

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

# Indicador biològic de macroinvertebrats: índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC)

Les activitats humanes poden alterar profundament els ecosistemes marins, el medi ambient, la composició d'espècies i el funcionament dels ecosistemes. Els índexs biòtics s'empren per poder identificar aquestes alteracions. Per exemple, es poden emprar espècies o grups la funció, la població o l'estat dels quals reflecteixi la qualitat ambiental. Així, els índexs biòtics mostren la presència o l'absència de certs organismes o grups d'organismes i ens donen informació sobre la qualitat de l'aigua de la zona. La presència o l'abundància d'un cert organisme indica que els seus requeriments biològics estan satisfets. En canvi, la rarefacció o la desaparició d'alguns organismes ens pot indicar un canvi en l'ambient.<sup>1</sup>

Les comunitats de macroinvertebrats bentònics presents en una determinada àrea ens donen una informació integrada en el temps de la qualitat del sediment i alhora de la massa d'aigua on es troben. Els macroinvertebrats bentònics tenen certes característiques que els fan adequats per mesurar correctament l'estat ecològic de les aigües costaneres. D'una banda, la seva naturalesa sedentària i longevitat els permeten reflectir les condicions locals integrades al llarg del temps. De l'altra, la seva localització en els primers centímetres del sediment, on els contaminants s'acumulen i on es poden donar processos de falta d'oxigen (hipòxia)

a causa de processos d'eutrofització i acumulació de matèria orgànica, els fa idonis per determinar la qualitat del sediment.<sup>2</sup> L'oxigen és essencial per als organismes pluricel·lulars i la seva absència pot produir canvis catastròfics en els ecosistemes.<sup>3</sup> Diferents espècies tenen diferents graus de sensibilitat i/o tolerància a les pertorbacions segons la seva capacitat d'adaptació als canvis. Per tant, la composició de la comunitat de macroinvertebrats bentònics, depenent del seu grau de sensibilitat, ens aporta una informació cabdal per poder saber quin és l'estat de la qualitat de l'aigua i del sediment.

## QUÈ ÉS?

L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC) 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. Empra les comunitats de macroinvertebrats bentònics per determinar la qualitat de l'aigua i del sediment.

## METODOLOGIA

L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC) el va desenvolupar un equip del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC) liderat per Enric Ballesteros, utilitzant dades de Catalunya i de les Illes Balears i basant-se en l'índex AMBI, creat per investigadors del centre de recerca AZTI, liderats per Àngel Borja. Es desenvolupa sobre la base teòrica de la capacitat que tenen les comunitats de respondre a les variacions induïdes per l'home en les condicions ambientals, i més concretament, a l'enriquiment en matèria orgànica dels sediments, segons la successió descrita per Pearson i Rosenberg.

Els resultats que es presenten aquí es basen en dos estudis elaborats per l'equip del CEAB-CSIC dirigit pel doctor Ballesteros que es varen fer els anys 2005 i 2007: «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicators. 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 bioindicators (maig 2005 - març 2007)».

L'any 2005 es varen mostrejar un total de 76 estacions, i es va obtenir l'estat ecològic per a només 42, ja que la resta d'estacions varen tenir sediments gruixuts i aquest índex només és aplicable a zones amb sediments fins. L'any 2007 es varen mostrejar un total de 72 estacions, i es va obtenir l'estat ecològic de 40.

El càlcul de l'índex MEDOCC s'obté a partir dels percentatges de l'abundància de cada grup ecològic segons el seu grau de tolerància a l'enriquiment en matèria orgànica. El valor resultant està comprès entre 0 i 6. Els valors baixos de MEDOCC n'indiquen una bona qualitat, i a mesura que el valor augmenta, la qualitat ambiental empitjora. La Directiva marc de l'aigua (DMA) estableix que l'estat ecològic (EQR) es calcula comparant els valors d'estat ecològic obtinguts a la zona d'estudi amb les condicions biològiques d'una condició de referència i fixa que l'EQR ha de tenir uns valors compresos entre 0 i 1. Com que els valors de l'índex MEDOCC varien entre 0,5 i 6, s'han de transformar i convertir a escala 0-1, en què valors propers a 1 indiquen un bon estat ecològic i valors propers a 0 indiquen un estat ecològic dolent.

## PER QUÈ?

La Directiva marc de l'aigua (DMA 2000/60/CEE) estableix les bases per a la vigilància, la protecció i la millora de l'estat ecològic dels sistemes aquàtics dels països membres de la Unió Europea. El principal objectiu és aconseguir (o mantenir) almenys un estat ecològic bo a les masses d'aigua europees per a l'any 2015. Aquesta directiva introdueix l'ús obligatori de bioindicators per avaluar l'estat ecològic dels sistemes aquàtics.

## LOCALITZACIÓ



## RESULTATS

→ S'ha trobat un empitjorament de l'estat ecològic de les masses d'aigua de les Balears entre els anys 2005 i 2007. Mentre que l'any 2005 el 51,9 % dels sectors analitzats varen presentar un estat ecològic molt bo, l'any 2007 només ho varen fer l'11,5 %. L'any 2005 només un sector (3,7 %) va presentar un estat ecològic moderat, mentre que el 2007 varen ser 5 sectors (19,2 %).

→ Dels 26 sectors avaluats l'any 2007, 5 varen incomplir la DMA perquè tenien un estat ecològic moderat: la serra de Tramuntana, la badia de Pollença, Cabrera, la badia de Fornells i el port de Maó.



Estat ecològic dels sectors de costa mostrats a les Illes Balears l'any 2007 segons l'índex MEDOCC. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros *et al.*, 2010.

Aquí presentam els resultats de dos estudis dirigits pel doctor Enric Ballesteros duts a terme els anys 2005 i 2007 a la costa de les Balears, en els quals s'analitzen les principals variables fisicoquímiques considerades determinants de l'estat de les comunitats dels fons tous, es caracteritzen les comunitats de macroinvertebrats i s'estudia la relació entre les comunitats observades i les variables ambientals. L'estat biològic s'avalua mitjançant l'aplicació de l'índex MEDOCC.<sup>2, 4</sup>

#### 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

S'ha avaluat l'estat ecològic de les aigües costaneres de les Illes Balears utilitzant la macrofauna com a indicador. Els resultats presentats provenen de dos estudis en què s'ha emprat l'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC), basat en l'estudi de les comunitats bentòniques de fons tous.<sup>2, 4</sup>

#### Punts de mostratge i masses d'aigua

El Govern de les Illes Balears va definir 31 masses d'aigua (MA): 16 a Mallorca, 10 a Eivissa i Formentera i 5 a Menorca.

