

Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant la *Posidonia oceanica* com a bioindicador



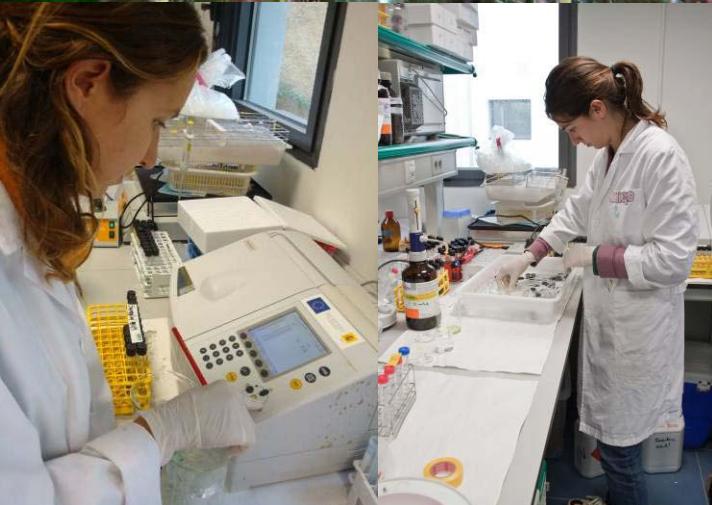
Núria Marbà, Carlos M Duarte, Antonio
Tovar, Rocío Santiago, Juan Serón, Regino
Martínez, Laura Royo, Mika Noguera,
Fernando Pinillos, Lea Kohornen,



Palma de Mallorca, 26 novembre 2009

Estructura de la presentació

- Característiques de la *Posidonia oceanica* i capacitat bioindicadora
- Eines per a avaluar i classificar l'estat ecològic utilitzant *Posidonia oceanica*
- Estat ecològic de les masses d'aigua durant els anys 2005-2006 segons *P. oceanica*
- L'estat ecològic dels anys 2005-2006 es manté 3 anys després? (resultats preliminars)



Característiques de la *Posidonia oceanica*

Planta endèmica del Mediterrani
Extensió al Mediterrani: 50,000 Km²
Extensió a Balears: ~1200 km²
Fondària: 0 m- 45 m
Ecosistema dominant en fons arenosos costaners

Herba clonal (i per tant organisme sèssil)
Longevitat dels clons > 1000 anys
Longevitat dels feixos; fins a 50 anys

Taxa de creixement dels rizomes horitzontals 1-6 cm any⁻¹
Floració i producció de llavors escassa
Lent reclutament de clons nous: 0.004 - 0.02 clons m⁻² yr⁻¹

Temps de colonització: segles-milenis

Marbà et al 1996, Hemminga and Duarte 2000, Marbà et al 2005, Waycott et al 2009

Gran sensibilitat de *Posidonia oceanica* al deteriorament ambiental

- Eutrofització costanera (i.e. aports excessius de nutrients i matèria orgànica; aquicultura, agricultura, ramaderia, població humana)
- Abocaments de salmuera (dessalinitzadores)
- Erosió costanera
- Impactes mecànics a la zona costanera (pesca d'arrossec, fondeig d'embarcacions, construccions)
- Invasions biològiques
- Canvi climàtic (augment de la temperatura, nivell del mar, tempestes)

Excel.lent bioindicador -> Element
Biològic de la Directiva Marc de l'Aigua

Paràmetres utilitzats
per a avaluar l'estat
ecològic de les
masses d'aigua de
Balears utilitzant *P.
oceanica*

a) Estructura pradera: (indicadors d'estat ecològic general)

Cobertura

Densitat de feixos i àpex

Superfície foliar

Percentatge de fulles necrosades

Biomassa d'epífits

b) Nutrients: (indicadors d'eutrofització)

% N (fulles, rizomes, epífits)

% P (fulles, rizomes)

$\delta^{15}\text{N}$ (fulles, rizomes)

c) Carbohidrats no estructurals en rizomes:

Sacarosa

Midó

d) Sofre: (indicador d'aports de matèria orgànica)

% S (fulles, rizomes)

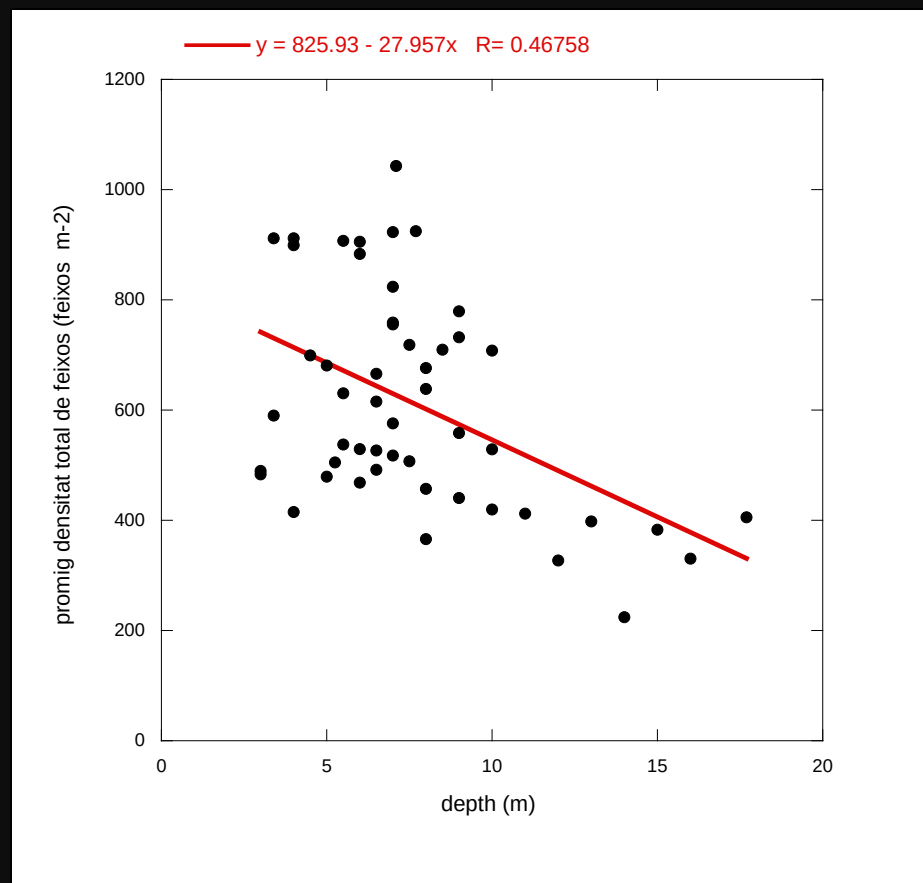
$\delta^{34}\text{S}$ (fulles, rizomes)

e) Contingut de metalls en rizomes:
(indicadors de "contaminació")

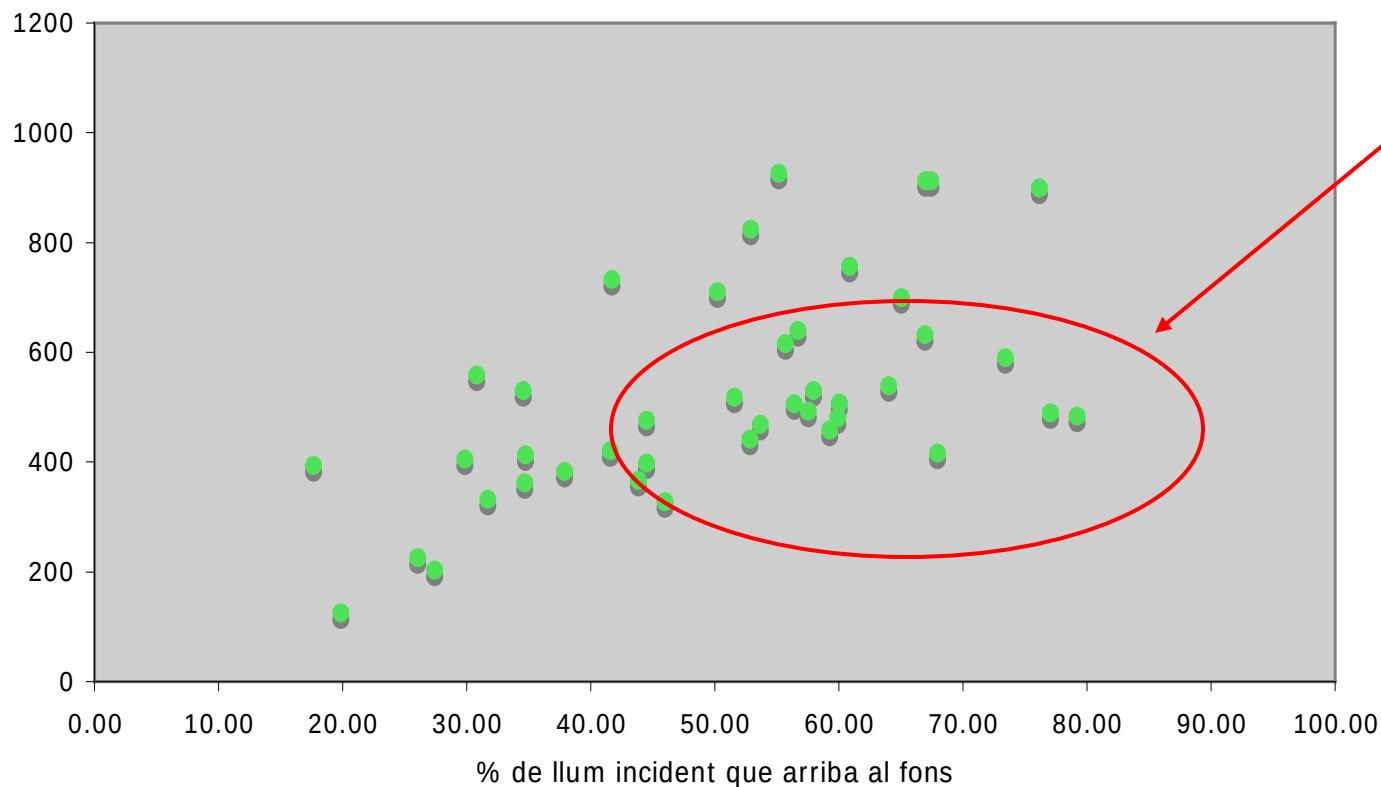
Ag, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn



