

En l'elaboració d'aquest capítol han participat:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Sergio Martino i Enric Ballesteros.

Indicador biològic de macroalgues: CARLIT

La metodologia CARLIT es basa en la cartografia de les comunitats bentòniques litorals que es desenvolupen sobre substrat rocós.¹ Aquesta metodologia permet fer una valoració precisa de l'estat ecològic del litoral mitjançant un estudi no destructiu continuat de la costa que no requereix treball de laboratori, sinó un tractament de les dades amb un sistema d'informació geogràfica (SIG). Així, permet comparar els canvis de les comunitats algals al llarg del temps, i per tant, observar l'evolució de l'estat ecològic de la zona costanera.²

Les comunitats de *Cystoseira* (fucals: *Ochrophyta*; actualment les espècies mediterrànies del gènere han estat reagrupades en tres gèneres diferents: *Cystoseira*, *Carpodesmia* i *Treptacantha*) dominen els fons rocósos infralitorals a les zones amb baix impacte antròpic de la Mediterrània, on estan ben estructurades, i són complexes, altament productives i suporten una alta biodiversitat (figura 1).³ Aquestes comunitats han estat afectades per la degradació ambiental de diverses àrees i estan sotmeses a una disminució en la seva distribució a la Mediterrània. L'eutrofització és la principal causa de la rarefacció de les espècies de *Cystoseira*,⁴ tot i que altres factors també hi podrien tenir un paper important, com la contaminació inorgànica, l'augment de la terbolesa, l'herbivorisme i el canvi climàtic.³ La seva presència en àrees poc contaminades i la seva desaparició de zones contaminades, especialment per eutrofització, les converteixen en uns bons indicadors de la qualitat de l'aigua.^{3,5}

La metodologia CARLIT s'ha anat desenvolupant a la costa catalana des del període 1999-2000,

segons les directrius de la Directiva marc de l'aigua (DMA). Es basa en l'agrupació de la gran diversitat d'espècies presents al llarg de la costa en poques categories, cadascuna amb un valor de qualitat ambiental assignat. Aquesta agrupació és imprescindible tant en termes pràctics, a l'hora d'elaborar la cartografia, com en termes científics, a l'hora d'interpretar-ne els resultats. La categoria assignada indica l'espècie o espècies més abundants a la costa prospectada, i juntament amb la seva valoració i el tram de costa que ocupa, proporciona un valor de qualitat ecològica. Els valors d'EQR (Ecological Quality Ratio) s'obtenen mitjançant el quocient entre el valor de qualitat ecològica obtingut i el valor a les zones de referència. Els valors de l'EQR s'associen a les masses d'aigua, que són l'entitat de gestió ambiental a la Directiva marc de l'aigua (DMA). D'aquesta manera, es compleixen les directrius de la directiva que requereixen donar un estatus ecològic a les masses d'aigua per tal d'aplicar plans de gestió que evitin el deteriorament de les comunitats litorals i de l'estat ecològic.²

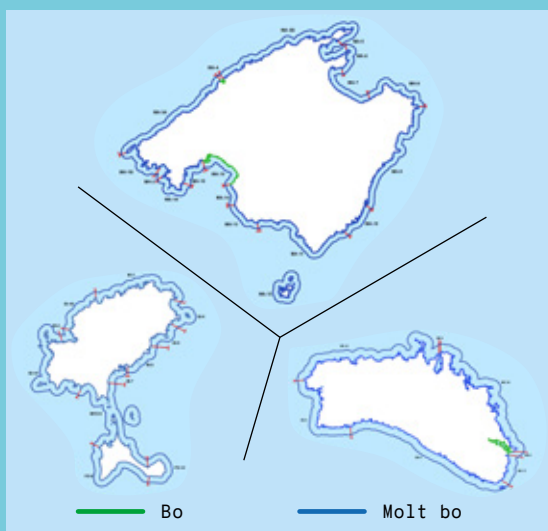
QUÈ ÉS?

La metodologia CARLIT es basa en la cartografia de les comunitats bentòniques litorals que es desenvolupen sobre substrat rocós. És un dels índexs biòtics que s'utilitzen per determinar l'estat de les masses d'aigües costaneres definides per la Directiva marc de l'aigua (DMA).

METODOLOGIA

La metodologia es basa en l'agrupació de la gran diversitat d'espècies presents al llarg de la costa en unes quantes categories amb un valor de qualitat ambiental assignat. La categoria assignada indica l'espècie o espècies més abundants a la costa prospectada, i amb la seva valoració i el tram de costa que ocupa, proporciona un valor de qualitat ecològica. Els valors d'EQR (Ecological Quality Ratio) s'obtenen mitjançant el quocient entre el valor de qualitat ecològica obtingut i el valor a les zones de referència. Els valors d'EQR s'associen a les masses d'aigua, que són l'entitat de gestió ambiental a la Directiva marc de l'aigua (DMA). Permet fer una valoració precisa de l'estat ecològic del litoral mitjançant un estudi no destructiu continuat de la costa i comparar els canvis de les comunitats algals al llarg del temps i l'evolució de l'estat ecològic de la zona costanera.

Els resultats que es presenten aquí es basen en dos estudis elaborats per l'equip del CEAB-CSIC liderat pel doctor Ballesteros dels anys 2006 i 2009: «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors. Informe final 2009-2010» i «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)».



Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a les Illes Balears l'any 2009 segons la metodologia CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.* (2010).

PER QUÈ?

El principal objectiu de la Directiva marc de l'aigua (DMA 2000/60/CEE) és aconseguir (o mantenir) com a mínim un estat ecològic bo a les masses d'aigua europees. Aquesta directiva introdueix l'ús obligatori de bioindicadors per avaluar l'estat ecològic dels sistemes aquàtics. Les comunitats de macroalgues de substrats rocósos infralitorals són uns bons indicadors de la qualitat de l'aigua. En concret, les comunitats de *Cystoseira* són bones indicadores de l'eutrofització marina, ja que són molt sensibles a aquesta pressió.