A l'estudi de l'any 2005 es varen mostrejar dues estacions per a cada massa d'aigua i algunes estacions addicionals, que varen fer un total de 76 estacions. Només es va obtenir l'estat ecològic per a 42 estacions, ja que la resta d'estacions varen tenir sediments gruixats i aquest índex només és aplicable a zones amb sediments fins (taula 1).<sup>4</sup>

A l'estudi de l'any 2007 es varen intentar substituir les estacions amb sediments massa gruixats per estacions amb sediments fins. També es varen modificar les posicions d'algunes estacions. Es varen eliminar les 21 estacions de sediments gruixats i es varen afegir 17 estacions noves, i es va mostrejar un total de 72 estacions (taula 1).<sup>2</sup>

ILLA	MA	Estació 2007/2005	Codi	X	Y	Fondària (m)	Gra mitjà (mm)	Cate-goria sedimen-tària	MO (%)	Ambient
MALLORCA	MA-1A	Badia de Palma - cala Aixada	51	39°28'750	2°31'658	9,7	215	F	1,95	Aigües obertes
	MA-1A	Badia de Palma - illa del Sec	51A	-	-					
	MA-1A	Banc d'Eivissa	52	39°28'683	2°28'902	7,7	359	M	1,05	
	MA-2	Platja de Santa Ponça	53	39°30'993	2°28'135	10,7	134	F	1,42	
	MA-2	Peguera - Palmira	54	39°32'077	2°27'094	7,1	167	F	1,46	
	MA-1B	Cala en Cranc	55	39°32'212	2°24'495	6,5	98	MF	1,43	
	MA-1B	Sant Elm	56	39°34'690	2°21'093	7,7	201	F	1,70	
	MA-3A	Cala en Basset	57A	-	-					
	MA-3A	Cala Deià	58	39°45'785	2°38'485	8,1	244	F	1,26	
	MA-4	Port de Sóller (far / cap Gros)	59	39°47'720	2°41'678	6,0	881	MF	3,34	
	MA-4	Platja de Sóller	60	39°47'613	2°41'560	7,3	229	F	2,64	
	MA-3B	Sa Taleca	23	39°49'817	2°44'927	7,3	348	M	1,09	
	MA-3B	Formentor - cala Figuera	24A	-	-					
	MA-3B	Cala Murta	25	39°54'471	3°10'942	5,4	126	F	2,23	
	MA-5	Cala Formentor	26A	-	-					
	MA-5	Badia de Pollença el Caló / Hotel Formentor	27	39°54'727	3°06'714	4,8	108	MF	2,24	
	MA-5	Badia de Pollença - Mal Pas	28	39°52'141	3°08'319	9,8	274	M	1,73	
	MA-6	Badia d'Alcúdia - es Coll Baix	29	39°51'898	3°11'359	8,5	393	M	0,84	
	MA-7	Badia d'Alcúdia - platja de Muro	30	39°47'476	3°08'247	7,9	156	F	1,66	
	MA-7	Badia d'Alcúdia - platja de sa Canova	31	39°44'333	3°14'880	10,0	221	F	1,83	
	MA-8	Betlem - es Caló	32	39°45'661	3°27'463	7,2	338	M	1,42	
	MA-8	Cala Agulla	33	39°43'528	3°27'463	9,6	338	M	2,28	
	MA-9	Canyamel	34	39°32'915	3°21'379	9,1	186	F	2,10	
	MA-9	Cala Petita	35	39°39'282	3°26'721	10,7	261	M	2,28	
	MA-10	Cala d'Or	36	39°22'354	3°14'118	8,2	137	F	2,64	
	MA-10	Portocolom - cala Estreta	36A	-	-					
	MA-10	Cala Mondragó	37	39°21'000	3°11'526	11,3	173	F	2,36	
	MA-11	Cala Llombards	38	39°19'518	3°08'617	9,9	214	F	1,29	
	MA-11	Punta de sa Cova des Coloms	42	39°21'646	2°53'874	9,0	310	M	1,19	
	MA-13	Cotimplà	43	39°22'044	2°48'403	11,5	327	M	1,72	
	MA-13	Cap Roig	44	39°22'843	2°46'427	8,7	277	M	2,73	
	MA-14	Cap de Regana - sa Fossa	45	39°26'711	2°44'699					
	MA-14	Cap de Regana	45A	-	-	8,2	627	G	1,55	
	MA-14	Cap Enderrocat - es Davallador	46	39°26'000	2°44'761	7,7	501	G	2,12	

ILLA	MA	Estació 2007/2005	Codi	X	Y	Fondària (m)	Gra mitjà (mm)	Cate-goria sedimen-tària	MO (%)	Ambient
MALLORCA	MA-14	Cap Enderrocat	46A	-	-					Aigües obertes
	MA-15	Badia de Palma - s'Arenal	47	39°30'358	2°44'215	10,3	113	MF	1,85	
	MA-15	Badia de Palma - Can Pastilla	48	39°31'694	2°43'123	8,4	125	MF	1,79	
	MA-16	Badia de Palma - cala Major / Marivent	49	39°33'010	2°36'491	10,3	177	F	1,88	
	MA-16	Badia de Palma - cala Vinyes	50	39°28'756	2°31'660	9,0	168	F	2,89	
	MA-12	Conillera - es Blanquer	39	39°11'117	2°58'264	55,7	391	M	1,00	
	MA-12	Cabrera - l'Olla	40	39°08'760	2°57'609	10,6	209	F	1,18	
	MA-12	Cabrera - port de Cabrera	41	39°08'884	2°56'161	77,6	506	G	2,25	
MENORCA	ME-2	Badia de Fornells (entrada)	61	40°03'594	4°08'092	6,4	76	M	2,87	Indret tancat
	ME-2	Port de Fornells	62	40°03'388	4°08'025	4,1	99	M	2,58	
	ME-2	Badia de Fornells - ses Salines (N)	63	40°02'492	4°07'648	7,4	134	F	17,37	
	ME-2	Badia de Fornells - ses Salines (S)	64	40°03'003	4°07'872	4,7	327	M	10,06	
	ME-1A	Cap Gros / cala Pudent	65	40°02'310	4°09'817	7,8	383	M	3,19	
	ME-1B	Es Grau	66	39°57'163	4°16'354	8,9	373	M	2,68	Aigües obertes
	ME-3	Port de Maó - es Clot	67A	-	-					
	ME-3	Port de Maó - canal de l'illa des Llatzeret	68	39°52'652	4°18'482	6,2	189	F	8,95	Aigües modificades
	ME-3	Port de Maó - illa Plana	69	39°52'974	4°18'122	8,7	200	F	5,99	
	ME-3	Port de Maó - cala Llonga	70	39°03'294	4°17'760	11,5	145	F	5,67	
	ME-3	Port de Maó - cala Rata	71	39°53'621	4°16'779	11,3	48	FA	7,62	
	ME-3	Port de Maó - castell St. Felip	72A	-	-					
	ME-3	Port de Maó - cala Sant Esteve	73	39°51'925	4°18'295	7,7	270	M	3,31	
	ME-1C	Alcalfar - s'Algar	74	39°49'742	4°17'749	6,0	37	G	1,36	
	ME-4	Illa de l'Aire	75A	-	-					Aigües obertes
	ME-4	Binissafüller	76	39°49'566	4°13'238	9,4	67	M	2,10	
	ME-4	Cala Galdana	77	39°56'235	3°57'469	8,6	81	F	1,79	
	ME-5	Arenal de Son Saura	78	39°55'494	3°53'713	9,0	93	F	2,09	
	ME-5	S'Aigua Dolça	79A	-	-					
	ME-5	Cala Santandria	80	39°58'830	3°49'995	9,7	83	M	1,88	
	ME-1A	Algaiarens	81	40°03'039	3°55'329	7,0	406	M	2,78	
	ME-1A	Cala del Pilar	82A	-	-					
	ME-1A	Platja de Cavalleria	83	40°03'793	4°04'310	9,7	94	M	2,58	
	ME-1A	Arenal de Tirant	84A	-	-					

