

En la elaboración de este capítulo han participado:
Raquel Vaquer-Sunyer, Natalia Barrientos, Sergio Martino y Enric Ballesteros.

Indicador biológico de macroinvertebrados: índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)

Las actividades humanas pueden alterar profundamente los ecosistemas marinos, el medio ambiente, la composición de especies y el funcionamiento de los ecosistemas. Los índices bióticos se emplean para poder identificar estas alteraciones. Por ejemplo, se pueden emplear especies o grupos cuya función, población o estado refleje la calidad ambiental. Así, los índices bióticos muestran la presencia o la ausencia de ciertos organismos o grupos de organismos y nos dan información sobre la calidad del agua de la zona. La presencia o la abundancia de cierto organismo indica que sus requerimientos biológicos están satisfechos. En cambio, la rarefacción o la desaparición de algunos organismos puede indicarnos un cambio en el ambiente.¹

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en una determinada área nos ofrecen una información integrada en el tiempo de la calidad del sedimento y, a la vez, de la masa de agua donde se encuentran. Los macroinvertebrados bentónicos tienen ciertas características que los hacen adecuados para medir correctamente el estado ecológico de las aguas costeras. Por un lado, su naturaleza sedentaria y su longevidad permiten que puedan reflejar las condiciones locales integradas a lo largo del tiempo. Por otro, su localización en los primeros centímetros del sedimento, donde los contaminantes se acumulan y pueden darse procesos de falta de oxígeno (hipoxia) a

causa de procesos de eutrofización y acumulación de materia orgánica, los hacen idóneos para determinar la calidad del sedimento.² El oxígeno es esencial para los organismos pluricelulares y su ausencia puede producir cambios catastróficos en los ecosistemas.³ Diferentes especies tienen diversos grados de sensibilidad y/o tolerancia a las perturbaciones según su capacidad de adaptación a los cambios. Por tanto, la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en función de su grado de sensibilidad, nos aporta una información esencial para poder saber cuál es el estado de la calidad del agua y del sedimento.

¿QUÉ ES?

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC) es uno de los índices bióticos que se utilizan para determinar el estado de las masas de aguas costeras definidas por la Directiva marco del agua. Emplea las comunidades de macroinvertebrados bentónicos para determinar la calidad del agua y del sedimento.

METODOLOGÍA

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC) fue desarrollado por un equipo del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC) liderado por Enric Ballesteros, utilizando datos de Cataluña y de las Islas Baleares y basándose en el índice AMBI, creado por investigadores del centro de investigación AZTI, liderados por Ángel Borja. Se desarrolla sobre la base teórica de la capacidad que tienen las comunidades de responder a las variaciones inducidas por el ser humano en las condiciones ambientales, y más concretamente, al enriquecimiento en materia orgánica de los sedimentos, según la sucesión descrita por Pearson y Rosenberg.

Los resultados que se presentan aquí se basan en dos estudios elaborados por el equipo del CEAB-CSIC, liderado por el doctor Ballesteros, que se llevaron a cabo en los años 2005 y 2007: «Evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua costeras utilizando las macroalgas y los invertebrados bentónicos como bioindicadores. Informe final 2009-2010» e «Implementación de la Directiva marco del agua en las Islas Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua costeras utilizando las macroalgas y los invertebrados como bioindicadores (mayo 2005 - marzo 2007)».

En el año 2005 se muestrearon un total de 76 estaciones y se obtuvo el estado ecológico para solo 42 de ellas, ya que el resto presentó sedimentos gruesos y este índice solo es aplicable a zonas de sedimentos finos. En el año 2007 se muestrearon un total de 72 estaciones, y se obtuvo el estado ecológico de 40 de ellas.

El cálculo del índice MEDOCC se obtiene a partir de los porcentajes de la abundancia de cada grupo ecológico según su grado de tolerancia al enriquecimiento en materia orgánica. El valor resultante está comprendido entre 0 y 6. Los valores bajos de MEDOCC indican una buena calidad, y a medida que el valor aumenta, la calidad ambiental empeora. La Directiva marco del agua (DMA) establece que el estado ecológico (EQR) se calcula comparando los valores de estado ecológico obtenidos en la zona de estudio con las condiciones biológicas de una condición de referencia, y fija que el EQR debe tener unos valores comprendidos entre 0 y 1. Puesto que los valores del índice MEDOCC varían entre 0,5 y 6, deben transformarse y convertirse a escala 0-1, donde los valores cercanos a 1 indican un buen estado ecológico y valores cercanos a 0 indican un estado ecológico malo.

¿POR QUÉ?

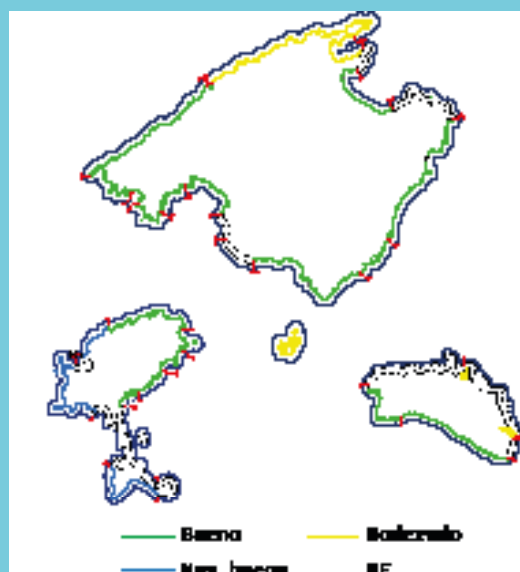
La Directiva marco del agua (DMA 2000/60/CEE) establece las bases para la vigilancia, la protección y la mejora del estado ecológico de los sistemas acuáticos de los países miembros de la Unión Europea. El principal objetivo es conseguir (o mantener) al menos un estado ecológico bueno en las masas de agua europeas para el año 2015. Esta directiva introduce el uso obligatorio de bioindicadores para evaluar el estado ecológico de los sistemas acuáticos.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Se ha detectado un empeoramiento del estado ecológico de las masas de agua de las Baleares entre los años 2005 y 2007. Mientras que en el año 2005 el 51,9 % de los sectores analizados presentaron un estado ecológico muy bueno, en el año 2007 solo lo hizo el 11,5 %. En 2005 solo un sector (3,7 %) presentó un estado ecológico moderado, mientras que en 2007 lo hicieron 5 sectores (19,2 %).
- De los 26 sectores evaluados en el año 2007, 5 incumplieron la DMA porque presentaban un estado ecológico moderado: la Serra de Tramuntana, la bahía de Pollença, Cabrera, la bahía de Fornells y el puerto de Maó.



Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en las Islas Baleares en el año 2007 según el índice MEDOCC. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*, 2010.

Aquí presentamos los resultados de dos estudios dirigidos por el doctor Enric Ballesteros llevados a cabo en los años 2005 y 2007 en la costa de las Baleares, en los que se analizan las principales variables fisicoquímicas consideradas determinantes del estado de las comunidades de los fondos blandos, se caracterizan las comunidades de macroinvertebrados y se estudia la relación entre las comunidades observadas y las variables ambientales. El estado biológico se evalúa mediante la aplicación del índice MEDOCC.^{2, 4}

NORMATIVA

- Directiva marco del agua (2000/60/CE).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la planificación hidrológica.
- Decreto ley 1/2015, de 10 de abril, por el que se aprueba la Instrucción de planificación hidrológica para la demarcación hidrográfica intracomunitaria de las Islas Baleares.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

METODOLOGÍA

Se ha evaluado el estado ecológico de las aguas costeras de las Islas Baleares utilizando la macrofauna como indicador. Los resultados presentados provienen de dos estudios en los que se ha empleado el índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC), basado en el estudio de las comunidades bentónicas de fondos blandos.^{2, 4}

Puntos de muestreo y masas de agua

El Govern de les Illes Balears definió 31 masas de agua (MA): 16 en Mallorca, 10 en Ibiza y Formentera y 5 en Menorca.

En el estudio del año 2005 se muestrearon dos estaciones para cada masa de agua y algunas estaciones adicionales, que sumaron un total de 76 estaciones. Solo se obtuvo el estado ecológico para 42 estaciones, ya que el resto presentaron sedimentos gruesos y este índice solo es aplicable a zonas con sedimentos finos (Tabla 1).⁴

En el estudio del año 2007 se intentó sustituir las estaciones con sedimentos demasiado gruesos por estaciones con sedimentos finos. También se modificaron las posiciones de algunas estaciones. Se eliminaron las 21 estaciones de sedimentos gruesos y se añadieron 17 estaciones nuevas, y se muestreó un total de 72 estaciones (Tabla 1).²

ISLA	MA	Estación 2007/2005	Código	X	Y	Profundidad (m)	Grano medio (mm)	Categoría sedimentaria	M0 (%)	Ambiente
MALLORCA	MA-1A	Bahía de Palma - Cala Aixada	51	39°28'750	2°31'658	9,7	215	F	1,95	Aguas abiertas
	MA-1A	Bahía 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	Playa 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 (faro / Cap Gros)	59	39°47'720	2°41'678	6,0	881	MF	3,34	
	MA-4	Playa 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	Bahía de Pollença - El Caló / Hotel Formentor	27	39°54'727	3°06'714	4,8	108	MF	2,24	
	MA-5	Bahía de Pollença - Mal Pas	28	39°52'141	3°08'319	9,8	274	M	1,73	
	MA-6	Bahía de Alcúdia - Coll Baix	29	39°51'898	3°11'359	8,5	393	M	0,84	
	MA-7	Bahía de Alcúdia - Platja de Muro	30	39°47'476	3°08'247	7,9	156	F	1,66	
	MA-7	Bahía de Alcúdia - Playa 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		

ISLA	MA	Estación 2007/2005	Código	X	Y	Profundidad (m)	Grano medio (mm)	Categoría sedimentaria	MO (%)	Ambiente
MALLORCA	MA-14	Cap Enderrocat	46A	-	-					Aguas abiertas
	MA-15	Bahía de Palma - S'Arenal	47	39°30'358	2°44'215	10,3	113	MF	1,85	
	MA-15	Bahía de Palma - Can Pastilla	48	39°31'694	2°43'123	8,4	125	MF	1,79	
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Major / Marivent	49	39°33'010	2°36'491	10,3	177	F	1,88	
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Vinyes	50	39°28'756	2°31'660	9,0	168	F	2,89	
CABRERA	MA-12	Conillera - Es Blanquer	39	39°11'117	2°58'264	55,7	391	M	1,00	Aguas abiertas
	MA-12	Cabrera - L'Olla	40	39°08'760	2°57'609	10,6	209	F	1,18	
	MA-12	Cabrera - puerto de Cabrera	41	39°08'884	2°56'161	77,6	506	G	2,25	
MENORCA	ME-2	Bahía de Fornells (entrada)	61	40°03'594	4°08'092	6,4	76	M	2,87	Lugar cerrado
	ME-2	Puerto de Fornells	62	40°03'388	4°08'025	4,1	99	M	2,58	
	ME-2	Bahía de Fornells - Ses Salines (N)	63	40°02'492	4°07'648	7,4	134	F	17,37	
	ME-2	Bahía 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	Aguas abiertas
	ME-1B	Es Grau	66	39°57'163	4°16'354	8,9	373	M	2,68	
	ME-3	Puerto de Maó - Es Clot	67A	-	-					Aguas modificadas
	ME-3	Puerto de Maó - canal de la isla de Es Llatzeret	68	39°52'652	4°18'482	6,2	189	F	8,95	
	ME-3	Puerto de Maó - Illa Plana	69	39°52'974	4°18'122	8,7	200	F	5,99	
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Llonga	70	39°03'294	4°17'760	11,5	145	F	5,67	
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Rata	71	39°53'621	4°16'779	11,3	48	FA	7,62	
	ME-3	Puerto de Maó - castillo de Sant Felip	72A	-	-					
	ME-3	Puerto 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	Aguas abiertas
	ME-4	Illa de l'Aire	75A	-	-					
	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 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	Playa de Cavalleria	83	40°03'793	4°04'310	9,7	94	M	2,58		
ME-1A	Arenal de Tirant	84A	-	-						

ISLA	MA	Estación 2007/2005	Código	X	Y	Profundidad (m)	Grano medio (mm)	Categoría sedimentaria	M0 (%)	Ambiente
IBIZA	IB-1A	Sa Caixota	17	38°52'473	01°17'745	9,2	178	F	1,60	Aguas abiertas
	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 (Xuclà)	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 (norte)	8	38°55'072	1°28'867	9,3	240	F	1,17	
	IB-7	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	
	FORMENTERA	IBFO-8	Punta de sa Torre	11	38°49'908	1°24'255	9,4	285	M	
IBFO-8		Freu Petit - Illa des Penjats (N)	11A	-	-					
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		