Densitat i sobretot la taxa de canvi de densitat: indicador d'estat ecològic general

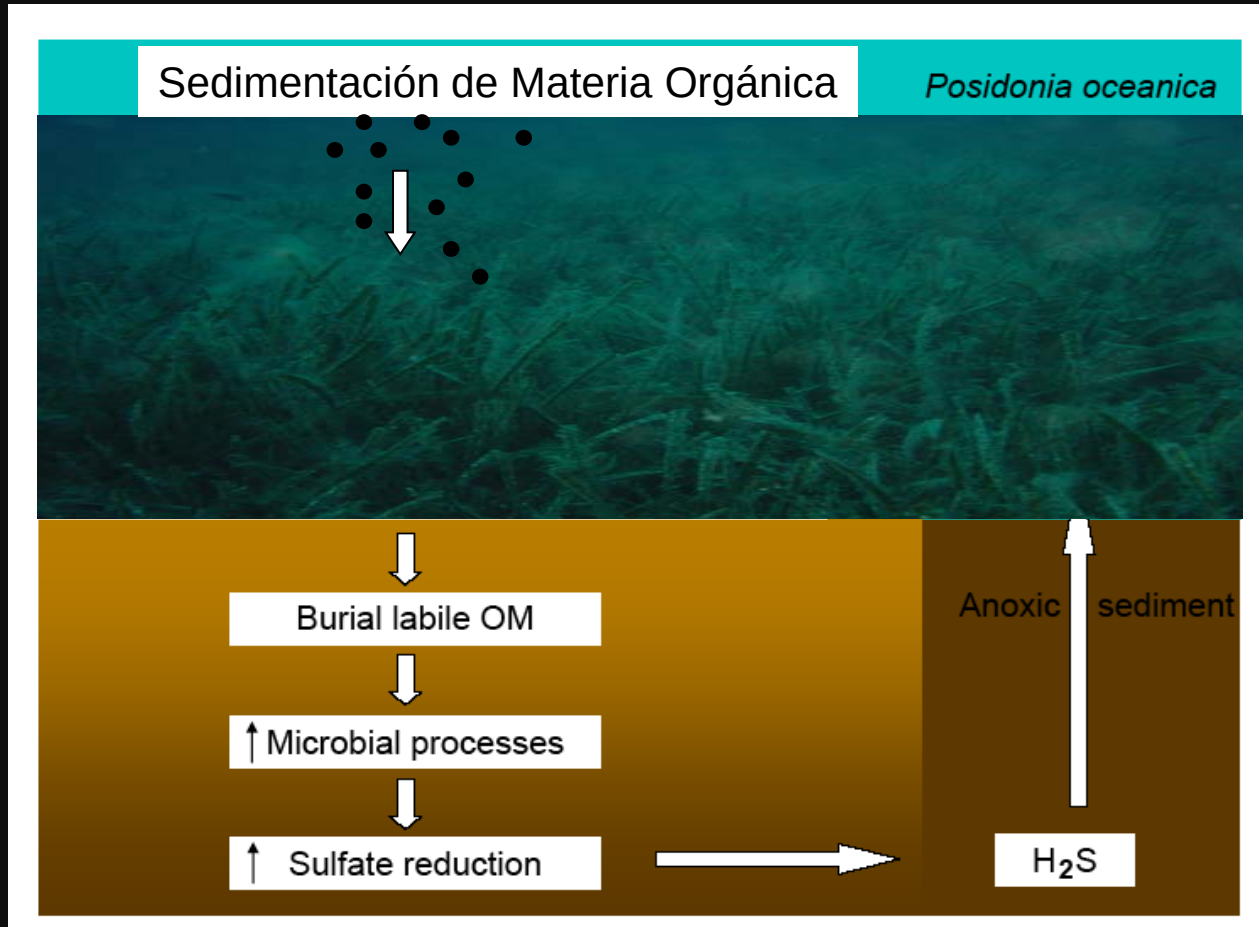


Densitat: e.g. indicador de la transparència de l'aigua

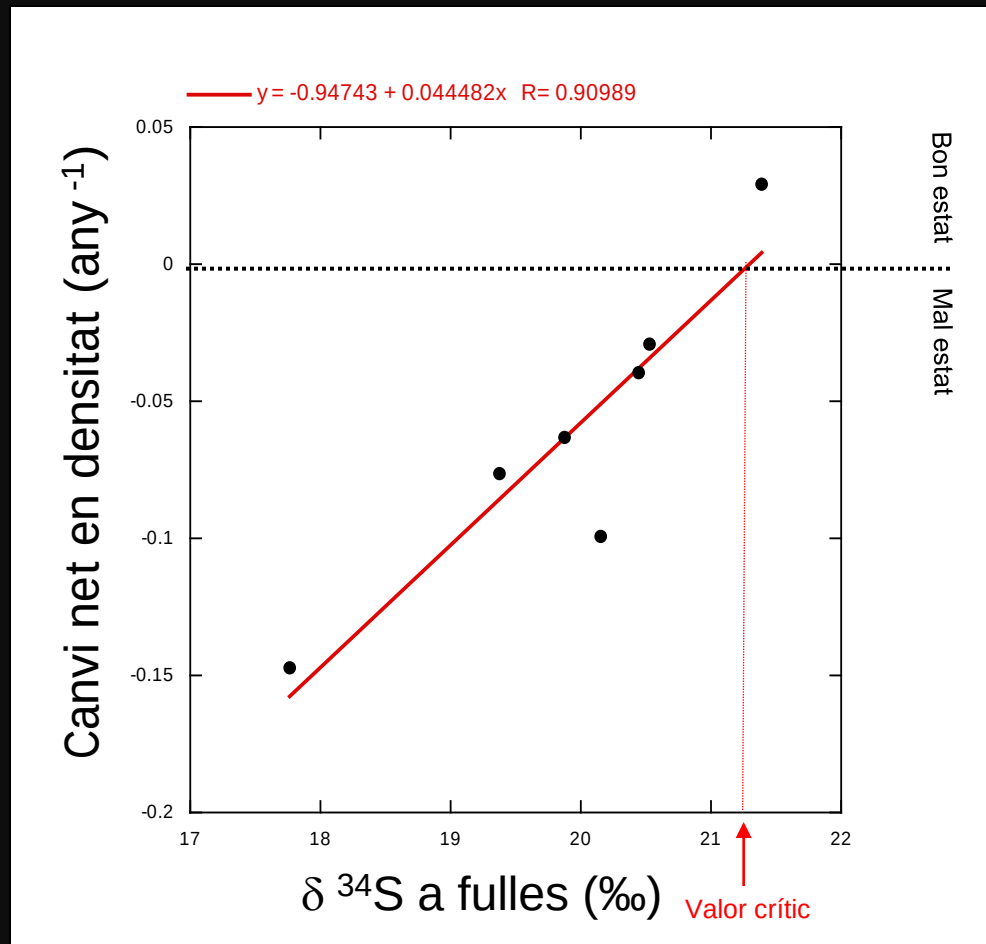


Possible
presència
d'altres
pressions
(e.g.
Deteriorament
qualitat del
sediment)