ILLA	MA	Estació 2007/2005	Codi	X	Y	Fondària (m)	Gra mitjà (mm)	Cate- goria sedimen- tària	MO (%)	Ambient
EIVISSA	IB-1A	Sa Caixota	17	38°52'473	01°17'745	9,2	178	F	1,60	Aigües obertes
	IB-1A	Cala Tarida	18	38°56'451	01°13'966	11,3	219	F	2,07	
	IB-2	Caló de s'Oli	19	38°58'437	1°17'342	3,3	579	G	1,73	
	IB-2	Port des Torrent	19A	-	-					
	IB-2	Cala Gració	20	38°59'572	1°17'342	3,4	446	M	2,28	
	IB-2	Caló des Moro	20A	-	-					
	IB-1B	Cala Salada	21	39°00'693	1°17'952	3,3	408	M	1,62	
	IB-1B	Ses Balandres	22	39°03'088	1°19'568	11,3	206	F	1,67	
	IB-3	Port de Sant Miquel	1	39°05'118	1°26'369	8,7	197	F	1,57	
	IB-3	Cala Xarraca (Xucrà)	2	39°06'317	1°30'544	9,8	337	M	1,39	
	IB-4	Cala Sant Vicent	3	39°04'527	1°35'786	8,3	113	MF	1,69	
	IB-4	Cala Negra	4	39°01'801	1°37'116	7,2	260	M	2,43	
	IB-4	Cala Boix	4A	-	-					
	IB-5	Cala Nova	5	39°00'466	1°35'120	6,6	306	M	1,86	
	IB-5	Sta, Eulària - ses Roquetes	6	38°59'177	1°32'975	7,8	200	F	1,98	
	IB-6	Cala Llonga	7	38°57'253	1°31'442	5,7	132	F	1,33	
	IB-6	Cala Roja (nord)	8	38°55'072	1°28'867	9,3	240	F	1,17	
	IB-7	Cala Talamanca	9	38°54'899	1°27'660	5,6	292	M	1,26	
	IB-7	Platja d'en Bossa	10	38°53'447	1°24'738	5,0	148	F	2,21	
	IBFO-8	Punta de sa Torre	11	38°49'908	1°24'255	9,4	285	M	1,97	
	IBFO-8	Freu Petit - illa des Penjats (N)	11A	-	-					
FORMENTERA	IBFO-8	Illa de ses Porreres	12	38°44'073	1°27'173	7,7	280	M	2,04	
	IBFO-8	Es Pujols - punta Prima	12A	-	-					
	FO-10	Racó de sa Pujada	13A	-	-					
	FO-10	Punta de sa Palmera	14A	-	-					
	FO-9	Platja de Migjorn	15A	-	-					
	FO-9	Caló d'en Trull - cala Saona	16	38°41'925	1°23'282	7,9	242	F	2,16	

**Taula 1.** Estacions de fons blans mostrejades durant els anys 2005 i 2007.

\* S'indiquen els sectors de costa o massa d'aigua (MA), les coordenades (X, Y, en graus i minuts), la fondària, la mida mitjana de gra, la categoria sedimentària (MG: molt gruixats, G: gruixats, M: mitjans, F: fins, MF: molt fins, i FA: fangs), el percentatge en matèria orgànica i el tipus d'ambient. Les estacions noves es ressalten en negreta. El guionet representa les estacions mostrejades el 2005 i no mostrejades el 2007. FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>

## L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC)

L'índex de la Mediterrània occidental (MEDOCC) el va desenvolupar un equip del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CEAB-CSIC) utilitzant dades de Catalunya i de les Illes Balears.<sup>5</sup> Aquest índex es basa en l'índex AMBI, creat per investigadors del centre de recerca AZTI, liderats per Àngel Borja.<sup>6</sup> La base teòrica sobre la qual es desenvolupa és la capacitat que tenen les comunitats de respondre a les variacions induïdes per l'home, a les condicions ambientals i, més concretament, a l'enriquiment en matèria orgànica dels sediments, segons la successió descrita per Pearson i Rosenberg.<sup>7</sup>

Les espècies es classifiquen en quatre grups, segons la

sensibilitat que tenen a un gradient de pertorbacions:

- **GI. Sensibles:** espècies molt sensibles a l'enriquiment orgànic i només presents en condicions no pertorbades.
- **GII. Indiferents:** espècies indiferents a l'enriquiment orgànic. Sempre es troben en densitats molt baixes.
- **GIII. Tolerants:** espècies tolerants a l'enriquiment de matèria orgànica. Augmenten de densitat amb l'enriquiment en matèria orgànica.
- **GIV. Oportunistes:** espècies oportunistes.

El càlcul de l'índex s'obté a partir de la fórmula següent,<sup>2, 5</sup> basada en els percentatges de l'abundància de cada grup ecològic:

$$\text{MEDOCC} = ((0 \cdot \text{GI}) + (2 \cdot \text{GII}) + (4 \cdot \text{GIII}) + (6 \cdot \text{GIV})) / 100$$

En què GI, GII, GIII i GIV són els diferents grups ecològics als quals s'assignen les espècies d'una comunitat segons el seu grau de tolerància a l'enriquiment en matèria orgànica. El valor resultant està comprès entre 0 i 6. Els valors baixos de MEDOCC indiquen una bona qualitat, i a mesura que el valor augmenta, la qualitat ambiental empitjora.

#### Condicions de referència, obtenció de l'estat ecològic (EQR) i l·lindars entre estats ecològics

La Directiva marc de l'aigua estableix que l'estat ecològic (Ecology Quality Ratio o EQR) es calcula comparant els valors d'estat ecològic obtinguts a la zona d'estudi amb les condicions biològiques d'una condició de referència, per poder relacionar l'estat ecològic real amb el potencial, que marca la condició de referència.

En els estudis del 2005 i 2007 es va seleccionar com a EQR de referència el valor de MEDOCC més baix trobat a la costa catalana i balear, i es va millorar eliminant-ne les espècies tolerants (GIII) i oportunistes (GIV). Així es va considerar com a condició de referència una comunitat amb un 90 % d'espècies sensibles (GI) i un 10 % d'espècies indiferents (GII), cosa que va donar com a resultat un valor de MEDOCC de 0,2.

Com que les Illes Balears presenten una gran abundància d'espècies tolerants i una menor abundància d'espècies sensibles, es va adaptar el valor de referència atenent les particularitats de les Illes, definint una condició de referència basada únicament en les dades de les zones d'estudi. Així, partint de la condició de referència de 0,2 i utilitzant les dades dels estudis dels anys 2005 i 2007, es varen calcular els EQR de les diferents estacions emprant diferents condicions de referència amb valors entre 0,2 i 0,7, per poder triar el que explicàs millor els resultats obtinguts. Es va seleccionar un valor de MEDOCC de 0,5 com el mínim a partir del qual es reflecteixen les condicions de referència de les Illes Balears, ja que es va detectar un salt qualitatiu de les valoracions

de l'estat ecològic quan es trobaven una comunitat amb el 80 % d'espècies sensibles (GI), el 15 % d'espècies indiferents (GII) i el 5 % d'espècies tolerants (GIII).<sup>2</sup>

Per valorar l'estat ecològic d'un lloc, el valor obtingut de MEDOCC s'ha de corregir per la condició de referència. Tenint en compte aquesta condició de referència, els valors de MEDOCC oscil·len entre 0,5 i 6 (0,5 és la millor situació que ens podem trobar a les comunitats de fons tous de la costa balear).

La Directiva marc de l'aigua estableix que l'EQR ha de tenir uns valors compresos entre 0 i 1. Com que els valors de MEDOCC varien entre 0,5 i 6, s'han de transformar i invertir a escala 0-1, en què valors propers a 1 indiquen un bon estat ecològic i els valors propers a 0 indiquen un estat ecològic dolent. Així, l'EQR es calcula de la manera següent:

$$\text{EQR} = 1 - [(\text{MEDOCC} - 0,5) / (6 - 0,5)]$$

Els valors de l'índex MEDOCC i els l·lindars de l'EQR que delimiten els cinc estats ecològics proposats per la DMA es detallen a la taula 2.