Tabla 1. Estaciones de fondos blandos muestreadas durante los años 2005 y 2007. *Se indican los sectores de costa o masa de agua (MA), las coordenadas (X, Y, en grados y minutos), la profundidad, el tamaño medio de grano, la categoría sedimentaria (MG: muy gruesos, G: gruesos, M: medianos, F: finos, MF: muy finos, y FA: fangos), el porcentaje en materia orgánica y el tipo de ambiente. Las estaciones nuevas se resaltan en negrita. El guión corto representa las estaciones muestreadas en 2005 y no muestreadas en 2007. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC) fue desarrollado por un equipo del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC) utilizando datos de Cataluña y de las Islas Baleares.⁵ Este índice se basa en el índice AMBI, creado por investigadores del centro de investigación AZTI, liderados por Ángel Borja.⁶ La base teórica sobre la que se desarrolla es la capacidad que tienen las comunidades de responder a las variaciones inducidas por el ser humano, a las condiciones ambientales y, más concretamente, al enriquecimiento en materia orgánica de los sedimentos, según la sucesión descrita por Pearson y Rosenberg.⁷

Las especies se clasifican en cuatro grupos, según la sensibilidad que tienen a un gradiente de perturbaciones:

- **GI. Sensibles:** especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y solo presentes en condiciones no perturbadas.
- **GII. Indiferentes:** especies indiferentes al enriquecimiento orgánico. Siempre se encuentran en densidades muy bajas.
- **GIII. Tolerantes:** especies tolerantes al enriquecimiento de materia orgánica. Aumentan de densidad con el enriquecimiento en materia orgánica.

→ **GIV. Oportunistas:** especies oportunistas.

El cálculo del índice se obtiene a partir de la fórmula siguiente,^{2,5} basada en los porcentajes de la abundancia de cada grupo ecológico:

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

Donde GI, GII, GIII y GIV son los diferentes grupos ecológicos a los que se asignan las especies de una comunidad según su grado de tolerancia al enriquecimiento en materia orgánica. El valor resultante está comprendido entre 0 y 6. Los valores bajos de MEDOCC indican una buena calidad, y a medida que el valor aumenta, la calidad ambiental empeora.

Condiciones de referencia, obtención del estado ecológico (EQR) y umbrales entre estados ecológicos

La Directiva marco del agua establece que el estado ecológico (Ecology Quality Ratio o EQR) se calcula comparando los valores de estado ecológico obtenidos en la zona de estudio con las condiciones biológicas de una condición de referencia, para poder relacionar el estado ecológico real con el potencial, que marca la condición de referencia.

En los estudios de 2005 y 2007 se seleccionó como EQR de referencia el valor de MEDOCC más bajo hallado en la costa catalana y balear, y se mejoró eliminando las especies tolerantes (GIII) y oportunistas (GIV). Así, se consideró como condición de referencia una comunidad con un 90 % de especies sensibles (GI) y un 10 % de especies indiferentes (GII), lo que dio como resultado un valor de MEDOCC de 0,2.

Debido a que las Islas Baleares presentan una gran abundancia de especies tolerantes y una menor abundancia de especies sensibles, se adaptó el valor de referencia ateniendo a las particularidades de las Islas, definiendo una condición de referencia basada únicamente en los datos de las zonas de estudio. De esta manera, partiendo de la condición de referencia de 0,2 y utilizando los datos de los estudios de los años 2005 y 2007, se calcularon los EQR de las diferentes estaciones empleando distintas condiciones de referencia con valores entre 0,2 y 0,7, para poder escoger el que explicase mejor los resultados obtenidos. Se seleccionó un valor de MEDOCC de 0,5 como el mínimo a partir del cual se reflejan las condiciones de referencia de las Is-

las Baleares, ya que se detectó un salto cualitativo de las valoraciones del estado ecológico cuando se hallaba una comunidad con el 80 % de especies sensibles (GI), el 15 % de especies indiferentes (GII) y el 5 % de especies tolerantes (GIII).²

Para valorar el estado ecológico de un lugar, el valor obtenido de MEDOCC debe corregirse por la condición de referencia. Teniendo en cuenta esta condición de referencia, los valores de MEDOCC oscilan entre 0,5 y 6 (0,5 es la mejor situación que podremos encontrar en las comunidades de fondos blandos de la costa balear).

La Directiva marco del agua establece que el EQR debe tener unos valores comprendidos entre 0 y 1. Dado que los valores de MEDOCC varían entre 0,5 y 6, se deben transformar e invertir a escala 0-1, donde los valores cercanos a 1 indican un buen estado ecológico y los valores cercanos a 0 indican un estado ecológico malo. Así, el EQR se calcula de la manera siguiente:

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

Los valores del índice MEDOCC y los umbrales del EQR que delimitan los cinco estados ecológicos propuestos por la DMA se detallan en la Tabla 2.

ESTADO ECOLÓGICO	MEDOCC (0-6)	UMBRALES EQR (1-0)
Muy bueno	0 < MEDOCC < 1,60	1,00 - 0,73
Bueno	1,60 < MEDOCC < 3,20	0,73 - 0,47
Moderado	3,20 < MEDOCC < 4,77	0,47 - 0,20
Deficiente	4,77 < MEDOCC < 5,50	0,20 - 0,08
Malo	5,50 < MEDOCC < 6	< 0,08

Tabla 2. Valores del índice MEDOCC para establecer los estados ecológicos propuestos por la DMA y su equivalencia con los valores de EQR
FUENTE: Ballesteros *et al.*²

El estado ecológico muy bueno (*high*) representa una situación de no perturbación donde las comunidades bentónicas de fondos blandos están dominadas por especies sensibles (GI), que suponen más de un 40 % de la abundancia total.

El estado ecológico bueno (*good*) se caracteriza por presentar entre un 20 y un 50 % de especies tolerantes (GIII), pero las especies sensibles continúan siendo importantes en la comunidad (entre un 10 y un 40 % de la abundancia total).

Un estado ecológico moderado (*moderate*) se da cuando aparecen hasta un 50 % de especies tolerantes y menos de un 45 % de especies oportunistas.

Los estados ecológicos deficiente (*poor*) y malo (*bad*) se caracterizan por la dominancia de especies oportunistas (GIV: más de un 45 % y de un 80 %, respectivamente).