LOCALITZACIÓ



RESULTATS

- Segons l'aplicació de la metodologia CARLIT, el 91,7 % de la costa balear es troba en un estat ecològic molt bo (33 sectors d'un total de 36), i el 8,3 % (3 sectors), en un estat ecològic bo.
- Les tres masses d'aigua en estat ecològic bo són: la badia de Sóller (MA-4), la badia de Palma (MA-15) i el port de Maó (ME-3). A la badia de Palma i el port de Maó, la substitució de *Cystoseira amentacea* per *Corallina-Halimtilon* pareix relacionada amb pressions antròpiques.
- A la badia de Sóller (MA-4) s'ha detectat un descens de l'estat ecològic, que ha passat de molt bo el 2006 (amb un EQR de 0,86) a bo el 2009 (EQR de 0,71), amb una disminució de l'EQR del 17,4 %.
- Al port de Maó hi ha una massa d'aigua molt modificada (ME-3) — amb el 78 % molt modificat (interior del port i altres estructures artificials), i no va ser avaluat. Per tant, la valoració d'estat bo obtinguda no és representativa de tota la massa d'aigua. A la cala Sant Esteve, la comunitat estava dominada per *Cystoseira amentacea*, cosa que n'indica un estat molt bo. El límit sud d'aquesta massa d'aigua (amb la massa ME-1C) es podria redefinir per millorar les necessitats de gestió.
- Cap dels sectors de costa estudiats a Mallorca presenta un percentatge alt d'ocupació per *Cystoseira amentacea* molt abundant. A la resta d'illes, aquesta categoria presenta valors més alts, però tampoc no predomina a cap dels sectors de costa.

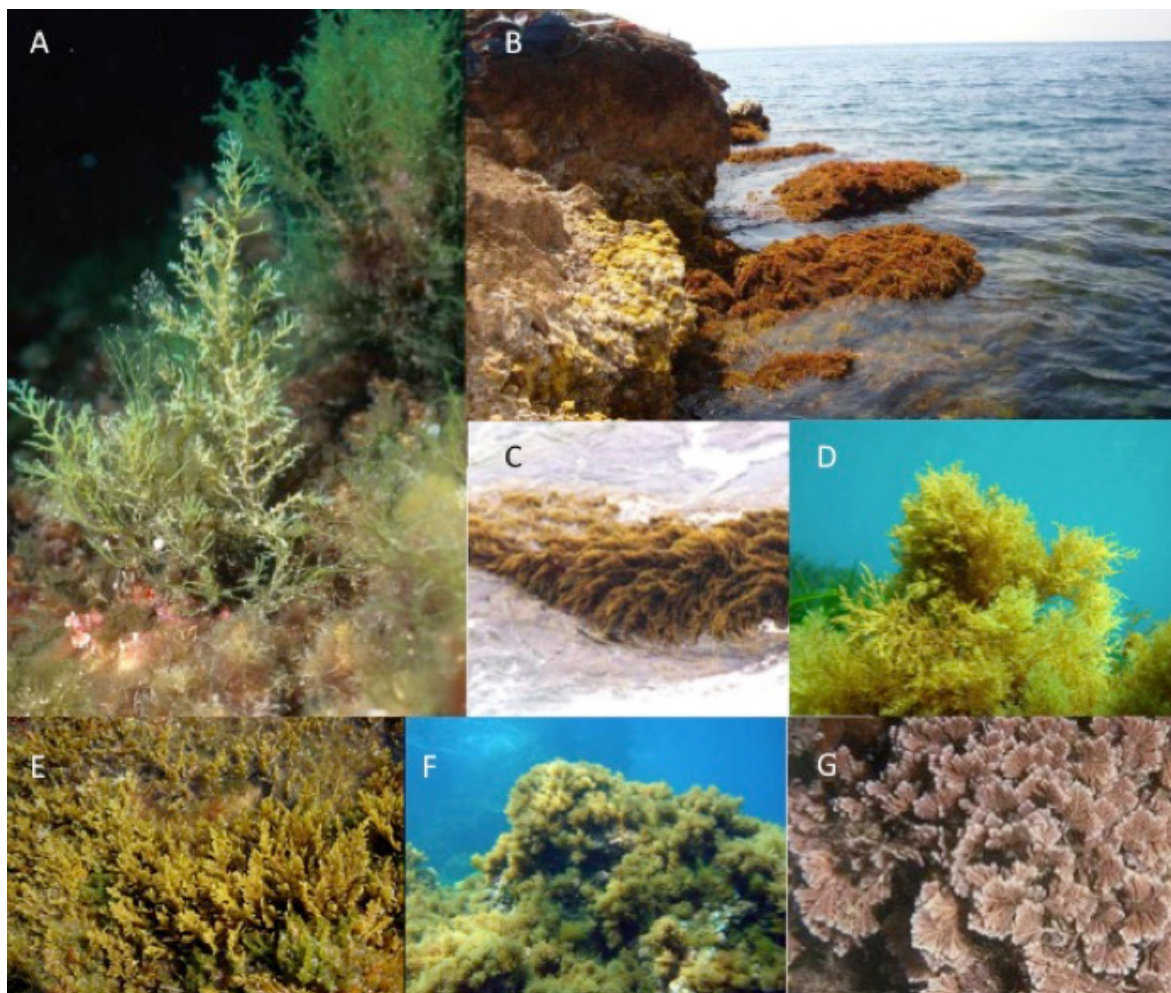


Figura 1. Comunitats de macroalgues dominants en substrats rocosos infralitorals de la Mediterrània. A: *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa*. B: comunitat de *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* davant el far des Botafoc, Eivissa. C: comunitat típica d'ambients batuts i nets del litoral dominada per *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* al sud de Menorca (cap d'en FONT). D: exemplar de *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa* a un parell de metres de fondària (Portinatx, Eivissa). E: *Cystoseira compressa*. F: comunitat algal fotòfila dominada per *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa* i *dictyotals* (Portinatx, Eivissa). G: *Corallina elongata*. FONTS: A, E i G: Ballesteros *et al.*;⁶ B, C, D i F: Ballesteros *et al.*²

NORMATIVA

- Directiva marc de l'aigua (2000/60/CE)
- Reial decret 907/2007, de 6 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la planificació hidrològica.
- Decret llei 1/2015, de 10 d'abril, pel qual s'aprova la Instrucció de planificació hidrològica per a la demarcació hidrogràfica intracomunitària de les Illes Balears.
- Reial decret 817/2015, d'11 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris de seguiment i avaluació de l'estat de les aigües superficials i les normes de qualitat ambiental.

METODOLOGIA

Aquí presentam els resultats de dos estudis dirigits pel doctor Enric Ballesteros, duits a terme els anys 2006 i 2009 a la costa de les Balears, en què s'avalua l'estat biològic de les masses d'aigua de les Illes mitjançant l'aplicació de l'índex CARLIT.^{2,6}

Prospecció visual

Es va fer una prospecció de la costa amb una embarcació pneumàtica durant les primaveres dels anys 2006 i 2009 (d'abril a juny), coincidint amb un desenvolupament òptim de les comunitats de fucals per permetre'n una valoració ràpida i adequada.²

El mostratges varen consistir en l'observació visual de les principals espècies que constitueixen les comunitats presents sobre substrat rocós, i varen quedar sense valorar les zones d'arena i l'interior dels ports. Es varen tenir en compte els ambients tancats que podrien ser considerats ports naturals: el port de Maó i la badia de Fornells.