ESTAT ECOLÒGIC	MEDOCC (0-6)	LLINDARS EQR (1-0)
<b>Molt bo</b>	0 < MEDOCC < 1,60	1,00 - 0,73
<b>Bo</b>	1,60 < MEDOCC < 3,20	0,73 - 0,47
<b>Moderat</b>	3,20 < MEDOCC < 4,77	0,47 - 0,20
<b>Deficient</b>	4,77 < MEDOCC < 5,50	0,20 - 0,08
<b>Dolent</b>	5,50 < MEDOCC < 6	< 0,08

**Taula 2.** Valors de l'índex MEDOCC per establir els estats ecològics proposats per la DMA i la seva equivalència amb els valors d'EQR. FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>

L'estat ecològic molt bo (*high*) representa una situació de no pertorbació en què les comunitats bentòniques de fons blans estan dominades per espècies sensibles (GI), que suposen més d'un 40 % de l'abundància total.

L'estat ecològic bo (*good*), es caracteritza per presentar entre un 20 i un 50 % d'espècies tolerants (GIII), però les espècies sensibles continuen essent importants a la comunitat (entre un 10 i un 40 % de l'abundància total).

Un estat ecològic moderat (*moderate*) es dona quan apareixen fins a un 50 % d'espècies tolerants i menys d'un 45 % d'espècies oportunistes.

Els estats ecològics deficient (*poor*) i dolent (*bad*), es caracteritzen per la dominància d'espècies oportunistes (GIV: més d'un 45 % i d'un 80 %, respectivament).

## RESULTATS

### Característiques del sediment

A l'estudi de l'any 2007, de les 72 estacions mostrejades, 31 varen pertànyer a la categoria d'arenes fines (43 %), 6 a la d'arenes molt fines (8 %), i 1 a fangs (2 %); 29 eren d'arenes mitjanes (40 %) i 5 d'arenes gruixades (7 %) (taula 1). Així, un total de 38 estacions varen tenir una granulometria adequada per determinar el MEDOCC (inferior a arenes mitjanes), i s'hi varen afegir dues estacions més, que malgrat que varen presentar una mitjana d'arenes mitjanes, en una rèplica presentaren arenes fines (taula 1).

Menorca va ser l'illa que presentà un percentatge d'arenes fines més elevat, amb les estacions del port de Maó i la badia de Fornells, mentre que Mallorca en presentà a cala en Cranc i al port de Sóller.

Es varen trobar valors especialment alts de matèria orgànica (> 5 %) en els ambients del tipus indret tancat amb escassa renovació a la badia de Fornells i a la massa d'aigua molt modificada del port de Maó. També es varen trobar valors elevats de matèria orgànica (3-5 %) al port de Sóller, al cap Gros i a cala Sant Esteve. 25 estacions més (12 a Mallorca, 7 a Menorca i 6 a Eivissa i Formentera) varen presentar valors relativament alts, entre el 2 i el 3 % (taula 1).

### Caracterització de la comunitat

L'any 2005, de les 76 estacions mostrejades per a l'estudi biològic de les comunitats de fons tous, només es va poder establir l'estat ecològic de 42 estacions d'arenes fines; mentre que l'any 2007, de les 72 estacions mostrejades, la caracterització només es va poder dur a terme a 40 estacions amb sediments fins. Això es deu al fet que els sediments gruixats s'associen a un hidrodinamisme elevat i els organismes que hi viuen no reflecteixen la qualitat de l'aigua.

L'any 2007 el grup d'organismes amb més riquesa d'espècies va ser el dels anèl·lids (poliquets), amb 8.800 individus repartits en 160 tàxons, dels quals el 12 % varen ser sensibles, el 48 % indiferents, el 21 % tolerants i el 10 % oportunistes.

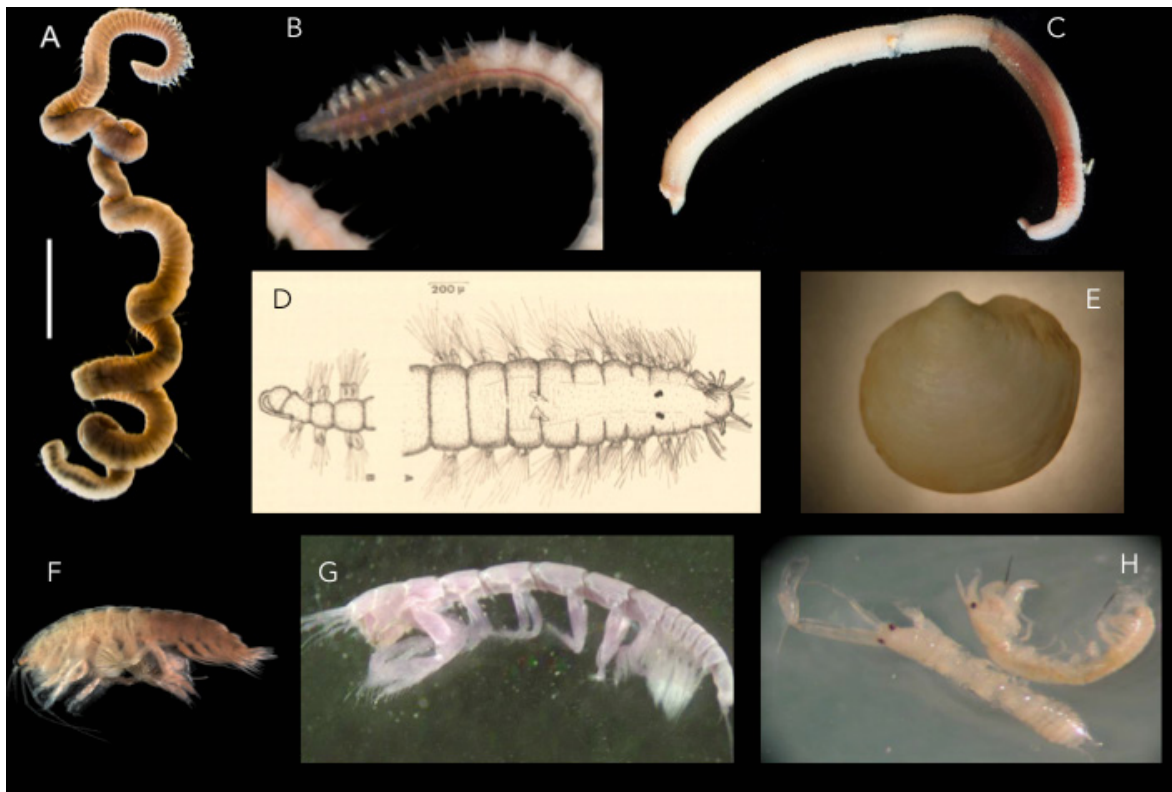
Aquell any, el grup més abundant va ser el dels mol·luscs, amb 11.874 individus, i també va ser el grup amb més tàxons sensibles (50 %), seguit del grup dels crustacis (35 %).

L'abundància total (nombre d'individus) va disminuir de 2005 a 2007, mentre que la riquesa específica (nombre de tàxons) no va mostrar grans canvis entre els dos anys mostrejats (taula 3).

