les Illes Balears utilitzant l'element biològic de qualitat *Posidonia oceanica*, 2017". Els EQR de l'any 2008/09 s'han obtingut de l'informe "Estudi d'implementació de la Directiva Marc de l'Aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant l'element biològic de qualitat: *Posidonia oceanica* (2011)".

Illa	Massa d'aigua	Estació	EQR POMI 5			
			2024/25	2017/18	2008/09	2005/06
MALLORCA	MAMC01M2	Cala Figuera	0.711	0.666	0.700	0.689
		Cala Marmassen	0.641	0.745	0.753	0.906
		Dragonera	0.729	0.684	0.847	0.818
		El Toro	0.694	0.861	0.786	---
		Punta Galinda	0.564	0.777	0.838	---
	MAMC02M3	Santa Ponsa	0.439	0.660	0.645	0.643
	MAMC03M2	Cala Deià	0.620	0.758	0.693	0.840
		Cala Tuent	0.669	0.860	---	---
		Cap Formentor	0.717	0.646	0.758	0.856
	MAMC04M2	Port de Sóller	0.495	0.584	0.650	---
	MAMC05M3	Cap Pinar	0.680	0.764	0.880	---
		Illa de Formentor	0.776	0.818	0.825	0.861
		Pollensa	0.802	0.859	0.797	0.815
	MAMC06M2	Cap Menorca	0.616	0.679	0.782	0.744
	MAMC07M3	Can Picafort	0.352	0.050	0.512	0.687
		Port d'Alcudia	0.330	0.120	0.433	0.484
		Son Serra de Marina	0.253	0.152	0.613	---
	MAMC08M3	Cala Matzoc	0.746	0.839	---	0.834
		Es Calò	0.613	0.632	0.751	---
	MAMC09M3	Cala Millor	0.512	0.639	---	0.818
		Cala Ratjada	0.638	0.722	---	---
		Porto Colom	0.348	0.636	---	0.653
		Porto Cristo	0.438	0.580	0.655	---
		S'estany den Mas	---	---	---	0.695
	MAMC10M2	Cala D'or	0.399	0.433	0.581	0.674
		Cala Mondragó	0.637	0.769	0.659	0.663
	MAMC11M3	Colonia Sant Jordi	0.601	0.405	---	0.755
		Es Caragol	0.670	0.803	---	---
		Ses Salines	---	---	---	0.870
		S'Estanyol	0.266	0.370	0.563	---
	MAMC12M2	Cala Santa Maria_Cabrera	0.806	0.917	0.882	0.893
		Es Castell_Cabrera	0.792	0.870	0.748	0.982
		S'Olla_Cabrera	0.722	0.803	---	0.914
	MAMC13M2	Cap Blanc	0.648	0.728	0.837	0.725
		Punta Llobera	0.641	0.689	0.748	---
	MAMC14M3	Cap Enderrocat	0.500	0.698	---	---
		Hotel Delta	0.483	0.579	0.660	0.567
	MAMC15M3	Cala Gamba	0.200	0.260	0.486	0.606
		Son Verí	0.426	0.476	0.618	0.483
	MAMC16M3	Magalluf	0.743	0.716	0.519	0.762
	MAMCM01	Illetes (Mall)	0.627	0.622	0.771	0.764
	MAMCM02	Port d'Alcudia ZII	0.318	0.132	---	---

ESTAT ECOLOGIC	MOLT BO	BO	MODERAT	DEFICIENT	DOLENT

Taula 18. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts a les estacions de Mallorca per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 5).

Illa	Massa d'aigua	Estació	EQR POMI 5			
			2024/25	2017/18	2008/09	2005/06
MENORCA	MEMC04M4	Biniancolla	0.689	0.734	0.713	---
		Cala en Porter	0.686	0.598	0.655	---
		Cala Galdana	0.610	0.430	0.720	0.618
		Cales Coves	---	---	---	0.681
		Cap de Ses Penyes	0.523	0.513	0.591	---
		Illa d'el Aire	---	---	---	0.660
	MEMC05M2	Arenal de Son Saura	0.760	0.678	0.755	0.744
		Cala Blanca	0.713	0.636	0.626	0.722
	MEMC06M2	Arenal de s'Olla	0.717	0.748	0.748	0.822
		Cala Morell	0.560	0.712	0.772	---
		Es Grau	0.895	0.714	---	---
		Illa d'en Colom	---	---	---	0.784
		Illes Bledes	0.575	0.811	0.730	0.703
		S'Algar	0.780	0.626	0.669	---
	MEMC07M3	Fornells	0.763	0.725	0.837	0.805
	MEMCM02	Port de Maó	0.460	0.460	0.633	0.579
EIVISSA	EIMC01M2	Cala Tarida	0.576	0.819	0.767	0.572
		Cap Llentrisca	0.644	0.722	0.744	0.758
		Cap Mussons	0.446	0.612	0.693	---
		Cap Negret	0.575	0.810	0.531	---
		Ses Balandres	---	---	---	0.684
	EIMC02M4	Sant Antoni	0.642	0.721	0.769	0.807
	EIMC03M4	Pta. Sa Creu (Ibz)	0.761	0.601	0.647	---
		Punta des Gat	0.742	0.665	0.655	0.711
	EIMC04M4	Cala Llenya	0.673	0.787	0.731	---
		Punta de'n Valls	0.729	0.793	0.722	0.811
	EIMC05M4	Sta. Eulària	0.637	0.724	0.539	0.645
	EIMC06M4	Cala Llonga	0.633	0.639	0.747	0.835
		Pta. Andreus	0.587	0.639	0.793	0.693
	EIMC07M3	Platja den Bossa	0.703	0.665	0.776	0.823
		Talamanca	0.404	0.582	0.777	0.771
	EIMCM01	Port Eivissa	0.485	0.506	---	---
FORMENTERA	EFMC08M4	Platja de ses Salines	0.762	0.717	0.681	---
		Cala Torreta	0.692	0.879	0.742	0.888
		Els Pujols	0.624	0.849	0.856	0.877
		Illetes (For)	0.696	0.899	0.752	0.939
	FOMC09M3	Platja des Mitjorn	0.685	0.910	0.764	0.898
		Punta Rasa	0.682	0.636	0.750	0.679
	FOMC10M2	Pta. de sa Creu (For)	0.791	0.842	0.848	---
	FOMCM01	Port de La Savina	0.915	0.898	---	---

ESTAT ECOLOGIC	MOLT BO	BO	MODERAT	DEFICIENT	DOLENT

Taula 19. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts a les estacions de Menorca, Eivissa i Formentera per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 5).

Comparant els resultats obtinguts a l'estudi del 2024/25 amb els obtinguts en els estudis anteriors, podem veure que el més destacable ha estat, d'una banda, la disminució del nombre d'estacions en estat ecològic Molt Bo i l'increment del nombre d'estacions en estat ecològic Moderat. D'altra banda, veiem que les estacions en estat ecològic Bo són les que mostren més estabilitat al llarg del temps, amb un lleuger increment del nombre d'aquestes a l'estudi del 2024/25.

Estat ecològic	Nº de estacions a cada estat ecològic			
	2005	2008	2017	2024
MOLT BO	24	15	21	8
BO	29	42	42	48
MODERAT	2	6	8	16
DEFICIENT	0	0	4	4
DOLENT	0	0	1	0
TOTAL	55	63	76	76

Taula 20. Numero d'estacions a cada estat ecològic.

A la taula anterior (Taula 20) es pot veure que el nombre d'estacions ha augmentat des dels dos primers estudis realitzats, de manera que, per poder comparar els resultats, s'han mostrat en percentatge d'estacions (Taula 21).

Estat ecològic	% de estacions a cada estat ecològic			
	2005	2008	2017	2024
MOLT BO	43.6	23.8	27.6	10.5
BO	52.7	66.7	55.3	63.2
MODERAT	3.6	9.5	10.5	21.1
DEFICIENT	0	0	5.3	5.3
DOLENT	0	0	1.3	0

Taula 21.Percentatge d'estacions a cada estat ecològic

Per tal de tenir una visualització clara, s'han representat gràficament (Figura 25) les dades mostrades a la taula anterior. Al gràfic es pot veure l'evolució esmentada anteriorment respecte a l'estat ecològic de Molt Bo, Bo i Moderat.

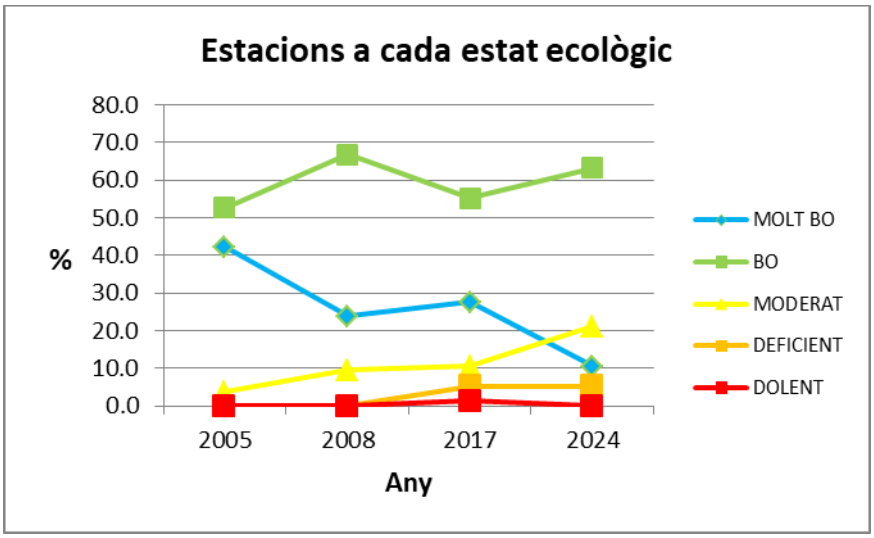


Figura 33. Evolució del percentatge d'estacions en els diferents estats ecològics.

A la taula següent es mostra amb detall quina ha estat la variació del percentatge d'estacions en cada estat ecològic, comparant els resultats obtinguts el 2024/25 amb els obtinguts en els anys anteriors.

Estat Ecológic	Variació del % de estacions a cada estat ecológic		
	2024/25 - 2017/18	2024/25 - 2007/08	2024/25 - 2005/06
MOLT BO	↓ 17.1 %	↓ 13.3 %	↓ 31.8 %
BO	↑ 7.9 %	↓ 4 %	↑ 9.4 %
MODERAT	↑ 10.5 %	↑ 11.7 %	↑ 17.3 %
DEFICIENT	0	↑ 5.3 %	↑ 5.3 %
DOLENT	↓ 1.3 %	0	0

Taula 22. Variació del percentatge d'estacions a cada estat ecològic.

Per acabar amb l'anàlisi dels resultats obtinguts mitjançant l'aplicació de l'índex POMI-5 a les estacions mostrejades, a la taula següent es relacionen les estacions que han mantingut el seu estat ecològic des del primer estudi realitzat sobre elles.

				EQR POMI 5			
Estat ecològic	**Illa**	**Massa d'aigua**	**Estació**	**2024/25**	**2017/18**	**2008/09**	**2005/06**
MOLT BO	Mallorca	MAMC05M3	Illa de Formentor	0.776	0.818	0.825	0.861
			Pollensa	0.802	0.859	0.797	0.815
		MAMC12M2	Cala Santa Maria_Cabrera	0.806	0.917	0.882	0.893
	Formentera	FOMC10M2	Pta. de sa Creu (For)	0.791	0.842	0.848	---
		FOMCM01	Port de La Savina	0.915	0.898	---	---
BO	Mallorca	MAMC01M2	Cala Figuera	0.711	0.666	0.700	0.689
		MAMC08M3	Es Calò	0.613	0.632	0.751	---
		MAMC09M3	Cala Ratjada	0.638	0.722	---	---
		MAMC10M2	Cala Mondragó	0.637	0.769	0.659	0.663
		MAMC13M2	Punta Llobera	0.641	0.689	0.748	---
		MAMCM01	Illetes (Mall)	0.627	0.622	0.771	0.764
	Menorca	MEMC04M4	Biniancolla	0.689	0.734	0.713	0.660
			Cala en Porter	0.686	0.598	0.655	---
		MEMC05M2	Arenal de Son Saura	0.760	0.678	0.755	0.744
			Cala Blanca	0.713	0.636	0.626	0.722
		MEMC06M2	Cala Morell	0.560	0.712	0.772	---
	Eivissa	EIMC01M2	Cap Llentrisca	0.644	0.722	0.744	0.758
		EIMC03M4	Punta des Gat	0.742	0.665	0.655	0.711
			Punta de Sa Creu	0.761	0.601	0.647	---
		EFMC08M4	Platja de ses Salines	0.762	0.717	0.681	---
	Formentera	FOMC09M3	Punta Rasa	0.682	0.636	0.750	0.679
MODERAT	Eivissa	EIMCM01	Port Ibiza	0.485	0.506	---	---
DEFICIENT	Mallorca	MAMCM02	Port d'Alcudia ZII	0.318	0.132	---	---

Taula 23. Estacions que no han canviat el seu estat ecològic des del primer estudi realitzat.

POMI 5: Masses d'aigua (2024/25 vs Estudis anteriors)

A la taula següent (Taula 24) es presenten els EQR obtinguts mitjançant l'aplicació de l'índex POMI-5 per a cada massa d'aigua el 2024, així com els estats ecològics (E.E.) assignats a cada estació, segons la codificació per colors establerta a l'índex POMI per Romero *et al*. (2007). També es presenten els EQR i els E.E. (per codis de colors) obtinguts en els treballs realitzats els anys 2017/18, 2008/09 i 2005/06.

Illa	Massa d'aigua	EQR POMI 5			
		2024	2017	2008/09	2005/06
MALLORCA	MAMC01M2	0.711	0.666	0.700	0.689
	MAMC02M3	0.439	0.660	0.645	0.643
	MAMC03M2	0.669	0.755	0.726	0.848
	MAMC04M2	0.495	0.584	0.650	---
	MAMC05M3	0.752	0.814	0.834	0.838
	MAMC06M2	0.616	0.679	0.782	0.744
	MAMC07M3	0.312	0.107	0.519	0.586
	MAMC08M3	0.679	0.736	0.751	0.834
	MAMC09M3	0.484	0.644	0.655	0.722
	MAMC10M2	0.518	0.601	0.620	0.669
	MAMC11M3	0.512	0.526	0.563	0.813
	MAMC12M2	0.773	0.863	0.815	0.930
	MAMC13M2	0.645	0.709	0.793	0.725
	MAMC14M3	0.492	0.638	0.660	0.567
	MAMC15M3	0.313	0.368	0.552	0.545
	MAMC16M3	0.743	0.716	0.519	0.762
	MAMCM01	0.627	0.622	0.771	0.764
	MAMCM02	0.318	0.132	---	---
MENORCA	MEMC04M4	0.627	0.569	0.670	0.716
	MEMC05M2	0.737	0.657	0.691	0.733
	MEMC06M2	0.717	0.748	0.748	0.822
	MEMC07M3	0.763	0.725	0.837	0.805
	MEMCM02	0.460	0.460	0.633	0.579
EIVISSA	EIMC01M2	0.560	0.741	0.684	0.671
	EIMC02M4	0.642	0.721	0.769	0.807
	EIMC03M4	0.752	0.633	0.651	0.711
	EIMC04M4	0.701	0.790	0.727	0.811
	EIMC05M4	0.637	0.724	0.539	0.645
	EIMC06M4	0.610	0.639	0.770	0.764
	EIMC07M3	0.553	0.624	0.777	0.797
	EIMCM01	0.485	0.506	---	---
EIVISSA y FORM.	EFMC08M4	0.694	0.836	0.758	0.901
FORMENTERA	FOMC09M3	0.683	0.773	0.757	0.789
	FOMC10M2	0.791	0.842	0.848	---
	FOMCM01	0.915	0.898	---	---

ESTAT ECOLOGIC	MOLT BO	BO	MODERAT	DEFICIENT	DOLENT

Taula 24. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts al a les masses d'aigua costaneres de les Illes Balears mitjançant l'índex POMI (POMI 5).

Comparant els resultats obtinguts a l'estudi del 2024/25 amb els obtinguts en els estudis anteriors, podem veure que el més destacable ha estat, d'una banda, la disminució del nombre de masses d'aigua en estat ecològic Molt Bo i l'increment en estat ecològic Moderat i Deficient. D'altra banda, veiem que les masses d'aigua en estat ecològic Bo són les que mostren més estabilitat al llarg del temps, amb un lleuger increment del nombre d'aquestes a l'estudi del 2024/25.