RESULTADOS

Características del sedimento

En el estudio del año 2007, de las 72 estaciones muestreadas, 31 pertenecieron a la categoría de arenas finas (43 %), 6 a la de arenas muy finas (8 %), y 1 a fangos (2 %); 29 eran de arenas medianas (40 %) y 5 de arenas gruesas (7 %) (Tabla 1). Así, un total de 38 estaciones tuvieron una granulometría adecuada para determinar el MEDOCC (inferior a arenas medianas), y se añadieron dos estaciones más que, aunque presentaron una media de arenas medianas, en una réplica presentaron arenas finas (Tabla 1).

Menorca fue la isla que presentó un porcentaje de arenas finas más elevado, con las estaciones del puerto de Maó y la bahía de Fornells, mientras que Mallorca lo presentó en Cala en Cranc y en el puerto de Sóller.

Se hallaron valores especialmente altos de materia orgánica (> 5 %) en los ambientes del tipo lugar cerrado con escasa renovación en la bahía de Fornells y en la masa de agua muy modificada del puerto de Maó. También se encontraron valores elevados de materia orgánica (3-5 %) en el puerto de Sóller, en el Cap Gros y en Cala Sant Esteve. 25 estaciones más (12 en Mallorca, 7 en Menorca y 6 en Ibiza y Formentera) presentaron valores relativamente altos, entre el 2 y el 3 % (Tabla 1).

Caracterización de la comunidad

En el año 2005, de las 76 estaciones muestreadas para el estudio biológico de las comunidades de fondos blandos, solo se pudo establecer el estado ecológico de 42 estaciones de arenas finas; mientras que, en el año 2007, de las 72 estaciones muestreadas, la caracterización solo se pudo llevar a cabo en 40 estaciones con sedimentos finos. Esto se debe a que los sedimentos gruesos se asocian a un hidrodinamismo elevado y los organismos que viven en ellos no reflejan la calidad del agua.

En el año 2007 el grupo de organismos con mayor riqueza de especies fue el de los anélidos (poliquetos), con 8.800 individuos repartidos en 160 taxones, de los cuales el 12 % fueron sensibles, el 48 % indiferentes, el 21 % tolerantes y el 10 % oportunistas.

Aquel año, el grupo más abundante fue el de los moluscos, con 11.874 individuos, y también fue el grupo con más taxones sensibles (50 %), seguido del grupo de los crustáceos (35 %).

La abundancia total (número de individuos) disminuyó de 2005 a 2007, mientras que la riqueza específica (número de taxones) no mostró grandes cambios entre los dos años muestreados (Tabla 3).

Código	Abundancia total		Riqueza	
	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
Media	273	218	34	30
Máximo	1.131	1.008	76	77
Mínimo	18	24	10	9

Tabla 3. Abundancia total (número de individuos) y riqueza específica (número de taxones por muestra) de las estaciones muestreadas para los años 2005 y 2007. *Se presentan las medias, el máximo y el mínimo por año, calculados considerando solo las estaciones comunes en los muestreos de 2005 y 2007. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

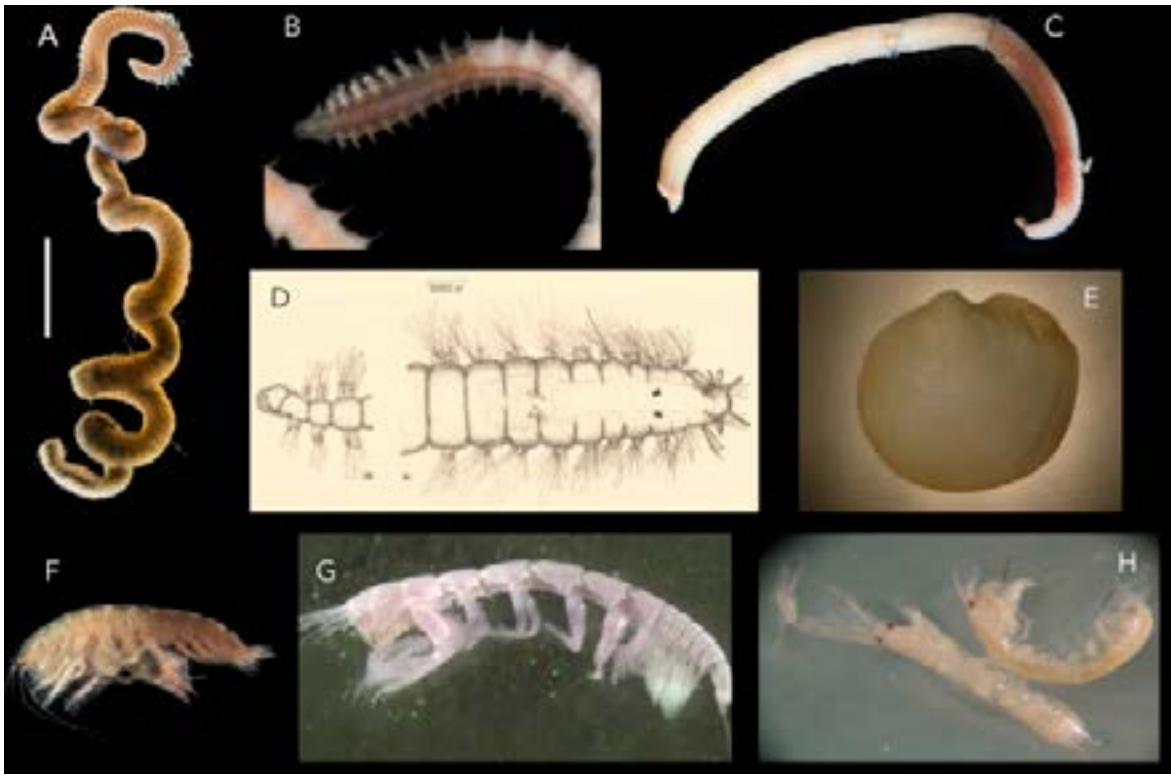


Figura 1. Macroinvertebrados dominantes en las comunidades de las Islas Baleares. Los poliquetos A: *Paradoneis armata* (tolerante); B: *Prionospio fallax*; C: *Abyssoninoe hibernica* (indiferente); D: *Micronephthys maryae* (tolerante); el bivalvo tolerante E: *Loripes lacteus*; los crustáceos F: *Ampelisca brevicornis* (sensible); G: *Apseudes latreillii* (indiferente) y H: *Leptochelia savignyi*. FUENTES: A: Erdogan-Dereli y Cinar⁸; B: <http://www.aphotomarine.com/>; C: Universidad de Oslo, 2011; D: San Martín;⁹ E, G y H: Ballesteros *et al.*⁴ y F: Hans Hillewaert.