Codi	Abundància total		Riquesa	
	2005	2007	2005	2007
1	313	237	36	26
3	538	185	31	24
6	496	178	45	28
7	338	130	43	25
8	117	125	25	24
10	-	161	-	15
16	108	58	31	21
17	147	157	38	27
18	112	73	32	30
22	223	261	24	18
25	-	507	-	35
27	-	178	-	20
30	61	90	25	33
31	63	188	24	26
34	236	57	40	24
35	91	145	21	34
36	-	494	-	36
37	224	165	21	19
38	246	227	19	25
40	83	279	31	32
47	215	178	43	46
48	270	100	40	32
49	348	168	44	31
50	457	417	39	37
51	-	539	-	34
53	328	264	40	37
54	-	196	-	34
55	644	159	35	31
56	139	349	30	36
58	18	24	10	9
59	120	175	22	23
60	338	172	44	26
63	30	129	11	28
68	1.131	1.008	76	77
69	491	372	52	62
70	-	574	-	61
71	-	726	-	39
73	375	307	51	38
77	264	347	35	29
78	169	257	32	19
Mitjana	273	218	34	30
Màxim	1.131	1.008	76	77
Mínim	18	24	10	9

**Taula 3.** Abundància total (nombre d'individus) i riquesa específica (nombre de tàxons per mostra) de les estacions mostrejades per als anys 2005 i 2007. \*Es presenten les mitjanes, el màxim i el mínim per any, calculats considerant només les estacions comunes als mostratges de 2005 i 2007. FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>





**Figura 1.** Macroinvertebrats dominants a les comunitats de les Illes Balears. Els poliquets A: *Paradoneis armata* (tolerant); B: *Prionospio fallax*; C: *Abyssoninoe hibernica* (indiferent); D: *Micronephthys maryae* (tolerant); el bivalve tolerant E: *Loripes lacteus*; els crustacis F: *Ampelisca brevicornis* (sensible); G: *Apseudes latreillii* (indiferent) i H: *Leptochelia savignyi*. FONTS: A: Erdogan-Dereli i Cinar<sup>8</sup>; B: <http://www.aphotomarine.com/>; C: Universitat d'Oslo, 2011; D: San Martín;<sup>9</sup> E, G i H: Ballesteros *et al.*<sup>4</sup> i F: Hans Hillewaert.

L'any 2007 es varen trobar diferències clares entre les comunitats d'aigües obertes de les Balears (dominades pel bivalve tolerant *Loripes lacteus*) i les d'aigües modificades (port de Maó i s'Arenal), dominades per oligoquets, nematodes, nemertins, el crustaci *Leptochelia savignyi* i els poliquets *Micronephthys maryae* i *Prionospio fallax*, tots tolerants i oportunistes (figura 1).

Les espècies característiques de les comunitats de les aigües obertes de les estacions de 2007 a tota la costa balear varen ser el bivalve *Loripes lacteus* (tolerant), el poliquet *Paradoneis armata* (tolerant) i els crustacis *Apseudes latreillii* (indiferent) i *Ampelisca brevicornis* (sensible). Les aigües obertes de les Illes Balears varen presentar una abundància elevada d'espècies tolerants (p. e. *Loripes lacteus*) i una menor abundància d'espècies sensibles, fins i tot en zones on no hi ha pressions antròpiques. Aquesta abundància d'espècies tolerants podria estar relacionada amb els elevats continguts de matèria orgànica d'origen natural (restes vegetals, sobretot de *Posidonia oceanica*) trobats al sediment, i no indicarien enriquiment orgànic d'origen antròpic (figura 1).

A les aigües modificades, les comunitats del port de Maó, on varen ser més abundants els nematodes (tolerants) i exclusius els poliquets *Micronephthys maryae* (tolerant) i *Abyssoninoe hibernica* (indiferent), es varen diferenciar de les comunitats del port de s'Arenal, on varen ser més abundants el crustaci *Leptochelia savignyi* i el bivalve *Loripes lacteus* (ambdues espècies tolerants), i exclusius els oligoquets (oportunistes) (figura 1).

A l'estació de la badia de Fornells (63) es va trobar una comunitat diferenciada de la de les aigües obertes. Aquesta zona és molt tancada, per la qual cosa es va proposar que sigui considerada de tipus indret tancat amb escassa renovació.<sup>2</sup>

### Avaluació de l'estat ecològic

De les 42 estacions avaluades l'any 2005, 20 varen presentar un estat molt bo (47,6 %); 19, un estat bo (45,2 %), i 3, un estat ecològic moderat (7,1 %) (taula 4).

L'any 2007, de les 40 estacions avaluades, 6 varen presentar un estat molt bo (15 %); 25, un estat bo (62,5 %), i 9, un estat moderat (22,5 %) (taula 4).

De les 32 estacions que es varen avaluar tant l'any 2005 com el 2007, 12 estacions varen baixar de categoria, 2 estacions en varen pujar i 18 estacions es varen mantenir a la mateixa. Les estacions que varen passar d'un estat molt bo a bo varen ser: a Eivissa, el port de Sant Miquel (1), cala Sant Vicent (3), ses Roquetes (6), cala Roja (8) i cala Tarida (18), i a Mallorca, la platja de sa Canova (31), Canyamel (34), cala Petita (35), cala Deià (58) i el port de Sóller (59). Varen passar d'un estat bo a moderat les estacions de l'Olla a Cabrera (40) i la platja de Sóller (60) a Mallorca. Les estacions que varen millorar de categoria i varen passar d'un estat bo a molt bo varen ser sa Caixota (17) a Eivissa i s'Arenal (47) a Mallorca (taula 4).

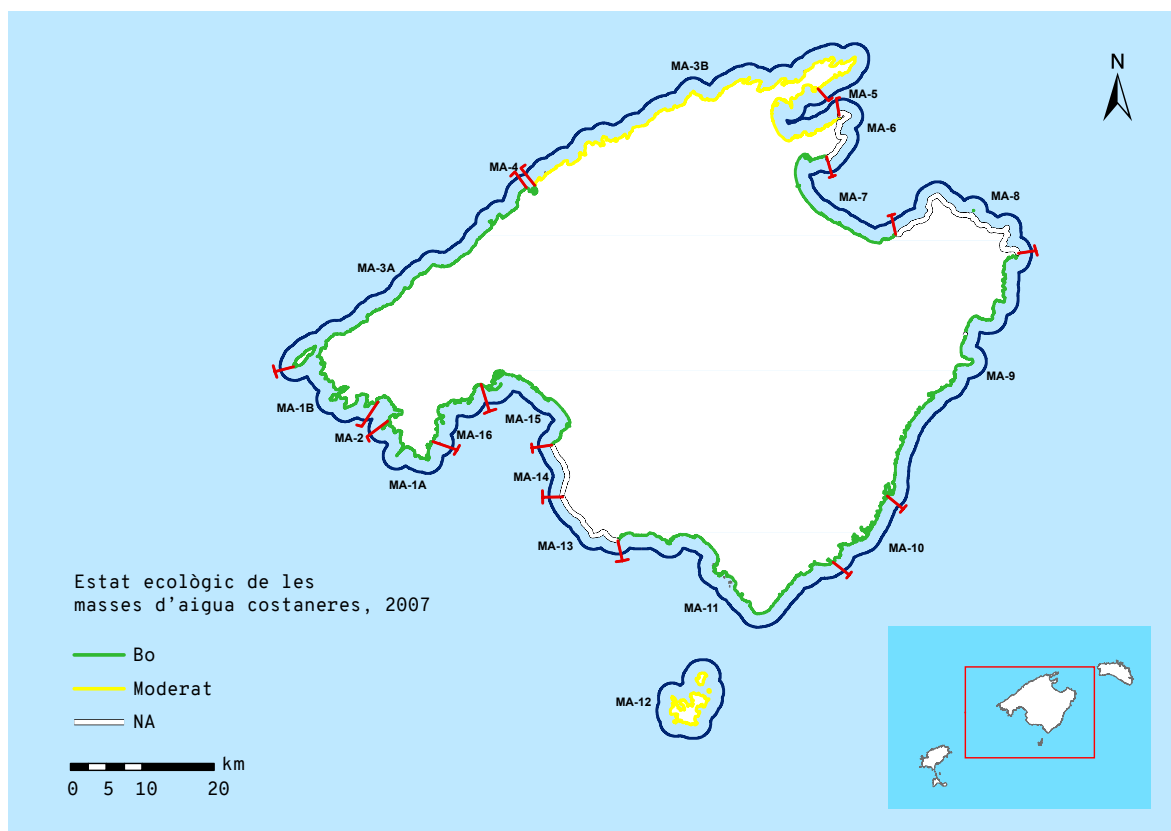
En general, s'observa un empitjorament de l'estat ecològic de les estacions entre els anys 2005 i 2007.