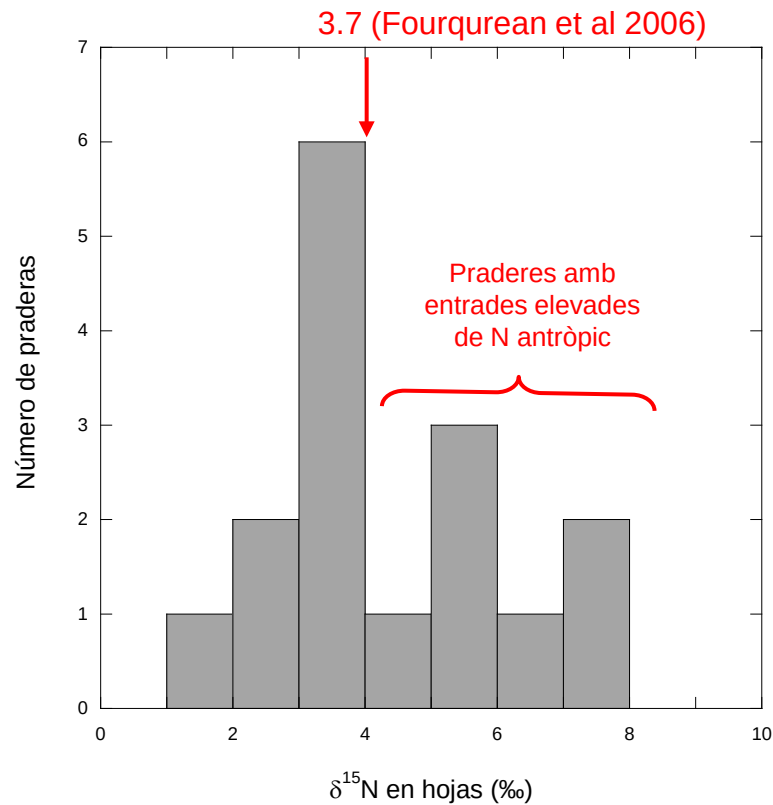
Deteriorament del fons marins rics en carbonats per aport excessius de matèria orgànica làbil



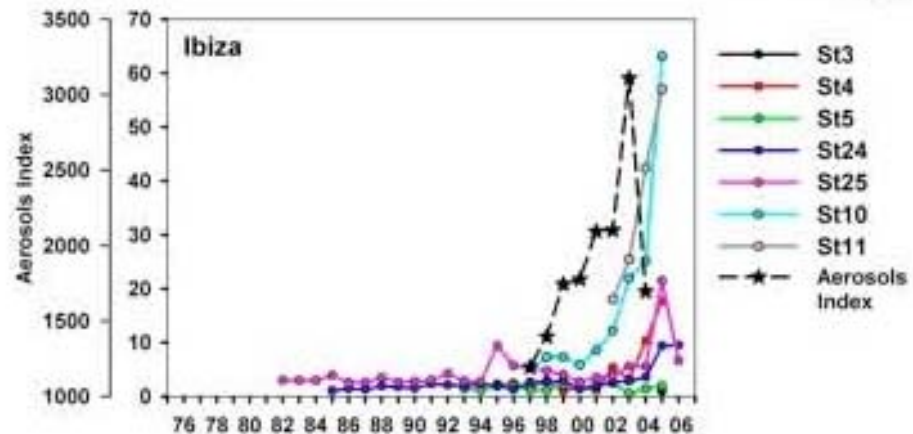
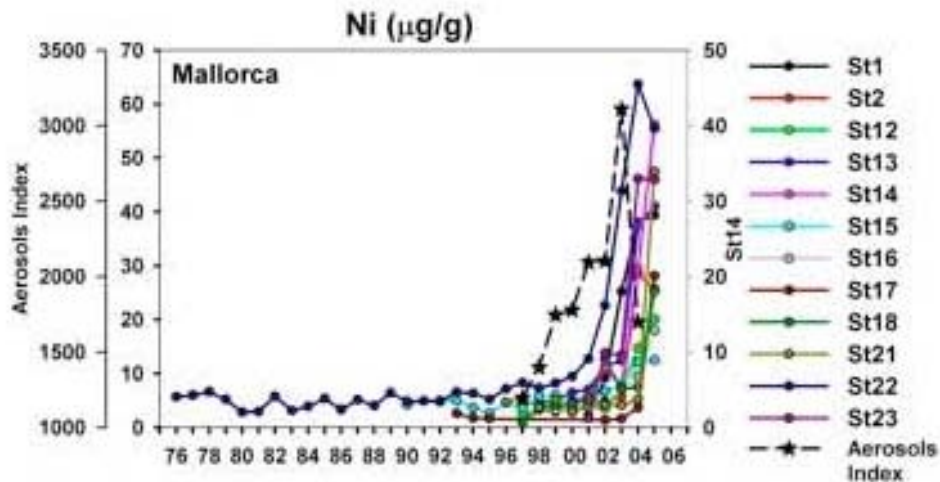
Abundància de ^{34}S a les fulles de Posidonia com a indicacior d'aports excessius de matèria orgànica



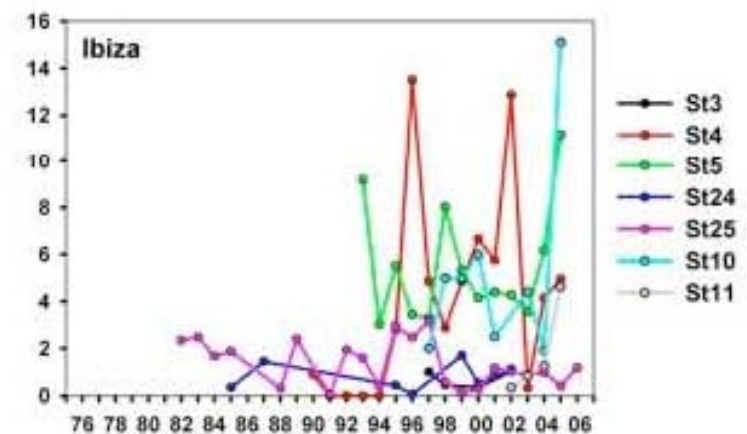
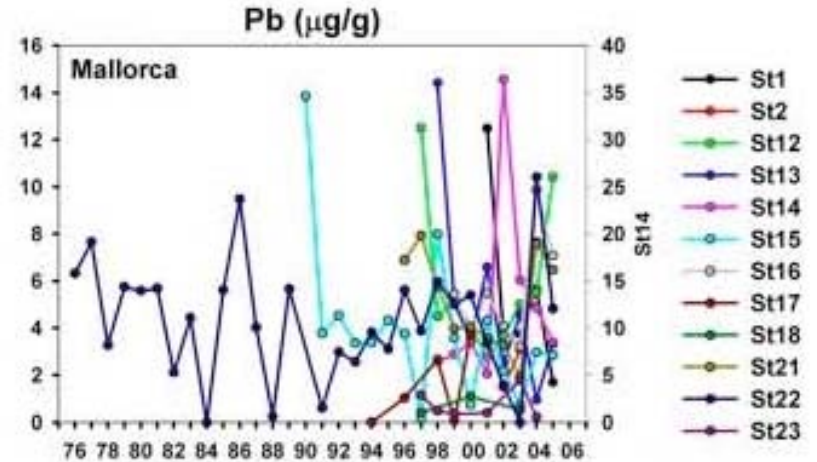
Abundància de ^{15}N en fulles de Posidonia com a indicador de l'excés de nitrogen d'origen antròpic