En el año 2007 se hallaron diferencias claras entre las comunidades de aguas abiertas de las Baleares (dominadas por el bivalvo tolerante *Loripes lacteus*) y las de aguas modificadas (puerto de Maó y S'Arenal), dominadas por oligoquetos, nematodos, nemertinos, el crustáceo *Leptochelia savignyi* y los poliquetos *Micronephthys maryae* y *Prionospio fallax*, todos ellos tolerantes y oportunistas (Figura 1).

Las especies características de las comunidades de las aguas abiertas de las estaciones de 2007 en toda la costa balear fueron el bivalvo *Loripes lacteus* (tolerante), el poliqueto *Paradoneis armata* (tolerante) y los crustáceos *Apseudes latreillii* (indiferente) y *Ampelisca brevicornis* (sensible). Las aguas abiertas de las Islas Baleares presentaron una abundancia elevada de especies tolerantes (p. e. *Loripes lacteus*) y una menor abundancia de especies sensibles, incluso en zonas donde no hay presiones antrópicas. Esta abundancia de especies tolerantes podría estar relacionada con los elevados contenidos de materia orgánica de origen natural (restos vegetales, sobre todo de *Posidonia oceanica*) hallados en el sedimento, y no indicarían enriquecimiento orgánico de origen antrópico (Figura 1).

En las aguas modificadas, las comunidades del puerto de Maó, donde fueron más abundantes los nematodos (tolerantes) y exclusivos los poliquetos *Micronephthys maryae* (tolerante) y *Abyssoninoe hibernica* (indiferente), se diferenciaron de las comunidades del puerto de S'Arenal, donde fueron más abundantes el crustáceo *Leptochelia savignyi* y el bivalvo *Loripes lacteus* (ambas especies tolerantes), y exclusivos los oligoquetos (oportunistas) (Figura 1).

En la estación de la bahía de Fornells (63) se encontró una comunidad diferenciada de la de aguas abiertas. Esta zona es muy cerrada, por lo que se propuso que sea considerada de tipo lugar cerrado con escasa renovación.²

Evaluación del estado ecológico

De las 42 estaciones evaluadas en el año 2005, 20 presentaron un estado muy bueno (47,6 %); 19, un estado bueno (45,2 %), y 3, un estado ecológico moderado (7,1 %) (Tabla 4).

En el año 2007, de las 40 estaciones evaluadas, 6 presentaron un estado muy bueno (15 %); 25, un estado bueno (62,5 %), y 9, un estado moderado (22,5 %) (Tabla 4).

De las 32 estaciones que se evaluaron tanto en el año 2005 como en el 2007, 12 estaciones bajaron de categoría, 2 estaciones subieron y 18 estaciones se mantuvieron en la misma. Las estaciones que pasaron de un estado muy bueno a bueno fueron: en Ibiza, el Port de Sant Miquel (1), Cala Sant Vicent (3), Ses Roquetes (6), Cala Roja (8) y Cala Tarida (18), y en Mallorca, la playa de Sa Canova (31), Canyamel (34), Cala Petita (35), Cala Deià (58) y el puerto de Sóller (59). Pasaron de un estado bueno a moderado las estaciones de L'Olla, en Cabrera (40), y la playa de Sóller (60), en Mallorca. Las estaciones que mejoraron de categoría y pasaron de un estado bueno a muy bueno fueron Sa Caixota (17), en Ibiza, y S'Arenal (47), en Mallorca (Tabla 4).

En general, se observa un empeoramiento del estado ecológico de las estaciones entre los años 2005 y 2007.

Isla	MA	Estaciones	Códi- go	EQR 2005	EQR 2007	Estado ecológico 2005	Estado ecológico 2007
MALLORCA	MA-3B	Cala Murta	25	-	0,47	-	Moderado
	MA-5	Bahía de Pollença - El Caló / Hotel Formentor	27	NE	0,45	NE	Moderado
	MA-5	Bahía de Pollença - urb. Mal Pas	28	0,85	NE	Muy bueno	NE
	MA-6	Bahía de Alcúdia - Es Coll Baix	29	0,95	NE	Muy bueno	NE
	MA-7	Bahía de Alcúdia - Platja de Muro	30	0,84	0,77	Muy bueno	Muy bueno
	MA-7	Bahía de Alcúdia - playa de Sa Canova	31	0,79	0,52	Muy bueno	Bueno
	MA-8	Betlem - Es Caló	32	NE	NE	NE	NE
	MA-8	Cala Agulla	33	-	NE	-	NE
	MA-9	Canyamel	34	0,76	0,63	Muy bueno	Bueno
	MA-9	Cala Petita	35	0,81	0,54	Muy bueno	Bueno
	MA-10	Cala d'Or	36	-	0,48	-	Bueno
	MA-10	Cala Mondragó	37	0,55	0,56	Bueno	Bueno
MA-11	Cala Llombards	38	0,53	0,51	Bueno	Bueno	
CABRERA	MA-12	Conillera - Es Blanquer	39	NE	NE	NE	NE
	MA-12	Cabrera - L'Olla	40	0,7	0,47	Bueno	Moderado
	MA-12	Cabrera - puerto de Cabrera	41	NE	NE	NE	NE
MALLORCA	MA-11	Punta de sa Cova des Coloms	42	0,57	NE	Bueno	NE
	MA-13	Cotimplà	43	NE	NE	NE	NE
	MA-13	Cap Roig	44	NE	NE	NE	NE
	MA-15	Bahía de Palma - S'Arenal	47	0,67	0,76	Bueno	Muy bueno
	MA-15	Bahía de Palma - Can Pastilla	48	0,65	0,63	Bueno	Bueno
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Major / Marivent	49	0,69	0,51	Bueno	Bueno
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Vinyes	50	0,7	0,53	Bueno	Bueno
	MA-1A	Bahía de Palma - Cala Aixada	51	-	0,49	-	Bueno
	MA-1A	Banc d'Eivissa	52	NE	NE	NE	NE
	MA-2	Playa de Santa Ponça	53	0,68	0,57	Bueno	Bueno
	MA-2	Peguera - Palmira	54	NE	0,56	NE	Bueno
	MA-1B	Cala en Cranc	55	0,7	0,55	Bueno	Bueno
	MA-1B	Sant Elm	56	0,52	0,52	Bueno	Bueno
	MA-3A	Cala Deià	58	0,88	0,65	Muy bueno	Bueno
	MA-4	Puerto de Sóller (faro / Cap Gros)	59	0,81	0,56	Muy bueno	Bueno
	MA-4	Playa de Sóller	60	0,6	0,42	Bueno	Moderado