Illa	MA	Estacions	Codi	EQR 2005	EQR 2007	Estat ecològic 2005	Estat ecològic 2007
MALLORCA	MA-3B	Cala Murta	25	-	0,47	-	Moderat
	MA-5	Badia de Pollença - el Caló / Hotel Formentor	27	NA	0,45	NA	Moderat
	MA-5	Badia de Pollença - urb. Mal Pas	28	0,85	NA	Molt bo	NA
	MA-6	Badia d'Alcúdia - es Coll Baix	29	0,95	NA	Molt bo	NA
	MA-7	Badia d'Alcúdia - platja de Muro	30	0,84	0,77	Molt bo	Molt bo
	MA-7	Badia d'Alcúdia - platja de sa Canova	31	0,79	0,52	Molt bo	Bo
	MA-8	Betlem - es Caló	32	NA	NA	NA	NA
	MA-8	Cala Agulla	33	-	NA	-	NA
	MA-9	Canyamel	34	0,76	0,63	Molt bo	Bo
	MA-9	Cala Petita	35	0,81	0,54	Molt bo	Bo
	MA-10	Cala d'Or	36	-	0,48	-	Bo
	MA-10	Cala Mondragó	37	0,55	0,56	Bo	Bo
	MA-11	Cala Llombards	38	0,53	0,51	Bo	Bo
CABRERA	MA-12	Conillera - es Blanquer	39	NA	NA	NA	NA
	MA-12	Cabrera - l'Olla	40	0,7	0,47	Bo	Moderat
	MA-12	Cabrera - port de Cabrera	41	NA	NA	NA	NA
MALLORCA	MA-11	Punta de sa Cova des Coloms	42	0,57	NA	Bo	NA
	MA-13	Cotimplà	43	NA	NA	NA	NA
	MA-13	Cap Roig	44	NA	NA	NA	NA
	MA-15	Badia de Palma - s'Arenal	47	0,67	0,76	Bo	Molt bo
	MA-15	Badia de Palma - Can Pastilla	48	0,65	0,63	Bo	Bo
	MA-16	Badia de Palma - cala Major / Marivent	49	0,69	0,51	Bo	Bo
	MA-16	Badia de Palma - cala Vinyes	50	0,7	0,53	Bo	Bo
	MA-1A	Badia de Palma - cala Aixada	51	-	0,49	-	Bo
	MA-1A	Banc d'Eivissa	52	NA	NA	NA	NA
	MA-2	Platja de Santa Ponça	53	0,68	0,57	Bo	Bo
	MA-2	Peguera - Palmira	54	NA	0,56	NA	Bo
	MA-1B	Cala en Cranc	55	0,7	0,55	Bo	Bo
	MA-1B	Sant Elm	56	0,52	0,52	Bo	Bo
	MA-3A	Cala Deià	58	0,88	0,65	Molt bo	Bo
	MA-4	Port de Sóller (far / cap Gros)	59	0,81	0,56	Molt bo	Bo
	MA-4	Platja de Sóller	60	0,6	0,42	Bo	Moderat

Illa	MA	Estacions	Codi	EQR 2005	EQR 2007	Estat ecològic 2005	Estat ecològic 2007
MENORCA	ME-2	Badia de Fornells (entrada)	61	NA	NA	NA	NA
	ME-2	Port de Fornells	62	0,56	NA	Bo	NA
	ME-2	Badia de Fornells - ses Salines (N)	63	0,44	0,47	Moderat	Moderat
	ME-2	Badia de Fornells - ses Salines (S)	64	0,48	NA	Bo	NA
	ME-1A	Cap Gros / cala Pudent	65	0,79	NA	Molt bo	NA
	ME-1B	Es Grau	66	0,71	NA	Bo	NA
	ME-3	Port de Maó - canal de l'illa des Llatzeret	68	0,40	0,41	Moderat	Moderat
	ME-3	Port de Maó - illa Plana	69	0,41	0,42	Moderat	Moderat
	ME-3	Port de Maó - cala Llonga	70	-	0,40	-	Moderat
	ME-3	Port de Maó - cala Rata	71	-	0,36	-	Moderat
	ME-3	Port de Maó - cala Sant Esteve	73	0,56	0,48	Bo	Bo
	ME-1C	Alcalfar - s'Algar	74	NA	NA	NA	NA
	ME-4	Binissafúller	76	-	NA	-	NA
	ME-4	Cala Galdana	77	0,68	0,48	Bo	Bo
	ME-5	Arenal de Son Saura	78	0,66	0,49	Bo	Bo
	ME-5	Cala Santandria	80	-	NA	-	NA
	ME-1A	Algaiarens	81	-	NA	-	NA
	ME-1A	Platja de Cavalleria	83	-	NA	-	NA
EIVISSA	IB-3	Port de Sant Miquel	1	0,85	0,73	Molt bo	Bo
	IB-3	Cala Xarraca (Xuçlà)	2	0,76	NA	Molt bo	NA
	IB-4	Cala Sant Vicent	3	0,85	0,64	Molt bo	Bo
	IB-4	Cala Negra	4	-	NA	-	NA
	IB-5	Cala Nova	5	0,81	NA	Molt bo	NA
	IB-5	Sta. Eulària - ses Roquetes	6	0,92	0,69	Molt bo	Bo
	IB-6	Cala Llonga	7	0,80	0,74	Molt bo	Molt bo
	IB-6	Cala Roja (N)	8	0,83	0,66	Molt bo	Bo
	IB-7	Cala Talamanca	9	NA	NA	NA	NA
	IB-7	Platja d'en Bossa	10	NA	0,57	NA	Bo
	FO8	Punta de sa Torre	11	-	NA	-	NA
	FO8	Illa de ses Porreres	12	-	NA	-	NA
	FO-9	Caló d'en Trull - cala Saona	16	0,76	0,80	Molt bo	Molt bo
	IB-1A	Sa Caixota	17	0,72	0,82	Bo	Molt bo
	IB-1A	Cala Tarida	18	0,76	0,72	Molt bo	Bo
	IB-2	Caló de s'Oli	19	-	NA	-	NA
	IB-2	Cala Gració	20	-	NA	-	NA
	IB-1B	Cala Salada	21	0,65	NA	Bo	NA
	IB-1B	Ses Balandres	22	0,89	0,93	Molt bo	Molt bo
	MA-3B	Sa Taleca	23	0,92	NA	Molt bo	NA

Taula 4. EQR i estat ecològic de les estacions de les Illes Balears segons l'índex MEDOCC.

\*NA: no avaluat (estacions d'arenes gruixades); (-): 15 estacions noves de 2007 (no mostrejades l'any 2005). FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>



**Figura 2.** Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a Mallorca i Cabrera l'any 2007. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>

L'any 2005 es varen poder avaluar un total de 27 sectors dels 36 definits a les Illes. La resta no va presentar una mida de sediment apropiada per poder aplicar l'índex MEDOCC. D'aquests 27 sectors, 14 varen presentar un estat molt bo (51,9 %); 12, un estat bo (44,4 %), i 1, un estat moderat (3,7 %) (taula 5, figures 2-4).

L'any 2007 es varen avaluar 26 sectors, dels quals 3 varen presentar un estat molt bo (11,5 %); 18, un estat bo (69,2 %), i 5, un estat moderat (19,2 %) (taula 5, figures 2-4).

Aquell mateix any, dels 26 sectors l'estat ecològic dels quals es va poder avaluar, 3 es varen mantenir en un estat molt bo, 7 varen passar de molt bo a bo, 9 es varen mantenir en un estat bo, 2 que no havien estat avaluats l'any 2005 varen estar en un estat bo, 2 varen passar d'un estat molt bo a moderat, 2 varen passar d'un estat bo a moderat i 1 es va mantenir en un estat moderat (taula 5, figures 2-4).