Es va estimar la unitat mínima de tram de costa per valorar en un mínim de cinquanta metres de longitud de costa recorreguda en barca pneumàtica a uns tres metres de la vorera.

La prospecció visual va consistir a diferenciar una sèrie de categories, l'extensió de les quals es va marcar directament sobre una fotografia aèria de l'*Aeroguaia del litoral* (Editorial Planeta, S. A., amb fotografies en color a escala 1:10.000 o 1:20.000)

un cop recorregut cada lloc. Cada categoria es respon al tipus i a l'abundància de les comunitats de la zona infralitoral superior:^{2,6}

- *Cystoseira* 5 (Cs5). L'horitzó de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* és continu, dens i molt ben constituït.
- *Cystoseira* 4 (Cs4). L'horitzó de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* és continu només als indrets més favorables al desenvolupament d'aquesta comunitat (substrat horitzontal).
- *Cystoseira* 3 (Cs3). L'horitzó de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* és discontinu; només està ben constituït en aquells llocs més favorables per a l'espècie, i hi pot haver trams més o menys llargs de costa on la *Cystoseira* sigui absent o només n'hi hagi individus separats.
- *Cystoseira* 2 (Cs2). Les poblacions de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* són poc denses i només es troben de forma esparsa als llocs més favorables.
- *Cystoseira* 1 (Cs1). S'observen individus aïllats de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* i en cap cas es pot parlar d'horitzó. Amb aquesta categoria es vol constatar només la presència d'aquesta espècie.
- En indrets molt calcats on *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* no es desenvolupa s'han considerat altres espècies de *Cystoseira* (sobretot *Cystoseira compressa* i, excepcionalment, *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *crinita*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *barbata*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *algeriensis*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *ballesterosii* var. *tenuior* i *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *brachycarpa*).
- *Corallina-Haliptilon*. Tot i que *Corallina elongata* i *Haliptilon virgatum* són presents gairebé arreu, aquesta categoria està definida per l'abundància d'aquestes espècies sempre que no hi hagi individus de *Cystoseira*. De fet, les categories 1 i 2 de *Cystoseira* (i part de la categoria 3) són, a la pràctica, horitzons de *Corallina elongata* o *Haliptilon virgatum* amb *Cystoseira amentacea*. A la costa balear, sovint es troba *Corallina elongata* en substrats desplomats o verticals, i hi sol haver *Haliptilon virgatum* en indrets més assolellats.
- Algues fotòfiles. Es troben generalment algues brunes de tal·lus erecte, com *Dictyota fasciola*, *Dictyota ligulata* o *Dictyota dichotoma*, que substitueixen les algues del gènere *Cystoseira* en substrats ben il·luminats i amb menys hidrodinamisme.
- *Mytilus*. Aquesta categoria està definida pel musclo com l'espècie més abundant, en absència de *Cystoseira*.

→ Ulvàcies. Categoria caracteritzada per l'absència de *Cystoseira* spp. i l'abundància d'ulvàcies (*Ulva*) i altres clorofícies (*Cladophora* i *Chaetomorpha*).

→ *Lithophyllum*. Les espècies més abundants són les coral·linàcies incrustants de tal·lus llis. Principalment es tracta de *Neogoniolithon brassica-florida*, així com bases de *Corallina elongata* i d'altres coral·linàcies.

→ *Tenassa*. L'existència d'una tenassa de l'alga *Lithophyllum byssoides* a la zona mediolitoral inferior dificulta o impossibilita el desenvolupament d'un horitzó de *Cystoseira* spp. o d'altres algues fotòfiles en el nivell litoral estret. Habitualment s'hi estableix un poblament d'algues esciòfiles dominat per *Corallina elongata*, però que cal diferenciar de l'horitzó fotòfil de *Corallina*.

→ *Dendropoma*. Aquesta estructura biogènica resulta de l'associació de dues espècies, el vermètid gasteròpode *Dendropoma petraeum* amb l'alga coral·linàcia *Neogoniolithon brassica-florida*. Malgrat que té una forma variable, habitualment es tracta d'una plataforma horitzontal a prop del nivell de la mar, a pocs centímetres de la superfície. En alguns llocs se'n poden trobar d'acompanyades de *Cystoseira* spp. o *Palisada tenerrima*.

→ *Cianofícies*. Categoria pròpia de llocs altament contaminats on el poblament dominant està constituït per cianofícies acompanyades d'altres algues molt resistents a la contaminació (derbesials, ulvàcies).

A part d'aquestes categories, se'n varen afegir altres de poc habituals, definides *a posteriori*. En alguns casos es va indicar també l'abundància d'una espècie determinada dins cada categoria (per exemple: *Cystoseira* 3 amb *C. compressa*).

També es varen prendre notes sobre els paràmetres geomorfològics que influeixen en la composició de les comunitats durant la prospecció visual:

- La naturalesa del substrat: natural (N) o artificial (A).
- El tipus de costa: costa baixa (CB) o costa alta (CA).
- El tipus de blocs: blocs decimètrics de mida petita (BD) o blocs mètrics de mida gran (BM).
- El grau d'inclinació de la paret: horitzontal (H), subvertical (SV), vertical (V), o desplom (D).

Tractament de dades

La informació obtinguda durant la prospecció visual es va traslladar a un sistema d'informació geogràfic (SIG), al programa ArcGIS versió 9.2. Es varen utilitzar com a suport de dades les ortofotografies en

color del litoral balear realitzades a partir de l'any 2002 i la línia de costa elaborada l'any 1995, corregides en fer el SIG a escala 1:5.000. Es va modificar la línia de costa per adequar-la a l'actual, que és alterada per la contínua proliferació d'obres noves (construcció de ports nous, espigons, etc.).

Del conjunt de dades del SIG es poden extreure dos tipus d'informació: en primer lloc, la distribució i l'estat de les comunitats que es poden trobar a la zona infralitoral superior de la costa balear, i en segon lloc, un índex de qualitat ambiental, l'EQR, associat a cada tram de costa a partir del quocient entre el valor de qualitat ecològica obtingut al litoral balear i el valor de referència.

L'agrupació dels trams de costa amb la mateixa comunitat en funció de diferents criteris (territorials, geomorfològics, etc.) i la posterior representació en forma de gràfics permet veure clarament l'ocupació territorial de les diferents comunitats i la seva evolució en comparar anys successius. Això ha d'ajudar a detectar la presència no desitjada de determinades comunitats indicadores de perturbacions i a obtenir una visió global del paisatge costaner de les Illes Balears.