Estat ecològic	Nº de masses d'aigua a cada estat ecològic			
	2005	2008	2017	2024
MOLT BO	12	7	6	2
BO	17	22	23	22
MODERAT	1	3	4	8
DEFICIENT	0	0	2	3
DOLENT	0	0	0	0
Nº total masses	30	32	35	35

Taula 25. Masses d'aigua a cada estat ecològic.

A la taula anterior (Taula 25) es pot veure que el nombre de masses d'aigua incloses a l'estudi ha augmentat des dels dos primers estudis realitzats, de manera que, per poder comparar els resultats, s'han mostrat en percentatge de masses d'aigua (Taula 26).

Estat ecològic	% masses d'aigua a cada estat ecològic			
	2005	2008	2017	2024
MOLT BO	40.0	21.9	17.1	5.7
BO	56.7	68.8	65.7	62.9
MODERAT	3.3	9.4	11.4	22.9
DEFICIENT	0	0	5.7	8.6
DOLENT	0	0	0	0

Taula 26. Percentatge de masses d'aigua a cada estat ecològic.

Per tal de tenir una visualització clara, s'han representat gràficament (Figura 26) les dades mostrades a la taula anterior. Al gràfic es pot veure l'evolució esmentada anteriorment respecte al percentatge de masses d'aigua en estat ecològic Molt Bo, Bo, Moderat i Deficient.

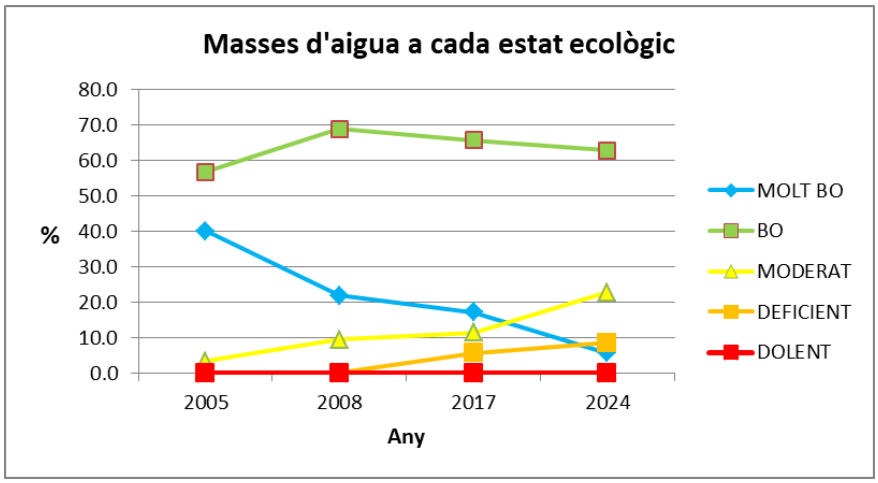


Figura 34. Evolució del percentatge de masses d'aigua a cada estat ecològic.

A la taula següent es mostra amb detall quina ha estat la variació del percentatge de masses d'aigua en cada estat ecològic, comparant els resultats obtinguts el 2024/25 amb els obtinguts en els anys anteriors.

Estat Ecológic	Variació del % de masses d'aigua a cada estat ecológic		
	2024/25 - 2017/18	2024/25 - 2007/08	2024/25 - 2005/06
MOLT BO	↓ 11.4 %	↓ 16.2 %	↓ 34.3 %
BO	↓ 2.9 %	↓ 5.9 %	↑ 6.2 %
MODERAT	↑ 11.4 %	↑ 13.5 %	↑ 19.5 %
DEFICIENT	↑ 2.9 %	↑ 8.6 %	↑ 8.6 %
DOLENT	0	0	0

Taula 27.Variació del percentatge de masses d'aigua a cada estat ecològic

Si agrupem els diferents estats ecològics definits a l'índex POMI en dues categories: "Molt Bo + Bo" i "Moderat + Deficient + Dolent" i veiem quina ha estat l'evolució d'aquestes dues categories al llarg dels estudis realitzats, observem que el percentatge de masses d'aigua incloses a la categoria "Molt Bo + Bo" ha disminuït progressivament i que les masses d'aigua incloses a la categoria "Moderat + Deficient + Dolent" han augmentat (Figura 27).

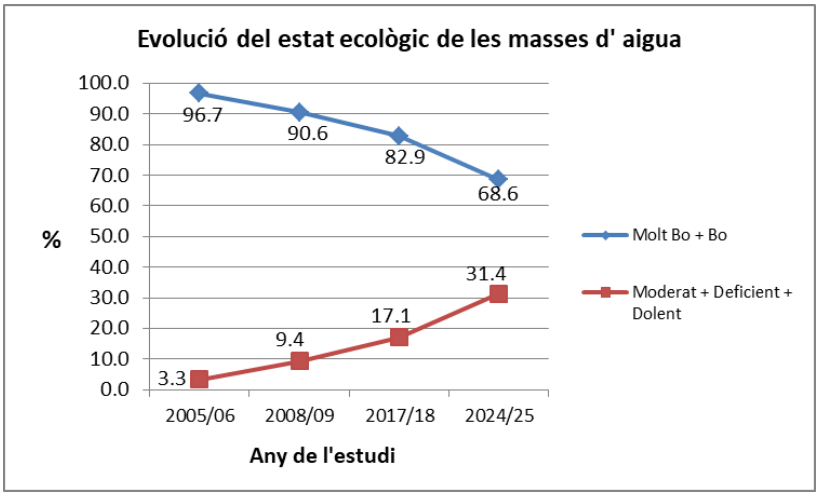


Figura 35. Evolució del estat ecològic de les masses d' aigua costaneres de les Illes Balears.

Per acabar amb l'anàlisi dels resultats obtinguts mitjançant l'aplicació de l'índex POMI-5 a les masses d'aigua mostrejades, a la taula següent es relacionen les que han mantingut el seu estat ecològic des del primer estudi realitzat sobre elles.

			EQR POMI 5			
Estat ecològic	**Illa**	**Massa d'aigua**	**2024/25**	**2017/18**	**2008/09**	**2005/06**
MOLT BO	Formentera	FOMC10M2	0.791	0.842	0.848	---
		FOMCM01	0.915	0.898	---	---
BO	Mallorca	MAMC01M2	0.711	0.666	0.700	0.689
		MAMCM01	0.627	0.622	0.771	0.764
	Menorca	MEMC04M4	0.627	0.569	0.670	0.716
		MEMC05M2	0.737	0.657	0.691	0.733
	Eivissa	EIMC01M2	0.560	0.741	0.684	0.665
		EIMC03M4	0.752	0.633	0.651	0.711
		EIMC06M4	0.610	0.639	0.770	0.764
MODERAT	Ibiza	EIMCM01	0.485	0.506	---	---
DEFICIENT	Mallorca	MAMCM02	0.318	0.132	---	---

Taula 28. Masses d'aigua que no han canviat el seu estat ecològic des del primer estudi realitzat.

DISCUSSIÓ

L'article 5 de la Directiva Marc de l'Aigua obliga als estats membres a realitzar un estudi de les repercussions de l'activitat humana sobre l'estat de les aigües superficials i subterrànies. Les especificacions tècniques per fer-ho a les aigües superficials es fixen a l'annex II apartats 1.4 i 1.5.

L'apartat 1.4 estableix l'obligació dels estats membres de recollir i conservar la informació sobre el tipus i la magnitud de les pressions antropogèniques significatives a les quals es puguin veure exposades les masses d'aigües superficials de cada demarcació hidrogràfica. L'apartat 1.5. estableix que els estats membres faran una avaluació de la susceptibilitat de l'estat de les aigües superficials de les masses d'aigua respecte a les pressions assenyalades anteriorment.

El marc conceptual per a desenvolupar aquestes tasques s'anomena DPSIR (*Driving forces-Pressure-State-Impact-Response*). El seu origen i antecedents s'esbossa a continuació.

A principis dels anys 90 del segle XX, l'Organització per a la Cooperació Econòmica i el Desenvolupament va adoptar i adaptar com a instrument de treball el model primerenc de "respostes a l'estrès", definit el 1979, convertint-lo en el Marc de Referència Pressió-Estat-Resposta (PER). Aquest simple marc, únicament estableix que les activitats humanes exerceixen pressions sobre el medi ambient, podent induir canvis a l'estat del mateix. Davant d'això, la societat respon amb les polítiques econòmiques i ambientals i amb programes oportuns per prevenir, reduir i mitigar pressions i/o danys mediambientals.

Les Nacions Unides van utilitzar el model anomenat FER aplicant-lo al disseny dels indicadors de sostenibilitat. En el marc de referència FER, el terme "pressió"

és substituït pel de força motriu (Força motriu-Estat-Resposta), incorporant les dimensions socials, econòmiques, mediambientals i institucionals.

Aquest model va ser revisat i modificat posteriorment per l'Agència Europea de Medi Ambient, donant lloc, com a darrer producte, al marc DPSIR (*Driving forces-Pressure-State-Impact-Response*). Aquests elements estan relacionats com una cadena de connexions, és a dir, les forces motrius exerceixen pressions sobre l'estat del territori, causant impactes sobre aquest, la societat pren consciència i respon a aquests canvis adoptant polítiques de diversa índole, podent afectar qualsevol part de la cadena entre les forces motrius i els impactes. Un component essencial d'aquest model són els indicadors, seleccionats per subministrar informació sobre l'estat del territori i els impactes que s'hi causen.

D'aquesta manera, es proporciona una visió integrada dels problemes en relació amb les causes que els produeixen, incloent-hi les respostes sorgides des de les administracions públiques, els sectors econòmics i la societat civil. Així, les forces motrius són principalment aquelles característiques naturals, sociodemogràfiques i econòmiques que exerceixen certes pressions generant impactes al territori.

Els impactes associats a les forces motrius es reconeixen a l'estat del territori, a través dels efectes originats a causa del canvi produït a la situació territorial, mentre que les pressions d'aquestes fan referència a la possibilitat que hi ha de canvi en el seu estat. Les respostes als impactes rebuts demostren l'esforç de la societat per resoldre els problemes identificats.

El marc conceptual descrit ofereix el següent esquema i definicions:

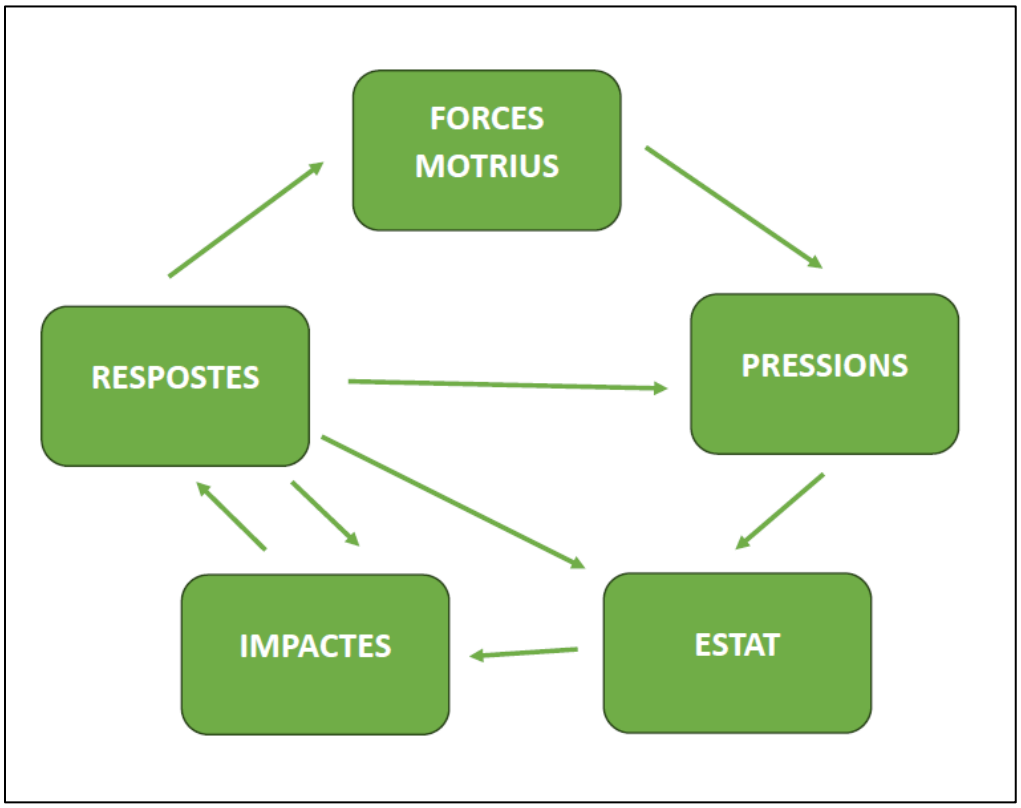


Figura 36. Esquema del marc DPSIR.

- Forces motrius: necessitats socioeconòmiques i sectors humans que impulsen les activitats (per exemple, agricultura, indústria, transport).
- Pressions: accions o càrregues directes que exerceixen aquestes activitats sobre l'entorn, com ara emissions contaminants o ús de recursos.
- Estat: condició física, química o biològica actual del medi ambient en un moment donat.
- Impactes: conseqüències dels canvis ambientals sobre la salut dels ecosistemes, els recursos i el benestar humà.
- Respostes: mesures polítiques, institucionals o socials orientades a prevenir, mitigar o corregir els problemes detectats.

En el context descrit, llavors, l'objectiu del present estudi és, o hauria de ser, determinar l'estat de les masses d'aigües costaneres de la Demarcació

Hidrogràfica Intracomunitària de les Illes Balears (DHIIB) a partir de l'element de qualitat flora aquàtica: angiospermes, utilitzant l'indicador *Posidonia oceanica multivariate index* (POMI). L'anàlisi dels resultats sobre l'estat en relació a les causes que el poden explicar és l'objectiu de l'anàlisi detallada de de pressions i impactes, que ja s'ha desenvolupat en dues ocasions a la DHIIB, i, per tant, no dels diferents monitoratges sobre els indicadors establerts.

Malgrat això, en el Plec de Prescripcions Tècniques que regeix la contractació d'aquest servei, a l'apartat 8. PRESENTACIÓ DELS RESULTATS s'inclou la següent condició: els empitjoraments dels estats respecte a dades anteriors s'hauran d'analitzar i interpretar, tot fent hipòtesis de les seves causes. Per tant, per donar resposta a aquesta condició es fa la següent anàlisi.

A partir de les dades de camp, els dos components principals determinats i l'EQR obtingut per a la massa d'aigua corresponent, resultant del mètode POMI descrit fins ara, podem diferenciar tres tendències negatives en l'estat de les masses d'aigua associades a les estacions amb pitjor indicador agregat, que tenen a veure amb la pressió humana al litoral, les escorrenties d'aigua superficial i abocaments de menor magnitud, i les zones eutrofitzades.

Les estacions sobre les que pot apreciar-se una degradació rellevant i de forma continuada són les de Cala Gamba (EQR 0,200), Son Verí (EQR 0,426) i Port d'Alcúdia Zona II (EQR 0,318). Les dues primeres tenen una pressió històrica antròpica clara, en estar influenciades per la zona costanera amb major pressió humana de Mallorca, i per l'alta concentració d'abocaments i trànsit marítim a la Badia de Palma on es troben. Per altra banda, a l'estació de Port d'Alcúdia Zona II s'assumeix la important influència de la infraestructura portuària i el nucli poblacional de Port d'Alcúdia en forma d'abocaments i trànsit marítim.

Com s'ha indicat al present document, $\delta^{15}N$ s'associa normalment a processos que generen aigües residuals, com els produïts a EDAR o degut a productes

fertilitzants agrícoles, que amb probabilitat no s'hagin diluït adequadament. Totes les estacions assenyalades presenten valors de $\delta^{15}N$ entre 7,7‰ i 10,3‰, de manera que es situen als primers llocs del llistat total d'estacions. Les característiques descrites de les tres localitzacions són el fet que confirma que l'elevada càrrega d'aquest isòtop està directament relacionada amb punts fortament afectats per la pressió antròpica al litoral en aquests indrets, en forma d'abocaments principalment i impactes del trànsit marítim.