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

Tabla 4. EQR y estado ecológico de las estaciones de las Islas Baleares según el índice MEDOCC. *NE: no evaluado (estaciones de arenas gruesas); (-): 15 estaciones nuevas de 2007 (no muestreadas en el año 2005). FUENTE: Ballesteros *et al.*²

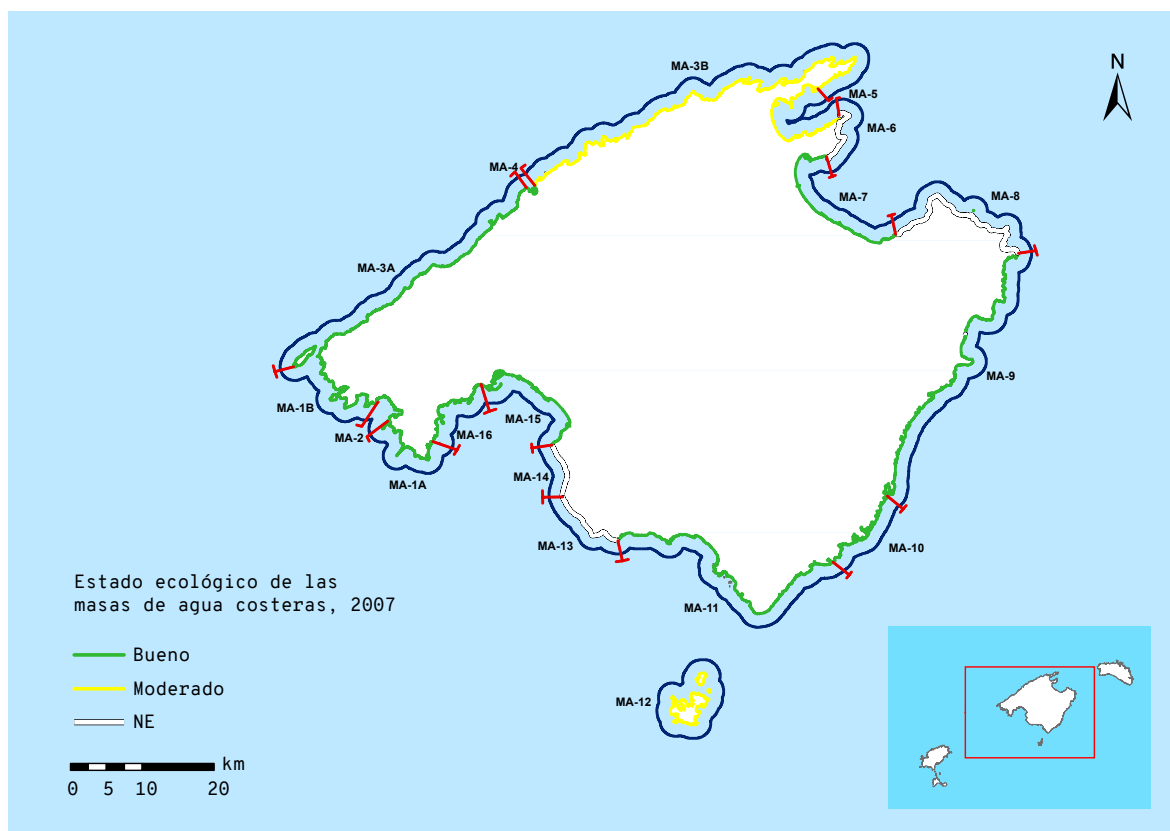


Figura 2. Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en Mallorca y Cabrera en 2007. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

En el año 2005 pudieron evaluarse un total de 27 sectores de los 36 definidos en las Islas. El resto no presentó un tamaño de sedimento apropiado para poder aplicar el índice MEDOCC. De estos 27 sectores, 14 presentaron un estado muy bueno (51,9 %); 12, un estado bueno (44,4 %), y 1, un estado moderado (3,7 %) (Tabla 5, figuras 2-4).

En el año 2007 se evaluaron 26 sectores, de los cuales 3 presentaron un estado muy bueno (11,5 %); 18, un estado bueno (69,2 %), y 5, un estado moderado (19,2 %) (Tabla 5, figuras 2-4).

Aquel mismo año, de los 26 sectores cuyo estado ecológico pudo evaluarse, 3 se mantuvieron en un estado muy bueno, 7 pasaron de muy bueno a bueno, 9 se mantuvieron en un estado bueno, 2 que no habían sido evaluados en 2005 resultaron en un estado bueno, 2 pasaron de un estado muy bueno a moderado, 2 pasaron de un estado bueno a moderado y 1 se mantuvo en un estado moderado (Tabla 5, figuras 2-4).

Las masas de agua que han empeorado y que han pasado de un estado muy bueno a uno moderado o de bueno a moderado, han tenido un esfuerzo de

muestreo bajo, con solo una estación muestreada por masa de agua. Este ha sido el caso de las masas de agua de la Serra de Tramuntana (MA-3B) y de la bahía de Pollença (MA-5), que pasaron de un estado muy bueno a uno de moderado. También es el caso de las masas de agua de Cabrera (MA-12) y de la bahía de Fornells (ME-2), que pasaron de un estado bueno a moderado. Cabe tener en cuenta que en las masas de agua de la Serra de Tramuntana y de la bahía de Pollença no se evaluaron las mismas estaciones en el año 2005 y el 2007.

El estado moderado de las masas de agua de la Serra de Tramuntana (MA-3B) y de las bahías de Pollença (MA-5) y Fornells (ME-2) era muy cercano al umbral de categoría entre bueno y moderado. Aun así, en general se registra una disminución de la calidad del agua de las masas de agua del mar Balear entre los años 2005 y 2007.