La DMA estableix que l'índex EQR s'ha de calcular comparant els valors de l'indret estudiat (les diferents masses d'aigua de la costa balear) amb les condicions biològiques de les zones de referència. Aquest índex relaciona l'estat ecològic real de la zona estudiada, obtingut durant el monitoratge, amb l'estat ecològic potencial, marcat per les condicions de referència. Com a condicions de referència s'han escollit zones en un estat ecològic excel·lent, a partir d'un mostreig fet l'any 2001. Són la façana marítima del Parc Natural Regional de Còrsega, la Reserva dels Freus de Formentera i Eivissa i la Reserva del Nord de Menorca.

L'obtenció d'un índex de qualitat, l'EQR (Ecological Quality Ratio), és un procés relativament complex i requereix una sèrie de càlculs. Primer s'ha d'assignar la qualitat ecològica de les comunitats establides en una zona de costa (EQ). Aquests EQ tenen en compte les longituds de costa ocupada per cada comunitat (l_i) i la valoració de la seva qualitat ambiental per a tot el tram de costa recorregut. Els valors de qualitat ambiental assignats a cada comunitat (taula 1) varen ser establits prèviament pel grup de recerca del CEAB-CSIC que va desenvolupar la metodologia CARLIT. Aquestes valoracions no són valors fixos, i es podrien modificar més endavant. L'EQ es calcula així:

$$EQ_{SSI} = \frac{\sum (l_i * SL_i)}{\sum l_i}$$

En què EQ_{SSI} és la qualitat ecològica d'un determinat tram de costa; l_i , la longitud de la línia de costa ocupada pel tipus de comunitat i , i SL_i , la valoració de la qualitat ambiental de la comunitat i .

Per calcular l'índex EQR, es compara el valor EQ_{SSI} que s'obté en l'estudi de la costa balear amb l' EQ_{SSI} obtingut en l'estudi de les zones de referència:

$$EQR = \frac{EQ \text{ per a la zona estudiada } (EQ_{SSI})}{EQ \text{ per a les zones de referència } (EQ_{RSI})}$$

COMUNITATS	SL _i	COMUNITATS	SL _i
Cs (calmat)	20	Cs1 + U	10
Fanerògames	20	Co	8
Cs5	20	Co + Cer	8
T	20	Co + Cy	8
Af + Cs (calmat)	20	Co + Gel + L	8
Cs4	19	Co + Gel + M	8
Cs4 + M	19	Co + L	8
Cs4 + T	19	Co + L + U	8
Cs4 + U	19	Gel	8
Cs3	15	Co + M	7
Cs3 + M	15	Co + M + Cy	7
Cs3 + M + T	15	Co + M + T	7
Cs3 + T	15	Co + U	7
Cs3 + U	15	Gel + M	7
Cs2	12	Cer	6
Cs2 + L	12	L	6
Cs2 + T	12	L + M	6
Cs2 + T + U	12	M	6
Cs2 + U	12	Gel + M + U	5
Co + T	12	Gel + U	5
Af	12	L + U	5
H	12	M + U	5
Cs1-2	11	Co + U + Cy	3
Cs1-2 + T	11	U	3
Cs1	10	U + Cer	3
Cs1 + L	10	U + Cy	3

Taula 1. Valoració de les comunitats i combinacions d'aquestes a les costes espanyoles i a les zones de referència

*Cs1: *Cystoseira* 1; Cs2: *Cystoseira* 2; Cs3: *Cystoseira* 3; Cs4: *Cystoseira* 4; Cs5: *Cystoseira* 5; Cs1-2: *Cystoseira* 1-2; Cs2-3: *Cystoseira* 2-3; Cs3-4: *Cystoseira* 3-4; Cs4-5: *Cystoseira* 4-5; T: tenassa; Co: *Corallina*; L: *Lithophyllum*; M: *Mytilus*; U: ulvàcies; Cer: ceramiàcies; Gel: *Gelidium*; Af: algues fotòfiles; Hv: *Halimtilon virgatum*.

S'ha de tenir en compte la importància dels paràmetres geomorfològics a l'hora de determinar la composició de les comunitats. Es varen seleccionar dos paràmetres que, d'acord amb els treballs del grup de recerca del CEAB-CSIC, són els que influeixen més sobre les comunitats en ambients poc afectats o gens per perturbacions humanes: (1) la naturalesa del substrat (natural o artificial); i (2) el tipus de costa (costa alta, costa baixa o blocs mètrics).

Es varen establir unes condicions de referència per a cada combinació d'aquests dos paràmetres geomorfològics (taula 2). D'aquesta manera, l'EQR es va calcular comparant els trams de costa amb la mateixa combinació de paràmetres amb la corresponent condició de referència per assegurar que les diferències detectades en l'estat de les comunitats dels trams de costa avaluats eren degudes a canvis en la qualitat ambiental, i no a aquests altres factors.

Comunitat	Mallorca (%)	Menorca (%)	Pitiüses (%)
<i>Cystoseira</i> molt abundant	36,62	46,39	55,67
<i>Cystoseira</i> abundant	35,21	27,12	27,20
<i>Cystoseira</i> poc abundant	13,50	8,48	10,13
<i>Cystoseira compressa</i>	0,67	0,16	0,23
<i>Cystoseira</i> de zones calmades	0,76	6,09	0,54
<i>Corallina-Halimnion</i>	11,87	11,09	5,04
Altres	1,37	0,67	1,19

Taula 4. Percentatge de recobriment de les comunitats per illa.

TIPUS DE COSTA	NATURESA DEL SUBSTRAT	EQ _{SSI}
BM	A	12
CB	A	12
CA	A	8
BM	N	12
CB	N	17
CA	N	15

Taula 2. Qualitat ecològica de les zones de referència per als diferents paisatges possibles.

Els valors d'EQR oscil·len entre 0 i 1, i indiquen un bon estat ecològic quan són propers a 1, mentre que indiquen un mal estat ecològic quan s'acosten a 0. Dividint aquest rang entre cinc, s'han definit els valors de l'índex EQR que limiten els cinc estats ecològics proposats per la DMA (taula 3).

EQR	ALTERACIÓ	ESTAT ECOLÒGIC
> 0,75-1,00	Inexistent o molt petita	Molt bo
> 0,60-0,75	Lleugera	Bo
> 0,40-0,60	Moderada	Moderat
> 0,25-0,40	Gran	Deficient
0,0-0,25	Molt gran	Dolent

Taula 3. Categories de l'estat ecològic en funció de l'EQR.