Les masses d'aigua que han empitjorat i que han passat d'un estat molt bo a un de moderat o de bo

a moderat, han tengut un esforç de mostratge baix, amb només una estació mostrejada per massa d'aigua. Aquest ha estat el cas de les masses d'aigua de la serra de Tramuntana (MA-3B) i de la badia de Pollença (MA-5), que varen passar d'un estat molt bo a un de moderat. També és el cas de les masses d'aigua de Cabrera (MA-12) i de la badia de Fornells (ME-2), que varen passar d'un estat bo a moderat. També s'ha de tenir en compte que a les masses d'aigua de la serra de Tramuntana i la badia de Pollença no es varen avaluar les mateixes estacions l'any 2005 i el 2007.

L'estat moderat de les masses d'aigua de la serra de Tramuntana (MA-3B) i de les badies de Pollença (MA-5) i Fornells (ME-2) era molt proper al llindar de categoria entre bo i moderat. Així i tot, en general hi ha una disminució de la qualitat de l'aigua de les masses d'aigua de la mar Balear entre els anys 2005 i 2007.

Cal destacar que l'any 2007 va quedar sense avaluar pràcticament tot el nord de Menorca (exceptuant la badia de Fornells, ME-2) a causa de la manca de sediments adequats per poder aplicar l'índex MEDOCC.

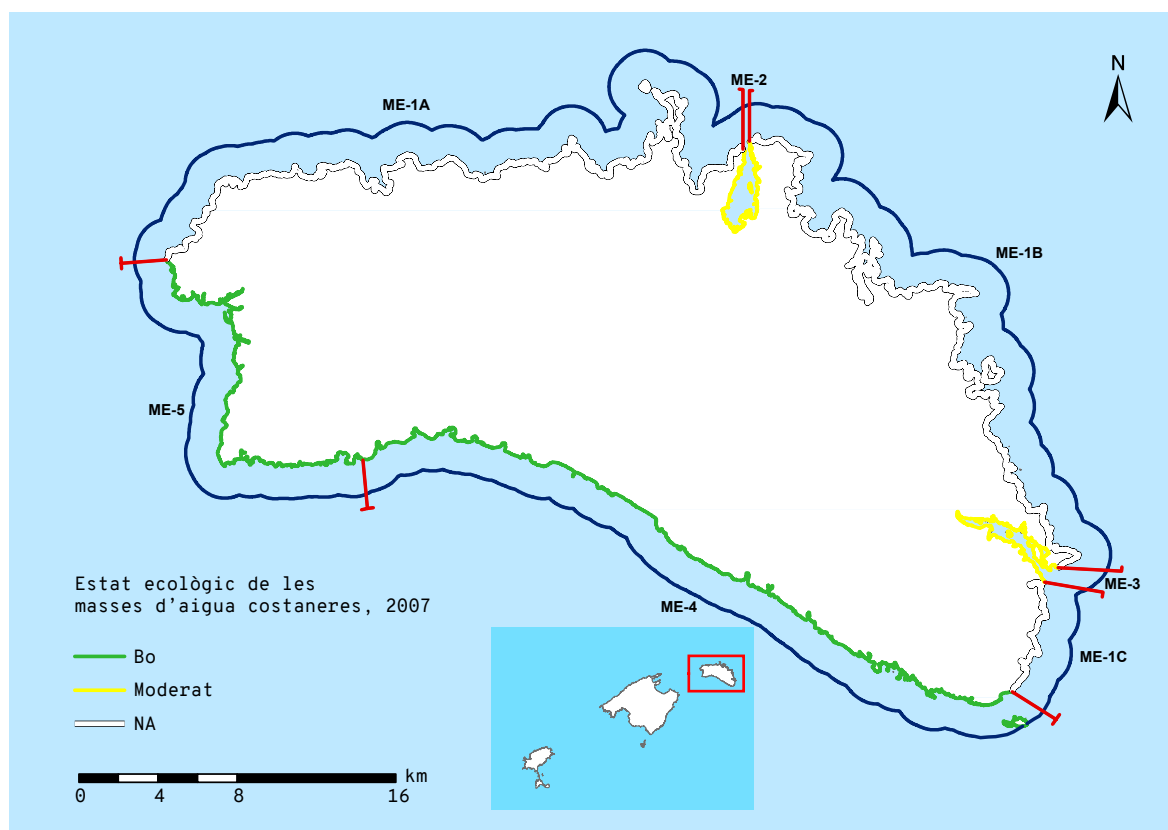


Figura 3. Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a Menorca l'any 2007. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>

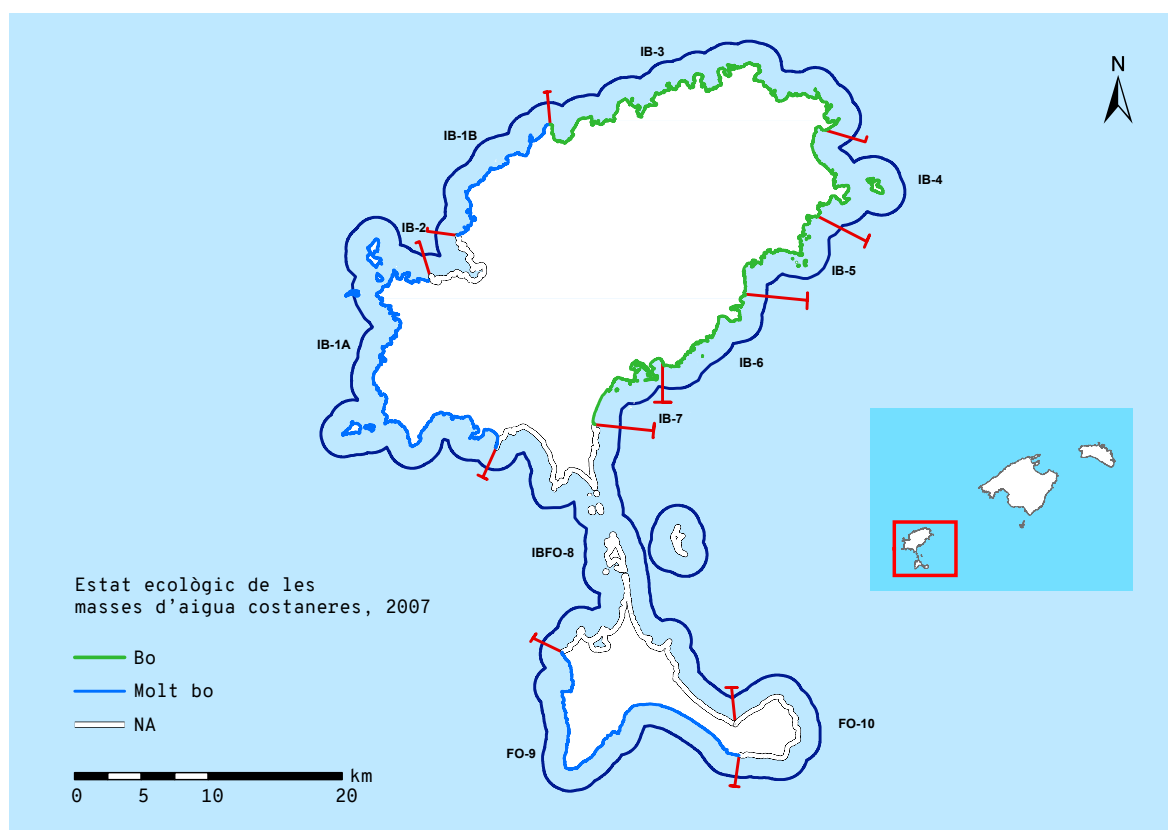


Figura 4. Estat ecològic dels sectors de costa mostrejats a Eivissa i Formentera l'any 2007. Les franges en blanc indiquen les masses d'aigua no avaluades. FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>