Concentració de metalls en Posidonia com a indicador de contaminació



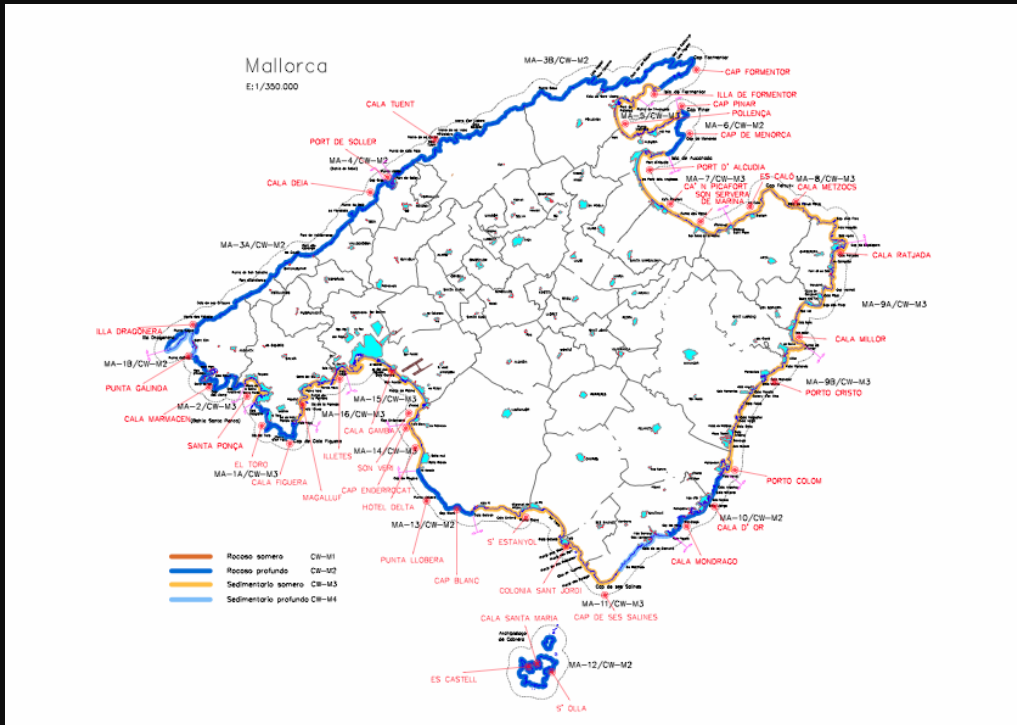
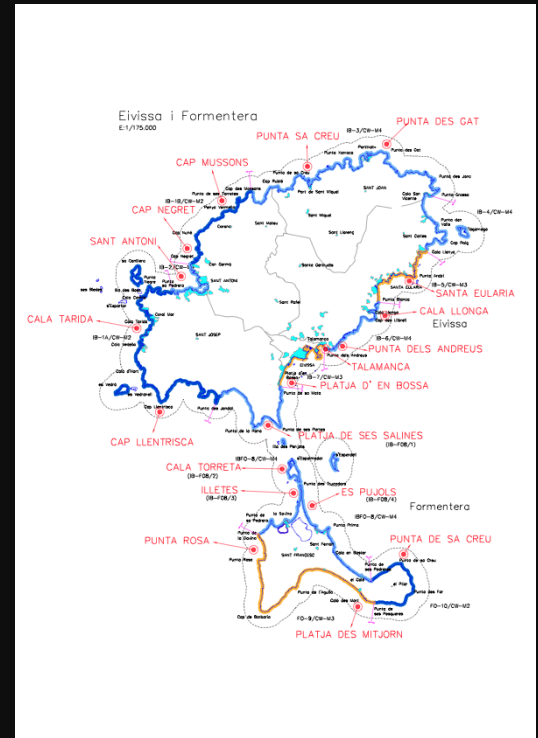
Temps (anys)



Distribució de les estacions estudiades per avaluar l'estat ecològic de les masses d'aigua de Balears

Estudi bieni 2005-2006: 58 estacions en 29 masses d'aigua

Estudi bieni 2008-2008: 73 estacions en 34 masses d'aigua



Eina per a classificar l'estat ecològic de les masses d'aigua de Balears utilitzant *P. oceanica*



Available online at www.sciencedirect.com



Marine Pollution Bulletin 55 (2007) 196–204

MARINE
POLLUTION
BULLETIN

www.elsevier.com/locate/marpolbul

A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD)

Javier Romero ^a, Begoña Martínez-Crego ^{b,*}, Teresa Alcoverro ^b, Marta Pérez ^a

^a Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, Spain

^b Centro de Estudios Avanzados de Blanes. c/ Acceso a la Cala St. Francesc, 14, 17300 Blanes, Girona, Spain

Definition of reference sites: “optimal” and “worst”

The score of each sampling site on the first axis (Cl_x) is considered as an estimate of its ecological status. An EQR for each site, was calculated as follows:

$$\text{EQR}'x = (\text{Cl}_x - \text{Cl}_{\text{worst}}) / (\text{Cl}_{\text{optimal}} - \text{Cl}_{\text{worst}})$$

And then EQR'_x is scaled between 1 and 0.11 as:

$$\text{EQR} = (\text{EQR}'x + 0.11) / (1 + 0.11)$$

Table 2
Boundaries for the different ecological status

EQR	Ecological status and colour code	
0.775–1	high	blue
0.550–0.774	good	green
0.325–0.549	moderate	yellow
0.1–0.324	poor	orange
0–0.1	bad	Red

Paràmetres
utilitzats per la
classificació de
l'estat ecològic
(POMI) i medits
a totes les
estacions

Biení 2005-2006

a) Estructura pradera: (indicadors d'estat ecològic general)

Cobertura

Densitat de feixos i àpex

Superfície foliar

Percentatge de fulles necrosades

Biomassa d'epífits

b) Nutrients: (indicadors d'eutrofització)

% N (fulles, rizomes, epífits)

% P (fulles, rizomes)

$\delta^{15}\text{N}$ (fulles, rizomes)

c) Carbohidrats no estructurals en rizomes:

Sacarosa

Midó

d) Sofre: (indicador d'aports de matèria orgànica)

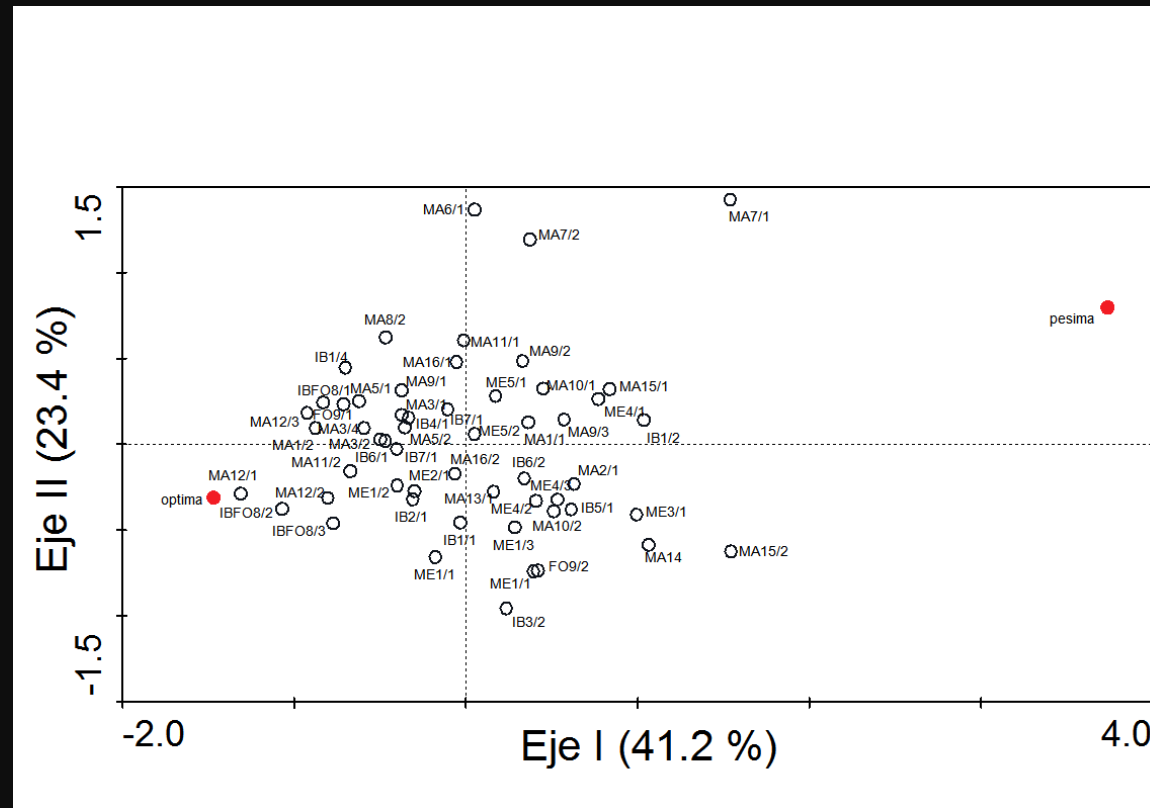
% S (fulles, rizomes, arrels)

$\delta^{34}\text{S}$ (fulles, rizomes, arrels)

e) Contingut de metalls en rizomes:
(indicadors de "contaminació")