RESULTATS

No hi ha grans diferències en les comunitats algals entre les diferents illes, on, en conjunt, les comunitats de *Cystoseira* ocupen més del 85 % del recobriment total. La distribució d'aquest percentatge de recobriment entre les diferents categories de *Cystoseira* sí que varia entre illes. Les illes Pitiüses (Eivissa i Formentera) tenen una proporció més gran de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, amb més del 90 % d'ocupació, que és molt abundant en un 56 % de la seva costa. A Menorca, és destacable que el 6 % de la costa està ocupada per espècies de *Cystoseira* de zones calmades (*Cystoseira* (*Treptacantha*) *barbata*, *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *brachycarpa*, etc.), fet que, juntament amb el 82 % ocupat per *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, n'indica el bon estat de conservació. En canvi, Mallorca presenta un percentatge inferior d'ocupació d'espècies del gènere *Cystoseira*, i les seves abundàncies són les més baixes trobades. La comunitat de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* amb alts recobriments només es troba en un 37 % de la costa. L'ocupació per Corallina-Halimnion és molt similar a Mallorca i Menorca, amb un 11 % de recobriment a les dues illes, i és més baixa a les Pitiüses (5 %) (taula 4).

Illa	MA	Delimitació	EQR 2006	EQR 2009	Percentatge de canvi 2009-2006	Tipus de canvi	Estat ecològic 2006	Estat ecològic 2009
MALLORCA	MA-1A	Cala Falcó - na Foradada	1	0,98	-2,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-1B	Punta Castellot - punta Negra	1	0,99	-1,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-2	Badia de Santa Ponça	0,82	0,76	-7,3	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-3A	Punta Negra - cap Gros	1	1	0,0	Sense canvis	Molt bo	Molt bo
	MA-3B	Ses Puntes - illa de Formentor	0,99	0,96	-3,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-4	Badia de Sóller	0,86	0,71	-17,4	Empitjora	Molt bo	Bo

Illa	MA	Delimitació	EQR 2006	EQR 2009	Percentatge de canvi 2009-2006	Tipus de canvi	Estat ecològic 2006	Estat ecològic 2009
MALLORCA	MA-5	Badia de Pollença	0,97	0,94	-3,1	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-6	Cap des Pinar - illa d'Alcanada	0,99	1	1,0	Millora	Molt bo	Molt bo
	MA-7	Illa d'Alcanada - Colònia de Sant Pere	0,92	0,88	-4,3	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-8	Colònia de Sant Pere - punta de Capdepera	1	0,95	-5,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-9	Punta de Capdepera - Portocolom	0,91	0,87	-4,4	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-10	Punta des Joncs - cala Figuera	0,87	0,81	-6,9	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-11	Cala Figuera - cala Beltran	0,91	0,98	7,7	Millora	Molt bo	Molt bo
	MA-12	Cabrera	1	0,92	-8,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-13	Cala Beltran - cap de Regana	1	0,99	-1,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MA-14	Cap de Regana - cap Enderrocat	1	1	0,0	Sense canvis	Molt bo	Molt bo
	MA-15	Cap Enderrocat - cala Major	0,69	0,75	8,7	Millora	Bo	Bo
	MA-16	Cala Major - cala Falcó	0,96	0,91	-5,2	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	MENORCA	ME-1A	Cap de Bajolí - cap de Fornells	0,97	0,97	0,0	Sense canvis	Molt bo
ME-1B		Es Morters - punta des Clot	1	0,99	-1,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
ME-1C		Cala Sant Esteve - punta Prima	0,99	1	1,0	Millora	Molt bo	Molt bo
ME-2		Badia de Fornells	1	1	0,0	Sense canvis	Molt bo	Molt bo
ME-3		Port de Maó	0,70	0,72	2,9	Millora	Bo	Bo
ME-4		Punta Prima - punta na Pruna	0,93	0,95	2,2	Millora	Molt bo	Molt bo
ME-5		Punta na Pruna - cap de Bajolí	0,91	0,86	-5,5	Empitjora	Molt bo	Molt bo
EIVISSA	IB-1A	Punta des Jondal - punta de sa Pedrera	0,96	0,98	2,1	Millora	Molt bo	Molt bo

Illa	MA	Delimitació	EQR 2006	EQR 2009	Percentatge de canvi 2009-2006	Tipus de canvi	Estat ecològic 2006	Estat ecològic 2009
EIVISSA I FORMENTERA	IB-1B	Cap Negret - cap des Mossons	0,93	0,85	-8,6	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	IB-2	Badia de Sant Antoni	1	0,98	-2,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	IB-3	Cap des Mossons - punta Grossa	0,99	0,96	-3,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	IB-4	Punta Grossa - cala Llenya	0,98	1	2,0	Millora	Molt bo	Molt bo
	IB-5	Cala Llenya - punta Blanca	1	1	0,0	Sense canvis	Molt bo	Molt bo
	IB-6	Punta Blanca - punta des Andreus	1	1	0,0	Sense canvis	Molt bo	Molt bo
	IB-7	Punta des Andreus - punta de la Mata	0,93	0,95	2,2	Millora	Molt bo	Molt bo
	IBFO-8	Freus d'Eivissa i Formentera	1	1	0,0	Sense canvis	Molt bo	Molt bo
	FO-9	Punta de la Gavina - punta de ses Pesqueres	1	0,99	-1,0	Empitjora	Molt bo	Molt bo
	FO-10	Punta de ses Pesqueres - punta de ses Pedreres	0,98	1	2,0	Millora	Molt bo	Molt bo

Taula 5. Valors d'EQR per a cada sector de costa o massa d'aigua (MA) de les Balears, obtinguts mitjançant la metodologia CARLIT, que corresponen als llindars entre les cinc categories d'estat ecològic proposades per la DMA.

*S'indica el percentatge de canvi entre el mostratge de l'any 2006 i el de l'any 2009, la tipologia del canvi (empitjora, sense canvis o millora) i l'estat ecològic resultant de l'aplicació d'aquest índex.

No hi ha canvis significatius entre els dos anys de mostratge (2006 i 2009) (taula 5). Dels 36 sectors de costa avaluats, cap es troba en risc d'incompliment, 33 presenten un estat ecològic molt bo i 3, un estat ecològic bo (taula 5).

Només una massa d'aigua, la badia de Sóller (MA-4), ha canviat de categoria i ha passat de molt bo el 2006 (amb un EQR de 0,86) a bo el 2009 (amb un EQR de 0,71), amb una disminució de l'EQR del 17,4 %. Aquesta diferència no es pot explicar per un augment de la longitud de costa mostrejada, ja que el 2006 es va prospectar un 91 % de la massa d'aigua. El canvi de les comunitats presents podria estar relacionat amb les obres d'ampliació del port durant l'any 2006, o amb causes naturals. S'hauria de fer, per tant, un seguiment més exhaustiu d'aquesta massa d'aigua per saber quin és l'origen de la pertorbació (taula 5, figura 2).