A l'hora der definir aquestes estacions en un grup propi, a la seva caracterització s'afegeix també una concentració de $\delta^{34}S$ relativament baixa en comparació amb la resta d'estacions, situant-se en el rang entre 12,2‰ i 14,7‰. Aquest és un símptoma d'excés de matèria orgànica que provoca un consum d'oxigen al fons que afecta al sediment, generant compostos de sulfur que substitueixen el $\delta^{34}S$ natural majoritari al medi marí.

La combinació observada d'ambdós paràmetres dona a entendre que les característiques observades d'una alta necrosi foliar a la posidònia a Son Verí i Cala Gamba (70,8% i 76,4%), i a Port d'Alcúdia Zona II, també amb una concentració baixa de fòsfor als rizomes (0,031%), on amb la necrosi foliar (60,8%) es manifesta també una molt baixa densitat de feixos (270 feixos/m^2), no són per la pròpia naturalesa del fons, sinó originats pels efectes a llarg termini dels impactes descrits sobre la pradera principalment a través dels dos indicadors $\delta^{15}N$ i $\delta^{34}S$.

Precisament per a l'acotació del segon grup identificat de factors que provoquen la degradació de les condicions a les estaciones avaluades, el paràmetre $\delta^{34}S$ perd significança en presentar valors relativament adequats, pel que es centra en l'altre indicador de pressió antròpica $\delta^{15}N$ i els seus valors alts. Així, els punts inclosos resulten les estacions de Son Serra de Marina (EQR 0,253), S'Estanyol (EQR 0,266), Port d'Alcúdia (EQR 0,330) i Can Picafort (EQR 0,352) que, com

s'indica, el que els representa són de valors alts acumulats de $\delta^{15}N$, entre 8,4‰ i 10,2‰.

L'activitat humana al litoral i portuària des de Can Picafort fins el mateix Port d'Alcúdia, amb abocaments d'aigües residuals, en major mesura dels d'efluents d'EDAR i clavegueram, així com per escorrenties de xarxes pluvials i des de les zones humides presents a la zona, són les afectacions més importants que condicionen les estacions de Port d'Alcúdia i Can Picafort.

En canvi, per a les altres dues estacions anomenades no trobem evidències tan clares de l'acumulació de $\delta^{15}N$, tot i que sí que s'identifica per a l'estació de Son Serra la influència en menor magnitud de la urbanització litoral de la zona, i les aportacions del torrent de Na Borges i del torrent des Revellar, que recullen les escorrenties d'una àrea interior important d'activitat agrícola. A més, algunes depuradores poden aportar al cabal d'aquests torrents, com la EDAR de de Son Serra que aboca mitjançant un pou d'infiltració que es troba proper al torrent des Revellar, i que pot tenir repercussió cap al mar considerant la poca profunditat de l'aqüífer a la zona, o la EDAR de Manacor al torrent de Na Borges. Pel que fa a s'Estanyol, en principi és un punt de baixa intensitat de pressió antròpica directa pels nuclis de s'Estanyol i Sa Ràpita, pel que s'han de valorar les repercussions de la deriva litoral cap aquesta estació, que pugui arrossegar les escorrenties que arriben al mar des de la conca de Campos, també amb important activitat agrícola, i a banda de les aportacions puntuals del Torrent de Garonda.

El fet de presentar uns valors alts de $\delta^{15}N$, com es remarca, un indicador de la influència d'aigua modificada per un procés d'origen humà, provoca que a diferència del primer grup descrit on els impactes són severs sobre el fons marí, en aquest segon grup les masses d'aigua associades a les estacions reben efluents d'àrees urbanes de segon nivell de magnitud en quant a pressió

antròpica, però incorporen escorrenties importants d'àrees interiors, com són les que provenen de les zones humides i conques assenyalades, amb presència de poblacions i activitat agrícola.

Així, el percentatge de N a rizomes és relativament alt a s'Estanyol (3,6%), Son Serra de Marina (2,8%), Port d'Alcúdia (2,5%) i en menor nivell Can Picafort (1,8%), fets que corroboren una major càrrega de nutrients a l'aigua receptora. En aquest sentit, com s'ha vist a l'anàlisi de components principals, la concentració de fòsfor és també un factor explicatiu destacat de l'estat de la posidònia. En aquest grup d'estacions, precisament aquesta variable expressa un desequilibri entre el nitrogen que es veu en abundància i el fòsfor al rizoma que es mostra com a limitant (entre el 0,020% i el 0,027%), de manera que els efectes, doncs, lligats a les concentracions de N i $\delta^{15}N$ trobades a aquestes estacions, es tradueixen en una baixa cobertura apreciada de la posidònia entre el 50,7% i 55,%, que difícilment es pot recuperar sense reduir la càrrega d'aquests element sobre les praderies.

Per últim, entre les estacions amb estat de qualitat més baix pot definir-se un tercer conjunt que mostra diferents nivells d'eutrofització a la massa d'aigua receptora, i on es troben Talamanca (EQR 0,404), Portocolom (EQR 0,348), Cala d'Or (EQR 0,399) i Cala Gamba, que tot i incloure-la preferentment en el primer grup identificat on principalment es relaciona el seu estat pel comportament de $\delta^{15}N$ i $\delta^{34}S$, també presenta paràmetres propers a aquest darrer grup que descrivim.

L'eutrofització és un procés biològic relacionat amb un excés de nutrients, no només fruit de depuració sinó també de compostos inorgànics o altra matèria orgànica a zones closes o portuàries, a aigües amb relativament baixa renovació, principalment per aportació de nitrogen. Per tant, les raons que defineixen aquest conjunt d'estacions són comunes i s'expressen per damunt de tot a través

del paràmetre que mesura el nitrogen en epífits, destacat a l'estació de Talamanca (4,0%), seguit de Cala Gamba (1,9%), Portocolom (1,8%) i Cala d'Or (1,5%).

En segon ordre, altres paràmetres que expliquen aquest estat de les masses d'aigua és la quantitat de nitrogen i fòsfor als rizomes, que com s'ha assenyalat podem considerar com indicadors generals de la presència de nutrients sense que siguin necessàriament d'origen fecal. D'aquest mode, les 4 estacions anomenades presenten valors alts de nitrogen, sobretot a Portocolom (3,6%), Talamanca (3,1%) i Cala Gamba (3,0%), així com també de fòsfor a les estacions principalment de Talamanca (0,086%) i Portocolom (0,082%), pel que les condicions de la massa d'aigua a través d'aquests elements, afavoreixen el desenvolupament dels epífits apreciat.

La presència assenyalada de N i P s'atribueix a que la pressió antròpica sobre Talamanca i Cala Gamba és important degut a que es troben a zones d'influència portuària i de nuclis amb alta concentració de població, com son la ciutat d'Eivissa i entorn urbà per una banda, i la badia de Palma per altra, amb els punts d'abocament d'aigües depurades i escorrenties superficials que suposen. En el mateix sentit, per a Portocolom i Cala d'Or també trobem pressió dels nuclis costaners, tot i que de menor magnitud, que es veuria agreujada per l'efecte assenyalat de baixa renovació de l'aigua receptora, degut a la configuració de la costa que mostra una reduïda sortida al mar comparat amb els metres lineals de costa que suposa l'entrada del mar a terra, com són Calons Grans, Caló Petit i Cala Llonga sobre l'estació Cala d'Or i el port natural de Portocolom sobre l'estació homònima.

Finalment, després d'haver definit les tres principals causes que provoquen els valors més baixos d'EQR obtinguts a l'estudi, s'afegeixen a continuació comentaris tenint en compte la variació d'aquest índex de qualitat respecte la

darrera campanya; amb l'objectiu de identificar quines masses d'aigua són les que es troben en pitjor procés de deteriorament pels factors explicats.

En primer lloc, cal destacar el cas de Portocolom, l'estació amb la major caiguda en l'indicador EQR d'un 45,4% on, englobada al darrer grup comentat, mostra un clar procés d'eutrofització fruit de l'alta disponibilitat de nutrients com s'aprecia en les quantitats observades de nitrogen i fòsfor als rizomes, com també l'elevada densitat d'epífits derivat d'aquestes condicions.

Els problemes d'eutrofització i la manifestació a través d'algun dels seus símptomes, són els que es relacionen amb la variació negativa de l'EQR a 4 de les 5 estacions amb pitjor variació entre campanyes, sent el punt de Portocolom el pitjor, com s'ha indicat. Així, l'estació de Talamanca (EQR -30,6%) acumula un elevat percentatge de nitrogen a epífits (4,0%) i a rizoma (3,1%), que s'afegeix a una relativa baixa densitat (532 feixos/m^2). En canvi, les estacions de Cap Negret i Cala Tarida, tot i les variacions negatives importants (EQR -28,9% i EQR -29,8%), el seu EQR es manté encara en bon estat, pel que la regressió a ambdues estacions s'entén pels alts nivells de fòsfor (0,144% i 0,122%) i N a epífits (4,8% i 3,0%).

L'estació de Santa Ponça és la segona que major disminució experimenta a l'EQR amb un -33,4%, presentant característiques que combinen les pressions d'origen antròpic descrites d'una alta concentració de població a la costa i aportació d'efluents urbans, amb una situació incipient de falta de renovació de l'aigua cap a símptomes típics de l'eutrofització. Els paràmetres associats a aquests dos grups que destaquen en aquest punt, i s'entenen causa de l'empitjorament, són un $\delta^{15}N$ a rizoma (7,3‰) i fòsfor a rizoma (0,079%) alts i un $\delta^{34}S$ també a rizoma (14,3‰) baix que debiliten la praderia, i que mostra un grau relativament alt (63,4%) de necrosis a les fulles.

Per la seva banda, les estacions de Cap Enderrocat (EQR -28,3%) i Cala Gamba (EQR -23,2%) són les que més clarament sofririen un major retrocés en l'estat de qualitat degut als abocaments urbans a l'entorn de manera continuada, segons els nivells de nitrogen i sofre observats als rizomes, i concretament als isòtops indicadors que ja s'han comentat.

Així, el punt avaluat a Cala Gamba és el que més $\delta^{15}N$ presenta (10,3‰) a més d'una concentració baixa de $\delta^{34}S$ (14,7‰), seguida de l'estació de Cap Enderrocat, que igualment mostra una relativa elevada quantitat de nitrogen antropogènic (8,0‰) i baixa de $\delta^{34}S$ (15,5‰). En línia, doncs, al raonament exposat, l'alt percentatge de fulles necrosades a Cala Gamba (76,4%) apunta a un símptoma dels impactes generats, principalment, per la pressió de la massa d'aigua y substrat degut als abocaments, mentre que a l'estació de Cap Enderrocat sí que també mostra al rizoma una important quantitat de $\delta^{15}N$ i una $\delta^{34}S$, però encara manté certa resistència al necrosament comparat amb altres estacions amb aquests nivells d'elements, fet que apuntaria a que rep l'influencia indirecta, a través de corrents d'aigua i matèria orgànica, del mal estat de masses d'aigua properes i que formen part de la pressionada Badia de Palma.

L'estació de s'Estanyol és la darrera de les considerades rellevants per la diferència entre campanyes, amb una disminució del 28,3% al seu EQR. Emperò, per aquesta localització s'interpreta que la principal causa d'aquest comportament és l'indicador que relaciona el nitrogen amb el fòsfor disponibles. De fet, presenta un dels desequilibris més pronunciats, ja que pel seu alt resultat de $\delta^{15}N$ (9,6‰) i nitrogen als rizomes (3,6%), té una baixa concentració de fòsfor (0,026%) als rizomes, pel que es relaciona principalment aquesta situació amb l'impacte generat per les escorrenties provinents de la conca agrícola de Campos i la deriva litoral cap aquest punt.

L'anàlisi de la tendència temporal subratlla, llavors, una alerta crítica sobre les masses d'aigua, sobretot les que combinen una configuració geogràfica que permet episodis de baixa renovació amb increments constants de pressió urbana, ja que són les que estarien patint processos de deteriorament més accelerats, amb pèrdues de qualitat superiors al 25%.

Finalment, arrel de l'exposat al present apartat i per extrapolació a la resta de masses d'aigua a través de l'indicador POMI, es pot plantejar que qualsevol mesura que no vagi en línia de reduir la toxicitat dels sediments i excés de nutrients a l'aigua receptora, es traduirà en un risc a l'hora de mantenir la qualitat ecològica de les masses d'aigua i, conseqüentment, de conservació de la posidònia. Així, la recuperació de les estacions més crítiques apunta a la optimització de les infraestructures de sanejament i emissaris submarins, gestió de les escorrenties agrícoles i pluvials des de les conques interiors, i el control de la càrrega de nutrients i fondejos a badies i entorns portuaris.

En qualsevol cas, es vol remarcar de nou que el raonament generat sobre les causes de l'estat ecològic de les masses d'aigua marina, a partir de l'estudi amb l'índex POMI, no és el principal objectiu del present treball. El diagnòstic dels mecanismes subjacents que deterioren les masses d'aigua costaneres, i la constatació dels factors que provoquen la degradació de les praderies de posidònia, necessiten un estudi específic que complementi els aspectes de la metodologia POMI i s'incorpori al model DPSIR a l'hora d'enfortir l'assenyalat diagnòstic, en benefici de l'efectivitat de les accions corresponents, tant correctores com mitigadores.

POMI 11 vs POMI 5. QUIN ÍNDEX CAL TENIR EN COMPTE?

En el primer estudi realitzat per avaluar les masses d'aigua costaneres de les Illes Balears utilitzant l'element biològic de qualitat *Posidonia oceanica* mitjançant l'aplicació de l'índex POMI proposat per Romero et al. (2007), dut a terme els anys 2005/06 i la memòria del qual es va publicar el 2007, es van quantificar totes les variables incloses en el mètode POMI. No obstant això, es va decidir utilitzar únicament 5 variables (POMI-5) de les 14 que s'inclouen en el mètode. Els motius pels quals es van excloure la resta de variables van quedar justificats a la memòria d'aquest estudi (vegeu la pàgina 58 de la memòria de 2007) i es resumeixen a la taula següent.

Variable quantificada	Inclosa en el mètode POMI (Romero et al.)	Inclosa per a l'obtenció del EQR en el primer estudi (2005/06) POMI-5	Inclosa per a l'obtenció del EQR amb el POMI-11	Motiu pel qual s'exclou la variable en l'obtenció de l'EQR mitjançant el mètode POMI (estudi 2005/06)
Cobertura	SI	SI	SI	-----
N en rizomes	SI	SI	SI	
P en rizomes	SI	SI	SI	
δ^{15}N en rizomes	SI	SI	SI	
δ^{34}S en rizomes	SI	SI	SI	
Densitat	SI	NO	SI	No contibueix a explicar la variança al eix 1 de l' ACP
Superfície Foliar	SI	NO	SI	Elevada variabilitat estacional (data del mostreig)
% Fulles necrosades	SI	NO	SI	
Metall zinc (Zn)	SI	NO	NO	En incloure aquestes variables, les puntuacions a l'eix 1 de les estacions de referència òptima i pèssima eren inferiors a les d'algunes estacions mostrejades, fet que impedia realitzar la classificació
Metall coure (Cu)	SI	NO	NO	
Metall plom (Pb)	SI	NO	NO	
N en epífits	SI	NO	SI	
Carbohidrats en rizomes	SI	NO	SI	
Rizomes plagiòtrops (%)	SI	NO	SI	No explicat a la memòria
N en fulles	NO	NO	NO	No és una variable inclosa al mètode POMI
P en fulles	NO	NO	NO	
δ^{15}N en fulles	NO	NO	NO	
δ^{34}S en fulles	NO	NO	NO	

Taula 29. Variables incloses en el mètode POMI publicat per Romero et al. i variables amb les quals s'ha calculat el POMI-5.

En el segon estudi, realitzat els anys 2008/09 i publicat el 2011, amb la finalitat de poder comparar els resultats amb els obtinguts en el treball anterior, el càlcul dels EQR mitjançant el mètode POMI es va dur a terme amb les mateixes 5 variables que es van utilitzar en l'estudi del 2005/06.

El tercer estudi es va dur a terme durant els anys 2017/18. En aquest període, a més de l'obtenció dels EQR mitjançant el POMI-5 (utilitzant les mateixes variables que en els estudis anteriors), també es va realitzar, per primera vegada, l'avaluació de les masses d'aigua costaneres de les Illes Balears utilitzant 11 variables (POMI-11) de les 14 que recull el mètode POMI. En el POMI-11 aplicat es van excloure els metalls (zinc, coure i plom).