Cabe destacar que en el año 2007 quedó sin evaluar prácticamente todo el norte de Menorca (exceptuando la bahía de Fornells, ME-2) debido a la falta de sedimentos adecuados para poder aplicar el índice MEDOCC.

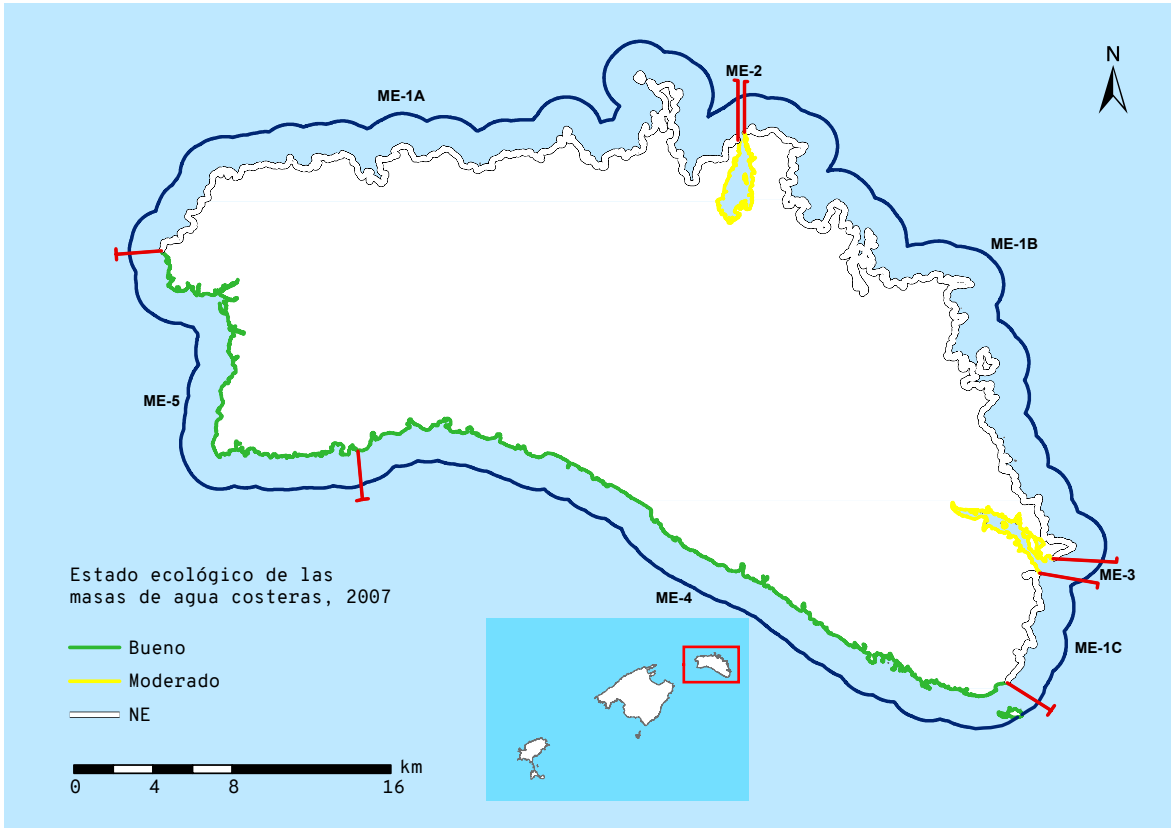


Figura 3. Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en Menorca en el año 2007. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

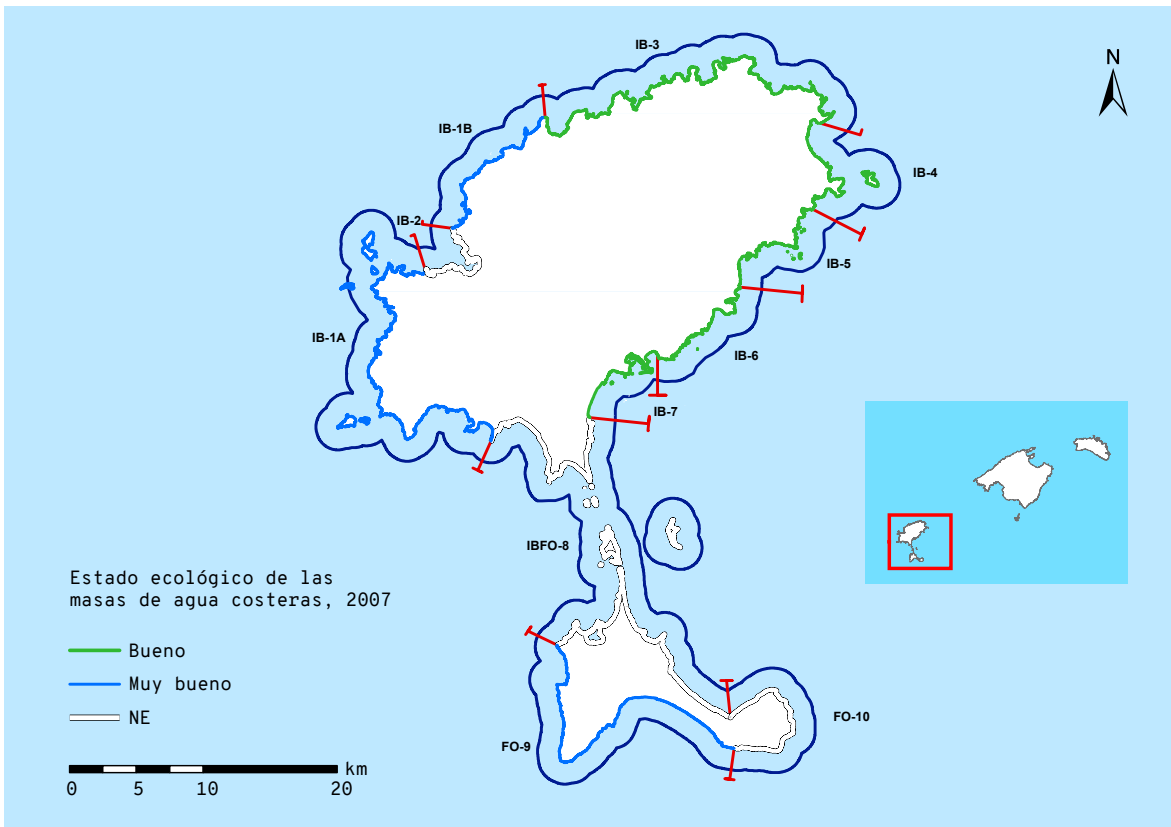


Figura 4. Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en Ibiza y Formentera en el año 2007. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