Les altres dues masses d'aigua que han presentat una valoració d'estat bo, la badia de Palma (MA-15) i el port de Maó (ME-3), ja presentaven aquesta valoració el 2006. Es corresponen a les masses d'aigua més antropitzades, on s'ubiquen les capitals de les illes de Mallorca i Menorca (taula 5, figures 2-3).

L'illa de Mallorca és la que presenta més sectors de costa en estat ecològic bo, amb dues masses d'aigua, la de la badia de Sóller (MA-4) i la de la badia de Palma (MA-15) amb aquesta categoria. A més, la massa d'aigua de la badia de Santa Ponça (MA-2) presenta un valor d'EQR de 0,76, proper al 0,75, que és el límit entre les categories de bo i molt bo, i ha empitjorat un 7,3 % entre els anys 2006 i 2009 (taula 5, figura 2).

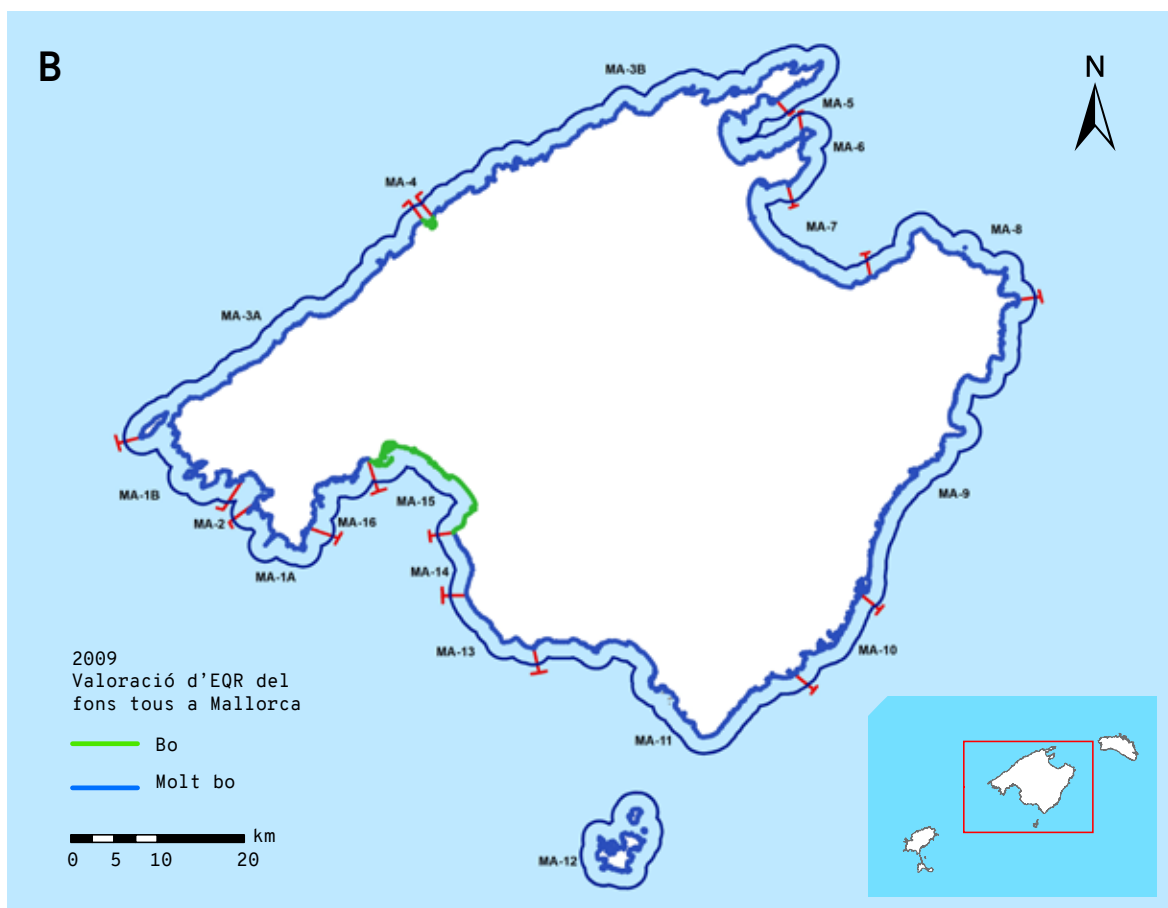
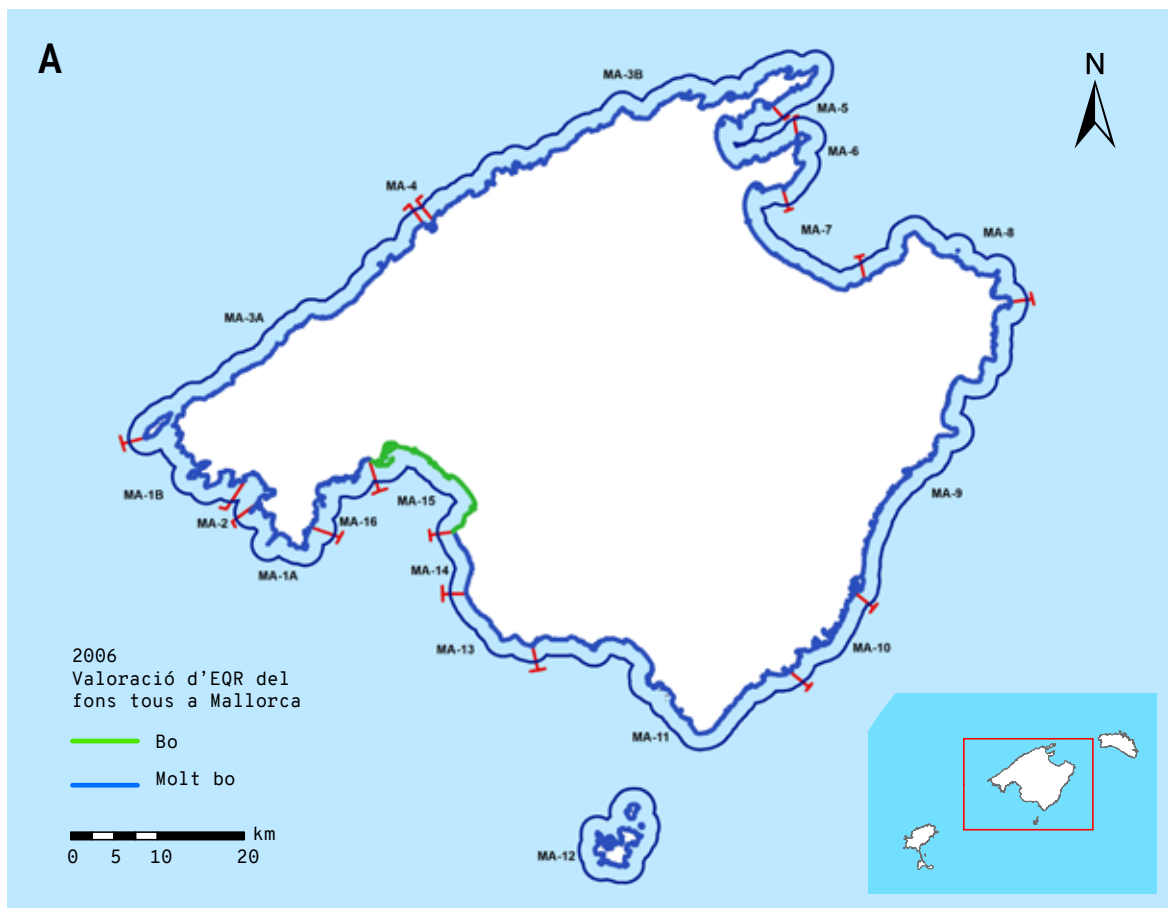