Ag, Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn

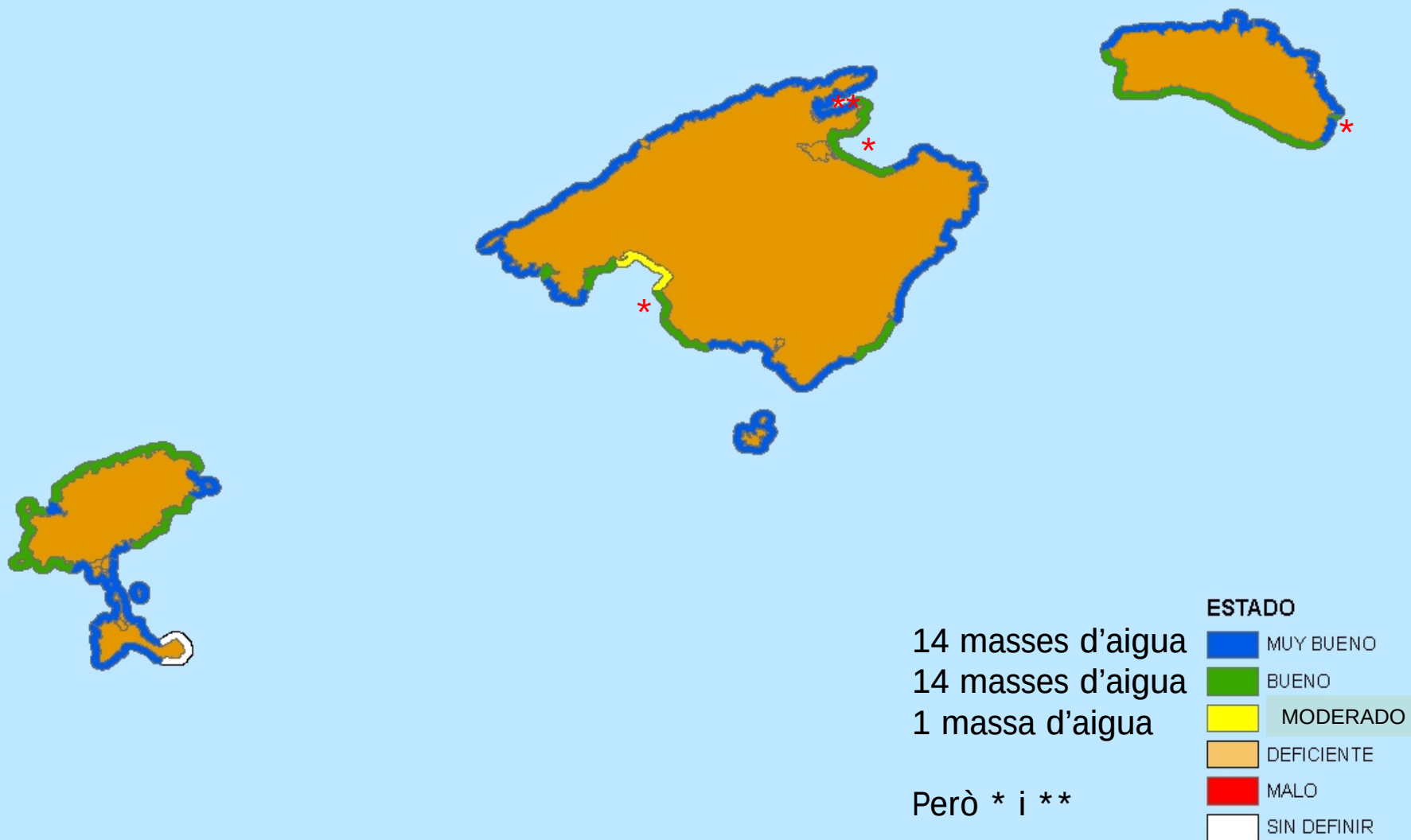
Classificació de l'estat ecològic de les masses d'aigua a les localitats estudiades durant el bieni 2005-2006



Estat ecològic de les masses d'aigua a les localitats estudiades durant el bieni 2005-2006

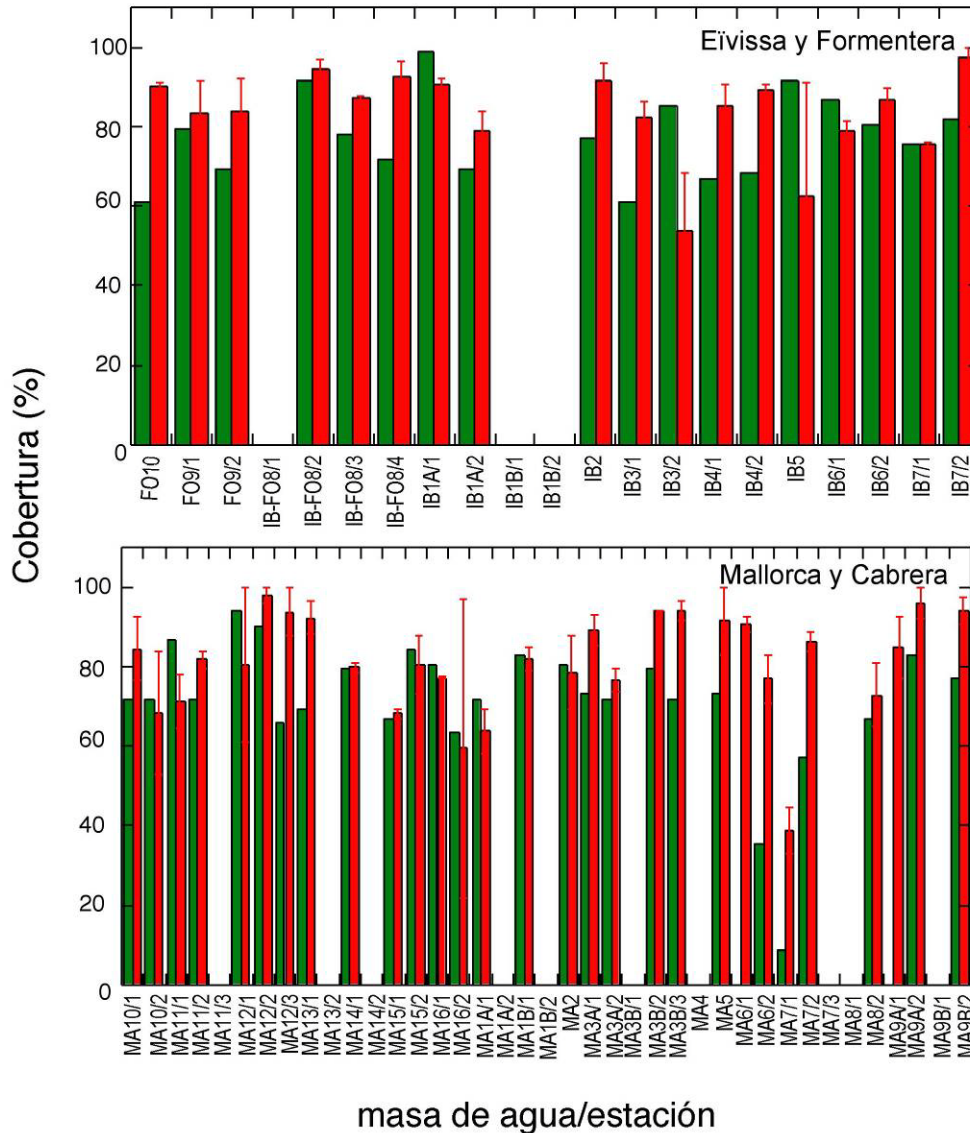
código masa		Puntuación		Estado	código masa		Puntuación		Estado
de agua	nombre estación	Eje 1	EQR	ecológico	de agua	nombre estación	Eje 1	EQR	ecológico
IB1/1	Cala Llentisca	-0.033	0.758	bueno	MA8/2	Cala Matzoc	-0.467	0.834	muy bueno
IB1/2	Cala Tarrida	1.036	0.572	bueno	MA9/1	Cala Millor	-0.375	0.818	muy bueno
IB1/4	Ses Balandres	-0.703	0.875	muy bueno	MA9/2	S'estany D'en Mas	0.330	0.695	bueno
IB2/1	Sant Antoni	-0.311	0.807	muy bueno	MA9/3	Porto Colom	0.571	0.653	bueno
IB3/2	Punta Des Gat	0.234	0.711	bueno	MA10/1	Cala D'or	0.448	0.674	bueno
IB4/1	Es Figueràl	-0.334	0.811	muy bueno	MA10/2	Mondragó	0.511	0.663	bueno
IB5/1	Santa Eulalia	0.613	0.645	bueno	MA11/1	Colonia de Sant Jordi	-0.014	0.755	bueno
IB6/1	Cala Llonga	-0.472	0.835	muy bueno	MA11/2	Ses Salinas	-0.674	0.870	muy bueno
IB6/2	Punta Dels Andreus	0.339	0.693	bueno	MA12/1	Es Castell	-1.312	0.982	muy bueno
IB7/1	Platja d'en Bossa	-0.404	0.823	muy bueno	MA12/2	Santa María-Cabrera	-0.806	0.893	muy bueno
IB7/1	Talamanca	-0.107	0.771	bueno	MA12/3	L'Olla	-0.926	0.914	muy bueno
IBFO8/1	Es Pujols	-0.713	0.877	muy bueno	MA13/1	Cap Blanc	0.160	0.725	bueno
IBFO8/2	Ses Illetas-Formentera	-1.070	0.939	muy bueno	MA14	Hotel Delta	1.064	0.567	bueno
IBFO8/3	Cala Torreta	-0.774	0.888	muy bueno	MA15/1	Cala Gamba	0.836	0.606	bueno
FO9/1	Platja d'es Mitjorn	-0.832	0.898	muy bueno	MA15/2	Son Verí	1.542	0.483	moderado
FO9/2	Cala Sahona-Pta Rosa	0.418	0.679	bueno	MA16/1	Magalluf	-0.056	0.762	bueno
MA1/1	Portals Vells	0.363	0.689	bueno	MA16/2	Illetas- Calviá	-0.065	0.764	bueno
MA1/2	Cala Marmacén	-0.877	0.906	muy bueno	ME1/1	Illa Des Colom	-0.178	0.784	muy bueno
MA2/1	Sta. Ponça	0.628	0.643	bueno	ME1/1	S'Algar	0.392	0.684	bueno
MA3/1	Dragonera	-0.375	0.818	muy bueno	ME1/2	Cap Pentinat	-0.401	0.822	muy bueno
MA3/2	Cala Deià	-0.501	0.840	muy bueno	ME1/3	Islas Bledas	0.284	0.703	bueno
MA3/4	Cala Murta-Formentor	-0.594	0.856	muy bueno	ME2/1	Fornells	-0.301	0.805	muy bueno
MA5/1	Illa de Formentor	-0.623	0.861	muy bueno	ME3/1	Port de Mahó	0.992	0.579	bueno
MA5/2	Pollença	-0.356	0.815	muy bueno	ME4/1	Cala Galdana	0.772	0.618	bueno
MA6/1	Cap de menorca	0.049	0.744	bueno	ME4/2	Cales Coves	0.407	0.681	bueno
MA7/1	Port D'alcudia	1.538	0.484	moderado	ME4/3	Isla del Aire	0.532	0.660	bueno
MA7/2	Can Picafort	0.372	0.687	bueno	ME5/1	Cala Blanca	0.172	0.722	bueno
					ME5/2	Arenal de Son Saura	0.049	0.744	bueno