Isla	MA	EQR MA 2005	EQR MA 2007	Porcentaje de cambio 2007-2005	Tipo de cambio	Estado ecológico MA 2005	Estado ecológico MA 2007
MALLORCA	MA-1A	NE	0,49			NE	Bueno
	MA-1B	0,61	0,54	-11,5	Empeora	Bueno	Bueno
	MA-2	0,68	0,57	-16,2	Empeora	Bueno	Bueno
	MA-3A	0,88	0,65	-26,1	Empeora	Muy bueno	Bueno
	MA-3B	0,92	0,47	-48,9	Empeora	Muy bueno	Moderado
	MA-4	0,71	0,49	-31,0	Empeora	Bueno	Bueno
	MA-5	0,85	0,45	-47,1	Empeora	Muy bueno	Moderado
	MA-6	0,95	NE			Muy bueno	NE
	MA-7	0,82	0,65	-20,7	Empeora	Muy bueno	Bueno
	MA-8	NE	NE			NE	NE
	MA-9	0,79	0,59	-25,3	Empeora	Muy bueno	Bueno
	MA-10	0,55	0,52	-5,5	Empeora	Bueno	Bueno
MA-11	0,55	0,51	-7,3	Empeora	Bueno	Bueno	
CABRERA	MA-12	0,7	0,47	-32,9	Empeora	Bueno	Moderado
MALLORCA	MA-13	NE	NE			NE	NE
	MA-14	NE	NE			NE	NE
	MA-15	0,66	0,70	6,1	Mejora	Bueno	Bueno
	MA-16	0,70	0,52	-25,7	Empeora	Bueno	Bueno
MENORCA	ME-1A	0,79	NE			Muy bueno	NE
	ME-1B	0,71	NE			Bueno	NE
	ME-1C	NE	NE			NE	NE
	ME-2	0,49	0,47	-4,1	Empeora	Bueno	Moderado
	ME-3	0,46	0,41	-10,9	Empeora	Moderado	Moderado
	ME-4	0,68	0,48	-29,4	Empeora	Bueno	Bueno
	ME-5	0,66	0,49	-25,8	Empeora	Bueno	Bueno
IBIZA	IB-1A	0,74	0,77	4,1	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-1B	0,77	0,93	20,8	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-2	NE	NE			NE	NE
	IB-3	0,81	0,73	-9,9	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-4	0,85	0,64	-24,7	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-5	0,87	0,69	-20,7	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-6	0,82	0,70	-14,6	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-7	NE	0,57			NE	Bueno
	IBFO-8	NE	NE			NE	NE
	FO-9	0,76	0,80	5,3	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	FO-10	-	-			-	-

Tabla 5. EQR para los años 2005 y 2007, porcentaje de cambio entre esos dos años y estado ecológico de las masas de agua de la costa de las Islas Baleares según el índice MEDOCC. *NE: no evaluado (estaciones de arenas gruesas). FUENTE: Ballesteros *et al.*²

CONCLUSIONES

- En las Islas Baleares las especies tolerantes son muy abundantes, en detrimento de las especies sensibles. Como condición de referencia se escogió un valor de MEDOCC de 0,5, que se corresponde con una composición del 80 % de especies sensibles, el 15 % de especies indiferentes y el 5 % de especies tolerantes.
- De los 27 sectores de costa evaluados en el año 2005, 14 presentaron un estado muy bueno (51,9 %); 12, un estado bueno (44,4 %), y 1, un estado moderado (3,7 %).
- De los 26 sectores de costa evaluados en las Islas Baleares en el año 2007, 3 presentaron un estado muy bueno (11,5 %); 18, un estado bueno (69,2 %), y 5, un estado moderado (19,2 %). 10 sectores no pudieron evaluarse por falta de estaciones de arenas finas.
- En el año 2007, 3 masas de agua se mantuvieron en un estado muy bueno, 7 pasaron de un estado muy bueno a uno bueno, 9 se mantuvieron en un estado bueno, 2 pasaron de un estado muy bueno a uno de moderado, 2 pasaron de un estado bueno a uno de moderado, y 1 se mantuvo en estado moderado. Por tanto, se observa una disminución de la calidad del agua entre los años 2005 y 2007.
- De los 26 sectores evaluados en el año 2007, 5 incumplieron la DMA porque presentaban un estado ecológico moderado: la Serra de Tramuntana (MA-3B), la bahía de Pollença (MA-5), Cabrera (MA-12), la bahía de Fornells (ME-2) y el puerto de Maó (ME-3).
- El puerto de Maó (ME-3) se halló en estado moderado tanto en el año 2005 como en el 2007 (estaciones 68-71). En este puerto hay problemas de confinamiento de los sedimentos y se encuentran altas concentraciones de materia orgánica y metales. Se trata de una masa de agua muy modificada.
- La bahía de Sóller, a pesar de presentar un estado ecológico bueno, incluyó una estación con un estado ecológico moderado, que concuerda con la baja calidad fisicoquímica hallada en los sedimentos del puerto de Sóller.
- Tres estaciones presentaron riesgo de incumplimiento de la DMA, ya que, a pesar de encontrarse en un estado ecológico bueno, se acercaban al umbral moderado. Se trata de Cala d'Or (36) en Mallorca, y Cala Sant Esteve (73) y Cala Galdana (77) en Menorca; las tres con un valor de EQR de 0,48.
- Solo se dispone de datos del índice MEDOCC para los años 2005 y 2007. Actualmente se ha licitado un proyecto para elaborar un estudio que evalúe este índice y el índice CARLIT durante el año 2020.

REFERENCIAS

- ¹ 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.
- 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 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.
- ⁴ 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.
- ⁵ 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.
- ⁶ 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.
- ⁷ 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.
- ⁸ 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.
- ⁹ 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 COMO

VAQUER-SUNYER, R.; BARRIENTOS, N.; MARTINO, S.; BALLESTEROS, E. (2020) «Indicador biológico de macroinvertebrados: índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)». En: Vaquer-Sunyer, R.; Barrientos, N. (ed.). *Informe Mar Balear 2020* <https://www.informemarbalear.org/es/calidad-agua/imb-medocc-esp_2020.pdf>. <https://doi.org/10.62135/JXIW5434>.