Figura 2. Valors d'EQR per a cada sector de costa a les illes de Mallorca i Cabrera l'any 2006 (A) i 2009 (B) segons l'índex CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.*²

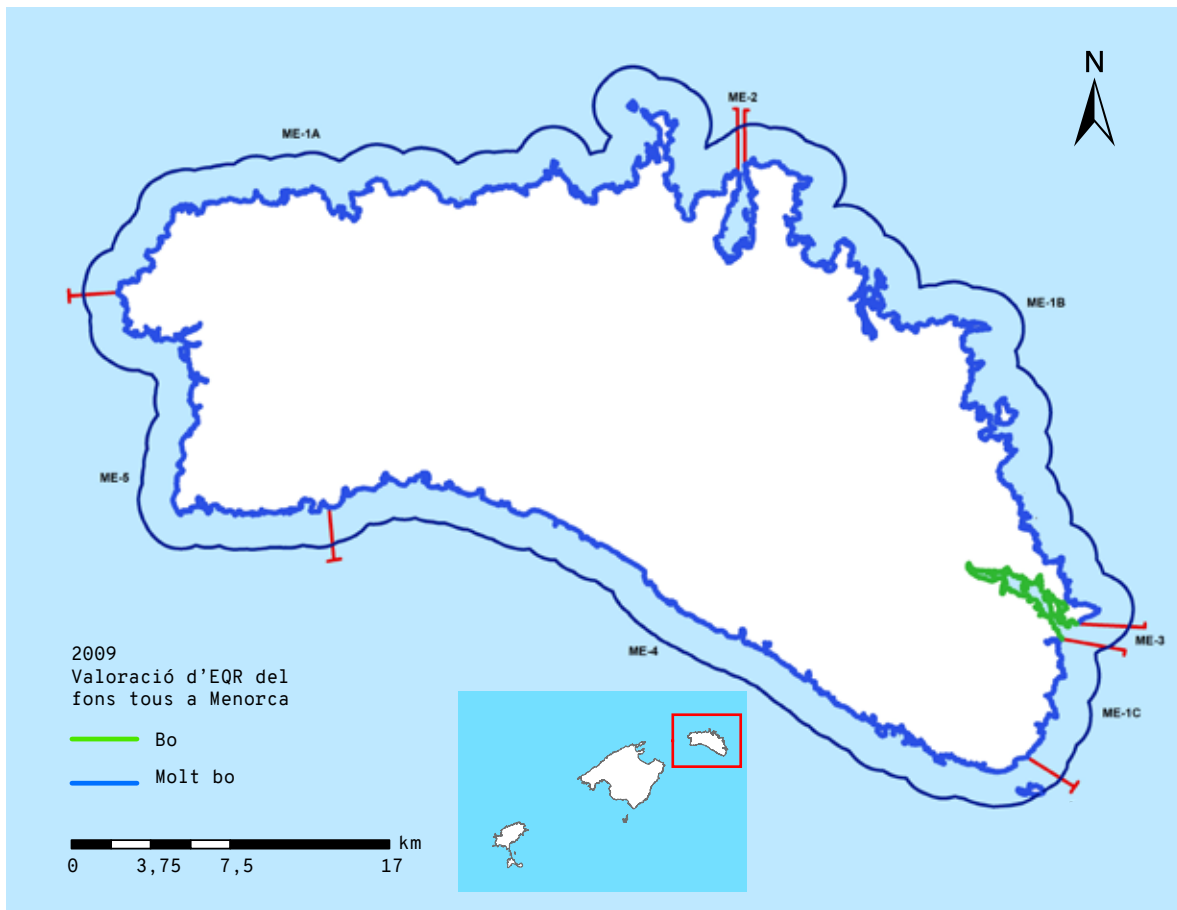


Figura 3. Valors d'EQR per a cada sector de costa a l'illa de Menorca l'any 2009 segons l'índex CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.*²