Estat ecològic de les masses d'aigua de Balears durant el bieni 2005-2006



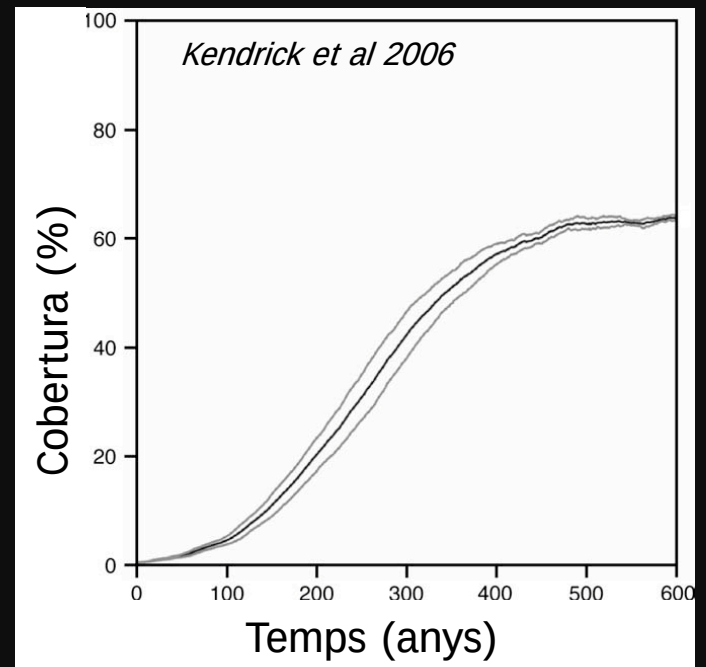
Cobertura

■ 2005-2006 ■ 2008-2009



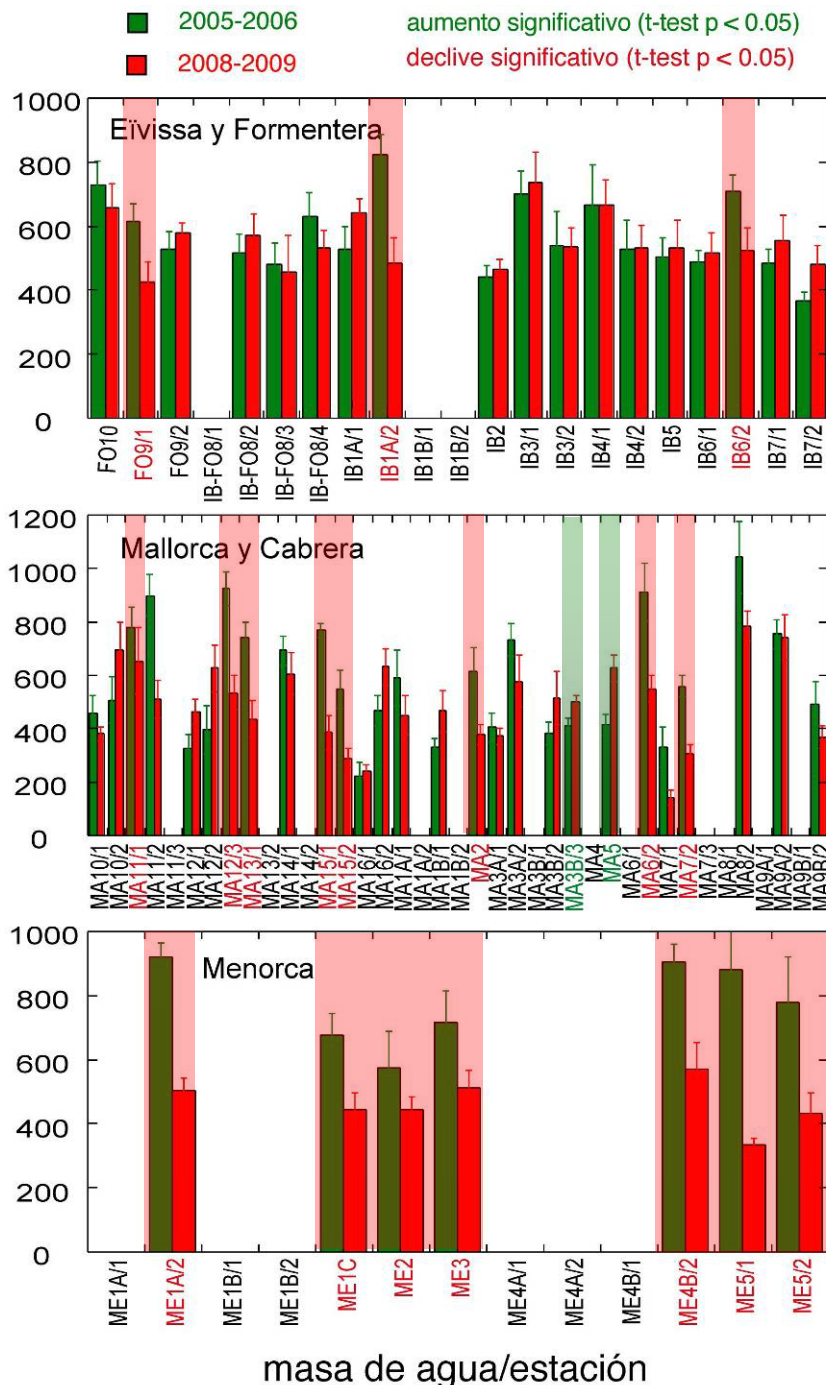
Paràmetre extremadament variable dins una mateixa localitat (elevada heterogeneïtat espacial)

Augment de cobertura superior al 10 % en moltes localitats en 3 anys (poc probable)



Dificultat de detectar canvis temporals

Densidad de haces (haces m-2)



Densitat

Paràmetre molt variable dins una mateixa localitat (elevada heterogeneïtat espacial)