En el treball realitzat els anys 2024/25, seguint el que estableix el plec de prescripcions tècniques del contracte relatiu al present estudi, l'avaluació de l'estat ecològic de les masses d'aigua s'ha dut a terme mitjançant el POMI-5 i el POMI-11, utilitzant en ambdós índexs les mateixes variables que en anys anteriors. Així doncs, en el present estudi es planteja el dilema de quin índex utilitzar per comparar els resultats amb els obtinguts en els treballs anteriors, sobretot tenint en compte que els EQR resultants de l'aplicació del POMI-5 i del POMI-11 per a una mateixa estació i, per tant, l'estat ecològic que se li assigna, són diferents, tal com es pot observar a les taules següents.

Illa	Massa d'aigua	Estació	2017		2024	
			EQR POMI-5	EQR POMI-11	EQR POMI-5	EQR POMI-11
MALLORCA	MAMC01M2	Cala Figuera	0.666	0.669	0.711	0.912
		Cala Marmassen	0.745	0.670	0.641	0.569
		Dragonera	0.684	0.646	0.729	0.751
		El Toro	0.861	0.827	0.694	0.693
		Punta Galinda	0.777	0.661	0.564	0.701
	MAMC02M3	Santa Ponsa	0.660	0.649	0.439	0.602
	MAMC03M2	Cala Deià	0.758	0.559	0.620	0.718
		Cala Tuent	0.860	0.721	0.669	0.722
		Cap Formentor	0.646	0.604	0.717	0.871
	MAMC04M2	Port de Sóller	0.584	0.505	0.495	0.787
	MAMC05M3	Cap Pinar	0.764	0.750	0.680	0.852
		Illa de Formentor	0.818	0.599	0.776	0.925
		Pollensa	0.859	0.769	0.802	1.045
	MAMC06M2	Cap Menorca	0.679	0.655	0.616	0.751
	MAMC07M3	Can Picafort	0.050	0.180	0.352	0.475
		Port d'Alcudia	0.120	0.110	0.330	0.578
		Son Serra de Marina	0.152	0.148	0.253	0.461
	MAMC08M3	Cala Matzoc	0.839	0.673	0.746	0.678
		Es Calò	0.632	0.552	0.613	0.726
	MAMC09M3	Cala Millor	0.639	0.516	0.512	0.560
		Cala Ratjada	0.722	0.621	0.638	0.715
		Porto Colom	0.636	0.517	0.348	0.423
		Porto Cristo	0.580	0.528	0.438	0.413
	MAMC10M2	Cala D'or	0.433	0.439	0.399	0.591
		Cala Mondragó	0.769	0.765	0.637	0.653
	MAMC11M3	Colonia Sant Jordi	0.405	0.408	0.601	0.813
		Es Caragol	0.803	0.767	0.670	0.726
		S'Estanyol	0.370	0.355	0.266	0.380
	MAMC12M2	Cala Santa Maria_Cabrera	0.917	0.740	0.806	0.963
		Es Castell_Cabrera	0.870	0.739	0.792	1.116
		S'Olla_Cabrera	0.803	0.699	0.722	0.782
	MAMC13M2	Cap Blanc	0.728	0.657	0.648	0.650
		Punta Llobera	0.689	0.646	0.641	0.644
	MAMC14M3	Cap Enderrocat	0.698	0.653	0.500	0.532
		Hotel Delta	0.579	0.646	0.483	0.649
	MAMC15M3	Cala Gamba	0.260	0.371	0.200	0.401
		Son Verí	0.476	0.505	0.426	0.626
	MAMC16M3	Magalluf	0.716	0.640	0.743	0.827
	MAMCM01	Illetes (Mall)	0.622	0.563	0.627	0.846
	MAMCM02	Port d'Alcudia ZII	0.132	0.103	0.318	0.739

ESTAT ECOLOGIC	MOLT BO	BO	MODERAT	DEFICIENT	DOLENT

Taula 30. EQR obtinguts a les estacions de Mallorca amb el POMI-5 i el POMI-11 els anys 2017 i 2024.

Illa	Massa d'aigua	Estació	2017		2024	
			EQR POMI-5	EQR POMI-11	EQR POMI-5	EQR POMI-11
MENORCA	MEMC04M4	Biniancolla	0.734	0.787	0.689	0.357
		Cala en Porter	0.598	0.580	0.686	0.284
		Cala Galdana	0.430	0.556	0.610	0.490
		Cap de Ses Penyes	0.513	0.517	0.523	0.548
	MEMC05M2	Arenal de Son Saura	0.678	0.624	0.760	0.391
		Cala Blanca	0.636	0.526	0.713	0.389
	MEMC06M2	Arenal de s'Olla	0.748	0.642	0.717	0.501
		Cala Morell	0.712	0.622	0.560	0.253
		Es Grau	0.714	0.763	0.895	0.364
		Illes Bledes	0.811	0.691	0.575	0.313
		S'Algar	0.626	0.727	0.780	0.385
	MEMC07M3	Fornells	0.725	0.655	0.763	0.538
	MEMCM02	Port de Maó	0.460	0.593	0.460	0.271
EIVISSA	EIMC01M2	Cala Tarida	0.819	0.732	0.576	0.284
		Cap Llentrisca	0.722	0.599	0.644	0.500
		Cap Mussons	0.612	0.627	0.446	0.174
		Cap Negret	0.810	0.768	0.575	0.246
	EIMC02M4	Sant Antoni	0.721	0.788	0.642	0.576
	EIMC03M4	Pta. Sa Creu (Ibz)	0.601	0.632	0.761	0.569
		Punta des Gat	0.665	0.654	0.742	0.488
	EIMC04M4	Cala Llenya	0.787	0.830	0.673	0.561
		Punta de'n Valls	0.793	0.765	0.729	0.399
	EIMC05M4	Sta. Eulària	0.724	0.612	0.637	0.339
	EIMC06M4	Cala Llonga	0.639	0.695	0.633	0.491
		Pta. Andreus	0.639	0.728	0.587	0.414
	EIMC07M3	Platja den Bossa	0.665	0.755	0.703	0.253
		Talamanca	0.582	0.649	0.404	0.176
	EIMCM01	Port Eivissa	0.506	0.535	0.485	0.338
FORMENTERA	EFMC08M4	Platja de ses Salines	0.717	0.623	0.762	0.561
		Cala Torreta	0.879	0.740	0.692	0.579
		Els Pujols	0.849	0.760	0.624	0.439
		Illetes (For)	0.899	0.810	0.696	0.427
	FOMC09M3	Platja des Mitjorn	0.910	0.712	0.685	0.535
		Punta Rasa	0.636	0.703	0.682	0.447
	FOMC10M2	Pta. de sa Creu (For)	0.842	0.904	0.791	0.464
	FOMCM01	Port de La Savina	0.898	0.762	0.915	0.549

ESTAT ECOLOGIC	MOLT BO	BO	MODERAT	DEFICIENT	DOLENT

Taula 31. EQR obtinguts a les estacions de Mallorca amb el POMI-5 i el POMI-11 els anys 2017 i 2024.

Per afrontar aquest dilema, cal tenir en compte diversos aspectes: la quantitat de dades de què es disposa i la qualitat o robustesa de les dades.

D'una banda, del POMI-5 es disposa d'un registre històric que no existeix per al POMI-11. Per tant, tenir en compte el POMI-5 permet observar l'evolució dels resultats obtinguts a les estacions i a les masses d'aigua des del primer estudi realitzat, fa

gairebé 20 anys, cosa que no és possible amb les dades del POMI-11. D'altra banda, tenint en compte el que s'ha comentat anteriorment pel que fa a l'exclusió de variables en el primer estudi a causa de la variabilitat estacional, i que els mostrejos de moltes estacions s'han dut a terme en dates molt diferents dins de l'any en què es van realitzar els diferents estudis (vegeu l'Annex 7), es considera més adient tenir en compte els resultats obtinguts amb el POMI-5.

Respecte a l'exclusió de variables a causa de la variabilitat estacional, pròpia de la fenologia de la *Posidonia oceanica* (és ben sabut que les fulles de la *P. oceanica* són més llargues a l'estiu que a l'hivern i, per tant, la seva superfície foliar és major a l'estiu que a l'hivern), cal dir que la literatura científica recull l'existència d'una variabilitat estacional en pràcticament totes les variables incloses en el mètode POMI. Això també s'ha observat en el present estudi i es mostra en els resultats de cada una de les variables estudiades, a excepció de la cobertura, la densitat i els rizomes plagiotrops (àpexs), ja que aquests descriptors no presenten variabilitat intraanual.

Donada aquesta situació, s'hauria de considerar realitzar una revisió de tots els treballs fets (2005/06, 2007/08, 2017/18 i 2024/25) en la qual s'analitzi la possible variabilitat estacional dels descriptors inclosos en el POMI-5 i com aquesta variabilitat pot haver afectat (o no) els EQRs (*Ecological Quality Ratios*) obtinguts per a cada estació. És a dir, si la variabilitat en la qualitat ecològica obtinguda per a una mateixa estació en diferents estudis pot estar influenciada per la data en què s'han dut a terme els mostrejos.

A més, amb vista a futurs treballs i per evitar la possibilitat que la variabilitat estacional sigui el component que afecti els resultats en una mateixa estació en diferents anys, s'haurien de realitzar els mostrejos sempre en la mateixa estació de l'any (hivern, primavera, estiu o tardor) o, en el pitjor dels casos, en primavera i estiu; o en tardor i hivern. Així mateix, en cas de realitzar-se a la tardor-hivern, i per tal d'evitar una

variabilitat estacional en el contingut dels elements químics de les fulles, els mostrejos s'haurien de fer després d'haver-se produït l'enfolliada (caiguda de les fulles).

CANVIS EN LA DENOMINACIÓ I LA LOCALITZACIÓ DE LES ESTACIONS DES DEL PRIMER ESTUDI REALITZAT (2005/06)

Un altre dels motius pels quals es recomana considerar dur a terme una revisió de tots els treballs realitzats fins ara és, segons les coordenades geogràfiques publicades a les respectives memòries dels estudis realitzats, el canvi d'ubicació dels punts de mostreig detectat per a una mateixa estació en diferents estudis, tal com s'ha comentat a les pàgines 23 i 24 del present estudi. Aquesta situació ha comportat, en alguns casos, la realització de l'anàlisi de l'evolució de l'estat d'una praderia (estació) incloent-hi els EQR obtinguts en praderies diferents en els diversos estudis realitzats. Tanmateix, atès que els canvis de localització de les estacions s'han realitzat dins de la mateixa massa d'aigua, la valoració de les masses d'aigua no s'ha vist afectada.

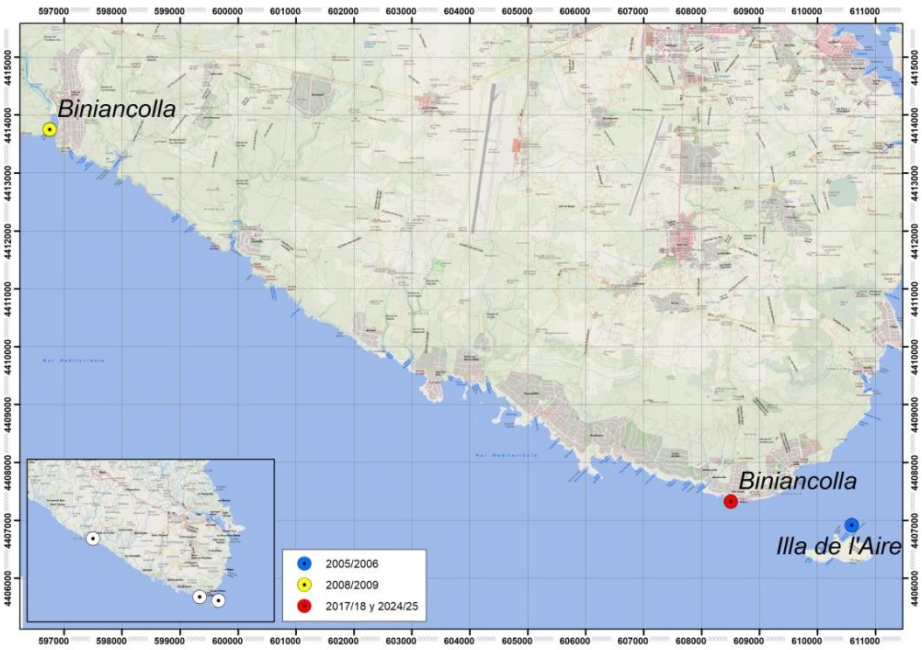
En aquest aspecte, a continuació es descriuen alguns casos que s'han detectat en revisar les memòries dels estudis anteriors al present treball:

Estacions **Illa de l'Aire** i **Biniancolla** (Menorca, massa d'aigua MEMC04M4)

En l'estudi de 2005/06 es va incloure l'estació Illa de l'Aire, situada prop de la Illa de l'Aire (Menorca). En l'estudi de 2008/09 aquesta estació va ser eliminada i se'n va incloure l'estació denominada Biniancolla que, tot i ser Biniancolla una localitat propera a la Illa de l'Aire, les coordenades geogràfiques mostrades a la memòria situen aquesta estació a Cala en Porter, a 14 km de Biniancolla, fet que es considera un error tipogràfic en la redacció de la memòria de 2008/09, tal com ja s'ha comentat anteriorment (veure Imatge 4). Si fos així, no es disposa de les coordenades de mostreig d'aquesta estació en l'estudi de 2008/09. Els EQR obtinguts els anys 2005/06

per a l'estació Illa de l'Aire i els de 2008/09 per a Biniancolla no es van comparar entre si a la memòria de 2008/09, considerant l'estació de Biniancolla com una estació nova. Posteriorment, en el treball de 2017/18, l'estació va canviar d'ubicació (segons les coordenades publicades a la memòria), situant-se prop de la localitat homònima i a una distància de 2 km de l'estació Illa de l'Aire (2005/06). Tanmateix, a la memòria de 2017/18 sí que es van comparar els EQR obtinguts a les estacions Illa de l'Aire (2005/06) i Biniancolla (2008/09 i 2017/18), considerant així les dues estacions com una sola estació.

En el present estudi, igual que es va fer en l'estudi del 2008/09, no s'ha tingut en compte l'EQR de l'estació Illa de l'Aire obtingut en l'estudi de 2005/06 per avaluar l'evolució de l'estació de Biniancolla, ja que s'entén que són dues estacions diferents.



Imatge 4. Localització de les estacions Illa del Aire (2005/06), Biniancolla (2008/09) i Biniancolla (2017/18 i 2024/25) a la costa sud-est de Menorca.

Estacions **Cales Coves** i **Cap de Ses Penyes** (Menorca, massa d'aigua MEMC04M4)

En l'estudi de 2005/06 es va incloure l'estació Cales Coves, ubicada a la cala homònima. En l'estudi de 2008/09 aquesta estació va ser eliminada i se'n va incloure l'estació denominada Cap de Ses Penyes, situada davant del cap de Ses Penyes i a 6 km de distància de Cales Coves, sent, per tant, dues estacions diferents dins de la mateixa massa d'aigua (veure Imatge 5). Així doncs, els EQRs obtinguts els anys 2005/06 per a l'estació de Cales Coves i el de 2008/09 per a Cap de Ses Penyes no es van comparar entre si a la memòria de 2008/09, considerant l'estació de Cap de Ses Penyes com una estació nova.

Posteriorment, a la memòria de l'estudi dut a terme en el període 2017/18 sí que es van comparar els EQR obtinguts a les estacions Cales Coves (2005/06) i Cap de Ses Penyes (2008/09 i 2017/18), considerant així les dues estacions com una sola estació.

En el present estudi, igual que es va fer en l'estudi del 2008/09, no s'ha tingut en compte l'EQR de l'estació Cales Coves obtingut en l'estudi de 2005/06 per avaluar l'evolució de l'estació de Cap de Ses Penyes, ja que s'entén que són dues estacions diferents.