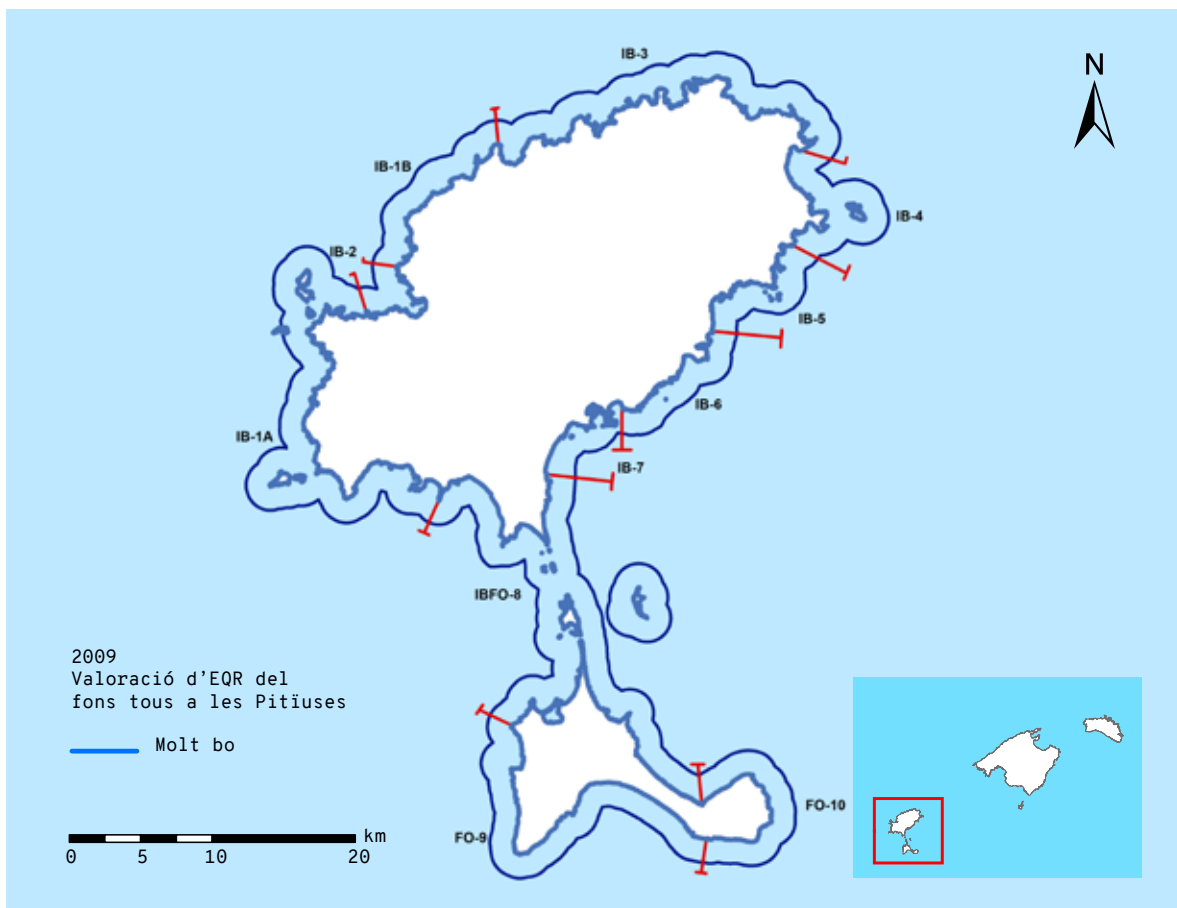


Figura 4. Valors d'EQR per a cada sector de costa a les illes d'Eivissa i Formentera l'any 2009 segons l'índex CARLIT. FONT: Ballesteros *et al.*²

Dels cinc sectors de la costa de Menorca, només el del port de Maó (ME-3) presenta un estat ecològic bo. Es tracta d'una massa d'aigua molt modificada per a la qual no es requereix l'avaluació de l'estat ecològic, sinó el d'un potencial ecològic (que encara no s'ha definit) (taula 1, figura 3).

Els onze sectors d'Eivissa i Formentera presenten un estat ecològic molt bo (taula 5, figura 4).

CONCLUSIONS

- Es va avaluar gairebé d'una manera contínua tota la costa balear (un 93 %) amb la metodologia CARLIT. En un 7 % de la costa no es va poder aplicar aquesta metodologia perquè eren costes d'arena, interiors de ports i zones inaccessibles com ara zones militars. Les masses d'aigua on hi va haver un percentatge de costa no avaluada més alt són: Pollença (MA-5), Alcúdia (MA-7), Palma (MA-15), Eivissa (IB-7) i Maó (ME-3). Una part important de la costa balear està constituïda per substrats desplomats, on no es pot desenvolupar la comunitat de *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* (Cs4 i Cs5).
- Dels 36 sectors de costa definits a la costa balear, 33 es troben en un estat ecològic molt bo, i 3 en un estat ecològic bo. Aquests tres en estat bo són la badia de Sóller (MA-4), la badia de Palma (MA-15) i el port de Maó (ME-3). En el cas de la badia de Palma i el port de Maó, la substitució de *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* per *Coralina-Haliptilon* en certes zones sembla relacionada amb l'efecte de les pressions antròpiques.
- A la badia de Sóller (MA-4) s'ha detectat un descens de l'estat ecològic, que ha passat de molt bo l'any 2006 a bo l'any 2009. Aquest fet podria haver estat causat en part per les obres d'ampliació del port durant el 2006. No obstant això, la limitació en el desenvolupament de la comunitat de *Cystoseira* pot ser en part natural, ja que la presència de penya-segats mitjans, amb un escàs substrat horitzontal, impedeix el creixement d'un horitzó continu de *Cystoseira*. Es recomana fer un seguiment més exhaustiu d'aquesta massa d'aigua en els pròxims anys per detectar un possible empitjorament del seu estat ecològic.
- Tenint en compte que, algunes vegades, les pressions antròpiques es distribueixen de manera heterogènia dins una mateixa massa d'aigua, es poden trobar comunitats de diferent categoria de qualitat ecològica segons els trams prospectats. Si aquestes masses no es prospecten senceres, podria ser que els trams escollits no fossin representatius de tota la massa d'aigua. Això passa a les masses MA-5, MA-7 i MA-16.
- En el cas de la massa d'aigua molt modificada del port de Maó (ME-3), el 78 % està fortament modificat (interior del port i altres estructures artificials) i no ha estat avaluat. Per tant, la valoració en estat bo obtinguda no és representativa de tota la massa d'aigua. D'altra banda, a la cala Sant Esteve la comunitat està dominada per *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea*, cosa que n'indica un estat molt bo. El límit sud d'aquesta massa d'aigua (amb la massa ME-1C) es podria redefinir per atendre'n millor les necessitats de gestió.
- Cap dels sectors de costa estudiats a Mallorca presenta un percentatge alt d'ocupació per *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* molt abundant (Cs5). A la resta d'illes, aquesta categoria presenta valors més alts, però tampoc predomina a cap dels sectors de costa.
- Només es disposa de dades de CARLIT per als anys 2006 i 2009. Actualment s'ha licitat un projecte per elaborar un estudi que avaluï l'EQR seguint la metodologia CARLIT i l'índex MEDOCC durant l'any 2020.

REFERÈNCIES

- ¹ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 172-180. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.038.
- ² BALLESTEROS, E. *et al.* (2010). «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors. Informe final 2009-2010». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ³ SALES, M.; BALLESTEROS, E. (2009). «Shallow *Cystoseira* (Fucales: Ochrophyta) assemblages thriving in sheltered areas from Menorca (NW Mediterranean): Relationships with environmental factors and anthropogenic pressures». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84, 476-482. DOI: 10.1016/j.ecss.2009.07.013.
- ⁴ ARÉVALO, R.; BALLESTEROS, E.; PINEDO, S. (2007). «Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 104-113. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.023.
- ⁵ ARÉVALO, R.; BALLESTEROS, E.; PINEDO, S. (2015). «Seasonal dynamics of upper sublittoral assemblages on Mediterranean rocky shores along a eutrophication gradient». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 161, 93-101. DOI:10.1016/j.ecss.2015.05.004.
- ⁶ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.

CITAR COM

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARTINO, S.; BALLESTEROS, E. (2020) «Indicador biològic de macroalgues: CARLIT». A: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <<https://www.informemarbalea.org/ca/qualitat-aigua/imb-carlit-cat.pdf>>.