Illa	MA	EQR MA 2005	EQR MA 2007	Percentatge de canvi 2007-2005	Tipus de canvi	Estat ecològic MA 2005	Estat ecològic MA 2007
MALLORCA	MA-1A	NA	0,49			NA	Bo
	MA-1B	0,61	0,54	-11,5	Empitjora	Bo	Bo
	MA-2	0,68	0,57	-16,2	Empitjora	Bo	Bo
	MA-3A	0,88	0,65	-26,1	Empitjora	Molt bo	Bo
	MA-3B	0,92	0,47	-48,9	Empitjora	Molt bo	Moderat
	MA-4	0,71	0,49	-31,0	Empitjora	Bo	Bo
	MA-5	0,85	0,45	-47,1	Empitjora	Molt bo	Moderat
	MA-6	0,95	NA			Molt bo	NA
	MA-7	0,82	0,65	-20,7	Empitjora	Molt bo	Bo
	MA-8	NA	NA			NA	NA
	MA-9	0,79	0,59	-25,3	Empitjora	Molt bo	Bo
	MA-10	0,55	0,52	-5,5	Empitjora	Bo	Bo
	MA-11	0,55	0,51	-7,3	Empitjora	Bo	Bo
CABRERA	MA-12	0,7	0,47	-32,9	Empitjora	Bo	Moderat
MALLORCA	MA-13	NA	NA			NA	NA
	MA-14	NA	NA			NA	NA
	MA-15	0,66	0,70	6,1	Millora	Bo	Bo
	MA-16	0,70	0,52	-25,7	Empitjora	Bo	Bo
MENORCA	ME-1A	0,79	NA			Molt bo	NA
	ME-1B	0,71	NA			Bo	NA
	ME-1C	NA	NA			NA	NA
	ME-2	0,49	0,47	-4,1	Empitjora	Bo	Moderat
	ME-3	0,46	0,41	-10,9	Empitjora	Moderat	Moderat
	ME-4	0,68	0,48	-29,4	Empitjora	Bo	Bo
	ME-5	0,66	0,49	-25,8	Empitjora	Bo	Bo
EIVISSA	IB-1A	0,74	0,77	4,1	Millora	Molt bo	Molt bo
	IB-1B	0,77	0,93	20,8	Millora	Molt bo	Molt bo
	IB-2	NA	NA			NA	NA
	IB-3	0,81	0,73	-9,9	Empitjora	Molt bo	Bo
	IB-4	0,85	0,64	-24,7	Empitjora	Molt bo	Bo
	IB-5	0,87	0,69	-20,7	Empitjora	Molt bo	Bo
	IB-6	0,82	0,70	-14,6	Empitjora	Molt bo	Bo
	IB-7	NA	0,57			NA	Bo
	IBFO-8	NA	NA			NA	NA
	FO-9	0,76	0,80	5,3	Millora	Molt bo	Molt bo
	FO-10	-	-			-	-

Taula 5. EQR per als anys 2005 i 2007, percentatge de canvi entre aquests dos anys i estat ecològic de les masses d'aigua de la costa de les Illes Balears segons l'índex MEDOCC  
 \*NA: no avaluat (estacions d'arenes gruixades). FONT: Ballesteros *et al.*<sup>2</sup>

## CONCLUSIONS

- A les Illes Balears les espècies tolerants són molt abundants, en detriment de les espècies sensibles. Com a condició de referència es va escollir un valor de MEDOCC de 0,5, que es correspon amb una composició del 80 % d'espècies sensibles, el 15 % d'espècies indiferents, i el 5 % d'espècies tolerants.
- Dels 27 sectors de costa avaluats l'any 2005, 14 varen presentar un estat molt bo (51,9 %); 12, un estat bo (44,4 %), i 1, un estat moderat (3,7 %).
- Dels 26 sectors de costa avaluats a les Illes Balears l'any 2007, 3 varen presentar un estat molt bo (11,5 %); 18, un estat bo (69,2 %), i 5, un estat moderat (19,2 %). 10 sectors no es varen poder avaluar per falta d'estacions d'arenes fines.
- L'any 2007, 3 masses d'aigua es varen mantenir en un estat molt bo, 7 varen passar d'un estat molt bo a un de bo, 9 es varen mantenir en un estat bo, 2 varen passar d'un estat molt bo a un de moderat, 2 varen passar d'un estat bo a un de moderat i 1 es va mantenir en estat moderat. Per tant, es veu una disminució de la qualitat de l'aigua entre els anys 2005 i 2007.
- Dels 26 sectors avaluats l'any 2007, 5 varen incomplir la DMA perquè tenien un estat ecològic moderat: la serra de Tramuntana (MA-3B), la badia de Pollença (MA-5), Cabrera (MA-12), la badia de Fornells (ME-2) i el port de Maó (ME-3).
- El port de Maó (ME-3) es va trobar en estat moderat tant l'any 2005 com el 2007 (estacions 68-71). En aquest port hi ha problemes de confinament dels sediments, i s'hi troben altes concentracions de matèria orgànica i metalls. Es tracta d'una massa d'aigua molt modificada.
- La badia de Sóller, tot i tenir un estat ecològic bo, va incloure una estació amb un estat ecològic moderat, que concorda amb la baixa qualitat fisicoquímica trobada als sediments del port de Sóller.
- Tres estacions varen presentar risc d'incompliment de la DMA, ja que malgrat trobar-se en un estat ecològic bo, estaven properes al llindar moderat. Es tracta de cala d'Or (36) a Mallorca, i cala Sant Esteve (73) i cala Galdana (77) a Menorca; totes tres amb un valor d'EQR de 0,48.
- Només es disposa de dades de l'índex MEDOCC per als anys 2005 i 2007. Actualment s'ha licitat un projecte per elaborar un estudi que avaluï aquest índex i l'índex CARLIT durant l'any 2020.

---

## REFERÈNCIES

- <sup>1</sup> PERSONNIC, S. *et al.* (2014). «An Ecosystem-Based Approach to Assess the Status of a Mediterranean Ecosystem, the Posidonia oceanica Seagrass Meadow». *PLoS ONE*, 9. DOI: 10.1371/journal.pone.0098994.
- <sup>2</sup> 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.
- <sup>3</sup> VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2008). «Thresholds of hypoxia for marine biodiversity». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 15452-15457.
- <sup>4</sup> 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.
- <sup>5</sup> CARLETTI, A.; HEISKANEN, A.-S. (ed.) (2008) «Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters», 67-75. Luxemburg: Comissió Europea. Oficina de Publicacions de la Unió Europea. Institute for Environment and Sustainability.
- <sup>6</sup> BORJA, A.; FRANCO, J.; PÉREZ, V. (2000). «A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments». *Marine Pollution Bulletin*, 40, 1100-1114. DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00061-8.
- <sup>7</sup> PEARSON, T. H.; ROSENBERG, R. (1978). «Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment». *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16, 229-311.
- <sup>8</sup> ERDOGAN-DERELI, D.; CINAR, M. E. (2019). «The genus Paradoneis (Annelida: Paraonidae) from the Sea of Marmara, with descriptions of two new species». *Zootaxa*, 4686, 465-496. DOI: 10.11646/zootaxa.4686.4.2.
- <sup>9</sup> SAN MARTIN, G. (1982). «Una nueva especie de Nephtyidae (Poliquetos: Errantes) del Mediterráneo: *Micro-nephtys maryae* n. sp.». *Cahiers de Biologie Marine*, 23, 427-434.

---

## CITAR COM

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