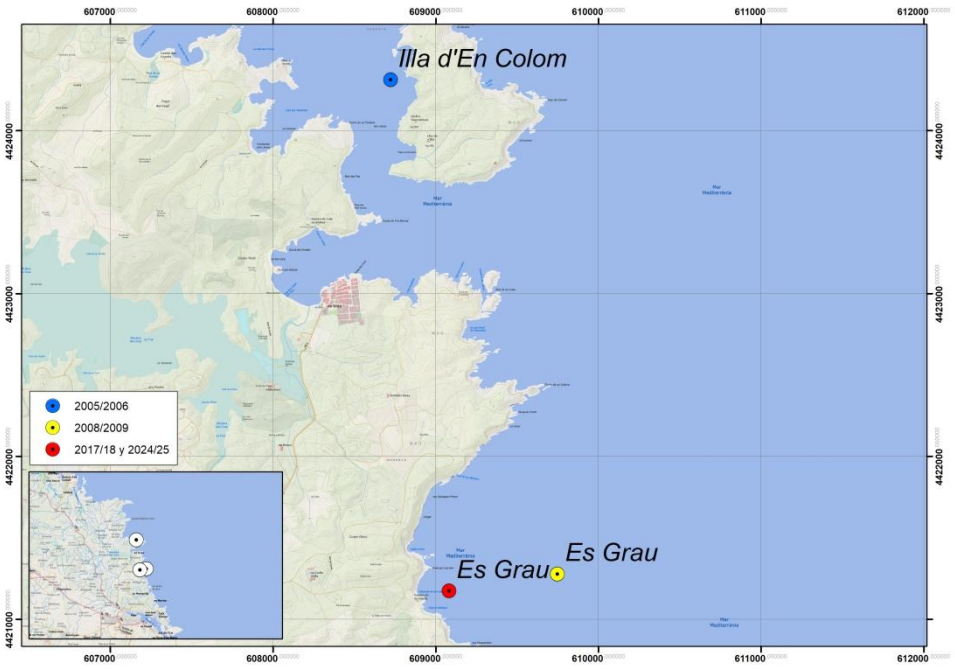
Imatge 5. Localització de les estacions Cales Coves (2005/06) i Cap de Ses Penyes (2008/09, 2017/18 i 2024/25) a la costa sud de Menorca

Estacions **Illa d'en Colom** i **Es Grau** (Menorca, massa d'aigua MEMC06M2)

En l'estudi de 2005/06 es va incloure l'estació Illa d'en Colom, ubicada a la costa de la illa homònima. En l'estudi de 2008/09 aquesta estació va ser eliminada i se'n va incloure l'estació denominada Es Grau, situada a la Caleta de Binillautí i a 4 km al sud de estació Illa d'en Colom, sent, per tant, dues estacions diferents dins de la mateixa massa d'aigua (veure Imatge 6). Emperò, en l'estudi de 2008/09, l'estació Es Grau no va poder ser avaluada mitjançant el POMI-5 a causa de la manca de dades en algunes de les variables (vegeu la taula 4 de la memòria de 2011).

Posteriorment, a la memòria de l'estudi dut a terme en el període 2017/18 sí que es van comparar els EQR obtinguts a les estacions Illa d'en Colom (2005/06) i Es Grau (2008/09 i 2017/18), considerant així les dues estacions com una sola estació.

En el present estudi, no s'ha tingut en compte l'EQR de l'estació Illa d'en Colom obtingut en l'estudi de 2005/06 per avaluar l'evolució de l'estació de Es Grau, ja que s'entén que són dues estacions diferents.

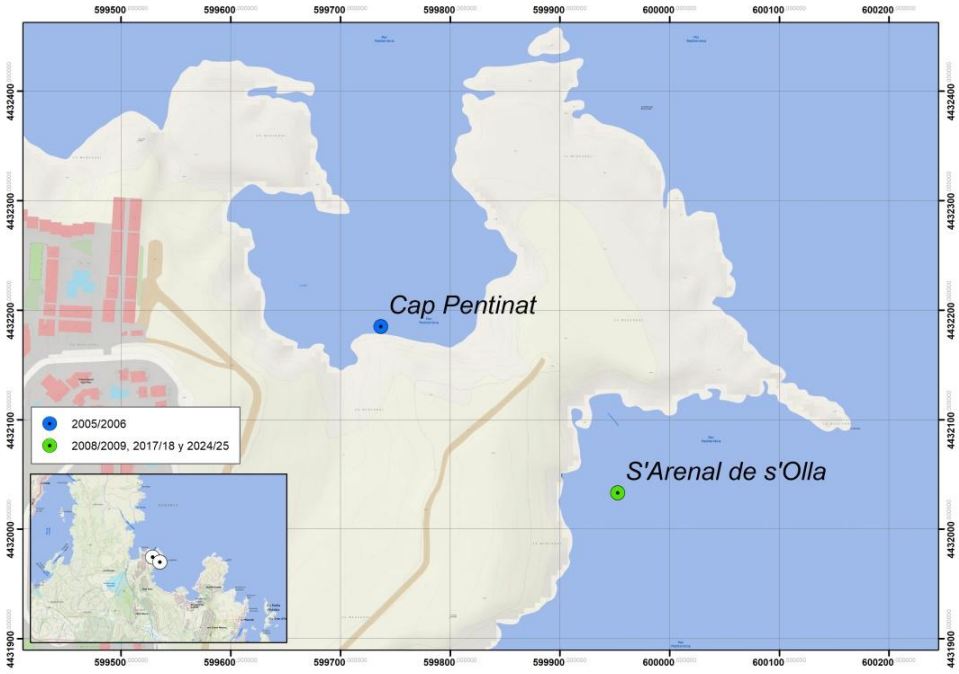


Imatge 6. Localització de les estacions Illa d'en Colom (2005/06) i Es Grau (2008/09, 2017/18 i 2024/25) a la costa sud de Menorca.

Estacions **Cap Pentinat** i **S'Arenal de s'Olla** (Menorca, massa d'aigua MEMC06M2)

En l'estudi de 2005/06 es va incloure l'estació denominada Cap Pentinat, ubicada a la badia de Ses Olles (Mercadal, Menorca). En l'estudi de 2008/09 aquesta estació va ser eliminada i se'n va incloure l'estació denominada S'Arenal de s'Olla, situada a poc més d'1 km de distància de l'estació Cap Pentinat, sent així dues estacions diferents dins de la mateixa massa d'aigua (veure Imatge 7). Tanmateix, en els estudis realitzats els anys 2008/09 i 2017/18, aquestes dues estacions van ser considerades com una mateixa estació, de manera que l'EQR obtingut a l'estació de Cap Pentinat (en 2005/06) va ser comparat amb els obtinguts a l'estació de S'Arenal de s'Olla (en 2008/09 i 2017/18)

per determinar l'evolució d'aquesta darrera estació. Sent així, en el present estudi s'ha seguit el mateix criteri que en els estudis de 2008/09 i 2017/18.

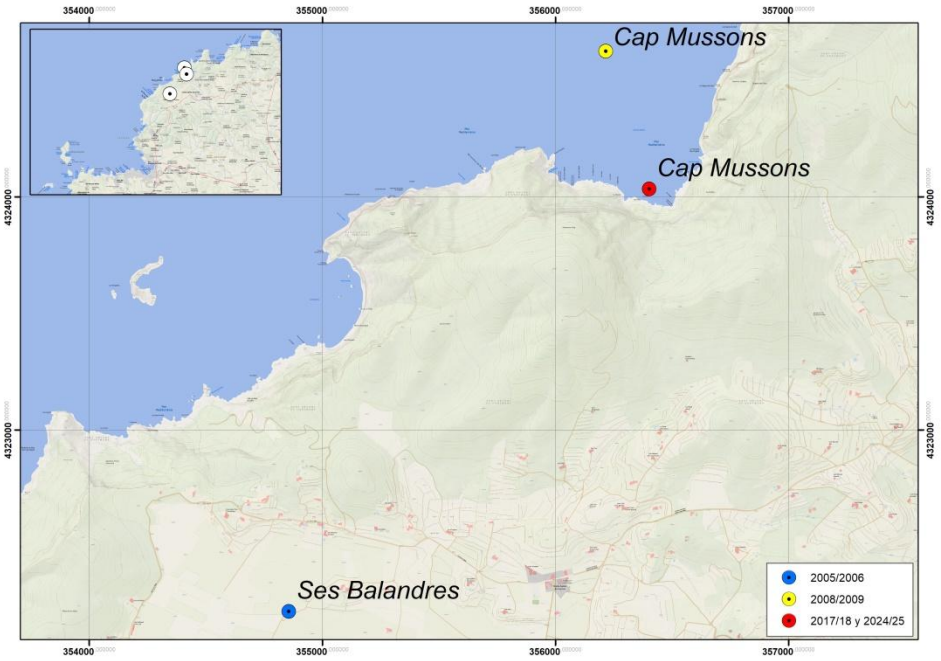


Imatge 7. Localització de les estacions Cap Pentinat (2005/06) i S'Arenal de s'Olla (2008/09, 2017/18 i 2024/25) a la costa sud de Menorca.

Estacions **Ses Balandres** i **Cap Mussons** (Eivissa, massa d'aigua EIMC01M2)

L'estació Ses Balandres es va incloure en l'estudi de 2005/06. En l'estudi dels anys 2008/09, l'estació de Ses Balandres es va eliminar i es va incloure l'estació denominada Cap Mussons, localitzada a la cala d'en Sardina (a 4 km al sud-oest del Cap Mussons, seguint la línia de costa). Aquesta nova estació es van mantenir en els estudis de 2017/18 i 2024/25, tot i que la seva localització va ser corregida el 2017 en base a la profunditat a la qual s'havia de mostrejar la praderia de *P. oceanica*. Tanmateix, l'EQR obtingut en el estudi de 2005/06 a l'estació Ses Balandres no es va tenir en compte en els estudis de 2008/09 i 2017/18 per analitzar l'evolució de l'estació Cap Mussons.

Probablement, això ha estat així perquè les coordenades de l'estació Ses Balandres mostrades a la memòria de 2005/06 (publicada al 2007) són errònies, situant l'estació a més d'1 km de Ses Balandres però terra endins, de manera que no s'ha pogut disposar de la localització correcta d'aquesta estació.



Imatge 8. Localització de les estacions Ses Balandres (2005/06) i Cap Mussons (2008/09, 2017/18 i 2024/25) a la costa nord de Eivissa.

Estacions **S'Estany den Mas** i **Porto Cristo** (Mallorca, massa d'aigua MAMC09M3)

En l'estudi de 2005/06 es va incloure l'estació S'Estany den Mas. S'Estany den Mas és una cala situada a 3,2 km al sud de Porto Cristo. Això no obstant, les coordenades geogràfiques publicades a la memòria de 2007 per a aquesta estació la situen davant de la costa d'Andratx, de manera que s'entén que es tracta d'un error tipogràfic comès en la redacció de la memòria de 2007, per la qual cosa no s'ha pogut disposar de la localització correcta d'aquesta estació. En l'estudi de 2008/09 aquesta estació va ser

eliminada i se'n va incloure l'estació denominada Porto Cristo, situada a Porto Cristo (Imatge 9); estació que s'ha mantingut fins al present estudi.

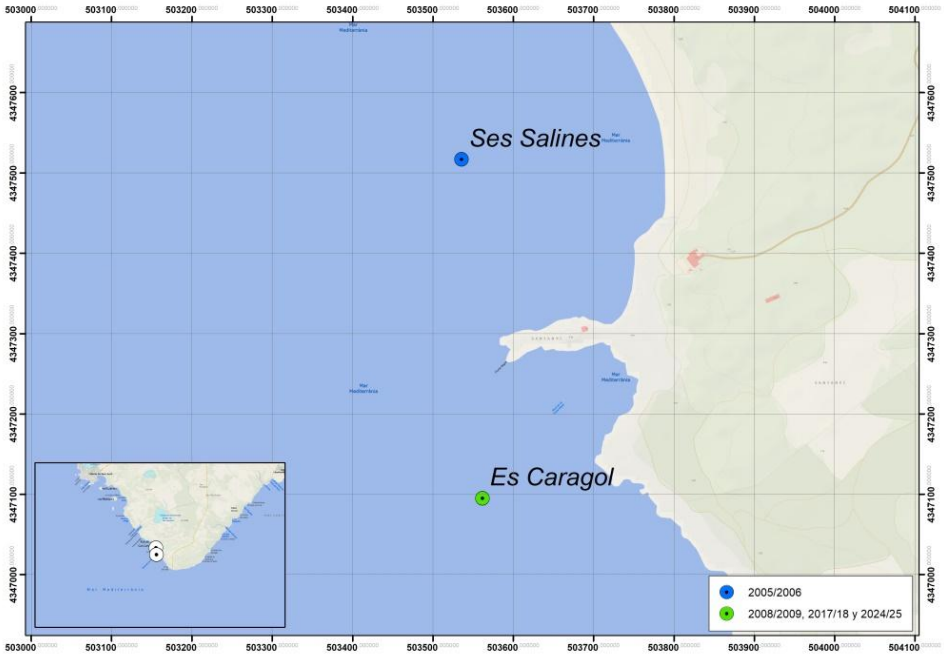
Els EQRs obtinguts en l'estudi de 2005/06 per a l'estació de S'Estany den Mas i el de 2008/09 per a l'estació de Porto Cristo no es van comparar entre si a la memòria de 2008/09, considerant l'estació de Porto Cristo com una estació nova. Posteriorment, a la memòria de l'estudi dut a terme en el període 2017/18 sí que es van comparar els EQR obtinguts a les estacions S'Estany den Mas (2005/06) i Porto Cristo (2008/09 i 2017/18), considerant així les dues estacions com una sola estació. En el present estudi, igual que es va fer en l'estudi del 2008/09, no s'ha tingut en compte l'EQR de l'estació S'Estany den Mas per avaluar l'evolució de l'estació de Porto Cristo, ja que s'entén que són dues estacions diferents.



Imatge 9. Localització de les estacions S'Estany den Mas (2005/06, coordenades errònies) i Porto Cristo (2008/09, 2017/18 i 2024/25).

Estacions **Ses Salines** i **Es Caragol** (Mallorca, massa d'aigua MAMC11M3)

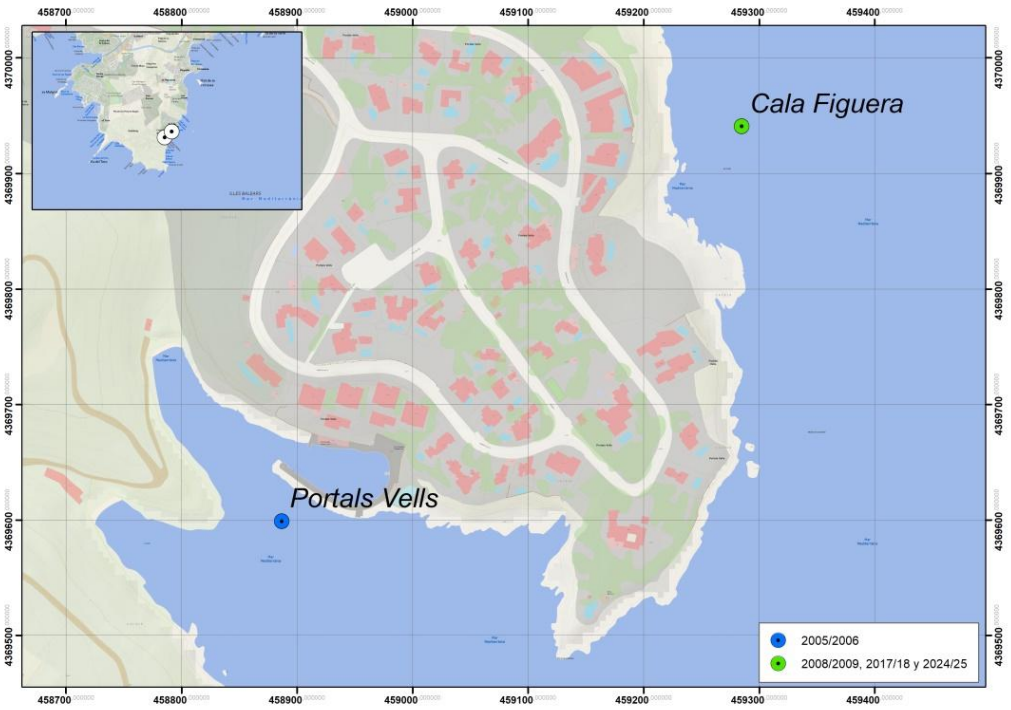
L'estació denominada Ses Salines es va incloure en l'estudi de 2005/06. En l'estudi dels anys 2008/09, aquesta estació es va eliminar i es va incloure l'estació denominada Es Caragol, localitzada aproximadament a 500 metres de la estació de Ses Salines; sent, per tant, dues estacions diferents dins d'una mateixa praderia de *P. oceanica* (Imatge 10). En l'estudi de 2008/09, l'estació d'Es Caragol no va poder ser avaluada mitjançant el POMI-5 a causa de la manca de dades en algunes de les variables (vegeu la taula 4 de la memòria de 2011). De tota manera, a la memòria de l'estudi realitzat els anys 2017/18 es va publicar l'EQR obtingut el 2008/09 per a aquesta estació. S'entén, per tant, que aquesta dada es va publicar per error. En el present estudi es corregeix aquest error i únicament s'ha tingut en consideració l'EQR obtingut a Es Caragol l'estudi de 2017/18.