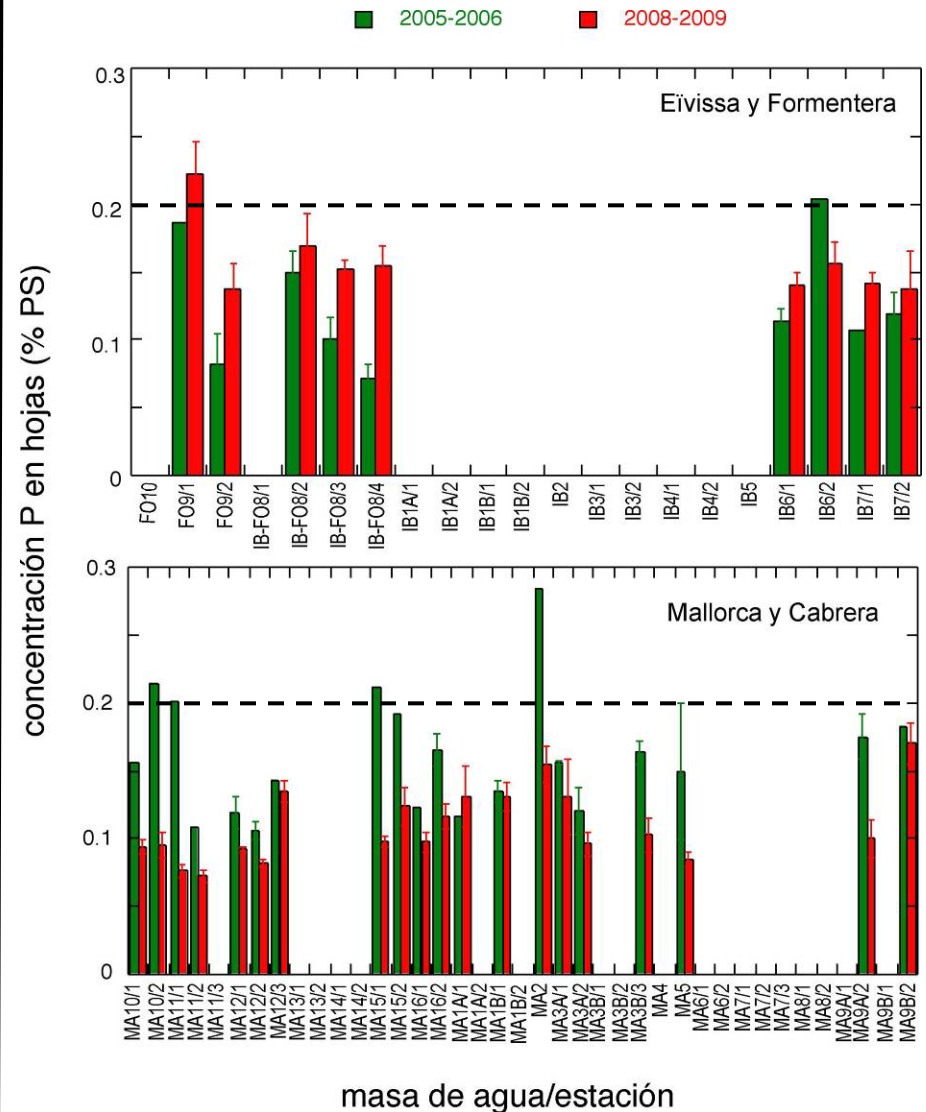
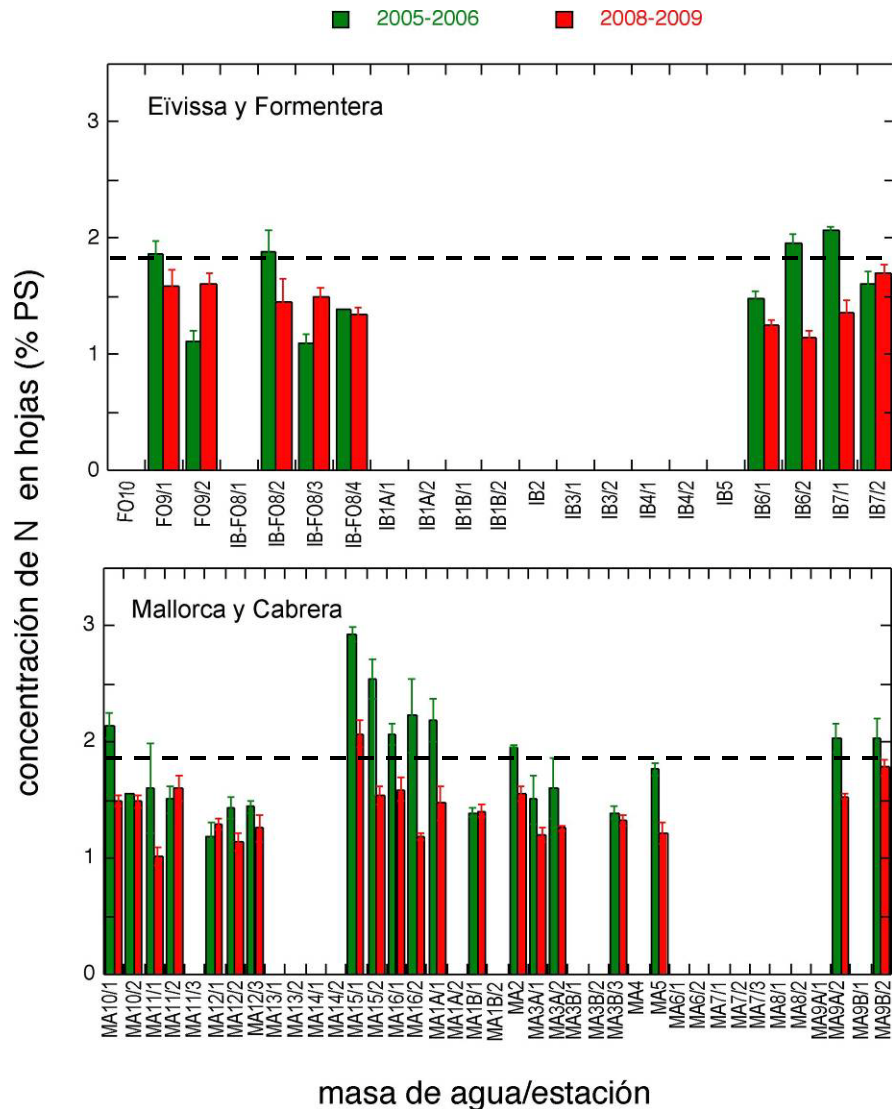
Capacitat de detectar pèrdues significatives només quan les taxes de pèrdua excedeixen el 15 % anual (i.e. Reducció de la densitat actual a la meitat en 4 anys)

Tot i així les pèrdues netes de densitat són significatives estadísticament a 18 localitats

Augment significatiu de la densitat en 2 localitats (Illa de Formentor, Pollença)

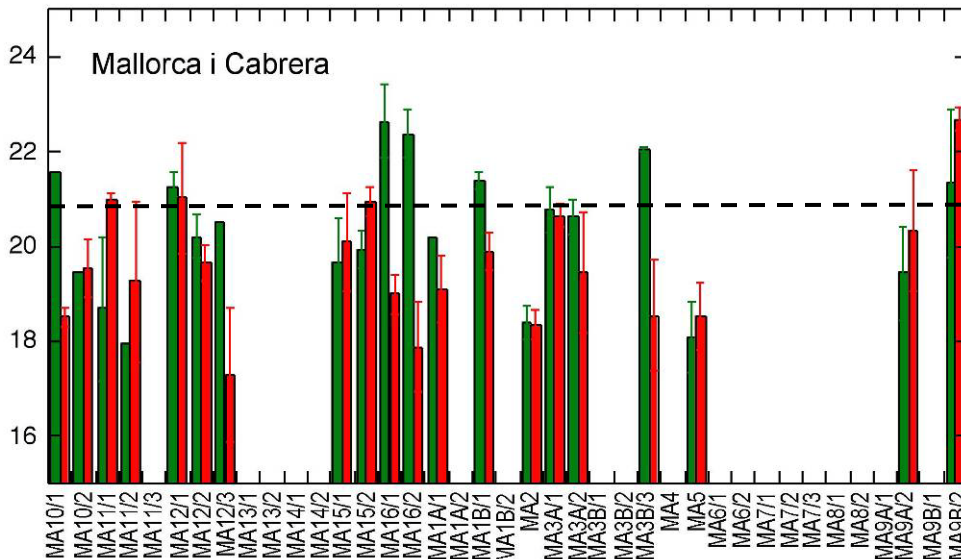
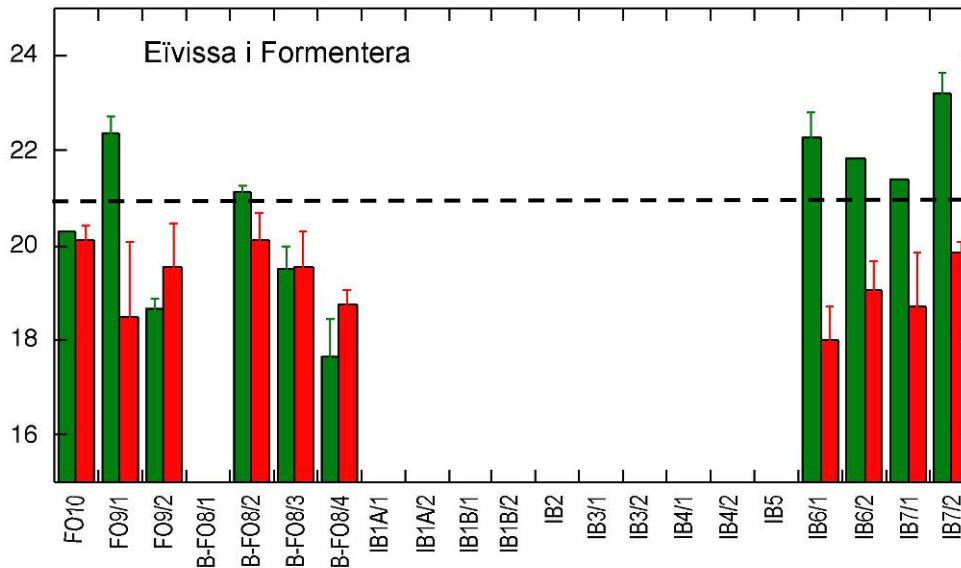
Altres estudis (recomptes en parcel·les permanents) demostren que almenys en 10 localitats la densitat també ha disminuït (taxes de pèrdua en promig del 5 % anual)

Les aigües de Pitiüses i Mallorca en general es mantenen oligotròfiques (excepcions: Cala Sahona, Badia de Palma, Porto Colom)



■ 2005-2006 ■ 2008-2009

$\delta^{34}\text{S}$ en hojas (‰)



masa de agua/estación

L'abundància de ^{34}S a les fulles:

-a 21 localitats es manté estable i ≥ 21 ‰

- s'ha mantingut estable, però inferior a 21 ‰, en 3 localitats (Els Pujols, Santa Ponça, Pollença)

- ha disminuït - indicant possible aport excessiu de matèria orgànica- en 6 localitats de les Pitiüses (Cala Llonga, Pta. dels Andreus, Talamanca) i Mallorca (Cala d'Or, Magalluf, Illetes).