Imatge 10. Localització de les estacions Ses Salines (2005/06) i Es Caragol (2008/09, 2017/18 i 2024/25) a la costa sud de Mallorca.

Estacions **Portals Vells** i **Cala Figuera** (Mallorca, massa d'aigua MAMC01M2)

En l'estudi de 2005/06 es va incloure l'estació denominada Portals Vells, localitzada a la cala amb el mateix nom. En l'estudi dels anys 2008/09, aquesta estació es va eliminar i es va incloure l'estació denominada Cala Figuera, localitzada a la denominada Cala Aixada i aproximadament a 800 metres de la estació de Portals Vells; sent, per tant, dues estacions diferents (Imatge 11). Malgrat això, en els estudis realitzats els anys 2008/09 i 2017/18, ambdues estacions es van considerar com una mateixa estació, tenint en compte l'EQR obtingut a l'estació de Portals Vells (2005/06) per valorar l'evolució de l'estat ecològic de l'estació de Cala Figuera. Per tant, en el present estudi s'ha seguit el mateix criteri.



Imatge 11. Localització de les estacions Portals Vells (2005/06) i Cala Figuera (2008/09, 2017/18 i 2024/25) a la costa sud de Mallorca.

BIBLIOGRAFÍA

Alcoverro, T. M. (2001). Annual metabolic carbon balance of the seagrass Posidonia oceanica: the importance of carbohydrate reserves. *Marine Ecology Progress Series, 211*, 105-116.

Alcoverro, T. R. (1997). Spatial and temporal variations in nutrient limitation of seagrass Posidonia oceanica growth in the NW Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series, 146*, 155-161.

Castejon-Silvo, I. T. (2012). Patterns of spatial variation of nutrient content, epiphyte load and shoot size of Posidonia oceanica seagrass meadows (Mediterranean Sea). *Marine ecology, 33*, 165-175.

Dalla Via J, S. C. (1998). Light gradients and meadow structure in Posidonia oceanica: ecomorphological and functional correlates. *Maerine Ecology Progress Series, 163*, 267-278.

Diaz, E. &. (2009). 1120 Posidonion Oceanicae. Praderas de Posidonia Oceánica. A *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. .

Duarte, C. M. (1990). Seagrass nutrient content. *Marine Ecology Progress Series, 67*, 201-207.

Fourqueran, J. M. (2006). Spatial and temporal variation in the elemental and stable isotopic content fo the seagrasses Posidonia oceanica and Cymodocea nodosa from the Illes Balears, Spain. *Marine Biology, 151*, 219-232.

Fourqueran, J. M. (2007). Spatial and temporal variation in the elemental and stable isotopic content fo the seagrasses Posidonia oceanica and Cymodocea nodosa from the Illes Balears, Spain. *Marine Biology, 151*, 219-232.

Hernandez, I. e. (2011). *Técnicas para la estimación de variables de interés en el análisis del estado ecológico de las praderas de angiospermas marinas.* Universidad de Cádiz, Ecología. Cádiz: Universidad de Cádiz.

Javier Romero, B. M.-C. (2007). A Multivariate index based on the seagrass Posidonia oceanica (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD). *Marine Polution Bulletin*, 196-204.

Marwa, I. C. (2023). Seasonal variation in cell wall composition and carbohydrate metabolism in the seagrass Posidonia oceanica growing at diferent depths. *Plants, 12(17)*, 3155.

Peirano, A. N. (2001). Seasonal grazing and food preference of herbivores in a Posidonia oceanica meadow. *65(4)*, 367-374.

Pergent G., P. M.-F. (1995). Utilisasion de l' herbier a Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: État des connaissances. *Mésogée, 54*, 3-27.

Pirc, H. &. (1988). Seasonal Changes in Nitrogen, Free Amino Acids and C/N Ratio in Mediterranean Seagrasses. *Marine Ecology, 9(2)*, 167-179.

R. Garcia, M. S.-C. (2012). Warming enhances sulphide stress of Mediterranean seagrass (Posidonia oceanica). *Estuarine, Coastal, and Shelf Science, 113*, 240-247.

ANNEX 1. TAULA DE DADES FENOLÒGIQUES D' ESTACIONS (Mitjanes)

	MITJANES					
Estació	Densitat Total (feixos/m²)	Cobertura (%)	Àpexs (%)	Desenterrament dels rizomes (cm)	Sup. Foliar (cm²/feix)	% Fulles Necrosades
Arenal de s'Olla	856.8	67.2	0.5	4.1	50.6	36.5
Arenal de Son Saura	790.8	69.8	0.7	5.2	80.8	29.5
Biniancolla	1046.0	65.8	1.5	3.3	51.4	35.5
S'Olla_Cabrera	712.0	88.0	1.1	6.3	165.8	86.8
Es Castell_Cabrera	443.2	87.7	7.9	9.6	121.5	55.4
Cala Sta. Maria_Cabrera	679.2	76.3	4.8	8.0	152.5	60.4
Cala Blanca	667.6	87.5	0.8	9.6	61.5	33.9
Cala Deia	540.0	74.3	2.2	6.7	134.2	44.4
Cala D'or	551.6	63.5	0.5	6.5	126.7	61.4
Cala en Porter	976.0	71.0	1.1	3.8	51.5	51.9
Cala Figuera	640.0	88.1	3.5	4.5	218.0	78.6
Cala Galdana	841.2	84.1	0.9	4.8	82.5	39.4
Cala Gamba	763.2	63.8	2.9	0.0	53.3	76.4
Cala Llenya	539.6	76.2	3.0	9.7	91.6	33.3
Cala Llonga	605.6	68.8	2.8	7.4	126.3	37.9
Cala Marmassen	499.2	75.7	2.6	10.9	72.2	44.4
Cala Matzoc	642.0	74.7	1.8	8.9	76.6	48.1
Cala Millor	718.8	71.5	0.3	4.0	108.9	52.4
Cala Mondragó	564.4	67.0	1.6	8.8	180.3	44.2
Cala Morell	874.0	71.8	0.0	8.2	46.0	38.5
Cala Ratjada	460.0	79.8	0.5	10.6	122.4	50.0
Cala Tarida	1080.8	86.0	0.2	7.1	161.0	44.2
Cala Torreta	566.8	83.5	1.5	4.0	113.5	7.8
Cala Tuent	510.8	66.0	0.4	7.9	116.9	58.0
Can Picafort	525.8	53.5	0.6	5.2	63.7	54.8
Cap Blanc	522.8	88.5	0.8	10.4	88.7	61.0
Cap de Ses Penyes	915.6	47.2	1.1	2.5	146.2	72.3
Cap Enderrocat	827.2	71.5	2.3	6.8	66.7	21.4
Cap Formentor	546.8	77.7	1.1	7.4	257.8	71.7
Cap Llentrisca	954.0	90.2	0.9	9.5	167.2	61.9
Cap Menorca	554.4	72.7	1.0	8.8	145.7	60.7
Cap Mussons	376.0	54.5	1.7	8.4	141.4	36.2
Cap Negret	569.2	56.2	3.0	9.3	140.0	46.8
Cap Pinar	419.2	76.8	1.9	8.0	139.0	55.1
Colonia Sant Jordi	652.4	69.4	2.4	4.6	178.3	55.2
Dragonera	446.8	79.2	1.2	7.5	161.2	66.7
El Toro	496.8	79.2	0.8	6.8	117.8	60.4
Els Pujols	704.4	86.8	0.5	4.6	96.5	33.8
Es Calò	664.4	68.0	2.2	5.7	151.9	58.3
Es Caragol	914.0	59.1	3.4	5.0	106.7	61.5
Es Grau	954.8	58.2	0.1	2.0	39.6	39.7
Fornells	505.2	82.5	0.6	10.0	56.4	23.1
Hotel Delta	776.0	60.1	1.6	7.0	111.9	54.7
Illa de Formentor	499.6	80.0	1.4	7.5	188.9	52.9
Illes Bledes	913.2	40.8	1.2	5.4	81.4	25.0
Illetes (For)	633.2	82.5	0.9	2.9	92.7	17.2
Illetes (Mall)	310.4	76.6	3.6	3.8	126.7	69.2
Magalluf	737.6	89.3	3.3	3.2	70.8	74.4
Platja de ses Salines	559.2	80.4	1.3	4.9	92.9	21.8
Platja des Mitjorn	416.8	90.2	0.6	4.7	69.6	29.0
Playa den Bossa	774.0	83.5	1.0	3.5	83.2	10.7
Pollensa	427.6	94.7	5.0	12.5	118.4	58.9
Port de Alcudia	394.0	50.7	0.5	5.1	168.0	55.8
Port de Alcudia ZII	269.5	66.2	0.6	7.4	144.2	60.8
Port de La Savina	664.0	90.0	0.5	7.2	93.8	23.3
Port de Maó	1094.4	70.0	0.6	5.3	58.5	48.3
Port de Sóller	518.8	58.8	3.2	10.6	127.0	60.0
Port Ibiza	510.0	76.2	1.2	1.8	79.6	33.9
Porto Colom	565.6	78.4	0.4	8.2	118.6	48.9
Porto Cristo	690.4	76.2	0.3	6.2	111.2	52.3
Pta. Andreus	698.4	86.0	1.0	4.1	137.0	39.2
Pta. Sa Creu (Ibz)	565.2	70.7	0.6	13.9	153.6	37.9
Pta. de sa Creu (For)	828.8	85.7	1.2	3.4	83.8	27.4
Punta de'n Valls	648.4	79.6	1.8	4.2	109.3	10.5
Punta des Gat	386.8	89.0	0.7	8.0	92.3	24.6
Punta Galinda	292.5	60.0	1.5	8.6	136.7	50.0
Punta Llobera	631.2	85.8	0.9	7.7	146.5	44.2
Punta Rasa	484.4	86.0	0.9	4.0	89.3	34.9
S'Algar	1050.4	79.5	0.8	5.7	72.1	52.8
Sant Antoni	392.8	78.3	0.6	9.4	214.5	55.2
Sta. Eulària	905.6	87.7	0.2	4.0	108.0	13.0
Santa Ponsa	583.2	87.0	2.1	7.1	115.9	63.4
S'Estanyol	714.4	74.7	0.8	7.8	120.3	28.4
Son Serra de Marina	599.6	55.0	0.5	5.7	82.0	61.9
Son Verí	704.0	93.3	1.6	4.3	98.1	70.8
Talamanca	531.6	78.3	1.3	4.2	83.9	30.4

ANNEX 2. TAULA DE DADES QUÍMIQUES D' ESTACIONS (Mitjanes)

	MITJANES													
Estació	S en fulles (%)	δ^{34}S en fulles (‰)	N Epífits (%)	δ^{15}N Epífits (‰)	S Rizoma (%)	δ^{34}S Rizoma	% N Rizoma (%)	δ^{15}N Rizoma (‰)	N Fulles (%)	δ^{15}N Fulles (‰)	P Rizoma (%)	P Fulles (%)	Sacarosa (%)	Midó (%)
Arenal de s'Olla	0.2	14.7	1.2	2.7	0.9	6.8	1.1	1.1	1.4	1.4	0.0	0.1	2.4	23.7
Arenal de Son Saura	0.1	14.8	3.0	3.3	1.2	3.7	1.0	1.7	1.5	1.7	0.0	0.1	7.4	9.4
Biniancolla	0.1	16.3	2.6	3.7	0.8	10.3	1.1	2.1	1.7	2.2	0.0	0.0	4.8	8.5
S'Olla_Cabrera	0.2	17.7	1.1	1.2	0.4	15.8	0.6	4.0	1.5	3.5	0.0	0.1	9.3	7.6
Es Castell_Cabrera	0.2	18.9	1.3	2.0	0.3	17.0	0.7	2.1	1.1	2.0	0.0	0.0	8.7	35.0
Cala Santa Maria_Cabrera	0.2	17.3	1.3	1.6	0.4	19.2	0.4	2.4	1.3	2.5	0.0	0.0	9.4	28.7
Cala Blanca	0.1	13.9	2.6	4.8	1.2	5.1	1.8	5.1	1.7	3.5	0.0	0.1	4.1	12.3
Cala Deia	0.2	19.9	1.5	3.5	0.4	17.0	1.3	4.4	1.5	1.9	0.0	0.1	13.6	17.1
Cala D'or	0.2	16.0	1.5	6.2	0.5	16.4	2.1	7.8	1.8	5.5	0.0	0.0	6.4	24.5
Cala en Porter	0.1	13.7	2.8	4.7	0.8	6.6	2.1	4.5	2.0	3.7	0.0	0.1	1.9	7.4
Cala Figuera	0.2	19.9	2.2	4.8	0.3	18.6	0.8	5.3	1.2	4.0	0.0	0.1	16.5	15.7
Cala Galdana	0.2	14.0	1.5	5.3	0.9	6.1	1.2	4.0	1.7	4.0	0.0	0.0	4.1	8.8
Cala Gamba	0.2	18.3	1.9	8.5	0.4	14.7	3.0	10.3	2.3	5.1	0.0	0.1	4.2	8.4
Cala Llenya	0.2	15.6	1.5	2.7	0.5	20.3	1.4	3.7	1.7	2.3	0.1	0.1	5.3	14.7
Cala Llonga	0.2	15.0	1.9	3.2	0.5	20.9	1.8	3.5	2.1	2.4	0.1	0.1	2.8	10.0
Cala Marmassen	0.3	16.4	1.2	2.5	0.4	19.9	1.6	4.1	1.3	2.2	0.1	0.0	8.4	12.3
Cala Matzoc	0.2	18.7	1.4	3.0	0.4	20.5	0.9	3.5	1.1	2.5	0.0	0.1	10.4	20.8
Cala Millor	0.3	17.3	1.1	4.9	0.6	17.6	1.7	6.4	1.4	5.2	0.0	0.1	9.8	18.1
Cala Mondragó	0.2	14.5	2.0	3.6	0.4	18.5	1.4	3.1	1.5	2.4	0.1	0.0	13.3	18.3
Cala Morell	0.1	15.4	2.8	4.5	0.9	5.5	1.7	4.7	2.1	2.5	0.1	0.1	3.4	10.1
Cala Ratjada	0.4	15.3	1.0	2.3	0.4	19.1	1.4	5.0	1.5	3.8	0.1	0.1	22.5	17.7
Cala Tarida	0.2	16.3	3.0	3.9	0.4	16.5	2.1	3.5	2.0	2.5	0.1	0.1	2.7	8.2
Cala Torreta	0.2	14.4	0.9	2.1	0.5	18.9	1.5	2.9	1.7	1.5	0.1	0.1	8.9	21.5
Cala Tuent	0.2	15.0	1.4	1.5	0.3	16.3	0.8	2.8	1.3	2.1	0.1	0.0	13.7	26.8
Can Picafort	0.2	17.1	0.7	6.2	0.5	15.5	1.8	8.4	1.4	6.3	0.0	0.1	1.9	13.6
Cap Blanc	0.3	17.4	1.0	3.0	0.4	19.5	2.0	3.7	1.5	2.3	0.1	0.1	11.3	26.1
Cap de Ses Penyes	0.2	14.0	1.0	2.8	0.7	8.0	1.9	2.3	1.9	2.2	0.0	0.0	1.3	15.2
Cap Enderrocat	0.1	15.0	1.1	4.5	0.3	15.5	1.0	8.0	1.6	5.5	0.0	0.1	6.8	14.0
Cap Formentor	0.2	18.3	1.1	2.2	0.4	19.8	1.2	3.1	1.3	2.8	0.1	0.1	10.9	22.5
Cap Llentrisca	0.1	16.1	2.0	3.7	0.4	17.4	1.8	3.4	2.1	2.5	0.1	0.1	5.0	11.9
Cap Menorca	0.1	15.3	0.7	2.7	0.4	20.8	1.8	4.1	1.3	3.0	0.1	0.1	10.5	35.2
Cap Mussons	0.2	16.3	3.8	3.7	0.5	21.3	3.2	3.4	2.5	1.6	0.1	0.0	1.6	4.1
Cap Negret	0.2	16.9	4.8	4.6	0.6	20.9	2.0	3.1	2.3	1.8	0.1	0.1	1.3	5.8
Cap Pinar	0.2	16.5	0.9	2.1	0.3	18.6	1.3	3.2	1.3	2.1	0.1	0.1	18.4	27.8
Colonia Sant Jordi	0.1	16.6	1.6	5.3	0.5	21.1	1.7	5.6	1.3	6.1	0.0	0.0	13.3	31.2
Dragonera	0.1	15.0	1.0	1.7	0.4	18.6	1.0	2.8	1.5	2.7	0.1	0.1	10.9	11.9
El Toro	0.2	15.0	1.0	2.6	0.4	20.6	1.4	3.5	1.5	2.9	0.1	0.1	12.1	24.3
Els Pujols	0.17	14.08	0.93	2.22	0.5	18.6	2.2	2.8	1.72	1.31	0.1	0.1	8.9	11.9
Es Calò	0.1	15.3	2.2	5.2	0.5	19.5	1.2	5.4	1.3	4.5	0.1	0.1	15.4	24.8
Es Caragol	0.2	18.4	2.2	4.0	0.4	18.0	0.9	2.8	1.1	2.3	0.0	0.1	13.7	25.6
Es Grau	0.1	13.1	2.2	2.3	0.8	7.7	0.7	0.5	1.3	0.8	0.0	0.1	6.4	7.6
Fornells	0.1	15.3	1.4	2.2	0.8	8.1	0.8	0.8	1.6	1.2	0.0	0.1	3.4	16.5
Hotel Delta	0.2	17.0	1.7	5.0	0.6	13.7	1.3	5.4	1.5	5.3	0.0	0.1	8.5	27.5
Illa de Formentor	0.2	17.8	1.1	2.2	0.4	20.0	0.8	3.2	1.4	2.6	0.0	0.1	13.1	31.2
Illes Bledes	0.1	15.0	2.1	2.9	0.7	9.7	1.6	1.9	1.7	1.3	0.1	0.1	3.4	10.4
Illetes (For)	0.2	14.6	1.2	2.6	0.5	16.9	1.2	2.2	1.8	0.9	0.1	0.1	8.9	4.8
Illetes (Mall)	0.2	19.4	1.1	5.4	0.4	19.5	1.2	6.0	1.7	5.7	0.0	0.0	8.9	18.0
Magalluf	0.2	19.9	0.9	4.0	0.4	18.9	0.6	5.3	1.2	4.7	0.0	0.0	15.1	14.7
Platja de ses Salines	0.4	18.2	1.4	2.2	0.5	17.6	0.7	2.4	1.6	2.0	0.0	0.1	6.0	10.6
Platja des Mitjorn	0.1	13.2	1.3	2.4	0.4	14.2	0.9	3.3	1.6	2.2	0.1	0.1	3.4	15.6
Playa den Bossa	0.5	19.3	4.1	5.3	0.5	20.5	1.3	4.5	2.2	3.8	0.1	0.1	3.3	9.4
Pollensa	0.2	15.1	0.9	0.6	0.5	19.9	1.0	2.9	1.4	2.1	0.0	0.0	9.7	39.5
Port de Alcudia	0.3	16.4	1.1	6.0	0.5	18.5	2.5	8.6	1.6	6.4	0.0	0.1	8.4	15.4
Port de Alcudia ZII	0.2	18.2	0.9	5.0	0.6	12.2	2.3	7.7	1.4	6.1	0.0	0.1	12.1	29.3
Port de La Savina	0.2	12.6	2.1	2.9	0.4	20.0	0.4	1.0	1.6	1.3	0.0	0.1	6.0	10.0
Port de Maó	0.2	13.8	1.2	4.6	0.7	7.4	2.8	4.3	1.8	3.9	0.1	0.1	3.8	11.1
Port de Sóller	0.2	15.9	0.9	5.2	0.7	18.4	1.9	5.5	1.6	4.8	0.1	0.1	8.1	35.3
Port Ibiza	0.4	19.5	2.6	5.9	0.6	17.0	2.0	6.2	2.2	6.5	0.1	0.1	2.2	11.7
Porto Colom	0.2	14.1	1.8	5.5	0.6	17.0	3.6	6.2	1.7	4.1	0.1	0.1	5.1	23.8
Porto Cristo	0.3	17.6	2.1	6.0	0.5	17.0	2.6	6.3	1.6	4.4	0.1	0.0	4.0	17.1
Pta. Andreus	0.4	16.2	1.4	3.7	0.4	19.4	2.3	4.2	2.0	3.7	0.1	0.1	2.3	6.0
Pta. Sa Creu (Ibz)	0.1	14.9	1.8	3.4	0.4	20.2	0.8	2.8	1.9	2.8	0.0	0.1	4.3	8.5
Pta. de sa Creu (For)	0.1	16.2	1.4	1.7	0.4	19.0	0.9	1.7	1.6	1.4	0.1	0.1	6.9	9.2
Punta de'n Valls	0.1	15.4	3.2	3.4	0.4	18.5	1.0	2.8	1.6	1.7	0.1	0.1	7.3	8.7
Punta des Gat	0.2	15.2	2.2	3.5	0.5	19.5	1.2	3.3	1.9	2.0	0.1	0.1	7.0	12.6
Punta Galinda	0.2	17.5	0.9	1.9	0.6	16.5	1.7	2.7	1.5	1.8	0.1	0.1	9.2	24.8
Punta Llobera	0.3	17.3	1.3	3.6	0.5	18.3	1.6	4.0	1.6	2.6	0.1	0.0	10.3	23.5
Punta Rasa	0.2	14.7	1.6	2.6	0.5	19.5	1.8	2.8	1.7	1.4	0.1	0.1	5.2	11.5
S'Algar	0.1	14.4	2.6	3.0	0.7	4.6	1.3	2.8	2.0	2.4	0.0	0.1	4.3	8.4
Sant Antoni	0.2	16.5	1.8	4.6	0.5	21.9	1.8	4.5	2.1	4.2	0.1	0.0	3.7	10.7
Sta. Eulària	0.2	16.0	1.2	3.9	0.4	19.4	1.7	4.8	2.1	3.0	0.1	0.1	1.7	8.8
Santa Ponsa	0.2	16.4	1.4	1.8	0.3	14.3	2.1	7.3	1.4	5.1	0.1	0.1	5.7	16.9
S'Estanyol	0.2	16.7	1.4	6.2	0.5	18.1	3.6	9.6	1.7	5.2	0.0	0.1	1.7	19.2
Son Serra de Marina	0.2	16.8	1.3	6.1	0.4	17.8	2.8	10.2	1.3	5.6	0.0	0.1	9.3	17.2
Son Verí	0.2	17.8	0.8	6.6	0.4	13.8	1.9	9.0	1.5	6.8	0.0	0.1	3.4	15.9
Talamanca	0.2	16.1	4.0	7.3	0.5	17.5	3.1	6.0	2.2	4.4	0.1	0.1	2.0	10.3

ANNEX 3. TAULA DE DADES FENOLÒGIQUES DE MASSES D'AIGUA (Mitjanes)

Illa	Massa d'aigua	Densitat Total (feixos/m²)	Densitat àpexs/m2	Cobertura %	Desenterrament dels rizomes (cm)	Sup. Foliar (cm²/feix)	% Fulles Necrosades
IBIZA	EIMC01M2	745.00	8.60	71.71	8.58	152.39	47.28
IBIZA	EIMC02M4	392.80	2.40	78.33	9.40	214.47	55.17
IBIZA	EIMC03M4	476.00	3.20	79.83	10.95	122.94	31.26
IBIZA	EIMC04M4	594.00	14.00	77.90	6.95	100.48	21.93
IBIZA	EIMC05M4	905.60	1.60	87.67	4.00	108.00	12.96
IBIZA	EIMC06M4	652.00	12.00	77.38	5.75	131.65	38.57
IBIZA	EIMC07M3	652.80	7.20	80.94	3.85	83.53	20.54
IBIZA	EIMCM01	510.00	6.00	76.17	1.80	79.56	33.93
IBIZA Y FORM.	EFMC08M4	615.90	6.30	83.31	4.10	98.89	20.18
FORMENTERA	FOMC09M3	450.60	3.40	88.08	4.35	79.42	31.98
FORMENTERA	FOMC10M2	828.80	9.60	85.70	3.40	83.82	27.42
FORMENTERA	FOMCM01	664.00	3.20	90.00	7.20	93.79	23.33
MALLORCA	MAMC01M2	475.06	9.78	76.43	7.65	141.15	60.01
MALLORCA	MAMC02M3	583.20	12.00	87.00	7.10	115.91	63.41
MALLORCA	MAMC03M2	532.53	6.67	72.65	7.33	169.62	58.06
MALLORCA	MAMC04M2	518.80	16.40	58.83	10.56	126.96	60.00
MALLORCA	MAMC05M3	448.80	12.00	83.83	9.33	148.77	55.66
MALLORCA	MAMC06M2	554.40	5.60	72.67	8.80	145.69	60.71
MALLORCA	MAMC07M3	506.46	2.64	53.06	5.32	104.60	57.48
MALLORCA	MAMC08M3	653.20	13.20	71.33	7.25	114.24	53.24
MALLORCA	MAMC09M3	608.70	2.30	76.49	7.25	115.24	50.89
MALLORCA	MAMC10M2	558.00	6.00	65.26	7.65	153.49	52.80
MALLORCA	MAMC11M3	760.27	17.33	67.74	5.78	135.11	48.36
MALLORCA	MAMC12M2	611.47	25.33	84.00	7.97	146.59	67.53
MALLORCA	MAMC13M2	577.00	5.00	87.17	9.03	117.61	52.60
MALLORCA	MAMC14M3	801.60	16.00	65.80	6.90	89.26	38.07
MALLORCA	MAMC15M3	733.60	16.80	78.58	2.15	75.70	73.60
MALLORCA	MAMC16M3	737.60	24.00	89.33	3.20	70.78	74.36
MALLORCA	MAMCM01	310.40	11.20	76.63	3.80	126.73	69.23
MALLORCA	MAMCM02	269.50	1.50	66.17	7.38	144.21	60.78
MENORCA	MEMC04M4	944.70	11.10	67.04	3.60	82.91	49.77
MENORCA	MEMC05M2	729.20	5.20	78.67	7.40	71.15	31.69
MENORCA	MEMC06M2	929.84	5.04	63.49	5.07	57.96	38.49
MENORCA	MEMC07M3	505.20	2.80	82.50	10.00	56.42	23.08
MENORCA	MEMCM02	1094.40	6.40	70.00	5.30	58.45	48.33

ANNEX 4. TAULA DE DADES QUÍMIQUES DE MASSES D'AIGUA (Mitjanes)

Illa	Massa d'aigua	S en fulles (%)	δ^{34}S en fulles (‰)	N Epífits (%)	δ^{15}N Epífits (‰)	S Rizoma (%)	δ^{34}S Rizoma (‰)	N Rizoma (%)	δ^{15}N Rizoma (‰)	N Fulles (%)	δ^{15}N Fulles (‰)	P Rizoma (%)	P Fulles (%)	Sacarosa (%)	Midó (%)
IBIZA	EIMC01M2	0.16	16.39	3.41	4.00	0.50	19.03	2.27	3.36	2.22	2.13	0.13	0.06	2.66	7.53
IBIZA	EIMC02M4	0.20	16.46	1.80	4.64	0.52	21.94	1.84	4.54	2.07	4.15	0.10	0.05	3.67	10.72
IBIZA	EIMC03M4	0.16	15.04	2.01	3.47	0.46	19.87	0.99	3.04	1.86	2.42	0.05	0.07	5.62	10.52
IBIZA	EIMC04M4	0.16	15.49	2.36	3.07	0.45	19.37	1.20	3.28	1.66	2.00	0.09	0.07	6.30	11.69
IBIZA	EIMC05M4	0.19	16.03	1.23	3.89	0.43	19.40	1.65	4.85	2.09	3.03	0.11	0.07	1.71	8.83
IBIZA	EIMC06M4	0.29	15.58	1.62	3.49	0.47	20.14	2.05	3.88	2.08	3.04	0.10	0.08	2.55	8.00
IBIZA	EIMC07M3	0.33	17.71	4.06	6.34	0.48	19.02	2.20	5.26	2.22	4.09	0.07	0.08	2.65	9.85
IBIZA	EIMCM01	0.42	19.49	2.58	5.95	0.58	16.96	2.02	6.23	2.18	6.52	0.09	0.06	2.22	11.65
IBIZA Y FORM.	EFMC08M4	0.22	15.32	1.11	2.28	0.50	18.00	1.40	2.58	1.69	1.45	0.10	0.07	8.16	12.19
FORMENTERA	FOMC09M3	0.16	13.97	1.49	2.52	0.46	16.82	1.34	3.03	1.66	1.77	0.10	0.08	4.27	13.53
FORMENTERA	FOMC10M2	0.14	16.17	1.37	1.69	0.43	19.03	0.90	1.68	1.63	1.38	0.12	0.07	6.90	9.21
FORMENTERA	FOMCM01	0.17	12.60	2.08	2.87	0.41	19.97	0.42	1.00	1.62	1.26	0.01	0.06	6.02	9.96
MALLORCA	MAMC01M2	0.20	16.75	1.26	2.70	0.41	18.86	1.30	3.69	1.40	2.71	0.08	0.05	11.43	17.78
MALLORCA	MAMC02M3	0.21	16.42	1.36	1.80	0.35	14.28	2.08	7.30	1.40	5.06	0.08	0.06	5.74	16.86
MALLORCA	MAMC03M2	0.21	17.77	1.34	2.43	0.37	17.68	1.08	3.45	1.37	2.27	0.06	0.05	12.72	22.16
MALLORCA	MAMC04M2	0.21	15.86	0.88	5.17	0.65	18.39	1.87	5.49	1.59	4.82	0.07	0.06	8.12	35.29
MALLORCA	MAMC05M3	0.19	16.44	0.94	1.64	0.39	19.50	1.05	3.12	1.38	2.25	0.05	0.07	13.72	32.83
MALLORCA	MAMC06M2	0.14	15.27	0.75	2.70	0.42	20.81	1.84	4.13	1.29	3.00	0.11	0.07	10.55	35.21
MALLORCA	MAMC07M3	0.23	16.79	1.03	6.09	0.45	17.26	2.36	9.08	1.45	6.10	0.02	0.06	6.53	15.44
MALLORCA	MAMC08M3	0.18	17.01	1.84	4.12	0.44	20.02	1.06	4.47	1.19	3.49	0.04	0.09	12.89	22.80
MALLORCA	MAMC09M3	0.30	16.07	1.52	4.67	0.53	17.67	2.33	5.96	1.56	4.38	0.06	0.08	10.35	19.16
MALLORCA	MAMC10M2	0.19	15.22	1.74	4.92	0.45	17.48	1.72	5.46	1.65	3.97	0.06	0.03	9.85	21.40
MALLORCA	MAMC11M3	0.20	17.21	1.73	5.18	0.47	19.07	2.05	6.03	1.37	4.57	0.03	0.07	9.53	25.34
MALLORCA	MAMC12M2	0.20	17.93	1.21	1.57	0.38	17.34	0.57	2.84	1.27	2.65	0.03	0.05	9.10	23.76
MALLORCA	MAMC13M2	0.28	17.34	1.14	3.29	0.46	18.87	1.79	3.86	1.54	2.45	0.10	0.06	10.81	24.83
MALLORCA	MAMC14M3	0.18	16.01	1.37	4.74	0.46	14.59	1.19	6.70	1.56	5.36	0.03	0.06	7.61	20.76
MALLORCA	MAMC15M3	0.23	18.02	1.34	7.56	0.38	14.23	2.48	9.62	1.89	5.96	0.03	0.06	3.81	12.15
MALLORCA	MAMC16M3	0.23	19.86	0.88	4.01	0.35	18.86	0.57	5.29	1.15	4.67	0.02	0.05	15.13	14.71
MALLORCA	MAMCM01	0.24	19.42	1.07	5.36	0.44	19.47	1.23	5.99	1.66	5.67	0.03	0.03	8.92	18.04
MALLORCA	MAMCM02	0.23	18.18	0.88	4.97	0.56	12.20	2.28	7.65	1.41	6.10	0.03	0.11	12.06	29.25
MENORCA	MEMC04M4	0.15	14.48	1.95	4.13	0.81	7.75	1.56	3.24	1.81	3.02	0.04	0.05	3.04	9.96
MENORCA	MEMC05M2	0.13	14.35	2.80	4.03	1.17	4.41	1.36	3.42	1.61	2.63	0.03	0.09	5.74	10.88
MENORCA	MEMC06M2	0.13	14.54	2.17	3.08	0.80	6.87	1.28	2.19	1.73	1.67	0.05	0.08	3.98	12.03
MENORCA	MEMC07M3	0.14	15.30	1.36	2.18	0.77	8.14	0.83	0.81	1.62	1.18	0.04	0.07	3.41	16.54
MENORCA	MEMCM02	0.16	13.78	1.23	4.60	0.74	7.36	2.77	4.26	1.82	3.93	0.11	0.05	3.84	11.09