Conclusions

- La *Posidonia oceanica* és un bon bioindicador per avaluar l'estat ecològic de les masses d'aigua de Balears
- Els resultats obtinguts utilitzant l'índex multivariant POMI indiquen que la majoria de masses d'aigua de Balears durant el bieni 2005-2006 estaven en “bon estat” o “molt bon estat” ecològic. La massa d'aigua de la zona de Platja de Palma era l'única classificada sota estat “moderat”. Les masses d'aigua de Pollença, Badia d'Alcúdia i Port de Maó, malgrat classificades en bon estat, tenien problemes.
- Segons els resultats preliminars del bieni 2008-2009, la majoria de masses d'aigua mantindrien l'estat observat durant el bieni 2005-2006.
- A algunes localitats, però, l'estat ecològic actual podria ser diferent a l'assignat el 2005-2006:
 - a 18 localitats (d'un total de 52) distribuïdes per totes les illes la densitat, indicador d'estat ecològic general, ha disminuït significativament. Només a 2 localitats hi ha hagut guanys significatius de densitat
 - lleuger enriquiment de nutrients i/o aportes de matèria orgànica a les masses d'aigua dels Pujols, Pta dels Andreus-Calla Llonga, Talamanca, Badia de Palma, Porto Colom i Cala d'Or, Pollença, Sta Ponça
- Pressions com invasions biològiques i augment de la temperatura del mar podrien condicionar també l'estat ecològic de les masses d'aigua de Balears

LOS BIÓLOGOS, OCEANOGRÁFOS Y AMBIENTÓLOGOS RECOMIENDAN PRESERVAR LAS PRADERAS, NUESTROS BOSQUES BAJO EL MAR

La posidonia interesa al IMEDEA

Un equipo científico se ha desplazado esta semana a la Isla para coger muestras de la planta marina con el fin de elaborar un estudio que determine la calidad de las aguas del litoral

LAURA BARRÓN Ciudadela

Un equipo de científicos del IMEDEA se ha desplazado a Menorca para tomar muestras del fondo del mar en una investigación sobre la calidad de las aguas. El trabajo de campo empezó el pasado día 10 y hasta ayer, el grupo del Institut Mediterrani d'Estudis Avançats ha recorrido toda la costa menorquina para tomar muestras en 13 puntos del litoral: Cala Blanca, s'Arenal de Son Saura, Cala Galdana, Son Peyres, Cala en Porter, Binisacolla, s'Algar, Port de Maó, Es Grau, s'Arenal de S'olla, Fornells, Illes Rodes y Cala Morell.

La expedición se ha dedicado a tomar muestras de un bioindicador de la calidad del agua como es la *Posidonia oceanica*. Un



IMEDEA

Pressò mediàtic de l'avaluació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres de Balears a través de *P. oceanica*

las muestras de posidonia que se lleva el joven grupo del IMEDEA. Según explican, la directiva marco europea marca diferentes categorías que indican la calidad del agua de mar: muy buena, buena, aceptable, mala o muy mala. Si los resultados de la investigación detectan que en los puntos del litoral estudiados la masa de agua presenta unos niveles aceptables, malos o muy malos, en este caso la Administración autonómica, con la competencia de la gestión de Medio Ambiente, deberá actuar para que la calidad alcance unos baremos óptimos. El programa de medidas no se implantará hasta dentro de un par de años y corresponderá al Ejecutivo balear ejecutar las actuaciones necesarias.

La posidonia, según el equipo científico, es una especie que tiene una importancia ecológica capital. "Es una planta marina, exclusiva del mediterráneo. Tiene flores y frutos. Forma un ecosistema submarino que es conocido como el bosque mediterráneo", comen-

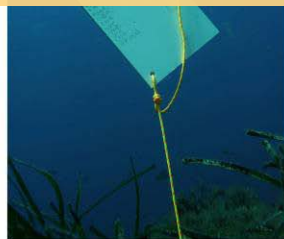
EQUIPO. Una de las inmersiones se realizó en Cala Morell el sábado



MUESTRAS. Procesando hojas y rizomas de posidonia en Fornells

Su función ecológica es la misma que la de un bosque en tierra: sujeta el suelo submarino, le enriquece, es hábitat y refugio de muchas especies y contribuye a disminuir el dióxido de carbono de la atmósfera. "La posidonia es

la base del ecosistema submarino", afirman. Si el fondo marino quedara sin la presencia de posidonia, los científicos apuntan que "pasaría lo mismo que si en tierra se perdiera un bosque: quedaría una zona desértica, sin hábitat



TRABAJO DE CAMPO. Tabla de datos utilizada para el muestreo

para las especies".

Existe una relación entre la presencia de posidonia en el fondo del mar y la calidad del agua. "El hecho de que haya presencia de posidonia es un indicador favorable. A mejor salud de las praderas,

en mejores condiciones estará el agua". El equipo técnico se refiere a la importancia de la posidonia para el equilibrio del ecosistema y, en consecuencia, a unas aguas saludables.

No obstante, las praderas de

MEDIO AMBIENTE

Con la colaboración de: GOBIERNO DE LAS ILAS BALEARES

Las quejas sobre la presencia de Posidonia en las playas de Baleares son realmente injustas con esta planta que evita la erosión de los arenales



LUIS APARICIO

"¡Tío!, qué seco, la playa está seca", es un comentario habitual que se suele escuchar entre los bañistas y demás usuarios de nuestras playas. Lo cierto es que no hay que quejarse sin justificación debido a la presencia de posidonia, entretanto o mutuo orgánico. En otras ocasiones, los bañistas no son tan fundados. En la mayoría de las playas se malea encontrar Posidonia, evidenciando que aquella ausencia de los tejidos subacuáticos de las islas. "A de-



EPOCICA DE AMBIENTE

(*Syringoides bracteatus*) así como algas calcáreas.

Según Cristóbal, "está documentado que las praderas de Posidonia cubren entre 700 y 800 kilómetros cuadrados de las aguas de Baleares". Ocurre en la zona del litoral cuanto a una profundidad de hasta 80 metros. Esta planta destaca por su "capacidad de convertir, por metro cuadrado, 15 litros de dióxido de carbono en oxígeno muy valiosos. La Posidonia es un bioindicador: si crece, eso es una indicación del estado saludable de la zona. Si se pierden, eso indica que el agua está contaminada".

Además, la muerte de la Posidonia juega un papel importante en el medio ambiente local. Una vez al año, las hojas muertas se separan de la planta y llegan a la costa. Llegan a la zona denominada "coque" donde se desmenuzan y se desmenuzan.

Algunas de estas hojas, por el movimiento de las olas, se desmenuzan y se desmenuzan. En la zona de las playas, las hojas muertas se desmenuzan y se desmenuzan. En la zona de las playas, las hojas muertas se desmenuzan y se desmenuzan.



Cala Piñer, en Mallorca, un lugar de abundancia de Posidonia. Foto: Inés Barrio

La Posidonia, un bioindicador

A pesar de ocupar grandes superficies, son ecosistemas muy vulnerables. La Posidonia es un bioindicador: si crece, eso es una indicación del estado saludable de la zona. Si se pierden, eso indica que el agua está contaminada.

El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia. El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia. El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia.

El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia. El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia. El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia.



Un bello ejemplar de esta planta. Foto: Inés Barrio

UN PROYECTO DE LA CONSEJERÍA Y LA UIB ESTÁ ESTUDIANDO LA DENSIDAD DE LAS PRADERAS EN TODAS LAS ISLAS

El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia. El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia. El proyecto de la Posidonia es un proyecto de la Posidonia.