ANNEX 5. LLISTAT DE TAULES

Taula 1. Distintes tipologies costaneres de Balears 4

Taula 2. Classificació de les masses d'aigua costaneres de Balears 4

Taula 3. Estacions per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de la DHIB utilitzant l'índex POMI. 7

Taula 4. Classificació dels diferents estats ecològic segons el índex POMI 17

Taula 5. Estacions de mostreig de la illa de Mallorca per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costanera de les Balears mitjançant l'índex POMI. 21

Taula 6. Estacions de mostreig de les illes de Menorca, Eivissa i Formentera per a l'establiment de l'estat ecològic de les masses d'aigua costanera de les Balears mitjançant l'índex POMI. 22

Taula 7. Llistat de les estacions de mostreig que han canviat la seva denominació. Els canvis de color representen canvis en la ubicació de l'estació en els diferents estudis. Les coordenades corresponents als estudis anteriors s'han obtingut de les seves respectives memòries i s'han convertit a UTM quan ha estat necessari. 23

Taula 8. Estacions amb major densitat i percentatge d'àpex el 2024/25 i dades de les mateixes estacions obtingudes a l'estudi del 2017/18. 30

Taula 9. Valors màxims i mínims de la concentració de sofre en rizomes verticals de *P. oceanica* obtinguts en els diferents estudis realitzats. 42

Taula 10. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts el 2024 i 2017 a les estacions de Mallorca per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 11). 54

Taula 11. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts el 2024 i 2017 a les estacions de Menorca, Eivissa i Formentera per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 11). 55

Taula 12. Quantitat d' estacions assignades als diferents estats ecològics segons l'índex POMI (POMI 11). 56

Taula 13. Canvis en l'estat ecològic (E.E.) de les estacions respecte als resultats de l'estudi realitzat en 2017/18. 57

Taula 14. Canvis en els codis d'identificació de les masses d'aigua de Menorca i Eivissa. 58

Taula 15. Valors d'EQR y estat ecològic (E.E.) obtinguts el 2024 i 2017 a les masses d'aigua costaneres de les Illes Balears mitjançant l'índex POMI (POMI 11). 59

Taula 16. Masses d'aigua assignades als diferents estats ecològics segons l'índex POMI (POMI 11) 60

Taula 17. Canvis en el estat ecològic (E.E.) de les masses d'aigua respecte als resultats de l'estudi realitzat en 2017/18. 61

Taula 18. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts a les estacions de Mallorca per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 5). 66

Taula 19. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts a les estacions de Menorca, Eivissa i Formentera per a l'establiment de l'E.E. de les masses d'aigua costaneres mitjançant l'índex POMI (POMI 5). 67

Taula 20. Numero d'estacions a cada estat ecològic. 68

Taula 21.Percentatge d'estacions a cada estat ecològic 68

Taula 22. Variació del percentatge d'estacions a cada estat ecològic. 69

Taula 23. Estacions que no han canviat el seu estat ecològic des del primer estudi realitzat. 70

Taula 24. Valors d'EQR i estat ecològic (E.E.) obtinguts al a les masses d'aigua costaneres de les Illes Balears mitjançant l'índex POMI (POMI 5). 71

Taula 25. Masses d'aigua a cada estat ecològic. 72

Taula 26. Percentatge de masses d'aigua a cada estat ecològic. 72

Taula 27.Variació del percentatge de masses d'aigua a cada estat ecològic 73

Taula 28. Masses d'aigua que no han canviat el seu estat ecològic des del primer estudi realitzat. 75

Taula 29. Variables incloses en el mètode POMI publicat per Romero et al. i variables amb les quals s'ha calculat el POMI-5..... 87

Taula 30. EQR obtinguts a les estacions de Mallorca amb el POMI-5 i el POMI-11 els anys 2017 i 2024. 89

Taula 31. EQR obtinguts a les estacions de Mallorca amb el POMI-5 i el POMI-11 els anys 2017 i 2024. 90

ANNEX 6. LLISTAT DE FIGURES

Figura 1. Histograma de profunditats de les estacions de mostreig (2024/25). 24
Figura 2. Histograma del percentatge del fons recobert *P. oceanica*. 26
Figura 3. Histogrames de la densitat i densitat global de feixos de *P. oceanica* (2024/25). 27
Figura 4. Correlació entre la densitat fonamental de la praderia i la profunditat a la que es troba la praderia. 28
Figura 5. Correlació entre la densitat fonamental de la praderia i la profunditat a la que es troba la praderia a cada illa. 29
Figura 6. Histogrames de densitat i percentatge de rizomes plagiòtrops (àpexs) de *P. oceanica*. 31
Figura 7. Histogrames de superfície foliar i de percentatge de fulles necrosades 31
Figura 8. Correlació de les fulles amb necrosi per feix (esquerra) i la superfície foliar per feix (dreta) amb la data de mostreig 32
Figura 9. Histograma de la concentració de nitrogen (N) en fulles de *P. oceanica*, expressat com a percentatge de N en pes sec de fulles. 33
Figura 10. Histograma de la concentració de nitrogen (N) en rizomes de *P. oceanica*, expressat com a percentatge de N en pes sec de rizoma. 34
Figura 11. Correlació del contingut de nitrogen en rizomes (plagiòtrops) i fulles amb la data de mostreig. 35
Figura 12. Histograma de la concentració de nitrogen (N) en epífits foliars de *P. oceanica*, expressat com a percentatge de N en pes sec d'epífits. 36
Figura 13. Correlació del contingut de nitrogen i la data de mostreig en els epífits de les fulles. 36
Figura 14. Histogrames de $\delta^{15}N$ en rizomes i en fulles de *P. oceanica*. 37
Figura 15. Correlació de la senyal isotòpica del nitrogen ($\delta^{15}N$) i la data de mostreig en rizomes i fulles. 38

Figura 16. Histograma del contingut de fòsfor en rizomes plagiòtrops i en fulles de *P.oceanica.* 39
Figura 17. Correlació del contingut de fòsfor i la data de mostreig en rizomes i fulles. 40
Figura 18. Histograma de la concentració de sofre en fulles de *P. oceanica.* 41
Figura 19. Histograma de la concentració de sofre en rizomes verticals de P. oceanica. 42
Figura 20. Correlació del contingut de sofre i la data de mostreig en rizomes i fulles. . 43
Figura 21. Histograma de la senyal isotòpica del sofre ($\delta^{34}S$) en fulles de *P. oceanica*. 44
Figura 22. Histograma de la senyal isotòpica del sofre (δ34S) en rizomes horitzontals de *P. oceanica.* 45
Figura 23. Correlació de la senyal isotòpica del sofre (δ34S) i la data de mostreig en rizomes i fulles. 46
Figura 24. Histograma de la concentració de sacarosa als rizomes verticals de *P. oceanica*, expressat en percentatge de sacarosa per gram de pes sec de rizoma analitzat. 47
Figura 25. Histograma de la concentració de midó en rizomes de *P. oceanica*, expressat en percentatge de midó per gram de pes sec de rizoma analitzat. 47
Figura 26. Correlació del contingut de midó i sacarosa i la data de mostreig en rizomes. 48
Figura 27. Proporció de la variància explicada pels components principals (Dimensions) obtinguts a l' ACP (POMI 11). 51
Figura 28. Contribució de cada variable al component 1 (Dim-1) de l'ACP (POMI 11). . 52
Figura 29. Coordenades de les variables als eixos 1 (Dim1) y 2 (Dim2) de l'ACP (POMI 11). 52
Figura 30. Proporció de la variància explicada pels components principals (Dimensions) obtinguts a l' ACP (POMI 5). 63
Figura 31. Coordenades de les variables als eixos 1 (Dim1) y 2 (Dim2) de l'ACP (POMI 5). 63

Figura 32. Contribució de cada variable al component 1 (Dim-1) de l'ACP (POMI 5). ... 64

Figura 33. Evolució del percentatge d'estacions en els diferents estats ecològics. 69

Figura 34. Evolució del percentatge de masses d'aigua a cada estat ecològic. 73

Figura 35. Evolució del estat ecològic de les masses d' aigua costaneres de les Illes Balears. 74

ANNEX 7. DATA DELS MOSTRETJOS EN ELS DIFERENTS ESTUDIS REALITZATS

Isla	Estación	2005/2006	2008/09	2017/18	2024/25
MALLORCA	Cala Deia	03/09/2005	19/08/2008	24/01/2018	07/10/2024
	Cala D'or	20/09/2006	12/08/2008	17/11/2017	10/08/2024
	Cala Figuera	21/09/2006	08/09/2008	04/12/2017	18/08/2024
	Cala Gamba	01/12/2006	28/08/2008	16/10/2017	18/08/2024
	Cala Marmassen	03/09/2005	09/09/2008	30/01/2018	11/10/2024
	Cala Matzoc	10/09/2006	29/09/2009	15/01/2018	01/08/2024
	Cala Millor	23/09/2005	04/09/2008	17/01/2018	16/09/2024
	Cala Mondragó	20/09/2006	12/08/2008	17/11/2017	10/08/2024
	Cala Ratjada		29/09/2009	15/01/2018	16/09/2024
	Cala Santa Maria_Cabrera	13/09/2005	06/08/2008	31/01/2018	25/07/2024
	Cala Tuent		28/09/2009	24/01/2018	29/08/2024
	Can Picafort	05/09/2005	24/08/2009	12/12/2017	09/08/2024
	Cap Blanc	29/11/2006	20/08/2009	09/11/2017	19/09/2024
	Cap Enderrocat		25/09/2009	18/10/2017	16/07/2024
	Cap Formentor	04/09/2005	19/08/2009	28/11/2017	31/07/2024
	Cap Menorca	13/09/2006	14/09/2009	29/11/2017	12/08/2024
	Cap Pinar		30/09/2008	29/11/2017	06/08/2024
	Colonia Sant Jordi	07/10/2005	01/09/2008	16/11/2017	23/07/2024
	Dragonera	03/09/2005	09/09/2008	05/12/2017	27/08/2024
	El Toro		08/09/2008	04/12/2017	28/08/2024
	Es Calò		03/09/2008	10/01/2018	01/08/2024
	Es Caragol	29/11/2006	08/08/2008	16/11/2017	23/07/2024
	Es Castell_Cabrera	14/09/2005	07/08/2008	31/01/2018	25/07/2024
	Hotel Delta	16/11/2006	21/09/2009	18/10/2017	16/07/2024
	Illa de Formentor	04/09/2005	26/08/2008	28/11/2017	31/07/2024
	Illetes (Mall)	29/08/2005	25/08/2008	20/10/2017	17/07/2024
	Magalluf	29/08/2005	04/08/2008	20/10/2017	17/07/2024
	Pollensa	05/09/2005	26/08/2008	28/11/2017	06/08/2024
	Port de Alcudia	13/09/2006	24/08/2009	12/12/2017	09/08/2024
	Port de Alcudia ZII			12/12/2017	09/08/2024
	Port de Sóller		19/08/2008	24/01/2018	29/08/2024
	Porto Colom	28/09/2005	21/08/2008	17/11/2017	11/09/2024
	Porto Cristo	28/09/2006	10/09/2009	17/01/2018	11/09/2024
	Punta Galinda		09/09/2008	05/12/2017	27/08/2024
	Punta Llobera		20/08/2009	09/11/2017	19/09/2024
	Santa Ponsa	14/11/2006	08/09/2008	04/12/2017	28/08/2024
	S'Estanyol		01/09/2008	16/11/2017	30/09/2024
	S'Olla_Cabrera	18/09/2006	06/08/2008	31/01/2018	25/07/2024
	Son Serra de Marina		30/09/2008	10/01/2018	07/08/2024
	Son Verí	16/11/2006	28/08/2008	18/10/2017	19/07/2024

Isla	Estación	2005/2006	2008/09	2017/18	2024/25
FORMENTERA	Cala Torreta	01/09/2005	16/09/2008	28/10/2017	26/11/2024
	Els Pujols	31/08/2005	16/09/2008	29/10/2017	28/11/2024
	Illetes (For)	01/09/2005	17/09/2008	29/10/2017	26/11/2024
	Platja des Mitjorn	31/08/2005	18/09/2008	29/10/2017	27/11/2024
	Port de La Savina			29/10/2017	29/11/2024
	Pta. de sa Creu (For)	01/09/2006	16/09/2008	26/10/2017	28/11/2024
	Punta Rasa		17/09/2008	29/10/2017	27/11/2024
EIVISSA	Cala Llenya	28/08/2006	01/09/2009	26/10/2017	17/12/2024
	Cala Llonga	30/08/2005	20/09/2008	27/10/2017	17/12/2024
	Cala Tarida	02/09/2006	07/09/2009	27/10/2017	04/02/2025
	Cap Llentrisca	02/09/2006	07/09/2009	27/10/2017	04/02/2025
	Cap Mussons	02/09/2005	02/09/2009	26/10/2017	05/02/2025
	Cap Negret		03/09/2009	27/10/2017	06/02/2025
	Platja de ses Salines		19/09/2008	28/10/2017	16/12/2024
	Playa den Bossa	30/08/2005	20/09/2008	28/10/2017	16/12/2024
	Port Ibiza			28/10/2017	03/02/2025
	Pta. Andreus	30/08/2006	20/09/2008	27/10/2017	03/02/2025
	Pta. Sa Creu (Ibz)	03/09/2006	02/09/2009	29/10/2017	05/02/2025
	Punta de'n Valls	28/08/2006	01/09/2009	26/10/2017	18/12/2024
	Punta des Gat	03/09/2006	02/09/2009	26/10/2017	18/12/2024
	Sant Antoni	02/09/2005	03/09/2009	28/10/2017	06/02/2025
	Sta. Eulària	30/08/2005	31/08/2009	26/10/2017	18/12/2024
	Talamanca	29/08/2006	20/09/2008	27/10/2017	19/12/2024
MENORCA	Arenal de s'Olla	28/10/2006	14/08/2009	23/11/2017	13/12/2024
	Arenal de Son Saura	25/10/2006	11/08/2009	24/11/2017	10/12/2024
	Biniancolla	29/10/2006	12/08/2009	23/11/2017	11/12/2024
	Cala Blanca	25/10/2006	11/08/2009	24/11/2017	30/11/2024
	Cala en Porter		12/08/2009	23/11/2017	15/12/2024
	Cala Galdana	27/10/2006	11/08/2009	24/11/2017	10/12/2024
	Cala Morell		15/08/2009	22/11/2017	30/11/2024
	Cap de Ses Penyes	27/10/2006	12/08/2009	23/11/2017	15/12/2024
	Es Grau	28/10/2006	13/08/2009	22/11/2017	29/11/2024
	Fornells	26/10/2006	14/08/2009	21/11/2017	01/12/2024
	Illes Bledes	26/10/2006	15/08/2009	22/11/2017	01/12/2024
	Port de Maó	29/10/2006	13/08/2009	21/11/2017	14/12/2024
	S'Algar	29/10/2006	13/08/2009	23/11/2017	14/12/2024